

第4章 マザーレイク 21 計画（第 2 期計画）のふりかえり

第4章第1節 基本理念、あるべき姿、基本方針について

第 1 期計画の基本理念である「琵琶湖と人との共生」や基本方針である「共感」、「共存」、「共有」は、第 2 期計画でもそのまま継承しています。

この基本理念は、「琵琶湖に関わる人々の総意」として計画に位置付けたものです。

琵琶湖は、自然と人との共生の営みを通して長い年月を経て形作られてきた生命文化複合体とも言うべき多様な価値の集合体であり、世代を超えて共有すべき財産であるとの認識のもと、「琵琶湖と人との共生」は、琵琶湖が持続可能であるための基本的な概念であり、普遍的な理念であるといえます。

また、「2050 年頃のあるべき姿」である「活力ある営みのなかで、琵琶湖と人との共生する姿」の具体的なイメージについては、第 1 期計画で示された水質や生態系に関する項目はそのままに、第 2 期計画の改定時に、人々の生活や琵琶湖との関わりに関する 5 つの項目を追加しました。第 2 期計画では、このあるべき姿に示された人々の生活や琵琶湖との関わりに関する項目を実現するために、新たな取組の方向性の柱に「琵琶湖流域生態系の保全・再生」とともに「暮らしと湖との関わり再生」を掲げて、取組を進めることとしました。

2050 年頃の琵琶湖のあるべき姿

【活力ある営みのなかで、琵琶湖と人との共生する姿】

2050 年頃の琵琶湖のあるべき姿のイメージ

（下記「●」は第 2 期計画改定時に追加した項目）

- 琵琶湖の水は、あたかも手ですくって飲めるように清らかに、満々として
- 春には、固有種のホンモロコヤニゴロブナ等がヤナギの根っこ、ヨシ原、増水した内湖や水路等で産卵し、周囲の山並みは淡緑、淡黄等のやわらかな若葉と、常緑の樹々との鮮やかな彩りをみせ
- 夏には、緑深い山から吹く風が爽やかに湖面をわたり、湖辺の公園では、水遊びする人びとの姿が見られ、足もとにはさらさらした砂地と固有種セタシジミの感触
- 秋には、固有種のビワマスが体を赤く染めて河川や水路を山里深く遡上して、豊かな森の土に育まれた水量豊富な溪流で産卵し
- 冬には、えり漁を背景にカモが群れ遊び、湖辺では荒田起こしの作業の側で、サギが餌をついばむ
- 目を転じれば、街中には四季を通じて小川が清らかに流れ、夏にはホタルが舞い、遠くから祭の囃子が聞こえ
- 近所の水辺には遊んでいる子どもたちの笑い声が響き、子どもたちを温かく見守っている大人たちの姿がいつもあり
- 光と風、木々や花々に季節の移ろいを感じながら、家にあっては、県内産の木の香りと温もりに包まれ、湖や地元でとれた旬の幸を家族や友人とともに味わい
- どの生業（なりわい）も地域に深く根を下ろし、働くことへの喜びに人びとの顔が輝き
- 語り合い、ともに支えあい、湖への感謝の心と気づかひをつねに忘れることなく、琵琶湖を中心とする自然の大きな環のなかに、人びとの輪に根ざした暮らしがある

第4章第2節 目標の達成状況の評価について

4.2.1 評価の対象

第2期計画では、計画目標を、2050年頃の琵琶湖のあるべき姿を念頭に2020年の琵琶湖を次世代に継承する姿として、「琵琶湖流域生態系の保全・再生」と「暮らしと湖の関わりの再生」の2つの柱を定めました。

「琵琶湖流域生態系の保全・再生」については、琵琶湖流域を「湖内」「湖辺域」「集水域」の3つの場に分け、それらをつなぐ「つながり」とともに、目標と指標を設定しています。また、「暮らしと湖の関わりの再生」に当たっては、「個人・家庭」「生業（なりわい）」「地域」の3つの段階に分け、それらの「つながり」と合わせてそれぞれに目標と指標を設定しています。

ここでは、それらの項目ごとに評価を行うこととします。

「マザーレイク21計画」第2期改定版の2020年の計画目標

【琵琶湖流域生態系の保全・再生】

- <湖内>良好な水質と栄養塩バランスの回復と、多様で豊かな在来生物群集の再生
良好な水質および栄養塩バランスが回復・維持され、かつ健全な在来生物群集が再生する兆しが見られる。
- <湖辺域>絶滅に瀕する在来種の種数と外来種の減少、在来魚介類の再生産の回復と漁獲量の増加、湖岸景観の回復
在来生物種の生息・繁殖に適した環境が質量ともに増加に転じ、それに伴い、湖岸景観が回復し、固有種を含む在来魚介類の漁獲が増える。絶滅に瀕する在来種の数が増減に転じ、外来種が減少する。南湖の水草が適切に管理されている。
- <集水域>適切に管理された森林や生物多様性に配慮した農地の増加と在来生物の回復
山地では適切に管理された森林が、平野部では生物多様性に配慮した農地が増加し、身近な水路では在来のメダカ・タナゴ類・カワニナ類・ホタル類などがよく目につくようになる。
- <つながりへの配慮>湖内・湖辺域・集水域を行き来する在来生物の増加
湖内・湖辺域・集水域の間を行き来する在来生物種の数や密度がともに増え、それが広く下流の淀川流域にも良い影響を与えている。

【暮らしと湖の関わりの再生】





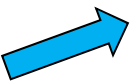



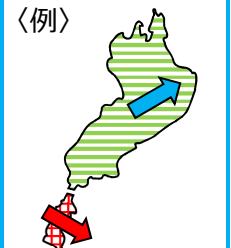
- <個人・家庭>身近な水環境と親しみ、自らのライフスタイルを見直していく人の増加
身近な水環境と親しむ中で琵琶湖に対して敏感な感覚を持ち、琵琶湖のために自らのライフスタイルを見直していく人が増える。
- <生業（なりわい）>琵琶湖流域保全と調和した生業の活性化と、企業による地域の環境や文化の保全・再生活動の活発化
農林水産業をはじめとする様々な生業が、琵琶湖流域の保全と調和する形で活性化するとともに、企業による地域の環境や文化を保全・再生する活動が活発になっている。
- <地域>地域固有の環境、文化や歴史の再評価と、それらを保全する活動や取組の活発化
地域固有の環境や、それらとともにある文化や歴史が地域の人々から再評価され、それらを保全していくための活動や取組が活発になっている。
- <つながりへの配慮>地域を越えた活動のための仕組みづくりと普段の生活の中での湖との関わりの定着
地域を越えて琵琶湖流域全体のことをも念頭において活動できるネットワークや協働する仕組みが、自発的に形成されているとともに、学習・体験・観光のような機会だけでなく、普段の生活・仕事・地域活動の中でも琵琶湖との関わりが定着しつつある。

4.2.2 計画の評価

計画の評価は、計画目標の各項目に関連づく代表的な指標に基づき、琵琶湖の現状や目標の達成状況を把握するとともに、これまでの取組の状況やその成果、課題を抽出しつつ、各項目の総評として、琵琶湖が「いまどのような状態にあるのか（状態）」、「これまでの傾向はどうか（傾向）」という2つの観点から行います。

この評価方法は、計画の進行管理のために平成27年度（2015年度）から毎年作成してきた「びわ湖と暮らし（令和元年度（2019年度）からは「びわ湖なう）」において取り入れてきたものであり、各種アウトカム指標に基づき、「状態」と「傾向」を把握することにより、計画目標の達成に近づいているかを評価するものです。

なお、これにより難しいものについては、状態（現状）の分析や、アウトプット指標に基づくこれまでの取組状況の把握などによることとします。

- 状態 -	
基本的に <u>指標値と目標値の比較</u> から、以下の4段階で評価します。	
	よい 目標値を達成している等、よい状態にあることを示す
	悪くはない 目標値には達していないが、悪くはない状態にあることを示す
	悪い 目標値には遠く、悪い状態にあることを示す
	評価できない データが不十分、見方により変わる等の理由で評価ができないことを示す
- 傾向 -	
基本的に <u>直近20年程度（データがない場合はより短い期間）の指標値の傾向</u> から、以下の4段階で評価します。傾向が途中で変化している場合は、より近年のものを採用します。	
	改善している 経年的に改善傾向にあることを示す
	変わらない 経年的な傾向が明確には見られないことを示す
	悪化している 経年的に悪化傾向にあることを示す
	評価できない データが不十分、見方により変わる等の理由で評価ができないことを示す
各指標（カテゴリー）の評価の見方	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>〈例〉</p>  </div>	<p>次ページ以降に、各指標（カテゴリー）の評価を左図のような形で、必要に応じて、北湖と南湖を分けて掲載しています。例えば左図の場合、評価結果は以下の通りとなります。</p> <p>北湖：状態は悪くはなく、また傾向としても改善している</p> <p>南湖：状態は悪く、また傾向としても悪化している</p>

