

第 6 期琵琶湖に係る湖沼水質保全
計画の評価および第 7 期計画に向
けた課題

平成 28 年 8 月 25 日
滋賀県琵琶湖環境部

目次

1. 第6期計画の評価 p.1
2. 第7期計画に向けた課題 p.24

1. 第6期計画の評価

第6期琵琶湖に係る湖沼水質保全計画の 主要課題

- ① 水質保全対策の継続実施
- ② 湖内における生産の実態把握
- ③ 新たな有機物指標による評価
- ④ 南湖における水草異常繁茂対策の実施
- ⑤ 赤野井湾における水質改善

① 水質保全対策の 継続実施

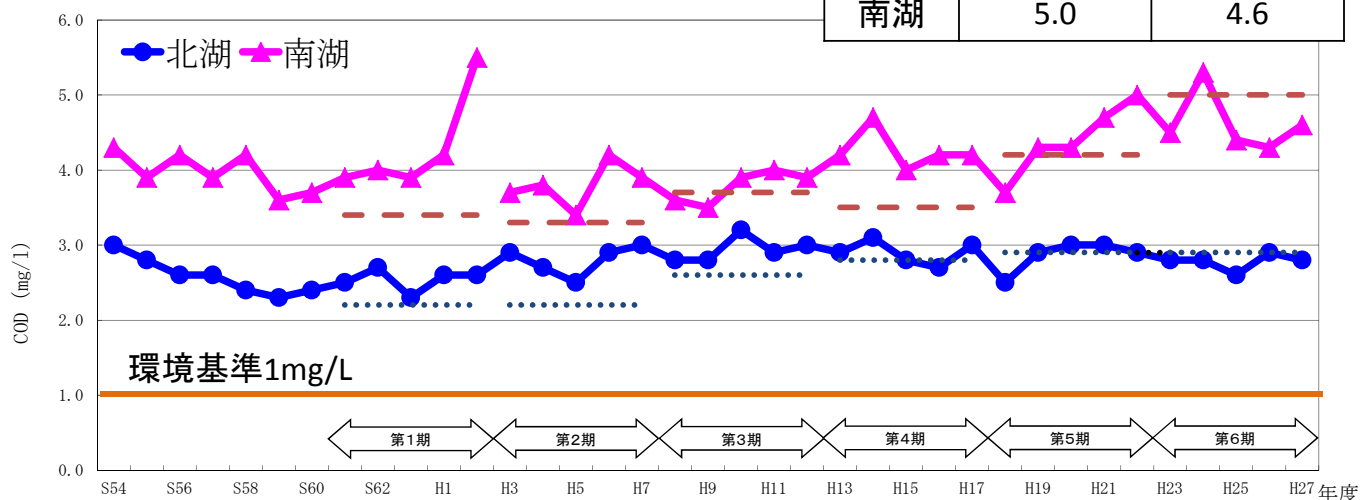
琵琶湖へのCOD、全窒素及び全りん（りん）の負荷量が着実に削減されていることから、これまで取り組んできた水質保全対策を継続するとともに、水質モニタリング結果を注視する。

第6期湖沼計画の目標達成状況

	項目	目標値	H27年度 測定値	達成 状況	計画期間中 最小～最大
北湖	COD(75%値)	2.9	2.8	○	2.6～2.9
	COD(平均)	2.6	2.5	○	2.4～2.5
	全窒素(平均)	0.24	0.25	×	0.25～0.28
南湖	COD(75%値)	5.0	4.6	○	4.3～5.3
	COD(平均)	3.6	3.2	○	3.1～3.7
	全窒素(平均)	0.26	0.24	○	0.24～0.30
	全りん(平均)	0.016	0.012	○	0.012～0.014

COD_{75%}値について

	6期目標値	H27測定値
北湖	2.9	2.8
南湖	5.0	4.6

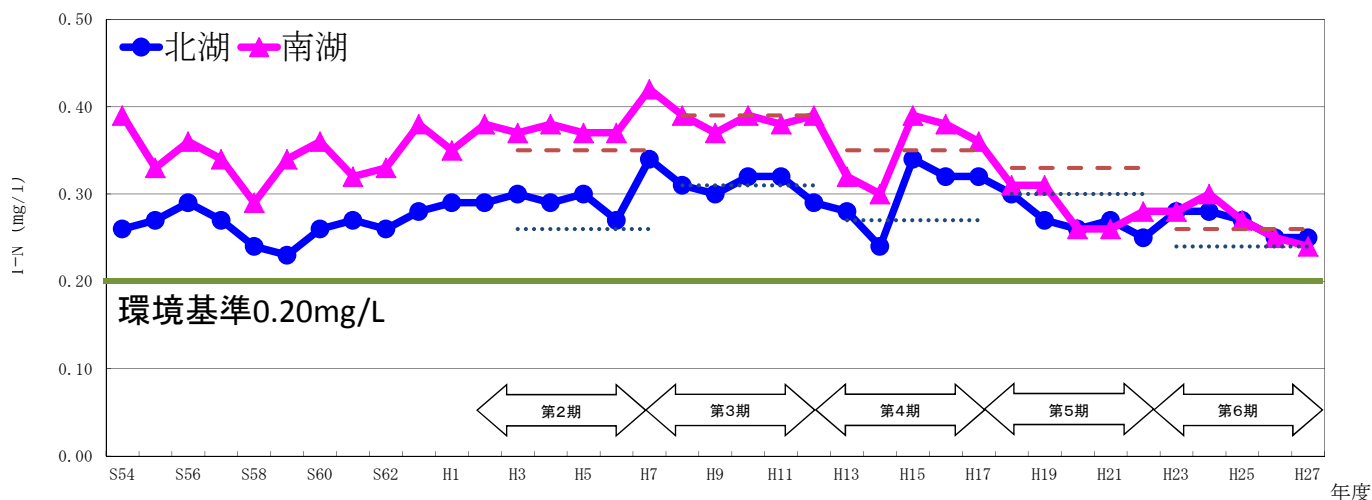


データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

- 北湖については、1期から4期まで目標水質を未達成、5期および6期では達成したが、低下には至っていない。
- 南湖については、1期から5期まで目標水質は未達成、6期では達成したが、5期からやや上昇傾向が認められる。

