

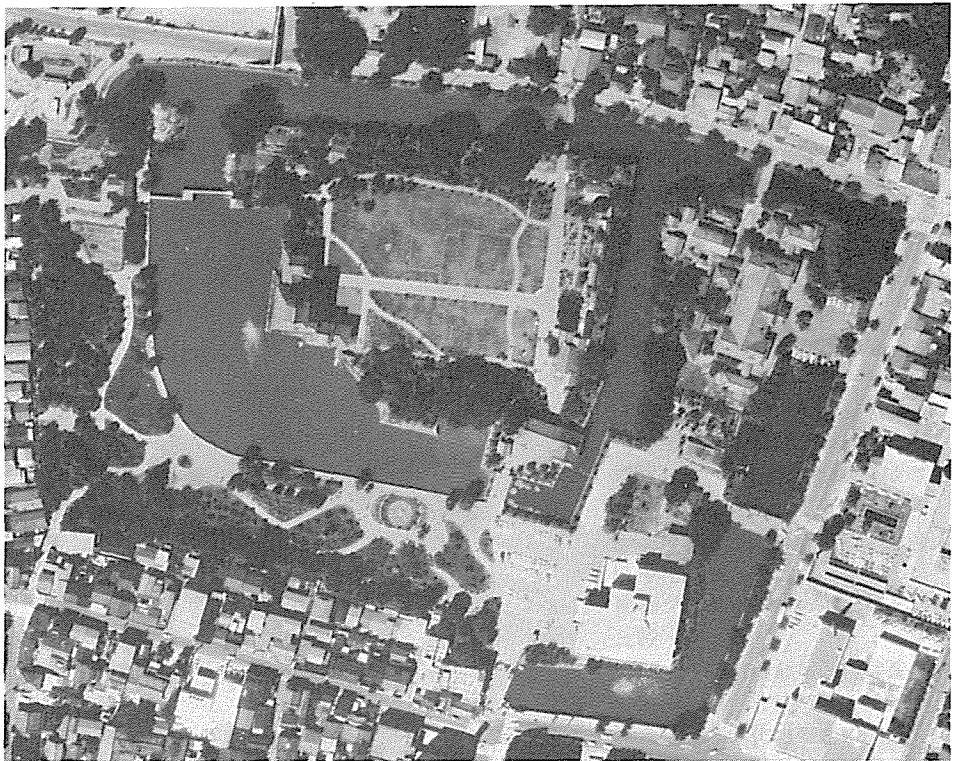
松本城の濠の富栄養化の現状とその対策

Ecological Studies on Eutrophication of Five Moats around the Castle of
Mastumoto and Counter Plans to Pollution of the Moat Water.

倉沢 秀夫	Hideo KURASAWA
沖野外輝夫	Tokio OKINO
加藤 憲二	Kenji KATO
吉沢 清晴	Kiyoharu YOSHIZAWA

March 1978

信州大学理学部付属
諏訪臨湖実験所
Suwa Hydrobiological Station
Shinshu University



図版 1. 松本城天守閣と五つの濠

Plate 1. The donjon of the Matsumoto Castle and the five moats where surveys were made from 1973 to 1975.

松本城の濠の富栄養化の現状とその対策

倉沢秀夫・沖野外輝夫・加藤憲二・吉沢清晴
(信州大学・理学部)

Ecological Studies on Eutrophication of Five Moats around the Castle of
Matsumoto and Counter Plans to Pollution of the Moat Water

Hideo KURASAWA, Tokio OKINO, Kenji KATO and Kiyoharu YOSHIKAWA
(Faculty of Science, Shinshu University).

目 次

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1. 緒 言 | 5-4. 魚 類 |
| 2. 調査項目と研究方法 | 5-4-1. 種類組成と個体数 |
| 2-1. 調査期間と調査回数 | 5-4-2. フナ・モツゴの体長組成並びに体長・
年令関係 |
| 2-2. 調査および分析方法 | 5-4-3. 肥満度と生息密度の関係及び体重・体
長相関 |
| 2-2-1. 調査方法と調査項目 | 5-4-4. 食性と充満度 |
| 2-2-2. 各測定項目の測定方法および分析方法 | 5-4-5. 魚病について |
| 3. 濠の形態と流入量および底質の特徴 | 5-5. 一般細菌および大腸菌群数 |
| 3-1. 濠の形態と調査地点 | 5-6. 各生物群集間の量的関係 |
| 3-2. 流入水の水量と各濠の滞留時間 | 6. 濠の富栄養化 |
| 3-3. 各濠の底質からみた特徴 | 6-1. 生物群集よりみた濠の富栄養化 |
| 4. 水質の日変化と季節変化 | 6-1-1. 濠の生物学的な水質判定 |
| 4-1. 水質の日変化 | 6-1-2. 濠と日本の各種栄養型湖沼との生物群
集の比較 |
| 4-2. 水質の季節変化 | 6-2. 濠の水質の汚濁源についての検討 |
| 4-3. E濠と流入下水の水質の日変動を含めた
季節変化 | 6-2-1. 下水流入による負荷量 |
| 5. 生物群集の季節変化 | 6-2-2. 樹木よりの落葉量と負荷量 |
| 5-1. 植物プランクトン | 6-2-3. 飼育水禽類の排泄物量と負荷量 |
| 5-1-1. 種属数 | 6-2-4. 大型水生植物量と負荷量 |
| 5-1-2. 優占種 | 6-2-5. 汚濁源からの負荷量の総括 |
| 5-1-3. 細胞数と生体量 | 7. 浄化対策への提言と一部対策の実施結果 |
| 5-1-4. 水平分布 | 7-1. 浄化対策への提言 |
| 5-1-5. クロロフィル量とセストン量 | 7-2. 濠への下水流入停止と地下水注入によ
る浄化効果の検討 |
| 5-1-6. 現存量 | 7-2-1. 植物プランクトンの1974年と1975年の
比較 |
| 5-2. 動物プランクトン | 7-2-2. 大型水生植物の分布と現存量 |
| 5-2-1. 種属数 | 7-2-3. 水質の1974年と1975年の比較 |
| 5-2-2. 優占種 | 7-2-4. 測定結果と浄化対策との関連 |
| 5-2-3. 個体数と重量 | 8. 浄化対策と今後の調査研究の計画 |
| 5-2-4. 水平分布 | 9. 要 約 |
| 5-2-5. 現存量 | 10. 引用文献 |
| 5-3. 底生動物 | 11. Summary |
| 5-3-1. 種属数 | |
| 5-3-2. 優占種 | |
| 5-3-3. 個体数と重量 | |
| 5-3-4. 現存量 | |

1. 緒 言

近年、日本各地の観光地における城の濠が、城の見事な美観とは対照的に著しく汚れ、夏季には悪臭さえ伴うようなドブ池と化している。それ故、詩情を求めて訪れる観光客が期待を裏切られるばかりでなく、住み馴れた周辺住民さえも厄介視するまでになっている濠もあるようである。

国宝に指定された松本城の濠もその例外ではない(図版1)。現状のまま放置すれば一層汚染が進み、遠からず魚類の生息を不可能にする死の濠にもなりかねない。かつては松本城の濠には自生した大型の水草(ホザキノフサモ、クロモ、ヒシ、ヨシなど)が一面に繁茂していたが、これら水草群落は城を取り巻く濠の環境としてはふさわしくないものとしてきらわれ、除去対策の手段としてこれらを好んで食べる草魚が移入された。この草魚による水草の根絶作戦は大成功をおさめ、その後はこの魚の入り込めない水域を除けば、文字通り一草も生育しなかった。

かくして濠の水草の排除が完全になされ、濠の浄化が上首尾に達成されたかに見えたが、今度は大型水草に代る微小植物群、すなわち、植物プランクトンの大発生を引き起すに至り、ために以前に増して汚れが目立つこととなった。そしてこれは除去が簡単には出来難いという厄介物である。このような植物プランクトンの大量出現は、大型水草によって体内に吸収蓄積された溶存栄養塩が、水草の除去によって水中に高濃度で残存する結果となり、また光条件の好転や、水草からでる植物プランクトンの生育阻害物質分泌の欠落等、植物プランクトンが生育するための好条件が重なって起ったものと考えられる。

従来、松本城の濠への給水は、地蔵清水を主とする湧水によってまかなわれていたが、昭和初期には一部の濠(E濠)は養鯉池として利用され、市街を流れる側溝の水を流し込んでいたこともあった。

さて、ここ約20年間に濠周辺の市街地における地下水の大量汲上によって湧水量が激減し、これを補うため女鳥羽川からの給水路が利用されてきた。しかしこの給水路は生活排水や尿尿浄化槽からの排水路と直結しているため、その水は下水同然の水質のまま濠に流れ込むこととなった。かくして濠の有機物汚染が強まり、結果としてアオコを主とする植物プランクトンの異常大発生を促がし、いわゆる“水の華”(Water bloom)現象を毎年引きおこす事態になったのである。

ここに至っては、既存の汚濁物質を除去するだけでは、一時的な浄化はみられても忽ち旧態に復することは明らかである。濠の浄化による清澄水を永く保持できる真の浄化対策は、汚染源と濠との関係を断ち切る根本的問題を考究する調査研究からはじめねばならない。

以上の見地から、濠の富栄養化の実態について、まず水質および生物群集の現状を生態学的立場から明らかにし、進んで汚染源と濠の相互関係を追求することを企図して基礎的研究が行なわれ、1973年9月から1974年12月に至る年間の成果がえられた。さらに、1974年秋より1976年1月にかけては、濠への下水の流入阻止や清澄な地下水の大量注入がなされたが、これら一部浄化対策の実施による濠の水の浄化効果について、検討を行ったので併せて報告する。そして以上の研究調査から、汚染源による濠の富栄養化の原因や汚濁の経過の詳細に基づいて、松本城の濠の浄化に適したいくつかの浄化具体案を提言したが、今後は機会がえられればそれらの実施についての研究を試みたい。

謝辞 本調査は、松本市が委嘱している「松本市環境をよくする協議会」から信州大学理学部へ委託されたものである。*

本研究の調査の実施に際しては、信州大学教養部教授中村一雄博士には、研究方法の具体案や魚類の生態研究に関し、積極的な御指導と御援助をえ、また、同大学教授田中邦雄博士には研究の推進や本報

*研究費は松本市よりのものと文部省科学研究助成費の一部を使用した。

告の出版の促進に絶大な御支援をえた。北海道大学名誉教授犬飼哲夫博士および信州大学繊維学部武田晃教授には、水禽類の生理・生態に関する貴重なデータの御提示をうけ、信州大学理学部林秀剛講師には浄化対策に関し多くの御助言をえた。

濠の現場調査に当っては、信州大学理学部生物学履習コースの学生諸君により現地調査および室内実験等で多大の御協力をえ、魚類採集には小沢尚人、吉沢司郎両氏の御援助をえた。また微生物の採集や培養実験は、東邦大学理学部磯部吉章講師を、大型水草の調査は信州大学教養部の土田勝義助手をわずらわした。

この調査の計画の起案には、「松本市環境をよくする協議会」の委員諸氏や環境をよくする課の職員諸氏の、現場調査に当っては松本城管理事務所の職員諸氏の御協力をえた。

以上記して感謝の意を表する。

研究史 松本城の濠の水質や生物の研究は、既に昭和の初期に旧制松本中学校の博物会で手がけたこともあるが、その資料は埋もれたままのようである。したがって、文献として挙げられる最初のもは今より約40年以前の須甲（1938）が行った濠のプランクトンの季節消長の研究であろう。その後長い空白時代が続いたが、最近になって山本（1974）が植物プランクトン層の季節変動と水色変化に関して報告し、また倉沢ら（1975、1976、1977 a、b、c）は濠の汚染に関する水質および生物群集の現状について、いくつかの報文を発表した。

全国の城の濠の水質と生物の研究の先駆は、皇居の一部の濠でなされた倉茂（1930～1933）によるプランクトンの季節消長および pH と日射量との関係などの一連の研究であり、洞沢（1932）および酒井（1932）の報告がある。その後は近年まで研究は中絶していた。最近に至って国立衛生試験所、東京都立衛生研究所の研究者ら（1973 a、b、1975）により、水質と生物相および日射量との関係や、濠の富栄養化の現状についての報文が発表されるようになった。このように急変研究調査がなされたのは、皇居の濠は1940年代には大型水草が繁茂し、清澄な水をたたえていたのに、上水道からの給水や地下湧水の減少、ソウギョの放養などにより水草が消滅し、代りに1955年頃より *Microcystis* を優占種とする“水の華”の発生が年々著しくなってきたためとされ、研究調査と浄化対策の必要な事情は松本城の濠の場合と全く同様である。

2. 調査項目と研究方法

2-1. 調査期間と調査回数

調査期間は、1973年9月より1976年1月の約2年半で、調査回数は予備調査を含めて47回である。(表2.1)

調査は予備調査、定期調査、24時間観測、魚類調査および水草調査にわけられる。予備調査は濠の位置、形態および調査地点の決定、調査項目の選定のためのものである。主な調査としては定期調査および24時間観測で、内容は水質、底質および魚類を除く生物調査となっている。定期調査の目的は一年間の季節的変動を知るもので、測定時刻をできる限り一定の時刻となるように心がけた。24時間観測は人間活動による一日間の変動を知る目的のもので、松本城北西部のE濠と、これに流入する流入下水を主な調査対象として行なわれた。調査回数は1973年10月から1974年8月までの12月、4月を除く月1回の計9回となっている。魚類調査は魚類の生息密度、種類組成および食性を知る目的のもので11月、5月、8月の計3回行なわれた。また1975年には、E濠にそれまでみられなかった大型水草が生育したので、最盛期の9月に群落と被度の分布調査、11月には繁殖体の観察などが3回行なわれた。

主な調査としての定期調査、24時間観測の内容および目的を整理すると次のようになる。

定期調査 生物（植物性プランクトン、動物性プランクトン、底生生物、細菌等）、および、無機的環

表2.1 松本城濠の調査の期日と調査の内容

Table 2.1 Dates and contents of surveys made in five moats of the Castle of Matsumoto.

Date	1973											1974											1975											76																				
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I																									
Survey	11	23	21	18	28	17	28	24	25	25	17	20	21	4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21	13	29	16	23	24	29	23	30	27	30	13	14	20	21	26	29	10	11	30	19	25							
Preparatory survey	○	○																																																				
Regular survey		○	○		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
Diurnal survey		○	○		○	○	○		○		○		○		○																																							
Fish survey					○					○																																												
Aquatic weed survey																																																						

境要因（水温、水質、底質等）の季節的変動の実態把握。

24時間観測 人間活動の影響を受けている水域では、人間の一日間の活動周期にもなまって、水質、その他が一日間に大きく変動する。そのため、一日間に2時間間隔程度の頻度で水質を測定しておかないと負荷量の実態を正しく把握することができない。今回は、特に多量の流入下水と、それによって影響をうけるE濠について、一日間8～10回の観測を行なった。この結果をもとにして濠への有機物、栄養塩（リン、窒素）の負荷量を算出した。

それぞれの調査の内容、目的を図2・1に示した。

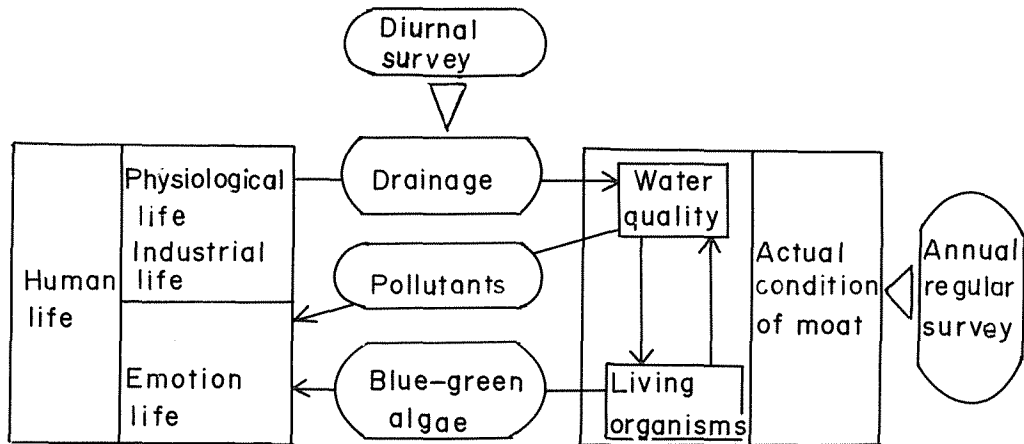


図2.1 濠の調査目的と調査の内容

Fig. 2.1 Diagram showing the relation between aims of study on moat and the content of surveys.

2-2. 調査および分析方法

2-2-1. 調査方法と調査項目

調査は直接、現場で行なう観測、採水、採集と実験室に持ちかえてからの化学分析、生物試験に

大別される。

調査時刻は定期調査では13時前後、24時間観測の場合は深夜を除いて2時間間隔とした。但し、人間活動が停止する深夜は水質の変動も少なくなるので時間間隔を長くして行っている。

採水はボート上、または陸上から直接、表面水を採取した。陸上からの場合は約2mの柄のついたひしゃくで表面水を汲み、分析用試料とした。

調査分析項目を内容によって大別すると次のようになる。

- (1) 物理的環境要因（気温、水温、流量、透明度）
- (2) 化学的環境要因
 - (イ) 水質（pH、溶存酸素量、塩素量、COD、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ ）
 - (ロ) 底質（灼熱減量、窒素含量）
- (3) 生物調査（クロロフィル量、セストン量、植物性プランクトン、動物性プランクトン、底生生物、魚類、一般細菌、大腸菌群）

それぞれの分析項目の水質汚濁に対する関係は表2・2のようになる。

表2.2 汚染内容と測定項目の関連

Table 2.2 The relation between four kinds of pollutions and various items measured.

Measurement items	Pollutional index			
	Domestic pollution	Eutrophication	Secondary pollution	Excreta pollution
Dissolved oxygen		○	○	
Cl^-	○			○
COD	○		○	
$\text{PO}_4\text{-P}$	○	○		
$\text{NH}_4\text{-N}$	○	○		○
$\text{NO}_2\text{-N}$		○		
$\text{NO}_3\text{-N}$		○		
Ordinary bacteria	○			
Coliform bacteria				○
Chlorophyll-a		○	○	
Ignition loss of mud	○			
Biota		○		
pH	○		○	

2-2-2. 各測定項目の測定方法および分析方法

A. 物理的環境要因

a. 気温 棒状水銀温度計を使用。但し、本報告書調査結果の一部には松本測候所測定のを併用してある。

b. 水温 芝浦電子製 MGA II 一型電気水温計および棒状水銀温度計を併用した。

c. 流量 広井電気式微流速計を使用。浅くて流速計の使用し得ない場所では浮き子によって測定を行なった。なお、流入下水よりE濠への流入量はI.D.1地点での流量とI.D.2地点の流量の差から算定した(図3・1参照)。A、B両濠への流入水については1リットルのポリエチレン製ビーカーに下水または湧水を受け、容量1リットルに達する迄の時間をストップウォッチで測定して、算

出した。

d. 透明度 直径30cmの透明度板により測定。透明度は水の濁りの程度を示すもので、透明度が高いことは水中に懸濁性物質（セストン）が少なく、植物性プランクトンも少ないことを意味している。透明度の低いことはその逆で、水が富栄養化または汚濁化していることを示すものである。

B. 化学的環境要因

a. pH 10月、11月は比色法で、他は全て携帯用のガラス電極によるpHメーター（東亜電波社製）を用いた。一般に、汚水（アルカリ廃水を除いて）自身はpH7以下と酸性となることが多い。しかし、汚水が河川、池沼等に流入すると、汚水に含まれているリンや窒素等の栄養塩の影響で、植物性プランクトンが増殖し、その結果としてpHがアルカリ側に高くなる傾向がある。同時に、植物性プランクトンの一日間の活性の変化に対応してpHの変化も大きくなる。以上のことから池沼の富栄養化、汚染度の指標として有効な項目となる。

b. 溶存酸素量(DO) 現場にて、容量約100ccのガラスビン(酸素ビン)に静かに採水し、水中の溶存酸素をアルカリ性ヨウ化カリ溶液(KI-NaOH)と塩化マンガ(MnCl₂)溶液にて、直ちに固定し暗所に保存、実験室に持ち帰る。これを塩酸性で沈でん物を溶解し、可溶性デンプンを指示薬として、チオ硫酸ソーダ($\frac{1}{50}$ 規定)で滴定、定量を行なった(ウィングラー法)。

pHと同様に、汚水自身はバクテリアの分解作用の結果として、溶存酸素量は低下している。しかし、汚水の流入した河川、池沼では植物性プランクトンの増殖により表層水は極端に溶存酸素量の増加する場合がみられる。一方、底層水では溶存酸素が分解によって消費されるために低下し、表層、底層の溶存酸素量の差は非常に大きくなる。pHと同様に富栄養化、汚染度の指標として有効である。

c. 塩素量(Cl⁻) クロム酸カリを指示薬として、硝酸銀溶液にて滴定、定量する(モール法)。

河川、池沼等、陸水の塩素量の起源は大気中からは雨水、降じん、地中からは地下水を經由して供給されるが、自然状態では非常に微量である。そこに人為的な影響が加わると濃度は急激に増加するので、塩素量の多少から人間による汚染の存否を探ることが可能となる。pH、溶存酸素量と同様に汚染度の指標となる。

d. 化学的酸素要求量(COD) 試水に $\frac{1}{100}$ 規定の過マンガ酸カリを加え、硫酸酸性で5分間、アスベスト上で煮沸・分解後、一定量の $\frac{1}{100}$ 規定修酸を加えて、再び $\frac{1}{100}$ 規定過マンガ酸カリによって逆滴定を行ない定量した。JIS法への換算は次式によって行なえる。

$$\text{COD}_{\text{JIS}} = 0.94 \text{COD}^* - 0.70$$

CODは水中に含まれる汚染有機物を過マンガ酸カリにより酸化分解し、この時に使われる過マンガ酸カリから、必要とされる酸素量を計算し、この酸素量によって汚染有機物量を表現するもので、汚染度の直接的な指標となる。但し、有機物全てが一律に酸化分解されることはなく、有機物の種類によって分解率が異なるので、汚水の起源・内容に注意して測定値を解析する必要がある。同様の内容をもつ分析法としてBOD(生物学的酸素要求量)がある。COD、BODは測定法の違いによって、必ずしも一致した結果を得られない。特に、濠のように植物性プランクトンの多い水についてはBODは汚染有機物の指標としては適していない。

e. PO₄-P 試水にアスコルヴィン酸混合試薬を加え、発色した青色を分光光度計により882mμの波長で測定、定量する。

PO₄-Pの汚染源は雑排水中の洗剤によるところが多い。このことから、都市排水の影響を知る場合に有効な項目となる。同時に、リンは植物性プランクトンの栄養となり、河川・池沼に流入後、植物性プランクトンの大増殖をうながす原因となる。いわゆる富栄養化の原因物質として重要な要因と

なっている。

f. $\text{NH}_4\text{-N}$ (アンモニア態窒素) 試水50mlにフェノール溶液2mlを加え、次に次亜塩素酸ナトリウム溶液2mlを加えて混合し、室温にて一晚放置後、上澄液を分光光度計にて測定、定量する。測定波長は630m μ 。(インドフェノール法)。

有機物に含まれる窒素は分解すると、先ず $\text{NH}_4\text{-N}$ の形となる。一般の汚れない水には $\text{NH}_4\text{-N}$ はほとんど含まれていないので、水中に $\text{NH}_4\text{-N}$ が検出されるということは、汚染有機物とその水に混入していること、しかもその混入地点が近いことを示すものとなる。特に、尿尿は分解時に多量のアンモニアが生成されるので、尿尿汚染の指標ともなる。水中に混入した $\text{NH}_4\text{-N}$ は植物性プランクトンの栄養分としても使用され、富栄養化の一要因ともなる。

g. $\text{NO}_2\text{-N}$ (亜硝酸態窒素) 試水20mlにグリシロミン試薬0.03gを投入、良くかく拌する。室温で、90分間放置して、発色した赤色を520m μ の波長で比色、測定する。水中のアンモニア態窒素は酸化状態では最終的には $\text{NO}_3\text{-N}$ となる。この中間産物が亜硝酸態窒素で、水中の全無機態窒素量を知る際には欠くことのできない測定項目である。

h. $\text{NO}_3\text{-N}$ (硝酸態窒素) 試水2.5mlに、25 $^{\circ}\text{C}$ 水溶中で、NaCl飽和溶液2滴を加え、ふりまぜる。次にTillmans試薬5mlを加え、よくふりまぜる。90分後、分光光度計にて測定定量する。測定波長は610m μ 。水中に混入した有機物は酸化・分解されて、そのうちの窒素成分の大部分は硝酸態窒素となる。硝酸態窒素は植物性プランクトンがもっとも普通に使う栄養塩であり、これの多少は植物性プランクトンの発生する量を定める要因の一つとなる。いわゆる富栄養化の重要な要因である。

表2・3に窒素、リンの量による栄養度の違いを参考として示してある。尚、水の化学分析(栄養塩)にはグラスファイバーろ紙のろ液を用いた。このミリポア社製のAPフィルターは孔径が一定しない。そのために細菌のような粒径の小さいものは通過し易いが、今回の濠のようにセストンの多い場合には十分に分析可能である。ろ液を用いての栄養塩の分析についても、その影響を検討して用いた。

表2.3 各種栄養型湖沼の全リンと全窒素量

Table 2.3 Total phosphorus and nitrogen content in lakes of various trophic types in Japan.

Trophic type of lakes and river	Total phosphorus mg/l	Total nitrogen mg/l	Example
Oligotrophic lake	0.002-0.02	0.02-0.2	Lake Aoki-ko
Mesotrophic lake	0.01 -0.03	0.1 -0.9	{ Lake Nakatsuna-ko { Lake Nojiri-ko
Eutrophic lake	0.01 -0.09	0.5 -1.3	{ Lake Suwa-ko { Lake Kizaki-ko
River	0.002-0.23	0.05-1.1	

(After Sakamoto 1966)

C. 生物調査

a. クロロフィル量 試水をミリポア社製のグラスファイバーろ紙を使用することによりろ過し、このろ紙上の残渣をろ紙とともに細片にしてガラス製乳ばちに入れ、少量のアセトン(90%アセトン)とともに摩砕し、クロロフィルをアセトン中に抽出する。摩砕した全量を遠沈管に入れ、3000rpm、15分間遠心し、その上澄液を計量後、分光光度計によって次の四つの波長の吸光度を測定し下記換算式によって算定した(リチャードとトンプソンの方法)。測定波長は750、663、645、630m μ

で、750m μ の吸光度は抽出液に濁りがある場合、この吸光度を他の三つの波長の吸光度から差し引いて、濁りによる誤差を省く目的のものである。

$$\text{クロロフィル a (mg/l)} = 11.64 E_{663} - 2.16 E_{645} + 0.10 E_{630}$$

ほとんどの植物性プランクトンに共通の含有クロロフィルはクロロフィル a で、この量の測定によって水中の植物性プランクトンの量を推定することができる。クロロフィルの量の多少によってその池の栄養状態を推定することが可能で、池の栄養度を示す指標となる(表2・4)。

b. セストン量 クロロフィル測定の際に用いたグラスファイバーろ紙を、あらかじめ60~70°Cで2時間乾燥、秤量後、試水をろ過、これを再び60~70°C、2時間乾燥後、秤量して、その前後の秤量の差から求める。セストンとは水中に含まれる無機物、有機物、微小生物等、全ての懸濁性物質の総称で、汚染度の増加、栄養度の増加によってその量は増加する。透明度とも関係が

深く、汚染度、栄養度の指標となる。但し、浅い湖、池では風によって底泥がまき上り、実際のセストン量とは過剰の測定値を得る場合があるので、採水時にはその時の気象条件を考える必要がある。特に、底に近い水の採取には底泥の影響が加わらないよう注意しなくてはならない。

c. 植物性プランクトン 250mlのポリビンに直接試水を採取、約5%のホルマリンにて生物活性を止め、沈んで後、上澄液を捨て、更に遠心によって濃縮後、一定量を顕微鏡下で同定、計数を行なった。群體または糸状のものについては表2・5に示した数値によって換算した。細胞容積は各種ごとに表3・5に示した容積と細胞数から算出している。乾量は容積重の5%として算出した。

一般に、池の栄養度が増加すると植物性プランクトンの細胞数も増加し、種類組成は変化する。一般にはケイ藻が多いが、栄養度が高くなると緑藻、ラン藻が増加し、種類相も単純化する。同時に、或る種の細胞数が極端に多くなる。

d. 動物性プランクトン X X 17定量用ネットにより表面水を50lろ過し、ポリビンに採取、5%ホルマリンにて固定、顕微鏡下で種名の同定と個体数を計数した。重量については表3・5に示した各種ごとの平均個体重と個体数から算出した。

動物性プランクトンは魚類の直接の食物として生態系中の食物関係上重要な位置を占めている。富栄養化が極端に進んだり、汚濁化が進行すると食物関係上重要な種類が減少、または欠損したり、無用なものが増加したりして、生態系中の物質の循環が上手にいかなくなったりする。

e. 底生生物 エクマン・パーチ式採泥器により、一地点三回の採取を行ない、 $\frac{1}{20}$ cmメッシュのふるいにて泥を洗い流し、底生生物をふるいわけた。得られた底生生物は種名を同定し、それぞれの個体数と重量を測定した。乾量は腹足類は生重量の7%、他動物は10%として求めた。

汚染の影響をもっとも早くうけるのは底生生物である。底層の水は通常でも夏の高水温時には溶存酸素量が低下し易い。汚染水の流入は底層水の溶存酸素量をさらに低め、生物の生息条件を悪化させる。そのため、汚染の進行にともないイトミミズやユスリカ幼虫等低酸素条件に強い生物以外は見られなくなり、出現種数が減少する。一時的にはこれら低酸素に耐性のある種は個体数をいちじるしく増加させるが、やがて減少する。

f. 魚類 五分目(1.5cm)、二分目(0.6cm)の網目をもつ投網により捕獲した。捕獲された魚は種名を同定し、体重・体長を測定した。それぞれの食性を調べるために第二屈曲部までの消化管内容物

表2.4 クロロフィル a の量と湖沼栄養型

Table 2.4 Chlorophyll-a amount in lakes of various trophic types.

		Oligotrophic lake	Eutrophic lake
Chl-a	mg/m ³	0.3-2.5	5-140
	mg/m ²	10-50	20-140

表2.5 各種植物プランクトンの平均細胞容積量と各種動物プランクトンの平均個体重表
 Table 2.5 Index of mean cell volume of each phytoplankton species and of mean individual weight (dry) of each zooplankton species.

Mean cell volume of phytoplankton μ^3		Mean individual weight (dry) of zooplankton $\times 10^{-1}$ mg				
Flagellata	Monas group	500	Protozoa	<i>Centropyxis acreata</i>	0.05	
	<i>Mallomonas fastigata</i>	9100		<i>Arcella vulgaris</i>	0.05	
	<i>Peridinium</i> sp.	10800		Holotrichida	0.10	
	<i>Euglena</i> sp.	3102		<i>Vorticella</i> sp.	0.03	
	<i>Trachelomonas</i> sp.	3000		<i>Carchesium polypinum</i>	0.02	
	<i>Chlamydomonas</i> sp.	3052				
	<i>Pandorina morum</i>	3000				
Cyanophyta	<i>Melismopedia elenans</i>	40	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>	0.20	
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	140		<i>Conochilus hippocrepis</i>	0.02	
	<i>Aphanocapsa</i> sp.	32		<i>Syncheata stylata</i>	0.20	
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	31		<i>Polyarthra trigla</i>	0.20	
	<i>Phormidium mucicola</i>	10		<i>Trichocerca capusina</i>	0.10	
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	108		<i>Asplanchna priodonta</i>	0.44	
	<i>Lyngbya</i> sp.	31		<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.20	
	<i>Spirulina</i> sp.	31		<i>B. angularis</i>	0.05	
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	1510	Rotatoria	<i>B. rubens</i>	0.15	
	<i>M. varians</i>	3600		<i>B. budapestinensis</i>	0.15	
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1400		<i>Keratella cochlearis</i>	0.07	
	<i>C. kützingiana</i>	430		<i>K. cruciformis</i>	0.07	
	<i>Fragilaria construence</i>	400		<i>Trichotria tetractis</i>	0.10	
	<i>Asterionella formosa</i>	150		<i>Nothorca labis</i>	0.07	
	<i>Synedra ulna</i>	19200		<i>Colurella</i> sp.	0.05	
	<i>S. acus</i>	4020		<i>Euchlanis dilatata</i>	0.15	
	<i>Cocconeis placentula</i>	3840		<i>Lecane rhenana</i>	0.20	
	<i>Achnanthes</i> sp.	400		<i>Monostyla closteriocerca</i>	0.20	
	<i>Epithemia</i> sp.	1080		<i>Mytilina ventralis</i>	0.20	
	<i>Pinnularia gibba</i>	16800		<i>Filinia longiseta</i>	0.15	
	<i>Navicula cryptocephala</i>	16800		<i>F. fissa</i>	0.15	
	<i>N. sp.</i>	1080		<i>Ploesoma truncatum</i>	0.10	
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	1080		Crustaceae	<i>Diaphanosoma brachyrum</i>	4.6
	<i>Cymbella trugida</i>	400			<i>Moina macrocopa</i>	2.1
	<i>Nitzschia palea</i>	280			<i>Alona guttata</i>	1.0
<i>N. acicularis</i>	280	Nauplius	1.0			
<i>Cymatopleura</i> sp.	10000	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	3.8			
<i>Surirella robusta</i>	226000	<i>Eucyclops serrulatus</i>	3.8			
Chlorophyta	<i>Pediastrum duplex</i>	210				
	<i>P. boryanum</i>	210				
	<i>Golenkinia radiata</i>	500				
	<i>Micractinium pusillum</i>	64				
	<i>Dictiosphaerium pulchelum</i>	108				
	<i>Chlorella vulgaris</i>	50				
	<i>Coelastrum microporum</i>	32				
	<i>Chodatella</i> sp.	250				
	<i>Selenastrum</i> sp.	250				
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	150				
	<i>Actinastrum huntzschii</i>	460				
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	150				
	<i>S. dimorphus</i>	150				
	<i>Staurastrum</i> sp.	15000				
<i>Closterium</i> sp.	280000					
<i>Urothrix</i> sp.	3700					
<i>Stigeoclonium</i> sp.	1600					

を調べた。これは濠での食物関係を明らかにすることを目的とするものである。また乾量の算出は生重量の25%として求めた。

g. 細菌類 一般細菌については市販の培地（栄研普通ヴァイオン）にて、37℃、24～48時間、平面培養後、そのコロニー数を計数した。大腸菌群についてはデソキシコーレイト培地で、37℃、24～48時間、平面培養後、コロニーの計数を行なった。

大腸菌群は尿尿由来であり、尿尿汚染の推定に役立つと同時に、一般細菌数はその水の中での有機物量および分解の実態を知る手がかりとなるものである。

h. 落葉量 本来は水面に落葉捕集のためのリタートラップを設けて行なうが、本報告ではおおよその量を推定することを目的としているので次のような簡便法を用いた。濠内に落葉を供給すると思われる樹木全てについて、樹種と胸高直径（実際には胸の高さの周長を測定し、換算）を測定し、下式によりそれぞれの葉量を算出した。

$$W_L = D^2$$

$$W_L = \text{葉量 (乾重量 g)}$$

$$D = \text{胸高直径 (cm)}$$

実際には

$$\log W_L = a \log D + b$$

で、樹種により a、b の数値は異なるが、一般に a は 2 前後で、概算としては上式に近似するものとして計算してある。

i. 飼育水禽類の排泄物量 放養されている水禽類の排泄物量やその化学分析の結果の記録はほとんどなく、武田晃氏（1976年12月談）によれば、アヒルについての昭和初期のデータ（表 2・6）

表2.6 アヒルの排泄物量とその無機化学的組成

Table 2.6 A duck's excreta amount and the chemical composition.

Body weight of a duck kg	Excreta amount per year wet weight kg	Inorganic composition of excreta (%)				
		H ₂ O	N	P	K	Ca
3.0～3.5	30～40	50～56	0.7～1.0	0.61～0.05	0.48	1.21

ぐらいしか見当たらないという。また排泄物量はほぼ体重に比例するとされているので、犬飼哲夫氏（1977年1月の書簡）のメモを基として、アヒルの体重を1とした場合、オオハクチョウを3、ガチョウを1.5、マガモを1、カルガモ、オシドリを0.5の比率として、各種の水禽類の排泄物量とした。

尚、現在与えている餌は、ケージ飼育のニトリの濃厚飼料にヨシなどの水草を混ぜたものであるので、上記のアヒルの排泄物の化学分析結果とは異っているかも知れないが、そのまま用いた。

j. 大型水生植物 分布調査はE濠の全面およびD濠の水草分布水域を5×5m²の大きさに区画し各区画毎にそこにみられる水草の種類と水面被覆度（被度%）を測定した。そして現存量の算出には、被度が同じでも水深が異なると現存量もちがうので、水深を3段階に分けて被度4の場所でm²当りの水草の地下茎をも含めて全てを採取し、生量を測定した。更に風乾した後約90℃で乾燥し乾量を求めた。なお、被度3、2および1の区画の現存量は、被度4のそれにそれぞれ0.75、0.5、0.25を乗じて算出した。

3. 濠の形態と流入水および底質

3-1. 濠の形態と調査地点

図3.1に松本城の各濠の位置と形態、それぞれの濠の記号 (A～E) を示した。図中の数字は各濠の

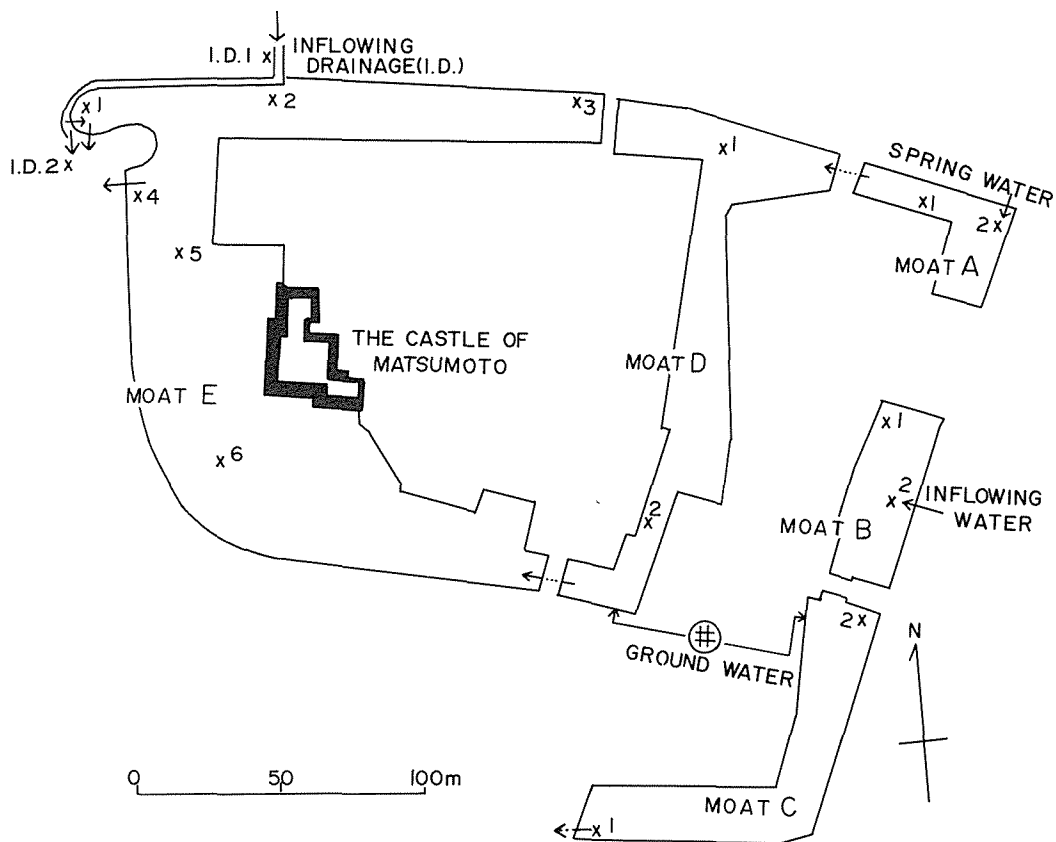


図3.1 松本城の各濠の位置と調査地点

Fig. 3.1 Map showing the position of moats around the Castle of Matsumoto where monthly surveys were made.

x : indicating each sampling station.

表3.1 各濠の湖盆形態と流入水量および滞留時間

Table 3.1 Morphometry, amount of inflowing water and replacement time of moat water in each moat.

Moat	Surface area (m ²)	Maximum depth (cm)	Mean depth (cm)	Capacity (m ³)	Amount of inflow water (t/day)	Replacement time of moat water (day)
A	1606	75	60	964	17.0	56.4
B	1590	70	60	954	18.5	51.6
C	3021	86	65	1964	250.0	7.9
D	4003	78	60	2401	250.0	9.6
E	13669	92	75	10274	2500.0	4.1

採水、採泥地点、矢印は流入水の位置を示している。

表3.1は各濠の面積、最大水深、平均水深と容積である。もっとも面積の広いのはE濠で約13,700㎡、最大水深92cm、平均水深75cmと深さも深い。小さいのはAとBで、ほぼ等しく、面積はそれぞれ約1600㎡、平均水深60cmと浅い。

A～Eの濠のうちA濠には水禽も飼われておらず、流入水も湧水で、人為的な要因が少ない。但し、この濠の岸にはヒノキが植えられ、これの落葉が多量に水中に入る。他の濠の場合はケヤキ、サクラ等広葉の落葉が多いのに対して、対象的であることは特記される。

3-2. 流入水の水量と各濠の滞留時間

表3.2に各濠への流入水の水量を示した。測定時刻は13時前後のものである。

表3.2 A濠、B濠およびE濠における流入水量の季節変化

Table 3.2 Seasonal changes in amount of water inflowing toward Moat A, Moat B and Moat E in 1974.

Moat	IV		V			VI			VII			VIII			IX	X
	25	20	21	4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	21		
ℓ / sec	A	0.07	0.14	0.14	0.12	0.06	0.11	0.17	0.13	0.14	0.08	0.06	0.07	0.13	0.03	
	B	0.08	—	0.19	0.33	0.26	0.51	0.31	0.37	0.40	0.28	0.14	0.17	0.28	0.02	
	E	—	77	5	—	12	42	—	—	31	22	24	41	15	6	

Moat	I	II	III	VII	VIII	
	m ³ / day	28	24	25	20	22
	E	2820	3060	1714	1090	3460

A濠への流入量は0.03～0.17ℓ / sec. で、前述したように全て湧水である。A濠への流入量はこの他に石垣からの湧出水があり、これについては測定不可能で定量できないが、測定可能な湧出部分とほぼ同量と推定される。Cは濠への直接の流入水はないが冬季結氷時の際の氷の張り工合および融けかたからみて、B濠側から地下を經由しての湧出が推定される。但し、量的には測定不可能である。同様に、D濠も石垣または底からの湧水があると推定されるが、これも量的には不明である。しかし、1974年秋から地下水を井戸から汲み上げCおよびD濠へ注入を行った (250t / day)。

それぞれの濠について水の滞留時間を概算すると次のようになる (表3.1)。

E濠への流入下水は水量も2500 t / 日と他の濠にくらべてもっとも多いが、都市排水そのものであるところから一日間の時間的変動も激しい。図3.2は流入下水からE濠へ流入する水量の一日間の変動を示したものである。下水流量の変動そのものではなく、図3.1のI.D.1地点とI.D.2地点 (濠へ流入しない残りの下水) での流量の差にあたるものである。その変動のパターンは早朝10時頃に若干のピークがあり、正午から20時頃までに大きなピークが見られる。人間活動のおさまる20時以降から夕方4時頃は流入量も少なく、変動も小さい。流入量はおよそ20ℓ / sec. であるが、多い時には60ℓ / sec. 以上となることもある。

実測によるE濠への下水の一日間の流入量を計算すると約1000m³ / 日から3500m³ / 日となる (表3.2)。

図3.3は1974年2月、結氷時に調べた開氷部分を示している。E濠の南面では日当たりも良く、日中には自然に氷がとけるので省くとして、A、B、C、Dの濠の開氷部分は石垣または底からの湧水の存在を示すものと考えられる。特にB、C濠の北側部分には、冬季でも地下からの湧出水があり、濠への水

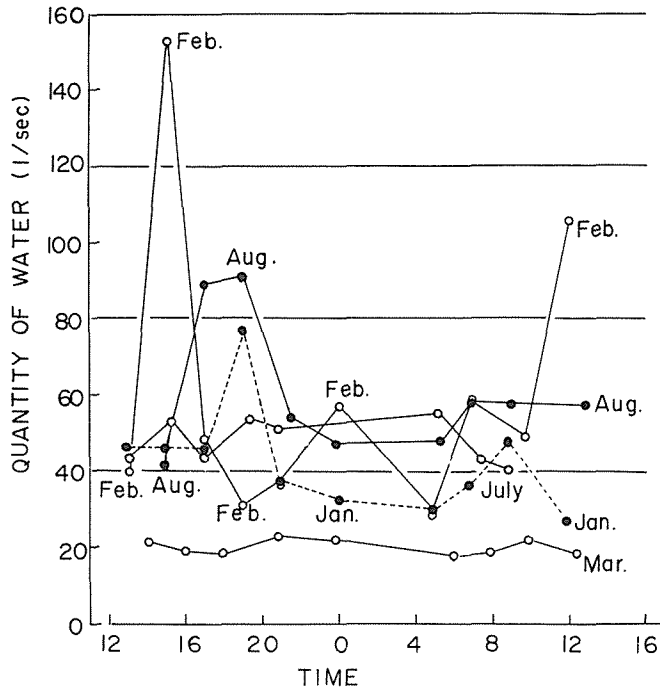


図3.2 E濠への下水流入量の各月における日変化

Fig. 3.2 Diurnal changes in amount of drainage inflowing to Moat E. Measurements were made each month in 1974.

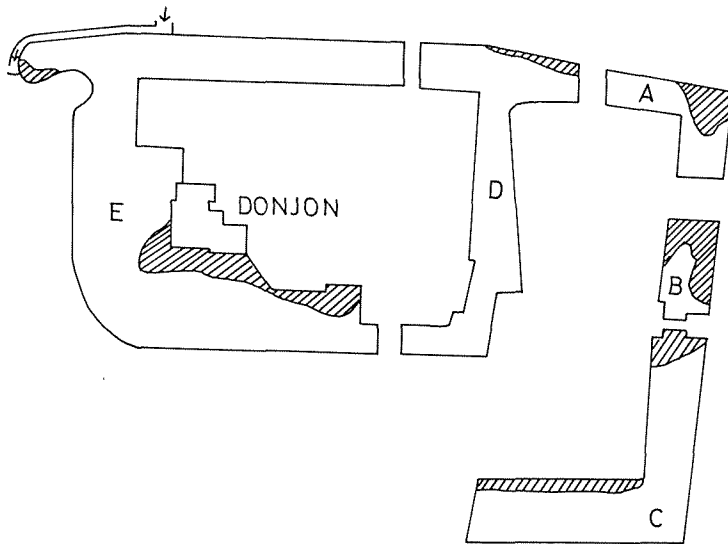


図3.3 濠の結氷時期における開氷水域(斜線) 1974年2月3日16時観測

Fig. 3.3 The oblique lines show the zone without ice observed at 4 p.m. the 3rd of Feb. 1974.

の補給が行なわれていることが推定できる。表3.3は全面結氷した1月の各濠の氷厚を示した。

B濠は前述のように濠の大きさにくらべて地下水の補給が多いためか、氷厚は3.5cmと他にくらべて薄い。もっとも厚いのはE3地点で、松本城の北側にあたり、日照時間も他よりいちじるしく短いことから、氷厚も24cmと厚い。

表3.3 全面結氷時における各濠の氷厚

Table 3.3 Ice thickness in of the five moats in winter.

Moat	Survey station	Thickness of ice (cm)	Date
A	1	8.6	30th Jan. 1974
B	1	3.5	"
C	1	11.0	28th Jan. 1974
D	1	15.4	"
E	1	24.0	"
	6	7.5	"

3-3. 各濠の底質からみた特徴

底質は水質と同様に季節的に変化するが、水質ほどには変化の度合は大きくない。一般には水中での植物性プランクトン量が多くなる時期には有機物含量も増加する。また汚濁水の流入している濠では有機物の分解し難い冬季に多くなる場合もある。しかし、このような変化は底泥のほんの表面部分2~3cm、多くても5cm程度の部分の話で、柱状採泥器によって細心の注意をはらって採泥し、得られた柱状試料を1~2cm単位で分割、分析しなければ正確に測定はできない。本報告の場合はエクマンバージ式採泥器によって採取した試料を分析したもので、季節的変動を云々できるような試料ではない。

図3.4は灼熱減量について各濠で得られた数値の頻度分布をとったものである。灼熱減量の大きいことは底泥に含まれる有機物量が多いことで、その濠が富栄養化していることを示す。

C濠は全ての数値が13.9%以下と他にくらべて有機物含量は低いが、窒素含量1%以上という例があり、これを考慮にいれると、A、Dとほぼ同じような状態といえる。

即ち、灼熱減量17.9%以下の類型に入る。灼熱減量の高いのはBとE₆で、それぞれに、わずかに11.9%以下と少ない場合があるが、全体としては14%~20%以上と高い。窒素含量(図3.4)はBでは0.80~0.99%がもっとも多く、E₆は1.0%以上と高いものが多い。意外なことはE₁で、下水流入直後にもかかわらず灼熱減量、窒素含量ともに低い。以上のことから底泥中の有機物は外からの持ち込み(人為的な)よりも周囲の樹木の落葉や濠内で生産される植物性プランクトンによるところが大きいと推察される。但し、これらのうち植物性プランクトンによるものはE₆が高い値を示すことから分るように、人為的なリンや窒素の負荷が間接的に影響しているものであることを指摘できる。

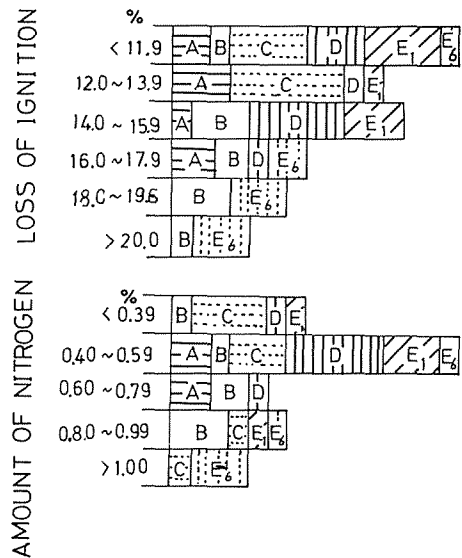


図3.4 各濠の底泥の灼熱減量と窒素の含量別頻度分布 A~Eは濠を示す。

Fig. 3.4 Frequency distribution (%) of ignition loss and nitrogen amount of bottom mud in the five moats. A~E indicate the five moats.

図3.5は底泥の灼熱減量と窒素含量の関係を示したものである。灼熱減量当りの約2～8%が窒素含量に相当し、おおよそは4%前後となる。EとCには例外的に窒素含量の高いものがそれぞれ一試料ずつ得られている。

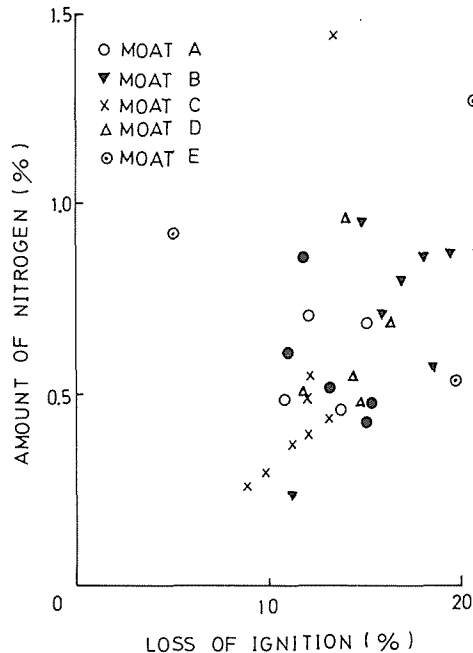


図3.5 各濠の底泥中の灼熱減量と窒素含量の関係

Fig. 3.5 Quantitative relation between ignition loss of bottom mud and its nitrogen content in the five moats.

4. 水質の日変化と季節変化

水質は気温の変化に対応する季節変化と、人間活動および生物の活性を反映した日変化があり、水質の実態は両者を把握することによって初めて明らかにすることができる。

濠の水質についての日変化、季節変化についての報告は古くは倉茂（1930、1931、1932、1933）、最近では佐谷戸・他（1973 a、b）によって行なわれている。前者は主にpH、溶存酸素量について、後者はpH、溶存酸素量BOD、CODについてで、両者共通して日射量の変化との関連を述べている。

松本城の濠の場合も同様で、特に、人間活動の影響の強いE濠では日変化は激しい。

図4.1は松本測候所に於て観測された気温の月平均と最高、最低を表わしたものである。平均気温が0度以下になるのは12月から2月までの3ヶ月、20度以上となるのは7、8月の2ヶ月である。但し、30度以上の最高気温は5月から記録される。

4-1. 水質の日変化

水質が一日間に変動する原因は大きく二つに分けることができる。一つは、一日間の太陽輻射量の変化を原因とする生物活性の結果としての変化、もう一つは人間活動の影響によるものである。特に、濠の水質の変化は太陽輻射によるものが多い。

倉茂は皇居の濠で、日射量とpHの日変化（1931）および溶存酸素の日変化（1932）の関係を調べ、その原因が水中の植物性プランクトンおよび水生植物の光合成作用の結果であると報告している。

しかし、その変動の大きさをさらに激しくする原因は人間活動に由来する排水の流入等におうところが多い。以下E濠と流入下水の水質の日変化について、水質の各項目ごとに述べる。これらの各項目を、その変化の型から分けると次の四つになる。①、濠、下水ともに一日間の変化が少ない。②、濠では変化するが、下水は変化が少ない。③、濠は変化が少ないが、下水は変化する。④、両者ともに変化が激しい。表4.1にそれぞれの型を示す項目を整理した。比較は水温の低い1月と、水温の高い8月について行なっている。

水温 濠と下水の水温を比較すると、濠は8月高温期には下水よりも高く、1月低温期は逆に低い。8月の場合、下水が20℃前後で、一日の水温差も約2℃と日変化が少ないのに対して、濠では28~31℃と水温も高く、日変化の差は4℃弱でやや大きい。冬季は濠と下水の水温差は4℃以下と夏の約10℃に比べて小さくなる。一日間の変動の型は気温の変化に対応して、昼間12時から19時がもっとも高く、日の出直前に最低となる。この変動の型は直接日射の影響をうける濠において、特に高温期に明瞭となる。図4.2に1月と8月について代表的な例として示してある。

pH 水温と同様に一日間の変動はあまり大きくない。特に、下水では夏・冬ともにおよそ7で変化は少ない。濠の場合は、冬季生物活性の低い時期には、下水と大差なく、一日間の変動もはっきりしない。しかし、夏季には植物性プランクトンによる光合成活動の結果としてpHは10~11と極端にアルカリ側に片より、一日間の変化も明瞭となる。即ち、水温の場合と同様に昼間15時頃を最高として夜間低下し、日の出直前の5時頃に最低となる。一日間の変動のもっとも大きかったのは10月で、その差は1.4となっているが、他の時期ではほぼ1.0以内となっている。一日間の変動の例として1月と8月の例を図4.2に示した。

溶存酸素量 下水の溶存酸素量は一般に低い。これは水中に含まれている有機物の分解に酸素が消費されるため、冬季に比べて水温の高い夏の方が溶存酸素量は低くなる。一日間の変動は人間活動の影響の少ない深夜から早朝にかけて溶存酸素量は多くなる。しかし、流入下水の場合、その変動はあま

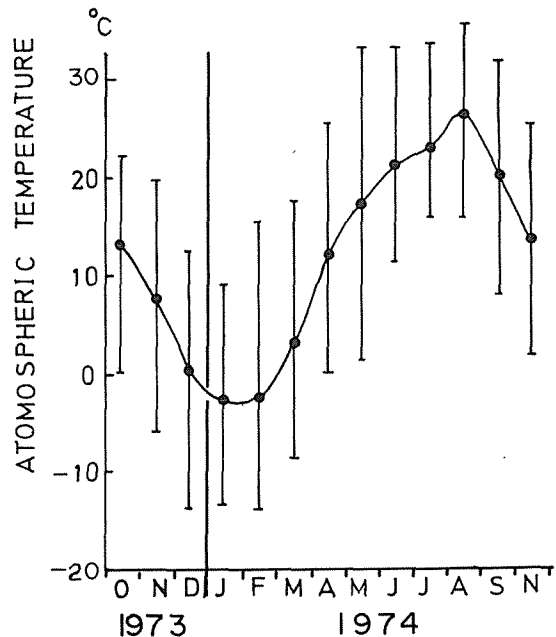


図4.1 年間の月平均気温変化と月間の気温変動範囲（松本測候所）

Fig. 4.1 Seasonal changes of monthly mean and range of atmospheric temperature. (after Matsumoto Meteorological Observatory)

表4.1 一日間の変化の型による水質の各項目の類型

Table 4.1 Types of diurnal changes of some items of water qualities.

Types of diurnal change	Items of water quality
①	Water temperature, pH
②	Dissolved oxygen
③	COD
④	PO ₄ -P, NH ₄ -N

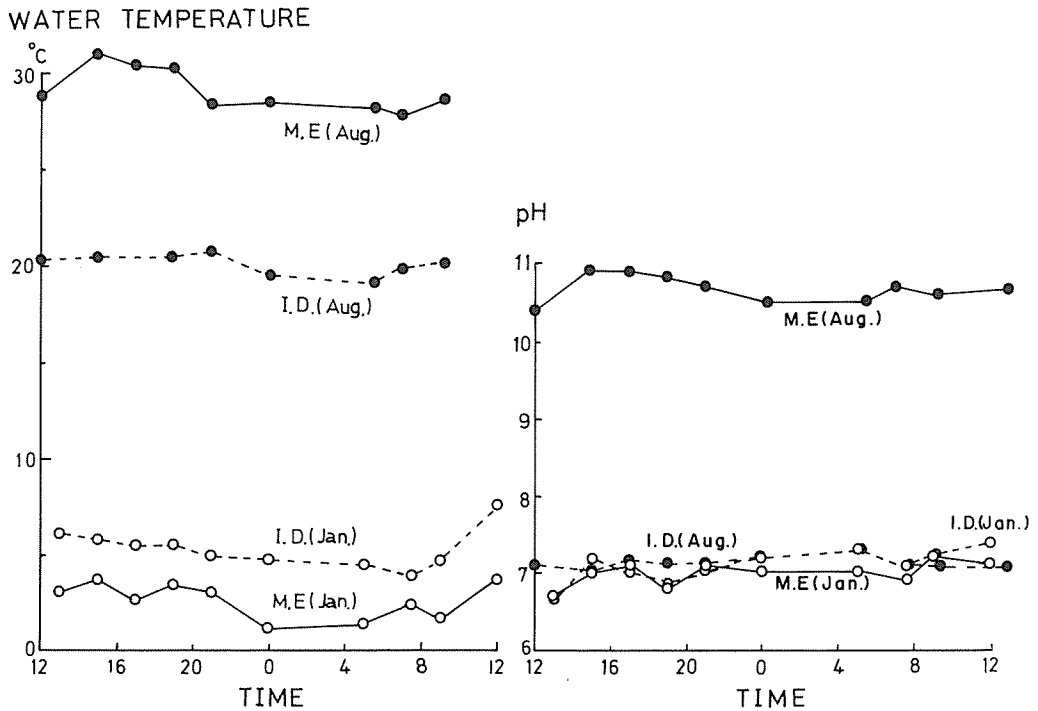


図4.2 E濠と流入下水の1月と8月の水温とpHの日変化
M.E...E濠, I.D. 流入下水

Fig. 4.2 Diurnal rhythms of water temperature and pH in Moat E and inflowing drainage in Jan. and Aug. 1974.
M.E.....Moat E, I.D.....Inflowing drainage

り大きくない。これは流入下水の汚染源が近いので、下水中の有機物が流下中に分解されるには距離的に短く、そのために溶存酸素が消費されないという事情によるものである。一方、E濠では一日間の変動は大きく、特に、その傾向は夏季に強くなる。これは植物性プランクトンの活性を反映するもので、光合成作用の結果である。図4.3に1月と8月の溶存酸素量の日変化を示した。冬季には濠での日変動も少なく、その量も少ないのは、低温のため植物性プランクトンの活性が低いことが原因としてあげられる。8月の場合、もっとも高い濃度は15時から17時で30ppm近い濃度となる。一日間の最低、最高の差は約17ppmと非常に大きい。このように濠の場合は日の出直前を最低とし、太陽輻射が増加する日中に急激に増加し、16時前後に最高となる。この後次第に減少して、日の出直前には最低となり、一日間を一つの周期とする溶存酸素の増減が繰り返される。

COD CODは水中の有機物の濃度を示す性質上、直接汚水が混入している下水では一日間の変動も大きく、短周期の振動もあり、測定値にもばらつきが大きくなる。特に、流下中に分解の行なわれ難い冬季には濃度も高く、一日間の変動も大きい。溶存酸素量の場合とは逆の傾向となるのが特徴である。図4.3にみられるように、一月の場合、早朝の9時、日中の15時と夜間の20時頃に大きなピークがあり、人間活動のパターンと符号している。最低は深夜0時から7時頃までにあられる。夏の場合には下水中を流下する際にも分解が行なわれるので、冬季のような顕著なピークはみられないが、早朝9時頃と夕刻の17時から21時にかけてのピークが認められる。一日間の変動巾は2月の場合がもっとも大きく、

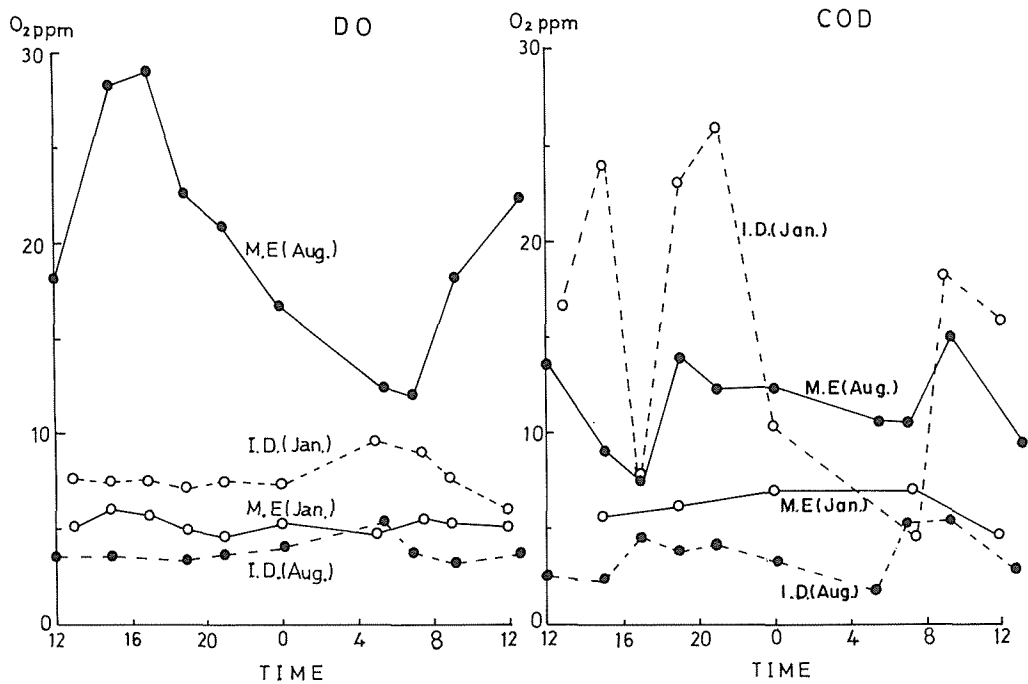


図4.3 E濠と流入下水の1月と8月の溶存酸素とCODの日変化
M.E.……E濠, I.D. 流入下水

Fig. 4.3 Diurnal changes in amounts of dissolved oxygen and COD in Moat E and the inflowing drainage in Jan. and Aug. 1974.
M.E.……Moat E, I.D.……Inflowing drainage

約13ppm、最小は7月の約1ppmとなっている。

一方、E濠では流入下水とは逆に冬季の方が濃度は低く、夏季は高い。これは濠に発生している植物性プランクトンによる影響で、夏季は濠内での植物性プランクトンによる有機物生産が大きいためである。一日間の変動は冬期、夏季ともに、午前中は9時から12時にかけて、午後は19時頃にピークが認められる。植物性プランクトンの現存量の一日間での変動は少ないことから、この変動は流入する下水の影響とみることができる。もっとも大きな一日の変動巾は2月の約15ppm、小さいのは6月の約2ppmとなっている。

PO₄-P 洗剤の使用を主な原因とするPO₄-PはCODと同様に人間活動の影響により一日間での変動も大きい。特に、冬季の下水では、下水中の付着微生物や流下微生物により利用、吸収されることも少ないので、濃度も高く、変動も大きい。流入下水では図4.4、4.5に示されているように、昼間に高く、深夜から早朝にかけて低下する。一方、E濠では、2月の場合は深夜0時と早朝8時にピークが認められるが、これは流入する下水によるもので、時間的な下水のピークとのずれは流入した下水の拡散に要した時間と考えられる。夏の場合、流入下水とE濠ともに濃度も、変動の大きさも似ている(図4.4)。これは生物による吸収が活発に行なわれ、流入下水でも流下中に相当量のPO₄-Pが微生物によって吸収利用されていることを示すものである。変動のもっとも大きいのは流入下水の場合1月の0.75ppm、濠ではやはり1月の0.33ppm、もっとも小さいのは流入下水では10月の0.09ppm、E濠では3月の0.08ppmとなっている。流入下水中のPO₄-Pの日変動の型は図4.5にあるように、絶対値の差はあるが季

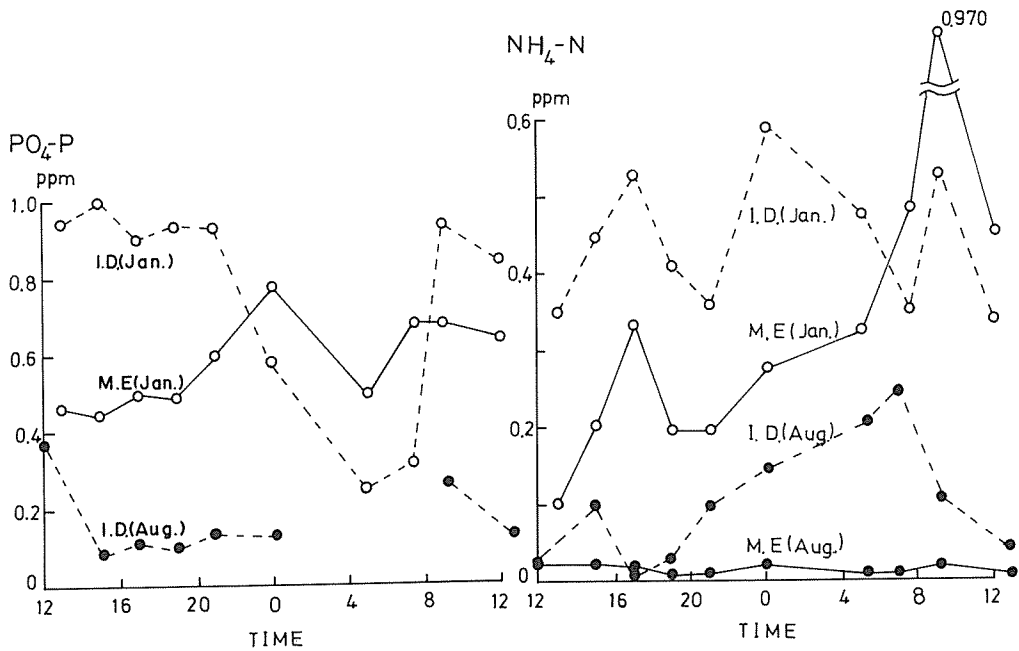


図4.4 E濠と流入下水の1月と8月の PO_4-P と NH_4-N の日変化
M.E...E濠, I.D...流入下水

Fig. 4.4 Diurnal changes in amounts of PO_4-P and NH_4-N in Moat E and the inflowing drainage in Jan. and Aug. 1974.
M.E...Moat E, I.D...Inflowing drainage

節にかかわらず、ほぼ似た型となっている。

NH_4-N PO_4-P と同様に人間活動の影響を強く受ける。都市排水の場合はリンが洗剤を原因としているのに対して、アンモニア態窒素は尿尿汚染の指標となる。冬季の場合は流入下水、E濠ともに濃度も高く、変動の中も大きい。下水では17時、0時、9時に明瞭なピークが認められる。濠では17時と9時に、特に9時のピークは0.97ppmと高い濃度を示している。 PO_4-P の場合との違いは、図4.4の8月で見られるように、E濠は日変動が目立たず、濃度も低い。それに対して流入下水では15時と7時に顕著なピークが認められることにある。これは、 PO_4-P よりも NH_4-N の方が微生物によとり

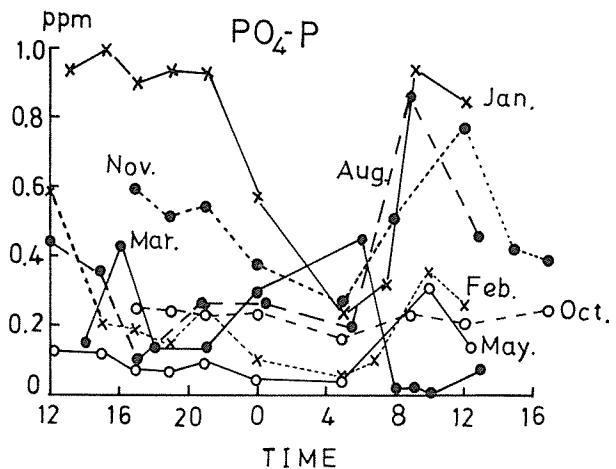


図4.5 流入下水の各月における PO_4-P の日変化
Fig. 4.5 Diurnal changes in amounts of PO_4-P in the inflowing drainage. Measurements were made each month from 1973 to 1974.

こみに差違のあることを示唆している。もっとも大きな変動巾は流入下水の場合10月の0.3ppm、E濠では1月の0.87ppm、小さいのは下水の場合では5月の0.06ppm、濠では8月の0.01ppm以下となっている。

以上、各項目ごとに一日間の変動の特徴を下水和E濠の比較で述べてきた。まとめてみると、直接人間活動の影響を強くうけるCOD、 PO_4-P 、 NH_4-N は人間の一日間の活動のパターンに対応した変化をする。特に、水中の微生物活性の低い冬季にはもろにその活動のパターンを水中に再現してみせているといえる。図4.6はその典型的な例といえよう。

しかし、水質の各項目の間でもそれぞれ表現している内容には違いがある。例えば、CODは濠の水中で増殖する植物性プランクトンの影響をうけて、下水中の濃度よりも濠の方が高いという逆転した現象もみられる。これは植物性プランクトンの栄養源としての PO_4-P や無機態の窒素の流入による二次汚染として解釈することができる。同じ栄養塩でも、高温期になると、微生物による吸収・利用が活発になる PO_4-P の場合は、下水、濠ともに PO_4-P の形で水中に存在しているものはほぼ同程度の濃度となる。一方 NH_4-N の場合には下水中（特に暗渠内）での利用は少なく、かえって汚染有機物の分解産物として濃度は増加するのに対して、濠では植物性プランクトンにより利用・吸収される結果、濃度は極めて低くなるという傾向を示すことになる。同じ微生物でも下水中で働いている微生物と濠の微生物での浄化に対する機能の違いが、これからもうかがうことができる。

間接的なものとしての溶存酸素量は生物活性の高くなる夏季には濠の方が圧倒的に濃度も高く、変動も大きくなる。これは濠の外観上きらわれるアオコの光合成の結果であるが、この大量の酸素供給は濠の内部での汚染有機物の浄化に使われる酸素の補給という点で重要な役割をしている。特に、もっとも酸素量が低下する午前6時前後にもほぼ飽和度100%程度に酸素量を維持していることは生物の好気的な生息環境の維持という点では好ましい。これがない場合には、現状では酸素不足による生物のへい死、嫌気的分解の結果としてのメタンガス、硫化水素の発生をうながし、悪臭発生の原因となる。

4-2. 水質の季節変化

濠の形態の項(3.1)ですでにふれたように、各濠はそれぞれの流入水の水質、水量および濠の位置によって生息する生物や水質の面で差が認められる。この項では水質の季節的な変化から各濠の特徴を分析結果をもとにして検討した。各測定および分析項目の年間の最低・最高を表4.2に示した。

五つの濠について各項目の最高、最低をもとにして大きく分けるとA、C、Eに代表される。B、Dは前記三つの濠の中間型となり、項目によってはAまたはCにいれることができる。そこで、以下の説

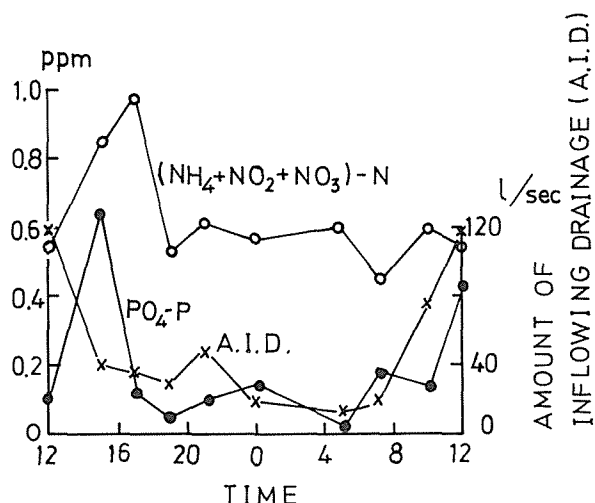


図4.6 下水の流入量、リンおよび窒素の日変化(1974年2月). 水温(2.4~6.5°C), pH(7.1~7.8), DO(8.12~10.75ppm). A.I.D.…下水の流入量

Fig. 4.6 Diurnal changes in amounts of inflowing drainage and of PO_4-P and inorganic nitrogen in Feb. 1974.

Diurnal ranges of water temperature, pH and dissolved oxygen showed 2.4—6.5 °C, 7.1—7.8 and 8.12—10.75 ppm respectively. A.I.D.…Amount of inflowing drainage

表4.2 各濠の各種水質の年間変動の範囲

Table 4.2 Annual ranges of various kinds of water qualities in the five moats in 1974.

Moat	W. T. °C		pH		DO O ₂ ppm		PO ₄ -P ppm		NH ₄ -N ppm		COD O ₂ ppm	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
A	5.8	28.0	8.3	9.8	13.4	26.0	0.005	0.056	0.001	0.064	1.68	8.48
B	4.8	31.0	7.0	9.8	6.7	19.9	0.005	0.180	0.001	0.038	2.88	8.88
C	1.8	31.5	7.0	9.8	9.7	27.2	0.005	0.150	0.005	0.083	3.68	12.43
D	3.0	30.1	6.9	9.8	12.7	35.1	0.003	0.163	0.005	0.088	0.48	10.40
E ₁	3.7	30.7	7.1	10.9	5.1	30.4	0.024	0.638	0.005	0.453	4.16	9.60
E ₆	6.2	31.7	6.9	10.7	9.9	27.9	0.005	0.720	0.005	0.197	1.92	11.62

明はA、C、Eの濠を主にして行なうことにする。測定時刻は13時前後である。

水温 一年間の水温の変化を図4.7に示す。最低は12月から1月で、最高は8月と気温の変化に一致している。日射量の増加によって2月頃から水温が上昇し始めるが、6月から7月にかけては一時的に水温が横ばいか減少する傾向がある。しかし、梅雨あけとともに急上昇し、8月に最高となる。これらの傾向は全ての濠について共通である。最高水温はE濠の31.7°Cであるが、B、C、Dの各濠も30~31.5°Cと大差ない。これに対してA濠では28°Cと他の濠とは2~4°C低い。同様に最低水温を較べてみると、このA濠は、5.8°Cで、逆に他の濠よりやや高い。これはA濠に流入する湧水の影響と考えられる。C濠は1.8°Cと他に較べてもっとも低い。位置としては南側にあり、日射量の点で他より少ないということはないので、むしろ流入水が少なく、滞留日数も大きいことから気温の影響をもっとも強く受けやすいためであろう。

整理すると、A、C、Eの各濠の水温はAでは冬もっとも高く、夏は逆に低い。水の交換の少ないC濠ではAと対象的に冬低く、夏高い傾向となっている。E濠は両者の中間の性質となるが、この差は流入する水の質、量に起因するものといえる。

pH 年間のpHの変動は生物活性、特に、植物性プランクトンの影響をうける場合が多い。A濠を

WATER TEMPERATURE

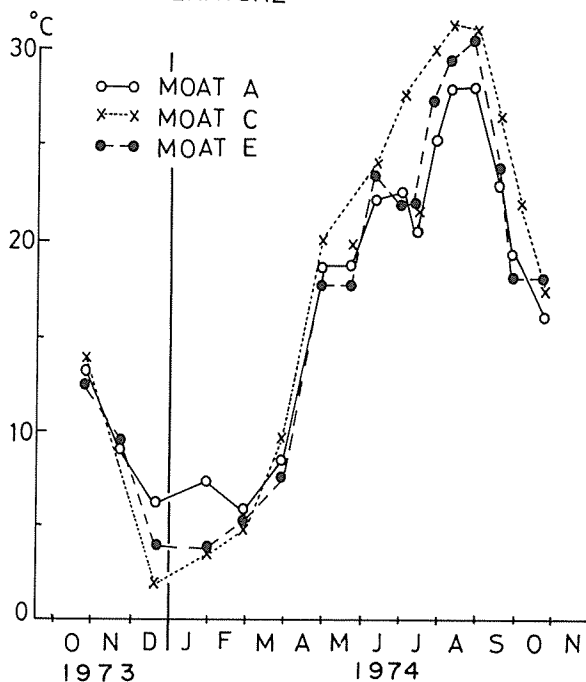


図4.7 A濠、C濠およびE濠の水温の年間変化

Fig. 4.7 Seasonal rhythm of water temperature in Moat A, Moat C and Moat E.

除くと、最低は6.9~7.1で中性となっているが、生物活性の高くなる高温期には各濠ともに9.8~10.9とアルカリ側にかたよる傾向がある。最高はE濠で、8月には10.9という高い値となる。A濠は他と異なり、年間を通じてアルカリ性を示し、最低でも8.3と高い。図4.8にA、C、Eの年間のpHの変動を示した。もっとも変動の大きいのがEで、生物の影響をもっとも強くうけている。これは流入する下水中の栄養塩類による典型的な富栄養化の傾向を示すものである。それに較べてA濠ではきわだった特徴のある変動は認められない。この濠のpHが高いことは、流入する湧水のpHは通常の7前後と中性であることから、濠自体に何らかの原因があるものと考えられるが詳細は不明である。

溶存酸素量 最低はE濠の5.1ppm、最高はD濠の35.1ppmと年間の差はきわめて大きい。特に、下水が大量に流入するE濠では最高、最低の差が25ppmで他の濠とくらべてもっとも大きく、汚水流入の間接的影響の強さを示している。pHと同様にA濠は最低でも13.4ppmと高く、年間を通じて過飽和状態となっている。A、C濠で特徴的なことは低温期の1月にも高い値が得られ、次のピークは6月頃で、他の濠にみられる8月の大きなピークがないことである。一方、E濠では5~6月と8月に大きなピークがあり、特に8月のピークは大きい。図4.9に一年間の変動を示した。

塩素量 塩素量の多少は人為的汚染度の目安となる。表4.3に

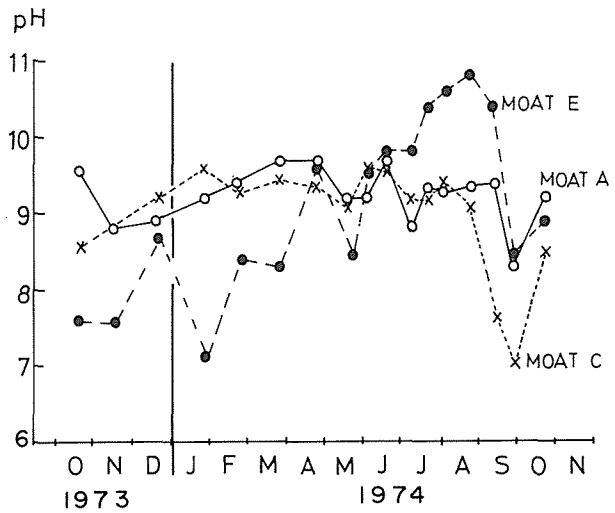


図4.8 A濠、C濠およびE濠のpHの年間変化
Fig. 4.8 Seasonal variations of pH in Moat A, Moat C and Moat E.

