

O₂UFB 水による埋立廃棄物からの有機物溶出促進現象の要因に関する検討

九州大学大学院工学府

学生会員 ○三木 公輔

九州大学大学院工学研究院

正会員 小宮 哲平

九州大学大学院工学研究院

フェロー会員 島岡 隆行

1. はじめに

最終処分場の廃止の長期化は、維持管理費用の増大、跡地の有効利用の遅延等の経済損失を発生させることになる。最終処分場廃止の阻害要因として排水基準を上回る浸出水中の COD 成分（難分解性有機汚濁成分）及び窒素の長期に亘る流出が挙げられる¹⁾。一方、様々な分野でウルトラファインバブル（以下、UFB と記す。）の応用技術開発が進められている。UFB とは直径が 1 μm 以下の気泡のことであり、UFB は液中で浮上することなく、長期間（3～6 ヶ月程度）留まるという特性を有している²⁾。

既往研究³⁾において、一般廃棄物焼却灰埋立層を模擬したカラムに O₂UFB 水を散水した結果、焼却灰層からの TOC 及び T-N の浸出が促進された。その原因として、①高濃度の溶存酸素（DO）の存在、②UFB 崩壊の際に生じる極微細なジェット流の発生⁴⁾の二つが示唆された。本研究では、上記①の仮説の検証を目的に、DO 濃度の異なる溶液に焼却灰を浸漬し、焼却灰からの有機物溶出の DO 濃度依存性を確認する実験を行った。上記②の仮説については、図 1 に示すようにジェット流の発生により、焼却灰粒子の表層（焼却後の水冷時に粒径が大きな溶融体の周りに付着した細粒子の層）の崩壊等が生じ、溶出が促進されるものと考えた。ジェット流の発生によって焼却灰表層の崩壊を直接的に捉えることが困難なことから、まずは、表層と溶融体の溶出特性の違いを明らかにし、メカニズム解明に近づくことを目的に、焼却灰粒子を表層と溶融体に分けて、O₂UFB 水及び純水を溶媒とした溶出試験を行った。

2. 実験試料及び O₂UFB 水

(1) 実験試料 F 市 S 清掃工場から排出された焼却灰を風乾し、試料とした。

(2) O₂UFB 水 UFB 発生装置（ファビー10、(株)ワイビーエム）において O₂ ガスを送り込みながら純水を 1 時間循環させ、得られた O₂UFB 水を温度が 20℃になるまで空冷し、実験に供した。O₂UFB 水の DO は 22～25mg/L であった。

3. 実験方法

(1) DO の異なる溶媒による浸漬実験

粒径 9.5 mm 以下の試料 100g と DO を 0、10、20、30 mg/L に調整した純水又は O₂UFB 水 100mL（液固比 1）をガラス瓶に入れて密閉し、ガラス瓶内の気体を窒素で置換した。35℃に設定した恒温器内に一週間静置させた後、0.45 μm のろ紙を用いて吸引ろ過し、ろ液の水質（DO、TOC、T-N）を分析した。また、ろ過残渣については、風乾した後、溶出試験を行った。なお、各ケースの実験回数は 3 回とし、その平均値を各ケースの代表値とした。

(2) 焼却灰の表層・溶融体別溶出試験

粒径 9.5mm 以上の試料から比較的大きな塊を選出し、ハンマーで軽く叩き、塊から崩れたものを表層、塊として残ったものを溶融体とした。ミルを用いて粉碎した表層又は溶融体 50g と純水又は O₂UFB 水 50mL（液固比 3）をポリ瓶に入れ、振とう機を用いて 200rpm で 6 時間振とうさせた。振とう後 0.45 μm のろ紙を用いて吸引ろ過を行い、ろ液について水質（TOC、T-N）を分析した。なお、各ケースの実験回数は 3 回とし、その平均値を各ケースの代表値とした。

4. 実験結果及び考察

(1) DO の異なる溶液による浸漬実験

表 1 に実験前後の DO を示す。実験終了時の DO は実験開始時から減少し 4.9～6.7 mg/L となった。これは 35℃における飽和 DO である 7.0 mg/L に近づいたものと考えられる。DO=0 のケースでは DO の増加が見られた。これは焼却灰と溶媒を混合した際に焼却灰が連行した空気中の酸素が溶け込んだ可能性が考えられた。図 2 に実験

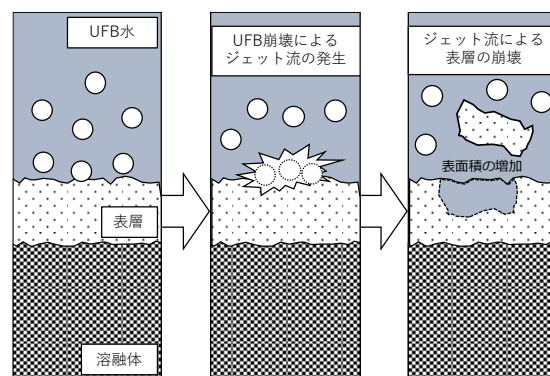


図1 本研究で想定する UFB による溶出促進メカニズム

表 1 実験前後の DO (単位: mg/L)

ケース	DO-0	DO-10	DO-20	O ₂ UFB水	DO-30
溶媒作成直後	1.7	9.4	19.4	22.0	30.0
実験開始時	2.8	9.4	17.8	22.0	28.0
実験終了時	5.1	4.9	6.1	5.6	6.7

