

廃棄物充填カラムを用いた浸出水の水質および水量等の挙動 (二報)

土屋としみ*・鈴木富雄*・小口文子*・村上隆一**・
篠原邦和***・川又秀一****・山本一海*****・鹿角孝男*

最終処分場浸出水の適正処理について検討するため、最終処分場を模した廃棄物充填カラムを用いて循環処理による水質改善、散水による溶出成分の早期減少(安定化)と処分場廃止に向けた期間予測を行った。またベントナイト混合土壌を最終覆土に用いて処分場閉鎖後の浸出水削減効果を検討した。

その結果、循環処理により浸出水量及びTOC総流出量のほか、全窒素で排出量削減効果が見られた。

散水による安定化期間の予測では、今回のカラムと充填条件が同一であれば年間降水量を1600mmとして計算すると約9年であることがわかった。

散水による洗い出し効果は窒素以外の項目では良好な結果が得られた。

ベントナイト混合土壌による遮水効果は混合比率15%以上で急激に大きくなることが確認され、カラム実験では浸出水量抑制効果は35%程度見られた。

キーワード：最終処分場、カラム実験、循環処理、洗い出し効果、安定化

1 はじめに

循環型社会の構築を目標とする現在、最終処分場はより一層の安全性の確保が求められ、また埋め立て前処理等による廃棄物の不活化、処分場の早期安定化、早期廃止が重要な課題である。

本研究では廃棄物充填カラムを用いて循環及び非循環処理方法による浸出水の水質及び浸出水量の比較を行った。

今回は、前述のカラムに人為的散水を行って、散水による洗い出し効果と散水終了後の浸出水の変化を検討し、溶出成分が減少し水質の安定化に至るまでの期間を予測した。

また、最終処分場埋め立て終了から廃止に向けて処理水量を減らし維持管理コストを削減するため、遮水資材としてベントナイト混合土壌を最終覆土に用いて、その遮水効果と浸出水成分に与える影響を検討した。

2 実験方法

2.1 実験スケジュール

1999年6月 カラム積層、循環処理実験開始

2001年4月 カラムC、D積層終了、循環処理実験

2002年4月 循環処理実験終了

2002年5月 散水実験開始

2003年4月 散水実験終了、効果検証

2003年5月 散水実験終了後の浸出水の水質変化の検証

2003年8月 ベントナイトによる浸出水量抑制実験開始

2.2 実験概要

2.2.1 循環処理実験 (1999年6月～2002年4月)

表1に示した廃棄物の混合物を充填した内径25cm×高さ140cmの塩化ビニル製のカラム4基(A, B, C, D)を屋外に設置し、浸透実験を行った。(図1)

カラムの充填方法は前報¹⁾で述べているが、カラムA, Bはあらかじめ廃棄物と土壌をそれぞれ交互に8層充填した後、浸透実験を開始した。カラムC, Dは3ヶ月に1度、廃棄物と土壌をそれぞれ1層ずつ順次積層しながら浸透実験を行った。

カラムA, Cは降水による浸出水を、カラムB, Dは降水に加えてカラム下の貯水タンクにたまった浸出水を400ml/日の速度でカラム上部にポンプを

* 長野県環境保全研究所 環境保全チーム 〒380-0944 長野市安茂里米村1978

** 現 長野県松本保健所, *** 現 長野県食品環境課, **** 現 長野県北信保健所, ***** 長野県廃棄物処理事業団

表1 充填廃棄物の構成

| | 廃棄物の種類 | 充填量 (kg) |
|-----------------------------------|---------|----------|
| 一層あたりの充填物 | 都市ごみ焼却灰 | 1.63 kg |
| | 木くず焼却灰 | 0.10 kg |
| | 鉱さい | 2.52 kg |
| | 無機性汚泥 | 2.73 kg |
| | 廃プラスチック | 0.16 kg |
| | 不燃物 | 0.02 kg |
| 上記廃棄物の混合物を充填し、土壌 1.50 kg で覆い、8層積層 | | |



