

湖水を水源とする緩速ろ過池で見られる藻類

野崎健太郎・吉野登美・坂井正・中本信忠

信州大学繊維学部応用生物科学科

Algae in Slow Sand Filters Connected with a Lake

Kentaro NOZAKI, Tomi YOSHINO, Masashi SAKAI and Nobutada NAKAMOTO

Department of Applied Biology, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, Ueda 386.

Abstract : Relationship between algae and water source was studied in slow sand filters connected with a lake. Algae on the bottom of slow sand filters were almost phytoplankton. The algae were originated from the lake. Reactive phosphorus concentration was only 5-20 μ g/l in the raw water. Reactive phosphorus was guessed to be consumed by phytoplankton in the lake. As a result, algal growth on the bottom was thought to be regulated by reactive phosphorus.

Key Words : slow sand filter, algae, water source, reactive phosphorus

緩速ろ過池、藻類、水源、リン酸態リン

1. はじめに

上田市染屋浄水場は、河川表流水を水源としている。この緩速ろ過池ろ床には、河川由来の付着性藻類が観察され、特に5月から11月にかけては、糸状珪藻 *Melosira varians* が優占的に繁殖していた(中本・江連1989, 中本・坂井1992)。しかし英国のBrook (1953) やBellinger (1979) は、貯水池を水源とする緩速ろ過池の藻類相を調べ、必ずしも糸状珪藻が繁殖するとは限らないことを報告していた。これらのことから、水源の違いが緩速ろ過池の藻類相を決める大きな要因であると考えられた。そこで、湖水表層水を水源とする緩速ろ過池のろ床藻類を観察し、水源との関係を考察してみた。尚、内容の一部は、日本陸水学会甲信越支部会第18回研究発表会で報告した(吉野ら1992)。

2. 調査対象および方法

調査は、長野市水道局の、戸隠水源池を水源とする飯綱、往生地浄水場、野尻湖を水源とする蚊里田浄水場で行った。

ろ床の藻類の採取は、季節変化を調べるために4、

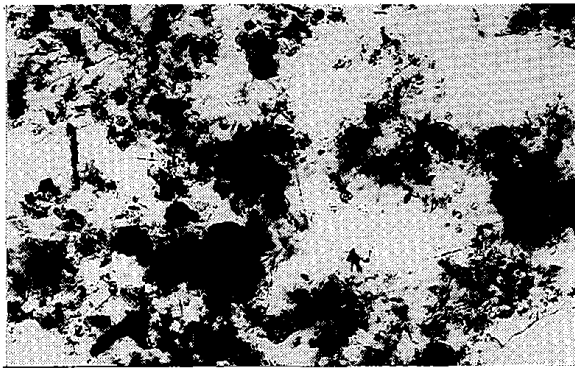
5、6、8、10、12月にそれぞれ一回行った。蚊里田浄水場は、野尻湖の水利権の関係で6月1日から9月30日にかけて使用されないため6、8月は調査しなかった。採取した藻類は顕微鏡で観察し、定期調査を行っている染屋浄水場のろ床藻類と比較した。同時に、藻類の現存量の目安として、ろ過池単位面積当たりのクロロフィル量をユネスコ法、また原水中の栄養塩の状態を知るために、リン酸態リンをアスコルビン酸還元法、全リンを過硫酸分解法、硝酸態窒素を紫外部吸光法で測定した(日本分析化学会北海道支部1981)。

