

琵琶湖等湖沼環境のモニタリング

田中 稔・岡本高弘・七里将一・桐山徳也・五十嵐恵子・古角恵美・
古田世子・藤原直樹・一瀬 諭・廣瀬佳則・西村英也

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で協力・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、主に2013年度の琵琶湖水質変動の特徴として、特に北湖におけるCODの低下と南湖における全りんの上昇について2011、2012年度の結果も踏まえて報告する。

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共用水域・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政策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、2013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、既報の2011、2012年度の結果も踏まえて報告する。

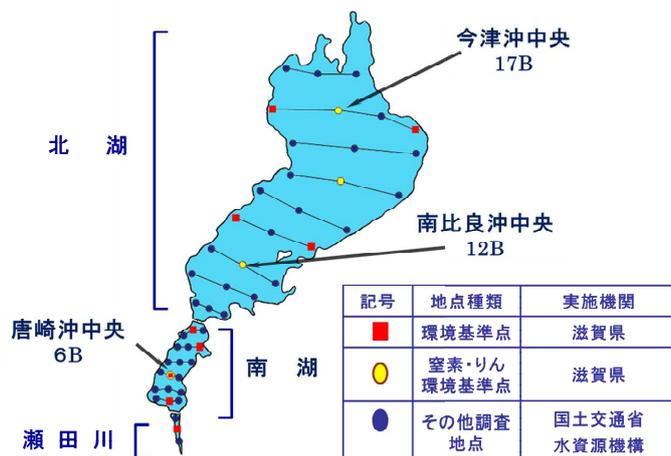


図1. 調査地点

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・瀬田川における水質モニタリングの地点を図1に示す。透明度、pH、浮遊物質(SS)、化学的酸素要求量(COD)等一般項目や全窒素(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、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、0.5m、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. 2013 年度の琵琶湖水質の概要

2013 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 (2003~2012 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、以下のとおり行った。

$0 \leq |D| \leq \sigma$ 前年度もしくは過年度並み (無印)
 $\sigma < |D| \leq 2\sigma$ 少し高い・少し低い
 $2\sigma < |D| \leq 3\sigma$ 高い・低い
 $3\sigma < |D|$ かなり高い・かなり低い

表 1 2013 年度琵琶湖主要水質項目評価

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	2013年度	6.0	0.42		2.4	0.18		2.0	0.53	
	2012年度	5.8			2.2			1.7		
	過年度	6.0			2.5			2.6		
COD	2013年度	2.3	0.070	かなり低い	3.2	0.14	低い	3.4	0.21	
	2012年度	2.7			3.5			3.6		
	過年度	2.6			3.3			3.3		
全窒素	2013年度	0.25	0.026		0.30	0.025		0.40	0.066	
	2012年度	0.26			0.33			0.46		
	過年度	0.27			0.31			0.51		
全りん	2013年度	0.008	0.00092		0.019	0.0010		0.022	0.00094	高い
	2012年度	0.009			0.018			0.020		
	過年度	0.008			0.016			0.019		
BOD	2013年度	0.4	0.079		1.0	0.095	低い	0.9	0.11	
	2012年度	0.6			1.2			1.0		
	過年度	0.5			1.0			0.9		
SS	2013年度	1.1	0.18	少し低い	4.0	0.49		3.5	0.58	
	2012年度	1.4			4.3			3.7		
	過年度	1.1			3.2			2.9		
大腸菌 群数 (対数)	2013年度	2.5	0.35		3.2	0.13		3.2	0.27	
	2012年度	2.5			3.2			3.1		
	過年度	2.9			3.2			3.3		
pH	2013年度	7.9	0.11	低い	8.0	0.12		7.7	0.13	低い
	2012年度	8.2			8.1			8.0		
	過年度	8.0			8.2			8.0		
クロロ フィル a	2013年度	2.9	0.71	低い	7.2	1.7		6.5	1.11	
	2012年度	4.5			10.3			7.1		
	過年度	3.5			6.5			4.8		

(2011、2012 年度の琵琶湖主要水質項目評価は、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書第 8,9 号に掲載)

2013 年度の年平均値から一般的な評価を行うと、有機汚濁指標である COD や BOD は北湖南湖とも低く、特に北湖における COD が前年度および過年度よりかなり低くなった。2000 年に入ってから横ばい傾向が続いていた COD であるが、2012 年度には 6 ~7 月に琵琶湖全域で大増殖した大型緑藻類のスタウラストルムと、その後に南湖で増殖した藍藻類の影響により、北湖では 2 年ぶりに 2.7mg/L

と 0.1 ポイント上昇し、南湖では 3.5mg/L と調査開始以来の最高値を示した。2013 年度は一転して COD の上昇はなく、北湖では 1990 年度レベルの 2.3mg/L まで大きく低下した。これは、植物プランクトンの特異的な増殖が見られなかったこと、また、2011 年度以降の降水量の増加に加え 9 月以降の記録的な豪雨によりさらに湖水の希釈が進んだことが要因になったものと考えられる。

他の主要水質項目は、北湖では全般に低めの評価となる傾向が見られ、前年度および過年度より高いと評価された項目は見られなかった。南湖では少し高い評価になる傾向が見られ、中でも全りんが前年度より少し高く、過年度との比較ではかなり高い評価となった。

健康項目および要監視項目については、全て不検出または環境基準値（要監視項目は指針値）未満であった。

3.2. 気象の特徴

2013年度の気象の特徴について、彦根地方気象台の気象月報によると、平均気温は6月から8月にかけて平年を1℃上回ったほか、10月は残暑が厳しく平年を2.1℃上回っており、期間の後半は平年並みに推移したものの全般に高かった。年平均気温は今津、長浜で平年並み、大津はかなり高かった。

降水量は、同じく気象月報をもとに、過年度と比較する(図2)と、5~8月までは少なく、中でも5月は平年の1/3と極めて少なかった。9、10月は台風時に降水量が多く、特に9月15~16日に上陸した台風18号は記録的な降水量をもたらした。その後は、平年より少ない月と多い月が明確であり、特に2月は少なく3月は多かった。

