

琵琶湖等湖沼環境のモニタリング

— 2010～2011年度 琵琶湖水質環境基準点調査 —

北川典孝¹⁾・奥村陽子・岡本高弘・坪田てるみ・大野達雄・南真紀・青木真一・橋本信代・古角恵美・廣田大輔²⁾・赤塚徹志・一瀬 諭・古田世子・藤原直樹・池田将平³⁾

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2010～2011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、2010年度も北湖および南湖とも高い状況が継続したが、2011年度には北湖で少し低下した。富栄養化指標である全窒素は近年減少傾向を継続しているが、全リンは低い値で横ばい傾向にあったものの2011年度に北湖で過年度より高くなった。一方、有機物指標のCODは北湖、南湖とも横ばい傾向にあるなど、項目によって変動の傾向が異なり、引き続き慎重に調査解析を行い、水質形成機構の把握に努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(以下「琵琶湖河川事務所」という)、(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、琵琶湖河川事務所、滋賀県琵琶湖環境部琵琶湖政策課および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、環境白書やホームページ等を通じて公表している。ここでは、2010～2011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。

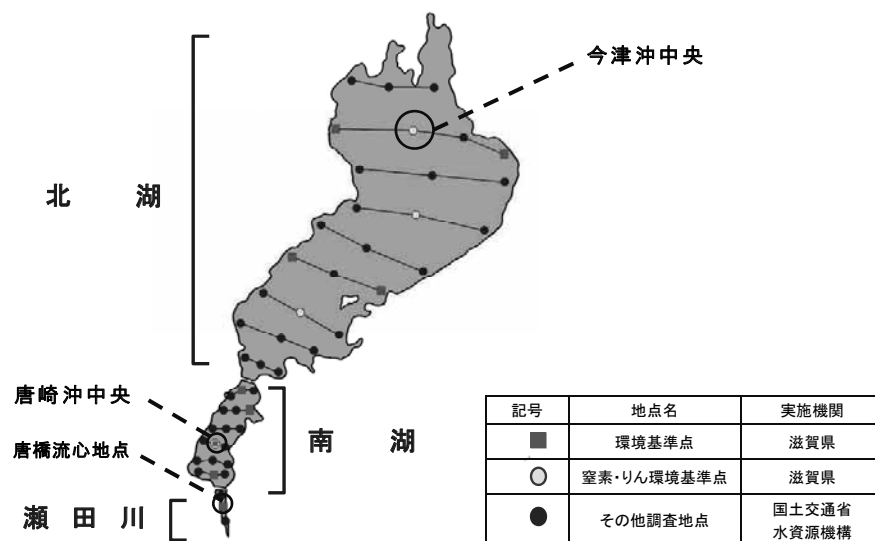


図1 琵琶湖水質調査地点

1) 現・滋賀県高島環境事務所 2) 現・滋賀県環境政策課 3) 現・滋賀県南部環境事務所

2. 方法

2.1 琵琶湖における水質モニタリングの概要

琵琶湖水質調査地点49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、琵琶湖河川事務所、(独)水資源機構および当センターで協力、分担して調査している。調査地点は北湖28地点、南湖19地点、瀬田川2地点の計49地点であり、各地点で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、北湖深層部における水深別調査については、今津港と長浜港を結ぶ線上のほぼ中央の水深約90m地点(通称「今津沖中央」:図1参照)において、0.5m、5m、10m、15m、20m、30m、40m、60m、80m、湖底から1mの10層で当センターが月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

当センターでは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(図1)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 2010～2011年度の琵琶湖水質の概要

2010年度および2011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および表2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(図1)の値を示す。評価については、両年度のデータに対して前年度および過年度(過去10年間:2010年度は2000～2009年度、2011年度は2001～2010年度)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。

- $0 \leq |D| \leq \sigma$ 過年度並み
- $\sigma < |D| \leq 2\sigma$ 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 2010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	D値	標準偏差	対前年度・過年度評価	平均値	D値	標準偏差	対前年度・過年度評価	平均値	D値	標準偏差	対前年度・過年度評価
透明度	2010年度	6.3				2.6				2.8			
	前年度	6.1	-0.2	0.51		2.7	0.1	0.28		3.2	0.4	0.50	
	過年度	5.8	-0.5			2.4	-0.2			2.6	-0.2		
COD	2010年度	2.6				3.4				3.4			
	前年度	2.7	0.1	0.07	少し低い	3.4	0.0	0.11		3.3	-0.1	0.18	
	過年度	2.7	0.1		少し低い	3.2	-0.2		少し高い	3.2	-0.2		少し高い
全窒素	2010年度	0.24				0.30				0.44			
	前年度	0.24	0.0	0.03		0.28	-0.02	0.04		0.47	0.03	0.04	
	過年度	0.27	0.03		少し低い	0.32	0.02			0.54	0.1		低い
全りん	2010年度	0.008				0.018				0.020			
	前年度	0.008	0.0	0.0007		0.016	-0.002	0.0014	少し高い	0.019	-0.001	0.0009	少し高い
	過年度	0.008	0.0			0.017	-0.001			0.019	-0.001		少し高い
BOD	2010年度	0.5				1.1				0.8			
	前年度	0.5	0.0	0.08		1.0	-0.1	0.07	少し高い	0.8	0.0	0.09	
	過年度	0.5	0.0			1.0	-0.1		少し高い	1.0	0.2		低い
SS	2010年度	1.0				3.1				2.6			
	前年度	1.1	0.1	0.15		2.9	-0.2	1.2		2.2	-0.4	0.72	
	過年度	1.1	0.1			3.8	0.7			3.2	0.6		
大腸菌群数 (対数)	2010年度	2.8				3.2				2.9			
	前年度	2.6	-0.2	0.28		3.3	0.1	0.11		3.0	0.1	0.26	
	過年度	3.0	0.2			3.2	0.0			3.3	0.4		少し低い
pH	2010年度	8.1				8.3				8.1			
	前年度	8.2	0.1	0.10	少し低い	8.4	0.1	0.14		8.2	0.1	0.14	
	過年度	8.0	-0.1		少し高い	8.2	-0.1			7.9	-0.2		少し高い
クロロ フィルa	2010年度	3.2				7.5				4.3			
	前年度	3.2	0.0	0.52		5.8	-1.7	0.60	高い	3.5	-0.8	0.86	
	過年度	3.3	0.1			5.7	-1.8		高い	4.7	0.4		