図1 塩化ビニル製カラム

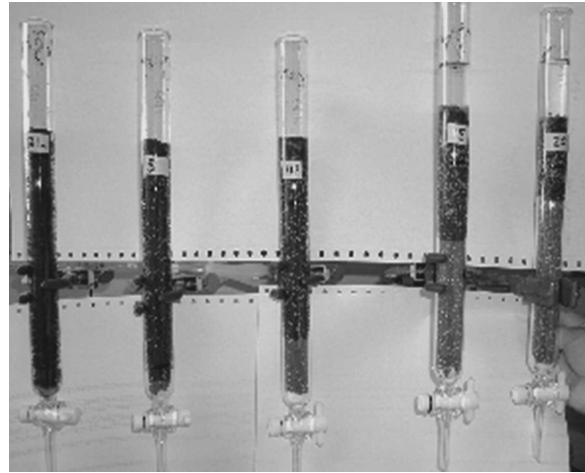


図2 ガラスカラムでの予備実験

用いて循環させ、その浸出水について月1回の頻度で調査を行った。

2.2.2 散水実験

散水実験を行うにあたり、長野県南部²⁾のデータを使い、平年降水量を1600 mmと仮定し、その10倍の降水量となるように屋外に設置されたカラムに、降水に加え2.1 l/日の水を散水し洗い出し効果を検証した。また浸出水の水質の安定化に至るまでの期間予測を行った。(2002年5月～2003年4月)

また、散水実験終了後、降水のみによる浸透実験に戻して流出してくる浸出水の水質の変化について検討した。(2003年5月～12月)

2.2.3 ベントナイトによる浸出水量抑制実験(2003年8月～2003年12月)

予備実験として長さ30 cmのガラスカラムに、混合比率を変えてベントナイトを混ぜた土壌(黒ボク土)を約20 cmの高さに充填し、ガラスカラムに注水した水面の低下速度を測定することにより、混合比率の違いによる遮水効果を検討した。(図2)

遮水効果の高かった混合比率のベントナイト混合土壌を塩化ビニル製カラムの上部に5 cmの厚さ(約1 kg)で積層し、遮水効果と浸出水の水質の変化を検討した。

2.3 測定項目

測定項目は浸出水量、pH、電気伝導率、全窒素(T-N)、アンモニア性窒素(NH₄-N)、硝酸性窒素(NO₃-N)、亜硝酸性窒素(NO₂-N)、全りん(T-P)、有機体炭素(TOC)、BOD、COD、重金属(Pb, Cd, T-Hg, Cu, Zn, Fe, Mn, As, Ni)、アルカリ金属(Na,

K)、アルカリ土類金属(Ca, Mg)、及び陰イオン(Cl⁻, SO₄²⁻, SO₃²⁻)である。測定方法はアンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素及び陰イオンについては上水試験方法を、それ以外はJIS K 0102の方法で分析した。

3 実験結果

3.1 循環処理実験

3.1.1 金属類の経時変化

浸出水のPb, Fe, Mnの濃度は、あらかじめ積層したカラムA, Bで最初の数か月は排水基準³⁾を超過したが、その後は速やかに減少し排水基準以下となった。また、その他の重金属類(Cd, T-Hg, Cu, Zn, As, Ni)は全て排水基準以下であった。代表例として図3に鉛の経時変化を示す。

一方、順次積層したカラムC, Dは全ての重金属類がそれぞれ排水基準を超えることはなかった。

Naの経時変化を図4に示す。あらかじめ積層したカラムA, Bでは実験当初濃度が高くなったが、

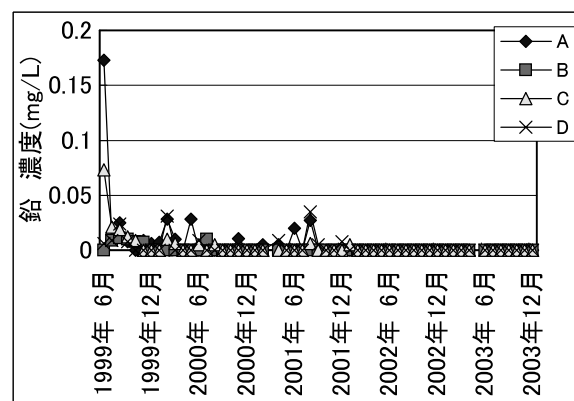


図3 鉛の経時変化

順次積層したカラムC, Dでは積層中に濃度が高い状態が続いた。K, Caも同様の結果であった。

3.1.2 循環処理による全窒素・総浸出水量・TOC総流出量の削減効果

図5にカラム別の全窒素流出量を示す。全窒素流出量は前報¹⁾と同様な算出方法で、カラムA, Cは30ヶ月後までの測定濃度に浸出水量を乗じた値の合計、カラムB, Dは30ヶ月後の濃度に貯水量を乗じた値を示したものである。循環処理を行ったカラムB, Dでそれぞれ対照となるカラムA, Cと比べて流出量が少ないのは、循環処理によりカラム内が嫌気状態になり、脱窒が行われ窒素流出量が減少したと考えられる。

