

水質評価指標としてのTOC等導入に向けた取組について

現在、琵琶湖（湖沼）における有機物に関する水質環境基準はCODが用いられていますが、CODだけでは水質を十分に評価できない可能性があることから、県では、琵琶湖における新たな水質評価指標の導入に向けて、有識者で構成する懇話会を設置するとともに、環境省の競争的資金を活用した研究を実施しています。さらに、今般、新たな水質環境基準としてTOCの導入に向けて国においても検討を開始するよう政府提案をおこないましたので、これまでの取組について報告します。

1. これまでの取組

- 平成 26 年度より有識者で構成する懇話会（琵琶湖における新たな水質管理のあり方懇話会）を設置し、議論を進めたところ、生態系保全も視野に入れた新たな水質管理の必要性、その指標として有機物量の全体を把握することができるTOCの必要性が示された。【別紙1】
- 湖内の物質収支の把握を通じて、生態系が保全されたにぎわい復活のための水質管理につなげることを目的として、平成 28 年度より3ヶ年計画で環境研究総合推進費を活用した「琵琶湖における有機物収支の把握に関する研究」を実施している。【別紙2】
- 滋賀県の行政部局と研究機関から構成する琵琶湖環境研究推進機構において、物質循環に関する研究を実施している。
- 平成 28 年度に策定した「第7期湖沼計画」において、TOCを用いた新たな水質管理手法を検討することを位置づけた。【別紙3】
- 平成 29 年 11 月には、新たな水質環境基準の検討を国へ提案をおこなった。【別紙4】

