

# 諫早湾干拓調整池における底質有機炭素の起源推定調査

陣野 宏宙、桑岡 莉帆、橋本 京太郎、植野 康成

諫早湾干拓調整池内 10 地点で 2017 年 9 月と 12 月に底泥を採取し、有機炭素濃度を測定するとともに脂肪酸バイオマーカーを用いて有機物の起源推定を行った。

底質有機炭素濃度は、本明川の下流にあたる北部承水路上の地点で高く、調整池南東部の地点で低い結果となった。また有機炭素濃度が高い地点では、脂肪酸含有量も多く、またその内訳としては、陸上植物、次いで二次生産である細菌に由来することが分かった。更に、9 月に比べ 12 月の脂肪酸バイオマーカーの含有量が多くなっており、流域からの陸上植物の流入に加え、調整池内で発生した水草等の枯死の影響も疑われた。

キーワード: 諫早湾、調整池、底質有機物、脂肪酸

## はじめに

一般的に浅い湖沼では底泥の巻上げ現象が発生しやすく、透明度の低下や栄養塩類の動態にも影響を及ぼす<sup>1)</sup>。本県本土中央部に位置する諫早湾干拓調整池(以下「調整池」という。)は平均水深が約 1.4 m と浅く、底泥が巻上げられやすい環境にある。実際、調整池の SS 濃度は他湖沼と比べて高く、全有機物に占める懸濁態有機物の割合が高いことが分かっている<sup>2)</sup>。また、調整池の水質は環境基準を超過した状態が続いているが、底泥からの有機物の巻上げが原因のひとつとして示唆されている<sup>3)</sup>。そのため、調整池の湖底に堆積する有機物の起源を把握することは、調整池の水質環境改善のために重要である。しかしながら、調整池における底質の有機物起源の調査事例は極めて少ない。

そこで本研究では、今後の有機汚濁の削減にむけた適切な施策につなげるため、脂肪酸バイオマーカーを用いて調整池底質有機物の起源推定を行った。

## 調査内容

### 1 調査時期・地点

調査は 2017 年 9 月 28 日と 12 月 20 日に調整池内 10 地点(St.1～8、P.1、P.2)で実施した(図 1)。なお St.5、St.8 及び P.1 は北部承水路上、St.6、St.7 は潜堤内のポイントである。

### 2 調査方法

#### (1) 試料採取

底質試料は、船上からエッグマンページ採泥器により

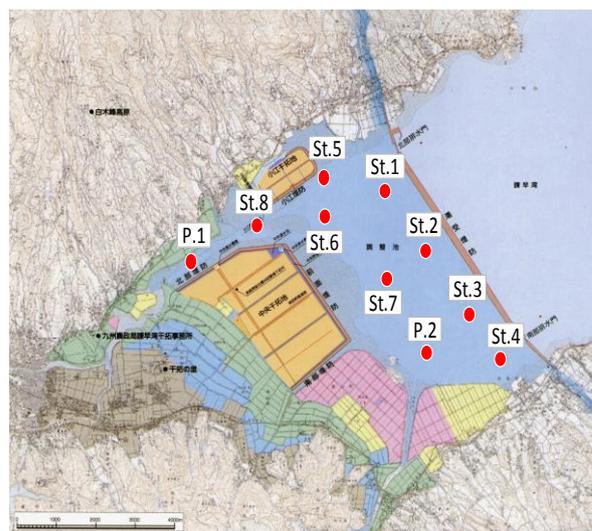


図 1 調査地点

表層 1 cm 程度の泥を採取した。採取した試料は分析に供するまで $-20^{\circ}\text{C}$ で凍結保存した。

#### (2) 底質有機炭素(TOC)分析

試料を凍結乾燥後、乳鉢でよくすりつぶした試料を有機微量元素分析装置(Perkin Elmer PE2400 II)で測定した。

#### (3) 脂肪酸分析

試料を凍結乾燥後、One-step method<sup>4)</sup>を用いて脂質の抽出及び誘導体化を行った。脂肪酸分析はガスクロマトグラフ(島津製作所 GC-2010 Plus)を用いて行った。分析条件は以下のとおりである。

カラム: Agilent Select FAME、0.25 mm × 100 m  
キャリアガス: ヘリウム、331.0 kPa

インジェクション:スプリット、1:90、270 °C  
 検出部:FID、280 °C  
 カラム温度:150 °C(5 min)－2.5°C /min－230°C(8 min)－4 °C /min－250 °C(20 min)