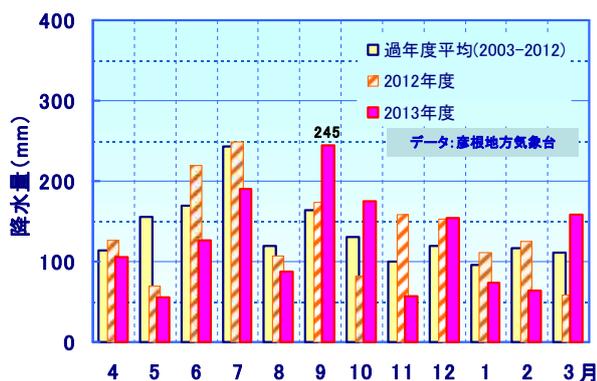


図2 彦根の降水量の月別平年比較(2012-13年度)



図3 琵琶湖流域平均雨量の月別平年比較(2012-13年度)

※「琵琶湖流域平均雨量」とは、琵琶湖流域20箇所の雨量観測所(中河内、マキノ、片山、吉槻、市場、大溝、彦根、堅田、永源寺、大河原、水口、甲賀、黒津、野洲川、木ノ本、能登瀬、安曇川沖、蒲生、沖島、枳生)の日雨量の平均

一方、琵琶湖河川事務所が観測している20か所の琵琶湖流域平均雨量※(図3)について見ると、年間の傾向は彦根と同じであるが、9月の降水量が過年度の2倍と、彦根の降水量に比べて流域平均ではかなり多かった。

図4に、琵琶湖河川事務所で計測集計されている琵琶湖平均水位と総流出量(各午前6時)、琵琶湖流域平均日雨量の2012-13年度の変動を示す。降水量が2013年3月以降で過年度平均より少ない月が多かったことから、総流出量も3月後半から7月下旬まで少なく、水位も4~5月にプラスにならず、6月の低水位に向けた流量も例年より増加しなかった。7月後半から8月初めに北部を中心に一時的に降水量が増え、水位が上昇し総流量もやや増加したが、8月中旬以降再び水位が低下し、総流量も少なく推移した。9月15~16日の台風第18号来襲の影響により、15日の降水量が120mm、翌16日は157mmと記録的な集中豪雨となった。水位も、15日の-25cmから、瀬田川洗堰の一時的な全閉操作もあり、16日に+23cm、17日には+76cmと1m上昇した。その後、10月上旬にかけて降水量がかなり少なく、9月末まで700~900m³/sを超える総流量が確保されたことから、9月末には水位が0cmを下回った。11月以降は水位や流量に大きな変動はなかったが、冬季の流量は昨年度に比べて少なく、降水量、流量、水位が増加傾向に転じたのは3月半ばであった。

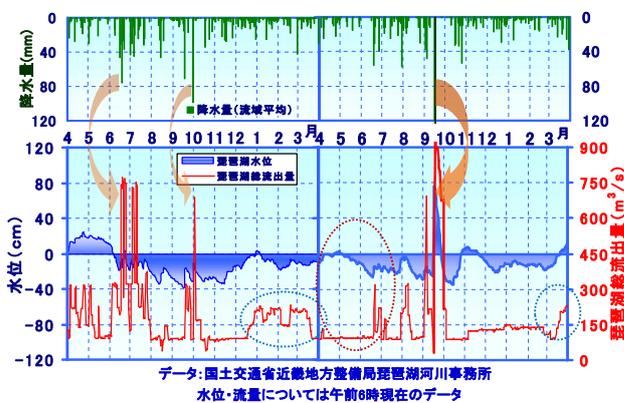


図4 琵琶湖平均水位、総流出量、琵琶湖流域平均日雨量の変動(2012-13年度)

水温は、5月の寒気の影響により北湖北中部でかなり低かったが、6月と8月は過年度平均を1℃ほど上回った。全般には過年度平均値並みで推移した。

この3年間、降水量をはじめ気象が大きく変動したことから、水位と流量の変動を詳しく見ていく。2011-13年度琵琶湖総流量の月別変動を図5に、2011-2012年度の琵琶湖平均水位、総流出量、流域平均日雨量の変動を図6に示したが、月別の総流量がここ3年間、年によって大きく変動していることが見て取れる。2011年度は台風の接近に

伴う降水により5月後半から6月上旬と9月の総流量が増加したことで、2月から3月にかけての降水と融雪水による総流出量の増加が特徴的であった。2012年度は梅雨時期の降雨と降雪が多く、特に、9月は2011年度と2013年度がかなり多く、2012年度は過年度より少ないなど流量が年によってかなり大きく変動している。



図5 琵琶湖総流出量の月別変動(2011-13年度)

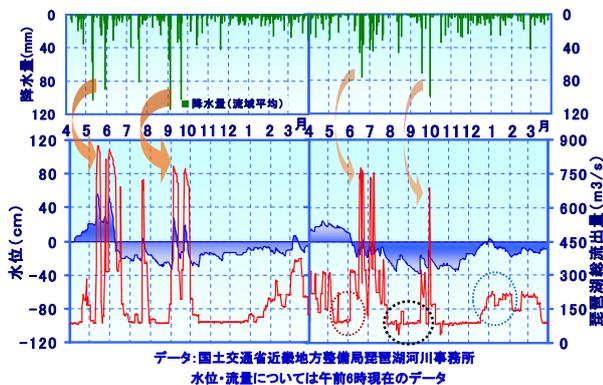


図6 琵琶湖平均水位、総流出量、流域平均日雨量の変動(2011-12年度)

2000-13年度の年間総流出量の季節別変動を図7に示す。この期間の平均総流出量 48.5 億 m^3 /年に対して、2005年以降の変化をみると、2005-09年度は少なく、2010-12年度は多かったことがわかる。季節別にも一定の流量が見られる秋季を除き、年によってかなり大きな変動が見られた。

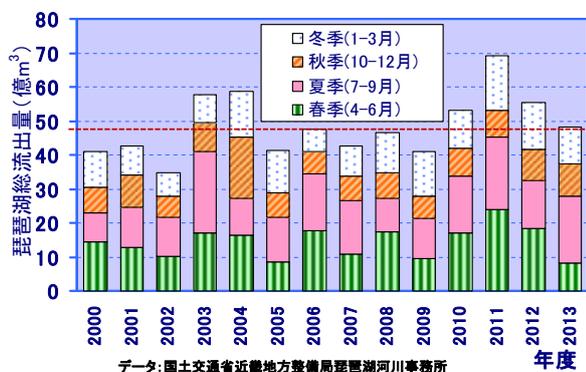


図7 琵琶湖総流出量の季節変動(2000-13年度)

