乾式燃焼法に基づいた堆積泥の有機物形態を評価する手法

TOUCH NARONG¹・金城 信隆²・中下 慎也³・日比野 忠史⁴

¹正会員 広島大学特任助教 工学研究院 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail: narong-cambodia@hiroshima-u.ac.jp

²学生会員 広島大学修士学生 工学研究科 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail: m151638@hiroshima-u.ac.jp

³正会員 広島大学助教 工学研究院 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail: nakashita@hiroshima-u.ac.jp

⁴正会員 広島大学准教授 工学研究院 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail: hibinot@hiroshima-u.ac.jp

有機物の消化が無機化(減量)に至らない低分子化までの過程では 600℃での燃焼による強熱減量率(IL_{600})や全有機炭素含有率(TOC)を用いて堆積泥に含まれる有機物の消化状態を評価できない。本論文では有機物の嫌気性消化に伴う堆積泥の性状変化を評価する指標として、堆積泥の燃焼特性(各燃焼温度の減量率の分布)と炭素含有率との関係を提案した。水道水で満たされた水槽に堆積泥を静置させ、嫌気性消化に伴う堆積泥の性状(燃焼特性、炭素含有率、酸化還元状態等)変化を経時的に測定した。時間が経過するとともに堆積泥の酸化還元電位が低下、酸素消費能力が高くなることから、有機物の嫌気性消化が進行することを確認した。有機物消化に伴う燃焼特性の変化と C_{300} (300℃で燃焼して残留した全炭素含有率) の変化との関係から、炭素比 (C_{300}/C_5) と $(IL_{300}-IL_{200})/IL_{600}$ は堆積泥の有機物形態を評価できる指標として使用できることが明らかになった。

Key Words : ignition characteristic, carbon content, organic matter state, digestion

1. はじめに

沿岸域で失われた生態系を効率的に再生するためには、堆積泥中の有機物消化に伴う堆積泥の性状変化を評価できる手法が求められる。有機物の消化には低分子化と無機化過程があり、無機化まで至らない有機物の消化過程では 600℃での燃焼による強熱減量率(IL_{600})や全有機炭素含有率(TOC)で有機物の消化に伴う堆積泥中の有機物の形態変化を評価できないことがわかっている。有機物の形態(例えば、腐植性有機物)の特定には堆積泥の腐植性有機物抽出、示差熱、核磁気共鳴分光(NMR spectroscopy)分析等の手法が用いられるが、高コスト等のため大量の分析に向いていない。

最近の数十年では、国内外で発展途上国に向けた土壌や堆積泥内での有機物の消化に伴う堆積泥の性状変化を評価する経済的な手法の提案に関する研究が多く行われている。Perie and Ouimet¹⁾は寒帯森林土壌(boreal forest soils)の TOC と有機物含有率(105℃乾燥に対する 550℃燃焼の減量率, IL_{550}) との関係性を明らかにし、有機物の腐植化が進行すると、TOC/ IL_{550} が減少することを示唆して

いる。福井ら²⁾はフミン酸やセルロース等の標準物質を用いて燃焼実験を行い、燃焼特性(各燃焼温度の減量率の分布)から堆積泥内に存在する構造が不安定な有機物(labile structure organic matter, LSOM: 脂肪酸, ペプチド, 炭水化物, 糖質等)と腐植性有機物(humic organic matter, HOM: フミン酸, フルボ酸, ヒューミン等)は 300℃での強熱減量率(IL_{300})で大まかに分類できることを示した。さらに、 IL_{300}/IL_{600} は TOC/ IL_{600} と同様に、異なる海域の堆積泥の有機物起源を評価できることを明らかにしている。日比野ら³⁾は燃焼特性から得られた IL_{300} と IL_h (IL_{600} と IL_{300} との差)を用いて LSOM・HOM 含有率を推定することを試みた。堆積泥の腐植性物質の抽出結果と燃焼特性との比較により、 IL_{300} と IL_h の妥当性が示され、燃焼特性のみで異なる有機物起源の堆積泥に存在する LSOM・HOM 含有率が推定可能となった。中岡ら⁴⁾は異なる海域の堆積泥を用いて、堆積泥の酸素消費能力と IL_{300}/IL_{600} との関係を検討し、 IL_{300}/IL_{600} が大きい堆積泥は酸素消費能力が高く、有機物の嫌気性消化が活発に進行することを明らかにした。

