

9. 分析評価モニタリング1

水環境のモニタリング: 年度結果報告

平成 21 年度 (2009 年度) 琵琶湖水質環境基準点調査

北川典孝・奥村陽子・一瀬諭・岡本高弘・坪田てるみ・古田世子
・大野達雄・南真紀・青木真一・藤原直樹・古角恵美・池田将平

要約

国土交通省近畿地方整備局、(独)水資源機構および滋賀県が共同で実施している琵琶湖水質調査については、調査・分析・データの解析を当センターと国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所が協力・分担して行い、各年度の結果を滋賀県環境審議会に報告するとともに、データは国や県および当センターのホームページで公開している。これらの調査結果やその評価に基づき、今回 2009 年度の琵琶湖水質の特徴について報告する。

近年、上昇傾向にある透明度は、2009 年度も北湖および南湖とも高い状況が継続した。富栄養化指標である全窒素は近年減少傾向にあり、北湖では 1987 年度、2008 年度と同値で最低値となり、南湖でも過年度最低値となった。一方、有機物指標の COD は北湖、南湖とも減少傾向は見られないなど、項目によって変動の傾向が異なり、引き続き水質形成機構を把握するために慎重に調査解析を進めていかなければならない状況にある。

1. はじめに

琵琶湖の水質調査は、琵琶湖の水質変動の把握と環境基準監視のため、水質汚濁防止法に基づき、滋賀県環境審議会の審議と国との協議を経て知事が作成する滋賀県公用水域・地下水水質測定計画（以下、「測定計画」という。）により、国土交通省近畿地方整備局、(独)水資源機構および滋賀県が共同で実施している。調査地点は、図 1 に示すとおりであり、このうち国土交通省と(独)水資源機構が 37 地点、滋賀県が環境基準点の 12 地点において、それぞれ毎月 1 回表層水について、調査・分析

を分担して実施している。このほか、水深別の水質調査についてもそれぞれの機関で実施している。

これらの調査結果については、国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所および滋賀県琵琶湖環境部琵琶湖再生課と当センターにおいて集計、解析、評価を行い、滋賀県環境審議会に報告している。また、個々のデータについても、環境白書等やホームページを通じて公表している。

ここでは、2009 年度の琵琶湖水質調査結果の評価と特徴的な事象について報告する。

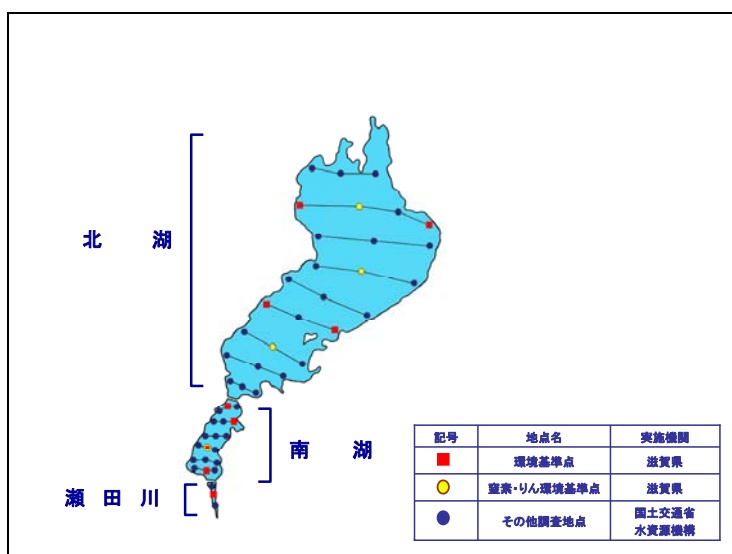


図 1 琵琶湖水質調査地点

2. 方法

2.1 琵琶湖における水質モニタリングの概要

琵琶湖・瀬田川 49 地点および水深別調査地点を図 1 に示す。透明度等一般項目や pH、浮遊物質 (SS)、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N)、全りん (T-P) 等の生活環境項目については、毎月上旬に、国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所と(独)水資源機構および当センターで協力、分担して、北湖 28 地点、南湖 19 地点、瀬田川 2 地点の計 49 地点において、透明度や水温等を現場測定するとともに表層 0.5m で採水を行い、それぞれの機関で分析を行っている。カドミウム、全シアン等の健康項目、ニッケルやホルムアルデヒド等の要監視項目、クロロフィル a 等のその他の項目については測定計画に基づく頻度で分析を実施している。

また、北湖第一湖盆における水深別調査については、当センターでは今津港と長浜港を結ぶ線上のほぼ中央の水深約 90m 地点 st.1(通称「今津沖中央」)において、0.5 m、5m、10m、15m、20m、30m、40m、60m、80m、湖底から 1m の 10 層で月 2 回実施している。各項目の分析は、測定計画に基づき行っている。

2.2 プランクトン調査

湖心部におけるプランクトンの状況をモニタリングするため、今津沖中央および唐崎沖中央等において、毎月 2 回、プランクトン種を同定し、その細胞数を計数している。

3. 調査結果

3.1 2009 年度の琵琶湖水質の概要

2009 年度の琵琶湖表層における主要水質項目の調査結果の平均値とその評価を表 1 に示す。以下、説明のある場合を除き、北湖については 28 地点、南湖については 19 地点の平均値を、瀬田川については唐橋流心地点の値を示す。評価については、両年度のデータに対して過去 10 年間 (1999~2008 年度) を過年度とし、その平均値と比較し、当該年度の値との差 D と過年度の標準偏差 σ との関係から、以下のとおり行っている。

