

海水中における焼却灰粒子の凝集特性と汚濁成分の挙動について

九州大学大学院 学生会員 ○横尾 武臣 学生会員 古賀 大三郎

// 正会員 島岡 隆行 正会員 崎田 省吾

1. はじめに

海水中に投入された焼却灰の微細粒子は、高い凝集を示す。焼却灰は、沈降にともない分級し、粗い粒子はいち早く沈降・堆積して砂礫層を形成する。微細粒子はフロックを生成し、砂礫層の上に浮泥層を形成する。この浮泥層は、砂礫層から残留海水への汚濁成分の溶出を妨げ、埋立地の安定化を遅らせると考えられている。海面埋立地の早期安定化を可能とする埋立工法を考える上で、海水中における焼却灰微細粒子の凝集特性を解明することは重要である。著者らは、焼却灰微細粒子の凝集が海水のイオン強度や pH の影響を受けること、特に pH10.4 付近で凝集性が高くなることを明らかにした¹⁾。

本研究では、海水の水温が焼却灰の凝集性に与える影響とフロック崩壊後の再凝集性について調べるため、ジャーテストを用いた攪拌実験を行った。さらに、フロックの汚濁成分吸着特性についても検討した。

2. 実験条件および方法

実験試料として、F 市の都市ごみ清掃工場から排出された焼却灰のうち、2mm ふり通過分を用いた。実験に際しては、溶媒の pH をアルカリ域に調整するために、天然海水 1L と焼却灰 500g を混合し、1 時間振とうさせた後に孔径 1 μ m のメンブレンフィルタでろ過したろ液（以後、調整海水と称す。）を用いた。

【実験 1】 海水の水温が焼却灰の凝集性に与える影響：水温が焼却灰の凝集性に与える影響を調べるために、水温を 5、10、15、20℃に設定した調整海水と焼却灰の攪拌実験を行った。所定の水温に設定した調整海水 500mL を入れた 1L ビーカーに焼却灰を 100g 入れて、ジャーテストを用いて攪拌した。急速攪拌（150r.p.m）を 20 分間行った後、緩速攪拌（20r.p.m）を開始した。攪拌中は、2mol/L の塩酸を添加し、調整海水の pH を高い凝集性を示す 10.4 に固定した。緩速攪拌開始 0、5、10、30、60 分後にビーカー底面から 4.5cm の高さより内径 2.0mm のゴムチューブを用いて懸濁液を 25mL 採水した。採水した懸濁液については、孔径 1 μ m のメンブレンフィルタによりろ過し、SS 濃度を測定した。加えて、水温が 5、20℃の場合には、ろ液の TOC 濃度も測定した。

【実験 2】 焼却灰微細粒子の再凝集：フロック崩壊後の分散した微細粒子の再凝集性について調べるために、急速攪拌と緩速攪拌を繰り返す実験を行った。水温 20℃の調整海水 500mL を入れた 1L ビーカーに焼却灰を 100g 入れて、急速攪拌（急速 1 段）を 20 分間行った後、緩速攪拌（緩速 1 段）を 60 分間行いフロックを生成させた。続けて急速攪拌（急速 2 段）を 20 分間行うことでフロックを崩壊させ、再度、緩速攪拌（緩速 2 段）を行った。攪拌中は、2mol/L の塩酸を添加し、調整海水の pH を 10.4 に固定した。緩速攪拌中において、経時的に採水を行い、実験 1 と同様の操作により、SS 濃度とろ液の TOC 濃度を測定した。

3. 実験結果および考察

実験 1：緩速攪拌 5 分および 10 分における調整海水の SS 濃度と水温との関係を図-1 に示す。水温と SS 濃度の関係は、緩速攪拌時間によらず、水温が上昇するにつれて SS 濃度は低下する傾向を示した。特に、水温が 5℃と 10℃の SS 濃度の差は、10℃と 20℃の差より大きく、水温が 10℃以下になることで、凝集性は著しく低下することが分かった。一般に、微細粒子は衝突回数が多いほど凝集する確率は高くなる²⁾。10℃以下の場合、水温が低くなることによって海水の粘性度が高まり、粒子の衝突

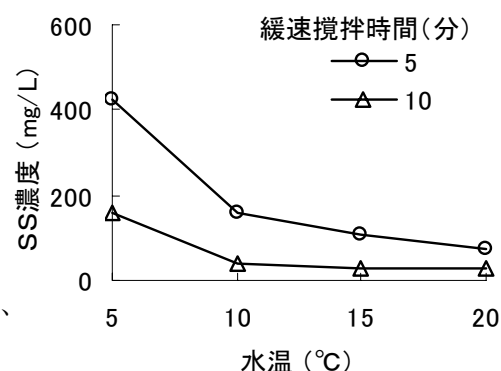


図-1 SS濃度と水温の関係

【キーワード】 海水、焼却灰、フロック、水温、再凝集、有機炭素成分

【連絡先】 〒812-0055 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院工学研究院附属環境システム科学研究センター

TEL : 092-642-4092 FAX : 092-642-3848 E-mail: yokoo@ies.kyushu-u.ac.jp

回数が少なくなったため、凝集性が低下したことも要因の一つと考えられる。

水温 5、20℃における TOC 濃度の経時変化を図-2 に示す。急速攪拌前の調整海水の TOC 濃度は、110mg/L であった。水温 5℃における TOC 濃度は、急速攪拌を行うことにより180mg/L へ増加したものの、緩速攪拌開始から 5 分経過すると、162mg/L まで低下し、その後は、ほぼ一定状態となった。緩速攪拌 5 分にかけて、SS 濃度が大きく減少したことを考えると、フロック生成に伴い TOC 成分がフロックに吸着したと考えられる。なお、水温 20℃における TOC 濃度も水温 5℃と同様の変化傾向を示した。