※「対前年度・過年度評価」の空欄部分は過年度並みを示す。

表 2 2011 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	D値	標準偏差	対前年度・過年度評価	平均値	D値	標準偏差	対前年度・過年度評価	平均値	D値	標準偏差	対前年度・過年度評価
透明度	2011年度	5.5				2.7				2.4			
	前年度	6.3	0.8	0.47	少し低い	2.6	-0.1	0.25		2.8	0.4	0.49	
	過年度	5.9	0.4			2.5	-0.2			2.6	0.2		
COD	2011年度	2.6				3.2				3.1			
	前年度	2.6	0.0	0.07		3.4	0.2	0.12	少し低い	3.4	0.3	0.18	少し低い
	過年度	2.6	0.0			3.2	0.0			3.2	0.1		
全窒素	2011年度	0.26				0.28				0.42			
	前年度	0.24	-0.02	0.03		0.30	0.02	0.02		0.44	0.02	0.05	
	過年度	0.27	0.01			0.32	0.04		少し低い	0.53	0.11		低い
全りん	2011年度	0.010				0.016				0.018			
	前年度	0.008	-0.002	0.0007	高い	0.018	0.002	0.0013	少し低い	0.020	0.002	0.0009	低い
	過年度	0.008	-0.002		高い	0.017	0.001			0.019	0.001		少し低い
BOD	2011年度	0.6				1.0				0.8			
	前年度	0.5	-0.1	0.08	少し高い	1.1	0.1	0.08	少し低い	0.8	0.0	0.10	
	過年度	0.5	-0.1		少し高い	1.0	0.0			0.9	0.1		少し低い
SS	2011年度	1.4				3.0				2.5			
	前年度	1.0	-0.4	0.10	かなり高い	3.1	0.1	0.83		2.6	0.1	0.74	
	過年度	1.0	-0.4		かなり高い	3.5	0.5			3.1	0.6		
大腸菌 群数 (対数)	2011年度	2.4				2.9				3.3			
	前年度	2.8	0.4	0.28	少し低い	3.2	0.3	0.09	かなり低い	2.9	-0.4	0.28	少し高い
	過年度	3.0	0.6		低い	3.2	0.3		かなり低い	3.3	0.0		
pH	2011年度	8.0				8.2				7.7			
	前年度	8.1	0.1	0.10	少し低い	8.3	0.1	0.15		8.1	0.4	0.13	かなり低い
	過年度	8.0	0.0			8.2	0.0			8.0	0.3		低い
クロロ フィルa	2011年度	4.4				8.3				5.4			
	前年度	3.2	-1.2	0.52	高い	7.5	-0.8	0.82		4.3	-1.1	0.86	少し高い
	過年度	3.3	-1.1		高い	5.9	-2.4		高い	4.7	-0.7		

※「対前年度・過年度評価」の空欄部分は過年度並みを示す。

年平均値から全般的な評価を行うと 2010 年度では北湖では「少し低い」、南湖では「少し高い」となる項目が多かった。

一方、2011 年度では北湖では「少し高い」（透明度に関しては「少し低い」）、南湖では「少し低い」となる項目が多かった。

透明度は上昇傾向にあり、北湖では 2007 年度に 1979 年度以降の最高値である 6.6m となったが、2010 年度は 6.3m、2011 年度は 5.5m と低下した。一方、南湖で 2011 年度が 2.7m となり、2008 年度の 2.8m（1979 年度以降の最高値）に次ぐ値となった。

SS については 2011 年度に北湖で上昇し、クロロフィル a については 2011 年度に北湖、2010 年度に南湖で上昇した。

富栄養化の指標である全窒素、全りんは北湖および南湖とも近年減少傾向にあったが、全りんは 2011 年度に北湖で上昇し、前年度、過年度に対し高い評価となった。

一方、全窒素は北湖では 2010 年度には 0.24mg/L と 1987 年度とならび 1979 年度以降の最低値となり、2011 年度も前年度、過年度並みであった。

pH は、北湖では過年度、前年度の値を若干上下し、南湖では 2009 年度に 8.4 と 1979 年度以降の最高値となった

後、2010 年度には 8.3、2011 年度には 8.2 と過年度並みの値に低下した。

有機物指標である COD は北湖および南湖とも近年横ばい傾向にあり、北湖における年平均値は 2010 年度および 2011 年度は 2.6mg/L と 1979 年度以降の最高値 2.7mg/L より低い、高止まり傾向であった。

3.2 気象の特徴

彦根気象台の気象月報によると、2010 年度の気象の特徴は、7月は非常に降水量が多く、月間降水量が 353.5mm で、過年度平均の約 160% であった。逆に 11 月は降水量が非常に少なく、月間降水量が 35.5mm で、過年度平均の 36% であった。

気温については夏季に高めに推移し、8月の平均気温は 1979 年度の調査開始以来の最高値 29.3 度を記録した。また 1 月には過年度の平均気温を下回り、冬季は低めに推移した。

2011 年度は、台風の影響により 5 月と 9 月に降水量が非常に多く、5 月の月間降水量が 347mm で過年度平均の約 250%、9 月が 384mm と約 290% であった。逆に、7 月は 103.5mm、8 月は 54.5mm と過年度平均の約 40% 強しか

なかった。冬季には北部山間部を中心に大雪に見舞われ、12月に長浜市余呉町柳が瀬で月降水量511mm、月最深積雪99cmとどちらも過去3位を記録した(図2)。

気温については4月、12月、2月の平均気温が低く平年を下回ったが、夏季の6月から11月までは高めに推移した。

次に琵琶湖における水位と放流量等の総流出量および流域降水量の変動(図3)をみると、2011年度は2010年度と比べて、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月の総流出量増加と2月から3月にかけて降水と融雪水による総流出量増加が特徴的であった。

