

焼却灰と有機物の共存における塩素の溶出挙動

九州大学工学部 学生会員 竹本 智典
九州大学大学院 正会員 島岡 隆行
九州大学大学院 学生会員 趙 萍

1. はじめに

現在、埋立地の残余容量が逼迫している。その対策として、都市ごみ焼却灰をセメント主原料として有効利用したエコセメントが製造されている。従って、埋立地の延命化や規模縮小を図ることが出来る。しかし、都市ごみ焼却灰はセメントのJIS規格より焼却灰の塩素濃度をより低くする必要がある。

脱塩法のひとつに、埋立地内で直接雨水に曝す方法がある。焼却灰は有機物を多く含むものと埋め立てられることにより、単独で埋立てられた焼却灰よりpHが低下することが期待される。また、pHが低下すると塩素がより多く溶出する¹⁾。そこで、焼却灰と有機物を混合して埋め立て、雨水による脱塩することを考えた。

本研究では、埋立地内での効率の良い脱塩のメカニズムを解明するため、焼却灰に有機物が共存する埋立地を想定したカラム実験を行い、焼却灰に有機物が共存することによる塩素の溶出挙動を検討した。

2. 実験概要

2.1 実験装置 実験に用いたカラムを図1に示す。カラムは、直径10cm、高さ100cmであり、試料充填高さを95cmになるように設定した。浸透水は、表層から0cm、10cm、30cm、50cm、70cm、90cm、95cmの7点を採水位置とした。ただし95cmは浸出水として扱う。また、ガスは表層から0cm、40cmの2点を採取位置とした。

2.2 試料 試料は、F市清掃工場より発生した焼却灰と有機物の種類による脱塩効果の違いを比較、検討するため、一般的に市販されている腐葉土、下水汚泥コンポスト、生ごみコンポストの3種類の有機物を用いた。

2.3 実験方法 埋立地で実際に混合して埋立てることを考えて、カラムには湿潤質量で焼却灰：有機物 = 8：2の混合比で充填した。各カラムとも湿潤重量約8.23t、密度約1.1t/m³となるように充填した。充填試料の性状を表1に示す。以下より、有機物を混合した充填試料は、混合試料と表現する。実際の埋立地は、埋立地の構造により準好気性埋立構造と嫌気性埋立構造の2つに大別される²⁾。そこで、充填試料ごとに、準好気性埋立構造と嫌気性埋立構造の2つのカラムを用いた。準好気性埋立のカラムは上部及び底部の集水管を開放した。一方、嫌気性埋立のカラムは上部を密閉し、底部の集水管を水封した。

カラムを室内に設置し、約1,000mLを週に1度散水し、24週間継続する。総水量は、福岡市における年間降雨量約1,600mmの2年分に相当する。散水を24週間継続し、2年間相当の雨が降雨したものと想定して実験を行った。散水を開始した週を0週目とし、現在は実験開始から9週間が経過している。また、採水は散水した次の日の同時刻に行う。

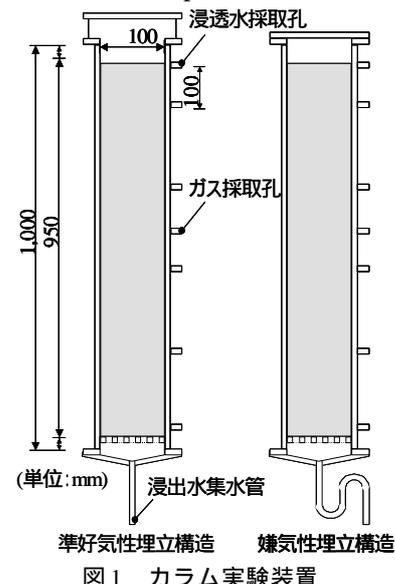
表1 充填試料の性状

充填試料	JLT46				JIS A 1154		含水率 (%)	熱灼減量 (%)
	pH (-)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	Cl (mg/L)	全塩分 (mg/kg)	可溶性塩分 (mg/kg)		
焼却灰(A)	12.8	19	0.9	250	7500	5300	21	3.7
焼却灰+腐葉土(B)	12.4	45	2.0	230	5400	3500	29	12
焼却灰+下水汚泥コンポスト(C)	12.3	25	27	300	8400	4900	23	8.6
焼却灰+生ごみコンポスト(D)	12.3	290	32	380	6600	6000	21	15

攪し、全塩分および可溶性塩分について測定を行った。浸出水は、0.45 μmメンブランフィルターで濾過を行って、pH、EC、ORP、Cl、TOC、T-Nを測定した。浸透水は、0.45 μmメンブランフィルターで濾過を行い、pH、EC、Clを測定した。ガスは、ガスクロマトグラフ(島津製作所、GC-8A)を用いてガス組成を求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 浸出水 A(焼却灰のみのカラム)とC(焼却灰と下水汚泥コンポストを混合したカラム)の浸出水のpH



の経時変化を図2に示す。混合試料のpHはすべてCと同様の変化を示した。浸出水は、0週間目では浸透率に差があったが、1週間後からほとんど等しくなり、8週間経つと全て90%以上となっていた。微生物による有機物の分解が活発となるまでには時間を要するため、CではpHの低下が起きていないと推測される。しかし、Aに対し、有機物を混合させたカラムのpHは低い。このことは、充填試料のJLT46溶出試験結果からも推測される。

