

焼却灰中の有機物の溶出特性に関する研究

九州大学工学部 学生会員 ○三木 達也

九州大学大学院 学生会員 李 政準

正会員 崎田 省吾 島岡 隆行

1. はじめに

都市ごみ埋立地では、重金属やダイオキシン類等の疎水性有害物質、さらにビスフェノール A 等の内分泌攪乱化学物質等の有害物質は、有機物の微生物分解によって生成した難分解性溶存態有機物である腐植物質と、錯体形成による溶出や吸脱着を繰り返しながら埋立廃棄物層内を移動していることが知られている¹⁾。焼却処理によって有機物含有量は大幅に減少されるが、未燃有機物が微生物分解によって腐植化し、有害物質の挙動に影響を与えていると考えられる。しかし、焼却灰主体の埋立地における有機物の溶出挙動については不明な点が多く残されている。

本研究では、焼却灰主体の埋立地における有機物の溶出特性を明らかにすることを目的として、まず、埋立地搬入前の焼却灰を用いて、粒径別、物理的組成別に分類して有機物の溶出特性を調査した。次に、焼却灰を繰り返し溶出試験に供することによって有機物の溶出量を把握し、有機物の溶出挙動を検討した。

2. 試料及び実験方法

2-1 粒径別、物理組成別の有機物の溶出特性

焼却灰中の有機物の含有量、溶出濃度に影響を与える因子として、ここでは粒度、物理的組成に着目した。都市ごみ清掃工場から排出された半湿灰と乾灰を試料として、それぞれ粒径別 (<0.106mm, 0.106-0.25mm, 0.25-0.85mm, 0.85-2mm, 2-4.75mm, 4.75-9.5mm) に分類し、粒度分布を測定した。さらに、粒径別に分類したときの 9.5mm 以上の試料を物理組成別 (石、金属、ガラス、溶融物、その他) に目視によって分類した。マッフル炉 ((株) ヤマト科学、F0410,) で各試料の熱灼減量 (600°C、3 時間) を測定するとともに、環境省告示第 46 号溶出試験を行い、溶出液の pH, EC, ORP, TOC, T-N, 重金属 (T-Cr, Cu, Zn, Mo, Sb, Pb) を測定・分析した。

2-2 繰り返し溶出試験による焼却灰中における溶存性の有機物の溶出挙動

焼却灰中の有機物の溶出挙動を、繰り返し溶出試験によって検討した。半湿灰 (<0.106mm, <2mm) を用いて環境省告示 46 号溶出試験を 5 回繰り返し行い、溶出液の pH, ORP, EC, TOC, T-N を測定・分析した。溶出前の半湿灰試料と最終回溶出試験後の残渣については、熱灼減量を測定した。また、試験前半湿灰試料に関しては、CHN コーダ (柳本製作所、MT-6 型) によって元素分析を行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 粒径別、物理組成別の有機物溶出特性

粒径別に分類した半湿灰および乾灰について、溶出液の TOC 濃度と熱灼減量と粒径の関係を図 1 に示す。また溶出量に換算したものを図 2 にそれぞれ示す。溶出液の TOC 濃度、熱灼減量ともに、粒径が小さいほど大きくなった。半湿灰について、粒径 4.75-9.5mm の TOC 濃度は 7.5mg/l であるのに対し、粒径 0.106mm 以下では 38.6mg/l であり、約 5.1 倍高い濃度であった。同様に乾灰は 9.4 倍であった。これは、粒径が小さいほど比表面積が大きくなるためと考えられる。また、すべての粒径区分において、半湿灰の方が乾灰よりも、溶出液中の TOC 濃度および熱灼減量が高いことが分かった。これは、半湿灰には微細粒子が表面に多く付着しており、乾灰にはあまり付着していないため²⁾と考えられ、焼却灰中の有機物の溶出には、微細粒子の存在が大きな影響を与えていることが示唆された。また、図 2 より TOC 溶出量は、粒径 0.25-4.75mm の 3 つの区分で高いことが分かった。図 3 に、物理組成別 (>9.5mm) の溶出液中の

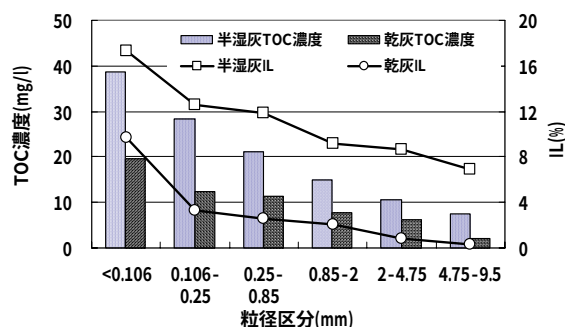


図 1 粒径区分における TOC 濃度および熱灼減量

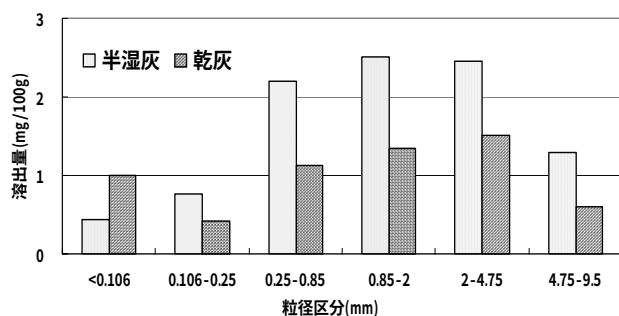


図2 粒径区分における TOC 溶出量

TOC 濃度を示す。半湿灰については、その他（主として焼却灰）の区分の TOC 濃度が、石、金属、ガラス、溶解物より約 3 倍高い濃度であった。また、すべての区分で、半湿灰の方が乾灰よりも溶出液中の TOC 濃度が高かった。これらのことから、焼却灰からの有機物の溶出特性に、微細粒子が大きな影響を与えていることが示唆された。

