

琵琶湖沿岸帯水質形成機構調査報告（2004年） —沈水植物がプランクトンや水質に及ぼす影響について—

一瀬 諭・面田美紀・若林徹哉・藤原直樹¹⁾・
津田泰三・岡本高弘・原良平・芳賀裕樹²⁾

要 約

琵琶湖南湖沿岸帯における沈水植物（水草等）の過繁茂が、プランクトンや水質に及ぼす影響についてモデルエリアを設定し調査を実施した結果、アオコがほぼ毎年発生する水域では水草の現存量が少なく、有機物濃度や栄養塩類濃度が高く植物プランクトン細胞数が多かった。特に8月の調査時には沿岸帯から沖帯に向かって、T-N、T-P、PO₄-Pなどの項目で沖に向かうほど濃度の減少が顕著であった。その要因としては、流入河川からの栄養塩類の負荷や、水草の過繁茂による閉鎖的環境の形成等が推察された。また、水草の過繁茂水域ではアオコなどの植物プランクトンの増殖が抑制されている可能性が示唆された。

1. はじめに

琵琶湖では近年ビワツボカムリなどの固有種の減少（一瀬ら，2004）やエリ網付着生物の増加（孝橋ら，2001）、沈水植物群落（水草と呼ぶ）の過繁茂（芳賀ら，2001；浜端，2005）、プランクトン現存量の変化（一瀬ら，2001）および沿岸帯底質の変化（滋賀県，2003）などに見られるように、琵琶湖の生態系やそれをとりまく水環境は刻々と変貌してきており、これらの状況を明らかにすることは、琵琶湖の環境保全を進める上で重要なことである。こうしたことから滋賀県では1998年から琵琶湖生態系検討会を設置し、琵琶湖生態系に関する課題を解明するため、「琵琶湖生態系変動要因調査」を実施してきた。2002年には北湖湖岸帯湖底泥質化実態調査（滋賀県，2003）や2003年には琵琶湖南湖沿岸での水草帯の水質調査（岡本ら，2004）、や水草（流れ藻）の室内分解実験（一瀬ら，2004）によって生態系変動要因とその影響について明らかにしてきた。

今回、琵琶湖沿岸帯において、カビ臭を生成す

るアオコが頻繁に発生する自然湖岸水域をモデルエリアに設定し、アオコ発生抑制のための方策を探るため、水草群落の分布、水質およびプランクトン相等の相互関係を明らかにすることを目的として調査を行ったので報告する。

2. 方 法

琵琶湖南湖西岸部である大津市北際川周辺水域で湖中と流入河川に定点（図1）を定めモニタリング調査を実施した。

2.1 湖中定点調査

水平分布調査は沿岸水域を中心に8地点（図1）および南湖中央部1地点の計9地点で実施し、水深別調査は写真1（下部）のバンドン採水器を用い、C、E、Gの3地点、3層で実施した。調査は6月23日、8月23日、10月25日の3回実施した。

水草の種組成調査は写真2に示した水草採取用熊手（浜端，1999）を使用し、船上から水平方向に角度を変えて3回投げ込み、湖底を数m引く方

1) 県湖東地域振興局環境農政部環境課 2) 県琵琶湖博物館

法で水草を採集した。採集された全ての水草は速やかに実験室内に持ち帰り、種類毎に選別しその湿重量を測定した。プランクトン調査法および植物プランクトン総細胞数の計数は一瀬ら（一瀬ら，1995）の方法に準拠した。

・水質調査項目

〔現場測定項目〕 pH、DO、水温、濁度、導電率、水深、酸化還元電位（水質センサー（堀場製，W-22XD：写真3）を使用）

〔一般分析項目〕 SS、COD、TOC、chl-a、T-N、T-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P

2.2 魚群探知機による水草分布調査

水草帯の分布調査は魚群探知機（日本無線：

JCRPLOT700FX、MK II）を用いて琵琶湖博物館が調査を実施した。

2.3 湖中連続調査

C地点における連続調査は6月23日～10月27日まで原則として週一回（木曜日）実施した。

・測定項目：植物プランクトン、沈水植物の種類組成

・現場測定項目：pH、DO、水温、濁度、導電率、水深、酸化還元電位（水質センサー（堀場製，W-22XD）を使用）

2.4 流入河川水質調査

・測定地点（図2）：北際川周辺4河川河口部水路（J，K，L，M）

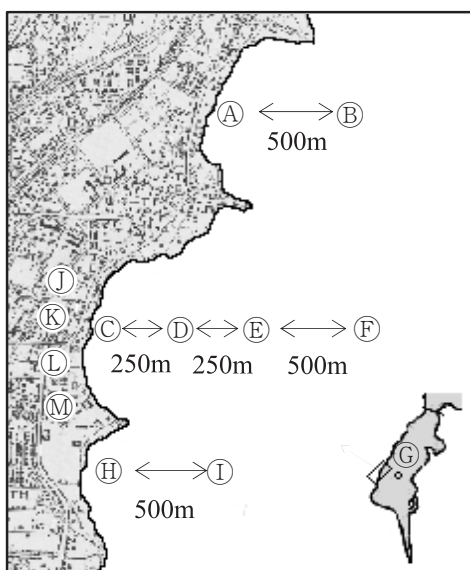


図1 琵琶湖南湖沿岸帯における採水地点

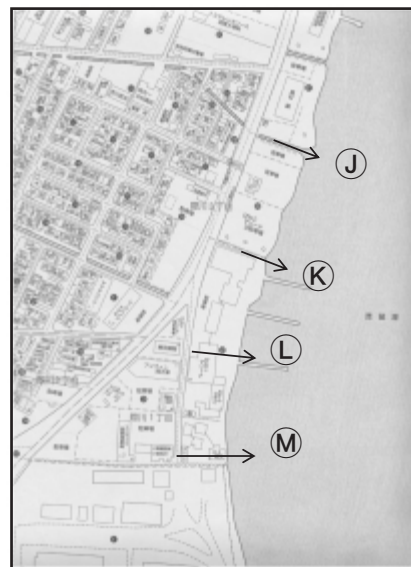


図2 南湖沿岸帯河川水質調査地点



写真1 モニタリング用採水器具類

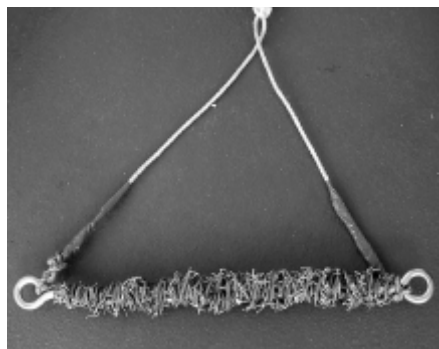


写真2 沈水植物（水草）採集器具



写真3 水質モニタリング機器（W-22XD）

・調査と回数：6月23日、8月23日、10月25日の3回実施した。

〔現場測定項目〕気温、水温、DO、色相
〔一般項目〕pH、SS、COD、TOC、chl-a、T-N、T-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P

3. 結果と考察

3.1 アオコの発生概要

2004年度の琵琶湖におけるアオコは5日間4水域で発生したがほとんどが糸状性藍藻に属する*Oscillatoria kawamurae*を主体とするアオコであった。しかし、北際川周辺では一時的ではあったが*Anabaena spiroides* var. *crassa*の増加が認められ9月24日には本種によるアオコの兆候が確認された。しかし、9月29日には風雨を伴う台風21号の通過のため湾内に分布していたアオコの兆候は消滅した。