後のろ液の TOC 及び T-N を示す。TOC、T-N とともに DO-10 のケースの溶出量が最も多かった。DO が増加するにつれて TOC、T-N の濃度は減少する傾向を示し、高濃度の DO の存在が溶出を促進するという仮説は否定された。図 3 に浸漬実験による TOC 溶出量と実験後溶出試験による TOC 溶出量の割合を示す。図 2 と同様に高濃度の DO が存在していても浸漬実験による TOC 溶出量の割合と他ケースとの明確な差は確認されなかった。

(2) 焼却灰の表層・溶融体別溶出試験

図 4 に表層・溶融体別試験後のろ液の TOC 及び T-N を示す。溶媒に依らず、表層の TOC 溶出濃度は溶融体の 5.0 倍程度、表層の T-N 溶出濃度は溶融体の 1.5 倍程度であった。可溶 TOC、T-N 成分が表層に多く含有していた。溶融体と水との接する面積を増加させるより、表層と水との接する面積を増加させることで溶出促進の効果が大きくなると考えられる。また、TOC では表層また溶融体ともに O₂UFB 水による溶出促進効果が微量ながら確認されたが、T-N においては溶出促進効果が確認されなかった。

5. まとめ

DO の異なる溶媒による浸漬実験より、高濃度な DO の存在が焼却灰からの有機物溶出促進は確認されなかった。

焼却灰の表層・溶融体別溶出試験より、可溶 TOC、T-N 成分が焼却灰表層に多く含有していることがわかった。今後は UFB 崩壊によるジェット流が焼却灰表層に与える影響を把握することでメカニズムの解明に繋げることが出来ると考えられる。

参考文献:

- 1) 樋口壯太郎:最終処分場を廃止する, 都市清掃, Vol. 56, No. 255, pp. 428-433, 2003.
- 2) Takahashi M., Chiba K., Li P.: Free-radical generation from collapsing microbubbles in the absence of a dynamic stimulus, J. Phys. Chem. B, Vol.111, pp.1343-1347, 2007.
- 3) 三木公輔:O₂UFB 水の散水による埋立廃棄物の安定化促進に関する基礎的研究, 第 28 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp. 441-442, 2017.
- 4) Matsuki N., Ichiba S., Ishikawa T., Nagano O., Takeda M., Ujike Y., Yamaguchi T.: Blood oxygenation using microbubble suspensions, European biophysics journal, Vol.41, pp.571-578, 2012.

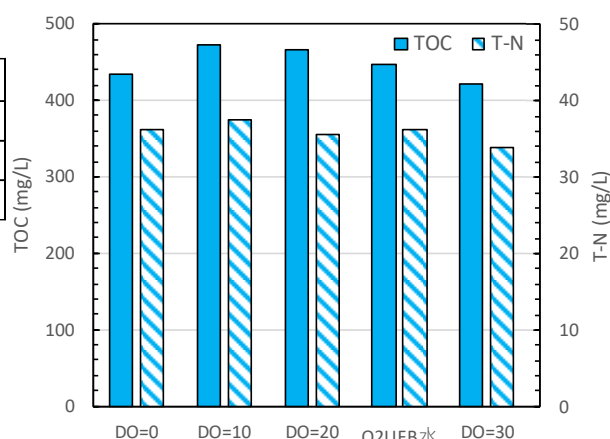


図 2 浸漬実験後のろ液の TOC 及び T-N

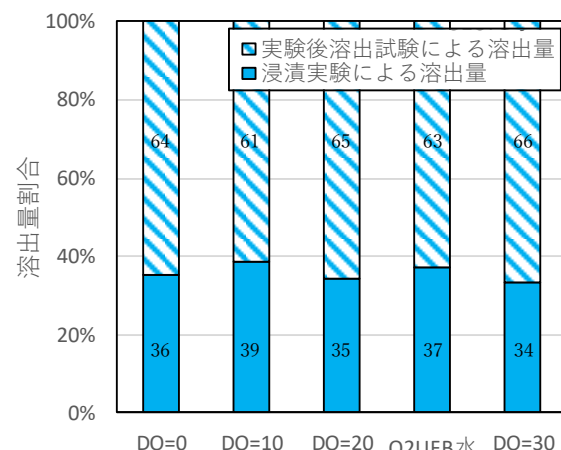


図 3 浸漬実験による TOC 溶出量と実験後溶出試験による TOC 溶出量の割合

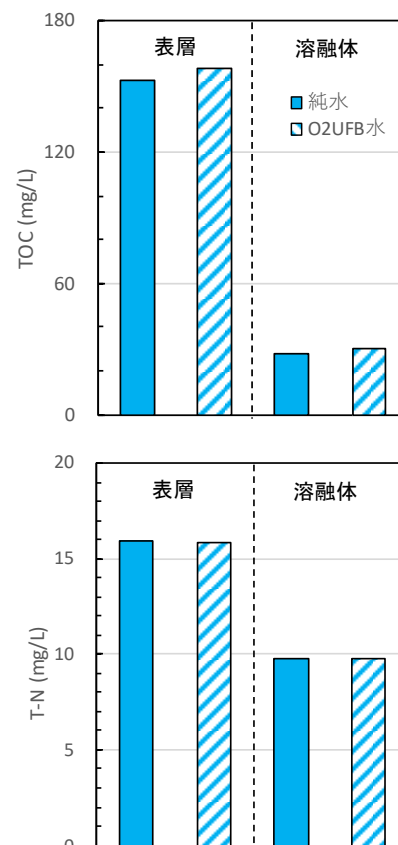


図 4 表層・溶融体別溶出試験後のろ液の TOC 及び T-N