

## 海面埋立処分場における焼却灰堆積層からの汚濁成分溶出特性に関する研究

九州大学工学部 学生会員○高森 麻有美 九州大学大学院 正会員 古賀 大三郎  
九州大学大学院 正会員 崎田 省吾 九州大学大学院 正会員 島岡 隆行

## 1. はじめに

海面埋立処分場において、海面下に埋立てられた廃棄物は海水中に没しているため、生物化学的な安定化が遅れる。安定化の遅れは、処分場の管理に支障をきたし、周辺海域の環境へ与える環境リスクも大きくなると考えられることから、埋立地の安定化促進工法の開発が求められている。

海水中へ投入された焼却残渣は、沈降過程における分級作用により、最初に砂礫が堆積し、その上に微細粒子及びフロック(浮泥)が泥状に堆積する(以後、これらを砂礫層、浮泥層と呼ぶ)<sup>1)</sup>。砂礫と浮泥の化学分析結果より、浮泥は高濃度の有機分を含んでおり<sup>2)</sup>、安定化が遅れる要因の一つであると考えられる。本研究では、焼却灰の投入に伴い砂礫層上に堆積する浮泥層の存在が砂礫層から海水への汚濁成分の溶出特性に与える影響を調べるため、小型水槽を用いた汚濁成分の溶出実験を行った。

## 2. 実験概要

試料には、K市都市ごみ清掃工場より排出された焼却灰を用いた。溶出試験(JLT13準拠)の結果は、TOC溶出濃度209.2mg/L、T-N溶出濃度23.86mg/Lであった。海水として、蒸留水に1級NaClを溶解させ、比重1.025に調整した人工海水を使用した。実験に用いた小型水槽(図-1参照)は、容量約6.24L(L40cm×H39cm×D40cm)であり、中仕切板により2槽に分かれた構造となっている。浮泥の存在が汚濁成分の溶出特性に与える影響を知るため、砂礫層の上に浮泥層が存在する堆積層(A槽)と浮泥層を除去した堆積層(B槽)を作成し、海水の水質分析を行った。

堆積層を作成する際、フロック形成を促すため、人工海水(19.2L)と焼却灰16kgをハンドミキサーにより1分間混合攪拌した後、水槽内に投入した。さらにB槽では、浮泥を除去するため、投入直後から、浮泥を含む懸濁液の全量を別の容器に移し、浮泥が沈降したあとの上澄海水をB槽内に戻した。

浮泥の沈降が完了したと認められる投入から24時間経過後を0日目とし、55日目まで定期的に採水した。採水については、堆積層表面から上方に0.5cm(以後、堆積層直上と称す)、1.5、3.5、6.5、10.5cmから行った。なお、採水作業による浮泥の巻き上げを防ぐために、微量定量ポンプを用いて少量ずつ採水した。採水した海水のpHを測定した後、孔径1μmのMFにより固液分離し、ろ液中の全有機炭素(TOC)を測定した。

## 3. 実験結果

## 3-1 試料投入後の沈降・堆積状況

A槽では、焼却灰投入後、直ちに砂礫層が形成されると同時に、海水中ではフロックの形成が確認され、界面沈降現象が観察された。浮泥が沈降してから約24時間後に、海水は透明となった。0日目の浮泥層厚は約50mmであり、1日経過後には、圧密により48mmとなっていた。その後、顕著な層厚変化は認められなかった。砂礫層厚は150mm、初期の海水深さは172mmであった。B槽の砂礫層厚は140mm、初期の海水深さは176mmであった。

## 3-2 焼却灰堆積層からの汚濁成分の溶出特性

A、B槽における、堆積層からの汚濁成分の溶出特性を見るために、海水の水質(pH、TOC)の鉛直分布を経日的に調べた(図-2参照)。両槽とも高さ方向にpH値の変化は少なく、0日目に12程度を示した。その後時間の経過とともに低下し、40日目にはA槽で11.2、B槽で11.8程度となった。砂礫層内において水素ガスと思われるガスが発生しており、この水素ガスが海水へ移行、溶解したためpHが低下したと推測される。また、A槽でのpHの低下は0.2であったのに対し、B槽では0.8の低下であった。これは、浮泥層の存在が、発生したガスの海水への移行を妨げたためと推測される。

TOCは、両槽とも0日目の値が740mg/L前後であり、高さ方向に一樣分布を示した。A槽では、10日目の堆積層直上の値が900mg/Lとなっており、高さ方向に若干の濃度勾配が見られた。一方、B槽での

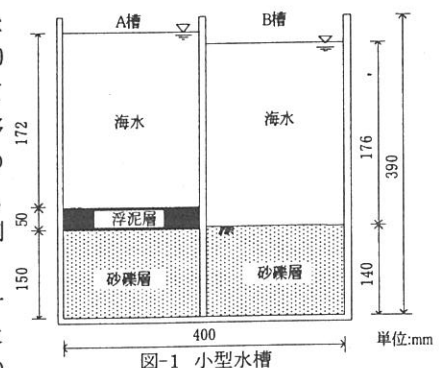


図-1 小型水槽

堆積層直上の値は、10日目に1,170mg/Lまで増加しており、顕著な勾配が見られた。B槽で鉛直濃度分布に勾配が見られたのは、浮泥層を有さないために、砂礫層からの溶出がA槽よりも著しかったためと考えられる。なお、これら鉛直分布の経日変化より求めたTOCの拡散係数は $0.020(\text{cm}^2/\text{h})$ であった。