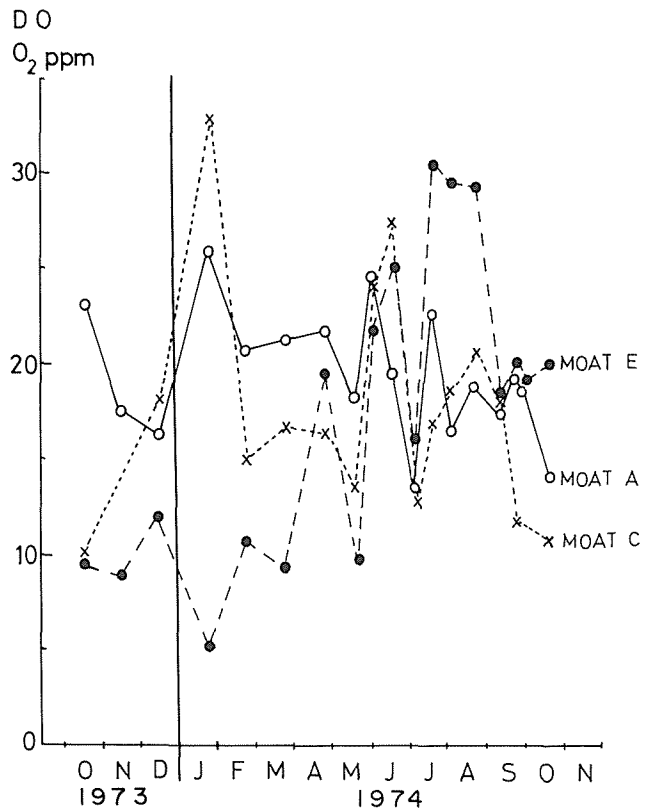


図4.9 A濠、C濠およびE濠の溶存酸素の年間変化
Fig. 4.9 Seasonal variations in amount of dissolved oxygen in Moat A, Moat C and Moat E.

1975年5月6日の各濠の塩素量を一例として示した。

表4.3 各濠と流入水の塩素量 (1975年5月6日)

Table 4.3 Chlorine content of the five moats and two inflowing waters on the 6th of May 1975.

Moat	A		B		C	D		E	
Survey station	1	Spring water	1	Inflow water	2	1	2	1	6
Cl ⁻ ppm	11.72	8.52	10.30	19.6	20.2	101.5	159.0	132.1	128.9
W.T. °C	18.3	15.3	19.3	17.2	19.0	—	—	19.4	19.0

A₂は湧水で8.52ppmと最も低い。塩素量からみるとA、B、Cは約20ppm以下で人為的汚染、特に都市排水の影響が少ないことを示している。一方、D、E濠は100~160ppmと明らかに人為的汚染を受けていることが分る。しかし、E濠の場合は流入下水の流入で明らかであるが、D濠については下水の流入が確認されていない。以上の内容は総合的な結論の項での汚染源の推定に重要なものとなる。

COD 最低はD濠の0.48ppm、最高はC濠の12.43ppmとなっている。濠の場合のCODは水中に混入した汚染有機物の他に植物性プランクトンなどの生物体も含めて測定される。そのために季節的な変動は植物性プランクトンの増減に左右されることが多い。また固形物の多い場合には試料水が不均一になりやすく、測定値自体に大きな誤差を与えるものとなる。図4.10に一年間の変動を示した。一年間の変化にははっきりとした傾向が認められ難いが、A濠を除く他の濠では概して高温期に高い。A濠はもっとも低く、1月の例外を除くと年間を通じてほぼ5ppm以下となり、他の濠は4ppm以上となっている。

PO₄-P 図4.11に一年間の変動を示した。最低はD濠の0.003ppm、最高はE濠の0.72ppmで、年間の変動差のもっとも少ないのはA濠の0.005~0.056ppmである。B、C、Dの各濠は最低、最高もほぼ等しい。下水の流入するE濠は当然のこととして濃度も高く、特に10月から5月までの期間は0.1ppm以上の濃度となっている。このE濠では4月頃から9月にかけては濃度が減少するが、C濠では逆にこの時期に濃度が増加する。

NH₄-N 図4.11に一年間の変動を示した。変動の型はPO₄-Pの場合とほぼ同じで、下水の影響の強いE濠では1月は0.453ppmと高く、他の濠の最高値より5倍も濃度が高い。他の濠はほぼ同程度の

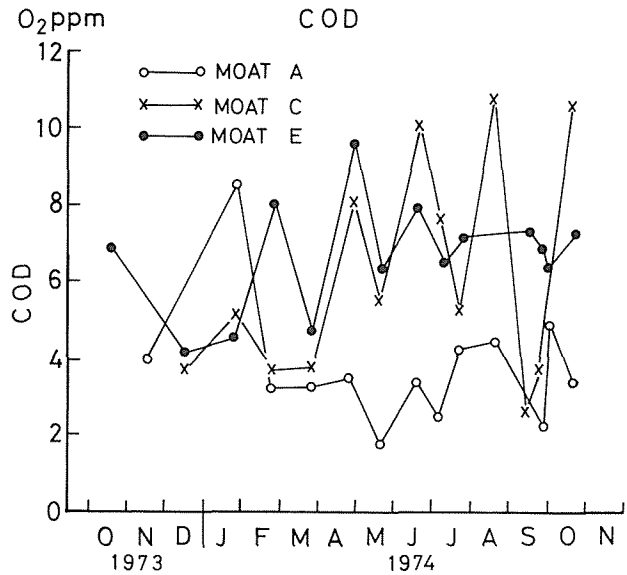


図4.10 A濠、C濠およびE濠のCODの年間変化
Fig. 4.10 Seasonal variations in amount of COD in Moat A, Moat C and Moat E.

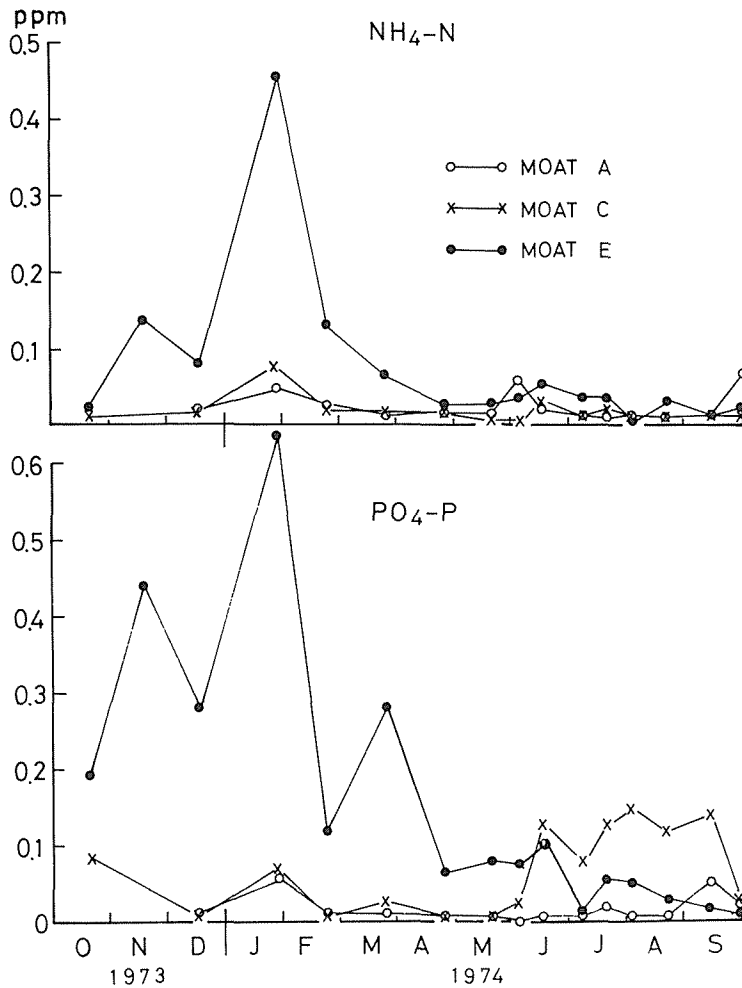


図4.11 A濠, C濠およびE濠のPO₄-PとNH₄-Nの年間変化

Fig. 4.11 Seasonal variations in amount of PO₄-P and NH₄-N in Moat A, Moat C and Moat E.

濃度で、その中でもB濠は最高値が0.038ppmと低い。季節的には植物性プランクトンによる利用が活発となる5月以降はE濠も他の濠と同様に0.05ppm以下となる。

以上、各濠の水質から、総合的に各濠の栄養度を判断すると、Eがもっとも高く、続いてB、C、Dが同程度となり、Aがもっとも低い。特に、Aの場合は、pHが高いことから、他の濠とは違った性質を有していると推定される。これについては、優占する生物との関係からの検討も必要となる。Eは下水流入量も多く、当然にして栄養度も高い。しかし、流入下水のない、またはあっても少ない他の濠も相当に富栄養化していることは水質の面からも明らかである。その原因として考えられるものは下水を除くと次の二つになる。

- ① 飼育水禽類の排泄物
- ② 濠周辺の樹木の落葉

水鳥の排泄物についての報告はすでにふれたように少ないが、養鶏場からの排水による池沼、内湾の

表4.4 E濠と流入下水における各種水質の昼夜変動巾の季節変化。

Table 4.4 Diurnal changes of various kinds of water qualities in Moat E and inflowing drainage.
(from 1973 to 1974).

Date	W. T. (°C)				pH			
	Min.		Max.		Min.		Max.	
	Inflowing drainage	Moat Est. I	Inflowing drainage	Moat Est. I	Inflowing drainage	Moat Est. I	Inflowing drainage	Moat Est. I
Ⅹ 20-21	12.1 (9:00)	9.7 (8:00)	14.0 (0:00)	10.8 (17:00)	6.6 (21:00)	7.6 (12:00)	6.8 (0:00)	9.0 (21:00)
Ⅸ 18-19	9.7 (5:00)	6.9 (8:00)	10.8 (12:00)	9.5 (17:00)	6.8 (21:00)	7.2 (0:00)	7.6 (17:00)	8.6 (17:00)
Ⅰ 27-28	3.8 (7:30)	1.2 (0:00)	7.5 (12:00)	3.8 (15:00)	6.7 (13:00)	6.7 (13:00)	7.4 (12:00)	7.2 (9:00)
Ⅱ 24-25	2.4 (19:00)	3.0 (0:00)	6.5 (12:00)	5.5 (12:00)	7.1 (12:00)	8.4 (12:00)	7.8 (0:00)	9.4 (7:00)
Ⅲ 24-25	6.5 (6:00)	5.0 (8:00)	9.6 (14:00)	8.2 (14:00)	7.1 (16:00)	8.0 (10:00)	8.2 (18:00)	8.4 (16:00)
Ⅳ 20-21	14.0 (5:00)	15.2 (19:00)	15.5 (12:00)	17.8 (15:00)	6.6 (12:30)	7.5 (21:00)	7.3 (5:00)	8.7 (15:00)
Ⅴ 17-18	16.9 (21:00)	21.8 (5:00)	18.9 (12:30)	26.8 (15:15)	6.6 (7:00)	9.8 (5:00)	6.9 (5:00)	9.8 (12:00)
Ⅵ 20-21	15.4 (5:15)	22.7 (5:15)	19.0 (13:15)	28.0 (15:00)	6.7 (19:30)	9.5 (19:30)	7.1 (13:15)	10.5 (13:15)
Ⅶ 22-23	19.1 (5:30)	27.0 (12:00)	20.7 (21:00)	31.0 (15:00)	7.0 (15:00)	10.4 (12:00)	7.3 (5:30)	10.9 (15:00)
DO (ppm)				COD (ppm)				
Ⅹ 20-21	3.82 (19:00)	8.52 (9:00)	7.65 (9:00)	16.48 (17:00)	2.56 (0:00)	4.40 (12:00)	13.92 (19:00)	9.36 (21:00)
Ⅸ 18-19	5.32 (17:00)	6.51 (0:00)	8.38 (5:00)	12.36 (17:00)	8.16 (15:00)	-	11.12 (12:00)	-
Ⅰ 27-28	6.66 (12:00)	4.68 (21:00)	9.46 (5:00)	6.11 (15:00)	4.64 (7:00)	4.56 (12:00)	25.92 (21:00)	6.96 (7:30)
Ⅱ 24-25	8.12 (12:00)	10.69 (12:00)	10.72 (5:00)	14.11 (17:00)	2.24 (5:00)	0.40 (5:00)	13.12 (19:00)	15.68 (17:00)
Ⅲ 24-25	6.81 (21:00)	8.16 (0:00)	9.07 (6:00)	10.32 (16:00)	1.20 (6:00)	0.38 (6:00)	9.60 (10:00)	9.12 (0:00)
Ⅳ 20-21	4.49 (10:00)	6.51 (5:00)	7.70 (5:00)	12.87 (15:00)	0.24 (0:00)	3.92 (15:00)	9.44 (10:00)	8.88 (17:00)
Ⅴ 17-18	2.81 (19:00)	7.32 (7:00)	6.96 (13:00)	26.54 (15:15)	2.00 (15:15)	6.64 (15:15)	8.56 (9:00)	8.40 (12:00)
Ⅵ 20-21	4.66 (19:30)	16.04 (7:30)	7.18 (5:15)	30.40 (13:30)	0.88 (5:15)	4.21 (7:30)	2.00 (19:30)	8.30 (13:30)
Ⅶ 22-23	3.28 (9:15)	12.04 (7:00)	6.52 (5:30)	29.24 (17:00)	1.91 (5:30)	7.65 (17:00)	5.33 (7:00)	14.06 (19:00)
PO ₄ -P (ppm)				NH ₄ -N (ppm)				
Ⅹ 20-21	0.172 (5:00)	0.06 (17:00)	0.261 (17:00)	0.263 (5:00)	0.001 (0:00)	0.007 (17:00)	0.299 (17:00)	0.054 (9:00)
Ⅸ 18-19	0.277 (5:00)	0.28 (17:00)	0.776 (12:00)	0.437 (17:00)	0.101 (17:00)	0.009 (17:00)	0.288 (19:00)	0.152 (21:00)
Ⅰ 27-28	0.254 (5:00)	0.40 (15:00)	1.000 (15:00)	0.780 (0:00)	0.340 (12:00)	0.103 (13:00)	0.590 (0:00)	0.970 (9:00)
Ⅱ 24-25	0.065 (5:00)	0.15 (17:00)	0.590 (12:00)	0.305 (7:00)	0.242 (0:00)	0.019 (15:00)	0.418 (15:00)	0.224 (0:00)
Ⅲ 24-25	0.010 (9:00)	0.01 (18:00)	0.465 (6:00)	0.080 (8:00)	0.003 (16:00)	0.066 (15:00)	0.101 (0:00)	0.153 (9:00)
Ⅳ 20-21	0.060 (5:00)	0.00 (7:00)	0.310 (10:00)	0.160 (12:30)	0.005 (15:00)	0.005 (12:00)	0.044 (10:00)	0.088 (5:00)
Ⅴ 17-18	0.044 (13:00)	0.10 (19:00)	0.15< (15:15)	0.15< (17:30)	0.02-> (12:00)	0.02-> (19:00)	0.118 (5:00)	0.046 (9:00)
Ⅵ 20-21	0.142 (5:15)	0.16 (13:30)	0.15< (13:15)	0.15< (13:15)	0.042 (13:30)	0.02-> (21:00)	0.158 (7:30)	0.044 (9:00)
Ⅶ 22-23	0.105 (19:00)	-	0.272 (9:15)	-	0.022 (12:00)	0.02-> (19:00)	0.146 (0:15)	0.024 (12:00)
Quantity of inflowing drainage m ³ /sec								
Ⅹ 20-21	— —		— —		— —			
Ⅸ 18-19	— —		— —		— —			
Ⅰ 27-28	0.028 (12:00)		0.078 (19:00)		— —			
Ⅱ 24-25	0.029 (5:00)		0.154 (15:00)		— —			
Ⅲ 24-25	0.018 (6:00)		0.024 (21:00)		— —			
Ⅳ 20-21	0.080 (7:00)		0.107 (17:00)		— —			
Ⅴ 17-18	0.032 (19:00)		0.177 (5:00)		— —			
Ⅵ 20-21	0.041 (9:30)		0.057 (5:15)		— —			
Ⅶ 22-23	0.041 (15:00)		0.091 (19:00)		— —			

富栄養化の報告もあり、その可能性は強い。落葉についても一見無縁のようではあるけれども有機物、リンや窒素の供給源として検討する必要がある。

表4.4に各濠および流入水の水質の一年間の変化をまとめて示した。

4-3. E濠と流入下水の水質の日変動を含めた季節変化

4-1.と4-2.では水質の日変動と季節変化について項目ごとに検討した。この項では両者を含めて各測定項目の特性を比較検討する。

図4.12から図4.14は日変動を含めた水質の季節変化をE濠と流入下水について比較したものである。

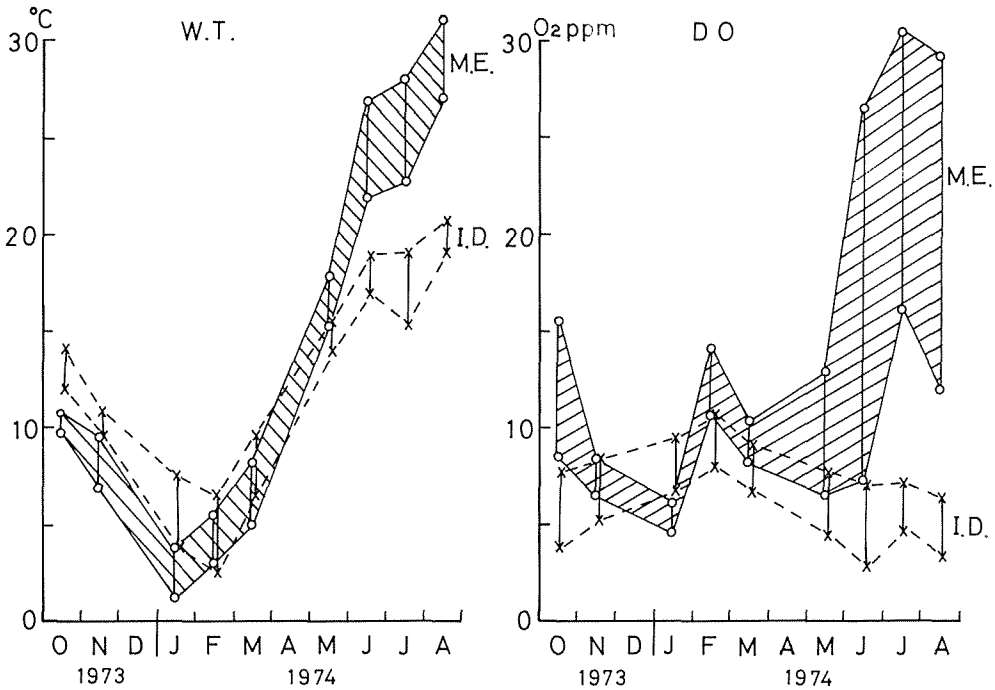


図4.12 E濠と流入下水における水温と溶存酸素の一日間の変動中の季節変化
M.E...E濠, I.D...流入下水

Fig. 4.12 Seasonal changes in diurnal range of water temperature and dissolved oxygen content in Moat E and the inflowing drainage.
M.E...Moat E, I.D...Inflowing drainage

図4.12にみられるように、水温では下水の方が季節変化は小さく、その高低の関係は4月と9月に逆転している。しかし、一日間の変動には大きな差はなく、夏に濠の方がやや大きくなる程度である。溶存酸素量は下水では一日間の変動量が季節的にあまり変わらないのに対して、濠では6月から8月の高温期には一日間に10ppm以上も変化する(図4.12)。

CODは年間を通じて一日間の変動が大きく、季節変化よりもむしろ一日間の変動の方が大きい(図4.13)。特に、下水の1月では一日間に20ppmもの差がある。

栄養塩としての PO_4-P (図4.14)、 NH_4-N (図4.14)は、11月から3月にかけて水温の低い時期に高いという傾向は、下水も濠も同様であるが、一日間の変動は PO_4-P では下水の方が大きく、 NH_4-N は濠の方が大きいという逆の関係となっている。

表4.4にそれぞれの項目の月別の最高と最低を示した。

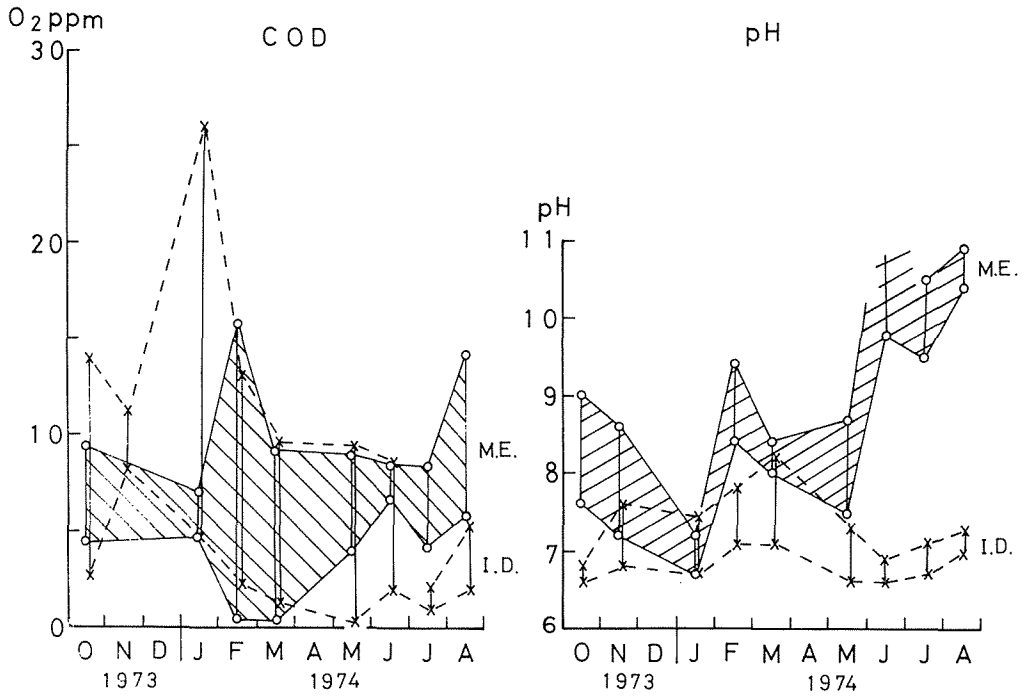


図4.13 E濠と流入下水におけるCODとpHの1日間の変動中の季節変化
M.E...E濠, I.D...流入下水

Fig. 4.13 Seasonal changes in diurnal range of amount of COD and value of pH in Moat E and the inflowing drainage.
M.E...Moat E, I.D...Inflowing drainage

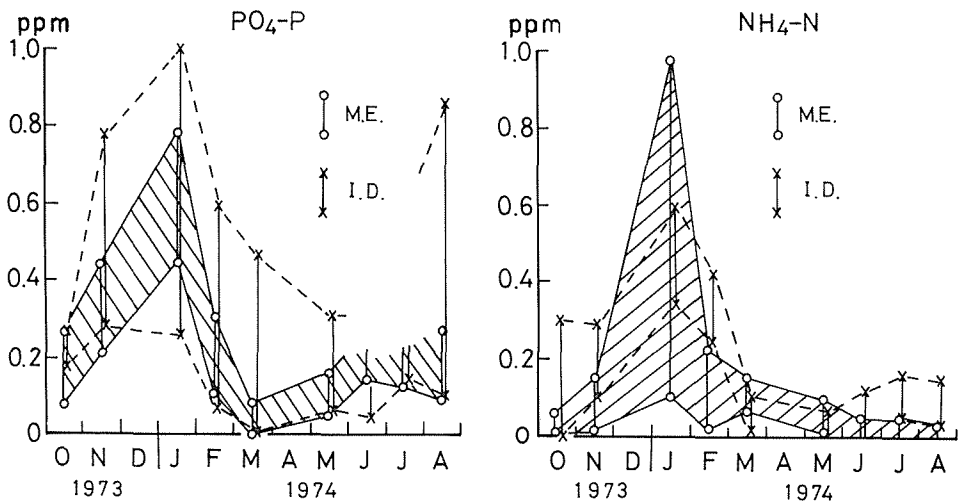


図4.14 E濠と流入下水における PO_4-P と NH_4-N の1日間の変動中の季節変化
M.E...E濠, I.D...流入下水

Fig. 4.14 Seasonal changes in diurnal range of amount of PO_4-P and NH_4-N in Moat E and the inflowing drainage.
M.E...Moat E, I.D...Inflowing drainage

5. 生物群集の季節変化

5-1. 植物プランクトン

5-1-1. 種属数

調査期間中(1973. 10～1974. 12)における各濠の年間出現種属数は、表5.1.1. a～fで見るように最多はD濠の60種、最少はE濠の52種で、E濠は他に比べ珪藻類が少ないことが目立つ。E濠への流入下水は30種で濠より著しく少ないが、これは主として緑藻種属数が少ないためである。次に種属数の季節変動を全種属とベン毛藻、ラン藻、珪藻および緑藻のグループ別にして表わすと、図5.1.1となる。すなわち全種数では、いずれの濠も春と秋に多くなり、各濠の月の最大種数は19～26種の範囲であり、C濠が最多でE濠が最少である。今、各グループ別に最多種数とその出現月を示すと表5.1.2のようになる。

この表5.1.2と図5.1.1によって各濠の種数を比較すると、ベン毛藻の最多種数は3～4種で冬季と夏季に、ラン藻は3～5種ですべて盛夏にえられた。珪藻は8～16種でC及びD濠は春季に、他は盛夏または秋に、緑藻は6～9種でE濠は春、他は夏または秋に最多種数となる。全般的にみてE濠はラン藻の種属数で他の濠に勝り、珪藻では著しく劣ると言えよう。

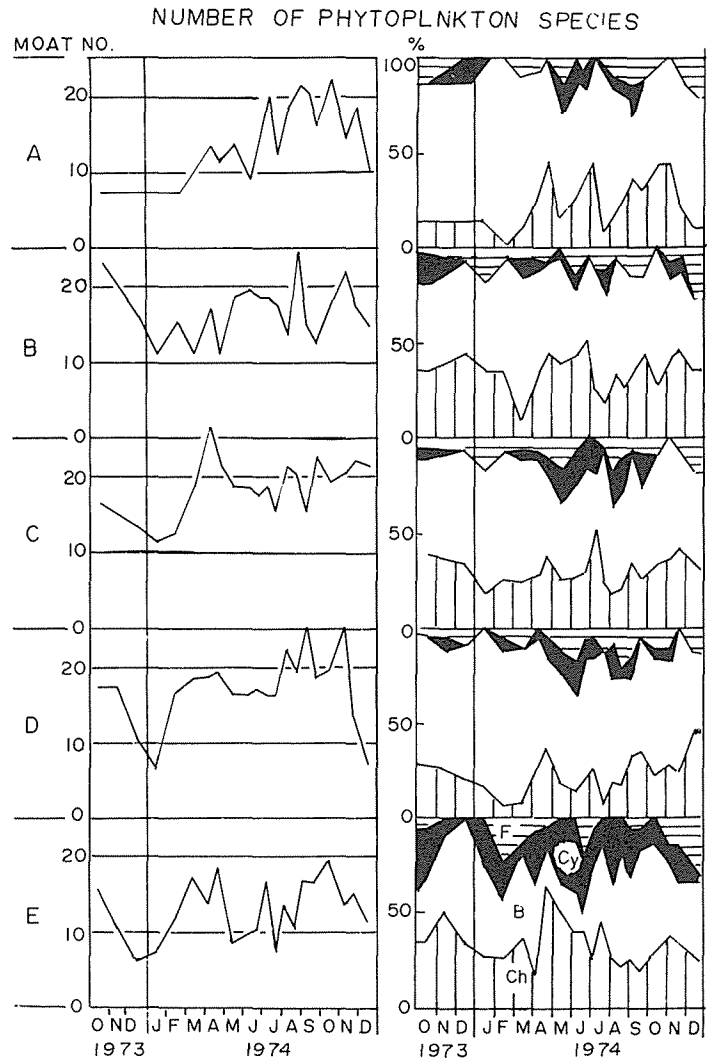


図5.1.1 各濠の植物プランクトンの種属数と4藻類グループ種属数の百分率の季節変化

F…ベン毛藻類, Cy…ラン藻類, B…ケイ藻類
Ch…緑藻類

Fig. 5.1.1 Seasonal variations in total number of phytoplankton species and in percent abundance species of number of four algal groups in each moat.

F…Flagellata, Cy…Cyanophyta,
B…Bacillariophyta, Ch…Chlorophyta

須甲 (1938) は松本城の濠の植物プランクトンの季節消長で、藻類17種を挙げているが、やや不明確であるので本研究結果とは対比できない。宝月 (1934) は松本市近郊の池沼でベン毛藻類 6種、ラン藻類 4種、緑藻類11種、ケイ藻 1種を記載したが、本研究による濠の植物プランクトン相と共通した種属が多く、当時の松本城の濠のプランクトン相の状況をうかがわせる。

倉茂 (1932) は皇居の濠で、ベン毛藻類 7種、ラン藻類 4種、ケイ藻類16種、緑藻類15種の計42種を年間の季節変化で観察したが、これらのうち23種は本研究の濠のそれらと共通した種属である。また最近の調査 (佐谷戸ら、1973) は、ラン藻 7種、ケイ藻11種、緑藻15種、計33種を四季にわたって記載したが、そのうち28種は本研究の濠の植物プランクトン相に含まれるものであり、特に緑藻類のそれらは全てが包含されている。

5-1-2. 優占種

優占種の査定に際し単に細胞数の多いことだけで定めると、細胞の大きさは全く度外視されるので、例えば大型種が細胞数で劣っても実質的に占める空間が大きい場合でも、優占種として示されないことがしばしばある。それ故、本報告では細胞数と生体量 (容積量) の両面より優占種を検討比較することとした。

各濠における各種属毎の季節変動を、細胞数および生体量で表わしたものは表5.1.1. a ~ f に示し、これらをさらに要約して表5.1.3 に示した。

これらの表に見るように、優占種には大別して年間または長期間継続発生するものと、特定の季節または月に発生するものがあることが判明した。

細胞数よりみた優占種

長期の多発生種では *Cyclotella kützingiana* がA~D濠において優勢を保つが、E濠では秋より早春にかけての低水温期にのみ優占する。*Cyclotella k.* と同程度に優位を保持するのは、B、C及びE濠における緑藻類で、*Pediastrum duplex* (B、C濠) および *Scenedesmus quadricauda* (E濠) がこれにあたるが、A、Dの濠では専ら *Cyclotella k.* のみである。以上の最優占種に次いで多く継続発生するのは、*Scenedesmus q.* ですべての濠で共通してみられる。

短期間の多発生種で 10^4 cells/ml を越えるのは、5~6月と盛夏に急増するラン藻で、C、D、Eの各濠における *Anabaena flos-aquae* および *Microcystis aeruginosa* などで、殊にE濠のアオコの発生は顕著で、温暖期の最優占種として7~9月の長期間栄え、冷水期の *Cyclotella k.* における1~4月および10~12月の優勢期間の中間をうめている。 10^4 cells/ml 以下で目立つ種属は、C、D濠の *Microcystis a.* で盛夏に比較的短期間出現し、また *Aphanocapsa pulchra* がB、C、D濠で優勢である。ベン毛藻の *Chlamydomonas* sp. は春AおよびB濠で多発生し、緑藻類では *Micractinium pusillum* がBおよびE濠において5~6月頃に比較的長期間の増大期をもつ。

生体量よりみた優占種

年間継続発生種では、すべての濠で *Cyclotella k.* の優占性が目立ち、細胞数でみた場合より一層明確となる。これに次ぐ優勢種は細胞数における *Scenedesmus q.* とは異なり、CとDの濠で *Melosira granulata* であり、他の濠ではとりあげるほどの種はえられない。短期多発生種で 10^4 ml/m³ を越えるものは、A、C及びEの濠ではそれぞれ *Synedra ulna* の6月、*Monas* の8月、*Microcystis a.* の7~9月と *Closterium* sp. の6月で、*Synedra u.* と *Closterium* sp. などの大型藻類が主役となる。これら最優占種に次ぐ短期の発生種では、*Chlamydomonas* sp. が4~5月にA、B、Cの各濠で、*Synedra u.* はB、C、Eの濠で5~6月おこる。*Trachelomonas* sp., *Peridinium* sp., *Mallomonas fastigata* はCまたはE濠において冬季に出現し、*Euglena* sp. と *Pandorina morum* はそれぞれEとDの濠で8月におこる。緑藻類では *Pediastrum b.* (D濠、8月) *Golenkinia radiata*、

表5.1.1.a~g 各濠と流入下水の植物プランクトン細胞数および生体容量の季節
Table 5.1.1.a-g Seasonal changes in number of cells and in biomass (volume)

表5.1.1.a A濠の植物プランクトンの季節遷移

Table 5.1.1.a Seasonal succession of phytoplankton in Moat A.

		cells/ml																			
		7 8		1 9 7 4																	
		X	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI	XII				
		21	17	28	25	7	25	21	4	17	8	21	8	23	13	30	21	13	21	16	
Flagellata	Monas group																				
	<i>Peridinium</i> sp.													+		+			+	+	
	<i>Euglena</i> sp.	+													+	+	+			+	
	<i>Phacus acuminatus</i>														+	+	+				
	<i>Chlamydomonas</i> sp.																				
Cyanophyta	<i>Pandorina morum</i>																				
	<i>Merismopedia elegans</i>																				
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>																				
	<i>Oscillatoria tenuis</i>																				
	<i>Spirulina</i> sp.																				
Bacillariophyta	<i>Phormidium</i> sp.																				
	<i>Melosira granulata</i>																				
	<i>Cyclotella kitzingiana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>C. meneghiniana</i>																				
	<i>Diatoma vulgare</i>																				
	<i>Fragilaria construence</i>																				
	<i>Synedra ulna</i>																				
	<i>S. acus</i>																				
	<i>Rhoicosphaenia</i> sp.																				
	<i>Cocconeis placentula</i>																				
	<i>Pinnularia gibba</i>																				
	<i>P. major</i>																				
	<i>Neidium iridis</i>																				
	<i>Navicula cryptocephala</i>																				
	<i>N. pupula</i>																				
	<i>N. spp.</i>																				
	<i>Gomphonema acuminatus</i>																				
	<i>Amphora mormani</i>																				
	<i>Cymbella trugida</i>																				
	<i>C. ventricosa</i>																				
<i>Epithemia sorex</i>																					
<i>Nitzschia palea</i>																					
<i>N. closterium</i>																					
<i>N. hungarica</i>																					
<i>N. sigma</i>																					
<i>N. acicularis</i>																					
<i>Cymatopleura</i> sp.																					
<i>Surirella robusta</i>																					
Chlorophyta	<i>Gloeoecysis</i> sp.																				
	<i>Pediastrum duplex</i>																				
	<i>P. boryanum</i>																				
	<i>Golenkinia radiata</i>																				
	<i>Micractinium pusillum</i>																				
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>																				
	<i>Chlorella vulgaris</i>																				
	<i>Coelastrum microporum</i>																				
	<i>Polyedroopsis spinulosa</i>																				
	<i>Tetraedron trigonum</i>																				
	<i>Selenastrum westii</i>																				
	<i>Chodatella</i> sp.																				
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>																				
	<i>Closteriopsis longissima</i>																				
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>																				
<i>S. dimorphus</i>																					
<i>S. acuminatus</i>																					
<i>Urothrix</i> sp.																					
<i>Actinastrum hantzschii</i>																					

+ < 10, + 10⁻¹⁰, # 10²-10³, ## 10³-10⁴, ### > 10⁴

表5.1.1.b B濠の植物プランクトンの季節遷移

Table 5.1.1.b Seasonal succession of phytoplankton in Moat B.

Moat B		cells/ml																				
		'78		1 9 7 4																		
		X	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII							
21	17	28	25	25	7	25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16			
Flagellata	Monas group				‡										+							
	<i>Mallomonas fastigata</i>				‡										+	+		+	+	‡		
	<i>Peridinium</i> sp.								‡	‡	‡	+	‡		+	+		+	+			
	<i>Euglena</i> sp.	‡	+	+	+							+	+							+		
	<i>Pandorina morum</i>								‡											+		
<i>Chlamydomonas</i> sp.					‡‡‡	‡‡	‡									+				+		
Cyanophyta	<i>Microcystis aeruginosa</i>	‡																				
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	‡							‡‡		‡‡‡								‡‡			
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	‡																		‡		
	<i>Spirulina</i> sp.				+	+																
	<i>Phormidium</i> sp.							‡														
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	‡																		‡		
Bacillariophyta	<i>Melosira grandata</i>	‡‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡‡	‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡		
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	‡‡	‡‡‡	‡‡	‡‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡		
	<i>C. meneghiniana</i>				‡	+		+	+	+	+	‡	‡	+						‡		
	<i>Fragilaria construence</i>					+								‡						‡		
	<i>Synedra ulna</i>	+		+	+			‡‡	‡	‡	+	‡	‡							‡		
	<i>S. acus</i>	‡	‡‡	‡	+	‡		‡	‡‡	‡			‡‡		‡	‡	‡	‡	‡	+		
	<i>Cocconeis placentula</i>	+	+					+	+					+						+		
	<i>Rhoicosphaenia cruvata</i>	+												+						+		
	<i>Stauroneis</i> sp.											+		+								
	<i>Gyrosigma distortum</i>																					
	<i>Pinnularia gibba</i>	+	+																			
	<i>P. major</i>								‡			+	‡	‡	‡	+						
	<i>Neidium iridis</i>											+	‡	‡	‡	+				+		
	<i>Navicula crypcephala</i>			‡	‡	‡‡	‡‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+	+	
	<i>N. pupula</i>																			‡	+	
	<i>N. spp.</i>	+	+																	+	+	
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	+				+						‡								+		
	<i>Amphora mormani</i>														+					+		
	<i>Cymbella turgida</i>	+		+	+		‡					‡			+					+	+	
	<i>Epithemia sorex</i>	+		+	+	+	‡	+	‡	+	+	‡	‡	‡	+	+				+		
	<i>Nitzschia palea</i>			‡	+	+	‡‡	‡‡	‡‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+		+	+	‡	‡	+
	<i>N. hungarica</i>	+																				
<i>N. acicularis</i>			+	‡	+	‡		‡‡		‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+			
<i>Cyatopleura</i> sp.					+					‡‡	‡‡	‡		‡					+			
Chlorophyta	<i>Tetradron</i> sp.			+				+	‡					+	+					+		
	<i>Pediastrum simplex</i>	‡‡	‡‡		‡‡																	
	<i>P. duplex</i>							‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	
	<i>P. boryanum</i>							‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	
	<i>Golenkinia radiata</i>	+	‡	+						‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡	‡						
	<i>Micractinium pusillum</i>	‡	‡			‡	‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	‡‡	‡‡			‡	‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	
	<i>Coclastrum</i> sp.																			‡	‡	
	<i>Chlorella vulgaris</i>	‡									‡‡									‡	‡	
	<i>Chodatella quadricauda</i>		+																	+	+	
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	‡		‡	‡				‡	‡					‡					‡	‡	
	<i>Closteriopsis longissima</i>						‡															
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	‡‡	‡	‡	‡	‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	‡‡	
	<i>S. dimorphus</i>	‡																				
	<i>S. acuminatus</i>						‡	‡‡												‡	‡	
	<i>S. falcatus</i>				‡																	
<i>Actinastrum hantzschii</i>	‡‡				‡	‡‡	‡	‡	‡	‡												
<i>Staurastrum</i> spp.	+							+	‡	‡				+						+		

+ < 10, ‡ 10 ~ 10², ‡‡ 10² ~ 10³, ‡‡‡ 10³ ~ 10⁴, ‡‡‡‡ > 10⁴

表5.1.1.c C 濠の植物プランクトンの季節遷移

Table 5.1.1.c Seasonal succession of phytoplankton in Moat C.

Moat C		cells/ml																		
		'73		1 9 7 4																
		X	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII				
21	17	28	25	25	7	25	21	4	17	8	21	8	23	18	30	21	13	29	16	
Flagellata	<i>Mallomonas fastigata</i>			+																+
	Monas group					+							+	+++						
	<i>Peridinium</i> sp.								+					+	+					+
	<i>Euglena</i> sp.	+	+	+			+	+					+	+	+	+				+
	<i>Phacus acuminatus</i>												+	+						+
	<i>Chlamydomonas</i> sp.																			+
	<i>Pandorina morum</i>													+	+					
<i>Trachelomonas</i> sp.													+	+						
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>																			+
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	+																		+
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>																			+
	<i>Oscillatoria tenuis</i>																			+
	<i>Spirulina</i> sp.																			+
	<i>Phormidium</i> sp.																			+
	<i>Anabaena flos-aquae</i>																			+
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>C. meneghiniana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Fragilaria construence</i>																			+
	<i>Asterionella formosa</i>																			+
	<i>Synedra ulna</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>S. acus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Cocconeis placentula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Stauroneis</i> sp.																			+
	<i>Neidium iridis</i>																			+
	<i>Gyrosigma</i> sp.																			+
	<i>Pinnularia major</i>																			+
	<i>P. gibba</i>																			+
	<i>Navicula cryptocephala</i>																			+
	<i>N. pupula</i>																			+
	<i>N. spp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Gomphonema acuminatum</i>																			+
	<i>Amphora mormani</i>																			+
	<i>Cymbella turgida</i>																			+
	<i>Epithemia sorex</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia palea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>N. sigma</i>																			+	
<i>N. acicularis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>N. closterium</i>																			+	
<i>Cymatopleura</i> sp.																			+	
Chlorophyta	<i>Tetraedron</i> sp.																			+
	<i>Gloeoecystis</i> sp.																			+
	<i>Pediastrum simplex</i>	+																		+
	<i>P. duplex</i>																			+
	<i>P. boryanum</i>																			+
	<i>Golenkinia radiata</i>																			+
	<i>Micractinium pusillum</i>	+	+																	+
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	+	+																	+
	<i>Chlorella vulgaris</i>																			+
	<i>Coelastrum microporum</i>																			+
	<i>Selenastrum westii</i>																			+
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>																			+
	<i>Closteriopsis longissima</i>																			+
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	+																		+
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+																	+
	<i>S. dimorphus</i>	+																		+
	<i>S. acuminatus</i>																			+
<i>S. falcatus</i>																			+	
<i>Staurastrum</i> spp.	+																		+	

+ < 10, ++ 10 ~ 10², +++ 10² ~ 10³, ++++ 10³ ~ 10⁴, +++++ > 10⁴

表5.1.1.d D濠の植物プランクトンの季節遷移

Table 5.1.1.d Seasonal succession of phytoplankton in Moat D.

Moat D		cells/ml																		
		'78			1 9 7 4															
		X	Y	Z	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
2	19	17	28	25	25	7	25	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16	
Flagellata	Monas group																			
	<i>Mallomonas fastigata</i>																			
	<i>Peridinium</i> sp.																			
	<i>Euglena</i> sp.	+	+	+																
	<i>Phacus acuminatus</i>																			
	<i>Chlamydomonas</i> sp.																			
Cyanophyta	<i>Pandorina morum</i>																			
	<i>Merismopedia elegans</i>																			
	<i>Microcystis aeruginosa</i>																			
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>																			
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	+																		
	<i>Spirulina</i> sp.																			
	<i>Phormidium</i> sp.																			
Bacillariophyta	<i>Anabaena flos-aquae</i>																			
	<i>Melosira granulata</i>	+	+																	
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	+	+																	
	<i>C. menckhiniana</i>	+	+																	
	<i>Fragilaria construens</i>	+	+																	
	<i>Synedra ulna</i>	+	+																	
	<i>S. acus</i>	+	+																	
	<i>Cocconeis placentula</i>																			
	<i>Rhoicosphaenia cruvata</i>																			
	<i>Stauroneis</i> sp.																			
	<i>Gyrosigma</i> sp.																			
	<i>Neidium iridis</i>																			
	<i>Pinnularia gibba</i>	+	+																	
	<i>P. major</i>																			
	<i>P. viridis</i>																			
	<i>Navicula cryptocephala</i>																			
	<i>N. pupula</i>																			
	<i>N. spp.</i>	+	+																	
	<i>Gomphonema acrominatum</i>	+	+																	
	<i>Amphioxys mormani</i>																			
	<i>Cymbella turgida</i>	+	+																	
	<i>C. ventricosa</i>																			
	<i>Epithemia solex</i>	+	+																	
<i>Nitzschia palea</i>	+	+																		
<i>N. closterium</i>																				
<i>N. sigma</i>																				
<i>N. acicularis</i>																				
<i>Cymatopleura</i> sp.																				
<i>Saricella robusta</i>																				
Chlorophyta	<i>Tetradron trigonum</i>																			
	<i>Gloeoecystis</i> sp.																			
	<i>Pediastrum simplex</i>	+	+																	
	<i>P. boryanum</i>																			
	<i>Golenkinia radiata</i>																			
	<i>Minactinium pusillum</i>	+	+																	
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>																			
	<i>Coclastrum microborum</i>																			
	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>																			
	<i>Selenastrum vestii</i>																			
	<i>Chlorella</i> sp.																			
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	+	+																	
	<i>Closteriopsis longissima</i>																			
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	+	+																	
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+																	
<i>S. acuminatus</i>																				
<i>Closterium</i> sp.																				
<i>Staurastrum</i> spp.	+	+																		

+ < 10, ++ 10 ~ 10², ### 10² ~ 10³, #### 10³ ~ 10⁴, ##### > 10⁴

表5.1.1.e E 濠 St.1 の植物フランク톤の季節遷移

Table 5.1.1.e Seasonal succession of phytoplankton at St.1 in Moat E.

Moat E St.1		cells/mC																			
		'78			1 9 7 4																
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI						
		21	19	17	28	25	25	7	25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29
Flagellata	Monas group																				
	<i>Mallomonas fastigata</i>			+																	
	<i>Peridinium</i> sp.					+															
	<i>Euglena</i> sp.																				
	<i>Phacus acuminatus</i>																				
	<i>Chlamydomonas</i> sp.																				
	<i>Pandorina morion</i>																				
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>																				
	<i>Microcystis aeruginosa</i>																				
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>																				
	<i>Oscillatoria tenuis</i>																				
	<i>Spirulina</i> sp.																				
	<i>Phormidium</i> sp.																				
	<i>Anabaena flos-aque</i>																				
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>																				
	<i>Cyclotella kützingiana</i>																				
	<i>C. meneghiniana</i>																				
	<i>Fragilaria construence</i>																				
	<i>Synedra ulna</i>																				
	<i>S. acis</i>																				
	<i>Rhoicosphaenia</i> sp.																				
	<i>Cocconeis placentula</i>																				
	<i>Achnanthes</i> sp.																				
	<i>Gyrosigma</i> sp.																				
	<i>Pinnularia major</i>																				
	<i>Navicula cryptocephala</i>																				
	<i>Gomphonema acuminatum</i>																				
	<i>Cymbella turgida</i>																				
	<i>Epithemia sorex</i>																				
	<i>Eimolia robusta</i>																				
	<i>Nitzschia palea</i>																				
<i>N. closterium</i>																					
<i>N. acicularis</i>																					
<i>Cymatopleura</i> sp.																					
Chlorophyta	<i>Tetraedron trigonum</i>																				
	<i>Pediastrum simplex</i>																				
	<i>P. duplex</i>																				
	<i>P. boryanum</i>																				
	<i>Golenkinia radiata</i>																				
	<i>Microactinium pusillum</i>																				
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>																				
	<i>Chlorella vulgaris</i>																				
	<i>Chodatella quadriseta</i>																				
	<i>Coelastrum microporum</i>																				
	<i>Selenastrum westii</i>																				
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>																				
	<i>Closteriopsis longissima</i>																				
	<i>Actinastrum hantzschii</i>																				
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>																				
	<i>S. dimorphus</i>																				
	<i>S. acuminatus</i>																				
<i>S. abundance</i>																					
<i>Staurastrum</i> spp.																					

+ < 10, # 10 ~ 10², ## 10² ~ 10³, ### 10³ ~ 10⁴, #### > 10⁴

表5.1.1.f E濠 St.6 の植物プランクトンの季節遷移

Table 5.1.1.f Seasonal succession of phytoplankton at St.6 in Moat E.

Moat E St.6		cells/m ^l																						
		'78			1 9 7 4																			
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII								
21	19	17	28	25	25	7	25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16				
Flagellata	<i>Mallomonas fastigata</i>				###																			
	<i>Euglena</i> sp.	+			+					###											+	##	##	
	<i>Peridinium</i> sp.												+									+	##	
	<i>Phacus acuminatus</i>																						+	
	<i>Chlamydomonas</i> sp.					+	+	##				###											+	
	<i>Trachelomonas</i> sp.							+																
	<i>Pandorina morum</i>										###												+	
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>	###			+							###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	###	###		##	##	+	##			###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	###							###	###	###	###		+	###	###	###							
	<i>Oscillatoria tenuis</i>			###							###				###									
	<i>Spirulina</i> sp.						##		##	+													##	
	<i>Phormidium</i> sp.										##							###					##	
	<i>Lyngbia</i> sp.																						##	
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	##	###								###	###	##											
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	##	##									##	+	##	##	##	##							
	<i>M. varians</i>	###	###	###	###	###	###	##			##	###	+	##	##	##	###	###	###	###	###	###	###	
	<i>Cyclotella kützingeriana</i>													+	##	##	##	###	###	###	###	###	###	
	<i>C. meneghiniana</i>			##			+	##						+									+	
	<i>Fragilaria construens</i>	###	##						##		+			##	##	##							+	
	<i>Synedra ulna</i>						+						+									+	+	
	<i>S. acus</i>	+	+					##	+				+			+	##	+	###	##	##	##	##	
	<i>Achnanthes</i> spp.						+																+	
	<i>Gyrosigma distortum</i>																						+	
	<i>Stauroneis</i> sp.																						+	
	<i>Pinnularia gibba</i>																							
	<i>P. major</i>																							
	<i>P. viridis</i>																						+	
	<i>Navicula cryptocephala</i>																						+	
	<i>N. spp.</i>																						+	
	<i>Cymbella turgida</i>																						+	
	<i>Gomphonema acuminatum</i>																						+	
<i>Nitzschia palea</i>																						+		
<i>N. acicularis</i>	##				+	+	+		+					+	##	##	##	##	##	##	##	+	##	
<i>Cymatopleura</i> sp.			+		##	+	##	+		+			+		+							+	+	
Chlorophyta	<i>Tetraedron trigonum</i>										##											+		
	<i>Pediastrum simplex</i>	##																					###	
	<i>P. duplex</i>																						###	
	<i>P. boryanum</i>																						###	
	<i>Golenkinia radiata</i>	###	###	+			+	+							##	##	##	###	##			+		
	<i>Micractinium pusillum</i>	###	###																				###	
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	##																					##	
	<i>Chlorocella vulgaris</i>																						##	
	<i>Coclastrum microporum</i>																						##	
	<i>Chodatella</i> sp.							+															+	
	<i>Selenastrum westii</i>																						+	
	<i>Closteropsis longissima</i>																						+	
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			##				+															##	
	<i>Actinastrum hantzschii</i>			##																			##	
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	###	###		##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
	<i>S. dimorphus</i>			##																			##	
	<i>S. acuminatus</i>																						##	
<i>Closterium</i> sp.																						##		

+ < 10, + 10 ~ 10², ## 10² ~ 10³, ### 10³ ~ 10⁴, #### > 10⁴

表5.1.1.g 流入下水の植物プランクトンの季節遷移

Table 5.1.1.g Seasonal succession of phytoplankton in the inflowing drainage.

Inflowing drainage		cells/m ^l												ml/m ³														
		'73												'73														
		X	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
		21	25	25	25	21	4	8	21	3		13	30	21	21	25	25	25	21	4	8	21	3	13	30	21		
Flag.	<i>Peridinium</i> sp.																											
	<i>Euglena</i> sp.				+					+								+					+					
	<i>Chlamydomonas</i> sp.													+												+		
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>									##														+				
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	##													##													
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	##		##		+				##		+	+	##	##		##		+					+	+	+	+	
	<i>Spirulina</i> sp.		##			+										##		+							+	+	+	+
	<i>Phormidium</i> sp.	##		##			##		##		##		+	+	##	+	##	##		+				##	+	+	+	+
	<i>Anabaena spiroides</i>													+											+			
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>									+		+												+		+		
	<i>M. varians</i>										+		+											+		+		
	<i>Cyclotella kützingiana</i>										+													+		+		
	<i>Fragilaria construence</i>										+													+		+		
	<i>Synedra ulna</i>		+												##													
	<i>S. acus</i>																											
	<i>Gyrosigma</i> sp.																+											
	<i>Diatoma vulgare</i>			+											##		##											
	<i>Achnanthes</i> sp.				+													+										
	<i>Stauroneis</i> sp.												+												+			
	<i>Frustria</i> sp.		##												##													
	<i>Navicula cryptocephala</i>			+		+		+	+		+		+			+		+		+		+		+		+		
	<i>N. spp.</i>								+	+			+	+								+	+		+	+		
	<i>Pinnularia gibba</i>									+												##						
	<i>P. viridis</i>																											
	<i>Gomphonema acuminatus</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>Cymbella turgida</i>		+	+	+		+						+		##	##	##		##							+			
<i>C. ventricosa</i>					+		+											##		##				+	+	+		
<i>Nitzschia palea</i>	##		+	##	##	##	+	+	+		+	+	+	##		+	##	##	##	+	+	+	+	+	+	+		
Chloro.	<i>Closteriopsis longissima</i>											+												+				
	<i>Scenedesmun quadricauda</i>				+				+								+				+							
	<i>Stigeoclonium</i> sp.							+										+										

+ < 10, # 10 ~ 10², ## 10² ~ 10³, ### > 10³

表5.1.2 各濠の植物プランクトンの最多種属数とその出現の月

Table 5.1.2 The maximum number of phytoplankton species found in each moat, and month in the time of the maximum number.

Moat	A		B		C		D		E	
Flagellata	3	Aug. Sept.	4	Dec.	4	Aug. Dec.	4	Aug. Sept.	3	Feb. Mar.
Cyanophyta	3	Sept.	4	Oct.	4	Aug.	4	Aug.	5	Aug.
Bacillariophyta	12	Aug. Oct. Nov.	14	Aug.	16	Apr.	15	Mar.	11	Nov.
Chlorophyta	9	July, Oct.	9	June, Nov.	9	July, Nov.	8	Sept.	6	Mar.
All algae	22	Oct.	23	Oct.	26	Apr.	25	Sept.	19	Oct.

表5.1.3 各濠の植物プランクトンの細胞数でみた優占種と生体量でみたそれとの比較

Table 5.1.3 The comparison between dominant species of phytoplankton on number of cells and those on biomass in the five moats.

	Species continuing much outbreak for a year		Species having much outbreak for short periods		
	$\times 10^3 \sim 10^4$	$\times 10^2 \sim 10^3$	$> \times 10^4$	$\times 10^3 \sim 10^4$	
Dominant species on number of cells / ml	A	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Scenedesmus g.</i>	—	<i>Chlamydomonas sp.</i> May
	B	<i>Pediastrum spp.</i>	<i>Scenedesmus g.</i>	—	<i>Chlamydomonas sp.</i> Apr.
		<i>Cyclotella k.</i> <i>Melosira g.</i>			<i>Aphanocapsa p.</i> Aug. <i>Micractinium p.</i> June, Aug.
	C	<i>Pediastrum spp.</i>	<i>Melosira g.</i>	<i>Pediastrum b.</i> Aug.	<i>Microcystis a.</i> Aug.
		<i>Cyclotella k.</i>	<i>Scenedesmus g.</i>	<i>Anabaena f.</i> June	<i>Aphanocapsa p.</i> Aug. <i>Dictyosphaerium p.</i> Aug.
	D	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Scenedesmus g.</i>	<i>Anabaena f.</i> Aug. June <i>Phormidium</i> Aug. June	<i>Microcystis a.</i> Aug. <i>Aphanocapsa f.</i> Aug. <i>Pediastrum b.</i> Aug.
E	<i>Cyclotella k.</i> Jan. ~ Apr., Oct. ~ Dec. <i>Scenedesmus g.</i>	—	<i>Microcystis a.</i> July. ~ Sept.	<i>Micractinium p.</i> May, June	
Dominant species on biomass ml / m ³	A	<i>Cyclotella k.</i>	—	<i>Synedra u.</i> June	<i>Chlamydomonas sp.</i> May
	B	<i>Cyclotella k.</i>	—	—	<i>Chlamydomonas sp.</i> Apr.
		<i>Pediastrum spp.</i> <i>Melosira g.</i>			<i>Synedra u.</i> June
	C	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Melosira g.</i>	Monas group Aug.	<i>Chlamydomonas sp.</i> Apr. <i>Trachelomonas</i> Nov., Dec. <i>Anabaena f.</i> June
	D	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Melosira g.</i> <i>Pediastrum spp.</i>	—	<i>Pandorina m.</i> Aug. <i>Anabaena f.</i> May, June <i>Synedra spp.</i> May, June <i>Pediastrum b.</i> Aug.
E	<i>Cyclotella k.</i> Jan. ~ Apr., Oct. ~ Dec.	—	<i>Microcystis a.</i> July. ~ Sept. <i>Closterium sp.</i> June	<i>Peridinium sp.</i> Feb. <i>Mallomonas f.</i> Feb. <i>Euglena sp.</i> June <i>Synedra u.</i> June <i>Golenkinia r.</i> May <i>Micractinium p.</i> May, June	

Microactinium p. (5~6月、E濠) がその主たるものであり、細胞数の結果とはやや異なる。流入下水は *Oscillatoria tenuis* が3月と12月、*Phormidium* sp. が8月に短期間増大する他は、これといった優占種は出現しないが、*Nitzschia palea* は小数ながら年間継続して見られる。

水の華現象

五つの濠のうちで顕著な「水の華」現象の観察されたのは、C濠、D濠およびE濠であった。C濠は晩春には *Pediastrum* を、盛夏は *Anabaena* を優占種とする「水の華」が、D濠は春は *Anabaena*、盛夏は *Microcystis* と *Pediastrum* による、E濠は春は *Microactinium*、盛夏(7~8月)は圧倒的な *Microcystis* を優占種とする「水の華」が発生した。山本(1974)は1973年7月から12月までの期間において、濠の水の色と植物プランクトンの組成の関係から、E濠のようにラン藻(*Microcystis*)と緑藻(*Scenedesmus*)の優占する濠の水色は、暗緑色→緑色→黄褐色、A濠とB濠のようにケイ藻(*Cyclotella*)と緑藻(*Pediastrum*)の優占する濠は黄緑褐色→黄褐色へと季節変動することを観察し、特にE濠における「水の華」の発生を確認している。

松本城の濠の「水の華」の発現現象の明確な報告は、今より約40年前の須甲(1938)の研究ではなされてないが、同じ頃宝月(1934)は松本市近郊の多くの池沼で「水の華」現象を詳細に調べ、それがほとんど *Microcystis aeruginosa* を優占種とするものであることを確かめた。また、小岩井(1940)は同じく同市近郊の12の池沼中10の池沼で「水の華」現象を観察し、動物プランクトンの採集のためプランクトンネットを引いたところ、ネットが目詰をして困難したと述べている。こうしたことからすると、松本城の濠へは前述の如く、この頃には市街を流れる側溝水(下水を含む)が濠に入っており、しかも養鯉池として利用されていた実状からすれば、「水の華」の発生があったとしても不思議ではない。当時旧制松本中学校に在学していた倉沢は、黄緑色の濠の水色を鮮明に記憶している。

倉茂(1932)は今より約45年以前において、当時下水が流入していた皇居の濠で、*Microcystis aeruginosa* を主とする「水の華」現象の発生を報告しているが、現在程の大量発生ではなかったにせよ、こうした「水の華」現象に象徴される濠の富栄養化は、皇居の濠であれ、松本城の濠であれ古くから汚染の原因となる物質の蓄積によって、徐々に進行してきたことをうかがわせる。

5-1-3. 細胞数と生体量

各種植物プランクトンの細胞数および生体量の、総数およびペン毛藻、ラン藻、珪藻、緑藻のグループ別の集計をしたが、今各濠毎にそれらの季節変動とグループの百分率を示すと、細胞数では図5.1.2および図5.1.3、生体量は図5.1.4と図5.1.5のようである。これらの図を比較検討した結果を要約して示すと前者は表5.1.4、後者は表5.1.5のようである。

細胞数よりみた場合

全種総計の細胞数で各濠を比較すると、年間の変動巾の最大はE濠の $(0.5\sim 88.7) \times 10^3 \text{ cells/ml}$ 、であり、その最高値を比べると $E > C > D > B > A$ の濠の順位となる。 10^3 cells/ml 以上の値を示す月が大部分であるのは、すべての濠で認められるが、冬季にはそれ以下になる濠(A、B、C、Eの濠)が多い。ペン毛藻では最大はC濠の $41.6 \times 10^3 \text{ cells/ml}$ (8月)であるが、一般的に著しく少なく、 10^3 cells/ml を越える月はこの最大値のみである。ラン藻はDとE濠で栄え他の濠に比べ著しく豊富で、E濠の $88.0 \times 10^3 \text{ cells/ml}$ は最高値である。 10^3 cells/ml 以上の月は5~6月(*Phormidium Anabaena*)と7~8月(*Microcystis*)であるが、前者はA、C、D濠に、後者はDとEの濠にみられた。各濠の最高値の差は大きくその順位は $E > D > C > A > B$ の濠となる。珪藻類の年間最大値でみた各濠の較差は少なく、 $(4.9\sim 6.6) \times 10^3 \text{ cells/ml}$ の範囲でA濠が最も大きい。各濠共に5~6月に 10^3 cells/ml を下廻るほかは、ほとんどの月がそれ以上である。特に少ないのはDとE濠におけるラン藻の最盛期で、著しく衰微する。緑藻はB濠で栄え、従って最大値は $27.1 \times 10^3 \text{ cells/ml}$

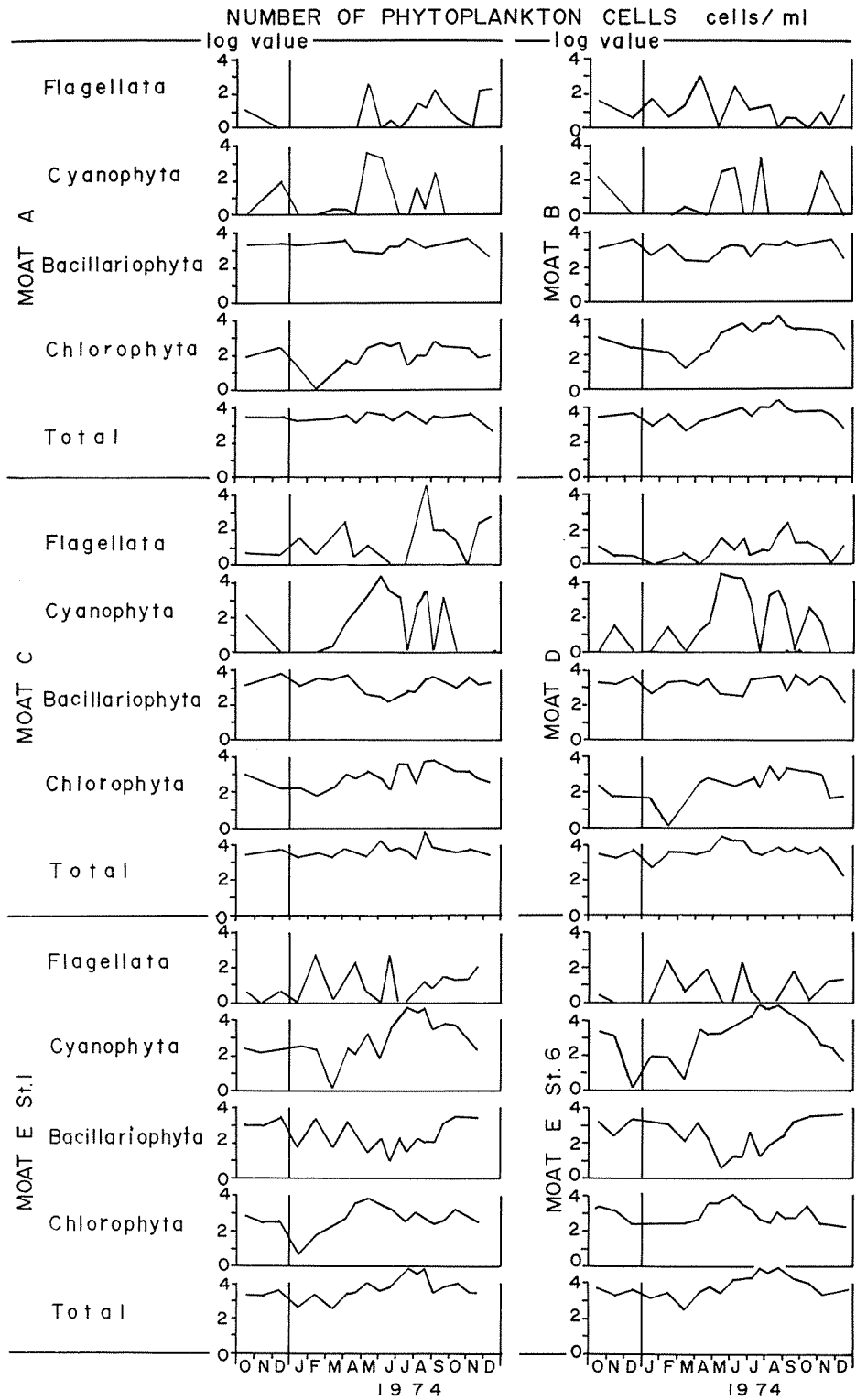


図5.1.2 各濠の植物プランクトンの4藻類グループおよび総細胞数の季節変化
 Fig. 5.1.2 Seasonal variations in cell number of four algal groups and total phytoplankters in each moat.

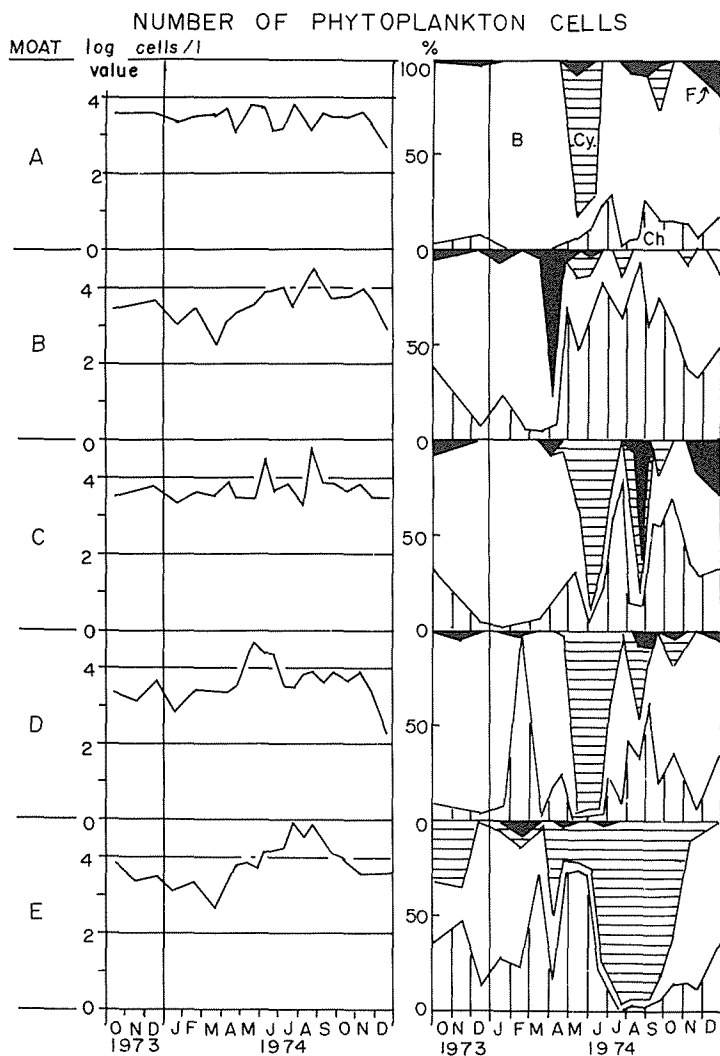


図5.1.3 各濠の植物プランクトンの総細胞数および4藻類グループ細胞数の百分率の季節変化

F…ペン藻類, Cy…ラン藻類, B…ケイ藻類…

、Fig. 5.1.3 Seasonal variations in total number of phytoplankton cells and in percent abundance (number of cells) of four algal groups in each moat.

F…Flagellata, Cy…Cyanophyta, B…Bacillariophyta, Ch…Chlorophyta

(*Pediastrum* 8月)であり、 10^3 cells/mlを越える期間5～10月の長きにわたる。A濠を除外すれば、晩春かまたは盛夏から秋にかけて短期間の増大期がある。最高値の順位はB>E>C>D>Aの順である。

季節増減の極大は各濠で春と夏にみられるが、春季はラン藻(A、C、Dの濠)または緑藻(B、E濠)の優占種をもつ二つの群に濠が大別されるが、盛夏はまちまちでA濠は珪藻、B濠は緑藻、C濠はペン毛藻、DおよびE濠はラン藻が優占種である。しかし両極大期共に同じグループの藻類が優

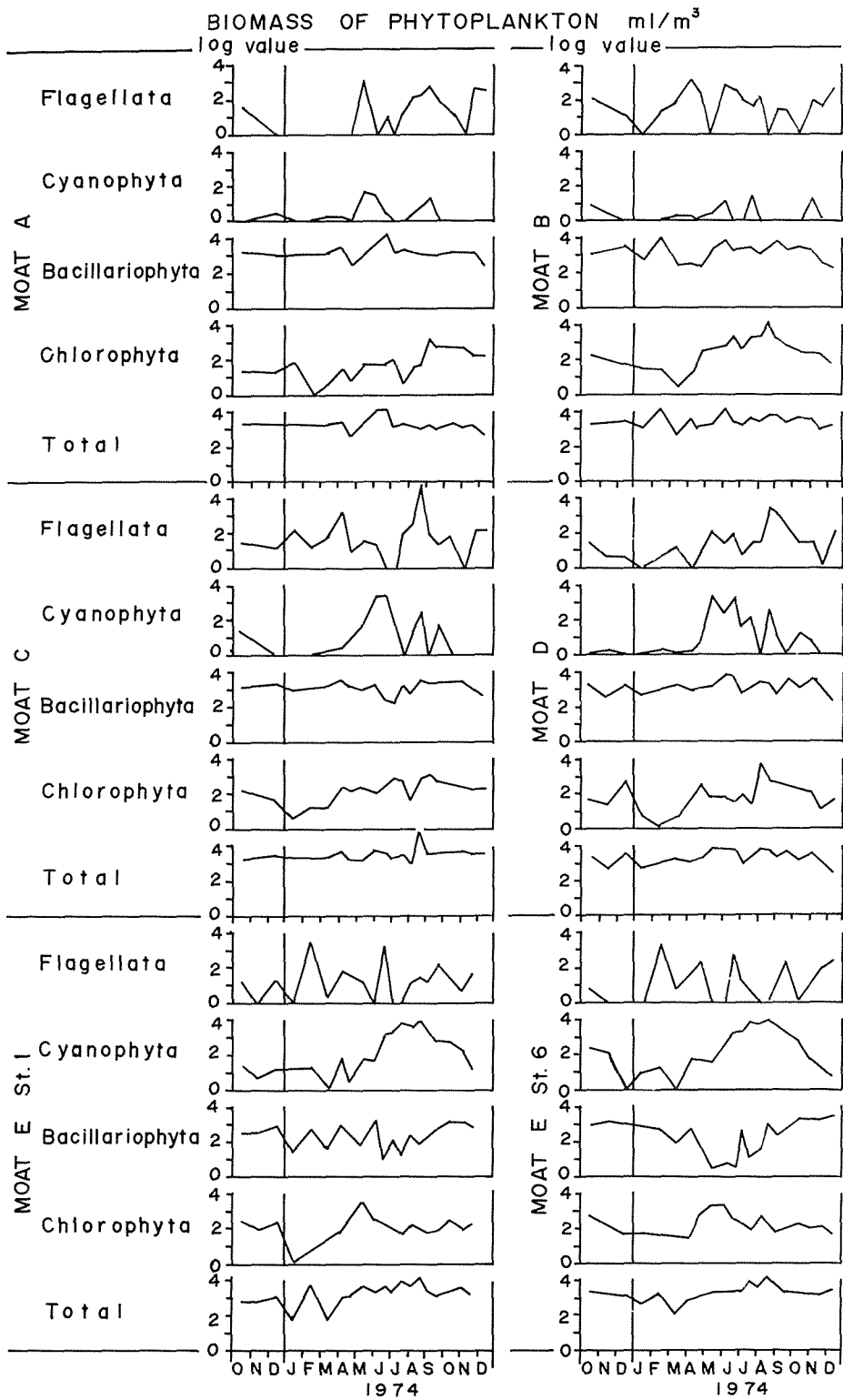


図5.1.4 各濠の植物プランクトンの4藻類グループおよび総生体量の季節変化

Fig. 5.1.4 Seasonal variations in biomass (volume) of four algal groups and total phytoplankton in each moat.

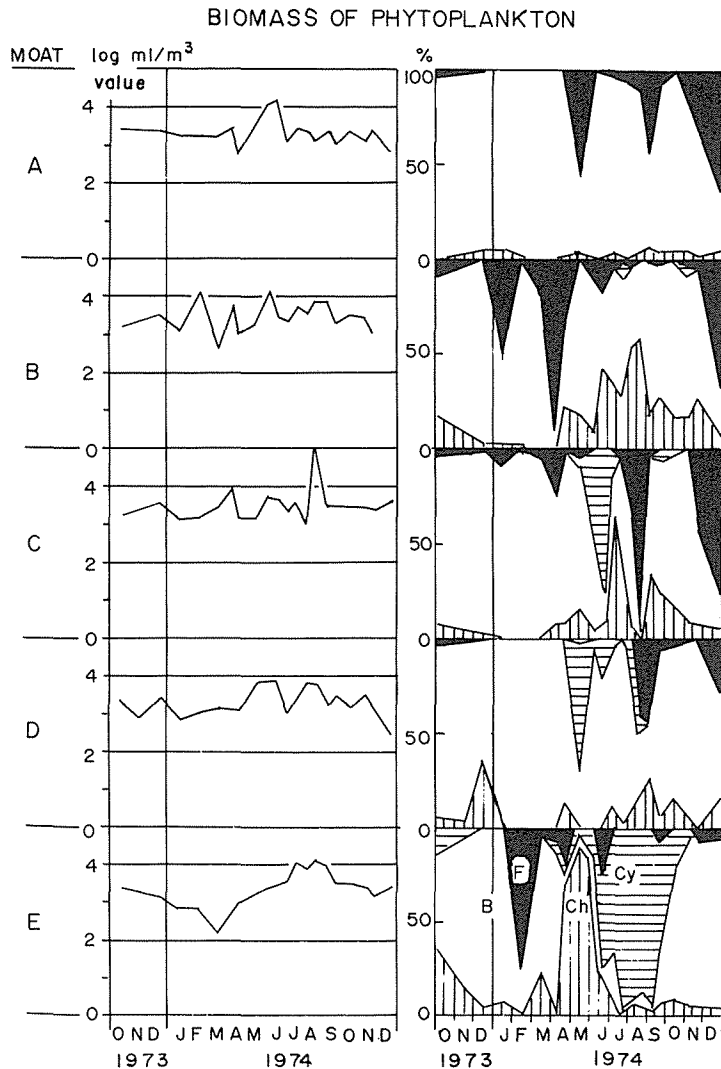


図5.1.5 各濠の植物プランクトンの総生体量および4藻類グループ生体容量の百分率の季節変化
F…ペン毛藻類, Cy…ラン藻類, B…ケイ藻類
Ch…緑藻類

Fig. 5.1.5 Seasonal variations in total biomass(volume) of phytoplankton and in percent abundance(biomass) of four algal groups in each moat.
F…Flagellata, Cy…Cyanophyta, B…Bacillariophyta, Ch…Chlorophyta

占種となることはない。

倉茂 (1932) によれば、皇居の濠の植物プランクトンの最盛期は6月で、*Microcystis aeruginosa* による「水の華」の発生があったが、この最盛期の約1ヶ月以前には緑藻類の増大期があり、春と秋にはケイ藻類が増えたという。こうした各藻類グループの季節増減のパターンは、本研究における濠のうちで最も汚れの著しいE濠のそれとよく一致するものである。最近の皇居の濠 (佐谷戸ら1973) では、冬季にはケイ藻類が優占するが、5～11月の期間は *Oscillatoria* や *Microcystis* のラン藻類

表5.1.4 各濠の植物プランクトン細胞数の年間変動巾と極大期の優占種

Table 5.1.4 Annual ranges of number of phytoplankton cells, and dominant species in the time of its maximum abundance in each moat.