3.3. 表層水質変動の特徴

3.3.1. 北湖におけるCODの低下

2013年度に見られた北湖におけるCOD年平均値の低下のレベルは、1998年度以降15年にわたって2.6-2.7mg/Lで高止まりしていた値が、2012年度の2.7mg/Lから2.3mg/Lまで0.4 mg/L低下するという大きなものであった。なお、2013年度の2.3mg/LはCODが上昇傾向を示し始めた1990年度レベルの値であった(図8)。

この要因を調べるために、2013年度のCODの経月変動を見ると(図9)、年間を通して低く、特に5、6、12~2月が過年度最低値を下回る低い値であった。

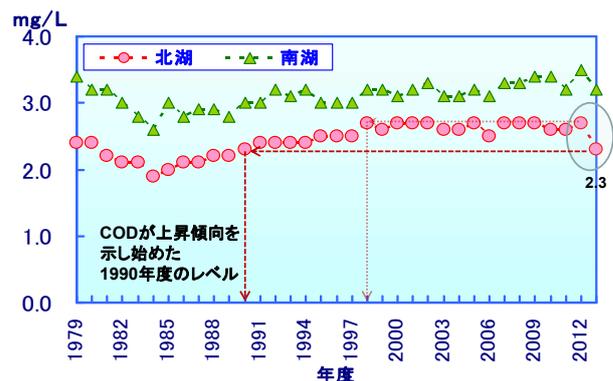


図8 COD(年平均値)の経年変化

図8.9 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9 CODの経月変動(北湖 2012-13年度)

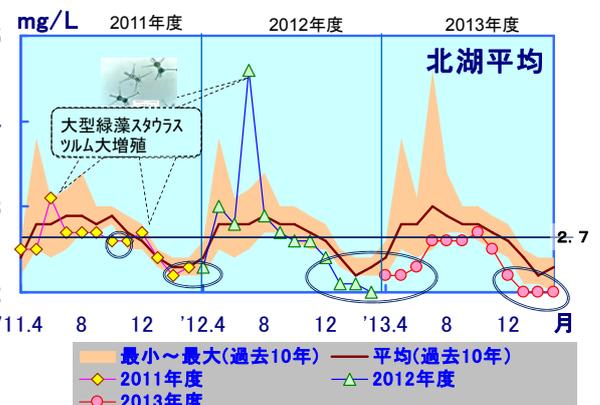


図10 CODの経月変動(北湖、2011-13年度)

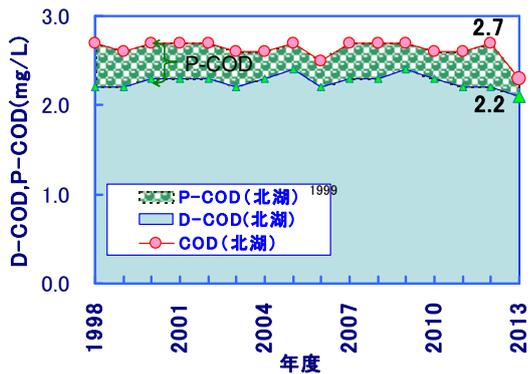


図 10.11 データ：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所、水資源機構、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

図 11 形態別 COD の経年変化（北湖、1998-2013 年度）

さらに、過去 3 年の経月変化を図示（図 10）して比較すると、2013 年度は 2011、2012 年度に見られたような植物プランクトンの増殖に伴い COD が顕著に上昇する月がなかった。さらに、湖水が深層部まで循環する冬季に毎年 COD の低下がみられた。

そこで、溶存態 COD (D-COD) を分析している 1998 年度以降の結果から、COD を D-COD と、全量 COD との差から算定した粒子態 COD (P-COD) に分けて経年変動を図 11 に示した。D-COD は 2.3mg/L 前後、P-COD は 0.3mg/L から 0.6mg/L の範囲で推移している。D-COD は 2010 年度から徐々に減少しているが、2012 年度から 2013 年度に低下した 0.4 ポイントの減少は P-COD で 0.3mg/L、D-COD で 0.1mg/L となり、P-COD の減少分が寄与していたことがわかる。

次に 2011-13 年度の粒子態 COD と溶存態 COD に寄与する因子の変動の特徴を見た。

まず、P-COD の多くを占める植物プランクトンの変動について、北湖今津沖中央の表層において月 2 回計数している植物プランクトンの調査結果から、総細胞容積に換算し、網別に分けて図 12 に示した。2013 年度は、2011、2012 年度と比較すると、緑藻の顕著な増殖が見られず、年間を通じて、変動も総細胞容積も少なかったこと、珪藻が多く見られたことが特徴的であった。

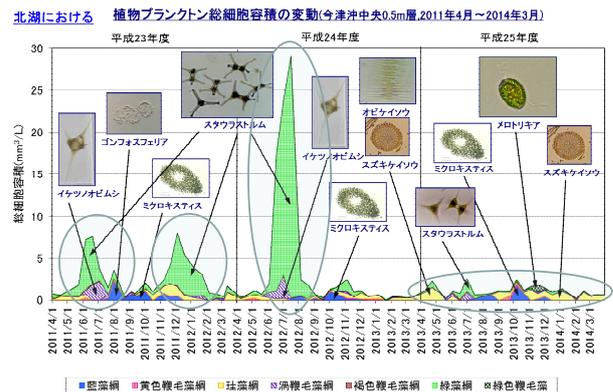
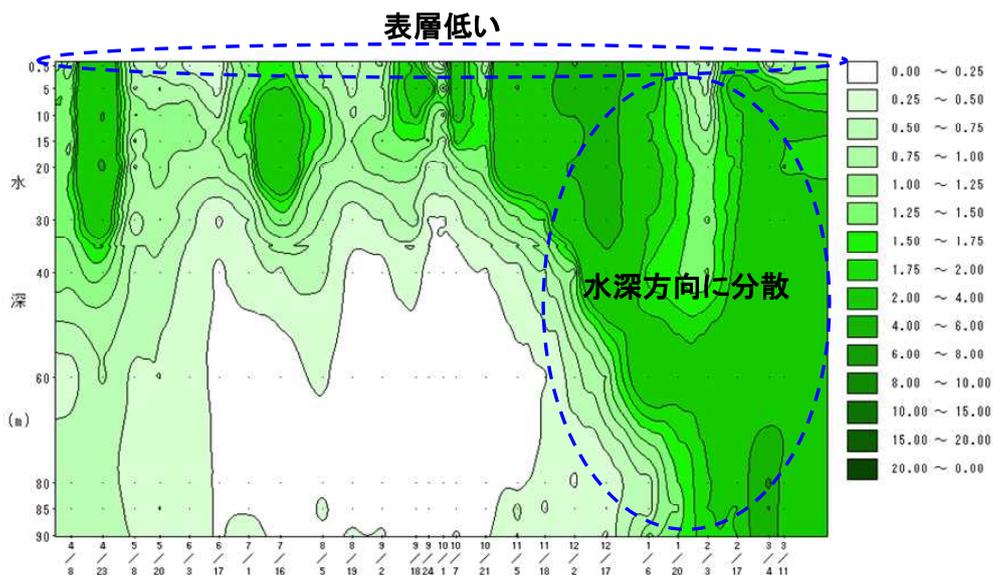


