

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)琵琶湖・瀬田川水質環境基準評価調査、(2)水深別調査】

① 内容

- ◇調査地点：図1◎、▼、■、●、▲、◆
- ◇調査項目と頻度：
- ・一般項目（透明度等）、生活環境項目（COD、全窒素、全りん等）・・・月1回
 - ・健康項目（重金属、化学物質）、要監視項目（化学物質等）・・・年1～4回
- ※水深別調査：一般・生活環境項目等・・・月2回

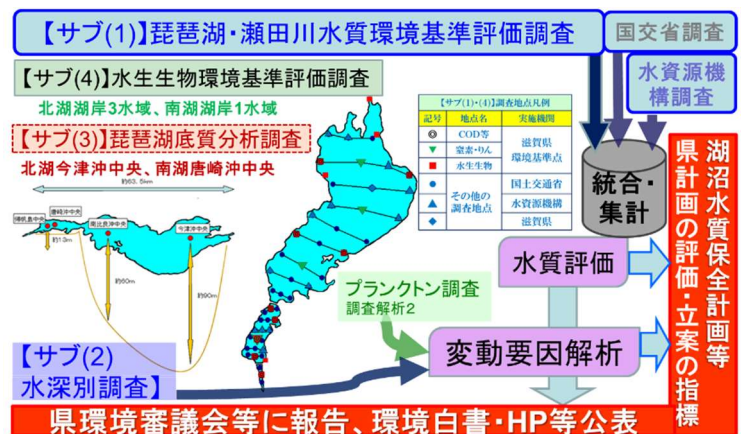


図1 琵琶湖・瀬田川における水質・水深別・底質・水生生物調査地点【サブテーマ(1)～(4)】

② 調査結果

- ◇ 令和3年度（2021年度）の結果と評価
（北湖28、南湖19地点の年平均値）
主要水質項目の結果を表1に示す。

【北湖】

全室素は、過年度比較で引き続き少し低い。

【南湖】

過年度比較で、透明度が少し低く、SS と全りんが少し高い。COD が少し低い。

他の項目は、北湖・南湖とも概ね過年度並み。

表 1 令和 3 年度（2021 年度）琵琶湖主要水質項

単位 透明度:m、クロフィルa:μg/L、その他はmg/L							
区分		北湖			南湖		
項目		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	3年度	5.7	0.36		2.0	0.23	
	前年度	5.7			2.2		
	過年度	5.6			2.4		少し低い
COD	3年度	2.4	0.13		3.0	0.16	
	前年度	2.4			3.2		少し低い
	過年度	2.4			3.2		少し低い
全窒素	3年度	0.20	0.024		0.27	0.023	
	前年度	0.20			0.28		
	過年度	0.23		少し低い	0.29		
全りん	3年度	0.008	0.00097		0.020	0.0015	
	前年度	0.008			0.020		
	過年度	0.008			0.018		少し高い
SS	3年度	1.2	0.18		4.8	0.71	
	前年度	1.3			4.6		
	過年度	1.2			3.7		少し高い
クロロ フィル a	3年度	3.4	1.4		9.0	2.5	
	前年度	4.0			8.5		
	過年度	4.2			8.6		

表 1 の説明 【過年度】平成 23～令和 2 年度の 10 年

【評価】 過年度平均値や前年度値と比較し、測定値間の差Dと、過年度の標準偏差 σ との関係から、

- $0 \leq |D| \leq \sigma$: 前年度または過年度並（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

◇ 主な琵琶湖水質変動の特徴

・ 南湖における透明度の状況

南湖の透明度の年間平均値が過年度に比べて少し低くなり、特に11月と12月に過年度最低値を下回る低い値となった(図2)。透明度と関連する水質項目を見ると、懸濁物質(SS)が11月に、クロロフィルaが12月にそれぞれ南湖の広い範囲で増加していた。

