

平成29年度一般財団法人広島県環境保全公社提案型調査研究助成事業

報告書（概要版）

課題名：海面最終処分場における早期安定化に向けた
埋立管理手法の検討



代表：広島大学 大学院総合科学研究科・教授 小野寺真一
共同研究者
金 広哲（広島大学大学院総合科学研究科・研究員）
友澤 裕介（広島大学大学院総合科学研究科・研究員）

平成30年 3月20日

I. 調査研究事業の背景・必要性和概要

1) 背景

管理型処分場では、汚泥、燃え殻、鉱さい、ばいじん、一般廃棄物等の埋立（埋積）後、通常、野ざらしの環境にあるため、天然の雨水の供給により様々な影響を受け、次のいくつかの課題を抱えている。

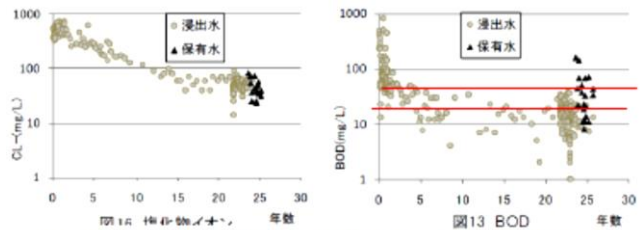
ア) 浸透した雨水は、埋立廃棄物（埋積土）と接触することにより、汚染物質が溶脱し、敷地内低地部に輸送され流出する。イ) 水との接触により分解が進み、一部は溶脱し水とともに輸送されるが、一部はガスとして地上に放出される。ウ) 余水池はその地下水流出した水の受け皿であり、この余水は通常処理場に送られて、処理工程を受けることになり、埋積後もその処理コストが継続的に発生するため、管理しつづければならない。

以上のように、廃棄物処分場では廃止されるまで継続管理が必要となっており、管理を必要としない安定状態に早期に移行することはトータルコストの削減につながる。そのために、上述の課題をクリアしていくことが必要である。

従来までの調査で、ア) 処分場内の水物質輸送については、小野寺（2012；広島県保全公社報告書）が五日市処分場で、イ) 処分場内での分解過程やガス放出量などについては、小野寺（2014；広島県保全公社報告書）が箕島処分場においてほぼ明らかにしてきた。ウ) 余水量そのものを削減する管理法については小野寺（2016；広島県保全公社報告書）で余水再利用散水、地表面の遮水などが検討された。

しかしながら、廃棄物処分場が廃止できるレベルに安定化するまでの時間は未知であり、余水池に流出する水の処理が必要な状態がどの程度継続されるかはわからない状態である。

その為、海面最終処分場における埋設物質の安定化速度の定量化及び、早期安定化促進管理手法の検討は今後の管理において、優先課題といえる。



① 福井博, 坂本広美, 高橋通正, 山田正人, & 遠藤和人. (2009). 最終処分場の安定度判定に関する研究-観測井を用いた安定度判定. 神奈川県環境科学センター業務報告, 2009, 111-119.

安定化傾向を示す(安定度≒濃度の安定化で指標化)、*どこまでも安定とはいえない

図 I-1：管理型処分場の安定度について

2) 必要性及び目的

将来にわたり処分場を低コストで管理していくために、本研究では、海面最終処分場における埋設物質の安定化速度の定量化を試み、早期安定化促進管理手法を検討・提案することを目的とする。

