

資料

## 広島県内湖沼の富栄養化特性

伊達 悦二, 井澤 博文\*, 岡本 拓, 今村 賢太郎\*\*, 水田 満里

### Eutrophication of The Lake in Hiroshima Prefecture

ETUJI DATE, HIROFUMI IZAWA\*, TAKU OKAMOTO, KENTARO IMAMURA\*\* and MARI MIZUTA

(Received Oct. 30, 2001)

県内の8つの貯水池を対象に1996~1998年度に調査を行い、富栄養化特性の現状を検討した。その結果、栄養区分をTN, TP, クロロフィルaの濃度レベルから捉えるとTN濃度は8貯水池全てが富栄養域に該当し、TP濃度およびクロロフィルa濃度は樽床貯水池を除く7貯水池が富栄養域に該当した。また、本庄貯水池、三永貯水池、棕梨貯水池、三川貯水池は有機物の内部生産が活発で、二次汚濁が進行していた。特に本庄貯水池ではアオコ、帝釈川貯水池(上)ではペリディニウム(渦鞭毛藻類)による淡水赤潮の発生がみられた。リン(TP)に占めるDIPの割合は本庄貯水池については80%を占め、他の貯水池とは異なった傾向を示した。植物プランクトンの増殖は本庄貯水池では窒素が、他の貯水池はリンが制限因子であることを示した。

キーワード：湖沼、富栄養化、窒素、リン、制限因子

#### はじめに

近年、我が国では生活排水や工場排水が多量に流入することにより湖沼の富栄養化が進み、植物プランクトンの増殖による水質汚濁、アオコや淡水赤潮の発生、それに伴う景観障害、異臭味による上水障害などが社会的問題となっている。そこで、湖沼富栄養化対策として1982年に湖沼の窒素、リンの環境基準が、1985年には排水基準が制定された。排水基準を定める総理府令に関連する広島県の湖沼は、窒素が植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれのある湖沼として2湖沼(貯水池)、リンが植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれのある湖沼として44湖沼(貯水池)が指定されている[1]。また、窒素、リンの環境基準が適用される1,000万トン以上の貯水池は県内には11ヶ所存在し、現在これらの湖沼について類型指定が求められている。

ここでは、県内の8つの貯水池を対象に1996~1998年度に調査を行い、各貯水池の窒素、リンなどの水質濃度レベルや季節変化等の富栄養化特性について検討した。

#### 調査内容

調査内容を表1に示す。調査は本庄貯水池、三永貯水池、棕梨貯水池、三川貯水池、御調貯水池、帝釈川貯水池、八田原貯水池、樽床貯水池の8ヶ所で行い、毎月1回、表層水を採水した。このうち三川貯水池、御調貯水池、帝釈川貯水池については堰堤と流入河川寄りの地点(上)の2地点で、その他の貯水池については1地点で調査した。調査期間は1996~1998年度の3ヶ年である。

表1 調査内容

貯水池	調査地点	調査期間
本庄貯水池		'98
三永貯水池		'98
棕梨貯水池	堰堤	'98
三川貯水池	堰堤	'96~'98
	上	'96~'97
御調貯水池	堰堤	'96~'98
	上	'96~'97
帝釈川貯水池	堰堤	'96~'97
	上	
八田原貯水池		'96~'98
樽床貯水池	堰堤	'98

\*広島県環境創造総室：Hiroshima Prefectural Environmental Creation Room

\*\*広島地域事務所厚生環境局広島地域保健所：Hiroshima Prefectural Hiroshima Regional Community Health Center

調査地点を図1に示す。

調査項目及び分析方法を表2に示す。

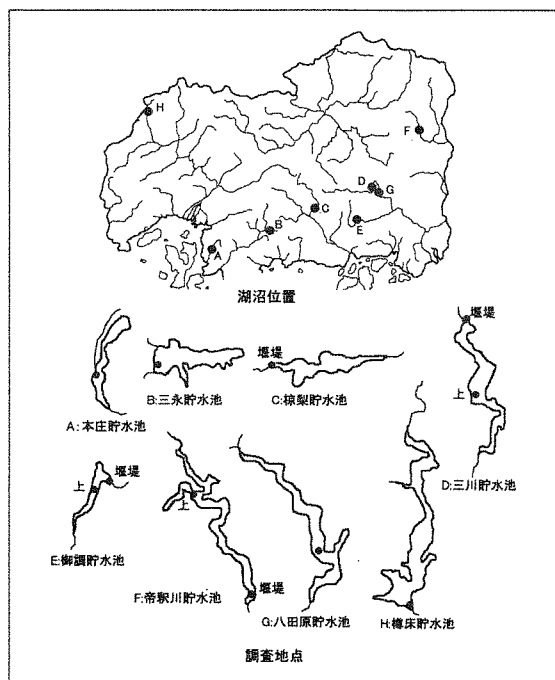


図1 湖沼調査地点

### 湖沼の概要

8貯水池の概要を表3に示す。

本庄貯水池は1918年に完成され、8貯水池の中では最も古く、八田原貯水池は1996年に完成され、比較的新しい。多くが上水道や工業用水に利用されているが、これらの中には異臭味障害を来しているものや富栄養化による淡水赤潮が発生しているものがあり、利水障害や水質汚濁を生じている。貯水容量1000万トン以上の貯水池を大きい順に列挙すると八田原貯水池、樽床貯水池、帝釈川貯水池、三川貯水池となる。流域面積は八田原貯水池が最も大きく、以下椋梨貯水池、帝釈川貯水池、三川貯水池の順で100Km<sup>2</sup>を越える。平均水深は帝釈川貯水池が20.5mと最も深く、三永貯水池では4.9mと浅い。年間回転数は4～18回で椋梨貯水池が最も大きく、樽床貯水池は最も小さい。

表2 調査項目と方法

測定項目	略号	方法
水温		JIS K0102
水素イオン濃度	pH	同上
アンモニア態窒素	NH <sub>4</sub> -N	オートアナライザー法 (TRAACS2000), JIS K0102 (インドフェノール青吸光度法) に準じる。
亜硝酸態窒素	NO <sub>2</sub> -N	オートアナライザー法 (TRAACS2000), JIS K0102 (ナフチルエチレンジアミン吸光度法) に準じる。
硝酸態窒素	NO <sub>3</sub> -N	オートアナライザー法 (TRAACS2000), JIS K0102 (銅・カドミウム還元カラム-ナフチルエチレンジアミン吸光度法) に準じる。
溶存態有機窒素	DON	柳本 TN 計
懸濁態有機窒素	PON	CN コーダ
全窒素	TN	柳本 TN 計
オルトリン酸態リン	PO <sub>4</sub> -P (=DIP)	オートアナライザー法 (TRAACS2000), JIS K0102 (ペルオキシ二硫酸カリウム分解, モリブデン青 (アスコルビン酸還元) 吸光度法) に準じる。
溶存態有機りん	DOP	同上
懸濁態有機りん	POP	同上
全リン	TP	同上
溶存態有機炭素	DOC	TOC 計
懸濁態有機炭素	POC	CN コーダ
全有機炭素	TOC	TOC 計
懸濁物質	SS	JIS K0102
クロロフィル a	Chl-a	西条の方法 (アセトン抽出吸光度法)
カルシウム	Ca	JIS K0102 (フレイム原子吸光法)
植物プランクトン		検鏡法

