

## 【資料】

# 児島湖の水質改善に向けた難分解性有機物等の実態把握に関する研究 (第1報)

## Quantitative Estimation of Refractory Organic Matter and Other Substances for Water Quality Improvement in Lake Kojima (1st Report)

喜多真帆, 北村雅美, 沖 拓哉, 林ひかる, 坂口浩範

KITA Maho, KITAMURA Masami, OKI Takuya, HAYASHI Hikaru, SAKAGUCHI Hironori

## 要 旨

児島湖のCODは環境基準 (5 mg/L以下) を達成しておらず, 近年改善傾向が横ばいとなっている。その一因として指摘されている難分解性COD及び難分解性有機物について令和4から6年度の3年間, 児島湖内等で実態把握を行い, 環境基準の未達成要因の推定等を行うこととしている。令和4年度は, 湖内2地点 (湖心及び縮切堤防) で予備調査を行い, 100日間生分解試験を実施したところ, 難分解性COD<sub>Mn</sub>の比率は34% (湖心) 及び37% (縮切堤防) となった。これは, CODの環境基準 (5 mg/L) の約6割に相当していた。また, 難分解性TOCの比率は44% (湖心) 及び50% (縮切堤防) であり, 霞ヶ浦 (40%) 等と近い値であった。一方, 比較対照として, 5℃の暗所での静置状態ではCOD<sub>Mn</sub>及びTOC共に生分解があまり進行せず, 懸濁態の一部が溶存態に移行すると考えられた。

[キーワード: 児島湖 難分解性COD 難分解性有機物 生分解試験]

[Key words: Lake-Kojima Hard-to-degrade COD Hard-to-degrade organic matter Biodegradation test]

## 1 はじめに

岡山県南に位置する児島湖は, 昭和34年 (1959年) の完成以来, 県下最大の干拓地において水田農業近代化の先導的役割を果たしてきたが, 流域の人口増加や産業の活性化などにより水質汚濁が進行した。本県では, 「岡山県児島湖環境保全条例」の制定など各種施策の実施と関係者の努力により水質は緩やかに改善傾向にあるものの, 平成18年頃からはCODは横ばいとなっており, 未だ環境基準 (COD5 mg/L以下等) を達成していない<sup>1)</sup>。

こうした傾向は他の湖沼等においてもみられるが, その一因として, 微生物では分解されにくい「難分解性有機物」の割合の増加が指摘されている<sup>2~5)</sup>。一方, 児島湖では難分解性有機物に関する知見が乏しいことから, 令和4年度から6年度にかけて湖内での難分解性有機物の実態把握を行い, 環境基準の未達成要因について推定等を行うこととしているが, その実験手法である生分解試験については, 確立した手法がない。こうしたことから, 他県<sup>2~6)</sup>の事例等を参考に予備調査を行ったので, その結果を報告する。

## 2 調査方法

## 2.1 試料採取

春季にCODが高値を示す傾向があることを踏まえ, 予備試験のための試料として令和4年5月11日に, 図1

に示す児島湖内2地点 (湖心及び縮切堤防) でステンレスバケツを用いて表層水を採取し, ポリ容器に入れて持ち帰った。

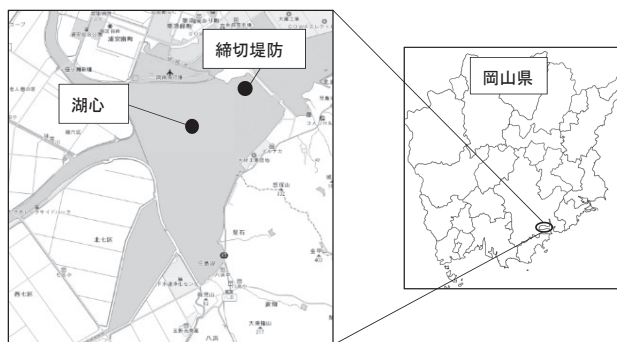


図1 調査図

## 2.2 生分解試験の条件設定

一般的に, 難分解性有機物は, 「一定期間微生物による分解を経た後に分解しないで残存するもの」と定義されている。今回の予備試験は, ①20℃の恒温状態, ②暗所, ③酸素が十分に存在する状態という環境とし, 期間は同様の条件下で有機物濃度の減少が収まると報告されている100日間とした<sup>3~5)</sup>。当条件において生分解試験を実施し, 試験終了後に残存した有機物を難分解性有機物とした。なお, 酸素の供給法としては, 振とう培養器での振とうやばっ気等があるが, 長期試験のため清浄な試験環境の構築と維持が必要となること, 実際の活用