$$0 \leq |D| \leq \sigma \quad \text{過年度並み}$$

$$\sigma < |D| \leq 2\sigma \quad \text{少し高い} \cdot \text{少し低い}$$

$$2\sigma < |D| \leq 3\sigma \quad \text{高い} \cdot \text{低い}$$

$$3\sigma < |D| \quad \text{かなり高い} \cdot \text{かなり低い}$$

表 1 2009 年度琵琶湖水主要水質項目評価

項目	区分	北湖			南湖			瀬田川		
		平均値	標準偏差	対前年度・過年度評価	平均値	標準偏差	対前年度・過年度評価	平均値	標準偏差	対前年度・過年度評価
透明度	2009年度	6.1	0.50		2.7	0.29		3.2	0.45	
	前年度	6.0			2.8			3.2		
	過年度	5.8			2.3		少し高い	2.5		少し高い
COD	2009年度	2.7	0.07		3.4	0.09		3.3	0.18	
	前年度	2.7			3.3		少し高い	3.5		少し低い
	過年度	2.6		少し高い	3.2		高い	3.2		
全窒素	2009年度	0.24	0.03		0.28	0.04		0.47	0.04	
	前年度	0.24			0.30			0.51		少し低い
	過年度	0.28		少し低い	0.34		少し低い	0.55		低い
全りん	2009年度	0.008	0.0007		0.016	0.0014		0.019	0.0009	
	前年度	0.008			0.016			0.020		少し低い
	過年度	0.008			0.017			0.019		
BOD	2009年度	0.5	0.08		1.0	0.10		0.8	0.08	
	前年度	0.5			1.1		少し低い	0.9		少し低い
	過年度	0.5			1.0			1.0		低い
SS	2009年度	1.1	0.16		2.9	1.2		2.2	0.66	
	前年度	1.0			2.6			2.5		
	過年度	1.1			4.1			3.4		少し低い
大腸菌群数 (対数)	2009年度	2.6	0.25		3.3	0.11		3.0	0.25	
	前年度	3.6		かなり低い	3.0		高い	3.7		低い
	過年度	3.0		少し低い	3.2			3.3		少し低い
pH	2009年度	8.2	0.08		8.4	0.11		8.2	0.10	
	前年度	8.1		少し高い	8.3			7.9		高い
	過年度	8.0		高い	8.1		高い	7.9		高い
クロロフィル a	2009年度	3.2	0.63		5.8	0.99		3.5	1.40	
	前年度	3.3			6.5			4.6		
	過年度	3.4			6.0			5.2		少し低い

これらの項目の年平均値でみた 2009 年度の特徴として、透明度は、北湖、南湖とも評価は前年度並みであったが、引き続き上昇傾向にあり、過年度と比較して南湖では少し高かった。SS は、北湖では前年度および過年度並みであったのに対し、南湖では前年度よりやや上昇したが、過年度と比較すると平均値は低く、評価は過年度並みであった。クロロフィル a は、北湖、南湖とも評価は前年度および過年度並みであったが、平均値では引き続き減少傾向を示していた。

富栄養化の指標である全窒素は、北湖および南湖とも過年度に比べて少し低い値であった。なお、北湖の全窒素は、0.24mg/l と、1979 年度の観測以来、1987 年度および前年度と並び、最低値となった。また、南湖も 0.28mg/l と 1979 年度の観測以来最低値となった。全りんは、北湖、南湖ともに前年度および過年度並みであり、1979 年度以降減少傾向にある。

pH は、北湖では前年度に比べて少し高く、過年度と比較して高くなった。南湖では前年度並みで、過年度と比較して高くなった。北湖、南湖とも経年変動は近年上昇傾向にある。

有機物指標である COD は、北湖では前年度並みで、過年度と比べて少し高くなり、近年横ばい傾向にある。南湖では、前年度より少し高くなり、1979 年度の観測以来、同年と並び最も高い値となった。

3.2 気象の特徴

彦根気象台の気象月報によると、2009 年度の気象の特徴としては、年間の平均気温が平年より高く、春季には平年に比べ高く推移した。降水量は、10 月から 11 月、2 月から 3 月にかけて、平年より多くなったが、4 月から 6 月にかけてと、8 月から 9 月にかけては少雨となり、特に 9 月は過年度平均の 1/2 以下となった。秋季は、10 月に台風 18 号の知多半島上陸や、11 月には冬型気圧配置となり強い寒気が南下し、高気圧や低気圧の影響による天気の周期的な変化により、降水量が平年よりかなり多くなった (図 3)。

琵琶湖水位および放流量の変動 (図 2) をみると、2009 年度は 7 月には梅雨前線の影響で降水量が多くなったことから流量は変動したが、水位の変動は少なかった。秋季には台風の接近や低気圧による降雨の影響で水位は少し変動したが、流量の大きな変動はなかった。水位は年間を通じて 1m を超過する変動はなく、安定していた。

