

琵琶湖等水環境のモニタリング

環境監視部門 公共用水域係、生物圏係、化学環境係

1. モニタリングの目的

琵琶湖をはじめとする公共用水域の水質状況について利水面も含めた監視を行う。具体的には、水質の環境基準の適合状況や、アオコや淡水赤潮の発生原因となるプランクトンについて調査を行い、これまで継続して実施してきた監視結果とあわせて、琵琶湖等水環境の現状や変動等について評価を行う。

2. モニタリング内容と結果

【サブテーマ①～④ 琵琶湖・瀬田川水質等調査の概要】

サブテーマ①～④は、水質汚濁防止法第16条の規定により定められた公共用水域水質測定計画に基づき実施した。調査地点を図1に示す。調査の概要は以下のとおりである。

◇サブテーマ① 琵琶湖・瀬田川水質環境基準評価調査

琵琶湖・瀬田川の表層水調査は、琵琶湖は北湖28定点・南湖19定点、瀬田川は2定点の計49定点（◎・●・▲・◆）を、国土交通省、水資源機構と共同で実施した。

◇サブテーマ② 琵琶湖水深別調査

琵琶湖の鉛直方向の水質を把握するため、北湖3定点・南湖2定点（うちセンター担当分 17B・12B・6B）で実施した。

◇サブテーマ③ 琵琶湖底質分析調査

琵琶湖の底質の状況を把握するため、北湖1定点・南湖1定点（17B・6B）で調査を実施した。

◇サブテーマ④ 琵琶湖水生生物保全環境基準評価調査

水生生物の保全に関する環境基準の適合状況を確認するため、北湖3定点・南湖1定点（■）で調査を実施した。

【サブテーマ①～④ 琵琶湖水質調査等の結果】

◇主要水質項目の結果と評価

琵琶湖における主要水質項目の結果を表1に示す。令和5年度の琵琶湖表層の水質は、例年よりも多くの項目で特異な値が観測された。

- ・北湖：過年度平均と比べて透明度が高く、全窒素が低い値であった。
- ・南湖：過年度平均と比べて全窒素が低い値であった。

※対前年度・過年度評価で、少し低い・少し高い評価が、例年に比べて多かった。

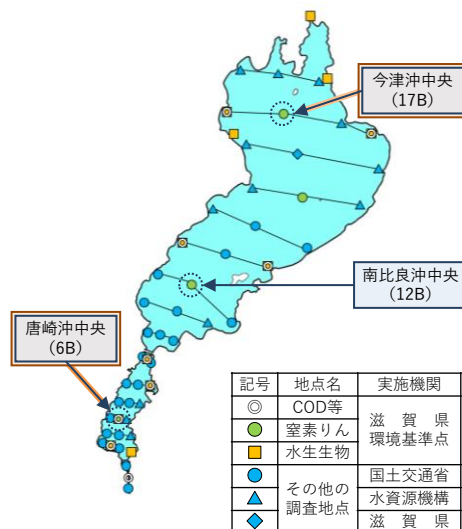


図1 琵琶湖・瀬田川における表層水質・水深別・底質調査地点

表1 令和5年度琵琶湖主要水質項目評価一覧

項目	区分	北湖			南湖		
		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	5年度	6.5	0.35		2.3	0.24	
	前年度	5.8		少し高い	2.2		
	過年度	5.7		高い	2.4		
COD	5年度	2.3	0.063		2.9	0.12	
	前年度	2.4		少し低い	3.1		少し低い
	過年度	2.4		少し低い	3.1		少し低い
全窒素(T-N)	5年度	0.17	0.020		0.24	0.019	
	前年度	0.19			0.26		少し低い
	過年度	0.22		低い	0.28		低い
全りん(T-P)	5年度	0.007	0.00074		0.018	0.0014	
	前年度	0.008		少し低い	0.018		
	過年度	0.008		少し低い	0.018		
浮遊物質(S S)	5年度	1.0	0.18		3.9	0.72	
	前年度	1.0			4.1		
	過年度	1.2		少し低い	3.9		
クロロフィルa	5年度	2.5	1.5		5.9	2.5	
	前年度	3.1			7.3		
	過年度	3.9			8.4		

表 1 の説明 過年度とは、平成 25 年度から令和 4 年度までの 10 年間を示す。評価は、過年度平均値や前年度の値と比較し、測定値間の差 D と過年度の標準偏差 σ との関係から以下のとおりである。