11月は、琵琶湖の水位低下が問題になっており、図3左のとおり水深が浅い水域を中心にSS

の増加が見られたことから、底泥が季節風等で巻き上がりやすくなり、透明度が低下したことが考えられた。一方、12月は図3右

のとおりクロロフィルaが南湖の広い範囲で増加していたことから、植物プランクトンが増殖したことにより透明度が低下したものと考えられた。

・ 北湖における3月のりん酸イオンの上昇

北湖において、りん酸イオン(以下、本文中「りん酸」と略す。)が3月としては過去最高値と同じ0.007mg/Lまで上昇した(図4上)。一方、全りんは過年度の変動範囲内(図4下)であり、他の項目も特異的な変動は見られず、上昇はりん酸のみであった。そこで、りん酸の平面分布を見ると北部の湖心部で高く流入による影響は認められなかった。次に、水深別調査の結果から鉛直分布を見ると図5のとおり、秋季における底層濃度が例年より高く、全層循環によって表層に回帰した際の濃度増加に加え、その時期に底層に水温の低い水が潜り込み、上層の濃度を高めたことが特異的な上昇の要因として推察された。

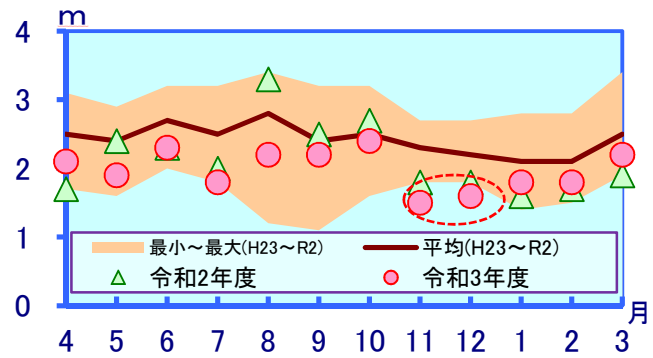
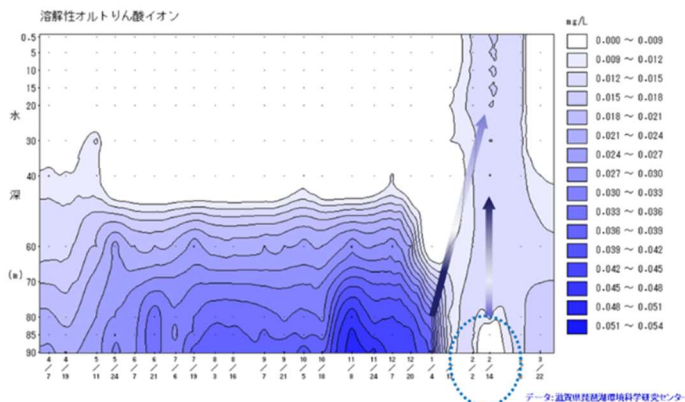