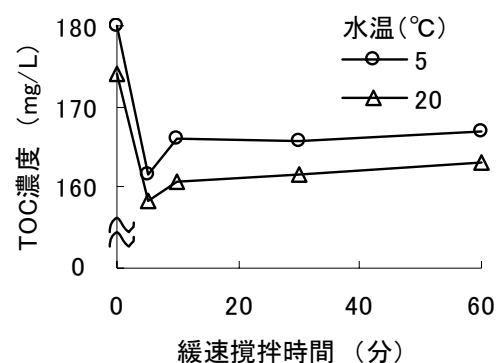


図-2 TOC濃度の経時変化

示した。緩速攪拌 5 分後における TOC 成分の減少率は、水温 5、20℃それぞれにおいて 10.0%、8.6%となり、水温が異なりフロックの生成程度が異なっても、フロックの TOC 成分の吸着能には、あまり差がないことが分かった。

実験 2: SS 濃度の経時変化を図-3 に示す。緩速攪拌を行うことにより、緩速 1、2 段ともに SS 濃度は経時的に減少傾向を示した。しかし、緩速攪拌 0

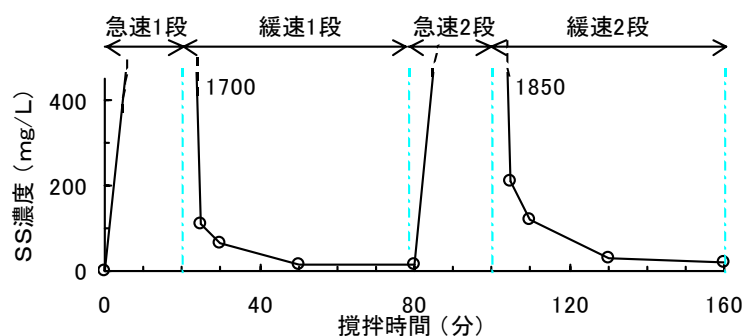


図-3 SS濃度の経時変化

分から 5 分にかけての SS 濃度の減少率は、緩速 1 段が 93%であるのに対し、緩速 2 段は 88%と低くなった。緩速 1、2 段のフロック生成状況を観察したところ、フロック径についての差は見られず、また、EC、水温も同じであった。緩速 1 段と緩速 2 段とでは、フロックを生成する微細粒子と海水の界面電位が異なり、凝集性が異なると考えられる。

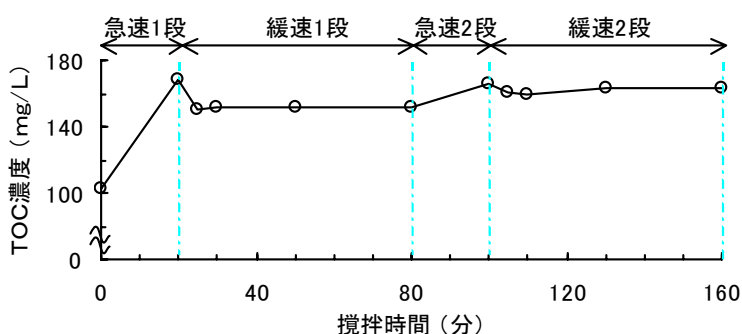


図-4 TOC濃度の経時変化

TOC 濃度の経時変化を図-4 に示す。急速攪拌前の TOC 濃度は 102mg/L であった。TOC 濃度は、緩速 1 段開始時に 169mg/L となったが、緩速 1 段 5 分後には 150mg/L まで減少し、それ以降は、ほぼ一定に推移した。急速 2 段を行うことにより、TOC 濃度は 165mg/L まで増加したが、緩速 2 段 5 分後には、160mg/L までの減少となった。このことから、緩速 1 段において凝集に伴いフロックに吸着された TOC 成分は、急速 2 段においてフロックが崩壊し、再分散しても、海水に溶出し難いことが示唆された。

4. まとめ

海水の水温が焼却灰の凝集性に与える影響とフロック崩壊後の分散した微細粒子の再凝集性について調べるために、海水と焼却灰の攪拌実験を行い、以下の結果が得られた。

1) 海水の水温が 5～20℃の範囲において、温度の低下に伴い焼却灰の凝集性も低下した。特に、10℃以下では凝集性が著しく低下した。 2) フロックは生成に伴い海水中の TOC 成分を吸着した。この吸着現象は、緩速攪拌 5 分までに終了していた。 3) フロックを生成する前の微細粒子と、フロック崩壊後に分散した微細粒子とでは、凝集性が異なることが分かった。なお、フロック生成時に吸着した TOC 成分は、フロックが崩壊しても海水に溶出し難いことが示唆された。

【参考文献】 1) 横尾武臣、島岡隆行、古賀大三郎、崎田省吾:海面埋立地における焼却灰粒子の凝集性に海水の pH が与える影響について、土木学会西部支部研究発表会講演概要集(第 2 分冊)、pp.B-510-B-511、2004

2) 日本粉体工業技術協会編:凝集工学—基礎と応用—、1982