3.3 表層水質変動の特徴

3.3.1 北湖の透明度の低下

2011年度の北湖の年平均値は5.5mで、2010年度の6.3mより少し低下した。一方、南湖の透明度の年平均値は2.7mで、2010年度の2.6mよりわずかに上昇し、2008年度の2.8mに次ぐ値となった(図4)。

2011年度北湖の透明度の低下の特徴をみるため、北湖透明度の経月変動をみると、透明度は、6月以降低く推移し、6月、12月、3月が過年度最低値かそれを下回った。これらが年平均値の悪化に寄与したものと考えられる(図5)。

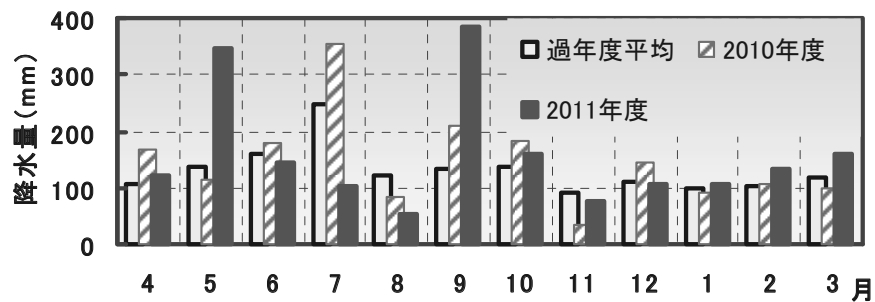


図2 降水量の月別過年度比較(データ:彦根地方気象台)

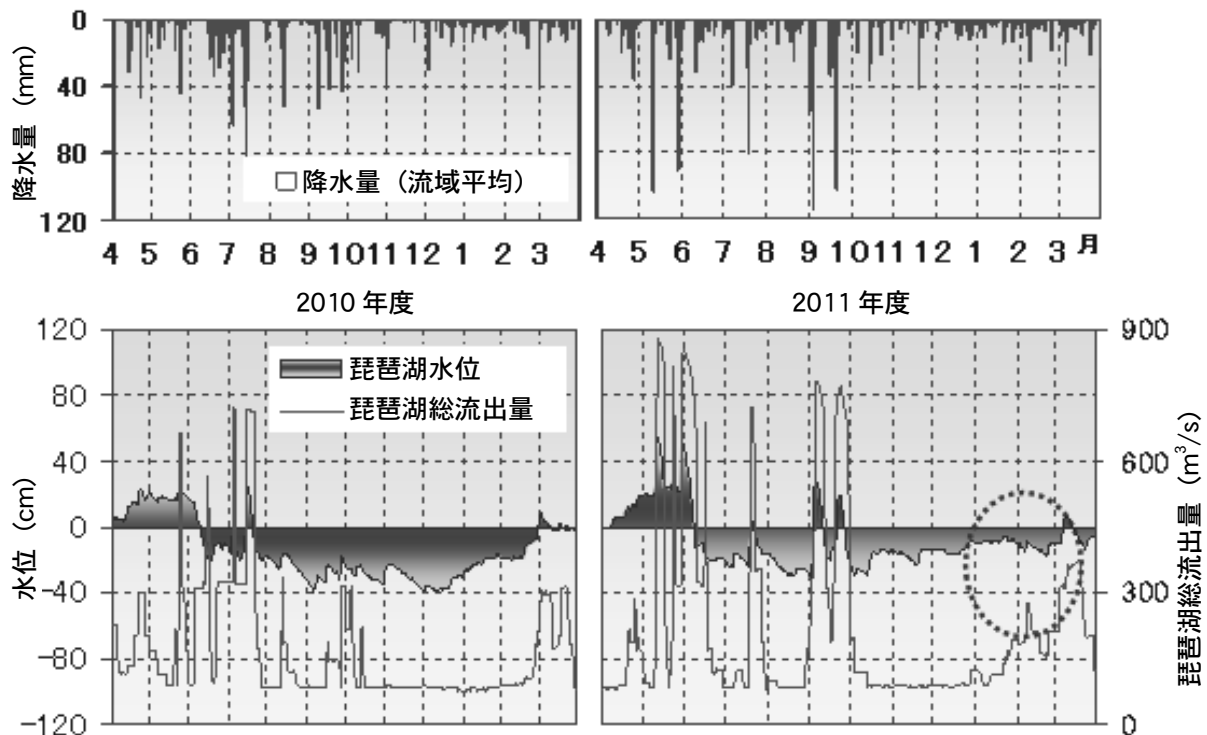


図3 琵琶湖水位、総流出量および流域降水量の変動

データ: 琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

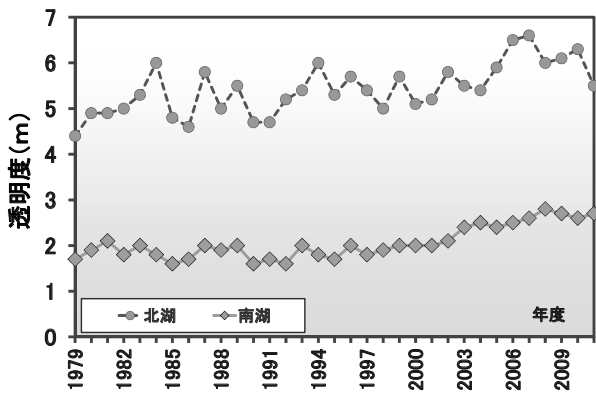


図4 透明度年平均値の経年変化

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

次に透明度に影響するSSの北湖における経月変動をみた(図6)。2011年度の透明度が過年度より大きく低下した6月、3月にSSは大きく上昇した。また、12月も過年度最高値より高く、10月もやや高い値であった。2011年度琵琶湖からの総流出量と比較すると、降水量が記録的に多く流出量が増加したときにSSが増加していることがわかった。透明度に影響する植物プランクトンの指標であるクロロフィルaの北湖における経月変動をみると、6月、12月に過年度最高値を超過して高い値を示していた(図7)。