3.3 表層水質変動の特徴

3.3.1 南湖の透明度の上昇

琵琶湖の透明度は、北湖および南湖ともに近年上昇傾

2009年度

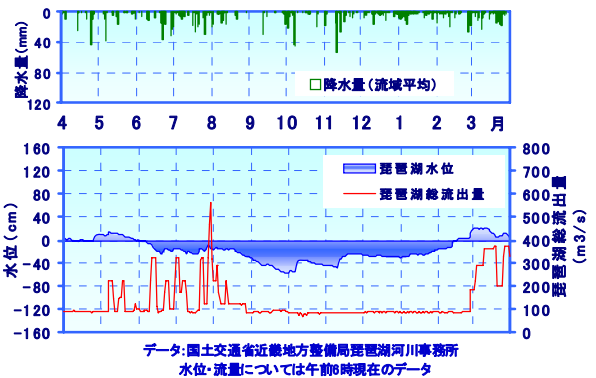


図 2 琵琶湖水位、総流出量および流域降水量の変動

2009年度

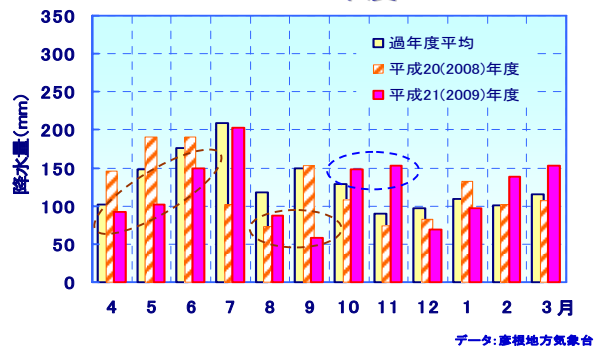


図 3 降水量の月別過年度比較

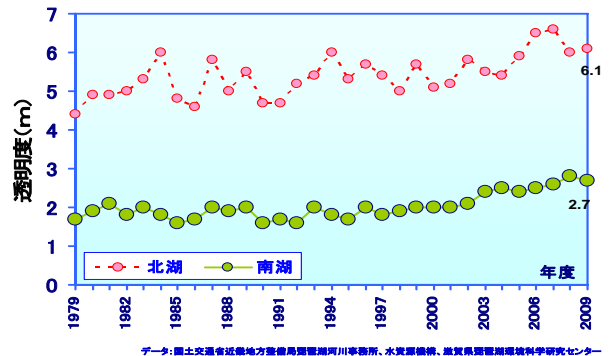


図 4 透明度 (年平均値) の経年変動

向にある。北湖においては、年平均値が 2007 年度に過年度最高値 (6.6m) となったが、2009 年度は 6.1m と少し下がった。南湖においては、2008 年度に 1979 年度の観測以降の最高値 2.8m となったが、2009 年度も 2008 年度並みの 2.7m の高い値となった (図 4)。そこで、南湖の透明度の上昇要因についてみると、南湖においては、1995 年度以降、年平均値はほぼ毎年良くなっていく傾向にある。透明度の経年変動をみると、2009 年度は年間を通じてほとんどの月で過年度平均値より高く推移し、特に春季から夏季にかけて高く、4 月、6 月、8 月は過年度最高