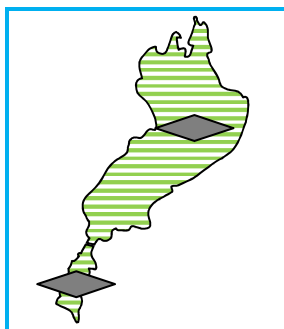
第4章第3節 計画目標「琵琶湖流域生態系の保全・再生」の評価

4.3.1 湖内

目標 良好な水質と栄養塩バランスの回復と、多様で豊かな在来生物群集の再生
良好な水質および栄養塩バランスが回復・維持され、かつ健全な在来生物群集が再生する兆しが見られる。

(1) 琵琶湖の水の清らかさ

<状態と傾向>



- 透明度および全窒素、全りんで一定の改善傾向が見られません。
- 令和元年度（2019年度）に観測開始以降初めて北湖の全窒素に係る環境基準を達成しました。
- CODは、流入負荷削減に連動した減少傾向は示さず、北湖は平成10年度（1998年度）以降高止まり、南湖は上昇傾向にありましたが、平成25年度（2013年度）に低下後、横ばい傾向にあります。

琵琶湖では、水質目標として環境基準が設定されています。CODには、ヒメマス等貧栄養湖型の水域の水産生物等に対応する水質（1mg/l以下：AA類型）があてはめられています。全窒素、全りんには、サケ科魚類およびアユ等の水産生物等に対応する水質（全窒素0.2mg/l以下、全りん0.01mg/l以下：II類型）があてはめられています。

これまで、県では、琵琶湖に流入する汚濁負荷を削減することによる水質改善に取り組んできました。

この結果、水質は、全窒素および全りんでは一定の改善傾向が見られます（図11、図12）。一方でCODは、流入負荷削減に連動した減少傾向は示さず、北湖は平成10年度（1998年度）以降、南湖は最近5年間、横ばい傾向にあります（図13）。

透明度については、北湖、南湖とも、ゆるやかに改善する傾向にあります（図14）。

しかしながら、近年では、平成24年（2012年）の6～7月に琵琶湖全域で大型緑藻が大増殖したことから、同年7月には透明度をはじめとする水質項目が特異的に悪化し、CODは昭和54年度（1979年度）の調査開始以来の最高値を記録しました。その後、南湖では藍藻のアナベナも大増殖・分解し、南湖から瀬田川・宇治川、疏水から鴨川まで泡立ちが発生するに至りました。更に、平成30年（2018年）の夏季に藍藻のアナベナ・アフィニス南湖の湖心部を含むほぼ全域で大増殖したことから、同年8～9月に透明度をはじめとする水質項目が特異的に悪化し、CODとクロロフィルが過去最高値を更新し、BODや全窒素も8月の過去最高値をそれぞれ更新しました。一方で、同年度の北湖の全窒素濃度は過去最低値を更新するなど、年や月、項目による変動が大きくなる傾向が見られ、水質変動の予測や解析も困難になってきています。

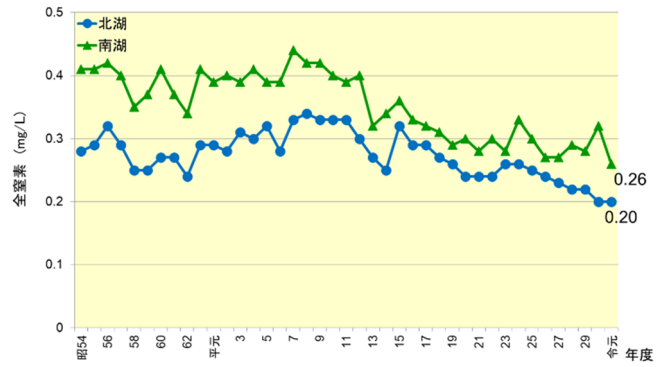


図 11 全窒素の経年変化

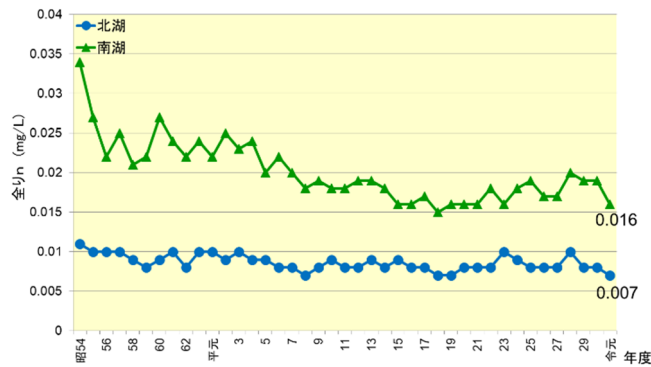


図 12 全りんの経年変化

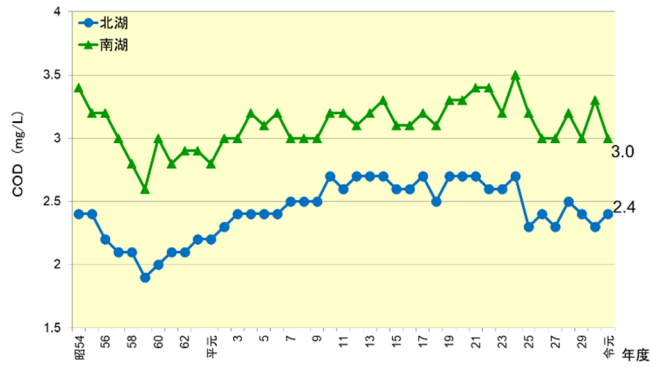


図 13 CODの経年変化

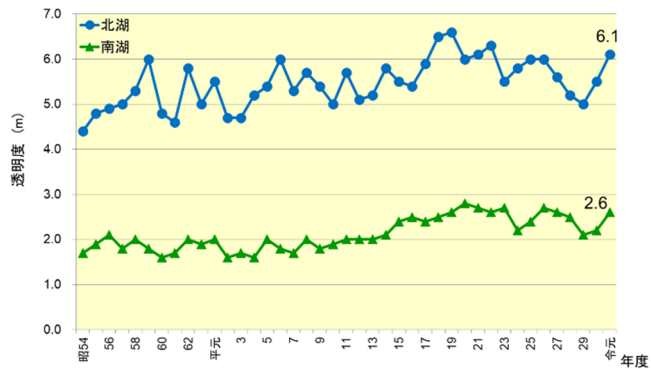


図 14 透明度の経年変化

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

<これまでの取組>

琵琶湖に流入する汚濁負荷量を削減するため、湖沼法に基づく「琵琶湖に係る湖沼水質保全計画」に基づき、下水道等の整備や工場・事業場排水対策、生活排水対策、流出水対策、公共用水域の水質監視、調査研究の推進、地域住民等の協力の確保等の取組を実施してきました（図 15）。

流入汚濁負荷削減の取組の一つである下水道については、整備率が平成 12 年（2000 年）に全国平均を上回り、令和元年度（2019 年度）末時点で下水道処理人口普及率が 91.1%、全国第 7 位となりました（図 16）。平成 29 年度（2017 年度）末時点での人口に占める高度処理人口の割合は全国 1 位となっています。

こうした下水道の整備や工場・事業場の排水規制、環境こだわり農業の推進などの流出水対策や各種水質保全対策の実施により、陸域からの汚濁負荷は削減されてきました（図 17）。

これらの効果を評価するため、水質モニタリングの精度確保や向上を図るとともに、新たな知見に基づき順次追加される新規水質基準項目の監視を効率化して進めてきました。こうして得られたモニタリングデータ等は、琵琶湖水・物質循環モデルの構築、高度化に活用してきました。これらを通じ、難分解性有機物をはじめとする顕在化する課題の解明を進め、琵琶湖における水環境の課題の抽出・整理や、マザーレイク 21 計画や湖沼水質保全計画をはじめとする各種行政計画の将来目標の議論に役立ててきました。