ここで、溶存態はガラス繊維ろ紙 GF/C (孔径約 1 μm) でろ過した時、ろ紙を通じた物質を、懸濁態はガラス繊維ろ紙 GF/C でろ過した時、ろ紙上に残った物質を表す。

なお、以下の文中で DIN は NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N の合計量を表す。

表3 湖沼の概要

貯水池名	水系名 河川名	利水状況	湖沼 被害	貯水 容量 (千m <sup>3</sup> )	平均 水深 (m)	年間 回転 数	流域 面積 (k m <sup>2</sup> )	竣工年
本庄貯水池	二河川 二河川	上水, 工業用水	異臭味	1,959	6.9	7	5.63	1918
三永貯水池	黒瀬川 三永川	上水, 工業用水, リクリエーション, 自然公園	異臭味	2,652	4.9	7	15.3	1942
椋梨貯水池	沼田川 椋梨川	上水, 工業用水, 発電, 治水, 漁業		7,540	10.3	18	160	1969
三川貯水池	芦田川 芦田川	上水, 工業用水, 発電, 治水, 漁業	異臭味, 淡水赤潮	12,698	16.5	7	108	1960
御調貯水池	芦田川 御調川	治水		5,040	不明	不明	54	1989
帝釈川貯水池	高梁川 帝釈川	発電, 漁業, リクリエーション, 自然公園	淡水赤潮	13,592	20.5	10	120	1924
八田原貯水池	芦田川 芦田川	上水, 治水, 工業用水		60,000	不明	不明	241.6	1996
樽床貯水池	太田川 柴木川	発電, 漁業, リクリエーション		20,435	11.3	4	39.5	1958

## 結果と考察

### 1 湖沼水質の比較

湖沼水質の年平均値の比較を図2に示す。まず、窒素について各貯水池の特徴を概観する。

TN濃度が0.2mg/lを越えると富栄養域とされる[2]。この区分を適用すると8貯水池全てが富栄養湖に該当した。濃度レベルは本庄貯水池と三永貯水池ではTN濃度が約1.1mg/lと最も高く、樽床貯水池では0.29mg/lと低濃度であった。TNの占めるDIN, DON, PONの構成割合をみると、どの貯水池もDINの占める割合が高いが、本庄貯水池と三永貯水池ではDINとPONがほぼ同じ割合を示した。無機態窒素(DIN)の構成割合をみるとどの貯水池もNO<sub>3</sub>-Nが最も高く、椋梨貯水池ではNH<sub>4</sub>-Nの割合が高いことが分かった。

つぎにリンについて概観する。TP濃度が0.02mg/lを越えると富栄養域とされる[2]。この区分を適用すると樽床貯水池を除く他の貯水池は富栄養域にあることを示した。TPの濃度レベルは本庄貯水池で0.41mg/lと他の貯水池に比べ顕著に高い濃度レベルであった。リンに占めるDIP, DOP, POPの構成割合をみると、全般的にPOPが約50%と最も高い傾向にあるが、本庄貯水池はDIPが80%と高い構成割合を示した。

有機炭素については三永貯水池でTOCが5.0mg/lと最も高く、ついで本庄貯水池、椋梨貯水池、三川貯水池で4mg/lを越え、御調貯水池、八田原貯水池、樽床貯水池でも3mg/lを越えた。TOCの構成割合はDOCが8割以上を占めた。本庄貯水池ではPOCが7割と高いのが特

徴であった。

Chl-aは栄養型で区分すると10μg/l以上の濃度は富栄養湖に相当する[3]。樽床貯水池を除く7貯水池で10μg/lを越え、富栄養化水域に該当した。30μg/lを越える貯水池は帝釈川貯水池(上)(59μg/l)、三永貯水池(33μg/l)、本庄貯水池(31μg/l)であった。

Caは炭酸塩や硫酸塩として広く分布する成分で、ペリディニウム(渦鞭毛藻類)はCa濃度10mg/lで最大増殖に達することが知られている[4]。帝釈川貯水池(上)では20mg/l近く存在し、他の貯水池に比べ高めの値であり、今回の調査でも同種の淡水赤潮が確認された。ついで三永貯水池、本庄貯水池で約16mg/lの高値を示した。

### 2 湖沼の水質特性

8貯水池の富栄養化特性や水質の季節変化等を検討した。図3-1～図3-11に各貯水池における水質月変動を示す。

#### 2-1 本庄貯水池

本庄貯水池の水質月変動を図3-1に示す。

Chl-aは16.3～1060μg/lで推移し、年間を通じて10μg/l以上となる富栄養化がかなり進行した水域であった。'98年8月にはマイクロキスティス(藍藻類: *Microcystis* sp.)によるアオコが発生し、1060μg/lの年間最高値を示した。冬季にはメロシラ(珪藻類: *Melosira* sp.)の増殖により、30μg/lを越える月もあった。

pHは7.0～9.6, SSは4.4～134mg/lで推移し、夏季に高い値となった。特にSSは'98年8月のアオコ発生時に

134mg/lの年間最高値を示した。

栄養塩の濃度レベルはかなり高く, TNは0.81~14.7mg/l, TPは0.26~1.42mg/lの範囲にあった。無機態の窒素, リンの推移を見るとDINは6月から9月にかけて低濃度で推移するが, この期間はNH<sub>4</sub>-Nの占める割合が高くなるのが他の貯水池と異なる特徴で, 8月には0.31mg/lの高値に達した。DINは10月以降再び増加し, 硝酸態窒

素の占める割合も高くなった。一方, DIPは年間を通じて0.1mg/l以上の高濃度で推移し, TPの8割以上を占める特徴を示した。マイクロケスティスは大量のリンを蓄積し, 増殖することが知られており[5], 高濃度のDIPがアオコ発生の一要因になっていると考えられた。