実績があることなどを考慮し、マグネチックスターラーによる常時攪拌方式とした<sup>3), 5)</sup>。

### 2.3 試験方法

あらかじめ450℃で4時間加熱処理した5L広口ガラスビンに採取した各試料4Lを入れ、20℃の恒温状態の暗所でマグネチックスターラーを用いた常時攪拌を行った。また、比較対象として、同試料を5℃の暗所で静置状態として保存した。試験期間中、0, 3, 7, 14, 28, 56, 100日後にそれぞれの試験系（常時攪拌及び静置状態）の試料約500mLを採取した。試料の一部は、あらかじめ450℃で2時間強熱処理したガラス繊維ろ紙（Whatman GF/F）でろ過し、下記2.4に示した測定項目及び測定方法により全有機物と溶存態有機物の測定を行った。

### 2.4 測定項目及び測定方法

測定項目として、有機物の指標であるCOD<sub>Mn</sub>（100℃における過マンガンカリウムによる酸素消費量）とTOC（全有機体炭素）を選定した。COD<sub>Mn</sub>はJIS K0102 17に、TOCはJIS K0102 22.2に準拠して測定を行った。TOC計は、(株)島津製作所製TOC-Lを使用した。なお、懸濁態有機物量は、測定した全有機物量から溶存態有機物量を差し引いて算定し、P-COD<sub>Mn</sub>（懸濁態COD<sub>Mn</sub>）は「COD<sub>Mn</sub>からD-COD<sub>Mn</sub>（溶存態COD<sub>Mn</sub>）を減じたもの」、POC（懸濁態TOC）は「TOCからDOC（溶存態TOC）を減じたもの」とした。

## 3 結果及び考察

### 3.1 生分解試験結果

図2に湖心及び締切堤防の試料に係るCOD<sub>Mn</sub>の生分解試験結果を示す。いずれの試料もCOD<sub>Mn</sub>は7日目までに急激に減少し、日数の経過とともに有機物等が徐々に生分解され、100日後に難分解性COD<sub>Mn</sub>は3.2mg/L（湖心）及び3.3mg/L（締切堤防）となった。難分解性CODの比率は34%（湖心）及び37%（締切堤防）であり、これは環境基準（5mg/L）の約6割に相当した。

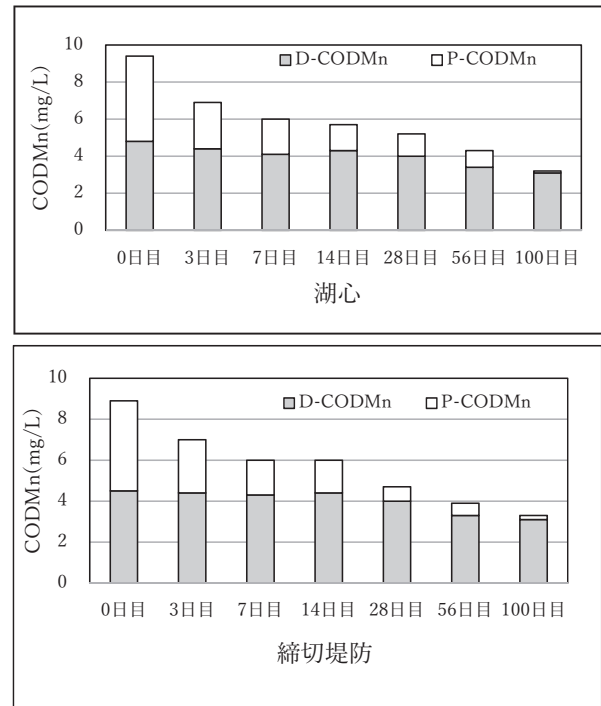


図2 湖心及び締切堤防の試料に係るCOD<sub>Mn</sub>生分解試験結果

図3に湖心及び締切堤防の試料に係るTOCの生分解試験結果を示す。いずれの試料もTOCは7日目までに急激に減少し、日数の経過とともに有機物等が徐々に生分解され、100日後に難分解性TOCは2.1mg/L（湖心）及び2.2mg/L（締切堤防）となった。難分解性TOCの比率は44%（湖心）及び50%（締切堤防）であり、霞ヶ浦（40%）<sup>2)</sup>、諫早干拓湾調整池（36~81%, 平均53%）<sup>3)</sup>に近く、琵琶湖（76%）<sup>4)</sup>より低かった。

また、難分解性DOCの比率は65%（湖心）及び73%（締切堤防）であり、霞ヶ浦（80%）<sup>2)</sup>、諫早干拓湾調整池（62~85%, 平均74%）<sup>3)</sup>、琵琶湖（70~75%）<sup>4)</sup>、河北潟（81%）<sup>5)</sup>と近い値であった。

生分解試験100日時点の難分解性有機物の濃度は、56日時点と顕著な差はなくなっていたことから、当センターにおける試験においても、試験期間は100日とすることで結果の評価は可能と考えられた。