図2 南湖における透明度の経月変化

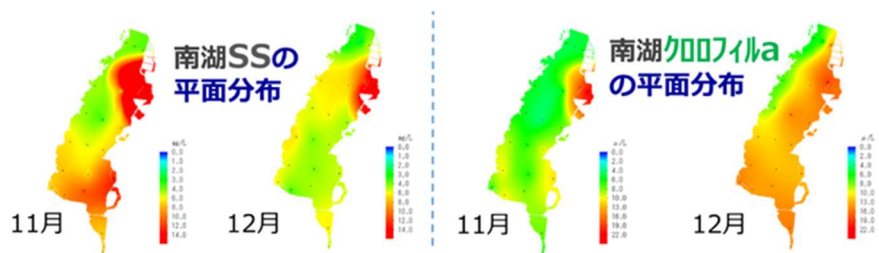


図3 南湖の透明度低下時(11、12月)のSSとクロロフィルaの平面分布

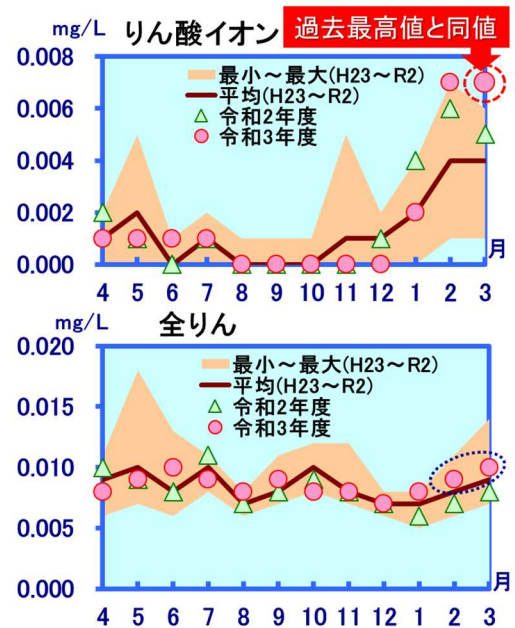


図4 北湖におけるりん酸イオン(上)と全りん(下)の経月変化

図5 北湖今津沖中央におけるりん酸イオンの鉛直分布の経月変化

◇ 令和3年度(2021年度)の環境基準達成状況

- 生活環境項目：【北湖】D0 および全りんが達成。【瀬田川】D0 および SS、BOD が達成。
- 健康項目(27項目)と要監視項目：すべてが不検出もしくは環境基準(指針値)を下回っており、基準値を達成。
- 北湖における全窒素の環境基準未達成について

北湖の全窒素の環境基準の評価値が 0.21mg/L と環境基準値(0.2mg/L)を 0.01mg/L 超過し、3年ぶりに環境基準未達成となったが、北湖の環境基準点(3地点)の平均値の変動を見ると、図6のとおりに、平成15年度(2003年度)以降減少し、近4年は環境基準前後で横ばい傾向であることから、大きく悪化したものではない。一方、鉛直方向では増加傾向が見られる水深もあり、今後の推移を注意してみていく必要があると考えられる。

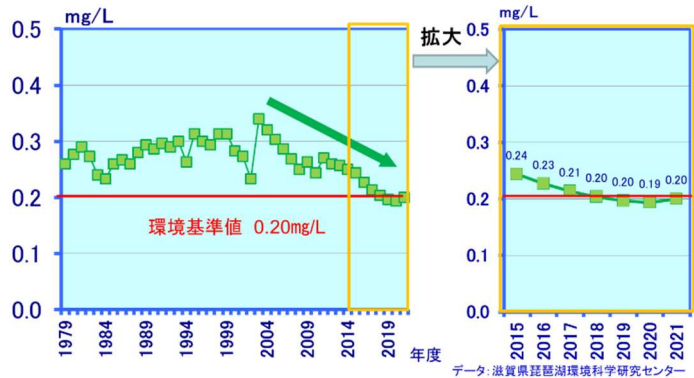


図6 北湖環境基準点における全窒素の経年変動

【サブテーマ(3) 琵琶湖底質分析調査】

- 調査項目：強熱減量、全窒素(T-N)、全りん(T-P)、COD、硫化物(いずれも年1回測定)
- 調査地点：北湖(今津沖中央)、南湖(唐崎沖中央) ○採泥深さ：底質表層から1cm
- 調査結果：北湖で、全窒素が過去最高値

表2 琵琶湖底質調査結果一覧(令和3年(2021年)度)

北湖：今津沖中央				過年度(H23~R2)		
年度	R2	R3	過去:H7~	平均	最大	最小
強熱減量(%)	13.4	12.9	(R2最高値)	12.3	13.4	8.8
COD (mg/g-dry)	46	42		45	58	29
全窒素 (mg/g-dry)	4.7	4.9	過去最高値	4.3	4.7	2.7
全りん (mg/g-dry)	2.7	2.2	(R2最高値)	2.1	2.7	1.5
硫化物 S (mg/g-dry)	0.46	0.46		0.45	1.17	0.04

南湖：唐崎沖中央				過年度(H23~R2)		
年度	R2	R3	過去:H7~	平均	最大	最小
強熱減量(%)	11.9	11.3	(H30最高値)	11.2	12.6	10.4
COD (mg/g-dry)	30	28	(H30最高値)	33	41	28
全窒素 (mg/g-dry)	3.7	3.9	(H30最高値)	3.6	4.3	2.6
全りん (mg/g-dry)	0.66	0.74	(H30最高値)	0.75	1.12	0.60
硫化物 S (mg/g-dry)	0.09	0.22	(H29最高値)	0.16	0.35	0.05