3. 結果および考察

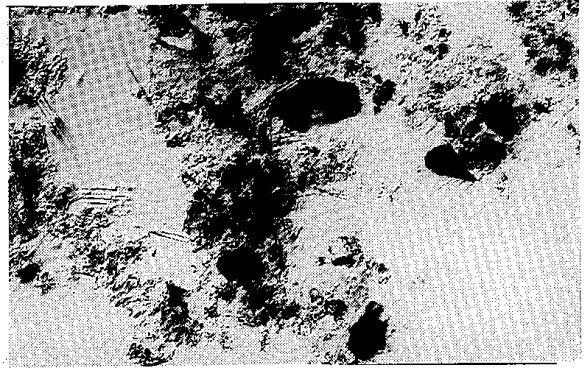
各浄水場のろ過池ろ床の春(4月)と夏(8月)の状態を、顕微鏡写真で示した(Photo.1)。蚊里田浄水場は夏期は使用されないため、春と秋(10月)の状態を示した。また、飯綱、往生池、蚊里田の各浄水場のろ過池ろ床で、頻繁に観察された藻類の顕微鏡写真を示した(Photo.2)。

飯綱、往生地、蚊里田の各浄水場では、湖沼で繁殖する植物プランクトンである珪藻 *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira italica*, *Syne-*