TOCは2.9~61.0mg/lと季節を問わず高濃度で推移し, 年中有機物の内部生産が行われていることを示した。

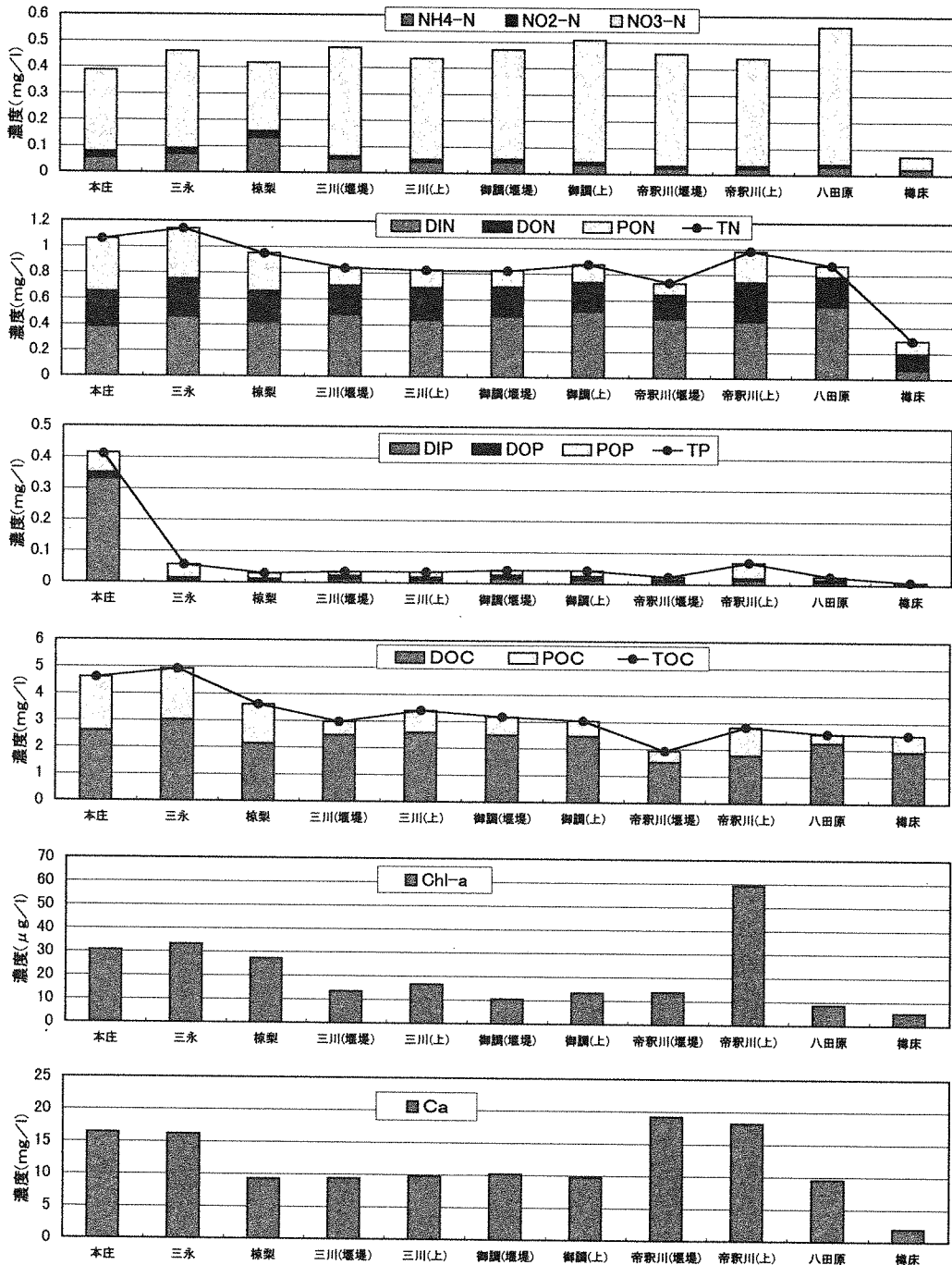


図2 湖沼水質(年平均値)の比較

2-2 三永貯水池

三永貯水池の水質月変動を図3-2に示す。

Chl-aは8.1~85.9 $\mu\text{g/l}$ で推移し、ほぼ年間を通じて10 $\mu\text{g/l}$ 以上となる富栄養化がかなり進行した水域であった。アオコが発生した夏季には約30 $\mu\text{g/l}$ を示し、'98年2月にはメロシラ (*Melosira* sp.) の増殖により、最高値の85.9 $\mu\text{g/l}$ を示した。

pHは7.2~8.7, SSは5.2~23.5 $\text{mg/l}$ の範囲で推移した。

栄養塩の濃度レベルはかなり高く、TNは0.76~2.0 $\text{mg/l}$ , TPは0.028~0.11 $\text{mg/l}$ の範囲にあった。無機態の窒素, リンの推移を見るとDINは4月から9月にかけて低濃度で推移するが、10月以降は0.4 $\text{mg/l}$ を越える高濃度で推移した。しかし、DIPは年間を通じて

0.008 $\text{mg/l}$ 以下の低濃度で推移した。このようなDIPの低濃度はChl-aが年中高いことと一見矛盾しているが、植物プランクトンが底泥から溶出したリンを利用していることも考えられ、今後、貯水池内でのDIPの循環機構を検討する必要がある。

TOCは3.2~7.8 $\text{mg/l}$ の範囲にあり、季節を問わず高濃度で推移し、有機物の内部生産が活発であることを示した。

2-3 椋梨貯水池

椋梨貯水池の水質月変動を図3-3に示す。

Chl-aは2.1~84.6 $\mu\text{g/l}$ で推移した。'98年7月にはアオコが発生し、Chl-aは69.2 $\mu\text{g/l}$ , SSも18.2 $\text{mg/l}$ と高濃度を示した。特に4~7月の春から夏季にかけて40 $\text{mg/l}$