この他前報¹⁾で循環処理によりカラム表層からの蒸発が効果的に行われたため総浸出水量抑制効果が得られた。また、TOC総流出量ではカラム内及び循環水中の微生物が有機物の分解を促進した結果、削減効果が見られたと述べられている。

3.2 散水実験

3.2.1 散水による洗い出し効果

図6に硫酸イオンの経時変化を示す。硫酸イオン

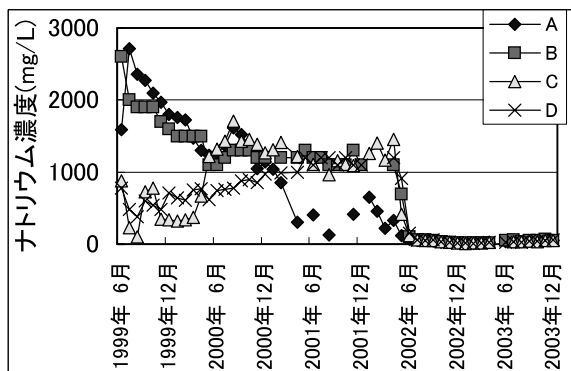


図4 ナトリウムの経時変化

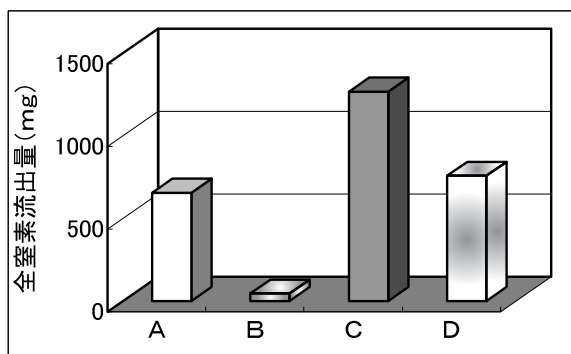


図5 全窒素流出量 (30ヶ月後まで)

は循環処理では濃度の減少がみられず、2000~5000 mg/lの範囲で変動していたが、散水により著しく減少して最終的に100~200 mg/l程度まで減少した。同様な傾向は塩化物イオン、電気伝導率、アルカリ金属(図4)、アルカリ土類金属でみられた。なお、これらの成分は散水終了後も再溶出による濃度の増加はほとんど見られず、良好な結果が得られた。

3.2.2 浸出水の水質の安定化に至る期間の予測

図7に累積流出量と硫酸イオン濃度との関係を示す。濃度の減少しにくい硫酸イオン濃度と基本となるカラムAの累積流出量を用いて関係式を求めたところ、今回の実験装置の充填量であれば流出量が約500l(1平方メートルあたりの流出量に換算して約2.5t)で大部分が流出し、ほぼ一定の濃度に達することがわかった。最終処分場計画地(長野県南部)における年間降水量を1600mm/年²⁾として、この流出量に蒸散量を加えて降水量になおして換算したところ約9年分に相当した。散水による洗い出し効果を活用することによって早期の安定化(処分場廃止)が見込める。