図 12 植物プランクトンの総細胞容積の経月変動（北湖今津沖中央表層、2011-13 年度）

データ：滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

今津沖中央において水深別に月 2 回調べているクロロフィル a について、2013 年度の経月変動の鉛直分布を図 13 に示した。年間を通じて表層は低いが、秋から冬にかけて、鉛直方向に広く分布する傾向が見られた。



データ：滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

図 13 北湖今津沖中央（全水深 89m）におけるクロロフィル a 経月変動の鉛直分布（2013 年度）

したがって、2013年度の北湖におけるP-CODの低下は、主に表層で見られた特徴であったと推測される。

次に2013年度のD-CODの経月変動を図14に示した。CODと同様に5月以降、過年度最低値をさらに下回って推移し、10、11月は前年度と同じ過年度最低値で、それ以降12～2月は再び最低値を下回り、年間を通じて顕著に低かった。

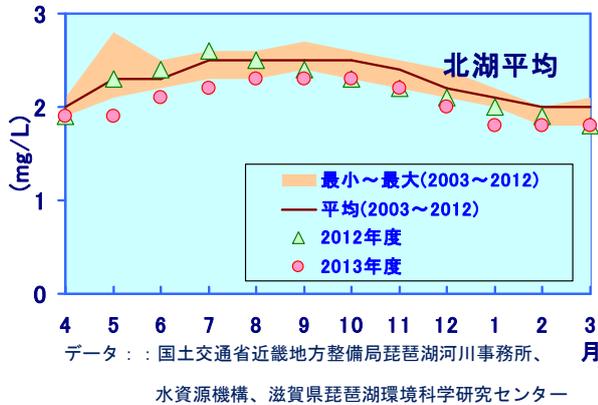


図14 D-CODの経月変動（北湖表層 2012-13年度）

そこで、溶存物質の変動の指標の一つである塩素イオン濃度の過去3年の経月変動と総流出量の変動をまとめて図15に示した。豪雨等降水量が多く総流出量が増加した次の月以降に塩素イオン濃度が低下する。さらに、D-CODと合わせて一次回帰式をとると、この3年間は塩素イオン濃度とD-CODがほぼ同じ比率で減少していることが分かる。従って、2011年度から13年度前半の降水量の増加によって湖水中の溶存物質が希釈され、濃度が低下したことがD-COD低下の主要因であると考えられた。

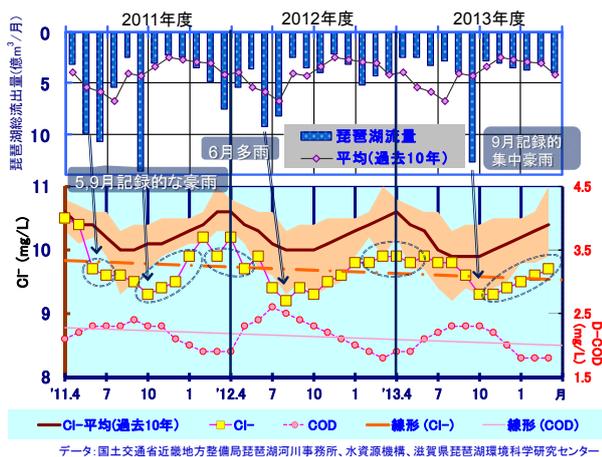


図15 塩素イオン (Cl⁻)濃度、総流出量、D-CODの経月変動の比較（北湖表層、2011-13年度）

以上より、2013年度のCOD低下の主要因をまとめると図16のようになると考えられた。

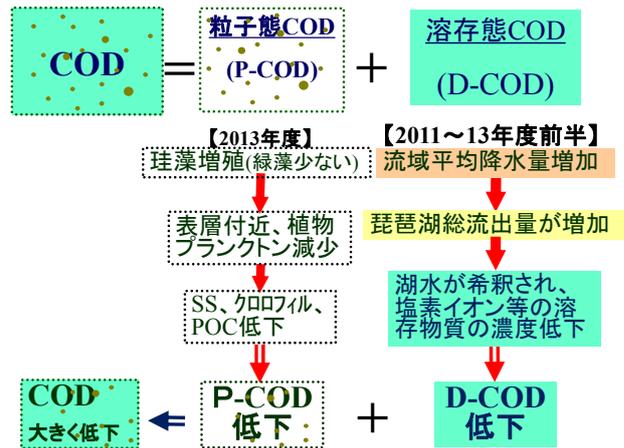


図16 2013年度のCOD低下の主要因

3.3.2. 南湖における全りんの上昇

2013年度に南湖において、全りんが過年度平均値より高くなった要因について検討を行った。北湖と南湖別の全りんの年平均値の経年変動（図17）を見ると、2013年度は北湖では逆に低下していることから、北湖の影響を受けた可能性は小さいと推測された。

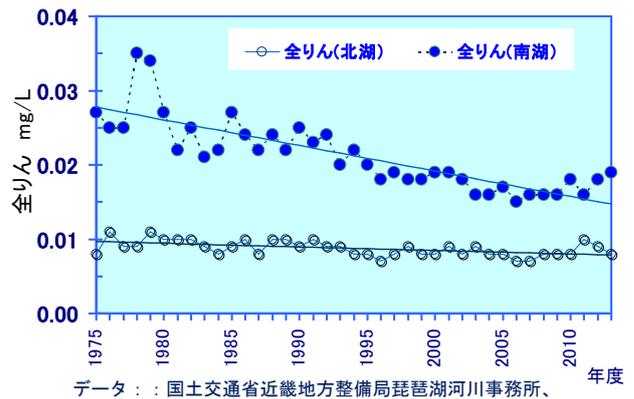


図17 全りんの経年変動（北湖・南湖各表層、年平均値）

そこで、2013年度の南湖における水質変動を調べた。まず、全りんの経月変動を図18に示したが、変動の特徴として、4、1、2月に過年度最高値を超える高い値となり、特に1～2月にかけて特異的な上昇が見られた。また、前年度と比較すると、4月は前年度と同様に高い値であったが、1～2月については前年度が過年度平均よりも低く推移しており、対照的であった。