Moat		Annual range of number of cells $\times 10^3$ cells/ml		Dominant species in the time of maximum abundance	
		Min.	~ Max.	Dominant species	%
A	Total	0.7	Dec. ~ 7.7 May	} May <i>Phormidium t.</i> 73 July <i>Cyclotella k.</i> 87	
	Flagellata	0	~ 0.7 May		
	Cyanophyta	0	~ 5.8 May		
	Bacillariophyta	0.5	Dec. ~ 6.6 July		
	Chlorophyta	0	~ 0.8 Sept.		
B	Total	0.6	Mar. ~ 29.4 Aug.	} June <i>Micractinium p.</i> 36 Aug. <i>Pediastrum b.</i> 91	
	Flagellata	0	~ 0.3 June		
	Cyanophyta	0	~ 1.8 July		
	Bacillariophyta	0.3	Apr. ~ 4.9 Sept.		
	Chlorophyta	0.02	Mar. ~ 27.1 Aug.		
C	Total	1.9	Aug. ~ 56.5 Aug.	} June <i>Anabaena f.</i> 92 Aug. <i>Monas group.</i> 74	
	Flagellata	0	~ 41.6 Aug.		
	Cyanophyta	0	~ 20.0 July		
	Bacillariophyta	0.2	June ~ 5.5 Apr.		
	Chlorophyta	0.02	Jan. ~ 7.0 Aug.		
D	Total	0.3	Feb. ~ 46.0 May	} May <i>Anabaena f.</i> 83 Aug. <i>Microcystis a.</i> 40	
	Flagellata	0	~ 0.9 Aug.		
	Cyanophyta	0	~ 44.9 May		
	Bacillariophyta	0.2	Dec. ~ 6.2 Sept.		
	Chlorophyta	0.005	Feb. ~ 3.1 Aug.		
E	Total	0.5	Mar. ~ 88.7 July	} May <i>Micractinium p.</i> 50 July <i>Microcystis a.</i> 84-99 Aug.	
	Flagellata	0	~ 0.7 Feb.		
	Cyanophyta	0.005	Mar. ~ 88.0 July		
	Bacillariophyta	0.05	May ~ 5.3 Dec.		
	Chlorophyta	0.4	Mar. ~ 11.0 June		

群が常に優占し、最盛期における植物プランクトン個体数では、倉茂（1932）の測定した当時のその1.5~4倍に達するほどであり、濠の富栄養化が一層進んできたことを示している。

生体量よりみた場合

全種属を合計した生体量の年間における変動巾の最も大きい濠は、C濠の $(1.3\sim 101.1)\times 10^3\text{ml}/\text{m}^3$ で、細胞数で最大の濠(E濠)とは異なる。各濠の最高値を比べると $C>A>B>E>D$ 順となりこれも細胞数の順位と異なる。また $10^3\text{ml}/\text{m}^3$ 以上を示す月がほとんどであるが、3、4月および1、12月にはそれ以下となる濠が多い。

ベン毛藻の最高値はC濠で極端に高い $104.2\times 10^3\text{ml}/\text{m}^3$ （8月）がえられるが、他の濠ははるかに低く濠間の差は少ない。しかし細胞容積が比較的大きいので、細胞数の場合より目立つ。すなわち、 $10^3\text{ml}/\text{m}^3$ 以上を示す月は、2月のE濠、4~5月のA、B、E濠、8~9月のD濠である。ラン藻ではE濠が著しく大きく、A、B濠は小さく、 $E>D>C>A\approx B$ の順位がつけられる。 $10^3\text{ml}/\text{m}^3$ 以

表5.1.5 各濠の植物プランクトン生体量の年間変動巾と極大期の優占種

Table 5.1.5 Annual ranges of phytoplankton biomass (volume), and dominant species in the time of its maximum abundance in each moat.

Moat		Annual range of biomass (volume) $\times 10^3$ ml/m ³		Dominant species in the time of maximum abundance		
		Min.	Max.	Dominant species	%	
A	Total	0.6	Apr. ~ 18.2	June	<i>Synedra u.</i>	98
	Flagellata	0	~ 2.0			
	Cyanophyta	0	~ 0.06			
	Bacillariophyta	0.6	Apr. ~ 18.1			
	Chlorophyta	0	~ 0.2			
B	Total	0.4	Mar. ~ 15.0	Feb.	<i>Cyclotella k.</i>	98
	Flagellata	0	~ 4.6			
	Cyanophyta	0	~ 0.05			
	Bacillariophyta	0.3	Mar. ~ 14.9			
	Chlorophyta	0.001	Mar. ~ 5.8			
C	Total	1.3	Jan. ~ 109.1	Apr.	<i>Cyclotella k.</i>	37
	Flagellata	0	~ 104.2			
	Cyanophyta	0	~ 2.9			
	Bacillariophyta	0.6	June ~ 3.5			
	Chlorophyta	0.006	Jan. ~ 1.5			
D	Total	0.5	Dec. ~ 9.5	June	<i>Synedra u.</i>	84
	Flagellata	0	~ 2.7			
	Cyanophyta	0	~ 4.3			
	Bacillariophyta	0.3	Dec. ~ 8.2			
	Chlorophyta	0.001	Feb. ~ 5.8			
E	Total	0.2	Mar. ~ 13.1	Feb.	<i>Mallomonas f.</i>	86
	Flagellata	0	~ 2.3			
	Cyanophyta	0.001	Feb. ~ 12.3			
	Bacillariophyta	0.003	May ~ 2.6			
	Chlorophyta	0.04	Mar. ~ 2.3			
	Total	0.2	Mar. ~ 13.1	July-Sept.	<i>Microcystis a.</i>	90-99
	Flagellata	0	~ 2.3			
	Cyanophyta	0.001	Feb. ~ 12.3			
	Bacillariophyta	0.003	May ~ 2.6			
	Chlorophyta	0.04	Mar. ~ 2.3			

上の値の月は、C、D濠は5~6月、E濠は6~9月で、他の濠はない。珪藻の各濠の最大値は(2.6~18.1) $\times 10^3$ ml/m³の範囲におさまり、順位はA>B>D>C>E濠でラン藻のそれとほぼ逆の順位を示す。10³ ml/m³以上の月はベン毛藻やラン藻の衰微する3月に相当する。緑藻の各濠における最大値の範囲は(0.2~5.8) $\times 10^3$ ml/m³がえられ、BとDの濠は他より多く、順位ではB>D>E>C>A濠となる。10³ ml/m³を超過するのはB濠が6~9月で長期間続くが、CとD濠は盛夏のみ、E濠は5~6月のみで短い。

季節増減の変化で比較的目標立つ極大期は、冬季または早春(2月、4月)、6月及び盛夏のいずれかまたは全てにおこる濠とがあり、A、B、Dの濠での優占種をみると、珪藻または緑藻であるのに対し、CおよびE濠ではラン藻またはベン毛藻が高い百分率を示す。

以上の結果を細胞数のそれらと比べると、大型細胞であるベン毛藻や *Synedra u.* が生体量で著しく優占度を増し、それが細胞数における年間変動巾、増大期間および極大期やその時期の優占種の相異となって表わされる。例えば *Phormidium* や *Micractinium* の細胞数優占種に代って、*Synedra* お

よび *Mallomonas* が生体量優占種としてクローズ・アップされることなどである。

5-1-4. 水平分布

図3.1に見るように、濠の形態は細長くて曲っているものが多いので、継続観測をするための代表的な測定地点を選定する必要がある。それ故A、B、C、Dの濠では二つの地点、E濠では六つの地点で採集を行い、植物プランクトンの水平的な組成および密度分布調査を10月に行った。その後更に11月と12月にD濠とE濠でそれぞれ二つおよび三つの地点で同時採集し、1月にはA、B、C、Eの濠で解氷地点と結氷地点における採集を行い、組成と分布密度を比較した。それらの結果は表5.1.6に示してある。10月の結果を見ると、A濠のSt.2の地点は湧水の近くにあつて、St.1の地点と違い緑藻とベン毛藻がえられていないが、珪藻の種類組成はほぼ同様であり、細胞数も $(5\sim 9)\times 10^3$ cells/mlでほとんど差がない。Bの濠のSt.2地点は、流入水直下であるが組成も細胞数も全くと言ってよいほど一致している。C濠のSt.1地点は流出点に近く、St.2の地点は湧水附近であり、D濠のSt.1とSt.2の地点は前者が湧水、後者が流出地点の近くに存在しているが、地点による見るべき相異は組成においても、細胞数においても認められない。E濠のSt.1およびSt.2の地点は、流入下水の影響が直接ある場所であり、St.3地点は城の北の日当りの良くない場所、St.4、St.5の両地点は流出口の附近であり、St.6地点はこの濠の最深部である。以上の如く各種の条件の違いはあるが、種類組成はほぼ同様、全細胞数も $(2\sim 7)\times 10^3$ cells/mlでSt.3の地点は少ないが他の地点は大差はない。同様な結果は11月、12月のD、E濠においても認められる。1月の解氷地点と結氷地点の相異はいずれの濠にも判然とした差は見られない。

次に10月に測定されたクロロフィルaの量およびセストン量からみた水平分布を示すと表5.1.8の下の如くである。

この結果からもE濠のSt.3地点におけるセストンが少ないほかは、著しい差があるとは言えない。

以上からすると、これら濠の形態が比較的複雑であるにもかかわらず、プランクトンの種類組成においても分布密度においてもほぼ均等に分布していると言えよう。しかし *Microcystis* のような水表面分布種は風に吹きよせられるので、吹き溜りとなった地点は濃密に分布する。例えば3月、E濠のSt.3では *Microcystis* が 14×10^4 cells/mlもの多くが数えられたのに他の五つの地点で殆んど観察できなかった。

5-1-5. クロロフィル量とセストン量

年間に測定されたクロロフィルa量の季節変動を各濠毎に示すと、表5.1.7と図5.1.6のようである。これらから各濠の変動巾をまとめると表5.1.8の如くなる。

すなわち各濠の最高値は $128\sim 424$ mg/m³の範囲にあつて、A濠は最も変動巾が狭く起伏が少なく、E濠が最も大きい。全般的にみてすべての濠のクロロフィル量の季節増減のピークは、植物プランクトン生体量のピーク(表5.1.5)とほとんど一致する。A濠の6月のピークは目立たないが、生体量のそれと全く合致し、E濠における生体量の2月のピークは、クロロフィル量の場合にはみられないが、これは優占種が *Mallomonas* であるためクロロフィル含量の少ないことから生じたものであろう。流入下水のクロロフィル量は濠に比べ極めて少ない。

皇居の濠のクロロフィル量の季節変化(山崎・松本、1975)では、最高を5月に示す濠と8月に示す濠があり、その値は $45\sim 175$ mg/m³であるが、松本城の濠群の最高値の範囲の $128\sim 424$ mg/m³に比べると低い値である。

セストン量の季節増減は表5.1.8と図5.1.7のようで、年間の各濠における最大と最小の値は表5.1.8に示す如くである。

各濠の最大値は $52\sim 132$ g/m³の範囲でえられた。

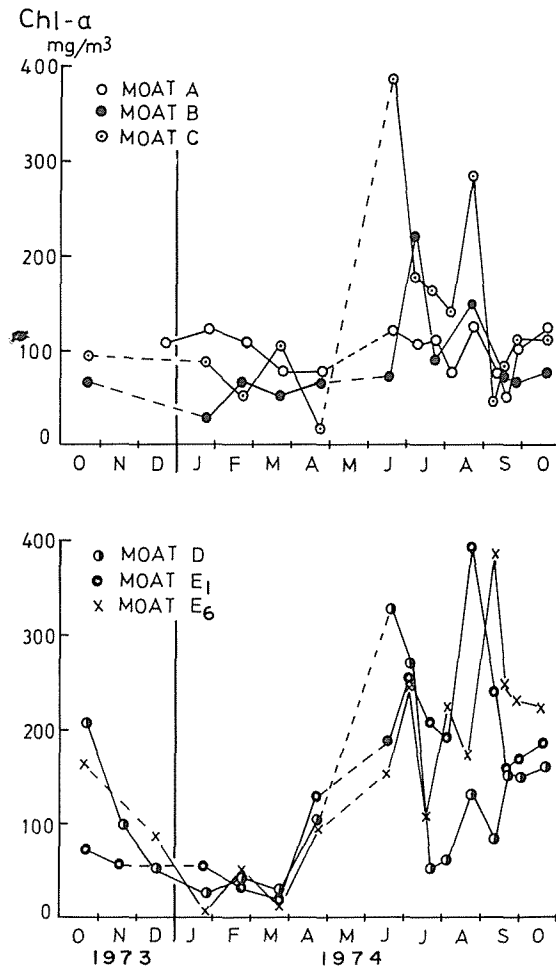


図5.1.6 各濠のクロロフィル a 量の季節変化

Fig. 5.1.6 Seasonal changes in chlorophyll-a content in each moat.

クロロフィル量と異なり、変動巾の最小はB濠であるが、最大は同様にE濠である。植物プランクトンの生体量のピークと対比すると、A濠ではセストンは2月、6月、7月の3回みられ、そのうちの6月だけが生体量のそれと合致する。他の濠はすべて両者の山がクロロフィル量の場合より一層よく一致し、E濠のクロロフィル量で見られなかったピークもセストン量では明確に表わされている。以上よりすれば植物プランクトンの増減の起伏は、クロロフィル量のそれよりセストン量の方が相いた傾向を示す。

表5.1.6 各濠の植物プランクトンの水平分布

Table 5.1.6 Horizontal distribution of phytoplankton in each moat.

Date		1973. 10. 21										1973. 11. 19					12. 17						1974. 1. 28												
Moat		A		B		C		D		E						D		E			A		B		C		E								
Station		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	1	3	5	1	2	1	2	6	1	1	1	1	2	1	3	6		
Flag.	<i>Mallomonas fastigata</i>																																		
	<i>Englena</i> sp.	##		##	##	+	+	##	##	+						+	+				+														
Cyanophyta	<i>Microcystis aeruginosa</i>			##	##			##		##	##	##	##	##	##			##	##	##			##												
	<i>Merismopedia elegans</i>									##																									
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>			##	##					##	##	##		##	##			##	##																
	<i>Oscillatoria tenuis</i>			##								##					##	##																	
	<i>Phormidium</i> sp.															##	##							##	##										
	<i>Anabaena flos-aquae</i>			##								##			##	##																			
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>			##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	
	<i>C. meneghiniana</i>							##										##	##	##															
	<i>Fragilaria construens</i>											##	##	##	##		##	##																	
	<i>Synedra ulna</i>			+	+		+	+	##	##			+				+	+																	
	<i>S. acus</i>	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	
	<i>Cocconeis placentula</i>			+	+	+	##				+						+					+	+	+	+	+	+	+	##	##	##	##	##	##	
	<i>Pinnularia gibba</i>			+	+			+	+								+	+																	
	<i>Rhoicosphaenia curvata</i>								+																										
	<i>Navicula</i> spp.	##		+	+		+										+	##				+						##	+						
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	##		+	+			+	+	+							+	+																	
	<i>Cymbella turgida</i>		+			+		##									+	+																	
	<i>Epithemia sorex</i>					+	##	##	##					+			##	##																	
	<i>Nitzschia acicularis</i>																					##	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	
	<i>N. palca</i>							+	+			+	+	##	##	##	##	##	+			##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	
	<i>N. hungarica</i>	+	+	+	+	+																##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	
	<i>Achnanthes</i> sp.														+																				
<i>Cyatopleura</i> sp.		+																																	
<i>Sirivella robusta</i>																											+	+							
Chlorophyta	<i>Pediastrum simplex</i>			##	##	##	##	##	##				##	##	##			##																	
	<i>P. duplex</i>																																		
	<i>Golenkinia radiata</i>			+	+						##	##	##	##	##	##			##	##	##								+						
	<i>Micractinium pusillum</i>			##	##	##	##	##									##	##	##																
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>					##	##	##			##	##	##	##	##	##																			
	<i>Chodatella quadriseta</i>														+																				
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			##	##	##			##	##							##	##	##	##	##														
	<i>Actinastrum hantzschii</i>			##	##	##	##	##									+	+				##													
	<i>Chlorella vulgaris</i>																																		
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	##		##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	
	<i>S. dimorphus</i>			##	##	##	##	##	##								##	##	##	##	##														
	<i>Urothrix</i> sp.																																		
<i>Closterium</i> sp.																																			
<i>Staurastrum</i> sp.			+	+	+		+									+																			
Note																																			

cells/ml + < 10, # 10 ~ 10², ## 10² ~ 10³, ### 10³ ~ 10⁴, #### > 10⁴

I.C..... 1cc cover

表5.1.7 各濠のクロロフィルの量およびセストン量の季節変化。

Table 5.1.7 Seasonal changes in amount of chlorophyll-a and seston in each moat.

	Moat	1973			1974																		
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V		VI			VII			VIII			IX			X
		21	18	17	28	24	25	25	20	21	4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21
Chlorophyll-a mg/m ³	A	-	-	103.9	123.3	107.5	76.1	76.6	-	-	-	128.7	114.7	104.7	87.6	110.2	72.5	92.0	121.3	72.7	55.0	102.0	122.7
	B	63.1	-	-	28.1	61.7	52.7	64.8	-	-	-	69.3	100.4	219.1	-	85.5	73.6	131.3	157.0	52.0	69.5	61.0	74.8
	C	90.6	-	-	82.2	51.9	108.7	17.4	-	-	-	381.4	274.3	176.3	-	160.2	139.8	303.6	258.9	46.7	79.0	103.8	112.9
	D	204.1	95.2	50.1	23.8	41.1	28.4	106.5	-	-	-	328.7	382.4	272.8	82.5	49.1	60.2	119.1	133.6	81.9	151.8	148.6	159.2
	E ₁	74.5	58.6	-	56.6	36.8	19.4	129.3	-	-	-	191.2	322.4	257.9	126.7	204.5	92.4	424.2	387.4	240.7	156.5	173.5	181.4
	E ₆	159.9	-	83.4	4.0	40.9	13.1	102.0	-	-	-	156.6	214.3	250.1	183.7	106.6	126.6	173.3	-	293.3	148.8	129.9	120.2
	I.D.	3.2	1.5	2.2	5.7	6.9	2.7	6.1	-	-	-	10.0	-	4.5	1.5	0	0	2.9	0	0	1.4	0.9	0
Seston g/m ³	A	-	-	23.5	33.0	43.0	22.5	-	21.5	25.5	27.5	38.5	31.5	27.8	25.8	62.3	24.0	23.5	26.5	11.5	17.5	15.3	25.0
	B	-	-	21.0	14.5	30.5	10.0	-	24.0	31.5	33.0	34.0	31.0	49.0	15.5	52.0	23.5	36.5	46.0	26.5	23.5	14.0	28.5
	C	-	-	22.5	27.0	46.0	27.5	-	41.0	41.5	71.0	72.5	59.5	-	63.5	47.0	43.0	112.0	98.0	34.3	39.0	34.3	53.0
	D	-	-	19.5	16.0	27.5	35.5	-	63.0	42.5	54.5	76.0	97.5	52.5	24.0	25.0	29.0	40.0	42.0	-	38.5	-	41.3
	E ₁	-	-	13.5	10.5	36.0	9.5	-	24.0	20.0	22.5	120.5	54.0	34.8	81.0	63.0	23.0	108.0	130.0	92.0	62.0	39.3	59.5
	E ₆	-	-	33.0	38.0	28.5	11.0	-	-	37.0	60.5	51.5	55.0	59.3	89.5	77.0	60.0	126.0	132.0	-	56.0	23.0	57.0
	I.D.	-	-	32.0	68.5	28.5	14.5	-	27.5	19.0	6.0	18.0	110.0	20.0	2.0	1.0	11.5	23.5	4.5	-	9.0	92.0	1.5

I.D.Inflowing drainage

表5.1.8 各濠のクロロフィル a 量およびセストン量の年間の変動巾と水平分布 (1973年10月)

Table 5.1.8 Annual ranges of chlorophyll-a and seston amount in each moat from 1973 to 1974. Those horizontal distributions were observed in Oct. 1973.

Moat	A	B	C	D	E ₁	E ₆	Drainage			
Chl.-a mg/m ³	min. 55.0 Sept.	28.1 Feb.	17.4 Apr.	23.8 Jan.	19.4 Jan.	13.1 Jan.	0			
	max. 128.7 June	219.1 July	381.4 June	382.4 June	424.2 Aug.	293.3 Sept.	10.0 June			
Seston g/m ³	min. 11.5 Sept.	10.0 Mar.	22.5 Dec.	16.0 Jan.	9.5 Mar.	11.0 Mar.	1.0 July			
	max. 62.3 July	52.0 July	112.0 Aug.	97.5 June	130.0 Aug.	132.0 Aug.	110.0 June			
Moat and station	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
Chl.-a mg/m ³	85.9	90.6	204.1	95.5	74.5	134.5	74.2	153.7	158.2	159.9
Seston g/m ³	23.0	22.5	19.5	35.0	13.5	13.5	2.5	—	15.0	33.0

5-1-6. 現存量

植物プランクトンの重量の算出には生体容量に0.05を乗じ、またクロロフィル a 量を100倍したものを乾重量とした。これらの結果から各濠の現存量を算出し、セストン量のそれと共に比較した。

生体容量より算出の現存量

単位容積当りの植物プランクトン重量の季節変化を、各濠について示したのが表5.1.9と図5.1.8である。今これらの図表から各濠の年間の変動巾をみると表5.1.10の如くである。

この表によれば、各濠の最大値の範囲は47~129g /m³であり、変動巾の大きなものから小さなものと並べるとC>A>B>E>Dの順序となるが、表5.1.8に示すセストン量と表5.1.9にみる植物プランクトン重量の数値を対比するとき、後者が前者を上廻る値がいくつかの濠で見られる。すなわちA濠では6月4日と17日、B濠では2月と6月4日および9月13日、C濠では8月23日、D濠では8月3日がこれにあたる。この様なことは実際にはありえないので、これは明らかに植物プランクトンの細胞容積量がその種の場合過大に見積られたか、或は計数上の誤差によるものと考えられる。

それでこれらの値を補正すると年間の平

SESTON

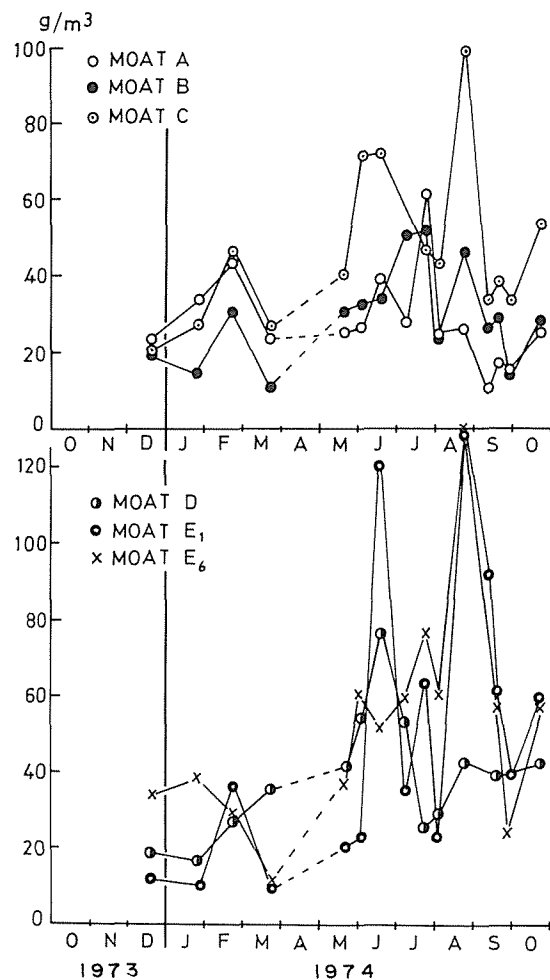


図5.1.7 各濠のセストン量の季節変化

Fig. 5.1.7 Seasonal changes in seston amount in each moat.

表5.1.9 各濠の植物プランクトンの現存量の季節変化。

Table 5.1.9 Seasonal changes in standing crop (dry weight g/m³) of phytoplankton in each moat.

		1973				1974																							
		Moat	X	XI	XII	I	II	III	IV		V		VI		VII			VIII			IX			X	XI	XII			
			21	18	17	28	24	25	7	25	20	21	4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21	13	29	16	
Standing crop d. w. g/ m ³	Calculation from eel volume	A	14.7	-	9.4	8.3	8.3	8.7	12.1	2.9	-	18.8	59.3	90.9	-	8.9	-	19.3	10.6	-	7.6	10.7	-	7.3	10.1	9.1	11.2	4.0	
	B	8.0	-	16.4	7.3	74.8	2.1	25.3	5.5	-	10.4	64.8	21.5	-	11.7		29.0	21.7	-	48.3	43.7	-	13.8	17.5	13.3	5.9	6.5		
	C	10.8	-	17.2	6.2	9.8	11.0	26.4	8.5	-	6.9	20.1	19.0	-	10.4	-	15.3	5.8	-	129.6	20.1	-	18.9	17.5	19.9	16.8	21.7		
	D	14.5	4.3	13.6	4.9	7.2	9.2	7.7	8.9	-	31.4	43.4	47.2	-	5.6	-	10.5	47.6	-	33.6	14.2	-	22.1	8.1	16.1	9.0	2.4		
	E ₁	3.9	3.2	6.5	0.3	37.2	0.4	7.1	8.6	-	25.4	15.3	21.6	-	16.5	-	56.4	44.8	-	61.7	15.3	-	9.8	15.1	8.6	7.2	-		
	E ₆	5.0	8.3	6.4	4.5	15.0	0.8	5.4	7.0	-	10.2	13.3	12.4	-	14.8	-	62.2	37.0	-	60.5	41.0	-	15.5	17.1	11.9	9.4	14.2		
	I.D.	0.7	-	-	-	0.7	2.4	-	0.4	-	0.9	0.2	-	-	0.2	-	0.4	0.1	-	-	0.07	-	0.03	0.07	-	-	-		
	Calculation from chlorophyll content	A	-	-	10.4	12.3	10.8	7.6	-	7.7	-	-	12.9	11.5	10.5	8.8	11.0	7.3	9.2	12.1	7.3	5.5	10.2	12.3	-	-	-		
	B	6.3	-	-	2.8	6.2	5.3	-	6.5	-	-	6.9	10.0	21.9	-	8.6	7.4	13.1	15.7	5.2	7.0	6.1	7.5	-	-	-			
	C	9.1	-	-	8.2	5.2	10.9	-	1.7	-	-	38.1	27.4	17.6	-	16.0	14.0	30.4	25.9	4.7	7.9	10.4	11.3	-	-	-			
D	20.4	9.5	5.0	2.4	4.1	2.8	-	10.7	-	-	32.9	38.2	27.3	8.3	4.9	6.0	11.9	13.4	8.2	15.2	14.9	15.9	-	-	-				
E ₁	7.5	5.9	-	5.7	3.7	1.9	-	12.9	-	-	19.1	32.2	25.8	12.7	20.5	9.2	42.4	38.7	24.1	15.7	17.4	18.1	-	-	-				
E ₆	16.0	-	8.3	0.4	4.1	1.3	-	10.2	-	-	15.7	21.4	25.0	18.4	10.7	12.7	17.3	-	29.3	14.9	13.0	12.0	-	-	-				
I.D.	0.3	0.2	0.2	0.6	0.7	0.3	-	0.6	-	-	1.0	-	0.5	0.2	0	0	0.3	0	0	0.1	0.1	0	-	-	-				

I. D.Inflowing drainage

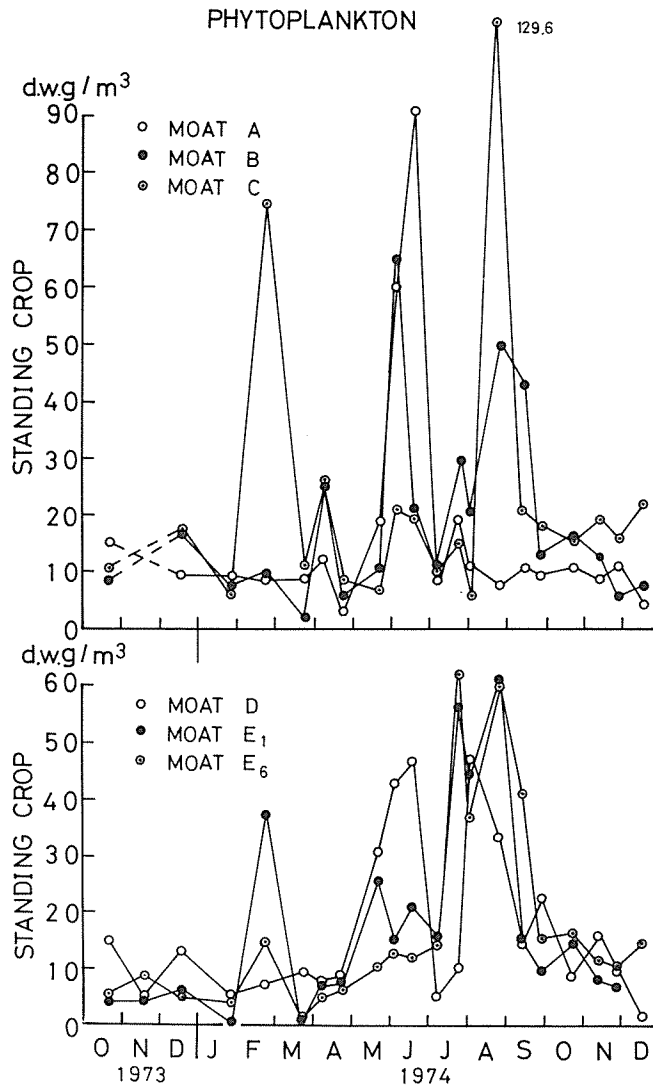


図5.1.8 各濠の植物プランクトン生体量より算出の現存量(乾量)の季節変化

Fig. 5.1.8 Seasonal changes in standing crop(dry weight g/m³) of phytoplankton calculated from cell volume in each moat.

均値は10.9~18.0 g / m³ の範囲で、順位はE > C > D > B > Aの濠となる。

クロロフィル量より算出の現存量

表5.1.7の各濠のクロロフィルa量の季節変化の数値を用いて、上記の計算を行って植物プランクトン重量として表わしたのが表5.1.9の下端である。この表により各濠の最大値と最小値をみると、表5.1.10のようである。

この表の最大値で濠の現存量と比べると、その範囲は12~42 g / m³ で、E > D ≧ C > B > A 濠の順になる。しかし年間の月平均で比較すると範囲は7.8~13.6 g / m³ で順位はC > E > D > A > Bとなり、またセストン量のそれは26.0~45.7 g / m³ でC ≧ E > D > A > Bの順である。そして生体量が

表5.1.10 各濠の植物プランクトン現存量（乾量）の年間変動巾および年平均。

Table 5.1.10 Annual ranges in standing crop (dry weight) of Phytoplankton and its annual mean in each moat from 1973 to 1974.

Moat			A	B	C	D	E ₁	E ₂
Standing crop of phytoplankton g/m ³	Calculated from cell volume	Min.	2.9 Apr.	2.1 Mar.	5.8 Aug.	2.4 Dec.	0.3 Jan.	0.8 Jan.
		Max.	90.9 May	74.8 Feb.	129.6 Aug.	47.2 June.	61.7 Aug.	56.4 July
		Mean Ratio	10.9 1	13.9 1.3	16.3 1.5	14.9 1.4	18.0 1.7	
	Calculated from chlorophyll content	Min.	5.5 Sept.	2.8 Jan.	1.7 Apr.	2.4 Jan.	1.9 Mar.	0.4 Jan.
		Max.	12.9 June	21.9 July	38.1 June	38.2 June	42.4 Aug.	29.3 Sept.
		Mean Ratio	8.9 1	7.8 0.9	13.6 1.5	11.3 1.3	12.8 1.4	
Seston g/m ³	Mean Ratio	28.1 1	26.0 0.9	45.7 1.6	37.8 1.3	45.4 1.6		

らとクロロフィル量からの植物プランクトン重量およびセストン量における、各濠の間の年間の月平均値の比は、およそ A : B : C : D : E = 1 : 1 : 1.5 : 1.3 : 1.6 となる。

なお、生体量よりの現存量は、クロロフィル量よりのそれと同等または約1.3倍であり、セストン量の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ である。全般的にみて植物プランクトンの各濠の現存量の順位は、E > C > D > B > A の如く配列されよう。

濠全容積中の現存量

表5.1.9 および図5.1.7 に示す単位体積当りの植物プランクトン現存量およびセストン量へ、各濠の容積量を乗じて濠全体の現存量を算出した結果は、表5.1.11 に示した。この表から年間の最大、最小の両値を求めると表5.1.12 のようである。

各濠の容積量の比をみると、A と B の濠はほぼ同等であり、C 濠は A 濠の約2倍、D は A の約2.5倍、E は A の約10倍である。次に、濠全体の現存量を最大値でくらべると、各濠の値は生体量よりのものは71~627kg、クロロフィル a 量よりのものは12~397kg、セストン量は49~1345kg の範囲を示し、A 濠の値を1としてその比を見ると、A : B : C : D : E は、生体量は1 : 0.8 : 0.5 : 1.3 : 7.2、クロロフィル量は1 : 1.7 : 6.0 : 7.4 : 32.0、セストン量では1 : 0.8 : 3.7 : 3.9 : 22.4 となる。すなわち最大値で示した各種現存量の濠の比は著しく差がある。それ故上記の年間の月の現存量の平均から、各濠の全体の現存量を算出し、比を求めると表5.1.12 の如くなる。

この表によれば、各濠において生体量よりのものは10.5~184.9kg、クロロフィル a 量よりのものは7.4~131.5kg、セストン量は24.8~466.4kg の範囲であり、各現存量共 A と B の濠は同等であり、C と D は A、B の約3倍、E は約16倍であることを示し、ほぼ類似の比率がえられた。

表5.1.11 各濠の全容積中の植物プランクトンとセストンの現存量（乾量kg）の季節変化。

Table 5.1.11 Seasonal changes in whole standing crop (dry weight kg) of phytoplankton in each moat.

Standing Crop (kg) in whole moat	Moat	1973			1974																							
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI			VII			VIII			IX			X	XI		XII			
		21	19	17	28	24	25	7	25	20	21	4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21	13	29	16	
Calculated from cell volume	A	142	-	91	80	80	83	117	28	-	181	571	876	-	86	-	186	102	-	73	103	-	70	97	98	107	39	
	B	76	-	156	70	71.4	20	241	52	-	99	618	205	-	112	-	277	207	-	46.1	417	-	132	16.7	127	5.6	6.2	
	C	212	-	338	122	192	216	518	167	-	136	395	373	-	20.4	-	300	114	-	2545	395	-	371	34.4	391	33.0	42.6	
	D	34.8	10.3	327	11.8	173	221	185	214	-	75.4	104.2	113.4	-	135	-	25.2	114.3	-	807	34.1	-	53.1	19.5	38.7	21.6	5.8	
	E	45.7	59.1	66.3	24.7	268.2	61	642	801	-	182.9	146.9	174.7	-	160.8	-	60.92	420.2	-	627.7	28.92	-	123.0	165.4	105.3	85.3	145.9	
Calculated from chlorophyll content	A	-	-	100	119	104	73	-	74	-	-	-	124	11.1	101	85	106	70	89	117	70	53	98	11.9	-	-	-	
	B	6.0	-	-	27	59	51	-	62	-	-	-	6.6	95	209	-	82	71	125	150	50	67	58	72	-	-	-	
	C	17.9	-	-	16.1	102	21.4	-	33	-	-	-	74.8	538	346	-	31.4	27.5	597	509	92	15.5	20.4	22.2	-	-	-	
	D	49.0	22.8	120	5.8	98	6.7	-	25.7	-	-	-	79.0	91.8	65.6	199	11.8	14.4	28.6	32.2	19.7	36.5	35.8	38.2	-	-	-	
	E	120.0	60.6	85.2	31.3	40.1	16.4	-	118.7	-	-	-	178.8	275.3	261.0	159.8	160.2	112.5	306.7	397.6	274.3	157.2	156.2	154.6	-	-	-	
Seston	A	-	-	227	31.8	41.5	21.7	-	-	20.7	24.6	26.5	37.1	30.4	26.8	24.9	60.1	23.1	22.7	25.5	11.1	16.9	14.7	24.1	-	-	-	
	B	-	-	200	138	291	95	-	-	22.9	30.1	31.5	32.4	29.6	46.7	14.8	49.6	22.4	34.8	43.9	25.3	22.4	13.4	27.2	-	-	-	
	C	-	-	442	53.0	90.3	54.0	-	-	80.5	81.5	139.4	142.4	116.9	-	124.7	92.3	84.5	219.9	192.5	67.4	76.6	67.4	104.1	-	-	-	
	D	-	-	468	38.4	66.1	85.3	-	-	151.3	102.1	130.9	182.6	234.2	126.1	57.6	60.1	69.6	96.1	100.9	-	92.5	-	99.2	-	-	-	
	E	-	-	238.9	249.1	331.3	105.3	-	-	246.6	292.8	426.4	883.6	559.9	483.4	875.9	719.2	426.4	1202.1	1345.9	945.2	606.2	320.0	598.5	-	-	-	

表5.1.12 各濠の全容積中の植物プランクトンとセストン現存量（乾量kg）の年間変動巾および年平均（1974年）。

Table 5.1.12 Annual ranges of standing crop (dry weight kg) of phytoplankton, and its annual mean in each whole moat from 1973 to 1974.

Moat			A	B	C	D	E
Standing crop (d. w. kg) of phytoplankton in whole moat	Calculated from cell volume	Min.	2.8 Mar.	2.0 Mar.	11.4 Aug.	5.8 Dec.	6.1 Mar.
		Max.	87.6 June	71.4 Feb.	99.5 June	113.4 June	627.7 Aug.
		Mean	10.5	13.3	32.0	35.8	184.9
		Ratio	1	1.2	3.0	3.4	17.6
	Calculated from chlorophyll content	Min.	5.3 Sept.	2.7 Jan.	3.3 Apr.	5.8 Jan.	16.4 Mar.
		Max.	12.4 June	20.9 July	74.8 June	91.8 June	397.6 Aug.
		Mean	8.6	7.4	26.7	27.1	131.5
		Ratio	1	0.9	3.1	3.2	15.3
Seston (kg) in whole moat		Min.	11.1 Sept.	9.5 Mar.	53.0 Jan.	38.4 Jan.	105.3 Mar.
		Max.	60.1 July	49.6 July	129.9 Aug.	234.2 June	1345.9 Aug.
		Mean.	27.0	24.8	89.8	90.8	466.4
		Ratio	1	0.7	3.3	3.4	17.3

5-2. 動物プランクトン

5-2-1. 種属数

各濠の年間出現種数は、表5.2.1. a～f に示すように最も多いのはD濠の35種、最も少ないのはE濠の28種であり、D濠では他の濠に比べ甲殻類の種数が多い。次に種属数の季節変化を全種属と原虫類、ワムシ類、甲殻類およびその他のグループ別にして表わすと図5.2.1の如くである。すなわち全種数でみると春秋2回のピークはすべての濠に出現し、A、C、E₁の濠では更に盛夏のピークが加わる。そして各濠の月の最大種数は10～15種の範囲内にみられ、D濠は最多、B濠は最少である。今各グループ別に最多種数とその出現の月をみると表5.2.2の如くである。

この表と図5.2.1によって各濠を比較すると、ワムシ類は各濠で最も種類数が多く、最多種数の範囲は8～10種でE濠が最大であり、冬を除く季節で年1回または2回の最多の月がある。原虫類も甲殻類も種類数は少ないので、季節の変化は判然としないが、枝角類が極めて少ないことは特筆すべきことで、B濠では全くえられていない。全般的に言ってD濠は甲殻類が他の濠のそれより多く、E濠は原虫類と甲殻類が他の濠より少ない。

須甲（1938）は松本城の濠における動物プランクトンの季節消長で、原生動物20種、ワムシ類16種、枝角類14種、橈脚類2種の計52種を記録している。本研究の結果では原生動物が5種で須甲のそれに比べ著しく少ないが、それは本研究ではベン毛藻類は全て植物プランクトンへ入れて除外したことと、同定できなかった種属をHolotrichidaとして一括したためである。この約40年以前の動物プランクトン相を現在と比べると、ワムシ類の種属が増えた反面枝角類の種属が3種と激減していることが目立つ。

皇居の濠（山崎・松本1975）では、ワムシが13種、枝角類が3種、橈脚類が2種、ベン毛藻類を含む原生動物11種類が年間の観察から記載されているが、そのほとんどの種属が本研究の濠の動物プランクトンの種属と共通するものであり、また枝角類が極く少数種属しか発見されていないなど、松本城の濠と非常に類似点が多い。

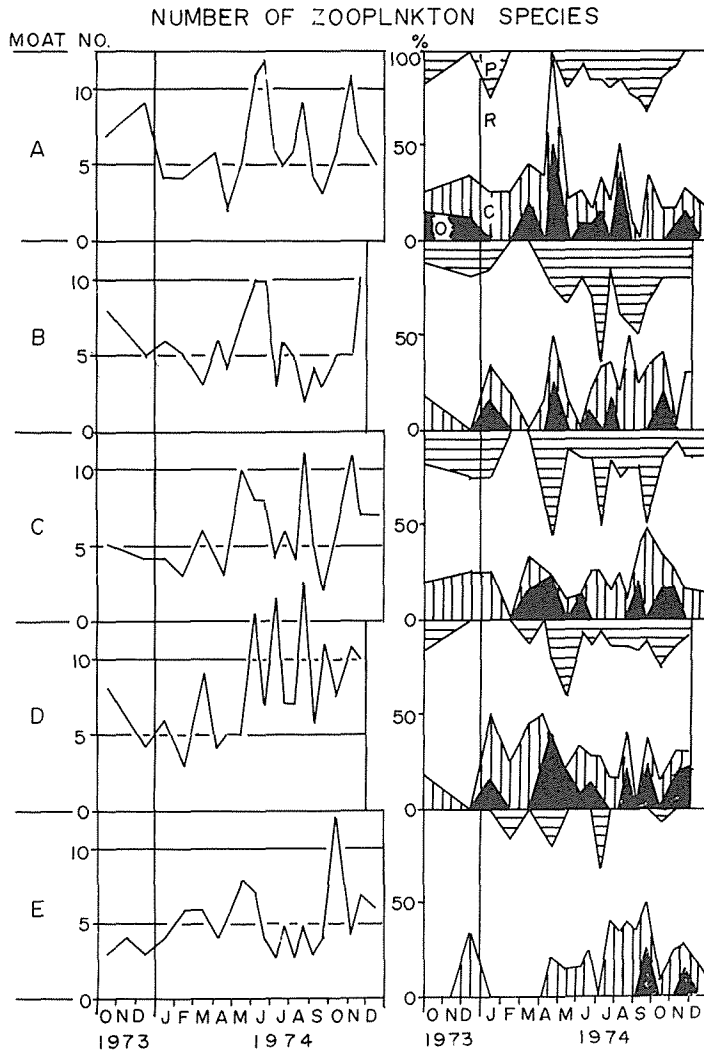


図5.2.1 各濠の動物プランクトン種属数と4動物グループ種属数の百分率の季節変化

P…原生動物, R…ワムシ類, C…甲殻類, O…その他

Fig. 5.2.1 Seasonal variations in total number of zooplankton species and in percent abundance of species number of four animal groups in each moat.

P…Protozoa, R…Rotatoria, C…Crustaceae, O…Others

表5.2.1.a~f 各濠の動物プランクトン個体数と重量の季節変化

Table 5.2.1.a~f Seasonal changes in individual number and biomass (dry weight) of zooplankton in each moat.

表5.2.1.a. A濠の動物プランクトンの季節遷移

Table 5.2.1.a Seasonal succession of zooplankton in Moat A.

Moat A		inds./ℓ																mg/m ³																							
		'78		1 9 7 8														'73		1 9 7 4																					
		X	M	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	X	M	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII										
		21	17	28	25	25	7	25	21	4	17	8	23	3	23	13	30	21	13	29	16	21	17	28	25	25	7	25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
Protozoa	<i>Arcella vulgaris</i>			+					+	##		##	##	+	+	+	+							+	+	+	+	##	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
	<i>Centropusis acrata</i>			+										+	+													+	+												
	Holotrichida											##												##																	
	<i>Vorticella</i> sp.											+												+																	
Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>					##		##		##		+	+			+	+			##		##		##		##	+				+	##	+	+	+	+	##				
	<i>Conochilus hippocrepis</i>									##																															
	<i>Synchaeta stylata</i>			##	+												##	##	##	##			##	+										##	##	##	##				
	<i>Polyarthra trigla</i>								+	+					+	+	##	##	##						##	##	##		+		+	##	##	##	##						
	<i>Trichocerca capucina</i>				+				##	##	+			+							+			##	##	+			+												
	<i>Asplanchna priodonta</i>											+												##																	
	<i>Brachionus calyciflorus</i>			##	##	##	##	##	##	##	##	##	+	##	##	##	##	##			##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##			
	<i>B. dimidiatus</i>									##				##										##				##													
	<i>B. quadridentatus</i>							##			+	+		+			+					##		##	+		##		##				##				##				
	<i>B. angularis</i>										+						+	+							##		+							##		##	##				
	<i>B. budapestinensis</i>																								##		##		##									##			
	<i>B. rubens</i>					+																	+																		
	<i>B. plicatilis</i>																	##	##							##										##	##				
	<i>Keratella cochlearis</i>										##														##												##	##			
	<i>K. cruciformis</i>															+	+	##	##										+	+	##	##	##	##	##	##					
	<i>Colurella</i> sp.									##															##												##	##			
	<i>Trichotria tetractis</i>			+		+					##	##	+	+	+						+		+		##											+					
	<i>Lecane rheana</i>									##	##		+	+	+										##	##		+	+	+											
	<i>L. lunata</i>			##																	##																				
<i>Monostyla closterocerca</i>																									+																
<i>Mytilina ventralis</i>																									##																
<i>Filinia passa</i>																										##															
Crustaceae	<i>Alona guttata</i>			+					+	+	##										##		##	##	##		##														
	Nauplius			+	+	+	+	##	##	##	+	+		##		##	##	##	##			##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##				
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>						+																##																		
<i>Eucyclops serrulatus</i>							+	##				+	+		+	##	##	##					##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##				
Others	Water mites											+																													
	Chironomid larvae												+		+																										
	Nematoda			+																																	+				
	<i>Nais</i> sp.																																								
Tardigrada																																					+				

+ < 1, # 1 ~ 10, ## 10 ~ 10², ### 10² ~ 10³, #### > 10³+ < 10⁻¹, # 10⁻¹ ~ 1, ## 1 ~ 10, ### 10 ~ 10², #### > 10²

表5.2.1.c C 濠の動物フランクtonの季節遷移
Table 5.2.1.c Seasonal succession of zooplankton in Moat C.

Moat C		inds./ℓ														mg./m ³																						
		'73		1 9 7 4												'73		1 9 7 4																				
		X	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X	XI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII									
		21	17	28	25	25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16	21	17	28	25	25	25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
Protozoa	<i>Arcella vulgaris</i>	+		+			+	+	+		+		+	+		+	+	+		+		+			+	+	+		+		+	+	+		+	+	+	
	<i>Centropyxis acrotata</i>																																					
	<i>Vorticella</i> sp.		+																		+																+	
	<i>Carchesium polypinum</i>																																					
Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>			+	+	+			+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Syncheata stylata</i>															+	+	+																	+	+	+	
	<i>Polyarthra trigla</i>	+																		+																		
	<i>Trichocerca capucina</i>																																					
	<i>Asplanchna priodonta</i>																																					
	<i>Brachionus calyciflorus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>B. dimidiatus</i>																																					
	<i>B. angularis</i>																																					
	<i>B. budapestinensis</i>	+																		+																		
	<i>B. rubens</i>																																					
	<i>B. quadridentatus</i>																																					
	<i>Keratella cochlearis</i>		+																		+																	
	<i>K. cruciformis</i>																																					
	<i>Notholca labis</i>																																					
	<i>Colurella</i> sp.																																					
	<i>Euchlanis dilatata</i>																																					
<i>Lecane rhenana</i>																																						
<i>Mytilina ventralis</i>																																						
<i>Trichotria tetractis</i>																																						
<i>Filinia longiseta</i>																																						
Crust.	<i>Atona guttata</i>	+	+																+	+																		
	Nauplius																																					
	<i>Eucyclops serrulatus</i>	+	+																+	+																		
Others	Agrionidae larvae																																					
	Nematoda																																					
	Tardigrada																																					

+ < 1, # 1 ~ 10, ## 10 ~ 10², ### 10² ~ 10³, #### > 10³

+ < 10⁻¹, # 10⁻¹ ~ 1, ## 1 ~ 10, ### 10 ~ 10², #### > 10²

5-2-2. 優占種

各濠における動物プランクトンの個体数および重量の季節変動を種別に示すと、表5.2.1 a～fの如くである。これらの表を基として各濠の優占種について、個体数と重量からみた結果を要約してみると表5.2.3の如くである。すなわち長期継続発生種と短期発生種に大別され、それらについて個体数および重量からみた優占種をあげると次のようである。

表5.2.2 各濠の動物プランクトンの最多種属数とその出現の月。

Table 5.2.2 The maximum number of zooplankton species found in each moat and month in the time of the maximum number between 1973 and 1974.

Moat	A		B		C		D		E	
Protozoa	2	June, Aug.	3	June	2	Apr., Aug.	2	May, Aug.	1	
Rotatoria	8	June, Nov.	8	June	8	May, Aug.	9	July	10	Oct.
Crustaceae	2	Apr., June, Dec.	1		2	June	4	Mar.	2	July, Aug.
Others	2	Aug.	2	Nov.	2	Nov.	3	Aug., Sept.	1	Sept., Nov.
All animals	12	June	10	June, Nov.	11	Aug.	15	Aug.	12	Oct.

個体数よりみた優占種

年間にわたり多発生する種では *Brachionus calyciflorus* がすべての濠で優占するが、A、Bの濠は他よりやや少ない。*Brachionus c.* に次ぐものは *Eucyclops serrulatus* でこれも全部の濠で共通している。*Rotaria rotatoria* はCとDの濠で優勢である。増大期は *Brachionus c.* では濠によって異なり、A、C、Dの濠の春と夏に対し、B及びE濠は冬、春、秋で、夏はむしろ少ない。*Eucyclops s.* は春より夏から秋へと増え、冬は減少する。*Arcella vulgaris* は *Rotaria r.* と共に春から秋にかけて増殖し冬は減少する。

短期多発生種で 10^3 inds./ℓ を越えるのは、E濠における *Lencane luna* (10月) のみであり、これに次ぐ優占種はA濠で *Synchaeta stylata*、他の濠では *Trichocerca capucina*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *Keratella cruciformis* などが一時的に急増する。E濠では各種のワムシが冬から夏にかけて交互に増え、*Moina macrocopa* が8月に増える。

皇居の濠の動物プランクトン (佐谷戸ら1973) では、ワムシ類では *Brachionus calyciflorus* と *Br. diversicornis* が、甲殻類では *Bosmina* 類が一年を通して目立って優占し、原生動物は貧弱である。この結果を本研究の濠のそれと比較すると、*Brachionus* 類が優占する点では一致するが、松本城では枝角類が稀であり橈脚類がやや目立つ点では相異なる。

重量よりみた優占種

年間継続多発生種のうち最優占種は *Eucyclops s.* と *Brachionus c.* で、すべての濠に共通してみられ、個体数の場合とはやや異なる。これに次ぐものは *Alona guttata*, *Asplanchna p.* などの大型種が入り、個体数でみられた小型の *Arcella v.* は除外される。

短期の多発生種で 10^3 mg/m³ 以上はD及びE濠でそれぞれに *Palaemon paucidens*, *Diaphanosoma brachylum* の大型種がみられるのみであり、これに次ぐ優占種は個体数における *Carchesium polypinum*, *Conochilus stylata* などの小型種は除外され、やや大型のワムシ類や *Alona g.* および *Moina m.* などの甲殻類が入る。

5-2-3. 個体数と重量

表5.2.3 各濠の動物プランクトンの個体数でみた優占種と重量でみた優占種の比較。

Table 5.2.3 The comparison between dominant species of zooplankton on individual number and those on weight in the five moats.

		Species continuing much outbreak for a year		Species having much outbreak for short period	
inds./ℓ		$\times 10 \sim 10^3$	$\times 1 \sim 10^2$	$> \times 10^3$	$\times 10 \sim 10^3$
Dominant species on number of individuals	A		<i>Brachionus c.</i> <i>Eucyclops s.</i>		<i>Synchaeta s.</i> Oct., Nov.
	B		<i>Brachionus c.</i> <i>Eucyclops s.</i>		<i>Carchesium</i> Dec. <i>Conochilus h.</i> June <i>Trichocerca c.</i> June
	C	<i>Brachionus</i>	<i>Arcella v.</i> <i>Rotaria r.</i> <i>Eucyclops s.</i>		<i>Brachionus a.</i> Aug. <i>Keratella c.</i> Aug.
	D	<i>Brachionus c.</i>	<i>Arcella v.</i> <i>Rotaria r.</i> <i>Eucyclops s.</i>		<i>Trichocerca</i> June <i>Asplanchna p.</i> June
	E	<i>Brachionus c.</i>	<i>Eucyclops s.</i> <i>Polyarthra t.</i>	<i>Lecane n.</i> Oct.	<i>Trichocerca c.</i> May <i>Asplanchna p.</i> Sept. <i>Brachionus d.</i> Apr. <i>B. a.</i> Feb., Mar. <i>Keratella c.</i> May, June, Oct. <i>Filinia l.</i> June <i>Mytilina v.</i> Mar. <i>Moina m.</i> Aug.
mg/m ³		$\times 1 \sim 10^2$	$\times 10^{-1} \sim 10$	$> \times 10^2$	$\times 1 \sim 10^2$
Dominant species on biomass	A	<i>Eucyclops s.</i>	<i>Brachionus c.</i>		<i>Synchaeta s.</i> Oct., Nov. <i>Polyarthra t.</i> Dec. <i>Lecane r.</i> Apr. <i>Alona g.</i> Apr.
	B		<i>Brachionus c.</i> <i>Eucyclops s.</i>		<i>Trichocerca c.</i> June <i>Mesocyclops l.</i> Feb.
	C	<i>Eucyclops s.</i> <i>Brachionus c.</i>	<i>Rotaria r.</i>		<i>Asplanchna p.</i> July <i>Keratella c.</i> Aug. <i>Alona g.</i> June
	D	<i>Eucyclops s.</i> <i>Brachionus c.</i>	<i>Alona g.</i>	<i>Paraemon</i> Mar.	<i>Rotaria r.</i> Mar. <i>Polyarthra t.</i> July <i>Trichocerca c.</i> June <i>Asplanchna p.</i> June <i>Mytilina v.</i> Mar.
	E	<i>Eucyclops s.</i> <i>Brachionus c.</i>	<i>Polyarthra t.</i> <i>Asplanchna p.</i>	<i>Diaphanosoma b.</i> Aug.	<i>Rotaria r.</i> Jan. <i>Trichocerca c.</i> May <i>Brachionus d.</i> Apr., May <i>B. a.</i> Mar. <i>Keratella c.</i> May <i>Lecane h.</i> Oct. <i>Mytilina v.</i> Mar. <i>Filinia l.</i> June <i>Moina m.</i> July

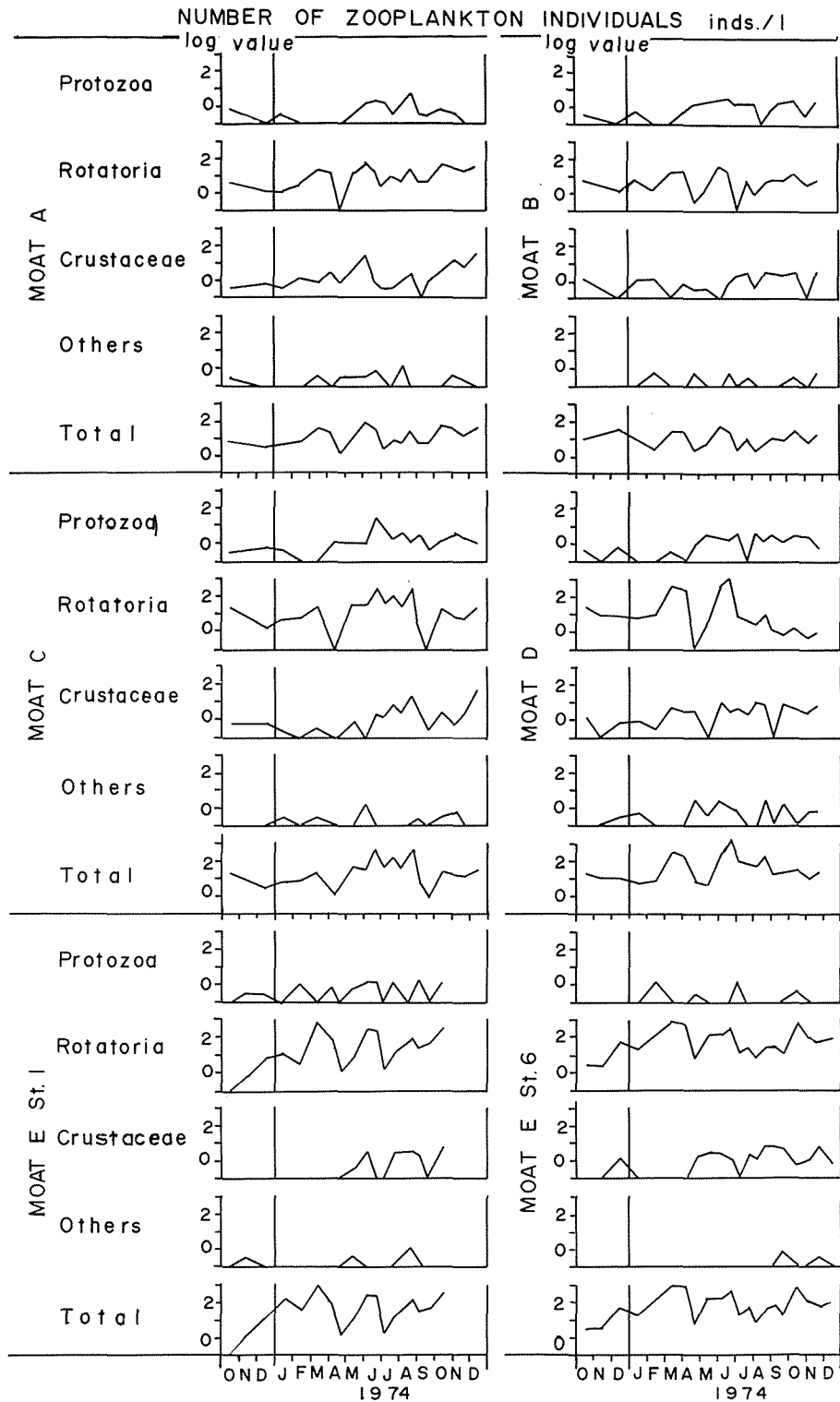


図5.2.2 各濠の動物プランクトンの4動物グループおよび総個体数の季節変化

Fig. 5.2.2 Seasonal variations in individual number of four animal groups and total zooplankters in each moat.

各種動物プランクトン個体数および乾重量を、原虫類、ワムシ類、甲殻類、その他のグループ別に、また総数と総重量を集計し、それらを各濠毎の季節変化とグループの百分率にして表わすと、個体数は図5.2.2および図5.2.3、重量は図5.2.4および図5.2.5のようになる。これらの図の比較によってえられた結果を要約すると、前者は表5.2.4、後者は表5.2.5に示すようである。

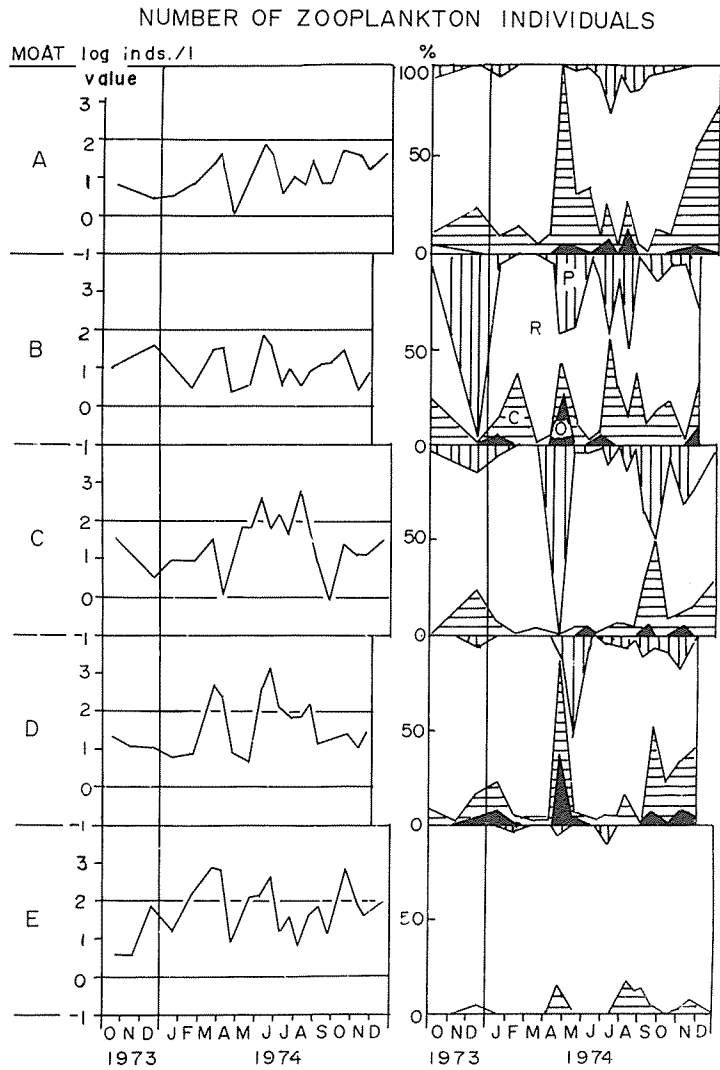


図5.2.3 各濠の動物プランクトン総個体数および4動物グループ個体数の百分率の季節変化
P…原生動物, R…ワムシ類, C…甲殻類, O…その他

Fig. 5.2.3 Seasonal variations in total individual number of zooplankton and in percent abundance (number of individuals) of four animal groups in each moat.
P…Protozoa, R…Rotatoria, C…Crustaceae, O…Others

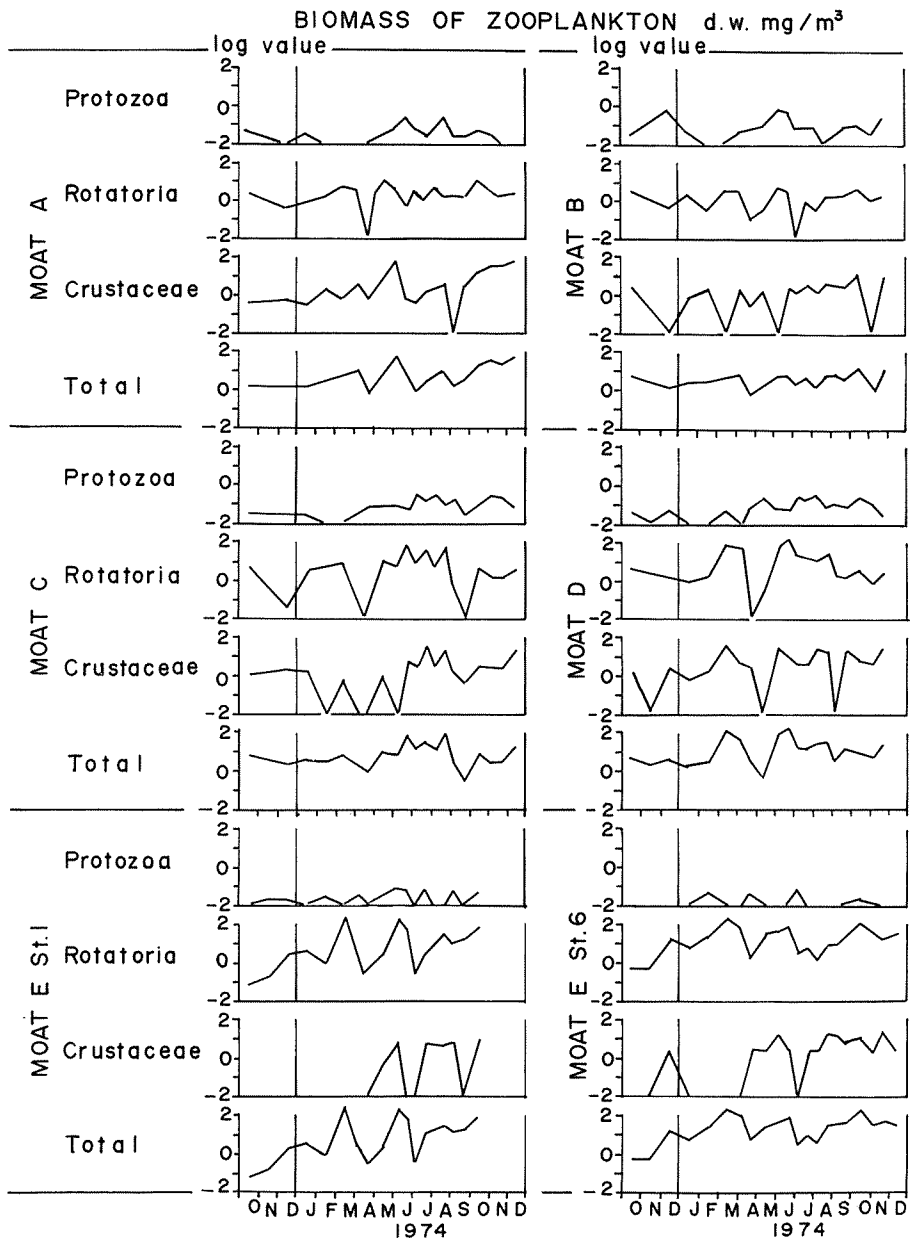


図5.2.4 各濠の動物プランクトンの3動物グループおよび総重量(乾量)の季節変化

Fig. 5.2.4 Seasonal variations in biomass (dry weight) of three animal groups and total zooplankters in each moat.

個体数よりみた場合

全種属の個体数の総計で見ると、年間の変動中の最も大きいのはD濠の5.2~1140.0個体/ℓで、各濠の最高値を比べるとD>E>C>A>Bの順となる。50個体/ℓ以上に増える月の回数はB濠の1回に対しE濠は9回を数え、E>D>C>A>Bの順である。そしてB濠は早春のみ、A濠は早春と秋、C濠は中春から夏、D濠は早春と夏、E濠は早春、晩春から初夏、晩秋に増大する。原虫類の

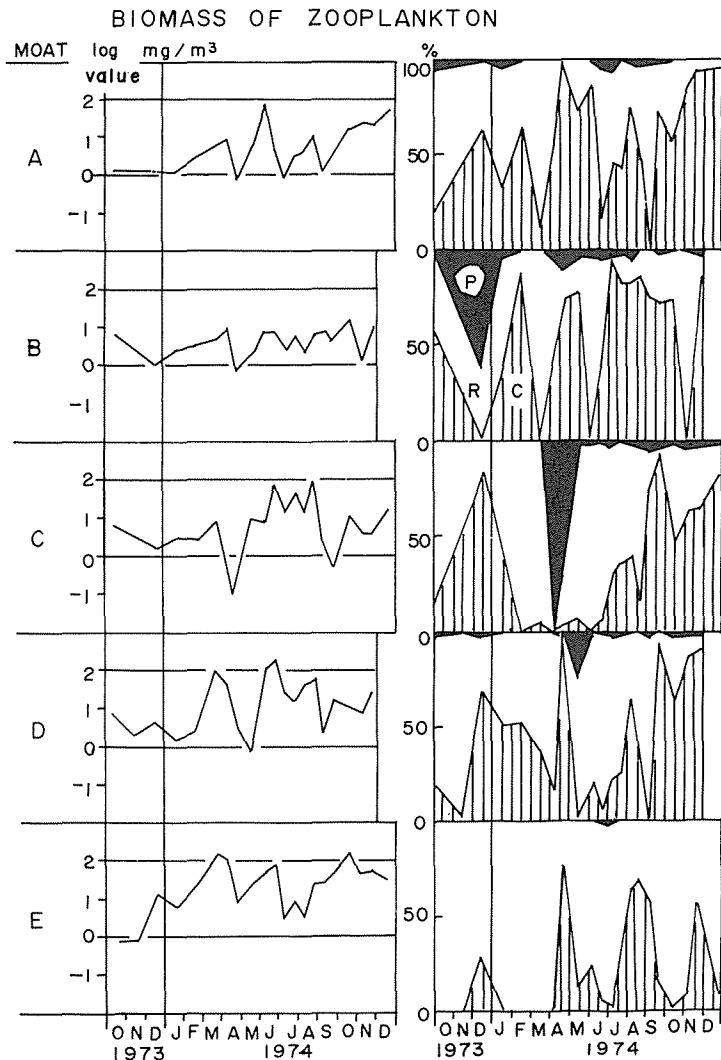


図5.2.5 各濠の動物プランクトンの総重量(乾量)および3動物グループ重量の百分率の季節変化
P…原生動物, R…ワムシ類, C…甲殻類

Fig. 5.2.5 Seasonal variations in total biomass (dry weight) of zooplankton and in percent abundance (biomass) of three animal groups in each moat.
P...Protozoa, R...Rotatoria, C...Crustaceae

最大値はC濠の7.2個体/ℓ(7月)で各濠共に一般に少なく、E濠は他に比し一層少ない。いずれの濠も夏にピークがあり両側に減少する。ワムシ類はすべての濠において他を圧して優占し、上記総数個体数で50個体/ℓを越える月のすべては、ワムシ類の増大が大きく寄与している。各濠にみられる最大値は58.0~1134.8個体/ℓで、その順はD>E>C>B>Aの濠である。甲殻類はワムシ類に次ぐ優占種であるがワムシ類との差は大きく、各濠の最大値における範囲は6.0~27.2個体/ℓにすぎない。そしてその順位はA>C>D>E>Bの濠で、B濠を除けばワムシのそれとほぼ逆順位となる。

表5.2.4 各濠の動物プランクトン個体数の年間変動巾と極大期の優占種。

Table 5.2.4 Annual ranges of number of zooplankton individuals, and dominant species in the time of its maximum abundance in each moat.

Moat		Annual range of number of inds. individuals/ℓ		Dominant species in the time of maximum abundance	
		Min.	Max.	Dominant species	%
A	Total	1.2	Apr. ~ 87.2 June		
	Protozoa	0	~ 4.4 Aug.	Mar. Apr. <i>Brachionus c.</i>	85
	Rotatoria	0	Apr. ~ 58.0 June	June <i>Brachionus c.</i>	40
	Crustaceae	0	Sept. ~ 27.2 June	Oct. <i>Brachionus c.</i>	64
	Others	0	~ 1.2 Aug.		
B	Total	2.8	Apr. ~ 71.2 June		
	Protozoa	0	~ 5.2 June	Mar. Apr. <i>Brachionus c.</i>	84
	Rotatoria	0.4	Apr. ~ 67.2 June	June <i>Trichocerca c.</i>	53
	Crustaceae	0	~ 6.0 Nov.	Oct. <i>Brachionus c.</i>	69
	Others	0	~ 0.8		
C	Total	1.6	Apr. ~ 488.0 Aug.		
	Protozoa	0	{Feb. ~ 7.2 July Mar.	Mar. <i>Brachionus c.</i>	87
	Rotatoria	0	{Apr. ~ 466.4 Aug. Sept.	June -Aug. <i>Brachionus c.</i>	76~96
	Crustaceae	0	~ 20.0 Aug.	Oct. <i>Brachionus c.</i>	66
	Others	0	~ 0.8 Nov.		
D	Total	5.2	May ~1140.0 June		
	Protozoa	0	~ 4.8 Aug.	Mar. Apr. <i>Brachionus c.</i>	93
	Rotatoria	0	Apr. ~1134.8 June	June <i>Brachionus c.</i>	85
	Crustaceae	0	{May ~ 11.2 {Apr. Sept. {Aug.	Aug. <i>Brachionus c.</i>	86
	Others	0	~ 3.2 June		
E	Total	6.8	{Apr. ~ 738.0 Mar. Aug.		
	Protozoa	0	~ 1.6 July	Mar. Apr. <i>Brachionus c.</i>	89
	Rotatoria	3.6	Oct. ~ 738.0 Mar.	June <i>Brachionus c.</i>	99
	Crustaceae	0	~ 7.6 Sept.	Oct. <i>Brachionus c.</i>	88
	Others	0	~ 0.8 Sept.		

る。

季節増減で目立つピークはすべての濠で3回みられ、春、夏、秋にあたる場合が多い。そしてすべての濠のすべてのピークはワムシ類（ほとんど *Brachionus calyciflorus*）が優占する。A、Bの濠の極大期（3～4月、6月、10月）は全く一致し、優占種もB濠の *Trichocerca capucina*（6月）の他はすべて *Brachionus calyciflorus* である。C、D、Eの各濠の極大期もA、Bのそれとほぼ一致するが、C濠では夏の増大期が長期間継続し、D濠では秋のピークよりむしろ盛夏のピークが目立ち。これら極大期における優勢種はことごとく *Brachionus calyciflorus* である。今、各濠の極大期における優占種の占める百分率を比べると、全般的にみてE>D>C>B>Aの濠の順位がえられる。

重量よりみた場合

すべての種属の重量の総計において、季節変動で最大の巾を示すのは、個体数と同様にD濠で0.5～232.5mg/m³であり、各濠の最大値で順位を表わすとD>E>C>A>Bとなり、これも個体数と同順位である。50mg/m³以上の値をもつ月はB濠では全くみられないが、他の濠では6月がすべての濠に共

表5.2.5 各濠の動物プランクトン重量の年間変動巾と極大期の優先種。

Table 5.2.5 Annual ranges of biomass (dry weight) of zooplankton, and dominant species in the time of its maximum abundance in each moat.

Moat		Annual range of dry weight for a year mg/m ³		Dominant species in the time of maximum abundance	
		Min.	Max.	Dominant species	%
A	Total	1.22 Jan. ~ 82.21 June		} Mar.-Apr. <i>Brachionus c.</i> June <i>Eucyclops s.</i> Oct.-Dec. <i>Eucyclops s.</i>	42~86 74 41~84
	Protozoa	0 ~ 0.22 Aug.			
	Rotatoria	0 Apr. ~ 10.43 Oct.			
	Crustaceae	0 Sept.~ 72.10 June			
B	Total	0.59 Apr. ~ 14.16 Oct.		} Apr. <i>Brachionus c.</i> June <i>Trichocerca c.</i> Oct. <i>Eucyclops s.</i>	51 48 40 54
	Protozoa	0 ~ 0.63 Dec.			
	Rotatoria	0 July ~ 4.50 Mar.			
	Crustaceae	0 ~ 10.40 Oct.			
C	Total	0.08 Apr. ~104.32 Aug.		} Mar. <i>Brachionus c.</i> June -Aug. <i>Brachionus c.</i> Dec. <i>Eucyclops s.</i>	81 52~92 51
	Protozoa	0 ~ 0.36 July			
	Rotatoria	0.39 Jan. ~ 89.20 Aug.			
	Crustaceae	0 ~ 23.04 July			
D	Total	0.54 May. ~232.47 June		} Mar.-Apr. <i>Brachionus c.</i> June <i>Brachionus c.</i> Nov. <i>Eucyclops s.</i>	57~83 91 79
	Protozoa	0 ~ 0.24 Aug.			
	Rotatoria	00 Apr. ~221.95 June			
	Crustaceae	0 { May ~ 51.52 Mar. Sept.			
E	Total	2.96 July ~142.10 Mar.		} Mar.-Apr. <i>Brachionus c.</i> June <i>Brachionus c.</i> Oct. <i>Brachionus c.</i>	70~93 96 92
	Protozoa	0 ~ 0.08 July			
	Rotatoria	1.31 Aug. ~142.10 Mar.			
	Crustaceae	0 ~ 18.56 Aug.			

通しこの値を示す。この他にA濠では冬に、C濠は夏に、D濠は早春、E濠は春と秋に50mg/m³以上の値の月がみられる。グループ別に内訳をみると、ペン毛藻はすべての濠で50mg/m³を越えないが、ワムシ類ではC、D、Eのそれぞれの濠で春、夏、秋のいずれかの月で、甲殻類はAとDの濠でそれぞれ6月、3月に越えている。このように甲殻類の存在が目立るのは個体数でみた場合と著しく異なる点である。

各濠の最大値によって動物群をグループ別にみると、原虫類はE濠が著しく少ないが、他は0.2~0.6mg/m³であり、ワムシ類は4.5~222.9mg/m³、甲殻類は10.4~72.1mg/m³であって、各グループ毎の値の比較による濠の順位は個体数のそれと一致する。

プランクトン重量からみた極大期は各濠共に春、夏、秋の3回おこることが多く、A、B濠では春はワムシ類、夏と秋は甲殻類、CとD濠は春と夏がワムシ類、秋は甲殻類、E濠はすべての極大期にワムシ類が優占する。そしてワムシ類では *Brachionus calyciflorus* (B濠の6月のみ *Trichocerca capushina*)、甲殻類では *Eucyclops serrulatus* が優占種である。また極大期にみる優占種の重量百分率と年間出現状況よりみて、ワムシ類がE>C>D>B>Aの濠の順で豊富に出現し、甲殻類ではA>B>D>C>Eの濠となり、ワムシ類とは全く逆順位で多くなる。

この様に個体数では極大期の優占種として表わされない甲殻類が、重量では各濠で夏または秋の重要優占種となることが明確になったことは注目に値することであろう。

表5.2.6 各濠の動物プランクトンの水平分布

Table 5.2.6 Horizontal distribution of zooplankton in each moat.

Date		1973. 9. 23					1973. 10. 21														
Moat		E					A		B		C		D		E						
Station		1	2	3	4	5	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	5	6	
Prot.	<i>Arcella vulgaris</i>			##					+		+	+	+	##							
	<i>Centropxis acmeata</i>									+											
	Holotrichida			##	##	##	##														
	<i>Vorticella</i> sp.			##																	
Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>	##	##		##					+			+	##							
	<i>Synchaeta stylata</i>	##					##	##					##								
	<i>Polyarthra trigla</i>		##	##	##	##			##	##	+	+	##	##					+	+	##
	<i>Trichocerca capusina</i>		##			##				+											
	<i>Bachionus calyciflorus</i>	##	##	##	##	##	##	##	+	##	##	##	##	##			+	+			+
	<i>B. budapestinensis</i>				##	##			+	+	##	##	##	##			+		##	##	##
	<i>Keratella cochlearis</i>		##	##	##	##				+											
	<i>Anulacopsis fissa</i>		##																		
	<i>Nathoeca labis</i>							##													
	<i>Trichotria pucillum</i>						+	+													
	<i>Lecane luna</i>						##	##	+												+
	<i>Monostyla clasterocerca</i>													+							
Nauplius	<i>Nauplius</i>		##						+	##	##	+	##	##	##					+	
	<i>Encyclops scirralatus</i>				##					+											
Nematoda							+	+													

Date		1973. 11. 19				1973. 12. 17				1974. 1. 28													
Moat		D		E		D		E		A		B		C		D		E					
Station		1	2	1	3	6	1	2	1	2	6	1	1	1	1	2	2	1	1	3	6		
Prot.	<i>Arcella vulgaris</i>			+			+	+	+	+		+	+			+	+						
	<i>Centropxis acmeata</i>												+										
Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>	##	##	+		+						##	##	##	##	+	##	##	+	##	+	##	
	<i>Polyarthra trigla</i>	+	+			+																+	##
	<i>Bachionus calyciflorus</i>				+	+	##	##	##	##	##	##	+	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
	<i>B. budapestinensis</i>	##	##		##	##																	
	<i>B. angularis</i>						##	+	##	+	+										##		##
	<i>B. rubens</i>									+	##												
	<i>Keratella cochlearis</i>	+	+			+								##							+	+	
	<i>Anulacopsis fissa</i>					+																	+
Crust.	<i>Milnesium ventriosum</i>																						
	<i>Ploesoma truncatum</i>								+														
	<i>Nauplius</i>											+	+	+								+	
Nematoda	<i>Encyclops scirralatus</i>						+	##		##	##	+				+					+		
	<i>Alona gullata</i>																				+		
Note												I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	I.C.	

ind./l † < 1, ## 1~10, ### 10~10², #### 10²~10³, ##### > 10³

I.C.……Ice cover

5-2-4. 水平分布

各濠の水平分布を知るために、濠の数地点で9月、10月、11月、12月で採集を行い、また1月には結氷地点と解氷地点で採集したが、それらの結果は表5.2.6に示す如くである。

E濠のプランクトンの組成と分布密度を見ると、9~12月の4ヶ月の結果ではE濠St. 1は他地点に比し、種属数も個体数も少ないが、質的には大差はない。他の濠の地点による組成および分布密度の相違はほとんどないと言ってよく、また1月に観察した結氷下と解氷地点による差も認められない。

以上の結果から濠における動物プランクトンの水平分布は、ほぼ均等であることが判明したが、これは濠の形態がやや複雑ではあるが、一般湖沼に比べるとはるかに小規模の面積しかないことによるものであろう。

5-2-5. 現存量

各濠の全動物プランクトン重量の季節変化を比較するために、表5.2.7を作表した。更に濠全容積中の重量も計算して表5.2.7の下段に示した。

表5.2.7 各濠の動物プランクトン現存量（乾量）の季節変化。

Table 5.2.7 Seasonal changes in standing crop (dry weight) of zooplankton per unit volume of water (m³) and whole moat in each moat.

