

# 諏訪湖における水質および生物群集の水平分布

## (2) 水温, 透明度, COD, 無機態溶存窒素とクロロフィル-a について

渡辺雄二\*・久保博彦\*・丹羽由実\*  
竹内勝巳\*・沖野外輝夫\*

Horizontal Differences of Physico-Chemical Conditions and Microorganisms in Lake Suwa.  
(2) Water Temperature, Transparency, COD, Dissolved Inorganic Nitrogen and Chlorophyll-a.  
Yuji WATANABE, Hirohiko KUBO, Yoshimi NIWA,  
Katsumi TAKEUCHI and Tokio OKINO

### まえがき

湖において、各種塩類や生物群集の分布は均一ではなく、湖外からの流入水、湖流や風などの影響により不均一である場合が多い。このために、湖の実態を把握する際は、目的に応じて適切な位置と数の測点を設けて観測を行うことが必要である。

現在行われている諏訪湖の定期観測ではIBP研究の結果(1970)をもとにして、湖心を代表点として行っている。しかし、IBPの諏訪湖研究による、この水平分布調査は観測点が12点と少なく、また、沿岸帯に調査点がないなど、各種の塩類および生物群集の分布について、沿岸からの影響を評価するには不十分な点が多い。

そこで、今回の調査では調査地点を44点に増やし、そのうち28地点を沿岸域に配置して、各種の塩類および生物群集について測定を行った。この結果について、湖内でのそれぞれの測定項目の水平分布の特徴と沿岸部の影響を検討した。本報告は、そのうち水温、透明度、COD、溶存無機態窒素およびクロロフィル-aについて述べたものである。

この研究は文部省科学研究費(課題番号:56030041)の一部により行ったもので、得られた粗データについては「諏訪湖集水域生態系研究」経過報告第8号に全て収録されている。

### 調査および分析方法

調査は1981年5月27日の早朝5時30分より6時30分までの1時間以内に終了している。図1中の丸印が全て調査地点を示している。現場においては深度、水温および透明度の測定を行い、表層水を直接1Lのポリビンに採水し、実験室にて直ちに試水の処理を行った。水温の測定は棒状アルコール温度計により表層水についてのみ行った。透明度の測定には直径30cmのセツキ円板を用いた。

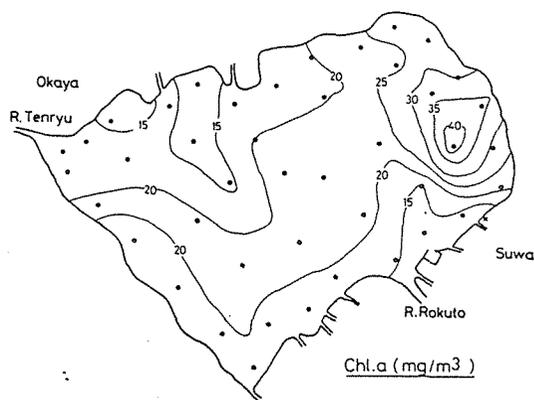


図1. 諏訪湖内におけるクロロフィル-aの水平分布  
(1981. 5. 27).

Fig. 1. Horizontal distribution map of chlorophyll-a in Lake Suwa of 27th May, 1981.

採水した試水の一部は、あらかじめ500℃、1時間、電気炉内で焼いて有機物を除去し、秤量してあるワットマン社製GF/Cフィルターによって濾過し、濾紙上の残渣についてはセストンおよびクロロフィルa量の測定に供し、濾液は各形態の溶存無機態窒素およびCODの測定に用いた。CODの測定は試水原液(T-COD)および濾液(D-COD)について行っている。その他の分析方法は以下に示す通りである。

