

## 脱塩促進剤を用いた都市ごみ焼却灰の塩素除去に関する研究

九州大学工学部    ○学生会員    長野   貴之  
九州大学大学院    正会員        島岡   隆行  
                                                 成岡   朋弘  
                                                 正会員    江藤   次郎

### 1. はじめに

我が国では毎年約 800 万 t の都市ごみ焼却灰が最終処分場に埋立処分されている。最近では処分場の残余年数の延命という観点から都市ごみ焼却灰の資源化が望まれるようになった。資源化の一つの方法としてセメント原料化が挙げられる。焼却灰をセメントの原料とするためには、焼却灰中に 1~2% で含有している塩素を、普通エコセメントの受け入れ基準である 0.1% 以下まで除去する必要がある、通常は焼却灰を強制的に水洗することで含有する塩素の除去が図られている。しかし、強制水洗の処理コストが高く、難溶性塩素化合物が除去できないという問題を抱えている。一方で、既存の研究により、焼却灰は有機物と共に埋め立てることで有機物の分解による pH の低下に伴って焼却灰中の難溶性塩素化合物が分解し塩素の溶出が進行する事が明らかにされている<sup>1)</sup>。

そこで、本研究では既存の最終処分場を利用した脱塩システムを構築するため、大型の実験槽を用いて焼却灰と有機物の混合処理による塩素除去について実証試験を行った。

### 2. 試験概要

#### 2.1 試験試料

都市ごみ焼却灰、生ごみコンポスト、街路樹の剪定樹枝を堆肥化したグリーンコンポスト、および、下水汚泥コンポストを用い脱塩実証試験を行った。

#### 2.2 試験方法

図 1 に示すライシメータ 4 基にそれぞれ都市ごみ焼却灰 (No.1)、都市ごみ焼却灰に生ごみコンポスト (No.2)、グリーンコンポスト (No.3)、および下水汚泥コンポスト (No.4) を 9:1 (湿潤重量比) で混合した試料を、湿潤重量でおよそ 4.0t、充填深度 3.0m、密度  $1.18\text{t/m}^3$  となるように充填した。充填試料の性状を表 1 に示す。

ライシメータは屋外に設置し上部を開放することで自然降雨を受け入れるとともに、それぞれ 147L の水道水を 2 週間に 1 度の頻度で散水した (福岡県平均月間降水量相当)。充填試料はライシメータの上部から 25cm、125cm、225cm の位置に設けた採取口から 1 ヶ月毎に採取し、塩素含有量および難溶性塩素化合物について分析した。充填試料中の塩素含有量の分析は、硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法 (JIS A 1154) に準拠した。また難溶性塩素化合物であるフリーデル氏塩 ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) について X 線回折分析を行った。

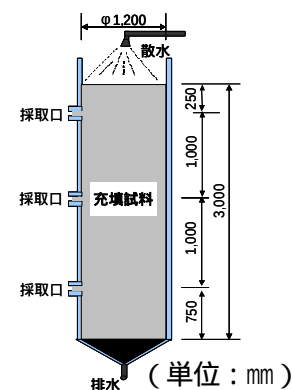


図 1 ライシメータ概略図

表 1 充填試料の性状

| 試料    |           | 溶出試験（環境庁告示46号） |        |                 | 含有量試験 |      |       |
|-------|-----------|----------------|--------|-----------------|-------|------|-------|
|       |           | pH             | EC     | Cl <sup>-</sup> | 熱灼減量  | 全塩素  | 可溶性塩素 |
|       |           | （-）            | （mS/m） | （mg/L）          | （%）   | （%）  | （%）   |
| 焼却灰   | 都市ごみ焼却灰   | 11.7           | 171    | 258             | 7.5   | 1.04 | 0.30  |
| 脱塩促進剤 | 生ごみコンポスト  | 8.0            | 730    | 1181            | 58.7  | 1.41 | 1.21  |
|       | グリーンコンポスト | 7.6            | 238    | 133             | 49.0  | 0.36 | 0.12  |
|       | 下水汚泥コンポスト | 8.0            | 557    | 548             | 25.6  | 0.70 | 0.53  |

