

湖沼中の難分解性有機物に関する挙動解析（第2報）

松井 亮・荻野賢治・中村大充・山崎慶子・田中宏和・熊谷宏之*1

Behavior of Refractory Dissolved Organic Matter in Mikata Lake(2)

Ryo MATSUI, Kenji OGINO, Masamitsu NAKAMURA, Keiko YAMAZAKI, Hirokazu TANAKA,
Hiroyuki KUMAGAI*1

1. はじめに

福井県内の湖沼のうち、三方五湖や北潟湖の一部の水域では、有機物等汚濁の代表的な指標である化学的酸素要求量（COD）の環境基準（B 類型）が達成できていない。

他県においても、琵琶湖の生物化学的酸素要求量（BOD）は、低減傾向であるにもかかわらず、琵琶湖の COD が 1984 年を境に徐々に増加しており、これは、微生物によって分解されにくい難分解性有機物が蓄積しているためと推察されている¹⁾。また、石川県の河北潟においても難分解性有機物の動態に関する調査研究が行われ、新たな知見が示されている²⁾。

そこで、当県の三方五湖においても、環境基準を達成できない原因の一つと考えられる難分解性有機物に着目した生分解実験を行い、その結果の一部を報告した³⁾。本報では、さらに生分解実験を進めたデータを追加し、有機物の生物分解性を長期的な視点から評価したので報告する。

2. 実験方法

2. 1 試料

三方湖東部地点の表層湖水を試料とし、採水頻度は平成 26 年度が 1 回、平成 27 年度が 3 回、平成 28 年度が 6 回とした。

2. 2 長期生分解実験の方法

分析項目は生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD_{Mn}）および溶存態有機体炭素（DOC）とした。DOC は直径 28 mm、Glass Fiber 製プレフィルターでろ過した。各項目の測定方法は既報³⁾のとおりである。

長期的な生分解の挙動を把握するため、分析は採水当日と、数か月間隔で複数回実施した。試料は室温 25℃の室内において密封や遮光はせず、静置状態で保管した。

3. 結果および考察

3. 1 BOD 長期変化挙動

採水からの経過時間を横軸に、BOD の経日変化を図 1 に示した。

BOD は生物易分解性有機物の濃度を示す。平成 28（2016）年 2 月 2 日採水の試料以外については、採水後短時間で著しく低下し、約 100 日以降の結果はほとんどが 0.5 mgO/L 未満となった。この結果から、湖水中の大部分の生物易分解性有機物の分解は 100 日以内で終了すると考えられる。