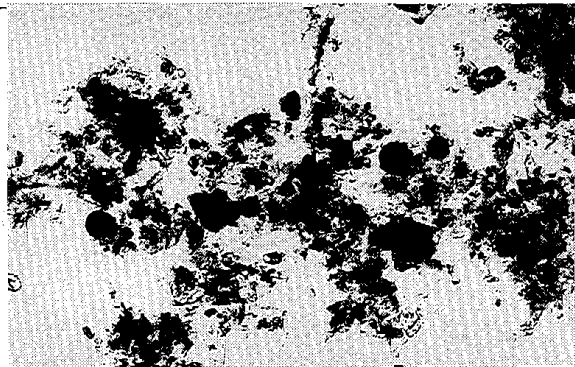
野 崎 ほ か



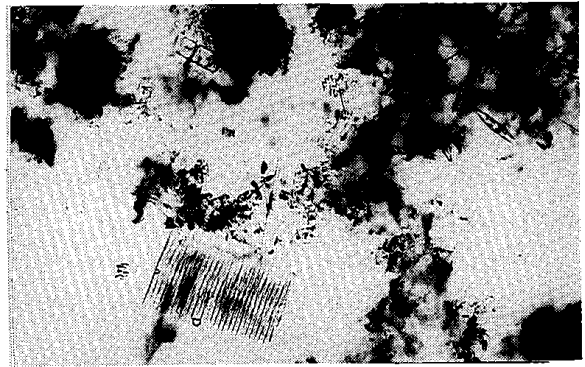
lizuna April



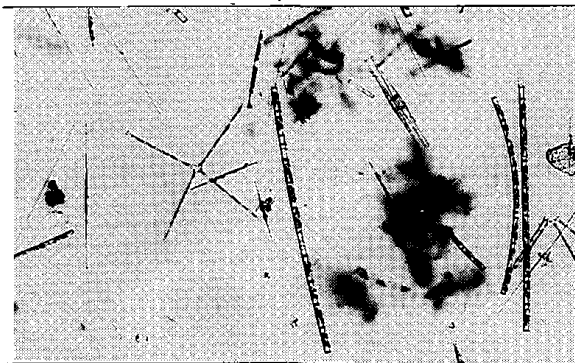
August



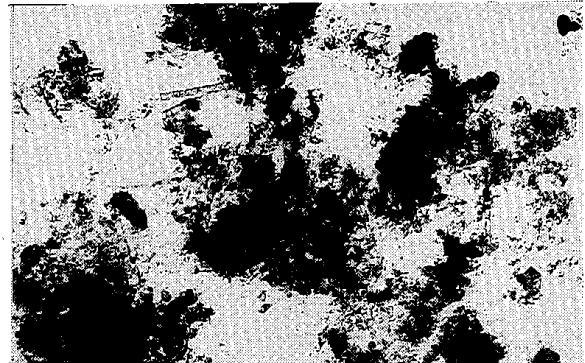
Ohjochi April



August



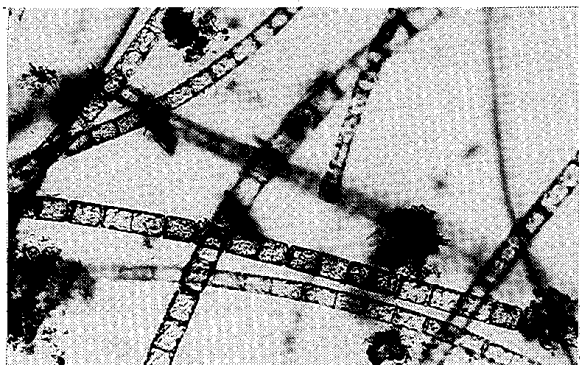
Karita April



October



Someya April

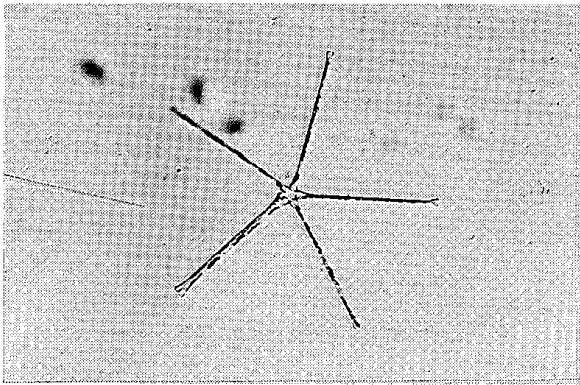


August

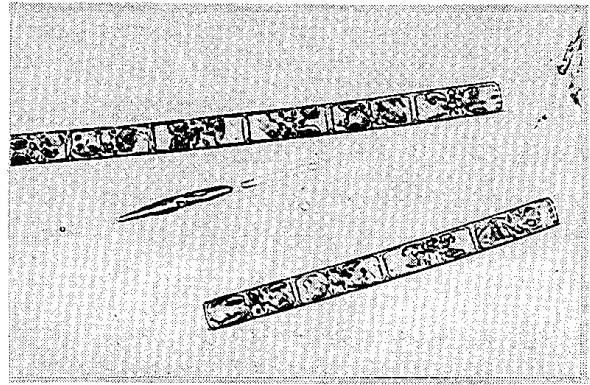
Photo.1. Microscopic photographs of algal mat in slow sand filters. lizuna, Ohjochi and Karita water purification plants were connected with a lake, and Someya water purification plant was connected with a river. (lizuna, Ohjochi and Someya water purification plants: April and August, Karita water purification plant: April and October)

湖水を水源とする飯綱、往生地、蚊里田の各浄水場の緩速ろ過池ろ床と河川表流水を水源とする染屋浄水場の緩速ろ過池ろ床の顕微鏡写真（飯綱、往生地、染屋浄水場は4月と8月、蚊里田浄水場は4月と10月）