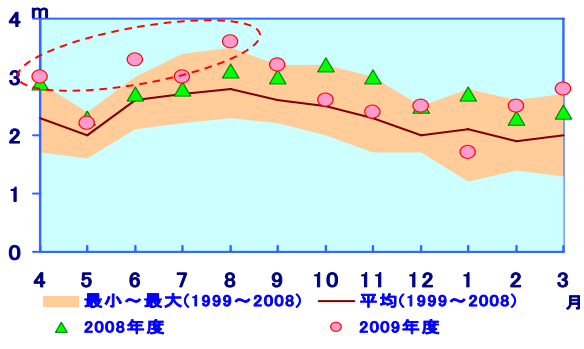


図5 透明度経月変動（南湖平均値）

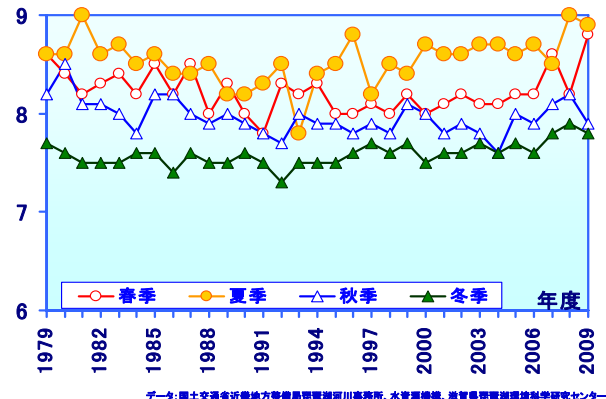


図8 南湖 pH 季節別経年変動（南湖平均値）

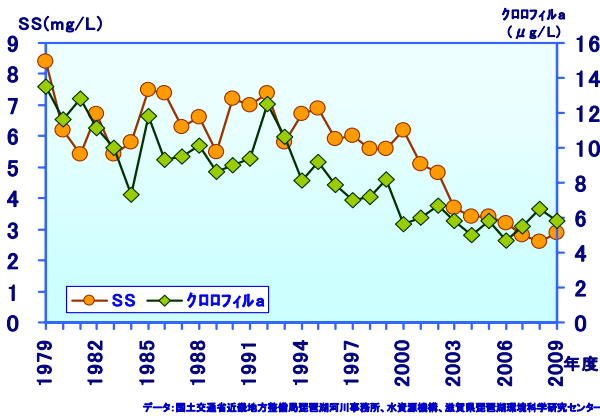


図6 SS・クロロフィル a 経年変動（南湖平均値）

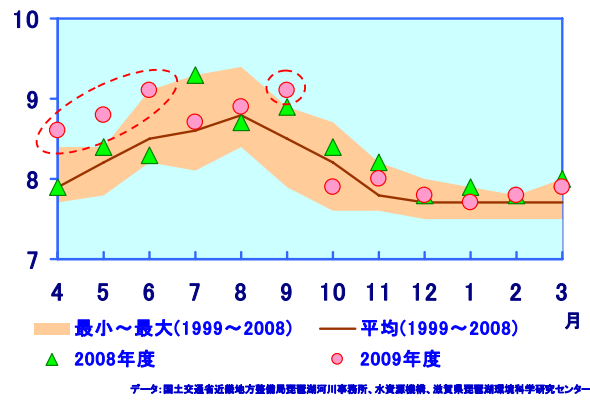


図9 pH 経月変動（南湖平均値）

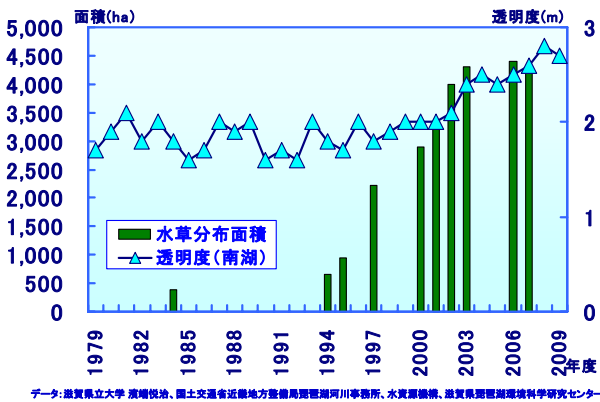


図7 透明度・水草分布面積経年変動（南湖）

値を上回った（図5）。透明度に影響するSSおよび植物プランクトンの指標であるクロロフィルaの南湖における経年変動をみると、透明度が上昇し始めた時期から減少傾向にあり、SSとクロロフィルaの減少が近年の透明度上昇に寄与したものと考えられる（図6）。また、図7に示す透明度と水草分布面積の経年変動から、水草の分布面積の増加と透明度の上昇が連動しており、このこと

が南湖の透明度上昇の要因の一つとなっているものと考えられた。

3.3.2 南湖のpHの上昇

1979年度から2009年度までのpHの季節毎の平均値の経年変動を図8に示す。2009年度は、春季と夏季において高く、春季は1979年度の観測以来の最高値となった。夏季においても、前年度並みに高い値となった。

南湖におけるpHの平均値の経月変動を図9に示す。4月、5月、6月および9月に過年度最大値もしくは過年度最大値を超えて高い値となった。2009年度の南湖におけるpH上昇の要因として、まず、水草の繁茂があげられる。前述したように2009年度も2008年度と同様にほぼ全域に繁茂した水草が、湖水中の二酸化炭素を消費した結果、pHが上昇したと考えられる。また、春季から夏季にかけて少雨であったことにより、pHの低い降雨の南湖への直接負荷および河川からの雨水の流入が少なかったこと、瀬田川洗堰からの放流量が少なかったことにより、南湖に比べpHの低い北湖からの湖水の流入量が少なか

ったことなど、例年と比べ湖水の pH を低下させる要因が少なかったものと推測された。これらにより、南湖の pH が高くなったものと考えられた。

3.3.3 北湖における COD の状況について

琵琶湖における有機汚濁の指標として COD が環境基準として定められているが、北湖の COD の年平均値は 1985 年度以降漸増傾向を示し、1998 年度以降は 2.5～2.7mg/l の範囲で推移し横ばいの状況が続いている。2007 年度からは 2.7mg/l と 1979 年度以降の最高値と同値で推移している（図 10）。

2009 年度の COD の経月変動をみると、5 月を除き、ほぼ前年度並みに推移した（図 11）。また、粒子態 COD と溶存態 COD について、図 12 および図 13 に示す経月変動をみても、5 月が高い値となっており、溶存態 COD においては過年度最大値と同値となった。5 月の COD が高くなった要因を調べるために、COD とともにクロロフィル a の水質平面分布を示した（図 14）。この図から、北湖の南部において COD とともにクロロフィル a 濃度が高かったことがわかる。また、図 15 および図 16 に北湖南部中央部の丹出川中央および北湖北部中央部の今津沖中央における植物プランクトン網別組成の経月変化を示したが、5 月に、黄色鞭毛藻の *Uroglena americana* の増殖がみられた。この時期に 2005 年度以来 4 年ぶりに北湖の 5 水域において、*Uroglena americana* による淡水赤潮の発生が確認された。これらのことから、5 月の北湖の COD（粒子態 COD+溶存態 COD）の上昇の要因は植物プランクトンの増殖によるものと考えられた。

3.3.4 南湖における COD の状況について

南湖の COD の年平均値は、前年度より少し高い 3.4mg/l であり、1979 年度の観測以来、同年度と並び最も高い値となった（図 10）。COD の経月変動をみると、9 月と 10 月が過年度最高値を超えて高い値となり、その他の月は、ほぼ前年度並みに推移した（図 17）。また、図 18 および図 19 に示す粒子態 COD と溶存態 COD の経月動をみても、9 月と 10 月は高い値となった。そこで、9 月と 10 月の COD、クロロフィル a および SS の平面分布をみると（図 20 および図 21）、南湖の東岸部および西岸部の沿岸水域の一部でこれらの 3 項目がほぼ連動して高くなっていることがわかる。これらのことから、一部の水域における植物プランクトンの増殖によって、9 月と 10 月の COD が上昇し、南湖平均の COD を押し上げたものと考えられた。