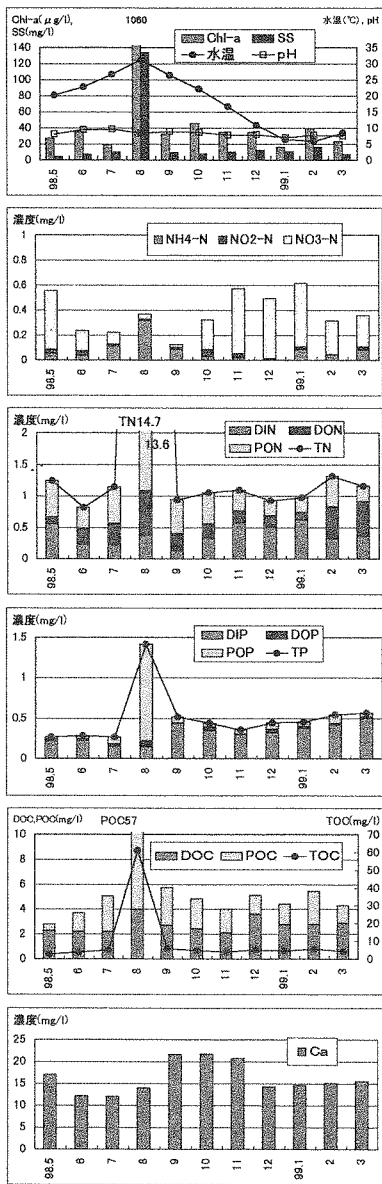


図3-1 本庄貯水池の水質変動

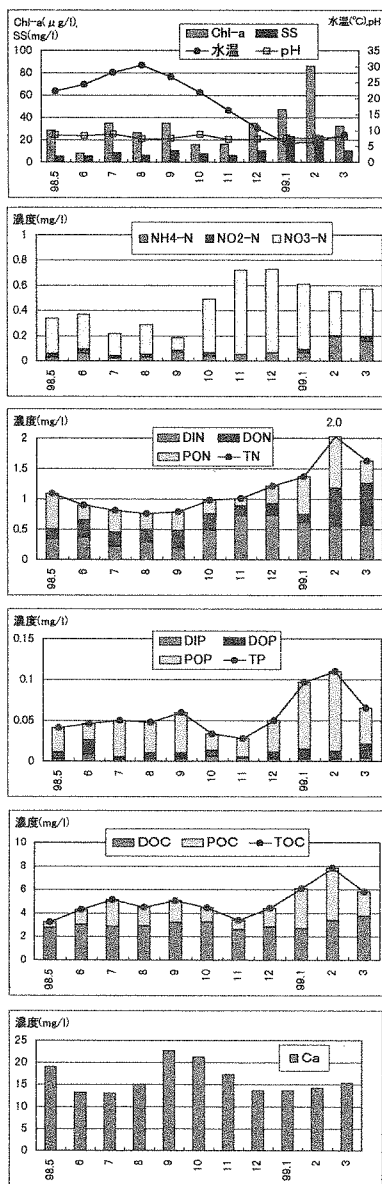


図3-2 三永貯水池の水質変動

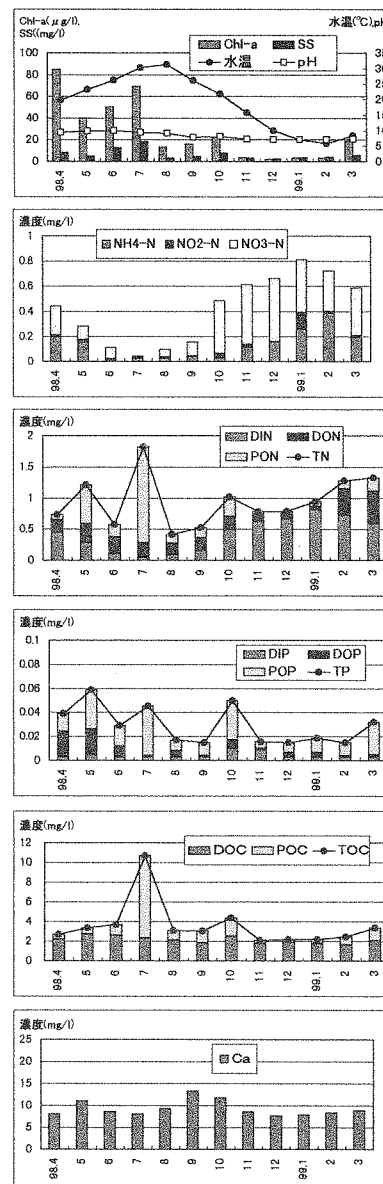


図3-3 椋梨貯水池の水質変動

以上と高く、また、10mg/l以上の高濃度も10月まで続き、植物プランクトンの増殖が4～10月までの期間に活発に行われることを示した。

栄養塩の濃度レベルは高く、TNは0.41～1.8mg/l、TPは0.015～0.059mg/lの範囲にあった。無機態の窒素、りんをの推移を見るとDINは4月から7月まで減少し、10月まで低濃度で推移した。DIPも同様の傾向であった。Chl-aの季節変化と照らし合わせると、植物プランクトンによるDIN、DIPの取込みが活発に行われている様子が分かる。NH<sub>4</sub>-Nが冬季に増加する傾向にあった。これは夏季から秋季にかけての活発な内部生産後の有機物の分解によるものと考えられるが、詳細は不明である。

TOCは2.1～10.7mg/lの範囲にあり、'98年7月のアオ

コ発生時には10mg/lを越える高濃度を示した。特に4～10月までは3mg/lを越える高濃度で推移し、この期間有機物の内部生産が活発に行われていることを示した。

### 2-4 三川貯水池

三川貯水池（堰堤）の水質月変動を図3-4に示す。

Chl-aは1.0～83.3μg/l、pHは7.3～10.3の範囲で推移し、共に夏季に増加する傾向にあった。特にChl-aは'97年6月に83.3μg/lの高濃度となった他、20μg/lを越えることが数回あった。

栄養塩の濃度レベルは高く、TNは0.44～1.1mg/l、TPは0.022～0.085mg/lの範囲で推移した。無機態の窒素、りんをの推移を見るとDINは4月以降減少し、7～9

