

# 炭素・窒素安定同位体比を用いた嫌気性原生動物の食物網の解析

長岡工業高等専門学校 鎌田すみれ (正) 荒木信夫 (正) 押木守  
長岡技術科学大学 桑原大輝 (正) 山口隆司  
国立環境研究所 小野寺崇 高津文人 珠坪一晃

## 1. はじめに

排水処理装置内にはバクテリアや原生動物など多種多様な生物が共存し、複雑な生態系を構築している。都市下水処理における活性汚泥内ではバクテリア、原生動物と後生動物は被食-捕食関係にあることが知られている。一方、都市下水処理 UASB リアクター内にも嫌気性原生動物が生息しているが、摂餌に関する報告例はない。そこで本研究では、炭素・窒素安定同位体比による解析を用いて都市下水処理 UASB 内の嫌気性原生動物の食物網の解析を行う。

## 2. 実験方法

### 2.1. 使用サンプル

汚泥サンプルは長岡中央浄化センターで都市下水を供給して運転を行っている UASB リアクター (容積 32 L) から採取した。

都市下水サンプルは UASB リアクターに流入する下水を貯蔵してあるタンクより採取した。

### 2.2. 採取方法

下水中の溶解性成分、SS 成分と UASB 内のバクテリア、原生動物を分離し、それぞれのサンプルについて炭素・窒素安定同位体比を測定した。上記 4 種のサンプルの調整は以下の方法で行った。

#### (1) 下水の溶解成分と SS 成分

遠心時の温度は 4°C、遠心時間は 15 分間で遠心力を 8000×g とし、上澄み (溶解成分) と容器の底に沈降した SS 成分を得た。

#### (2) UASB 汚泥内の原生動物

作成した装置 (図 1) を用い分離を以下の方法で行なった。

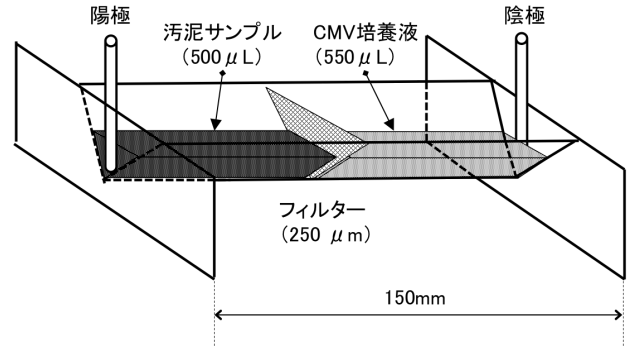


図-1 原生動物集積装置

UASB から採取した汚泥はまずフィルター (250 μm) に通し、大きめの SS 成分を除去する。次に分離装置の陽極側に導入し、直流装置より電流 (15 V, 0.1 A 以下) を流し、20 分後に陰極側に集まった原生動物を採取した。

#### (3) UASB 汚泥内のバクテリア

バクテリアの分離は汚泥内の SS 成分を含まないようにする必要がある。そのため、遠心時の温度を 4°C、遠心時間は 5 分間、遠心力を 8000×g とし、遠心分離し、上澄みを採取し、さらに (1) と同様に遠心分離 (8000×g, 4°C, 15分) し、容器の底に沈殿したものを採取した。

### 2.3. 最終調整

バクテリアを蛍光顕微鏡で高濃度にあるか確認後、蒸留水で 3~5 回洗浄した。集積した原生動物を顕微鏡で不純物が入り込んでないか確認後、蒸留水で 3~5 回洗浄した。

各試料を 60 °C で乾燥させた後、下水の SS 成分と溶解成分を 0.7mg、バクテリアと原生動物は 0.4 mg を錫製の容器 (SANTIS 製) に移す。その後、元素分析計質量分析計システム (Conflo III, Delta plus Advantage (Thermo Finnigan), 国立環境研究所) を用いて測定した。

### 3. 実験結果と考察

溶解成分, SS 成分, バクテリア, 原生動物の窒素・炭素安定同位体比の測定結果を(表-1), (表-2) に示す. また, 縦軸を窒素同位体比, 横軸を炭素同位体比としたグラフを(図-5)に示す.