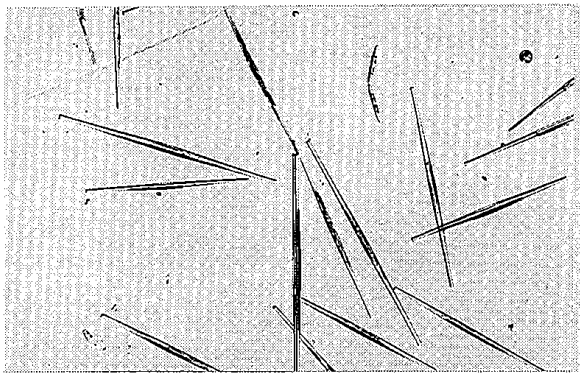
湖水を水源とする緩速ろ過池で見られる藻類



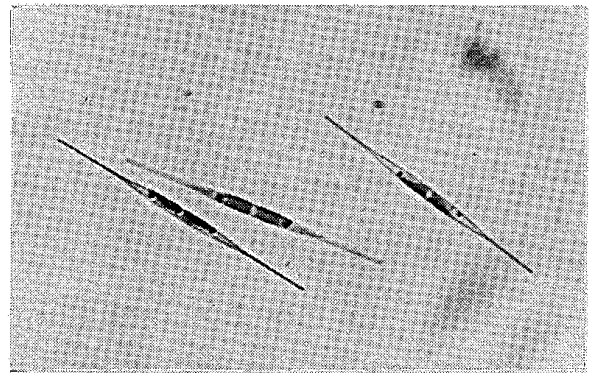
Asterionella formosa



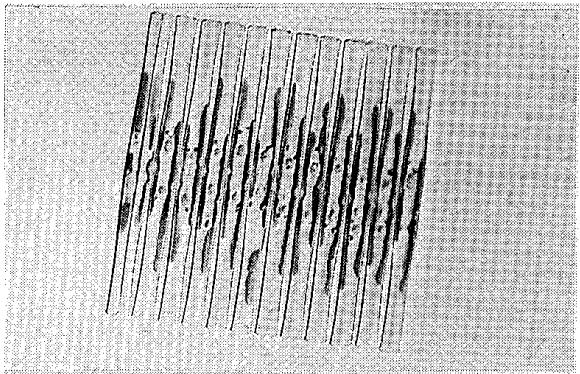
Melosira italica



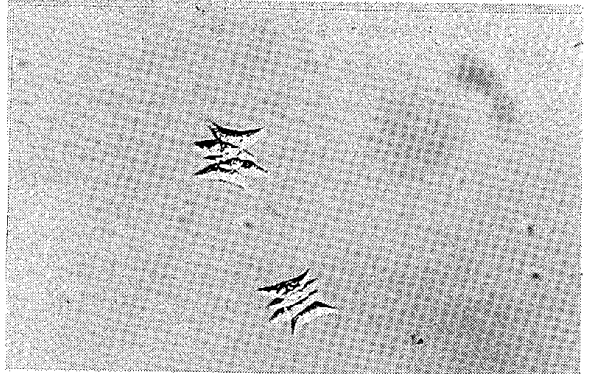
Synedra acus



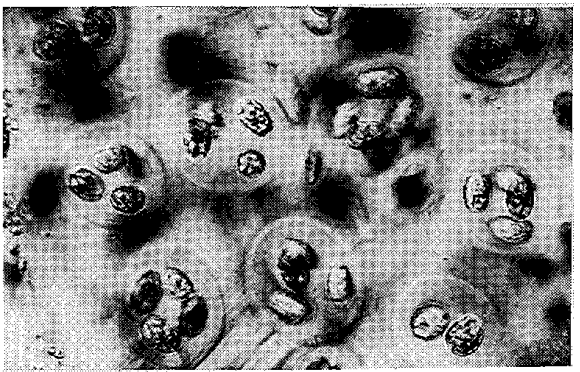
Nitzschia acicularis



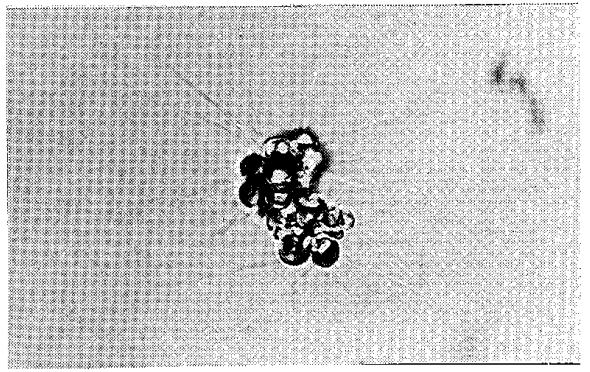
Fragilaria crotonensis



Scenedesmus acuminatus



Gloeocystis gigas



Micractinium pusillum

Photo.2. Microscopic photographs of commonly observed algae on the bottom of slow sand filters connected with a lake of Iizuna, Ohjochi and Karita water purification plants.