全窒素(T-N)について

	6期目標値	H27測定値
北湖	0.24	0.25
南湖	0.26	0.24

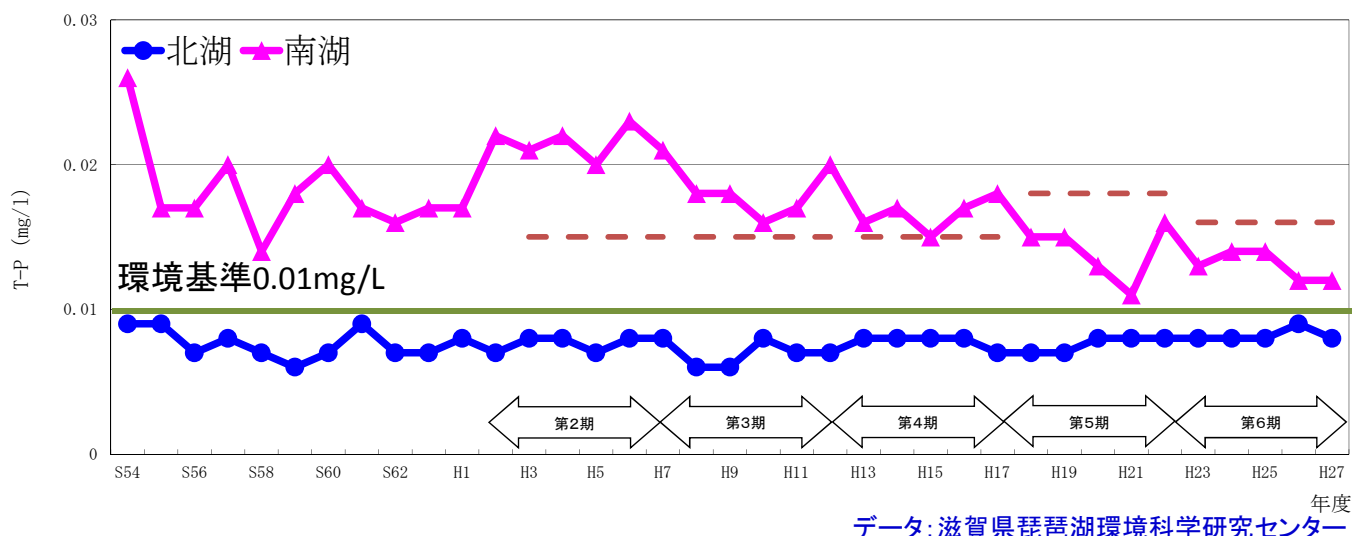


データ: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

- 3期計画以降は、負荷量の削減に伴い改善傾向にある。
- 6期では、北湖では目標水質未達成だったが、南湖では達成した。

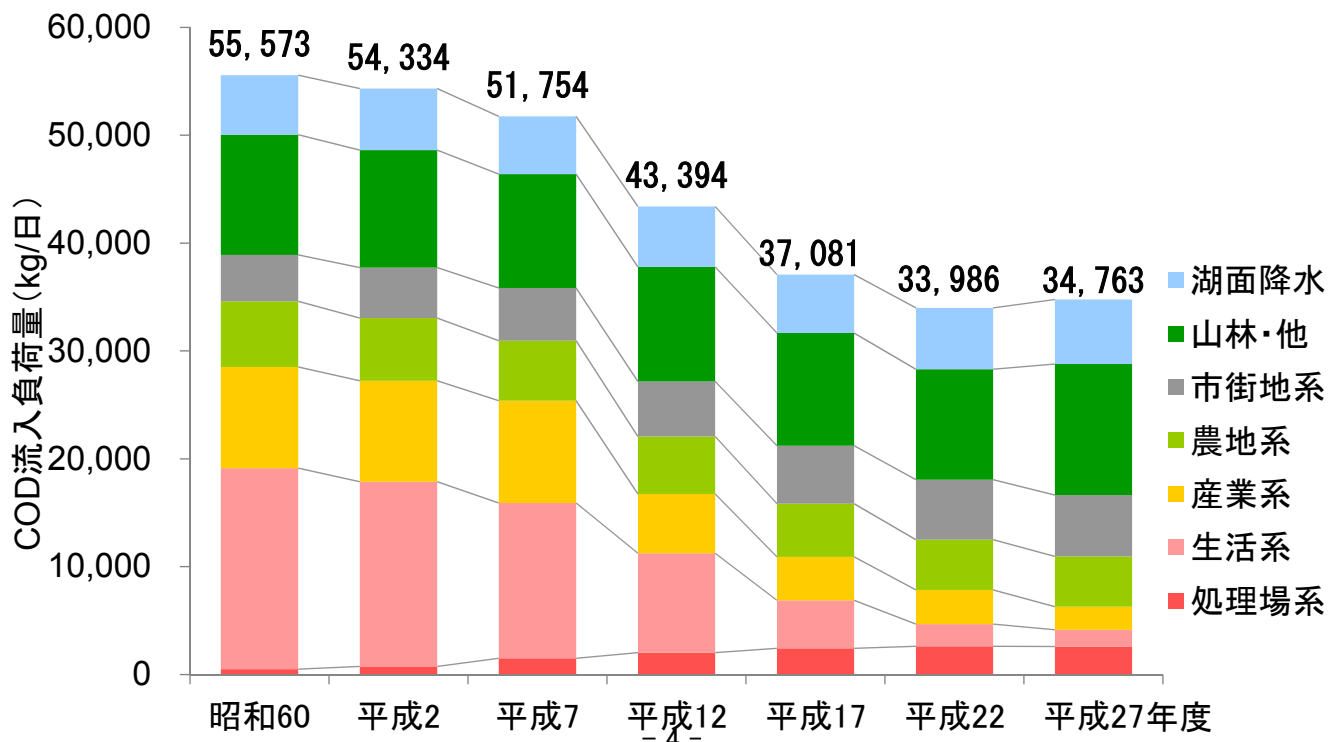
全りん(T-P)について

	6期目標値	H27測定値
南湖	0.016	0.012

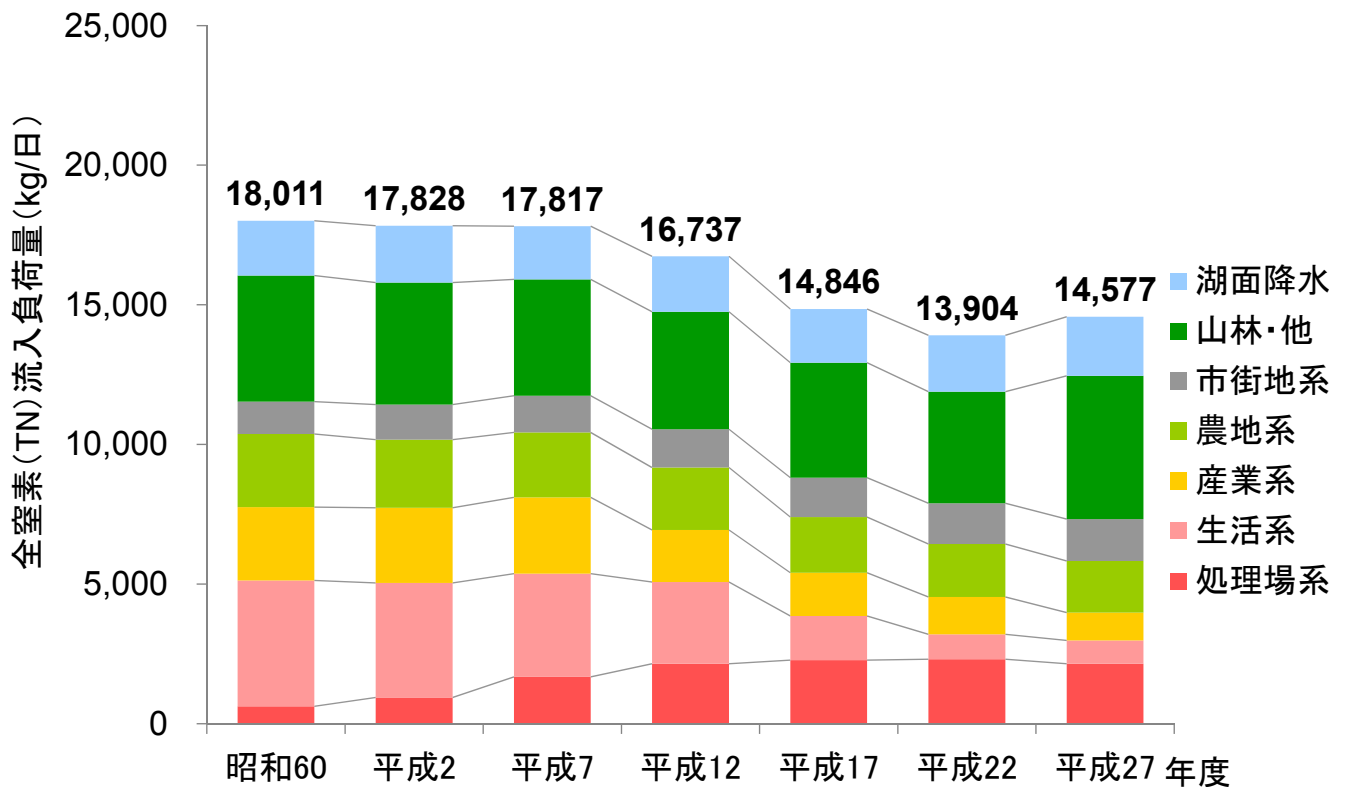


- 全窒素の動向と同じく、負荷量の削減に伴い**改善傾向にある**。
- 6期では、**目標水質を達成した**。

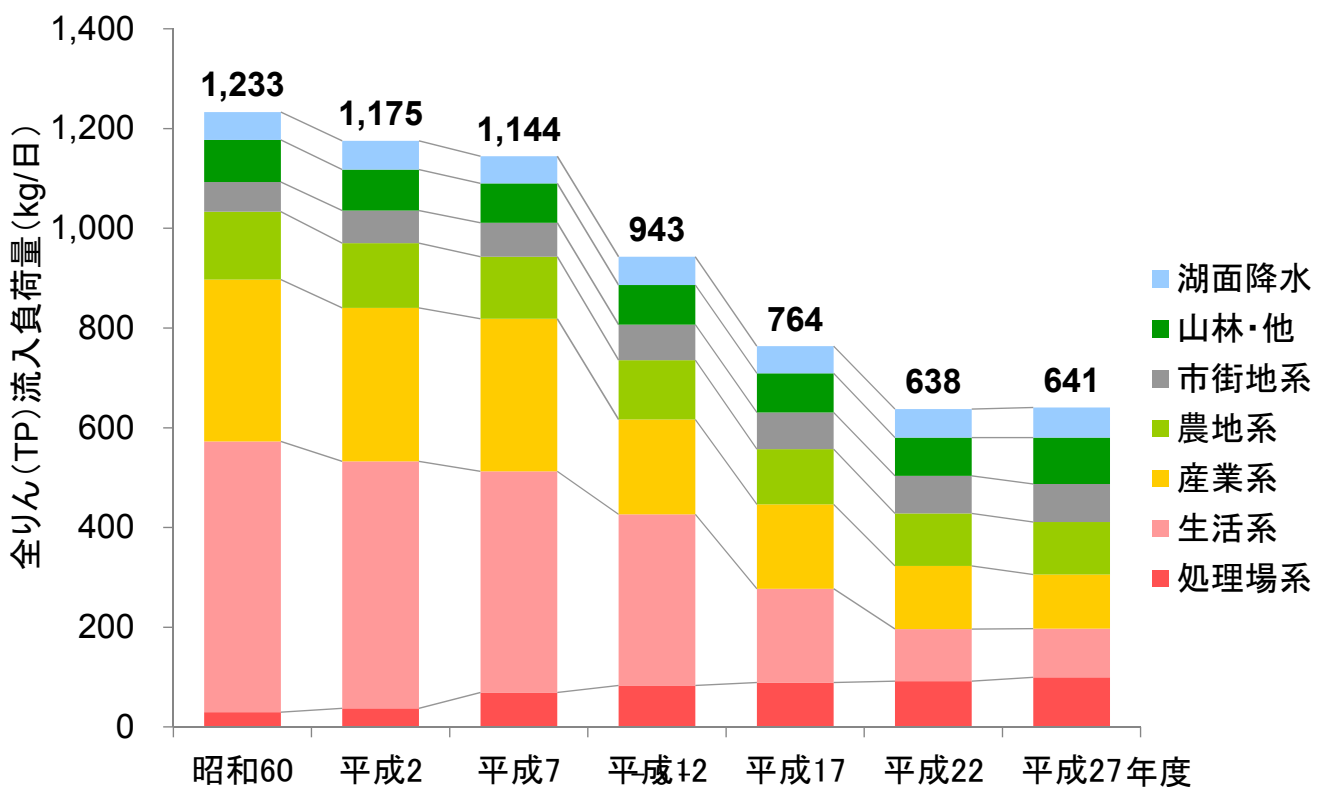
陸域からのCOD流入負荷量の経年変化



陸域からの全窒素流入負荷量の経年変化



陸域からの全りん流入負荷量の経年変化



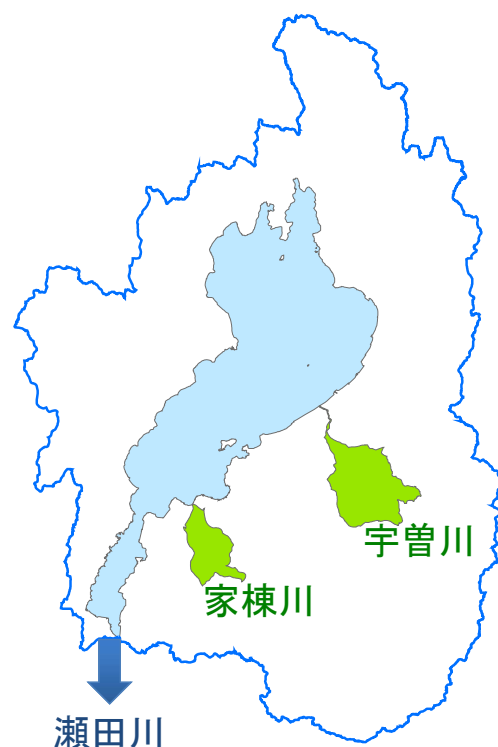
森林の原単位

調査時期: 昭和57年 2～3月、5～6月、12～1月(昭和58年)