### 3. 結果および考察

#### 3.1 充填試料中の塩素含有量の変化

最も脱塩が進んでいた深さ 25cm について充填試料中の塩素含有量の経時変化を図 2 に示す。焼却灰のみを充填したライシメータ (No.1) の塩素含有量は試験開始時(0 週)には 1.03%(可溶性塩素 0.45%、難溶性塩素 0.58%)であり、36 週目には 0.65%(可溶性塩素 0.16%、難溶性塩素 0.48%)まで減少した。全塩素含有量は減少しているものの、難溶性塩素含有量は実験開始時からほぼ変化していない。

焼却灰に生ごみコンポストを充填したライシメータ (No.2) では、試験開始時(0 週)には 1.01%(可溶性塩素 0.70%、難溶性塩素 0.31%)であったが、36 週では 0.24%(可溶性塩素 0.10%、難溶性塩素 0.14%)まで減少しており、焼却灰のみを充填したライシメータ (No.1) よりも脱塩が進行していた。また、可溶性塩素、難溶性塩素ともに減少しており、難溶性塩素が効率的に分解し可溶化したと考えられる。焼却灰にグリーンコンポストを充填したライシメータ (No.3) では試験開始時(0 週)には 0.94%(可溶性塩素 0.46%、難溶性塩素 0.48%)であったが、24 週では 0.42%(可溶性塩素 0.10%、難溶性塩素 0.32%)まで減少しており、焼却灰のみを充填したライシメータ (No.1) よりも脱塩が進行していた。

焼却灰に下水汚泥コンポストを充填したライシメータ (No.4) では、試験開始時(0 週)には 0.95%(可溶性塩素 0.66%、難溶性塩素 0.29%)であったが、36 週では 0.41%(可溶性塩素 0.11%、難溶性塩素 0.30%)まで減少しており、焼却灰のみ

を充填したライシメータ (No.1) よりも脱塩が進行していた。

次に pH の経時変化を図 3 に示す。焼却灰のみを充填したライシメータ (No.1)、焼却灰にグリーンコンポストを充填したライシメータ (No.3)、焼却灰に下水汚泥コンポストを充填したライシメータ (No.4) の pH は、試験開始時 (0 週) と 36 週 (No.3 に関しては 24 週) を比較しても大きな変化は見られない。一方、焼却灰に生ごみコンポストを混合したライシメータ (No.2) では 16 週から著しく低下する傾向がみられ、試験開始時 (0 週) は pH10.9 であったが 36 週には 8.0 にまで低下した。

No.1 と No.2 についての pH と難溶性塩素含有量の相関関係を図 4 に示す。焼却灰のみのライシメータでは pH は 11 以上と高く難溶性塩素含有量も多い領域にプロットされるが、焼却灰に生ごみコンポストを混合したライシメータでは pH は 11 以下であり、さらに pH の低下に伴って難溶性塩素含有量が減少している傾向が明らかである。この結果は、pH11 以下で難溶性塩素化合物の分解が進行するという見解<sup>2)</sup>と一致する。焼却灰と混合した有機物の分解によって発生した水素イオンが難溶性塩素化合物を分解している結果であると考えられる。

### 3.2 難溶性塩素化合物の変化

No.1 および No.2 の充填試料について難溶性塩素化合物の生成分解状況を確認した。フリーデル氏塩の XRD スペクトルを図 5 に示す。

No.1 については時間経過とともにピーク強度は小さくなっているが、48 週においてもフリーデル氏塩の存在が確認された。一方、No.2 においては 12 週で最もピーク強度が大きくなり、その後減少し、36 週以降は検出されなかった。これは図 2 に示した難溶性塩素含有量の経時変化と一致している。

### 4. まとめ

(1) pH の低下とともに難溶性塩素化合物が溶解することが示唆され、脱塩促進剤としての生ごみコンポストの有用性が実証された。

(2) 難溶性塩素化合物としてフリーデル氏塩が検出され、生ごみコンポストを混合した焼却灰においては 36 週以降でピークが検出されなくなった。この変化は難溶性塩素含有量の変化と調和的であった。

[参考文献]

1) 竹本智典、島岡隆行、江藤次郎、成岡朋弘：焼却灰中の塩素挙動に有機物の及ぼす影響、環境工学研究論文集、Vol.43、pp.279-288、2006

2) 津留真哉、島岡隆行、江藤次郎：焼却残渣中のフリーデル氏塩の生成と分解に関する研究、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.885-886、2005

