

## 海面埋立処分における焼却灰粒子の凝集現象と汚濁成分の挙動について

九州大学工学部 学生会員 ○田中 孝和 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

海水中に投入された焼却残渣は高い凝集性を示すため、フロックを形成することや砂礫と浮泥(フロックと微細粒子の総称)に分類して沈降、堆積することが知られている<sup>1)</sup>。海面埋立処分場の安定化促進工法を考える上で、焼却残渣の沈降時における凝集特性や堆積物の成層状況、さらには堆積層から海水への汚濁成分の溶出メカニズムを解明することが重要である。

本研究では、海面埋立処分場において保有水の水質や焼却残渣の成層状況、堆積層からの溶出特性に影響を与えると考えられる焼却灰の凝集性に着目して実験を行い、凝集に伴う汚濁成分の挙動について検討した。

## 2. 実験条件および方法

溶媒が焼却灰の凝集性に与える影響、および凝集に伴う汚濁成分の挙動を調べるために、3つの実験を行った。試料にはK市の都市ごみ焼却灰を用いた。焼却灰の溶出試験(JLT13準拠)結果は、TOC溶出濃度173.0mg/L、T-N溶出濃度31.8mg/L、鉛溶出濃度0.38mg/Lであった。溶媒には、純水および純水に並塩を溶解させ、比重を調整した人工海水を用いた。

**実験1:** 楠田ら<sup>2)</sup>によると、溶媒の塩分濃度が粘土粒子の凝集に影響を与えるとしている。そこで、溶媒の塩分濃度変化が、焼却灰の凝集性に与える影響を明らかにするために、純水および比重を5段階に調整した人工海水(比重1.025から1.200)を溶媒として焼却灰の混合攪拌実験を行った。溶媒1000mLを入れた1Lビーカーに焼却灰を100g投入し、ジャーテスターにより攪拌した。急速攪拌(150rpm)を10分間行った後、緩速攪拌(20rpm)を3分間行った。攪拌後フロックの形成を観察し、スポイトで懸濁液を採取して光学顕微鏡で撮影を行った。10分間静置後、塩分濃度と有機系汚濁成分の溶出特性の関係を調べるために、ビーカー中央から採水した懸濁液を孔径1.0 $\mu$ mのメンブレンフィルターによりろ過し、ろ液中のTOC濃度を測定した。

**実験2:** 溶媒の塩分濃度と浮泥の有機物含有量の関係を調べた。溶媒として、純水と比重の異なる人工海水(比重1.025、1.050)を用いた。溶媒1000mLを入れた1Lビーカーに焼却灰を100g投入し、ジャーテスターにより150rpmで10分間攪拌した。浮泥を構成する粒子を取り出すため、攪拌終了直後に懸濁液を1Lメスシリンダーに移し砂礫を分離した。24時間静置して浮泥を沈降させた後、上澄水のSS濃度を測定した。また、浮泥について有機物含有量試験(JSF T 231準拠)を行った。

**実験3:** 凝集に伴い、溶解性の鉛がフロックに吸着されるかを調べるために、所定の鉛濃度(1mg/L以下)になるように塩化鉛を溶解させた、純水と比重の異なる人工海水(比重1.025、1.050)に焼却灰を投入して、混合攪拌実験を行った。混合攪拌条件は実験1と同様とした。採水した懸濁液を孔径1.0 $\mu$ mのメンブレンフィルターによりろ過し、ろ液中の鉛濃度を測定した。

## 3. 実験結果及び考察

## 3-1 溶媒の塩分濃度とフロックの成長の関係(実験1)

溶媒が純水の場合を除き、攪拌終了後、直ちにフロックの形成が確認された。フロックの顕微鏡画像( $\times 40$ )を図-1に示す。画像より、溶媒が純水の場合は微細粒子が単粒子として存在しており、塩分濃度が高くなるにつれて粒子が集まりフロック径が大きくなっているのが確認できる。ろ液中のTOC濃度と、比較のために行った人工海水を溶媒とした溶出試験(JLT13準拠)の結果

を図-2に示す。ろ液中のTOC濃度は、純水(比重1.000)から比重1.025にかけては140.5mg/Lから147.7mg/Lと若干ながら増加傾向を示したが、比重1.050以上では塩

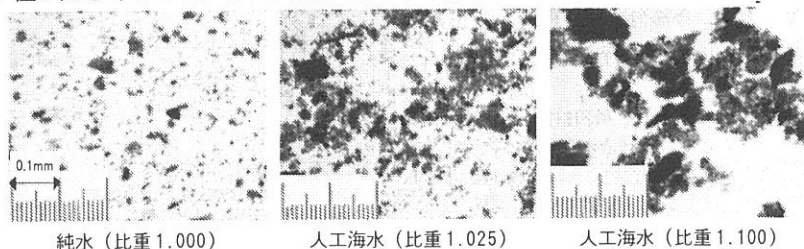


図-1 フロックの顕微鏡画像 ( $\times 40$ )