炭素安定同位体比は下水の溶解成分は-24.4~23.3‰, SS 成分は-28.3~-25.6‰であった. また, バクテリアは-27.8~-23.4‰, 原生動物は-26.0~23.7‰であった. 溶解成分と原生動物はほぼ同じ領域にあることから, 原生動物は溶解成分を摂食していると考えられる. 一方, バクテリアは, SS 成分と近いため, 主として SS 成分を摂食していることが示唆された.

窒素安定同位体比は下水の溶解成分は 0.0~-3.9‰, SS 成分は-1.9~-0.3‰であった. また, バクテリアは-2.6~-1.0‰, 原生動物は-4.6~0.8‰であった. 本来, 窒素安定同位体比は捕食者が被食者よりも高くなる傾向がある. しかし, 原生動物はバクテリアと比較して, 窒素安定同位体比が同程度であった. このため, 原生動物とバクテリアは被食-捕食関係であるのではなく, UASB 汚泥の生態系内で同じ栄養段階であることが示唆された. これは炭素安定同位体比の結果からも溶解成分が原生動物の主たる炭素源と考えても矛盾しなかった.

### 4. まとめ

炭素安定同位体比より嫌気原生動物は主に溶解成分を摂食し, SS 成分とバクテリアは摂食していないと示唆された. また, 窒素安定同位体比より嫌気性原生動物とバクテリアは被食-捕食の関係ではないことが分かった. しかし, 被食対象と考えられる溶解成分が嫌気性原生動物より高い値となった. 安定同位体比の性質上考えづらい結果のため今後とも研究を進める必要がある.

### 5. 参考文献

1) 盛下勇(2004)『下水処理と原生動物』山海堂.

2) 宮島浩輔ら(2010)「原生動物の走電性を用いた単離手法の開発」長岡工業高等専門学校

3) 杉崎宏哉ら (2013) 水産技術,6(1),57-68

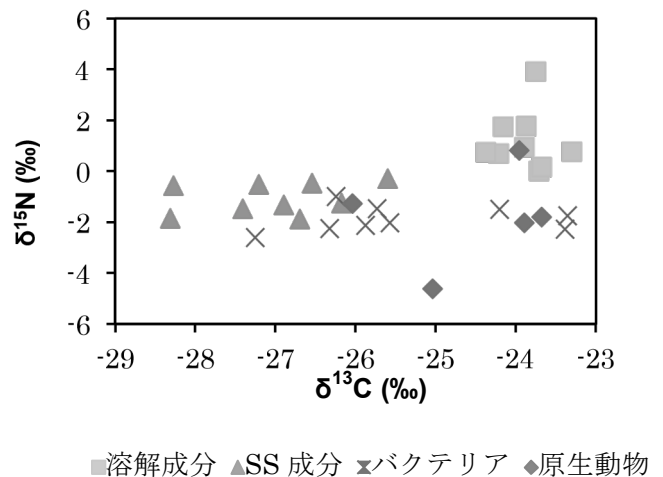


図-2 炭素・窒素同位体比

表-1 炭素同位体比

採取日	溶解成分	SS成分	バクテリア	原生動物
11/28	-23.89	-28.27	-26.24	-
11/30	-23.7	-25.59	-23.38	-23.67
12/4	-24.21	-26.89	-25.57	-
12/7	-23.86	-27.4	-23.35	-
12/10	-24.37	-28.31	-26.32	-26.03
12/14	-23.74	-26.54	-24.2	-25.03
12/16	-23.67	-26.17	-27.25	-
12/20	-23.29	-26.69	-25.73	-23.89
12/26	-24.15	-27.2	-25.87	-23.95

(単位: ‰)

表-2 窒素同位体比

採取日	溶解成分	SS成分	バクテリア	原生動物
11/28	0.94	-0.57	-1.01	-
11/30	0	-0.29	-2.27	-1.8
12/4	0.68	-1.32	-2.04	-
12/7	1.76	-1.48	-1.75	-
12/10	0.74	-1.86	-2.25	-1.28
12/14	3.9	-0.48	-1.51	-4.63
12/16	0.17	-1.24	-2.62	
12/20	0.77	-1.87	-1.47	-2.03
12/26	1.74	-0.52	-2.14	0.81

(単位: ‰)