上述のとおり、有機物の消化・形態を経済的に評価す

るために、堆積泥の燃焼特性や酸素消費能力の手法が用いられている。上記手法では異なる海域の堆積泥の性状や起源までは評価できたが、堆積泥の有機物の消化に伴う有機物の形態変化は明確にできていない。本論文の目的は乾式燃焼法である燃焼特性試験と元素 (C, H, N, S) 分析を併用した堆積泥の構成有機物の形態変化を評価する手法の確立である。本論文では、堆積泥中の有機物形態をLSOMとHOMの2つに分類する。なお、粘土鉱物や金属イオンに付着したLSOMはHOMに分類した。

2. 有機物の分類・消化による還元状態の変化

本章では、既存研究に示された土壌内の有機物の分類および各々有機物の特性と、有機物の消化に伴う酸化還元状態の変化についてまとめる。

(1) 有機物の形態 (種類)

図-1に堆積泥に含有する有機物の分類とHOMの形成を示した。LSOMは構造が不安定、または比較的に単純な構造を持つ、易分解の燃焼し易い有機物である。これに対して、HOMは腐植化が進み、構造が比較的に安定した難分解の燃焼し難い有機物である。Cuyperら⁵⁾は示差熱分析法を用いてLSOMとHOMの分類を試みており、LSOMは250~350℃で最も燃焼し、HOMは370~540℃で最も燃焼する結果を得ている。

堆積泥中には(a)植物や生物死骸の嫌気性消化過程で生成されるフミン酸やフルボ酸等のHOM、または(b)LSOMの粘土鉱物や多価金属イオンとの結合によって形成されるHOMがある(図-1)。(b)の過程で形成されたHOMは堆積泥の酸化還元状態が変化すれば、LSOMが金属イオンから分裂されて微生物が利用できるLSOMに戻ることを期待される。すなわち、堆積泥中のLSOMは植物や生物死骸の嫌気性消化過程で生成されるのみならず、HOMの分裂から戻されることによって増加すると考えられる。Touchら⁹⁾は微生物燃料電池技術を用いて堆積泥から電子を回収することで堆積泥の酸化還元状態の変化(ORPの上昇, pHの低下)、鉄イオンの増加や燃焼特性の変化からHOMの分裂が生じることを確認している。

(2) 有機物の嫌気性消化による酸化還元状態の変化

有機物が生物化学的に消化されると、プロトンと電子が生成される。生成された電子の受容体として酸素が使用されるときは好気性消化、酸素以外の酸化体物質が使用されるときは嫌気性消化と定義されている。有機物の嫌気性消化過程では酸化体物質が $O_2 \rightarrow NO_3^- \rightarrow Mn(IV) \rightarrow Fe(III) \rightarrow SO_4^{2-}$ の順に還元され、 $Mn(II)$, $Fe(II)$, $S(-II)$ 等が生成される⁷⁾。 $Mn(II)$, $Fe(II)$, $S(-II)$ 等は酸素を消費する物質であり、堆積泥内に蓄積することによって堆積泥の酸素消費

図-1 堆積泥内中の有機物の分類とHOMの形成

図-2 実験方法の概略図

能力が高くなる。すなわち、堆積泥内での有機物の嫌気性消化の進行は堆積泥の酸化還元電位 (ORP) の低下と酸素消費能力の増加に現れる。Touchら⁹⁾は電子回収に伴う堆積泥の酸化還元状態の変化は堆積泥の酸素消費能力に現れることを確認している。

嫌気性消化には、単糖や脂質等が生成される高分子有機物の加水分解期、酢酸やプロピオン酸等の有機酸が生成される酸性発酵期、有機酸の無機化が始まる酸性減退期、有機酸の無機化が最終段階のアルカリ性発酵期がある⁹⁾。遠藤ら¹⁰⁾は嫌気性消化過程において生成されたアンモニア等のアルカリ成分と有機酸や重炭酸等の酸成分の種類と濃度によってpHが決定されること、片岡¹¹⁾は有機酸が生成される酸性発酵期ではpHが低下し、酸性減退期以降ではpHが上昇することを示している。

上述とおり、有機物の嫌気性消化過程は酸化還元状態により評価できる。有機物の嫌気性消化が進むにつれて酸化体物質が消費、還元体物質が生成され、ORPが低下するとともに酸素消費能力が高くなる。また、有機酸の生成・無機化によってpHが変化する。これらの特性を利用して、pH, ORP, および酸素消費能力を用いて本実験での堆積泥の嫌気性消化を評価するとともに、有機物の嫌気性消化に伴う堆積泥中のLSOMとHOMの形態変化を燃焼特性試験と元素分析により検討していく。

3. 堆積泥の消化実験の概要

(1) 実験方法の概説

体積が約500 mL容器に高さ50 mmになるように(約250 mL)堆積泥を投入し、泥層の上を水道水で満たして

(上層水), 分析用ボトルを作成した. さらに分析用ボトルを60Lの水道水槽内に静置させた(図-2).