今までの水質管理

有機汚濁の指標
COD
酸素消費量

集水域からの有機汚濁防止

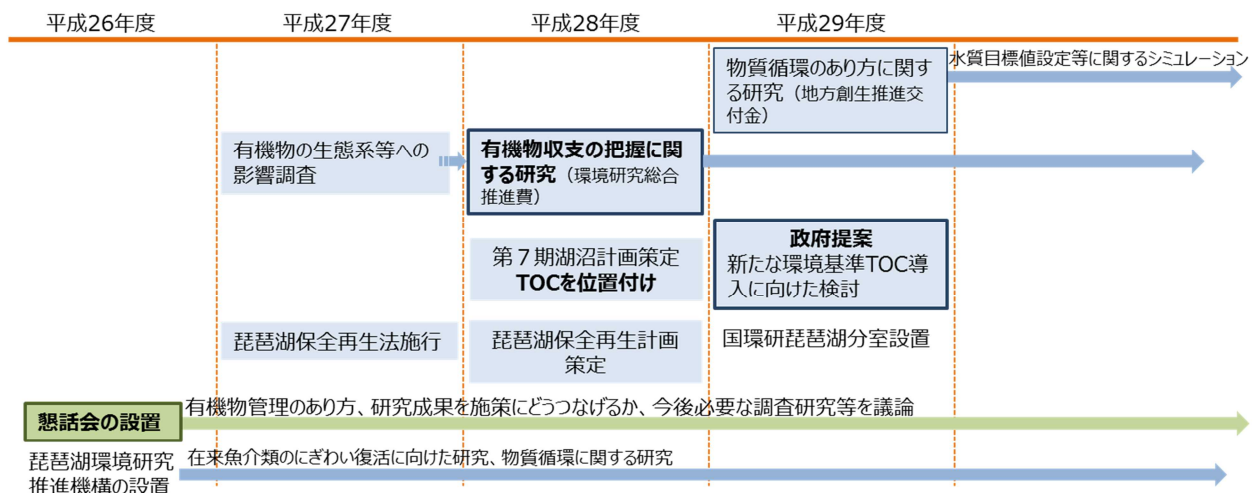
水質管理と生態系保全の両立

生態系の把握には、有機物量(生物含む)とそのフローの解析が必要

これからの水質管理

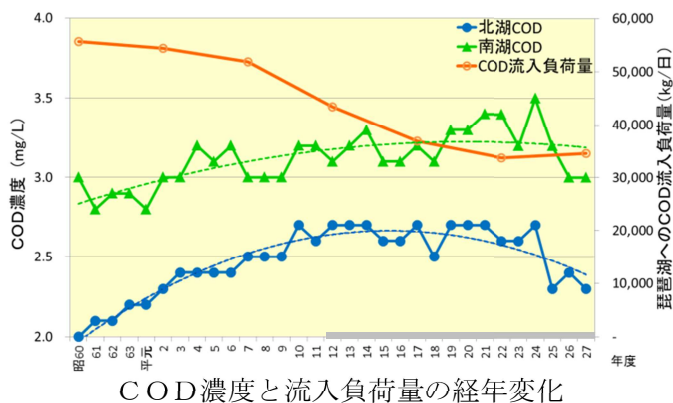
有機物量の実測値
TOC
炭素量

汚濁防止と物質循環の把握

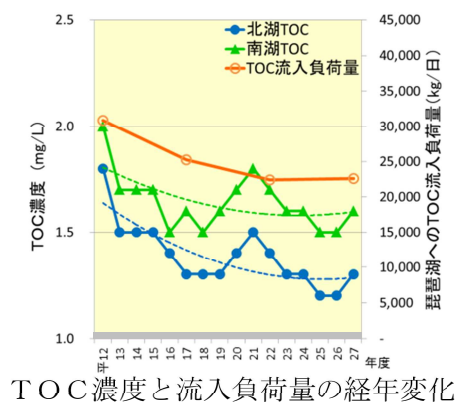


2. 新たな有機物指標の必要性

- ・ CODは有機物の全量を測定できず、湖沼における在来魚介類の減少や内部生産の問題などの生態系の課題に対応することが困難
- ・ 下水道の整備や工場排水対策等の各種水質保全対策の進捗により、琵琶湖へ流入する汚濁負荷は低減しているが、湖内のCODは流入負荷と連動した傾向が得られず、陸域における対策の効果を十分に評価・反映することが困難



COD濃度と流入負荷量の経年変化



TOC濃度と流入負荷量の経年変化

3. 新たな有機物評価指標としてのTOC導入の効果

- ・ 森～川～里～湖の生態系まで含めた水環境を、TOCによる統一的な指標で繋ぎ、評価し、施策を講じることにより、SDGsに示す「生態系の保全、回復及び持続可能な利用の確保」に寄与
- ・ 湖内の餌環境保全の視点に立ち、TOCの下限値を設定することなどにより、恵み豊かな生態系を目指す施策が可能
- ・ 陸域からの流入負荷と湖内の水質において、より相関性の高いTOCを指標とすることにより、琵琶湖をはじめとする湖沼に対して効率的な水質管理が可能

4. 今後の予定

良好な水質と多様で豊かな生態系が両立する琵琶湖の環境の実現に向け、水質と生態系のつながりに着目し、国との連携を強化するとともに、懇話会での議論や調査研究の実施を進め、琵琶湖における新たな水質評価指標の導入に向けた検討をおこなう。

参考：有機物指標（BOD・COD・TOC）について

BOD

生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand）。水中の有機物が微生物によって分解されるときに必要な酸素の量。河川の汚濁に関する代表的な指標であり、この値が大きいほど水が汚れていることを示す。

COD

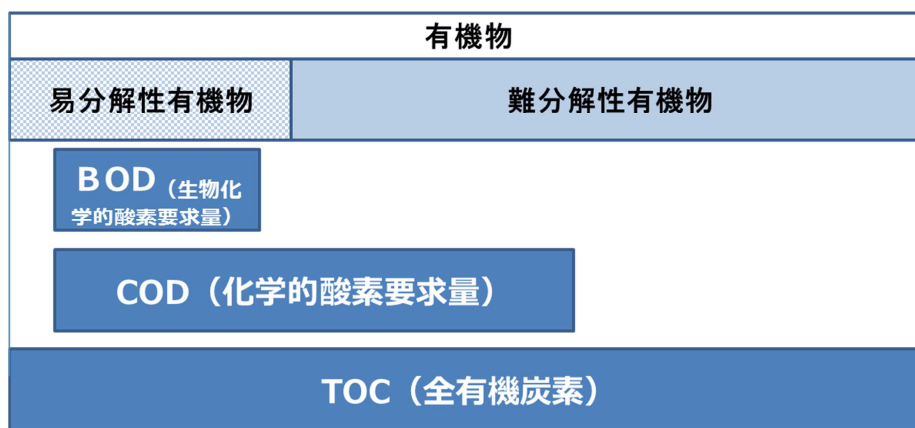
化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand）。水中の有機物を酸化剤で酸化した際に消費される酸化剤（日本の湖沼の場合は、過マンガン酸カリウムを使用）の量を酸素量に換算したもの。湖沼や海域の汚濁に関する代表的な指標であり、この値が大きいほど水が汚れていることを示す。