調査場所: 宇曾川2地点、家棟川2地点の合計4地点(山地のみにて構成される地点を選定)

調査方法: 単発調査と考えられる

計算方法: 3時期×4地域=12データから水質項目ごとに比負荷量-比流量図を作り、瀬田川の比流量データ※を当てはめて原単位を算出



※瀬田川の比流量の計算方法

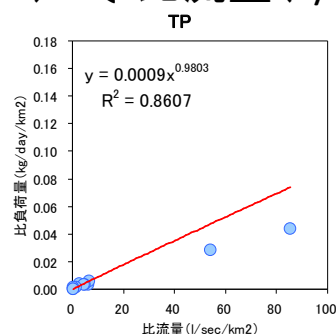
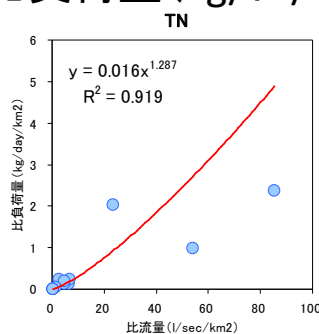
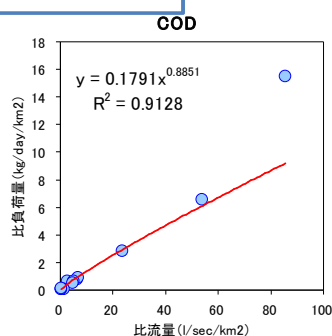
瀬田川の年平均流量 (m³/s)
 / 琵琶湖流域面積 (3,714km²) × 1,000

森林の原単位

STEP1: 2河川の調査から比負荷量－比流量図を作成する

$$L = \alpha \times Q^\beta$$

L: 比負荷量 (kg/日/km²) Q: 比流量 (L/sec/km²)



STEP2: 該当年次の瀬田川比流量を代入し、原単位を得る

第1期～第6期湖沼計画→各年度の平均比流量を採用(年度により原単位が変化する)

年度	琵琶湖流量(平均)		原単位 (g/ha・日)		
	流量 (m ³ /s)	比流量 (L/s/km ²)	COD	TN	TP
昭和60年(S56-S60)	161.4	43.5	50.5	20.5	0.38
平成2年(S61-H2)	157.4	42.4	49.4	19.8	0.37
平成7年(H3-H7)	151.1	40.7	47.6	18.8	0.36
平成12年(H8-H12)	151.8	40.9	47.8	18.9	0.36
平成17年(H13-H17)	149.1	40.1	47.1	18.5	0.35
平成22年(H18-H22)	146.2	39.4	46.2	18.0	0.35
平成27年(H23-H27)	178.2	48.0	55.1	23.3	0.42

陸域からの流入汚濁負荷量

陸域からの流入汚濁負荷量は抑制され、窒素・リンによる富栄養化の進行は抑制されている

- 陸域における現状の発生源対策は有効であり、継続することが必要。

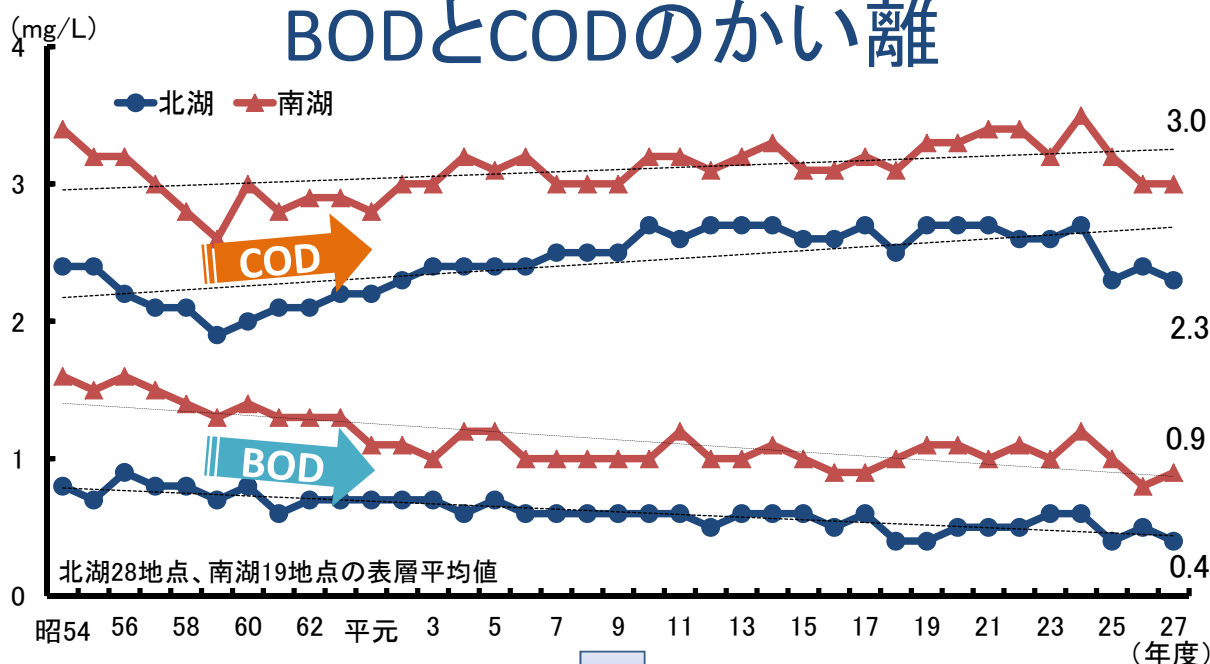
CODは低下傾向は見られないが、さらなる発生源対策による大幅な水質改善を見込むことは難しく、また、水草の大量繁茂、在来魚介類の減少等、生態系の課題が顕著に現れている。

- 「流入負荷の削減のみにより湖内の水質を改善する」という考え方からのシフトが必要。

② 湖内における生産の実態把握

CODが低下しない要因と考えられる難分解性有機物の流入負荷量は増加していないことから、湖内における生産によるものが寄与していると考えられるため、植物プランクトン群集組成の変化や透明度の上昇、N/P比の変化などが水質に与える影響について、実態把握に努める。