3.2 湖中定点調査

3.2.1 水草分布調査

北際川沿岸部9地点で水草の分布調査を行った結果を図3に示した。アオコ形成種が多く出現する入り江であるC地点では、6月には丈夫な地下茎を有し越冬するセンニンモ (*Potamogeton maackianus*:写真4) が採集されたが量的には少なかった。しかし、やや沖帯のB、Dの地点ではセンニンモが広く分布していた。D地点よりさらに沖のE地点では、浮遊性のマツモ (*Ceratophyllum*



写真4 センニンモ：Benn. (在来種)
Potamogeton maackianus A. (グラビア15頁参照)

demersum:写真5) が分布していた。その後、8月になると、B地点ではセンニンモ群落からマツモ群落へと大きく変化した。さらに、南部のI地点ではオオカナダモ (*Egeria densa*:写真6) の群落が広がっており、全体の80%以上を占めていた。このオオカナダモやセンニンモは越冬するが、クロモやホザキノフサモは一年間で消滅する種類である。10月の調査では、A、D地点で水草の他に糸状性緑藻のサヤミドロ (*Oedogonium* sp.:写真7) が目立っており、本種が水草の上に覆い被さるようなキャノピー (傘) となり広く分布していた。また、B地点やE地点ではマツモが広く分布していた。このマツモは増加後「流れ藻」となる種類(水資源開発公団琵琶湖開発総合管理所, 2002) であり、他の水草に付着し、湖水が滞留しそうな場所に集まって増加することが観察された。F地点では6月、8月、10月ともにセンニンモの占める比率が多かった。なお、2003年の水草分布調査(一瀬ら:2004) で多く採取されたクロモ (*Hydrilla verticillata*:写真8) やホザキノフサモ (*Myriophyllum spicatum*:写真9) は、2004年の調査では減少していた。また、南湖中央部のG地点では水草はほとんど採集されなかった。

3.2.2 プランクトン分布調査

植物プランクトンの平面的な分布についての調査結果を図4に示す。6月には沿岸に最も近いA、C、H地点で、緑藻類のイカダモと呼ばれる *Scenedesmus* sp. が最も多く計数された。しかし、



写真5 マツモ：(在来種)
Ceratophyllum demersum L. (グラビア15頁参照)

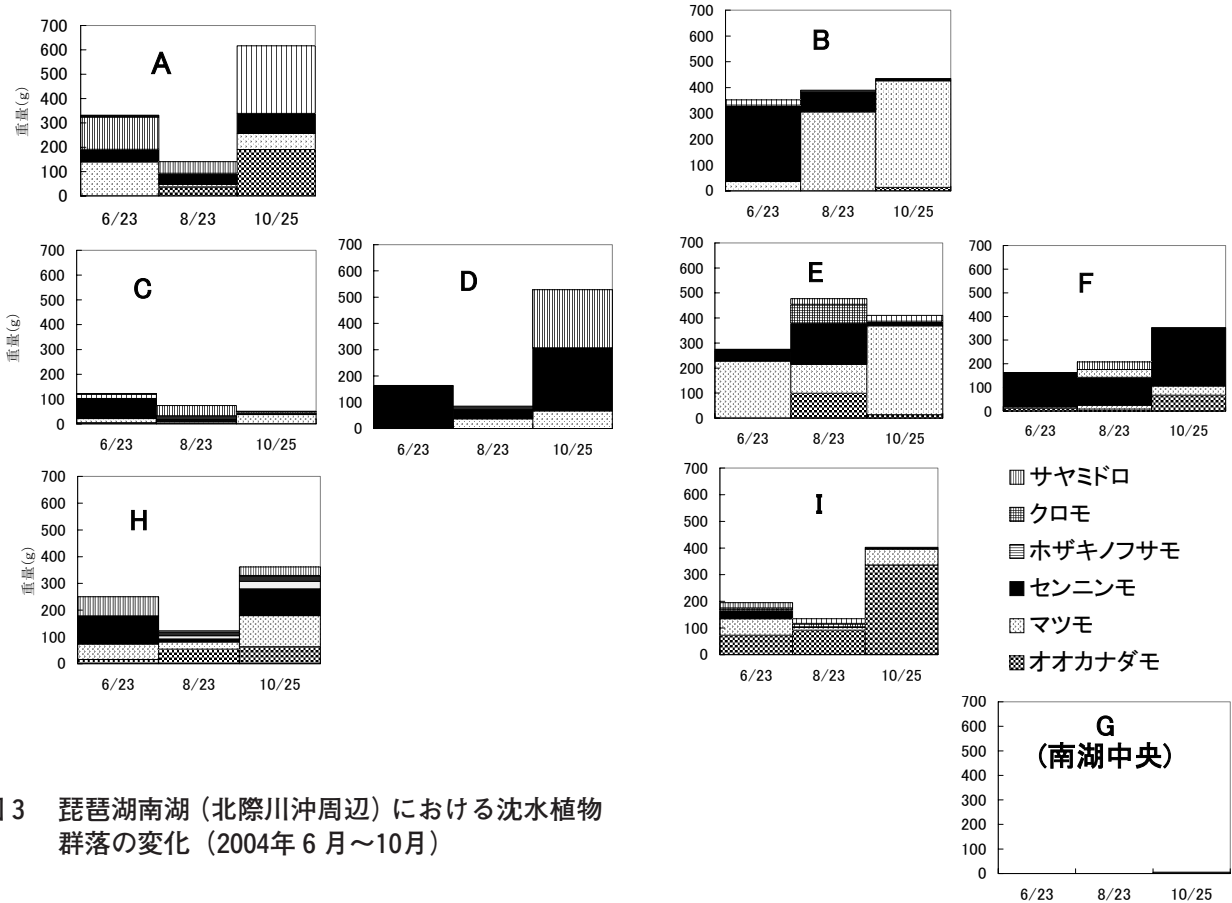


図3 琵琶湖南湖（北際川沖周辺）における沈水植物群落の変化（2004年6月～10月）



写真6 オオカナダモ：(外来種)
Egeria densa (Planch.) Casp. (グラビア15頁参照)

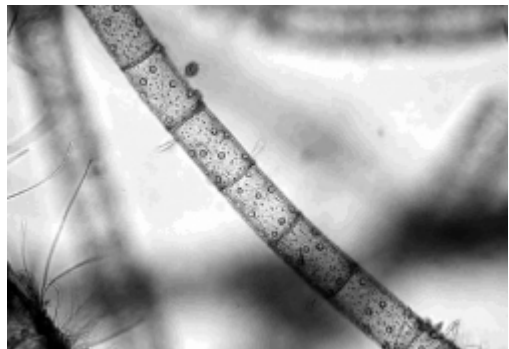


写真7 サヤミドロ：(糸状藻)
Oedogonium sp. Link (グラビア15頁参照)