2011年度の北湖では降水による濁質流入の増加と植物プランクトン発生量増加によりSS上昇と透明度低下が起こったと考察される。このように、2011度の北湖SSの年平均値は1.4mg/Lと過年度と比べても前年度と比べてもかなり高い値となった(図8)。

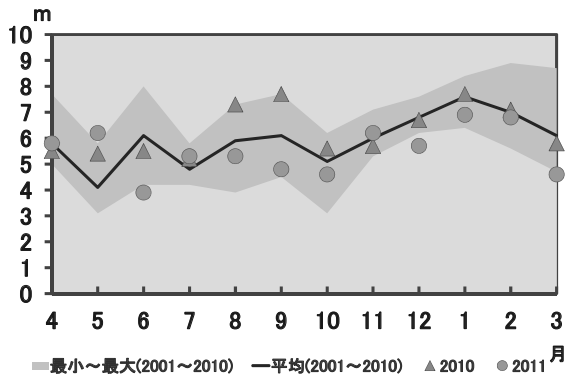


図5 透明度経月変動(北湖・2010、2011年)

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

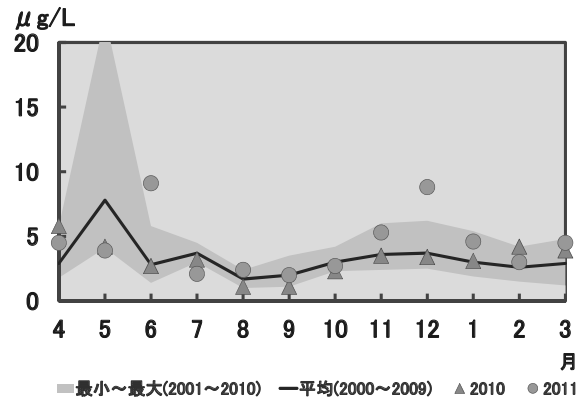


図7 クロロフィルa 経月変動(北湖・2010、2011年)

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

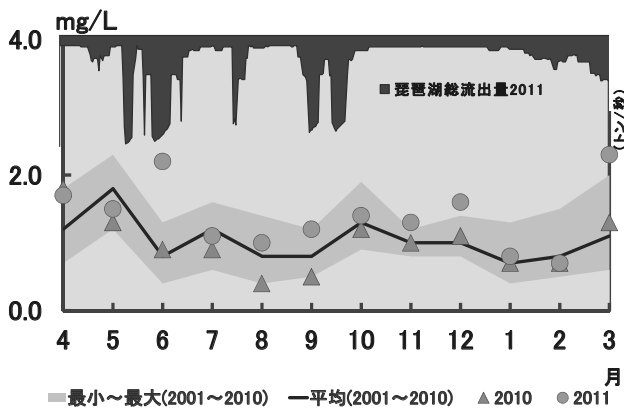


図6 SS 経月変動(北湖・2010、2011年)

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

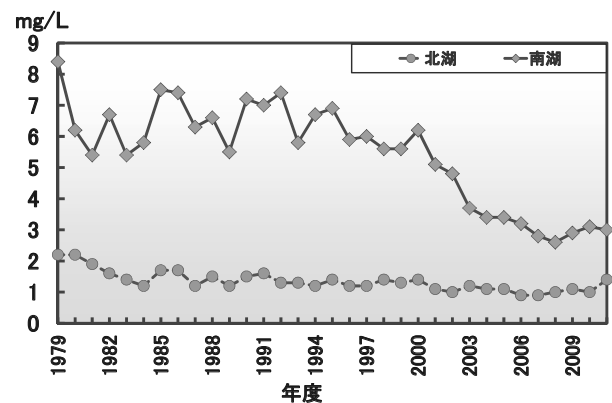


図8 SS(年平均値)の経年変化

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

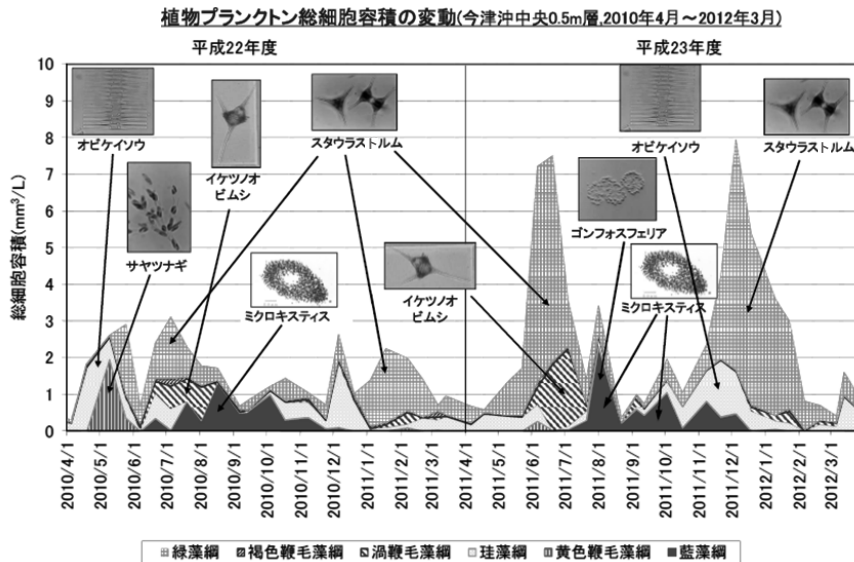


図9 北湖の植物プランクトン組成の経月変化(体積換算、今津沖中央表層)

3.3.2 北湖の植物プランクトンの増加

北湖の今津沖中央表層の植物プランクトンの現存量の経時変動を、網別に総細胞容積で表した(図9)。

2010年度の植物プランクトンの発生状況を見ると、変動が比較的小さかったが、2011年度は緑藻が6月と12月に大増殖した。大型緑藻のスタウラストルムが優占種となり、2011年度6月と12月の総細胞容積は7~8 mm³/Lで、2010年度7月の総細胞容積3mm³/Lの約2~3倍であった。結果、クロロフィルa年平均値は4.4 μg/Lと2010年度の3.2 μg/Lから上昇した。