BODとCODのかい離



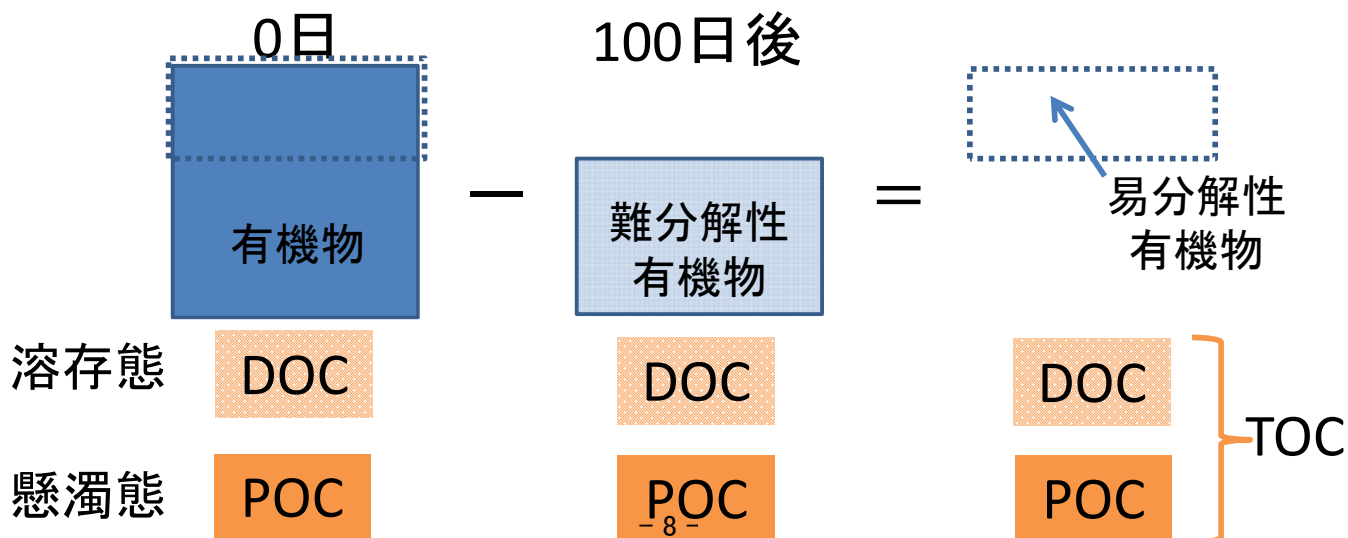
要因として

難分解性有機物の存在
植物プランクトンの主組成の変化 等が考えられる。

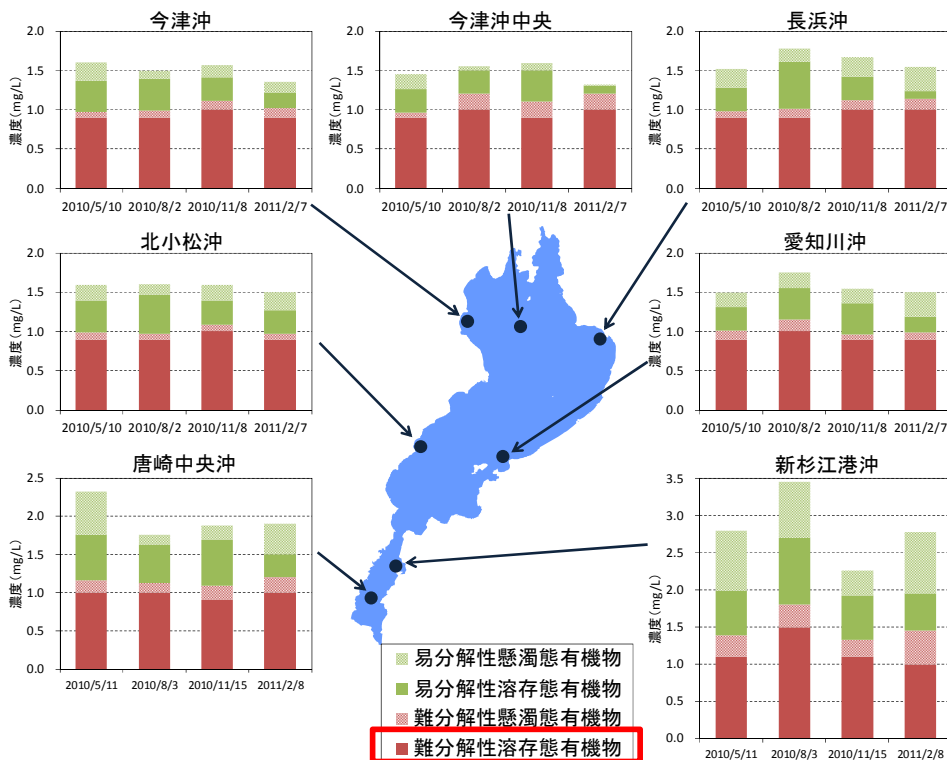
難分解性有機物について ～難分解性有機物とは(定義)～

全ての有機物の炭素を直接測る指標「**TOC**」で把握。

$TOC = \text{溶けている有機物(DOC)} + \text{粒子状の有機物(POC)}$



難分解性有機物の分析

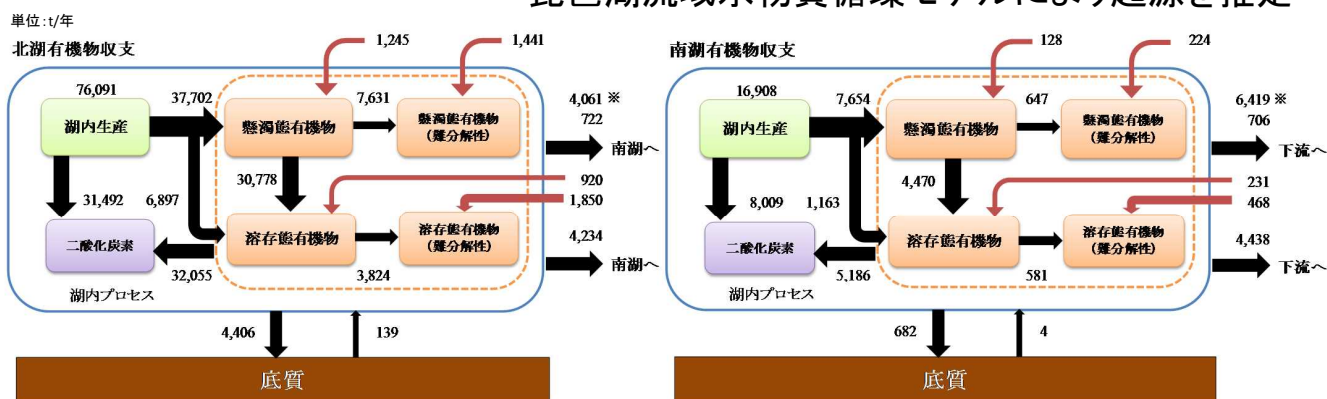


難分解性有機物 : 易分解性有機物
約 7:3

難分解性有機物のうち、溶存態が占める割合は約9割

難分解性溶存態有機物の起源

～琵琶湖流域水物質循環モデルにより起源を推定～

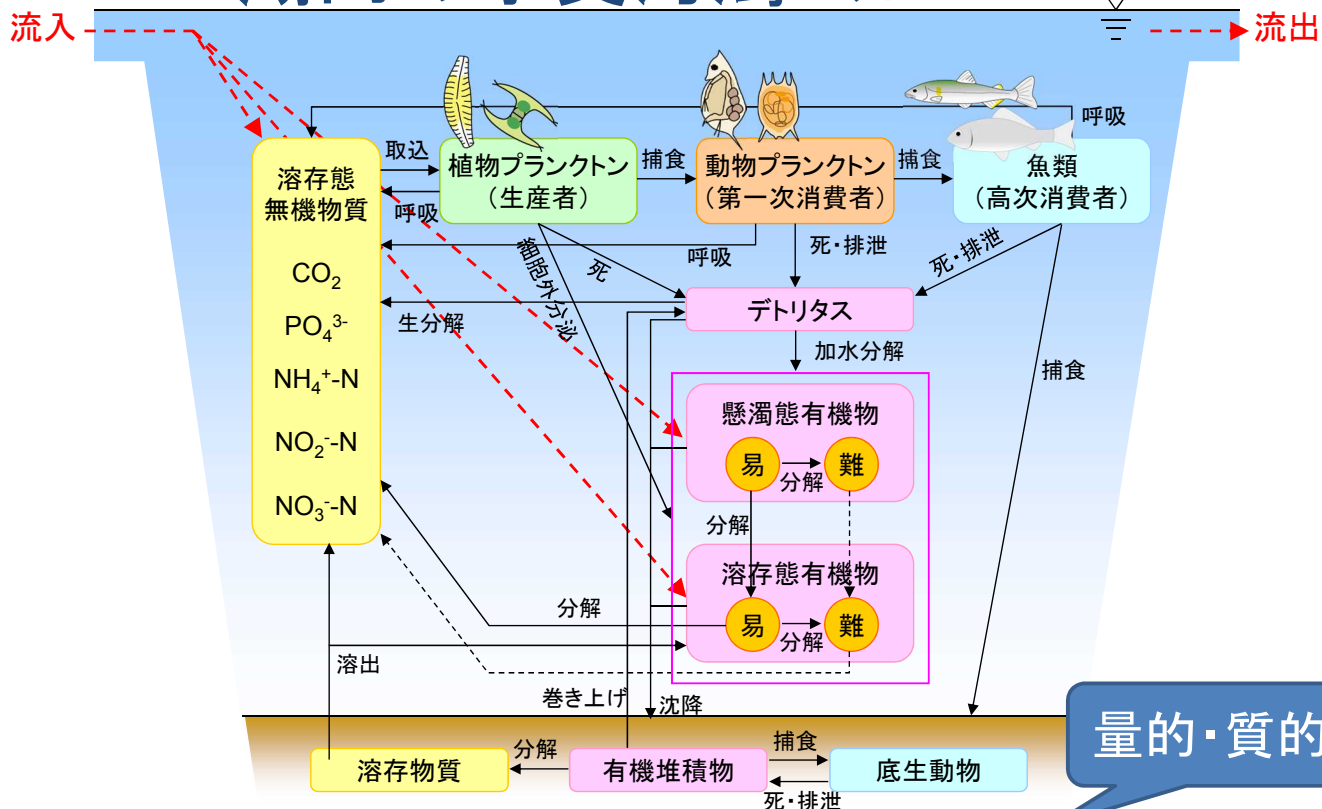


※生態系コンパートメント(プランクトン、魚類)のまま移行する量を別途推定

		北湖		南湖		全湖	
		湖内由来	陸域由来	湖内由来	陸域由来	湖内由来	陸域由来
難分解性懸濁態有機物 (RPOC)	合計 (t/年)	7,387	1,685	636	235	8,023	1,920
	比率	81.4%	18.6%	73.1%	26.9%	80.7%	19.3%
難分解性溶存態有機物 (RDOC)	合計 (t/年)	3,635	2,039	551	498	4,186	2,537
	比率	64.1%	35.9%	52.5%	47.5%	62.3%	37.7%
難分解性有機物 (RTOC)	合計 (t/年)	11,022	3,724	1,187	733	12,210	4,456
	比率	74.7%	25.3%	61.8%	38.2%	73.3%	26.7%

現存量の多くを占める溶存態難分解性有機物は湖内由来が約6割、陸域由来が約4割

湖内の水質汚濁メカニズム



湖内の水質汚濁メカニズムの把握には湖内生産の実態把握が重要

難分解性有機物の生物への影響

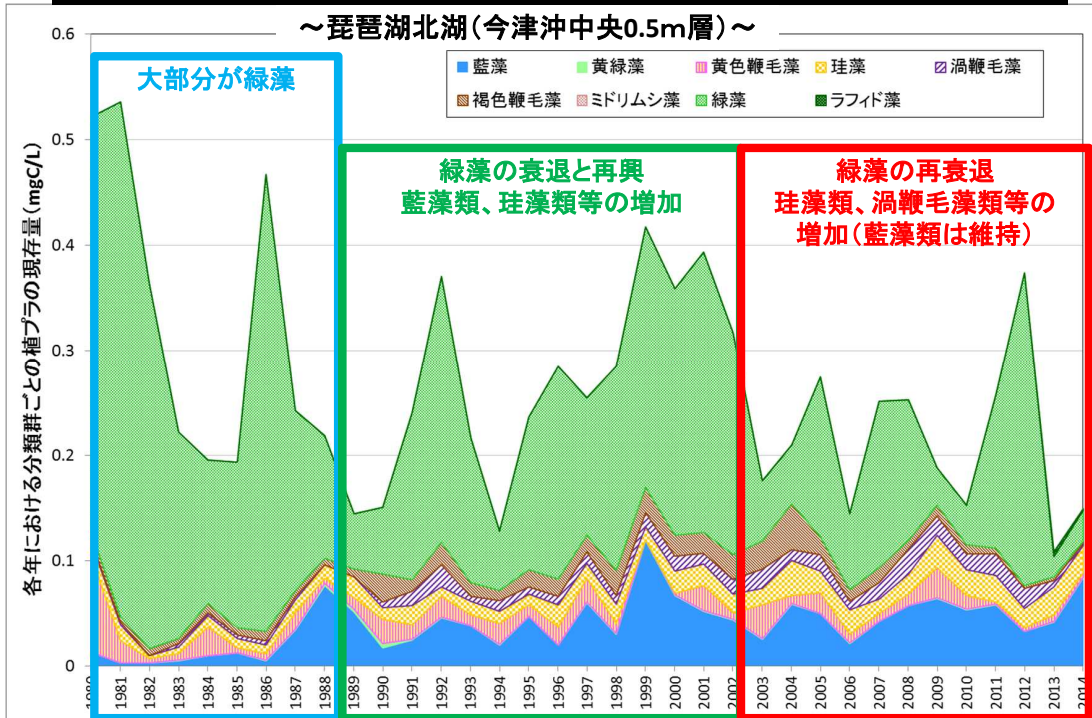
- 難分解性有機物の代表とされている物質:フルボ酸
- 湖水中からフルボ酸を抽出し、藻類と甲殻類、魚類に対する毒性影響評価をおこなった。