次に、全りんに関連する項目の経月変動を図19に示し、変動の傾向を比較した。溶存態のりん酸イオンは1～2月に低下しており、全りんとは逆のトレンドであった。全りんと同様、1～2月に上昇したのは、SSとクロロフィルであった。なお、2012年度の同時期は全りん、SS、クロロフィルaとも横ばいか低下する傾向を示していた。

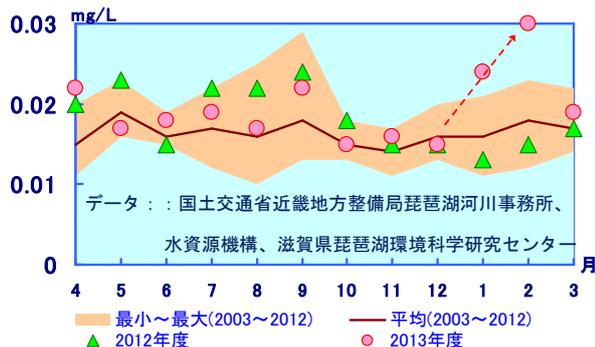


図 18 全りんの経月変動（南湖表層 2012-13 年度）

これらの変動要因を検討するため、南湖において全りんが高かった 4 月、12～3 月の全りんの平面分布を調べた。図 20 にこれらの月の全りんの平面分布をコンタ図で示した。全りんは上昇が始まった 1 月に南湖の 2 つのエリアで高い分布が見られ、その後、2 月にはほぼ全域に広がった。その後、3 月には南東岸の一部で高いエリアが残ったが全般に低下し、北湖と南湖流域からの流入水によって薄められて流下する分布が見られた。

図 21 に同時期の SS の平面分布を示した。全りんとほぼ同様の濃度分布で推移しており、全りんの上昇には粒子態が寄与しているものと考えられた。これまでも冬季に南湖の SS の上昇が観測されており、その要因として、主に降雨や融雪による流入負荷量の増加と植物プランクトンの増殖、風波による巻き上げが考えられている。

同様にクロロフィル a の同時期の濃度分布を図示（図 22）すると、1～3 月は全りんおよび SS の分布とほぼ同じであったことから植物プランクトンの増殖が寄与しているものと考えられた。

次に、同時期の流入負荷量の影響を推測するため、2012、2013 年度の琵琶湖水位、流量および総流入量の変動を図示（図 23）して比較した。2013 年度の 1～2 月総流入量は、全りんが低下していた前年度と比較してもさらに少なかった。このことから、全りんの上昇に対する流入負荷の影響はなかったものと推測された。他方、総流出量も少なかったことから、南湖水の滞留時間が前年度より長くなっており、増加した SS 分は流入によるものではなく、植物プランクトンの増殖に由来するものと考えられた。

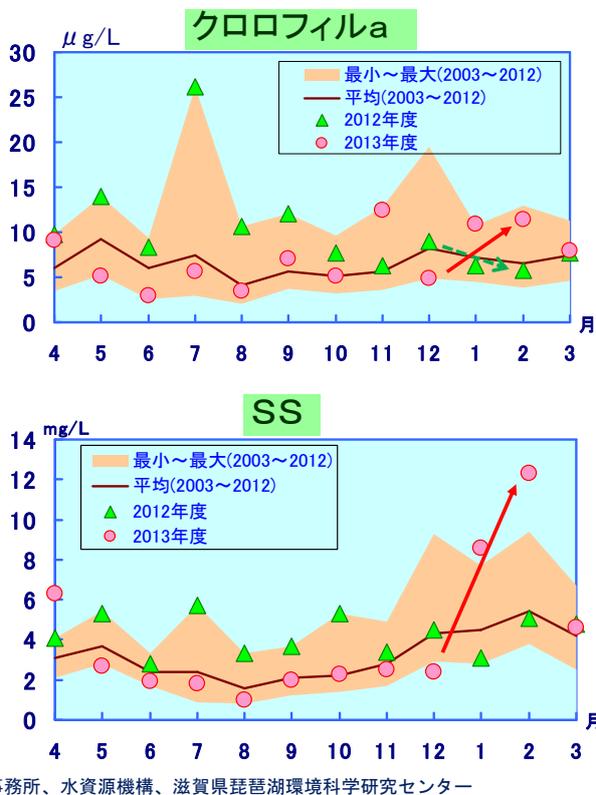
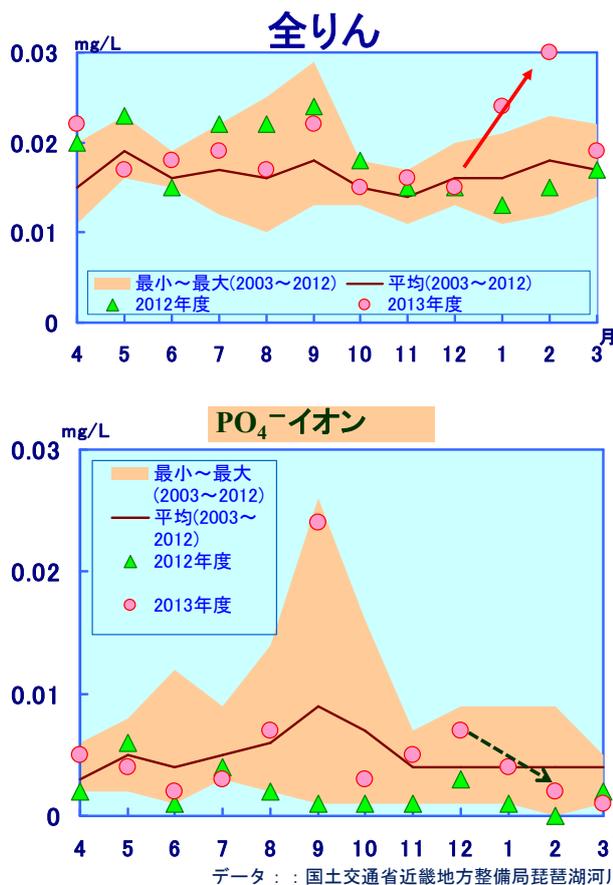