TOC

全有機炭素（Total Organic Carbon）。水中に含まれる有機物中の炭素の総量。

主な測定法では、900℃程度の高温で有機物を燃焼し、二酸化炭素にして炭素量を測定する。

有機物指標のイメージ図（カバーできる割合）



※CODは水中の有機物の質等の影響を受けるが、TOCは有機物量全体を把握することができる。

【別紙1】

「琵琶湖における新たな水質管理のあり方懇話会」でのこれまでの議論について

1. 懇話会設置の経緯

これまでの工場排水対策や下水道整備等の陸域対策により、琵琶湖へ流入する汚濁負荷は着実に減少しており、その結果、琵琶湖の透明度は上昇し、窒素、りん濃度は改善傾向にあるなど、富栄養化は抑制されている。

しかしながら、COD（化学的酸素要求量）については、流入する汚濁負荷は減少しているにも関わらず、湖水中での濃度に改善が見られないことから、原因究明のための調査研究を進めてきた。その結果、湖内の水環境の変化や、陸域での発生源対策を進めてきたことにより有機物における難分解性の割合が増加するなど、琵琶湖の有機物の状況は質的に変化している可能性があり、CODだけでは陸域での対策の効果を湖内の水質に十分反映出来ていないことが明らかとなった。

こうした状況を踏まえ、TOC（全有機炭素）等の新たな水質評価指標の導入を含め、生態系保全に向けた、今後の水質管理のあり方について意見交換を行うため、「琵琶湖における新たな水質管理のあり方懇話会」（以下、懇話会という。）を設置した。

2. これまでの議論

平成 26 年度 第 1 回 (H26. 09. 09) 第 2 回 (H26. 12. 12) 第 3 回 (H27. 03. 30)	<ul style="list-style-type: none">これまでの汚濁負荷削減を中心とした水質保全から、生態系保全を目指した水質管理にシフトしていく必要性等が示された。有機物の全体を把握できる新たな指標として、TOC 等の必要性が示された。
平成 27 年度 第 1 回 (H27. 09. 10) 第 2 回 (H27. 12. 10) 第 3 回 (H28. 03. 25)	<ul style="list-style-type: none">有機物の質の変化による生態系への影響調査として、湖水等から抽出した難分解性有機物による生態影響評価試験を行い、水質と餌環境の関係を検討するための基礎資料を得た。琵琶湖における有機物収支の把握に関する研究について議論を行い、その結果をふまえた内容で環境省の環境総合研究推進費への申請を行ったところ、採択を受けた（研究期間：H28～30 年度）。第 7 期の湖沼計画については、以下の方向性が示された。<ul style="list-style-type: none">① 従来の水質保全対策は引き続き継続するとともに、生態系の課題も顕著に表れていることから、生態系保全も視野に入れた琵琶湖における水質管理の必要性と今後の方向性についての記載を検討すること。② 第 7 期湖沼計画の策定に係る物質循環シミュレーションにおいては、COD、N、P の予測に加え、TOC によって琵琶湖における有機物のストックとフローを把握するとともに、これらの評価を通じて、湖沼生態系の問題点を把握していくことの記載を検討すること。③ 琵琶湖における有機物収支の把握に関する研究を通じ、生態系に関わる物質循環の知見を充実させるとともに、湖沼水質モデルの高度化を図っていくこと。
平成 28 年度 第 1 回 (H29. 03. 27)	<ul style="list-style-type: none">有機物管理のあり方や今後必要な調査研究等についてさらに議論をおこなう必要があるとの意見が得られた。

3. 懇話会委員名簿（平成 29 年度）

	氏名	所属	備考
1	今井 章雄	国立環境研究所琵琶湖分室分室長	
2	清水 芳久	京都大学大学院工学研究科附属 流域圏総合環境質研究センター教授	
3	高村 典子	国立環境研究所琵琶湖分室 フェロー/リサーチコーディネーター	
4	田中 宏明	京都大学大学院工学研究科附属 流域圏総合環境質研究センター教授	
5	津野 洋	京都大学名誉教授	座長
6	中野 伸一	京都大学生態学研究センター長	
7	早川 和秀	滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 総合解析部門副部門長	
8	渡辺 康正	環境省水・大気環境局水環境課長	