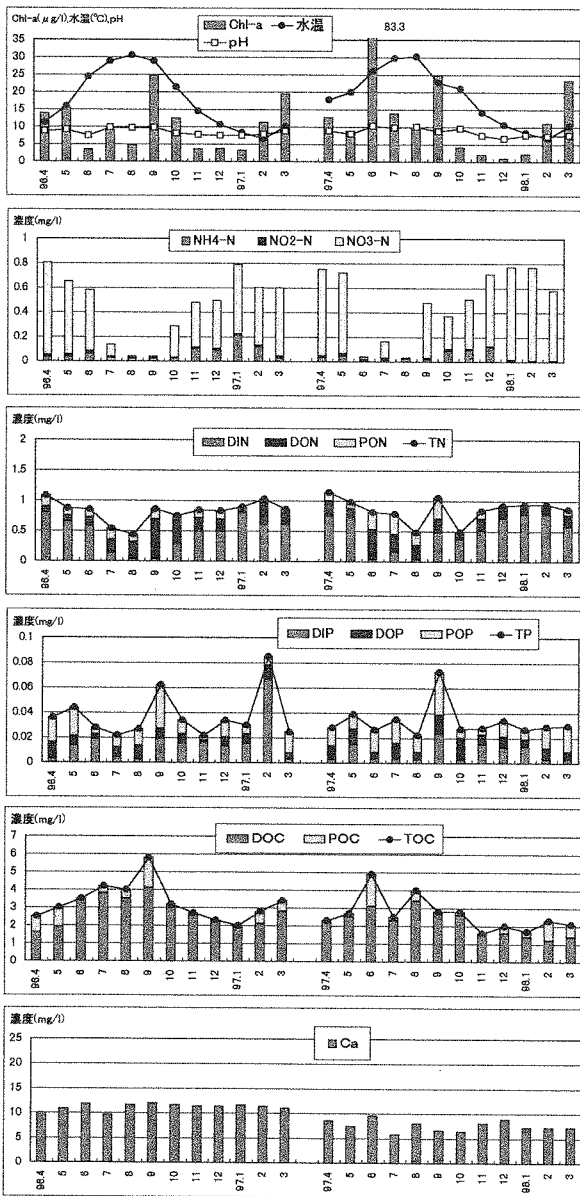


図3-4 三川貯水池(堰堤)の水質変動

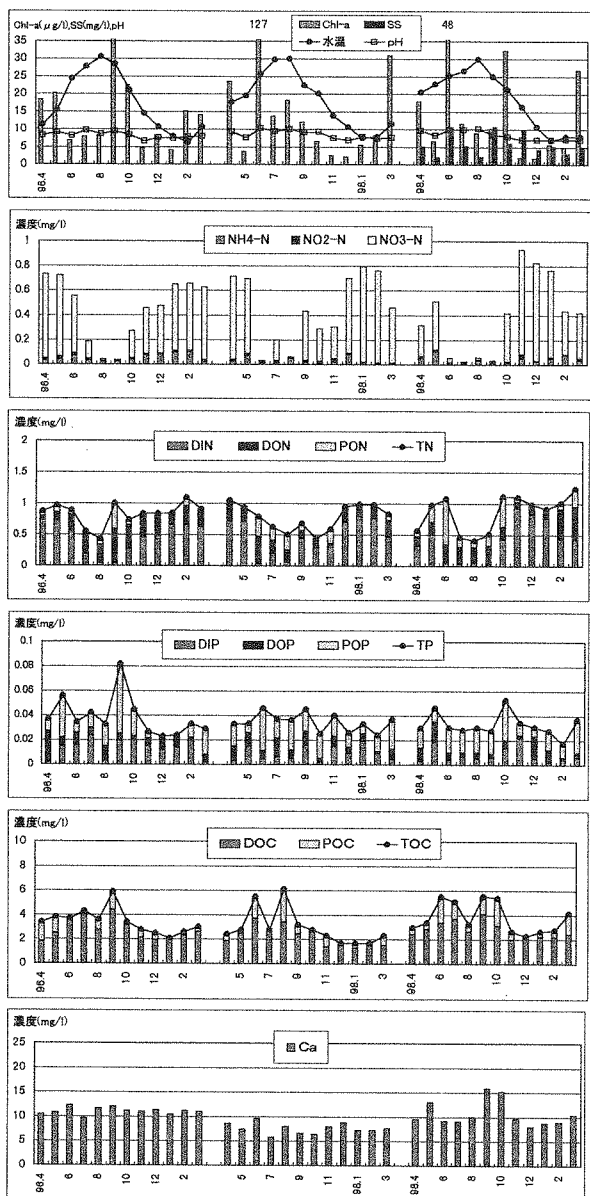


図3-5 三川貯水池(上)の水質変動

月には低濃度で推移し, 秋以降再び増加する特徴的な変化が見られた. 一方DIPは年によって夏場に若干低濃度になることはあるが, DINに比べ特徴的な変化はなかった. 夏季のDIN, DIP減少時にはChl-a, TOC, CODの増加が見られ, 植物プランクトンが栄養塩類を取り込んで有機物生産を活発に行っている様子が認められた.

TOCは1.6~5.8mg/lと夏季に高濃度となった.

三川貯水池(上)(図3-5)では窒素, リン等の濃度レベル, 月変化とも堰堤と同様の傾向を示し, 地点の違いによる差はなかった. なお, Chl-aは'97年6月に127mg/lの高濃度となった他, 30 $\mu$ g/lを越えることが数回あり, 堰堤に比べやや高い傾向にあった.

## 2-5 御調貯水池

御調貯水池(堰堤)の水質月変動を図3-6に示す.

Chl-aは1~35 $\mu$ g/l, SSは2~12mg/l, pHは7~10.7の範囲で推移し, 共に夏季に増加した.

栄養塩の濃度レベルは高く, TNは0.3~1.4mg/l, TPは0.01~0.13mg/lの範囲にあった. DINとDIP濃度の月変化を見ると概ね4月から9月にかけて減少傾向を示した. これはTOCがこの期間増加することから植物プランクトンの有機物生産に利用されたためと考えられる. また, 10月以降は逆にDIN, DIPは増加傾向にあり, 植物プランクトンによる取込が少ないことを反映したものとなった. TN, TPはその構成要素がほとんどDIN, DIPで占められており, それらの月変化は総じてそれぞれ