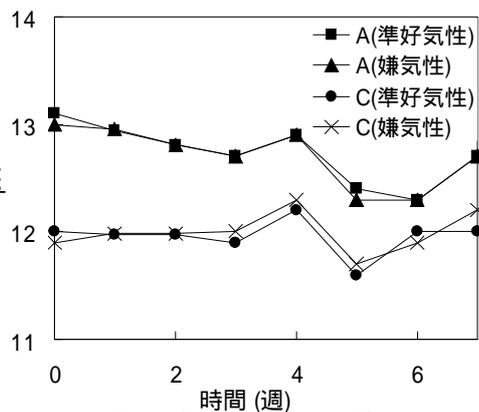


図2 浸出水のpHの経時変化

浸出水の塩素濃度の経時変化を図3および図4に示す。実験開始後の3週間は混合試料の塩素濃度はAに対して高かった。実験初期の塩素濃度に差が生じているのは、原因として、全塩分中の可溶性塩分の割合が異なっていることが挙げられる(表1参照)。Dは、他の試料に対して可溶性塩分の割合が高いため、多く溶出したと考えられる。

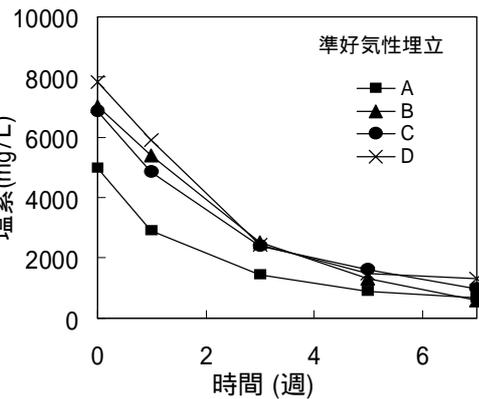


図3 浸出水の塩素の経時変化

また、pHの低下が認められていない現段階では、準好気性埋立と嫌気性埋立に関わらず微生物の分解によるpHの低下の影響は小さいと考えられ、充填試料の保水性が関与していることが挙げられる。その理由として、0週間目の散水後、他のカラムと比べAのカラムの浸出水だけが最も早く浸透していたので、焼却灰のみの場合、有機物を混合させたカラムより保水性が低いと推測される。保水性が高いと、試料の単位体積当たりの水分の滞留時間が長くなるため、塩素の溶出が促進されたと考えられる。

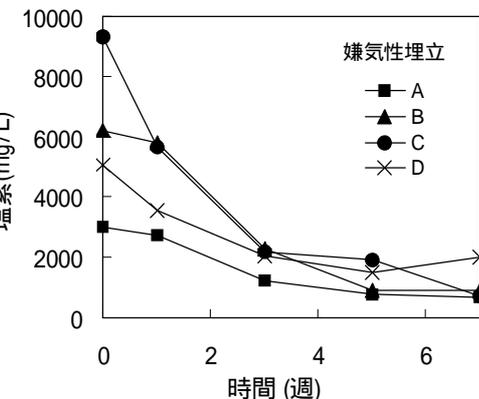


図4 浸出水の塩素の経時変化

全てのカラムにおいて時間の経過とともに塩素濃度は減少していた。Aに対して、混合試料のカラムの塩素濃度は初期濃度には差があるが、時間の経過に伴い低下し、Aと同程度の塩素濃度に達した。

3.2 浸透水 Cの塩素の深さ方向の変化を図5に示す。どの深さにおいても、pHはほぼ一定であった。塩素は、まず表層部から濃度が低下していき、時間の経過とともに試料中の塩素濃度が低下するのに従い、下層部での濃度低下が進んでいると考えられる。その結果、時間が経つにつれて、塩素濃度の深さ方向の変化は小さくなっていった。

4 結論

焼却灰とコンポストを混合埋立したときの溶出挙動について、得られた結果を以下に示す。

- (1) 実験初期においては、浸出水のpHはほとんど低下していない。焼却灰とコンポストを混合したカラムの方が焼却灰のみのカラムよりも塩素は多く溶出していた。また、時間の経過とともに充填試料のカラムの塩素濃度は低下し、焼却灰のみのカラムと同程度の塩素濃度にまで低下する傾向が見られた。
- (2) 現段階では、微生物による好気性分解および嫌気性分解がまだ活発化していないと推測される。また、準好気性埋立と嫌気性埋立のカラムには大きな違いはなかった。よって、長期間にわたって評価する必要がある。

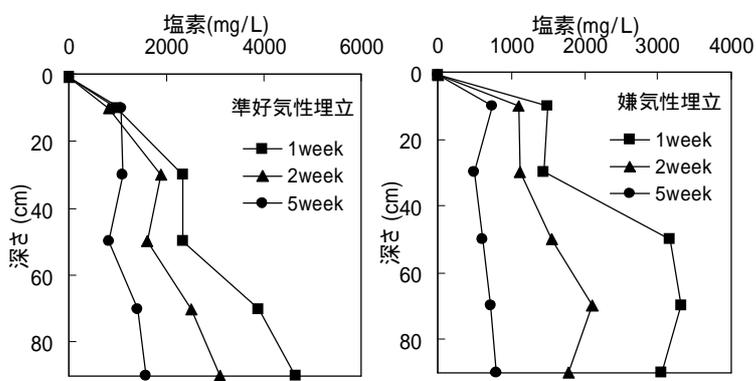


図5 Cの浸透水の塩素濃度分布

[参考文献]

1)津留真哉, 島岡隆行, 趙萍: 埋立地における焼却残渣中の不溶性塩分の挙動について, 第15回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp. 1104-1106(2004)
 2)土木学会 環境工学委員会編: 環境工学公式・モデル・数値集, pp. 201-218(2004)