3.3.3 北湖の全りんの上昇

北湖では2011年度の全りんについても、0.010mg/Lと過年度や2010年度の0.008mg/Lと比べて、高い値となった(図10)。

2011年度の北湖の全りんの経月変動は、SSと同様6月、10月、3月には過年度最高値を超過した(図11)。2011年度6月、10月、3月の全りん平面分布とSS平面分布および2010年度3月の全りん平面分布を示した(図12)。2011年度は各月とも湖岸部において高い傾向が見られ、河川からの流入によって全りんとSSが増加したものと考えられる。特に3月の東岸部において顕著に上昇している地点が見られた。なお6月では、SSが湖心部でも高い水域が見られ、流入負荷だけではなく、スタウラストルム等の植物プランクトンの増加等(湖内生産)の影響が表れていると考えられた。

3月の東岸部の顕著な上昇に関しては、2011年度冬季は積雪が多く、琵琶湖総流出量が増加していることから、融雪による影響が考えられる。2010年度の2~3月も比較的積雪が多かったことから、両年度3月の全りん平面分布を比較した。2010年度も沿岸で高くなっていたが、2011年度は地点間の差が顕著であり、流入河川の影響を受けている地点と受けていない地点がみられた。

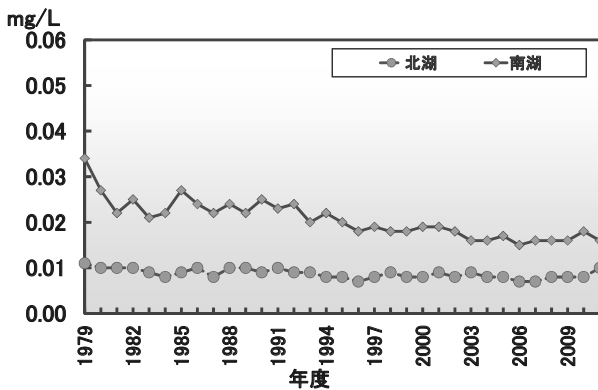


図10 全りん(年平均値)の経年変化

データ: 琵琶湖河川事務所、水資源機構、琵琶湖環境科学研究センター

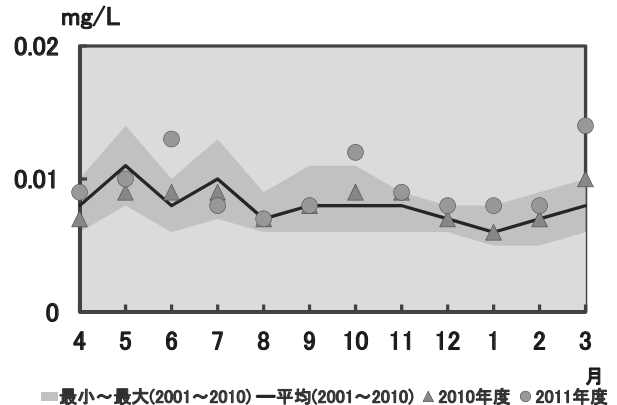


図11 全りんの経月変動(北湖・2010、2011年)