※五十音順・敬称略



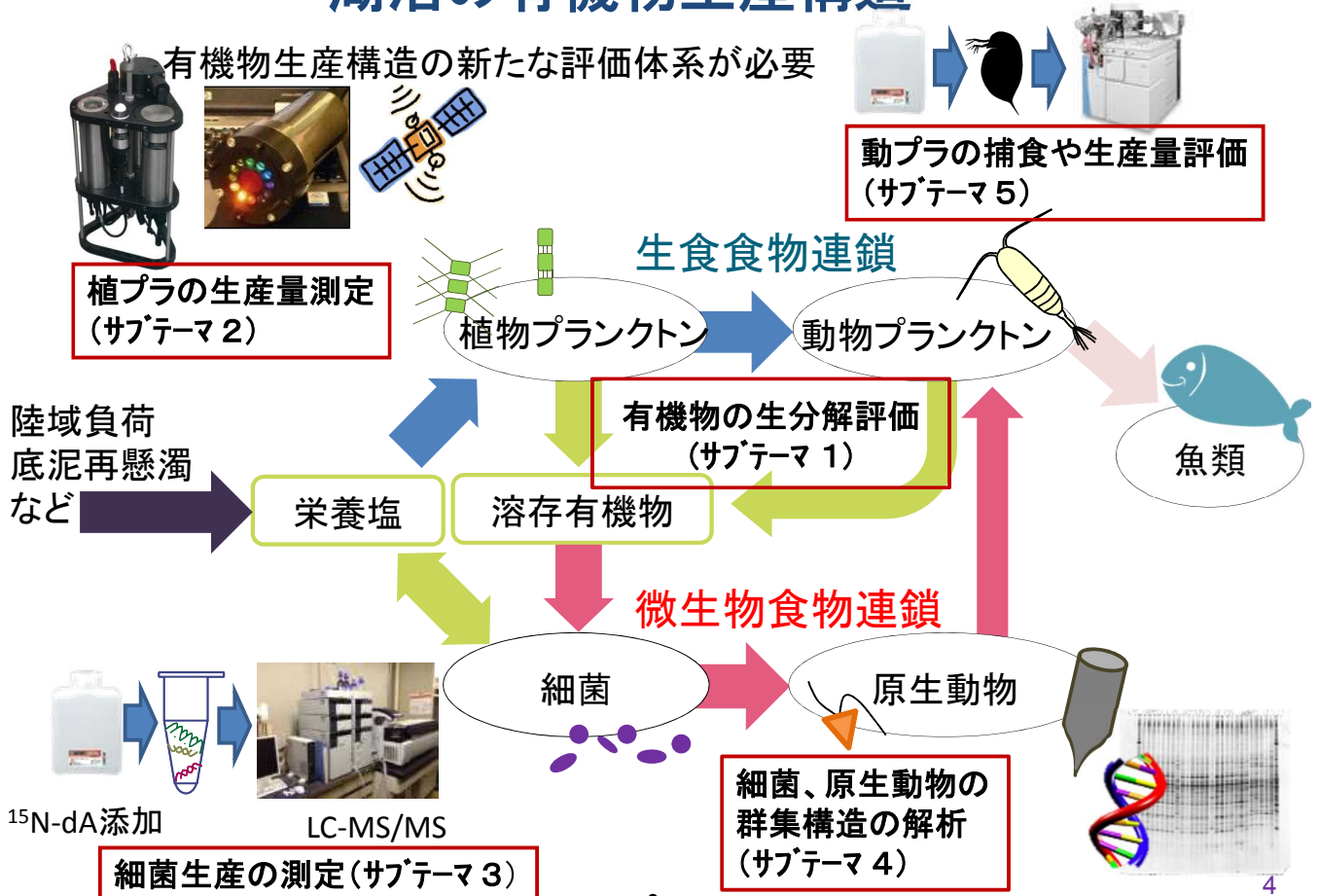
琵琶湖における有機物収支の把握に関する研究

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター
滋賀県立大学
国立環境研究所地域環境研究センター
京都大学生態学研究センター

早川和秀、佐藤祐一、岡本高弘、永田貴丸
後藤直成
今井章雄、富岡典子、佐野友春、小松一弘
中野伸一、程木義邦



湖沼の有機物生産構造



【別紙3】

第7期琵琶湖に係る湖沼水質保全計画の概要

1. 経過

湖沼水質保全特別措置法第4条の規定に基づき、昭和61年度に第1期琵琶湖に係る湖沼水質保全計画を策定して以来、5年ごとに見直しを行っており、平成23年度に策定した第6期計画は、平成27年度をもって計画期間の満了を迎えた。そこで、平成28年度に第6期計画の評価を踏まえ、第7期計画を策定した。