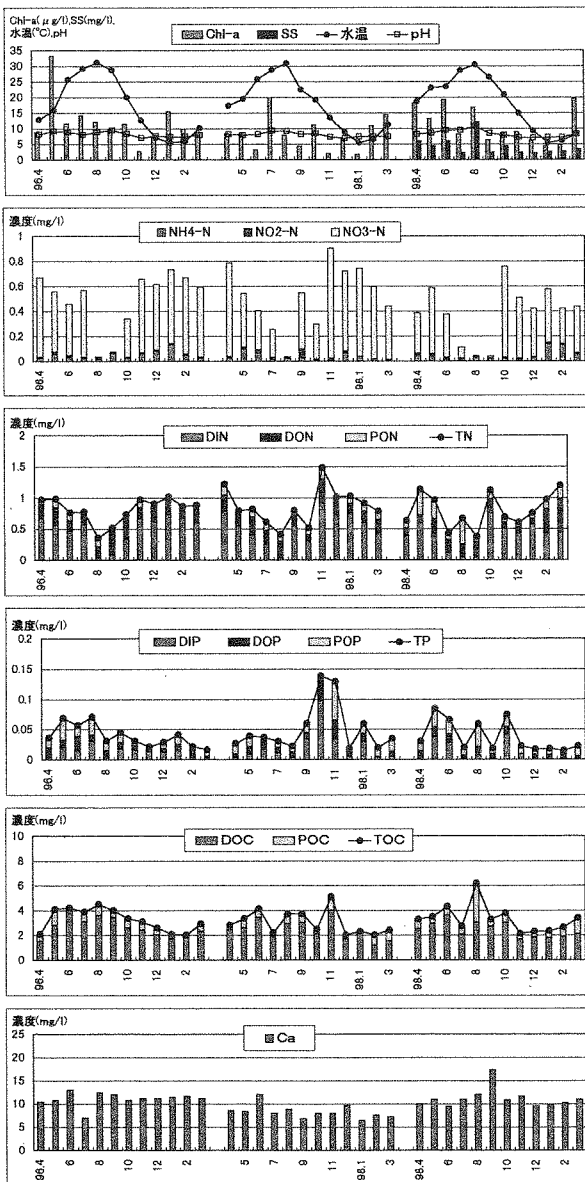


図3-6 御調貯水池(堰堤)の水質変動

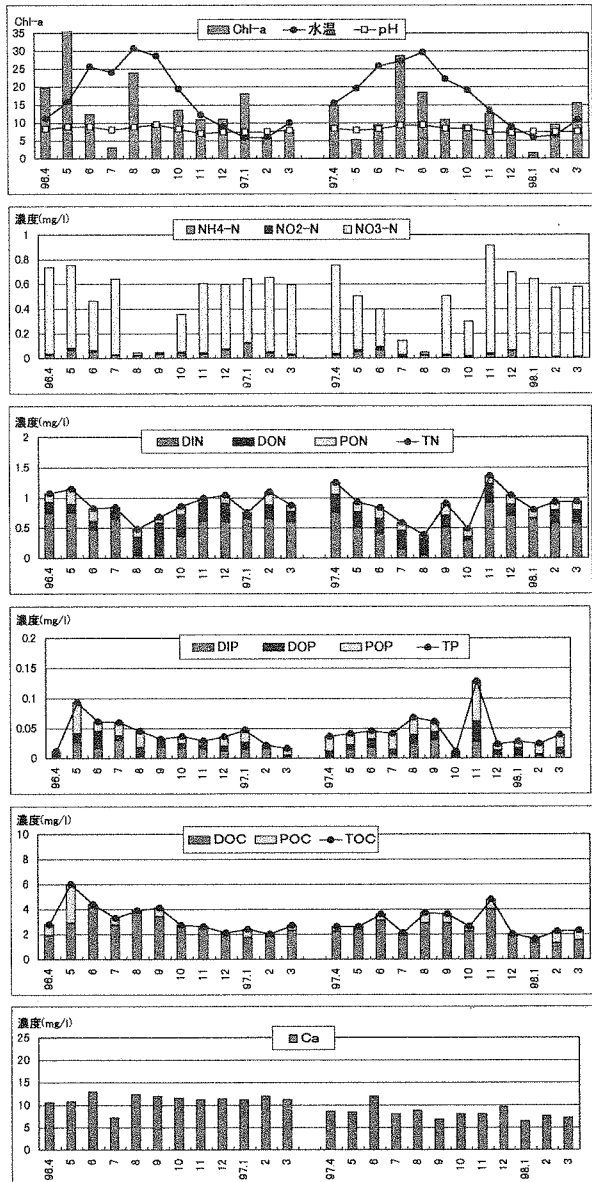


図3-7 御調貯水池(上)の水質変動

れDIN, DIPの変化とほぼ同様の動きを示した。

TOCは2.0~6.2mg/lの範囲で推移した。夏季に最大値となり、内部生産がこの時期活発であることを示した。

御調貯水池(上)(図3-7)の栄養塩類については濃度レベル、月変化とも堰堤と同様の傾向を示し、地点の違いによる差はなかった。

### 2-6 帝釈川貯水池

帝釈川貯水池(堰堤)の水質変動を図3-8に示す。

Chl-aは1.5~53.9 $\mu\text{g/l}$ 、pHは7.7~9.8の範囲で推移した。Chl-aは夏季に特に高いとは言えず、2、3月にも30 $\mu\text{g/l}$ を越える高濃度を示し、'98年2月には53.9 $\mu\text{g/l}$ の高濃度となった。

栄養塩の濃度レベルは高く、TNは0.43~1.1mg/l、TPは0.011~0.038mg/lの範囲で推移した。無機態の窒素、リンの推移を見るとDINは4月以降9月頃まで減少し、10月以降再び増加する特徴的な変化が見られた。一方、DIPも概ね夏季に低濃度、秋季に高濃度となる傾向にあった。このようなDIN, DIPの季節変化に呼応して、Chl-a, TOCも夏季に増加傾向が見られ、この時期に植物プランクトンによる有機物生産が活発に行われていることを示した。