- | | |
|---|--|
| ● $0 \leq D \leq \sigma$ …… 前年度・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 |

◇環境基準達成状況

琵琶湖および瀬田川の水質調査結果から、環境基準の達成状況について評価を行った。

- ・生活環境項目：北湖の $D0$ ・大腸菌数、南湖の大腸菌数で環境基準を達成した。
- ・富栄養化項目：北湖の全窒素・全りんで環境基準を達成した。
- ・水生生物保全項目：不検出または環境基準値を下回っており、環境基準を達成した。
- ・健康項目・要監視項目：不検出または環境基準値等を下回っており、環境基準を達成した。

◇主な琵琶湖の水質変動の特徴

令和 5 年度の琵琶湖水質調査では、調査開始以降 45 年間で、月別の過去最小値や最大値を更新した項目が、例年よりも多く観測された。年平均値では、全窒素が北湖・南湖ともに過去最小値を更新し、これまで変動が少なかった有機態窒素が、北湖で過去最小値を更新した。

○北湖における水質の特異的な変動（図 3）

北湖では、5 月と 6 月の大雨により全窒素と全りんがやや上昇し、全りんは、過年度平均を上回ったが、その後は、過年度最小値未満まで低下した。これは、流入した窒素とりんが植物プランクトンに取り込まれた後、湖底に沈降したためと推察された。有機態窒素が低下した 8 月は、クロロフィル a が $0.6\mu\text{g/L}$ と全月を通しての過去最小値 $1.0\mu\text{g/L}$ を更新し、透明度も 8.6m と当月の過去最大値を更新した。有機態窒素とクロロフィル a は、9 月から 11 月にかけて、各月の過去最小値を更新または同程度の低値で推移する傾向が見られた。2 月と 3 月は、遅れていた水温躍層の下から表層へ栄養塩の回帰が一気に進んだことにより、りん酸イオンが各月の過去最大値を更新した。

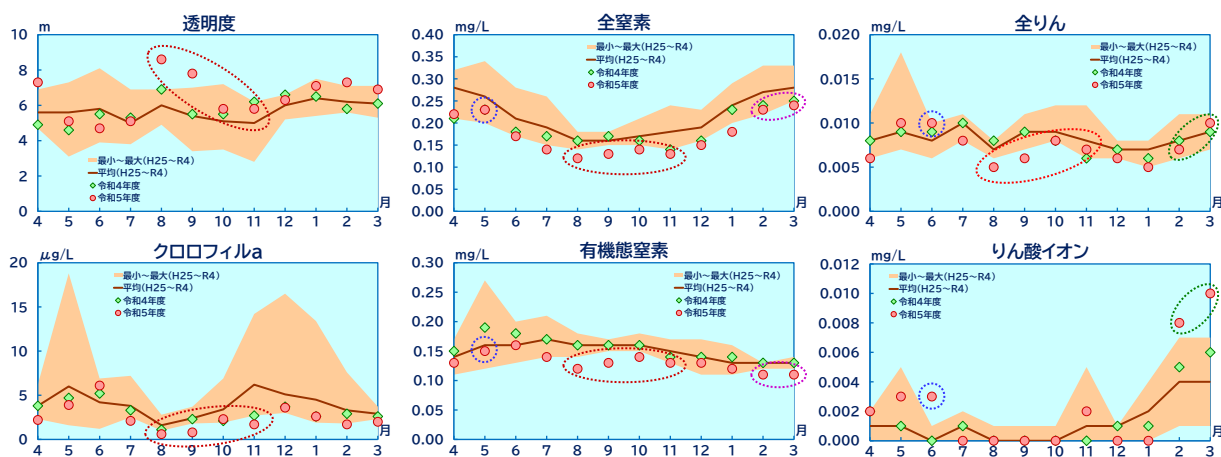


図 3 北湖表層における各項目の経月変動

○南湖における水質の特異的な変動（図 4）

南湖では、5 月と 6 月の大雨により北湖から透明度の高い湖水が南湖に流入し、8 月以降も水草が繁茂したため浮遊物質量 (SS) やクロロフィル a が増加せず、6 月から 9 月にかけて透明度が高くなった。10 月以降は、少雨により水位が大きく低下し、強風による底泥の巻き上げなどにより SS が増