図 19 全りんの変動に関連するリン酸イオン、SS、クロロフィル a の経月変化（南湖、2012-13 年度）

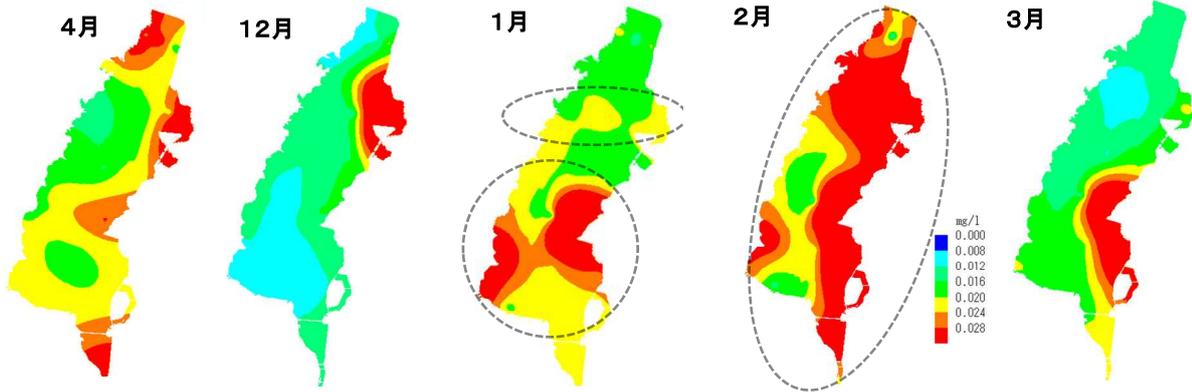


図 20 全りんの濃度分布の経月変動(南湖、2013 年度)

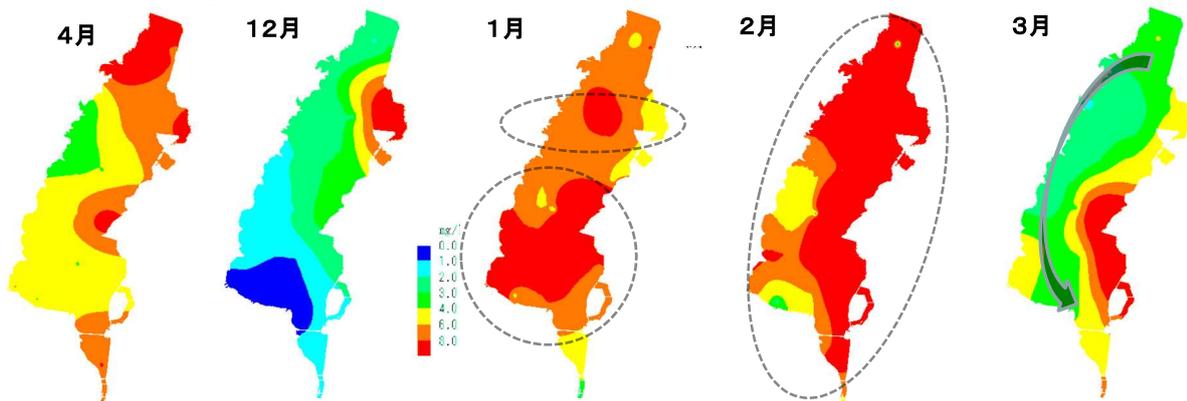


図 21 SS の濃度分布の経月変動(南湖、2013 年度)

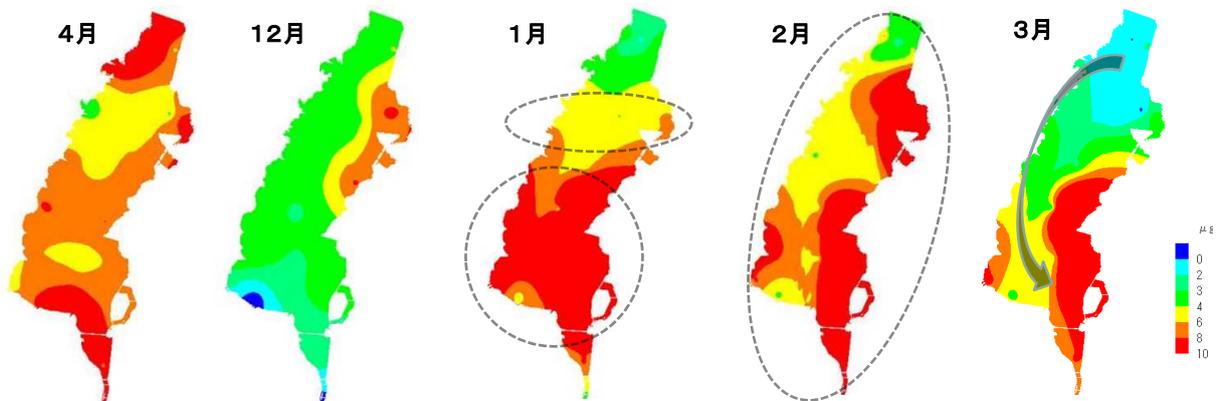


図 22 南湖におけるクロロフィル a の濃度分布の経月変動

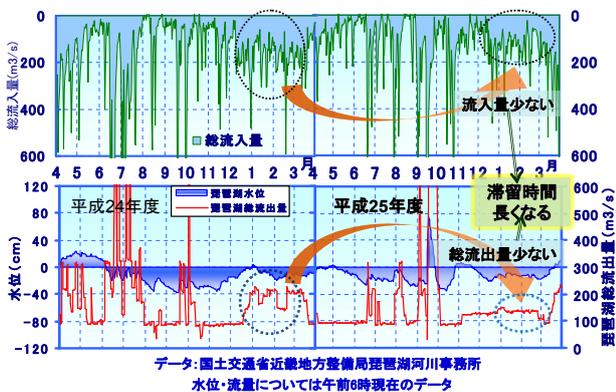


図 23 総流入量と総流出量、水位の変動(2012-13 年度)

南湖における植物プランクトンの変動の特徴を調べるため、唐崎沖中央における調査結果を、総細胞容積に換算し、網別に分けて図 24 に示した。2013 年度は 2011、2012 年度と比較すると、北湖同様、緑藻や藍藻の増殖による顕著な増加は見られず、年間を通じて総細胞容積の量、変動幅ともに少なかった。また、珪藻綱が卓越しており、特に 12 月から 3 月にかけて、ハリケイソウやヒメマルケイソウを主体とした珪藻綱の増殖が顕著であった。