クロロフィルa: 90%アセトン抽出。UNESCO-SCORの式により算出。

NH<sub>4</sub>-N: インドフェノール法。

NO<sub>2</sub>-N: ナフチルエチレンジアミン法。

NO<sub>3</sub>-N: 銅-カドミウムカラム還元法。

COD: 1/80NKMnO<sub>4</sub>, 湯煎, 30分法(JIS酸性法に同じ)。

## 結 果

調査時の水温は15℃から18℃の間で、住宅密集地の上諏訪一下諏訪間の沿岸域が18℃ともっとも高い。全体的にみると温泉排水の影響のある上諏訪側から、諏訪湖唯一の流出河川である天竜川流出口にむけて水温が低下する傾向にある。全測点のうち、16~18℃を示す測点は約55%で、湖の中央部分を占めている。その他の水温は沿岸部からの流入水に影響される測点にみられるが、その影響範囲はきわめて小さい。

透明度の最低値は80cmで、上諏訪一下諏訪間の沿岸域(湖北東部)で得られたもので、一般にこの地域の沿岸部は透明度が低い(100cm以下)。一般的な傾向としては湖心に向かうにつれて透明度は高くなるが、沿岸部でも清澄な流入水の影響を受けている地点では透明度も高く、低川地先では160cmにもなっている。

植物プランクトン量の指標としてのクロロフィルa量の分布については図1に示した。一般に、沿岸部で低く、沖帯では20mg/m<sup>3</sup>以上と高くなる。しかし、局部的にみると、市街地に近く、水温の高い上諏訪一下諏訪間の沿岸域ではクロロフィルa量が25mg/m<sup>3</sup>以上と湖心部よりも高い場合が認められる。

セストン量は、当然のこととして透明度と逆の分布を示す。すなわち、透明度の低い上諏訪一下諏訪間側に多く、湖心に向かうにつれて少なくなり、沖帯の大部分は6~8g/m<sup>3</sup>の範囲に入る。

一方、溶存無機態窒素(NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N)は、全体的には沿岸域で濃度が高く、沖帯では低い傾向となっているが、下諏訪側の沿岸域には沖帯より低い濃度の部分もみられる。その傾向は、特に、NH<sub>4</sub>-N

において顕著である(図2)。沖帯の各地点についてみると、各態ともに濃度の変化は少ないが、沿岸域では地点による差が大きいことも特徴的である。NH<sub>4</sub>-NおよびNO<sub>2</sub>-Nは、上諏訪・岡谷等、市街地の沖合および諏訪湖南部の沿岸域で高くなっている。一方、NO<sub>3</sub>-Nの場合は湖南部沿岸域と上諏訪の市街地沖合に高いことは前二者と同様であるが、岡谷側では高い点に違いがみられる。各無機態窒素の濃度は、沖帯についてみると、NH<sub>4</sub>-Nが50~100μg/l, NO<sub>3</sub>-Nは600~800μg/lであった。

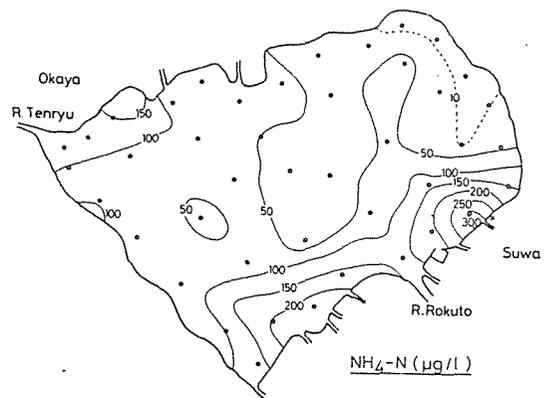


図2. 諏訪湖内におけるNH<sub>4</sub>-Nの等濃度線図

(1981. 5. 27)

Fig. 2. Horizontal difference of the concentration of ammonium nitrogen (NH<sub>4</sub>-N) in Lake Suwa, 27th May, 1981.

T-CODは、ほぼセストンと同じ分布を示し、上諏訪一下諏訪間の沖で高くなっていることを除くと、沿岸域で低く、沖帯で高い傾向を示している。量的には、一部に3mg/l以上の部分があるものの、ほとんどが2.25~2.75mg/lであった。D-CODはT-CODと逆に沿岸域で高く、沖帯で低い傾向が認められる。しかし、大部分は1.5~2.0mg/lであり、地点間の差はきわめて小さい。

