

トピック 水中の有機物の指標TOC

湖沼の有機物に関する水質環境基準として、一般にはCOD(化学的酸素要求量)が定められています。滋賀県では琵琶湖の水質定期観測において、CODに加えて独自の指標としてTOC(全有機炭素量)を測定しています(図T-1)。また、湖沼水質保全計画においても、CODとともにTOCの目標値が設定されています。なぜTOCが用いられるのか解説します。

1. 有機物量の指標

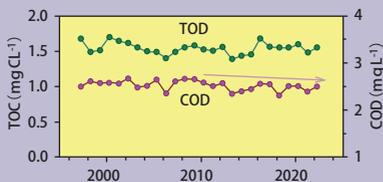
まず、湖沼や河川の有機物量を測る指標について説明します。

(1)BOD(生物化学的酸素要求量)

BODは河川の有機汚濁を測る指標で、水中の有機物が微生物によって分解される際に消費される酸素量を測定します。BODにかかる有機物は短期に生物によって代謝されやすい物質に限られます。さらに、アンモニアや亜硝酸イオンが多い試水では、BOD値が高くなることがあります。

(2)COD(化学的酸素要求量)

CODは湖沼や海域、事業所排水の有機汚濁を測る指標で、試水中の有機物が酸化剤と反応する際に消費さ



図T-1 琵琶湖北湖17A, 17B, 17C' 3地点のTOCとCODの年平均値の変動。両者のトレンドは似ている(滋賀県環境白書より作成)

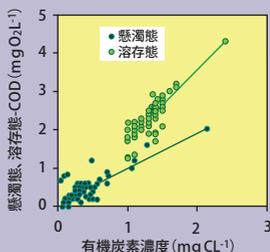
れる酸素量を測定します。しかし、COD測定では有機物の酸化率が100%に達しないことが多く、粒子が多い試料や酸性物質などでは過小評価される傾向があります(図T-2)。

(3)TOC(全有機炭素量)

TOCは水中に含まれる有機物の量を炭素(C)量として測定します。BODやCODに比べ、共存物質からの妨害が少なく、より正確に測定できるため、工場の工程水や環境水など、幅広い分野で有機汚濁の指標として用いられています。さらに、水道水質基準項目としても採用されています。

2. 琵琶湖水中の有機物の状況

かつて、河川や湖沼の有機汚濁が深刻であった時代には、生活排水や事業所排水などの人為由来の有機物が河川を通じて琵琶湖に流入していました。しかし、排水規制や下水道の整備、富栄養化防止対策が進んだ結果、琵琶湖の有機物量(BOD)は減少しました。それにもかかわらず、湖内のCODは長期間にわたっ



図T-2 有機炭素濃度とCODの関係。懸濁態と溶解態別で表示。傾きの違いからCODは懸濁態で酸化率が低いことがわかる(早川ら2018図5を改訂)

で減少しない状態が続きました。

CODが減少しない要因として、粒子状有機物が多い時にはCODが過小評価されていたことや、現在でも湖水中に難分解性有機物が含まれていることが関係していると考えられます。難分解性有機物とは、微生物による生分解でも減少しない有機物で、琵琶湖の溶存態有機物の約6割がこれに該当します。これらの有機物は微生物によって生成されるものの、その量は微生物の増減に左右されにくく、湖水の栄養状態に関係しないため、CODの減少が進まない要因となっていました。しかし、2010年代に入り、CODの減少傾向が見え始めています(図T-1)。

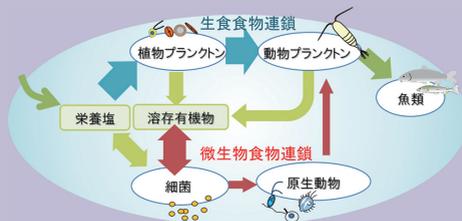
3. 湖沼の水質保全の見直し

琵琶湖では、流域負荷対策により富栄養化が改善されつつありますが、水環境が健全であるとは言い難い状況です。水道水源での異臭味の発生や在来魚介類の減少といった課題が継続して

います。これらに対処するため、近年では、水質保全から生態系保全へと施策の重点が移されています。

生物の成長には有機物や栄養物質が必須で、炭素、窒素、リンは重要な元素です。湖沼生態系が健全に維持されるためには、これらの元素の循環やバランスを考えることから生態化学量論と呼ばれています。また、湖の水質は物質循環と密接に関係していて、栄養塩や有機物の流れを把握することが必要です(図T-3)。以上の視点から、水質管理と生態系保全を両立させるためには、窒素、リンに加え、炭素量も重要な指標となります。

滋賀県では1997年からTOCの水質モニタリングを開始しており、第7期湖沼水質保全計画(2017年策定)以降、TOCを重要な指標として位置づけています(表T-1)。今後も、科学的知見を活用した総合的なアプローチによる琵琶湖の健全な水環境と生態系の維持が求められます。



図T-3 湖の生態系における物質循環イメージ

表T-1 第8期琵琶湖に係る湖沼水質保全計画におけるTOCの目標値
(参考:TOCの状況) (滋賀県・京都府 2022より作成) (mg/L)

項目	現状 (令和2年度)	令和7(2025)年度	
		対策を講じない場合	対策を講じた場合
TOC	北湖	1.6	1.6
	南湖	2.3	2.2

※TOC(年平均値)は、各環境基準点の年平均値の全地域平均値

琵琶湖環境科学研究センター 早川 和秀