

# 琵琶湖水の新たな水質管理指標に関する研究

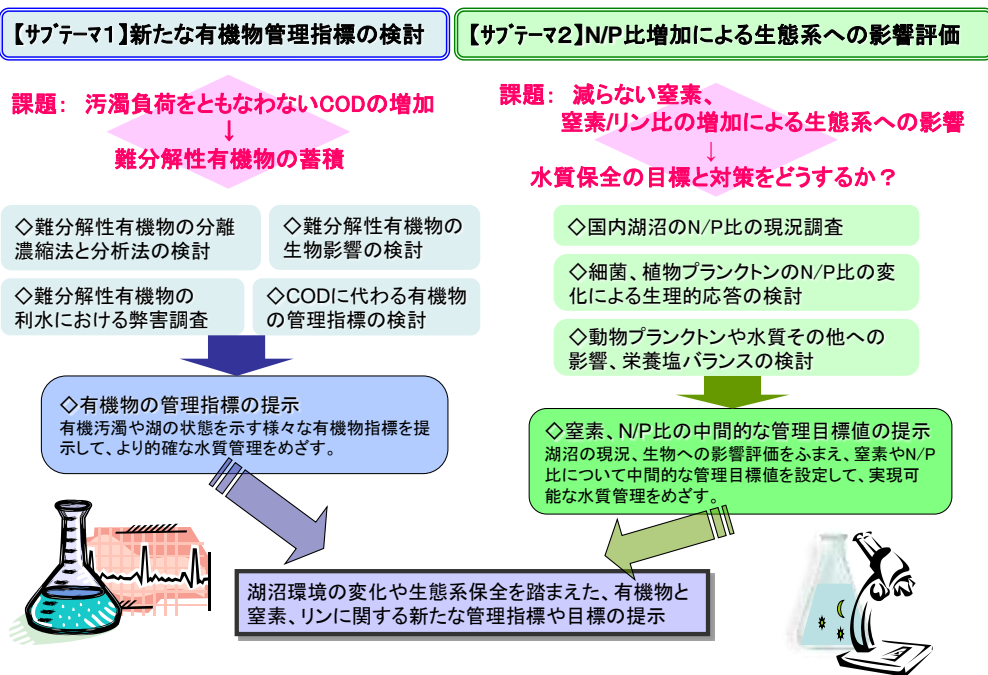
早川和秀・岡本高弘・廣瀬佳則・一瀬諭・古田世子・佐藤祐一・五十嵐恵子・古角恵美・七里将一・桐山徳也・南真紀<sup>1)</sup>・田中稔・山中直

## 1. 目的

琵琶湖ではCODの湖内への流入負荷量は削減されてきているが、湖内のCODは増加または横ばい傾向が続いていることから、このメカニズムを解明することが課題となっている。その原因として、湖内に微生物にとって利用しにくい難分解性溶存有機物が蓄積している可能性があること(岡本・早川 2011)から、難分解性溶存有機物の正体およびその蓄積原因を科学的に解明することが求められる。しかし、水環境中に存在する有機物は数万種におよぶ混合物であり、その化学的同定は容易ではないことから、難分解性溶存有機物が水環境にとって有害なものか否か、また、有機物をどのような指標を用いて管理していけば良いか、について明らかにすることが求められている。

また、全リンと全窒素も湖内への流入負荷量の削減は進んでいるものの、両者の濃度の増減傾向が異なることから、全リンに対する全窒素の濃度比(全窒素/全リン比)が増加傾向にある。この比の増加は過去に例を見ない状況であり、窒素やリンを栄養とする植物プランクトンの群集組成等への影響が懸念される。

以上のことから、本研究では、1) 難分解性有機物の生物影響についてその手法の検討および影響の評価を試みること、2) 水質保全や生態系保全のために新たな有機物の管理のあり方を提示すること、3) 全窒素/全リン比の増加による利水や湖内の生態系への影響を検討すること、4) 窒素が水質環境基準を満たしていない現状で、窒素や全窒素/全リン比について水質保全または生態系保全に向けた中間的な目標値を検討することを目標とする。



研究全体のイメージ

## 2. 研究内容と結果

### 【サブテーマ(1) 難分解性有機物の生物影響評価と有機物管理指標に関する研究】

初めに難分解性有機物の代表として湖水中のフミン物質（フルボ酸）を国際腐植物質学会の方法に準拠して大量抽出した（神戸大学との共同研究）。次に、湖水から抽出したフルボ酸を用いて、難分解性有機物による藻類やミジンコへの影響を把握するため、急性阻害の生物試験を実施した。その1つとして、ミジンコの急性遊泳阻害試験では、フルボ酸を添加した湖水にミジンコを入れた様子を観察した。藻類生長阻害試験やその他試験を、京都大学流域圏総合環境質研究センター、埼玉県環境科学国際センターとの共同研究において実施した。