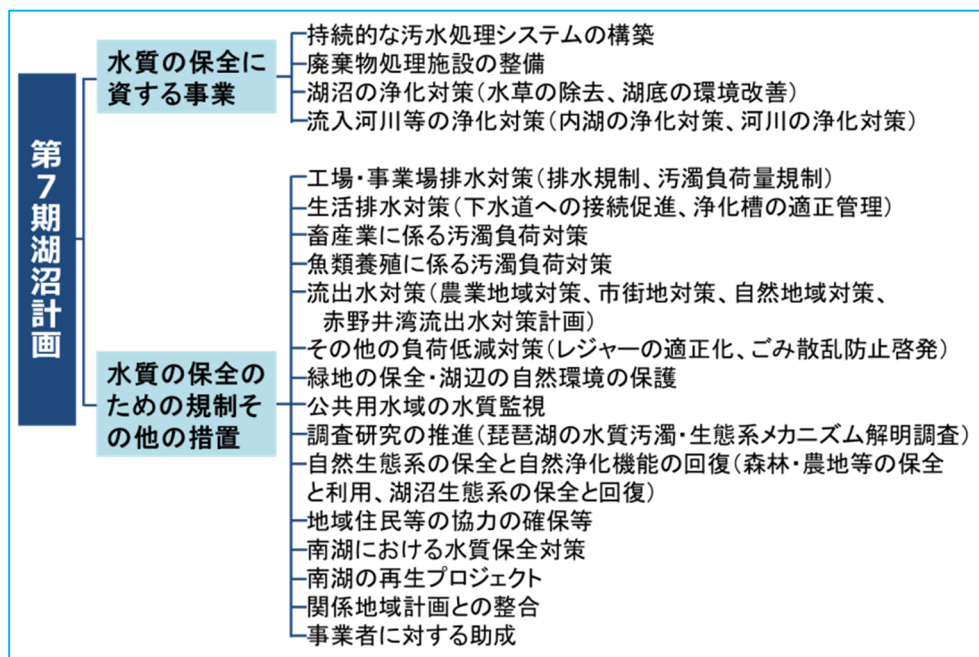


図 15 琵琶湖に係る湖沼水質保全計画（第7期）

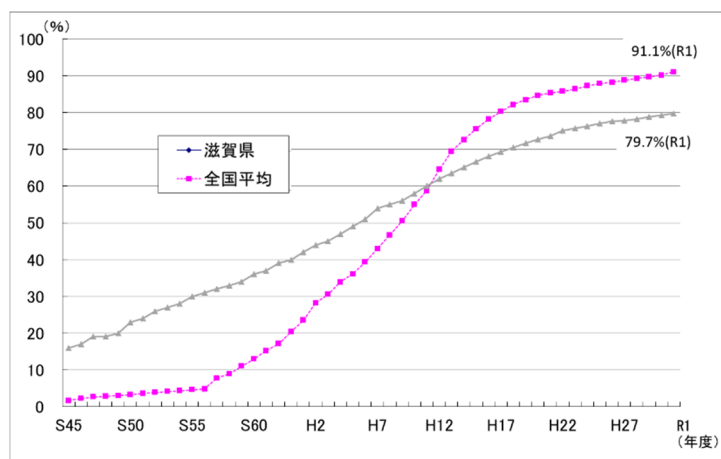


図 16 下水道処理人口普及率の推移

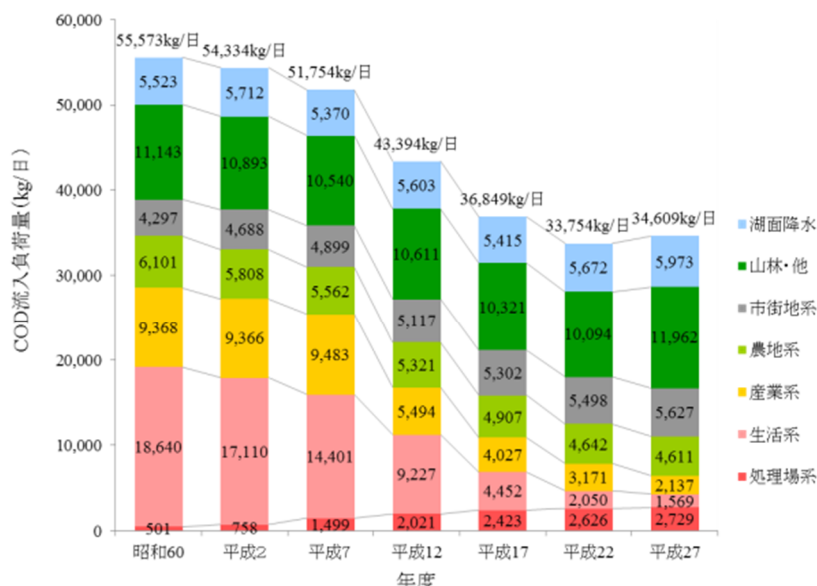


図 17 琵琶湖へのCOD流入負荷量経年変化

<評価と今後の取組の方向性>

琵琶湖の水質は、北湖と南湖のCOD、南湖の全窒素と全りんで環境基準を達成していませんが、全窒素や南湖の全りんで改善傾向がみられるなど、これまで取り組んできた汚濁負荷の削減対策の成果が現れてきており、引き続き対策を推進していくことが必要と考えられます。

一方で、琵琶湖では、水質改善で期待された在来魚介類のにぎわいは回復しておらず、更に、水草の大量繁茂などの生態系の課題が顕在化しています。この一因として、琵琶湖水から窒素やりんなどの栄養塩を得て生産される植物プランクトンなどの有機物が動物プランクトンなどに捕食され、魚介類の成長を支える餌となるつながり、いわゆる食物連鎖を通じた物質循環の様相が大きく変化してきたのではないかと考えられます。このため、生態系に関わる物質循環の解明に取り組み、良好な水質と豊かな生態系が両立する琵琶湖環境の実現に向けた水質管理手法を引き続き検討していくことが必要です。

更に、水質やプランクトンの状況は、豪雨と晴天、寒暖差等、気象の変化の影響を大きく受けるため、近年の気候変動に伴って解析も複雑化し、精度の高い予測にはより多くのデータが求められるようになってきており、きめ細かな水質のモニタリングによって、水質を把握することが必要になっています。

<関連情報>水質の改善と栄養塩バランス

富栄養化対策を進めると、一般に窒素よりもリンの方が削減されやすいため、窒素とリンの濃度比 (N/P 比) が増加する傾向が見られます。この変化が植物プランクトンの群集組成などに影響する可能性も指摘されています。琵琶湖の N/P 比は、かつていったん上昇しましたが、最近 20 年程度で見ると全窒素が減少してきたことから一時と比べると低下傾向にあり、昭和 54 年 (1979 年) 当初のレベルに戻りつつあります (図 18)。しかしより長期に見ると依然高い状態にあるため、今後も注意して推移を見ていく必要があります。

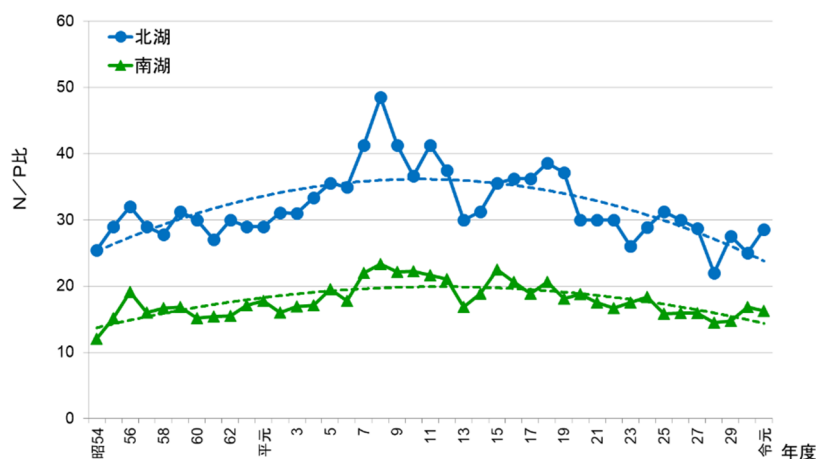
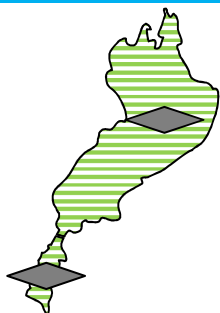


図 18 琵琶湖における窒素とリンの濃度比の経年変化

(2) 琵琶湖の植物プランクトン

<状態と傾向>



- 淡水赤潮は、平成 8 年 (1996 年) 頃までは多発していましたが、その後減少傾向となり、平成 22 年 (2010 年) 以降発生数はゼロとなっています。
- アオコは、昭和 58 年 (1983 年) に南湖で初めて発生して以降、現在まで、ほぼ毎年発生が確認されています。特に、平成 28 年度は過去最多の発生日数となりました。

淡水赤潮は昭和 52 年 (1977 年) に大規模に発生して以降、平成 8 年 (1996 年) 頃までは多発していましたが、その後減少傾向となり、平成 22 年 (2010 年) 以降発