本実験では試料の嫌気性消化を評価するため, 分析用ボトルを水槽内に静置してからの試料(分析用ボトル内の堆積泥)の性状(pH, ORP, 燃焼特性, 有機元素(C, H, N, S), 酸素消費能力)を経時的に分析した. pHとORPの測定には堀場製作所のD-70シリーズが用いられた. 燃焼特性試験では, 電気マッフル炉(Yamato化学機器, FO610)を用い, 乾燥質量に換算して約1.5 gの試料を50°C・96時間の乾燥後, 100, 200, 300, 375, 500と600°Cの各温度で4時間燃焼させた. 有機元素は50°Cで乾燥と300°Cで燃焼した試料をCHNS分析装置(Pelkin Elmer社製, CHNS/O 2400 II型)で測定した. 酸素消費試験では試料(湿潤重量5 g)を溶存酸素が飽和した脱イオン水117 mLに投入し, 450 rpmで試料を攪拌しながら容器内の溶存酸素濃度をDO計(WTW社製, FDO925型)を用いて30秒間隔で測定を行った.

(2) 実験に使用した試料

本試料は下水起源の有機物を主な有機組成物とした海底泥である. 現地堆積泥層内では有機物の嫌気性消化が活発に起こっており, 採取時にはメタンや硫化水素ガスが発生し, 悪臭を放していた. 採取した堆積泥を2 mmふるいに通して, 通過した試料を実験に用いた. 試料の性状および水道水の水質を表-1に示した. 以降に示す酸化還元電位(ORP)はAg/AgClを基準とした値である. 表-1に示した電気伝導度(EC, Horiba: 3552-10Dで測定)は試料を3000 rpm・20分の遠心分離から得られた間隙水の値である. IL₆₀₀は50°C乾燥した試料を600°Cで4時間燃焼させたときの減量率である. C₅₀はCHNS分析から得られた50°C乾燥した試料の全炭素含有率である.

4. 堆積泥の有機物形態を評価する手法の提案

(1) 有機物の消化に伴う堆積泥の還元状態の変化

試料の酸化還元状態(pH~ORP関係)と酸素消費能力の経時変化を各々図-3と図-4に示した. ORPはpHに依存するため, pH=7ときのORP₇に換算して示した(図-3(b)). 図-3中のエラーバーは各パラメータの平均値からの測定誤差である.

実験を開始してから14日までORPが-374 mVから-406 mVまで低下したが, それ以降ではORP₇は10 mV程度の低下である(-396~-405 mV範囲に変動). 本結果は試料を採取した海域の堆積泥のORP₇(-380~-440 mV vs. Ag/AgCl)⁴⁾と同程度である. ORPの変化(図-3)と同様に, 実験を開始してから14日までは試料の酸素消費能力が経時的に高くなっており, それ以降の酸素消費能力の増加は小さい(図-4). ORPが低下する期間には, 還元

表-1 実験に用いた試料の初期性状と水道水の水質

材料	pH	ORP [mV vs. Ag/AgCl]	EC [mS/m]	IL ₆₀₀ [mg/g]	C ₅₀ [mg/g]
堆積泥	7.02	-376	3450	288	131
水道水	7.78	314	9.48	—	—

図-3 試料の酸化還元状態の経時変化(a) pH~ORP, (b) ORP₇

図-4 試料の酸素消費能力の経時変化

体物質が生成され, 酸素消費能力が高くなることが理解できる.

実験を開始してから22日までpHが7.01から7.09まで上昇したが, 28日にはpHが7.09から7.03に低下した. 嫌気性消化過程においてpHは有機酸濃度に依存することから, 実験を開始してから22日までのpHの上昇は有機酸濃度の減少, 22日~28日ではpHの低下は有機酸濃度の増加であると予想される.