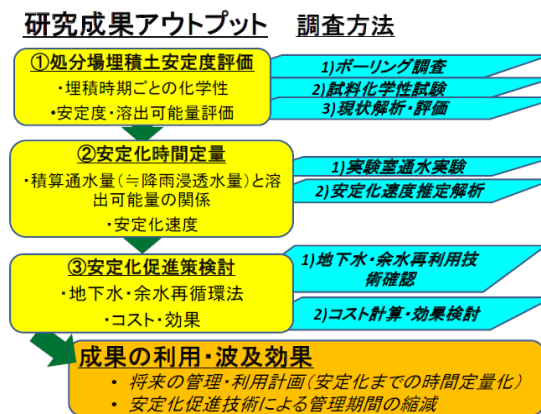


図 I-2：本調査研究事業のイメージフロー

3) 研究の概要・方法

本研究では、箕島管理型処分場（約 120 万 m²；約 150m×800m）を対象として、下記の調査、実験、研究を実施する。

①処分場埋積土安定度評価

現状の埋積土の安定度を評価する為に、処分場内においてボーリングを実施し、試料採取及び状態の確認を行う。

(1) ボーリング調査

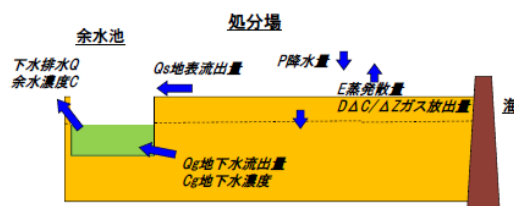
埋積状態を確認するため、処分場内3地点及び比較1地点のボーリングを行う。各地点において自然堆積物層が出現するまで掘削する。(10m程度と想定)

(2) 試料化学性試験 (バッチ試験)

埋積土の化学特性を把握するため、1地点のボーリングコアから3箇所程度採取し、溶出実験を行う。

(3) 現状解析・評価 (溶出排水濃度分布図)

処分場内の現状評価するために、(1)及び(2)の結果を解析する。



一般的な水収支: $(P-E)A - Q_s = Q_r = Q_g$
 物質収支: $QC = Q_g C_g + D \Delta C / \Delta Z$
 自然滞留時間: $T = V/Q$
 溶脱量変化: $Q(\partial C / \partial t) = -Q k C$
 $QC = QC_0 e^{-kT}$
 *k: 速度定数
 C_0 : 初期濃度、T: 経過時間

図 I-3: 処分場内水収支イメージ

② 安定化時間定量

埋積土の安定度の変化・安定化速度の推定をする為に、ボーリング試料の(1)溶出通水実験(カラム通水試験)(約10年分の降水浸透量相当)を行い、(2)安定化速度推定解析を行う。

③ 安定化促進策検討

積極的な安定化促進策の確認・提案するために、(1)地下水・余水再利用技術確認及び(2)コスト計算・効果検討を行う。

II. 調査研究事業の最終目標と成果の社会的意義

本成果は、現処分場の現状にとどまらず、今後処分場においてさらに埋積が進んだ場合を含めて、汚染物質の溶脱を明らかにし、将来の埋積計画や改善計画(土地被覆、強制湧出・洗浄・拡散など)を立てる際にその基礎情報となり、結果として、早期安定化促進、余水処理計画、処分場の利用計画のための重要な知見となる。

III. 調査研究結果

① 処分場埋積土安定度評価

(1) ボーリング調査

敷地内を平均的に把握できるよう、適度に離れた地点(図①-1中赤丸地点)でボーリング調査を実施した。なお、図中の青丸地点は以前(2014; 広島県保全公社報告書)に調査した地点である。埋積土と自然堆積物の境界はそれぞれ No.1: 深度8.5m, No.2: 深度8m, No.3: 深度6mであった。地点単位でみると埋積土は層状に分けられるが、層の質や順番について3地点に明らかな共通性は見られず、埋積土が不均質に分布していると確認できた。



図 ①-1: 位置図

(2) 試料化学性試験

埋積土の化学特性を把握するため、溶出実験を行った。ポリ瓶に埋積土10g: 蒸留水100gを入れ、常温・常圧で振とう機を用いて、6時間以上連続振とうした。10分から30分程度静置後、上澄み液をろ過して検液とした。検液の電気伝導度(EC)、水素イオン濃度・水素指数(pH)を計測したところ、その結果、ECは8.2~0.7mS/cm、pHは12.5~6.5の範囲であった。

(3) 現状解析

ボーリング実施地点をとる仮想断面を仮定し、pH と EC の分布状態についてみると、明確な規則性は見られず、埋積土の不均質性に依存しているようにみられた。(図 ①-2)

② 安定化時間定量

埋積土の安定度の変化・安定化速度の推定をする為に、実験室通水実験（カラム通水試験）から求められた値を用いて安定化速度推定解析を行った。

(1) 実験室通水実験

カラムは内径 5.4cm のアクリルパイプを使用し、実験用砂、サンプル、実験用砂の 3 層構造とした。各地点のボーリングコアから 3 箇所、各箇所 1m 間隔分を均等に採取、サンプル層厚を 5cm とし、締固めた。