琵琶湖の水質保全を図るため計画期間内に達成すべき水質目標値を定め、計画に基づき水質保全対策を推進する。

2. 第6期計画までの評価と課題

- ・ 下水道の整備や環境こだわり農業の推進など各種水質保全対策の進捗により、陸域からの汚濁負荷が低減されている。
- ・ 窒素、りん等の水質は改善傾向が見られるが、CODは長期的に見ると流入負荷削減対策に連動した減少傾向は示していない。また、アオコが依然として発生していることや、植物プランクトンの種組成の変化、水草の大量繁茂、侵略的外来水生植物の生育面積の拡大、在来魚介類の減少など生態系の課題が顕在化している。
- ・ 水草の大量繁茂により水質への影響、悪臭による生活環境への影響、漁業、さらには生態系への影響が生じている。
- ・ 赤野井湾流域においては、平成18年度から流出水対策推進計画を策定し、重点的に流出水対策を実施し、流入する汚濁負荷は減少傾向にあるが、閉鎖性の高い地形であることに加え、水草・水生植物によりさらに閉鎖性が高まり、湾内の水質改善には至っていない。

3. 第7期計画の計画期間

平成28年度から平成32年度まで【5年間】

4. 第7期計画の水質目標値

水質環境基準（COD、全窒素、全りん）の確保を目途としつつ、「琵琶湖流域水物質循環モデル」（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）の算定結果を基に、計画期間内に達成すべき水質の目標値を設定した。

項目			現状 (平成27年度)	平成32年度	
				対策を講じない場合	対策を講じた場合 (目標値)
COD	75%値	北湖	2.8	2.9	2.8
	(環境基準値1.0)	南湖	4.6	4.9	4.6
	(参考)	北湖	2.5	2.5	2.4
	年平均値	南湖	3.2	3.6	3.2
全窒素	年平均値 (同0.20)	北湖	0.25	0.24	0.24
		南湖	0.24	0.25	0.24
全りん	年平均値 (同0.010)	南湖	0.012	0.013	0.012