3.2.3 散水終了後の水質の変化

図8に全窒素の経時変化を示す。全窒素は散水に

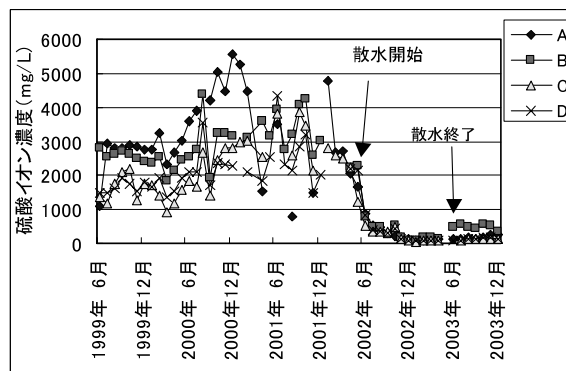


図6 硫酸イオンの経時変化

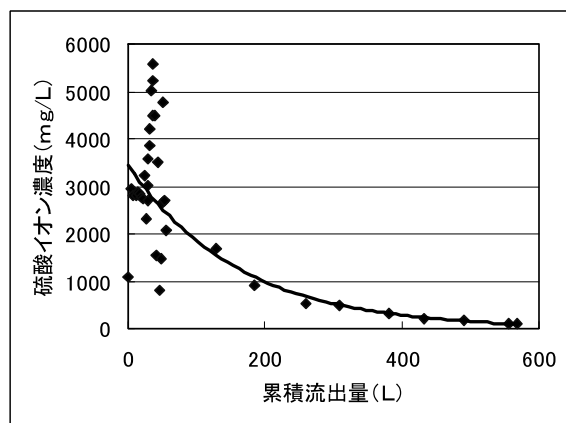


図7 累積流出量と硫酸イオン濃度

より 5 mg/l以下まで低下し、ほとんどが溶出したかに思われたが、散水を止めて降水のみによる浸透実験に戻したところ、一部のカラムを除いて 20 mg/l 程度の再溶出がみられた。これは乾土効果によるものと考えられる。

図 9 に pH の経時変化を示す。実験当初 6～7 付近であったが、増加傾向を示し、排水基準である pH 8.6 を超えるものも出てきた。カラム実験では装置の大きさなどからアルカリ側になる傾向にあるが、実際の処分場規模では中性ないし微アルカリ性であることが普通であると報告されていることから⁴⁾、実際の処分場ではカラムによる結果より pH は中性付近に近づき、排水基準をクリアできるものと思われる。

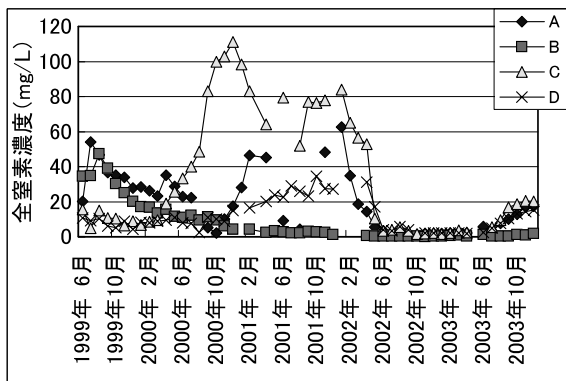


図 8 全窒素の経時変化

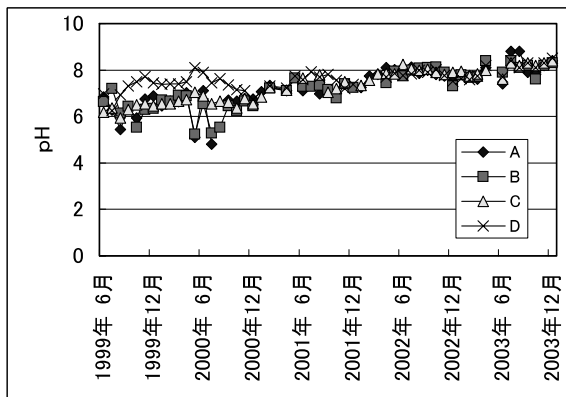


図 9 pH の経時変化

3.3 ベントナイトによる浸出水量抑制実験

3.3.1 ベントナイト混合比率の決定

ガラスカラムに混合比率を変えたベントナイト混合土壌を充填し、ベントナイト混合比率と水の浸透速度との関係を調べた。ベントナイトの土壌に対する混合比率は、0%、5%、10%、15%、20%とした。図 10 にその結果を示す。水の浸透速度はベントナ