通水量の設定について、他の研究等によって年間降水の 50%程度が地下浸透であることが分かっており、年降水量が 1200mm 前後の福山エリアでは年間地下浸透量は 600mm となり、これにもとづきカラム面積に乗じた量[1.37L]を年間浸透量、その 10 倍量[13.7L]を 10 年間相当の降水浸透量とした。

(2) 安定化速度推定解析

実験室通水実験において浸透量を推定経過年数に換算し、定期サンプリングした水の EC (対数表示) との関係を図 ②-1 に示す。図中の点線は各測定値から求めた濃度下降近似直線であり、その近似式も示した。また、各近似直線の傾きに当たる値を溶解速度低減係数とし、初期（通水量にして 2 年以下）に見られる値と後期に見られる値の分布を図 ②-1 に示した。

通水の初期濃度及び溶解速度、すなわち安定化速度が各箇所異なることが確認され、埋積土の不均一性に寄るものと分かる。後期の溶解速度係数は、初期より小さく、緩やかな速度になっているが、値は 0.09 から 0.23 と 2 倍以上の違いがみられ、安定に至る時間も 2 倍以上の違いが生じると考えられる。

また、図中の灰色点線は EC : 0.5mS/cm である。これは、福井県の処分場のモニタリングデータ(田

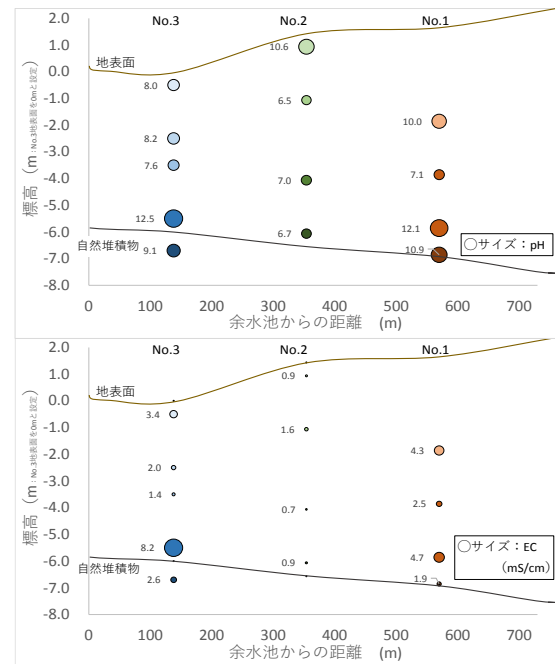


図 ①-2: 溶出排水濃度分布図 (上:pH 分布 下:EC 分布)