現状の琵琶湖のフルボ酸濃度では、
生物への毒性は認められない。

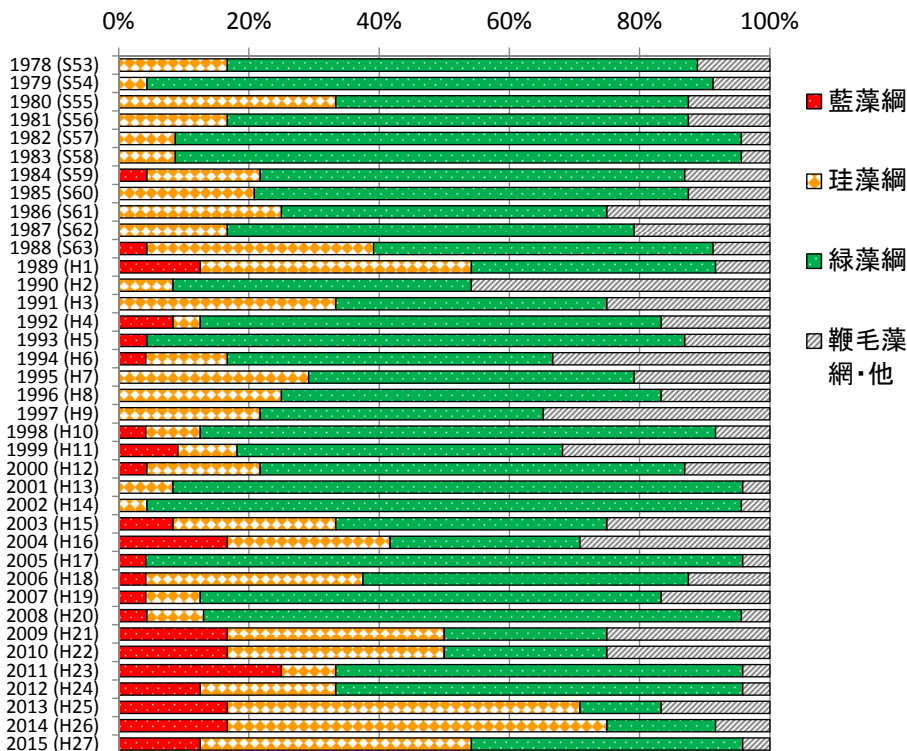
植物プランクトン現存量の変化

近年では緑藻類が減少傾向にあった。藍藻類や珪藻類等は増加傾向にあった。

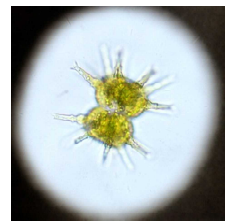


植物プランクトンの現存量は減少

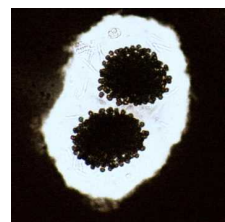
プランクトン組成の変化



粘質鞘をもつ植物プランクトン



緑藻類
スタウラストム



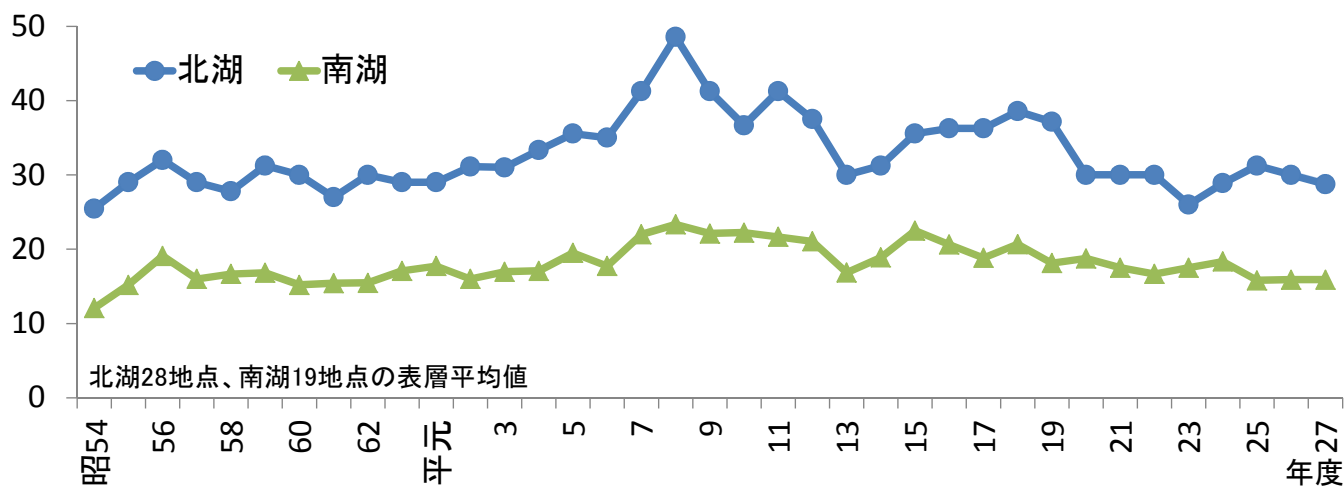
藍藻類
ミクロキスティス

粘質鞘を有する植物プランクトンの増加

N/P比の経年変動

N/P比 植物プランクトンの組成変化に影響を与える。

全窒素/全りん



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、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