データ: 琵琶湖河川事務所、水資源機構、琵琶湖環境科学研究センター

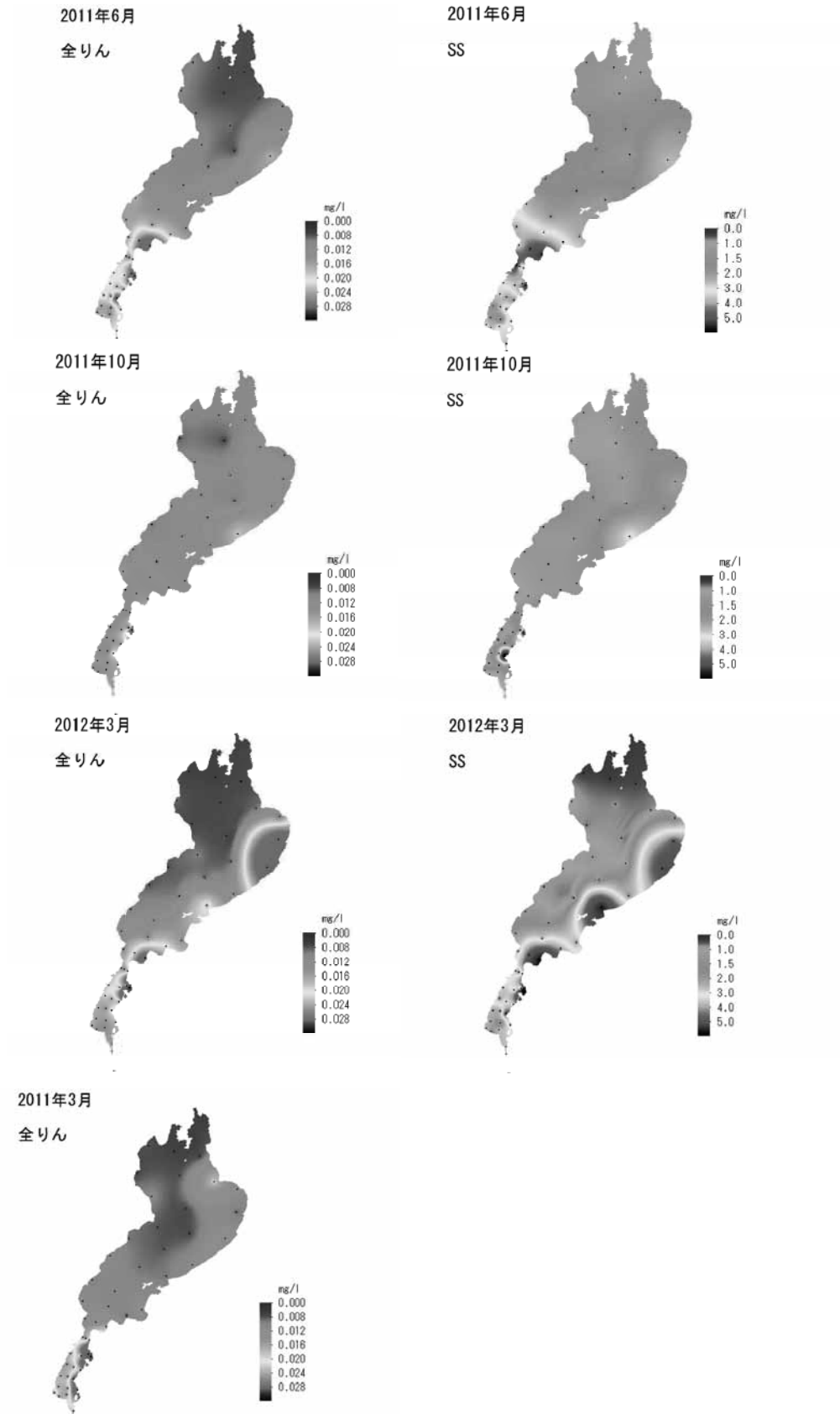


図 12 全りん、SS 平面分布 (2011年3月(全りんのみ)・6月・10月、2012年3月: 4ページにカラー掲載)

データ: 琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

3.3.4 北湖の硝酸態窒素の変動

りんとともに、植物プランクトンの増殖に寄与すると考えられる硝酸態窒素の北湖における経月変動を示した(図13)。近年、硝酸態窒素は低下傾向にあり、全窒素低下の主要因となっている。

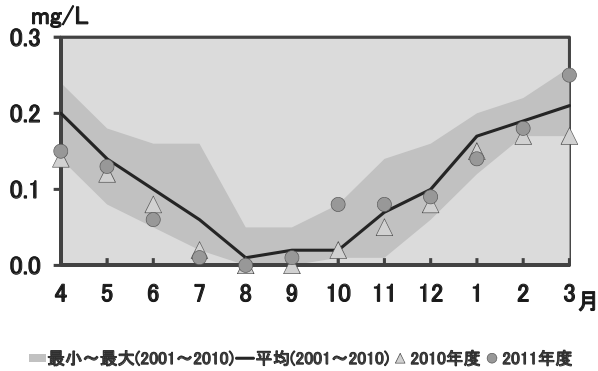


図13 硝酸態窒素の経月変動(北湖・2010、2011年)

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

2011年度も6月に植物プランクトンの消費によると考えられる低下が認められ、その後、7月から9月にごく微量になったが、10月には9月の台風による強風により水温躍層の下層から供給されたと考えられる硝酸態窒素や大雨によって流入した負荷が混合され北湖表層一面で硝酸態窒素濃度の上昇が見られた。その後、安定した気象条件が続いたことから、気温低下による下層からの供給は続いたものの大型緑藻の増殖による消費があり、12月にかけて濃度が横ばいで推移したものと考えられる。

また、3月には全りん同様、降雨と融雪水によって北湖南東岸を中心に濃度の大きな上昇が見られた。

硝酸態窒素濃度の上昇要因を確認するため、今津沖中央における水深別調査の結果から作成した水深方向の水温分布図を示した(図14)。2011年度は台風直後の調査となった9月5日や10月3日に水深10～20mにある温度勾配が急な部分が弱まっていた。

同様に硝酸態窒素の鉛直分布を示した(図15)。2010年度と比較すると、2011年度では夏場に枯渇した硝酸態窒素が9月の2度の台風の接近により2回、下層の濃度が高い層から供給されており、10月以降の表層濃度は植物プランクトンに消費されてやや低くなっていた。

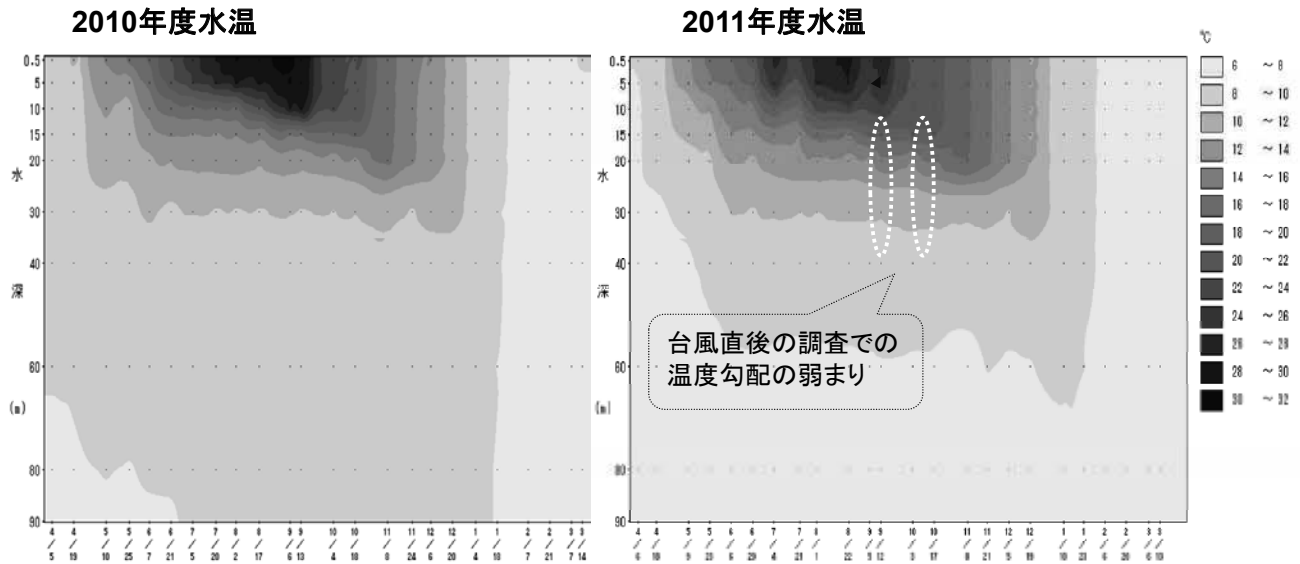
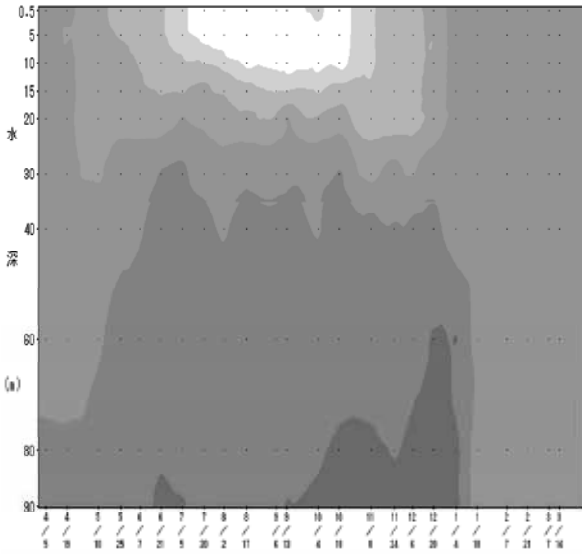