## 考 察

一般に、平水時における湖への流入水中にはけん濁態の物質は少なく、溶存態のものが多い。このため、湖においては溶存態の物質は沿岸域では多いが、沖に向かうにつれて微生物により消費され、または拡散して、その濃度は低くなると同時に均一化されることが予想される。今回の調査結果においても、その傾向が

認められた。しかし、沿岸の状況は流入水の有無、流入水量の多少により異なることは、沿岸域で得られた各測定値のパラッキからも判断することができる。

溶存態物質の量が多い地点はNH<sub>4</sub>-NおよびNO<sub>3</sub>-Nの分布からみて、湖の東岸域と南東部であった。これらの地域のうち南東部は、陸側に耕作地が広がっており、灌漑用水として利用されている小河川が多く流入している。本調査の行われた時期は農作業の行われている時期に当たり、NO<sub>3</sub>-NおよびNH<sub>4</sub>-Nの濃度がこの地域で高い原因は農耕地からの流出によるものと考えられる。

一方、湖東部は上諏訪の市街地に接しており、市街地からの生活排水の流入が多い地域である。このため、NH<sub>4</sub>-Nの濃度は他の測点より高くなっている。しかしながら、同様の傾向を持つと考えられるD-CODは沿岸部においても高くはなかった。むしろ、T-CODとD-CODの差し引きで表わされるP-CODに高い傾向が示されている。このことは市街地の排水の影響をうける流入水中にはけん濁態の有機物が多く含まれていることを示すものと考えられる。

湖の西部に広がる岡谷市街地沿岸の場合は諏訪市側とくらべてNH<sub>4</sub>-Nの濃度は必ずしも高くない。矢

木・ら(1970)の報告によると岡谷市側から流入する中小河川中にもNH<sub>4</sub>-NおよびNO<sub>3</sub>-Nが多く含まれていることから、流入する河川流量が小さいために150 m沖合の測点にまで影響が及ばなかったものと推定される。

湖中のけん濁態のものは流入した溶存態の有機物又は栄養塩によって二次的に湖水で形成されるものが多い。そのために、沿岸域でよりもむしろ沖帯で多い傾向となっている。局所的にみると、図2のクロロフィルa量の分布に示されているように、沿岸域に高い部分が認められる。その原因は、同地域には大きな流入河川がないために、湖水が停滞し易いためと考えられる。このような、湖水の停滞し易い地域では増殖した植物プランクトンが他の地域にくらべて希釈率が低く、結果として同地域内の植物プランクトンの残存率が大きくなり、その現存量を高めることになる。今回の調査結果によると、湖水中の無機態窒素の濃度は全般的に高く、生物に利用可能な磷酸態磷の濃度も前記地域では比較的高いことが示されている。このことも、同地域の植物プランクトンの増殖にプラスに働き、停滞水域としての蓄積し易い特性とあわせて、けん濁態の物質が多くなっているものと考えられる。

### NH<sub>4</sub>-N

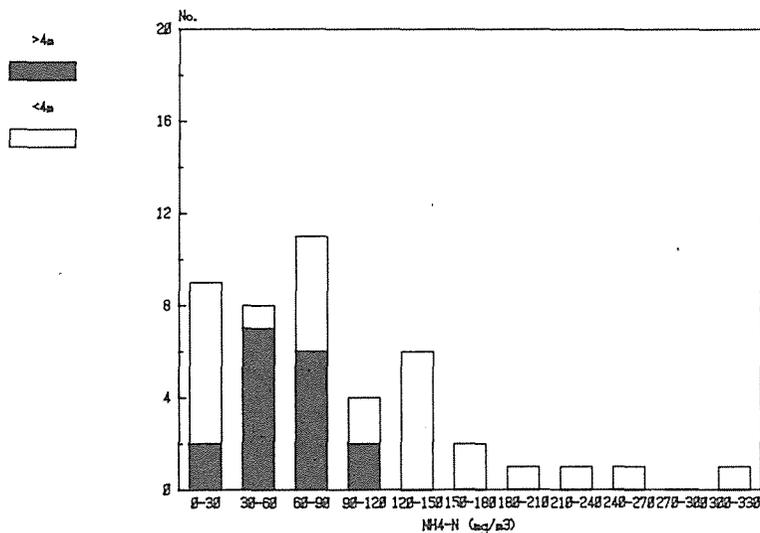


図3. 各測点より得られたNH<sub>4</sub>-N濃度の頻度分布。沿岸域と沖帯の比較。

Fig. 3. Frequency of the ammonium nitrogen content taken from each station of off shore region and coastal region.