【サブテーマ(4) 琵琶湖水生生物保全環境基準評価調査】

- 調査項目：全亜鉛、ノニルフェノール、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸およびその塩※（LAS）等水生生物の保全に関する要監視項目（クロロホルム、フェノール、ホルムアルデヒド、4-*t*-オクチルフェノール※、アニリン※、2,4-ジクロロフェノール※）（※は平成26年度追加項目）
- 調査結果
 - ・ 全亜鉛：それぞれ不検出～0.014 mg/L（新浜12月）。地点ごとに定められた環境基準を満足。
 - ・ ノニルフェノール、LAS：全地点不検出。
 - ・ 要監視6項目：全地点不検出。その他の項目（pH、溶存酸素等）についても、水生生物に影響を与えるような水質は確認されず。

【サブテーマ(5)～(8)】 水浴場水質分析調査、西の湖水質分析調査、余呉湖水質分析調査、赤潮・アオコ分析調査：調査(採水)地点を図7に示す。

【サブテーマ(5) 水浴場水質分析調査】

- 調査項目：pH、COD、糞便性大腸菌群数 病原性大腸菌0-157(現地調査と採水は管轄の環境事務所)
- 調査結果
 - ・ 全水浴場でこれまで同様「適」または「可」
 - ・ 病原性大腸菌0-157：不検出

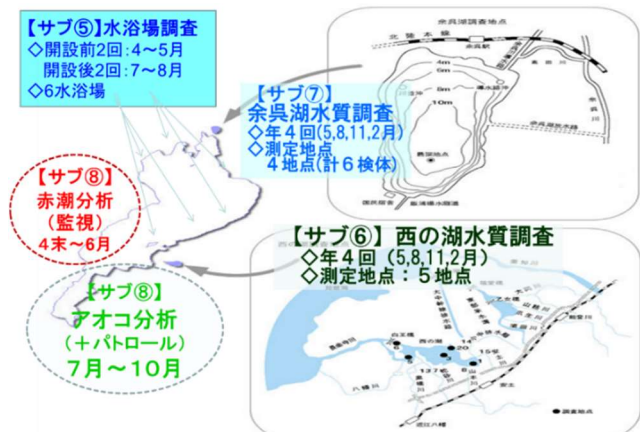


図7 余呉湖、西の湖、水浴場調査の湖水採取地点

【サブテーマ(6) 西の湖水質分析調査】

- 調査項目と頻度：SS、COD、BOD、全窒素(T-N)、全りん(T-P)、植物プランクトン等……年4回。
- 調査結果

近年上昇していたCODやT-P、クロロフィルa等の年度平均値が2015年レベルに減少(図8)。春夏の低下が寄与。

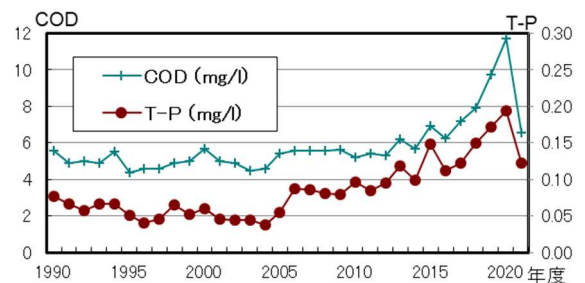


図8 西の湖湖心におけるCODと全りんの経年変化

【サブテーマ(7) 余呉湖水質分析調査】

- 調査項目と頻度：SS、COD、BOD、全窒素(T-N)、全りん(T-P)、植物プランクトン等……年4回。
- 調査結果

11月にBODとT-Nが過年度最高値を更新。この時NH₄-Nが0.92mg/Lと特異的に上昇し、年平均値の最高を更新(図9)。アオコについては、平成21年度を除いて、引き続き発生していない。