湖水を水源とする飯綱、往生地、蚊里田の各浄水場の緩速ろ過池ろ床で一般的に見られる藻類

dra acus, 緑藻 *Gloeocystis gigas*, *Scenedesumus spp.* が共通して見られ、季節による大きな違いは見られなかった。染屋浄水場では、春は河川の付着珪藻 *Cymbella ventricosa*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Synedra ulna* 等が見られ、夏期には *M. varians* が優占種となり、厚いマット状の群落（藻類被膜）を形成していた。

ろ過池単位面積当たりのクロロフィル a 量は、ろ過継続が10日以上で生物相が安定したろ過池の値を選び、季節ごとに最小値と最大値を示した (Tab.1)。測定値が一つの場合はその値のみを示した。染屋浄水場は、ろ過池数と測定回数が多いため季節ごとの平均値と標準偏差を示した。飯綱、往生地、蚊里田の各浄水場のクロロフィル a 量は、藻類の繁殖が見られる染屋浄水

Tab.1. Seasonal changes of amount of chlorophyll a on the bottom of slow sand filters at Iizuna, Ohjochi, Karita and Someya water purification plants.

飯綱、往生地、蚊里田、染屋の各浄水場における緩速ろ過池ろ床のクロロフィル a 量の季節変化

	Spring	Chlorophyll a Summer	mg/m ² Autumn	Winter
Iizuna	18.9-33.1	9.88-15.2	7.46	17.7
Ohjochi	10.1-38.1	11.5-18.9	40.1	14.1-23.6
Karita	49.8-133.0	-	20.1-49.4	25.0-30.4
Someya	103.1 (± 52.1)	272.1 (± 134.9)	189.9 (± 115.8)	82.2 (± 51.3)

Tab.2. Nutrients concentration of reactive phosphorus, total phosphorus and nitrate nitrogen in the raw water at Iizuna, Ohjochi, Karita and Someya water purification plants.

飯綱、往生地、蚊里田、染屋の各浄水場における原水中のリン酸態リン、全リン、硝酸態窒素の濃度

	Date 1992	Reactive phosphorus μg/l	Total phosphorus μg/l	Nitrate nitrogen mg/l
Iizuna	20 May	4.68	14.5	0.17
	30 Jun	4.90	11.4	0.27
	7 Aug	3.26	8.14	0.22
	6 Oct	-	-	-
	2 Dec	-	-	-
Ohjochi	20 May	7.81	12.9	0.16
	30 Jun	13.0	16.2	0.28
	7 Aug	4.90	14.6	0.22
	6 Oct	8.16	11.4	0.63
	2 Dec	4.90	9.77	0.17
Karita	20 May	4.86	11.2	0.24
	30 Jun	-	-	-
	7 Aug	-	-	-
	6 Oct	13.0	24.4	0.26
	2 Dec	3.26	6.51	0.18
Someya	May	9.24 (± 3.90)	20.1 (± 5.90)	1.52 (± 0.32)
	Jun	13.9 (± 8.78)	25.7 (± 11.4)	1.87 (± 0.4) 1
	Aug	42.4 (± 7.44)	55.6 (± 8.45)	1.99 (± 0.23)
	Oct	11.5 (± 9.23)	25.8 (± 11.3)	1.84 (± 0.40)
	Dec	-	-	-

湖水を水源とする緩速ろ過池で見られる藻類

場とは異なり、年間を通じて変化が少なく、ろ過池ろ床での藻類の繁殖はほとんどないものと考えられた。例外として、蚊里田浄水場が、春に比較的高い値を示した。これは、顕微鏡観察で確認したが、水源である野尻湖で植物プランクトンの繁殖が生じた結果であった(長野市水道局1991)。