N/P比変化が水質に与える影響

- 植物プランクトンへの栄養塩添加試験を実施



琵琶湖の全窒素は、植物プランクトンの増殖をある程度抑制できている0.3 mg/l の水準にある。

また、平成17年度以降、全窒素の減少に伴い、N/P比もやや減少している。

→今後のN/P比と植物プランクトンの変動を注視する。

琵琶湖の現状

著しい人為汚濁の削減

富栄養化の抑制

新たな課題

COD濃度の改善が見られない

難分解性有機物の割合の増加

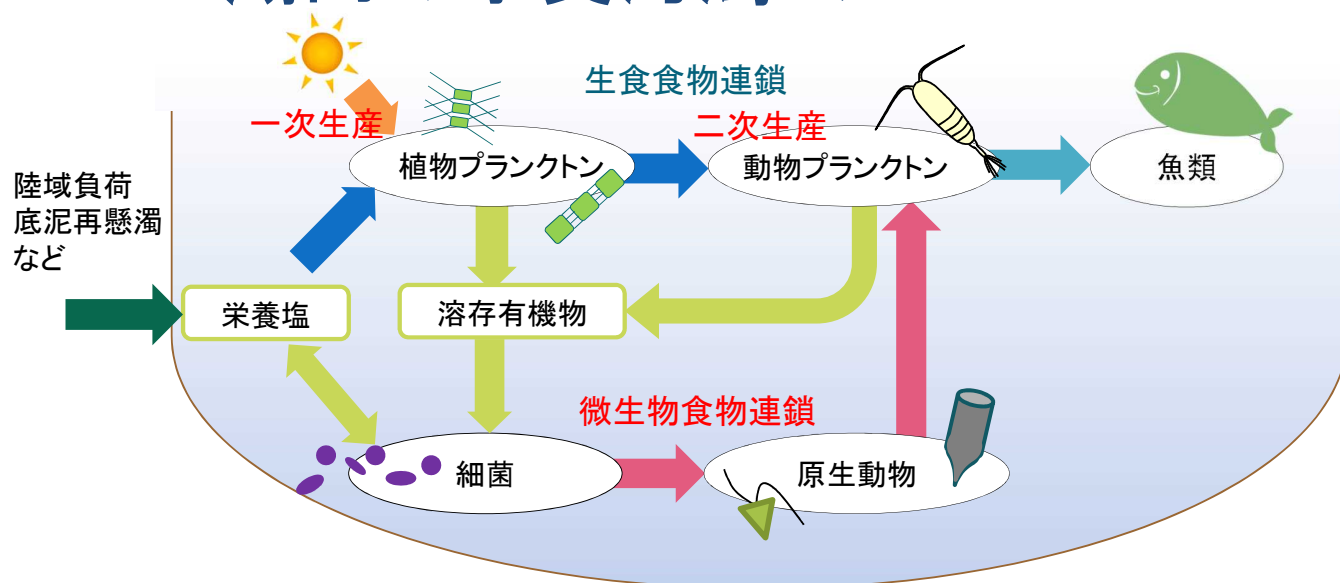
プランクトン組成の変化

水草の異常繁茂

在来魚介類の減少

有機物の質が変化

湖内の水質汚濁メカニズム



湖内の水質(ストック)のみならず、有機物の生産と分解の速度といった物質の流れ(フロー)の変化を把握することが必要。

③ 新たな有機物指標による評価

湖内における有機物の適正な管理を行うためには、有機物そのものを精度よく測定できるTOCなどの新たな指標による評価も併せて行う。

新たな有機物指標の必要性

指標としてのCODの問題点

- 有機物の総量を表すものではない。
- 有機物量や酸素消費ポテンシャル、水の清澄さ等を表す指標としては十分ではない。
- 人々の実感に即さない指標である。

平成26年度～

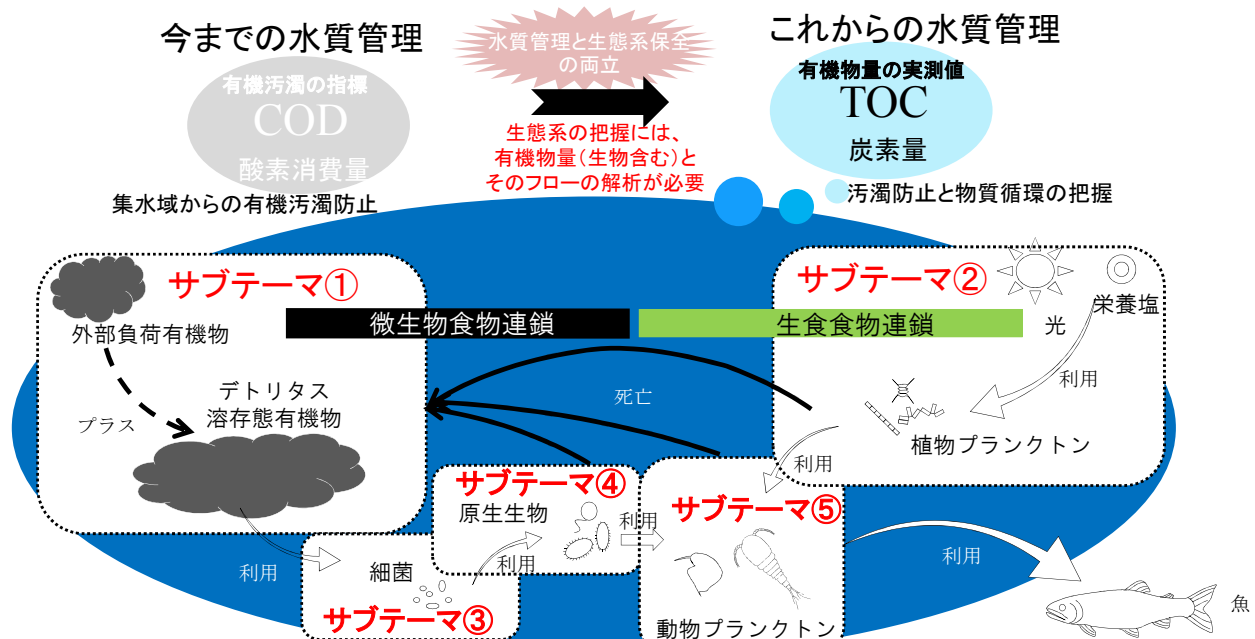
琵琶湖における新たな水質管理のあり方懇話会における検討結果

- 有機物の全体を把握できる指標として、TOC等が必要。
- 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ことが必要。

- 生態系保全を目指した水質管理に向けて必要な調査研究について議論

委員	所属
津野 洋	大阪産業大学人間環境学部
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
中野 伸一	京大大学生態学研究センター
今井 章雄	国立環境研究所地域環境研究センター
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
	環境省水・大気環境局水環境課長
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

「琵琶湖における有機物収支の把握に関する研究」(環境研究総合推進費)
有機物量とそのフローの概念に基づく新たな水質管理の構築に必要な一次生産、細菌生産、動物プランクトンの生産や物質収支に関する知見を蓄積する研究を実施



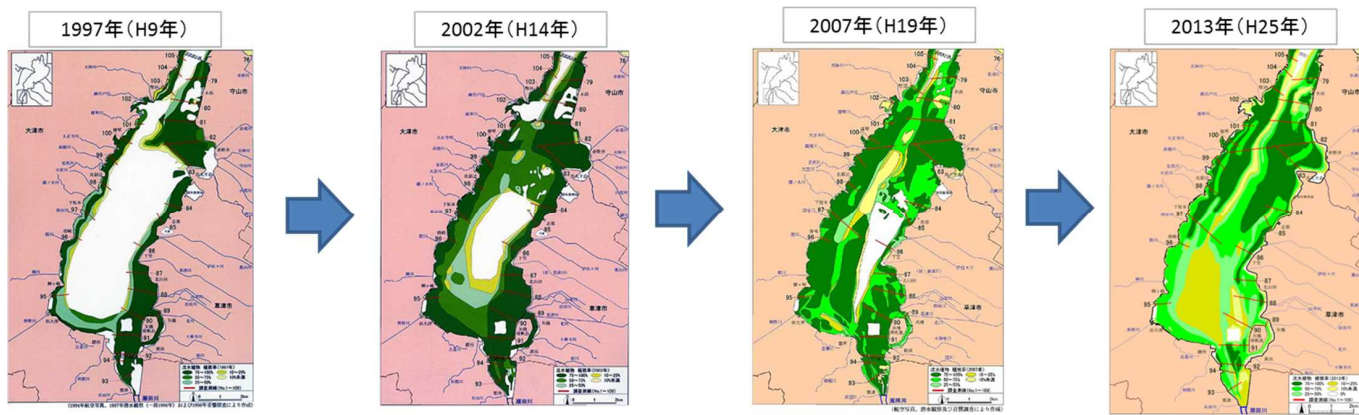
- サブテーマ① 環境因子と湖内生産量の関係整理および湖内生産量の明示化の検討 (琵琶湖環境科学研究セ)
- サブテーマ② 植物プランクトンの一次生産量の評価と環境因子との関係解析 (滋賀県立大)
- サブテーマ③ 細菌増殖の定量的解析 (国立環境研 地域環境研究セ)
- サブテーマ④ 細菌と原生動物の群集解析 (京大 生態学研究セ)
- サブテーマ⑤ 動物プランクトンの生産量評価に関する検討 (琵琶湖環境科学研究セ)

④ 南湖における 水草異常繁茂対策の実施

南湖の湖辺部では、水草の異常繁茂により、湖流の滞留や水草の枯死体による湖底の泥質化の促進など水質への影響が懸念されてきているため、水草の刈り取り等による湖流の回復等を図る。

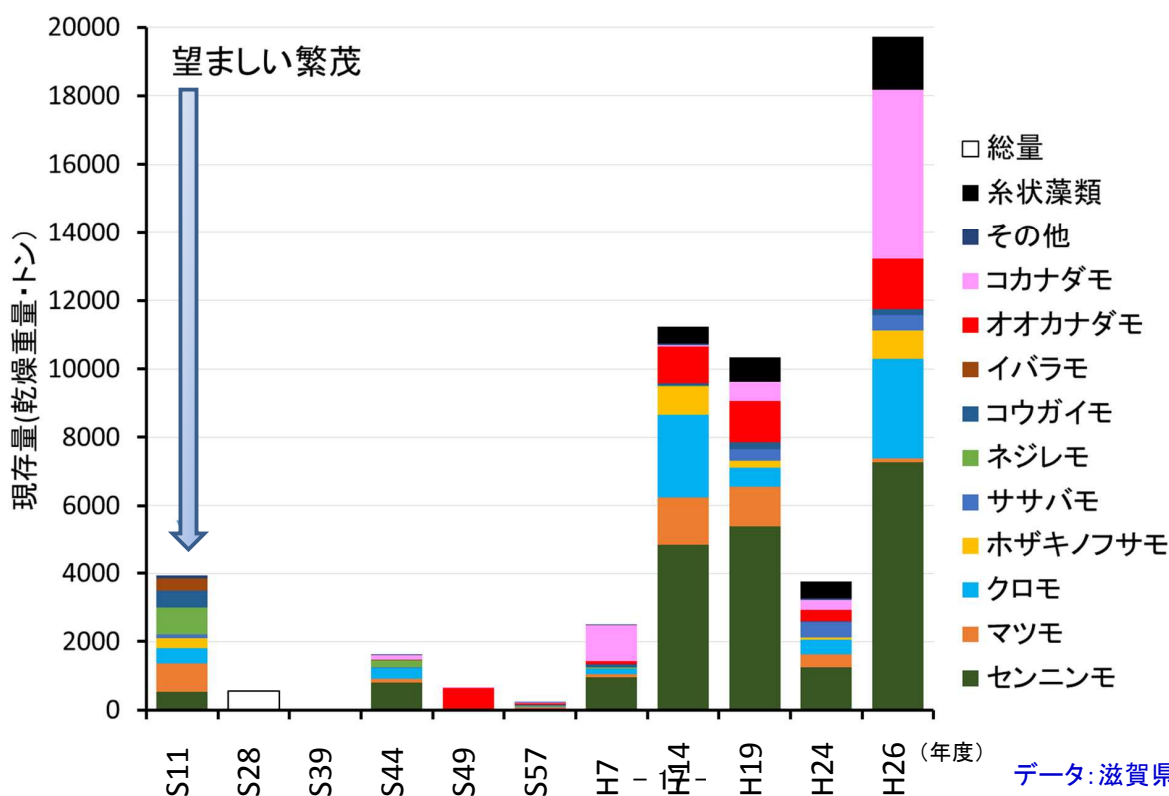
- 南湖の水草現存量は、平成6年(1994年)の大渇水以降増加し、平成26年(2014年)は、調査を始めて以来最大量となる18,000t(乾重量)を記録した。
- 水草は、適切な管理状態のもと、昭和初期(1930年代頃)の「望ましい繁茂状態」(20~30km²)に戻すことが求められている。
- 表層刈り取りおよび根こそぎ除去を行い、望ましい水草の状態に近づけようとしている。
- 除去した水草は、堆肥化し、県民の皆さまに無料配布することで資源循環を図っている。