本実験結果から、試料のORPの低下と酸素消費能力の増加が確認され、試料に存在する有機物の嫌気性消化が進行したことがわかる。嫌気性消化の進行に伴う有機物の形態変化は試料の燃焼特性およびLSOMとHOMの炭素含有率が変化すると予想される。嫌気性消化過程である有機酸の酸性減退期（22日までの期間）と酸性発酵期（22日～28日期间）では異なるpHの変化特性をもたらすが、いずれにおいてもORPの低下を伴うと推定される。

(2) 有機物 (LSOMとHOM) の形態変化

図-5には堆積泥の燃焼特性の経時変化が示されている。燃焼温度はILの添え字として、例えば600℃までの減量率はIL₆₀₀ (mg/g) のように標記した。IL₆₀₀は経時的に変化しないが、各燃焼強度での減量率の分布のみが変化している。IL₆₀₀の減少は有機物の無機化（二酸化炭素やメタンの生成）を示しているが、この燃焼特性の変化は有機物が無機化まで至らず、有機物の形態が変化することを示している。

図-1に示したとおり、堆積泥の燃焼特性は有機物の形態に依存しており、LSOM・HOM含有率が変化すれば、燃焼特性が変化することになる。pHの変化（図-3）により、有機酸濃度が実験開始後22日まで減少、22～28日間に増加すると予想された。22日までの燃焼特性では、200～300℃で燃焼する物質の減少が顕著に現れており、LSOM含有率の減少が推定される。これに対して、28日目の燃焼特性では200～300℃での燃焼物質が増加しており、LSOM含有率の増加が推定される。LSOM含有率と同様なpHの変化は有機物の嫌気性消化に伴うLSOM含有率の変化がpHに現れることを示している。有機酸の酸性減退期ではLSOM含有率が減少し、酸性発酵期ではLSOM含有率が増加すると推定される。

図-6には50℃で乾燥した試料の全炭素含有率（C₅₀）と300℃で燃焼した試料の全炭素含有率（C₃₀₀）の経時変化が示されている。C₃₀₀には300℃で燃焼しない有機物の炭素と無機物（例えば、CaCO₃）の炭素が含まれるが、300℃では無機物は燃焼しないため、C₃₀₀の変化は有機物量の変化を示している。図-6での22日までのC₃₀₀の増加は難燃性有機物量の増加であり、22～28日のC₃₀₀の低下は難燃性有機物量の減少である。この変化は燃焼特性の変化とも一致しており、堆積泥内の有機物の総量が変化せず、LSOM またはHOMの形態が変化することを示している。

以上の結果から、嫌気性消化過程では有機物の無機化まで至らない、有機物の消化に伴う有機物の形態（LSOM・HOM含有率）の変化は燃焼特性および炭素比（C₃₀₀/C₅₀）に現れることが明らかになった。

(3) 有機物の形態を評価する指標の提案

図-5 試料の燃焼特性の経時変化

図-6 試料の炭素含有率（C₅₀, C₃₀₀）の経時変化

図-7 炭素比（C₃₀₀/C₅₀）とIL比（Y1, Y2, Y3）との関係

図-3～6により有機物の形態変化に伴う試料の性状変化が確認された。IL₆₀₀とC₅₀が減少しない条件下での有機物の嫌気性消化に伴う炭素含有率の変化（図-6）を表す炭素比（C₃₀₀/C₅₀）を有機物の形態変化の指標として用いる。以下では、燃焼特性、炭素含有率、pH、およびORPの相互関係を明らかにし、有機物の形態変化を評価する指標を提案する。燃焼特性の変化（図-5）から(1)～(3)式の指標を提案し、C₃₀₀/C₅₀との関係を図-7に示した。

$$Y1 = IL_{300} / IL_{600} \quad (1)$$

$$Y2 = (IL_{300} - IL_{200}) / IL_{600} \quad (2)$$

$$Y3 = (IL_{600} - IL_{300}) / IL_{600} \quad (3)$$

日比野³⁾はY1とY3が各々不安定有機物と腐植性有機物の指標として利用できることを示している。本研究では200~300℃で燃焼する物質量が顕著に変化していること(図-5)から、Y2を新たに不安定有機物の指標として提案した。LSOMとHOMの和が全有機物量であることから、LSOMの形態変化はHOMの形態変化に連動する。図-7によりY1~3はC₃₀₀/C₅₀との間に0.7~0.9程度の相関があり、Y1とY2はC₃₀₀/C₅₀に対して負の相関、Y3には正の相関がある。C₃₀₀/C₅₀との相関が最も高いY2 (R²=95%)はLSOMの指標としてより適当であると判断できる。