生には至っていません（図 19）。

一方で、アオコについては、昭和 58 年(1983 年) に南湖で初めて発生して以降、昭和 59 年(1984 年) と平成 26 年(2014 年) を除いて毎年発生が確認されています（図 20）。平成 28 年(2016 年) には発生水域数、発生日数ともに過去最多を記録しました。これは、5 月以降植物プランクトンが多く透明度が低い状態が続いたため水草の生育が遅れたこと、また、夏場の降水量が少なく湖水が滞留し、日射量も多く、植物プランクトンが増加しやすい状況が続いたことが原因と考えられています。発生水域については、平成 6 年(1994 年) に北湖でもアオコが発生し、南湖に限らず閉鎖性の強い港湾を中心に観測されるようになりましたが、平成 22 年(2010 年) 以降、北湖では確認されていません。

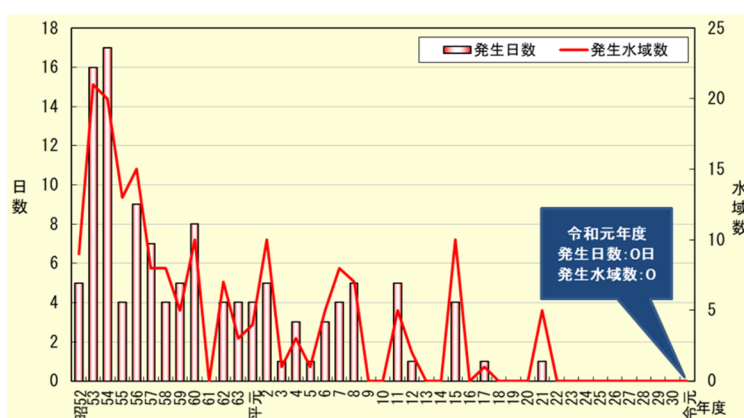


図 19 淡水赤潮の発生日数・水域数

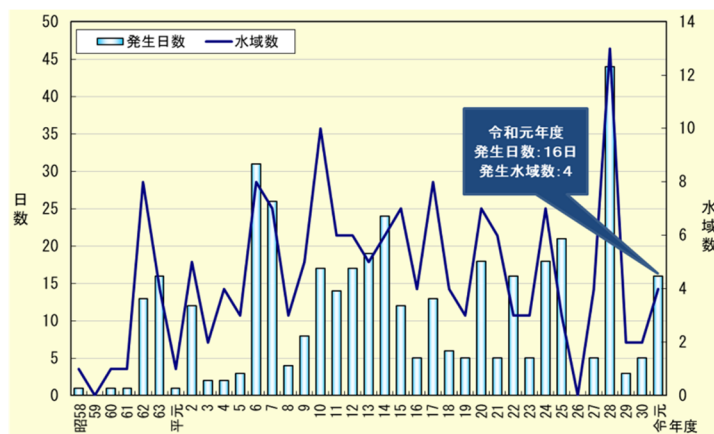


図 20 アオコの発生日数・水域数

また、近年では、漁網に異常な汚れが付着するなど、植物プランクトンの種組成が変化したことが影響しているのではないかと考えられる現象も見られます。植物プランクトンの種組成は、かつては珪藻主体だったといわれていますが、昭和 50 年(1975 年) 頃からは緑藻が主体となっています。なお、平成 25 年(2013 年) から平成 27 年(2015 年) は珪藻が主体でしたが、平成 28 年(2016 年)、平成 29 年(2017 年) は緑藻が大増殖するなど、年や季節によって種組成が大きく変動する傾向にあります。特に、平成 23 年(2011 年) 11 月に琵琶湖で初めて確認された南半球原産の大

型緑藻ミクラステリアス・ハーディは、平成 28 年(2016 年) 秋季に大量に増殖し、春先まで現存しました。琵琶湖において冬季を通じて大型緑藻が増殖するのは初めてのことでした(図 21)。



図 21 植物プランクトンの種組成の変化

<これまでの取組>

淡水赤潮、アオコの発生抑制対策として、窒素、りんの流れを抑えるため、県では、滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例に基づく、工場や事業所からの排水の規制や、りんを含む家庭用合成洗剤の使用・販売の禁止等を行うとともに、窒素、りん除去に対応した高度処理を行う下水道の整備を進めてきました。

また、淡水赤潮やアオコの発生可能性が高い季節には、監視パトロールを実施し、発生の兆候、発生状況等の確認、情報発信、発生要因の解析を行い、利水障害の軽減に努めています。

植物プランクトンは琵琶湖生態系を支える原動力であり、その種組成の変化は水環境に大きな影響を与えることから、平成 27 年度(2015 年度)から琵琶湖等の公共水域水質測定計画に植物プランクトンに係る調査を位置付け、法定モニタリングとしての調査を開始しました。

<評価と今後の取組の方向性>

流入負荷の削減対策等により、平成 22 年(2010 年)以降、淡水赤潮の発生は見られておらず、富栄養化は抑制されていると考えられます。

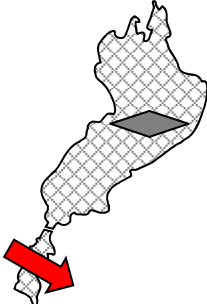
一方で、アオコは依然として毎年発生していること、また、プランクトンの種組成が変化してきていることなどから、引き続き植物プランクトンの発生状況を監視

し、その発生メカニズムを解明していく必要があります。

今後も引き続き、窒素、りんの入力負荷削減対策や監視パトロールを行い、淡水赤潮、アオコによる利水障害等の軽減に努める必要があります。

(3) 琵琶湖の底質

<状態と傾向>



- 底質の状態を示す「強熱減量」は、毎年定期調査では北湖ではわずかに増加傾向が、南湖では増加傾向が見られています。
- 10年に1回程度実施する多地点調査では、「強熱減量」は北湖では横ばいですが、南湖で増加傾向にあります。
- 南湖東岸沖に多数形成されている深い窪地では、夏季には貧酸素状態となり、窒素やりんなどの濃度が上昇するなど、水質の悪化が見られます。

琵琶湖では毎年11月に、北湖1地点、南湖1地点において底質の調査を実施しています。また多地点における底質調査を、10年に1回程度の頻度で、これまでに3回行っています。

調査項目のうち「強熱減量*」は、底質中の有機物量の指標の一つであり、泥質の状態を表す一つの目安にもなります。毎年定期調査では北湖ではわずかに増加傾向が、南湖では増加傾向が見られています。(図22)

一方、多地点調査では、昭和60年代と比較すると、北湖では横ばいですが、南湖で増加傾向にあることが分かります。(図23)

*強熱減量：土壌を乾燥・強熱したときに減少する質量の比率を表したもので、大部分は有機物である。値が大きいほど土壌に含まれる有機物量が多いと考えられるため、泥質状態を表す一つの目安となる。

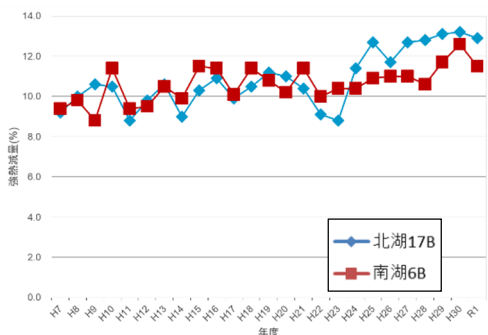


図 22 湖心部における底質の強熱減量 (毎年調査)

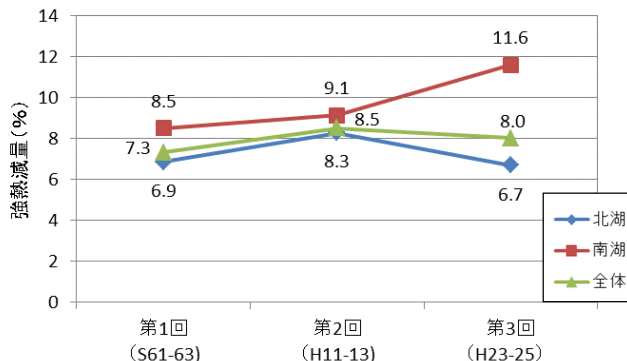


図 23 湖内11地点における底質の強熱減量 (多地点調査)

また、湖底の砂地はシジミの生息にとって重要な要素ですが、特にセタシジミの広大な漁場でもあった南湖の湖底の砂地の面積は、昭和44年(1969年)頃の約720ha

から平成元年には約 151ha に大きく減少しました。

南湖はかつて「魚のゆりかご」と言われ、豊かな生態系を形成し、セタシジミやホンモロコの宝庫でしたが、砂利採取などにより、現在では概ね 300ha の広大な水域に多くの窪地が点在しています (図 24)。この水域では、夏季に窪地の湖底が貧酸素状態となって、窒素やりんなどの濃度が上昇するとともに、硫化物イオンが検出されるなど、水質の著しい悪化が見られます。