脂肪酸の標準物質としてはシグマアルドリッチ社の 37 種 FAME ミックス、BAME、PUFA NO.3、C25:0、C26:0、C28:0、ジーエルサイエンス社の C27:0、C30:0、マトレヤ社の ai17:0 を用いた。標準物質のリテンションタイムから、サンプル中の脂肪酸の同定を行った。また、内標準物質として Dr.Ehrenstorfer 社のトリコサン酸(C23:0)を使用した。なお、本研究では標準物質のリテンションタイムに該当しないピークに関しては全て除外することとした。

なお、既往の研究<sup>5, 6)</sup>で用いられている脂肪酸バイオマーカーとその起源を表 1 にまとめた。なお、脂肪酸バイオマーカーとは、細菌や珪藻、藍藻などの植物プランクトン、陸上植物が特異的に合成する脂肪酸のことである。本研究ではこの脂肪酸バイオマーカーを用いて、調整池底質有機物の起源推定を行うこととする。

表 1 脂肪酸バイオマーカーとその起源

脂肪酸バイオマーカー	Source
i15:0、ai15:0、i17:0、ai17:0、18:1 $\omega$ 7	細菌
18:2 $\omega$ 6、18:3 $\omega$ 3	緑藻/藍藻
20:5 $\omega$ 3	珪藻
22:6 $\omega$ 3、18:4 $\omega$ 3	渦鞭毛藻
LCFA (26:0 – 30:0)	陸上植物

## 結果及び考察

### 1 底質有機炭素の分析結果

調整池 10 地点の底質有機炭素の分析結果を表 2 に示す。St.5 と P.1 の炭素濃度が 2 回の調査においてどちらも 30 mg/g・dry を超えていた。また St.8 についても、いずれの月も 20 mg/g・dry を超えており、これらの 3 地点は底質に有機物が溜まりやすい地点であると考えられた。なお、

この 3 地点は全て北部承水路上の地点であり、本明川や小江干拓地等からの有機物供給が大きいものと思われる。

また、St.4 と P.2 の 2 地点は、他の地点と比べて底質有機炭素濃度が低い値となっていた。なお、底泥含水率と底質有機炭素には強い正相関があることが示唆されているが<sup>7)</sup>、St.4 と P.2 の 2 地点は含水率がそれぞれ 43.3 %、59.0 %と、2 地点を除いた 8 地点の平均値 69.0 % と比べて低い値となっていた。この 2 地点は調整池南東に位置し、隣接した調査地点である。調整池の底泥は主にシルト・粘土質であるが<sup>8)</sup>、この 2 地点付近の底質は砂質で(図 2)、過去に行った調査でも中央粒径が 0.19 mm と細砂質に区分されるものであり、ヘドロが溜まりにくい地点であると考えられる。なお、詳細な考察にあたっては風向・風速、流向・流速等を調査し、調整池内の物質輸送モデルなどを用いて解析する必要があるものと考えており、今後の課題である。

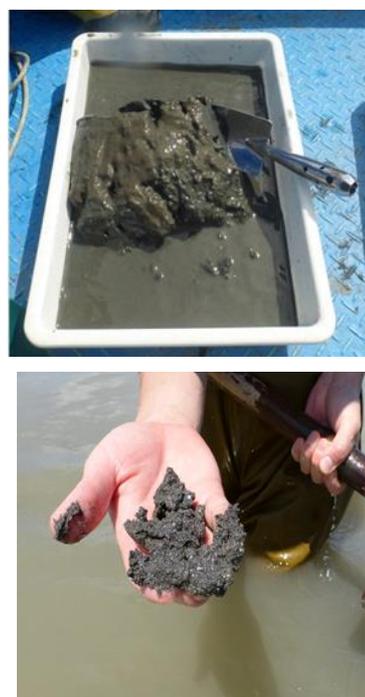


図 2 底泥の状態 (上: St.6 付近、下: St.4 付近)

表 2 底質有機炭素濃度

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	P.1	P.2
	(単位:mg/g・dry)									
9月	17.4	15.9	14.7	11.4	31.9	16.6	15.8	22.5	31.8	10.5
12月	16.2	16.8	15.7	4.5	34.6	21.5	16.2	25.2	38.3	11.5