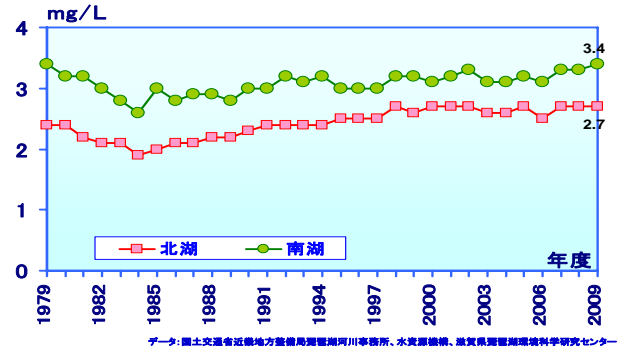


図 10 COD の経年変動（表層平均値）

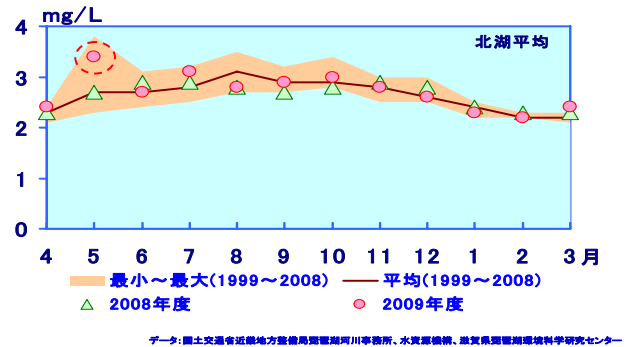


図 11 北湖 COD の経月変動（表層平均値）

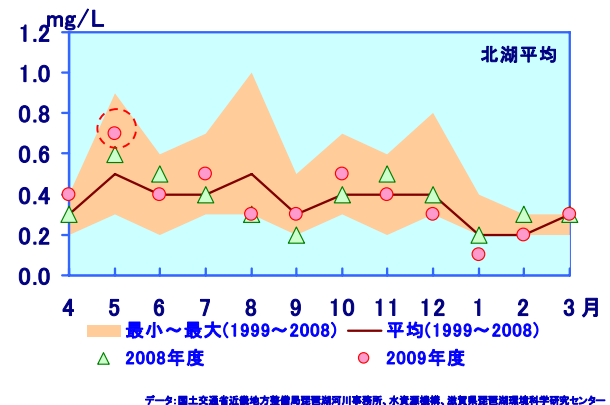


図 12 北湖粒子態 COD の経月変動（表層平均値）

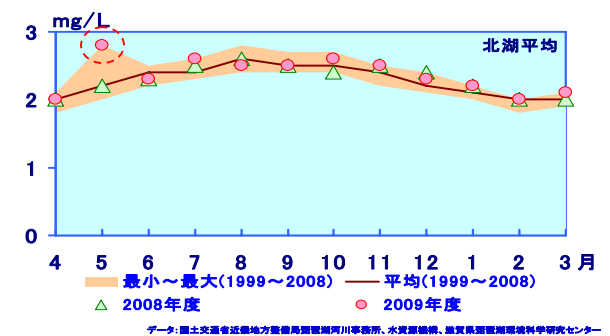
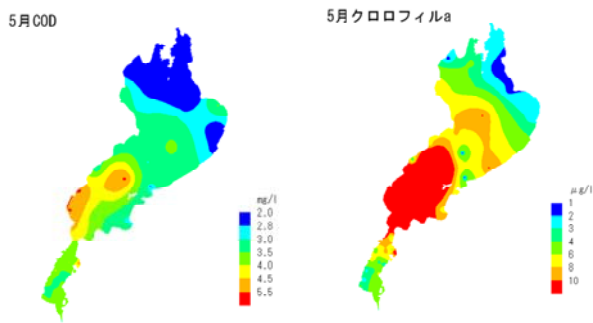
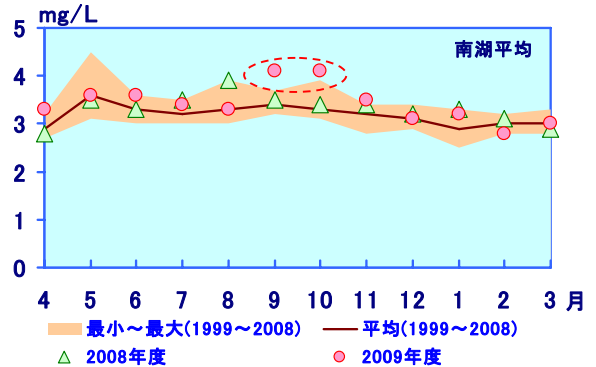


図 13 北湖溶存態 COD の経月変動（表層平均値）



データ:国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水質調査課、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図14 5月の水質状況(平面分布)
(グラビア10頁参照)



データ:国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水質調査課、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図17 南湖CODの経月変動(表層平均値)

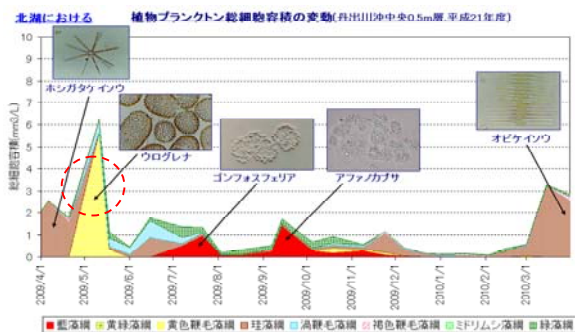
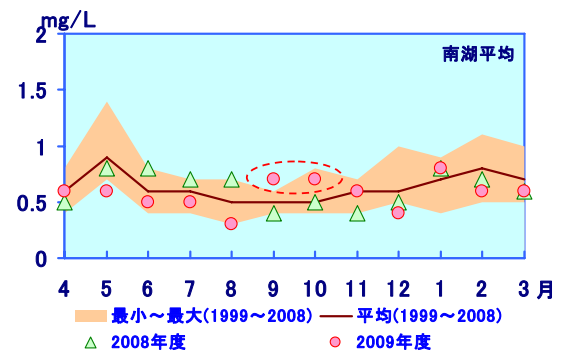


図15 植物プランクトン網別組成の経月変化
(体積換算、丹出川沖中央 表層)



データ:国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水質調査課、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図18 南湖粒子態CODの経月変動(表層平均値)