以上の結果は有機物が無機化せず、有機物の形態が変化する有機物の嫌気性消化はY1~3の指標、すなわち、乾式燃焼法である燃焼特性試験および元素分析を用いて評価できることを示している。特に、燃焼特性試験は膨大な試料分析に適している他に、発展途上国においても有利な手法に成り得る。

(4) 提案式が表す有機物の嫌気性消化

4. (1) では有機物の嫌気性消化はpH, ORP, および酸素消費能力により評価できることを示した。以下ではこれらのパラメータの変化量とLSOMの変化量との関係を検討した。

a) pHおよびORPの変化量と有機物の消化量

図-8にはpHの変化が異なる各期間(0~10, 10~22, 22~28日)のプロトン濃度の変化量とY2およびC_{LSOM}/C₅₀の変化率との関係が示されている。縦軸のC_{LSOM}/C₅₀はLSOMの炭素含有率を表している(C_{LSOM} = C₅₀ - C₃₀₀)。日比野³⁾は不安定有機物量は不安定有機物の有機炭素量の2倍程度であることを示している。プロトン変化量~Y2の変化率関係($\Delta Y2 = 8.42 \times 10^8 \times \Delta H^+ + 4.04$)、およびプロトン変化量~C_{LSOM}/C₅₀の変化率関係($\Delta C_{LSOM} = 3.52 \times 10^8 \times \Delta H^+ + 2.44$)から、Y2の変化量はC_{LSOM}/C₅₀の変化量の2.4倍程度($\Delta Y2 = 2.39 \times \Delta C_{LSOM}$)であり、日比野らの結果と同じオーダーである。これは、不安定有機物量はY2で表せることを裏付けている。LSOMが低下したときのプロトン濃度の減少(図-8, 正の変化量)はLSOMの増加したときのプロトン濃度の増加(図-8, 負の変化量)と高い相関係数で近似できるとわかった。このことは、LSOMとHOMの形態変化に伴うプロトン濃度の変化量が同程度であることを示している。

図-9にはORP₇の変化量とY2およびC_{LSOM}/C₅₀の変化率との関係が示されている。ORP₇変化量~Y2の変化率関係($\Delta Y2 = 4.22 \times \Delta ORP - 36$)、およびORP₇変化量~C_{LSOM}/C₅₀の変化率関係($\Delta C_{LSOM} = 1.82 \times \Delta ORP - 15$)から、Y2の変化量はC_{LSOM}/C₅₀の変化量の2.4倍程度であり、図-8と同様な結論が得られている。以上の結果から、LSOMの変化

図-8 プロトン変化量~C_{LSOM}/C₅₀, Y2 変化率との関係

図-9 ORP₇変化量~C_{LSOM}/C₅₀, Y2 変化率との関係

図-10 試料の酸素消費の(a) $k_{t<10}$ ~C_{LSOM}/C₅₀, Y2, (b) $k_{t<10}$ 変化量~C_{LSOM}/C₅₀, Y2 変化率との関係

量は酸化還元状態の変化量によりおおむね推測できるこ

とが明らかになった。

b) 酸素消費能力の変化と有機物の消化量

図-4は、酸素消費には異なる速度定数があることを示している。中岡ら⁴⁾は堆積泥内に異なる種類の酸素消費物質が存在するとき、酸素消費の速度定数は時間的に変化し、初期の速度定数は全ての物質濃度に応じた酸素消費を表すことを示した。酸素消費反応において酸素消費速度は酸素濃度に依存しており、本論文では約95%の酸素が消費されるまでの酸素消費反応の速度定数 ($k_{t<10}$) を算出し、 $k_{t<10} \sim Y2$ および C_{LSOM} の変化率関係を検討した(図-10)。有機物の嫌気性消化が進行すると還元体物質が増加するため、 $k_{t<10}$ が高くなる(図-10(a))。 $k_{t<10}$ と $Y2$ と C_{LSOM}/C_{50} との間に高い相関があることから、 $k_{t<10}$ が有機物の嫌気性消化を評価する指標として使用でき、 $k_{t<10}$ の変化量から $Y2$ の変化率を推定できることが明らかになった(図-10(b))。