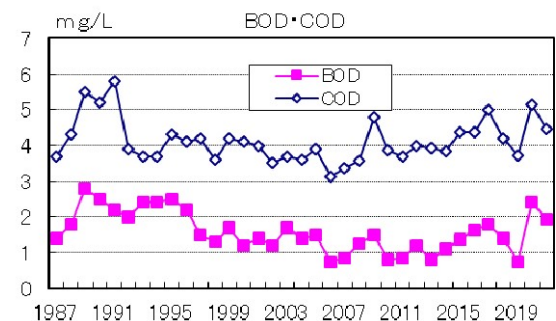


図9 余呉湖最深部表層におけるBODとCODの経年変化

【サブテーマ(8) 琵琶湖アオコ・赤潮分析調査】

○ 琵琶湖アオコ分析調査

琵琶湖南湖の調査定点8か所について、7月中旬から10月中旬までパトロールを実施。

アオコの発生は、4水域、12日間となり、主要な構成プランクトンは、発生初期にはアナベナ属、中期(8月中旬から9月)にはミクロキスティス属、後期(10月)にはアナベナ属であった。

発生号数	確認日	発生場所	レベル	規模	水温	主な構成プランクトン	発生期間
第1号	令和3年7月26日	守山市赤野井地先	4	5m×30m	32.1	アナベナ属	3日間
第2号	令和3年8月2日	大津市藤川地先	4	2m×5m	33.6	アナベナ属	1日間
第3号	令和3年8月16日	大津市雄琴港(北側)	4	2m×10m	25.8	ミクロキスティス属、アナベナ属	1日間
第4号	令和3年8月23日	大津市雄琴港(南側)	4	0.5m×25m	26.4	ミクロキスティス属、アナベナ属	1日間
第5号	令和3年9月6日	草津市北山田漁港	4	4m×30m	29.2	ミクロキスティス属	1日間
第6号	令和3年9月10日	草津市北山田漁港	4	2.5m×2.5m	28.3	ミクロキスティス属	1日間
第7号	令和3年10月8日	大津市雄琴港(北側)	4	5m×1m	30.1	ミクロキスティス属	1日間
第8号	令和3年10月13日	大津市雄琴港(南側)	4	10m×30m	26.0	ミクロキスティス属	1日間
第9号	令和3年10月13日	大津市雄琴港(北側)	4	5m×25m	27.0	ミクロキスティス属	1日間
第10号	令和3年10月13日	草津市北山田漁港	4	20m×2m	26.0	アナベナ属	1日間
第11号	令和3年10月13日	大津市雄琴港(北側)	4	4m×5m	26.1	アナベナ属、ミクロキスティス属	3日間



図10 アオコの発生状況

○ 琵琶湖赤潮分析調査

令和3年度も淡水赤潮の発生は確認されなかった。平成18年度以降、平成21年度(1日、5水域)の淡水赤潮の発生を除き、発生していない。

3. 結果の評価(まとめ)

- 水質汚濁防止法第16条に基づき、琵琶湖・瀬田川水質環境基準評価調査、水深別調査、琵琶湖底質分析調査および琵琶湖水生生物保全環境基準評価調査を実施し、環境基準の達成状況等の評価した。
- 琵琶湖・瀬田川の環境基準については、北湖ではD0および全りんが達成し、瀬田川ではD0およびSS、BODが達成した。一方、北湖で過去2か年環境基準を達成していた全窒素が3年ぶりに環境基準未達成となったが、平成15年度以降減少傾向にあり、ここ4年間は横ばい傾向にあると見られる。また、南湖の全窒素や全りん等も環境基準を達成しておらず、引き続き水質変動等を注視していく必要がある。
- 令和3年度の琵琶湖の水質変動の特徴としては、南湖で透明度が過年度より少し低く、SSと全りんが過年度より少し高くなった。透明度低下の要因の一つとして、11月の水位低下等によるSSの増加と12月の植物プランクトンの増殖に伴う水質変動の影響が考えられた。北湖では、特に植物プランクトンの特異的な増殖も見られず、過年度並みの水質変動であった。しかし、近年、降水量の激変化や植物プランクトンの大増加に伴う特異的な水質変動が生じていることから、今後も、水質と合わせて気象・水象、プランクトンの状況について引き続き注意深くモニタリングを継続していく必要がある。
- 琵琶湖・瀬田川水質調査の結果は、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。
- 水浴場水質分析調査の結果は、県下の主要水浴場の水質状況の把握に活用され、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。西の湖水質分析調査・余呉湖水質分析調査の結果は、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。
- 本分析モニタリング1の調査結果は、県環境白書等に掲載し、琵琶湖・瀬田川の水質測定結果について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。