TOCは0.7~4.5mg/lの範囲にあり、上述のとおり夏季に高濃度を示した。

Caは他の貯水池に比べ濃度が高く、15~26mg/lの範囲にあり、夏季に減少、秋、冬季に増加する傾向にあった。

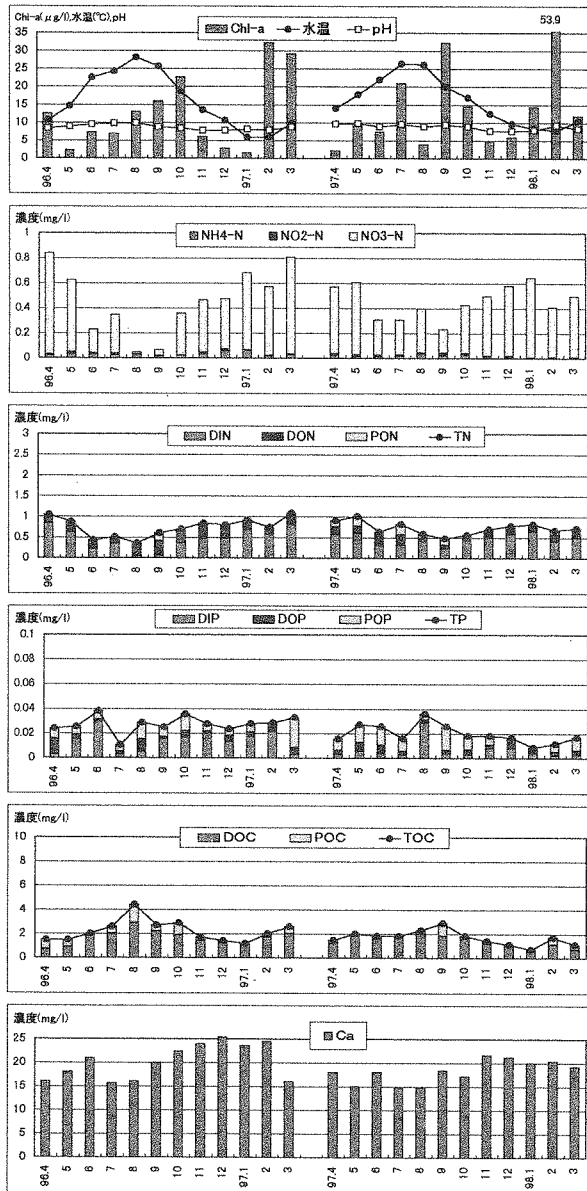


図3-8 帝釈川貯水池(堰堤)の水質変動

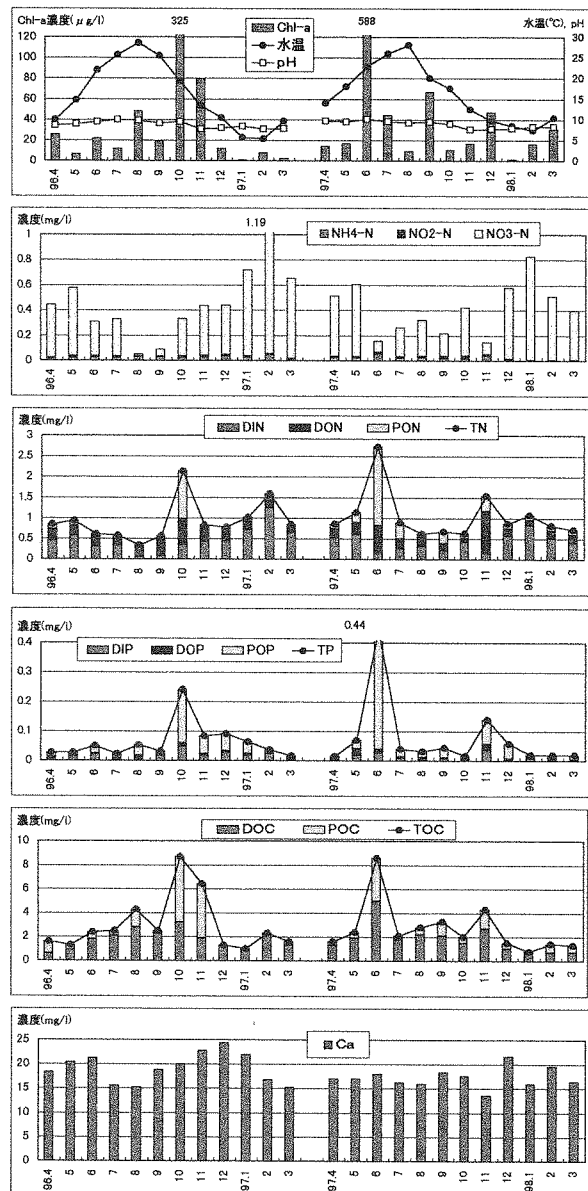


図3-9 帝釈川貯水池(上)の水質変動



帝釈川貯水池(上)(図3-9)では栄養塩の濃度レベルは堰堤に比べて高く、富栄養化がより顕著であった。季節変化は堰堤と同様の傾向を示したが、夏から秋にかけてChl-aは30 $\mu\text{g/l}$ を越えることがたびたびあり、淡水赤潮の発生がみられた。'96年10月にはペリディニウム(渦鞭毛藻類: *Peridinium polonicum*)の淡水赤潮による325 $\mu\text{g/l}$ を、'97年6月にはペリディニウムとフラギラリア(珪藻類: *Fragilaria crotonensis*)との混合種による淡水赤潮により588 $\mu\text{g/l}$ の高濃度をそれぞれ示した。TNは0.33~2.7mg/l, TPは0.015~0.45mg/lの範囲にあり、特にTPは堰堤の約3倍の高濃度であった。TOCは0.8~8.7mg/lの範囲にあり、堰堤の1.5倍を示した。Caは3.6~24.4mg/l(平均19.2mg/l)と他の貯水池に比べ高く、ペ

リディニウムの細胞核形成に必要な供給量(10mg/l)[4]としては十分な濃度レベルにあることが認められた。

### 2-7 八田原貯水池

八田原貯水池の水質月変動を図3-10に示す。

Chl-aは1.3~42.2 $\mu\text{g/l}$ , pHは6.6~9.8, SSは1.4~6.4mg/lの範囲で推移した。Chl-aは概して夏季に高く、10 $\mu\text{g/l}$ を越えるが、3月に10 $\mu\text{g/l}$ を越えることもあった。栄養塩の濃度レベルは高く、TNは0.62~1.1mg/l, TPは0.012~0.051mg/lの範囲にあった。無機態の窒素、リンの推移を見るとDINは概ね8月頃に最も減少し、9月以降再び増加する変化が見られ、DIPも同様の傾向にあった。このようなDIN, DIPの減少する時期には、

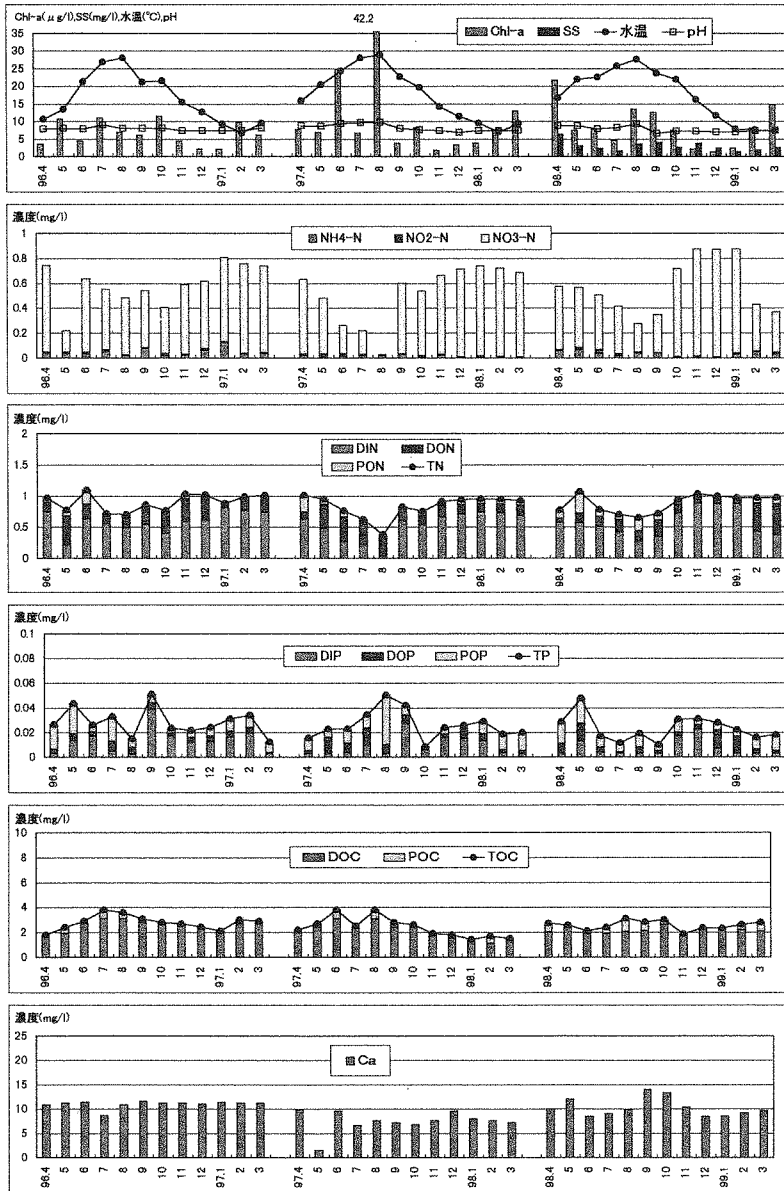


図3-10 八田原貯水池の水質変動

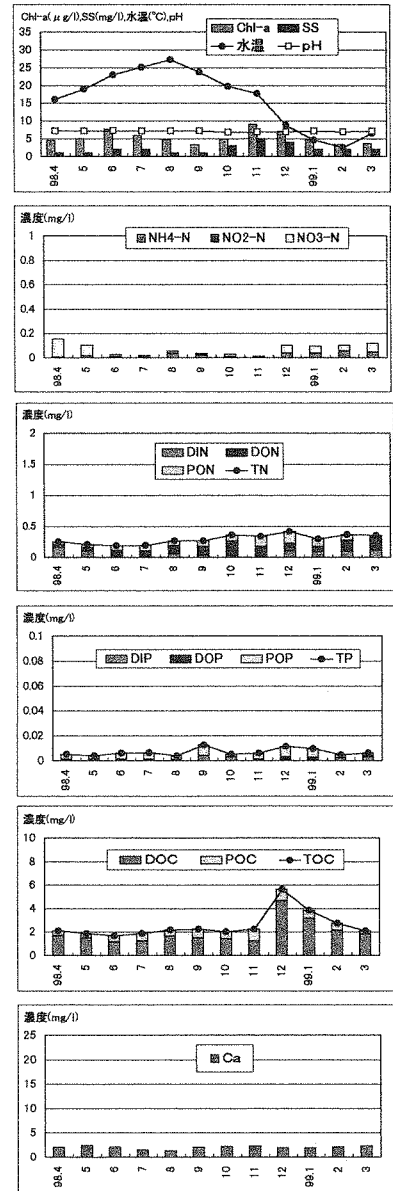


図3-11 樽床貯水池の水質変動

Chl-a, TOCが増加し, 植物プランクトンが栄養塩類を取込んで有機物を生産していることを示した。

TOCは1.5~3.8mg/lの範囲にあり, 夏季に高濃度を示した。

Caは1.5~14.0mg/lの範囲にあり, 夏季に若干の減少傾向があるものの顕著な変化はなかった。

### 2-8 樽床貯水池

樽床貯水池の水質月変動を図3-11に示す。

Chl-aは3.2~9.0 $\mu$ g/l, pHは6.8~7.3, SSは1.0~5.0mg/lの範囲で推移した。Chl-aは年間を通じて10 $\mu$ g/lを下回り, 富栄養区分からは中栄養域に該当した[3]。