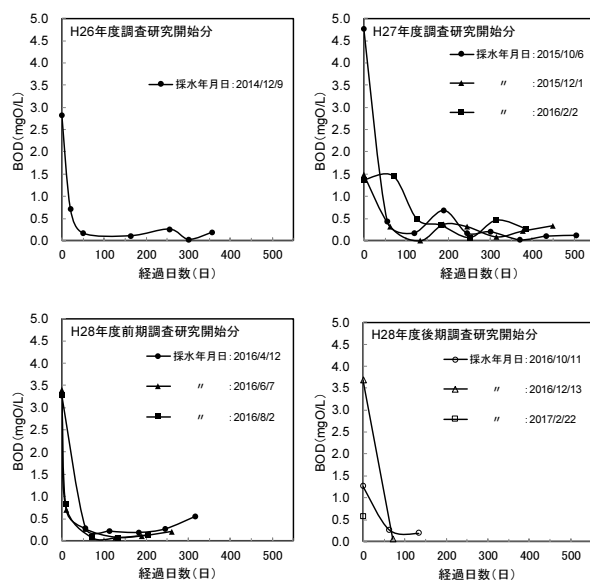


図1 三方湖湖沼水における採水後の生分解経過日数と BOD との関係

3. 2 COD_{Mn} 長期変化挙動

採水からの経過時間を横軸に、COD_{Mn} の経日変化を図 2 に示した。

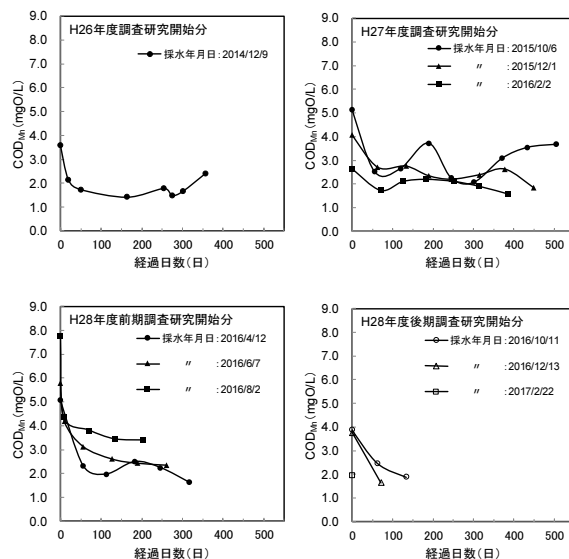


図2 三方湖湖沼水における採水後の生分解経過日数と COD との関係

試料によって差異があるが、全体的には BOD と同様に採水後短時間で濃度低下し、約 100 日以降では大きな変化

*1 福井県日野川地区水道管理事務所

がみられない傾向にあった。また、COD_{Mn}については100日間経過後も全ての試料で0.5 mgO/L以上の値を示したことから、100日間生分解経過後の湖沼水試料中には、生物学的反応では分解されにくく、過マンガン酸カリウムの化学的な酸化力で分解される有機物が残存していることが確認された。

3.3 BOD/COD_{Mn}長期変化挙動

採水からの経過時間を横軸に、BOD/COD_{Mn}の経日変化を図3に示した。

試料によって差異があるが、全体的には採水時はほぼ0.5以上の値を示した。その後は短時間で低下し、約100日以降は0.0～0.3の範囲内に収束した。また、BOD/COD_{Mn}は100日間以上の長期間を経過した後も変動した。特に、平成26年度と平成28年度前期の試料では、100～250日の経過日数でBOD/COD_{Mn}が微増する傾向がみられる。この原因は明確でないが、窒素由来のBODの増加が原因か、または生物難分解性有機物の一部がこの期間にゆっくりと易分解性に転化している可能性が考えられる。

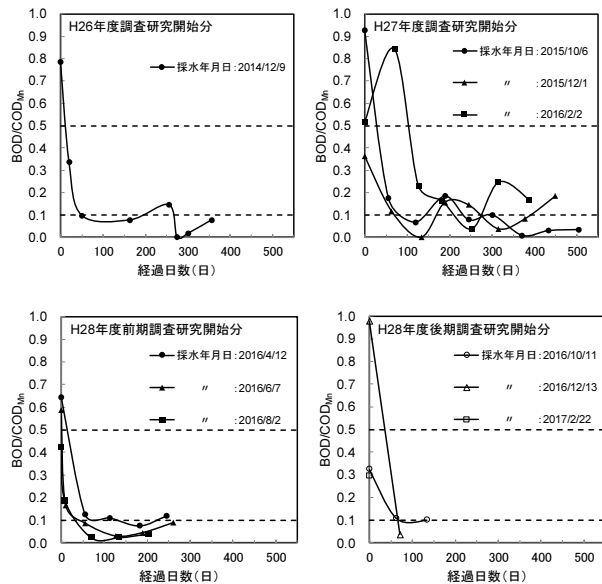


図3 三方湖湖沼水における採水後の生分解経過日数とBOD/COD_{Mn}との関係

3.4 DOC長期変化挙動

採水からの経過時間を横軸に、DOCの経日変化を図4に示した。

平成26年度と平成27年度の試料はBODやCOD_{Mn}に比べて大きな濃度変化はみられなかった。一方、平成28年度の試料はBODと同様に、時間経過に伴い濃度が低下したが、その速度はBODに比べて緩やかであった。また、約100日以降の濃度変化は小さく、ほぼ横ばいであった。ただし、試料間では濃度に差異がみられた。

100日間経過以降のDOC濃度変化が小さい理由は不明であるが、DOCはろ過後の検体を分析しているため、溶存性の生物難分解性有機物が長期間存在することを示している。この生物難分解性溶存有機物が試料採取当初から含有していた物質か、試料採取後100日間に懸濁態またはコロイド状の有機物が細分化および低分子化されて生成したものは不明である。ただし、100日間経過以降の

DOC濃度が、平成27年度は2月に比べて10月と12月の採取試料が高く、平成28年度は8月、6月、4月の順に低くなっている。このことから、水温が高い時期に湖水中で多量に含まれる植物等が原因物質である可能性が考えられる。