※COD(75%値)、全窒素および全りんは、各環境基準点の最高値である。

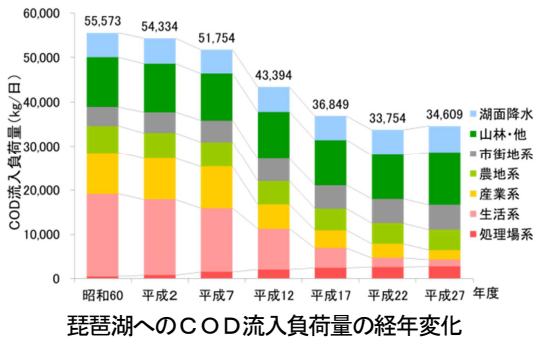
※COD(年平均値)は、各環境基準点の年平均値の全地点平均値である。

※北湖の全りんは、環境基準を達成しているため目標値を設定していない。

5. 第7期計画の主な取組

○水質保全対策の推進

これまで取り組んできた汚濁負荷の削減対策は有効であり、引き続き推進するとともに、水質モニタリング結果を注視する。



○水質の保全に資する事業

持続的な汚水処理システムの構築、廃棄物処理施設の整備、湖沼の浄化対策、流入河川等の浄化対策

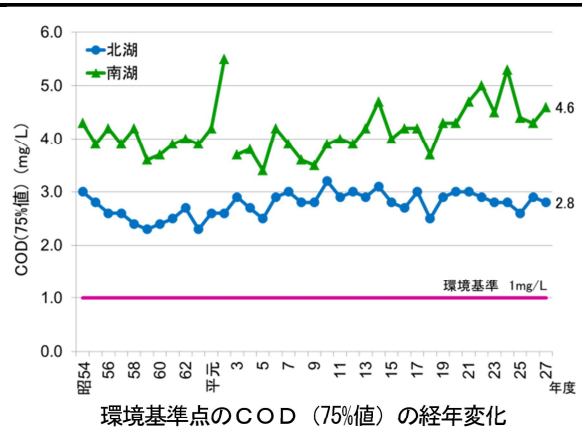
○水質の保全のための規制その他の措置

工場・事業場排水対策、生活排水対策、流出水対策、湖辺の自然環境の保護等
水質監視、調査研究の推進、自然生態系の保全、地域住民等の協力の確保等

○生態系保全も視野に入れたTOC等による水質管理手法の検討

湖内における有機物収支の把握に関する研究を実施するとともに、生態系に関わる物質循環の知見を充実させ、TOC等を用いた新たな水質管理手法を検討する。

項目	現状 (H27年度)	H32年度		
		対策を講じない場合	対策を講じた場合	
TOC	年平均値	北湖南湖	1.5	1.4
		北湖南湖	2.0	2.0
			2.3	2.0



○南湖における水草大量繁茂対策の実施

引き続き水草刈取り等により湖流の回復等を図るとともに、効率的な水草管理手法を検討するための調査・研究をおこなう。



水草の刈取り除去

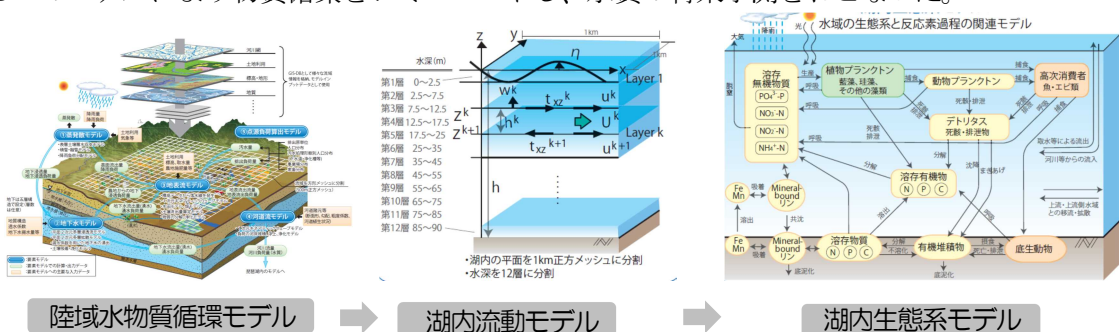
○赤野井湾における水質改善

さらなる汚濁負荷削減対策と湾内の湖流の回復等の対策に取り組むとともに、湾内の水質や植物プランクトン等のモニタリングを実施する。また、これまで以上に関係市・県の連携した取組を強化する。



琵琶湖流域水物質循環モデル

3つのモデルにより物質循環をシミュレートし、水質の将来予測をおこなった。





新たな水質環境基準の検討

【提案・要望先】 環境省

1. 提案・要望内容

新たな水質環境基準 T O C の導入に向けた国における検討の開始

- 琵琶湖をはじめとする湖沼の水質汚濁対策の効果を把握できる新たな有機物指標 (T O C) 導入に向けた検討の開始
- 県が実施する T O C を用いた新たな水質管理手法の検討への更なる支援

<概算要求等の状況>

【環境省】環境研究総合推進費関係経費 57 億円 (H29 予算 53 億円)
湖沼環境対策等推進費 57 百万円 (H29 予算 37 百万円)

2. 提案・要望の理由

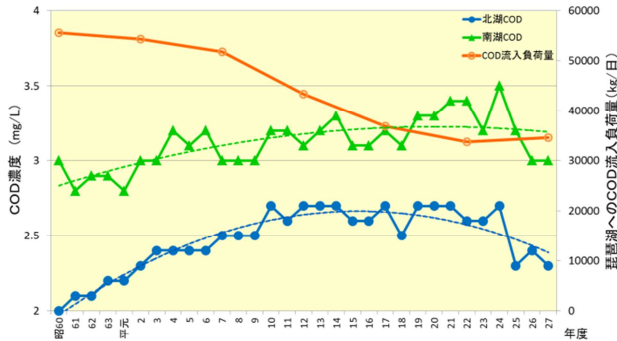
- 新たな有機物指標の必要性
 - ・ C O D は有機物の全量を測定できず、湖沼における在来魚介類の減少や内部生産の問題などの生態系の課題に対応することが困難
 - ・ 下水道の整備や工場排水対策等の各種水質保全対策の進捗により琵琶湖へ流入する汚濁負荷は低減しているが、湖内の C O D は流入負荷と連動した傾向が得られず、陸域における対策の効果を十分に評価・反映することが困難
 - ・ これらの課題は、諏訪湖や霞ヶ浦など全国の閉鎖性水域においても確認
- 新たな有機物指標としての T O C 導入の効果
 - ・ 森～川～里～湖の生態系まで含めた水環境を、T O C による統一的な指標で繋ぎ、評価し、施策を講じることにより、S D G s に示す「陸域生態系と内陸淡水生態系及びそれらのサービスの保全、回復及び持続可能な利用を確保」に寄与
 - ・ 湖内の餌環境保全の視点に立ち、T O C の下限値を設定することなどにより、恵み豊かな生態系を目指す施策が可能
 - ・ 陸域からの流入負荷と湖内の水質において、より相関性の高い T O C を指標とすることにより、琵琶湖をはじめとする湖沼に対して効率的な水質管理が可能