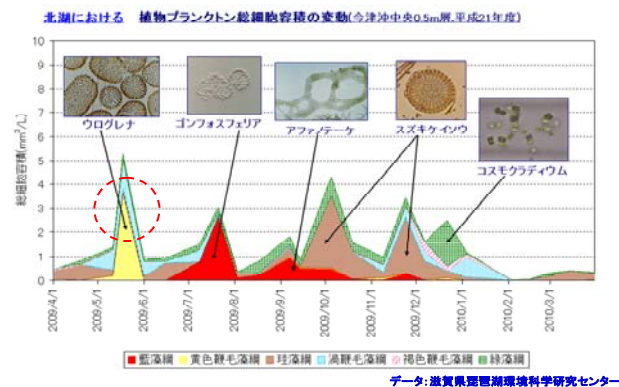
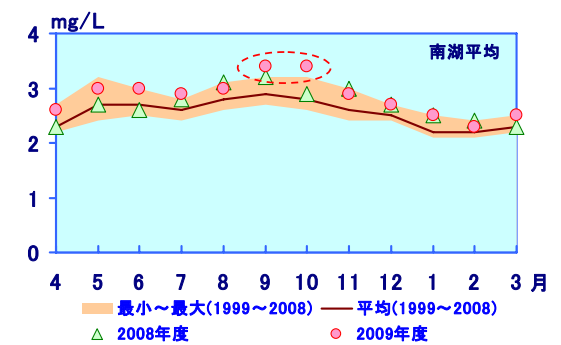


図16 植物プランクトン網別組成の経月変化
(体積換算、今津沖中央 表層)



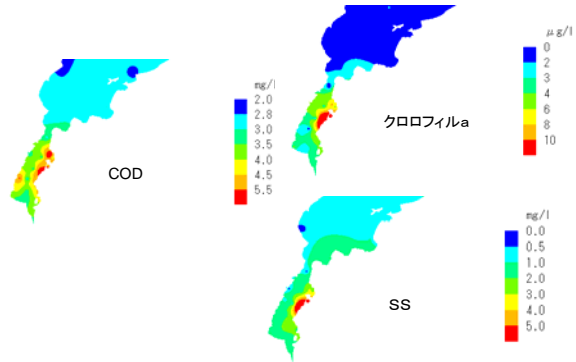
データ:国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水質調査課、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図19 南湖溶存態CODの経月変動(表層平均値)

3.3.5 全窒素の低下

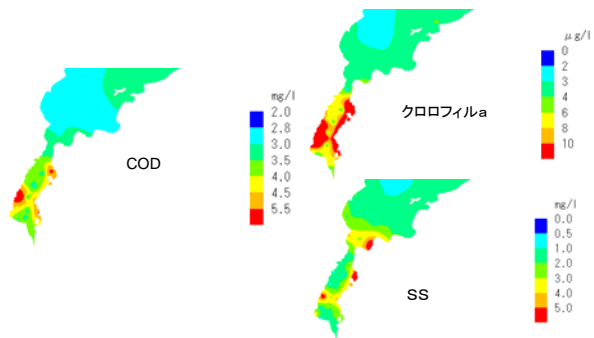
全窒素の経年変動をみると(図22)、北湖および南湖とも2003年度以降減少傾向を示し、特に北湖の全窒素は1987年度および昨年度と並び、1979年度の観測開始以来最も低い0.24mg/lとなり、南湖も0.28mg/lと観測開始

以来の最低値となった。湖水中の窒素の構成要素の中で無機態窒素のほとんどを占める硝酸態窒素の経年変動をみても(図23)、北湖、南湖ともに2003年度以降減少傾向で、近年は南湖の方が北湖よりやや低い傾向となっている。



データ：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図20 9月の水質状況（平面分布）
（グラビア10頁参照）

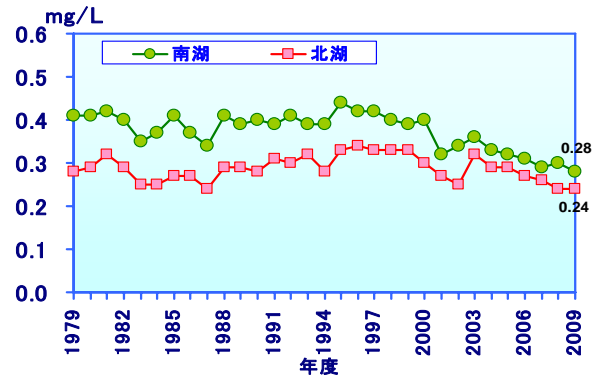


データ：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図21 10月の水質状況（平面分布）
（グラビア10頁参照）

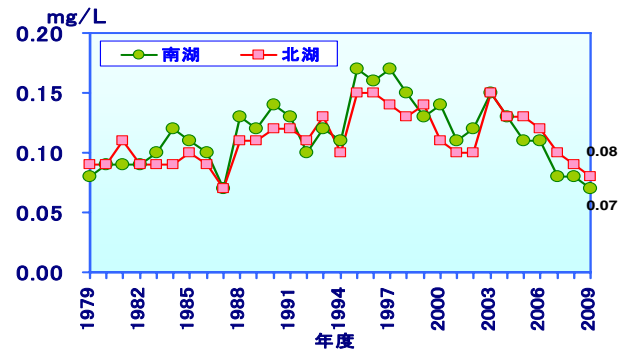
南湖における全窒素の平均値の経月変動をみると、近年の低下傾向により、2009年度も年間を通じて過年度平均値以下で推移した。特に2009年度は4月、6月、8月、そして3月で、過年度最低値を下回る値となった(図24)。南湖の硝酸態窒素の経月変動を図25に示す。12月を除き過年度平均値を下回っている。4月と3月は、過年度最低値以下となったが、この要因については、南湖において例年より珪藻の増殖が顕著であったことから、珪藻が硝酸態窒素を吸収し、沈降、流下除去させたのではないかと推測している。次に、春から夏にかけては例年同様低下していき、7月にはほぼ枯渇したが、その後、例年では、9月以降、表層の硝酸態窒素は徐々に回復するが、11月までほとんど回復はみられなかった。このことが硝酸態窒素の低下に影響したものと考えられた。