## 2 底質脂肪酸分析結果

脂肪酸含有割合の結果を図3に、脂肪酸含有量の結果を図4に示す。若干の逆転はあるものの、全ての地点で陸上植物由来のマーカーク割合が1番大きく、次いで細菌由来のマーカーク割合が大きい傾向にあった。また含有量は、有機炭素濃度が高かったSt.5とP.1において高く、有機炭素濃度が低かったSt.4とP.2において低い結果となっていた。

なお、図5には細菌、植物プランクトン、陸上植物由来それぞれの脂肪酸バイオマーカー含有量の10地点平均値を示している。全てのマーカークで、9月に比べて12月の値が大きかった。12月に各マーカークの含有量が大きくなっているのは、夏季に増殖した藻類の沈降、それに伴うバクテリア生産の増加、冬になり枯死した陸上植物の流域からの流れ込みが考えられる。なお、過去にヨシ進出工内で底質の強熱減量や硫化物を調査した際には、夏季に増殖したヒシ等の水草が枯れた影響で冬季の底質環境の悪化が疑われた<sup>9)</sup>。そのため、陸上植物由来の脂肪酸含有量の増加は流域からの流れ込みに加えて、調整池内で発生した水草等の枯死の影響も考えられる。

### まとめ

本研究では調整池の底質有機物の起源推定を目的に脂肪酸バイオマーカー分析を行った。底質有機炭素濃度は北部承水路上の地点で高く、調整池南東部の地点で低い結果となった。なお、脂肪酸分析の結果、調整池底質は陸上植物や二次生産である細菌に由来する有機物の割合が大きいことが示唆された。なお、有機炭素濃度が高い地

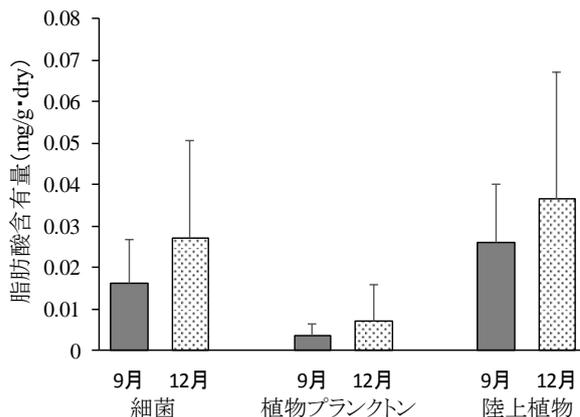


図5 起原別脂肪酸含有量の変化 (平均値+標準偏差)

点は脂肪酸含有量も多く、調整池内の特定の範囲に有機物が溜まりやすい傾向があることがわかった。調整池の水質改善の観点から考えると、調整池全体で同一の対策を講じるのではなく、有機物が溜まりやすい地点は重点的に浚渫を行うなどといった、地点の特性にあわせた細かな対策が必要になると考えられる。

また、9月と比べて12月の方が各脂肪酸バイオマーカー含有量が多くなっていた。原因としては、流域からの陸上植物の流入などに加え、調整池内で発生した水草等の枯死の影響も疑われたが原因の特定には至らなかった。今後調整池の底質有機物の起源推定を行う際は、今回用いた脂肪酸分析に加えて炭素・窒素安定同位体比の分析などを実施することで、より詳細な解析ができるものと思われる。