分濃度の増加に伴ってTOC濃度は減少傾向を示し、比重1.200の場合はTOC濃度が112.1mg/Lとなった。一方、溶出試験結果では塩分濃度の増加とともに、TOC溶出濃度が増加する傾向であった。攪拌条件が異なるため、任意の比重におけるTOC濃度の比較は困難であるが、これらの結果から焼却灰の凝集性が、TOC溶出特性に影響を与えたと考えられる。

### 3-2 溶媒の塩分濃度と浮泥の有機物含有量の関係 (実験2)

浮泥の有機物含有量と、上澄水のSS濃度を図-3に示す。純水を溶媒とした場合の浮泥の有機物含有量は7.83%であったのに対し、比重1.025の人工海水を溶媒とした場合は9.33%と、2割程度、増加した。凝集に伴って形成されるフロックには、有機物含有量が多いことがわかる。また、SS濃度は純水の場合が29.5mg/L、比重1.025の場合が5.65mg/Lと小さくなったことから、沈降速度が遅い微細粒子も凝集に伴いフロックに取り込まれたと考えられる。これらの傾向から、形成されるフロックが有機物を含有する微細粒子を捕捉することで、浮泥の有機物含有量が増加していたと考えられる。塩分濃度を高くし、フロックの成長を促進させても、浮泥の有機物含有量の増加は認められなかった。

### 3-3 フロックの成長と溶解した鉛の挙動 (実験3)

混合攪拌前後におけるpHと鉛の濃度を表-1に示す。各溶媒とも、焼却灰を混合攪拌することで、フロックの形成や成長には関係なく、混合攪拌前と比べて鉛濃度が60~70%減少した。焼却灰の混合により、溶媒のpHが中性域から11程度のアルカリ域に遷移した。pHの変化により、鉛の溶解度が低下し不溶化したとも考えられるため、混合攪拌前の溶媒に、水酸化カルシウムを添加してpHを7.7から11.1まで変化させた溶液について鉛濃度を測定した。鉛濃度は0.57mg/Lから0.49mg/Lとなり、減少率は14%であったため、pHの影響は小さいと言える。溶液中の鉛濃度が低下する要因の一つとして、共沈現象が考えられる。つまり、焼却灰に含有している鉄(11.2%)が溶媒へ溶出し、水酸化物となることで鉛イオンを取り込み沈殿したと推測される<sup>3)</sup>。

3. まとめ

溶媒が焼却灰の凝集性に与える影響、および凝集に伴う汚濁成分の挙動を調べるために、焼却灰の混合攪拌実験を行い、以下の結果が得られた。

- 1) 海水と焼却灰を混合攪拌することで形成されるフロックは、塩分濃度を高くすることにより、フロック径が大きくなった。また、凝集を促進させることにより海水中のTOC濃度が低下した。
- 2) フロックからなる浮泥の有機物含有量(9.33%)は、フロックを形成せずに堆積した浮泥の有機物含有量(7.83%)より2割程度多かった。しかし、凝集性を高めてフロックを成長させても、浮泥の有機物含有量の顕著な増加は見られなかった。
- 3) 海水中の鉛濃度は、焼却灰を混合攪拌することで、フロックの成長に関係なく、60~70%減少した。

#### 【参考文献】

- 1) 崎田省吾、島岡隆行、小久保裕、植田和哉、牛越健一、小林俊幸、花嶋正孝：海面埋立層内における焼却灰含有汚濁成分の分配に関する研究、第13回廃棄物学会研究発表会講演概要集II、pp.969-971、2002
- 2) 楠田哲也、古賀憲一、栗谷陽一：塩水中における粘土粒子の凝集、用水と排水、Vol.20 No.3、pp.31-36、1978
- 3) 肴倉宏史、田中信寿：都市ごみ焼却残渣溶融スラグのバッチ実験における溶出機構、廃棄物学会論文誌、Vol.9 No.1、pp.11-19、1998

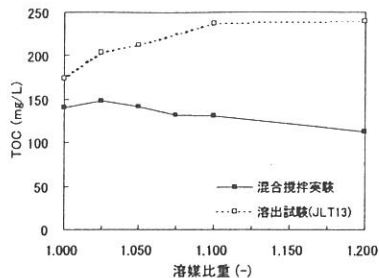


図-2 溶媒塩分濃度とTOC濃度の関係

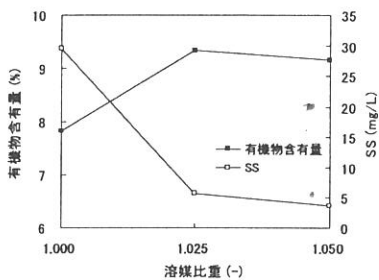


図-3 浮泥の有機物含有量と上澄水のSS濃度

表-1 各溶媒におけるpHと鉛の挙動

溶媒	混合攪拌	pH (-)	鉛		
			濃度 (mg/L)	減少量 (mg/L)	減少率 (%)
純水	前	7.7	0.57	0.36	63.2
	後	11.5	0.21		
人工海水 (比重1.025)	前	7.1	0.73	0.46	63.0
	後	11.4	0.27		
人工海水 (比重1.050)	前	6.7	0.68	0.50	73.5
	後	11.2	0.18		