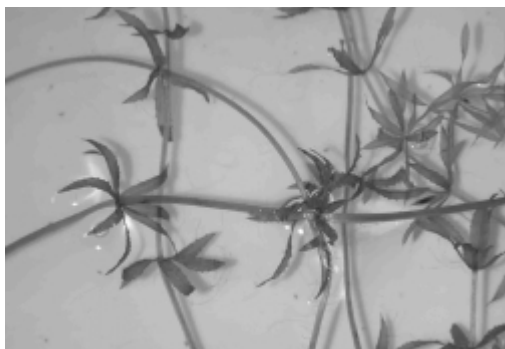


写真8 クロモ：(在来種)
Hydrilla verticillata Casp. (グラビア15頁参照)



写真9 ホザキノフサモ：(在来種)
Myriophyllum spicatum L. (グラビア15頁参照)

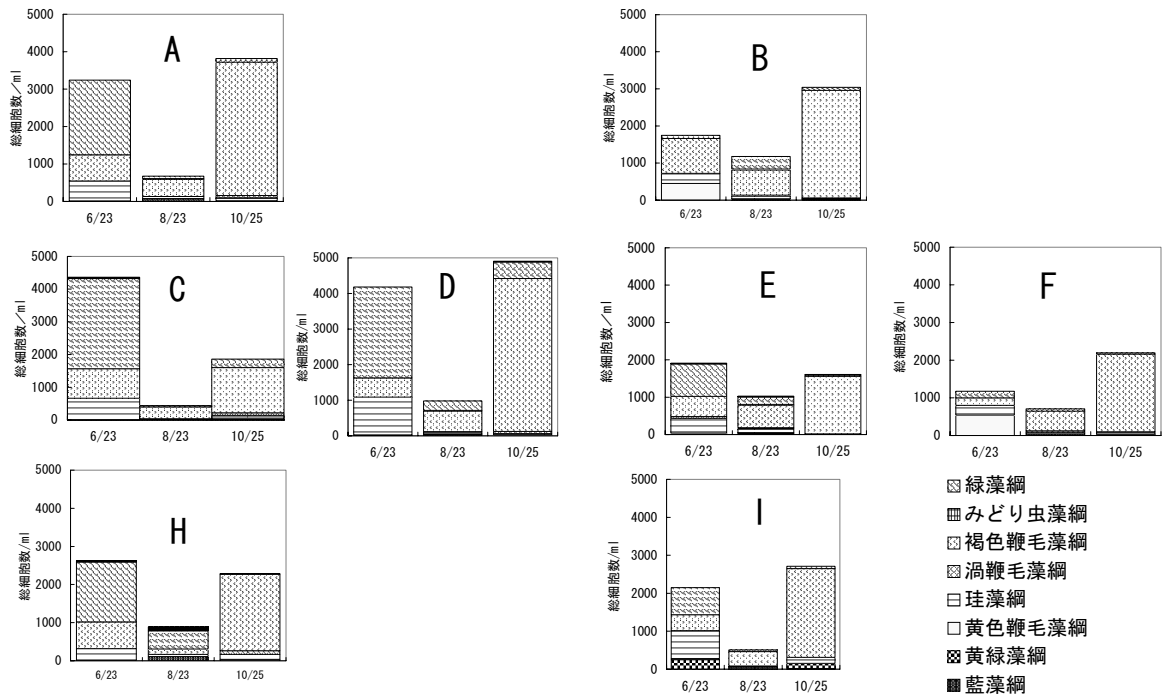


図4 琵琶湖南湖（北際川沖周辺）における植物プランクトンの変化（2004年6月～10月）

8月に入ると *Scenedesmus* sp. は減少し、小型の褐色鞭毛藻の *Rhodomonas* sp. が各地点で多く計数されるようになった。10月の調査では6月よりもさらに *Rhodomonas* sp. が各地点で多く計数された。プランクトン総細胞数の平面分布は、沿岸部(A、C、H)で特に多い傾向にあり沖合へ出るに従って減少していく傾向が認められた。また、各地点における6月のプランクトン数は多かったが、8月にはプランクトン数は減少し、10月の調査時では再び各地点で増加する傾向が認められた。

水草が広く分布する水域では湖水中の栄養塩類の低下や、植物プランクトンとの競争関係、また、水草がアオコを抑制する有機化合物を放出するエアロパシー現象（宝月ら：1960）などが報告されており、本水域でも水草の過繁茂している地点では植物プランクトンの増殖が抑制されている可能性が推察された。

次に鉛直的なプランクトン数の変動をみると、C地点では6月に上層、中層に多く分布し、下層でやや少なかったが、水草が繁茂した8月には全層で植物プランクトン数が減少した。10月に入ると小型褐色鞭毛藻の *Rhodomonas* sp. が多く計数さ

れるようになり全層でプランクトン総細胞数は増加した。E地点では6月は上層、中層に多く、下層では少なかった。また、水草が増加する8月に入ると上層では植物プランクトン総細胞数は各地点で減少した。10月に入ると褐色鞭毛藻の *Rhodomonas* sp. が各層で計数されるようになった。

3.2.3 湖中定点調査（水質調査）

水質の平面的な分布について3回調査を行ったところ、湖岸部のC地点から南湖中央のG地点の表層におけるT-N、T-Pの調査結果は図5-1、図5-2に示したように、3回とも湖岸部の値が最も高く、沖合へ向かうほど濃度が減少する傾向が認められた。COD、TOCおよび PO_4-P も湖岸部であるA・C・H地点が沖合の他の地点に比べ高濃度であった。また、T-N、T-Pは8月にC地点が最も高い値となり、続いてH地点が高く、南北方向の濃度差も認められた。このことは、C地点の高濃度のT-NおよびT-Pが湖岸沿いに拡散しながら南下している可能性が推察された。NO₃-Nについても8月に水草帯の中のE地点では枯渇したが、沿岸部のC地点では0.112mg/ℓと高い濃度