良好な水質と多様で豊かな生態系が両立する湖沼の環境の実現に向け、有機物全体を捉えることができる T O C の指標を環境基準に設定した水質管理が必要

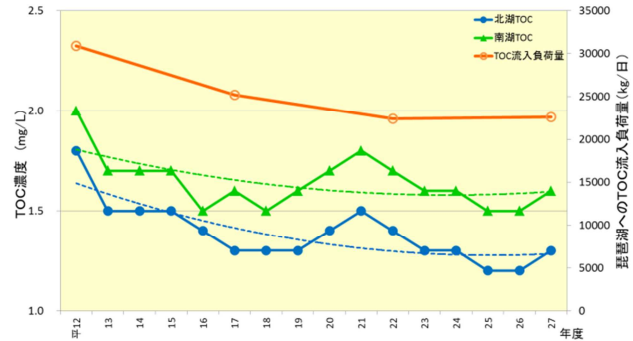
(本県の取組状況と課題)

(1) 琵琶湖の現況

CODは長期的に見ると流入負荷削減対策に連動した減少傾向は示していない。水草の大量繁茂や在来魚介類の減少など、生態系の課題が顕在化している。



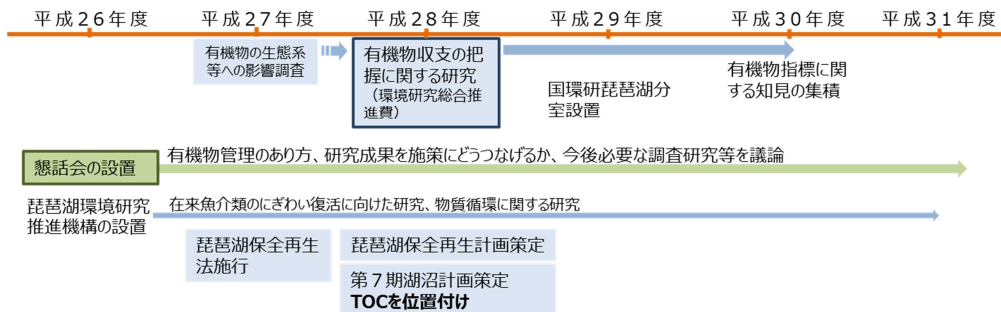
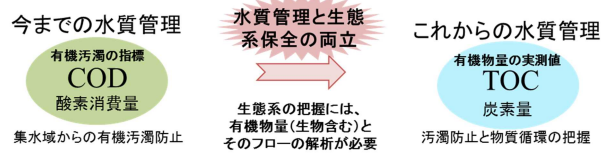
COD濃度と流入負荷量の経年変化



TOC濃度と流入負荷量の経年変化

(2) 本県のこれまでの取組

- 平成26年度より有識者で構成する懇話会を設置し、琵琶湖における有機物管理のあり方について検討。生態系保全も視野に入れた新たな水質管理の必要性、その指標として有機物量の全体を把握できるTOCの必要性が示された。
- 湖内の物質収支の把握を通じて、生態系が保全されたにぎわい復活のための水質管理につなげることを目的として、平成28年度より3ヶ年計画で環境研究総合推進費を活用した「琵琶湖における有機物収支の把握に関する研究」を実施している。
- 滋賀県の行政部局と研究機関から構成する琵琶湖環境研究推進機構において、物質循環に関する研究を実施している。
- 平成28年度に策定した「第7期湖沼計画」において、TOCを用いた新たな水質管理手法を検討することを位置づけた。



SDGsとの関連

- 琵琶湖の生態系保護・回復に寄与 (6.6、15.1)
- 環境に配慮した技術導入拡大を通じた産業改善 (9.4)