加し、12月にはクロロフィルaも増加し、透明度は低下した。

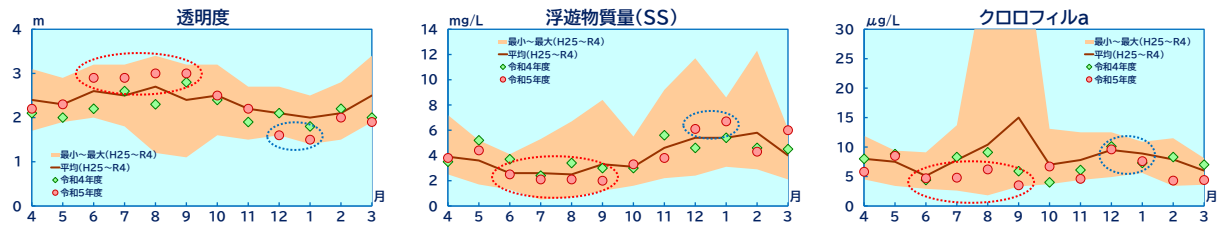


図4 南湖表層における各項目の経月変動

○底質成分の経年変動（表2）

北湖の底泥では、表面（底泥表面から1cm）の全りんと、有機物量を反映する強熱減量が、調査を開始した平成7年度以降の最大値を更新し、全窒素も過去3番目に高い値で高止まりしていた。春季に表層の栄養塩濃度が高くなっても、植物プランクトンが吸収して湖底に沈降、堆積する傾向になっているためと考えられた。

【サブテーマ⑤ 水浴場水質分析調査】

県内の水浴場のうち、主要な水浴場について、開設前および開設中の水質を調査した。判定基準に基づき判定した結果、調査したすべての水浴場で「適」または「可」であり、「不適」の水浴場はなかった。また、腸管出血性大腸菌0157は、すべての水浴場で検出されなかった。

【サブテーマ⑥ 西の湖水質分析調査】

琵琶湖の東岸中央部に位置する琵琶湖最大の内湖である西の湖について、水質を調査した。令和5年度のCODと全りんの年平均値は、令和2年度まで見られた上昇と比べると低い値であった（図5）。これは、濃度が高い夏季の調査の前の降雨により、湖水の滞留時間が短くなった影響が大きいと推察された。

【サブテーマ⑦ 余呉湖水質分析調査】

県北部にある余呉湖について、水質を調査した。長期的にみると、全窒素や全りん（図6）のほか、CODやBOD等で上昇傾向が見られた。令和5年度冬季は藍藻が増加し、クロロフィルaの他、全窒素や全りん、BODやCOD等が、過去10年間の最大値を超過した。

表2 琵琶湖底質調査結果

今津沖中央	R5年度		(参考) 六期計画期間			過年度(H25~R4)		
			R4	R3	R2	平均	最大	最小
強熱減量	13.6	%	12.8	12.9	13.4	12.8	13.4	11.7
COD sed	55	mg/g-dry	55	42	46	48	58	39
全窒素 T-N	4.6	mg/g-dry	4.6	4.9	4.7	4.6	4.9	4.2
全りん T-P	2.8	mg/g-dry	2.6	2.2	2.7	2.3	2.7	2.0
硫化物 S	0.48	mg/g-dry	0.68	0.46	0.46	0.50	1.17	0.05

唐崎沖中央	R5年度		(参考) 六期計画期間			過年度(H25~R4)		
			R4	R3	R2	平均	最大	最小
強熱減量	11.1	%	11.2	11.3	11.9	11.4	12.6	10.6
COD sed	34	mg/g-dry	34	28	30	33	41	28
全窒素 T-N	3.3	mg/g-dry	4.4	3.9	3.7	3.8	4.4	3.4
全りん T-P	0.74	mg/g-dry	0.99	0.74	0.66	0.79	1.12	0.66
硫化物 S	0.01	mg/g-dry	0.02	0.22	0.09	0.15	0.35	0.02