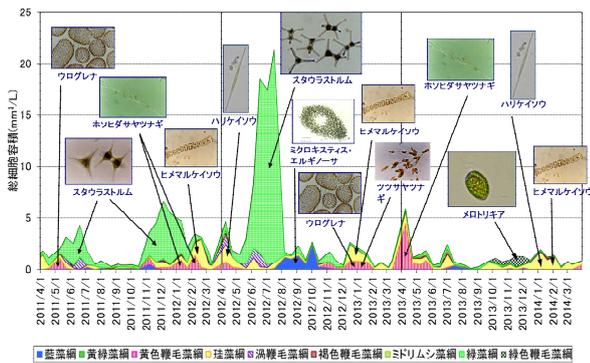


図 24 植物プランクトンの総細胞容積の経月変動 (南湖唐崎沖中央表層、2011-13 年度)

以上をまとめると、南湖における全りんの年間平均値の上昇は、1、2 月の全りんの上昇が寄与していたこと、同じ期間に SS の上昇とりん酸イオンの低下が見られたことから、粒子態りんの上昇が寄与していたことがわかった。同時期に総流入量・総流出量とも増えておらず、流入負荷が少なく滞留時間が延びている状況にあった。さらに、クロロフィル a の増加、溶性珪酸の枯渇、珪藻網の優占が認められたことから、りん酸を取り込み増殖した珪藻が、季節風の影響を受けて沈降と浮上を繰り返しながら湖内に滞留し、全りんの一時的な上昇に至ったものと推察された。閉鎖性の強い水域で珪酸が珪藻に取り込まれて沈降し下流への供給量が減少する、いわゆるシリカシンクの状況が一時的に強まり、りんもシリカと類似の挙動をしていたのではないかと推測している。

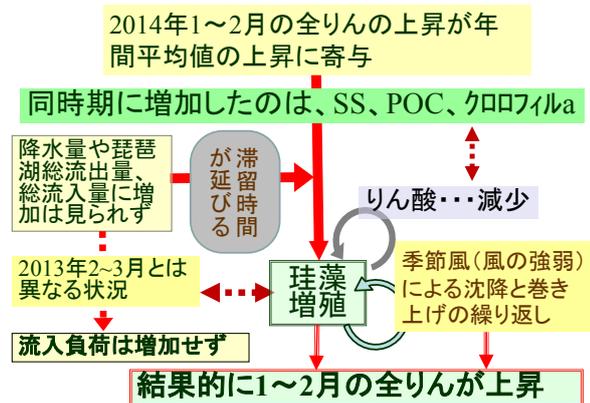


図 25 南湖における全りん上昇の要因 (2013 年度)

3. 4. 台風 18 号の豪雨による水質変動への影響

3.2 のとおり、2013 年 9 月 15 日に来襲した台風 18 号は記録的な豪雨をもたらし、琵琶湖の水象にも多大な影響を与えた。水質についても、台風通過 2 日後の 9 月 18 日に調査を実施したところ、透明度が 1 m 前後まで激減し、流入した粒子の影響を受ける SS や全りんが顕著に増

加した。また、琵琶湖一面が茶褐色になり、水位の急上昇により湖辺の様相も一変した (図 26)。その後、一転して、降水量が例年より大幅に減少し、透明度は 1 週間後に 2m、3 週間後の 10 月定期調査時には 4m 程度と過年度最低値を超えるまでに回復した。表 2 に台風通過後に状況把握のために追加して実施した水質主要項目の調査結果を前後の定期調査の結果と合わせて示したが、全窒素、全りん、COD も同様の傾向であった。北湖における透明度の経月変動を図 27 に示したが、月 1 回の定期調査時の表層水質には特異的な変動は表れず、表 1 のとおり年平均値の水質評価にも特段の影響は見られなかった。



↑ 通常 (H26. 6. 16) 水位 : 0 cm



↑ 台風 18 号通過後 (H25. 9. 17) 水位 : 70 cm

図 26 2013 年 9 月台風 18 号通過後の水位上昇と水色 (南湖大津市柳ヶ崎地先)

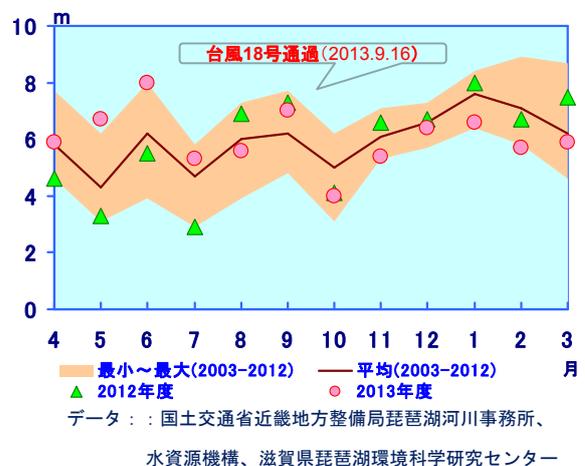


図 27 透明度の経月変動 (南湖、2012-13 年度)