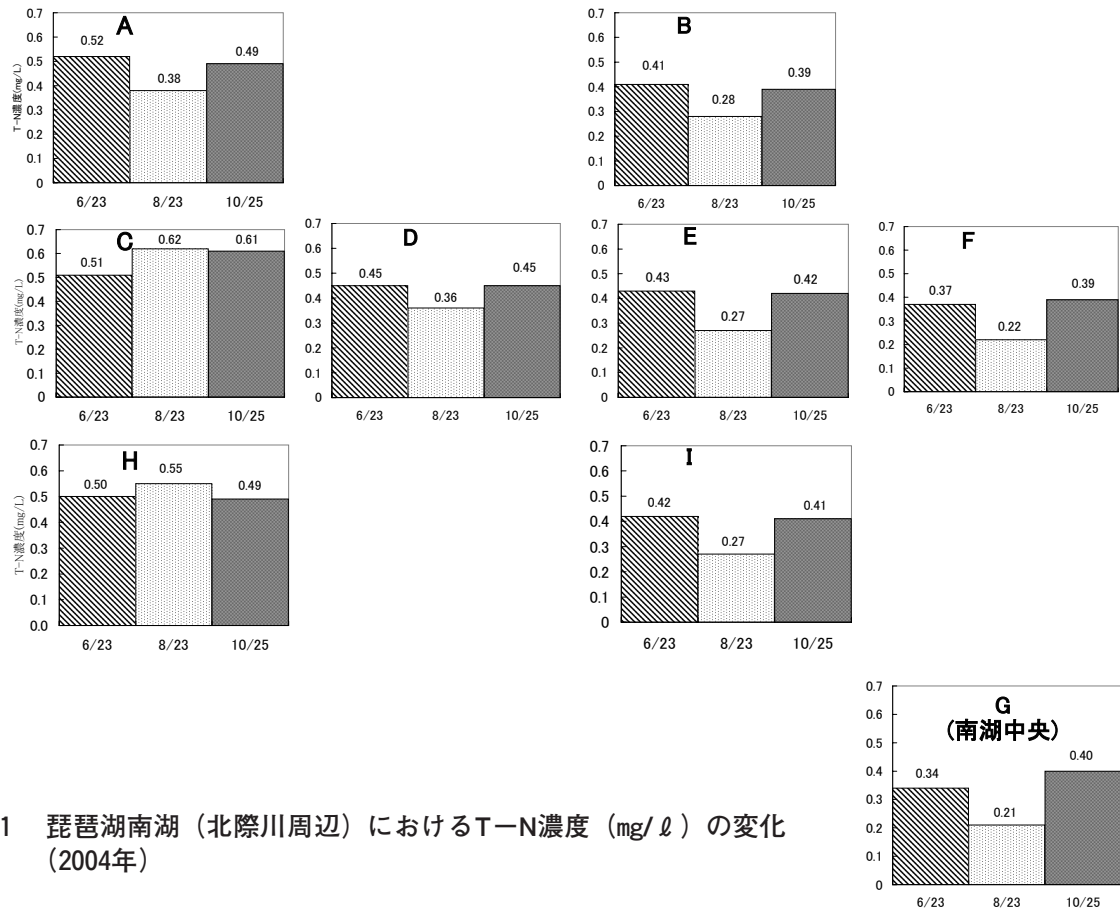


図 5-1 琵琶湖南湖（北際川周辺）におけるT-N濃度 (mg/l) の変化 (2004年)

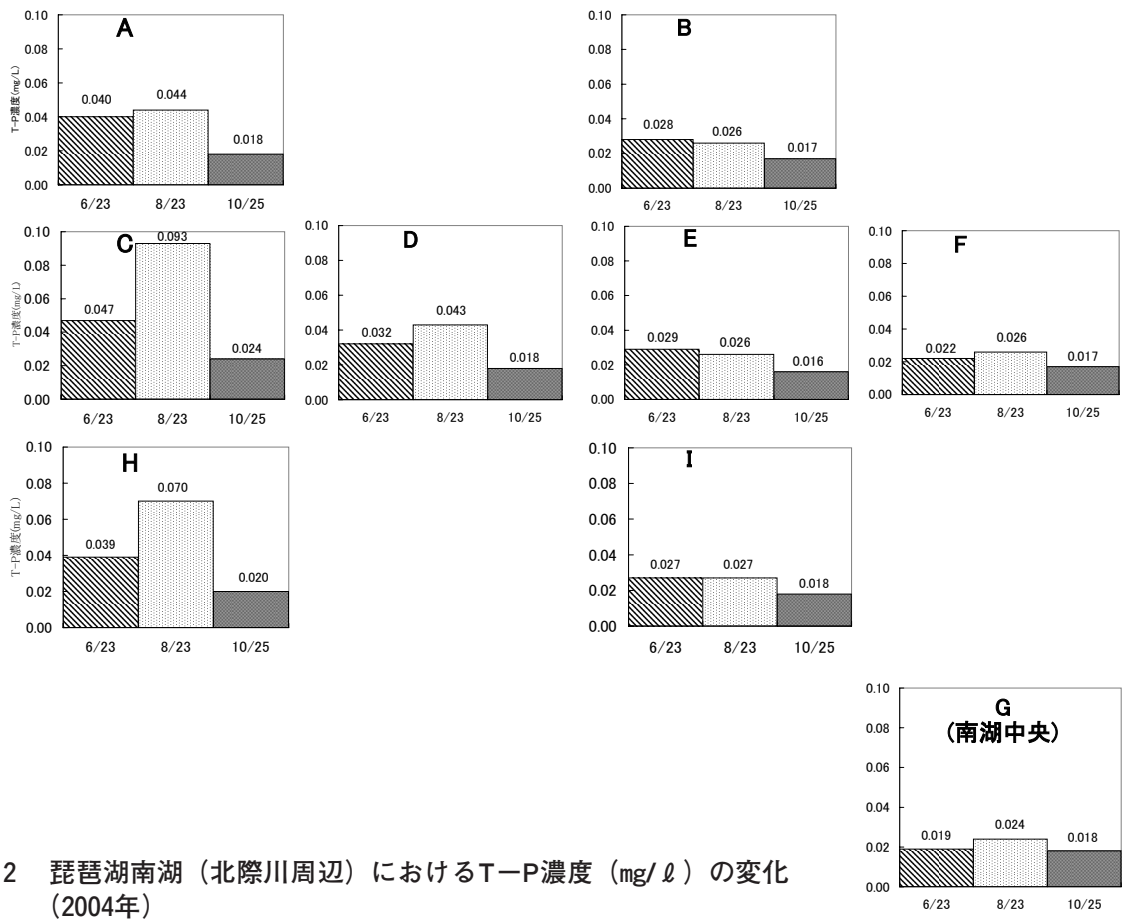


図 5-2 琵琶湖南湖（北際川周辺）におけるT-P濃度 (mg/l) の変化 (2004年)

を維持していた。

次に鉛直分布の結果を見ると、6月の水温はやや鉛直差が認められ3地点とも表層で高く底層で低い傾向にあった。また、DOについても底層でやや低下していた。特に中層から底層にかけてDOの減少が大きかった。E地点では、高密度なマツモ群落があり、芳賀ら（芳賀ら：2001）が報告しているように密な水草群落の根本付近では水草や付着藻類が生産した有機物の分解が進んだため、酸素濃度が低下したと考えられ、夜間にはさらに酸素濃度の低下している可能性が考えられた。図6にC、E、G地点におけるCOD、T-NおよびT-Pの鉛直分布を示した。各項目ともC、E地点において底層ほど高くなる傾向がみられた。また、6月のC地点における PO_4-P については表層（ $15\mu g/l$ ）に対し底層（ $49\mu g/l$ ）と高く、無機態窒素で

も同様の結果がみられたことから流入河川からの栄養塩の供給が考えられた。8月のC地点では栄養塩類濃度が、全層でE・G地点に比べ高濃度になる傾向がみられた。

今回の調査結果から、このC地点の水質が他の地点より比較的高濃度に栄養塩類が集積している水域であると考えられ、これらの水域を好む *Microcystis* や *Anabaena* などの増加には最も適した水環境であったことが推察された。

3.3 魚群探知機による水草分布調査

魚群探知機による水草分布調査を平成16年8月9日および9月6日に北際川のモデルエリア周辺部で実施した。8月のAのラインでは湖岸から約200m沖までの水域は表層近くまで水草帯が繁茂していたが、それより沖は少ない状況にあった。