南湖における全窒素減少の要因として次の2点が考えられた。



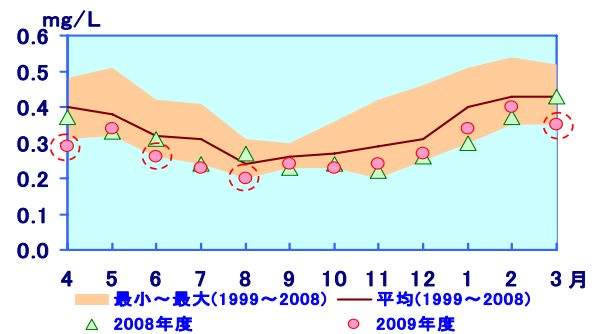
データ：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図22 全窒素の経年変動（表層平均値）



データ：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図23 硝酸態窒素の経年変動（表層平均値）



データ：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学センター

図24 南湖の全窒素の経月変動(表層平均値)

- ① 2009年4月と2010年3月は、北湖の窒素濃度の低い水の流入と冬季の珪藻の増殖による沈降と流下による。
- ② 春季から秋季にかけては、4月から9月の少雨による降雨からの窒素負荷の減少と7月の梅雨による降水量の多い時は、南郷洗堰からの放流量が増えることによる北湖からの窒素濃度の低い水の流入と南湖全域に広がる水草繁茂による硝酸態窒素の消費が考えられた。

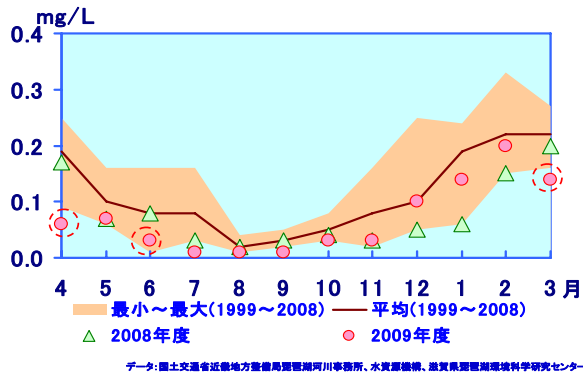


図 25 南湖の硝酸態窒素の経月変動(表層平均値)

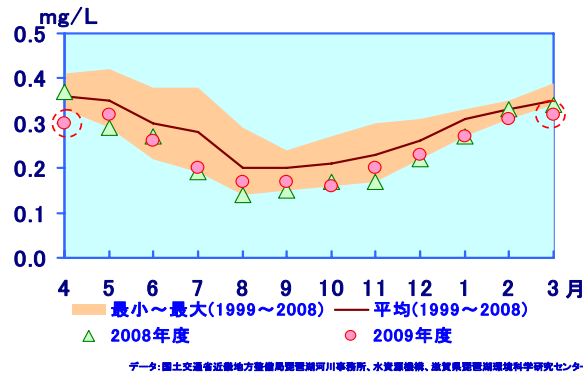


図 26 北湖の全窒素の経月変動(表層平均値)

北湖における全窒素の平均値の経月変動をみると、近年の低下傾向により、2009年度も年間を通じて過年度平均値以下で推移した。特に2009年度は4月と3月に過年度最低値を下回る値となった(図26)。次に北湖の硝酸態窒素の経月変動を図27に示す。近年の窒素低下傾向を反映して、年間を通じて過年度平均値を下回った。4月、5月と3月は過年度最低値以下となったが、4月については、前年度の負荷が少なかったことから低下したと考えられた。5月は4月の低濃度に加え4月の降雨量が少なかったことが影響しているものと考えられた。夏季から10月までは近年みられるように硝酸態窒素が枯渇したが、11月からは過年度並みに回復した。しかし、2月の循環期には過年度最低値と低くなり、3月も2月の降雪による水位上昇にもかかわらず、過年度最低値以下となった。次に、北湖の今津沖中央における全窒素の鉛直分布の変動を図28に示す。春季から夏季にかけては、表層付近の植物プランクトンにより全窒素の主な成分である硝酸態窒素が吸収されて減少する。増えた植物プランクトンは、沈降して表層から下層へ移っていくことにより、表層付近の窒素濃度が低下する。したがって、表層の窒素は春季から徐々に減少していき7月から11月にかけて枯渇状態になる。一方、下層では、特に深層部では窒素濃度の上昇がみられる。図28と図29は、2009年度と2008年度の状況を示している。この図からわかるように2009年度は、2008年度に比べて全層で窒素濃度が低いことがわかった。

北湖における全窒素減少の要因として次の4点が考えられた。

- ① 4月に全窒素濃度が低かったのは、3月下旬以降の少雨と日照時間が多かったことにより生産による窒素消費が多かった。
- ② 夏季から秋季にかけて、降水量が少なかった。7月を除いて、4～9月に雨が少なかったことにより、直接降

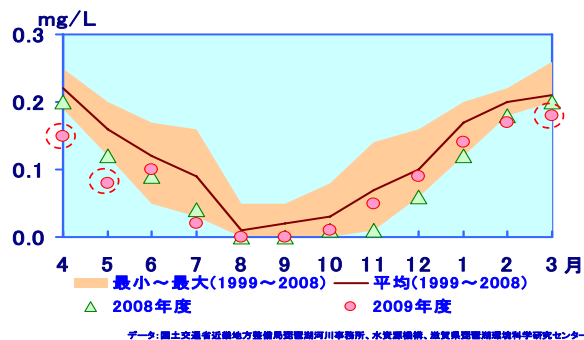


図 27 北湖の硝酸態窒素の経月変動(表層平均値)

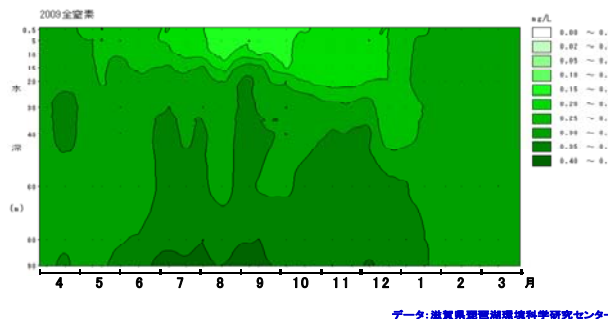


図 28 今津沖中央の全窒素の鉛直分布の経月変化(グラビア10頁参照)