		Moat				1973																	1974											
						K	X	XI	XII	I	II	III	IV		V	VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII							
		2 3	2 1	1 9	1 7	2 8	2 5	2 5	7	2 5	2 1	4	1 7	8	2 1	3	2 3	1 3	3 0	2 1	1 3	2 9	1 6											
Standing crop (dry weight)	mg/m ³	A	—	1.99	—	1.27	1.22	3.59	8.36	11.70	0.80	7.68	82.21	5.15	0.90	3.70	3.98	10.42	1.41	4.10	22.39	29.58	26.85	50.35										
		B	—	6.10	—	1.03	2.47	2.63	4.50	7.32	0.54	1.98	6.99	7.63	2.08	5.80	1.84	6.48	6.76	5.92	14.16	1.17	10.93	—										
		C	—	6.82	—	2.33	3.30	2.04	6.50	—	0.08	11.09	7.52	87.20	16.12	61.20	11.78	104.32	2.78	0.42	10.16	4.86	4.89	18.02										
		D	—	6.50	1.98	4.46	1.58	2.88	138.04	46.90	3.64	0.54	106.95	232.47	26.50	18.60	30.12	38.45	2.66	20.82	11.04	7.14	22.96	—										
		E	2.96	0.72	0.72	16.24	6.59	24.63	142.10	101.12	6.10	27.09	45.20	75.34	2.96	12.05	3.63	27.24	23.09	41.24	124.42	22.24	32.03	24.50										
	g/whole moat	A	—	1.9	—	1.6	1.5	4.6	10.6	14.9	1.0	9.8	104.4	6.5	1.1	4.7	5.1	13.2	1.8	5.2	28.4	37.6	34.1	63.4										
		B	—	5.8	—	1.0	2.4	2.5	4.3	7.0	0.5	1.9	6.7	7.3	2.0	5.5	1.8	6.2	6.4	5.6	13.5	1.1	10.4	—										
		C	—	13.4	—	4.6	6.5	4.0	12.7	—	0.2	21.8	14.8	171.3	31.7	120.2	23.1	75.5	5.5	0.8	19.9	9.5	9.6	35.4										
		D	—	15.6	4.8	10.7	3.8	6.9	331.6	112.7	8.7	1.3	256.9	558.4	63.7	44.7	72.3	92.4	6.4	50.0	26.5	17.2	55.1	—										
		E	30.4	7.4	7.4	166.8	67.7	253.0	1459.9	1038.9	62.7	278.3	464.4	774.0	30.4	123.8	37.3	279.8	237.2	423.7	1278.3	228.5	329.1	251.7										

松本城の濠の富栄養化の現状とその対策

表5.2.8 各濠の動物プランクトンの年平均現存量(乾量)

Table 5.2.8 Annual mean of standing crop (dry weight) of zooplankton in each moat from 1973 to 1974.

Moat		A	B	C	D	E
Annual mean of standing crop	mg/m ³	15.3	5.2	17.0	39.8	45.5
	Ratio	1	0.3	1.1	2.6	3.6
	g/whole moat	14.7	5.0	33.4	95.6	467.5
	Ratio	1	0.3	2.3	6.5	31.8

これらの表から各濠の月平均を算出し、その比率を求めると表5.2.8の如くである。

すなわち、年間の月平均現存量の各濠の値は5.2~45.5mg/m³の範囲内であって、それらの大きさの順はE>D>C>A>Bの濠である。一方、各濠の年間の最大値について較べると、その範囲は、14.2~23.3mg/m³で、大きさの順はD>E>C>A>Bの濠となり、平均値のそれとほぼ同様である。また平均値でみる現存量の比率はA濠を基準にすると、B濠は約 $\frac{1}{3}$ 、C濠は同等、DとE濠は約3倍の値を示す。この年間の月平均値から濠の全容積中の現存量を求めると、各濠の値は5.0~468.5gの範囲である。

またA濠を基準にすると、B濠は $\frac{1}{3}$ 、C濠は約2倍、D濠は約7倍、E濠は約32倍の現存量を示す。

以上動物プランクトンの現存量の季節変動を植物プランクトンのそれと比べると、動物はその起伏の差が著しい。いま各濠の間の現存量の相異を、単位体積当りの年間平均値でみると、植物では最大値が最小値の約1.6倍であるのに、動物は約30倍にもなる。

5-3. 底生動物

5-3-1. 種属数

各濠で観察された年間種属数は表5.3.1に示すようで、最多はA濠の8種、最少はE濠の4種である。

Chironomus plumosus、*Branchiura* sp. および *Tubifex* sp. *Limnodrilus* sp. はすべての濠でえられるが、巻貝類の *Sinotaia quadrata historica*、*Semisulcospira libertina* はAとBの濠のみに発見され、またトビケラ類 (*Leptocerus* sp.) および *Spaniotoma* sp. はそれぞれAとE濠にのみでえられた。CとDの濠では *Procladius* sp. が出現した。

以上の種類組成でみると、AとBの濠は一般富栄養湖における沿岸部的な動物相であるのに、他の濠は深底部の動物群集で占められていると云える。

5-3-2. 優占種

プランクトンと同じように、個体数でみた優占種と重量からみた優占種について比較するために表5.3.1をみると、各濠の種属の優占種順位は表5.3.2の如くである。

すなわち、個体数よりすればA、B、D濠は *Chironomus* が、CとE濠は *Tubificidae* が優占種であるが、重量よりするとE濠以外はすべて *Chironomus* である。A濠でヒメタニシ、カワニナが採集されると大型であるため重量最優占種となる。

5-3-3. 個体数と重量

各種底生動物の総個体数及び総重量(湿重量)の各濠における季節変化と、ユスリカ類、イトミミズ類、巻貝類の個体数と重量の総数量に対する百分率をそれぞれ図5.3.1と図5.3.2に示した。以上の図表を基に各濠の比較結果を要約すると、表5.3.3のようになる。

表5.3.2 各濠の底生動物優占種の年間の順位

Table 5.3.2 Rank of dominant species of zoobenthos for the year in each moat.

Moat			Rank of dominant species					
			A	B	C	D	E ₁	E ₆
Dominant species	On number of individuals	<i>Chironomus plumosus</i>	1	1	2	1		2
		<i>Tubifex</i> sp. <i>Limnodrilus</i> sp.	2	2	1	2	1	1
		<i>Branchiura</i> sp.		3	3	3		
		<i>Sinotaia quadrata historica</i>	3	4				
	On weight	<i>Chironomus plumosus</i>	1	1	1	1		2
		<i>Tubifex</i> sp. <i>Limnodrilus</i> sp.	3	2	2	2	1	1
		<i>Branchiura</i> sp.		3	3			
		<i>Sinotaia quadrata historica</i>	2					
		<i>Semisulcospira libertina</i>	4					

全種の個体数の総計で各濠における季節変化を比べると、最大の変動巾を示すのはE濠の13~6110個体/㎡であり、各濠の最大値は563~6110個体/㎡の範囲を示し、その大きさの順位はC>D≒A≒B>Eとなる。ユスリカ類の最大値は80~1179個体/㎡でC>D>A>B>Eの順であり、イトミミズ類は147~4918個体/㎡でC>B>A>E>Dの順であり、巻貝類は40~130個体/㎡でA>Bの順である。総個数で500個体/㎡を超過する月をみると、E濠の10月を除けば他の濠はすべて夏季にみられ、A濠はユスリカ類、AとC濠はユスリカ類およびイトミミズ類、BとE濠はイトミミズ類の増大によるものである。極大期は年2回あって主として冬と夏であるが夏と秋の濠Bもあり、極小期は4月と11月頃にみられる。極大期の優占種はCとEは *Tubifex* sp.、*Limnodrilus* sp. 群であり、Bは夏と秋がそれぞれ *Chironomus plumosus* と Tubificidae である。D濠は *Chironomus plumosus*、A濠は冬は *Sinotaia*、夏は Tubificidae である。

底生動物の重量の季節変化をみると、各濠でえられた全重量の最大値は2.3~331.1g/㎡でA>C>B>D>Eの順であり、ユスリカ類のそれらは2.3~43.4g/㎡でC>B>D>A>E、イトミミズ類は0.2~8.6g/㎡でC>B>E>D>Aの濠である。巻貝はAとB濠でのみで最大は、A濠の329.1g/㎡がえられた。全重量で10g/㎡以上の値を示す月は、E濠のみはみられず、他の濠はすべて夏である。極大期の1回の濠はB、C、D、Eの濠で、そのときの優占種はすべて *Chironomus plumosus* であり、極大期の二つある濠はA濠で、ピーク時の優占種は2回共に *Sinotaia q. h.* である。これら極大期の月と優占種を個体数のそれと照合すると、個体数で優占した小型動物のイトミミズ群は重量優占種の中には見当らず、したがって極大期の月も違う濠がある。

こうしてみると、底生動物重量の季節変動に関するユスリカ類幼虫の増減の影響は極めて大きいと言える。そのユスリカ類は年に数回の羽化期があるが、羽化前と後の現存量には著しい差のあることが考えられる。それには羽化期がいつごろで、年に何回あるかを知る必要がある。今各濠においてオオユスリカの蛹が採集された月と個体数や重量を示すと表5.3.4のようである。

表5.3.1とこの表5.3.4から、濠によって多少の相異はあろうが、羽化期は4月頃と8月下旬から9月にかけてあることが判る。

水平分布の調査はC濠とD濠で2回2ヶ所、E濠では年間を通じて2ヶ所で行われた。CとD濠の結果は種類組成も分布密度も大差はみられなかったが、E濠におけるSt.1とSt.6の違いは著しく、その結果は表5.3.1にみるとおりである。すなわちSt.1ではSt.6に比べすべての動物群の密度が小

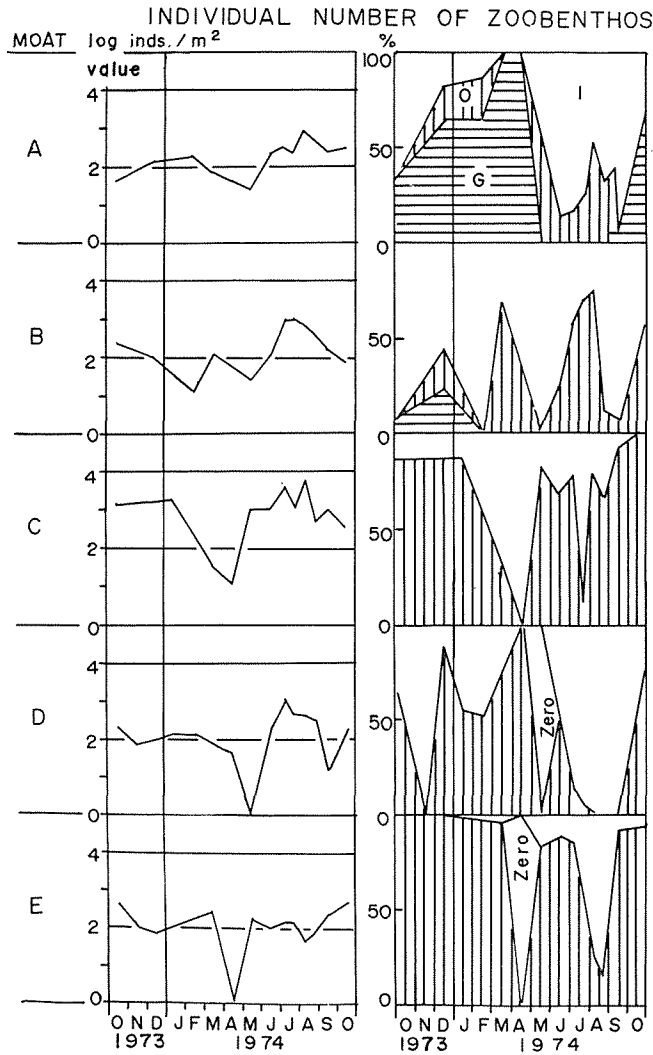


図5.3.1 各濠の底生動物の総個体数および3動物グループの個体数の百分率の季節変化

O…貧毛類, G…腹足類, I…昆虫類

Fig. 5.3.1 Seasonal variations in total individual number and in percent abundance of three animal groups of zoobenthos in each moat.

O…Oligochaeta, G…Gastropoda, I…Insecta

さく、極く希にしか採集できなかった。例えば比較的多数採集された1974年10月でもSt.1はSt.6の約 $\frac{1}{4}$ の個体数しかない。この様な不均等分布はSt.1の水域が流入下水の影響を強く受けていることが主原因と考えられる。

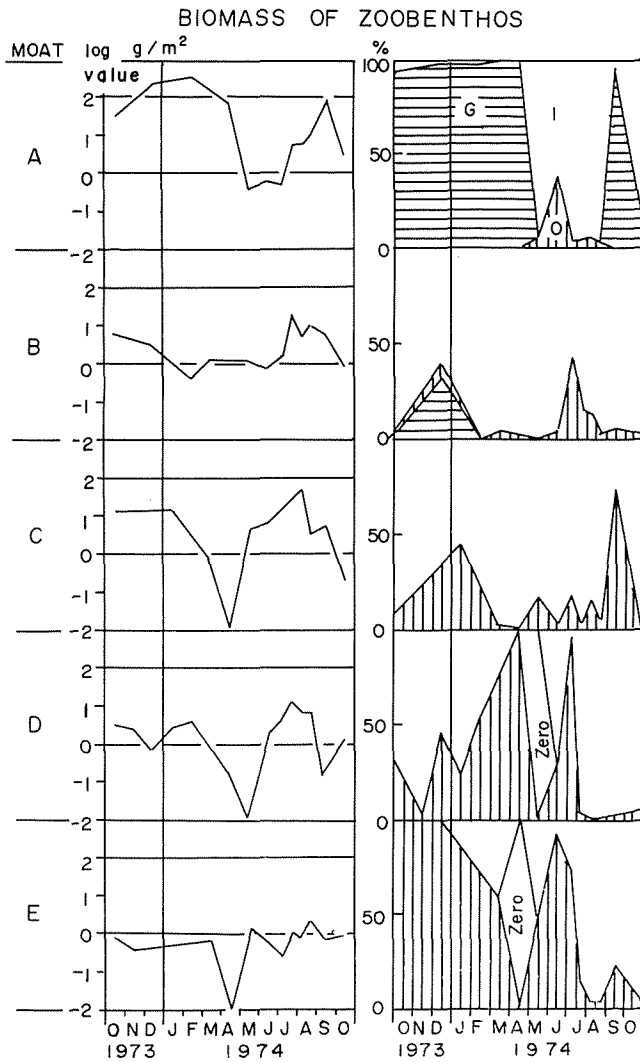


図5.3.2 各濠の底生動物の総重量(湿重量)および
3動物グループ重量の百分率の季節変化
O…貧毛類, G…腹足類, I…昆虫類

Fig. 5.3.2 Seasonal variations in total biomass
(wet weight) and in percent abundance of
of three animal groups of zoobenthos
in each moat.

O...Oligochaeta, G...Gastropoda,
I...Insecta

表5.3.3 各濠の底生動物の個体数および重量の年間変動巾と極大期の優占種。

Table 5.3.3 Annual ranges of individual number and biomass (wet weight) of zoobenthos and dominant species in the time of their maximum abundance.

Moat		Annual ranges of number of individuals and weight		Dominant species in the time of maximum abundance	
		inds/m ²		Individual number	
		Min.	Max.	Dominant species	%
A	Total numb.	26 May	~1085 Aug.	} Apr. <i>Sinotia q. h.</i> Sept. <i>Sinotia q. h.</i>	80 94
	Insecta	0	~ 522 Aug.		
	Oligochaeta	0	~ 563 Aug.		
	Gastropoda	0	~ 130 Feb.		
B	Total numb.	13 Feb.	~1005 July	} July <i>Chironomus p.</i>	85
	Insecta	13 Feb.	~ 402 July		
	Oligochaeta	0	~ 630 July		
	Gastropoda	0	~ 40 Dec.		
C	Total numb.	13 Apr.	~ 6110 Aug.	} Aug. <i>Chironomus p.</i>	83
	Insecta	0 Apr., Dec.	~ 1179 Aug.		
	Oligochaeta	13 Apr., Mar.	~ 4918 Aug.		
D	Total numb.	0 May	~ 1058 July	} July <i>Chironomus p.</i>	97
	Insecta	0 Apr., May	~ 924 July		
	Oligochaeta	0	~ 147 Oct.		
E	Total numb.	0 Apr.	~ 563 Oct.	} May <i>Chironomus p.</i> Aug. <i>Chironomus p.</i>	52 99
	Insecta	0	~ 80 Aug.		
	Oligochaeta	0 Apr.	~ 523 Oct.		
		w. w. g/m ²		Weight	
		Min.	Max.	Dominant species	%
A	Total weight	0.73 May	~ 331.06 Feb.	} Feb. <i>Sinotia q. h.</i> Aug. <i>Tubifex, Limnodrilus</i>	55 53
	Insecta	0	~ 11.03 Aug.		
	Oligochaeta	0	~ 0.22 Sept.		
	Gastropoda	0	~329.05 Feb.		
B	Total weight	0.39 Feb.	~ 20.81 July	} July <i>Tubifex, Limnodrilus</i> 57~63 Oct. <i>Chironomus p.</i>	91
	Insecta	0.39 Feb.	~ 17.64 July		
	Oligochaeta	0	~ 3.17 July		
	Gastropoda	0	~ 1.20 Dec.		
C	Total weight	0.04 Apr.	~ 52.16 Aug.	} Jan. <i>Tubifex, Limnodrilus</i> 64 July, Aug. <i>Tubifex, Limnodrilus</i> 78~81	64 78~81
	Insecta	0 Apr.	~ 43.43 Aug.		
	Oligochaeta	0.01 Mar.	~ 8.73 Aug.		
D	Total weight	0 May	~ 13.88 July	} Jan. <i>Chironomus p.</i> July <i>Chironomus p.</i>	45 92
	Insecta	0 Apr., May	~ 13.63 July		
	Oligochaeta	0	~ 0.62 June		
E	Total weight	0 Apr.	~ 2.32 Aug.	} Mar. <i>Tubifex, Limnodrilus</i> 79 May <i>Tubifex, Limnodrilus</i> 89 Dec. <i>Tubifex, Limnodrilus</i> 93	79 89 93
	Insecta	0 Apr.	~ 2.31 Aug.		
	Oligochaeta	0 Apr.	~ 0.81 May		

表5.3.4 各濠のオオユスリカの蛹の出現期

Table 5.3.4 Months when pupae of *Chironomus plumosus* were found in each moat in 1974.

Moat		A	C		D	E
1974		VIII	V	VI	VIII	IX
inds./m ² (%)	Larvae	509 (97.5)	174 (86.5)	357 (96.5)	362 (90.0)	13 (50.0)
	Pupae	13 (2.5)	27 (13.5)	13 (3.5)	40 (10.0)	13 (50.0)
g/m ² (%)	Larvae	4.51 (96.5)	—	6.93 (96.7)	5.22 (86.7)	0.37 (60.6)
	Pupae	0.16 (3.5)	4.42 (—)	0.26 (3.3)	0.81 (13.3)	0.24 (39.4)

5-3-4. 現存量

底生動物の湿重量の10%を乾量とし（一般底生動物）、軟体動物は貝殻重量があるので7%として軟体部分のみの乾量を算出することとして、単位面積当たりと、濠全体の底生動物乾重量を求めると表5.3.5の如くである。

測定された年間の各濠における現存量（乾量）の最大値と最小値は表5.3.6の如くである。

この表によれば、各濠の最大値と比較すると、単位面積当りの現存量（乾量）は0.23~23.23g/m²の範囲内でA>C>B>D>Eの濠の順であるが、濠全体では3.18~37.3kgの範囲で順位はA>C>D>B>Eの濠となる。

次に1973年9月より翌年10月までの現存量の月平均値を求め、その値から濠全体の量を算出して各濠間の比率をみると表5.3.6のようである。

すなわち、月平均の底生動物現存量（乾量）で各濠を比較すると、範囲は0.10~8.12g/m²で、単位面積当たりではA>C>B>D>Eの順であり、濠全体ではA>C>D≒E>Bとなる。

5-4. 魚類

魚類の調査は1937年の11月、1974年の5月と8月の計3回各濠において実施した。

5-4-1. 種類組成と生息密度

五つの濠でえられた魚の種類は、フナ *Carassius carassius*、モツゴ *Pseudorasbora parva*、ヨシノボリ *Rhinogobius brunneus*、ソウギョ *Ctenopharyngodon idellus*、コイ（ニシキゴイ） *Cyprinus carpio* およびウグイ *Tribolodon hakonensis hakonensis* の6種であり、投網にかかったその他の動物には甲殻類の *Palaemon (Palaemon) paucidens* スジエビがみられた。

投網の広がり容積の抱水の容量（白石1961）から単位容積当りの尾数を求め、各濠の平均分布密度を算出したが、捕獲数の多いフナとモツゴについては図5.4.1のようである。投網は2名の漁師がほぼ任意に打ったが、使用した投網の網目のちがいに、小型魚のとれ具合に差があったり、また魚類の分布習性の相異なる点からみて、必ずしも平均密度を表わしているとは云い難い。

魚の年平均分布密度はA>C>D>B>Eの濠の順に少なくなり（表5.4.1）、スジエビではD>E>Cの濠の順で少なく、A濠とB濠は極めて少ない。

魚類の生息密度の最高は4.79尾/m²（A濠の5月）であり最低は0.37尾/m²（E濠の8月）である。諏訪湖の投網で夏に行った魚類の分布密度は0.25尾/m²（山岸・ほか1972）であるが、濠の夏の分布密度は0.37~2.83尾/m²で、最高のA濠は諏訪湖の約10倍であり最低のE濠でも1.5倍という高密度分布を示した。以上の値を面積当りに換算するために、濠の平均深度を0.7mとし諏訪湖を4mとすると、濠は0.26~1.98/m²で諏訪湖は1.00/m²となり、A濠は諏訪湖の2倍でありE濠は1/4となる。

表5.3.5 各濠の底生動物の現存量(乾量)の季節変化。

Table 5.3.5 Seasonal changes in standing crop (dry weight) of three animal groups and total benthic animals in each moat.

	Moat		1973			1974												
			X	Ⅳ	Ⅹ	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ		Ⅷ		K	X	
			21	19	17	28	25	25	25	21	4	8	21	8	23	13	21	
d. w. g/m ²	A	Insecta	0.120		0.081		0.199	0	0	0.036	0.049	0.044	0.473	0.467	1.103	0.416	0.291	
		Oligochaeta	0		0.001		0.002	0	0	0.001	0.020	0.001	0	0.017	0.013	0.022	0	
		Gastropoda	2.084		17.689		23.034	13.540	5.394	0	0	0	0.006	0	0	5.748	0.041	
		Total	3.204		17.771		23.235	13.540	5.394	0.037	0.069	0.045	0.479	0.484	1.116	6.222	0.332	
	B	Insecta	0.780		0.201		0.039	0.120		0.105	0.072	0.063	1.764	0.489	1.100	0.495	0.096	
		Oligochaeta	0.001		0.016		0	0.004		0	0.003	0.045	0.317	0.075	0.005	0.024	0.002	
		Gastropoda	0		0.084		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
		Total	0.781		0.301		0.039	0.124		0.105	0.075	0.108	2.081	0.564	1.105	0.519	0.098	
	C	Insecta	1.122				0.711		0.081	0	0.442	0.719	1.419	2.715	4.343	0.329	0.141	0
		Oligochaeta	0.111				0.616		0.001	0.004	0.094	0.016	0.335	0.007	0.873	0.011	0.376	0.016
		Total	1.233				1.327		0.082	0.004	0.536	0.735	1.754	2.722	5.216	0.340	0.517	0.016
		Insecta	0.244	0.282	0.039	0.240	0.201			0	0	0.162	0.493	1.363	0.604	0.698	0.016	0.130
	D	Oligochaeta	0.116		0.035	0.067	0.027			0.018	0	0.062	0.010	0.025	0	0	0	0.006
		Total	0.360	0.282	0.074	0.307	0.228			0.018	0	0.224	0.503	1.388	0.604	0.698	0.016	0.136
		Insecta	0					0.039			0.088	0.004	0.006	0.094	0.082	0.231	0.061	0.096
Oligochaeta		0.094	0.033	0.050	0.011		0.056	0.022	0.081	0.057	0.016	0.013	0.001	0.001	0.017	0.001		
d. w. kg/whole moat	A	Total	0.094	0.033	0.050	0.011		0.095	0.022	0.169	0.061	0.022	0.107	0.083	0.232	0.078	0.097	
		Insecta	0.192		0.130		0.320	0	0	0.058	0.079	0.071	0.760	0.750	1.771	0.668	0.467	
		Oligochaeta	0		0.002		0.003	0	0	0.002	0.032	0.002	0	0.027	0.021	0.035	0	
		Gastropoda	3.347		28.408		36.992	21.745	8.663	0	0	0	0.010	0	0	9.231	0.066	
	B	Total	3.539		28.540		37.315	21.745	8.663	0.060	0.111	0.073	0.770	0.777	1.972	9.934	0.533	
		Insecta	1.240		0.320		0.062	0.191		0.167	0.114	0.100	2.805	0.778	1.749	0.787	0.153	
		Oligochaeta	0.002		0.025		0	0.006		0	0.005	0.072	0.504	0.119	0.008	0.038	0.003	
		Gastropoda	0		0.134		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
	C	Total	1.242		0.479		0.062	0.197		0.167	0.119	0.172	3.309	0.997	1.757	0.825	0.156	
		Insecta	3.390				2.148		0.245	0	1.335	2.172	4.287	8.202	13.120	0.994	0.426	0
		Oligochaeta	0.335				1.861		0.003	0.012	0.284	0.048	1.012	0.021	2.637	0.033	1.136	0.048
		Total	3.725				4.009		0.248	0.012	1.619	2.220	5.299	8.222	15.757	1.027	1.562	0.048
	D	Insecta	0.897	1.129	0.156	0.961	0.805			0	0	0.648	1.973	5.456	2.418	2.794	0.064	0.520
		Oligochaeta	0.464	0	0.140	0.268	0.108			0.072	0	0.248	0.040	0.100	0	0	0	0.224
		Total	1.361	1.129	0.296	1.229	0.913			0.072	0	0.896	2.013	5.556	2.418	2.794	0.064	0.544
Insecta		0	0	0	0	0	0.534		0	1.205	0.055	0.082	1.288	1.123	3.164	0.836	1.315	
E	Oligochaeta	1.288	0.452	0.685	0.151	0	0.767	0.301	1.110	0.781	0.219	0.178	0.014	0.014	0.233	0.014		
	Total	1.288	0.452	0.685	0.151	0	1.201	0.301	2.315	0.836	0.301	1.466	1.137	3.178	1.069	1.329		

表5.3.6 各濠の底生動物の現存量(乾量)の年間変動巾と年平均

Table 5.3.6 Annual ranges of standing crop (dry weight) of zoobenthos and its annual mean in each moat from 1973 to 1974.

Moat		A	B	C	D	E
d. w. g/ m ²	min.	0.037 May	0.039 Feb.	0.004 Apr.	0 May	0 Feb.
	max.	23.235 Feb.	2.081 July	5.216 Aug.	1.388 July	0.232 Aug.
d. w. kg/whole moat	min.	0.060	0.062	0.012	0	0
	max.	37.315	3.309	15.757	5.556	3.178
Annual	d. w. g/m ²	8.21	0.33	0.96	0.25	0.10
	Ratio	82.1	3.3	9.6	2.5	1
mean	d. w. kg/whole moat	13.14	0.54	2.89	1.00	0.95
	Ratio	13.8	0.6	3.0	1	1

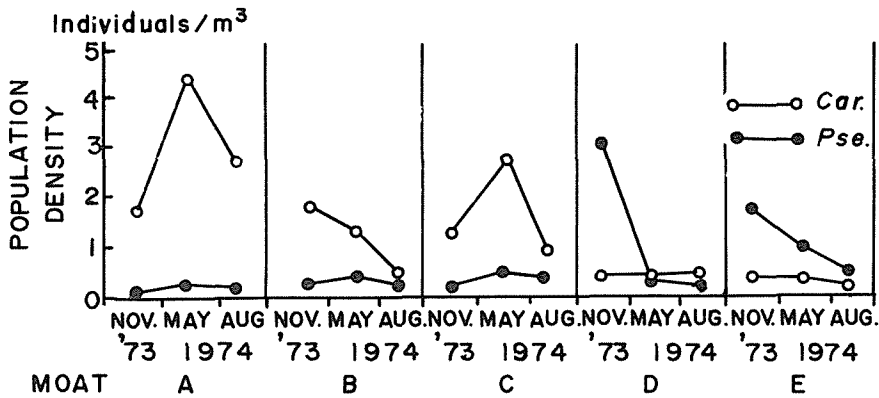


図5.4.1 各濠のフナとモツゴの分布密度
Car...フナ, Pse...モツゴ

Fig. 5.4.1 Population density of two kinds of fish in each moat between 1973 and 1974.
Car...*Carassius*, Pse...*Pseudorasbora*

表5.4.1 各濠の魚類の分布密度の年平均

Table 5.4.1 Annual means of population density of fish in each moat between 1973 and 1974.

inds./m ³	Moat				
	A	B	C	D	D
<i>Carassius</i>	2.97	1.24	1.69	0.42	0.21
<i>Pseudorasbora</i>	0.11	0.09	0.43	1.24	0.91
<i>Rhinogobius</i>	0.03	0.08	0.02	0.01	0.01
Total	3.11	1.41	2.14	1.67	1.13
<i>Paraemon</i>	0.03	0.03	0.21	0.97	0.36

次に魚種別の分布密度をみるために、11月、5月および8月に捕獲された尾数の年平均を求めると表5.4.1のようである。これによると、フナではA>C>B>D>Eの濠の順であるのに対し、モツゴはD>E>C>A>Bの順で両魚種の密度は相反的である。またスズエビはモツゴとほぼ同様な濠の順の分布密度を示した。

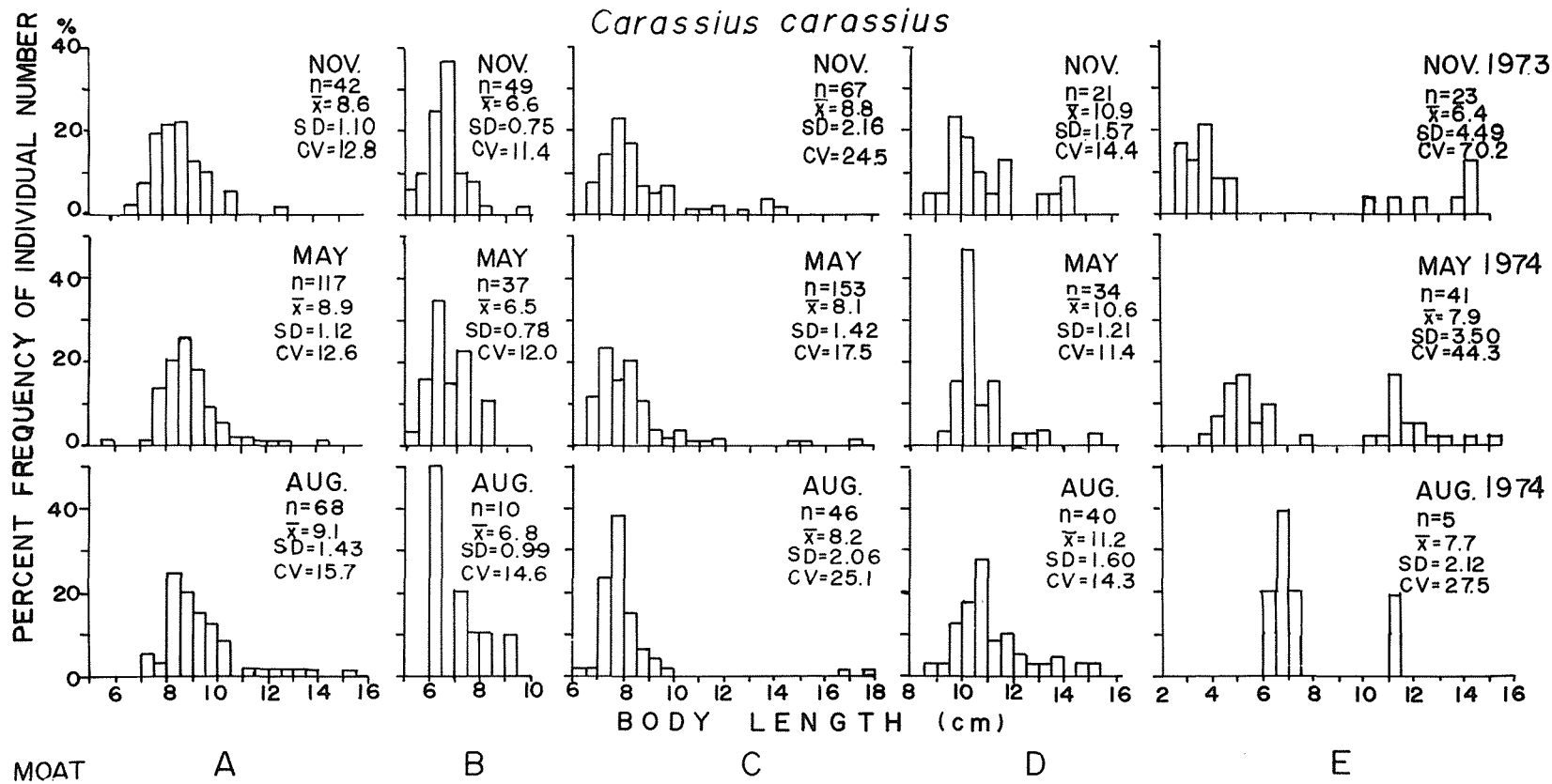


図5.4.2 各濠における季節別のフナの体長組成
 n…個体数, \bar{x} …平均体長, SP…標準偏差, CV…偶然変動。

Fig. 5.4.2 Body length distribution of *Carassius* in each moat from 1973 to 1974.
 n…Sampling number, \bar{x} …Mean body length, SD…Standard deviation, CV…Chance variation.

松本城の濠の富栄養化の現状とその対策

投網の網目の大きさによる魚の捕獲誤差についてみると、各濠で行った二分目網と五分目網の各一網当りの平均捕獲数は、モツゴでは二分目網で3.8尾に対し五分目網では0.3尾で顕著な差がみられたが、フナでは二分目網が4.9尾であり五分目網では4.6尾であって、両者の差はほとんどなかった。

5-4-2. フナとモツゴの体長組成と体長と年令との関係

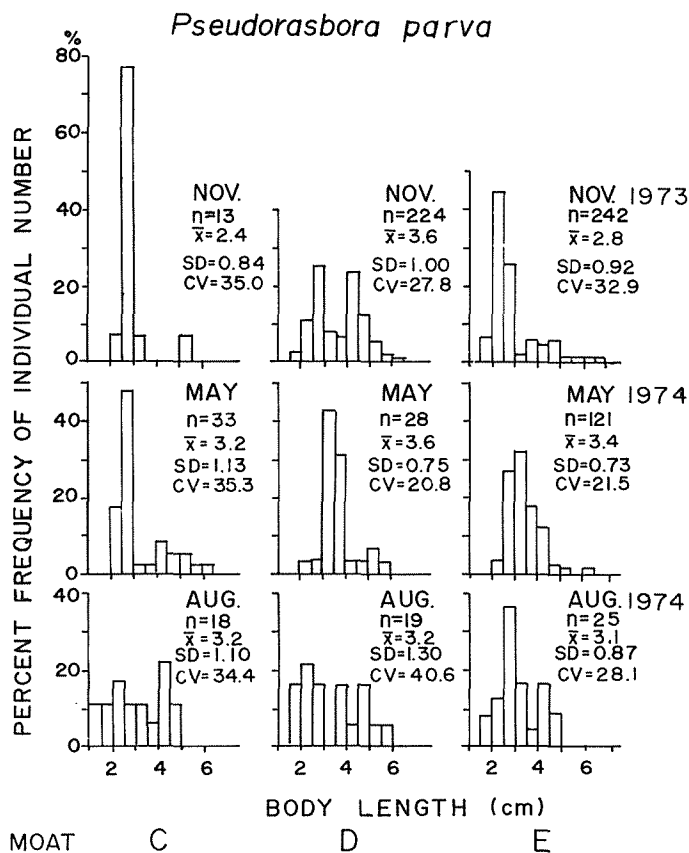


図5.4.3 C, DおよびE濠における季節別のモツゴの体長組成

Fig. 5.4.3 Body length distribution of *Pseudorasbora* in Moat C and Moat D from 1973 to 1974.

フナの体長(吻端より脊椎骨末端まで)を個体数のヒストグラムで濠別に、季節別に示すと図5.4.2のようである。

すなわち、全ての濠で体長は5~18cmの範囲であり(稀に24cmの個体があった)、個体数のピークは全ての季節でA濠では体長が8~9cm、B濠では6~7cm、C濠では7~8cm、D濠では10~11cmの一つあるが、E濠では体長9cmを境にしてそれぞれ大小二つの個体群に分れている。

モツゴの体長は1~7cmの範囲内にあり(図5.4.3)、個体数のピークはC濠は2~3cm、E濠は2.5~3.5cmにある。D濠は5月は3~4cmにピークがあるが他の季節は判然としないし、また、AとB濠は個体数が少ないので何とも云えない。

鱗による魚の年令を査定し、年令と体長との関係を個体数の分布で示すと図5.

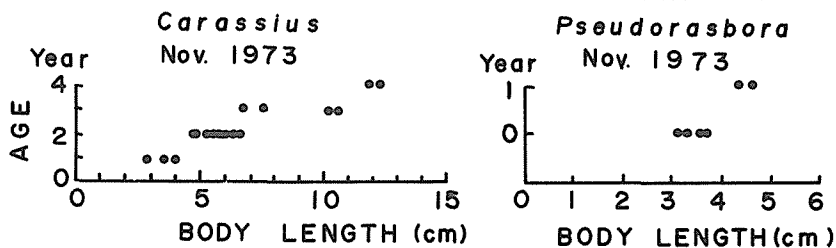


図5.4.4 フナとモツゴの年令と体長との関係(1973年11月)

Fig. 5.4.4 The relation between age and body length of two kinds of fish captured in the moat in Nov. 1973.

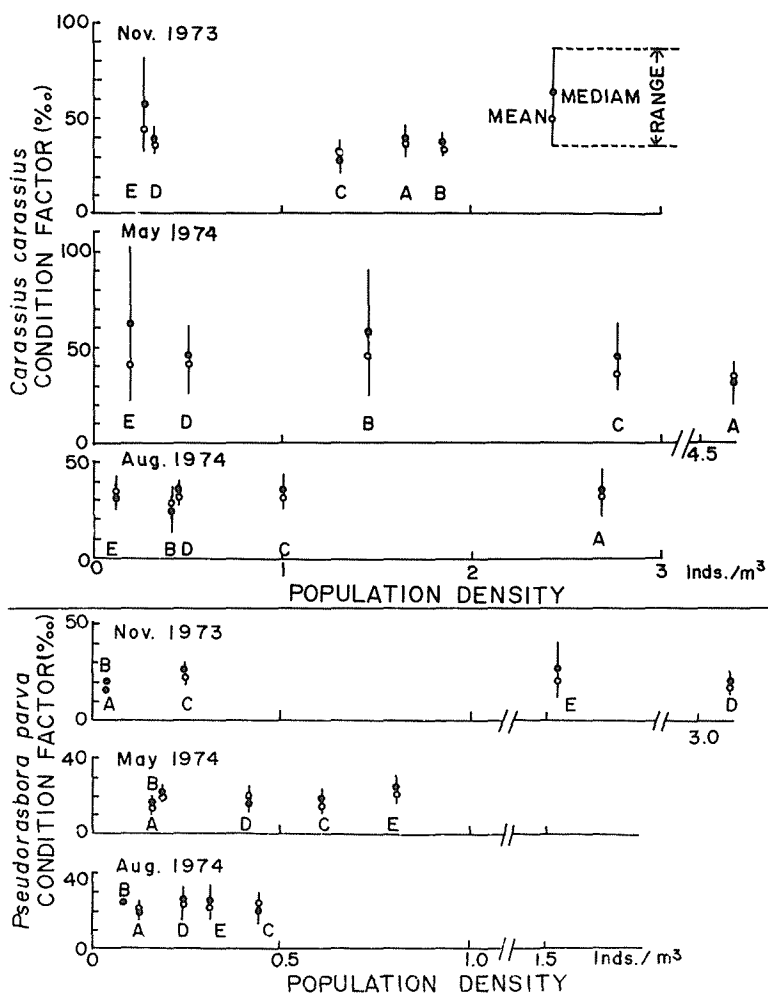


図5.4.6 各濠におけるフナおよびモツゴの分布密度と肥満度との関係

Fig. 5.4.6 Relation between population density and condition factor (%) of two kinds of fish in each moat.

相関は認められない。モツゴに関しても、各濠の生息密度と肥満度間に密な関係は示されなかった。

以上のように、各濠における魚類の生息密度に大差があるにもかかわらず、肥満度に顕著なちがいが無いことについては、魚種別の食性と摂食量の詳しい調査によって明らかにされねばならない。

各濠のフナとモツゴの全個体を季節別にまとめ、体重と体長の関係を図5.4.7と図5.4.8に示した。すなわち体長を5mm間隔に区分して、区分毎に含まれる個体の平均体重を求めて表わした。これら両図からすると、フナとモツゴのそれぞれの体重と体長の相関には季節的にも、各濠の間にも明確な傾向は認められない。

5-4-4. 食性と充満度

食性の調査は、捕獲した魚を直ちに20%ホルマリン固定した後、食道後端から第2屈曲部までの消化管をとり出し、内容物を検鏡同定した。その結果を表5.4.3、表5.4.4、表5.4.5に魚一尾当りに対して植物プランクトンは細胞数で、動物プランクトンと底生動物は個体数で示した。

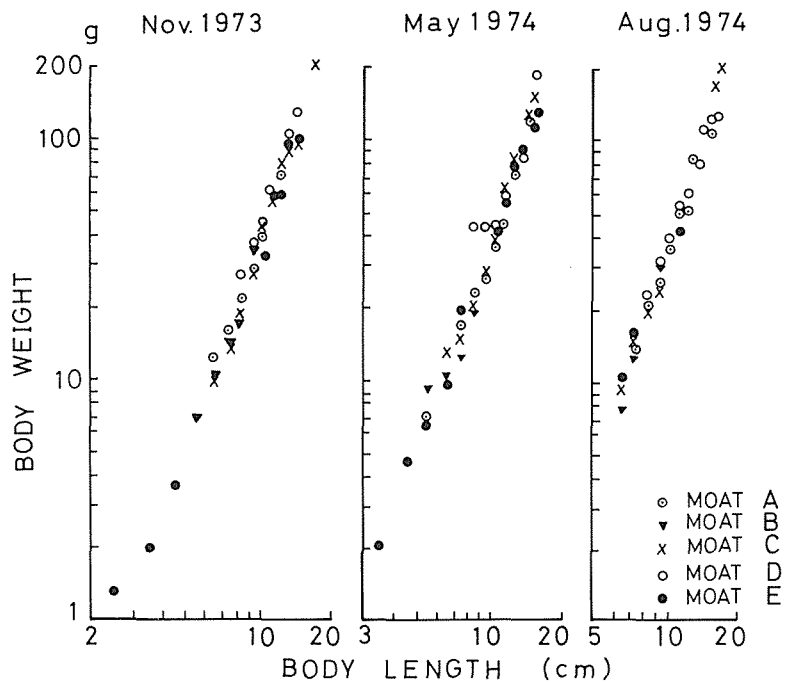
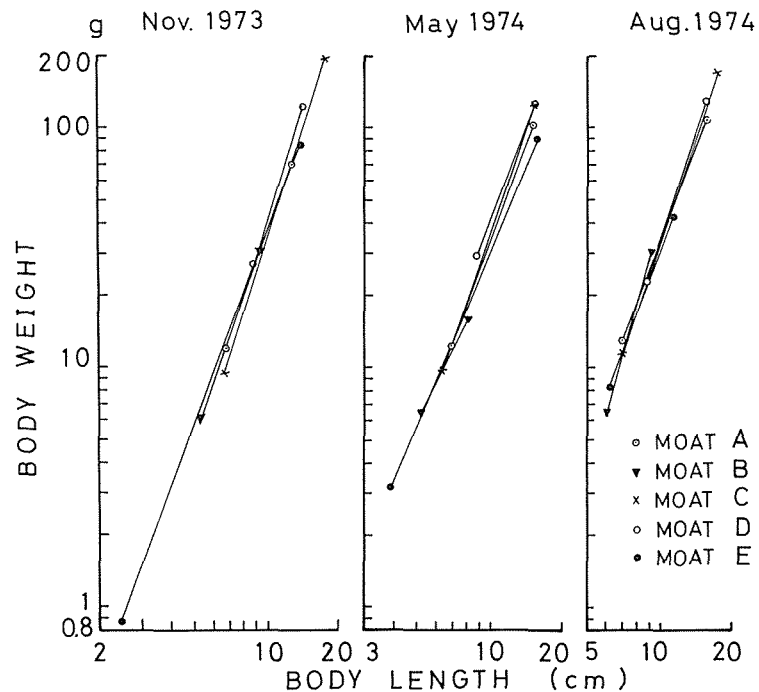


図5.4.7 各濠における季節別のフナの体重と体長との関係
 Fig. 5.4.7 The relationships between body weight and body length of *Carassius* in every moat in each season.

The regression lines of body weight on body length in Nov. 1973.

- Moat A ; $\log W = 2.74 \log L - 1.20$ $r = 0.971$
- Moat B ; $\log W = 2.81 \log L - 1.28$ $r = 0.957$
- Moat C ; $\log W = 3.11 \log L - 1.60$ $r = 0.984$
- Moat D ; $\log W = 3.18 \log L - 1.57$ $r = 0.981$
- Moat E ; $\log W = 2.62 \log L - 1.10$ $r = 0.963$



The regression lines of body weight on body length in May 1974.

- Moat A ; $\log W = 2.73 \log L - 1.21$ $r = 0.922$
- Moat B ; $\log W = 2.00 \log L - 0.61$ $r = 0.802$
- Moat C ; $\log W = 2.89 \log L - 1.35$ $r = 0.937$
- Moat D ; $\log W = 2.70 \log L - 1.08$ $r = 0.810$
- Moat E ; $\log W = 2.37 \log L - 1.89$ $r = 0.798$

The regression lines of body weight on body length in Aug. 1974.

- Moat A ; $\log W = 2.60 \log L - 1.11$ $r = 0.951$
- Moat B ; $\log W = 3.67 \log L - 2.07$ $r = 0.832$
- Moat C ; $\log W = 2.98 \log L - 1.47$ $r = 0.984$
- Moat D ; $\log W = 2.93 \log L - 1.40$ $r = 0.988$
- Moat E ; $\log W = 2.51 \log L - 1.02$ $r = 0.993$

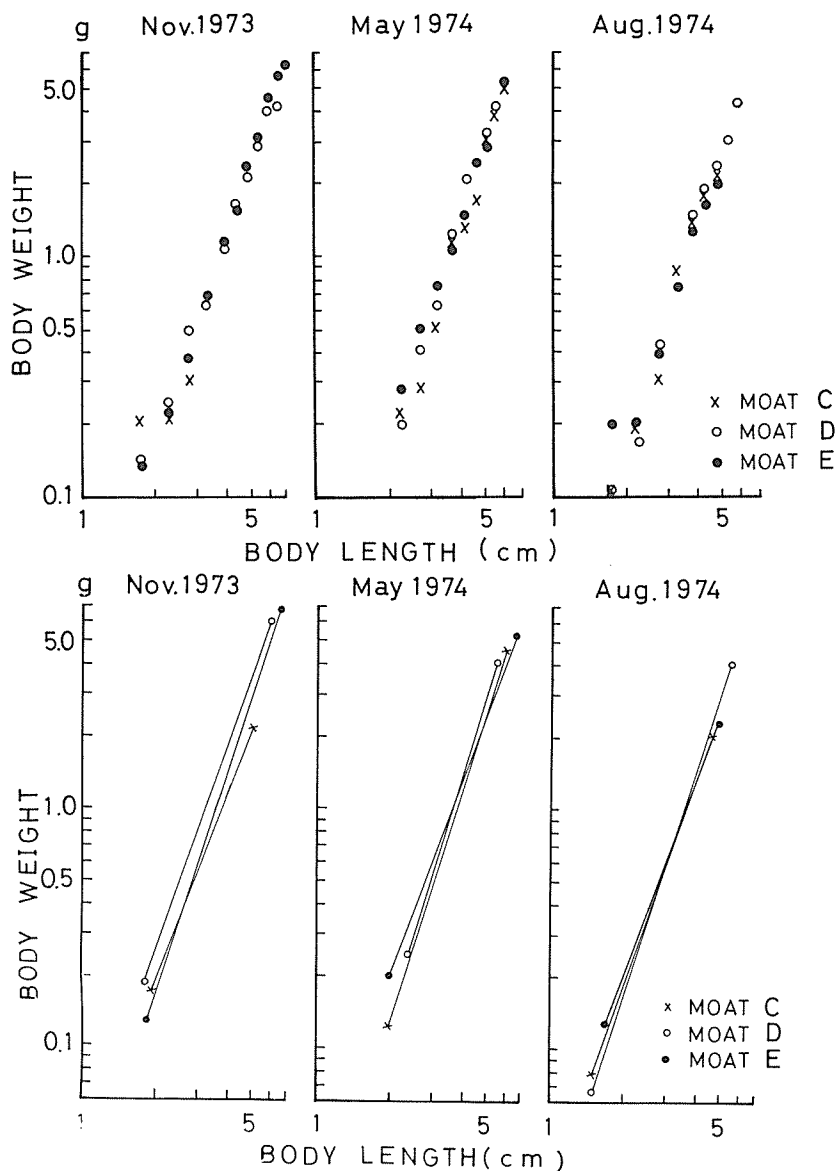


図5.4.8 C, DおよびE濠における季節別のモツゴの体重と体長との関係

Fig. 5.4.8 The relationships between body weight and body length of *Pseudorasbora* in Moat C, D and E in each season.

The regression lines of body weight on body length in Nov. 1973.

Moat C ; $\log W = 2.7 \log L - 1.5$ $r = 0.91$

Moat D ; $\log W = 2.9 \log L - 1.5$ $r = 0.99$

Moat E ; $\log W = 3.1 \log L - 1.7$ $r = 0.98$

The regression lines of body weight on body length in May. 1974.

Moat C ; $\log W = 3.3 \log L - 1.9$ $r = 0.99$

Moat D ; $\log W = 3.4 \log L - 1.9$ $r = 0.99$

Moat E ; $\log W = 2.8 \log L - 1.5$ $r = 0.98$

The regression lines of body weight on body length in Aug. 1974.

Moat C ; $\log W = 3.0 \log L - 1.6$ $r = 0.94$

Moat D ; $\log W = 3.2 \log L - 1.7$ $r = 0.94$

Moat E ; $\log W = 2.8 \log L - 1.6$ $r = 0.95$

表5.4.3 A濠およびB濠のフナの消化管内容物中のプランクトンと底生動物
 Table 5.4.3 Planktonic and zoobenthic matter found in digestive canal of *Carassius carassius* in Moat A and Moat B.

Moat		A						B		
		1973		1974		1974		1973	1974	
Date		Ⅱ		Ⅴ		Ⅶ		Ⅱ	Ⅴ	Ⅶ
		28	3	17	5	22	28	17	22	
Number of fish individuals		10	3	5	5	5	5	10	5	5
Body length(cm)	Range	5.0~9.9	10.0~	5.0~9.9	10.0~	5.0~9.9	10.0~	5.0~9.9	10.0~	5.0~9.9
	Mean	8.4	11.4	—	—	—	—	7.0	—	—
Body weight(g)	Range	12.1~25.5	41.0~70.0	21.0~26.0	36.0~71.0	25.0~28.0	49.5~88.0	10.2~16.1	11.0~21.0	7.0~17.0
	Mean	21.7	50.0	23.1	53.8	27.2	60.5	12.7	16.0	12.6
Index of fullness(%)	Range	0.17~1.10	0.89~1.57	0.29~0.88	0~1.16	0.24~0.53	0~0.94	0.93~3.03	0.51~1.43	0.32~1.00
	Mean	0.52	1.01	0.56	0.56	0.43	0.30	1.61	0.89	0.68
Phytoplankton cells/a individual	<i>Microcystis aeruginosa</i>			##		##				
	<i>Oscillatoria tenuis</i>				###					
	<i>Anabaena</i> sp.			#	##					
	<i>Aphanocapsa</i> sp.				##					
	Total × 10 ⁶	0	0	4.7	174.2	6.0	0	0	0	0
	<i>Melosira granulata</i>		+	###		##	###	+	###	###
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	##	##	###	##	##	###	#	##	##
	<i>Synedra ulna</i>	+	+							
	<i>S. acus</i>		+	###	##	##	###		##	##
	<i>Navicula cryptocephala</i>	#	+	###	###	###	###		###	##
	<i>N. bacillum</i>							##		
	<i>N. spp.</i>	+	##					##		
	<i>Pinnularia viridis</i>	+	+	##	##		##	##	##	##
	<i>Gomphonema</i> sp.		+	##	##		##		##	##
	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	+	+					+		
<i>Amphora ovalis</i>	+				##	##			##	
<i>Neidium</i> sp.							+			
<i>Stauroneis</i> sp.							+			
<i>Cymbella turgida</i>		##	###	##	##	##		##	##	
<i>Epithemia</i> sp.							+			
<i>Cymatopleura solea</i>								##		
<i>Cocconeis placentula</i>		##	###	##	##	##		###	##	
<i>Nitzschia palea</i>	+		##	##		##		###		
<i>N. acuminata</i>	+	##					+			
<i>Surirella robusta</i>		+								
Total × 10 ⁶	3.7	8.7	8137.2	3591.1	115.4	293.3	5.7	734.7	169.0	
<i>Pediastrum simplex</i>								##	###	
<i>Golenkinia</i> sp.						##			##	
<i>Dictyosphaerium</i> sp.							##			
<i>Ankistrodesmus</i> sp.								##	##	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			###	###		##	##	###	###	
<i>Urothrix</i> sp.		##								
<i>Stigeoclonium</i> sp.		##								
<i>Cosmarion</i> sp.									##	
<i>Actinastrum</i> sp.					##	##			##	
Total × 10 ⁶		1.2	166.4	355.6	17.8	8.5	0.5	55.5	4453.8	
Totale sum × 10 ⁶	3.7	9.9	8308.3	4120.9	139.2	301.8	6.2	790.2	4622.8	
Inds./a ind.	<i>Monostyla</i> sp.		+	##	##	##		##	##	
	<i>Daphnia</i> sp.				##	##		##	##	
	<i>Peridinium</i> sp.						##			
	<i>Chironomus</i> sp.					+				
	Tubificidae					+				
	Young fish	0	0.6	10.5	54.0	100.0	106.6	0	60.0	26.1

+ < 10, # 10~10², ## 10²~10³, ### 10³~10⁴, #### 10⁴~10⁵, ##### > 10⁵

表5.4.4 C濠, D濠およびE濠のフナの消化管内容物中のプランクトンと底生動物
 Table 5.4.4 Planktonic and zoobenthic matter found in digestive canal of *Carassius*

Moat		C									
Date		1 9 7 3			1 9 7 4				1 9 7 3		
		Ⅺ			Ⅴ		Ⅷ		Ⅺ		
		28			17		22		28		
Number of fis individuals		10	10	1	5	5	5	2	4	5	4
Body length(cm)	Range	5.0~9.9	10.0~14.9	15.0~	5.0~9.9	10.0~	5.0~9.9	10.0~	5.0~9.9	9.7~11.5	13.0~
	Mean	8.1	12.7	17.8	—	—	—	—	9.3	10.7	13.8
Body weight(g)	Range	11.0~27.5	41.6~96.1	200.0~	12.0~28.0	39.0~100.3	11.5~26.5	16.3~215.0	27.0~33.9	37.0~64.1	100.1~132.2
	Mean	17.5	73.2	200.0	19.9	73.8	20.9	190.3	31.6	52.4	114.3
Index of fullness(%)	Range	0.06~2.64	0.01~0.38	0.01	0~4.33	0.06~0.31	0.14~4.03	0.29	0.37~0.42	0.12~4.28	0.06~0.80
	Mean	0.66	0.16	0.01	0.22	0.07	0.40	0.29	0.39	0.71	0.40
Phytoplankton cells/a individual	<i>Microcystis aeruginosa</i>				###	###	###	###			
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	+	##								
	<i>Anabaena</i> sp.				##		###				
	<i>Aphanocapsa</i> sp.						###				
	Total × 10 ²	0.4	1.2		12.7	28.3	2820.3	120.0		0	0
	<i>Melosira granulata</i>	+	+		+		###	###	+		
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	##		###	+	##	###	###		##	
	<i>Synedra ubna</i>		+						+		
	<i>S. acus</i>		+		##	+	##	###			
	<i>Navicula cryptocephala</i>		+		##	###	##	###	+	+	+
	<i>N. bacillum</i>	+	+						+		
	<i>N. spp.</i>	+	+	+				###	+	##	
	<i>Pinnularia viridis</i>	##	+					###	##	##	+
	<i>Gomphonema</i> sp.		+					###			
	<i>Gyrosigma</i> sp.				##				+	##	
	<i>Amphora</i> sp.	+	+		##	##	##	###			
	<i>Cymbella turgida</i>		+			##	##				
	<i>Epithemia</i> sp.	+	##						##	+	
	<i>Cymatopleura solea</i>	+	+						+		
	<i>Cocconeis placentula</i>						###	###			
<i>Nitzschia palea</i>		##		##				##	##		
<i>N. vermicularis</i>								+		+	
<i>N. acuminata</i>								+			
<i>Sarivella robusta</i>											
Total × 10 ²	2.5	0.6	64.1	6.6	43.1	155.7	4056.0	3.1	9.4	0.1	
<i>Pediastrum simplex</i>		##		###	##	###	###				
<i>Golenkinia</i> sp.						###					
<i>Ankistrodesmus</i> sp.		+									
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	##	##		##	##	###	###		##		
<i>Closterium</i> sp.											
<i>Actinastrum</i> sp.											
Total × 10 ²	0.1	0.5		51.0	11.5	3018.7	1488.0		0.8	0	
Total sum × 10 ²	3.0	2.3	64.1	70.3	82.9	5994.7	5664.0	3.1	10.2	0.1	
inds./ a ind.	<i>Monostyla</i> sp.		+		+	##	##				
	<i>Daphnia</i> sp.					+	+				
	<i>Peridinium</i> sp.						##				
	Young fish		+								
	Total		0.2		4.9	30.0	219.3	20.0		0	0

+ < 10. # 10 ~ 10², ## 10² ~ 10³, ### 10³ ~ 10⁴, #### 10⁴ ~ 10⁵, ##### > 10⁵

carasius in Moat C, Moat D and Moat E.

D			E						
1 9 7 4			1 9 7 3		1 9 7 4				
Y	VIII		XI		V			VIII	
1 7	2 2		2 8		1 7			2 2	
4	5	5	10	7	5	5	5	4	1
100~	5.0~9.9	10.0~	0.1~4.9	10.0~	0.1~4.9	5.0~9.9	10.0~	5.0~9.9	10.0~
—	—	—	3.6	12.8	—	—	—	—	—
40.0~89.0	29.0~32.5	60.0~81.5	0.9~4.8	32.0~98.0	3.0~5.0	6.0~19.0	41.5~68.0	9.0~15.0	41.5
56.3	29.1	93.3	2.7	74.5	4.1	9.6	56.3	11.8	41.5
0~3.06	0.02~0.75	—	0.26~1.13	0.32~0.36	0~0.14	0~0.76	0~0.51	0.30~0.70	0.45
0.98	0.32	—	0.64	0.34	0.05	0.33	0.31	0.53	0.45
		###		++	###	###	###	###	###
				++			###		###
###						##	+		
3 2.0	0	123.8	0	0.5	3 3.5	3703.5	5589.4	8 5.3	152466
###	###			+	+	###	##	###	
###	###			++		###	###	###	##
###	###								
###			+			##	+	##	##
		###			##	###	###	###	
				+					
###	###		+	+	+	##	##		
###	###					##	##		
###								##	
###	###							###	
###	###					+	+		
			+	+		##			
4982.4	0	4 54.1	0.02	1.2	1.7	1 0 0.6	7 2.3	2 4 3.2	5.5
					##	###	###	###	###
						+	###	##	
						###	+		###
				##		###		###	
							##		
###						##	###	###	
3 4.1	0		0	0.8	2.6	1 0 14.5	1 0 2.8	1 7 02.0	9 9.3
5048.5	5 7 7.9		0.02	2.5	3 7.8	4 8 18.6	5 7 64.5	2 0 3 0.5	1 5 3 5 1.4
##	##				+	###	##	##	+
##									##
2 8 0.0	0	1 1.0	0	0.3	1 7.0	6 0 8 0.0	4 7 4.0	7 4 7.0	1 4 1.9

表5.4.5 各濠のモツゴの消化管内容物中のプランクトンと底生動物
Table 5.4.5 Planktonic and zoobenthic matter found in digestive canal of

Moat		<i>Pseudorasbora</i>							
		A		B		C			
Date		1974	1974		1973	19	74	1973	
		V	V	VII	XI	V	VII	XI	
		17	17	22	28	17	22	28	
Number of fish individuals		3	3	1	10	5	5	5	10
Body length(cm)		Range		5.9	—	—	4.1~4.6	2.9~3.2	5.0~6.0
		Mean		5.9	—	—	4.4	3.0	5.5
Body weight(g)		Range		4.7	—	1.8~3.8	1.6~2.4	0.5~0.6	2.6~4.6
		Mean		4.7	—	3.0	1.9	0.5	3.6
Index of fullness(%)		Range		0	—	0~35.54	0.83~2.29	—	0.43~2.12
		Mean		0	—	7.51	1.17	—	1.19
Phytoplankton cells/a individual	<i>Microcystis aeruginosa</i>				+				
	<i>Oscillatoria tenuis</i>								
	Total × 10 ²	0	0	0	0.3	0	0	0	0
	<i>Melosira granulata</i>	###	##	##		###	###		+
	<i>Cyclotella kitzingiana</i>		##		+	###	###		+
	<i>Synedra acus</i>		##	##			##		+
	<i>Navicula</i> spp.	###	###	##		###	###		+
	<i>Pinnularia viridis</i>		+			##	##		+
	<i>Gomphonema</i> sp.		+		+		##		+
	<i>Gyrosigma</i> sp.				+				
	<i>Amphora ovalis</i>		##			##	##		
	<i>Cymbella turgida</i>		##			##	###		+
	<i>Epithemia</i> sp.								+
	<i>Cymatopleura solea</i>				+				
	<i>Cocconeis placentula</i>		##			+	###		
	<i>Nitzschia acicularis</i>								+
	<i>N. palea</i>								##
	<i>Surirella robusta</i>								
Total × 10 ²	192.0	528.0	7.2	0.2	27.1	204.0	0	1.5	
Golenkinia radiata	<i>Golenkinia radiata</i>		##	###		###	###		
	<i>Pediastrum simplex</i>		##	###		###	###		##
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>		##			###	###		
	<i>Stigeoclonium</i> sp.				##				
	<i>Actinastrum</i> sp.								
	Total × 10 ²	0	10.0	38.4	0.3	12.9	278.4	0	0.1
Total sum × 10 ²	192.0	538.0	45.6	0.8	40.0	482.4	0	1.6	
inds./ a ind.	Tubificidae								
	<i>Rotaria</i> sp.		+	+		+	+	+	
	<i>Kellatera</i> sp.								+
	<i>Daphnia</i> sp.					+			
	<i>Chironomus</i> sp. larva	+							
	<i>Chironomus</i> sp. pupa				+				
	Young fish								+
Total	1.0	9.1	48.0	1.0	18.0	2.0	2.2	0	

+ < 10, ## 10 ~ 10², ### 10² ~ 10³, #### 10³ ~ 10⁴, ##### > 10⁴

Pseudorasbora parva in each moat.

					<i>Rhinogobius:</i>
D		E			All moats
1974		1973	1974		1974
V	VIII	XI	V	VIII	V
17	22	28	17	22	17
5	5	5	5	5	3
—	4.5~5.6	0.3~2.9	—	4.1~4.8	—
—	4.9	2.6	—	4.4	—
2.1~4.1	2.2~4.3	0.3~0.6	2.7~5.3	1.7~2.4	1.4~2.2
2.9	2.9	0.4	3.8	1.9	1.9
0~0.61	0~4.09	—	0~2.50	0~0.6	0~3.75
0.24	1.35	—	0.52	1.43	1.93
III	IIII			IIII	IIII
10.0	684.8	0	0	67.4	508.4
	II		II	II	IIII
	III		III	II	IIII
II	II		III	II	IIII
II	II			II	IIII
	II			II	IIII
II				II	IIII
	II			II	IIII
1.3	49.6	0	0	1.7	1440.0
	IIII			III	IIII
II	IIII				IIII
0.6	572.8	0	0	3.8	419.5
11.9	130.7	0	0	72.9	2367.9
+	II	+			II
					II
2.0	342.0	0.2	0	0	54.0

これらの表に基づいて、フナとモツゴの食物の選択指数 (Selectivity index) (Ivlev 1955) を求めた。しかし、モツゴは検査個体が少ないし、11月は消化管内容物が少量であったので、主に5月と8月のフナの食性について述べる。

餌の選択性を知るための選択指数 (Ei) を求める式は次のようである。

$$E_i = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$$

r_i : それぞれの餌料生物が魚の摂取量 (消化管内容物) 全体の中で占める割合

p_i : その餌料生物が水中の餌料生物全体の中で占める割合

すなわち、選択指数からみると、フナはラン藻の *Microcystis* を比較的よく摂取し、ケイ藻では *Melosira* が多い。また緑藻の *Pediastrum* や *Scenedesmus* およびワムシ類などはプランクトン中に比較的多く存在するにもかかわらず顕著な傾向はみられない。

充満度 (Index of fullness) は次の式によって算出したが、フナについては体長を 5 cm 以下、5 ~ 9.9 cm、10.0 ~ 14.9 cm および 15 cm 以上の四つに区分し、各区分毎に 1 ~ 10 個体を、モツゴは体長の大きな個体についてのみ測定した。

$$\text{充満度 (\%)} = \frac{\text{消化管内容物湿重量 (g)}}{\text{体重湿重量 (g)}} \times 100$$

各濠における測定結果の季節変動は、図 5.4.9 のようで、フナもモツゴも 5 月は 11 月と 8 月に比べ低い値を示す傾向がみられた。

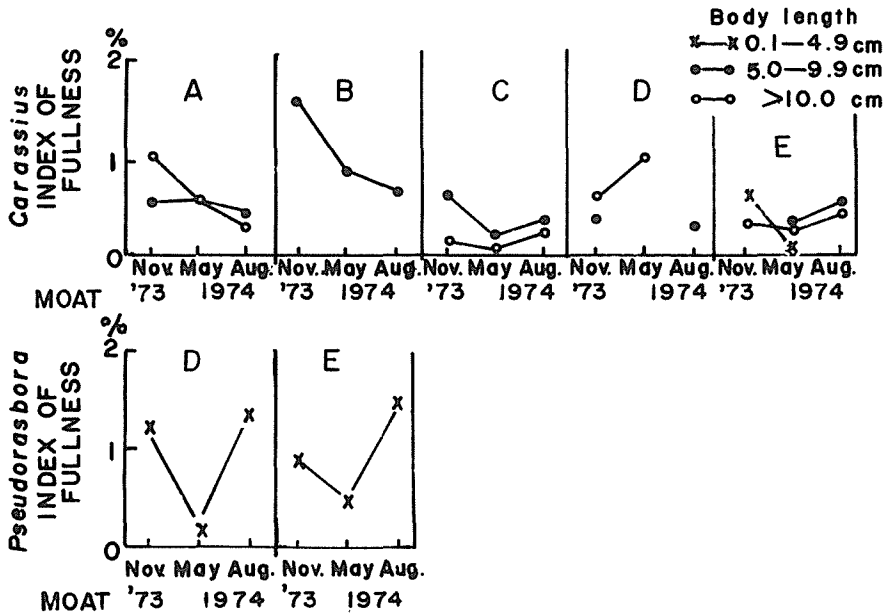


図5.4.9 各濠のフナとモツゴの充満度

Fig. 5.4.9 Index of fullness of two kinds of fish in each moat from 1973 to 1974.

充満度は食道後端部から第2屈曲部までの消化管について、その内容物の重量を測るのであるが、測定個体のうちいくつかは食道後端部から第1屈曲部までが中空のものがあった。これは捕獲後のホルマリン固定の際の嘔吐によるものと思われる。また、8月のフナでは、抱卵の多い個体のうちには充満度の低いものが多かった。これらのことからすると、充満度の高い時期は摂食活動が盛んであるとは必ずしも云えない。

5-4-5. 魚病について

8月の魚類調査で捕獲されたフナには、畸形、赤斑、白雲病、寄生虫などが観察された。

A濠のフナでは、畸形（目、口、背骨）のもの3尾、赤斑（尾、腹、体側）のもの1尾、白雲病2尾であり、C濠では畸形1尾、赤斑3尾であり、D濠では畸形1尾、赤斑2尾、白雲病1尾、イカリ虫寄生1尾であった。また11月の調査では穴あき病のニシキゴイが1尾捕獲された。上記の魚病個体の発生率を求めると、8月のフナではA濠とC濠は8.7%、D濠は12.2%で高い値を示した。以上の魚病のうち特に畸形と赤斑の見られるのは、水質の汚濁と密接な関係があるとされている。

5-5 一般細菌および大腸菌群数

各濠の一般細菌数および大腸菌群数についての比較を図5.5.1と表5.5.1に示した。A濠での5月の数値には多少の疑問があるので、これを省いて考えると、これら細菌数からみた各濠の汚染度はAがもっとも低く、次にBで、どちら

らも一般細菌数は年間を通して 10^3 個/cc以下となっている。他の濠、C、D、Eは一般細菌数 10^4 個/ccとほぼ同程度の汚染度となっているが、大腸菌群数で較べると、この三つの濠のうちEは 10^3 個/ccと、もっとも汚染されている。大腸菌群は濠の外からの持ち込みによることから、Eは下水を通しての汚染がいちじるしいことを物語っている。Eに流入する下水に含まれる一般細菌数は常時 10^4 個/cc以上で、大腸菌群数もほぼ 10^3 個/cc以上と汚染度はEに較べても

一桁高い。一方、Aに流入する湧水の場合、5、6月に一般細菌数が80~90個/ccとなっているが、他は10個/cc以下で、大腸菌群数も0個/ccと、細菌数からすれば飲料適である。しかし、水質的には $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ が同時に検出されるなど飲料としては適していない。濠の一般細菌数および大腸菌についての報告ではないが、佐谷戸ら(1973)は皇居の濠について硫酸還元菌の季節的消長を調べている。皇居の濠のように水の停滞する場合には四季を通じて硫酸還元菌が存在することが彼らによって明らかにされ、その結果、夏季8月には溶存硫化物が最大値を示すと報告している。しかし、松本城の濠の場合には水の交換が皇居の濠にくらべて良いところから、局部的に硫化物の発生する場所もあるが、全体としては溶存硫化物は非常に少ないとみられる。

5-6. 生物群集間の量的関係

各濠における植物プランクトン、動物プランクトン、底生動物および魚類の現存量が算出されたので、生物群集間の相互の量的関係や、栄養段階別の生物量（biomass）から生物量ピラミッドおよび利用率について検討した。

表5.6.1および図5.6.1に魚類採集が同時に行われた5月、8月および11月の時点における生物群集毎の現存量を、各濠について示した。すなわち、各濠は全般的にみると、基礎生産者の植物プランクト

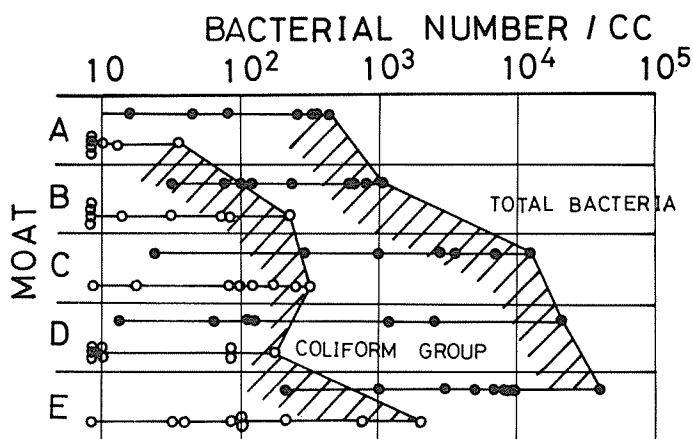


図5.5.1 各濠の一般細菌数、大腸菌群数の年間変動中

Fig. 5.5.1 Annual ranges of number of total and coliform group bacteria in each moat from 1973 to 1974.

表5.5.1 各濠の細菌数の季節変化。

Table 5.5.1 Seasonal changes in bacterial number in each moat.

	Moat	Station	1973		1974						
			XI	XII	III	IV	V	VI	VII	VIII	X
			19	17	24	27	23	4	21	23	21
Total bacterial number/cc	A	1	<10 ²	17	50	85	—	48×10	29×10	36×10	37×10
		2	1	5	—	1	—	9×10	2	2	2
	B	1	<10 ²	32	11×10	80	73×10	8×10 ²	23×10	71×10	<10 ³
		2	25	7	10×10	40	20×10	—	—	—	25×10
	C	1	—	8	—	—	—	—	—	—	—
		2	—	24	29×10	10×10 ²	36×10 ²	3×10 ³	72×10 ²	132×10 ²	35×10 ²
	D	1	<10 ²	14	12×10	11×10	—	19×10 ³	12×10 ²	28×10 ²	73
		2	—	28	—	—	—	—	—	—	—
	E	1	32×10 ²	80×10 ²	75×10 ²	90×10 ²	85×10 ²	4×10 ⁴	5×10 ³	2×10 ²	<10 ³
		3	2×10 ²	17	—	18×10	—	—	—	—	—
		6	45×10 ²	27×10	—	70	—	2×10 ³	3×10 ²	17×10	—
	Drainage	1	45×10 ³	58×10 ³	18×10 ³	12×10 ³	20×10 ³	50×10 ³	21×10 ³	118×10 ³	12×10 ³
		2	12×10 ⁴	70×10 ³	51×10 ³	50×10 ²	—	20×10 ³	—	—	—
	Coliform bacterial number/cc	A	1	<10	1	2	2	—	2×10 ²	12	8
2			0	0	—	0	—	<10	0	0	0
B		1	14	1	3	4	67	20×10	33	9	86
		2	2	0	8	5	27	—	—	5	8
C		1	—	0	—	—	—	—	—	—	—
		2	—	0	19	12×10	38×10	1×10 ²	33×10	19×10	88
D		1	<10	0	8	2	—	16×10	9×10	10	90
		2	—	0	—	—	—	—	—	—	—
E		1	81×10	40	81	34	18×10 ²	<10 ²	<10 ²	0	205
		3	4	0	—	0	—	—	—	—	—
		6	31×10	0	—	1	—	<10	<10	2	—
Drainage		1	180×10	39×10 ²	33×10 ²	50×10	92×10 ²	2×10 ³	29×10 ²	110×10 ²	2×10 ²
		2	17×10 ³	23×10 ²	48×10 ²	60×10	—	21×10 ²	—	—	—

表5.6.1 各濠における各生物群集現存量の量的関係。

Table 5.6.1 Quantitative relation among standing crops of four communities in each moat from 1973 to 1974.

		A			B			C			D			E		
		V	VIII	XI	V	VIII	XI	V	VIII	XI	V	VIII	XI	V	VIII	XI
d. w. g./m ²	Fish	17.52	10.56	5.95	2.50	0.74	2.97	10.85	3.44	5.74	3.97	3.33	1.67	1.79	0.25	1.43
	Zooplankton	0.005	0.015	0.001	0.002	0.003	0.001	0.007	0.038	0.002	0.0003	0.021	0.002	0.020	0.012	0.006
	Benthos	0.037	0.780	—	0.105	0.834	—	0.536	2.779	—	0	0.651	0.232	0.169	0.158	0.033
	Phytoplankton	11.3	5.5	5.6	6.2	21.0	9.8	4.5	23.7	11.1	18.8	14.0	5.4	13.4	36.6	5.5
	Seston	14.1	22.2	14.1	16.7	21.2	12.6	26.8	54.8	14.6	31.7	22.2	11.7	27.8	79.5	24.8
Ratio	Fish	1.55	1.92	1.06	0.40	0.04	0.30	2.41	0.15	0.52	0.21	0.24	0.31	0.13	0.007	0.26
	Zooplankton	0.0004	0.0027	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001	0.0016	0.0016	0.0002	0.00002	0.0015	0.0004	0.0015	0.0003	0.0011
	Benthos	0.003	0.141	—	0.017	0.040	—	0.119	0.117	—	0	0.047	0.052	0.012	0.004	0.006
	Phytoplankton	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Seston	1.25	4.04	2.52	2.69	1.01	1.29	5.96	2.31	1.32	1.69	1.59	2.17	2.07	2.17	4.51

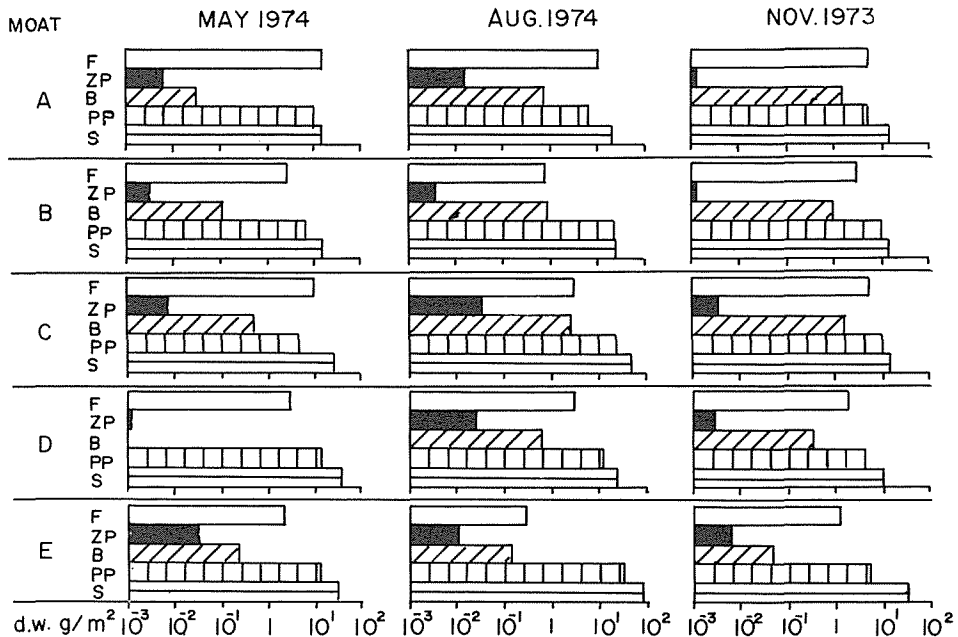


図5.6.1 各濠における各生物群集の間の現存量の季節別の量的関係

F…魚類, ZP…動物プランクトン, B…底生動物, PP…植物プランクトン, S…セストン

Fig. 5.6.1 Seasonal quantitative relation among standing crops of four communities in each moat from 1973 to 1974.

F…Fish, ZP…Zooplankton, B…Zoobenthos, PP…Phytoplankton, S…Seston.