南湖における水草繁茂状況



データ: 水資源機構

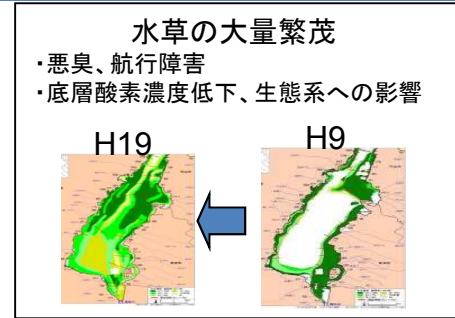
南湖の水草現存量



データ: 滋賀県琵琶湖博物館

水草の大量繁茂は、特に南湖において生活環境や漁業さらには生態系にも多大な影響を与えており、適正な状態に管理することが喫緊の課題。

緊急的な対応として関係機関連携による集中的な水草除去を行い改善を図るとともに、対策技術を広く求め、水草対策の高度化を進める。さらに侵略的外来水生植物の徹底駆除を行う。これらを通じて、望ましい水草の状態を目指し、侵略的外来水生植物を管理可能な状況にまで減少させるとともに、南湖の生態系・漁業の再生につなげる。【予算額 427,122千円】



望ましい水草の状態
1930～50年代

主要な事業の概要

- 暮らしを守るための除去【169,600千円】**
表層刈取りにより腐敗臭を放つ漂着水草から県民の生活環境を守るとともに、航路確保や景観改善を図る。
1-1 水草刈取事業 1-2 南湖緊急水草刈取事業 (琵琶湖政策課)
1-3 矢橋帰帆島中間水路維持管理業務 (下水道課)
1-4 補助河川総合流域防災事業(流域政策局)
- 生態系保全のための除去【117,600千円】**
根こそぎ除去を、年間を通じて南湖中央部で実施し、生態系と湖底環境の改善を図る。
2-1 水草除去事業 2-2 南湖横断部水草除去事業 (琵琶湖政策課)
- 漁場再生のための除去【22,580千円】**
水草除去を強化して漁場環境を改善し、在来魚介類の回復を図る。
3 琵琶湖漁業再生ステップアッププロジェクト (水産課)
- 侵略的外来水生植物の除去【111,692千円】**
オホナシキンバイ等の外来水生植物の徹底的な駆除を行い、管理可能な状況にまで減少させる。
4-1 侵略的外来水生植物の戦略的防除推進事業 (自然環境保全課)
4-2 外来生物防除対策事業 (自然環境保全課)
4-3 琵琶湖漁業再生ステップアッププロジェクト (水産課)
- 知恵を集める【5,650千円】**
水草対策の技術提案を広く募集するとともに、企業や大学との共同研究により、水草の刈取り除去や有効利用の高度化を図る。
5 水草対策技術開発支援事業 (琵琶湖政策課)

たい肥化等
焼却・埋立

1 暮らしを守る

【湖岸】4 外来水生植物除去

3 漁場再生

2 生態系保全

水草の有効利用の取り組み



①-1表層の水草は、専用の刈り取り船（手前・げんごろう、奥・スーパーかいつぶりⅡ）で刈り取ります

①-2水草の根こそぎ除去は、貝曳き漁具の「マンガン」を使って刈り取ります



②刈り取った水草を陸揚げ



③水草を堆肥化します



④作付け

⑤配布状況



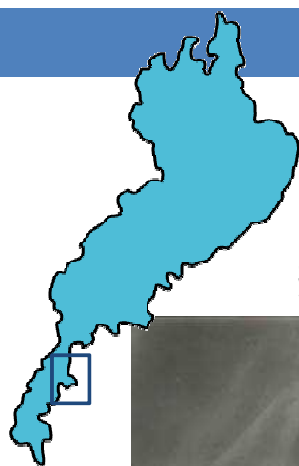
水草の刈取除去量 (侵略的外来水生植物を除く)

	表層刈取り量 t	根こそぎ除去量 t	合計 t	事業費 千円
平成23年度	1,914	3,347	5,261	191,611
平成24年度	1,846	3,044	4,890	175,815
平成25年度	1,450	2,799	4,249	241,487
平成26年度	1,241	3,974	5,215	231,970
平成27年度	2,446	4,238	6,684	241,001

⑤ 赤野井湾における 水質改善

ホタルの飛翔地域数の増加など、流域のあるべき姿に近づいている項目もあるが、湾内の水質改善に至っていないため、引き続き流出水対策推進計画に基づく対策を推進する。

赤野井湾の地形変化



琵琶湖総合開発前



平成15年度撮影



- ・湾内面積: 1.4km²
- ・閉鎖性が強い水域
- ・流域面積: 31.4km²
- ・流入河川: 8河川

赤野井湾のあるべき姿

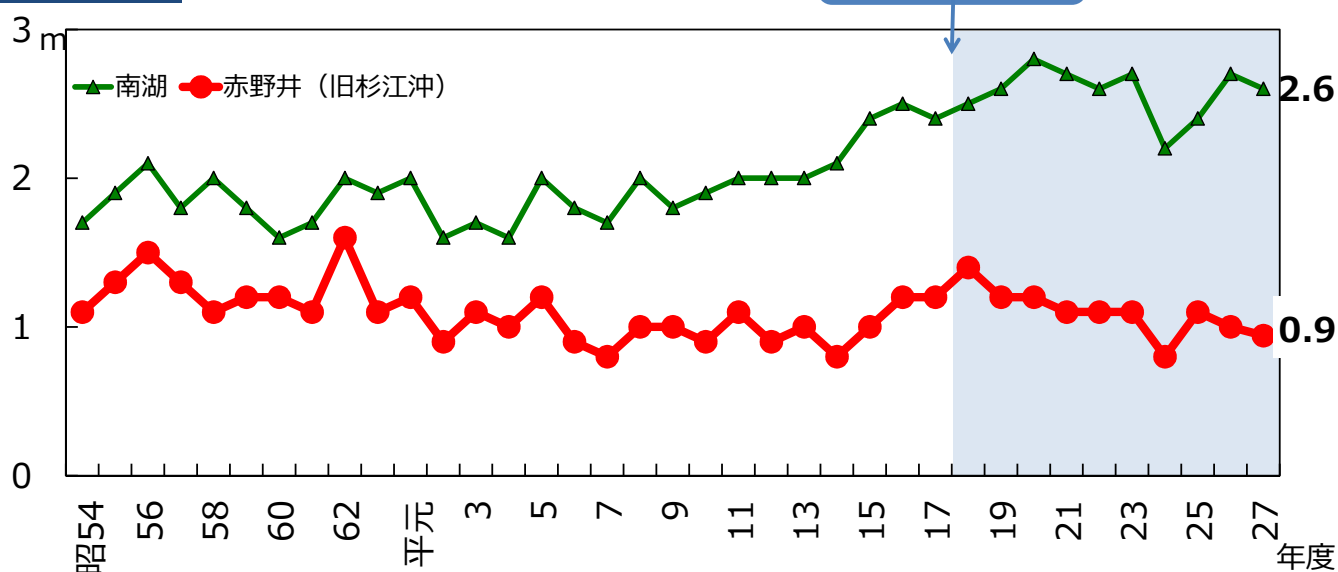
赤野井湾流域ではホタルが舞い、湾内ではシジミが棲めるような水環境に改善され、流域に暮らすすべての人々が誇りをもてる地域になっている。

→ 具体的には、湾の底が見える程度の透明度と、環境基準A類型に相当する水質階級の代表的な水生生物であるホタルが流域に生息し、湾内ではシジミが生息できる水質を目指すこととする。



赤野井湾流域のあるべき姿(水質)