図14 水温分布(北湖・2010、2011年:5ページにカラー掲載)

2010年度硝酸態窒素



2011年度硝酸態窒素

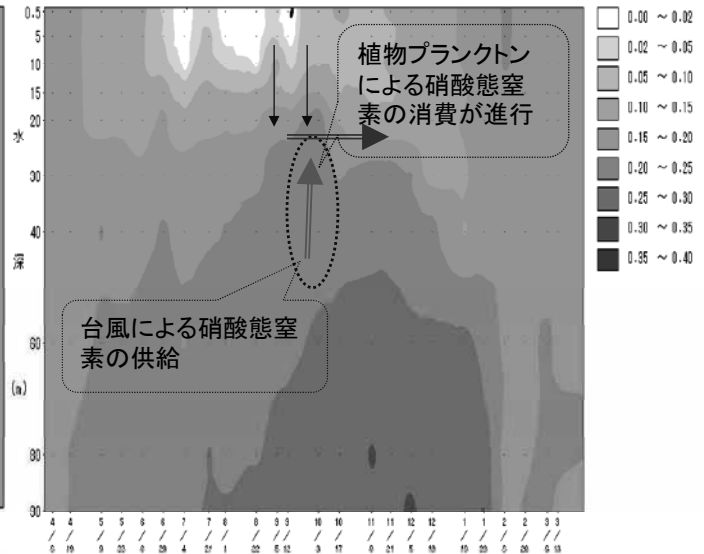


図 15 硝酸態窒素鉛直分布（北湖・2010、2011年：5 ページにカラー掲載）

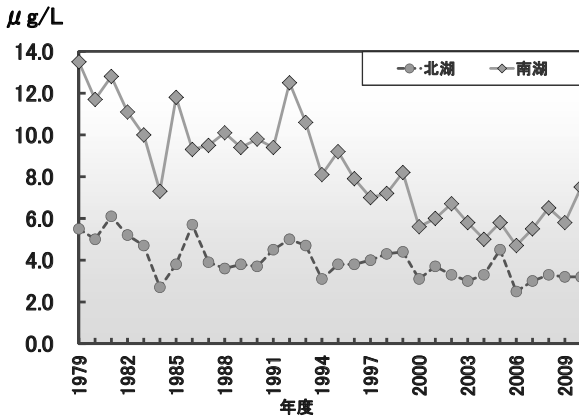


図 16 クロロフィルa（年平均値）の経年変化

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

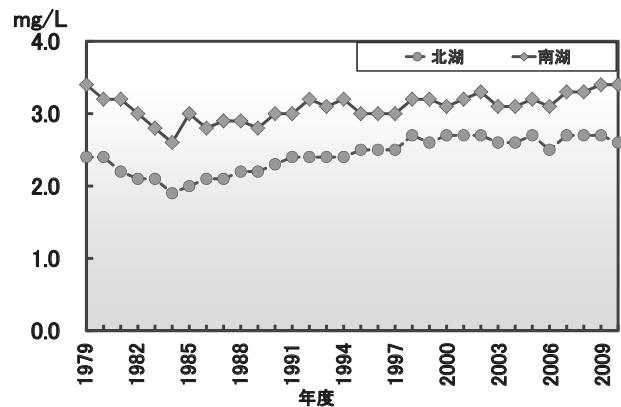


図 17 COD（年平均値）の経年変化

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

3.3.5 南湖のクロロフィルaとCOD

南湖では、クロロフィルaが2010年度に過年度、前年度と比較して高い評価になり、CODが過年度と比較して少し高い評価となった。

植物プランクトンの指標であるクロロフィルaについて経年変化をみた(図16)。

北湖も南湖も近年低下傾向が続いていたが、南湖では2010年度平均値が7.5 μg/L、2011年度平均値が8.3 μg/Lであり、2009年度5.8 μg/Lと比較して上昇した。

また、南湖のCODの経年変動をみても、2010年度平均値が2009年度と同値の3.4mg/Lで1979年度の観測以来、同年度と並び最高値で推移した(図17)。

2010年度南湖のクロロフィル a の経月変動を示した(図18)。9月、12月、3月に過年度最高値を超過していた。

有機物指標であるCODの経月変動をみると、9月と12月に過年度最高値を超過する高い値となり、3月は過年度最高値と同じ値であった(図19)。CODが高めに推移した月がクロロフィル a の増加した時期と一致することから、植物プランクトンの増加により、内部生産量が増えてCODが高くなったものと考えられる。

2010年度9月、12月、3月の南湖のクロロフィル a の平面分布を示した(図20)。9月には西岸域で高い値を示した。水草の繁茂により、一部の水域で水の停滞が起こり、河川等から流入した栄養塩でプランクトンが増殖しやすい環境になったと考えられる。