表2 台風通過前後の水質主要項目の調査結果

調査地点		南湖				北湖			
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
透明度 (m)	9月2日	3.5	6.8	6.3	5.0	8.1	7.5	8.5	>4.3
	9月18日	0.7	0.7	1.1	0.5	0.9	0.7	1.3	0.7
	9月24日	1.8	2.1	2.2	2.0	2.4	2.1	2.0	1.7
	10月1日	—	3.7	—	—	3.4	3.7	3.5	—
	10月7日	2.2	5.0	5.1	5.6	5.1	5.3	5.0	3.7
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
SS (mg/L)	9月2日	0.2	0.3	0.2	0.6	0.4	0.4	0.2	0.6
	9月18日	13.8	—	—	—	—	—	4.5	—
	9月24日	3.8	2.8	1.7	2.2	1.7	1.5	2.0	2.7
	10月1日	—	—	—	—	—	—	—	—
	10月7日	0.8	0.9	0.8	1.1	1.0	0.5	0.6	1.4
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
COD (mg/L)	9月2日	2.8	2.7	2.5	2.6	2.6	2.5	2.7	2.6
	9月18日	3.2	2.9	3.0	3.0	2.8	2.7	2.6	2.7
	9月24日	2.8	2.8	2.6	2.7	2.5	2.4	2.5	2.7
	10月1日	2.9	2.7	—	—	2.7	2.6	2.5	—
	10月7日	3.2	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	2.7	2.8
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
NO3-N (mg/L)	9月2日	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	9月18日	0.06	0.04	0.04	0.04	0.07	0.09	0.04	0.07
	9月24日	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.03	0.03	0.02	0.03
	10月1日	0.03	0.04	—	—	0.05	0.07	0.05	—
	10月7日	<0.01	0.04	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05	0.02
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
T-N (mg/L)	9月2日	0.19	0.17	0.18	0.19	0.17	0.17	0.17	0.19
	9月18日	0.29	0.28	0.22	0.32	0.28	0.29	0.23	0.25
	9月24日	0.21	0.21	0.19	0.19	0.21	0.20	0.20	0.25
	10月1日	—	—	—	—	—	—	—	—
	10月7日	0.21	0.23	0.22	0.29	0.19	0.21	0.22	0.20
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
PO4-P (mg/L)	9月2日	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
	9月18日	0.005	0.003	0.002	0.005	0.004	0.002	<0.001	0.004
	9月24日	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	10月1日	<0.001	<0.001	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	—
	10月7日	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
T-P (mg/L)	9月2日	0.016	0.006	0.008	0.010	0.006	0.007	0.006	0.009
	9月18日	0.025	0.022	0.016	0.035	0.031	0.02	0.014	0.028
	9月24日	0.014	0.012	0.009	0.010	0.010	0.008	0.009	0.014
	10月1日	—	—	—	—	—	—	—	—
	10月7日	0.018	0.009	0.009	0.023	0.008	0.005	0.006	0.010
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
クロロフィルa (μg/L)	9月2日	2.7	0.8	0.9	1.8	0.8	1.0	1.0	1.4
	9月18日	2.9	3.5	2.5	1.5	2.1	1.6	2.0	1.4
	9月24日	3.4	3.3	1.4	1.9	1.2	0.9	1.1	2.3
	10月1日	3.0	1.8	—	—	1.5	1.3	0.7	—
	10月7日	2.7	1.9	1.7	1.7	1.9	1.5	2.6	2.3
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
塩化物イオン(Cl-) (mg/L)	9月2日	9.8	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8	9.7	9.8
	9月18日	9.3	9.5	9.6	9.3	9.4	9.5	9.5	9.4
	9月24日	9.5	9.7	9.5	9.5	9.5	9.6	9.8	9.5
	10月1日	9.6	9.4	—	—	9.5	9.4	9.6	—
	10月7日	9.7	9.6	9.6	9.7	9.6	9.6	9.7	9.8
項目	調査日	唐崎沖中央	南比良沖中央	北小松沖	愛知川沖	安曇川沖中央	今津沖	今津沖中央	長浜沖
溶性ケイ酸SiO ₂ (mg/L)	9月2日	2.5	1.8	1.6	1.9	1.7	1.8	1.7	2.0
	9月18日	2.2	1.9	1.9	2.0	1.9	1.8	1.6	1.9
	9月24日	1.6	1.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	2.0
	10月1日	1.6	1.5	—	—	1.6	1.7	1.6	—
	10月7日	1.3	1.5	1.3	1.3	1.7	1.8	1.7	1.3

太字は臨時調査

4. まとめ

2011-2013 年度における水質調査結果の主な特徴として、有機物濃度の変動をはじめとする特異的な水質変動が見られたことがあげられる。その要因については、台風等集中豪雨によって降水量が記録的に増加した月が観測された一方で、梅雨時期や秋季に高温少雨等例年よりかなり降水量が少なかった月が見られるなど、気象が大きく変動し、それに伴う湖水の滞留時間の変動、流入水量とりんをはじめとする栄養塩の流入負荷量の増減、これらに起因した植物プランクトン種組成の特異的な増減の影響等があげられた。

今後も、水質の監視と合わせて気象・水象、プランクトンの状況について把握していくとともに、近年、顕著な気象変動が見られることから、気象変動の影響を多大に受ける水質の変動について、その関係を考察していくことが重要になってきているものと考えられる。

5. 謝辞・適用・引用文献等

5.1. 謝辞

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、独立行政法人水資源機構琵琶湖総合管理所、滋賀県琵琶湖環境部琵琶湖政策課の各機関からデータの提供を受けるとともに、解析を進めるにあたって、担当各位からご助言をいただいた。

滋賀県環境審議会水・大気環境部会、部会長の藤井滋徳京都大学大学院教授をはじめ同部会委員の皆様から貴重なご意見をいただいた。

本調査にご協力いただいた皆様に厚く感謝いたします。

5.2. 適用

本調査研究報告は、2012 年～2014 年の滋賀県環境審議会水・大気環境部会に報告した内容をもとに作成した。

5.3. 引用文献

彦根地方气象台（2011-2014）：滋賀県気象月報、4(2011)～3(2014)。

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（2012）：平成 23 年度琵琶湖水質調査報告書。

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（2013）：平成 24 年度琵琶湖水質調査報告書。

滋賀県・国土交通省近畿地方整備局（2011-2013）：滋賀県地下水・公共用水域水質測定計画。

北川典孝・奥村陽子・岡本高弘・坪田てるみ・大野達雄・

南真紀・青木眞一・橋本信代・古角恵美・廣田大輔・赤塚徹・志一瀬諭・古田世子・藤原直樹・池田将平：平成 22～23 年度(2010～2011 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研究報告書、8、33-43

田中 稔・岡本高弘・南 真紀・青木眞一・七里将一・古角恵美：琵琶湖等湖沼環境のモニタリング。滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書、9、http://www.pref.shiga.lg.jp/d/biwako-kankyo/lberi/03yomu/03-01kankoubutsu/03-01-03research_report/no9/files/report09.pdf

宗宮功編著（2000）：第 4 章 琵琶湖の化学。琵琶湖-その環境と水質形成。技報堂出版。

桐山徳也・田中稔・岡本高弘・七里将一・古角恵美・廣瀬佳則・藤原直樹・川崎竹志・廣田大輔・五十嵐恵子（2014）：2013 年 9 月に上陸した台風 18 号による琵琶湖水質への影響について、日本陸水学会第 79 回大会講演要旨集、176

原島 省・井関 和夫・樽谷 賢治（2007）：流入栄養塩比の変化による内湾・大陸棚域の生態系変質の可能性。海と空、82(3)、61-71