また、南湖では、近年、夏になると湖底の約 9 割を水草が覆う状況にあり、腐敗した水草による湖底の泥化などが底質にも影響を与えていると考えられます。

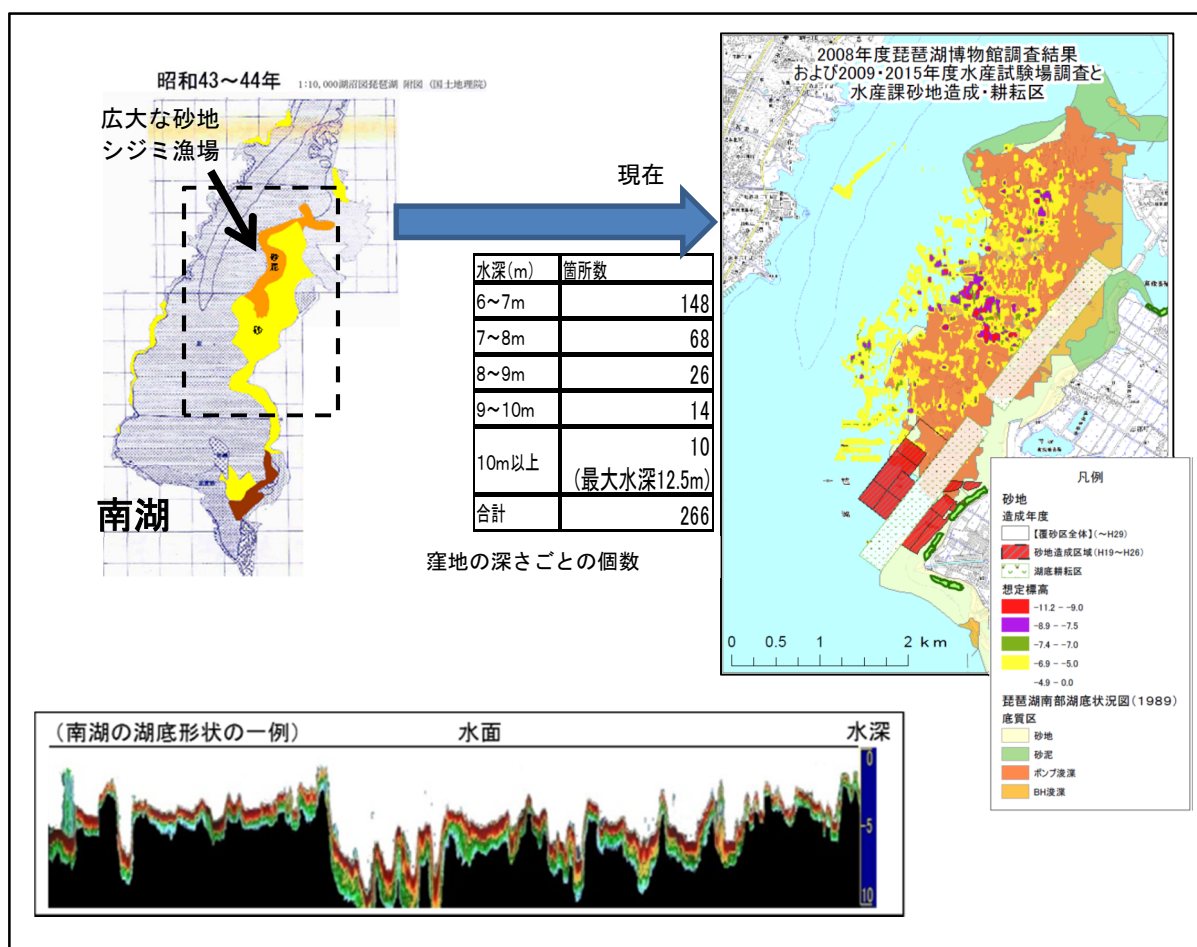


図 24 南湖における窪地の状況

<これまでの取組>

南湖において減少した砂地の回復を図るため、県では平成 19 年度(2007 年度) から令和元年度(2019 年度)までに 67.8ha の砂地を造成しました。その結果、湖底の耕耘により再生した砂地(120ha)、残存砂地(151ha)と合わせた全体の砂地面積は 338.8ha になりました。

あわせて、シジミ資源の増殖のため、砂地造成区域にセタシジミの稚貝を放流しています。

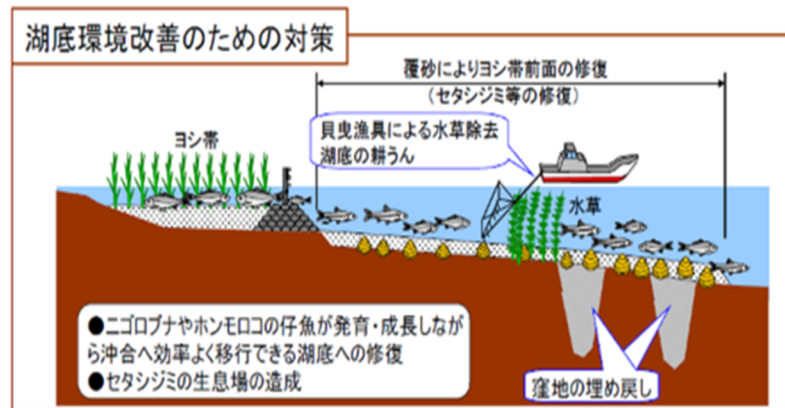


図 25 湖底環境改善のための対策

<評価と今後の取組の方向性>

砂地については、令和元年度（2019年度）から令和6年度（2024年度）までに、更に27haを造成する計画です。

南湖の湖底環境の改善に向けては、窪地の埋め戻しなどによる平坦化、覆砂などの対策をより効果的に進めていくため、知見の収集、課題や関連情報の共有を図りつつ、事業の実施に向けた道筋を確立する必要があります。このため、平成31年（2019年）3月に南湖湖底環境改善検討会を立ち上げたところであり、外部有識者から技術的助言をいただきながら、南湖の湖底環境改善の事業化に向けた取組を進めていくこととしています。

底質の変動についても、引き続き、状況を把握していく必要があります。

(4) 底層の溶存酸素濃度（底層DO）

<状態と傾向>

	<ul style="list-style-type: none"> ○北湖今津沖中央の底層DOの年度最低値は、平成11年度（1999年度）頃を境に貧酸素状態の目安である2mg/Lを下回る頻度が増えています。 ○平成30年度（2018年度）および令和元年度（2019年度）冬季には、例年冬に琵琶湖北湖で見られる全層循環が、観測史上初めて確認できず、令和2年（2020年）12月には北湖第一湖盆および第二湖盆の水深70m付近まで貧酸素状態が広がっていることが確認されました。
--	--

琵琶湖の湖底付近では、表層から沈降した植物プランクトンなどの有機物がバクテリアによって分解され、溶存酸素（DO）が消費されています。

琵琶湖では、春から夏にかけて表層付近の水温が上昇して比重が小さくなり、湖底付近の水温が低く比重が大きい層との間に、水の混合が起こらなくなる「水温躍層（やくそう）」が形成されます。水温躍層が形成されると酸素を多く含んだ表層の水が底層に供給されなくなります。このような状況で、底層においては有機物の分解

に伴う酸素消費が進むため、底層部のDO（底層DO）は減少していきます。

晩秋から冬にかけて、表層水は温度の低下とともに徐々に比重が大きくなり、湖水の鉛直方向の循環混合が進んでいきます。この循環混合が湖底にまで達すると、表層から底層まで水温が

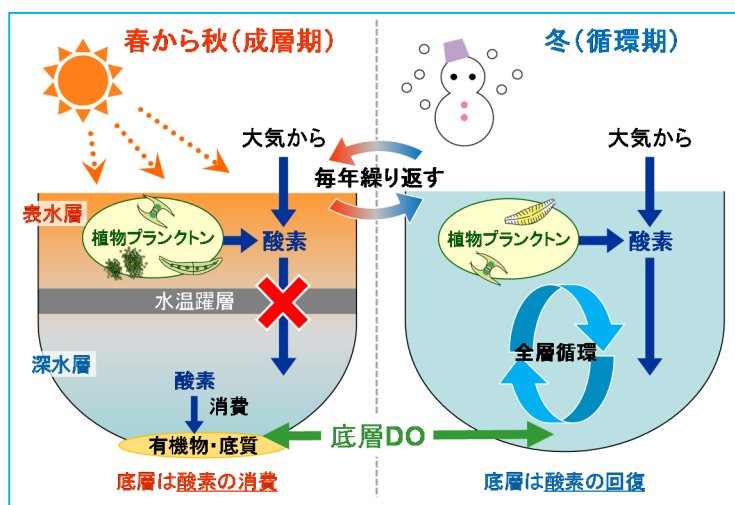


図 26 全層循環の模式図

同じになり、水質も一様になって底層DOが回復します。この状態を「全層循環」といい、琵琶湖ではこれらの現象が毎年繰り返されています。

このように、底層DOの値は、主に①物理的な混合による上層からの酸素供給、および②底層における有機物の分解等による酸素消費、の二つの要素によって決まります。①の物理的な混合については、先に述べたように酸素を多く含む表層水が冬季に冷やされて湖底まで運ばれるほか、台風等の強風によって湖底付近の湖水が攪乱されて少し上の層の酸素を多く含む湖水と混ざり合ったりすることなどが考えられます。②の酸素消費に係るものについては、陸域から流入した有機物、表層で植物プランクトン等によって生産された有機物があり、この他にも底質中の還元物質による酸化等が関与します。底質の指標（強熱減量）は、この②による酸素消費に関係する一指標です。