5. まとめ

LSOMの変化量は酸化還元状態(pH, ORP)の変化量に加え、試料の燃焼特性($(IL_{300}-IL_{200})/IL_{600}$)および酸素消費の速度定数の変化量からも推定できることを明らかにした。本研究から得られた結論を以下にまとめる。

- (1) 経時的に低下する酸化還元電位は有機物の嫌気性消化の進行を表す指標となる。
- (2) IL_{600} と C_{50} の減少を伴わない有機物の消化では炭素比(C_{300}/C_{50})が増加するとき、有機物の消化は主に腐植化(LSOMがHOMへ形態変化すること)である。
- (3) 堆積泥の有機物形態は新しく提案した C_{300}/C_{50} と($IL_{300}-IL_{200})/IL_{600}$ により評価でき、例えば腐植化の進行は C_{300}/C_{50} の増加、($IL_{300}-IL_{200})/IL_{600}$ の減少として現れる。

謝辞：本研究は科学研究費補助金(課題番号：26820204, および26630229)による助成を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) Perie, C. and Ouimet R.: Organic carbon, organic matter and bulk density relationships in boreal forest soils, *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 88, No. 3, pp. 315-325, 2008.
- 2) 福井勝吾, 中岡孝行, 中下慎也, 日比野忠史: 有機物の分解過程を考慮した河口域に堆積する有機泥性状に関する研究, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 69, No. 4, pp. 1417-1422, 2013.
- 3) 日比野忠史, 太刀内紘平, TOUCH NARONG, 中下慎也: 沿岸域に堆積する有機泥に含まれる有機物の分類法, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1101-1105, 2014.
- 4) 中岡孝行, TOUCH NARONG, 門田勝吾, 日比野忠史: 酸素消費速度を用いた沿岸堆積有機泥の性状分析手法の提案, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1111-1115, 2014.
- 5) Cuypers, C., Grotenhuis, T., Nierop, K.G.J, Franco, E.M., Jager A.D. and Rulkens, W.: Amorphous and condensed organic matter domains- the effect of persulfate oxidation on the composition of soil/sediment organic matter, *Chemosphere*, Vol. 48, pp. 919-931, 2002.
- 6) TOUCH NARONG, 金城信隆, 太刀内耕平, 中下慎也, 日比野忠史: 感潮域に堆積する有機汚泥の還元環境改善技術の開発, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 71, No. 4, pp. 697-702, 2015.
- 7) Martin, W.R.: Chemical Processes in Estuarine Sediments, *Encyclopedia of Ocean Sciences*, Elsevier, pp 539-550, 2009.
- 8) Touch, N., Hibino, T., Nagatsu, Y. and Tachiuchi K.: Characteristics of electricity generation and biodegradation in tidal river sludge-used microbial fuel cells, *Bioresour Technol*, Vol. 158, pp. 225-230, 2014.
- 9) 井出哲夫: 水処理工学—理論と応用—(第二版), 技報堂出版, pp. 356-357, 1990.
- 10) 遠藤銀朗, 野池達也, 松本順一郎: 嫌気性消化の酸生成相に及ぼす温度と pH の影響, 土木学会論文報告集, 第 330 号, pp. 49-57, 1983.
- 11) 片岡直明: 嫌気性生物処理技術の特性と発展の流れ, エバラ時報, No. 229, pp. 27-38, 2010.

(2015.3.18 受付)

DRY COMBUSTION-BASED METHOD FOR EVALUATING VARIATION OF ORGANIC MATTER STATE IN SEDIMENT

Narong TOUCH, Nobutaka KINJO, Shinya NAKASHITA and Tadashi HIBINO

We have found that loss on ignition at 600°C (IL_{600}) and total organic carbon (TOC) are unavailable for evaluating the biodegradation of organic matter existing in sediments when the mineralization of the organic matter do not occur. In this paper, we aim to propose indexes for evaluating the biodegradation without mineralization of organic matter based on dry combustion methods, i.e. the ignition characteristic test and the elemental analysis. Sediment was placed in a container that filled with tap water, and then the sediment properties (e.g., ignition characteristic, carbon content, oxygen consumption ability) were measured periodically. It was confirmed that the anaerobic digestion of organic matter was accelerated based on the decrease of redox potential. Based on the variation of ignition characteristic and carbon content of 300°C-burned sediment (C_{300}), it is evident that C_{300}/C_{50} and $(IL_{300}-IL_{200})/IL_{600}$ can be used as indexes for evaluating the biodegradation without mineralization of organic matter in sediments.