ンは4.5~36.6g /m²、動物プランクトンは0.003~0.0038g /m²、底生動物は0~2.779g /m²で、従って第一次消費者としては0.0003~2.817g /m²、第二次消費者の魚類は0.25~17.52g /m²の範囲でえられ、基礎生産者に対して第一次消費は異常に少なく、第二次消費者は目立って多い。

今、植物プランクトン量を1として、各生物群集間の比率を求めると、表5.6.1の下端のようである。全般的にみて、どの濠もいづれの季節でも動物プランクトン量が非常に少なく、魚類が極端に多い傾向がみられる。またA濠以外の濠では底生動物も少ない。すなわち、動物プランクトン量の比率は0.0001~0.003で小さく、濠による差も少ないし季節的変動も一定の傾向はない。底生動物の比率は0.003~0.15の範囲でえられ、C濠は他よりも高く、またE濠以外は夏に高い値を示す。魚類は0.04~2.41の高比率を示し、特にA濠は年間を通して植物プランクトン量を上廻り、またC濠の5月は2.41という最大の値を示した。これらを除外すれば他の濠は全ての季節で植物プランクトン量を超過することはない。

生物由来の物質を多量に含有し、動物群集の重要な餌料となるセストンは、植物プランクトン量の1~6倍の値を示すが、このセストン量より多いのはA濠の5月における魚類量のみである。

次に年平均値による現存量の生物群集間の量的関係を表5.6.2および図5.6.2に示した。すなわち、各濠の値は生産者は10.9(A濠)~26.2(D濠)g /m²の範囲であって、大型水草の生育水域をもつD濠が最大であるが、植物プランクトンのみでは18.0g /m²のE濠が最も大きい。第一次消費者は0.136(E濠)~2.135(A濠)g /m²の範囲で、底生動物の豊富なA濠が最大であり、第二次消費者は1.2(E濠)~11.3(A濠)g /m²の範囲にある。

以上の結果を表5.6.3に示す各地の湖沼のそれらと対比すると(表5.6.3では生重量で示した湖があ

表5.6.2 各濠における生物量(年平均)ピラミッドと利用効率。

Table 5.6.2 Biomass (annual mean) pyramid and utilization efficiency in each moat.

Moat (1973~1974)		A		B		C		D		E					
Trophic lake type		Meso~Eutrophic		Eutrophic		Eutrophic		Eutrophic		Eutrophic					
Biomass & utilization efficiency (%)		Dry w. g/m ²	%	Dry w. g/m ²	%	Dry w. g/m ²	%	Dry w. g/m ²	%	Dry w. g/m ²	%				
Secondary consumer		11.3	529.3	2.0	449.4	8.0	691.4	3.0	857.1	1.2	882.3				
Primary consumer { ZP. ZB.		0.015 } 2.135	19.6	0.005 } 0.44	0.445	3.2	0.017 } 1.14	1.157	7.1	0.040 } 0.31	0.35	1.3	0.046 } 0.09	0.136	0.8
Producer { PP. R. A. P.		10.9 } 10.9	—	13.9 } 13.9	—	16.3 } 16.3	—	14.9 } 11.3	26.2	—	18.0	—	18.0	—	
Biomass ratio to PP.	Fish	1.036		0.144		0.491		0.201		0.067					
	Zooplankton	0.0014		0.0004		0.001		0.0027		0.0026					
	Zoobenthos	0.194		0.032		0.069		0.021		0.005					
	Phytoplankton	1		1		1		1		1					

ZP. Zooplankton, ZB. Zoobenthos, PP. Phytoplankton, R. A. P. Rooted aquatic plant

表5.6.3 各種栄養型湖沼の生物量(年平均)ピラミッドと利用効率。

Table 5.6.3 Biomass (annual mean) pyramid and utilization efficiency in each lake of various trophic lake types.

Lake		L. Weber		L. Mendota		L. Suwa		Silver Spring	
Trophic lake type		Oligotrophic		Eutrophic		Eutrophic		Eutrophic	
Biomass & utilization efficiency (%)		Wet w. g/m ²	%	Wet w. g/m ²	%	Wet w. g/m ²	%	Dry w. g/m ²	%
Tertiary consumer		—	—	—	—	0.3	1.3	1.5	13.6
Secondary consumer		2.3	10.5	—	—	22	26.4	11	29.7
Primary consumer { ZP. ZB.		7 } 22	13.6	41 } 53	8.2	22 } 83	17.8	37	4.6
Producer { PP. R. A. P.		107 } 162	—	188 } 648	—	382 } 468	—	809	—
Biomass ratio to PP.	Fish	0.021		—		0.058		—	
	Zooplankton	0.065		0.218		0.058		—	
	Zoobenthos	0.140		0.063		0.159		—	
	Phytoplankton	1		1		1		—	

ZP. Zooplankton, ZB. Zoobenthos, PP. Phytoplankton, R. A. P. Rooted aquatic plant
Tertiary consumer Fish of fish feeder.

るが、便宜的に1/10を乗じて乾量とすれば比較しやすい)、基礎生産者量では濠の値は貧栄養湖のWeber湖(Juday 1942)のそれと同等またはやや勝るが、富栄養湖に比べ著しく劣る。しかし植物プランクトン量に比べると富栄養湖のMendota湖(Juday 1942)に匹敵し、諏訪湖(山岸 1973)に劣る値であ

る。第一次消費者はA濠とC濠が貧栄養のWeber湖に近いが、他の濠はいづれも少ない。第二次消費者は全ての濠が、富栄養湖の諏訪湖と同等または高い値を示し、殊にA濠は生産力の異常に高いとされるSilver Spring (Odum 1957) と同等の値をえた。

次に各栄養段階における利用効率について、濠と各地の湖沼を比べるために、表5.6.2と表5.6.3を対比すると次のようである。すなわち湖では第一次消費者が4.6~17.8%に対し、濠では0.8~19.6%である。この場合、濠の基礎生産者はD濠以外は植物プランクトンのみで、湖沼のように大型水草は含まれていない。それ故、基礎生産者を植物プランクトンのみ限定して、湖沼での第一次消費者の利用効率を算出すると、20.5~28.2%の範囲の高い利用効率となり、A濠以外の濠のそれらに比べ著しく大きい。

第二次消費者の利用効率は、湖沼の10.5~29.7%に対し濠は499~882%の範囲の異常に高い値をえた。これら大きな値は濠における第一次消費者の現存量が極めて少ないのに対し、第二次消費者(魚類)のそれは湖沼に比べ同等かまたは多いため算出されたものである。

こうした計算結果は、濠に生息する魚類は主として草食性の第一次消費者の生活をせざるをえないことを示すもので、前述の魚類の消化管内容物の組成は明らかにそれを裏付けるものである。

次に濠の各生物群集の年平均の現存量について植物プランクトンを1とした場合の比率をみると、動物プランクトンはB濠の0.0004の最小比率を除外すれば0.001~0.003、底生動物は0.005(E濠)~0.2(A濠)、魚類は0.07(E濠)~1.0(A濠)の範囲であり、セストン量は1.87~2.80で各濠の値は近似している。これらの濠の比率に対し、各地の湖沼の動物プランクトンは0.06~0.22で濠よりはるかに大きく、底生動物は0.06~0.16で濠とほぼ同等であり、魚類は0.02~0.06で著しく少ない。

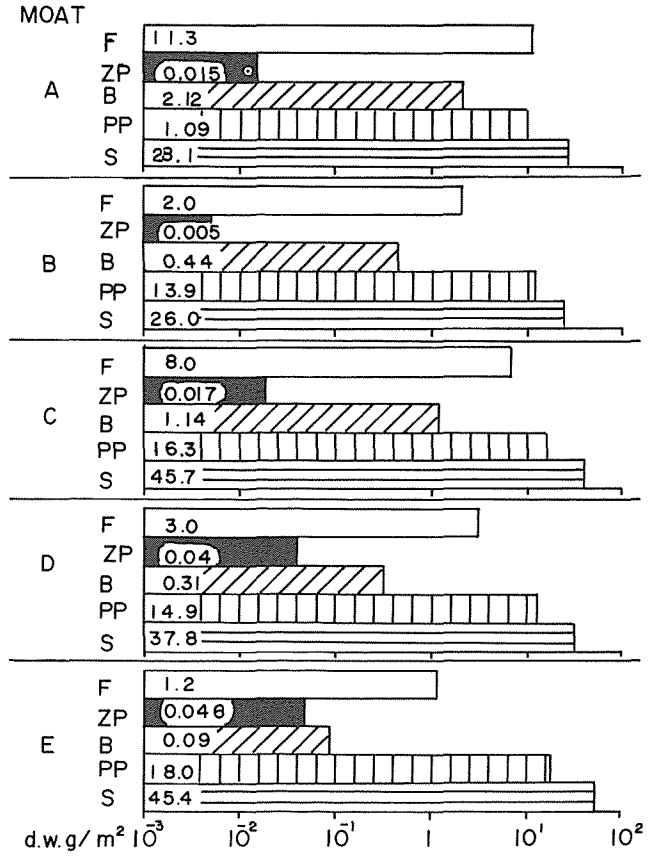


図5.6.2 各濠における各生物群集の間の年平均現存量の量的関係

F…魚類, ZP…動物プランクトン, B…底生動物, PP…植物プランクトン, S…セストン

Fig. 5.6.2 The quantitative relation among annual means of standing crops of four communities in each moat.

F…Fish, ZP…Zooplankton, B…Zoobenthos, PP…Phytoplankton, S…Seston.

6. 濠の富栄養化

6-1. 生物群集よりみた濠の富栄養化

6-1-1. 濠の生物学的な水質判定

ヨーロッパでは水質に関して水質汚濁の段階を、強腐水性 (ps)、 α 中腐水性 (ams)、 β 中腐水性 (β ms)、貧腐水性 (os) の四つの階級に分ける方法が用いられており、わが国でも大体この四つの階級にしたがって、多くの陸水生物のうちで、汚染程度をよくあらわすものを選んでリストすなわち指標生物表が作られている (津田 1964, 1972)。今この指標生物表にしたがって濠の生物学的な水質判定をすると表6.1の如くである。

表6.1 生物指標による各濠の水質判定。

Table 6.1 The ranks of saprobic system on water quality judged by means of the index organisms in each moat.

Moat		A	B	C	D	E	Inflowing drainage
Phytoplankton	Flagellata	α - β ms	α - β ms	α ms	β ms	α - β ms	α - β ms
	Cyanophyta	β ms	α - β ms	α - β ms	α - β ms	α ms	α ms
	Bacillaryophyta	β ms	α - β ms	α - β ms	α - β ms	α - β ms	α ms
	Chlorophyta	β ms	β ms	β ms	β ms	α - β ms	β ms
	Synthesis	β ms	β ms	α - β ms	β ms	α - β ms	α ms
Zooplankton	Protozoa	β ms	β ms	β ms	β ms	β ms	—
	Rotatoria	α - β ms	α - β ms	α - β ms	α - β ms	α - β ms	—
	Crustaceae	α - β ms	α - β ms	α - β ms	α ms	α ms	—
	Others	β ms	β ms	—	β ms	—	—
	Synthesis	β ms	β ms	β ms	α - β ms	α - β ms	—
Benthos	Gastropoda	α - β ms	α - β ms	—	—	—	—
	Insecta	α - β ms	ps- α ms	ps- α ms	ps- α ms	ps- α ms	—
	Oligochaeta	β ms	β ms	α ms	β ms	α ms	—
	Synthesis	β ms	α - β ms	α ms	α ms	α ms	—
Fish		β ms	β ms	α - β ms	α ms	α ms	—
Sum synthesis		β ms	β ms	α - β ms	α - β ms	α ms	α ms

すなわち、植物プランクトンでは β msはA、B、Dの濠、 α - β msはCとEの濠、 α msはE濠への流入下水である。動物プランクトンでは、原虫類はすべての濠で *Arcella vulgaris* が優勢であり、またワムシ類においても *Brachionus calyciflorus* がすべての濠で優占するため全部 α - β msと判定した。甲殻類では *Moina* や *Diaphanosma* など枝角類が小数ながら出現するDとEの濠を α - β msとし、他はすべて β msとした。底生動物の貝類はヒメタニシのえられたAとB濠は α - β ms、昆虫類ではオオユスリカと、ヒゲナガトビケラのえられたA濠のみを α - β msとし、オオユスリカとアカムシユスリカの他の濠はps~amsとした。貧毛類は個体数の差によって β msと α msの濠に分けた。魚類ではフナの優占する濠は β ms、モツゴの優占する濠は α msとした。

以上の各生物群別の総合判定を、更に全生物群集について判定した結果はAとB濠は β ms、CとDは α - β ms、Eと下水は α msとなった。

表6.2 日本の栄養型の異なる湖沼における植物プランクトンの群落構造の季節遷移と現存量の年間変動中

Table 6.2 Seasonal successions in community structures of phytoplankton and annual ranges of its standing crops in lakes and ponds of various trophic types surveyed in Japan. (1968—1972).

Lake, pond		Tatsu-ruma	Shiozu Bay of Biwa-ko	Suyama-ike (Carp culturing)	Yuno-ko	Suwa-ko	Kojima-ko	Goldfish cuturing pond
Number of species	Flagellata	11	—	—	—	5	7	—
	Cyanophyta	6	—	—	—	5	9	10
	Bacillariophyta	28	—	—	—	12	6	6
	Chlorophyta	6	—	—	—	13	7	15
	Total	51	—	—	—	35	29	31
× 10 ² cells/ml	Min.	0.10 July	—	0.08 May	1.5 Nov.	70 May	82 Apr.	600 June
	Max.	9.00 Nov.	—	5.30 Oct.	224.4 Aug.	1915 July	1407 Aug.	15000 Oct.
Dominant species	Spring	<i>Oscillatoria</i>	<i>Fragilaria</i>	{ <i>Synedra</i> <i>Nitzschia</i>	{ <i>Synedra</i> <i>Asterionella</i>	{ <i>Melosira</i> <i>Micractinium</i>	<i>Oscillatoria</i>	{ <i>Chlorella</i> <i>Scenedesmus</i>
	Summer	{ <i>Nitzschia</i> <i>Peridinium</i>		{ <i>Chroococcus</i> <i>Scenedesmus</i>	{ <i>Closterium</i> <i>Asterionella</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Merismopedia</i>	{ <i>Chlorella</i> <i>Rhabdoderma</i>
	Autumn	{ <i>Gymnodinium</i> <i>Melosira</i>	{ <i>Staurastrum</i> <i>Closterium</i>	{ <i>Synedra</i> <i>Cryptomonas</i>	{ <i>Synedra</i> <i>Cryptomonas</i>	{ <i>Melosira</i> <i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella</i>	{ <i>Chlorella</i> <i>Scenedesmus</i>
	Winter		<i>Melosira</i>		<i>Cryptomonas</i>	<i>Cyclotella</i>	<i>Schroederia</i>	{ <i>Chlorella</i> <i>Actinastrum</i>
Chl. -a mg/m ³	Min	0.112 May	ca. 4.0 Aug.	—	4.1 June	26 May	ca. 80 Jan.	ca. 150 June
	Max	0.57 Aug.	ca. 12.0 Oct.	—	26.6 May	148 Sept.	ca. 200 May	ca. 10000 Oct.
Standing crop g/m ³	Min.	—	—	—	0.4 Dec.	1.6 June	—	{ 20 Feb.
	Max.	—	—	—	7.0 May	12.0 July	—	{ 1100 Aug.
Seston g/m ³	Min.	—	—	3.60 June	1.9 Dec.	11.5 Nov.	—	—
	Max.	—	—	9.28 Oct.	8.2 May	60.0 Sept.	—	—

これら濠の生物学的な水質判定結果を諏訪湖のそれと比べると、AとB濠は明らかに諏訪湖より汚染度は低いが、C、Dの濠は同等かまたはやや低く、E濠は明らかに高いことが判明した。E濠の汚染度の高い有力な原因は、やはりE濠への流入下水がamsの水質をもつことにあると推定される。このことは諏訪湖の水質が、流入河川が年々汚濁が進み湖への流入水量の80~90%がams以上の汚染度を示すようになったとき、 $\alpha \sim \beta ms$ からamsに変わったという事実によっても裏づけられよう。

6-1-2. 濠と日本の各種栄養型湖沼の生物群集の比較

1966~1973年の8年間にわたるIBP-PF(国際生物事業計画、陸水生物生産力研究)において、日本の各種栄養型の湖沼の生物群集生産に関する研究が行われた。すなわち貧栄養で酸性湖沼としては裏磐梯湖沼群の竜沼が、一般貧栄養湖としては琵琶湖が、中栄養型としては須山池(養鯉池)、富栄養型としては日光湯ノ湖と諏訪湖が、汽水の人工湖で富栄養型では児島湖が、過剰に富栄養化した湖としては金魚池が選定された(JIBP-PF 1975)。

表6.3 各濠の植物プランクトンの群落構造の季節遷移と現存量の年間変動巾

Table 6.3 Seasonal successions in community structures of phytoplankton and annual ranges of its standing crops in each moat between 1973 and 1974.

Moat		A	B	C	D	E
Number of species	Flagellata	6	6	8	7	7
	Cyanophyta	5	6	7	7	8
	Bacillariophyta	27	24	25	28	19
	Chlorophyta	19	18	19	18	18
	Total	57	54	59	60	52
$\times 10^2$ cells/ml	Min.	7 Dec.	6 Mar.	20 Jan.	3 Mar.	3 Mar.
	Max.	77 May	293 Aug.	564 Aug.	460 May	870 Aug.
Dominant species on number of cells	Spring	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Phormidium</i>	{ <i>Micractinium</i> <i>Pediastrum b.</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Anabaena f.</i>	{ <i>Anabaena f.</i> <i>Phormidium</i>	{ <i>Micractinium</i> Green algae
	Summer	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Pediastrum b.</i>	{ <i>Pediastrum b.</i> <i>Monas</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Microcystis a.</i>	<i>Microcystis a.</i>
	Autumn	<i>Cyclotella k.</i>	{ <i>Pediastrum b.</i> <i>Cyclotella k.</i>	{ <i>Pediastrum b.</i> <i>Cyclotella k.</i>	<i>Cyclotella k.</i>	{ <i>Microcystis a.</i> <i>Cyclotella k.</i>
	Winter	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Cyclotella k.</i>	<i>Cyclotella k.</i>
$\times 10^2$ ml/m ³	Min.	6 Apr.	4 Mar.	14 May.	5 Dec.	2 Mar.
	Max.	181 June.	150 Feb.	259 Aug.	95 Aug.	131 Aug.
Dominant species on biomass (volume)	Spring	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Synedra u.</i>	{ <i>Chlamydomonas</i> <i>Synedra u.</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Anabaena f.</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Synedra u.</i>	{ <i>Micractinium</i> Green algae
	Summer	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Synedra u.</i>	{ <i>Pediastrum b.</i> <i>Melosira g.</i>	{ <i>Melosira g.</i> <i>Monas</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Pediastrum d.</i>	<i>Microcystis a.</i>
	Autumn	<i>Cyclotella k.</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Melosira g.</i>	{ <i>Synedra u.</i> <i>Melosira g.</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Synedra u.</i>	<i>Cyclotella k.</i>
	Winter	<i>Cyclotella k.</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Mallomonas</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Trachelomonas</i>	{ <i>Cyclotella k.</i> <i>Synedra u.</i>	<i>Cyclotella k.</i>
Chl. - a mg/m ³	Min.	55	28	17	24	19
	Max.	129	219.1	381	382	424
Annual mean of standing crop d.w. g/m ³	Calculated from biomass	10.9	13.9	16.3	14.9	18.0
	Calculated from Chl. amount	8.9	7.8	13.6	11.3	12.8

以上の湖や池で調査された植物プランクトン、動物プランクトンおよび底生動物について、それぞれの組成、優占種および現存量を富栄養化（汚濁化）の進度順に湖を配列して示したのが、表6.2、表6.4、表6.6である。一方、松本城のA、B、C、DおよびEの濠についても、前述の植物プランクトン、動物プランクトンおよび底生動物の組成、優占種および現存量を要約して表6.3、表6.5、表6.7として示した。そしてこれら湖沼群と濠群の生物群集の比較検討により、濠が如何なる栄養型の湖に近似するかを明らかにしようとした。

植物プランクトンよりみた栄養型

表6.2と表6.3を対比すると、年間出現種数によれば濠は52~60種で貧栄養型の竜沼に匹敵するが、緑藻種数でみると18~19種で富栄養型の諏訪湖、金魚池並ということになる。特に優占種で比べると濠は冬季においては共通して富栄養湖に多い珪藻の *Cyclotella* が優占し、また温暖期にはA濠は *Cyclotella* であるが、B、C濠は緑藻の *Pediastrum* 等が、D濠は春夏にラン藻、秋は *Cyclotella* が、E濠は春は緑藻、夏秋季は *Microcystis* などが優勢である。これからするとA濠は湯ノ湖、B、C、Dは湯ノ湖と諏訪湖の中間、E濠は諏訪湖タイプの様相をもつと云えよう。細胞数の最大値で云えばA濠は湯ノ湖におとり、他の濠はすべて湯ノ湖と諏訪湖の中間に当る数値である。クロロフィル a 量の最大値では諏訪湖と児島湖と同等又はそれ以上の高値であり、富栄養化現象の著しく進んでいることを示す。また濠の年平均現存量は、諏訪湖の年間の最大値である12.0g / m² と同等かまたはやや多いという結果がえられた。

以上からすれば、植物プランクトンからみた濠の栄養型はA濠はほぼ中栄養型、B、C、Dの濠は諏訪湖に近い富栄養型、E濠は諏訪湖以上に進んだ富栄養型であるとされよう。

動物プランクトンよりみた栄養型

表6.4と表6.5によれば、年間の総出現種数とワムシ種数の数の多い点からすると、すべての濠が

表6.4 日本の栄養型の異なる湖沼における動物プランクトンの群集構造の季節遷移と現存量の年間変動巾

Table 6.4 Seasonal successions in community structures of zooplankton and annual ranges of its standing crops in lakes and ponds of various trophic types surveyed in Japan (1968—1972).

Lake, pond		Tatsu-numa	Biwa-ko	Suyama-ike	Yuno-ko	Suwa-ko	Kojima-ko	Goldfish pond
Number of species	Protozoa	0	0	3	5	6	—	3
	Rotatoria	8	8	8	12	20	22	15
	Crustaceae	8	8	4	9	9	3	5
	Total	16	16	15	26	35	25	23
Individuals/ℓ	Min.	0.3 Aug	8 Nov.	8 Mar.	10 Feb.	470 Dec.	900 Nov.	?
	Max.	2.9 Nov.	43 July	270 June	1300 June	5080 May	7000 June	58000 Apr.
Dominant species	Spring	<i>Cyclops</i>	—	<i>Cyclops</i>	<i>Keratella</i> <i>Asplanchna</i>	<i>Keratella</i> Ciliata	<i>Brachionus</i>	} <i>Brachionus</i> Ciliata
	Summer	<i>Cyclops</i>	<i>Eodiaptomus</i>	<i>Brachionus</i> <i>Bosmina</i>	<i>Daphnia</i> <i>Bosmina</i>	<i>Bosmina</i> <i>Keratella</i>	<i>Polyarthra</i>	
	Autumn	<i>Cyclops</i>	<i>Kellicottia</i>	<i>Bosmina</i> <i>Filinia</i>	<i>Polyarthra</i> <i>Bosmina</i>	<i>Carchesium</i> <i>Keratella</i>	<i>Polyarthra</i>	
	Winter	—	—	—	<i>Nothorca</i> <i>Keratella</i>	<i>Polyarthra</i>	—	
Standing crop d.w.g/m ²	Min.	0.0019 May	0.011 Nov.	0.020 Apr.	0.001 Feb.	0.060 Dec.	0.240 Nov.	0.0004 Oct.
	Max.	0.0175 Nov.	0.118 July	0.330 June	0.675 July	1.240 Aug.	1.650 June	4.962 June

表6.5 各濠の動物プランクトンの群集構造の季節遷移と現存量の年間変動巾
 Table 6.5 Seasonal successions in community structures of zooplankton and annual ranges of its standing crops in each moat between 1973 and 1974.

Moat		A	B	C	D	E
Number of species	Protozoa	4	5	4	2	3
	Rotatoria	22	20	20	20	21
	Crustaceae	3	2	2	6	3
	Total	29	27	26	28	27
inds./ℓ	Min.	0.8 Apr.	2.0 Apr.	4.8 May	4.8 May	6.8 Apr. Aug.
	Max.	86.8 June	71.2 June	488.0 Aug.	1138.8 June	738.0 Mar.
Dominant species on number of individuals	Spring	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Eucyclops</i> s.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Trichocerca</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.
	Summer	<i>Brachionus</i> c.	{ <i>Eucyclops</i> s. <i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.
	Autumn	{ <i>Synchaeta</i> s. <i>Eucyclops</i> s.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Rotaria</i> r.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Arcella</i> v.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Brachionus</i> p.	<i>Brachionus</i> c.
	Winter	{ <i>Eucyclops</i> s. <i>Brachionus</i> c.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Carchesium</i>	<i>Brachionus</i> c.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Brachionus</i> r.	<i>Brachionus</i> c.
mg/m ³	Min.	1.22 Jan.	0.54 Apr.	0.08 Apr.	0.54 May	2.96 July
	Max.	82.21 June	14.16 Oct.	104.32 Aug.	232.47 June	142.16 Mar.
Dominant species on biomass (weight)	Spring	{ <i>Eucyclops</i> s. <i>Brachionus</i> c.	{ <i>Eucyclops</i> s. <i>Trichocerca</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.
	Summer	<i>Eucyclops</i> s.	<i>Eucyclops</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	<i>Brachionus</i> c.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Diaphanosoma</i> b.
	Autumn	<i>Eucyclops</i> s.	<i>Eucyclops</i> c.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Eucyclops</i> s.	<i>Eucyclops</i> s.	<i>Brachionus</i> c.
	Winter	{ <i>Eucyclop.</i> s. <i>Brachionus</i> c.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Mesocyclops</i> l.	{ <i>Eucyclops</i> s. <i>Brachionus</i> c.	{ <i>Brachionus</i> c. <i>Eucyclops</i> s.	<i>Brachionus</i> c.
Annual mean of standing crop mg/m ³		15.3	5.2	17.0	39.8	45.5

諏訪湖以上の富栄養化段階にあると云える。しかし優占種からすれば、Copepoda が優占種として出現するAとBの濠は未だ中栄養の要素を残存していると推定される。一方、他の濠は金魚池で年中優勢である *Brachionus calyciflorus* が、やはり年間にわたり優占種となっており、過度に富栄養化していることを類推させる。個体数の最大で比べると、A、Bは中栄養湖の須山池より劣り、他の濠も湯ノ湖と同等またはそれ以下の数値である。現存量でみると濠は前述の如く甲殻類の種数も個体数も少なく、特に一般富栄養湖に多産する枝角類が異常に少ないため、最高値でもD濠の0.23g/m³にすぎない。従ってすべての濠の最大値が、中栄養湖のそれを下廻る結果となる。

以上の如くであるので、判然とした区別は困難であるが、AとBの濠は中栄養と富栄養の中間の栄養型であり、他は富栄養型と推定される。

底生動物よりみた栄養型

表6.6と表6.7を照合すると、ユスリカ類の年間出現種数は富栄養湖の諏訪湖、児島湖に類似し、優占種も一致する。また貧毛類はA濠を除いたすべての濠で優勢である。個体数の最高値はいずれの濠も富栄養湖的であるが、単位面積当りの重量でみると、各濠の最高値のうちE濠は少ないが、他は諏訪湖より幾分劣る値であり、平均現存量で比べるとAとCの濠は諏訪湖または湯ノ湖に匹敵するが、他の濠は貧栄養湖の竜沼、琵琶湖並みといった値である。

表6.6 日本の栄養型の異なる湖沼における深底部底生動物の群集構造と現存量の年間変動巾

Table 6.6 Community structures of zoobenthos and annual ranges of its standing crops in profundal region of lakes and ponds of various trophic types surveyed in Japan (1968—1972).

Lake, pond		Tatsu-numa	Biwa-ko	Suyama-ike	Yuno-ko	Suwa-ko	Kojima-ko	Goldfish pond
Number of species	<i>Acellus</i>	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Chironomus</i>	12	11	0	6	3	3	1
	Hydrobaeniinae	6	—	0	3	0	0	0
	<i>Cladosectra</i>	2	—	0	0	0	0	0
	<i>Sialis</i>	2	—	0	0	0	0	0
	Tubificidae	1	—	0	1	3	3	1
	Mollusca	0	—	0	1	2	3	0
	Total	22	11	0	12	8	9	2
inds. / m ²	Min.	—	66.1 Oct.	0	2000 Aug.	2300 Aug.	430 Jan.	—
	Max.	520	—	0	—	—	—	—
	Mean	—	570.0 Apr.	0	5000 May.	2800 Mar.	1800 May	10400 June
Dominant species		<i>Sialis</i> Hydrobaeniinae <i>Cladosectra</i> <i>Spaniotoma</i>	<i>Phaenpsectra</i> <i>Procladius</i>	—	Tubificidae <i>Chironomus pl.</i>	<i>Chironomus pl.</i> Tubificidae	<i>Chironomus pl.</i> <i>Chironomus ha.</i> <i>Limnodrilus</i>	<i>Chironomus pl.</i>
Standing crop d. w. g/m ²	Min.	—	0.023 Oct.	0	—	0.790 Aug.	0.042 Nov.	—
	Max.	—	0.725 Apr.	0	—	11.920 Mar.	0.766 May	—
	Mean	0.48	0.215	0	1.508	8.503	0.199	16.680

表6.7 各濠の底生動物の群集構造の季節遷移と現存量の年間変動巾

Table 6.7 Seasonal successions in community structures of zoobenthos and annual ranges of its standing crops in each moat between 1973 and 1974.

Moat		A	B	C	D	E
Number of species	Chironomidae	2	1	2	2	2
	Trichoptera	1	0	0	0	0
	Tubificidae	3	3	3	3	3
	Gastropoda	2	1	0	0	0
	Total	8	5	5	5	5
inds/m ²	Min.	26 May	13 Feb.	13 Apr.	0 May	0 Apr.
	Max.	1005 Aug.	1005 July	6110 Aug.	1058 July	563 Oct.
Dominant species on number of individuals	Spring	{ <i>Sinotaia g. h.</i> <i>Chironomus p.</i>	<i>Chironomus p.</i>	Tubificidae	Tubificidae	Tubificidae
	Summer	<i>Chironomus p.</i>	{Tubificidae <i>Chironomus p.</i>	Tubificidae	<i>Chironomus p.</i>	Tubificidae
	Autumn	<i>Chironomus p.</i>	{ <i>Chironomus p.</i> Tubificidae	Tubificidae	{ <i>Chironomus p.</i> Tubificidae	Tubificidae
	Winter	<i>Sinotaia g. h.</i>	{Tubificidae <i>Chironomus p.</i>	Tubificidae.	{Tubificidae <i>Chironomus p.</i>	Tubificidae
d. w. g/m ²	Min.	0.037 May	0.039 Feb.	0.004 Apr.	0 May	0 Apr.
	Max.	23.235 Feb.	2.080 July	5.216 Aug.	1.388 July	0.232 Aug.
Dominant species on biomass (weight)	Spring	{ <i>Sinotaia g. h.</i> <i>Chironomus p.</i>	<i>Chironomus p.</i>	{Tubificidae <i>Chironomus p.</i>	Tubificidae	Tubificidae
	Summer	<i>Chironomus p.</i>	<i>Chironomus p.</i>	<i>Chironomus p.</i>	<i>Chironomus p.</i>	<i>Chironomus p.</i>
	Autumn	<i>Sinotaia g. h.</i>	<i>Chironomus p.</i>	Tubificidae	{ <i>Chironomus p.</i> Tubificidae	{ <i>Chironomus p.</i> Tubificidae
	Winter	—	—	—	—	—
Annual mean of standing crop g/m ²		8.21	0.33	0.96	0.25	0.10

以上の底生動物からみた濠の栄養型は、A濠は Tubificidae が優占種とならない点などからして中栄養型に属し、他はすべて富栄養型であると判断できよう。

6-2. 濠の水質の汚濁源についての検討

6-2-1. 下水流入による負荷量

下水の流量が多く、水質的にも富栄養化のいちぢるしいE濠について、下水からのCOD、PO₄-P、無機態窒素の負荷量を計算した。E濠はE₁地点からの下水の流入の他にD濠からE濠へ水が流入している。そこで、以下の計算では下水から負荷される各物質の影響範囲をE濠の面積の7割の部分と見積って処理した。ここで無機態の窒素としてあるのはNH₄-N、NO₂-N、NO₃-Nの統計のことである。負荷量の計算には24時間観測のデータのうち、ほぼ各測定項目とも測定・分析の整っている1月、2月、3月、7月と8月の計5回分について行なっている。計算の結果を表6.8に示した。

CODで算出した有機物負荷量は1.86~43.2kg/日、PO₄-Pは0.39~2.12kg/日、無機態窒素は1.08~30.5kg/日となり、CODと窒素の各回ごとの負荷量の差は非常に大きい。このデータから平均負荷量、年間負荷量を算出するには無理が多いが、他の水域との比較のために単位面積当りにして計算すると表6.9のようになる。

E 濠への単位面積当りの COD の負荷量は 0.19~4.48 g/m²/日、平均して 1.78g となる。これを年間に換算すると 650 g/m²/年となる。この量を 1972 年当時の諏訪湖と比較すると、E 濠は諏訪湖の 0.25~6.0 倍、平均して 2.4 倍量の COD 物質が流入していることになる。COD 物質の流入は、結果としては濠の溶存酸素の消費を増大し、間接的にはプランクトンの増加をもたらす。その程度は諏訪湖の約 2 倍ということになる。

栄養塩としての PO₄-P の場合はさらに多く、0.04~0.22 g/m²/日、平均すると年間

表 6.8 E 濠への下水による COD 物質と栄養塩類の負荷量

Table 6.8 Pollutional loads of COD matter and nutritive salts from the inflowing drainage toward Moat E.

	COD kg/day	PO ₄ -P kg/day	Inorganic N kg/day
Jan.	43.2	2.12	3.69
Feb.	22.4	0.83	2.05
Mar.	5.26	0.39	1.08
July	1.86	—	4.11
Aug.	13.0	1.12	30.5

表 6.9 E 濠と他の水域との COD 物質および栄養塩類の負荷量の比較

Table 6.9 The comparison of pollutional loads of COD matter and nutritive salts between Moat E and some lakes in Japan.

Moat and lakes	COD		PO ₄ -P		Inorganic-N	
	g/m ² /day	g/m ² /yr.	g/m ² /day	g/m ² /gr.	g/m ² /day	g/m ² /gr.
E { Mean	1.78	650	0.016	42.3	0.860	307
E { Annual range	0.19-4.48	69-1670	0.04-0.22	15-80	0.112-3.16	41-1150
Suwa-ko	0.78	280	0.010	3.7	0.12	44
Yuno-ko	—	—	—	6.67	—	39.1
Ashino-ko	—	—	—	2.28	—	13.2
Kawaguchi-ko	—	—	—	2.40	—	14.1

で 42.3 g/m²/年といった量になる。これは諏訪湖の 4~22 倍、平均で 12 倍ものリンが負荷されていることに相当する。問題とされるアオコの発生はここに原因がある。最近、富栄養化が急速に進み話題となっている湯ノ湖、芦の湖でもそれぞれ 6.67g、2.28 g/m²/年であり、これらの湖は水深も深いことをあわせ考えれば、水深 1 m 未満の濠に対する負荷量は桁はずれに大きい。

無機態の窒素の場合も 0.112~3.16 g/m²/日と年間平均で 307 g/m²/年となり、これも諏訪湖の 0.9~26 倍、平均で 7 倍もの量に相当する。いかに濠が汚染されているかは日本でもっとも汚されているといわれる諏訪湖にくらべても桁違いに大量の汚染物質が流入している事実からも明らかである。

1967 年に OECD から出された報告によると、湖や池を富栄養化させないためのリンや窒素の許容負荷量および富栄養化の可能性のある危険負荷量は表 6.10 のようになっている。この値は平均水深によって異なるが、水深 75 cm の E 濠にあてはめるとリンでは 0.05 g/m²/年、窒素 0.8 g/m²/年程度となり、前述の負荷の現状と較べると、実にリンでは 300~1600 倍、窒素では 50~1400 倍というとてもない値となる。

このようなリン、窒素の流入は濠内での植物性プランクトンの増殖の原動力となる。その結果として濠の内部で新たに多量の有機物を生産し、下水からの有機物の供給負荷と同じような結果をもたらすことになる。試みに、夏期アオコがもっとも発生しやすい時期について、この栄養塩をもとにして

どの程度の有機物が濠内部でつくられるかを計算してみることにする。

アオコは *Microcystis* というラン藻の一種で、その細胞を構成している炭素、窒素、リンの量的関係は諏訪湖の *Microcystis* が優占している夏季の表層での分析値をもとにすると、次のようになっている (田中 1975)。

$$C : N : P = 94 : 16 : 1$$

(重量比)

すなわち、リン 1g に対して炭素は 94g、窒素は 16g の割合で細胞ができている。

表6.10 湖沼を富栄養化させないためのリン、窒素の許容量

Table 6.10 Allowance loads of nutrients not making lakes eutrophic.

Mean depth (m)	g/m ² /yr. (OECD 1967)			
	Allowance load		Danger load	
	N	P	N	P
5	1.0	0.07	2.0	0.13
10	1.5	0.10	3.0	0.20
50	4.0	0.25	8.0	0.50
100	6.0	0.40	12.0	0.80
150	7.5	0.50	15.0	1.00
200	9.0	0.60	18.0	1.20

(from Vollenweider 1967)

これをもとにして、8月の一日間に濠に入るリンや窒素から、どれくらいの有機物ができると計算すると、

- (イ) リンを基準とした場合には約107kg/日
- (ロ) 窒素を基準とした場合には約180kg/日

の炭素を含む有機物がつくられることになる。これを COD に換算するとほぼ 200~400kg/日の COD 物質に相当する。この値は 8月に下水からE濠に流入している COD 13kg/日の約 15~30倍の量に相当し、結果としてはリンや窒素を通じての濠内での有機物の負荷が莫大なものになることを示すものである。

6-2-2. 樹木よりの落葉量と負荷量

E濠だけでなく下水流入量の少ない他の濠も水質的にみると富栄養化がいちぢるしい。しかし、すでにふれたように下水の流入に関係があると考えられるのは塩素量から判断してDとEのみで、他は下水以外に汚濁源があることになる。そこで有機物の濠への供給源として、濠の周囲に茂っている樹木 (図版 1) の落葉からの寄与を推定した。

各濠の石垣上に生え、落葉が濠に入ると推定される樹について、樹種と胸高の樹幹の周囲を測定した。計算は簡単にするために樹種による差はつけずに一律に葉量を算出してある。

各濠の水面の単位面積当りで葉量が多量なのはBで、次いでD、Aとなり、Eが多量でない。表6.11に各濠の単位面積当りの葉量を示した。

樹種としては本数ではニセアカシアが多量だが、樹径は小さいので、有機物供給源としての主なものはサクラ、ケヤキ、マツであろう。Aを除く四つの濠では広葉型の樹が主であるが、Aではヒノキが半分以上を占めている。

表6.11による落葉量から炭素量、COD量、窒素量、リン量を換算したのが表6.12である。換算は次のような数値で行なった。

	炭素量	窒素量	リン量
乾量	×0.5	×0.1	×0.01

表6.11 各濠への落葉による有機物の年間供給量

Table 6.11 Amount (dry weight g/year) of organic matter supplied by fallen leaves to each moat.

Moat	Area (s) (m ²)	Mean depth (cm)	Capacity (v) (m ³)	Number of trees	Dry weight of leaves (w) kg	w/s g/m ²	w/v g/m ³
A	1606	60	964	28	14.6	9.2	15.1
B	1590	60	954	28	19.1	12.1	20.0
C	3021	65	1964	18	14.8	4.9	7.6
D	4003	60	2402	110	38.5	9.7	16.2
E	13699	75	10274	31	59.3	4.5	5.9

表6.12 各濠への落葉による炭素、窒素およびリンの年間負荷量

Table 6.12 Pollutational loads (g/m²/year) of carbon, nitrogen and phosphorus supplied by fallen leaves to each moat.

Moat	C		COD		N		P	
	g/m ²	g/m ³	g/m ²	g/m ³	g/m ²	g/m ³	g/m ²	g/m ³
A	4.58	7.53	5.95	9.97	0.92	1.51	0.09	0.15
B	6.03	9.99	7.84	12.99	1.21	2.00	0.12	0.20
C	2.47	3.78	3.21	4.92	0.49	0.76	0.05	0.08
D	4.85	8.08	6.31	10.50	0.97	1.62	0.10	0.16
E	2.25	2.97	2.92	3.86	0.45	0.59	0.04	0.06

CODについては酸化率を50%と仮定してO₂に換算したが、その換算値は1.3である。

落葉全てが一年間で完全に分解しないとしても、毎年同じ量が負荷されているとすれば毎年の積算の結果、一年間の分解供給量は落葉による供給量にほぼ等しくなるので、ここでは落葉による供給量を水中への負荷量とおきかえて検討した。表6.12によると面積当りの負荷量はB濠がもっとも大きく窒素では1.2 g/m²/年、リン0.12 g/m²/年となる。次にAとDで窒素0.92~0.97 g/m²/年、リン0.09~0.10 g/m²/年で、これら三つの濠は落葉による供給だけでもOECD報告の許容負荷量の窒素約1g、リン0.05gを大幅に上まわっていることになる。C、Eにしても窒素は若干低い、リンは0.06~0.08と許容負荷を越える量となる。以上の計算はおおよそのものではあるけれども濠のような特殊環境では落葉による供給のみでも富栄養化の可能性を有していることが推定できる。事実、水禽類の居ない、下水の流入もないA濠が富栄養化していることは以上の推論を裏づけるものといえよう。

6-2-3. 飼育水禽類の排泄物量と負荷量

松本城の濠には観光用に水禽類が放養されているが、これらはすべて給餌によって養われているので、それらの排泄物は濠の外部からの供給源（餌）からのものである。それ故に飼育個体数の密度によっては、排泄物による汚染はさげられない。今、排泄物量からの栄養塩の供給量を概算するために、各濠における水禽類の種類と飼育個体数を見ると表6.13のようである。

この表とアヒルの排泄物量および排泄物中の窒素とリンの量の表2.6と、そして種類別の体重比に相当する排泄物量とから、各濠における水禽類の年間排泄物量および窒素とリンの濠への負荷量を求めると表6.14の如くである。

この表からすると、濠の深度におけるOECDの許容負荷量の窒素0.8g/m²/年 およびリン0.05g/m²/年と対比した場合、窒素ではB濠とC濠が許容量を大幅に越えた1.19g および1.57g をそれぞれ示すが、D濠とE濠は下まわる。リンではすべての濠が0.19~1.13g の範囲にあるので4~20倍に達し、殊に飼育密度の高いC濠では窒素で許容量の約2倍、リンで約20倍となる。この計算結果よりすれば、水禽類による濠の富栄養化への寄与率は非常に高いといえる。

表6.13 各濠の飼育水禽類の種類と個体数(1974年1月)

Table 6.13 Individual number and species of aquatic birds kept in each moat in Jan. 1974.

Moat	A	B	C	D	E
Swan (<i>Cygnus bewickii</i>) ハクチョウ	0	2	0	2	2
Goose ガチョウ	0	0	10	0	0
Duck アヒル	0	0	0	3	0
Wild duck (<i>Anas platyrhynchos</i>) マガモ	0	0	0	0	2
<i>Anas poecilorhyncha</i> カルガモ	0	0	0	0	3
Mandarin duck (<i>Aix galericulata</i>) オシドリ	0	0	0	0	6

以上各濠における主要な汚染源を整理すると表6.15のようである。

表6.14 各濠への飼育水禽類の排出物による負荷量。

Table 6.14 Pollutional loads of nutrients supplied by excreta of aquatic birds to each moat.

Moat	Excreta (d.w.)			Nitrogen			Phosphorus		
	kg/whole moat/yr.	g/m ² /yr.	g/m ³ /yr.	kg/whole moat/yr.	g/m ² /yr.	g/m ³ /yr.	kg/whole moat/yr.	g/m ² /yr.	g/m ³ /yr.
B	99	62	103	1.89	1.19	1.98	1.37	0.86	1.44
C	247	82	126	4.73	1.57	2.40	3.42	1.13	1.74
D	148	37	62	2.84	0.71	1.18	2.05	0.51	0.85
E	189	14	18	3.62	0.26	0.35	2.62	0.19	0.26

表6.15 各濠における主な汚染源

Table 6.15 Main pollution sources in each moat.

Pollution sources	Moat				
	A	B	C	D	E
Drainage				○	○
Fallen leaves	○	○		△	
Excreta of aquatic bird		△	○		

○ Main-pollution sources

△ Sub-pollution sources

6-2-4. 大型水生植物量と負荷量

D濠の一部水域に生育している大型水草と、1975年に突然E濠全面で生育繁茂した水草が、そのまま枯死した場合と、生育繁茂の最盛期に刈取り除去を行った場合とで、どの程度の有機物質、無機態の窒素およびリンの負荷および除去があるかを計算した。

D濠とE濠の水草の現存量からCOD、 PO_4-P および無機態の窒素量を求めたが、その方法は諏訪湖の各種の沈水性植物の炭素、リン、窒素（桜井・渡辺 1973）の含有割合の平均値である炭素42.5%、リン0.41%、窒素3.76%を、水草の乾量に乗じて算出した。

これらの結果はCOD g/m²/年、 PO_4-P g/m²/年、無機態窒素 g/m²/年にすると、D濠ではそれぞれ6.24g、0.05g、0.42gとなり、E濠では56.36g、0.43g、3.83gとなった。すなわち、大型水草が濠内で枯死した場合、D濠では窒素についてはOECD許容量の約 $\frac{1}{5}$ 、リンは丁度許容量に相当する負荷量であるが、E濠ではリンは約9倍、窒素は約5倍の負荷量となる。

6-2-5. 汚濁源からの負荷量の総括

以上、各汚濁源について、各濠ごとの汚濁源の特徴を示すと表6.16（倉沢・沖野・林 1977）の如く

表6.16 各濠における主要汚濁源からの負荷量

Table 6.16 Pollutional loads of COD matter, phosphorus and nitrogen supplied from main pollution sources to each moat.

Moat	g/m ² /year	Drainage	Ground water	Fallen leaves	Excreta of aquatic birds	Rooted aquatic plants
A	COD	0	2.51	5.95	0	0
	PO_4-P	0	0.24	0.09	0	0
	Inorganic nitrogen	0	6.72	0.92	0	0
B	COD	0	9.17	7.84	—	0
	PO_4-P	0	0.23	0.12	0.86	0
	Inorganic nitrogen	0	5.72	1.21	1.19	0
C	COD	0	19.63	3.21	—	0
	PO_4-P	0	1.87	0.05	1.33	0
	Inorganic nitrogen	0	52.71	0.47	1.56	0
D	COD	?	—	6.31	—	6.24
	PO_4-P	?	—	0.10	0.51	0.05
	Inorganic nitrogen	?	—	0.97	0.71	0.42
E	COD	650.0	4.33	2.91	—	56.36
	PO_4-P	42.3	0.41	0.04	0.19	0.43
	Inorganic nitrogen	307.0	11.60	0.45	0.26	3.83

になる。各濠のうちでもっとも富栄養化の進んでいないA濠では、COD源としては落葉が主であり、窒素については地下水からの供給がOECDによって示された危険負荷量の実に8倍以上となっている。もっとも少ないリンにおいてすら落葉、地下水からの供給は前記報告による基準を大幅に上まわっている。B、C濠の特徴は水禽類の排泄物からの供給で、リン、窒素について著しい。COD源としてはA濠同様に落葉からの供給が目につく。D濠については後に下水の流入していることが判明したが、その他にCOD源としては落葉と水草が、リンについては水禽類、窒素については落葉と、それぞれ単独でもOECD基準値を上まわっている。もっとも著しいE濠は圧倒的に下水によるものが

多いが、落葉、水禽類の排泄物からの供給も他と同様に、単独でも OECD 基準値を上まわっているのが現状である。

7. 浄化対策への提言と一部対策の実施結果

7-1. 浄化対策への提言

浄化対策をたてるにはまず最初に濠に供給される物質の供給経路を明らかにする必要がある。図7.1

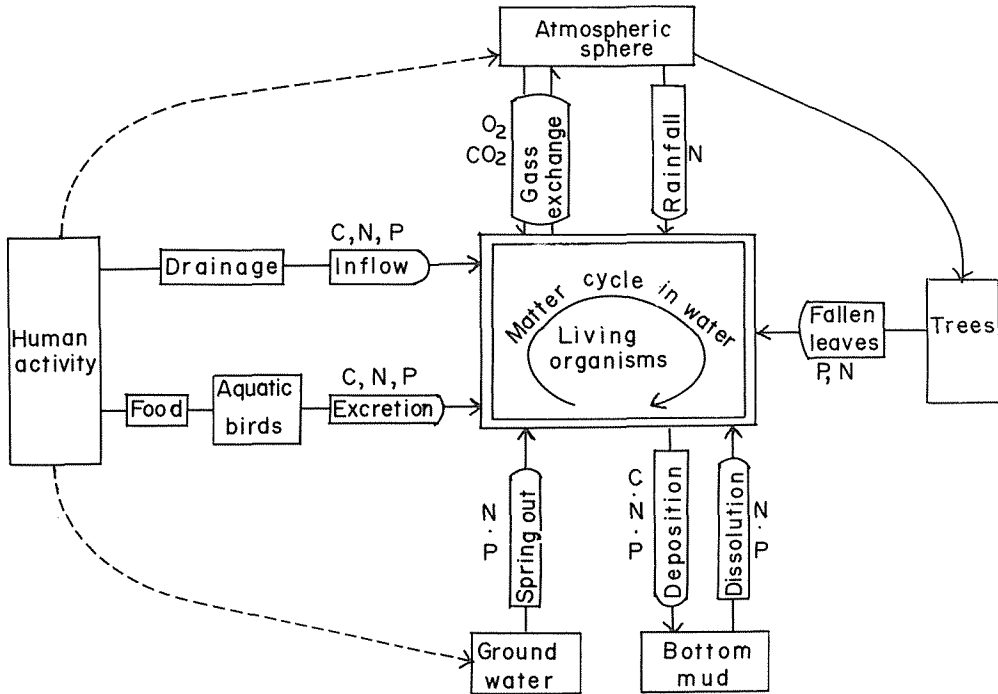


図7.1 濠への物質の供給経路と汚染源

Fig. 7.1 Diagram showing the relation between pollution sources and processes of matter supply in moat.

は今回の調査結果から得られた知見をもとにしてまとめた濠への物質の供給の概略図である。全てのものが最終的には人間活動の影響をうけることになるが、ここでは濠の水に直接関係する部分を中心に考えることにする。どの経路からの影響がもっとも大きいかは、すでに述べたように各濠によって異なる。しかし、影響の大きさでは人間活動の結果としての下水の流入が当然もっとも大きく、E濠の汚染度がこれを裏づけている。流入下水をみないC濠の汚染の原因は底泥からの窒素やリンの溶出だけでは説明がつかず、水禽類を経由しての物質の流入を試算した。また、水禽類も飼育されていないA濠がプランクトン量からいっても相当に富栄養化されていることから、地下水および落葉による物質の濠への負荷量を計算したみた。これが意外に大きいことが表6.16で裏づけられた。但し、落葉については補足的調査による概算であるので、これについては今後詳しく検討する必要がある。底泥からの物質の溶出は過去の汚染の累積によるもので、その量は現状のままでは漸増していくことになる。図7.1からも分るようにガス交換を除くと他のものはほとんどが一方向的に流入し、濠という袋小路の中に蓄積され

てしまうことになる。一見、底泥への沈では物質が濠の中から除去されるかに見えるが、リン、窒素等はやがて溶出してふたたび濠水へ戻るので、底泥は一時的な貯蔵庫の役割でしかない。

以上のことから浄化対策を検討するには先ず第一に各流入経路のうち、容易に断ち切れる可能性の少ないものを外すことが必要である。その一つは大気圏からの経路で、人間活動に間接的には由来するとしても、当面は不可能に近い。次は地下水からの流入で、これは調査分析の結果では窒素量が濃度としては大きい、大気の場合と同様に当面は除くことができない。次に、意外に負荷量として多い経路である落葉についても、城としての美観、景観から考えて現状維持ということになろう。そこで残った経路としての

- ① 下水の流入
- ② 水禽類の排泄物
- ③ 底泥からの溶出

が当面の対策をたてる上での対象になる経路として浮びあがることになる。

このうち、①の下水の流入の阻止はもっとも直接的であり効果も大きい。まず第一にしなければならない当然の対策といえよう。底泥は過去の汚染が蓄積され、窒素、リンの含量も高いので、下水の流入を止めただけでは、この蓄積分の利用によって、夏のプランクトンの大増殖、いわゆるアオコの発生は当分続くものと考えられる。それ故、底泥を除去することも物理的な方法としては可能であろう。観賞用の水鳥については全部を除くということではなく、適当な数に制限すべきである。

以上の対策はこれまでに行なわれていたことをやめるか、ひかえるかの対策であり、いわば消極的なものである。さらに、これら対策が行なわれても、前述の自然落葉、湧水等による窒素、リンの持ち込みは濠を富栄養化するには十分な量が存在しているので、濠の浄化には恒常的な、より積極的な対策が必要となる。そして、今直ちに実施可能な浄化対策としては、下水の流入の阻止と、地下水の大量注入による濠の水の交代の促進が考えられる。

7-2. 濠への下水流入の停止と地下水の注入による浄化の効果の検討

濠における植物プランクトン大発生防除対策の一環として、E濠への都市下水の流入の停止と、C濠とE濠への地下水の大量注入（実際にはE濠への地下水の注入はD濠を経てなされているが、注入開口部がD濠とE濠の連絡水路に近いので、注入水はほとんどが直接E濠へ流れ込んでいる。）がなされた。これらの対策の実施は、植物プランクトンの大発生の終わった1974年の秋よりはじめられたので、その浄化効果は1975年以降にあらわれるとして、1974年を施行以前とし、1975年を施行以後とした。今対策を施行しないA濠およびB濠と、上記対策を行ったC濠およびE濠の各々について、1974年と1975年の流入水量および滞留時間を算出し比較すると表7.1のようになる。

表7.1 各濠の流入水量と水の滞留時間の1974年と1975年の比較

Table 7.1 The comparison of amount of inflowing water and replacement time of the moat water between 1974 and 1975.

Moat		A	B	C	E
Area (m ²)		1606	1590	3021	13699
Ground water (ton/day)	1974	17.0	18.5	?	0
	1975	17.0	18.5	250.0	250.0
Drainage (ton/day)	1974	0	0	0	2500.0
	1975	0	0	0	0
Replacement time of moat water (days)	1974	56.4	51.6	?	4.1
	1975	56.4	51.6	7.9	41.1

次にこれら対策の浄化効果を検討するために、CとE濠では対策施行前後の年における年間の各種の化学的水質の濃度および植物プランクトンの組成や細胞数、クロロフィル量等の相違を比較し、また一方施行をしなかったAとB濠の測定結果とも対比した。

また、D濠の一部水域以外には1973～1974年の期間中全く観察できなかった大型水生植物（特にホザキノフサモ）が、1975年の夏にはE濠の全面で生育繁茂した。その現状を知るために分布状況や現存量を観察測定し、繁殖原因および濠の水の浄化との関係について検討した。

7-2-1. 植物プランクトンの1974年と1975年の比較

1975年度に調査された濠の植物プランクトンの種類組成と細胞数の季節変化は表7.2の如くであるが、これを1974年の結果と対比して、各濠における植物プランクトンの全細胞数について、両年の年間の最大値と最小値およびそれぞれの月を示すと表7.3のようである。すなわち、最大値で比べると、A濠とB濠は両年共ほぼ均等な値であるが、C濠とE濠は1975年はそれぞれ 268×10^2 cells/mlおよび 181×10^2 cells/mlで、1974年に比べ約 $\frac{1}{2}$ および $\frac{1}{5}$ で著しく少ない。次にそれらが最大値を示した季節をみると、1974年はA濠は春季であるが他の濠はすべて盛夏（8月）であり、一方1975年はAとB濠は夏であるが、CとEの濠は春季であり、両年で異っている。

次に各季節における優占種をみると、A濠では春季の優占種が1974年には *Cyclotella* と *Phormidium* であるのに対し、1975年は緑藻群 (*Dictyosphaerium*、*Selenastrum*) に変更したが、他の季節はすべて両年そろって *Cyclotella* であった。B濠では両年共、*Pediastrum* が春から夏を経て秋まで優占し、*Cyclotella* は夏秋季は *Pediastrum* と共に、冬は単独で優占種となるパターンを示した。C濠は春季は両年で著しくちがいが、1974年が *Cyclotella* と *Anabaena* が優占するのに、1975年は緑藻群 (*Pediastrum*、*Actinastrum*) であり、夏と秋は両年共に *Pediastrum* であるが、冬季は1974年の *Cyclotella* に対し、1975年はベン毛藻群 (*Trachelomonas*、*Gymnodinium*) であった。E濠では春季は両年共緑藻が栄え *Microcystis* は1974年に *Actinastrum* は1975年に優占する。そして *Microcystis* が1975年の春から顕著になってきた。夏は1974年は *Microcystis* が単独で、1975年には *Cyclotella* と共に優勢となるが、秋は *Microcystis* が優占種となった。冬季は1974年が *Cyclotella* であるのに対し、1975年は *Microcystis* であった。

クロロフィルaの量の年間の最大値で、1974年と1975年を比べると、最大値のえられた季節はすべての濠で両年共に夏である。A濠では両年の間に著しい差異はないが、他の濠では1975年はすべて減少し、B濠は 133 mg/m^2 、C濠は 139 mg/m^2 、E濠は 200 mg/m^2 であり、これらの値は1974年のそれらに比べそれぞれ $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{2}$ である。また、植物プランクトンも含まれるセストン量の最大値でみると、1974年にはすべての濠において盛夏に最大値がえられているのに対し、1975年はそれらがほとんど春季であり、前者の値に比べ後者の値はほとんどの濠で約 $\frac{1}{2}$ に減少していた。

以上の結果を総合すると、植物プランクトンの細胞数、優占種、セストン量では、AおよびB濠の場合は両年の間に特に目立ったちがいはないが、CおよびE濠ではかなり明確な差異が認められ、細胞数およびセストン量では1974年に比べ1975年は減少し、優占種も両年で相当な変動があった。

7-2-2. 大型水生植物の分布と現存量

かつては、松本城を取囲む全ての濠には、ヨシ、マコモ、カナダモ、スイレンなどの水生植物が生育していたが、ときおりの浚渫作業でしだいに減少してきた。その残された水草も城の景観をそこなうものとしてきられ、これの徹底的除去の方針が立てられた。その具体策として水草を好んで食べる食性をもつソウギョの放流による水草の制圧対策が実施されるに至った(中村一雄氏談)。ソウギョは昭和31年(1956)に第1回が移入され、それ以後時に応じて何回も各濠に放たれたという。その結果全ての濠の水草は完全に根絶され、その効果は1974年までつづいた。(但しD濠南端部の一部水域は、スイレンの保

表7.2 1975年における各濠の植物プランクトン細胞数の季節遷移 ※1976
 Table 7.2 Seasonal changes in number of phytoplankton celled in each moat in 1975.

cells/ml		A										B					C																		
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I*	
Flagellata	<i>Mallomonas</i> sp.												+																					+	
	<i>Peridinium</i> sp.	+	+	+	+	+	+								+	+	+	+																	
	<i>Gymnodinium</i> sp.												+	+																					
	<i>Euglena</i> spp.														+	+																			
	<i>Trachelomonas</i> spp.														+	+																			
	<i>Chlamydomonas</i> sp.														+	+																			
	<i>Pandorina morum</i>																																		
Cyanophyta	<i>Merismopedia</i> sp.																																		
	<i>Microcystis aeruginosa</i>													+	+																				
	<i>Aphanocapsa</i> sp.													+	+																				
	<i>Coelosphaerium</i> sp.													+	+																				
	<i>Oscillatoria tenuis</i>													+	+																				
<i>Anabaena</i> sp.													+	+																					
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	+												+	+																				
	<i>M. varians</i>													+	+																				
	<i>Asterionella</i> sp.													+	+																				
	<i>Cyclotella kitzingiana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Fragilaria crotonensis intermedia</i>	+												+	+																				
	<i>Synedra ulna</i>	+	+	+	+									+	+	+	+																		
	<i>S. acus</i>													+	+																				
	<i>Rhoicosphaenia curvata</i>	+												+	+																				
	<i>Neidium iridis</i>													+	+																				
	<i>Cocconeis placentula</i>	+	+											+	+																				
	<i>Gyrosigma</i> sp.													+	+																				
	<i>Pinnularia viridis</i>	+	+											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>Navicula cryptocephala</i>	+	+	+										+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>N. elegans</i>	+												+	+																				
	<i>N. spp.</i>													+	+																				
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	+												+	+																				
	<i>Amphora</i> sp.													+	+																				
	<i>Cymbella tumida</i>	+	+											+	+																				
<i>Epithemia turgida</i>													+	+																					
<i>Nitzschia acicularis</i>													+	+																					
<i>N. palea</i>	+	+											+	+																					
<i>N. hungarica</i>													+	+																					
<i>Cymatopleura solea</i>													+	+																					
Chlorophyta	<i>Pediastrum duplex</i>	+	+										+	+																					
	<i>P. simplex</i>												+	+																					
	<i>Golenkinia radiata</i>												+	+																					
	<i>Micractinium pusillum</i>												+	+																					
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>												+	+																					
	<i>Coelastrum</i> sp.												+	+																					
	<i>Tetraedron</i> sp.												+	+																					
	<i>Chodatella</i> spp.													+	+																				
	<i>Selenastrum westii</i>													+	+																				
	<i>Schloederia</i> sp.													+	+																				
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>													+	+																				
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	+	+	+	+	+								+	+																				
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>S. acuminatus</i>													+	+																				
<i>Closteriopsis longissima</i>													+	+																					
<i>Staurastrum</i> sp.													+	+																					
<i>Cosmarium</i> sp.													+	+																					

+ < 10, + 10~10²,

表7.3 各濠における植物プランクトンの季節優占種、および細胞数、クロロフィル量の年間変動中の1974年と1975年の比較

Table 7.3 The comparison of seasonal dominant species, and of seasonal ranges in numbers of phytoplankton cells and chlorophyll-a amounts between 1974 and 1975 in each moat.

Moat			A	B	C	D	
× 10 ² cells /ml	'74	Min.	7 Dec.	6 Mar.	20 Jan.	3 Mar.	
		Max.	77 May	293 Aug.	564 Aug.	870 Aug.	
/ml	'75	Min.	0.7 Mar.	15 Mar.	15 Mar.	10 Jan.	
		Max.	62 July	233 Aug.	268 June	181 May	
Dominant species on number of cells	Spring	'74	{ <i>Cyclotella</i> <i>Phormidium</i>	{ <i>Micractinium</i> <i>Pediastrum</i>	{ <i>Cyclotella</i> <i>Anabaena</i>	{ <i>Micractinium</i> Green glgae	
		'75	{ <i>Dictyosphaerium</i> <i>Selenastrum</i>	<i>Pediastrum</i>	{ <i>Pediastrum</i> <i>Actinastrum</i>	{ <i>Microcystis</i> <i>Actinastrum</i>	
	Summer	'74	<i>Cyclotella</i>	<i>Pediastrum</i>	{ <i>Pediastrum</i> Monas group	<i>Microcystis</i>	
		'75	<i>Cyclotella</i>	{ <i>Cyclotella</i> <i>Pediastrum</i>	<i>Pediastrum</i>	{ <i>Cyclotella</i> <i>Microcystis</i>	
	Autumn	'74	<i>Cyclotella</i>	{ <i>Pediastrum</i> <i>Cyclotella</i>	{ <i>Pediastrum</i> <i>Cyclotella</i>	{ <i>Microcystis</i> <i>Cyclotella</i>	
		'75	<i>Cyclotella</i>	—	{ <i>Cyclotella</i> <i>Gymnodinium</i>	<i>Cyclotella</i>	
	Winter	'74	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella</i>	
		'75	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella</i>	{ <i>Trachelomonas</i> <i>Gymnodinium</i>	<i>Microcystis</i>	
	Chl.-a mg/m ³	'74	Min.	55.0 Sept.	28.1 Jan.	17.4 Apr.	4.0 Apr.
			Max.	128.8 June	219.1 July	381.4 June	424.2 Aug.
		'75	Min.	19.6 Mar.	19.6 Mar.	21.9 Mar.	32.4 Apr.
			Max.	188.8 Sept.	133.3 July	139.0 June	200.0 Sept.
Seston g/m ³	'74	Min.	11.5 Sept.	10.0 Mar.	27.5 Mar.	11.0 Mar.	
		Max.	62.3 July	52.0 July	98.0 Aug.	132.0 Aug.	
	'75	Min.	9.2 Mar.	17.6 Mar.	22.7 Mar.	29.2 July	
		Max.	32.5 Apr.	62.6 May	43.8 June	65.2 Mar.	

護のため濠の一部を金網で仕切り、ソウギョの侵入を防いでいるが、その水域にはホザキノフサモなどの水草が残されていた。

ところが、長年に亘り観察されなかった大型水草が、1975年に至り急にE濠に出現し、一夏でこの最大面積をもつ濠の全面を覆うほどの急速な繁殖をしたのである。(他の濠ではこのような現象はみられなかった。)

水生植物群落の分布

まず、E濠およびD濠の南端部水域の水生植物の生育状況を知るために、種類組成に基づいて群落学的にとらえると、(A)群落、ホザキノフサモ、(B)群落、ホザキノフサモ—ウキクサ、(C)群落、ホザキノフサモ—アオミドロ、(D)群落、ホザキノフサモ—ウキクサ—アオミドロの四つの群落に

分けられる。

これらの群落は植生図(図7.2)でみるように、一定の広がりをもって集合しており、互いに入りまじったモザイク状の分布はしていない。A群落は最も優占的な群落で、天守閣の南側から西側一帯の広い日照条件の良い水域に分布する。B群落は天守閣の西北方および埋橋の北側で水の動きの良い一帯に、CとD群落は天守閣北側の日照条件の悪い(高い石垣や土手の上の大きな樹木にさえぎられて、日陰になっている)滞水域に広がっている。

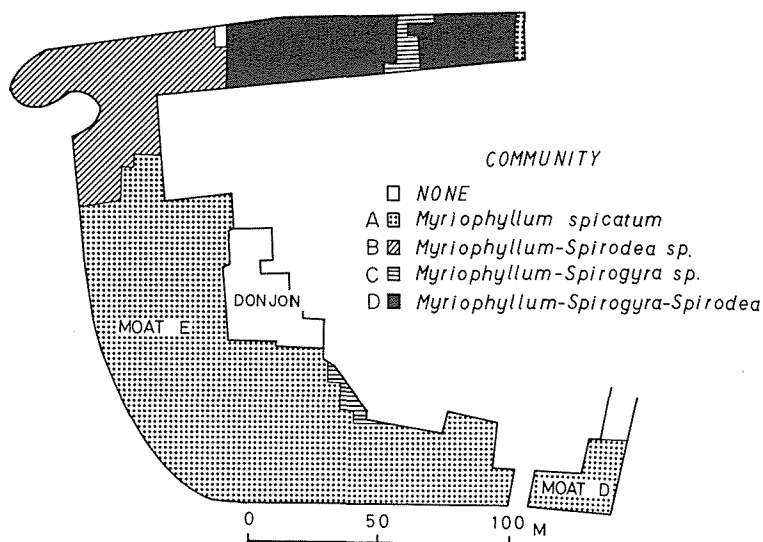


図7.2 D濠とE濠の大型水生植物群落の植生図(1975年9月13~14日)

Fig. 7.2 Distribution map of aquatic weed communities in Moat D and Moat E in Sept. 1975.

ホザキノフサモの個生態、被度分布と現存量の算出

ホザキノフサモ (*Myriophyllum spicatum*) は、アリノトオグサ科、フサモ属の沈水性の植物で、水中葉は4輪生する羽状葉をもち、花期には水上に穂状の花序をつける。その花序の茎に気中葉があるものがフサモで、ないものがホザキノフサモである。全国に分布し花期は5~10月といわれ(大滝1973)、松本城の濠のものは9月下旬であった。繁殖様式は種子、殖芽、地下茎、茎葉の分離による分枝(ちぎれた個体の一部から根がでて定着する)など種々の方式があるという(原田1974、立花1974)。三木(1937)によれば、ホザキノフサモは殖芽によって繁殖するというが明確さを欠いている。

E濠のホザキノフサモは、われわれの観察調査の後の9月末より10月(1975年)にかけてほぼ全面的に人力によって採取除去され、其の後は外観的にはほとんど見られなかったが、11月の末にはかなりの繁殖個体が見受けられ、再生力や繁殖力の大きいことを示した。ところでホザキノフサモは11月中旬頃に輪生葉のもとから1~2本の茎を出し、越冬葉をつけ、その先端に小葉でおおわれた越冬芽を作るようになった。他の古い葉の多くは褐色をおびていたが、越冬芽は鮮明な緑色を呈していた。また根元や地下茎にも新しい越冬葉が認められた。

このような繁殖体である越冬芽が秋にすでに作られることからすると、1975年の秋にホザキノフサモの全面除去がなされても、1976年にもやはり濠全面に繁殖することが予想されたが、実際そのような結果になった。なお種子はその形成時期に除去されたので、観察や採取はできなかった。

E濠とD濠にみる水生植物群落には、すべてホザキノフサモが含まれており、いうなれば濠の水生植物の大半はホザキノフサモで占められているわけである。そこでその分布密度を明らかにするために、被度を0(0%)~4(75~100%)の5階級に分て、各区画毎に観察し被度分布図を作成した(図7.3)。これによれば、被度0の地点は下水の流れ込んでいたE濠の北側の小水域(砂地)のみであり、被度

1～2は天守閣南西の濠の中心部一帯と、西北側の下水流入地帯にみられた。被度3～4の水域はE濠全面積の約 $\frac{1}{3}$ を占め、天守閣の南東側、中央附近および天守閣北側の滞水域一帯と、D濠の南端部に存在した。

現存量の算出は、被度を量的な測度に換算して各区画毎の現存量としE濠の全面積量を求めた。すなわち、被度が同じでも水深がちがうと現存量もちがうので、水深を3段階に分け、被度4の区画2ヶ所で m^2 当りのホザキノフサモを地下茎をも含めて全てを採取し、乾量を求めた。結果は表7.4のようである。なお、被度3、2および1の現存量は、被度4のそれ

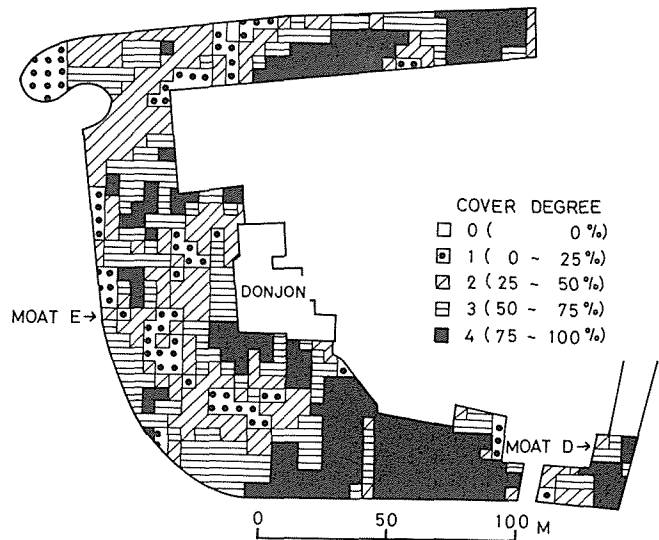


図7.3 D濠とE濠のホザキノフサモの被度分布図(1975年9月3～14日)

Fig. 7.3 Distribution map of cover degree of *Miryophyllum spicatum* in Moat D and Moat E in Sept. 1975.

表7.4 E濠におけるホザキノフサモの被度4の地点の水深別の現存量(1975年9月)

Table 7.4 Standing crops of *Miryophyllum spicatum* at points where it showed maximum cover degree(4) at various water depths of Moat E in Sept. 1975.

Depth of water (cm)	Wet weight (kg/m ²)			Dry weight (g/m ²)		
	1	2	Mean	1	2	Mean
50～60	1.37	1.43	1.40	87	93	90
60～80	2.16	2.06	2.11	150	163	156
80～90	2.81	2.84	2.83	170	185	177

にそれぞれ0.75、0.5、0.25を乗じて算出した。

以上の値を基としてホザキノフサモのE濠全面積の現存量の水平分布(図7.4)から全量を算出した結果は、9月下旬現在生量で約29ton(2.12kg/m²)、乾量で1.4ton(102g/m²)となった。さて、この水草調査の直後に人力によるE濠の水草除去がなされたが、その全量は約34ton(生量)であったという。この34tonの重量には、充分水を切っていないので水草に水分が付着残存していることや、各種のゴミなども含まれていることを考えると、われわれの測定結果と大差のない値といえよう。D濠の水草分布帯の全量は生量で約0.065ton(123g/m²)、乾量では0.045ton(86g/m²)となった。また、E濠の水草の単位面積当りの乾量102g/m²の値は、1947～1950年の夏の諏訪湖の0～1m深度における沈水性植物の現存量(今から約30年以前には水草が豊富にみられた)の乾量302～1027g/m²(Hogetsu 1953)に比べると著しく少ない。これは濠の水草が未だ十分に繁茂してないことを示すものであろう。

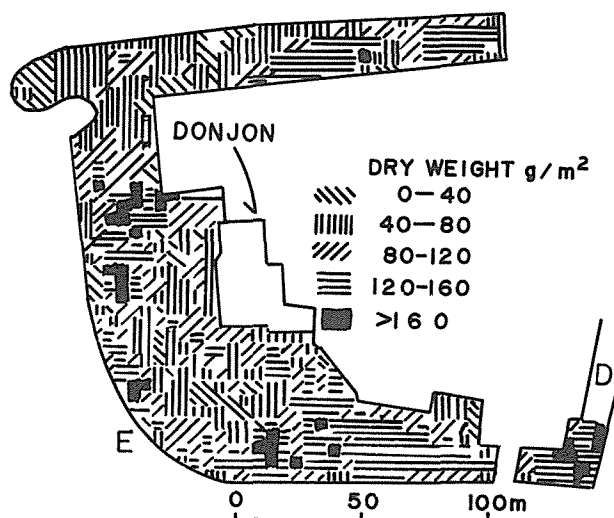


図7.4 D濠とE濠のホザキノフサモの現存量分布図
(1975年9月20～21日)

Fig. 7.4 Distribution map of standing crops of *Miryophyllum spicatum* in Moat D and Moat E in Sept. 1975.

E濠におけるホザキノフサモの繁殖の原因

次に、E濠においてホザキノフサモが突如大繁殖をした原因と、濠全面に分布面積を拡大した事について考察したい。図3.1でみる如く、E濠の水の一部は以前からD濠の南端部より両濠の境界部（黒門に通じる道路）下の水路を通じて、D濠より補給されていた。したがって、その水はD濠南端部のホザキノフサモ保護生育水域を通過するので、繁殖体は当然E濠へ流れ運ばれていたわけである。そして上述の繁殖状況からすれば、ホザキノフサモがE濠で繁茂してもあたりまえといえる。それにもかかわらず、水草が繁殖しなかったのはソウギョによって除草が完全に行われてきたからである。

ところで、E濠では1974年秋に石垣補修工事のため短時日の間水を干したが、その際すべてのソウギョを他の濠へ移し、工事終了後にはE濠へのソウギョの移入を中止した事実がある。このことがE濠におけるホザキノフサモの繁殖原因の有力な根拠の一つで、繁殖を抑制する最大の要因をなくしたわけである。中村（1960）の溜池における実験によれば、体重1kgのソウギョをhaり50～70尾放養すれば、池全面に繁殖した水草を完全に制圧できるといい、またソウギョを取除くと、水草は1～2年でソウギョ放養以前の状態にもどるといふ強い繁殖力を示したという。

また、D濠からE濠への水の流入に関してであるが、1974年秋以前の状態は、D濠内の自然湧水がたまってそれが連絡水路（上述）を通じて少量ながらE濠へ注いでいた。その後濠の浄化対策としてポンプにより地下水を汲み上げ、その水をCとDの濠へ約250ton/日ずつ注入する方策が採択され、1974年秋より施行されるに至った。

さて、その地下水の注入口はD濠南端部の水草帯に開口しているため、多量の水が生育する水草分布帯を洗い直ちに連絡水路からE濠に流れ込むことになった。この増えた水量が、ホザキノフサモの繁殖体を従来よりもはるかに速やかにE濠へ搬入し、より広く分散させ分布帯の拡張に有利にはたらいたことは否めない。このことはホザキノフサモの被度分布図（図7.3）にみるように、被度の大きい水域はD

表7.5 各濠における水質の年間変動巾の1974年と1975年の比較。

Table 7.5 The comparison of annual ranges of water qualities between 1974 and 1975.

Moat			A		B		C		E	
W. T. 0°C	1974 Jan. - Dec.	Min.	5.8	Feb.	4.8	Dec.	1.8	Dec.	6.2	Dec.
		Max.	28.0	Aug.	31.0	Aug.	31.5	Aug.	31.7	Aug.
	1975 Feb. - Sept.	Min.	5.2	Feb.	4.1	Feb.	8.5	Feb.	5.1	Feb.
		Max.	28.1	July	30.6	Aug.	31.0	July	33.5	Aug.
pH	1974 Jan. - Dec.	Min.	8.3	Nov.	7.0	Oct.	7.0	Sept.	9.1	Feb.
		Max.	9.8	June	9.8	June	9.8	June.	10.7	Aug.
	1975 Feb. - Sept.	Min.	8.0	Mar.	7.5	Mar	7.3	Feb.	8.3	Feb.
		Max.	9.7	July	9.6	June	9.3	June	9.7	Aug.
O ₂ ppm	1974 Jan. - Dec.	Min.	13.4	July	6.7	Jan.	9.8	June	9.9	Mar.
		Max.	26.0	Jan.	19.9	July	27.2	June	27.9	Aug.
	1975 Feb. - July	Min.	12.2	Feb.	12.4	May	10.5	May	11.9	July
		Max.	19.1	June	17.5	July	16.7	July	23.9	June
PO ₄ -P ppm	1974 Jan. - Dec.	Min.	0.005	Apr.	0.005	Apr.	0.005	Apr.	0.005	Apr.
		Max.	0.056	Jan.	0.180	Oct.	0.150	June	0.720	Sept.
	1974 May - Sept.	Max.	0.050	Sept.	0.044	Sept.	0.150	June	0.720	Sept.
		1975 May - Sept.	Min.	0.010	May	0.009	May	0.010	May	0.019
Max.	0.030		July	0.023	July	0.052	July	0.360	July	
NH ₄ -N ppm	1974 Jan. - Dec.	Min.	0.001	May	0.001	Oct.	0.005	May	0.005	June
		Max.	0.064	May	0.038	Dec.	0.083	Jan.	0.197	Mar.
	1974 May - Sept.	Max.	0.064	Sept.	0.034	Sept.	0.076	June	0.050	July
		1975 May - Sept.	Min.	0.004	Sept.	0.004	Sept.	0.013	Jan.	0.003
Max.	0.068		Aug.	0.046	Aug.	0.028	May	0.069	July	
Cl' ppm	1974		11.72	May	10.30	May	159.00	May	128.90	May
		1975 May - Sept.	Min.	11.45	Aug.	8.52	June	11.01	June	28.05
	Max.		12.96	July	12.34	Aug.	164.28	Sept.	130.29	May
	COD ppm	1974 Jan. - Dec.	Min.	1.68	May	2.88	Jan.	3.68	Feb.	1.92
Max.			8.48	Jan.	8.88	Aug.	12.43	Aug.	11.62	July
1975 May - Sept.		Min.	0.09	May	1.02	May	1.07	May	1.72	May
		Max.	2.01	Aug.	2.29	July	2.73	July	3.60	Aug.