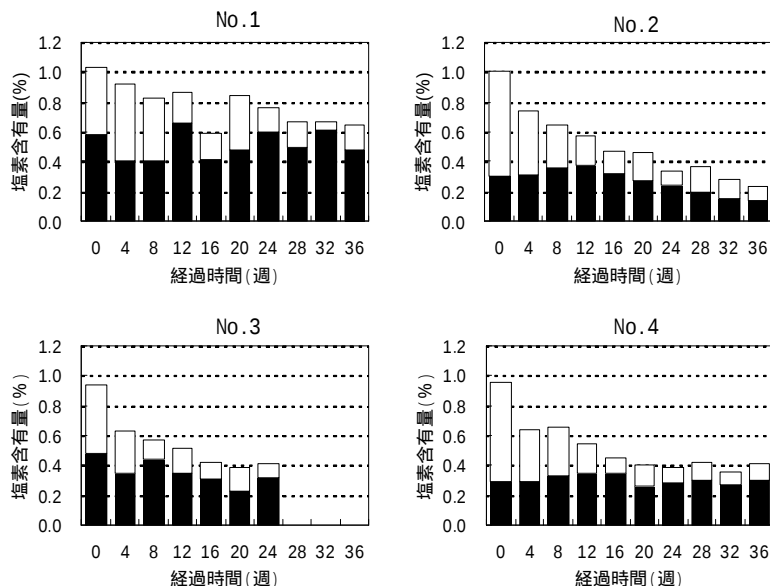


図2 難溶性塩素含有量と可溶性塩素含有量の経時変化

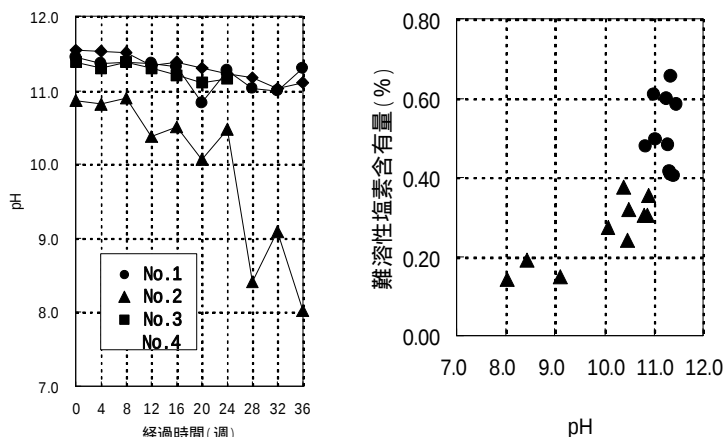


図3 pHの経時変化

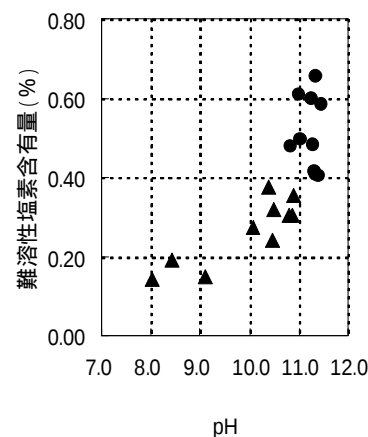


図4 難溶性塩素含有量 pH 相関関係図

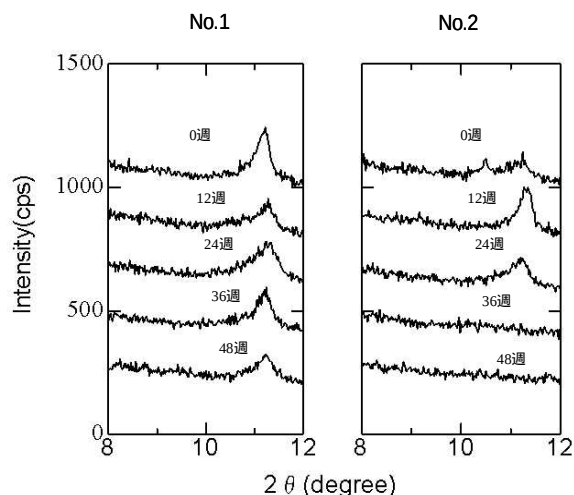


図5 フリーデル氏塩の経時変化