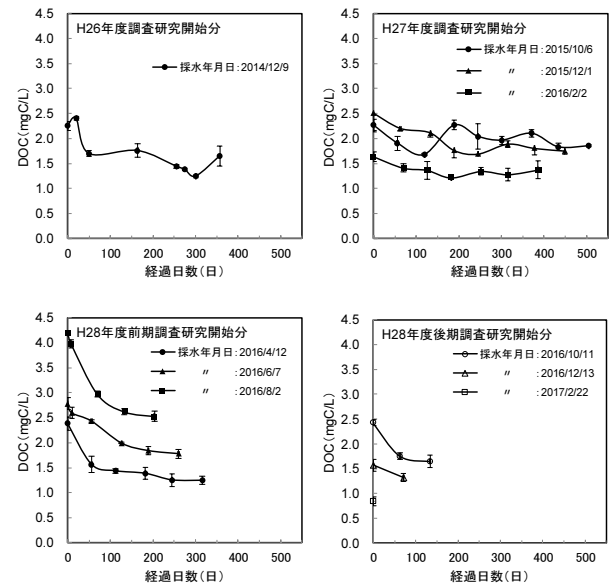


図4 三方湖湖沼水における採水後の生分解経過日数とDOCとの関係

3.5 各有機物指標の比較

平成28(2016)年6月7日に採水した試料を例に、各有機物指標の長期変化挙動を比較した結果について図5に示した。なお、DOCは、溶存態有機体炭素を全て酸化するのに要する酸素量として、O₂/C(2.67)を乗じ、理論酸素要求量を求め比較した。

これを見ると、試料採取日および100日間経過以降において各有機物指標間で明らかな差が認められる。CODは初期値から半減しているが、DOCの減少幅は小さい。仮に、CODでカウントされないDOC成分が、時間の経過とともにCODにカウントされる有機物に変化するとすれば、CODを環境基準の有機物指標としている以上、その低下は容易ではなく、環境基準の達成が困難となる。

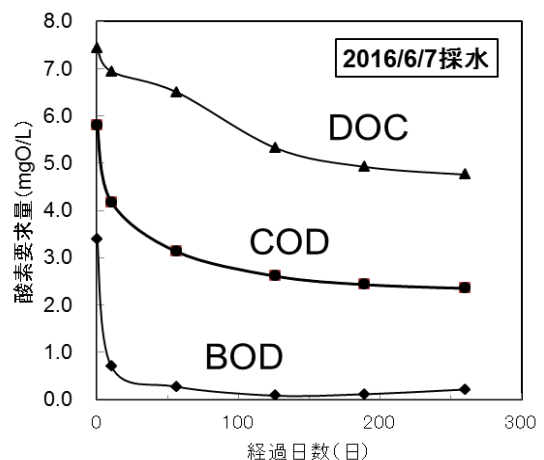


図5 三方湖湖沼水における各有機物指標の比較

4. まとめ

COD_{Mn}は「酸化力が弱い」、「物質によっては酸化率が異なる」、および「酸化の程度が温度や反応時間に影響を受けやすい」などの理由により、有機物の総量を表す指標としては不適切とする考え方がある。一方、DOCは有機物そのものの炭素量を示すため加算性が高く、有機物の物質収支を明確に捉えることができる長所を有する。本研究においても一部の湖水試料では、DOCに比べてCOD_{Mn}は長期的な時間経過による濃度変化が大きかった。そのため、湖沼水における生活環境項目の基準超過問題に関してはCOD_{Mn}のみで議論すべきではなく、全有機炭素(TOC)等の有機物総量を表す指標を併用して評価することが重要と考えられる。今後、公共用水域の良好な水質保全のため、難分解性有機物の低減化に向けた研究の進展が望まれる。

参考文献

- 1) 岡本高弘 他：水質汚濁メカニズムの解明に関する政策課題研究－難分解性を考慮した琵琶湖における有機物の現状と課題，滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書, 7, 87-102(2011)
- 2) 安田能生弘 他：河北潟における難分解性有機物に関する実態調査（第2報），石川県保健環境センター研究年報, 51, 34-38(2014)
- 3) 松井亮 他：湖沼中の難分解性有機物に関する挙動解析，福井県衛生環境研究センター年報, 13, 104-105(2014)