写真1(左)  
湖水の採水風景  
(右奥の装置が  
樹脂吸着筒)



写真2(右)  
フミン物質の  
抽出風景  
(神戸大藤嶽氏  
提供)



写真3  
ミジンコ急性遊泳阻害試験  
(ビーカー内に親と幼体がみえる)



写真4  
ミジンコ急性遊泳阻害試験  
(各濃度別の試験)

- ミジンコの急性遊泳阻害試験の結果、フルボ酸が非常に高濃度（150-200 ppm）の場合には、ミジンコの遊泳阻害が現れることを確認した。
- 藻類生長阻害試験やその他試験も併せて実施した結果、難分解性有機物の主要な1つであるフミン物質は、試験した急性毒性での影響は極度な高濃度に限定されるとわかった。

また、これからの琵琶湖の有機物の管理や新たな有機物指標について考えるため、専門家も含めた検討会を開催した。検討会では以下のような議論が進んでいる。

- 現状ではCODが有機汚濁を評価できていないことから、琵琶湖に必要な有機物指標として有機物の総量を精度よく評価できるTOCを導入すべきであると考えられた。
- 水域の環境保全は、水利用の変遷、多様化によって、水質汚濁を防止するだけでなく、豊かな水辺や快適な生活空間の創造等にまで期待されるようになり、従来の公害規制型の取り組みから自然環境保全や地球

環境等の分野も包括した環境保全・管理型の取り組みが求められるようになってきていることから、新たな有機物の管理の考え方と指標を求められている。

### 【サブテーマ(2) N/P 比の増加による生態系への影響評価に関する研究】

国内外の湖沼の現況から琵琶湖の問題点を明確にするため、湖沼の窒素リンに関するデータを収集して、国内と海外の湖沼の全窒素/全リン比の現況について整理した。

- 世界の湖沼では、大気中の窒素降下による水質や生物への影響が注目されていて、窒素による一次生産の寄与が再評価されている。
- 国内では、湖沼により富栄養化の進行度が異なっているが、全窒素/全リン比が増加している湖沼の中には、リンの増加を伴わず、窒素のみ増加しているものがある。この現象は琵琶湖の N/P 比の増加と同様であり、窒素とリンがともに増加する富栄養化とは異なる状況にある。

窒素過多の状況を考察するために、細菌や植物プランクトンなどの N/P 比の変化による生理的応答試験を行った。

- 細菌の培養実験では、細菌により生成される溶存有機物には窒素の影響により組成の変化が見られたが、生長する細菌の種類などにはその影響が明確に現れなかった。今後さらに検討が必要である。
- 植物プランクトンに窒素、リンを添加する擬似 AGP 試験では、窒素、リンをともに添加する系で藻類の増殖が顕著であった。リンが植物プランクトンの生長を促す主要因になっているが、窒素を添加した場合には、藻類の炭素量がリンの添加のみに比べて多い可能性が示唆された。

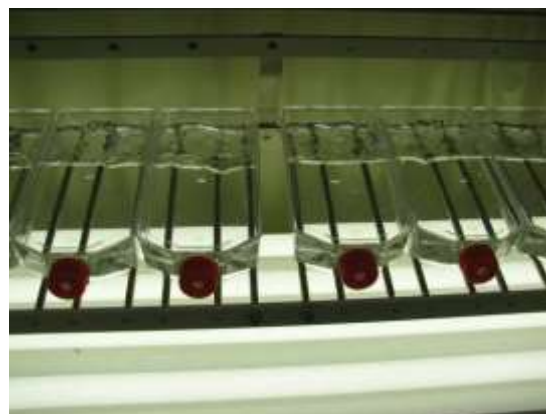


写真 5(左)  
植物プランクトンの栄養塩添加試験の様子

### 3. まとめ

- 難分解性有機物の主要な1つであるフミン物質は、試験した急性毒性での影響は極度な高濃度に限定されることが明らかになった。
- CODに代わる新たな有機物指標として、有機物の総量を精度よく評価できるTOCを導入すべきと考えられる。
- 国内と海外の湖沼の全窒素/全リン比の現況について整理した結果、国内湖沼ではリンの増加をともなわない窒素の増加がある湖沼（琵琶湖を含む）があることが分かった。
- 栄養塩添加培養試験の結果、リンは植物プランクトンの生長制限の主要因になるが、リンと同時に窒素が加わることで増殖が見られることがわかった。