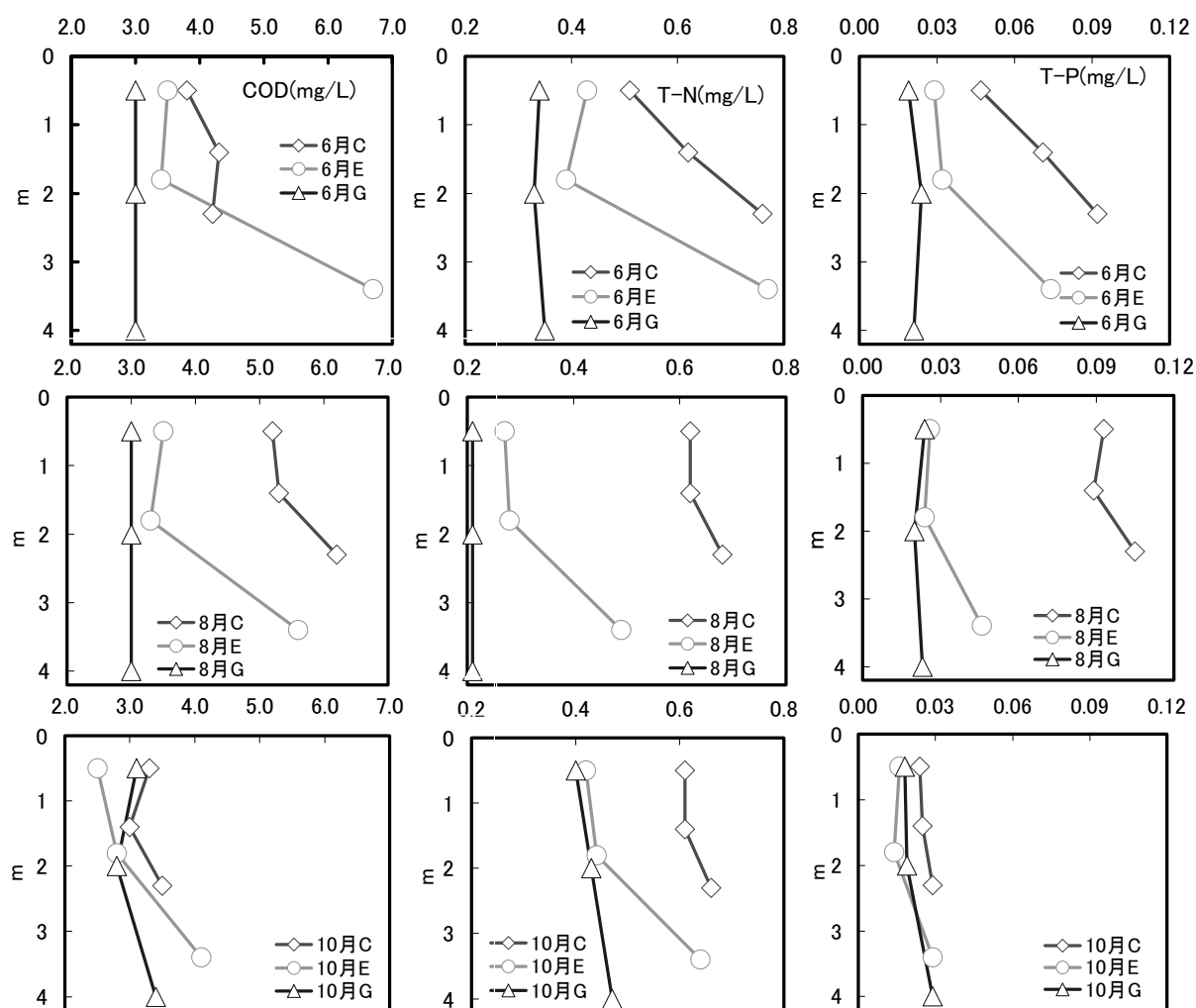


図6 琵琶湖南湖(北際川周辺)におけるCOD(mg/l)、T-N(mg/l) およびT-P(mg/l)の鉛直調査

また、C地点北側のラインにおける湖岸部では水草の繁茂は少なく、湖岸から約250m沖のD地点から水面までには達していないが水草の繁茂域が認められた。さらに、C地点南側のラインでも湖岸ではほとんど水草の繁茂は認められなかったが、湖岸から約100m沖の地点から水草の繁茂域が認められ、その沖では、水草帯は一旦減少し、さらに湖岸から約400m沖の地点において、水深約3mと深くなるが比較的広範囲の水草帯が認められた。H地点北側のラインでは湖岸から沖約250mにわたり水草帯が認められたが、それより沖では比較的水草の繁茂量は少なかった。

9月6日の調査結果を図7に示した。A地点上のラインにおける湖岸部では比較的水草は少ないが、約500m沖では水面近くにまで生育している水草繁茂帯が認められた。また、C地点北側のラインでは8月と同様に湖岸部ではほとんど水草の繁茂は認められなかったが、湖岸から約250m沖の地点から水草の繁茂域が8月より顕著に認められた。

さらに、C地点南側のラインにおいても湖岸ではほとんど水草の繁茂は認められなかったが、湖岸から約100m沖の地点から水草の繁茂域が8月より顕著に認められた。その沖では、水草帯は一旦消滅するが、さらに湖岸から約400m沖の地点では8月同様比較的広範囲の水草帯が認められ、繁茂面積は8月より拡大していた。H地点北側のラインでは湖岸から沖約250mにわたり水草帯が認められたが、湖岸部より沖合の方の繁茂面積が顕著であった。

今回の魚群探知機による調査を捕捉するためのサンプリング

の結果から、C地点の北を少し沖に出たところからE地点にかけてセンニンモ主体の水草がびっしりと生えており、キャノピー状態になっていることがわかった。また、C・D地点の間からD地点上までは水草が湖底にびっしり生えており、E地点沖までは疎らに繁茂していることがわかった。この水草の繁茂状況は、水深3～4mのところでは高さ約1mの水草が繁茂していたとみられ、表層までには達していなかったため、この水域の湖岸部全体が閉鎖的な水域とはなっていなかったと推察された。しかし、図7に示したようにC地点から沖に向かって2重の水草帯が北際川の入り江を塞いでいる形となっており、C地点を中心とし