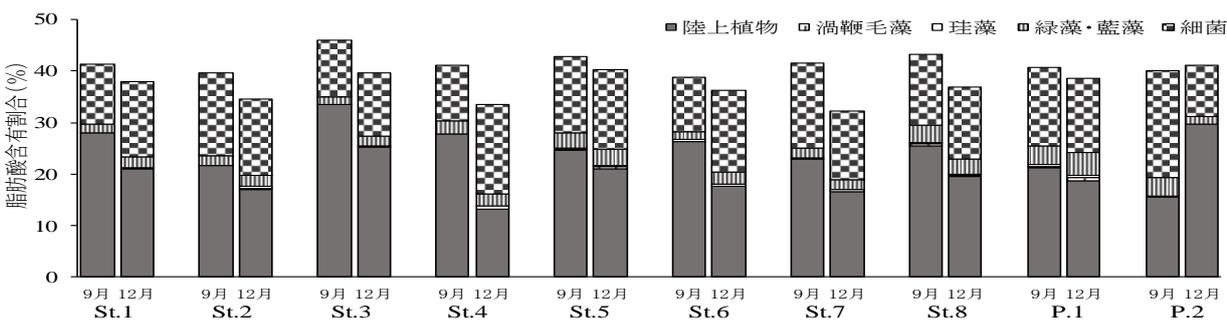


図3 調整池底泥の脂肪酸含有割合

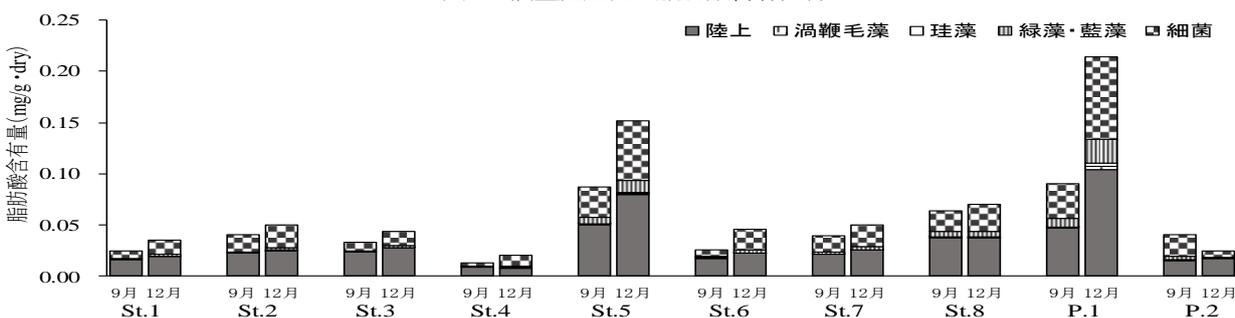


図4 調整池底泥の脂肪酸含有量

## 謝 辞

底質試料の脂肪酸分析に関して、秋田県立大学生物資源科学部生物環境科学科の藤林恵助教にご助言いただきました。ここに記して謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 天野 邦彦, 他: 浅い湖沼の水質への水生植物の影響解析, 水工学論文集, **49**, 1219-1224, (2005).
- 2) 三田村 緒佐武, 他: 琵琶湖周辺内湖の植物プランクトン増殖に対する栄養評価, 滋賀大学環境総合研究センター研究年報, **11**, 47-56, (2014).
- 3) 陣野 宏宙, 他: 諫早湾干拓調整池等における有機物特性, 長崎県環境保健研究センター所報, **62**, 62-67, (2016).
- 4) Sakdullah Abdulkadir, *et al.*: One-step method for quantitative and qualitative analysis of fatty acids in marine animal samples, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **354**, 1-8, (2008).
- 5) 藤林 恵, 他: 流動と底質有機炭素の起源に注目した伊豆沼の底質形成機構の解析, 土木学会論文集 G, **69**, III\_565-III\_570, (2013).
- 6) Guillermo, E.N.: Fatty acids as trophic and chemical marker in freshwater ecosystems. In: M.T.Arts and B.C.Wainman(eds), *Lipids in freshwater ecosystems*. Springer, New York, 21-44, (1998).
- 7) 服部 啓太ほか: 底泥含水比と他の底質指標との普遍的な相関性について、日本水環境学会要旨集、**21**、(2017)
- 8) 西田 渉, 他: 諫早湾干拓調整池北部水域における浮遊懸濁物質の変化に関する研究, 土木学会論文集 G, **70**, III\_341-III\_347, (2014).
- 9) 陣野 宏宙, 他: 諫早湾干拓調整池におけるイケチョウガイの地蒔き飼育の可能性に関する研究, 長崎県環境保健研究センター所報, **61**, 72-78, (2015).

## Investigation of the Origin of Sedimentary Organic Matter in Isahaya Bay Regulating Reservoir

Hirooki JINNO, Riho KUWAOKA, Kyotaro HASHIMOTO and Yasunari UENO

In order to surmise the origin of sedimentary organic matter, we sampled sediment at 10 points in Isahaya Bay regulating reservoir in Sep. and Dec. of 2017 and analyzed its organic matter and fatty acids.

Sedimentary organic matter concentration was high at the points on the lower Hon-myō River and low at the point on the southeast side in the reservoir. The fatty acids content in sediment was high at the points that organic matter concentration was high. The composition indicated that main origin of sedimentary organic matter seemed to be land plants and bacteria. The fatty acids content in sediment which was higher in Dec. than Sep.. This indicated that, adding an inflow of land plants from the basin of Isahaya regulating reservoir, the blighted hydrophyte had contributed to the increase of the fatty acids concentration in sediment.

Key words: Isahaya Bay, regulating reservoir, sedimentary organic matter, fatty acids