濠からの水の流入口に近接した水域や、繁殖体流れ着き定着しやすい岸辺や滞水域にみられることから裏づけられる。

7-2-3. 水質の1974年と1975年の比較

各濠で測定された水質の測定項目について、最大と最小の値およびそれぞれの月を示すと表7.5のようである。今、これらを見て兩年の差の著しい測定項目について述べると、pHの最高、最低の値では、A、BおよびCの濠共に兩年の差はほとんどないが、E濠のみは1974年に比べ1975年は低下が目立つ。このE濠が兩年を通じてpH 8.3~10.7の高い値を保持したことは、強アルカリ性の水質を好むといわれる(生嶋1972)ホザキノフサモの繁殖分布にプラスになったかも知れない。

PO₄-PおよびNH₄-Nについて、最高値を示した季節を対比してみると、1974年が1~12月の測定期間であるのに1975年は5~9月までであるので、1974年の最高値の季節が1975年の測定期間からはず

れることがあって、合理的な比較ができない。そこで1975年の最高値は5～9月の期間のものであるので、1974年の最高値も同じ期間から採用した。こうした値で両年を比べると、PO₄-PについてはC濠とE濠において1975年は前年の約 $\frac{1}{3}$ および $\frac{1}{2}$ に減少するが、他の濠ではほぼ同等であり、NH₄-Nはすべての濠で大差のない値をえた。CODでの最高値は、1975年は1974年に比べすべての濠で $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{4}$ に減少した。

以上の水質分析結果を総合すると、両年で差のある測定項目および濠は、pHではE濠が1975年は前年より下がり、PO₄-PではCとEの両濠で著しく減少し、CODではすべての濠で少ない値を示した。

7-2-4. 測定結果と浄化対策との関連

松本城の濠のうちで最大のE濠(13,699m²)は、その水のほとんどを都市下水でまかなってきたため、濠が著しく汚染されたのであるから、その流入を中止すればやがて濠の浄化につながるわけである。それで浄化対策の手はじめとして、1974年秋からそれまで流入していた下水(流入量は約2500ton/日)を最少限に減らしたが、濠に沿って流れる下水溝の一部が破損しているため、完全阻止はできなかった。

一方下水流入中止によって生じる濠の水位の低下を防ぐためと、清澄な水を供給することにより濠の浄化を促進する対策として、井戸からの地下水を多量に注入し、水の交代を速める積極策が1974年秋から実施された。

今、下水の流入中止と地下水の注入が、濠の汚染源の主要原因の一つである栄養塩および有機質の供給と、どのような関連をもつかを検討すると次のようである。それで、まず下水、地下水、各濠の水の栄養塩およびCODの1974年の平均の値を示

表7.6 地下水、下水および各濠の水の化学的水質の年平均値。

Table 7.6 Annual means of amounts (ppm) of COD, PO₄-P and inorganic nitrogen in ground water, inflowing drainage and each moat water between 1973 and 1974.

ppm	Ground water	Drainage	Moat water			
			A	B	C	E
COD	0.65	5.81	3.36	4.93	5.94	6.68
PO ₄ -P	0.062	0.333	0.015	0.016	0.029	0.143
NH ₄ -N	0.010	0.143	0.021	0.017	0.024	0.056
NO ₂ -N	0.005	0.094	0.020	0.005	0.005	0.025
NO ₃ -N	1.73	1.98	0.96	0.42	0.51	0.58

すと表7.6の如くである。(この地下水の値は、A濠にある自然湧水の分析結果を用いた。)すなわち、平均値で比べた場合、PO₄-Pは下水は地下水の約5.4倍、NH₄-Nは約14倍、CODは約9倍の濃度をもつ。そして上述の如くE濠への流入量は、下水が約2500ton/日に対し地下水は約250ton/日で10倍の差があるので、E濠の負荷量は地下水のみの場合に比べて上述の濃度差の更に10倍という計算になる。こうしてみると、栄養塩の供給量は下水の流入中止と地下水の注入という浄化対策の実施により、極端に減る公算となった。

次に、濠の水質と地下水のそれらを年間の平均値で比べると(表7.6)、E濠の場合では、PO₄-Pは濠の水は地下水の約2.3倍、NH₄-Nでは約5.6倍、CODでは約10倍の濃度である。そしてE濠へ注入される地下水量が250ton/日であることから、約40日間で濠の水は地下水と入れかわることになる。C濠の場合は、栄養塩も有機質もE濠の水より少ない上に、面積も小さい(E濠の約 $\frac{1}{5}$)ので、250ton/日の地下水の注入があれば約8日で交代する故に、E濠よりはるかに浄化の効果が挙がる筈である。

上記の計算結果を考慮に入れて、浄化対策施行前の1974年と施行後の1975年に観察測定した結果を比較すると次のようである。すなわちE濠の場合では、植物プランクトンの細胞数、クロロフィルa量などが施行後において明確に減少し、またPO₄-Pも同様な傾向が認められた。しかし、この減少はこの

濠における大型水草の大繁殖とも強い関連をもち、水草のE濠への侵入は1974年におこった様な植物プランクトンの大発生抑制に大きく作用したことが考えられる。というのは、1974年夏に大増殖をした *Microcystis* が、1975年の水草の繁茂した夏季と秋季の間中は著しくおとろえ、かえって春季や冬季に優占したこと、全細胞数の最大値が1974年は夏であったものが1975年には春季にみられるなどである。

培養実験によれば、NやPの高濃度液では植物プランクトンの成長がよく、ホザキノフサモなどの沈水性植物は低濃度の方が成長がよかつたし、さらに沈水性植物の生育状況がよいときは、植物プランクトンの密度は低くなるという (Mulligan 1969、生嶋 1972)。また宝月ら (1960) は、栄養塩類の不足が植物プランクトンの成長に抑制的に作用するほか、水草から出されるある種の化学物質が、その抑制に大きなはたらきをしていることを指摘した。

こうしてみると、E濠における1975年のプランクトンや PO_4-P などの減少は、下水の流入中止と地下水の注入という浄化対策に加えるに、大型水生植物の生育繁茂が大いに作用しておこったものと推測される。

C濠の場合でみると、植物プランクトンの細胞数、クロロフィルa量、 PO_4-P が1975年において前年より著しく減っており、優占種なども両年で著しく変更した季節があることからみて、地下水の大量注入による浄化と滞留時間の短縮により生じた一応の浄化効果の顕れとみるのが可能かもしれない。

しかしながら、浄化対策の施行前後における上述の程度のプランクトン量や栄養塩濃度の差異は、年によって変る自然現象にたまたまみられるものであるもので、数年にわたる継続観測をしないで、直ちに浄化効果の顕れとすることはさげねばならない。

水草の除去に関しては、人力による採取では水草の繁殖体までも完全に取除けないので、次年の繁殖をほとんど抑制できない。それ故ソウギョの放養により越冬芽、越冬葉に至るまで食い尽くさせて、水草の制圧排除をすることが最も効果的であろう。

8. 浄化対策と今後の調査研究の計画

濠の汚染の現状および汚染度の推定から次のような浄化対策が考えられる。

1 特殊マイクロストレーナによる植物プランクトンの除去。(トヤマキカイ開発部)

この汙過装置は、長毛汙布のセットにより従来困難とされた 30μ のSSを除去するために開発されたもので、微小藻類除去率が約90% (困難であったラン藻もよくとれる) といわれる。回転汙過ドラムの逆洗が連続的に行えるので、目詰りがなく汙過効率は高い。すなわち処理能力は約900t/日であり、逆洗によって汙布から洗い落された藻類を濃密に含む逆洗水量は約40t/日で、これは下水道に流すことになる。

この汙過装置を作動すると、A、Bの両濠は約1日、C、Dは約2日、Eは約10日で全水量を処理できる計算になる。作動は藻類の大発生する以前の6月より開始すれば、大発生は起こりにくく汙過率もよいので10月まで時に応じて行えば充分であろう。

この装置は、濠汚濁の主体である微小藻類やけん濁物を直接除去し、濠の水を浄化できる点で秀れているが、下水道へ多量の汚濁水を放流するのが欠点であろう。

2 大型水草の移植による水中、底泥中のリン、窒素の除去

現在DとE濠にみられる水草を各濠に全面的に増やして栄養塩を吸収させ、秋に根から引きぬいて取除くのであるが、労力の不足のときは刈取りでもよい。また浮葉性のホテイアオイやミズアオイをふやせば収集の労力はややふける。

集めた水草は堆肥か、乾燥して焼却する。

3 ハクレンの放流による植物プランクトンの除去。

ハクレンは他種の魚が食べないラン藻類を積極的に摂食するので、いわゆるアオコの除去に適した魚とされるが、食べられた藻類は消化されて後一部は吸収され体内に残るが、大部分は排泄物となって再び栄養塩の供給源となるので、汚染源の栄養塩除去という点では問題がある。

4 地下水の濠への多量導入による濠の水の滞留時間の短縮（水の交換日数の短縮）。

植物プランクトンは静止水を好み増殖するので、水を流動し成育大発生に至る以前に水を交代するように給水法を考える。

5 濠の底泥のしゅんせつ除去。

底泥から多量の栄養塩類が溶出するので、可能な限り深く掘り下げて溶出源の底泥を除去すれば効果的であろうが、濠の容積が増えるので水の滞留時間が長期化する結果を生じる点が気かりである。というのは地下水には植物プランクトンの大発生に見合う量のリンおよび窒素が含まれるからである。

6 下水の流入排除。

下水の流入はラン藻の大発生を促進する栄養塩や有機物を含んでいるので、濠への流入は徹底的に阻止しなければならない。

7 水禽類の飼育数の制限。

水禽類への給餌は鳥の排泄物としてたれながされ、多量のリンや窒素の供給源となっているので、鳥の種類、飼育数などは濠の面積、水の交換量などを検討して最少限度に止どめるべきである。現在、濠に生息する魚類は給餌してないので、水鳥のように濠の外からの汚染源はない点が水鳥の場合と異なる。

8 ソウギョによる大型水草の除去。

単に水草を去除するためなら、過去の実績からみてソウギョの放養が最良策と云えようが、植物プランクトンの大発生の防除にはマイナス面が多い。すなわち水草が水中または底泥から吸収濃縮した栄養塩類などを、ソウギョが消化し排出物として再び水中または底泥へと還元するからである。

以上1～5までは積極的な対策であり、6、7は消極的な対策といえる。8は水草除去のための積極的な対策である。

このうち濠の底泥のしゅんせつは相当に費用のかかるものと考えられるが、他は実行不可能なものではない。

しかし、これらの浄化対策は汚染の現状と汚染源から机上で考えられたもので、その効果についてはどれも定量的な予測をすることは難しい。また、今後の継続的な対策をたてるためにも、それぞれの効果がどの程度かを測定しておく必要がある。それによって、各汚染対策の特徴や量的な比較を行ない、対象により各対策の取捨選択、組み合わせを検討しておくことによってより効果的な対策をとることが可能となる。

今後の調査、研究は各対策の効果を実験的に測定するためのもので、それには各濠に実験区域を設けて、これについて継続的な調査を行ない、それぞれの効果度を検討する方法をとらねばならない。

また、生物が関与する濠の現況は、毎年の気象条件で大きく左右されるので、3ヶ年程度の調査では現況や浄化対策実施の効果などを正しく把握することは無理で、長期的な継続観測が必要である。

9 要 約

(1) 松本城の濠の富栄養化の進行度は、ここ20年間に著しいものがある。近年に至って、この濠の水の保護が、松本市の都市環境と観光の見知から、重要な社会問題として取上げられた。そこで、濠の水質と生物群集の現状に関する生態学的研究が、1973年から1975年まで毎月行われ、濠の水の汚濁化防

止の対策が検討された。

(2) 調査された五つの濠は、松本市の中央にあって、濠はA、B、C、D、Eと名付けられた。各濠の面積は、1950(B濠)—13700(E濠) m²、最大深度は0.7(B濠)—0.92(E濠) m、貯水量は954(B濠)—10274(E濠) tonの範囲内にある。E濠の水は、約2500 ton/日の都市下水が供給され、AおよびB濠の水は自然湧水(約20 ton/日)でまかなわれた。尚、いずれの濠においても、濠の底からある量の地下水が常に湧出している。

(3) E濠と、人間活動の影響を強くうけるE濠への流入下水について、水質の昼夜変動を毎月測定した。下水のCOD、PO₄-PおよびNH₄-Nの量は、午前と夕方から夜にかけて2度増加し、深夜から朝までは最低となる。水温とpHの日変動差は、E濠も下水も小さいが、CODは下水は大きくE濠は小さく、またPO₄-PとNH₄-Nは濠も下水も大きい。溶存酸素量の日変動差は、濠では夏は大きい、冬は濠も下水も小さい。

(4) 濠群の間のpHと溶存酸素量の年間の変動範囲は、前者が6.9(E濠)—10.7(E濠)、後者は5.1(E濠)—35.1(D濠) ppmであり、E濠は他の濠に比べ広い変動巾をもつ。A濠では、年間を通じてpHは8.3以上、溶存酸素は13.4 ppm以上の値を示した。PO₄-P量およびNH₄-N量の年変動巾の最大はE濠におけるそれぞれ0.005~0.72 ppmと0.005~0.435 ppmであり、最小はPO₄-PではA濠の0.005~0.056 ppm、NH₄-NではB濠の0.001~0.038 ppmであった。一般に、これら栄養塩類はすべての濠で夏は減少し、冬は増大した。

(5) 以上の化学的水質調査から判断すると、富栄養化の進行程度が最高の濠はE濠で、次いでC、D、Bとつづき、最低はA濠となる。

(6) 濠の植物プランクトンの季節遷移は次のようである。各濠の間において、年間に出現した種属数は52~60種であり、そのうち18~19種が緑藻類、24~28種がケイ藻類であった。冬季はすべての濠で *Cyclotella kützingiana* が最も豊富であり、A濠は他の季節においても優占種であった。“水の華”現象の著しい季節において、その優占種は、B濠では春季は *Micractinium pusillum*、夏は *Pediastrum boryanum*、C濠では春は *Anabaena flos-aque*、夏は *Monas group*、D濠では春は *Anabaena f.*、盛夏は *Microcystis aeruginosa*、E濠では夏季中 *Microcystis a.* であった。

植物プランクトンの細胞数、生物量およびクロロフィルa量の季節変化では、すべての濠で春と夏の2回増大期がみられた。各濠でえられた全細胞数とクロロフィルa量の最大値は、それぞれA濠の7700 cells/mlからE濠の88700 cells/mlまで、128~424 chl. a mg/m²の範囲を示した。また生物量の年平均値の範囲は10.9~18.0 d.w. g/m²で、A<B<D<C<Eの濠の順で大きい。

(7) 濠の動物プランクトンの季節遷移は次のようである。各濠の間で、年間にえられた種属数は26~29種で、そのうち20~22種はワムシ類で、ワムシ類が特に多く枝角類は非常に少ない。*Brachionus calyciflorus* は年間を通じ、すべての濠で圧倒的に優勢であった。また年間の個体数および生物量の変動は、初春、初夏および秋の3回の増大期がみられた。各濠でえられた全個体数の最大数の範囲は、A濠の97.2 inds./lからD濠の1140 inds./lの間であった。また生物量の年平均では5.2~45.5 d.w. mg/m²で、B<A<C<D<Eの順に大きい。

(8) 底生動物の年間を通じての優占種は、すべての濠がオオユスリカの幼虫で、次はA濠を除いた濠はイトミミズ類であるが、A濠はヒメタニシであった。底生動物の個体数と生物量の季節変動では、すべての濠で冬と夏の2回の増大期がみられ、また各濠の個体数の最大は、E濠の563 inds./m²からC濠の6110 inds./m²の範囲であった。生物量の年平均は0.23~23.24 d.w. g/m²で、A>C>B>D>Eの順に減少した。

(9) 魚類の種類数はすべての濠で6種類が数えられ、フナとモツゴが優占種であるが、前者はA、

BおよびC濠に多く、後者はDおよびE濠が多かった。各濠の年間の平均生息密度は、1.13~3.11 inds./m²の範囲であり、A>C>B>D>Eの順で少なくなった。この生息密度は諏訪湖の魚のそのの1.5~10倍に当る。

(10) 細菌数の季節変動を、各濠および流入水について観察測定した。大腸菌はE濠と下水は10³⁻⁴個/m²で比較的多いが、他の濠および湧水は少ない。一般細菌はAおよびB濠は10³個/m²以下であるが、C、DおよびE濠と下水は10³⁻⁴個/m²であった。

(11) 大型水生植物については、E濠において1975年から濠全面に生育を始めたホザキノフサモの被度分布を、最盛期の9月に調査した。被度分布から計算した現存量は、E濠全面で29 ton (生量) (102 d.w. g/m²) であった。

(12) 四つの生物群集、すなわち、植物プランクトン、動物プランクトン、底生動物および魚類の種類組成、生息分布密度および生物量に基づいて、A濠は中栄養的、B、CおよびD濠は富栄養的、E濠は過度に富栄養的な湖沼型である。

各種の生物群集についての水質汚濁指標生物によるそれぞれの濠の生物学的水質階級の判定結果は、AとB濠は β -中腐水性、CとD濠は α - β -中腐水性、E濠と下水は α -中腐水性となった。

(13) 下水の流入によるE濠への汚濁負荷量は、COD物質は650 g/m²/年、リンは42.3 g/m²/年、無機態窒素は307 g/m²/年で、リンと窒素の値は、湖沼を富栄養化させないためのOECD許容負荷量のそれぞれ850倍と380倍を示した。

濠周辺の樹木からの落葉および飼養水禽類の排泄物中のCOD物質、リンおよび無機態窒素の、各濠への供給量はOECDの許容負荷量を上廻る計算となった。

(14) 各濠の主要汚染源は、A濠は落葉、B濠は落葉と水禽類排泄物、C濠は水禽類排泄物、D濠は落葉と下水、E濠は下水である。

(15) 濠の水質汚濁防止対策の一部として、1974年秋からE濠への下水流入の停止と、EおよびC濠への地下水の大量注入を行ない、その施行による浄化効果について検討した。

(16) 以上の研究調査の結果から、積極的な汚濁防止対策としては、マイクロストレーナーによる濠の水の循環濾過、大型水草の移植と保護、植物プランクトン食の動物の放養、濠の水の滞留時間の短縮、底泥の浚渫等があり、消極的対策としては下水流入の停止、飼養水禽類および水草食の動物の排除等が考えられる。

10. 引用文献

- Bottrell, H., A. Duncan, Z.M. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hilbricht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Lasson and T. Weglenska (1976) A review of some problems in zooplankton production studies. *Norway J. Zool.* **24**, 419-456.
- 原田市太郎 (1974) 水草の形態、細胞などのあれこれ、遺伝 **28**、(8)、4~11
- 宝月欣二 (1936) 淡水性「水の華」を中心とした観察について 松本高校校友会誌 **26**
- Hogetsu, K. (1953) Studies on the biological production of Lake Suwa. V. The standing crop of rooted aquatic plants. *Mic. Rept. Res. Inst. Nat. Resources.* **30**, 4-9.
- 宝月欣二・岡西良治・菅原久枝 (1960) 植物プランクトンと大型水生植物との拮抗的關係について、陸水雑 **21**、124~130.
- 生嶋 功 (1972) 水界生物群落の物質生産 I. 水生植物 生態学講座 **7**、98 pp 共立出版
- Ivlev, V. S. (1955) 児玉・吉原訳 魚類の栄養生態学 261 pp 新科学文献刊行会 (1965)

- Judy, C. (1942) The summer standing crop of plants and animals in four Wisconsin Lakes. *Trans. Wis. Acad. Sci. A. and L.* **34**, 103-135.
- 小岩井富美子 (1940) 松本市近郊の池沼の盛夏に於けるプランクトン 陸水雑 **10**, (3.4) 171-180.
- 倉沢秀夫・山岸宏・吉川正武・為政園野 (1971) 諏訪湖のプランクトンの季節変化 I. プランクトンの数と量との優占種の比較。諏訪湖の生物群集の生産力に関する研究 **3**, 41-53.
- Kurasawa, H. (1975) Concluding discussion on productivity of Japanese inland waters. *Secondary production. Zooplankton. JIBP Synthesis* **10**, 391-394.
- 倉沢秀夫・沖野外輝夫・中村一雄・加藤憲二・吉沢清晴 (1976) 松本城の濠の汚濁に関する水質および生物群集の現状調査報告。調査研究のまとめ **3**, 11-16. 松本市環境をよくする協議会
- 倉沢秀夫・沖野外輝夫・加藤憲二・吉沢清晴 (1976) 松本城の濠における植物プランクトンの季節変化と湖沼栄養型 陸水富栄養化とその対策 **2**, 28-33.
- 倉沢秀夫・土田勝義・沖野外輝夫・吉沢清晴・山本雅道・加藤憲二・太田宏 (1977) 松本城の濠における2・3浄化対策の実施結果と大型水生植物の分布と生態、調査研究のまとめ **4**, 3-16. 松本市環境をよくする協議会
- 倉沢秀夫・土田勝義・沖野外輝夫・吉沢清晴・山本雅道・加藤憲二・太田宏 (1977) 松本城の濠の富栄養化の対策と大型水生植物の分布 陸水富栄養化とその対策 **3**, 12-20.
- 倉沢秀夫・沖野外輝夫・林秀剛 (1977) 松本城の濠の植物プランクトン大発生とその防除対策予報 第24回日本生態学会講演要旨集 128p. 広島
- 倉茂英次郎 (1931) 濠の水素イオン濃度の日中変化と日射量との関係に就て 気象集誌 **9**, (9), 446-468.
- 倉茂英次郎 (1932) 濠の水素イオン濃度及び水温の年中変化について 気象集誌 **10**, (7), 382-388.
- 倉茂英次郎 (1932) 濠の水中溶在酸素の日中変化と日射量との関係 気象集誌 **10**, (7), 373-381.
- 倉茂英次郎 (1932) 濠の植物性プランクトンの季節消長 **10**, (8), 475-481.
- 倉茂英次郎 (1933) 濠の水中溶在酸素、遊離炭酸、水素イオン濃度の日中変化と日射量の季節的変化 気象集誌 **11**, (6), 253-265.
- 倉茂英次郎 (1933) 春季淡水硅藻の増殖と栄養塩類及び気象要素 (プランクトンの生理現象と環境との関係、第一報)、気象集誌 **11**, (7), 289-299.
- 三木 茂 (1973) 山城水草誌 京都府史蹟名勝天然記念物調査報告 第18冊 127pp 京都府
- Mori, S. and G. Yamamoto (1975) Productivity of communities in Japanese inland waters. *JIBP Synthesis* **10**, 1-419.
- 中村一雄 (1960) 溜池におけるソウギョの除草効果と魚類の取り上げ量の関係 淡水研報 研究資料 **23**, 1-17.
- Odum, H.T. (1957) Trophic structure and productivity of Silver Spring, Florida. *Ecol. Monogr.* **27**, 55-112.
- 大滝末男 (1973) 水草の観察と研究 137pp ニュー・サイエンス社
- 桜井善雄・渡辺義人 (1973) 諏訪湖の水生植物 諏訪湖の生物群集の生産力に関する研究 **5**, 1-4.
- 佐谷戸安好・松井啓子・中室克彦・安藤正典・外村正治・松本浩一・松本淳彦 (1973) 皇居外苑濠水質の衛生学的研究 (第一報) 四季における水質成分と生物相との関係について 衛生化学 **19**, (2), 94-101.
- 佐谷戸安好・松井啓子・中室克彦・安藤正典・外村正治・松本浩一・松本淳彦 (1973) 皇居外苑濠水質の衛生学的研究 (第二報) 水質成分と日射量との関係について 衛生化学 **19**, (2), 102-105.
- 白石芳一 (1961) ワカザキの水産生物学ならびに資源学的研究 淡水研報 **10**, 1-263.

- 須甲鉄也 (1938) 松本城天守閣堀のプランクトン及び其の季節的消長 (謄写印刷)
- 立花吉茂 (1974) 水草の生態、遺伝 28、(8)、17~24.
- 津田松苗 (1964) 汚水生物学 258pp 北隆館
- 津田松苗 (1972) 水質汚濁の生態学 240pp 公害対策技術同友会
- 山岸 宏 (1972) 諏訪湖の魚類の垂直分布について、諏訪湖の生物群集の生産力に関する研究 4、16~22.
- 山岸 宏 (1973) 現代の生態学 232pp 講談社
- 山本雅道 (1974) 松本城の濠における植物プランクトンの種類組成の季節変化と水色の関係 調査研究のまとめ 1、19~30. 松本市環境をよくする協議会
- 山崎洋子・松本浩一 (1975) 都内陸水の生活環境に関する調査研究 (第一報) 皇居外苑濠群の富栄養化の現状 東京都衛生研究所年報 21、(1)、336~342.
- Vollenweider (1967) OECD Reports (科学技術庁資源調査所資料 # 15).

11 SUMMARY

Ecological Studies on Eutrophication of Moats around the Castle of Matsumoto and Counter Plans to Pollution of the Moat Water

1) The progressive grade of eutrophication of moats around the Castle of Matsumoto has been distinguished during these twenty years. Recently the conservation of the water in these moats has been taken up as a momentous social problem from the points of urban environment and sight-seeing of Matsumoto City. Ecological studies on the actual state of water quality and biotic community in the moats had been made monthly from 1973 to 1975, and counter plans to pollution of the moat water were investigated.

2) The five moats, where the surveys were carried out, are situated in the centre of the City of Matsumoto, in the central portion of Honshū in Japan, and were designated as Moat A, B, C, D and E. They have the areas of 1950 (Moat B) to 13699 (Moat E) m², and the deepest depths of 0.7 (Moat B) to 0.92 (Moat E) m. The capacities of them indicate the range between 954 and 10274 m³, their increasing order being Moat B, A, C, D and E. The water of Moat E was supplied by municipal drainage of about 2500 tons per day, and Moat A and B by natural spring waters less than 20 tons per day. Further, some amount of ground water always ooze out from the bottom of each moat.

3) The diurnal changes of chemical water quality were monthly measured in Moat E and in the inflowing drainage which was markedly influenced from human activity. The amounts of COD, PO₄-P and NH₄-N in the drainage increased twice a day, in the morning and the evening, and decreased from the midnight to the dawn. The diurnal fluctuations of temperature and of pH were small in both the moat and the drainage, that of COD amount large in the drainage and small in the moat, those of PO₄-P and NH₄-N large in both the waters. The diurnal fluctuation in dissolved oxygen content was wide during the summer in the moat, but in winter being narrow in both the waters.

4) The ranges of annual changes in pH and dissolved oxygen content among the moats were from 6.9 (Moat E) to 10.7 (Moat E) and from 5.1 (Moat E) to 35.1 (Moat D) ppm respectively, and were bigger in Moat E than in any other moat. In Moat A pH kept more than 8.3 and dissolved oxygen did more than 13.4 ppm through the year. The seasonal fluctuations in $\text{PO}_4\text{-P}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ amounts showed the wide ranges from 0.005 to 0.72 ppm and from 0.005 to 0.435 ppm in Moat E respectively. In general the concentration of these nutrients increased in winter and decreased in summer in each moat.

5) Judging from the results of this chemical water quality, it was recognized that the progressive grade of eutrophication was the highest in Moat E, next in order are Moat C, D and B, the lowest being in Moat A.

6) Total number of phytoplankton species which appeared for the year ranged from 52 (Moat E) to 60 (Moat D) among the moats, 18–19 of which were Chlorophyta, 24–28 being Bacillariophyta. *Cyclotella kützingiana* were the most abundant in each moat during winter, in Moat A likewise in other seasons. In the seasons when the “water bloom” occurred remarkably, the dominant species were *Micractinium pusillum* (spring) and *Pediastrum boryanum* (summer) in Moat B, *Anabaena flos-aque* (spring) and *Monas* group (summer) in Moat C, *Anabaena* f. (spring) and *Microcystis aeruginosa* (mid-summer) in Moat D, and *Microcystis a.* (during summer) in Moat E.

In the seasonal changes in number of cells, biomass and chlorophyll-a content, they had their maximal abundance twice in a year in spring and summer in each moat. The maximum of total cells among the moats showed the range from 7700 (Moat A) to 88700 (Moat E) cells/ml, the maximum amounts of chlorophyll-a being 128–424 mg/m^3 and the annual means of biomass (dry weight) were within the range between 10.9 and 18.0 g/m^3 , and became bigger in the order, Moat A, B, D, C and E.

7) Total number of zooplankton species taken for the year ranged from 26 (Moat C) to 29 (Moat A), 20–22 of which belonged to Rotatoria. Rotifers were the most prevalent through the year, Protozoa and Copepoda were next to them, and Cladocera were very scanty in all the moats. *Brachionus calyciflorus* were overwhelmingly dominant in each moat through all the seasons. In the annual yields of zooplankton, three increasing periods took place in early spring, early summer and autumn. The maximum numbers of total individuals among the moats were within the range between 97.2 (Moat A) and 1140 (Moat D) inds./l, and the annual means of biomass (dry weight) showed the range from 5.2 to 45.5 g/m^3 , being Moat B, A, C, D and E in increasing order.

8) The zoobenthic community was dominated by *Chironomus plumosus* in each moat for the year, and next by Tubificidae (*Limnodrilus* sp. and *Tubifex* sp.) in the other moats without Moat A, where *Sinotaia quadrata histrica* was abundant. In the annual yields of zoobenthos, two maxima were seen in winter and summer in each moat, and the biggest of total individuals among the moats were between a minimum value of 563 (Moat E) and a maximum value of 6110 (Moat C) inds./ m^2 . The annual means of biomass (dry weight) indicated the range from 0.23 to 23.24 g/m^2 , and the decreasing order of them among the moats were as follows; Moat A > C > B > D > E.

9) The number of fish species was counted six in each moat, the dominant species were *Carassius carassius* and *Pseudorasbora parva*, the former was numerous in Moat A, B and C, while Moat A and E abounded in the latter. The annual means of population density of fish ranged from

1.13 to 3.11 inds./m³ among the moats, and decreased in the order, Moat A, C, B, D and E. These values were 1.5–10 times larger than that of the fish obtained in Lake Suwa, which is ranked as the most eutrophic lake in Japan.

10) Coliform group of bacteria was comparatively plentiful (10^3 - 10^4 /ml) in Moat E and the drainage, but few in the other moats and the spring waters. The number of total bacteria ranged among the level of less than 10^3 /ml in Moat A and B, and of 10^3 - 10^4 /ml in Moat C, D, E and the drainage.

11) The distribution of cover degree of aquatic weeds (*Myriophyllum spicatum*) which began to grow in whole area of Moat E since 1975 was surveyed in the season of maximum abundance, September. The standing crop calculated from the cover degree showed about 29 tons in wet weight per whole moat (102 d. w. g/m²).

12) On the basis of the species component, the population density and the biomass of four communities, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos and fish, it was estimated that Moat A was the type of mesotrophic lake, Moat B, C and D were eutrophic, Moat E being excessive eutrophic.

The rank of saprobic systems in water quality of each moat was judged by means of the index organisms of various kinds of communities, that is, Moat A and B were β -mesosaprobic, Moat C and D α - β -mesosaprobic, and Moat E and the inflowing drainage α -mesosaprobic.

13) The inflowing drainage to Moat E indicated the most pollutional load, namely the amounts of COD matter, phosphorus and inorganic nitrogen were 650g, 42.3g and 507g/m²/year respectively, these values of phosphorus and nitrogen were corresponding to 850 and 380 times severally the permissible loading levels (OECD).

The amounts of COD matter, phosphorus and inorganic nitrogen supplied by the fallen leaves from trees growing around the moats and with the excreta of breeding aquatic birds were calculated in each moat. Each pollutional load by the fallen leaves and with the excreta exceeded the allowance loads.

14) The main pollution sources in each moat were found to be the fallen leaves in Moat A, the fallen leaves and the excreta of birds in Moat B, the bird excreta in Moat C, the fallen leaves and the drainage in Moat D, and the drainage in Moat E.

15) As a portion of counter plans to pollution of moat water, two measures, namely stoppage of discharge of the drainage to Moat E and pouring much ground water into Moat E and C, have been carried out since autumn in 1974, and effects of the attempts were discussed.

16) From the results of the present study, as the positive measures, revolving micro-strainer, transplantation of aquatic weeds, planting of phytoplankton feeders, shortening of replacement time of moat water and removal of bottom mud etc., and as the negative measures, stoppage of drainage discharge, and removal of breeding birds and weed eaters etc. are taken into consideration.

附表

Appendix

附表1. E濠および流入下水の水質の昼夜変化 (10月～3月) A. I. D...下水の流入量

Appendix 1. Diurnal changes of water quality in Moat E and inflowing drainage every month from Oct. 1973 to Mar. 1974.

A. I. D...Amount of inflowing drainage.

Date		20~21. Oct., 1973									
Time		17 : 00	19 : 00	21 : 00	0 : 00	5 : 00	9 : 00	12 : 00	17 : 00		
Inflowing drainage	Amount (m ³ /sec)	—	—	—	—	—	0.048	—	—		
	A. I. D. (m ³ /sec)	—	—	—	—	—	—	—	—		
	W. T. (°C)	13.8	13.7	13.5	14.0	12.6	12.1	13.0	13.0		
	pH	—	—	6.6	6.8	6.6	—	6.6	6.8		
	DO (O ₂ mg/ℓ)	4.25	3.82	4.58	5.13	5.75	7.65	6.22	6.22		
	COD (ppm)	5.12	13.92	11.52	2.56	5.36	5.60	5.52	7.60		
	PO ₄ -P (ppm)	0.261	0.245	0.232	0.236	0.172	0.231	0.215	0.251		
	NH ₄ -N (ppm)	0.299	0.232	0.095	0.001	0.003	0.266	0.226	0.199		
	NO ₂ -N (ppm)	0.087	0.122	0.133	0.085	0.016	0.027	0.065	0.069		
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—		
E. St. 1	W. T. (°C)	12.6	13.5	13.1	12.9	12.7	12.5	12.3	12.5		
	pH	—	—	9.0	8.6	7.7	7.7	7.6	8.6		
	DO (O ₂ mg/ℓ)	15.48	12.99	11.78	11.91	8.54	8.52	9.51	11.19		
	COD (ppm)	7.20	7.60	9.36	7.68	—	6.32	4.40	7.84		
	PO ₄ -P (ppm)	0.163	0.185	—	0.189	0.263	0.197	0.193	0.076		
	NH ₄ -N (ppm)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.044	0.054	0.022	0.010		
	NO ₂ -N (ppm)	0.033	0.045	—	0.042	0.078	0.055	0.064	0.048		
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—		
Date		18~19. Nov., 1973									
Time		17 : 00	19 : 00	21 : 00	0 : 00	5 : 00	8 : 00	12 : 00	15 : 00	17 : 00	
Inflowing drainage	Amount (m ³ /sec)	—	—	—	—	—	—	—	—		
	A. I. D. (m ³ /sec)	—	—	—	—	—	—	—	—		
	W. T. (°C)	10.8	10.2	9.9	10.5	9.7	9.7	10.8	10.5		
	pH	7.2	7.0	6.8	6.8	7.0	6.8	—	6.8		
	DO (O ₂ mg/ℓ)	5.53	5.62	5.57	5.79	8.38	6.28	—	5.32		
	COD (ppm)	—	—	—	—	—	—	11.12	8.16		
	PO ₄ -P (ppm)	0.600	0.520	0.544	0.386	0.277	0.507	0.776	0.424		
	NH ₄ -N (ppm)	0.219	0.288	0.181	0.230	0.271	0.170	0.169	0.084		
	NO ₂ -N (ppm)	0.098	0.125	0.086	0.068	0.045	0.092	0.115	0.150		
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—		
E. St. 1	W. T. (°C)	9.5	8.7	8.5	8.3	7.5	6.9	7.5	7.5		
	pH	7.6	7.3	7.2	7.2	7.4	7.4	—	7.8		
	DO (O ₂ mg/ℓ)	8.88	8.31	7.13	6.51	7.87	9.17	—	12.30		
	COD (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—		
	PO ₄ -P (ppm)	0.437	0.400	0.405	0.392	0.267	0.238	0.307	0.275		
	NH ₄ -N (ppm)	0.136	0.098	0.152	0.097	0.080	0.103	0.055	0.019		
	NO ₂ -N (ppm)	0.074	0.050	0.068	0.084	0.028	0.044	0.041	0.091		
	NO ₃ -N (ppm)	0.64	0.78	0.88	—	0.98	1.03	1.14	0.95		
Date		27~28. Jan., 1974									
Time		13 : 00	15 : 00	17 : 00	19 : 00	21 : 00	0 : 00	5 : 00	7 : 30	9 : 00	12 : 00
drainage	Amount (m ³ /sec)	0.045	0.045	0.044	0.078	0.037	0.033	0.031	0.038	0.047	0.028
	A. I. D. (m ³ /sec)	0.036	—	—	—	—	—	—	—	0.040	0.019
	W. T. (°C)	6.1	5.8	5.5	5.5	4.9	4.7	4.4	3.8	4.6	7.5
	pH	6.7	7.2	7.0	6.9	7.1	7.2	7.3	7.1	7.2	7.4
	DO (O ₂ mg/ℓ)	7.57	7.45	7.44	7.11	7.39	7.24	9.46	8.92	7.57	6.66

Date		27~28, Jan., 1974									
Time		13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	0:00	5:00	7:30	9:00	12:00
Inflowing	COD (ppm)	16.64	24.00	7.52	23.04	25.92	10.32	—	4.64	18.16	15.92
	PO ₄ -P (ppm)	0.940	1.00	0.90	0.934	0.930	0.580	0.254	0.324	0.940	0.850
	NH ₄ -N (ppm)	0.351	0.448	0.530	0.410	0.358	0.590	0.478	0.352	0.530	0.340
	NO ₂ -N (ppm)	0.069	0.065	0.058	0.068	0.088	0.073	0.040	0.047	0.180	0.094
	NO ₃ -N (ppm)	0.81	0.17	0.64	0.91	1.34	0.75	0.87	0.74	0.67	0.73
E. St. 1	W. T. (°C)	3.1	3.8	2.7	3.5	3.1	1.2	1.4	2.4	1.7	3.7
	pH	6.7	7.0	7.1	6.8	7.1	7.0	7.0	6.9	7.2	7.1
	DO (O ₂ mg/ℓ)	5.15	6.11	5.75	4.97	4.68	5.29	4.82	5.48	5.30	5.08
	COD (ppm)	—	5.60	—	6.08	—	6.88	—	6.96	—	4.56
	PO ₄ -P (ppm)	0.462	0.450	0.500	0.490	0.600	0.780	0.500	0.680	0.678	0.638
	NH ₄ -N (ppm)	0.103	0.206	0.336	0.198	0.198	0.276	0.328	0.485	0.970	0.455
	NO ₂ -N (ppm)	0.044	0.053	0.059	0.053	0.062	0.063	0.059	0.069	0.045	0.061
	NO ₃ -N (ppm)	0.45	1.92	0.90	1.07	0.67	0.82	0.38	0.66	0.65	—
Date		24~25, Feb., 1974									
Time		12:00	15:00	17:00	19:00	21:00	0:00	5:00	7:00	10:00	12:00
Inflowing drainage	Amount (m ³ /sec)	0.040	0.154	0.048	0.032	0.039	0.057	0.029	0.059	0.050	0.106
	A. I. D. (m ³ /sec)	0.020	0.127	0.024	—	0.021	0.028	0.004	0.036	0.027	0.083
	W. T. (°C)	6.5	5.5	2.6	2.4	2.9	3.2	4.5	3.2	3.7	5.4
	pH	7.1	7.3	7.3	7.3	7.4	7.8	7.8	7.7	7.5	7.5
	DO (O ₂ mg/ℓ)	8.12	8.80	9.00	9.34	9.92	10.57	10.72	10.27	9.77	9.04
	COD (ppm)	—	8.88	7.60	13.12	8.24	2.56	2.24	2.88	—	—
	PO ₄ -P (ppm)	0.59	0.21	0.195	0.16	0.24	0.105	0.065	0.105	0.365	0.265
	NH ₄ -N (ppm)	0.395	0.418	0.369	0.320	0.368	0.242	0.270	0.289	0.383	0.359
	NO ₂ -N (ppm)	0.028	0.045	0.044	0.028	0.050	0.032	0.024	0.023	0.020	—
	NO ₃ -N (ppm)	0.12	0.38	0.58	0.19	0.20	0.29	0.316	0.13	0.20	—
E. St. 1	W. T. (°C)	—	4.8	5.1	3.8	4.2	3.0	3.8	3.9	3.6	5.5
	pH	8.4	9.3	9.2	9.0	9.3	8.3	9.2	9.4	9.1	9.1
	D. O. (mg/ℓ)	10.69	13.95	14.11	13.51	12.91	10.72	11.66	11.74	11.73	13.54
	COD (ppm)	8.08	1.52	15.68	5.76	5.04	5.20	0.40	—	—	—
	PO ₄ -P (ppm)	0.12	0.14	0.105	0.13	0.145	0.200	0.125	0.305	0.120	0.110
	NH ₄ -N (ppm)	0.133	0.019	0.018	0.031	0.047	0.224	0.043	0.072	0.033	0.056
	NO ₂ -N (ppm)	0.024	0.011	0.006	0.006	0.008	0.024	0.011	0.010	0.001	0.006
	NO ₃ -N (ppm)	0.19	—	0.12	0.02	0.01	0.14	0.06	0.08	0.12	—
Date		24~25, Mar., 1974									
Time		14:00	16:00	18:00	21:00	0:00	6:00	8:00	9:00	10:00	12:30
Inflowing drainage	Amount (m ³ /sec)	0.023	0.021	0.020	0.024	0.023	0.018	0.020	—	0.022	0.019
	A. I. D. (m ³ /sec)	0.022	0.020	0.019	—	—	0.017	—	—	0.018	0.018
	W. T. (°C)	9.6	8.2	8.1	8.4	7.9	6.5	7.6	8.0	8.3	9.5
	pH	—	7.1	8.2	7.3	7.4	7.3	7.1	7.2	7.1	8.0
	DO (O ₂ mg/ℓ)	6.85	7.54	7.12	6.81	7.61	9.07	7.37	8.44	7.64	7.64
	COD (ppm)	3.84	2.24	2.56	4.16	2.32	1.20	3.20	—	9.60	2.48
	PO ₄ -P (ppm)	0.165	0.43	0.140	0.140	—	0.465	0.011	0.010	0.065	0.09
	NH ₄ -N (ppm)	0.008	0.003	0.004	0.004	0.101	0.094	0.010	0.008	0.004	0.037
	NO ₂ -N (ppm)	0.158	0.162	0.172	0.164	0.036	0.094	0.138	0.190	0.161	0.182
	NO ₃ -N (ppm)	0.30	0.89	0.18	0.31	—	1.04	tr.	tr.	0.01	0.06
E. St. 1	W. T. (°C)	8.2	7.5	6.1	—	5.6	—	5.0	—	6.9	7.6
	pH	—	8.4	8.4	8.4	8.4	8.1	8.1	8.2	8.0	8.3
	DO (O ₂ mg/ℓ)	9.81	10.32	10.27	9.66	8.16	8.51	8.26	8.69	8.65	9.39
	COD (ppm)	6.72	4.16	4.60	2.96	9.12	0.38	3.44	2.88	4.72	4.64
	PO ₄ -P (ppm)	0.036	0.04	0.001	0.005	0.050	0.015	0.08	0.015	0.28	—
	NH ₄ -N (ppm)	0.112	0.119	0.101	0.132	0.140	0.121	0.130	0.153	0.123	0.066
	NO ₂ -N (ppm)	0.036	0.039	0.037	0.031	0.034	0.025	0.034	0.035	0.039	0.041
	NO ₃ -N (ppm)	0.06	0.07	tr.	tr.	0.11	0.03	0.18	0.02	0.65	—

附表2. E濠および流入下水の水質の昼夜変化(5月~8月) A. I. D...下水の流入量
Appendix 2. Diurnal changes of water quality in Moat E and inflowing drainage

Date		20~21, May, 1974							
Time		12:30	15:00	17:00	19:00	21:00	0:00	5:00	7:00
Inflowing drainage	Amount (m ³ /sec)	—	—	0.107	—	—	—	—	0.080
	A. I. D. (m ³ /sec)	—	—	0.077	—	—	—	—	—
	W. T. (°C)	15.5	14.9	15.0	14.2	14.2	14.2	14.0	14.6
	pH	6.6	6.9	6.8	6.9	6.8	7.0	7.3	7.3
	DO (O ₂ mg/ℓ)	6.59	6.38	6.46	6.25	6.11	7.57	7.70	6.37
	COD (ppm)	3.12	0.72	1.12	0.48	2.16	0.24	0.80	2.32
	PO ₄ -P (ppm)	0.125	0.117	0.085	0.080	0.095	0.062	0.060	—
	NH ₄ -P (ppm)	0.018	<0.005	<0.005	<0.005	0.031	0.045	0.042	0.007
	NO ₂ -N (ppm)	0.085	0.077	0.073	0.073	0.077	0.057	0.045	0.065
	NO ₃ -N (ppm)	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0
E. St. 1	W. T. (°C)	17.6	17.8	16.0	15.2	18.3	15.6	15.6	15.9
	pH	8.6	8.7	8.1	7.9	7.5	8.2	8.1	8.7
	DO (O ₂ mg/ℓ)	12.05	12.87	9.23	8.70	7.75	7.86	6.51	7.15
	COD (ppm)	4.16	3.92	8.88	3.84	3.52	4.32	4.50	4.88
	PO ₄ -P (ppm)	0.160	0.110	0.140	0.095	0.092	0.080	0.065	0.050
	NH ₄ -N (ppm)	0.028	<0.005	0.056	0.036	<0.005	0.051	0.088	0.006
	NO ₂ -N (ppm)	0.074	0.081	0.083	0.081	0.080	0.076	0.077	0.075
	NO ₃ -N (ppm)	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0
	Date		20~21, July, 1974						
Time		13:00	15:30	17:00	19:30	21:00	0:00	5:15	7:30
Inflowing drainage	Amount (m ³ /sec)	0.044	0.054	0.044	0.053	0.052	—	0.057	0.044
	A. I. D. (m ³ /sec)	—	0.014	0.002	0.016	0.017	—	0.022	—
	W. T. (°C)	19.0	—	18.5	16.8	16.5	15.9	15.4	15.9
	pH	7.1	6.8	6.9	6.7	7.0	6.9	7.0	6.7
	DO (O ₂ mg/ℓ)	5.57	5.16	5.51	4.66	4.86	6.04	7.18	6.34
	COD (ppm)	1.76	1.20	1.25	2.00	1.22	2.88	0.88	1.04
	PO ₄ -P (ppm)	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	0.142	>0.15
	NH ₄ -N (ppm)	0.022	<0.02	0.038	0.022	0.054	0.058	0.136	0.158
	NO ₂ -N (ppm)	0.120	0.155	0.075	0.150	0.155	0.105	0.080	0.080
	NO ₃ -N (ppm)	4.0	2.6	>2.0	3.60	3.59	4.09	3.22	3.52
E. St. 1	W. T. (°C)	27.2	28.0	28.0	24.5	24.2	24.0	22.7	23.0
	pH	10.5	10.5	10.1	9.5	9.9	9.7	9.8	10.0
	DO (O ₂ mg/ℓ)	23.30	27.75	30.56	21.40	20.59	17.88	12.94	16.09
	COD (ppm)	5.55	7.18	6.88	7.98	6.91	5.44	9.68	4.21
	PO ₄ -P (ppm)	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	0.128
	NH ₄ -N (ppm)	<0.02	0.030	0.044	0.022	<0.02	<0.02	<0.02	0.022
	NO ₂ -N (ppm)	0.011	0.002	0.003	0.000	0.006	0.004	0.005	0.003
	NO ₃ -N (ppm)	0.269	tr.	tr.	<0.025	tr.	<0.025	tr.	tr.

every month from May to Aug. 1974.

		17~18, June, 1974									
10:00	12:30	12:00	15:15	17:30	19:00	21:00	0:30	5:00	7:00	9:00	12:30
—	0.080	—	0.044	0.041	0.032	—	—	0.177	0.168	0.117	0.159
—	0.005	—	0.016	0.033	—	—	—	0.045	0.048	0.024	0.045
14.7	—	18.9	18.8	17.5	17.1	16.9	17.6	17.2	17.3	17.7	18.8
7.1	7.0	6.7	6.8	6.9	6.7	6.7	6.7	6.9	6.6	6.9	9.8
4.49	4.79	3.25	3.78	3.66	2.81	3.10	5.30	6.49	6.26	5.58	6.96
9.44	1.92	3.52	2.00	2.40	4.08	2.40	3.36	2.88	2.32	8.56	5.44
0.310	0.140	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	0.120	0.131	0.15	>0.15	0.044
0.064	0.056	<0.02	<0.02	0.026	0.094	0.064	0.094	0.118	0.078	<0.02	0.022
0.155	0.145	0.021	0.020	0.024	0.023	0.018	0.002	0.006	0.010	0.020	0.030
>1.0	>1.0	>2.0	>2.0	>2.0	>2.0	>2.0	>2.0	>2.0	>2.0	>2.0	>2.0
16.8	16.5	—	26.8	25.3	25.2	23.3	22.7	21.8	21.5	22.0	21.9
8.7	8.3	>9.8	>9.8	>9.8	>9.8	>9.8	>9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
9.79	8.33	25.10	26.54	23.62	20.88	16.50	12.45	8.17	7.32	11.57	10.52
4.12	6.32	8.40	6.64	7.92	7.76	7.92	6.96	7.76	8.00	7.36	7.84
0.105	0.155	—	0.134	0.15	>0.140	>0.15	>0.15	>0.15	0.140	>0.15	0.134
0.029	<0.005	0.044	0.040	0.026	<0.02	0.038	0.022	<0.02	0.026	0.046	0.040
0.078	0.094	—	0.001	0.003	0.001	0.002	0.003	0.26	0.11	0.000	0.010
>1.0	>1.0	<0.05	tr.	0.05	tr.	>0.044	0.15	—	tr.	0.12	—
		22~23, Aug, 1974									
9:30	13:30	12:00	15:00	17:00	19:00	21:00	0:15	5:30	7:00	9:15	12:45
0.041	—	—	0.041	0.089	0.091	0.046	0.048	0.048	0.058	0.058	0.057
—	—	—	0.026	0.039	0.076	0.031	0.034	0.033	0.043	0.050	0.040
16.4	17.2	20.4	20.5	—	20.5	20.7	19.5	19.1	19.8	20.1	—
6.8	6.7	7.1	7.0	7.2	7.1	7.1	7.2	7.3	7.1	7.1	7.1
5.33	6.33	3.65	3.60	—	3.52	3.76	4.13	6.52	4.81	3.28	3.83
—	1.52	2.74	2.52	4.62	4.00	4.29	3.40	1.91	5.33	5.62	2.96
>0.15	>0.15	0.432	0.364	0.103	—	0.276	0.252	0.192	>0.15	0.860	0.468
0.117	0.042	0.022	0.100	<0.02	0.030	0.100	0.146	0.210	0.250	0.108	0.048
0.082	0.095	0.160	0.190	0.200	0.290	0.230	0.150	0.140	0.140	0.110	0.140
3.67	4.00	>10.0	>10.0	7.3	7.6	5.3	>10.0	9.2	5.9	>10.0	>10.0
26.0	—	27.0	31.0	30.5	30.3	28.4	28.5	28.2	27.8	28.5	—
10.4	10.3	10.4	10.9	10.9	10.8	10.7	10.5	10.5	10.7	10.6	10.7
23.67	30.40	18.26	28.29	29.24	22.66	20.96	16.73	12.28	12.04	18.12	22.25
8.00	8.30	13.65	9.12	7.65	14.06	12.31	12.43	10.55	10.51	15.10	9.65
>0.15	0.126	0.376	0.094	0.117	0.165	0.140	0.136	>0.15	>0.15	0.272	0.136
0.035	0.020	0.024	0.022	0.020	<0.020	<0.020	0.020	<0.020	<0.020	0.020	<0.020
0.003	0.004	0.004	0.001	0.004	0.004	0.004	0.000	0.001	0.004	0.002	0.002
tr.	tr.	0.82	2.65	>4.0	2.95	1.9	0.75	0.50	1.45	<0.25	3.70

附表3. A濠および流入湧水の水質の季節変化

Appendix 3. Seasonal changes of water quality in Moat A and inflowing spring water.

		Date	1973								
			X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
			21	18	17	28	24	25	25	20	21
Time		12:00	17:00	10:30	12:00	12:00	13:00	13:00	13:00	13:30	
A	Water quality	W. T. (°C)	13.2	9.1	6.2	7.4	5.8	8.4	18.5	18.6	—
		Transparency (cm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		pH	9.6	8.8	8.9	9.2	9.4	9.7	9.7	8.9	9.5
		DO (O ₂ mg/ℓ)	23.02	17.52	16.19	26.00	20.48	21.11	21.63	17.31	18.93
		COD (ppm)	—	3.92	—	8.48	3.20	3.28	3.52	—	1.68
		PO ₄ -P (ppm)	—	—	0.011	0.056	0.008	0.011	0.005	<0.01	<0.01
		NH ₄ -N (ppm)	—	—	0.019	0.045	0.023	0.011	0.016	0.015	0.008
		NO ₂ -N (ppm)	—	—	0.015	0.007	0.000	0.016	0.028	0.046	0.052
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	0.44	0.09	0.02	0.03	>1.0	>1.0	>1.0	
	Bottom sub.	Loss of ignition (%)	27.5	—	6.5	—	—	—	—	—	—
		N content (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	—	—	103.9	123.3	107.5	76.1	76.6	—	—
		Seston (g/m ³)	—	—	23.5	33.0	43.0	22.5	—	21.5	25.5
Bacteria (n/cc)		—	<10 ²	17	—	—	50	8.5×10	—	171×10 ²	
Coliform (n/cc)		—	<10	1	—	—	2	2	—	—	
Spring water flowing into Moat A	Water quality	Amount (l/sec)	0.10	0.09	—	—	—	—	0.07	0.14	0.14
		W. T. (°C)	14.3	13.2	13.6	—	—	—	15.2	15.2	—
		pH	6.6	6.8	6.9	—	—	—	6.6	6.6	6.9
		DO (O ₂ mg/ℓ)	6.85	—	6.81	—	—	—	7.89	7.29	7.41
		COD (ppm)	—	0.80	0.16	—	—	—	0.32	2.32	0.08
		PO ₄ -P (ppm)	0.141	0.103	0.655	—	—	—	0.028	0.030	0.045
		NH ₄ -N (ppm)	0.007	0.012	0.000	—	—	—	0.012	0.009	<0.005
		NO ₂ -N (ppm)	0.002	0.003	0.005	—	—	—	0.011	<0.010	<0.01
	NO ₃ -N (ppm)	—	0.83	0.93	—	—	—	1.0	—	—	
	Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	—	—	—	—	—	—	4.7	—	—
		Seston (g/m ³)	—	—	1.0	—	—	—	—	0	0
		Bacteria (n/cc)	—	1	5	—	—	—	1	—	83
		Coliform (n/cc)	—	0	0	—	—	—	0	—	—
Weather		Rainy	Fine	Fine	Cloudy	Snowy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Rainy	
A. T. (°C)		13.8	3.3	4.0	1.4	2.0	5.6	21.1	20.6	15.9	
Precipitation (mm/day)		18.5	—	—	—	6.0	—	0	0	15.0	

1974												
VI			VII			VIII			IX			X
4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21
12:30	13:00	13:30	13:45	14:00	13:00	14:15	17:15	12:00	13:00	14:00	14:00 ~14:30	12:30 ~13:00
22.2	—	21.4	20.4	25.2	24.0	27.9	28.0	25.0	22.8	19.2	19.6	16.0
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.2	<9.8	9.7	8.8	9.6	9.1	9.3	9.5	9.2	9.4	8.3	—	9.2
24.43	19.50	15.76	13.38	21.81	23.08	16.51	20.47	17.19	17.41	19.23	18.56	14.07
—	3.36	3.52	2.30	2.51	4.24	—	3.54	5.25	2.67	2.13	4.87	3.36
0.000	<0.01	<0.01	<0.01	0.018	0.013	<0.01	<0.01	0.016	0.050	0.01	0.022	0.025
0.058	0.020	<0.02	<0.02	<0.02	<0.020	<0.02	<0.02	<0.02	>0.25	<0.02	0.064	<0.02
0.042	0.025	0.033	0.029	0.017	0.021	0.028	0.030	0.017	0.02	0.008	0.017	0.012
0.183	0.96	>1.0	0.616	>1.0	0.390	<0.25	1.22	1.63	1.70	1.75	1.16	2.74
13.9	17.4	—	15.3	—	10.9	16.3	—	12.1	9.7	—	—	12.2
0.45	—	—	0.68	—	0.48	—	—	—	—	—	—	0.70
—	128.7	114.7	104.7	87.6	110.2	72.5	92.0	121.3	72.7	55.0	102.0	122.7
27.5	38.5	31.5	27.8	25.8	62.3	24.0	23.5	26.5	11.5	17.5	15.3	25.0
43×10	—	—	—	—	29×10	—	—	36×10	—	—	—	371
2×10 ²	—	—	—	—	12	—	—	8	—	—	—	42
0.12	0.06	0.11	0.17	0.13	0.14	0.08	0.06	0.07	0.13	—	—	0.03
16.0	17.2	16.1	14.9	15.9	15.0	16.8	18.0	17.5	16.0	15.0	15.0	15.2
6.8	6.4	6.6	7.0	7.1	6.4	7.0	6.9	6.9	6.9	6.7	—	7.1
7.22	7.18	7.08	7.10	7.35	7.20	6.70	6.87	7.34	—	7.77	6.80	6.28
—	8.40	0.16	0.48	—	0.40	—	0.92	0.96	1.10	0.79	1.26	0.80
0.040	0.044	0.016	0.034	0.051	0.112	0.056	0.060	0.052	0.042	0.042	0.036	0.056
<0.005	<0.020	<0.02	<0.02	<0.02	<0.020	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
0.013	0.025	0.002	0.007	0.000	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003	0.001	0.001	0.003
>1.0	0.96	>1.0	>2.0	2.4	2.30	>4.0	1.80	1.45	3.28	>4.00	2.48	1.30
—	5.0	—	—	1.5	—	0	0	0	0	0	3.1	5.3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 ×10	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	—	2
<10	—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	0
Cloudy	Cloudy	Rainy	Cloudy	Fine	Fine	Fine	Fine	Cloudy	Fine	Cloudy	Fine	Cloudy
20.1	26.8	23.1	27.0	27.9	26.3	30.7	30.6	28.3	25.1	20.2	21.7	14.7
—	4.5	23.5	—	0	0	3.5	—	0	0	—	—	—

附表4. B濠および流入水の水質の季節変化

Appendix 4. Seasonal changes of water quality in Moat B and inflowing water.

		Date	1973								
			X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
			21	18	17	28	24	25	25	20	21
		Time	12 : 00	17 : 00	10 : 30	12 : 00	12 : 00	13 : 45	13 : 30	13 : 00	13 : 00
B	Water quality	W. T. (°C)	14.5	—	4.8	6.9	6.8	10.5	20.5	19.7	—
		Transparency (cm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		pH	7.0	—	9.1	8.5	9.1	9.5	9.5	9.0	9.4
		DO (O ₂ mg/ℓ)	9.30	—	14.87	6.66	13.97	17.14	18.06	12.40	13.21
		COD (ppm)	—	—	3.20	2.88	—	3.68	6.24	3.76	8.86
		PO ₄ -P (ppm)	0.180	—	0.015	0.008	0.005	0.065	0.005	<0.01	<0.02
		NH ₄ -N (ppm)	0.001	—	0.038	0.011	0.028	0.010	0.019	0.012	0.007
		NO ₂ -N (ppm)	0.004	—	0.006	0.013	0.004	0.008	0.000	0.010	0.017
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	0.31	—	0.08	0.17	0.37	0.044	0	
	Bottom sub.	Loss of ignition (%)	—	—	15.4	—	12.5	11.5	11.2	—	18.7
		N content (%)	—	—	—	—	—	—	0.23	—	0.57
	Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	63.1	—	—	28.1	61.7	52.7	64.8	—	—
		Seston (g/m ³)	—	—	21.0	14.5	30.5	10.0	—	24.0	31.5
		Bacteria (n/cc)	—	<10 ²	32	—	—	11×10	8.0×10	—	73×10
		Coliform (n/cc)	—	14	1	—	—	3	4	—	67
	Water flowing into Moat B	Water quality	Amount (l/sec)	0.20	0.12	0.09	0.06	0.05	0.05	0.08	—
W. T. (°C)			14.5	10.8	5.3	4.5	4.8	7.8	16.1	18.3	—
pH			6.8	7.2	7.4	7.1	7.3	7.6	7.1	7.4	7.4
DO (O ₂ mg/ℓ)			9.48	9.69	11.65	12.05	11.56	11.17	8.45	8.21	7.61
COD (ppm)			13.28	—	2.68	1.12	—	0.64	1.04	—	4.40
PO ₄ -P (ppm)			0.148	0.080	0.019	—	—	0.170	0.035	<0.01	0.040
NH ₄ -N (ppm)			—	0.013	0.006	0.001	0.048	0.015	0.020	0.005	0.024
NO ₂ -N (ppm)			0.007	0.005	0.015	0.001	0.007	0.014	0.015	0.015	0.018
NO ₃ -N (ppm)		—	1.18	1.52	0.48	0.41	0.33	>1.0	—	—	
Bio-assay		Chl. -a (mg/m ³)	6.8	1.8	—	0.5	3.7	—	6.1	—	—
		Seston (g/m ³)	—	—	1.0	1.5	—	—	—	1.5	1.5
		Bacteria (n/cc)	—	25	7	—	—	10×10	4.0×10	—	20×10
		Coliform (n/cc)	—	2	0	—	—	8	5	—	27

1974												
VI			VII			VIII			IX			X
4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21
12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	13:00	14:00	17:00	14:00	13:00	14:00	14:00 ~14:30	12:30 ~13:00
23.6	26.6	22.1	21.2	29.5	27.0	31.0	30.2	25.5	25.2	21.1	21.1	18.9
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.4	9.8	9.4	9.4	9.8	9.5	9.6	9.6	9.2	9.5	8.4	—	9.2
16.94	18.05	13.21	13.67	18.15	19.87	16.96	18.39	13.26	17.81	15.70	13.97	13.24
—	6.48	5.04	5.20	6.18	6.16	—	8.88	5.33	4.79	5.02	3.95	5.02
0.000	<0.01	<0.01	<0.01	0.014	0.022	<0.01	0.020	0.022	0.044	0.01	0.010	0.014
<0.005	0.020	<0.02	<0.02	<0.02	0.030	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.034	<0.02
0.000	0.001	0.002	0.002	0.021	0.000	0.007	0.000	0.000	0.005	0.006	0.003	0.004
<0.15	tr.	<0.25	<0.05	tr.	<0.05	0.089	1.80	1.65	0.179	1.74	<0.05	1.25
21.0	19.6	—	16.0	—	17.0	18.2	—	15.7	15.2	—	—	15.0
0.86	0.87	—	0.70	—	0.79	0.85	—	—	—	—	—	0.94
—	69.3	100.4	219.1	—	85.5	73.6	131.3	157.0	52.0	69.5	61.0	74.8
33.0	34.0	31.0	49.0	15.5	52.0	23.5	36.5	46.0	26.5	23.5	14.0	28.5
8×10 ²	—	—	—	—	23×10	—	—	71×10	—	—	—	<10 ³
20×10	—	—	—	—	33	—	—	9	—	—	—	86
0.33	0.26	0.51	0.31	0.37	0.40	0.28	0.14	0.17	0.28	—	—	0.02
20.6	22.7	20.0	19.8	23.5	22.0	25.6	27.8	27.8	22.1	19.4	18.4	16.8
7.1	6.9	7.0	7.4	7.5	6.7	7.9	8.0	7.6	7.9	—	—	7.5
7.91	7.94	7.89	8.35	8.18	8.21	8.86	6.87	7.44	17.11	10.54	9.12	8.67
—	1.80	4.80	0.78	0.72	1.36	—	6.25	2.81	1.33	1.33	1.33	1.12
0.020	0.016	<0.01	0.018	0.030	0.016	0.036	0.030	0.040	0.032	0.028	0.024	0.018
0.029	0.072	0.152	<0.02	<0.02	0.000	<0.02	0.030	0.036	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
0.028	0.011	0.010	0.005	0.005	0.008	0.006	0.014	0.011	0.008	0.004	0.003	0.007
>1.0	>2.0	—	>0.2	0.093	0.132	>2.0	1.80	2.5	1.5	2.36	<1.0	3.79
—	31.1	—	3.7	—	11.9	26.3	13.6	—	16	15	13	0
0	9.5	39.5	4.5	0	23.0	46.4	—	5.5	—	2.0	0	1.8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	256
—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	8

附表5. C濠およびD濠の水質の季節変化

Appendix 5. Seasonal changes of water quality in Moat C and Moat D.

		Date	1973								
			X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
			21	18	17	28	24	25	25	20	21
		Time	12 : 00		10 : 00	12 : 00	12 : 00	14 : 00	13 : 30	12 : 30	13 : 00
C	Water quality	W. T. (°C)	13.6	—	1.8	3.5	4.7	9.6	20.2	19.7	—
		Transparency (cm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		pH	8.6	—	9.2	9.6	9.3	9.5	9.4	8.9	9.3
		DO (O ₂ mg/ℓ)	10.13	—	17.96	32.80	14.76	16.58	15.34	13.70	13.26
		COD (ppm)	—	—	3.76	5.12	3.68	3.76	8.08	6.16	4.88
		PO ₄ -P (ppm)	0.081	—	0.006	0.070	0.004	0.025	0.005	<0.01	<0.02
		NH ₄ -N (ppm)	0.010	—	0.021	0.083	0.017	0.013	0.016	<0.005	<0.005
		NO ₂ -N (ppm)	0.004	—	0.004	0.008	0.001	0.002	0.000	<0.010	<0.01
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	0.35	—	0.10	—	0.46	0.047	0.065	
	Bottom sub.	Loss of ignition (%)	14.7	—	—	—	—	—	13.7	—	11.3
		N content (%)	—	—	—	—	—	—	0.43	—	0.37
	Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	90.6	—	—	82.2	51.9	108.7	17.4	—	—
Seston (g/m ³)		—	—	22.5	27.0	46.0	27.5	—	41.0	41.5	
Bacteria (n/cc)		—	—	24	—	—	29×10	1.0×10 ³	—	36×10 ²	
Coliform (n/cc)		—	—	0	—	—	19	1.2×10 ²	—	38×10	
D	Water quality	W. T. (°C)	12.8	—	4.3	3.1	—	—	20.0	20.6	—
		Transparency (cm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		pH	9.4	—	9.4	9.4	9.4	9.6	9.7	9.2	9.4
		DO (O ₂ mg/m ³)	15.28	—	21.91	35.14	17.76	15.83	18.07	15.24	14.32
		COD (ppm)	—	—	6.32	2.88	0.48	4.00	6.24	4.96	0.24
		PO ₄ -P (ppm)	0.094	—	0.011	0.010	—	0.165	0.003	<0.01	<0.01
		NH ₄ -N (ppm)	0.010	—	0.019	0.016	—	0.006	0.003	0.009	0.006
		NO ₂ -N (ppm)	tr.	—	0.009	0.004	—	—	0.012	<0.010	<0.01
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	0.23	0.02	—	—	0.38	0.068	>0.2	
	Bottom sub.	Loss of ignition (%)	36.8	—	6.3	14.3	16.7	—	6.8	—	14.7
		N content (%)	—	—	—	—	—	—	0.23	—	0.53
	Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	204.1	95.2	50.1	23.8	41.1	28.4	106.5	—	—
Seston (g/m ³)		—	—	19.5	16.0	27.5	35.5	—	63.0	42.5	
Bacteria (n/cc)		—	<10 ²	14	—	—	12×10	1.1×10 ²	—	36×10 ²	
Coliform (n/cc)		—	<10	8	—	—	8	2	—	—	

1974												
VI			VII			VIII			IX			X
4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21
12 : 45	12 : 45	13 : 15	13 : 30	13 : 30	12 : 45	14 : 00	17 : 00	12 : 00	13 : 00	14 : 00	14 : 00	12 : 30
24.0	27.7	22.1	21.5	30.0	27.4	31.5	31.0	28.0	25.5	19.0	22.0	17.5
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6	>9.8	9.6	9.2	9.4	8.9	9.4	9.3	8.9	7.6	7.0	—	8.5
24.33	27.21	9.68	12.63	16.71	16.87	18.29	20.40	11.79	17.41	11.37	11.58	10.65
—	10.96	9.20	7.60	4.88	5.76	—	9.40	12.43	2.67	3.71	4.71	10.56
0.020	>0.15	>0.15	0.014	0.053	0.042	0.053	0.027	0.042	0.016	<0.01	<0.01	0.036
<0.005	0.052	0.076	0.034	0.034	<0.020	0.02	0.030	0.022	<0.02	<0.02	0.02	<0.02
0.015	0.005	0.026	0.015	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.001	0.000
0.185	0.111	<0.03	>0.2	—	tr.	<0.05	3.10	1.45	>2.00	0.000	tr.	1.00
8.9	12.0	—	9.9	—	12.2	12.2	—	13.4	5.3	—	—	13.6
0.26	0.48	—	0.29	—	0.39	0.54	—	—	—	—	—	1.43
—	381.4	274.3	176.3	—	160.2	139.8	303.6	258.9	46.7	79.0	103.8	112.9
71.0	72.5	59.5	—	63.5	47.0	43.0	112.0	98.0	34.3	39.0	34.3	53.0
3×10 ³	—	—	—	—	72×10 ²	—	—	132×10 ²	—	—	—	35×10 ²
1×10 ²	—	—	—	—	33×10	—	—	19×10	—	—	—	88
23.3	26.4	22.6	22.2	29.4	26.1	30.1	29.9	28.0	25.0	20.5	20.3	17.0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.4	>9.8	6.9	9.4	9.4	8.7	9.1	9.4	9.1	8.3	8.2	—	8.2
16.71	29.66	15.21	13.28	18.08	19.30	13.24	17.14	12.68	18.01	23.07	19.87	16.29
—	10.40	10.40	3.54	3.97	3.28	—	9.22	8.95	4.32	4.32	2.43	6.70
0.000	<0.01	<0.01	<0.01	0.014	<0.01	0.15	0.102	0.094	0.003	0.014	>0.15	0.062
<0.005	0.042	0.030	<0.02	<0.02	0.020	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.088	<0.02
0.000	0.019	0.007	0.008	0.001	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.06	0.003
0.160	tr.	0.065	0.055	tr.	tr.	<0.05	1.64	0.63	1.58	<0.05	5.8	1.00
14.3	16.5	—	14.4	—	11.8	14.8	—	13.6	10.4	—	—	14.1
0.53	0.68	—	0.54	—	0.49	0.47	—	—	—	—	—	0.95
—	328.7	382.4	272.8	82.5	49.1	60.2	119.1	133.6	81.9	151.8	148.6	159.2
54.5	76.0	97.5	52.5	24.0	25.0	29.0	40.0	42.0	—	38.5	—	41.3
3×10 ³	—	—	—	—	12×10 ²	—	—	28×10 ²	—	—	—	73
16×10	—	—	—	—	9×10	—	—	10	—	—	—	90

附表6. E濠および流入下水の水質の季節変化

Appendix 6. Seasonal changes of water quality in Moat E and inflowing drainage.

	Date	1973										
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V			
		21	18	17	28	24	25	25	20	21		
Time		12 : 00	17 : 00	11 : 30	12 : 00	12 : 30	13 : 30	13 : 45	12 : 00	12 : 00		
E St. 1	Water quality	W. T. (°C)	12.3	9.5	4.1	3.7	—	7.6	17.8	17.6	16.5	
		Transparency (cm)	47	—	—	—	40	65	70	—	—	
		pH	7.6	7.6	8.7	7.1	8.4	8.3	9.6	8.6	8.3	
		DO (O ₂ mg/ℓ)	9.51	8.88	12.10	5.08	10.69	9.39	19.45	12.05	8.33	
		COD (ppm)	7.84	—	4.16	4.56	8.08	4.64	9.60	—	6.32	
		PO ₄ -P (ppm)	0.193	0.437	0.281	0.638	0.120	0.28	0.062	0.079	0.195	
		NH ₄ -N (ppm)	0.022	0.136	0.081	0.455	0.133	0.066	0.026	0.028	<0.005	
		NO ₂ -N (ppm)	0.064	0.074	0.052	0.061	0.024	0.041	0.051	0.074	0.094	
	NO ₃ -N (ppm)	—	0.64	0.73	tr.	0.19	—	>1.0	>1.0	>1.0		
	Bottom sub.	Loss of ignition (%)	17.5	30.0	26.7	20.8	5.9	10.0	15.2	—	—	
N content (%)		—	—	—	—	—	—	0.42	—	0.37		
Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	74.5	58.6	—	56.6	36.8	19.4	129.3	—	—		
	Seston (g/m ³)	—	—	13.5	10.5	36.0	9.5	—	24.0	20.0		
	Bacteria (n/cc)	—	32×10 ²	80×10 ²	—	—	75×10 ²	9.0×10 ³	—	85×10 ²		
	Coliform (n/cc)	—	81×10	40	—	—	81	34	—	8×10 ²		
E St. 6	Water quality	W. T. (°C)	12.5	6.9	6.2	—	—	7.8	20.2	—	18.0	
		Transparency (cm)	38	—	—	—	—	>65	65	—	50	
		pH	9.4	9.6	—	—	9.1	8.7	10.0	—	9.7	
		DO (O ₂ mg/m ³)	15.15	15.48	16.37	—	15.11	9.90	22.45	—	14.26	
		COD (ppm)	—	—	5.92	7.52	4.16	5.84	6.48	—	1.92	
		PO ₄ -P (ppm)	0.094	0.027	0.024	0.140	0.060	0.015	0.005	—	0.040	
		NH ₄ -N (ppm)	0.009	0.013	0.025	0.029	0.014	0.197	0.012	—	0.009	
		NO ₂ -N (ppm)	0.002	0.005	0.005	0.011	0.001	0.010	0.041	—	0.074	
	NO ₃ -N (ppm)	—	0.55	0.57	—	0.04	0.04	0.175	—	0.094		
	Bottom sub.	Loss of ignition (%)	26.6	10.1	14.3	—	12.5	14.3	19.9	—	22.6	
N content (%)		—	—	—	—	—	—	0.53	—	2.71		
Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	159.9	—	83.4	4.0	40.9	13.1	102.0	—	—		
	Seston (g/m ³)	—	—	33.0	38.0	28.5	11.0	—	—	37.0		
	Bacteria (n/cc)	—	45×10 ²	27×10	—	—	—	7.0×10	—	—		
	Coliform (n/cc)	—	31×10	0	—	—	—	1	—	—		
Drainage flowing into Moat E	Water quality	Amount (m ³ /sec)	0.048	—	0.044	0.028	0.040	0.019	0.150	0.107	0.080	
		A. I. D. (m ³ /sec)	—	—	—	0.019	0.020	0.018	—	0.077	0.005	
		W. T. (°C)	12.3	10.8	8.4	7.5	6.5	9.5	15.2	15.5	—	
		pH	6.6	7.0	6.8	7.4	7.1	7.9	6.9	6.6	7.0	
		DO (O ₂ mg/m ³)	6.22	5.53	—	6.66	8.12	7.64	6.87	6.59	4.79	
		COD (ppm)	5.84	8.16	29.44	15.92	8.88	5.36	2.40	—	—	
		PO ₄ -P (ppm)	0.215	0.600	0.476	0.850	0.590	—	0.150	0.061	0.140	
		NH ₄ -N (ppm)	0.226	0.219	0.209	0.340	0.395	0.005	0.048	0.018	0.056	
		NO ₂ -N (ppm)	—	0.098	0.099	0.094	0.028	0.147	0.073	0.085	0.145	
		NO ₃ -N (ppm)	—	1.08	0.15	0.73	0.12	0.48	>1.0	>1.0	>1.0	
		Bio-assay	Chl. -a (mg/m ³)	3.2	1.5	2.2	5.7	6.9	2.7	6.1	—	—
			Seston (g/m ³)	—	—	32.0	68.5	28.5	14.5	—	27.5	19.0
			Bacteria (n/cc)	—	45×10 ²	58×10 ²	—	—	18×10 ²	1.2×10 ⁴	—	20×10 ²
Coliform (n/cc)	—		180×10	39×10 ²	—	—	33×10 ²	5.0×10 ²	—	92×10 ²		

1974												
VI			VII			VIII			IX			X
4	17	18	8	20	21	3	22	23	13	25	30	21
13:30	12:00	12:15	13:30	12:45	13:30	15:30	17:00	12:45	13:00	13:00	14:00 ~14:30	12:30 ~13:00
23.5	—	21.9	21.8	27.2	—	29.5	30.5	28.5	23.9	18.0	19.6	17.9
38	—	—	—	32	30	35	—	—	—	32	—	50
9.6	>9.8	9.8	9.8	10.5	10.3	10.6	10.9	10.7	10.4	8.4	—	8.9
21.65	25.10	10.52	14.94	23.30	30.40	29.45	29.24	22.25	17.60	19.97	18.76	19.91
—	—	7.92	6.48	5.55	8.30	—	—	—	7.22	6.75	6.28	7.20
0.075	0.122	0.134	0.074	>0.15	0.126	0.144	0.117	0.136	0.140	0.052	0.024	0.042
0.036	0.030	0.040	<0.02	<0.02	0.020	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	<0.02
0.031	—	0.010	0.043	0.011	0.004	0.003	0.004	0.003	0.001	0.004	0.004	0.003
0.154	—	<0.24	>1.0	0.269	tr.	tr.	>4.0	3.70	<0.25	0.87	1.44	tr.
15.5	—	—	13.3	—	11.1	11.8	—	10.3	10.9	—	—	14.1
0.47	—	—	0.51	—	0.60	0.85	—	—	—	—	—	—
—	191.2	322.4	257.9	126.7	204.5	92.4	424.2	387.4	240.7	156.5	173.5	181.4
22.5	120.5	54.0	34.8	81.0	63.0	23.0	108.0	130.0	92.0	62.0	39.3	59.5
4×10 ⁴	—	—	—	—	5×10 ³	—	—	2×10 ³	—	—	—	<10 ³
<10 ²	—	—	—	—	<10 ²	—	—	0	—	—	—	205
24.3	27.5	22.7	21.7	28.8	—	31.7	30.4	29.0	26.8	21.2	20.7	18.4
40	—	—	28	31	30	35	—	—	—	25	—	45
9.6	>9.8	9.8	9.8	10.8	10.1	9.8	10.7	10.5	10.4	8.4	—	8.8
24.66	24.79	12.83	16.20	23.53	26.44	27.93	20.75	17.50	16.96	19.24	19.64	14.88
—	8.48	9.36	11.62	—	9.84	—	11.19	10.95	6.00	6.00	4.98	5.20
0.050	0.116	0.122	0.076	0.101	0.108	0.074	0.172	0.32	0.720	0.104	0.010	0.049
<0.005	0.030	0.050	<0.02	<0.02	0.050	<0.02	<0.02	0.022	0.040	<0.02	<0.02	<0.02
0.013	0.002	0.004	0.061	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.005	0.002	0.003	0.006
0.162	tr.	tr.	>0.2	0.000	tr.	0.314	0.82	<0.5	1.64	0.052	0.75	0.91
5.1	—	—	21.0	—	20.9	19.2	—	17.0	17.7	—	—	19.5
0.92	—	—	1.26	—	3.24	—	—	—	—	—	—	—
—	156.6	214.3	250.1	183.7	106.6	126.6	173.3	—	293.3	148.8	129.9	120.2
60.5	51.5	55.0	59.3	89.5	77.0	60.0	126.0	132.0	—	56.0	23.0	57.0
2×10 ³	—	—	—	—	3×10 ²	—	—	17×10	—	—	—	—
<10	—	—	—	—	<10	—	—	2	—	—	—	—
0.042	0.044	0.159	—	0.044	0.051	0.076	0.089	0.057	0.053	—	—	0.039
—	0.016	0.042	—	—	0.031	0.022	0.039	0.040	0.015	—	—	0.006
17.0	18.9	18.8	19.2	19.0	17.2	22.7	—	20.5	20.0	17.5	16.5	15.5
6.9	6.7	9.8	7.3	7.1	6.7	7.2	7.2	7.1	7.1	7.1	—	7.3
4.44	3.25	6.96	6.75	5.57	6.33	4.55	—	3.83	17.35	6.89	5.61	4.75
—	3.52	5.44	2.03	1.76	2.40	—	—	—	0.63	2.80	4.71	2.32
0.230	>0.15	0.044	0.078	>0.15	>0.15	>0.15	0.103	0.468	>0.15	>0.15	<0.01	0.392
>0.1	—	0.022	<0.02	0.022	0.054	<0.02	<0.02	0.048	0.060	0.08	<0.02	0.060
>0.125	—	0.030	0.013	0.115	0.095	0.021	0.20	0.14	0.010	0.030	0.029	0.180
>1.0	—	>2.0	>2.0	4.6	4.00	1.36	7.3	>10.0	2.95	5.62	<4.0	<2.5
—	10.0	—	4.5	1.5	0	0	2.9	0	0	1.4	0.9	0
6.0	18.0	110.0	20.0	2.0	1.0	11.5	23.5	4.5	—	9.0	92.0	1.5
5×10 ⁴	—	—	—	—	21×10 ³	—	—	118×10 ³	—	—	—	12×10 ³
2×10 ³	—	—	—	—	29×10 ²	—	—	110×10 ²	—	—	—	2×10 ²

附表7. 1975年のA濠、B濠、C濠、E濠と流入水の水質の季節変化

Appendix 7. Seasonal changes of water quality in Moat A, Moat B, Moat C, Moat E and inflowing waters.