飯綱、往生地、蚊里田の各浄水場で、藻類の繁殖が認められなかった原因として、水源の生物利用可能な栄養塩が植物プランクトンの繁殖によって使い尽くされ、流入する栄養塩が乏しくなるためと考えられた。実際に飯綱、往生地、蚊里田の各浄水場の原水中の栄養塩濃度は、夏期は染屋浄水場と比べて、リン酸態リン、硝酸態窒素のいずれの濃度も低く、栄養塩類が乏しいが、湖の循環期である春と秋に若干の増加が見られた(Tab.2)。特にリン酸態リン濃度は、調査した範囲で $5\text{--}20\mu\text{g/l}$ と藻類の成長が制限される量(Kuhl 1962, Nalewajko and Lean 1980)であった。また、野崎ら(1992)は、ダム湖を水源とする浄水場の緩速ろ過池で、ダム湖での藻類の繁殖により原水中のリン酸態リンが乏しくなり、ろ過池で藻類の繁殖が制限されたことを報告している。

4. おわりに

今回の観察結果の概念を模式図にまとめてみた(Fig.1)。水源が湖水表層水の場合、栄養塩が植物プ

ランクトンにより消費されるので、ろ過池ろ床で藻類は繁殖できない。しかし水源が河川表流水の場合、栄養塩が途中で消費されないため藻類は繁殖し、藻類被膜を形成する。

また、季節を考慮し、緩速ろ過池における藻類の現存量と原水中の栄養塩、水温、日射量の関係を模式的に表してみた(Fig.2)。

湖水表層水を水源とする浄水場は、Odum(1971)が示した湖の藻類現存量の季節変動とほぼ同じと考えられる。原水中の栄養塩濃度とろ過池ろ床の藻類現存量は、春と秋に増加する。これは湖水が春と秋に循環するため栄養塩の回帰が起こり、ろ過池がその影響を受けるからである。循環期は原水の栄養塩濃度は高くなり、水源で繁殖した植物プランクトンがろ過池に流入し現存量も増加する。しかし夏になり湖水が成層すると表層水中の栄養塩は乏しくなり、原水もその影響を受ける。藻類現存量は栄養塩の不足から水源およびろ過池で藻類が繁殖しないので増加することはない。

一方、人間活動の影響を受けている河川を水源とする浄水場は、栄養塩濃度と藻類現存量が夏に最大となる。これは水温の上昇とともに微生物活性が盛んになり集水域からの栄養塩の流入量が多くなるためである。したがってろ過池ろ床の藻類は、栄養塩の欠乏による繁殖の制限を受けず、藻類現存量は主に水温、日射量に応じて変化する。

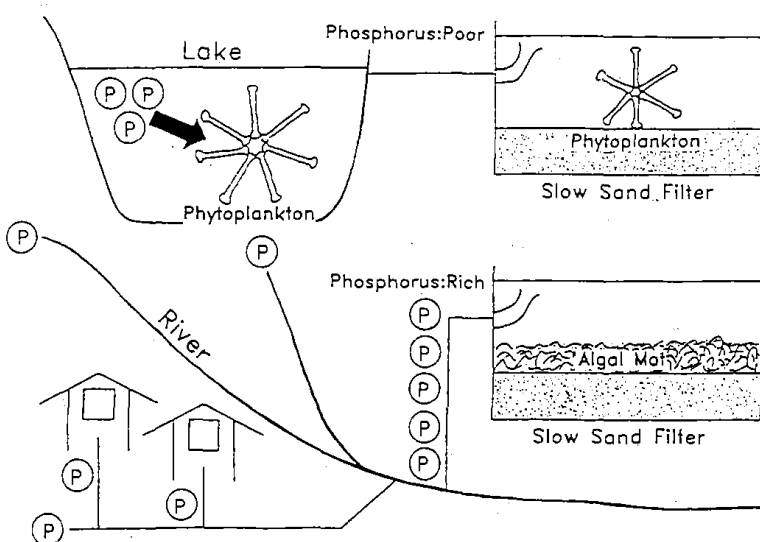


Fig.1. Schematic pictures of algal growth in different types of slow sand filters.