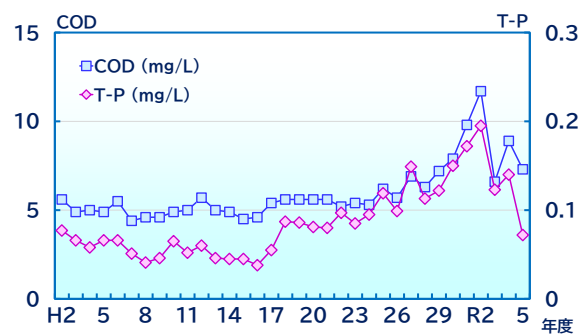


図5 西の湖中央部におけるCODと全りんの経年変化

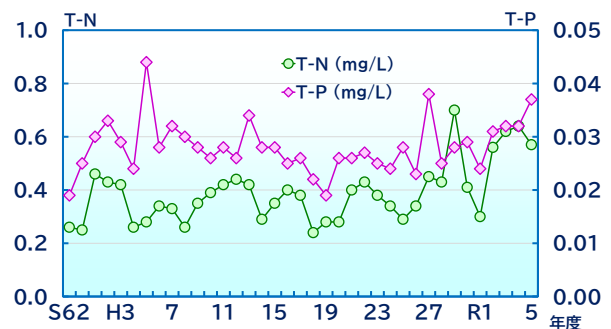


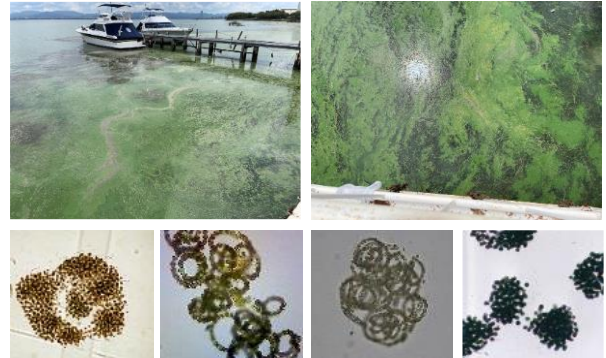
図6 余呉湖最深部表層における全窒素と全りんの経年変化

【サブテーマ⑧ 琵琶湖アオコ・赤潮分析調査】**○赤潮の発生状況**

令和5年度も、琵琶湖で淡水赤潮は確認されなかった。平成21年度の発生（1日、5水域）以降、琵琶湖で淡水赤潮は確認されていない。

○アオコの発生状況

琵琶湖南湖の調査定点8か所で、7月中旬から10月中旬までアオコパトロールを実施した。アオコの発生は、7水域で63日間発生し、これは過去最多の発生日数であった。際川地先で8月28日から10月16日まで50日間継続して発生した（図7）。際川地先に水草が多く繁茂しており、また、台風7号の影響で湖岸に大量の水草が漂着し湖水が滞留したことが、長期化の原因の一つと考えられた。



優占種： *Microcystis aeruginosa* → *Anabaena oumiana*
→ *Anabaena flos-aquae* → *Microcystis novacekii*

図7 アオコ（第4号際川地先）の状況と優占種

3. まとめ

公共用水域水質測定計画に基づき、琵琶湖・瀬田川水質等調査を実施した。北湖の全窒素、全りん等で環境基準を達成したが、南湖の全窒素や全りん等は環境基準を達成しなかった。

令和5年度における琵琶湖の水質変動の特徴は、調査開始以降45年間で月別の過去最小値や最大値を更新した項目が例年よりも多く観測されたことである。特に北湖では、全窒素が過去最小値を更新し、これまで変動が少なかった有機態窒素も過去最小値を更新した。一方で、2月と3月のりん酸イオンが各月の過去最大値を更新した。

近年、気候変動の影響を受けて琵琶湖の水質と底質の変動が大きくなっており、令和5年度はこれらが極値の更新に現れ、水質形成機構が変化してきていると考えられた。今後も、水質・底質・プランクトンの状況を注意深く継続してモニタリングするとともに、気象・水象の変動状況と水質変化との関連を注視していく。

琵琶湖・瀬田川水質等調査の結果は、環境審議会に報告し、各種環境保全施策の検討・評価に活用された。水浴場水質調査の結果は、県民の安全安心な水浴場利用のための基礎資料として活用された。西の湖水質調査・余呉湖水質調査の結果は、その流域における市町、住民等の環境保全の取組みのための基礎資料として活用された。

分析評価モニタリング1の調査結果は、県環境白書等に掲載し、琵琶湖・瀬田川水質測定結果は当センターのホームページに過去の測定データとともに順次公開し、広く活用されている。