Moat		A								B							
Date		1 9 7 5								1 9 7 5							
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		24	24	29	23	30	27	30	26	24	24	29	23	30	27	30	26
Time		11:00	11:45	11:45	11:15	13:30	12:00	14:30	14:30	11:00	11:45		11:15	13:15	12:30	14:15	14:00
Water quality	W. T. (°C)	5.2	11.0	20.5	19.0	24.3	28.1	27.4	23.2	4.1	11.6	—	20.8	27.0	30.5	30.6	25.9
	pH	8.1	8.0	9.0	9.7	9.5	9.7	9.7	9.7	7.7	7.5	—	9.5	9.6	9.5	9.4	9.2
	DO (O ₂ mg/ℓ)	12.21	—	14.90	13.16	19.07	17.79	16.08	—	15.90	—	—	12.42	16.96	17.50	—	—
	COD (ppm)	—	—	—	6.40	0.72	13.76	—	11.92	—	—	—	8.16	15.76	18.32	18.24	13.84
	PO ₄ -P (ppm)	—	—	—	0.010	0.012	0.030	0.026	0.015	—	—	—	0.009	0.010	0.023	0.020	0.014
	NH ₄ -N (ppm)	—	—	—	0.014	0.013	0.016	0.068	0.004	—	—	—	0.030	0.018	0.020	0.046	0.004
	NO ₂ -N (ppm)	—	—	—	0.010	0.016	0.006	0.019	0.028	—	—	—	tr.	tr.	0.002	0.002	0.005
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	—	0.157	0.036	0.048	—	—	—	—	—	0.000	0.24	0.006	—	—
Bio-assay	Chl-a (mg/m ³)	32.1	19.6	83.5	63.5	101.6	123.4	172.0	188.8	61.0	19.6	—	55.4	123.9	133.3	99.2	89.8
	Saston (g/m ³)	11.9	9.2	32.5	24.5	24.4	21.2	—	—	20.5	17.6	—	62.6	31.5	50.6	—	—
Inflowing water		Spring water inflowing to Moat A								Water inflowing to Moat B							
Water quality	Amount (ℓ/sec)	—	—	—	8.3	6.7	—	12.0	25.2	—	—	—	—	3.9	—	6.0	15.5
	W. T. (°C)	—	—	—	14.5	15.6	16.4	17.2	17.8	—	—	—	—	1.8	24.5	26.7	22.7
	pH	—	—	—	6.8	6.9	6.8	6.9	7.2	—	—	—	7.7	7.4	7.7	7.7	8.3
	DO (O ₂ mg/ℓ)	—	—	—	7.39	6.59	6.87	—	—	—	—	—	—	7.79	7.85	—	—
	COD (ppm m)	—	—	—	—	2.80	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	1.20	3.28	0.96	2.80
	PO ₄ -P (ppm)	—	—	—	—	0.032	0.105	0.046	0.039	—	—	—	—	0.019	0.039	0.018	0.051
	NH ₄ -N (ppm)	—	—	—	—	0.009	0.011	0.025	tr.	—	—	—	—	0.020	0.016	0.020	tr.
	NO ₂ -N (ppm)	—	—	—	—	tr.	0.000	0.002	tr.	—	—	—	—	0.004	0.009	0.010	0.015
NO ₃ -N (ppm)	—	—	—	—	0.54	2.20	—	—	—	—	—	—	0.000	0.771	—	—	
Bio-assay	Chl-a (mg/m ³)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.4	15.9	3.6	0
	Seston (g/m ³)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	5.8	—	—

		C St. 1								E St. 1							
		1 9 7 5								1 9 7 5							
Date		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		24	24	29	23	30	27	30	26	24	24	29	23	30	27	30	26
Time		11:15	11:30	11:30	11:00	13:15	12:30	14:00	14:00	12:00	12:00	12:00~ 12:30	11:30~ 11:45	14:00	12:00	14:45	13:45
Water quality	W. T. (°C)	4.5	10.2	—	—	—	—	—	—	4.1	12.0	22.8	19.2	20.4	30.8	33.5	21.8
	pH	7.7	7.8	—	—	—	—	—	—	8.3	8.7	8.4	9.6	9.3	9.6	9.7	9.6
	DO (O ₂ mg/ℓ)	15.22	—	—	—	—	—	—	—	26.33	—	12.85	16.40	9.50	17.06	—	—
	COD (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.84	8.64	18.16	16.56	12.00
	PO ₄ -P (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.026	0.186	3.10	0.50	0.215
	NH ₄ -N (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.006	0.016	0.048	0.069	0.006
	NO ₂ -N (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	tr.	0.084	0.015	0.002	0.068
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.000	0.000	0.033	—	—
Bio-assay	Chl-a (mg/m ³)	13.3	29.9	—	—	—	—	—	—	43.6	56.8	35.8	96.6	97.2	232.9	125.4	146.1
	Seston (g/m ³)	12.4	16.4	—	—	—	—	—	—	35.9	72.2	—	46.1	11.7	36.9	—	—
Moat		C St. 2								E St. 6							
Water quality	W. T. (°C)	8.5	13.0	20.1	20.2	27.0	31.0	30.8	24.9	5.1	11.1	23.7	21.0	28.2	30.8	33.5	24.5
	pH	7.3	7.4	8.7	8.7	9.3	8.7	8.0	7.8	8.3	8.7	8.3	9.3	9.2	9.3	9.7	9.7
	DO (O ₂ mg/ℓ)	12.19	—	10.47	10.46	14.04	16.67	—	—	22.96	—	11.98	14.01	23.88	11.92	—	—
	COD (ppm)	—	—	—	8.24	17.20	21.8	16.96	13.76	—	—	—	13.76	22.3	17.44	28.8	24.4
	PO ₄ -P (ppm)	—	—	—	0.010	0.011	0.052	0.018	0.020	—	—	—	0.019	0.059	3.60	1.12	0.415
	NH ₄ -N (ppm)	—	—	—	0.028	0.023	0.025	0.027	0.013	—	—	—	0.008	0.012	0.069	0.065	0.003
	NO ₂ -N (ppm)	—	—	—	tr.	tr.	0.003	0.002	tr.	—	—	—	tr.	0.002	0.005	0.024	tr.
	NO ₃ -N (ppm)	—	—	—	0.000	0.92	0.000	—	—	—	—	—	0.000	0.000	tr.	—	—
Bio-assay	Chl-a (mg/m ³)	58.1	21.9	80.9	59.3	139.0	138.3	68.4	113.6	41.9	67.0	32.4	69.9	116.9	153.2	126.8	200.0
	Seston (g/m ³)	24.0	22.7	30.8	31.0	43.6	43.6	—	—	39.5	65.2	35.1	40.9	51.0	29.2	—	—

附表8. A 濠の植物プランクトン細胞数の季節変化

Appendix 8. Seasonal variations in number of phytoplankton cells in Moat A.

cells /ml		1973								
		X	XI	I	II	III	IV		V	
		21	17	28	25	25	7	25	21	
Flagellata	Monas group									
	<i>Peridinium</i> sp.									
	<i>Euglena</i> sp.	19.5								
	<i>Phacus acuminatus</i>									
	<i>Chlamydomonas</i> sp.									
	<i>Pandorina morum</i>									
		1.3 676.0								
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>									
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>									
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	104.0								
	<i>Spirulina</i> sp.									
	<i>phormidium</i> sp.									
		2.6 2.6								
		65.0								
		5720.0								
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>									
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	4160.0	4160.0	2160.0	3601.0	3172.0	4225.2	1287.0	650.0	
	<i>C. meneghiniana</i>					5.2	9.1	11.3	6.5	
	<i>Diatoma vulgare</i>									
	<i>Fragilaria construence</i>									
	<i>Synedra ulna</i>									
	<i>S. acus</i>	260.0	5.2	5.2	1.3			9.1	2.6	130.0
	<i>Rhoicosphaenia</i> sp.									
	<i>Cocconeis placentula</i>									
	<i>Achnanthes</i> spp.									
	<i>Pinnularia gibba</i>									
	<i>Neidium iridis</i>									
	<i>Navicula cryotocephala</i>									
	<i>N. pupula</i>									
	<i>N. spp.</i>	19.5	5.2	23.4				45.5	1.3	26.0
	<i>Gomphonema acuminatus</i>	19.5								
	<i>Amphora mormani</i>									
	<i>Cymbella turgida</i>									
	<i>C. ventricosa</i>									
	<i>Epithemia sorex</i>									
	<i>Nitzschia palea</i>									
	<i>N. closterium</i>									
<i>N. hungarica</i>	6.5									
<i>N. sigma</i>										
<i>N. acicularis</i>										
<i>Cymatopleura</i> sp.										
<i>Surirella robusta</i>										
		62.4								
Chlorophyta	<i>Gloeocystis</i> sp.									
	<i>Pediastrum simplex</i>									
	<i>P. duplex</i>									
	<i>P. boryanum</i>									
	<i>Golenkinia radiata</i>									
	<i>Micractinium pusillum</i>	332.8								
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>									
	<i>Chlorella vulgaris</i>									
	<i>Coelastrum microporum</i>									
	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>									
	<i>Tetraedron trigonum</i>									
	<i>Selenastrum westii</i>									
	<i>Chodatella</i> sp.									
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>									
	<i>Closteriopsis longissima</i>									
	<i>Actinastrum hantzschii</i>									
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	130.0								
<i>S. dimorphus</i>										
<i>S. acuminatus</i>										
<i>Urothrix</i> sp.										
		26.0								
		83.2								
		26.0 31.0								
		3.9								
		6.5								
		5.2 10.4 260.0								
		6.5								

附表9. B濠の植物プランクトン細胞数の季節変化

Appendix 9 Seasonal variations in number of phytoplankton cells in Moat B.

cells / ml		1973							
		X	XI	I	II	III	IV		V
		21	17	28	25	25	7	25	21
Flagellata	Monas group					32.5			
	<i>Mallomonas fastigata</i>			78.0					
	<i>Peridinium</i> sp.								
	<i>Euglena</i> sp.	48.1	5.2	2.6	5.2				
	<i>Pandorina morum</i>								
	<i>Chlamydomonas</i> sp.					1475.0	117.0		
Cyanophyta	<i>Microcystis aeruginosa</i>	39.0							
	<i>Aphanocadsa pulchra</i>	65.0							
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	26.0							
	<i>Spirulina</i> sp.					2.6	1.3		
	<i>Phormidium</i> sp.								520.0
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	39.0							
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	390.0	26.0	39.0	13.0	1.3	26.0		182.0
	<i>Cyclotella kitzingiana</i>	891.8	5252.0	540.8	34060.0	520.0		136.5	28.6
	<i>C. meneghiniana</i>					13.0	1.3		5.2
	<i>Fragilaria construence</i>					1.3			
	<i>Synedra ulna</i>	2.6			2.6	2.6			
	<i>S. acus</i>	28.6	171.6	98.8	5.2		13.0		33.8
	<i>Cocconeis placentula</i>	3.9	2.6					5.2	2.6
	<i>Rhoicosphaenia cruvata</i>								
	<i>Stauroneis</i> sp.								
	<i>Gyrosigma distortum</i>	2.6							
	<i>Pinnularia gibba</i>	9.1	5.2						
	<i>P. major</i>								13.0
	<i>Neidium iridis</i>								
	<i>Navicula cryptocephala</i>				96.2	15.6	171.6	161.2	91.0
	<i>N. pupula</i>								
	<i>N. spp.</i>	2.6	5.2						
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	2.6					1.3		
	<i>Amphora mormani</i>								
	<i>Cmbella lurgida</i>		5.2		2.6	1.3		10.4	
	<i>Epithemia sorex</i>		5.2		3.9		2.6	13.0	5.2
<i>Nitzschia palea</i>			20.8	1.3		2.6		266.5	
<i>N. hungarica</i>	6.5								
<i>N. acicularis</i>			7.8	13.0	7.8	44.2		600.6	
<i>Cymatopleura</i> sp.						1.3			
Chlorophyta	<i>Tetraedron</i> sp.				5.2				2.6
	<i>Pediastrum simplex</i>	592.8	124.8		124.8				
	<i>P. duplex</i>						124.8	249.6	
	<i>P. boryanum</i>								936.0
	<i>Golenkinia radiata</i>	6.5	10.4	5.2					
	<i>Micractinium pusillum</i>	41.6	83.2			20.8	41.6	748.8	
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		166.4	166.4			41.6		83.2
	<i>Coelastrum</i> sp.								
	<i>Chlorella vulgaris</i>		36.4						
	<i>Chodatella quadriseta</i>		5.2						
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	26.0		26.0	19.5				
	<i>Closteriopsis longissima</i>						10.4		
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	130.0	52.0	31.2	10.4		26.0	286.0	249.6
	<i>S. dimorphus</i>	52.0							
	<i>S. acuminatus</i>						13.0	195.0	
	<i>S. falcatus</i>				13.0				
	<i>Actinastrum hantzshii</i>	162.5					13.0	260.0	65.0
<i>Staurastrum</i> spp.	2.6							5.2	

1974											
VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
						2.6					
39.0	78.0	10.4	5.2	52.0		2.6	2.6		5.2	7.8	88.4
		2.6	7.2						5.2		7.8
208.0											2.6
13.0							2.6				2.6
650.0			1820.0						520.0		
										26.0	
											78.0
65.0	143.0	65.0	247.0	130.0	270.4	4537.0	1066.0	1196.0	377.0	481.0	156.6
715.0	208.0	429.0	1976.0	1638.0	1570.4	213.2	202.8	889.2	2496.0	2511.6	127.4
7.0	2.6	5.2		17.0	23.4	1.5					13.0
						26.0					
455.0	52.0	7.8	10.4		13.0						
390.0		18.2			117.0		54.6	20.8	54.6		5.2
				26.0						7.8	
			2.6		2.6						
		7.8	39.0	13.0	23.4	2.6					
13.0	52.0	13.0	31.2	52.0	26.0		13.0	5.2			
								13.0	7.8	5.2	
								2.6		7.8	
			13.0					5.2		7.8	
									2.6		
			13.0		2.6			2.6		2.6	
	13.0	7.8	7.8	78.0	13.0			2.6	5.2		
39.0	26.0	7.8	70.2		23.4	7.8		7.8	26.0	10.4	2.6
	208.0	2.6		208.0	104.0	137.8			2.6		
		10.4	15.6		13.0				2.6		
13.0					5.2	2.6			2.6		
	3100.0										
1872.0	3400.2	1747.2	6177.6	4992.0	26769.6	7113.6	3307.2	2620.8	1248.0	811.2	187.2
	382.2	179.4	572.0	1960.0	104.0	54.6	18.2				
1248.0	232.8			1664.0			124.8		62.4	124.8	62.4
1248.0	249.6	83.2					234.0		416.0	166.4	
								83.2			83.2
		52.0						10.4		10.4	
									5.2	5.2	
65.0	78.0					26.0			52.0	26.0	
312.0	166.4	72.8	93.6	312.0	260.0	187.2	218.4	260.0	348.8	291.2	41.6
									10.4	10.4	
											2.6
65.0	26.0										
26.0	10.4				5.2				5.2		

附表10. C濠の植物プランクトン細胞数の季節変化

Appendix 10. Seasonal variations in number of phytoplankton cells in Moat C.

cells/ml		1 9 7 3									
		X		VII		I	II	III	IV		V
		21	17	28	25	25	7	25	21		
Flagellata	<i>Mallomonas fastigata</i>			13.0							
	Monas group					39.0					
	<i>Peridinium</i> sp.										
	<i>Euglena</i> sp.	7.8	5.2	7.8				5.2		5.2	
	<i>Phacus acuminatus</i>				5.2				2.6	5.2	
	<i>Chlamydomonas</i> sp.							429.0	1.3		
	<i>Pandorina morum</i>										
	<i>Trachelomonas</i> sp.									2.6	
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>							78.0			
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	156.0									
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>								260.0	520.0	
	<i>Oscillatoria tenuis</i>										
	<i>Spirulina</i> sp.					1.3			2.6		
	<i>Phormidium</i> sp.									180.0	
	<i>Anabaena flos-aquae</i>									624.0	
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	195.0	91.0	13.0	65.0	22.1	470.6	39.0	117.0		
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	1664.0	7046.0	1950.0	4173.0	3081.0	4550.0	3380.0	26.0		
	<i>C. meneghiniana</i>					39.0		39.0			
	<i>Fragilaria construence</i>					40.3					
	<i>Asterionella formosa</i>										
	<i>Synedra ulna</i>	5.2	2.6	2.6		6.5					
	<i>S. acus</i>	161.2	2.6	59.8	1.3		5.2		80.6		
	<i>Cocconeis placentula</i>	18.2					7.8	2.6	2.6		
	<i>Stauroneis</i> sp.					2.6					
	<i>Neidium iridis</i>										
	<i>Gyrosigma</i> sp.						2.6				
	<i>Pinnularia major</i>						5.2	5.2			
	<i>P. gibba</i>			2.6							
	<i>Navicula cryptocephala</i>				2.6	15.6	33.8	16.9	26.0		
	<i>N. pupula</i>						2.6				
	<i>N. sp.</i>	2.6	15.6		2.6	5.6					
	<i>Gomphonema acuminatum</i>				1.3		5.2				
	<i>Amphora mormani</i>						2.6				
	<i>Cymbella turgida</i>					5.2	2.6	1.3			
	<i>Epithemia sorex</i>	18.2	10.4			3.9	29.9	3.9	28.6		
	<i>Nitzschia palea</i>	7.8	5.2	5.2	10.4	2.6	80.6	5.2			
<i>N. sigma</i>											
<i>N. acicularis</i>		67.6	7.8	27.3	50.7	286.0		343.2			
<i>N. closterium</i>						65.0					
<i>Cymatopleura</i> sp.						2.6					
Chlorophyta	<i>Tetraedron</i> sp.							12.6			
	<i>Gloeocystis</i> sp.										
	<i>Pediastrum simplex</i>	499.2			62.4	31.2					
	<i>P. duplex</i>										
	<i>P. boryanum</i>						748.8	124.8	436.8		
	<i>Golenkinia radiata</i>										
	<i>Micractinium pusillum</i>	83.2	41.6				41.6		104.0		
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	249.6	83.2				41.6	83.2	83.2		
	<i>Chlorella vulgaris</i>			2.6							
	<i>Coelastrum microporum</i>								52.0		
	<i>Selenastrum westii</i>								52.0		
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>										
	<i>Closteriopsis longissima</i>							28.6	24.7		
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	78.0						78.0	84.5		
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	83.2	104.0	31.2	9.5	36.4	150.8	364.0	260.0		
	<i>S. dimorphus</i>	26.0									
<i>S. acuminatus</i>							32.5	117.0			
<i>S. falcatus</i>					26.0						
<i>Staurastrum</i> spp.		2.6									

1 9 7 4											
VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
				20.8	41600.0						7.8
2.6				5.2		10.4					78.0
				49.9	78.0			5.2	18.2	15.6	2.6
									7.8		
			41.6	41.6				5.2			
										598.0	780.0
	78.0			234.0	780.0		156.0				
130.0	780.0	1690.0		130.0	2600.0						
		130.0		260.0	1300.0						
							260.0				
560.0				78.0			1170.0				
19500.0	2605.2	468.0			78.0		78.0				
273.0	39.0	130.0	611.0	5.2	1144.0	910.0	988.0	507.0	429.0	546.0	78.0
10.4	70.2	301.6	267.8	767.0	1040.0	1840.8	605.8	72.8	1716.0	1092.0	1284.4
				10.3	10.4						
				26.0					13.0		13.0
26.0	7.8		10.4	13.0				2.6	7.8	5.2	13.0
182.0	57.2				156.0		26.0	393.8	483.6	18.2	7.8
	2.6	7.8			26.0	5.2		2.6	2.6		
									2.6	2.6	
	2.6		2.6			5.2				2.6	
2.6	10.4	26.0	7.8		26.0	2.6	2.6	7.8	15.6	20.8	10.4
			2.6			5.2		2.6	2.6		2.6
				2.6		2.6			2.6	7.8	2.6
10.4	5.2	7.8	5.2		26.0		2.6	7.8	7.8		2.6
5.2	5.2	31.2	13.0	10.4	10.4	13.0	10.4	33.8	7.8	10.4	2.6
2.6			7.8	13.0	442.0		10.4	13.0	23.4	7.8	2.6
13.0				5.2	26.0						
				5.2	52.0	161.2	514.8				
2.6	2.6	2.6		7.8			2.6				
374.4	642.0	249.6	4118.6		3120.0	5616.0	3931.2	1996.8	998.4	436.8	249.6
		161.2	247.0	31.2	52.0	130.0	20.8				
83.2		41.6						62.4	187.2	124.8	124.8
83.2					3900.0					83.2	
			52.0						5.2		10.4
		15.6									
	52.0						13.0	39.0	13.0	169.0	78.0
		2.6		2.6						7.8	26.0
						13.0	65.0	52.0	52.0	65.0	65.0
228.8	748.8	468.0	447.2	239.2	41.6	613.6	374.4	280.8	366.8	41.6	62.4
										10.4	
	52.0								10.4	20.8	
		5.2				5.2		5.2			

附表11. D濠の植物プランクトン細胞数の季節変化

Appendix 11. Seasonal variations in number of phytoplankton cells in Moat D.

cells/m ^l		1 9 7 3			I	II	III	IV	
		X	XI	XII				7	25
		21	19	17				28	25
Flagellata	Monas group						3.9		
	<i>Mallomonas fastigata</i>								
	<i>Peridinium</i> sp.								
	<i>Euglena</i> sp.	10.4	2.6	2.6		1.3	1.3		
	<i>Phacus acuminatus</i>								2.6
	<i>Chlamydomonas</i> sp. <i>Pandorina morum</i>								
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>								
	<i>Microcystis aeruginosa</i>								
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>								
	<i>Oscillatoria tenuis</i>		52.0			20.0			
	<i>Spirulina</i> sp.							13.0	2.6
	<i>Phormidium</i> sp. <i>Anabaena flos-apuae</i>								52.0
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	143.0	26.0						52.0
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	1989.0	1339.0	4004.0	832.0	39.0	27.3	13.0	52.0
	<i>C. meneghiniana</i>	23.4	13.0			2769.0	2444.0	1261.0	2470.0
	<i>Fragilaria construence</i>		6.5	13.0			75.0		52.0
	<i>Synedra ulna</i>	13.0	3.5			6.5	31.2		
	<i>S. acus</i>	270.4		2.6	7.8		13.0		
	<i>Cocconeis placentula</i>						1.3	10.4	
	<i>Rhoicosphaenia curvata</i>	2.6							
	<i>Stauroneis</i> sp.						13.0		
	<i>Gyrosigma</i> sp.						1.3	5.2	
	<i>Neidium iridis</i>								
	<i>Pinnularia gibba</i>	7.8	1.3						
	<i>P. major</i>								
	<i>P. viridis</i>						1.3	2.6	
	<i>Navicula cryptocephala</i>						18.2	16.9	83.2
	<i>N. pupula</i>								7.8
	<i>N. spp.</i>		9.1	2.6	52.0	10.4			
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	2.6	1.3				1.3	2.6	10.4
	<i>Amphora mormani</i>						1.3		5.2
	<i>Cymbella turgida</i>	13.0	3.9				1.3	1.3	10.4
	<i>C. ventricosa</i>								7.8
	<i>Epithemia solex</i>	13.0	18.2	5.2			1.3	19.5	9.1
	<i>Nitzschia palea</i>	2.6	19.5	7.8	2.6	31.2	5.2	137.8	10.4
<i>N. closterium</i>								117.0	
<i>N. sigma</i>									
<i>N. acicularis</i>			13.0			24.7	100.1	169.0	
<i>Cymatopleura</i> sp.						1.3			
<i>Surirella robusta</i>					2.6				
Chlorophyta	<i>Tetraedron trigonum</i>								
	<i>Gloeocystis</i> sp.							25.2	
	<i>Pediastrum simplex</i>	62.4							
	<i>P. boryanum</i>							62.4	
	<i>Golenkinia radiata</i>								
	<i>Micractinium pusillum</i>	41.6							41.6
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>				83.2			166.4	
	<i>Coelastrum microporum</i>								
	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>								
	<i>Selenastrum westii</i>								26.0
	<i>Chlorella</i> sp.								
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	78.0	19.5						
	<i>Closteriopsis longissima</i>							13.0	10.4
	<i>Actinastrum hantzschii</i>		6.5					31.2	130.0
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	62.0	62.4	78.0			5.2	5.2	145.6	
<i>S. acuminatus</i>								624.0	
<i>Closterium</i> sp.			2.6					130.0	
<i>Staurastrum</i> spp.	2.6	1.3						5.2	

Moat E.

1 9 7 4											
V	VI		VII		VIII		IX		X	XI	
21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29
					5.2	13.0					
		686.4							2.6		5.2
										2.6	5.2
5.2							7.8				
								41.6			
520.0					78.0			234.0	234.0		
		9360.0	21840.0	79560.0	59800.0	86190.0	19630.0	6110.0	4224.0	900.0	130.0
520.0							260.0	260.0	780.0	260.0	
		130.0		260.0			390.0	780.0			
40.0	200.0					78.0	702.0	78.0			
390.0	546.0	4368.0		156.0	156.0				234.0		
26.0			26.0	13.0	10.4	5.2	52.0	26.0	26.0		39.0
7.8		9.8	143.0		104.0	18.2	18.2	1222.0	2464.8	3023.8	2646.8
					1.0			7.8			
			13.0	26.0		52.0		26.0		13.0	
5.2	132.6				7.8						
			2.6				5.2	2.6	208.0	26.0	10.4
									2.6		
										7.8	
									2.6	2.6	
2.6						2.6				2.6	
					5.2	2.6					
					2.6	2.6			2.6		
2.6	2.6	2.6									
2.6	5.2		5.2	2.6	15.6	26.0	15.6		5.2	7.8	23.4
2.6			5.2		26.0		78.0	213.2	20.8	7.8	65.0
									2.6		
686.4											
	187.2	62.4	62.4	62.4		62.4		124.8	499.2		
		106.6	28.6	15.6	156.0	26.0	13.0				
7321.6	1139.8	124.8	124.8						124.8	62.4	62.4
								78.0		166.4	249.6
									10.4		
		5.2									
	130.0	130.0				13.0				65.0	10.4
					2.6		2.6				5.2
										26.0	
499.2	1591.2	1518.4	624.0	499.2	967.2	509.6	291.2	135.2	936.0	416.0	260.0
								5.2	5.2		

附表14. E 濠への流入下水の植物プランクトン細胞数および生体量の季節変化
 Appendix 14. Seasonal variations in number of cells and in biomass (volume) of

		cells / ml									
		1973	1974								
		X	II	III	IV	V	VI	VII		VIII	IX
		21	25	25	25	21	4	8	21	3	13
Flagel.	<i>Peridinium</i> sp.										
	<i>Euglena</i> sp.				2.4					0.5	
	<i>Chlamydomonas</i> sp.										
Cyanophyta	<i>Merismopedeia elegans</i>								675.0		
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	390.0									
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	3848.0		7150.0		65.0				25.0	3.9
	<i>Spirulina</i> sp.		884.0		0.6						
	<i>Phormidium</i> sp.	390.0		975.0		156.0		18.0		2379.0	0.6
	<i>Anabaena spiroides</i>										0.3
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>								5.0		1.3
	<i>M. varians</i>									0.5	1.3
	<i>Cyclotella kützingiana</i>								0.5		
	<i>Fragilaria construence</i>								0.5		
	<i>Synedra ulna</i>		2.6								
	<i>Gyrosigma</i> sp.										
	<i>Diatoma vulgare</i>			6.5							
	<i>Synedra acus</i>										
	<i>Achnanthes</i> sp.				4.2						
	<i>Stauroneis</i> sp.										0.3
	<i>Frusturia</i> sp.		18.2								
	<i>Navicula cryptocephala</i>			1.3		2.6		0.9		1.0	
	<i>N. spp.</i>							1.5	1.5		1.5
	<i>Pinnularia gibba</i>								0.5		
	<i>P. viridis</i>										
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	5.2	5.2	7.8	1.2	2.6		0.3	0.5	2.0	4.5
<i>Cymbella turgida</i>		2.6	2.6	3.6		2.6					
<i>C. ventricosa</i>					6.5		1.8				
<i>Nitzschia palea</i>	10.4		6.5	18.0	75.4	10.4	2.5	1.5	1.5	1.8	
Chloro.	<i>Closteriopsis longissima</i>									0.5	
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>				1.8				6.0		
	<i>Stigeoclonium</i> sp.							0.3			

phytoplankton in inflowing drainage to Moat E.

		ml/m ³													
		1973				1974									
	X	X	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIII	IX		X	
	30	21	21	17	25	25	25	21	4	8	21	2	13	30	21
						5.0						1.6			
0.3															0.9
												27.0			
			12.5												
12.0	325.0	123.1	2949.1		228.8		2.1					0.8	0.1	0.4	9.8
					28.3		0.1								
3.0	325.0	3.9			31.2		1.6		0.2		23.8	0.1	0.1	3.2	
												0.1			
											7.6		2.0		
												1.8	4.7		
											0.2				
											0.2				
					50.0										
						97.5									
							1.7								
														3.0	
					27.3										
						1.4		2.9		9.9		1.1			
0.3										1.7	1.7		1.7	0.1	
											43.7				
			2.1	5990.4	2.1	3.1	0.5	1.0		0.1	0.2	0.8	1.8		
0.3					43.7	21.8	60.5		43.7					5.0	
								109.2		30.2					
0.6	1.3	10.4			6.5	18.0	75.4	10.4	2.4	1.5	1.5	1.8	0.6	1.3	
												1.8			
							0.3				0.9				
			6124.8							0.5					

附表15. 各濠における植物プランクトン細胞数の4種類グループおよび全数と優占種の季

Appendix 15. Seasonal variations in cell number of four algal groups and total

Mon. *Monas*, *Chl.* *Chlamydomonas*, *Merismopedia*, *M. a.* *Microcystis a.*

Syn. *Synedra*, *Nit.* *Nitzschia*, *Ped.* *Pediastrum*, *Gol.* *Golenkinia*.

	cells/ml	1973																
		X			XI		XII		I		II		III		IV		V	
		21	19	17	28	25	25	7	25	21	4							
A	Flagellata	19.5	—	0	0	0	0	0	0	677.3	0							
	Cyanophyta	0	—	104.0	0	0	2.6	2.6	0	5785.0	3840.0							
	Bacillariophyta	4465.5	—	4186.0	2212.0	3763.5	3472.7	4734.8	1306.1	916.4	837.2							
	Chlorophyta	130.4	—	332.8	26.0	0	15.6	93.6	58.3	343.2	574.6							
	Total	4615.0	—	4622.8	2238.0	3763.5	3490.9	4831.0	1364.4	7722.0	5251.8							
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 95	—	<i>Cyc.</i> 91	<i>Cyc.</i> 97	<i>Cyc.</i> 91	<i>Cyc.</i> 88	<i>Cyc.</i> 94	<i>Cyc.</i> 74	<i>Pho.</i> 73	<i>Pho.</i> 47							
B	Flagellata	48.1	—	5.2	80.6	5.2	32.5	1475.0	117.0	0	260.0							
	Cyanophyta	169.0	—	0	0	0	2.6	1.3	0	520.0	650.0							
	Bacillariophyta	1337.7	—	5473.0	707.2	3597.8	562.9	263.9	326.3	1228.5	1684.0							
	Chlorophyta	1014.0	—	478.4	228.8	172.9	20.8	145.6	1614.6	1591.2	4849.0							
	Total	2566.8	—	5956.6	1016.6	3775.9	618.8	1885.8	2057.9	3339.7	7443.0							
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 37	—	<i>Cyc.</i> 92	<i>Cyc.</i> 61	<i>Cyc.</i> 91	<i>Cyc.</i> 84	<i>Cyc.</i> 78	<i>M. p.</i> 36	<i>Ped.</i> 28	<i>Ped.</i> 25							
C	Flagellata	7.8	—	5.2	20.0	5.2	39.0	434.2	3.9	13.0	2.6							
	Cyanophyta	156.0	—	5.2	0	0	1.3	78.0	262.6	1324.0	19990.0							
	Bacillariophyta	2072.2	—	7150.0	2041.0	4283.5	3270.8	5552.8	3493.1	624.0	525.2							
	Chlorophyta	1019.2	—	231.4	23.8	97.5	150.8	1134.5	954.2	1440.4	772.2							
	Total	3255.2	—	7386.6	2094.8	4386.6	3461.9	7199.0	4713.8	3401.4	21290.0							
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 48	—	<i>Cyc.</i> 96	<i>Cyc.</i> 93	<i>Cyc.</i> 97	<i>Cyc.</i> 89	<i>Cyc.</i> 63	<i>Cyc.</i> 72	<i>Ana.</i> 18	<i>Ana.</i> 92							
D	Flagellata	10.4	2.6	2.6	0	1.3	5.2	0	2.6	44.2	7.8							
	Cyanophyta	0	52.0	0	0	26.0	0	13.0	54.6	44864.0	18690.0							
	Bacillariophyta	2480.4	1441.7	4048.2	879.0	2900.3	2756.6	1842.1	2626.0	605.8	616.2							
	Chlorophyta	247.0	89.7	80.6	83.2	5.2	31.2	412.6	967.2	478.4	231.4							
	Total	2737.8	1586.0	4131.4	962.2	2932.8	2793.0	2267.7	3650.4	45992.4	19545.4							
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 72	<i>Cyc.</i> 81	<i>Cyc.</i> 95	<i>Cyc.</i> 87	<i>Cyc.</i> 94	<i>Chy.</i> 88	<i>Cyc.</i> 56	<i>Cyc.</i> 68	<i>Ana.</i> 83	<i>Pho.</i> 87							
E St. 1	Flagellata	5.2	0	2.6	0	720.2	0.5	35.1	249.6	5.2	0							
	Cyanophyta	286.0	156.0	286.0	520.0	236.6	1.0	423.8	130.0	1470.0	746.0							
	Bacillariophyta	1045.2	1163.5	2841.8	78.0	2028.0	96.7	1406.6	341.1	49.4	140.4							
	Chlorophyta	842.4	483.6	284.6	5.2	52.0	203.0	956.8	2751.3	8507.2	3048.2							
	Total	2178.8	1803.1	3415.0	603.2	3036.8	301.2	2822.3	3472.0	10031.8	3934.6							
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 47	<i>Cyc.</i> 62	<i>Cyc.</i> 83	<i>Osc.</i> 86	<i>Cyc.</i> 66	<i>Sce.</i> 43	<i>Cyc.</i> 46	<i>Sce.</i> 30	<i>M. p.</i> 73	<i>Sce.</i> 40							
E St. 6	Flagellata	2.6	0	0	0	254.8	4.1	31.2	104.0	0	0							
	Cyanophyta	2314.0	1040.0	0	80.6	88.4	5.0	2277.6	1302.6	1230.0	3738.0							
	Bacillariophyta	2119.0	377.0	2802.8	1305.2	1536.6	136.0	1595.8	130.0	2.6	10.4							
	Chlorophyta	2693.6	1393.6	345.8	561.7	590.2	391.8	642.0	4748.9	4229.6	10998.0							
	Total	7129.2	2810.6	3148.6	1947.5	2770.0	537.1	4546.6	6285.5	5462.2	14746.4							
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 30	<i>Cyc.</i> 60	<i>Cyc.</i> 87	<i>Cyc.</i> 67	<i>Cyc.</i> 64	<i>M. p.</i> 33	<i>Cyc.</i> 33	<i>Dic.</i> 19	<i>M. a.</i> 49	<i>M. a.</i> 58							
Inflowing drainage	Flagellata	0	—	—	—	0	0	—	2.4	0	0							
	Cyanophyta	4628.0	—	—	—	884.0	8125.0	—	0.6	221.0	0							
	Bacillariophyta	15.6	—	—	—	28.6	24.7	—	27.0	87.1	13.0							
	Chlorophyta	0	—	—	—	0	0	—	1.8	0	0							
	Total	4642.6	—	—	—	912.6	8149.7	—	31.8	308.1	13.0							
	Dominant sp. %	<i>Osc.</i> 83	—	—	—	<i>Spi.</i> 96	<i>Osc.</i> 97	—	<i>Nit.</i> 58	<i>Spi.</i> 79	<i>Nit.</i> 80							

節變化

phytoplankters and of dominant species in each moat.

Osc. *Oscillatoria*, *Spi.* *Spirulina*, *Ana.* *Anadaena*, *Pho.* *Phormidium*, *Cyc.* *Cyclotella*,
M. p. *Micractinium*, *p. Dic.* *Dictiosphaerium*, *Sce.* *Scenedesmus*.

1974											
VI	VII		VIII		IX		X	XI		XII	
17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16	
2.6	0	2.6	49.4	26.0	270.4	33.8	5.2	0	184.6	135.2	
78.0		0	78.0	2.6	626.6	0	0	0	0	0	
1461.2	1531.4	6645.6	2419.4	1731.6	1497.6	2121.6	2516.8	3216.2	2108.6	483.6	
501.8	603.2	31.2	104.0	111.8	824.2	424.2	530.4	486.2	98.8	104.0	
2043.6	2139.6	6679.4	2650.8	1872.0	3218.8	2579.6	3052.4	3702.4	2392.0	722.8	
<i>Syn.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	
47	55	87	74	64	42	74	79	86	81	60	
78.0	13.0	13.0	52.0	0	5.2	5.2	0	10.4	7.8	101.4	
0	0	1820.0	0	0	0	0	0	598.0	26.0	0	
1640.6	574.0	2425.8	2642.0	2212.6	4924.9	1341.6	2165.8	3000.4	3031.6	304.8	
7635.2	2134.6	6848.4	8928.0	27144.0	7384.0	3684.6	2984.8	2186.6	1445.6	377.0	
9353.8	2721.6	11107.2	11162.0	29356.6	12315.1	5031.0	5150.6	5795.4	4511.0	783.2	
<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	
37	65	55	43	91	58	66	51	43	56	24	
0	0	0	117.6	41678.0	10.4	10.4	26.0	0	613.6	868.4	
3510.0	2288.0	0	702.0	4758.0	0	1664.0	0	0	0	0	
200.2	504.0	930.8	852.7	2948.4	2945.8	2158.0	1051.6	2709.2	1716.0	1417.0	
1479.4	6000.8	4867.4	280.8	7072.0	6377.8	4407.0	2436.2	1633.0	959.4	616.2	
5207.6	8793.2	5798.2	1953.1	56456.4	9334.0	8239.4	3513.8	4342.2	3289.0	2901.6	
<i>Ara.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Mon.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	
91	58	71	39	74	60	48	57	40	35	44	
41.6	2.6	5.2	5.2	910.0	403.0	15.6	13.0	7.8	0	13.0	
18876.0	1352.0	0	2080.0	3900.0	338.0	0	520.0	78.0	0	0	
447.2	1365.0	2347.8	2264.1	4112.6	792.4	6242.6	1799.2	4551.2	1627.6	161.2	
265.7	746.2	239.2	3143.4	884.0	2797.6	1547.0	1352.0	1042.6	70.2	83.2	
19630.5	3465.8	2592.2	7492.7	9806.6	4331.0	7805.2	3684.2	5679.6	1697.8	257.4	
<i>Ana'</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Ped.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Gol.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	
96	36	78	36	40	19	71	41	69	76	37	
686.4	0	0	5.2	13.0	7.8	41.6	2.6	2.6	10.4	—	
13858.0	21840.0	79976.0	59878.0	86268.0	20982.0	7462.0	5472.0	1160.0	130.0	—	
10.4	195.0	41.6	171.6	7109.2	117.0	1497.6	2914.6	3091.4	2784.6	—	
1947.4	893.8	577.2	1125.8	611.0	306.8	343.2	1578.2	7735.8	587.6	—	
16502.2	22874.8	80594.8	61180.6	87001.2	21413.6	9344.4	9967.4	4989.8	3512.6	—	
<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	—	
57	95	99	98	99	92	65	42	61	75	—	
218.4	2.6	0	0	0	7.8	83.2	0	7.8	20.8	26.0	
10114.0	14534.0	88010.0	49194.6	8413.6	55692.0	13988.0	6344.0	550.0	351.0	52.0	
10.4	530.4	18.2	75.4	141.3	351.0	1367.4	2548.0	3486.6	3486.6	5304.0	
2680.6	2012.4	660.4	2826.2	1136.2	715.0	751.4	1417.4	655.2	483.6	192.4	
13023.4	17074.9	88688.6	52096.2	85413.5	56758.0	16190.0	10309.4	4699.6	4342.0	5574.4	
<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	
66	84	99	92	98	97	84	50	73	79	93	
—	0	0	0.5	—	0	0.3	0	—	—	—	
—	18.0	675.0	2404.0	—	4.8	15.0	650.0	—	—	—	
—	7.0	10.0	5.0	—	10.7	1.2	1.3	—	—	—	
—	0.3	6.0	0.5	—	0	0	0	—	—	—	
—	25.3	691.0	2410.0	—	15.5	16.5	651.3	—	—	—	
—	<i>Pho.</i>	<i>Mer.</i>	<i>Pho.</i>	—	<i>Osc.</i>	<i>Osc.</i>	<i>Osc.</i>	—	—	—	
—	71	98	99	—	26	73	50	—	—	—	

附表16. A 濠の植物プランクトン生体量の季節変化

Appendix 16. Seasonal variations in biomass (volume) of phytoplankton in Moat A.

ml / m ³		1973								
		X	XII	I	II	III	IV		V	
		21	17	28	25	25	7	25	21	
Flagellata	Monas group									
	<i>Peridinium</i> sp.									
	<i>Euglena</i> sp.	60.5								
	<i>Phacus acuminatus</i>									
	<i>Chlamydomonas</i> sp.	4.0								
	<i>Pandorina morum</i>	2028.0								
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>									
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>									
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	3.3								
	<i>Spirulina</i> sp.									
	<i>Phormidium</i> sp.	0.1 0.1 57.2								
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	1788.8	1789.0	926.0	1548.4	1364.9	1816.8	553.4	910.0	
	<i>Cyclotella kützingiana</i>									
	<i>C. meneghiniana</i>	7.3 10.7 15.8 23.4								
	<i>Diatoma vulgare</i>									
	<i>Fragilaria construence</i>	13.0								
	<i>Synedra ulna</i>	1045.2	124.8							
	<i>S. acus</i>	20.9 20.9 1.3 36.6 10.5 520.0								
	<i>Rhoicosphaenia</i> sp.									
	<i>Cocconeis placentula</i>	5.0								
	<i>Achnanthes</i> spp.									
	<i>Pinnularia gibba</i>									
	<i>Neidium iridis</i>									
	<i>Navicula cryptocephala</i>	7.2 57.2 50.1 1.4 28.6								
	<i>N.</i> spp.	21.1	5.7	25.7						
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	7.8	4.2 5.2							
	<i>Amphora mormani</i>	41.6								
	<i>Cymbella turgida</i>	43.7 43.7								
	<i>C. ventricosa</i>									
	<i>Epithemia sorex</i>	10.7								
	<i>Nitzschia palea</i>	13.0 15.6 5.2 6.5 1.3								
	<i>N. closterium</i>	214.5								
	<i>N. hungarica</i>	6.5	1.3							
	<i>N. sigma</i>									
<i>N. acicularis</i>	5.2 57.2 169.7 215.8 2.6 65.0									
<i>Cymatopleura</i> sp.										
<i>Surirella robusta</i>	587.6									
Chlorophyta	<i>Gloeocystis</i> sp.	31.2								
	<i>Pediastrum simplex</i>									
	<i>P. duplex</i>									
	<i>P. boryanum</i>									
	<i>Golenkinia radiata</i>									
	<i>Micractinium pusillum</i>	21.3								
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	53.2								
	<i>Chlorella vulgaris</i>									
	<i>Coelastrum microporum</i>									
	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>									
	<i>Tetraedron trigonum</i>									
	<i>Selenastrum westii</i>	1.0 1.2								
	<i>Chodatella</i> sp.									
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>									
	<i>Closteriopsis longissima</i>	0.2								
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	3.0								
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	19.5	2.3 0.8 1.6 39.0							
<i>S. dimorphus</i>										
<i>S. acuminatus</i>	1.0									
<i>Urothrix</i> sp.	96.2									

VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
						6.5					
421.2	842.4	112.3	56.2			28.1	28.1		47.3	71.0	804.4
		8.1	24.2	161.2					56.2		84.2
624.0											8.1
39.0							8.1				8.1
19.5			54.6						15.6		
										0.8	
									8.6		
98.2	215.9	98.2	373.0	196.3	408.3	6850.9	1609.7	1805.9	569.3	726.3	236.5
307.5	89.4	184.5	849.7	704.3	675.3	91.7	87.2	382.4	1073.3	1080.0	54.8
9.8	3.7		7.3	23.8	32.8	2.1					5.2
						10.4			10.4		
8736.0	998.4	149.8	199.7		249.6						
1560.0		72.8			468.0		218.2	83.2	218.4		20.8
				99.8						30.0	
			26.0		26.0				17.6		
		131.0	655.2	218.4	393.1	43.7					
								249.5			
14.3	57.2	14.3	34.3	57.2	28.6		14.3	17.1	8.6	5.7	
			5.7					17.2		17.2	
			5.2					2.1			
					41.6				41.6		
			218.4		87.4			43.7	87.4		
	53.3	32.0	32.0	319.8	53.3		21.3		21.3		
39.0	26.0	7.8	70.2		23.4	7.8		7.8	26.0	10.4	2.6
	208.0	2.6		208.0	104.0	137.8			2.6		
		1040.0	1560.0		1300.0				260.0		
1.7					0.7	0.3				0.3	
	651.0										
393.1	714.0	366.4	1297.3	1048.3	5621.5	1493.9	694.5	550.4	262.1	170.4	39.3
	191.1	89.7	286.0	411.6	21.8	27.3	9.1				
79.9	14.9			832.0			8.0		4.0	62.4	31.2
137.3	27.5	9.2					25.7		45.8	18.3	
								2.5			2.5
		26.0						5.2		5.2	
									1.3	1.3	
9.8	11.7					3.9			7.8	3.9	0.4
62.4	33.3	10.9	14.0	62.0	52.0	37.4	43.7	52.0	77.0	58.2	8.3
									2.1	2.1	2.1
											0.8
29.9	12.0										
390.0	156.0				78.0				78.0		

附表18. C 濠の植物プランクトン生体量の季節変化

Appendix 18. Seasonal variations in biomass (volume) of phytoplankton in Moat C.

ml / m ³		1973							
		X		XI		III		IV	
		21	19	17	28	25	25	7	25
Flagellata	<i>Mallomonas fastigata</i>				118.3				
	Monas group						97.5		
	<i>Peridinium</i> sp.								
	<i>Euglena</i> sp.	24.1		16.1	16.4			16.1	
	<i>Phacus acuminatus</i>					16.1			8.1
	<i>Chlamydomonas</i> sp.							1329.9	4.0
	<i>Pandorina morum</i>								
Cyanophyta	<i>Trachelomonas</i> sp.								
	<i>Merismopedia elegans</i>							3.1	
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	21.8							
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>								8.3
	<i>Oscillatoria tenuis</i>								
	<i>Spirulina</i> sp.						0.1		0.1
	<i>Phormidium</i> sp.								
<i>Anabaena flos-aquae</i>									
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	294.5		137.5	19.6	98.1	33.4	710.6	58.9
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	21.8		3030.0	838.5	1794.3	1634.4	1956.5	1453.4
	<i>C. meneghiniana</i>	715.5					54.6		54.6
	<i>Fragilaria construence</i>						16.1		
	<i>Asterionella formosa</i>								
	<i>Synedra ulna</i>	99.8		49.9	49.9		124.8	20.9	
	<i>S. acus</i>	648.0		10.5	240.0	5.2			
	<i>Cocconeis placentula</i>	69.9						30.0	10.0
	<i>Stauroneis</i> sp.						26.0		
	<i>Neidium iridis</i>								
	<i>Gyrosigma</i> sp.								39.9
	<i>Pinnularia major</i>						21.8	87.4	87.4
	<i>Navicula cryptocephala</i>				43.7	2.9	17.2	37.2	18.6
	<i>N. spp.</i>	2.8		17.2		2.9		2.9	
	<i>Gomphonema acuminatum</i>					0.5		2.1	
	<i>Amphora mormani</i>							41.6	
	<i>Cymbella turgida</i>						87.4	43.7	21.8
	<i>Epithemia sorex</i>	74.6		42.6			16.0	122.6	16.6
	<i>Nitzschia palea</i>	7.8		5.2	5.2	10.4	2.6	80.6	5.2
	<i>N. sigma</i>								65.0
<i>N. acicularis</i>			67.6	7.8	27.3	50.7	286.0		
<i>Cymatopleura</i> sp.							260.0		
Chlorophyta	<i>Tetraedron</i> sp.								
	<i>Gloeocystis</i> sp.							6.3	
	<i>Pediastrum simplex</i>	104.8				13.1	6.6		
	<i>P. duplex</i>								
	<i>P. boryanum</i>							157.3	26.2
	<i>Golenkinia radiata</i>								
	<i>Micractinium pusillum</i>	5.3		2.7			2.7		6.7
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	27.0		9.2			4.6	9.2	9.2
	<i>Chlorella vulgaris</i>				1.3				
	<i>Chodatella</i> spp.								
	<i>Coelastrum microporum</i>								
	<i>Selenastrum westii</i>								2.1
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>								
	<i>Closteriopsis longissima</i>							4.3	3.9
	<i>Actinastrium hantzschii</i>	35.9						35.9	38.9
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	12.5		15.6	4.7	1.4	5.5	226.2	54.6
	<i>S. dimorphus</i>	3.9							
<i>S. acminatus</i>						5.2	4.9	17.6	
<i>Staurastrum</i> spp.			39.0					78.0	

1974												
V	VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
												71.0
					52.0	104000.0						
	28.1				56.2		112.3					842.4
16.1					154.7	241.8			16.1	56.4	48.4	8.1
16.1										24.2		
									16.1			
				124.8	124.8							
7.8											1353.8	2418.0
		3.1			9.4	31.2		6.2				
			236.6		18.2	364.0						
16.6	3.9	23.4			8.3	41.6						
			3.9					7.8				
1.8	3.6				0.8			11.7				
68.6	2145.0	2865.7	51.5			8.6		8.6				
176.7	412.2	58.9	196.3	922.6	7.9	1727.4	1374.1	1491.9	765.6	647.8	824.5	117.8
36.4	4.5	30.2	129.7	115.2	329.8	447.2	791.5	260.5	31.3	737.9	469.6	552.2
					14.4	14.6						
					10.4					5.2		5.2
												2.0
	499.2	149.8		199.7	249.6			49.9	149.8		99.8	
322.4	728.0	288.8				624.0		104.0	1575.2	1934.4	72.8	31.2
10.0		10.0	30.8			99.8	20.0		10.0	10.0		
										124.8	124.8	
									17.6		39.0	
		43.7		43.7			87.4					
28.6	2.9	11.4	28.6	8.6		28.6	2.9	2.9	7.8	17.1	22.9	11.4
				2.9			5.7		2.9	5.8	2.9	5.8
					1.0		1.0			1.0	3.1	
				87.4		436.8		43.7	131.0	131.0		
117.3	42.6	21.3	32.0	53.3	42.6			10.7	138.6	32.0	42.6	10.7
	5.2	5.2	31.2	7.8	13.0	442.0	13.0	10.4	13.0	23.4	7.8	2.6
	2.6					26.0						
343.2	13.0				5.2	52.0	161.2	514.8				
				520.0				260.0				
	0.3	0.3	0.3		1.0			0.3				
				52.4								
91.7	78.5	134.8	1061.4	864.9		655.2	1179.4	825.6	419.3	209.7	91.7	52.4
			80.6	12.4	6.6	10.9	65.0	10.4				
	5.3			2.7					4.0	12.0	62.4	62.4
73.2	9.2					429.0					9.2	
				26.0								5.2
										1.3		
1.7				0.6								
		7.8						2.0	5.9	2.0	25.4	11.7
			9.1		9.1						27.3	91.0
12.0							6.5	32.5	26.0	26.0	32.5	32.5
39.0	45.7	149.8	70.2	67.1	47.9	8.3	122.7	74.9	56.2	73.4	8.3	12.5
											2.1	
		10.4								2.1	4.2	
			78.0				78.0		78.0			

附表19. D 濠の植物プランクトン生体量の季節変化

Appendix 19. Seasonal variations in biomass (volume) of phytoplaktkton in Moat D.

mℓ / m ³		1973								
		X	XI	XII	I	II	III	IV		
		21	19	18	28	25	25	7	25	
Flagellata	Monas group	9.8								
	<i>Mallomonas fastigata</i>									
	<i>Peridinium</i> sp.									
	<i>Euglena</i> sp.	32.2	8.1	8.1		4.0	4.3			
	<i>Phacus acuminatus</i>									
	<i>Chlamydomonas</i> sp.									
<i>Pandorina morum</i>										
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>									
	<i>Microcystis aeruginosa</i>									
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>									
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	1.7				0.6				
	<i>Spirulina</i> sp.									
	<i>Phormidium</i> sp.									
	<i>Anabaena flos-aquae</i>									
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	215.9	39.3			58.9	41.2	19.6	78.5	
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	855.3	575.8	1721.7	357.7	1190.7	1050.9	542.2	1062.1	
	<i>C. meneghiniana</i>	32.8	18.2				109.2		72.8	
	<i>Fragilaria construence</i>		2.6	5.2		2.6	12.5			
	<i>Synedra ulna</i>	249.0	74.9				249.6			
	<i>S. acus</i>	1087.0		10.5	31.4			62.7		
	<i>Cocconeis placentula</i>									
	<i>Phoicosphaenia curvata</i>	1.0								
	<i>Stauroneis</i> sp.									
	<i>Gyrosigma</i> sp.									
	<i>Neidium iridis</i>									
	<i>Pinnularia gibba</i>	24.6	1.3							
	<i>P. major</i>									
	<i>P. viridis</i>									
	<i>Navicula cryptocephala</i>									
	<i>N. spp.</i>		10.0	2.9	5.7	11.4	18.6	91.5	8.6	
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	1.0	0.5							
	<i>Amphora mormani</i>									
	<i>Cymbella turgida</i>	218.4	65.5							
	<i>C. venticosa</i>									
	<i>Epithemia solex</i>	53.3	20.0	21.3		5.3	80.0	37.3	64.0	
	<i>Nitzschia palea</i>	2.6	19.5	7.8	2.6	31.2	5.2	137.8	10.4	
	<i>N. closterium</i>									
<i>N. sigma</i>										
<i>N. acicularis</i>										
<i>Cymatopleura</i> sp.										
<i>Surirella robusta</i>										
Chlorophyta	<i>Teraedron trigonum</i>									
	<i>Gloeoecystis</i> sp.									
	<i>Pediastrum simplex</i>	13.1								
	<i>P. boryanum</i>									
	<i>Golenkinia radiata</i>									
	<i>Micractinium pusillum</i>	2.7								
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>									
	<i>Coelastrum microporum</i>									
	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>									
	<i>Selenastrum westii</i>									
	<i>Chlorella</i> sp.									
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	11.7	2.9							
	<i>Closteriopsis longissima</i>									
	<i>Actinastrum hantzschii</i>									
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	9.4	9.4	11.7		0.8	4.7	21.8	93.6		
<i>S. acuminatus</i>										
<i>Closterium</i> sp.										
<i>Staurastrum</i> spp.	39.0	19.5	928.0						78.0	

1974												
V	VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
										23.7		
	28.1			28.1	28.1		28.1	168.5				140.4
	8.1			8.1			80.6	16.1		16.2	8.1	
8.1	7.8		8.1		8.1		80.6	56.4		24.2	8.1	
							80.6	1168.7				
124.8		124.8					2496.0					
		3.1						3.1				
	3.9		31.2		109.2	546.0	18.2			15.6		
					29.1		3.9					
68.0	170.0				1.6							
4187.0	171.6	2067.8	34.3		25.7					8.6		
117.8	117.8	39.3	98.2		1452.6	117.8	333.7	130.0	274.8	274.8	39.3	
25.5	32.4	3.4	536.6	872.0	334.3	120.7	199.0	2392.5	645.1	1077.0	552.3	41.4
	3.7		5.2	29.3	10.2	42.8		72.8				
		5.2						1.0				
1393.6	7987.2	6988.8	199.7	399.4	948.5			199.7	99.8	99.8	99.8	
		10.0		10.0	49.9	208.0	124.8	457.6	114.4	972.0	1040.0	208.0
						399.4			30.0	10.0		
									1.0	1.0		
39.0					26.0			140.0				
								39.0			124.8	
			43.7		87.4							
28.6	14.3	2.9	14.3	17.2	8.6	200.2		34.3	8.6	20.0	2.9	
				2.9				11.4	2.9	2.9	2.9	2.9
3.1	4.2	1.0	4.2	2.1		31.2	4.2	9.4	1.0	3.1	2.1	
43.7		87.4		87.4	131.0	436.8					131.0	
			43.7									
74.6	53.3	42.6	32.0	106.6	21.3	319.8	53.3	277.1	99.4	159.9	21.3	
	7.8	10.4	2.6	3.0	5.2	650.0	28.0	26.0	33.8	88.4	33.8	2.6
							26.0					
104.0		2.6		205.4	421.2		10.4	239.2	2.6	49.0	2.6	7.8
				260.0								
												0.3
										78.6		
26.2			26.2		5634.7		157.2	144.1	104.8			
			3.9		70.4	21.8	408.2	18.2				
					62.4		24.0		12.0	4.0		31.2
18.3			18.3				42.9	17.1		45.8		
							1.6					
							0.3					
		3.9								10.4		5.2
										2.0	0.8	
										18.2		36.4
							19.5					
28.1	45.7	43.7	67.1	35.9	72.8	145.6	95.6	114.4	131.0	27.0	12.5	
		4.2							2.1	4.2		
	39.0						780.0					

附表20. E 濠 St.1 の植物プランクトン生体量の季節変化

Appendix 20. Seasonal variations in biomass (volume) of phytoplankton in St.1 of

ml / m ³		1973									
		X	XI	XII	I	II	III	IV		V	
		21	19	17	28	25	25	7	25	21	
Flagellata	Monas group				1.3						
	<i>Mallomonas fastigata</i>	23.7			6500.5						
	<i>Peridinium</i> sp.										
	<i>Euglena</i> sp.	16.1				12.9		16.1			
	<i>Phacus acminatus</i>				4.0		92.7				
	<i>Chlamydomonas</i> sp.										
	<i>Pandorina morum</i>							748.8			
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>				20.0						
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	21.8	5.5	11.0	16.4		36.4				
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	4.2						4.2		16.6	
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	6.7			16.6	2.5	41.6				
	<i>Spirulina</i> sp.				1.3		0.1	0.7			
	<i>Phormidium</i> sp.	1.2									
	<i>Anabaena flos-aquae</i>							1.1		42.9	
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>	19.6	9.8						78.5	98.9	39.3
	<i>Cyclotella kützingeriana</i>	438.2	480.2	1218.6	33.5	866.5	42.2	559.0	117.4	10.4	
	<i>C. meneghiniana</i>	36.4									
	<i>Fragilaria construence</i>	5.2			5.2						
	<i>Synedra ulna</i>										
	<i>S. acus</i>	20.9	10.5								
	<i>Rhoicosphaenia</i> sp.										
	<i>Cocconeis placentula</i>	5.2									
	<i>Achnanthes</i> sp.										
	<i>Gyrosigma</i> sp.							78.0			
	<i>Pinnularia major</i>							87.4			
	<i>Navicula cryptocephala</i>										
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	1.0	1.0								
	<i>Cymbella turgida</i>							8.4	43.7		
	<i>Epithemia sorex</i>										
	<i>Eunotia robusta</i>										
<i>Nitzschia palea</i>	1.3										
<i>N. closterium</i>							15.6	2.6	2.6		
<i>N. acicularis</i>	2.6			36.4		1.0	23.4		2.6		
<i>Cymatopleura</i> sp.							260.0				
Chlorophyta	<i>Tetraedron trigonum</i>	2.0									
	<i>Pediastrum simplex</i>										
	<i>P. duplex</i>	6.6									
	<i>P. boryanum</i>							39.3			
	<i>Golenkinia radiata</i>	225.0	14.3			1.3					
	<i>Micactinium pusillum</i>	1.3		2.7	3.2			42.6	6.7	4685.8	
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	9.0			1.8						
	<i>Chlorella vulgaris</i>							520.0			
	<i>Coelastrum microporum</i>										
	<i>Chodatella quadriseta</i>							0.8			
	<i>Selenastrum westii</i>							2.1			
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	2.0			0.6						
	<i>Closteriopsis longissima</i>							7.5			
	<i>Actinastrum hantzschii</i>										
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	37.5	36.5			0.8	5.5	15.6		156.0	74.9
	<i>S. dimorphus</i>	78.0									
<i>S. acuminatus</i>							42.9				
<i>S. abundance</i>							19.5				
<i>Staurastrum</i> spp.											

Moat E.

1974										
VI		VII		VIII		IX		X	XI	
4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29
				13.0	32.5					
	2127.8							28.1		56.2
									8.1	16.1
						24.2				
							145.6			
				3.1			9.4	9.4		
	1310.0	3057.6	11138.4	8372.0	12066.6	2748.2	855.4	591.4	126.0	18.2
			7.8			7.8	7.8	23.4	7.8	
	3.9					11.7	23.4			
2.0					0.8	7.0	0.8			
60.1	480.5		17.2	17.2				25.7		
		39.2	19.6	15.7	7.9	78.5	52.0	39.3		58.9
	3.4	61.5		44.7	7.8	7.8	525.5	1059.8	1300.2	1138.1
				1.0			10.9			
		5.2	10.4		20.8		10.4		10.4	
2545.9				149.8						
		10.4				20.8	10.4	832.0	104.0	41.6
								1.0		
									3.1	
								17.6	17.6	
					2.9				2.9	
				87.4	43.7					
				10.7	10.7			10.7		
10.1	10.1									
5.2		5.2	2.6	15.6	26.0	15.6		5.2	7.8	23.4
		5.2		26.0		78.0	213.2	20.8	7.8	65.0
								0.3		
39.3	13.1	13.1	13.1		13.1		26.2	104.8		
	53.3	14.3	7.8	32.8	5.5	6.5				
72.9	8.0	8.0						8.0	4.0	31.2
							8.6		18.3	27.5
								5.2		
	1.3									
19.5	19.5				2.0				9.8	1.6
				9.1		9.1				18.2
									13.0	
318.2	303.7	93.6	74.9	193.4	101.9	58.2	27.0	187.2	83.2	52.0
							78.0	78.0		

附表21. E 濠St.6の植物プランクトン生体量の季変化

Appendix 21. Seasonal variations in biomass (volume) of phytoplankton in St.6 of

ml / m ³		1973									
		X	XI	XII	I	II	III	IV			
		21	19	17	28	25	25	7	25		
Flagellata	<i>Mallomonas fastigata</i>				2224.0						
	<i>Euglena</i> sp.	8.1			24.2						
	<i>Peridinium</i> sp.										
	<i>Phacus acuminatus</i>				8.1		6.5	96.7			
	<i>Chlamydomonas</i> sp.				2.1						
	<i>Trachelomonas</i> sp.										
	<i>Pandorina morum</i>				312.0						
Cyanophyta	<i>Merismopedia elegans</i>	9.1					0.1				
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	251.2	131.0				11.0	10.9	0.7	7.3	
	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	8.3							45.8	41.6	
	<i>Oscillatoria tenuis</i>			3.3					15.4		
	<i>Spirulina</i> sp.						10.4		0.5		
	<i>Phormidium</i> sp.								0.1		
	<i>Lyngbia</i> sp.										
Bacillariophyta	<i>Anabaena flos-aquae</i>	2.8	11.4								
	<i>Melosira granulata</i>	137.1		19.6							
	<i>M. varians</i>										
	<i>Cyclotella kützingiana</i>	751.2	1341.7	1196.3	559.0	648.4	55.9	648.4	20.1		
	<i>C. meneghiniana</i>			54.6			2.9	21.0			
	<i>Fragilaria construence</i>	104.0	10.4						31.2		
	<i>Synedra ulna</i>						30.7				
	<i>S. acus</i>	20.9			20.9			125.4		10.5	
	<i>Achnanthes</i> spp.						1.0				
	<i>Gyrosigma distortum</i>										
	<i>Stauroneis</i> sp.										
	<i>Pinnularia gibba</i>								8.4		
	<i>P. major</i>										
	<i>Navicula cryptocephala</i>								0.6	5.7	
	<i>N. spp.</i>										
	<i>Cymbella turgida</i>								8.4		
	<i>Gomphonema acuminatum</i>										
<i>Epithemia sorex</i>											
<i>Nitzschia palea</i>	15.6							7.8	0.5	5.2	
<i>N. acicularis</i>					2.6	20.8		0.5	31.2	2.6	
<i>Cymatopleura</i> sp.						260.0					
Chlorophyta	<i>Tetraedron trigonum</i>	13.1							1.4		
	<i>Pediastrum simplex</i>								78.6		
	<i>P. duplex</i>										
	<i>P. boryanum</i>										
	<i>Golenkinia radiata</i>	437.0	93.6	3.9			1.3	1.3			
	<i>Micractinium pusillum</i>	8.0	10.6				31.9	16.4	29.3	30.6	
	<i>Dictyosphaerium pusillum</i>	9.0					54.9	5.6	128.2		
	<i>Chlorella vulgaris</i>								513.5		
	<i>Coelastrum microporum</i>								3.3		
	<i>Chodatella</i> sp.								0.8		
	<i>Selenastrum westii</i>								4.2		
	<i>Closteriopsis longissima</i>								13.3		
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			3.9					0.8		
	<i>Closterium</i> sp.										
	<i>Actinastrum hantzschii</i>			1.2					6.0		
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	232.5			50.7	9.4	13.3	12.1	25.0	163.8	
	<i>S. dimorphus</i>			197.6							
<i>S. acuminatus</i>								43.9			

Moat E.

1974												
V	VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
		354.6								16.2	40.3	16.1
			28.1								84.2	168.5
		312.6								8.1		
							24.2					16.1
												291.2
41.6			6.2		28.1	6.2	12.5	18.8	6.2		6.2	
	273.0	1201.0	2002.0	12321.4	6734.0	11757.2	7698.6	1892.8	720.7	77.0	9.1	7.3
4.2	23.4				8.3		11.3		31.2			
		3.9			4.2							
					0.1							
0.6	5.4						11.7				1.3	
	51.5	154.4	8.6									
			58.9		11.8	19.6	78.5	130.0	157.0			
		4.5	196.8	1.1	23.5	7.8	34.3	476.0	862.1	1475.7	1475.7	2238.2
			7.3		2.6			7.3				
	3.1			5.2		26.4	41.6		93.6			
			49.9					49.9			49.9	
			31.2			10.4	41.6	20.8	593.8	153.2	52.0	312.0
									20.2			
									26.0			
				2.9			2.9		2.9			
									2.9			
									87.4			
			4.2					1.0				
								32.0				
2.6					5.2	31.2	33.8	20.8	23.4	5.2	15.6	10.4
	2.6		5.2		5.2		67.6	199.2	13.0	10.4	23.4	10.4
			260.0			1040.0			520.0	520.4		
									0.3			
170.4												
	13.1	39.3		39.3			26.2	65.5	79.2			
		39.0	31.2	7.8	81.9	2.7	1.3					
1725.2	564.4		8.0							12.0	62.4	62.5
											9.2	
		0.7								1.3		
1.0			0.2									
					9.1							
									3.9	3.9	0.8	0.8
	1310.4											
							13.0		13.0			
	419.3	482.6	273.0	68.6	486.6	224.6	112.3	87.4	193.4	95.7	52.0	12.5
104.5											2.1	
									4.2	4.2		

附表22. 各濠における植物プランクトン生体量の4種類グループおよび全量と優占種の
 Appexix 22. Seasonal variations in biomass (volume) of four algal groups and total
Mon. *Monas*, *Mal.* *Mallomonas*, *Eug.* *Eugelena*, *Chl.* *Chlamydomonas*.
Osc. *Oscillatoria*, *Pho.* *Phormidium*, *Mel.* *Melosira*, *Cyc.* *Cyclotella*,
Surirella. *Ped.* *Pediastrum*, *M.p.* *Micractinium p.*, *Clo.* *Closterium*.

	ml / m ³	1973												
		X			XI			III			IV		V	
		21	19	17	28	25	25	7	25	21	4			
A	Flagellata	60.5	—	0	0	0	0	0	0	2032.0	0			
	Cyanophyta	3.3	—	0	0	0	0.1	0.1	0	59.3	38.4			
	Bacillariophyta	2864.9	—	1872.3	1581.0	1664.3	1748.4	2403.0	585.0	1578.2	11742.6			
	Chlorophyta	19.5	—	21.3	96.2	0	2.3	33.0	7.4	92.2	85.0			
	Total	2948.2	—	1893.6	1677.2	1664.3	1750.7	2436.1	592.4	3761.7	11866.0			
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 60	—	<i>Cyc.</i> 95	<i>Cyc.</i> 55	<i>Cyc.</i> 93	<i>Cyc.</i> 78	<i>Cyc.</i> 75	<i>Cyc.</i> 93	<i>Chl.</i> 54	<i>Syn.</i> 96			
B	Flagellata	149.1	—	16.1	718.9	24.1	81.5	4572.0	362.7	0	1084.2			
	Cyanophyta	12.6	—	0	0	0	0.1	0.1	0	5.2	19.5			
	Bacillariophyta	1146.2	—	3199.3	717.3	14916.1	341.1	469.7	484.0	1685.6	10764.8			
	Chlorophyta	294.2	—	64.1	29.5	34.0	1.3	20.8	265.9	403.5	1103.9			
	Total	1602.1	—	3279.5	1465.7	14974.2	424.0	5062.6	1112.9	2094.3	12972.4			
	Dominant sp. %	<i>Mel.</i> 37	—	<i>Cyc.</i> 69	<i>Mal.</i> 48	<i>Cyc.</i> 98	<i>Cyc.</i> 53	<i>Chl.</i> 90	<i>Chl.</i> 33	<i>Nit.</i> 29	<i>Syn.</i> —			
C	Flagellata	24.1	—	16.1	137.9	16.1	97.5	1346.0	12.1	40.0	28.1			
	Cyanophyta	21.8	—	0	0	0	0.1	3.1	8.4	87.0	2152.5			
	Bacillariophyta	1934.7	—	3360.4	1204.7	1941.6	2085.0	3487.0	1726.5	1034.6	1710.2			
	Chlorophyta	189.1	—	66.5	6.0	19.7	19.4	444.1	159.0	217.6	139.0			
	Total	2170.0	—	3443.0	1345.6	1977.4	2202.0	5280.7	1906.0	1379.2	4029.8			
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 33	—	<i>Cyc.</i> 88	<i>Cyc.</i> 62	<i>Cyc.</i> 85	<i>Cyc.</i> 74	<i>Cyc.</i> 37	<i>Cyc.</i> 73	<i>Nit.</i> 25	<i>Ana.</i> 53			
D	Flagellata	32.2	8.1	8.1	0	4.0	14.1	0	8.1	132.9	44.0			
	Cyanophyta	0	1.7	0	0	0.6	0	0.4	5.8	4255.0	345.5			
	Bacillariophyta	2740.9	827.6	1782.4	976.0	1539.7	1826.5	1473.6	1512.7	1829.9	8220.7			
	Chlorophyta	75.4	31.8	939.7	9.2	0.8	4.7	78.8	256.2	72.6	84.7			
	Total	2849.0	869.2	2730.2	985.2	1545.1	1844.9	1552.8	1782.8	6290.4	8694.7			
	Dominant sp. %	<i>Syn.</i> 38	<i>Cyc.</i> 66	<i>Cyc.</i> 63	<i>Sur.</i> 59	<i>Cyc.</i> 77	<i>Cyc.</i> 57	<i>Cyc.</i> 35	<i>Cyc.</i> 60	<i>Ana.</i> 67	<i>Syn.</i> —			
E St.1	Flagellata	16.1	0	23.7	0	6517.4	1.3	108.8	748.8	15.6	0			
	Cyanophyta	26.0	6.7	17.7	16.6	20.2	0.1	79.8	4.2	79.9	62.1			
	Bacillariophyta	484.9	532.9	1232.7	33.5	908.1	51.6	1140.6	218.9	89.9	2561.2			
	Chlorophyta	271.5	102.2	39.2	0.8	7.5	27.2	97.5	757.6	4904.8	449.9			
	Total	798.5	641.8	1313.3	50.9	7453.2	80.2	1426.7	1729.5	5090.1	3073.2			
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 55	<i>Cyc.</i> 76	<i>Cyc.</i> 93	<i>Cyc.</i> 66	<i>Mal.</i> 87	<i>Cyc.</i> 53	<i>Cyc.</i> 39	<i>Pan.</i> 43	<i>M.p.</i> 92	<i>Syn.</i> 83			
E St.6	Flagellata	8.1	0	0	0	2256.3	8.6	97.7	312.0	0	0			
	Cyanophyta	271.4	145.7	0	11.1	21.3	0.7	69.0	41.7	46.4	353.3			
	Bacillariophyta	1029.1	1406.7	1239.4	820.0	677.0	121.3	836.9	64.4	2.6	5.7			
	Chlorophyta	699.6	306.7	54.6	64.3	46.5	37.0	54.3	983.5	2001.1	2307.2			
	Total	2008.2	1859.1	1294.0	895.4	3001.1	167.6	1083.9	1406.6	2050.1	2666.2			
	Dominant sp. %	<i>Cyc.</i> 37	<i>Cyc.</i> 72	<i>Cyc.</i> 92	<i>Cyc.</i> 62	<i>Mal.</i> 74	<i>Cyc.</i> 32	<i>Cyc.</i> 62	<i>Chl.</i> 37	<i>M.p.</i> 84	<i>Clo.</i> 49			
Inflowing drainage	Flagellata	0	—	—	—	0	0	—	5.0	0	0			
	Cyanophyta	139.5	—	—	—	28.3	260.0	—	0.1	3.7	0			
	Bacillariophyta	12.5	—	—	—	123.1	227.8	—	80.7	188.5	54.1			
	Chlorophyta	0	—	—	—	0	0	—	0.3	0	0			
	Total	152.0	—	—	—	151.4	487.8	—	86.1	192.2	54.1			
	Dominant sp. %	<i>Osc.</i> 81	—	—	—	<i>Syn.</i> 33	<i>Osc.</i> 47	—	<i>Cymb.</i> 70	<i>Cymb.</i> 57	<i>Cymb.</i> 81			

季節変化

phytoplankters and of dominant species in each moat.