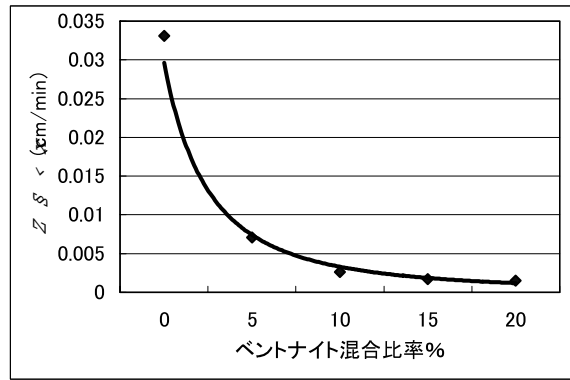


図 10 ガラスカラムを使用した透水試験

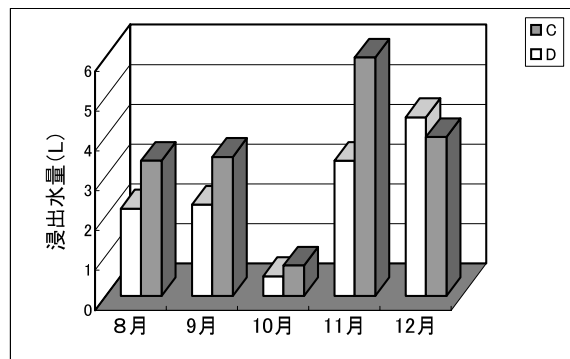


図 11 浸出水量の変化

イトの混合比率が高くなるに従い、指数関数的に減少し、15%以上でほぼ横ばいとなった。このことから混合比率が15%以上で遮水効果が急激に大きくなるといえる。

3.2.2 ベントナイト混合土壌の遮水効果

3.3.1 の実験結果を基にベントナイトを 15% 混合した土壌 1 kg をカラム C 上部に積層し (厚さ約 5 cm)、遮水効果の検討を行った。また対照としてカラム D にはベントナイトを含まない土壌 1 kg を積層し同様に実験を行った。二つの廃棄物充填カラムにおける月別浸出水量の変化を図 11 に示す。

8月～11月の間はカラム C の浸出水量が少なく、カラム D の 57～66% であり、ベントナイト混合土壌による浸出水量抑制効果がみられた。これはベントナイトの遮水効果により降水がカラム上部に滞留している間にその一部が蒸発散したためと考えられる。一方、12月の浸出水量を比較するとカラム C の浸出水量がカラム D の浸出水量を上回った。これは気温の低下に伴い降水の蒸発散量が急激に低下したためと考えられる。なおベントナイトによる浸出水の成分への影響は見られなかった。

4 まとめ

4.1 循環処理実験

- (1) Pb, Fe, Mnは実験開始後数ヶ月間はカラムA及びBにおいて排水基準を超過したが、その後速やかに減少し排水基準以下となった。
- (2) Cd, T-Hg, Cu, Zn, As, Niはいずれのカラム浸出水においても全期間を通じて排水基準以下であった。
- (3) 循環処理の効果としては前報¹⁾で述べた総浸出水量とTOC総流出量の削減効果がみられたほか、全窒素においても総流出量の削減効果がみられた。

4.2 散水実験

- (1) 水による洗い出し効果により全ての成分で濃度の減少が見られた。降水量に換算して約9年分の散水で塩類等の大部分が流出し、ほぼ一定の濃度に達することがわかった。散水終了後も全窒素を除く他の成分は濃度の上昇は見られなかった。このことから散水は処分場の早期安定化に有効な手段であるといえる。
- (2) 全窒素は排水基準を超える値は全期間を通じてなかったが、散水を止めて降水のみに戻したとき、再溶出が見られた。

- (3) pHは徐々に上昇し、排水基準の5.8~8.6を超える値もみられた。実験が小さな規模のためpHがアルカリに傾いたと考えられる。

4.3 ベントナイトによる浸出水量抑制実験

- (1) ベントナイトによる遮水効果は土壌との混合比率が15%以上で顕著な効果が見られた。土壌との混合比率15%のカラム実験では暖候期には浸出水量抑制効果は35%程度見られたが、寒冷期には逆転現象が起きた。ベントナイトによる浸出水の成分への影響は見られなかった。

文 献

- 1) 篠原邦和, 鈴木富雄, 小口文子, 村上隆一, 川又秀一, 石川儀 (2002) 廃棄物充填カラムを用いた浸出水の水質及び水量等の挙動, 長野県衛生公害研究所研究報告, 25, 32-35.
- 2) 気象庁ホームページ電子閲覧室 (<http://www.data.kishou.go.jp>)
- 3) 一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令 (昭和52年総理府・厚生省令第1号).
- 4) 田中 信壽 (2000) 環境安全な廃棄物処分場の建設と管理, 技報堂出版株式会社, p 155.

Changes of Water Quality and Quantity in Leachate Discharged from Wastes Packed Column (Part II)

Toshimi TSUCHIYA*, Tomio SUZUKI, Fumiko OGUCHI, Ryuichi MURAKAMI, Kunikazu SHINOHARA, Syuichi KAWAMATA, Kazumi YAMAMOTO and Takao KATSUNO

* Nagano Environmental Conservation Research Institute, Environmental Conservation Team, 1978 Komemura, Amori, Nagano-shi, 380-0944 Japan.