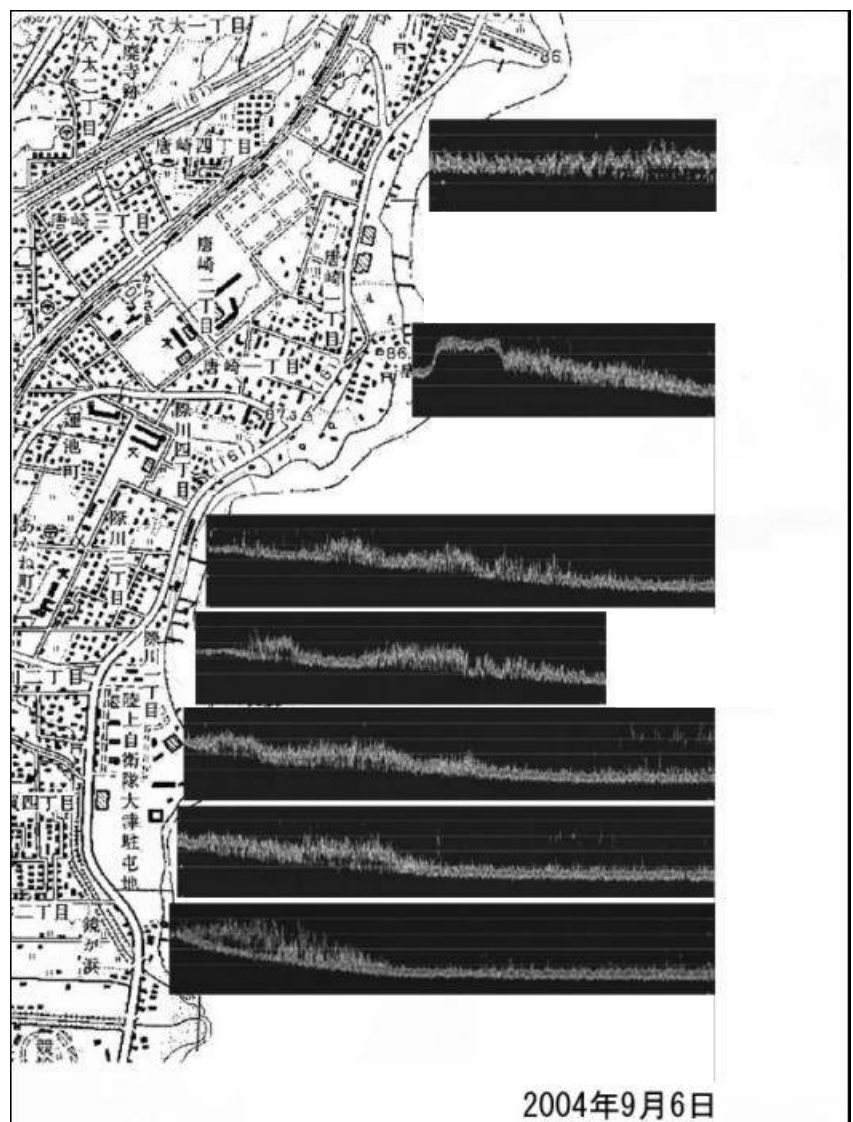


図7 魚群探知機による沈水植物調査結果（琵琶湖博物館）
（グラビア15頁参照）

た入り江は比較的閉鎖的な水域になっている可能性が示唆された。この時期の風のデータから、南湖西岸において、夏季は北風と西風が多く、北際川は「唐崎の松」の outfingering で北風がブロックされ、また、南湖西岸に位置するため西風は吹き出しとなり、あまり風の影響は受け難い。したがって当水域は夏季に風の影響をあまり受けないことがわかった。

今後は、北際川モデルエリアを中心に魚群探知機で得た測線別のデータを整理し、近年の当水域でのアオコ大量発生の原因は水草が作り出した閉鎖的な水環境によるものだけではなく、河川からの流入負荷の影響や底質の影響、さらには、物理的な湖流や季節風等の影響も考慮しながら調査を進めていく必要があるものと考えられる。

3.4 連続的なプランクトンの変動

3.4.1 連続的な水草の変動

図8にC地点における水草種の経日変化を示した。アオコ形成種の発生前である6月には、水草はほとんど採集されなかったが、8月下旬から9月下旬にかけてマツモが採集された。しかし、C地点の沈水植物の繁茂状況は、他の地点と比較すると量的に少ない傾向にあった。

3.4.2 連続的なプランクトンの変動

図9に湖岸C地点における毎週1回実施した植物プランクトンの連続詳細調査結果を示した。6月から8月までは緑藻類の *Coelastrum cambricum* (写真10) や *Scenedesmus* sp.、*Errella* sp. などの増加が認められた。その後、植物プランクトン総細胞数は減少したが、9月中旬以降には再びプランクトン量が増加する傾向が認められた。この時期に増加した種類は藍藻に属する *Anabaena spiroides* var. *crassa* (写真11) であり、9月24日には最高22,000 群体/ml (1巻きを1群体とする) と非常に多く計数され、アオコ現象の兆候が観察されるとともに、その周辺水域では本種が産生するカビ臭も確認された。しかし、その直後である9月29日には大型台風21号の通過により、大津でも77mm/dayの降水

量を記録した。その後、急速にアオコの兆候水域も解消されプランクトン総細胞数も激減した。しかし、京都市上下水道局は、9月29、30日に取水した水に含まれるカビ臭物質「ジェオスミン」が水道法の水質基準を超え、原水中のカビ臭物質は過去最高値の1,400ng/lに達した事を発表(京都新聞, 2004)した。このことから、南湖西岸部湖岸で発生した *Anabaena spiroides* var. *crassa* が台風の風雨によって流下し、琵琶湖疎水に流入した可能性が推察された。

今回の定点調査結果では図4に示したように、ほとんど浮上性藍藻の大幅な増加は認められなかったが、図9に示したように連続的な調査結果では9月に入って *A. spiroides* var. *crassa* が増加しはじめ9月24日の調査には22,000 群体/ml と非常に多くの群体を計数したことから、これらの藍藻は短期間で大量に増加したことが明らかとなった。また、当年度は3度にわたる台風(台風11号、台風15号、台風21号)通過の影響により、2003年までにみられたようなアオコの発生に至るような面的な増加は認められなかった。しかし、前述したように一時的に *A. spiroides* var. *crassa* が沿岸帯で急激な増加を示し、大型台風の風雨によって拡散し、下流に流下したものが琵琶湖疎水にも流れ込み利水に影響を与えることが推察された。

3.4.3 連続的な水質調査

C地点において週1回の頻度で実施した結果と南湖中央G地点における定期調査結果との比較を行った。図10に示したようにG地点ではT-NおよびT-Pが低く推移しており、C地点はT-N平均でG地点の約2倍、T-Pは約4倍の高濃度であった。晴天が続いた9月末にはT-NおよびT-Pは最高濃度となった。これはカビ臭生成プランクトンである *A. spiroides* var. *crassa* の急増によるものと考えられた。