表1 数値データ（COD<sub>Mn</sub>生分解試験及び静置100日試験結果） 単位：mg/L

	0日目	3日目	7日目	14日目	28日目	56日目	100日目	静置100日目
COD ※湖心	9.4	6.9	6.0	5.7	5.2	4.3	3.2	8.0
D-COD ※湖心	4.8	4.4	4.1	4.3	4.0	3.4	3.1	5.1
COD ※締切堤防	8.9	7.0	6.0	6.0	4.7	3.9	3.3	9.0
D-COD ※締切堤防	4.5	4.4	4.3	4.4	4.0	3.3	3.1	5.4

表2 数値データ（TOC生分解試験及び静置100日試験結果） 単位：mg/L

	0日目	3日目	7日目	14日目	28日目	56日目	100日目	静置100日目
TOC ※湖心	4.8	*	3.3	3.3	3.0	2.4	2.1	4.0
D-TOC ※湖心	3.2	*	2.7	2.7	2.6	2.3	2.1	3.3
TOC ※締切堤防	4.5	*	3.2	3.5	2.8	2.5	2.2	4.2
D-TOC ※締切堤防	3.1	*	2.8	2.9	2.5	2.3	2.3	3.4

※3日目は測定機器の不調により欠測

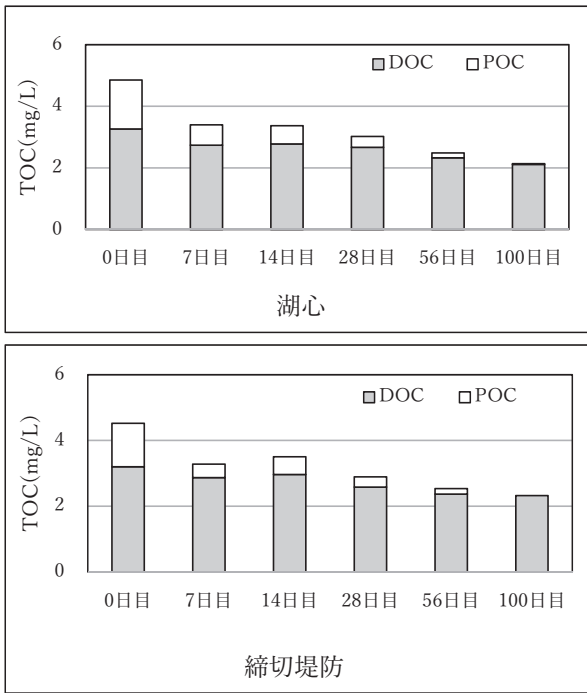


図3 湖心及び縮切堤防の試料に係る TOC 生分解試験結果

### 3.2 静置試験結果との比較

図4にCOD<sub>Mn</sub>に係る静置試験と生分解試験の比較結果を示す。静置試験における100日後のCOD<sub>Mn</sub>は、8.0 mg/L（湖心）及び9.0 mg/L（縮切堤防）であり、0日目と100日目を比較したCOD<sub>Mn</sub>の残存率は、生分解試験で34%（湖心）及び37%（縮切堤防）であったのに対し、静置試験では85%（湖心）及び101%（縮切堤防）であった。これにより、静置試験では生分解があまり進行しないことが示唆された。また、静置試験ではCOD<sub>Mn</sub>の減少は少ないもののD-COD<sub>Mn</sub>が増加し、P-COD<sub>Mn</sub>が減少していた。これは懸濁態COD<sub>Mn</sub>の一部が溶存態COD<sub>Mn</sub>に移行したものと考えられた。

図5にTOCに係る静置試験と生分解試験の比較結果を示す。静置試験における100日後のTOCは、4.0 mg/L（湖心）及び4.2 mg/L（縮切堤防）であり、TOCの残存率は生分解試験で44%（湖心）及び50%（縮切堤防）であったのに対し、静置試験では81%（湖心）及び91%（縮切堤防）であった。また、静置試験と同様にDOCの増加とPOCの減少が確認された。これにより、TOCもCOD<sub>Mn</sub>と同様の傾向にあることが示唆された。