底層DOはそこに住む生物にとって極めて重要で、海洋生物での調査によると、比較的低酸素に強い貝類を除くと、底層DOが約4 mg/L 以下になると貧酸素耐性が弱い生物から何らかの影響が出てくると考えられています。特に2 mg/L 以下になることを「貧酸素（状態）」と呼ぶことがあり、多くの生物への影響が懸念されます。平成27年度（2015年度）には底層DOが水質汚濁に係る環境基準に追加され、琵琶湖でも基準値設定の検討が進められています。

北湖今津沖中央の底層DOの年度最低値では、平成11年度（1999年度）頃を境に、2 mg/L を下回る貧酸素状態が確認される年の頻度が3、4年に一度と増えています。この原因としては、台風が少ないことや暖冬といった気象による影響のほか、大型の植物プランクトンが増殖して湖底に有機物が多く沈降することなどが考えられます。

平成29年度（2017年度）には最低値1.7 mg/L を観測しましたが、これは春から夏にかけて大型緑藻が大量に増加し、それが湖底に沈降して水温躍層が形成されている時期に酸素消費を促進したことが主な原因と推測されています。

また、平成30年度（2018年度）の冬季には、例年冬に琵琶湖北湖で見られる全層

循環が観測史上初めて完了せず、底層DOが十分に回復しませんでした。令和元年度(2019年度)に入ると、この底層DOが例年より低い状態から徐々に低下し始め、令和元年(2019年)8月には今津沖の北湖第一湖盆の水深90mにおいて底層DOが2mg/lを下回り(図28)、底生生物の死亡個体が確認されました。さらに、令和元年度(2019年度)の冬季も前年度に引き続き全層循環が完了しませんでした。

令和2年(2020年)の夏頃から北湖第一湖盆の水深90m付近で貧酸素状態がみられるようになり、12月には、北湖第二湖盆も含め、推進70m付近にまで広がっていることが確認されました。

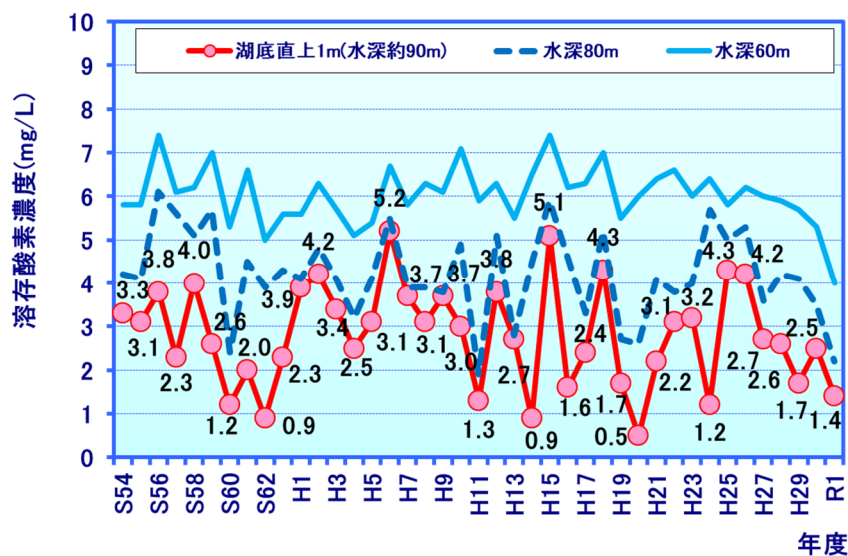


図27 北湖今津沖中央における底層DOの年度最低値

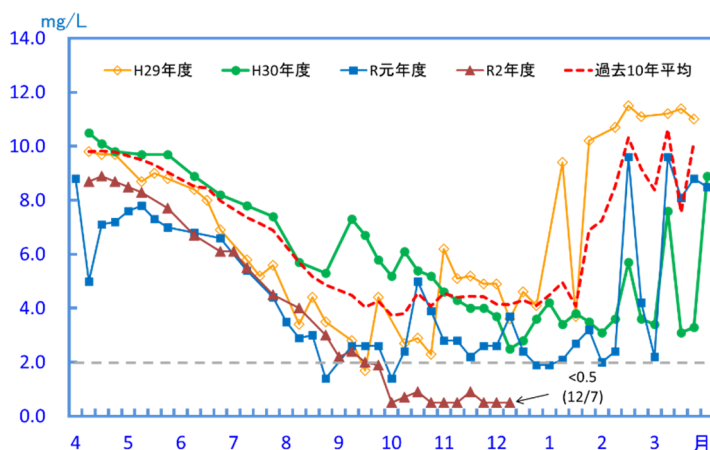


図28 北湖今津沖中央における底層DOの経月変動



水深90mの湖底の様子
(令和元年10月10日(ROVカメラで撮影))

<これまでの取組>

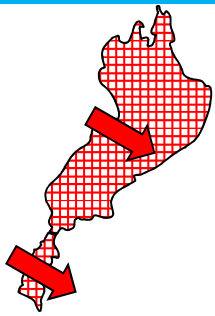
従前より北湖今津沖中央において水深別調査の一環として底層D Oのモニタリング調査を実施してきましたが、平成18年度(2006年度)の冬に全層循環が大きく遅れ、その後の底層D Oの低下が懸念されたことから、モニタリングを強化してきました。また、平成20年度(2008年度)の12月にも今津沖の北湖第一湖盆水深90mの湖底で生物のへい死が確認されて以降、ROV(水中ロボット)等による湖底の生物生息調査を実施してきました。特に、平成30年度(2018年度)および令和元年度(2019年度)の冬季に全層循環が確認できなかったことを受けて、令和元年度(2019年度)からは北湖第一湖盆における底層D Oの観測頻度を増やすとともに、ROVによる湖底の生物生息調査を実施し、状況を注視してきました。令和2年度(2020年度)は、貧酸素状態がみられる範囲の拡大を受け、調査地点を増やして状況の把握を行っています。

<今後の取組の方向性>

今後、気候変動に伴い、温暖化と合わせて寒暖差が激しくなり、全層循環が不十分な年が増え、底層D Oが十分回復せず、底層が貧酸素化し、その水域が拡大することも懸念されることから、引き続き、北湖の底層D Oのモニタリング調査やその変動要因の解明、ROVによる生物生息調査を実施し、その状況を監視・調査していくとともに、種の保存への影響の把握手法や、気候変動の緩和策の重要性の情報発信、気候変動との関係の解析を検討していく必要があります。

(5) 琵琶湖漁業の漁獲量(魚類等)

<状態と傾向>

	<ul style="list-style-type: none">○漁獲量は、昭和58年(1983年)の3,447トンから、平成30年(2018年)には614トンにまでに減少しました。○アユの産卵数が、平成24年(2012年)には平年の6%の7億粒に、平成29年(2017年)には平年の3%の2.5億粒になるなど、これまでにない大きな変化が見られました。○水草の除去や、外来魚駆除、種苗放流などの取組により、ニゴロブナやホンモロコの漁獲量には回復の兆しがみられます。
---	--

外来魚を除く魚類の漁獲量は、昭和58年(1983年)の3,447トンから減少し続け、平成30年(2018年)には614トン(貝類・エビ類を含めると770トン)となり、低迷しています。

また、最も漁獲量が多く最重要魚種であるアユの資源が近年不安定になっており、平成24年(2012年)には産卵数が平年の6%の7億粒に、平成29年(2017年)には3%の2.5億粒になるなど、これまでにない大きな変化が見られました。