次に、堆積層表面から上方0.5、1.5、10.5cmにおける、海水のTOC濃度の経日変化を図-3に示す。両槽とも採水開始から10日目で堆積層直上の濃度がほぼ一定となっていた。10日目における流束を算出した結果、A槽では $0.0015\text{mg}/\text{cm}^2/\text{h}$ 、B槽では $0.0020\text{mg}/\text{cm}^2/\text{h}$ となった。55日間の総溶出量は、A槽が1,328mg、B槽が1,891mgであり、B槽の総溶出量はA槽の1.4倍となった。本実験と同じ液固比1.6にて行ったシリアルバッチ試験(NEN7343準拠)から得られた最大可能溶出量は48,890mgであったことから、A槽では可能溶出量の2.7%、B槽では3.9%溶出したこととなる。

55日目における海水及び砂礫層内間隙水中のTOC濃度の分布図を図-4に示す。A槽における海水のTOC濃度は、850mg/L程度で、砂礫層内間隙水濃度は深さ方向に1,816mg/Lから2,371mg/Lと増加していた。B槽では海水が880mg/L程度であり、砂礫層内の間隙水は深さ方向に1,154mg/Lから2,277mg/Lまで増加した。水槽底部の濃度変化は微小と仮定して、55日目までの砂礫層内の濃度分布より総溶出量 $M_2$ を算出した。 $M_2$ と海水濃度から算出した総溶出量 $M_1$ を比較すると、A槽は、 $M_1$ 1,328mg、 $M_2$ 2,078mgとなった。砂礫層内から溶出したTOC成分のうち、750mgが浮泥に蓄積した結果となり、浮泥には吸着作用があることが推測された。B槽では、 $M_1$ 1,891mg、 $M_2$ 2,095mgであった。

#### 4. まとめ

浮泥層の存在が砂礫層からの汚濁成分の溶出特性に与える影響を調べるため、浮泥層ありとなしの堆積層を作成し、海水の水質濃度を測定した。結果を以下に示す。

(1) 海水へのTOC成分の総溶出量は、浮泥を有する堆積層において1,328mgであり、浮泥を除去した層において1,891mgであった。浮泥層を除去することにより、溶出量は約1.4倍となった。

(2) 浮泥を有する堆積層において、砂礫層の濃度分布より求めたTOC総溶出量1,328mgと、海水の濃度分布より求めた総溶出量2,078mgを比較すると、砂礫層から溶出したTOC成分のうち750mgは浮泥に蓄積したと考えられた。

以上、浮泥層を除去することにより、汚濁成分の砂礫層からの溶出を促進できる可能性が示唆された。今後は、この現象をモデル化し、溶出速度の予測を行う予定である。

#### 【参考文献】

1) 池本和夫、古賀大三郎、崎田省吾、島岡隆行：海面埋立処分における焼却残渣の沈降特性に関する研究、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、p520-521

2) 島岡隆行：埋立処分量原料を目的とした廃棄物処理残さの土木資材化と環境負荷低減化技術、平成13年度廃棄物処理等科学研究研究報告書、p199-226

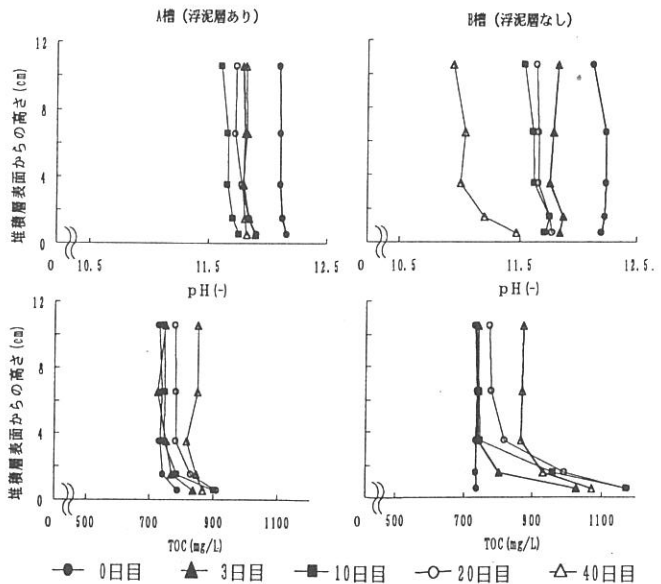


図-2 海水水質の鉛直分布の経日変化

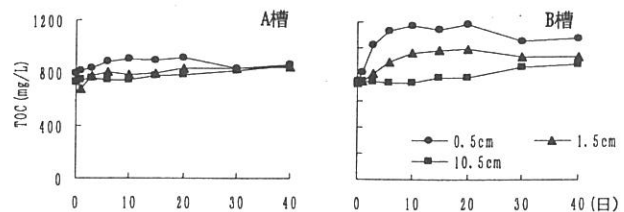


図-3 海水水質濃度の経日変化

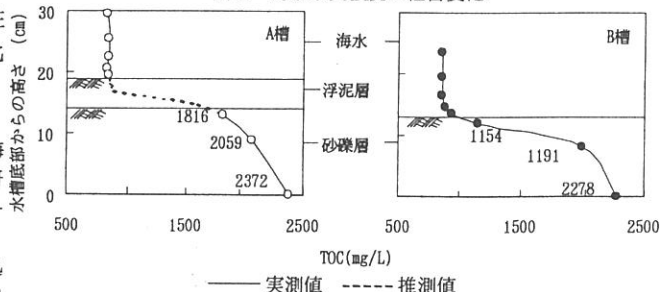


図-4 水槽内の水質濃度分布