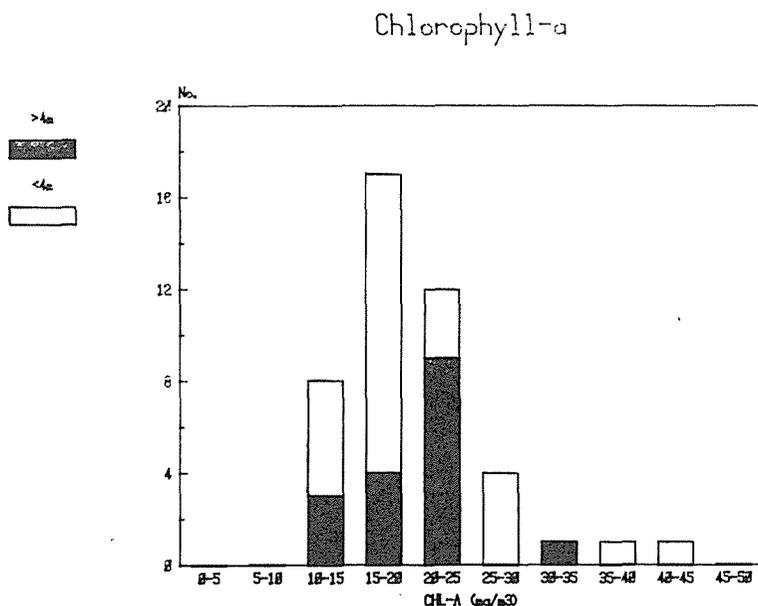


図4. 各測点より得られたクロロフィル-a量の頻度分布。沿岸域と沖帯の比較。

Fig. 4. Frequency of the chlorophyll-a content taken from each station of offshore region and coastal region.

沿岸からの流入水の影響について、各々の水質の分布から検討を行った。結論的には、流入水の影響は平水時にあってはあまり沖合いにまで及ばず、せいぜい200m程度と判断される。図3および図4に、溶存態としての $\text{NH}_4\text{-N}$ とけん濁態としてのクロロフィルaについて、4m以深の測点と4m以浅の沿岸域の測点での濃度別ヒストグラムを示した。両者ともに4m以深では、沿岸域にくらべて、沖帯はバラツキの小さいことがわかる。また、図1および図2の等濃度線からも沖帯での濃度変化は沿岸にくらべてゆるやかであることが示されている。

以上のことから、諏訪湖の場合、湖を一つの水塊とみなして、全体を均一に近い系と考えると第1次近似としては可能であることが確かめられた。また、現在行われている定期観測の定点としている湖心は沖帯の中央部に当たり、特定の沿岸の影響を受けておらず、平均的な湖の状態を観測するうえで妥当であることが確認された。

今後の課題としては深層水および平水時以外の気象状況における湖への沿岸の影響を把握することが挙げられる。

#### 謝 辞

本調査に当たり、信州大学理学部附属諏訪湖実験所塩野崎寛技官には多大な御援助を頂いた。また、信州大学理学部生物学科および繊維学部繊維農学科の学生諸君の協力を頂いた。ここに記して感謝する次第である。

#### 文 献

- 1) JIBP-PF 諏訪湖研究グループ(1970) 諏訪湖の水質並びに浮遊微小生物群集の水平分布・昼夜変化の共同調査資料, 諏訪湖生物群集生産力研究, 第2号, 1-23.

#### Summary

The horizontal differences of water temperature, transparency, COD, DIN and chlorophyll-a were studied in Lake Suwa. The samples were taken from 44 stations within one hour in the early mornig of 27th May 1981.

The horizontal difference of water temperature was little except the region of the front of urban area. In general, particulate matter was much in the part of offshore and dissolved matter was high in coastal zone. Their results suggest that our regular station in lake center is fit for studying the lake conditions of Lake Suwa.