更に、平成19年(2007年)以降、アユの体長が縮小する傾向が確認されたり、年

によってはアユやセタシジミの肥満度が大幅に低下するなど、琵琶湖内の餌環境の変化が影響している可能性も考えられています。

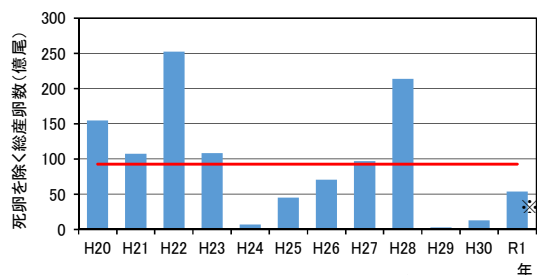


図 29 アユの産卵数の推移

※平成 30 年は台風による増水等で調査が不完全となった。

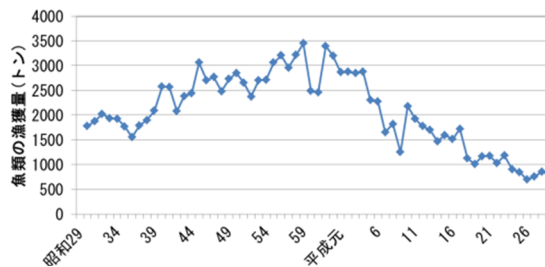


図 30 魚類の魚介量の推移 (外来魚除く)

<これまでの取組>

重要魚介類の種苗放流、ヨシ帯や砂地造成、湖底耕耘などの産卵・生息環境の改善、外来魚駆除などを行ってきました。フナは平成 15 年度(2003 年度) から、ホンモロコは平成 24 年度(2012 年度) から、琵琶湖周辺の稲作水田にふ化仔魚を放流し、中干し時に琵琶湖へ流下させる効果的な放流方法を本格化させました。

また、平成 28 年度(2016 年度)からは、「魚のゆりかご」である南湖を中心に、漁業者の皆さんと連携し、増えすぎた水草の除去や、外来魚駆除、種苗放流に取り組み、在来魚介類資源の回復や漁場の再生を図っています。

その結果、ニゴロブナやホンモロコの漁獲量に回復の兆しがみられ、平成 30 年(2018 年)の産卵期には南湖の赤野井湾をはじめ琵琶湖の広い範囲でホンモロコのまとまった産卵が確認されました(ニゴロブナの漁獲量は平成 30 年(2018 年)に前年より減少したが、全体的には増加傾向)。

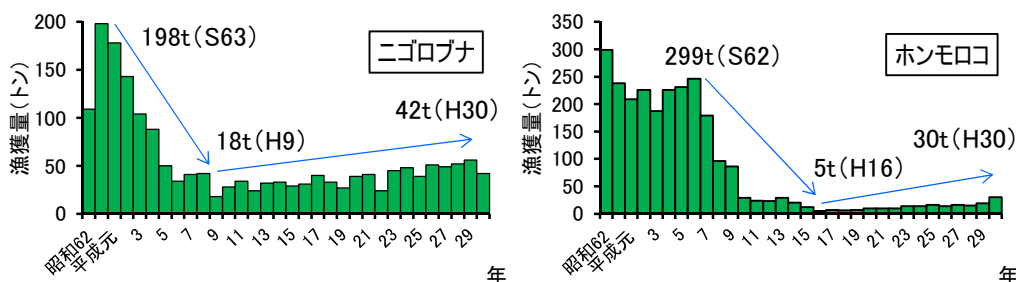


図 31 ニゴロブナとホンモロコの漁獲量の推移

<評価と今後の取組の方向性>

外来魚を除く魚類の漁獲量は昭和 58 年(1983 年)の 3,447 トンから平成 30 年(2018 年)には 614 トンにまでに減少し、低迷しています。また、平成 29 年(2017 年)にはアユの産卵数が平年の 3%の 2.5 億粒になるなど、これまでに見られませんでした。

また、フナやホンモロコなどの一部魚種では、回復の兆しが見られるものの、全

体としては、厳しい状況にあります。

このため、水産試験場による技術開発や効果調査の成果を十分活用しながら、引き続き水産資源の回復に係る取組を効果的、効率的に進めます。また、餌環境に関する課題については、県の行政部局と試験研究機関が連携する琵琶湖環境研究推進機構をはじめ、国立環境研究所琵琶湖分室や水産研究所など国の研究機関、大学等からの助言もいただきながら解決にあたり、着実な漁獲量の回復を目指します。



アユ



ニゴロブナ

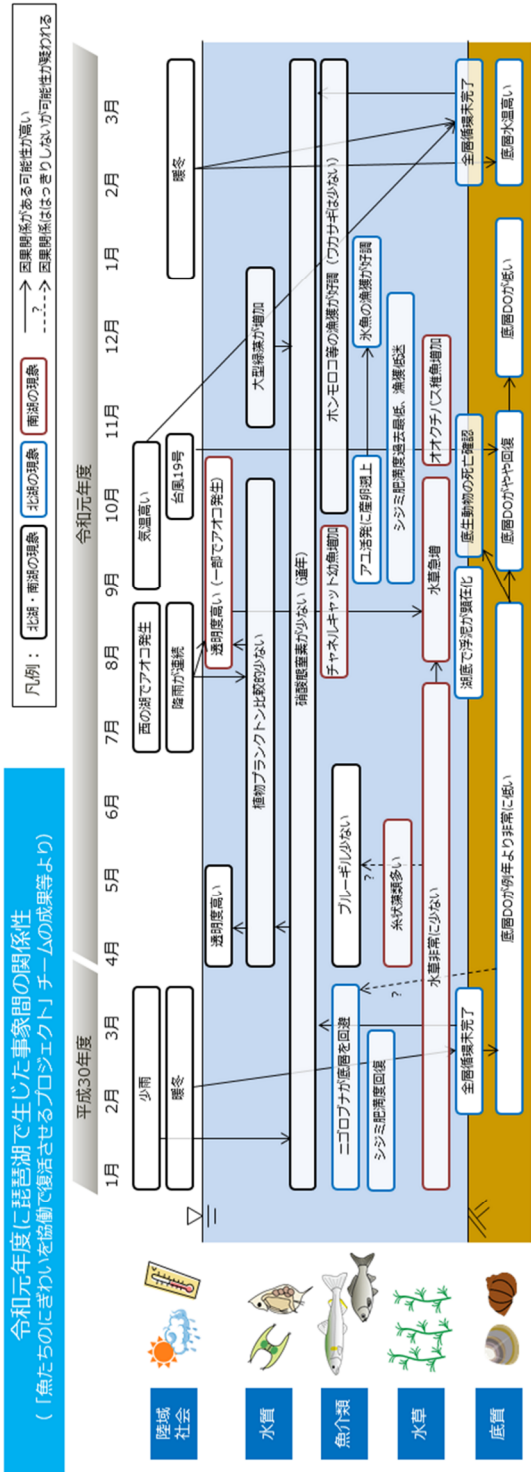


ホンモロコ

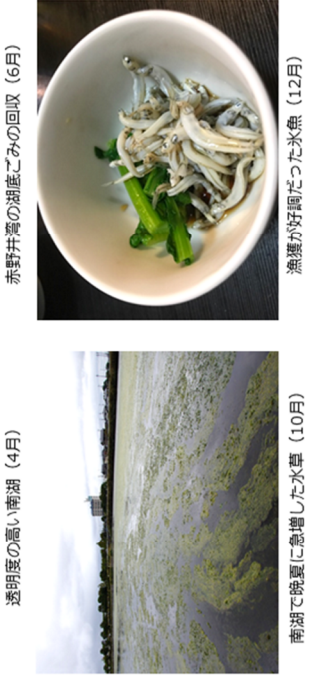
(6) 魚たちのにぎわいを協働で復活させるプロジェクト

第2期計画策定後、琵琶湖の生態系のバランスを是正し、本来の在来魚介類のにぎわいを復活させることを目指し、平成23年度（2011年度）に始まったのが、「魚たちのにぎわいを協働で復活させるプロジェクト」です。在来魚介類のにぎわい復活という重要課題に部局横断で取り組むため、第2期計画の新たな重点プロジェクトに位置付けられました。このプロジェクトには、県の行政部局だけではなく、試験研究機関や漁業者の方にもプロジェクトメンバーとして参加いただき、琵琶湖で生じてきた現象についての情報を共有し、課題の整理を行ってきました。

平成27年度（2015年度）からは、毎年度、前年度に琵琶湖で生じた事象間の関係性について、時系列でまとめています。図32はこのプロジェクトでまとめた「令和元年度（2019年度）に琵琶湖で生じた事象間の関係性」です。



※この模式図は、琵琶湖の体別について関係者の意見を整理したものであり、各事象間の関係性について科学的に実証されたものではありません。



滋賀県では、琵琶湖の生態系のバランスを是正し、本来の在来魚介類のにぎわいを復活させるため、行政、事業者の協力をこめて「魚たちのにぎわい」を協働で復活させるプロジェクト」チームを結成し、琵琶湖で生じた現象の把握や課題の整理を行っています。本チームで議論した内容を踏まえ、令和元年度に琵琶湖で生じた事象間の関係性を時系列に沿ってまとめました。なお、このまとめは学術的な検証を得ていない結果を含んでいることに注意ください。