栄養塩の濃度レベルは8貯水池の中で最も低いレベルであった。TNは0.17~0.71mg/l, TPは0.005~0.026mg/lの範囲にあった。無機態の窒素, リンの推移を見るとDINは6月から11月にかけて低濃度で推移し, DIPも年間を通じて0.004mg/l以下の低濃度であった。

TOCは1.6~5.6mg/lと低濃度で推移した。

Caは1.3~2.4mg/lの範囲にあり, 8貯水池の中で最も低濃度であった。

### 3 C, N, P組成比からみた湖沼水質の特徴

貯水池の栄養塩類は植物プランクトン増殖の大きな要因となり, 特に窒素, リンは重要である。植物プランクトンが増殖に必要な栄養塩類の内, ある1つの物質が欠乏した場合植物プランクトンの増殖が制限されることがある。このような物質を制限因子と呼ぶ。一方, 植物プランクトンの平均的な有機物組成比はC:N:P=106:16:1(重量比では41:7.2:1)という比になり, この比は“レッドフィールド比”と呼ばれている。この組成比を適用すると, 正常な生育をしている植物プランクトンが要求するN/P比(TN/TP重量比)は平均して10~20の範囲にある[4]。つまりN/P比が20以上の湖沼ではPにより制限を受け, 10以下の湖沼ではNが制限因子となる。

そこで, 今回調査した8貯水池のN/P比とC/N比について検討した。

表4に湖沼水中のC, N, P組成比(重量比)を示す。

TotalのN/P比に注目すると三永貯水池, 椋梨貯水池, 三川貯水池, 御調貯水池, 八田原貯水池, 帝釈川貯水池(堰堤), 樽床貯水池では20以上となり, リンが制限因子であることを示した。本庄貯水池では2.6と10以下の低値を示し, 窒素制限型を示した。また, 帝釈川貯水池は堰堤では20以上, 上では14と正常範囲にあり, N/P比の分布が場所によって異なる様相を示した。なお, 1987年以前においては三永貯水池ではN/P比が16.2を示したが[6], 今回の調査では20となり, この20年間に僅かであるがリン制限型への変化がみられた。

表4 湖沼水のC, N, Pの組成比(重量比)

貯水池	N/P比			C/N比	
	Total	懸濁態	無機態	Total	懸濁態
本庄	2.6	6.3	1.2	4.3	4.9
三永	20	8.7	120	4.3	4.9
椋梨	33	16	98	3.8	4.9
三川(堰堤)	24	9.7	44	3.5	3.7
三川(上)	23	8.2	44	4.1	6.0
御調(堰堤)	21	8.5	37	3.7	4.3
御調(上)	19	5.9	32	3.7	6.3
帝釈川(堰堤)	32	10	53	2.6	5.4
帝釈川(上)	14	4.8	34	2.9	5.3
八田原	34	8.2	62	3.0	3.9
樽床	43	21	43	8.7	6.4

一方, 懸濁態のN/P比はほぼ7前後の値を示し, 懸濁物質は植物プランクトンで構成されていることを示した。無機態のN/P比は本庄貯水池では1.2と低く, 窒素(DIN)に比べリン(DIP)が過剰に存在していることが分かった。その他の貯水池では20以上となり, DIPに比べDINが過剰であることを示した。

C/N比は樽床貯水池を除く貯水池においてTotalに比べ懸濁態の値が高かった。懸濁態のC/N比はどの貯水池も植物プランクトン体の組成比5.7付近にあり, 懸濁態成分が植物プランクトンで構成されていることを示した。

### ま と め

県内の8つの貯水池を対象に1996~1998年度に調査を行い, 富栄養化特性について検討した。

- ①本庄貯水池, 三永貯水池, 椋梨貯水池, 三川貯水池は有機物の内部生産が活発で, 二次汚濁が進行していた。特に夏季には本庄貯水池ではアオコ, 帝釈川貯水池(上)では淡水赤潮(渦鞭毛藻類)の発生がみられた。
- ②栄養区分をTN, TP, クロロフィルaの濃度レベルから捉えると, TNの濃度レベルは8貯水池全てで富栄養域に該当した。TP濃度は樽床貯水池を除く7貯水池が富栄養域に, 樽床貯水池は貧栄養域に該当した。クロロフィルa濃度は樽床貯水池を除く7貯水池が富栄養化水域に, 樽床貯水池は中栄養域に該当した。
- ③窒素(TN)に占めるDIN, PON, DONの割合をみると全般にDINが高く, 本庄貯水池についてはPONの占める割合が高いのが特徴であった。
- ④DINについてはNO<sub>3</sub>-Nが9割以上を占めた。本庄貯水池では夏季NH<sub>4</sub>-Nの占める割合が高く, 椋梨貯水池では冬季にNH<sub>4</sub>-Nの増加が見られた。
- ⑤リン(TP)に占めるDIP, POP, DOPの割合はPOPが約50%と最も高かったが, 本庄貯水池についてはDIPが80%を占め, 他の貯水池とは異なった傾向を示した。
- ⑥植物プランクトンの増殖は本庄貯水池では窒素が, 他

の貯水池はリンが制限因子であることを示した。しかし、帝釈川貯水池については堰堤では正常型 (C/N比=14~15), 上ではリン制限型と同一水域でありながら場所によって異なる様相を示した。

#### 参考文献

- [1] 環境法例研究会編, 環境六法 (平成12年版), 中央法規出版株式会社, 東京, 2000
- [2] 沖野外輝夫編著, 富栄養化調査法, 講談社, 東京, 1976, 22-23
- [3] 柳田友道著, 赤潮, 講談社, 東京, 1976, 17-18
- [4] 門田元編, 淡水赤潮, 恒星社厚生閣, 東京, 1987
- [5] 須藤隆一, 霞ヶ浦における水の華に関する研究, Jap. J. Limnol. 41, 3, 124-131, 1980
- [6] 広島県, 湖沼富栄養化防止に関する技術資料第二部 (広島県内の湖沼), 平成元年12月, 19, 1989