水源の異なる緩速ろ過池における藻類繁殖の模式図

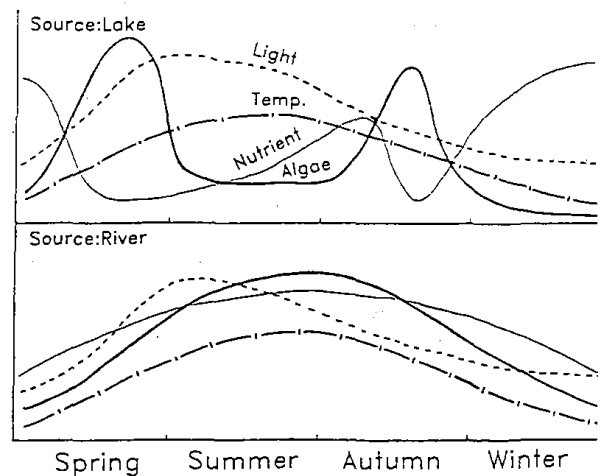


Fig.2. Ideal mechanisms for seasonal variation of algal growth in different types of slow sand filters.

水源の異なる緩速ろ過池における藻類繁殖の季節変化

謝 辞

日頃から筆者らの調査に理解を示し協力して下さる上田市水道局、長野市水道局に感謝します。

摘 要

湖水表層水を水源とする緩速ろ過池において、ろ床で観察される藻類と水源の関係を考察した。観察された藻類は、ほとんどが水源由来と思われる植物プランクトンであり、ろ床での繁殖は認められなかった。

原水中のリン酸態リン濃度は5-20 μ g/lと藻類の繁殖を制限する量であった。これは水源で植物プランクトンが繁殖し湖水表層水のリン酸態リンを消費するためと考えられた。

またろ床の藻類現存量の季節変動について河川表流水を水源とする緩速ろ過池と比べ考察してみた。

引用文献

- Bellinger, E.G. (1979): Some biological aspects of slow sand filters. J. Instn. Wat. Engrs. Sci. 33: 19-29.
- Brook, A.J. (1953): The bottom living algal flora of slow sand filter beds of waterworks. Hydrobiologia 6: 333-351.
- Kuhl, A. (1962): Inorganic Phosphorus Uptake and Metabolism, p.211-224. In P.A. Lewin(ed.), Physiology and Biochemistry of Algae. Academic Press, New York.
- Nalewajko, C. and D.R.S. Lean(1980): Phosphorus, p. 235-258. In I. Morris (ed.), The Physiological Ecology of Phytoplankton. Blackwell Scientific, Oxford.
- 中本信忠・江連小百合 (1898) : 緩速ろ過池ろ床藻類の繁殖過程及び季節変化. 水道協会雑誌58 (659) : 17-21.
- 中本信忠・坂井正 (1992) : 緩速ろ過池のろ過閉塞指標としての標準化損失水頭と藻類. 日本水処理生物学会誌 28(1) : 7-16.
- 長野市水道局 (1991) : 水質年報.
- 日本分析化学会北海道支部会(1981) : 水の分析, 第3版, 化学同人.
- 野崎健太郎・坂井正・中本信忠 (1992) : 石舟浄水場における7月のろ過閉塞障害と菅平ダム湖で繁殖した珪藻 *Nitzschia Holsatica* の流入の関係. 日本陸水学会甲信越支部会会報第18号, p.48-49.
- Odum, E.P. (1971): Fundamentals of Ecology, p.299. W.B. Saunders Company, U.S.A.
- 吉野登美・野崎健太郎・坂井正・中本信忠 (1992) : 貯水池を水源とした緩速ろ過池の藻類被膜について. 日本陸水学会甲信越支部会会報第18号, p.34.