平成30年度末には観測史上初めて琵琶湖の全層循環が生じず、大きなニュースとなりました。底層の溶存酸素濃度 (DO) は例年より1~2mg/L程度低い状態から始まり、その後8月頃までは低い状態が続きましたが、10月の台風19号による強風などで一時的に回復しました。多くの生物の生息環境に悪影響を与える2mg/Lを下回ったのは8月下旬など限られた時期でしたが、9~10月には底生動物の死に個体が確認されました。また、令和元年度も全層循環が生じず、気候変動の影響が懸念されています。

全層循環が生じなかったことで底層からの硝酸態窒素の回帰が少なかったこと、また夏季に降雨が連続したことなどから、植物プランクトンが夏季~晩夏にかけて少ない状態が続き、透明度が高く維持されました。有機物の指標であるCODなども平年より低いと多く、水質の面では改善されたといえます。

水鳥は昨年年度に引き続き非常に多いまま推移しましたが、降雨の影響で夏季の透明度が高かったことからクロモリなどが急増し、10月の台風で湖岸に多く打ち上げられるなどしました。秋季のアユの産卵量は平年の6割程度でしたが、その後の水鳥の漁獲は好調で久しぶりに鮮魚が流通しました。ホンモロコイやイサガなど他魚種の漁獲も比較的よい状況が続きましたが、一方でシジミの漁獲が低迷するなどの問題も起きました。ブルーキリハエは昨年同様少ない一方で、オオクチハエは秋季に稚魚が多く確認されました。

このほかにも、6月には守山市の赤野井湾において湖底ごみの実態把握調査を実施しました。回収されたごみのうち、プラスチックごみの割合は体積比で74.5%であったこと、またその内訳としては袋類、農業系プラスチックごみが多いことが分かりました。プラスチックごみは時間をかけて分解され、生態系等への影響が懸念されているマイクロプラスチックごみとなる可能性があることから、今後効果的な削減対策等を検討することが必要です。

図 32 令和元年度に琵琶湖で生じた事象間の関係性

(7) 「湖内」のまとめ

琵琶湖の水質汚濁が問題になった昭和 40 年代以降、対策の中心は、「琵琶湖に流入する汚れを減らす」ための施策でした。下水道の整備や工場排水規制等の取組を進めてきた結果、流入負荷は削減され、水質関係の多くの指標は改善傾向を示しています。

栄養塩類の濃度も減少傾向にあり、平成 22 年(2010 年)以降、淡水赤潮の発生は見られておらず、富栄養化の進行は抑制されていると考えられます。一方、アオコについては、ほぼ毎年発生しており、また、平成 28 年度(2016 年度)には過去最大の規模で発生するなど、注視が必要な状況が続いています。

植物プランクトンの種組成にも変化が見られ、特に近年は動物プランクトンに食べられにくいとされる藍藻の割合が増加する傾向にあります。また、在来魚介類も減少しており、生態系の課題が顕在化しています。

流入負荷が削減されてきたにも関わらず、こうした生態系の課題が顕在化してきた背景には、琵琶湖水から栄養塩を得て生産される植物プランクトンなどの有機物が動物プランクトンに捕食され、魚介類の成長を支える餌となりにくい状況、食物連鎖を通じた物質循環の様相が大きく変化したことが関係しているのではないかと考えられています。

こうした状況は、水草の繁茂状況や、降水量など、さまざまな要因が複雑に絡み合っていると考えられ、個別の課題に対応しても、相反する新たな課題が顕在化する可能性があるため、総合的な視点での対策が求められます。

こうした湖内における事象間の関係性を明らかにし、有効な対策につなげるため、「魚たちのにぎわいを協働で復活させるプロジェクト」による議論も始めています。

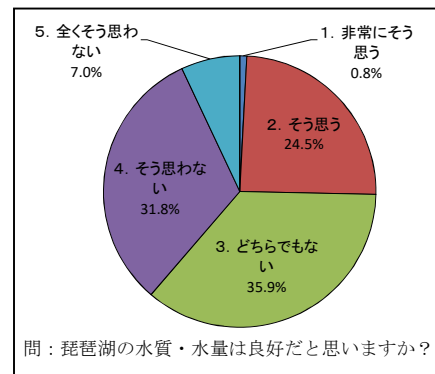
平成 30 年度(2018 年度)の冬季には、琵琶湖で観測史上初めて北湖第一湖盆で全層循環が確認できず、つづく令和元年度(2019 年度)の冬季と 2 年連続で全層循環が完了しないという事象が発生しました。気候変動が琵琶湖の水環境に及ぼす影響も現れてきており、琵琶湖の課題はますます複雑化、多様化してきています。今後も引き続き、調査や研究などを通じて、湖内における事象間の関係性をできる限り明らかにしながら、必要な対策に取り組む必要があります。

<県政モニターアンケートより>

県政モニターアンケート（令和元年（2019年）5月実施）における琵琶湖の水質・水量の状態についての質問では、約25%の人が良好と答え、約75%の人がどちらでもない、または良好とは思わないと答えています。

良好と答えた人は、「一昔前よりもよくなった」や「匂いがしなくなった」などを理由に挙げており、かつての琵琶湖の水質が悪かった時代と比較して良くなったと捉えている人が多いと考えられます。

また、どちらでもない、または良好とは思わないと答えた人は、琵琶湖周辺のごみの存在や、水草の発生、また、匂いや濁りなどを理由に挙げており、現地で見たり感じたりした実際の状況から「肌感覚」で琵琶湖の水質などの状態を判断している人が多いと考えられます。



「マザーレイク 21 計画と水質の課題」

京都大学名誉教授 津野 洋

マザーレイク 21 計画は、行政はもとより、県民をはじめ企業、事業者等が、水資源としてのみならず固有の生態系を育み固有の文化や景観を形成するなど多様な価値の複合体として位置付けられる琵琶湖を健全な姿で次世代に引き継ぐ重要性を共有し、「琵琶湖と人との共生」を基本理念として、日頃から環境負荷の少ない生活や事業活動を実践することが肝要であるとして、平成 12 年に作られました。平成 23 年にはその 1 期計画を評価し、さらに進展することを願って第 2 期改定版が作られました。その際の副題に「思いをつなぎ、命をつなぐ。母なる湖のもとに」とあるように、琵琶湖の保全と私どもの生活の関連が明確に分かるように、「琵琶湖流域生態系の保全・再生」と「暮らしと湖の関わりの再生」となりました。そして、マザーレイクフォーラムとびわコミ会議を実行し、皆が参画できる仕組みと順応的な進行管理を行えるようになりました。その際に、毎年分かりやすいように、付け加えることを前提に、指標（アウトカム指標、アウトプット指標）を取り入れました。これらはうまく機能しています。

琵琶湖の水質汚濁に係る環境基準項目の COD は漸増、最近はやや横ばい状態で環境基準をはるかに超える状態にあり、この改善が望まれています。下水道の整備や排水規制の強化等の対策をとっているにもかかわらずです。一方、BOD 指標で見ると改善傾向にあり溪流並みの水質になっています。この有機物指標である COD と BOD の乖離の増大はなぜかといった疑問がわき種々の研究がなされました。その結果、琵琶湖の有機物には 100 日経っても分解しないもの（難分解性有機物）が大半を占めることが分かりました。環境基準で取り上げている COD（過マンガン酸カリウム、酸性条件下 30 分間温浴分解方法）では、有機物によって分解する割合が大きく異なることから何を測っているか分からないことや、物質収支が取れないこと等から有機物の由来が分からないことや対策の効果が分からないことなどや、現在測定が簡便になったことから TOC（全有機炭素）指標への転換が必要になった、あるいは併用することが必要になった状態にあります。

もう一つの環境基準項目の全りんと全窒素についてです。全りんのうちのりん酸態りんは土に吸着性であり、規制の実施からすぐに成果が見え始めて効果が見えましたが、全窒素については、アンモニア態窒素は土に吸着性がありますが、硝酸態窒素に酸化されると吸着性がなくなり水に流出してきます。このため規制効果が遅れて出てきます。このため最近になって琵琶湖の窒素濃度の低下が出ており、窒素/りんの植物への取り込みのバランスからりんの濃度の若干の上昇傾向がみられますが、窒素及びりんの規制等の効果が見られ始めています。

今までの琵琶湖保全の方策としては、琵琶湖への負荷量の削減を主として行ってきました。その方策は間違いではなく大きな成果を上げてきました。琵琶湖のより一層の保全・再生が模索される現状では、一辺倒の負荷量の削減だけでなく生態系の観点へも目を向ける必要がある状況にあります。汚濁物規制のバランスや季節的变化も重要となるでしょう。

琵琶湖へのプラスチックの負荷も問題になるでしょう。完全な回収や生分解性のプラスチックへの転換も重要となるでしょう。