3.5 流入河川調査

流入河川 (J・K・L・M) の河口部で水質調査を実施し、その河川平均値と湖中定点表層平均値

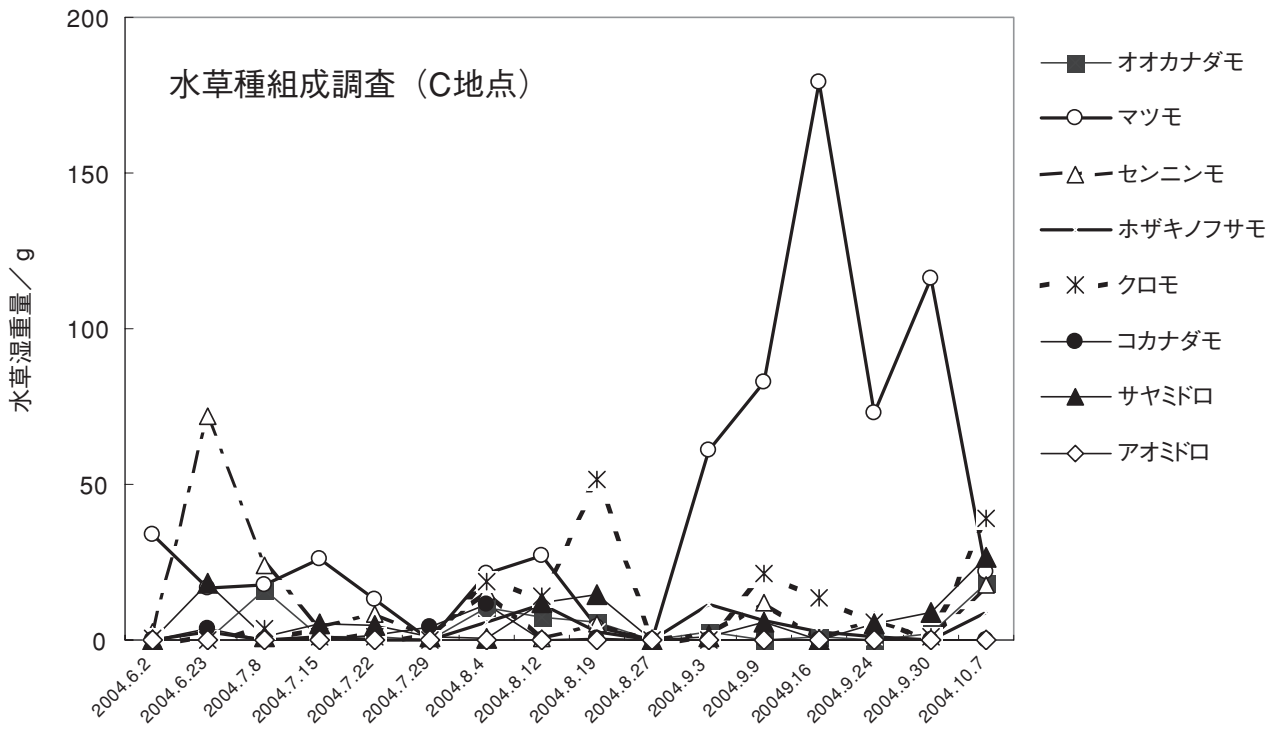


図8 琵琶湖南湖（C地点）における沈水植物の変化（2004年）（2004年6月～10月）（グラビア16頁参照）

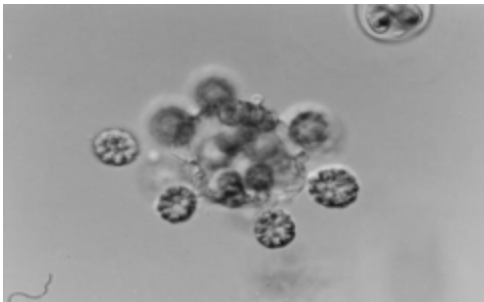


写真10 *Coelastrum cambricum*
(コエラムトルム カンブリクム)



写真11 *Anabaena spiroides* var. *crassa*
(アナベナ スピロイデス クラッサ)

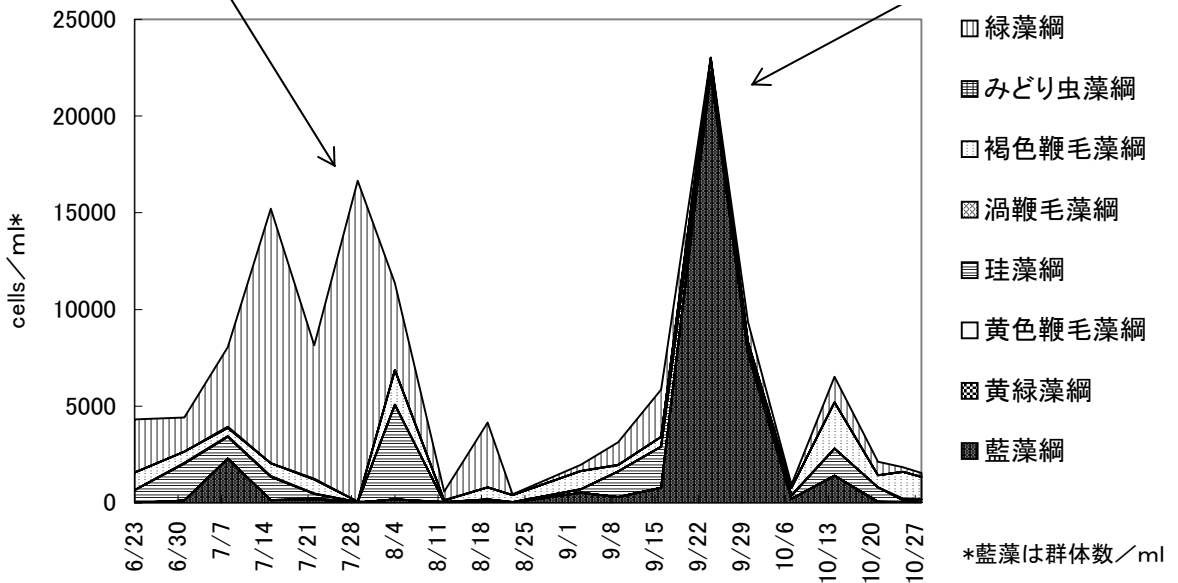


図9 琵琶湖南湖沿岸帯（C地点）におけるプランクトン連続調査（2004年6月～10月）（グラビア16頁参照）

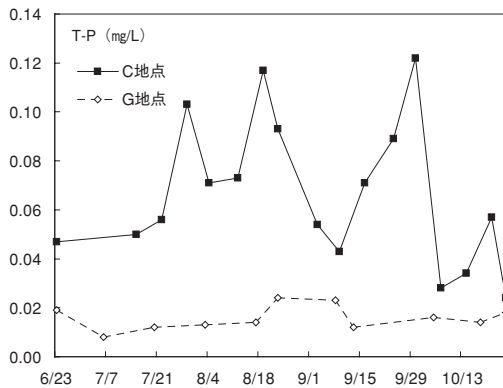
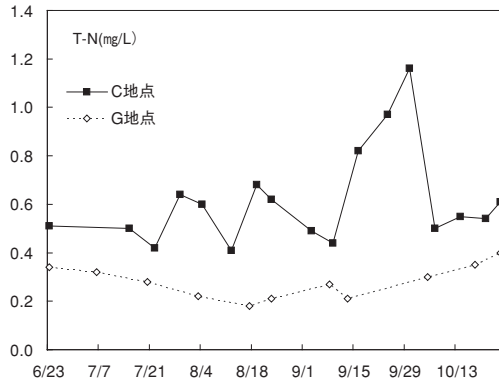


図10 C地点の詳細調査結果と南湖中央G地点のT-NおよびT-P (mg/l) の比較

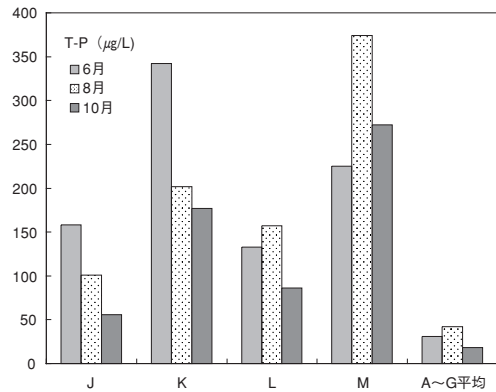
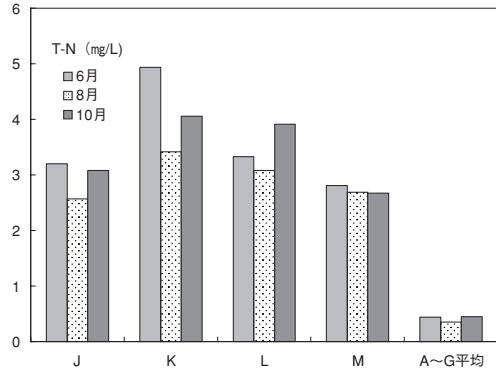


図11 流入河川J~MにおけるT-N (mg/l) およびT-P (μg/l)