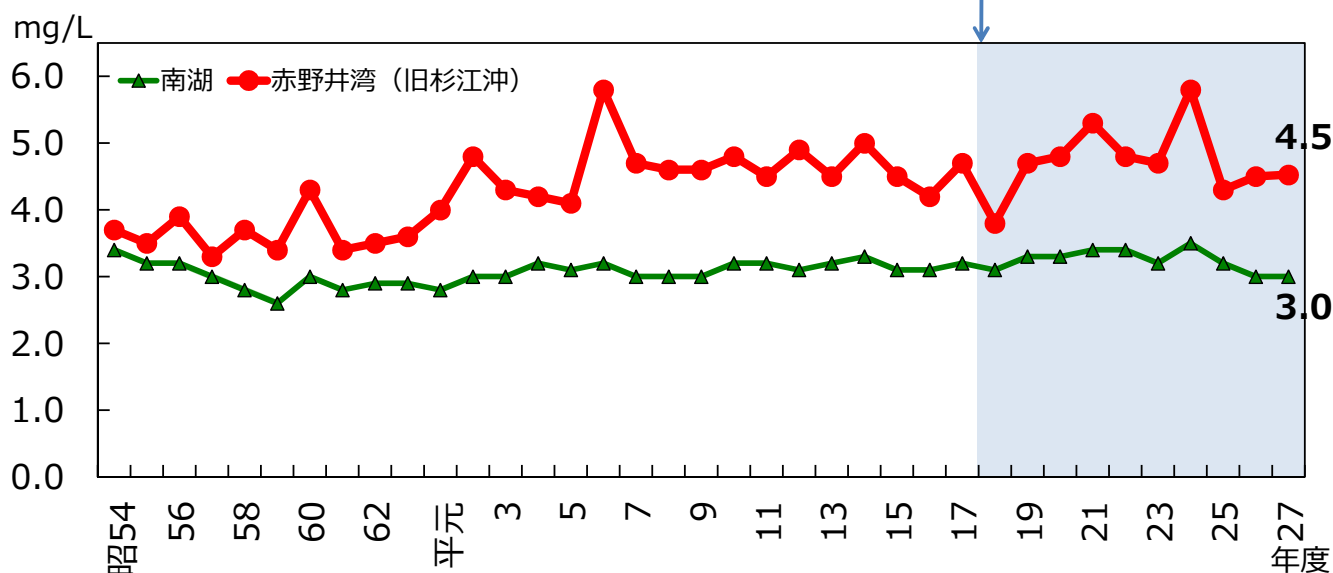
透明度



透明度は0.9mと、あるべき姿に近づいていない。

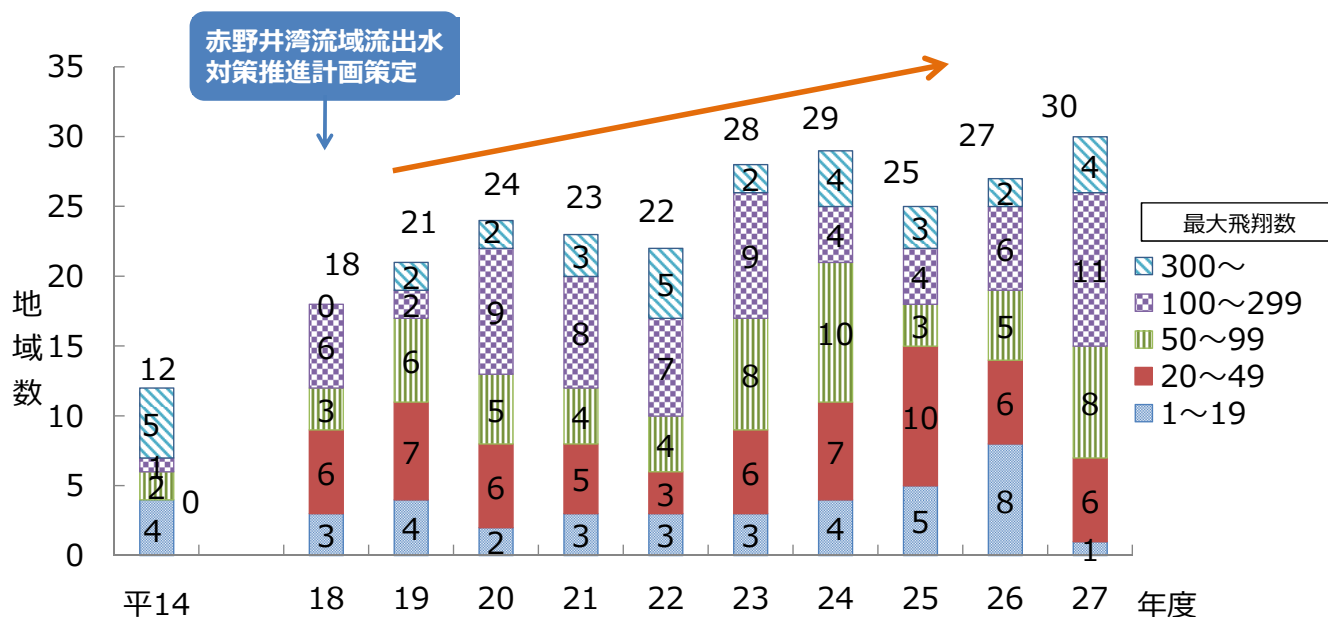
赤野井湾流域のあるべき姿（水質）

COD

赤野井湾流域流出水
対策推進計画策定

CODは4.5mg/Lと、目標である3.0mg/Lは達成できなかった。

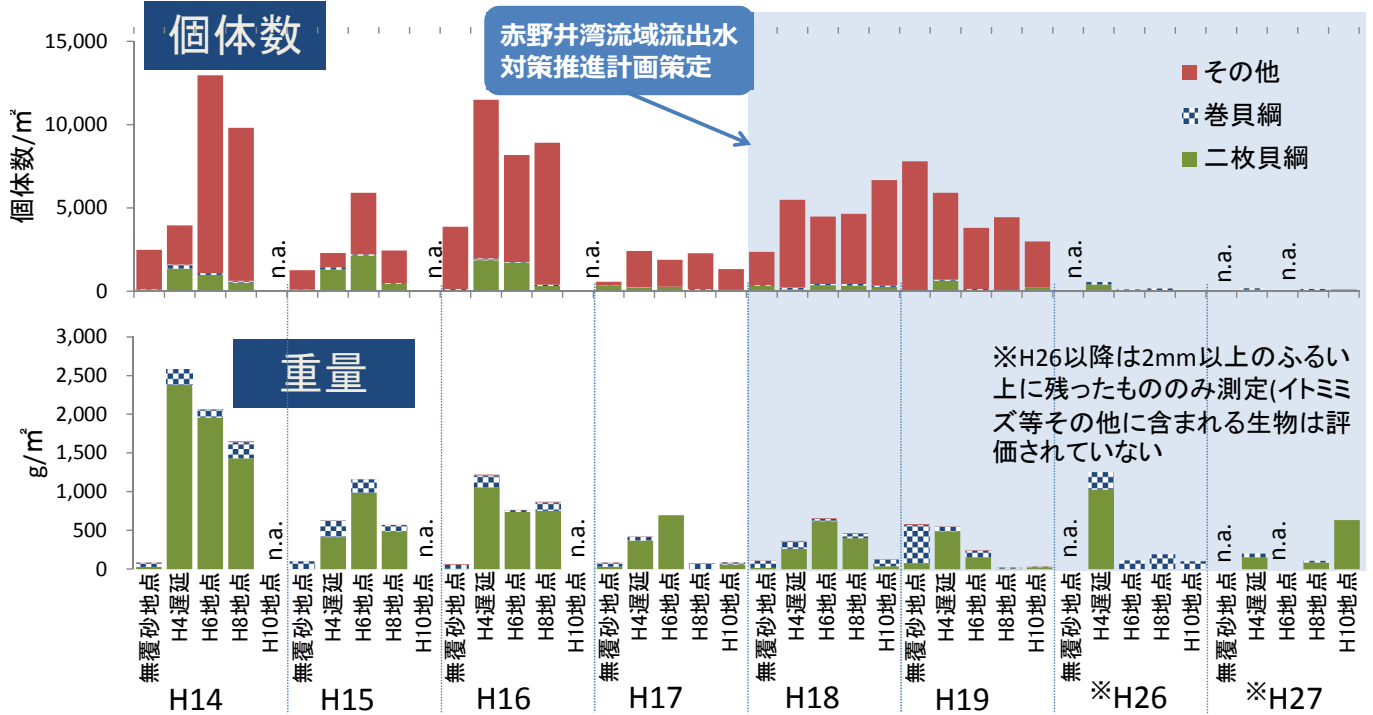
赤野井湾流域のあるべき姿（ホタル飛翔地域数）



ホタルの飛翔地域は増加傾向にある。

認定NPO法人びわこ豊穰の郷 HP
守山市民によるほたるマップより作成。

赤野井湾流域のあるべき姿(シジミ)



- 個体数ではイトミミズが優先種
- 重量ベースではシジミ等二枚貝が多く生息

データ出典: 滋賀県水産試験場
n.a.: データ無し

2. 第7期計画に向けた課題

- **水質保全対策の継続実施**

陸域における現状の発生源対策は有効であるため、継続すると共に、水質モニタリング結果を注視する。

- **生態系保全を視野に入れたTOC等による水質管理手法の検討**

有機物収支の把握に関する研究を実施すると共に、生態系に関わる物質循環の知見を充実させ、TOC等による水質管理手法を検討する。

- **南湖における水草大量繁茂対策の実施**

水草刈り取り等により湖流を回復させると共に、生態系再生に向けた水草管理を検討する。

- **赤野井湾における水質改善**

引き続き陸域における発生源対策を実施する。

第6期計画の評価と第7期計画に向けた課題

第6期計画の主要課題	第6期計画の評価	第7期計画に向けた課題
<p>○水質保全対策の継続実施 琵琶湖へのCOD、全窒素及び全りん（りん）の負荷量が着実に削減されていることから、これまで取り組んできた水質保全対策を継続するとともに、水質モニタリング結果を注視する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・陸域からの流入汚濁負荷量は抑制され、窒素・りんによる富栄養化の進行は抑制されている。→現状の発生源対策は有効であり、継続することが必要。 ・CODについては、低下傾向が見られないが、更なる発生源対策による大幅な水質改善を見込むことは難しい。また、生態系の課題が顕著に現れている。→「流入負荷の削減のみにより湖内の水質を改善する」という考え方からのシフトが必要。 	<p>○水質保全対策の継続実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・陸域における現状の発生源対策は有効であり、継続すると共に、水質モニタリング結果を注視する。
<p>○湖内における生産の実態把握 CODが低下しない要因と考えられる難分解性有機物の流入負荷量は増加していないことから、湖内における生産によるものが寄与していると考えられるため、植物プランクトン群集組成の変化や透明度の上昇、N/P比の変化などが水質に与える影響について、実態把握に努める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・溶存態難分解性有機物の起源は湖内由来が約6割、陸域由来が約4割。 ・植物プランクトンの現存量は減少する一方、粘質鞘を有する植物プランクトンが増加するなど、主組成が変化。 →湖内の水質（ストック）のみならず、有機物の生産と分解の速度といった物質の流れ（フロー）の変化を把握することが必要。 	<p>○生態系保全を視野に入れたTOC等による水質管理手法の検討</p> <p>有機物収支の把握に関する研究を実施すると共に、生態系に関わる物質循環の知見を充実させ、TOC等による水質管理手法を検討する。</p>
<p>○新たな有機物指標による評価 湖内における有機物の適正な管理を行うためには、有機物そのものを精度よく測定できるTOCなどの新たな指標による評価も併せて行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・有機物の全体を把握できる指標として、TOC等が必要。 ・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ことが必要。 	
<p>○南湖における水草異常繁茂対策の実施 南湖の湖辺部では、水草の異常繁茂により、湖流の滞留や水草の枯死体による湖底の泥質化の促進など水質への影響が懸念されてきているため、水草の刈り取り等による湖流の回復等を図る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・表層刈り取り、根こそぎ刈り取り、人力刈り取りなどの対策を実施すると共に、刈り取った水草は、集めて堆肥化し、肥料として再利用している。 ・平成26年度には、過去最大の現存量に達した。 	<p>○南湖における水草大量繁茂対策の実施</p> <p>引き続き水草刈り取り等により湖流を回復させると共に、生態系再生に向けた水草管理を検討する。</p>
<p>○赤野井湾における水質改善 ホタルの飛翔地域数の増加など、流域のあるべき姿に近づいている項目もあるが、湾内の水質改善に至っていないため、引き続き流出水対策推進計画に基づく対策を推進する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ホタルの飛翔地域数は増加しているが、湾内の水質は横ばい傾向など、あるべき姿には至っていない。 	<p>○赤野井湾における水質改善</p> <p>引き続き陸域における発生源対策を実施する。</p>