Tra. *Trachelomonas*, *pan.* *Pandorina*, *M. a.* *Microcystis a.* *Ana.* *Anabaena*,
Syn. *Synedra*, *Pin.* *Plnnularia*, *Cymb.* *Cymbella*, *Cyma.* *Cymatopleura*, *Sur.*

1974											
VI	VII		VIII		XI		X	X	XI		XII
17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16	
0	28.1	8.1	132.9	160.7	934.9	124.8	16.1	0	672.4	619.3	
0	3.1	0	3.1	8.1	22.7	0	0	0	0	0	
18107.6	1636.2	3851.5	1953.4	1327.4	1018.8	1282.1	1924.7	1769.4	1545.9	335.1	
72.9	122.0	4.7	34.6	40.7	185.4	66.8	81.7	69.7	29.2	20.8	
18180.5	1789.4	3864.3	2124.0	1536.9	2155.8	1473.7	2022.5	1839.1	2247.5	975.2	
<i>Syn.</i>	<i>Syn.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Chl.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Chl.</i>	
98	33	65	40	44	31	56	52	74	36	35	
842.4	120.4	804	161.2	0	34.6	36.2	0	103.5	71.0	904.8	
0	0	54.6	0	0	0	0	0	24.2	0.8	0	
1651.9	1733.0	4086.7	1827.6	3891.4	7144.4	1950.7	2889.1	2055.3	789.6	319.9	
1811.5	502.2	1597.3	2354.3	5774.0	1562.8	773.0	612.2	478.4	321.8	81.7	
4305.8	2355.6	5819.0	4343.0	9665.4	8741.8	2759.9	3501.3	2661.4	1183.2	1306.4	
<i>Syn.</i>	<i>Cyma.</i>	<i>Cyma.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Mel.</i>	<i>Mel.</i>	<i>Mel.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Mal.</i>	
23	44	27	24	58	78	65	52	40	91	62	
0	0	124.8	387.7	104241.8	112.3	32.2	80.6	0	1402.2	3339.5	
2892.2	292.0	0	36.7	445.4	0	66.5	0	0	0	0	
619.3	448.6	1961.2	673.9	3336.8	2456.8	2748.8	2842.8	3670.4	1709.8	738.9	
303.1	1355.3	970.4	64.6	1103.4	1451.6	945.7	589.4	326.5	263.1	267.7	
3814.7	2095.9	3056.4	1162.9	109127.4	4020.7	3793.2	3512.8	3996.9	3374.7	4346.1	
<i>Ana.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Mel.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Mon.</i>	<i>Mel.</i>	<i>Mel.</i>	<i>Syn.</i>	<i>Syn.</i>	<i>Tra.</i>	<i>Tra.</i>	
75	50	30	28	95	34	39	49	48	40	56	
2124.8	8.1	36.2	36.2	2737.8	1269.3	168.5	40.4	39.9	0	140.4	
2070.9	65.5	0	165.6	546.0	25.2	0	15.6	8.6	0	0	
7193.6	936.5	2039.0	3486.0	2552.3	804.8	3942.6	1313.9	3013.7	1797.0	262.7	
51.8	115.5	35.9	5840.3	947.4	749.3	325.7	249.9	172.0	13.9	72.8	
9441.1	1125.6	2111.1	9528.1	6783.5	2848.6	4436.8	1619.8	3234.2	1810.9	475.9	
<i>Syn.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Pan.</i>	<i>Chl.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Syn.</i>	<i>Syn.</i>	
74	48	41	59	37	41	54	40	33	57	43	
2127.8	0	0	13.0	32.5	24.2	145.6	28.1	8.1	72.3	—	
1794.4	3057.6	11163.4	8392.3	12067.4	2774.2	896.8	649.9	133.8	18.2	—	
13.5	126.7	22.2	350.9	119.8	200.7	822.8	1981.2	1453.8	1327.0	—	
398.9	124.0	95.8	235.3	122.5	73.8	109.8	378.3	133.5	130.4	—	
4334.6	3308.3	11281.4	8978.5	12342.2	3072.9	1974.6	3037.5	1729.2	1547.9	—	
<i>Eug.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Nit.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	—	
49	92	97	93	98	24	43	35	75	74	—	
667.2	28.1	0	0	0	24.2	291.2	0	24.3	124.5	200.7	
1359.3	2016.8	12321.4	6774.7	11763.4	7834.1	1911.6	758.1	77.0	16.6	7.3	
4.5	613.5	9.2	48.3	1135.4	300.3	756.0	2375.1	2164.5	1616.6	2571.0	
561.6	312.4	115.7	577.6	227.3	152.8	153.2	293.7	117.1	126.5	75.8	
2592.6	2970.8	12446.3	7400.6	13126.1	8311.4	3112.0	3429.9	2382.9	1884.2	2854.8	
<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	
46	67	99	91	90	93	61	25	62	78	78	
—	0	0	1.6	—	0	0.9	0	—	—	—	
—	0.2	27.0	24.6	—	0.3	0.5	13.0	—	—	—	
—	44.3	55.1	5.2	—	15.0	5.7	1.3	—	—	—	
—	0.5	0.9	1.8	—	0	0	0	—	—	—	
—	45.0	83.0	33.2	—	15.3	7.1	14.3	—	—	—	
—	<i>Cymb.</i>	<i>Pin.</i>	<i>Pho.</i>	—	<i>Mel.</i>	<i>Cymb.</i>	<i>Osc.</i>	—	—	—	
—	67	53	72	—	31	70	69	—	—	—	

附表24 C濠とD濠の動物プランクトン個体数の季節変化

Appendix 24. Seasonal variations in number of zooplankton individuals in Moat

inds./ℓ		C															
		1973		1974													
		X	XI	I	II	III	IV	V	VI		VII		VIII		IX		X
		21	17	28	25	25	25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21
Protozoa	<i>Arcella vulgaris</i>	0.4	0.4		1.2		1.6	1.6	4.8		5.6		0.8	3.2	1.6		
	<i>Centropyxis acureata</i>				0.4		2.4		2.4	0.8		0.4					
	<i>Vorticella</i> sp.	0.6															
	<i>Carchesium polypinum</i>	4.8															
Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>		2.8	0.8	0.8	11.2		1.2	1.6		0.8		1.6	5.6			
	<i>Conochilus hippocrepis</i>																
	<i>Synchaeta stylata</i>																
	<i>Polyarthra trigla</i>	0.8															
	<i>Trichocerca capucina</i>																
	<i>Asplanchna priodonta</i>																
	<i>Brachionus calyciflorus</i>	27.2	1.8	6.0	8.8	28.8	44.8	24.0	400.0	54.0	176.0	30.8	426.4	1.6	20.8		
	<i>B. dimidiatus</i>		0.8 1.2														
	<i>B. angularis</i>		0.4 1.6 16.0														
	<i>B. budapestinensis</i>	1.6															
	<i>B. quadridentatus</i>																
	<i>B. rubens</i>		0.8		0.8		0.8	1.2	0.8								
	<i>B. plicatulus</i>																
	<i>Keratella cochlearis</i>	0.4															
	<i>K. cruciformis</i>		4.4 0.8 16.0														
	<i>Notholca labis</i>																
	<i>Colurella</i> sp.		0.8														
	<i>Euchlanis dilatata</i>																
	<i>Lecane rhenana</i>		0.4														
	<i>L. luna</i>																
<i>Monostyla closterocerca</i>																	
<i>Mytilina ventralis</i>		2.4															
<i>Filinia longiseta</i>		0.4		4.8		2.0											
<i>F. passa</i>																	
<i>Trichotria tetractis</i>																	
Crustaceae	<i>Diaphanosoma brachyrum</i>																
	<i>Alona guttata</i>		1.2														
	<i>Moina macrocopa</i>																
	Nauplius	1.2	0.4	0.4		0.8		0.4		4.8	1.6	12.0	2.0	0.4	1.6		
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>																
	<i>Eucyclops serrulatus</i>	0.4	0.4	1.2 1.2 4.8 0.8 8.0 0.8													
<i>Palaemon paucidens</i>																	
Others	Water mite																
	Agrionidae larvae		0.4														
	Chironomid larvae																
	Nematoda		0.4		2.0		0.4										
	<i>Nais</i> sp.																
Tardigrada		0.4															

附表 25. E 濠の動物プランクトン個体数の季節変化

Appendix 25. Seasonal variations in number of zooplankton individuals in Moat E.

	inds./ℓ	1973				I	II	III	IV			
		IX	X	XI	XII				28	25	25	7
		23	21	19	17							
Prot.	<i>Arcella vulgaris</i>											
	Holotrichida	2.0										
E	<i>Vorticella</i> sp.					1.6						
	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>			0.4	9.6	1.6					
St. 6	<i>Synchaeta stylata</i>			0.4			0.4	8.0				
	<i>Polyarthra trigla</i>	4.0	2.2	0.4								
St. 6	<i>Trichocerca capucina</i>	2.0						2.4				
	<i>Asplanchna priodonta</i>							453.6				
St. 6	<i>Brachionus calyciflorus</i>	6.0	0.4	0.4	56.4	22.0	117.6	664.0	453.6			
	<i>B. budapestinensis</i>			2.4					4.8			
St. 6	<i>B. quadridentatus</i>							56.0				
	<i>B. dimidiatus</i>							4.0				
St. 6	<i>B. angularis</i>			8.0		4.8	12.8	32.0				
	<i>B. rubens</i>							4.0				
St. 6	<i>B. plicatilis</i>							4.0				
	<i>Keratella cochlearis</i>	8.0						4.0				
St. 6	<i>K. cruciformis</i>							26.0				
	<i>Anuraeopsis fissa</i>					0.4						
St. 6	<i>Colurella</i> sp.							26.0				
	<i>Lecane haliclysta</i>							26.0				
St. 6	<i>L. rhenana</i>							26.0				
	<i>Mytilina ventralis</i>							26.0				
St. 6	<i>Filinia longiseta</i>							26.0				
	<i>Filinia longiseta</i>							26.0				
Crust.	<i>Diaphanosoma brachyrum</i>							1.2				
	<i>Moina macrocopa</i>							1.2				
Crust.	Nauplius							1.2				
	<i>Eucyclops serrulatus</i>							1.2				
Others	Chironomid larvae							0.8				
	Nematoda							0.8				
Pro.	<i>Arcella vulgaris</i>			0.2	0.2			0.8				
	<i>Vorticella</i> sp.							1.2				
E	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>	8.0		0.6	0.4						
	Rotatoria	<i>Synchaeta stylata</i>	2.0						2.0			
St. 1	Rotatoria	<i>Polyarthra trigla</i>							2.0			
	Rotatoria	<i>Trichocerca capucina</i>							1.6			
St. 1	Rotatoria	<i>Asplanchna priodonta</i>							1.6			
	Rotatoria	<i>Brachionus calyciflorus</i>	2.0	0.4	9.6		16.0	2.8	954.0	104.0		
St. 1	Rotatoria	<i>B. dimidiatus</i>							0.8			
	Rotatoria	<i>B. budapestinensis</i>			0.8				3.2			
St. 1	Rotatoria	<i>B. quadridentatus</i>							3.2			
	Rotatoria	<i>B. angularis</i>			1.2		4.0	0.4	12.0			
St. 1	Rotatoria	<i>B. rubens</i>			0.4		4.0	0.8	6.0			
	Rotatoria	<i>B. plicatilis</i>							6.0			
St. 1	Rotatoria	<i>Keratella cochlearis</i>					0.4		36.0			
	Rotatoria	<i>K. cruciformis</i>							36.0			
St. 1	Rotatoria	<i>Colurella</i> sp.							36.0			
	Rotatoria	<i>Euchlanis dilatata</i>							36.0			
St. 1	Rotatoria	<i>Lecane haliclysta</i>							36.0			
	Rotatoria	<i>L. rhenana</i>							36.0			
St. 1	Rotatoria	<i>L. luna</i>							36.0			
	Rotatoria	<i>Lepadella</i> sp.							36.0			
St. 1	Rotatoria	<i>Mytilina ventralis</i>							40.0			
	Rotatoria	<i>Filinia longiseta</i>							40.0			
St. 1	Rotatoria	<i>Filinia longiseta</i>							40.0			
	Rotatoria	<i>Trichotria tetractis</i>							40.0			
St. 1	Rotatoria	<i>Ploesoma truncatum</i>			0.6				40.0			
	Rotatoria	<i>Ploesoma truncatum</i>			0.6				40.0			
Crus.	<i>Moina macrocopa</i>							1.2				
	Nauplius							1.2				
Crus.	<i>Eucyclops serrulatus</i>							1.2				
	<i>Eucyclops serrulatus</i>							1.2				
Others	Agrionidae larvae							0.4				
	Chironomid larvae							0.4				
Others	Nematoda			0.4				0.4				
	Tardigrada			0.4				0.4				

1 9 7 4													
	V	VI		VII		VIII		IX			XI		XII
25	21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
0.4					1.6								
										0.4			
		1.6											
2.0	23.2	1.6		1.6						0.8		0.4	0.4
	48.0		1.2							0.8	0.4	0.4	2.0
2.4		6.4			0.8	0.8	6.0	3.2	16.0	4.8			
	60.0	136.0	360.0	12.8	42.4	4.8	29.6	42.4	164.0	573.6	100.8	66.8	110.0
										0.8			
	6.4												
	1.6									1.6		0.4	0.4
													0.4
0.8	14.4	11.2								48.8		2.4	
	1.6		1.2										
										19.2			
											0.4		
		12.8			0.8		2.4			1.6			
							3.6						
	3.2				2.4								
1.2		3.2	1.2		0.8	0.8	2.0	5.6	6.4	0.8	0.4	1.6	0.4
						0.4		2.0			0.8	4.4	0.4
										0.8			
												0.4	
	0.8	1.6	1.2		1.6			1.6		1.2			
	1.2	1.6											
	1.6		4.8							1.2			
	0.8	1.6	5.6							1.2			
0.4	3.6	310.4	400.8	0.4			17.6	5.2	6.4	2.4			
	0.4	284.8		1.2	13.6		146.4	33.6	68.0	355.2			
0.4													
	0.8		2.4							0.4			
	0.8	16.0								12.0			
			9.6										
										127.2			
		4.0					1.6			3.6			
0.4													
0.4		4.8	6.0				1.6						
	0.4	3.2			1.6		0.4			7.2			
		1.6			1.6		0.8	3.2					
								0.4					
								0.8					
	0.4							0.8					

附表26. 各瀬における動物プランクトン個体数の4動物グループおよび全個体数と優占種
 Appendix 26. Seasonal variations in individual number of four animal groups and
Arc. ...*Arcella*, *Car.* ...*Carchesium*, *Rot.* ...*Rotaria*, *Syn.* ...
Br. ...*Brachionus*, *Ker.* ...*Keratella*, *Cop.* ...*Copepoda*.

	inds./ℓ	1973									
		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV		V
			21	19	17	28	25	25	7	25	21
A	Protozoa	—	0.8	—	0	0.4	0	0	0	0	0.4
	Rotatoria	—	8.0	—	2.6	4.0	6.8	38.0	27.6	0	10.8
	Crustaceae	—	0.4	—	0.8	0.4	1.2	0.8	4.0	0.8	4.4
	Others	—	0.4	—	0	0	0	0.4	0	0.4	0.4
	Total	—	9.6	—	3.4	4.8	8.0	39.2	31.0	1.2	16.0
	Dominant sp.	—	<i>Rot.</i>	—	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Br.</i>
	%	—	33	—	29	50	75	92	80	—	60
B	Protozoa	—	0.4	—	48.0	0.8	0	0	0.8	1.2	1.6
	Rotatoria	—	7.2	—	2.0	9.2	2.0	22.8	21.2	0.4	2.0
	Crustaceae	—	2.4	—	0	0.8	1.2	0	0.8	0.4	0.4
	Others	—	0	—	0	0.8	0	0	0	0.8	0
	Total	—	10.0	—	50.0	11.6	3.2	22.8	22.8	2.8	4.0
	Dominant sp.	—	<i>Pol.</i>	—	<i>Car.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Arc.</i>
	%	—	32	—	96	40	25	84	83	—	20
C	Protozoa	—	0.4	—	0.6	0.4	0	0	—	1.6	1.6
	Rotatoria	—	29.6	—	2.2	8.8	10.4	32.4	—	0	55.2
	Crustaceae	—	1.2	—	0.8	0	0	0.4	—	0	0.8
	Others	—	0	—	0	0.4	0	0.4	—	0	0
	Total	—	31.2	—	3.6	9.6	10.4	33.2	—	1.6	57.6
	Dominant sp.	—	<i>Br.</i>	—	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	—	<i>Br.</i>
	%	—	87	—	50	63	85	87	—	—	78
D	Protozoa	—	0.4	0	0.8	0	0	0.8	0	0.8	2.8
	Rotatoria	—	26.4	10.4	9.2	4.4	8.0	433.6	197.6	0	2.0
	Crustaceae	—	1.2	0	0.8	0.8	0.4	5.6	3.2	3.6	0
	Others	—	0	0	0.2	0.4	0	0	0	2.8	0.4
	Total	—	28.0	10.4	11.0	5.6	8.4	440.0	200.8	7.2	5.2
	Dominant sp.	—	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Rot.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Arc.</i>
	%	—	64	69	60	36	57	89	96	—	46
E St.1	Protozoa	0	0	0.2	0.2	0	1.2	0	0.8	0	0.8
	Rotatoria	12.0	0	0.6	11.8	20.8	4.0	1050.0	109.6	1.6	9.2
	Crustaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
	Others	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0.4
	Total	12.0	0	1.2	12.0	20.8	5.2	1050.0	110.4	1.6	10.8
	Dominant sp.	<i>Rot.</i>	—	<i>Rot.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Br.</i>
	%	67	—	60	80	77	54	91	95	—	33
E St.6	Protozoa	2.0	0	0	0	0	1.6	0	0	0.4	0
	Rotatoria	20.0	3.6	3.6	64.4	36.8	132.8	738.0	516.8	5.2	155.2
	Crustaceae	0	0	0	1.2	0	0	0	0	1.2	3.2
	Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	22.0	3.6	3.6	65.6	36.8	134.4	738.0	516.8	6.8	158.4
	Dominant sp.	<i>Br.</i>	<i>Ker.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Br.</i>
	%	35	56	67	86	60	88	90	88	—	38

の季節変化

total zooplankters and of dominant species in each moat.

Synchaeta, *Pol.* ... *Polyarthra*, *Tri.* ... *Trichocerca*, *Asp.* ... *Asplanchna*,

1974											
VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
1.6	2.4	1.2	0.4	1.2	4.4	0.4	0.4	0.8	0.4	0	0
58.0	27.2	2.4	10.8	4.4	26.4	7.2	5.2	52.4	26.8	7.6	8.8
27.2	0.8	0.4	0.4	0.8	1.6	0	0.8	5.2	12.8	8.8	29.6
0.4	0.8	0.4	0	1.2	0	0	0	0	0.4	0.4	0
87.2	31.2	4.4	11.6	7.6	32.4	7.6	6.4	58.4	40.4	16.8	38.4
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Syn.</i>	<i>Cop.</i>	<i>Cop.</i>
40	31	36	83	53	68	84	81	64	50	52	77
4.0	5.2	1.6	1.6	1.6	0	0.8	1.6	2.0	0.4	6.0	—
67.2	36.8	0	6.4	1.2	5.2	8.4	8.0	18.8	6.0	7.2	—
0	0.8	2.0	3.6	0.4	3.2	2.8	2.0	4.8	0	6.0	—
0	0.8	0	0.4	0	0	0	0	0.4	0	0.8	—
71.2	43.6	3.6	12.0	3.2	8.4	12.0	11.6	26.0	6.4	20.0	—
<i>Tri.</i>	<i>Tri.</i>	<i>Cop.</i>	<i>Br.</i>	<i>Arc.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Rot.</i>	<i>Cop.</i>	—
47	59	56	33	38	62	70	69	69	63	30	—
1.6	4.8	7.2	2.4	5.6	1.6	3.2	0.4	1.6	4.8	3.6	1.2
30.2	408.4	54.0	184.0	32.4	466.4	3.2	0	27.2	8.8	8.8	20.8
0	2.4	1.6	9.6	2.4	20.0	2.0	0.4	2.4	0.8	2.0	8.0
2.0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.4	0.8	0	0
42.8	415.6	62.8	196.0	40.4	488.0	8.8	0.8	31.6	15.2	14.4	30.0
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	—	<i>Br.</i>	<i>Arc.</i>	<i>Arc.</i>	<i>Br.</i>
56	96	86	90	76	87	—	—	66	32	25	35
1.6	1.2	3.6	3.2	4.8	1.6	2.0	1.6	2.4	2.0	0.8	—
419.2	1134.8	107.2	70.4	49.6	132.0	13.6	8.0	18.4	4.8	12.0	—
11.2	2.8	5.2	2.4	11.2	6.8	0	10.4	4.8	2.8	7.2	—
3.2	1.2	0.8	0	0	2.4	0	1.6	0	0.8	0.8	—
435.2	1140.0	117.2	76.0	65.6	142.8	15.6	21.6	25.6	10.4	20.8	—
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Cop.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—
83	88	74	83	65	86	72	47	48	20	20	—
1.6	1.2	0	1.6	—	0	1.6	0	1.2	—	—	—
623.2	429.2	1.6	13.6	—	167.2	38.8	74.4	503.2	—	—	—
4.8	0	0	3.2	—	4.8	3.6	0	7.2	—	—	—
0	0	0	0	—	1.6	0	0	0	—	—	—
629.6	430.0	1.6	18.4	—	173.6	44.0	74.4	511.6	—	—	—
<i>Asp.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	—	—
49	93	—	74	—	84	76	91	69	—	—	—
0	0	1.6	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0
169.6	363.0	14.4	44.0	5.6	38.0	45.6	180.0	652.8	101.6	70.4	113.2
3.2	1.2	0	3.2	1.2	5.6	7.6	6.4	0.8	1.2	6.0	0.8
0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0.4	0
178.8	364.0	16.0	47.2	6.8	43.6	53.2	187.2	654.0	102.8	76.8	114.0
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>
79	99	80	90	71	68	80	88	88	98	87	97

附表27. A 濠とB 濠の動物プランクトン重量(乾量)の季節変化

Appendix 27. Seasonal variations in biomass (dry weight) of zooplankton in

		mg/m ³	1 9 7 3		I	II	III	IV		V
			X	XII				7	25	
			21	17						
A	Prot.	<i>Arcella vulgaris</i>			0.02				0.02	
		<i>Centropyxis acureata</i>	0.04							
		Holotrichida <i>Vorticella</i> sp.								
	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>			0.32			0.24		
		<i>Conochilus hippocrepis</i>								
		<i>Synchaeta stylata</i>	0.64	0.04						
		<i>Polyarthra trigla</i>								
		<i>Trichoceroa capucina</i>		0.02		0.04				0.16
		<i>Asplanchna priodonta</i>								
		<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.48	0.20	0.48	1.20	7.20	4.96		1.92
		<i>B. dimidiatus</i>								
		<i>B. quadridentatus</i>						0.24		
<i>B. angularis</i>										
<i>B. budapestinensis</i>			0.04							
<i>B. rubens</i>							0.12			
<i>B. plicatilis</i>										
<i>Keratella cochlearis</i>			0.01							
<i>K. cruciformis</i>										
<i>Colurella</i> sp.							0.02			
<i>Trichotria tetractis</i>	0.03			0.03						
<i>Lecane rhenana</i>										
<i>L. luna</i>	0.04									
<i>Monostyla closterocerca</i>		0.04								
<i>Mytilina ventralis</i>		0.12				0.24				
<i>Filinia passa</i>								0.06		
Crust.	<i>Alona guttata</i>		0.60				0.40	0.80		
	Nauplius	0.40	0.20	0.40	0.80	0.80	2.80		4.00	
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>				1.52					
	<i>Eucyclops serrulatus</i>						3.04		1.52	
B	Protozoa	<i>Arcella vulgaris</i>	0.02					0.04	0.06	0.04
		<i>Centropyxis acureata</i>			0.04					0.04
		Holotrichida <i>Vorticella</i> sp.								
		<i>Carchesium polypinum</i>		0.63						
		<i>Rotaria rotatoria</i>	0.08		0.64	0.08		0.08		
	Rotatoria	<i>Conochilus hippocrepis</i>								
		<i>Synchaeta stylata</i>		0.16						
		<i>Polyarthra trigla</i>	0.64							0.08
		<i>Trichocerca capucina</i>								
		<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.08	0.12	0.88		3.84	3.76		0.16
		<i>B. dimidiatus</i>								
		<i>B. budapestinensis</i>	0.40							
<i>B. quadridentatus</i>							0.32		0.08	
<i>B. angularis</i>						0.12	0.18			
<i>B. rubens</i>										
<i>Keratella cochlearis</i>		0.56		0.11						
<i>K. cruciformis</i>										
<i>Notholca labis</i>					0.03					
<i>Lepadella</i> sp.								0.08		
<i>Colurella</i> sp.										
<i>Lecane luna</i>	0.80			0.08						
<i>L. haliclysta</i>							0.08			
<i>Mytilina ventralis</i>		0.12		0.08		0.48				
<i>Filinia passa</i>								0.06		
Crust.	Nauplius	2.00		0.80	0.80		0.40			
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>				1.52					
	<i>Eucyclops serrulatus</i>	1.52					3.04		1.52	

Moat A and Moat B.

1 9 7 4											
VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
0.08		0.06		0.06	0.20	0.02	0.02	0.04	0.02		
	0.16	0.02			0.02						0.06
	0.02										
0.32			0.16		0.08				0.08	0.16	
0.03								28.0	4.00	0.72	0.32
	0.16					0.08		0.08	0.32	0.24	1.04
0.64	0.72	0.04			0.04						
	0.35										
7.04	1.92	0.32	1.92	0.80	4.40	1.28	1.04	7.52	0.32		0.32
0.24					0.48						
	0.16	0.08			0.16				0.16		
	0.04								0.02	0.02	
	0.34								0.24		
						0.03		0.03		0.11	0.03
0.16									0.06		
1.60	0.48		0.08	0.08	0.08						
1.60					4.96			2.80	8.80	2.80	22.80
9.60	0.80	0.40									
60.80			1.52	3.04			3.04	9.12	15.56	22.80	25.84
0.04	0.14	0.04	0.08	0.06		0.02		0.10	0.02	0.12	
		0.04		0.02		0.02	0.08			0.18	
0.32	0.16										
	0.02										
0.64									0.80	0.88	
0.25	0.03										
									0.16	0.08	
0.64	0.32										
3.36	2.56										
1.44	1.28		0.80	0.08	1.04	1.68	1.60	3.60	0.16	0.24	
			0.06	0.16							
											0.04
0.14			0.14					0.06	0.03	0.03	
0.04	0.08										
0.12											
		2.00	3.20		2.40	2.00	1.20	2.80		4.80	
	3.04		1.52	1.52	3.04	3.04	3.04	7.60		4.56	

附表28. C濠とD濠の動物プランクトン重量(乾量)の季節変化
 Appchdix 28. Seasonal variations in biomass (dry weight) of zooplankton in

mg/m ³		1 9 7 3								
		XI	XII	I	II	III	IV		V	
		19	17	28	25	25	7	25	21	
C	Prot.	<i>Arcella vulgaris</i> <i>Centropyxis acureata</i> <i>Vorticella</i> sp. <i>Carcehesium polypinum</i>	0.02		0.02			0.06		0.08
				0.02			0.02			
	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i> <i>Syncheata stylata</i> <i>Polyarthra trigla</i> <i>Trichocerca capucina</i> <i>Asplanchna priodonta</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>B. dimidiatus</i> <i>B. budapestinensis</i> <i>B. angularis</i> <i>B. rubens</i> <i>B. quadridentatus</i> <i>Keratalla cochlearis</i> <i>K. cruciformis</i> <i>Notholca labis</i> <i>Colurella</i> sp. <i>Euchlanis dilatata</i> <i>Lecane rhenana</i> <i>Mytilina ventralis</i> <i>Trichotria tetractis</i> <i>Filinia longiseta</i>	0.16		0.56	0.16	0.16			0.56 0.12
			5.44	0.36	1.20	1.76	5.26			8.96
			0.32				0.20			0.02
				0.03		0.12				0.16
										0.31
										0.08
							0.48			
										0.06
	Crust.	<i>Alona guttata</i> Nauplius <i>Eucyclops serrulatus</i>	1.20	0.40			0.40			0.80
				1.52	1.52					
D	Prot.	<i>Arcella vulgaris</i> <i>Centropyxis acureata</i>		0.04			0.04		0.04	0.12 0.02
	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i> <i>Conochilus hippocrepis</i> <i>Synchaeta stylata</i> <i>Polyarthra trigla</i> <i>Trichocerca capucina</i> <i>Asplanchna priodonta</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>B. budapestinensis</i> <i>B. quadridentatus</i> <i>B. angularis</i> <i>B. rubens</i> <i>B. plicatilis</i> <i>Keratella cochlearis</i> <i>K. cruciformis</i> <i>Euchlanis dilatata</i> <i>Lecane rhenana</i> <i>L. luna</i> <i>Monostyla closterocerca</i> <i>Mytilina ventralis</i> <i>Filinia longiseta</i> <i>F. passa</i>	0.32		0.40		1.60			
			0.16	0.04						
				1.22	0.32	0.64	78.56	38.72		0.32
			1.44					0.80		0.08
				0.12			0.72	0.72		
			0.06		0.06					
	Crustaceae	<i>Diaphanosoma brachyrum</i> <i>Alona guttata</i> <i>Moina macrocopa</i> Nauplius <i>Mesocyclops leuckarti</i> <i>Eucyclops serrulatus</i> <i>Palaemon paucidens</i>			0.40		0.80	0.80	1.60	
					0.40		1.60	0.80	2.00	
						1.52	3.04			
				3.04			6.08	6.08		
						40.00				

Moat C and Moat D.

1 9 7 4											
VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
0.08		0.24		0.28	0.04	0.16		0.08	0.24	0.18	
		0.12	0.12		0.04		0.02				0.06
	0.06										
2.24	0.24		0.32		0.16	0.32		1.12	0.80	0.48	0.80
								0.16	0.16	0.24	
									0.08		
4.80	80.00	10.80	2.46	0.70	0.32	0.32		4.16	0.40	0.80	2.08
0.12	0.18		35.20	6.16	85.81						
0.08					0.80				0.02	0.04	0.24
0.16	0.24				0.16						
			0.06		1.12				0.06		
0.04											0.06
									0.06		
										0.03	0.06
	0.72				0.30						
	1.20										
		0.40	4.80	1.60	12.00	2.00	0.40	1.60		1.60	5.60
	4.56	4.56	18.24	3.04	30.40			3.04	3.04	1.52	9.12
0.08	0.06	0.18	0.16	0.24	0.04	0.10	0.08	0.20	0.10	0.04	
					0.04			0.02			
0.32	0.96	0.32	0.16	0.80	0.16	0.16		0.40	0.16	0.24	
		0.01									
		1.04		0.16			0.08	0.72	0.08	0.08	
1.92		0.24		0.16	0.48		0.04		0.08	0.08	
8.45	9.15	0.70	0.35		0.35			0.18			
72.00	211.60	17.44	12.64	8.48	24.48	2.24	0.88	2.48	0.08	1.50	
	0.24	0.32			0.32						
						0.02			0.02	0.04	
									0.40	0.24	
0.34		0.11	0.17		0.06	0.06	0.08				
0.96						0.08	0.24		0.06		
0.72		0.78	0.48	0.12	0.12		0.06				
0.72											
7.36											
4.80		0.80			3.20						
		0.80			0.80						
3.20		4.00	1.60	8.00	0.80		7.20	4.00	1.60	2.40	
6.08	10.84		3.04	12.16	7.60		12.16	3.04	4.56	18.24	

附表 29. E 濠の動物プランクトン重量 (乾量) の季節変化

Appendix 29. Seasonal variations in biomass (dry weight) of zooplankton in Moat E.

	mg/m ³	1973										
		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV			
			21	19	17	28	25	25	7	25		
E St. 6	Prot.	<i>Arcella vulgaris</i> Holotorichida <i>Vorticella</i> sp.	0.20				0.04				0.02	
	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>	0.08				1.92	0.32				
		<i>Synchaeta stylata</i>										
		<i>Polyarthra trigla</i>	0.80	0.24	0.08				0.08	1.60	0.40	
		<i>Trichocerca capucina</i>	0.20									
		<i>Asplanchna priodonta</i>									1.06	1.06
		<i>Brachionus calyciflorus</i>	1.20	0.08	0.08	11.28	4.40	23.52	132.80	90.72		
		<i>B. budapestinensis</i>			0.40	0.48						
		<i>B. quadridentatus</i>									0.94	
		<i>B. dimidiatus</i>									8.40	
		<i>B. angularis</i>					0.40		0.24	0.64	1.60	
		<i>B. rubens</i>									0.60	
<i>B. plicatilis</i>												
<i>Keratella cochlearis</i>	0.56						0.03		0.30			
<i>K. cruciformis</i>									0.06			
<i>Anuraeopsis fissa</i>							0.03					
<i>Colurella</i> sp.												
<i>Lecane haliclysta</i>												
<i>L. rhenana</i>												
<i>Mytilina ventralis</i>									5.20			
<i>Filinia longiseta</i>												
Crust.	<i>Diaphanosoma brachyrum</i>											
	<i>Moina macrocopa</i>											
	Nauplius											
	<i>Eucyclops serrulatus</i>					4.56				4.56		
E St. 1	Prot.	<i>Arcella vulgaris</i> <i>Vorticella</i> sp.	0.01		0.01		0.03		0.04			
	Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>	1.60		0.12		0.08					
		<i>Synchaeta stylata</i>	0.40									
		<i>Polyarthra trigla</i>							0.40			
		<i>Trichocerca capucina</i>										
		<i>Asplanchna priodonta</i>									0.70	
		<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.40	0.08	1.92	1.92	3.20	0.56	190.80	20.80	0.08	
		<i>B. budapestinensis</i>			0.16						0.12	
		<i>B. dimidiatus</i>									0.64	
		<i>B. quadridentatus</i>			0.06		0.06		0.20	0.20	0.60	
		<i>B. angularis</i>			0.06		0.06		0.12	0.90		
		<i>B. rubens</i>										
		<i>B. plicatilis</i>					0.03		2.52			
		<i>Keratella cochlearis</i>										
		<i>K. cruciformis</i>										
		<i>Colurella</i> sp.										
		<i>Euchlanis dilatata</i>										
		<i>Lecane haliclysta</i>										
		<i>L. rhenana</i>										
<i>L. luna</i>												
<i>Lepadella</i> sp.									0.08			
<i>Mytilina ventralis</i>												
<i>Filinia longiseta</i>							8.00					
<i>Trichotria tetractis</i>												
<i>Ploesoma truncatum</i>			0.06		0.06				0.03			
Crust.	<i>Moina macrocopa</i>											
	Nauplius											
	<i>Eucyclops serrulatus</i>											

1 9 7 4													
V	VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII	
21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16	
0.08													
0.01													
0.32													
4.64	0.32		0.32						0.16		0.08	0.08	
4.80		0.12							0.16	0.08	0.08	0.40	
	2.82			0.35	0.35	2.64	1.41	2.04	0.48				
12.00	27.20	72.12	2.56	8.48	0.96	5.92	8.48	32.80	0.35	114.72	20.16	13.36	22.00
0.16													
1.2 ^a									0.08		0.02	0.02	
0.08												0.08	
1.01	0.78								3.42		0.17		
0.08		0.06											
3.84													
0.08													
1.92													
0.12													
0.12													
0.24													
16.56													
3.20				2.30									
	12.16	3.04		0.80	0.80	2.00	5.60	6.40	0.80	0.40	1.60	0.40	
1.52													
7.60													
0.04	0.08	0.06		0.08			0.08		0.06				
0.24	0.32												
0.32		0.96							0.24				
0.08	0.16	0.56							0.24				
	136.70		0.18		7.74		2.29	2.82	1.06				
0.72	56.96	80.16	0.24	2.72	29.28		6.72	13.60	71.01				
0.08													
0.04		0.48							0.08				
0.06	1.12												
		0.48							0.84				
									21.51				
									0.72				
		0.72	0.90		0.08								
0.40	3.20			1.60	4.00								
	6.08			6.08	0.80		3.20		7.20				
1.52													

附表30 各濠における動物プランクトン重量(乾量)の3動物グループおよび全量と優占種
 Appendix 30. Seasonal variations in biomass (dry weight) of three animal groups
Arc. *Arcella*, *Car.* *Carchesium*, *Syn.* *Synchaeta*, *Rot.* *Rotaria*, *Tri.*
Nau. *Nauplius*, *Mes.* *Mesocyclops*, *Eu.* *Eucyclops*.

	mg / m ³	1973								
		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	
			21	19	17	28	25	25	7	25
A	Protozoa	—	0.04	—	0	0.02	0	0	0	0
	Rotatoria	—	1.55	—	0.47	0.80	1.27	7.56	5.46	0
	Crustaceae	—	0.40	—	0.80	0.40	2.32	0.80	6.24	0.80
	Total	—	1.99	—	1.27	1.22	3.59	8.36	11.70	0.80
	Dominant species	—	<i>Syn.</i>	—	<i>Alo.</i>	<i>Br.</i>	<i>Mes.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Alo.</i>
	%	—	32	—	47	39	42	86	42	100
B	Protozoa	—	0.02	—	0.63	0.04	0	0	0.04	0.06
	Rotatoria	—	2.56	—	0.40	1.63	0.31	4.50	4.24	0.08
	Crustaceae	—	3.52	—	0	0.80	2.32	0	3.04	0.40
	Total	—	6.10	—	1.03	2.47	2.63	4.50	7.32	0.54
	Dominant species	—	<i>Nau.</i>	—	<i>Car.</i>	<i>Br.</i>	<i>Mes.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Nau.</i>
	%	—	33	—	61	36	58	85	51	74
C	Protozoa	—	0.02	—	0.02	0.02	0	0	—	0.08
	Rotatoria	—	5.60	—	0.39	1.76	2.04	6.10	—	0
	Crustaceae	—	1.20	—	1.92	1.52	0	0.40	—	0
	Total	—	6.82	—	22.33	3.30	2.04	6.50	—	0.08
	Dominant species	—	<i>Br.</i>	—	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Arc.</i>
	%	—	80	—	65	46	86	81	—	75
D	Protozoa	—	0.02	0	0.04	0	0	0.04	0	0.04
	Rotatoria	—	5.28	1.98	1.38	0.78	1.36	86.48	39.22	0
	Crustaceae	—	1.20	0	3.04	0.80	1.52	51.52	7.68	3.60
	Total	—	6.50	1.98	4.46	1.58	2.88	138.04	46.90	3.64
	Dominant species	—	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Alo.</i>	<i>Mes.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Nau.</i>
	%	—	55	73	68	25	53	57	83	55
E st. 1	Protozoa	0	0	0.01	0.01	0	0.03	0	0.04	0
	Rotatoria	2.40	0.08	0.12	2.10	3.51	0.88	203.22	22.26	0.27
	Crustaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	2.40	0.08	0.13	2.11	3.51	0.91	203.22	22.36	0.27
	Dominant species	<i>Ro.</i>	<i>Br.</i>	<i>Rot.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>
	%	67	100	—	91	91	62	94	93	59
E st. 6	Protozoa	0.20	0	0	0	0	0.04	0	0	0.02
	Rotatoria	2.76	0.72	0.72	11.68	6.59	24.59	142.10	101.12	1.52
	Crustaceae	0	0	0	4.56	0	0	0	0	4.56
	Total	2.96	0.72	0.72	16.24	6.59	24.63	142.10	101.12	6.10
	Dominant species	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Euc.</i>
	%	41	56	67	69	67	95	93	70	75

の季節変化

and total zooplankters and of dominant species in each moat.

Trichocerca, *Br.* *Brachionus*, *Dia.* *Diaphanosoma*, *Alo.* *Alona*

1 9 7 4												
V	VI		VII		VIII		IX		X	XI		XII
21	4	17	8	21	3	23	13	30	21	13	29	16
0.02	0.08	0.18	0.06	0.02	0.06	0.22	0.02	0.02	0.04	0.02	0	0
2.14	10.03	4.17	0.44	2.16	0.88	5.24	1.39	1.04	10.43	5.20	1.24	1.71
5.52	72.10	0.80	0.40	1.52	3.04	4.96	0	3.04	11.92	24.36	25.60	48.64
7.68	82.21	5.15	0.90	3.70	3.98	10.42	1.41	4.10	22.39	29.58	26.85	50.35
Nau.	<i>Euc.</i>	<i>Br.</i>	Nau.	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	Nau.	<i>Br.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>
52	74	37	44	41	76	61	90	74	41	53	84	51
0.08	0.36	0.32	0.08	0.08	0.08	0	0.04	0.08	0.10	0.02	0.30	—
0.38	6.63	4.27	0	1.00	0.24	1.04	1.68	1.60	3.66	1.15	1.27	—
1.52	0	3.04	2.00	4.72	1.52	5.44	5.04	4.24	10.40	0	9.36	—
1.98	6.94	7.63	2.08	5.80	1.84	6.48	6.76	5.92	14.16	1.17	10.93	—
<i>Euc.</i>	<i>Tri.</i>	<i>Euc.</i>	Nau.	Nau.	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Rot.</i>	Nau.	—
77	48	40	96	55	83	47	45	51	54	68	44	—
0.08	0.08	0.06	0.36	0.12	0.28	0.08	0.16	0.02	0.08	0.24	0.18	0.06
10.21	7.44	81.38	10.80	38.04	6.86	89.20	0.62	0	5.44	1.58	1.59	3.24
0.80	0	5.76	4.96	23.04	4.64	15.04	2.00	0.40	4.64	3.04	3.12	14.72
11.09	7.52	87.20	16.12	61.20	11.78	104.32	2.78	0.42	10.16	4.86	4.89	18.02
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	Nau.	Nau.	<i>Br.</i>	<i>Euc.</i>	Nau.	<i>Euc.</i>
81	64	92	67	58	52	82	72	95	41	63	33	51
0.14	0.08	0.06	0.18	0.16	0.24	0.08	0.10	0.08	0.22	0.10	0.04	—
0.40	85.43	221.95	20.72	13.80	9.72	25.97	2.56	1.38	3.78	0.88	2.28	—
0	21.44	10.46	5.60	4.64	20.16	12.40	0	19.36	7.04	6.16	20.64	—
0.54	106.95	232.47	26.50	18.60	30.12	38.45	2.66	20.82	11.04	7.14	22.96	—
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Euc.</i>	—
59	67	91	66	68	40	64	84	58	28	64	79	—
0.04	0.08	0.06	0	0.08	—	0	0.08	0	0.06	—	—	—
1.54	196.78	83.54	0.42	2.72	—	37.42	9.01	16.42	95.70	—	—	—
0.40	9.28	0	0	7.68	—	4.80	4.72	0	7.20	—	—	—
1.98	206.14	83.60	0.42	10.48	—	42.22	13.81	16.42	102.96	—	—	—
<i>Br.</i>	<i>Asp.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—	—	—
36	66	96	57	58	—	69	49	83	69	—	—	—
0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0
23.89	33.04	72.30	2.88	8.95	1.31	8.68	9.89	34.84	123.61	20.32	13.71	22.58
3.20	12.56	3.04	0	3.10	2.32	18.56	13.20	6.40	0.80	1.92	18.32	1.92
27.09	45.20	75.34	2.96	12.05	3.63	27.24	23.09	41.24	124.42	22.24	32.03	24.50
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Euc.</i>	<i>Dia.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>
44	60	96	86	70	42	61	37	80	92	91	52	90

Moat B and Moat C in 1975.

B						C											
III	IV	VII	VIII	IX	X	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
24	30	27	30	26	29	23	24	29	23	30	27	30	26	29	30	19	25
	45.5		104.0	279.5			81.3				117.0	13.0	52.0	6.5			
	6.5					773.5		6.5						6.5	104.5	302.5	702.0
74.8				19.5		9.8	3.3		3.3		39.0	6.5		6.5		78.0	
						869.0					130.0			32.5	29.3	16.3	305.5
							230.8				13.0	227.5	6.5	91.0	6.5	65.0	575.3
		416.0	104.0	624.0						104.0	104.0		416.0				
65.0		812.0		325.0		325.0				11700.0							
	390.0									520.0			130.0		130.0		
										1755.0							
								292.5		708.0					195.0		
162.5	390.0	97.5		6.5	195.0	113.8	162.5	48.8	422.5	5525.0	130.0	162.5		260.0	48.8	325.0	373.8
35.8	3679.0	4868.5	525.0	448.5	5232.5	3.3		6.5		1943.5	1898.0	71.5	156.0	1904.5	35.8	250.3	113.8
48.8	32.5				6.5		3.3	3.3	858.0	6.5							
	45.5	6.5			32.5				3.3	253.5				6.5			
3.3		6.5							3.3	6.5						6.5	
						9.8	3.3								3.3		
3.3	6.5	6.5	32.5		26.0												
6.5	13.0	26.0	19.5		292.5	45.5	78.0	65.0	100.8	110.5		19.5	13.0	6.5	6.5	13.0	16.3
	6.5	13.0	32.5		19.5		3.3	3.3									
						3.3								6.5			
3.3					6.5									13.0		9.8	3.3
6.5			26.0		6.5		3.3		156.0				6.5	13.0		9.8	
6.5		19.5	26.0		13.0					45.5		6.5			3.3	16.5	6.5
159.3	6.5							3.3				996.5					
19.6	32.5		6.5		13.0	42.3	20.8	3.3		6.5				32.5	16.3	123.6	16.3
		6.5															
546.0						234.0	702.0	312.0				156.0					
	936.0	156.0	4368.0	2340.0	5080.7					2340.0	2028.0	5016.0	4368.0		78.0	546.0	234.0
	6.5	6.5	6.5					6.5		13.0	13.0	1222.0		65.0			
												104.0					
195.0	780.0	195.0							195.0					195.0			
65.0														130.0			
										6.5							
			6.5					6.5									
	260.0	156.0	52.0						52.0					104.0	32.5		
			6.5							16.3							
32.5		65.0								65.0				65.0			
	32.5					16.3				4338.8		162.5		32.5			
52.0	2392.0	1222.0	11934.0	104.0	442.0	91.0	208.0	377.0	260.0	2340.0	676.0	494.0	546.0	182.0	78.0	325.0	169.0
				104.0	52.0			52.0		26.0				26.0			13.0
			13.0		13.0										169.0		

附表32 1975年におけるE濠の植物プランクトン細胞数の季節変化

Appendix 32. Seasonal variations in number of phytoplankton cells in Moat E

cells / ml		E St. 1								
		II	III	IV	VI	VII	VIII	IX	X	XI
		23	24	29	30	27	30	26	29	30
Flagellata	<i>Mallomonas</i> sp.		6.5							
	<i>Peridinium</i> sp.	35.0	16.3							
	<i>Gymnodinium</i> sp.	232.8							32.5	
	<i>Euglena</i> spp.		87.8						65.0	97.5
	<i>Tracnelomonas</i> spp.	325.5	3.3			6.5			6.5	6.5
	<i>Chlamydomonas</i> sp.					205.4		6.5	32.5	16.3
	<i>Pandorina morum</i>		52.0			10.4	416.0	728.0		104.0
Cyanophyta	<i>Merismopedia</i> sp.			97.5		415.5				97.5
	<i>Microcystis aeruginosa</i>		3737.5	325.0		650.0	4225.0	650.0		
	<i>Aphanocapsa</i> sp.					650.0			1300.0	
	<i>Coelosphaerium</i> sp.	35.0						130.0	130.0	
	<i>Oscillatoria tenuis</i>		195.0		325.0	325.0			325.0	
	<i>Anabaena</i> sp.		52.5	195.0			195.0			
Bacillariophyta	<i>Melosira granulata</i>				82.5	130.0	130.0		325.0	
	<i>Asterionella</i> sp.									
	<i>Cyclotella kützingiana</i>		3510.0	624.0	1807.0	812.5	552.5	884.0	3367.0	997.8
	<i>Fragilaria crotonensis</i>									325.0
	<i>F. intermedia</i>	226.3	1543.8	130.0		97.5	65.0		130.0	
	<i>Synedra ulna</i>		3.3						19.5	6.5
	<i>S. acus</i>									
	<i>Neidium iridis</i>									
	<i>Cocconeis placentula</i>		3.3							
	<i>Gyrosigma</i> sp.				6.5					
	<i>Pinnularia viridis</i>		9.8						6.5	3.3
	<i>Navicula cryptocephala</i>		16.5			6.5				
	<i>N. elegans</i>		6.5							
	<i>N. spp.</i>					6.5				13.0
	<i>Gomphonema acuminatum</i>		3.3				318.5		6.5	39.0
	<i>Cymbella tumida</i>						39.0		6.5	
	<i>Epithemia turgida</i>		6.5			6.5				19.5
	<i>Nitzschia acicularis</i>					6.5		162.5	13.0	682.5
<i>N. palea</i>		16.3			32.5	318.5	45.5	468.0	552.5	
<i>N. hungarica</i>									40.0	
<i>Cymatopleura solea</i>		3.3								
Chlorophyta	<i>Pediastrum duplex</i>		78.0	156.0	312.0	624.0	156.0			
	<i>P. simplex</i>								182.0	78.0
	<i>Golenkinia radiata</i>						26.0	13.0	19.5	
	<i>Microactinium pusillum</i>									36.8
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			195.0				585.0	225.0	
	<i>Coelastrum</i> sp.			130.0						
	<i>Tetraedron</i> sp.						6.5			
	<i>Chodatella</i> spp.			13.0						19.5
	<i>Selenastrum westii</i>			140.0	156.0	52.0				104.0
	<i>Schloederia</i> sp.			26.0						
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		162.0	65.0						65.0
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	150.0		1787.5						65.0
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	253.5	1403.8	1092.0	78.0	1092.0	76.0	156.0	988.0	78.0
	<i>S. acminatus</i>	19.5	26.0	208.0						295.5
	<i>Closteriopsis longissima</i>			162.5						81.3
<i>Staurastrum</i> sp.										
<i>Cosmarium</i> sp.							6.5			

in 1975.

		E st. 6											
XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
19	25	23	24	29	23	30	27	30	26	29	30	19	25
	3.3	13.0											
	3.3		6.5		9.8		6.5						
26.0	74.8	32.5			9.8					6.5		16.3	22.5
			9.8							19.5	19.5	13.0	
16.3	1.8	918.5								6.5		22.8	3.3
9.8	9.8						669.5			13.0	35.8	13.0	22.8
						520.0			728.0				
		2112.5	487.5	1300.0			775.0	227.5	10725.0	1625.0			
	130.0			65.0		325.0			325.0				
650.0						260.0					65.0		
						455.0	325.0	1105.0		325.0			
								560.0	780.0	150.0			
16.3							91.0	455.0	13.0	130.0	48.8		
845.0	708.5	1105.0	52.5	26.0	760.5	5902.0	559.0	260.0	1371.5	2938.0	867.8	1192.8	926.3
		406.3	81.3	195.0	133.3		65.0						
				6.5					19.5		3.3		
				13.0									
3.3				6.5									
						6.5							
			3.3	16.3									
		3.3					13.0	6.5					
			3.3						6.5	6.5	6.5	3.3	
	13.0				39.0			1040.0		130.0			32.5
3.3	9.8	19.5	3.3	19.5	9.8		71.5		240.5	65.0	9.8		
				3.3		6.5		130.0			26.0		
			3.3										
						468.0	156.0						
				6.5			13.0	78.0		156.0		78.0	
36.8												36.8	
					1170.0		390.0			150.0	65.0		
					975.0	130.0							
							6.5				3.3		
					338.0	156.0	104.0			114.0			
				6.5	2145.0								
		65.0				65.0				130.0	32.5		
				2080.0	10400.0	65.0							
13.0	13.0	572.0	377.0	872.0	7080.0		624.0	338.0	312.0	1300.0	325.0	26.0	38.8
				39.0		26.0				52.0			
				81.3		97.5				65.0	130.0	16.3	
				12.8					13.0				

附表33. 1975年における各濠の植物プランクトンの4藻類グループおよび全細胞数と

Appendix 33. Seasonal variations in number of cells of four algal groups and total

Tra. ...*Trachelomonas*, *Gym.* ...*Gymnodinium*, *M. a.* ...*Microcystis a.*,
Nit. ...*Nitzschia*, *Ped.* ...*Pediastrum*, *Dic.* ...*Dictyoshaerium*, *Sce.*

	cells / ml	II	III	IV	V	VI
		23	24	29	23	30
A	Flagellata	1.8	8.8	9.8	0	435.5
	Cyanophyta	0	0	0	0	0
	Bacillariophyta	761.8	56.3	172.5	71.6	2996.5
	Chlorophyta	220.5	7.0	638.6	838.6	539.5
	Total	984.1	72.1	820.9	910.2	3971.5
	Dominant species	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Dic.</i>	<i>Sel.</i>	<i>Cyc.</i>
	%	53	33	36	51	75
B	Flagellata	53.0	81.3	—	—	45.5
	Cyanophyta	375.0	65.0	—	—	390.0
	Bacillariophyta	1314.5	4554	—	—	4212.0
	Chlorophyta	570.5	890.5	—	—	4407.0
	Total	2313.0	1492.2	—	—	9054.5
	Dominant species	<i>Mel.</i>	<i>Ped.</i>	—	—	<i>Cyc.</i>
	%	36	37	—	—	41
C	Flagellata	1652.3	315.4	6.5	3.3	117.0
	Cyanophyta	325.0	0	292.5	0	13975.0
	Bacillariophyta	218.0	274.5	156.4	1790.8	7644.0
	Chlorophyta	341.3	910.0	5174.1	507.0	6018.0
	Total	2536.6	1499.9	5629.5	2301.1	26754.0
	Dominant species	<i>Tra.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Act.</i>	<i>Syn.</i>	<i>Aph.</i>
	%	34	47	77	37	44
E St. 1	Flagellata	593.3	165.9	0	—	0
	Cyanophyta	35.0	3985.0	617.5	—	325.0
	Bacillariophyta	26.3	5122.6	754.0	—	1954.0
	Chlorophyta	423.0	1670.3	3939.0	—	546.0
	Total	1077.6	10943.8	5310.5	—	2825.5
	Dominant species	<i>Tra.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Act.</i>	—	<i>Cyc.</i>
	%	30	34	34	—	64
E St. 6	Flagellata	964.0	16.3	0	19.6	520.0
	Cyanophyta	2112.5	487.5	1365.0	0	1040.0
	Bacillariophyta	1566.6	174.0	286.1	942.6	6110.0
	Chlorophyta	637.0	377.0	3098.1	17108.0	1007.5
	Total	5280.1	1054.8	4749.2	18070.2	8677.5
	Dominant species	<i>M. a.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Act.</i>	<i>Act.</i>	<i>Cyc.</i>
	%	40	47	44	58	68

優占種の季節変化

phytoplankters and of dominant species in each moat in 1975.

Aph. ... *Aphanocapsa*, *Mel.* ... *Melosira*, *Cyc.* ... *Cycotella*, *Syn.* ... *Synedra*,
 ... *Scenedesmus*, *Act.* ... *Actinastrum*, *Sel.* ... *Selenastrum*.

VII	VIII	IX	XI	XI	XII	I
27	30	26	29	30	19	25
533.5	176.3	0	0	61.8	0	45.5
0	0	0	0	0	0	0
3341.3	1248.4	101.1	4550.2	3166.1	1250.5	5590.0
2310.7	234.0	0	390.0	91.0	16.3	0
6185.8	1658.7	101.1	4940.2	3318.9	1266.8	5635.5
<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>
46	73	35	80	89	94	92
416.0	208.0	923.0	0	—	—	—
8125.0	0	325.0	0	—	—	—
5050.5	6680.0	455.0	5856.5	—	—	—
1800.5	16386.5	2548.0	5652.7	—	—	—
15392.0	23274.5	4251.0	11509.2	—	—	—
<i>Cyc.</i>	<i>Sce.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	—	—	—
32	51	55	44	—	—	—
617.5	26.0	559.0	58.5	1136.8	396.8	1582.8
708.0	0	130.0	0	325.0	0	0
2028.6	1256.5	175.5	2242.5	114.0	761.0	530.0
2717.0	6992.0	4914.0	968.5	188.5	871.0	416.0
6070.5	8274.5	5778.5	3269.5	1764.3	2028.8	2528.8
<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Gym.</i>	<i>Ped.</i>	<i>Gem.</i>
33	61	76	58	59	27	28
222.3	416.0	734.5	136.5	224.3	52.1	101.0
2040.5	4420.0	780.0	1755.0	97.5	650.0	130.0
1716.0	955.5	1378.0	5154.5	1388.9	864.6	731.3
1774.5	793.0	175.5	1960.5	294.1	49.8	13.0
5753.3	6584.5	3068.0	9006.5	1984.8	1616.5	975.3
<i>Sce.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>
19	64	29	37	50	52	73
676.0	0	728.0	45.5	55.3	65.1	48.9
1300.0	1892.5	11830.0	2100.0	65.0	0	0
812.5	1891.5	1651.0	3269.5	965.5	1176.1	958.8
1293.5	429.0	468.0	1801.0	633.8	79.1	38.8
4082.0	4213.0	14677.0	7216.0	1719.6	1320.3	1046.5
<i>M. a.</i>	<i>Nit.</i>	<i>M. a.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>	<i>Cyc.</i>
24	25	73	41	50	89	89

附表34. 1975年におけるA 濠、B 濠およびC 濠の動物プランクトン個体数の季節変化
 Appendix 34. Seasonal variations in number of zooplankton individuals in Moat A,

inds./ℓ		A									
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
		23	24	29	25	30	27	30	26	27	30
Protozoa	<i>Arcella vulgaris</i>				0.8	0.8		0.4	3.6	0.4	
	<i>Centropyxis acureata</i>									0.8	
	<i>Paramecium</i> sp.										
	<i>Didinium</i> sp.				0.4						
	<i>Vorticella</i> sp.				0.8				0.6		
	<i>Carchesium</i> sp.										
Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>		0.8								
	<i>R. neptunia</i>								0.6		
	<i>Syncheata stylata</i>	0.4		1.2	0.4		0.4		0.6		
	<i>Polyarthra trigla</i>		8.8	4.0	0.8			0.4		0.8	
	<i>Trichocerca</i> sp.				0.4	0.4		0.4	0.6		
	<i>Asplanchna priodonta</i>										
	<i>Brachionus calyciflorus</i>	1.2	27.2	7.2	2.0	0.4	1.6	2.8	1.2	3.2	0.4
	<i>B. angularis</i>		2.4	8.8	1.6		2.4	0.4	1.2	0.4	
	<i>B. quadridentatus</i>							0.4			
	<i>B. plicatilis</i>			4.0	0.4	0.4	0.4				
	<i>Keratella cochlearis</i>			2.4	0.8	0.4					0.4
	<i>Notholca labis</i>										
	<i>Anuraeopsis fissa</i>		0.8								
	<i>Euchlanis dilatata</i>										
	<i>Mitilina</i> sp.						0.4				
	<i>Trichotria tetractis</i>									0.4	
	<i>Lecane luna</i>								0.6		
<i>Filinia longiseta</i>											
Crustaceae	Nauplius	37.6	10.4							2.8	0.4
	Copepodid	8.0	3.2		0.4			0.4			
	<i>Eucyclops serrulatus</i>	7.2	1.6		0.4						
	<i>Alona guttata</i>									0.4	
Others	Chironomid larvae							0.6			
	<i>Chaetonus nodicaudus</i>										
	<i>Macrobiotus</i> sp.										
	Nematoda						0.4	0.6			
	Naididae	0.8			0.4						

Moat B and Moat C in 1975.

B							C										
II	III	VI	VII	VIII	IX	X	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
23	24	30	27	30	26	27	23	24	29	23	30	27	30	26	27	30	
0.8	3.6	1.2	4.2	2.4	0.8	2.4	0.2	2.0	0.8	7.8	1.6		3.6	1.2			
	14.4	2.0	0.6	0.8	0.4	3.6	1.4	2.0	0.8					1.6			
	3.6								2.0	0.8							
												1.2					
												8.4					
													6.6				
1.2	4.8				0.4			6.8		0.6			1.7	0.4			
					0.8												
1.2							2.8	1.6		1.8	0.4						
	8.4		0.6					0.8	1.6	1.2		3.6		4.8	0.4		
				0.4	0.4	1.2				1.8	0.4	9.0					
	1.2	0.4	2.4	5.2	3.2	24.0						7.2	1.2				
				1.6	0.8		0.4	10.0	50.4	3.0	0.4	58.8	7.2	2.0	31.2		
0.4					0.4			0.4	8.8			1.8	1.2				
1.2																	
0.4								1.2	0.8								
	1.2		0.6	0.4	0.8	2.4		0.4	1.6		0.4	7.2	1.2		7.2	1.6	
								0.4									
			0.6														
										0.6							
												3.6		1.2			
1.6	4.8		6.0	3.6	6.4	9.6	3.2	15.6	3.2		1.2	5.4	34.8	2.0	4.8	14.4	
1.6	2.4			2.0		2.4		4.4				1.8	3.0	0.4		1.6	
2.4	1.2						0.6	4.0									
					0.4												
						0.4											
													0.6				
	2.4								1.6								
									1.2								

附表35. 1975年におけるE 濠の動物プランクトン個体数の季節変化

Appendix 35. Seasonal variations in number of zooplankton individuals in Moat E. in 1975.

inds./ℓ		E St. 1							
		II	III	IV	V	VI	VII	IX	X
		23	24	29	23	30	27	26	27
Protozoa	<i>Arcella vulgaris</i>		1.6					151.0	7.2
	<i>Paramecium</i> sp.	4.8	1.6						
	<i>Didinium</i> sp.				0.4				
	<i>Carchesium</i> sp.						3.2		
Rotatoria	<i>Rotaria rotatoria</i>	2.4		1.6	0.4	1.2	35.2	21.0	7.2
	<i>Syncheata stylata</i>	0.8	8.8	3.6	0.4	0.4			
	<i>Polyarthra trigla</i>		4.0	4.6					
	<i>Trichocerca</i> spp.							3.0	4.8
	<i>Asplanchna priodonta</i>	58.4	196.0	175.2		5.2	41.6	3.0	372.0
	<i>Brachionus calyciflorus</i>	14.4	3.2	8.4	0.4				2.4
	<i>B. angularis</i>								
	<i>B. quadridentatus</i>		47.2			5.2			
	<i>B. plicatilis</i>					0.8			
	<i>B. urceolaris</i>		0.8	0.4					26.4
	<i>Keratella cochlearis</i>		4.0						
	<i>Notholca labis</i>					0.4	51.2	27.0	16.8
	<i>Anuraeopsis fissa</i>						4.0		
	<i>Euchlanis dilatata</i>						4.0		3.0
	<i>Trichotria tetractis</i>								
<i>Lecane luna</i>						0.8	67.0	2.4	
<i>Filinia longiseta</i>		0.8							
Crustaceae	Nauplius	5.6	1.6	1.2			9.6	27.0	
	Copepodid		1.2			0.4	14.4	15.0	4.8
	<i>Eucyclops serrulatus</i>	1.6	1.6						
	<i>Acanthodiaptomus pacificus</i>							3.0	
	<i>Daphnia pulex</i>								
	<i>Chydorus sphaericus</i>							6.0	
	<i>Alona guttata</i>							3.0	
<i>Pleuroxus tigonellus</i>									
Others	Water mites								
	Chironomid larvae						6.4	9.0	
	<i>Chaetonus nodicaudus</i>					0.8			
	<i>Macrobiotus</i> sp.		3.2	1.2				4.0	7.2
	Nematoda					1.2			

附表36. 1975年における各濠の動物プランクトンの4動物グループおよび全個

Appendix 36. Seasonal variations in individual number of four animal

Arc....*Arcella*, *Cent.*...*Centropyxis*, *Vort.*...*Vorticella*, *Br.*...

	inds./ℓ	II	III	IV	V
		23	24	29	23
A	Protozoa				2.0
	Rotatoria	1.6	39.2	28.4	6.4
	Crustaceae	52.8	15.2		0.8
	Others		0.8		
	Total	54.4	55.2	28.4	9.2
	Dominant species	<i>Eucy.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>
	%	97	49	56	39
B	Protozoa	0.8	21.6	—	—
	Rotatoria	4.4	15.6	—	—
	Crustaceae	5.6	8.4	—	—
	Others		2.4	—	—
	Total	10.8	48.0	—	—
	Dominant species	<i>Eucy.</i>	<i>Cent.</i>	—	—
	%	52	30	—	—
C	Protozoa	1.6	8.0	2.4	17.4
	Rotatoria	3.2	21.6	63.2	9.0
	Crustaceae	3.8	24.0	3.2	
	Others		2.8		
	Total	8.6	56.4	68.8	26.4
	Dominant species	<i>Eucy.</i>	<i>Eucy.</i>	<i>Br.</i>	<i>Vort.</i>
	%	42	43	73	32
E St.1	Protozoa	4.8	3.2		0.4
	Rotatoria	76.0	273.2	193.8	1.2
	Crustaceae	7.2	4.4	1.2	
	Others		3.2	1.2	
	Total	88.0	284.0	196.2	1.6
	Dominant species	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—
	%	66	69	89	—
E St.6	Protozoa				
	Rotatoria	82.0	249.6	22.8	4.4
	Crustaceae	2.4	10.8	2.8	0.4
	Others		3.6		
	Total	84.4	264.0	25.6	4.8
	Dominant species	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>
	%	92	86	45	50

体数と優占種の季節変化

groups and total zooplankters and of dominant species in each moat in 1975.

Brachionus, *Euch.*...*Euchlanis*, *Eucy.*...*Eucyclops*.

VI	VII	VIII	IX	X	XI
30	27	30	26	27	30
0.8		0.4	4.2	1.2	0
1.6	5.2	4.8	4.8	5.2	0.8
		0.4		3.2	0.4
0.4		0.4	1.2		
2.8	5.2	6.0	10.2	9.6	1.2
—	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	—
—	77	47	24	35	—
3.2	4.8	3.2	1.2	6.0	—
0.4	4.2	7.6	6.8	27.6	—
	6.0	5.6	6.8	12.0	—
	0.6		0.4		—
3.6	15.6	16.4	15.2	45.6	—
—	<i>Eucy.</i>	<i>Eucy.</i>	<i>Eucy.</i>	<i>Br.</i>	—
—	38	34	42	53	—
1.6	6.6	3.6	2.8		
1.6	619.2	12.5	2.4	44.4	3.2
1.2	7.2	37.8	2.4	4.8	16.0
		0.6			
4.4	633.0	54.5	7.6	49.2	19.2
<i>Eucy.</i>	<i>Br.</i>	<i>Eucy.</i>	<i>Eucy.</i>	<i>Br.</i>	<i>Eucy.</i>
27	93	69	32	63	78
	3.2	—	151.0	7.2	3.2
13.2	136.8	—	123.0	435.0	40.0
0.4	24.0	—	54.0	4.8	9.6
2.0	6.4	—	13.0	7.2	
15.6	170.4	—	341.0	454.2	52.8
<i>Br.</i>	<i>Euch.</i>	—	<i>Arc.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>
67	30	—	44	82	39
	2.0			1.2	4.8
71.2	868.0	384.0	291.0	111.6	344.0
3.2	118.0	216.0	189.0	7.2	9.6
0.8			3.0		
75.2	988.0	600.0	483.0	120.0	358.4
<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Eucy.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>	<i>Br.</i>
69	67	32	45	41	78

附表37. 各濠の底生動物個体数の季節変化

Appendix 37. Seasonal variations in individual number of zoobenthos in each moat.

Moat	Date inds. / m ²	1973					
		X	XI	XII	I	II	III
		2 1	1 9	1 7	2 8	2 5	2 5
A	<i>Chironomus plumosus</i>	4 0	/	2 7	/	1 3	
	<i>Spaniotoma akamushi</i>						
	<i>Leptocerus</i> sp.					1 3	
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.			2 7		5 3	
	<i>Sinotaia quadrata historica</i>	1 3	/		/	1 3 0	6 7
	<i>Semisulcospira libertina</i>			1 1 0		2 7	
Total		5 3	—	1 6 4	—	2 3 6	6 7
B	<i>Chironomus plumosus</i>	2 6 0	/	6 7	/	1 3	4 0
	<i>Branchiura</i> sp.			1 3			
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	2 7	/		/		9 4
	<i>Sinotaia quadrata historica</i>			4 0	/		
	Total		2 8 7	—	1 2 0	—	1 3
C	<i>Chironomus plumosus</i>	3 2 0	/	/	2 7 3	/	2 7
	<i>Procladius</i> sp.						
	<i>Branchiura</i> sp.	5 4	/		4 7 0	/	
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	1 2 1 3	/	/	1 3 0 0	/	1 3
	Total		1 5 8 7	—	—	2 0 4 3	—
D	<i>Chironomus plumosus</i>	1 5 0	9 4	1 3	8 0	6 7	/
	<i>Procladius</i> sp.						
	<i>Branchiura</i> sp.	1 4		4 0	5 4		
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	1 2 0		6 7	4 0	6 7	/
	Total		2 8 4	9 4	1 2 0	1 7 4	1 3 4
E St.1	<i>Chironomus plumosus</i>						
	<i>Branchiura</i> sp.						
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.		4 0		2 7		
Total		0	4 0	0	2 7	0	0
E St.6	<i>Chironomus plumosus</i>				/	/	
	<i>Spaniotoma akamushi</i>						1 3
	<i>Branchiura</i> sp.	6 7	2 7	4 0	/	/	4 0
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	3 5 0	8 0	4 0	/	/	2 0 0
	Total		4 1 7	1 0 7	8 0	—	—

1 9 7 4								
IV	V	VI	VII		VIII		IX	X
25	21	4	8	21	3	23	13	21
	13	188	308	174	522	402	174	121
						13		
	13	27	67		563	188	94	255
27							13	
13				54				
40	26	215	375	228	1085	603	281	376
/	27	60	402	335	174	422	174	40
			27	40			13	
		27	563	630	496	54		54
—	27	87	992	1005	670	476	187	94
	201	388	1049	1005	1179	107	94	
					13	107		
					134		27	
13	898	804	4020	121	4784	389	992	389
13	1099	1192	5069	1126	6110	603	1113	389
		107	924	576	402	362	13	54
				13				
27								
13		107	134	40				147
40	0	214	1058	629	402	362	13	201
	/				/			40
13								
		13				27		94
13	—	13	0	0	—	27	0	134
	40	13	26	67	40	80	26	40
	188	107	161	94	13	13	281	523
0	228	120	187	161	53	93	307	563

附表38. 各濠の底生動物重量（湿重量）の季節変化

Appendix 38. Seasonal variations in biomass (wet weight) of zoobenthos in each moat.

Moat	Wet weight g/m ²	1973					
		X	XI	XII	I	II	III
		21	19	17	28	25	25
A	<i>Chironomus plumosus</i>	1.20	/	0.81	/	0.39	
	<i>Spaniotoma akamushi</i>						
	<i>Leptocerus</i> sp.					1.60	
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.			0.01		0.02	
	<i>Sinotaia quadrata historica</i>	29.77	/	251.90	/	297.70	153.43
	<i>Semisulcospira libertina</i>					31.35	
	Total	30.97	—	252.72	—	331.06	153.43
B	<i>Chironomus plumosus</i>	7.80	/	2.01	/	0.39	1.20
	<i>Branchiura</i> sp.			0.16			
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	0.01	/		/		0.04
	<i>Sinotaia quadrata historica</i>			1.20			
	Total	7.81	—	3.37	—	0.39	1.24
C	<i>Chironomus plumosus</i>	11.22	/	/	7.11	/	0.81
	<i>Procladius</i> sp.						
	<i>Branchiura</i> sp.	0.65	/		5.64	/	
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	0.46	/	/	0.52	/	0.01
	Total	12.33	—	—	13.27	—	0.82
D	<i>Chironomus plumosus</i>	2.44	2.82	0.39	2.40	2.01	/
	<i>Procladius</i> sp.						
	<i>Branchiura</i> sp.	1.13		0.32	0.65		
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	0.03		0.03	0.02	0.27	
	Total	3.60	2.82	0.74	3.07	2.28	—
E ₁	<i>Chironomus plumosus</i>						
	<i>Branchiura</i> sp.						
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.		0.02		0.11		
Total	0	0.02	0	0.11	0	0	
E ₂	<i>Chironomus plumosus</i>				/	/	0.39
	<i>Spaniotoma akamushi</i>						
	<i>Branchiura</i> sp.	0.80	0.30	0.48	/	/	0.48
	<i>Tubifex</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	0.14	0.03	0.02	/	/	0.08
	Total	0.94	0.33	0.50	—	—	0.95

1 9 7 4								
IV	V	VI	VII		VIII		IX	X
2 5	2 1	4	8	2 1	3	2 3	1 3	2 1
	0.36	0.49	0.44	4.73	4.67	10.64	4.16	2.91
						0.39		
	0.01	0.20	0.01		0.17	0.13	0.22	0.59
61.86							82.11	
15.19				0.09				
77.05	0.37	0.69	0.45	4.82	4.84	11.16	86.49	3.50
/	1.05	0.72	0.63	17.64	4.89	11.00	4.95	0.96
			0.01	0.04			0.24	
		0.03	0.44	3.13	0.75	0.05		0.02
	1.05							
—	1.05	0.75	1.08	20.81	5.64	11.05	5.19	0.98
	4.42	7.19	14.19	27.15	43.39	2.99	1.41	
					0.04	0.30		
					2.18		0.33	
0.04	0.94	0.16	3.35	0.07	6.55	0.11	3.43	0.16
0.04	5.36	7.35	17.54	27.22	52.16	3.40	5.17	0.16
		1.62	4.93	13.57	6.04	6.98	0.16	1.30
				0.06				
0.14								
0.04		0.62	0.10	0.25				0.06
0.18	0	2.24	5.03	13.88	6.04	6.98	0.16	1.36
								0.96
0.22	/				/			
		0.02				0.01		0.04
0.22	—	0.02	0	0	—	0.01	0	1.00
	0.88	0.04	0.06	0.94	0.82	2.31	0.61	0.96
	0.81	0.57	0.16	0.13	0.01	0.01	0.17	0.01
0	1.79	0.61	0.22	1.07	0.83	2.32	0.78	0.97

附表39. 各濠の底生動物の3動物グループの個体数および重量(湿重量)と優占種の季節
 Appendix 39. Seasonal variations in individual number and biomass (wet weight) of

Ch....*Chironomus*, *Tu.*...*Tubificidae*, *Bra.*...*Branchiura*, *Si.*...*Sinotia*

			1973					
			X	XI	XII	I	II	III
			21	19	17	28	25	25
Number of individuals/m ²	A	Insecta	40	/	27	/	26	0
		Oligochaeta	0	/	27	/	53	0
		Gastropoda	13	/	110	/	157	67
		Dominant species	<i>Ch.</i>	/	<i>Si.</i>	/	<i>Si.</i>	<i>Si.</i>
		%	75	/	68	/	55	100
	B	Insecta	260	/	67	/	13	40
		Oligochaeta	27	/	13	/	0	94
		Gastropoda	0	/	40	/	0	0
		Dominant species	<i>Ch.</i>	/	<i>Ch.</i>	/	<i>Ch.</i>	<i>Tu.</i>
		%	91	/	56	/	100	70
C	Insecta	187	/	/	237	/	27	
	Oligochaeta	1210	/	/	1770	/	13	
	Dominant species	<i>Tu.</i>	/	/	<i>Tu.</i>	/	<i>Ch.</i>	
	%	76	/	/	64	/	68	
	D	Insecta	81	94	13	80	67	/
Oligochaeta		160	0	93	94	67	/	
Dominant species		<i>Ch.</i>	<i>Ch.</i>	<i>Tu.</i>	<i>Ch.</i>	<i>Ch.</i>	/	
%		53	100	55	45	100	/	
E St.1		Insecta	0	0	0	0	0	0
	Oligochaeta	0	40	0	27	0	0	
	Dominant species	—	<i>Tu.</i>	—	<i>Tu.</i>	—	—	
	%	—	100	—	100	—	—	
	E St.6	Insecta	0	0	0	/	/	13
Oligochaeta		417	107	80	/	/	240	
Dominant species		<i>Tu.</i>	<i>Tu.</i>	<i>Tu.</i>	/	/	<i>Tu.</i>	
%		84	75	50	/	/	79	
Wet weight g/m ²		A	Insecta	1.2	/	0.81	/	1.99
	Oligochaeta		0	/	0.01	/	0.02	0
	Gastropoda		29.77	/	251.90	/	329.05	153.43
	Dominant species		<i>Si.</i>	/	<i>Si.</i>	/	<i>Si.</i>	<i>Si.</i>
	%		96	/	99	/	90	100
	B	Insecta	7.80	/	2.01	/	0.39	1.20
		Oligochaeta	0.01	/	0.16	/	0	0.04
		Gastropoda	0	/	1.20	/	0	0
		Dominant species	<i>Ch.</i>	/	<i>Ch.</i>	/	<i>Ch.</i>	<i>Ch.</i>
		%	99	/	60	/	100	97
	C	Insecta	11.22	/	/	7.11	/	0.81
		Oligochaeta	1.11	/	/	6.16	/	0.01
		Dominant species	<i>Ch.</i>	/	/	<i>Ch.</i>	/	<i>Ch.</i>
		%	91	/	/	54	/	99
		D	Insecta	2.44	2.82	0.39	2.40	2.01
Oligochaeta	1.16		0	0.35	0.67	0.27	/	
Dominant species	<i>Ch.</i>		<i>Ch.</i>	<i>Ch.</i>	<i>Ch.</i>	<i>Ch.</i>	/	
%	68		100	53	78	88	/	
E	Insecta		0	0	0	/	/	0.39
	Oligochaeta	0.94	0.33	0.53	/	/	1.56	
	Dominant species	<i>Bra.</i>	<i>Bra.</i>	<i>Bra.</i>	/	/	<i>Bra.</i>	
	%	85	90	96	/	/	50	

变化

three benthic animal groups and of dominant species in each moat.

1 9 7 4								
IV	V	VI	VII		VIII		IX	X
2 5	2 1	4	8	2 1	3	2 3	1 3	2 1
0	13	188	308	174	522	415	174	121
0	13	27	67	0	563	188	94	0
40	0	0	0	54	0	0	13	255
Si.	Cu., Tu.	Ch.	Ch.	Ch.	Tu.	Ch.	Ch.	Tu.
68	50	87	82	76	52	66	62	68
/	27	80	402	335	174	442	174	40
/	0	27	591	670	496	54	13	54
/	0	0	0	0	0	0	0	0
/	Ch.	Ch.	Tu.	Tu.	Tu.	Ch.	Ch.	Tu.
/	100	69	57	63	74	89	93	57
0	201	385	1079	1005	1192	214	94	0
13	898	804	4020	121	4918	387	1019	389
Tu.	Tu.	Tu.	Tu.	Ch.	Tu.	Tu.	Tu.	Tu.
100	82	67	80	89	78	65	89	100
40	0	107	924	589	402	362	13	54
Bra.	0	107	134	40	0	0	0	147
67	—	50	87	92	100	100	100	73
0	/	0	0	0	/	0	0	40
13	/	13	0	0	/	27	0	94
Bra.	/	Tu.	—	—	/	Tu.	—	Tu.
100	/	100	—	—	/	100	—	70
0	40	13	26	67	40	80	26	40
0	188	107	161	94	13	13	281	523
—	Tu.	Tu.	Tu.	Tu.	Ch.	Ch.	Tu.	Tu.
—	82	89	84	58	75	86	92	93
0	0.36	0.49	0.44	4.73	4.67	11.03	4.16	2.91
0	0.01	0.20	0.01	0	0.17	0.13	0.22	0
77.05	0 0	0	0	0.09	0	0	82.11	0.59
Si.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Si.	Ch.
80	99	72	98	98	96	99	94	83
/	1.05	0.72	0.63	17.64	4.89	11.00	4.95	0.96
/	0	0.03	0.45	3.17	0.75	0.05	0.24	0.02
/	0	0	0	0	0	0	0	0
/	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.
/	100	96	58	85	87	99	95	98
0	4.42	7.19	14.19	27.15	43.43	3.29	1.41	0
0.04	0.94	0.16	3.35	0.07	8.73	0.11	3.76	0.16
Tu.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Tu.	Tu.
100	82	98	81	99	83	86	66	100
0	0	1.62	4.93	13.63	6.04	6.98	0.16	1.30
0.18	0	0.62	0.10	0.25	0	0	0	0.06
Bra.	—	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.
78	—	74	98	97	100	100	100	96
0	0.88	0.04	0.06	0.94	0.82	2.31	0.61	0.96
0	0.81	0.57	0.16	0.13	0.01	0.01	0.17	0.01
—	Ch.	Tu.	Tu.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.	Ch.
—	52	93	73	88	99	99	79	98

附表40. 各濠の投網による魚類の捕獲尾数, 分布密度, 現存量および肥満度の季節変化
 Appendix 40. Seasonal changes in individual number of fish captured by using

Moat		A						B					
Date		1973		1974				1973		1974			
		XI		V		VIII		XI		V		VII	
		28		17		22		28		17		22	
Mesh of net (mm)		6	15	6	15	6	15	6	15	6	15	6	15
Ind. number of fish captured by using casting nets	<i>Carassius</i>	42	23	94	45	23	47	24	13	6	5		
	<i>Pseudorasbora</i>	1	4	0	3	0	1	4	0	0	2		
	<i>Rhinogobius</i>	0	0	1	0	1	2	4	0	0			
	<i>Ctenopharingodon</i>	0	0		0		0	0	1	0			
	<i>Cyprinus</i>	0	0		0		0	0		0			
	<i>Tribolodon</i>	0	0	1	0		0	0		0			
	Total	43	123		72		50	46		13			
	Times of casting a net	0	6	3	3	3	3	0	6	3	3	3	3
	inds./a net	7.2	9.0	3.2	16.0	8.0	8.3	10.7	4.7	2.0	2.3		
<i>Palaemon</i>	0	4		0	1	0	1		1	0			
inds./m ³	<i>Carassius</i>	inds. 1.65		4.59		2.67		1.85		1.45		0.43	
		w. w. (39.66)		(116.59)		(70.22)		(19.70)		(15.95)		(4.52)	
Wet w.g./m ³	<i>Pseudorasbora</i>	inds. 0.04		0.16		0.12		0.04		0.16		0.08	
		w. w. (0.02)		(0.19)		(0.18)		(0.11)		(0.50)		(0.83)	
	<i>Rhinogobius</i>	inds. 0		0.04		0.04		0.08		0.16		0	
		w. w. (0)		(0.02)		(0.00)		(0.02)		(0.26)		(0)	
	<i>Palaemon</i>	inds. 0		0.04		0.04		0		0.04		0.04	
Mean index of fullness %	<i>Carassius</i>	36.6	35.0	33.0	36.6	40.6	29.1						
	<i>Pseudorasbora</i>	16.8	16.7	21.5	21.3	20.1	22.9						
	<i>Rhinogobius</i>	0	20.5	14.6	23.6	24.8	0						