の比較を行った結果、図11に示したとおり全ての河川において有機物および栄養塩類の濃度は湖中より高い値を示した。T-Nの河川平均は湖中定点表層平均の8倍以上高く、T-Pについても5倍以上高い値であった。また、図12に各河川の流量から負荷量を算出した結果を示した。LおよびM河川からの負荷が河川およびK河川よりも高いことも推察された。

4. まとめ

今回の調査結果から次のことが明らかとなった。

- 4-1. カビ臭アオコ発生エリアであるC地点は、他の地点よりプランクトン数や有機物および栄養塩類の濃度が経常的に高かった。
- 4-2. 8月の調査時には沿岸帯から沖帯に向かって、COD、TOC、chl-a、T-N、T-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-Pなどの各項目で濃度の減少が顕著に認められた。この濃度勾配の要因としては、流入河川からの栄養塩の供

給が考えられた。水草が大繁茂していた地点の水質についてみると、アオコ形成種やその他のプランクトン数は減少傾向にあり、水草繁茂によりプランクトンの増殖が抑制された可能性が示唆された。

- 4-3. 水草の繁茂状況はC地点である入り江周辺が最も少なく、C地点を取り巻く形で少し沖に出た所からE地点にかけてマツモやセンニンモの大群落が認められた。魚群探知機による結果からも入り江の沖に2重となった水草帯を確認した。この入り江全体を取り囲んでいる形となって水草帯が繁茂しており、水の交換が悪く比較的閉鎖的な環境となっていたことが推察された。しかし、水草繁茂の水深は底から1~2mの高さの範囲であり、水深3~4mの表層までには達していないため完全には閉鎖的状态とはなっていないことも推察された。
- 4-4. プランクトンの定点調査では、ほとんどアオコ形成種の増加は認められなかったが、C

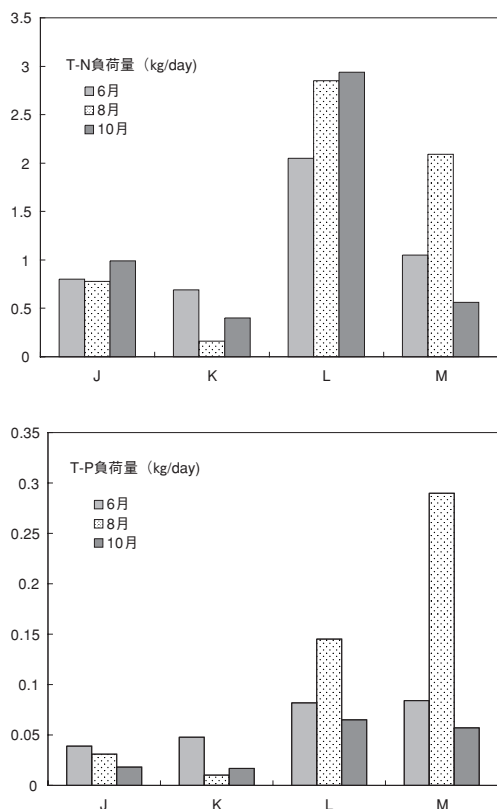


図12 流入河川J～MにおけるT-NおよびT-P負荷量 (kg/day)

地点における連続詳細調査では9月上旬から本種が増加を示し9月24日には*A. spiroides* var. *crassa*の群体を22,000群体/ml計数した。本種はカビ臭を産生する種であり比較的短期間で大量に増加することが明らかとなった。

4-5. 京都市は9月29, 30日に取水した水のカビ臭物質が水道法の水質基準を超えた事を発表した。このことは、沖部で殆ど本種が観察されなかった事からC地点付近の南湖西岸部湖岸域で発生した*A. spiroides* var. *crassa*が台風の降雨の影響によって流下拡散し、琵琶湖疎水に流入した可能性が推察された。このような湖岸域の閉鎖的環境の形成による、カビ臭アオコの大量発生は利水にも大きな影響を与えている可能性が示唆された。

4-6. 今後、カビ臭アオコの発生抑制対策のためには、流向・流速計等による閉鎖性水域の再調査や河川からの流入負荷量調査、底質調査なども継続して実施し、湖岸域におけるアオコ発

生メカニズムを明らかにするとともにそのアオコ発生抑制対策のための提言に繋げて行きたいと考える。

謝 辞

本調査研究を実施するにあたり、琵琶湖博物館の芳賀裕樹主任学芸員には共同研究者として、現存量調査等の研究成果をご提供頂くとともに、とりまとめについて、貴重なご助言を頂きました。また、本調査の実施にあたり、県水政課、県自然環境保全課、県環境管理課の関係職員から多くの情報やご助言を頂きました事に心より感謝申し上げます。

引用文献

- 一瀬 諭, 若林徹哉, 森田 尚, 楠岡 泰, 西野麻知子 (2004): 琵琶湖固有種ビワツボカマリの分布と消長について. 滋賀県立衛生環境センター所報, 39, 57-63.
- 孝橋賢一, 山中 治 (2001): 近年琵琶湖で増加したエリ網の付着物について. 滋賀県水産試験場事業報告, 138-139.
- 芳賀裕樹, 大塚泰介, 辻 彰洋, 中里亮治, 楠岡 泰 (2001): 琵琶湖南湖の沈水植物の動向とその増加による影響予測. 世界湖沼会議発表, 9, 21-24.
- 浜端悦治 (2005): 琵琶湖の沈水植物群落. 滋賀県琵琶湖研究所所報, 22, 105-119.
- 一瀬 諭, 若林徹哉, 藤原直樹, 水嶋清嗣, 伊藤 貢 (2001): 琵琶湖における植物プランクトンの現存量の変遷について (1978-2000). 第9回世界湖沼会議発表, 337-340.
- 平成14年度北湖湖岸帯湖底泥質化実態調査 (2003): 滋賀県, 4-25.
- 岡本高弘, 一瀬 諭, 藤原直樹, 津田泰三, 若林徹哉, 土肥 誠, 芳賀裕樹 (2004): 琵琶湖南湖沿岸帯沈水植物(水草)帯における水質形成機構に関する調査結果について. 滋賀県立衛生環境センター所報, 39, 82-87.
- 一瀬 諭, 若林徹哉, 岡本高弘, 藤原直樹, 加賀爪敏明, 辻 元宏 (2004): 琵琶湖に分布する沈水植物(流れ藻)の分解実験について. 日本陸水学会要旨, 69, 79.
- 浜端悦治 (1999): 小川原湖における沈水植物群落の種類組成と分布. 植生学会誌, 16, 69-81
- 一瀬 諭, 若林徹哉, 松岡泰倫, 山中 直, 藤原直樹,

- 田中勝美 (1995) : 琵琶湖の植物プランクトンの形態に基づく生物量の簡易推定について. 滋賀県立衛生環境センター所報, 30, 27-35.
- 水資源開発公団琵琶湖開発総合管理所 (2002) : 琵琶湖沈水植物図説. 22.
- 一瀬 諭, 面田美紀, 若林徹哉, 原 良平, 藤原直樹, 芳賀裕樹 (2005) : 琵琶湖南湖沿岸帯におけるカビ臭アオコ発生機構の検討, 生物調査. 日本陸水学会要旨, 70, 105.
- 宝月欽二, 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. 陸水学会誌, 21, 124-130.
- 京都新聞 (2004) : 2004年10月2日, 朝刊.