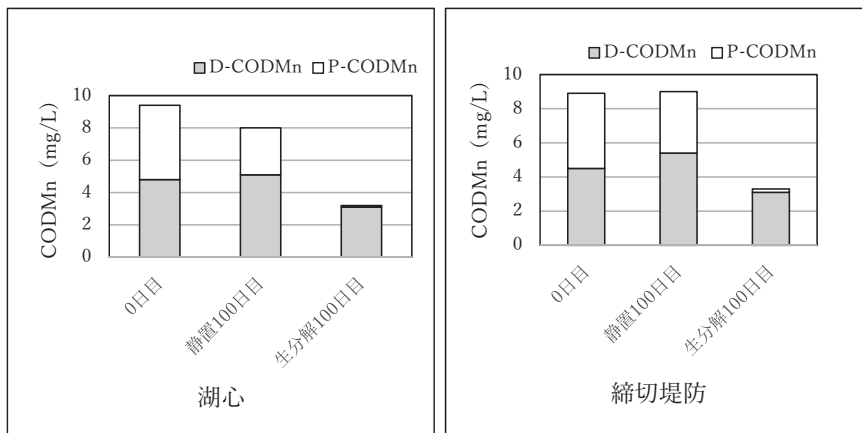


図4 COD<sub>Mn</sub>に係る静置試験と生分解試験の比較結果

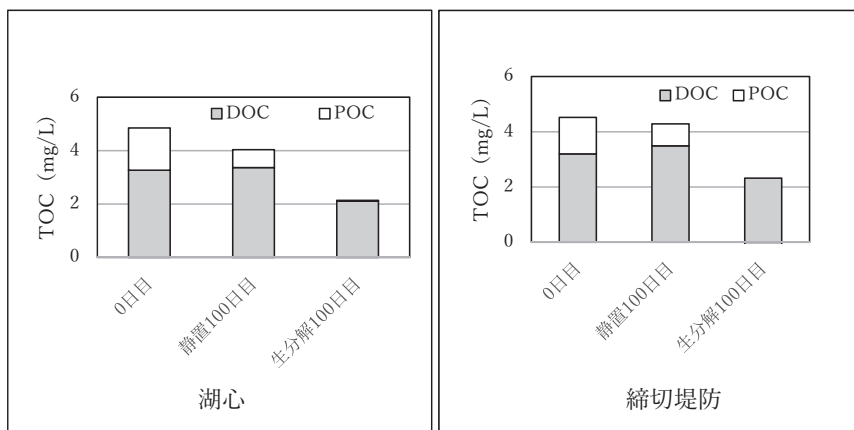


図5 TOCに係る静置試験と生分解試験の比較結果

## 4 まとめ

- (1) 20℃の恒温、暗所かつ酸素が十分に存在する状態で100日間の生分解試験を実施したところ、難分解性COD<sub>Mn</sub>は3.2 mg/L（湖心）及び3.3 mg/L（縮切堤防）、難分解性TOCは2.1 mg/L（湖心）及び2.2 mg/L（縮切堤防）となった。
- (2) 難分解性COD<sub>Mn</sub>の比率は、34%（湖心）及び37%（縮切堤防）であり、これは、CODの環境基準（5 mg/L）の約6割に相当していた。
- (3) 難分解性TOCの比率は、44%（湖心）及び50%（縮切堤防）であり、霞ヶ浦（40%）、諫早湾干拓調整池（36～81%、平均53%）に近く、琵琶湖（76%）より低かった。
- (4) 難分解性DOCの比率は、65%（湖心）及び73%（縮切堤防）であり、霞ヶ浦（80%）、諫早干拓湾調整池（62～85%、平均74%）、琵琶湖（70～75%）、河北潟（81%）と近い値であった。
- (5) 静置試験（5℃の暗所で静置状態）の結果、COD<sub>Mn</sub>及びTOC共に生分解があまり進行しておらず、懸濁態の一部が溶存態に移行すると考えられた。

今回の予備試験で基本的な生分解試験の条件設定ができたことから、これら知見をもとに、今後季節変動を把握するなど児島湖における難分解性有機物等の調査を進めていくこととしている。

## 文 献

- 1) 岡山県：児島湖ハンドブック，（令和5年3月），2023
- 2) 霞ヶ浦環境科学センター：有機炭素の挙動の解明に関する研究 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報，10，44，2014
- 3) 陣野 宏宙，浦 伸孝，桑岡 莉帆，橋本 京太郎，植野 康成：諫早湾干拓調整池等における有機物特性に関する研究，水環境学会誌，42（4），177-184，2019
- 4) 岡本 高弘，佐藤 祐一，早川 和秀，古角 恵美：難分解性有機物を含めた有機物による琵琶湖の水質汚濁メカニズムについて，滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書，5，25-35，2009
- 5) 安田 能生弘，牧野 雅英，谷村 睦美，亀井 とし：河北潟における難分解性有機物に関する実態調査（中間報告），石川県保健環境センター研究報告書，50，38-41，2013
- 6) （公財）琵琶湖・淀川水質保全機構 琵琶湖・淀川

水質浄化研究所：琵琶湖・淀川流域の難分解性有機物に関する調査・分析の手引書（案）＜概要版＞  
<http://www.byq.or.jp/kento/img/data03.pdf>  
（2023.5.24 アクセス）