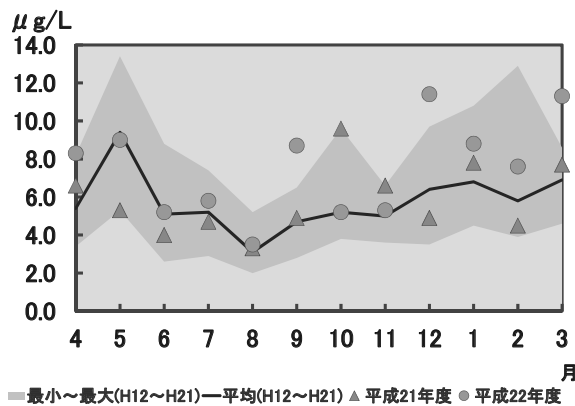


図18 クロロフィルaの経月変動(南湖・2009、2010年)

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

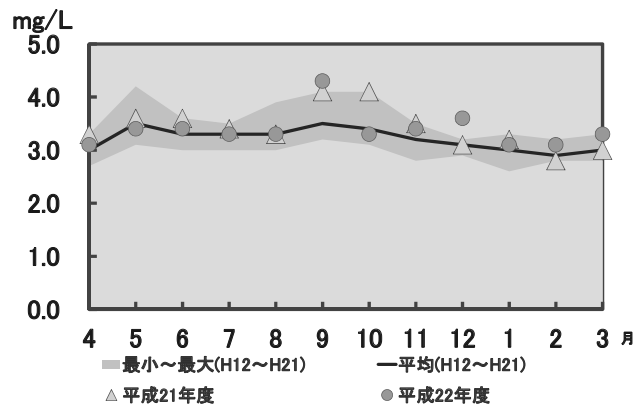


図19 CODの経月変動(南湖・2009、2010年)

データ：琵琶湖河川事務所、水資源機構、
琵琶湖環境科学研究センター

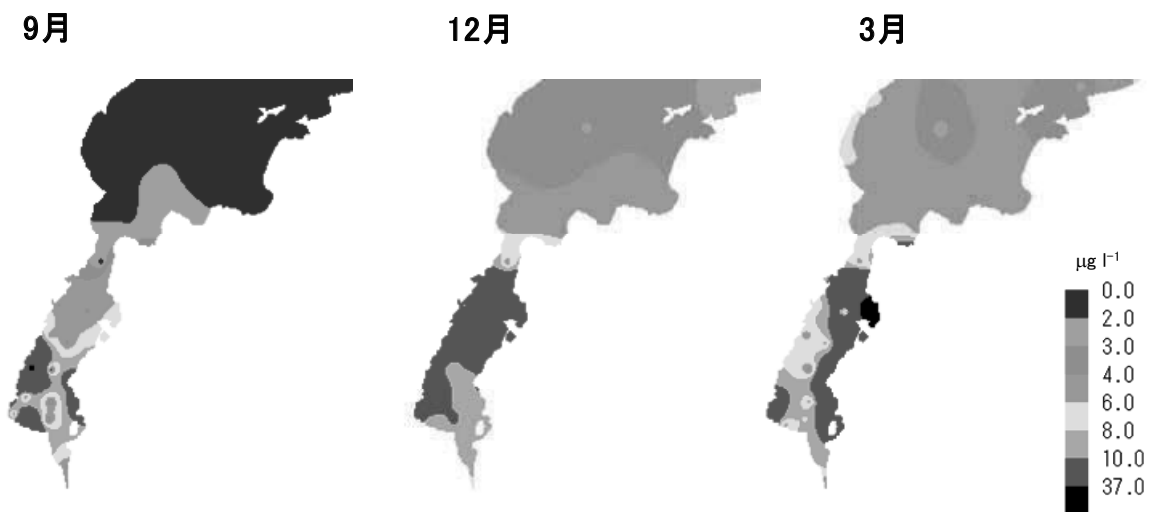


図20 クロロフィルa平面分布(2010年度9月・12月・3月:5ページにカラー掲載)

データ：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

4. まとめ

2010～2011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 2010年度、南湖では植物プランクトンの増殖によりCODとクロロフィルaの上昇がみられた。9月での水草繁茂による停滞水域への河川からの栄養塩供給による増殖、12月の南湖全体でのウログレナの増殖、3月の東岸域でのケイソウの増殖が影響したと考えられる。一方、2011年度、南湖ではCOD等の主要水質項目が前年度、過年度と比較して少し低い評価(クロロフィルaに関しては過年度と比較して高い評価)となったが、総流出量の増加に伴い南湖と比較して清澄な北湖の水が多量に流入したことによると考えられる。また、クロロフィルaが高い評価になった原因も、北湖の水が多量に流入したことにより、北湖において増殖したスタウラストルム等の植物性プランクトンの影響が考えられる。
- ② 2011年度、北湖では台風の接近等による降雨に伴い、6月と10月の流入負荷の増加によってSS、全りんが上昇した。9月の2度の台風の接近により水深10～20mにある水温躍層(温度勾配が急な部分)が弱まり、硝酸態窒素が下層の濃度が高い層から供給され、また、10月には水温躍層の弱化によりさらに下層から供給された。これらにより、栄養塩を使って6月と11～12月にかけて琵琶湖全域で増殖した植物プランクトンの大型緑藻スタウラストルムが6月、12月のSSの上昇の一因となったと考えられる。
- ③ 2011年度、北湖では2月から3月にかけて降雨と融雪水によって北湖南東岸を中心に全りん、SS濃度等の大きな上昇が見られた。

5. 謝辞・摘要

5.1 謝辞

京都大学津野洋教授、滋賀大学川嶋宗継教授、京都大学藤井滋穂教授、京都大学清水芳久教授には、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、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。お世話になった皆様に深謝いたします。

5.2 摘要

本調査研究報告は、2011年および2012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。

6. 引用文献

- 彦根地方気象台(2010-2012): 滋賀県気象月報. 4(2010)～3(2012).
- 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(2005): 平成17年度琵琶湖水質調査報告書.
- 奥村陽子・岡本高弘・藤原直樹・古角恵美: 平成19年度～20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, 5: 36-45.
- 滋賀県・国土交通省近畿地方整備局(2010-2011): 滋賀県地下水・公共用水域水質測定計画.
- 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.