3-2 繰り返し溶出試験による焼却灰中の溶存態有機物の溶出挙動

半湿灰 (<0.106mm, <2mm) を 5 回繰り返し溶出試験に供した際の、溶出液中の TOC 濃度変化と TOC の累加溶出量を図 4 に示す。どちらの試料においても 1 回目の溶出

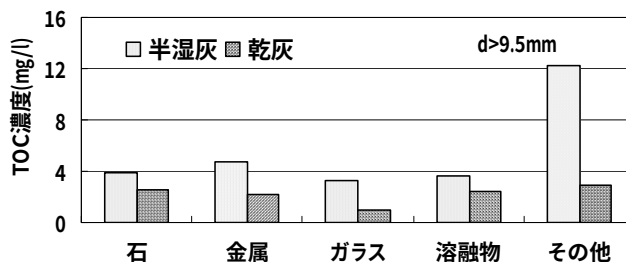


図3 物理的組成別の TOC 濃度

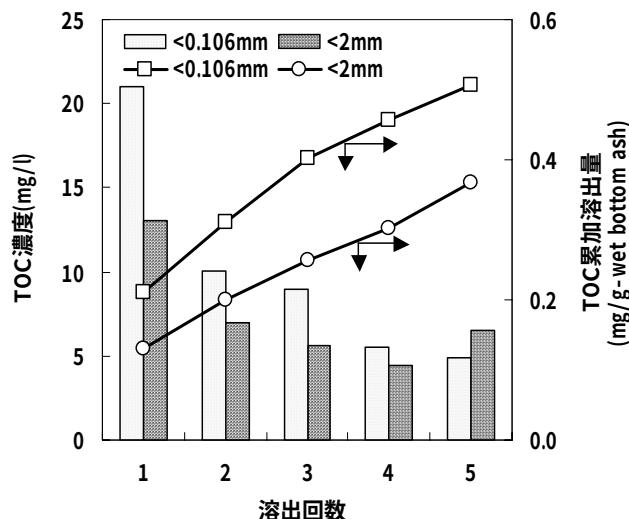


図4 TOC 濃度と TOC 累加溶出

液が最も TOC 濃度が高く、2 回目には TOC 濃度が約 1/2 になった。その後、TOC 濃度がどちらも約 5mg/l で変化があまり見られなくなったが、5 回の溶出試験では、TOC の溶出が終了することはなかった。ろ過残渣を見ると、溶出試験を繰り返すことによって、もとの焼却灰粒子は核と微細粒子²⁾に分離したことから、焼却灰粒子の核の中に存在する溶解性有機物が、繰り返し溶出試験によって徐々に溶出していたと推測できる。

溶出試験前の試料について、熱灼減量と元素分析結果から概算した未燃の炭素割合を表 1 に示す。未燃の炭素の割合は小さな粒径 (<0.106mm) の方が大きかった。図 4 と表 1 より、1~5 回目の溶出試験によって溶出される炭素の質量を算出すると、0.106mm 以下の試料では、5 回の溶出で約 0.5mg/g-wet bottom ash が溶存炭素として溶出し、2mm 以下の試料では約 0.4mg/g-wet bottom ash が溶出していた。つまり、0.106mm 以下では未燃の炭素の約 6.3% が 2mm 以下では約 12.1% が溶存炭素として溶出した。

4. まとめ

焼却灰を用いて、粒径別、物理組成別に分類した際の有機物の溶出特性、および繰り返し溶出試験によって有機物の溶出挙動を検討した。得られた結果を以下に示す。

- 1) 焼却灰中の有機物は、粒径が小さいほど溶出し易く、また、半湿灰の方が乾灰よりも溶出液中の TOC 濃度が高かった。したがって、焼却灰中の微細粒子が有機物の溶出に影響を与えていることが示唆された。
- 2) 繰り返し溶出試験によって、重量にして 0.106mm 以下では未燃炭素の約 6.3% が、2mm 以下では約 12.1% が溶存炭素として溶出した。

今後は、焼却灰主体埋立地の試料を用いて同様の実験を行い、埋立経過年数による有機物の溶出挙動を検討する予定である。

[参考文献] 1) Jette B. Christensen, Dorthe L. Jensen and Thomas H. Christensen (1996), Effect Of Dissolved Organic Carbon On The Mobility Of Cadmium, Nickel and Zinc in Leachate Polluted Groundwater, Water Research vol30, No12, pp.3037-3049 2) 大寺泰輔, 島岡隆行, 中山裕文 (2003), 一般廃棄物焼却灰の粒子性状と生成過程に関する一考察, 環境工学研究論文集, Vol.40, pp.473-479