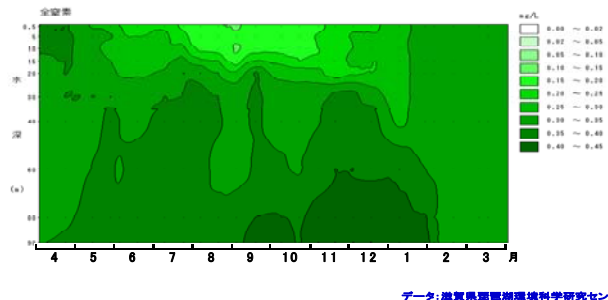


図 29 今津沖中央の全窒素の鉛直分布の経月変化(2008年度)(グラビア10頁参照)

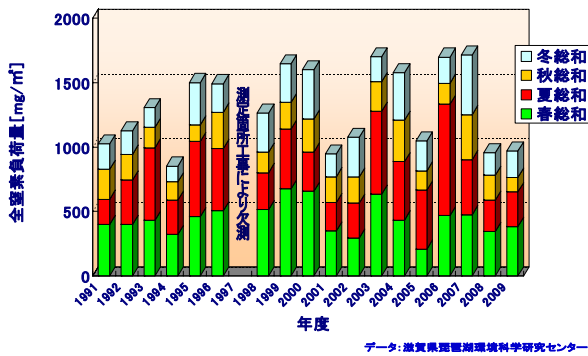


図 30 降雨からの全窒素負荷量の変遷

(湿性全量雨量中の全窒素、2004 まで大津市御殿浜、2005 から大津市柳が崎)

雨から、あるいは流域の河川からの窒素の流入が少なかった。(降雨による窒素負荷量の経年変動を、大津市内で継続して測定している雨水の調査結果から試算した値により図 30 に示す。2009 年度は異常渇水であった 1994 年度に次いで、降雨からの窒素負荷量が低かったことが推察された。)

- ③ 7 月～10 月は、表層で硝酸態窒素が枯渇した。
- ④ 2010 年 3 月は、鉛直方向の全窒素量が少なく、全循環による表層への回帰濃度が低かった。

4. まとめ

2009 年度における水質調査の結果においてみられた主な特徴は以下のとおりである。

- ① 北湖および南湖とも透明度が高い状況が継続している。特に、南湖では 2008 年度に 2.8m の最高値を記録したが、2009 年度も 2.7m と高い値となった。この要因としては、植物プランクトンの減少と南湖ほぼ全域に分布する水草の繁茂の影響が考えられた。
- ② 2009 年度の南湖の pH 平均値が、春季に 1979 年度からの調査を通じて最高値となった。この要因としては、水草の繁茂、春季から夏季にかけての少雨であったことから河川水の流入量や北湖からの流入量が減少したことによると考えられた。
- ③ 北湖の COD は 2007 から 2009 年度まで 2.7mg/l と過去最高値と同値で横ばい傾向で推移している。春季には、2005 年度以来 4 年ぶりに発生した淡水赤潮の影響で高い値となった。南湖の COD は、9 月と 10 月に過年度最高値を超えて高い値となった。これは、南湖東岸部および西岸部の一部水域での植物プランクトンの増殖によるものと考えられた。
- ④ 北湖と南湖の全窒素の低下については、春季から夏季にかけての降雨量が少なかったこと、南湖については水草繁茂の影響が考えられた。

5. 謝辞・摘要・引用文献等

5.1 謝辞

京都大学藤井滋穂教授および滋賀大学川嶋宗継教授には調査結果を解析するにあたって、ご指導、ご助言をいただきました。水質データの他、琵琶湖水位や放流量等の水文データ等調査結果の取りまとめにあたって、国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所からデータの提供を受けるとともに、解析作業を共同で行いました。解析結果については、滋賀県琵琶湖環境部琵琶湖再生課の担当者から意見をいただきました。お世話になった皆様に深謝いたします。

5.2 摘要

本調査研究は、2010 年の滋賀県環境審議会水士大気環境部会において説明した内容をもとに一部修正をした。

5.3 引用文献

- 彦根地方气象台 (2009-2010): 滋賀県気象月報, 4 (2009) ~ 3 (2010).
- 近畿地方整備局琵琶湖河川事務所・滋賀県琵琶湖環境部・滋賀県琵琶湖環境科学研究センター (2010): 平成 20 年度琵琶湖水質調査報告書.
- 岡本高弘・津田泰三・奥田一臣・中村忠貴・一瀬諭・古田世子・吉田美紀・青木茂・原良平・中村豊久・安藤茂伸 (2005): 2005 年度の琵琶湖水質について-透明度や COD 等の主な項目の調査結果から-. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター試験研究報告書, 2: 117-124.
- 奥村陽子・岡本高弘・藤原直樹・古角恵美・原良平・矢田稔・一瀬諭・坪田てるみ・古田世子・大野達雄・若林徹哉・青木眞一・小林博美・山本春樹 (2008): 平成 19~20 年度 (2007~2008 年度) 琵琶湖水質環境基準点調査. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター試験研究報告書, 5: 36-45.
- 滋賀県・国土交通省近畿地方整備局 (2009): 滋賀県公共用水域・地下水水質測定計画.
- 滋賀県 (2009): 平成 21 年版滋賀県環境白書資料編.
- 宗宮功編著 (2000): 琵琶湖-その環境と水質形成. 第 4 章 琵琶湖の化学, 技報堂出版.