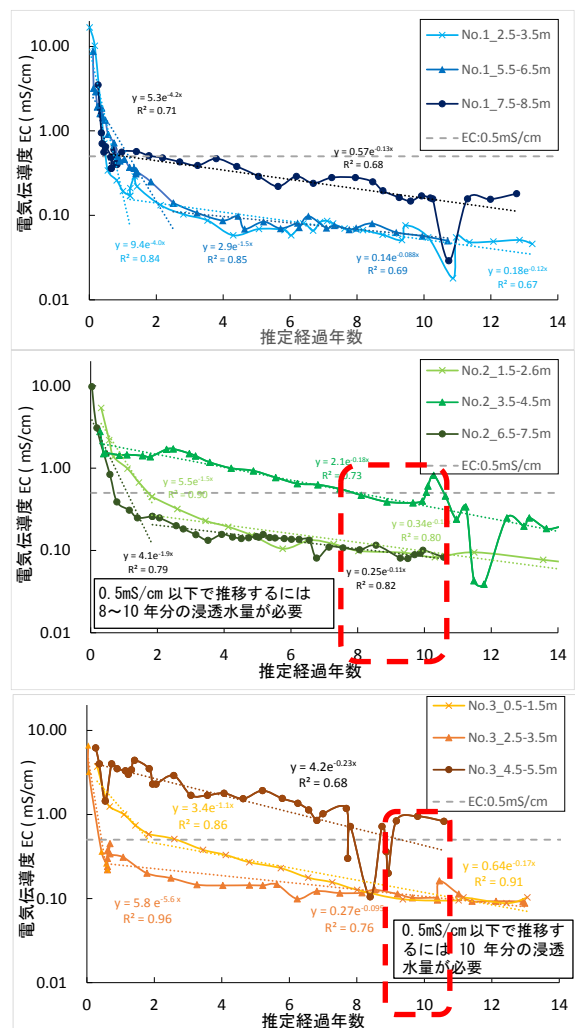


図 ②-1: 結果解析グラフ

中ら、2017)を参考にした安定化と仮定する値である。(埋立終了20~30年程度経過し、安定化しつつあるとみられるエリアの観測井戸深度3mの値)同処分場は廃棄物層厚(約6m)や比較的新しい区画のECが箕島処分場と同程度であることから、比較可能と考えた。

本実験結果でECが高かった2箇所(No2_3.5-4.5m, No3_4.5-5.5m)について、EC:0.5mS/cm程度で安定して推移するまでには8~10年程度必要なことがわかる。

ここで、濃度が高い値であった水について、内容物質の概要を把握するためCd, Pb, T-Cr, Bについて分析を行ったが、特出して高い値は見られなかった。なお、今回分析したサンプルについて、pHが非常に高い値であった。より詳細に溶脱物質を検証する際には、この点を考える必要がある。

③ 安定化促進策検討

(1) 地下水・余水再利用技術確認

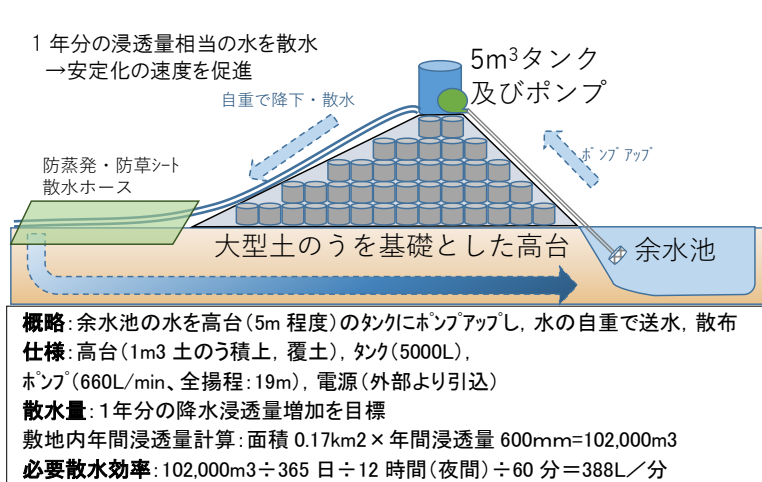


図 ③-1: 余水再循環による透量増加通過水量増加促進法

これまでの結果から水への溶出特性が異なる埋積土が点在することがあきらかになった。これらの埋積土をより早期に安定状態にさせる場合の手段として、通水量を増加させる方法が考えられる。通水量を増やすには水のインプット量を増やす(散水・浸透)案、と水のアウトプットを増やす(地下水揚水井戸)案が考えられる。

地下水揚水井戸設置には海水流入や余水逆流等留意する必要がある。

があり、多くの観測井戸を設け、揚水量をコントロールしなければならず、コストが増大する為、今回の提案からは除外することとした。

散水案について、散水する水は綺麗な水がベストではあるが、敷地外から導入すると余水が増加し、処理費用が増大する。現実的には余水池の水を再利用することが望ましい。しかし、現段階ではまだ余水の平均的な濃度は高く、再利用に向かない可能性がある。より時間をおき水質を安定させる、または濃度が低い水を選択的に取水するなど検討したうえで余水池の水の再利用散水が有意になると考えられる。

余水池の水が散水に使用できるとして、透量増加通過水量増加促進法を検討した。

(2) コスト計算・効果検討

上記条件(図 ③-1)にてコストを積算したところイニシャルコストは約600万円(端数切上)、ランニングコストは約50万円(端数切上)と見込まれた。平成26年度の箕島処分場の実績では余水処理費用だけで年間約1700万円であり、単純計算で安定化を1年早められれば約1700万円コストダウンとなる。本散水案を2年以上実施すれば結果的に1年以上早く安定化できることになり、増加分のコスト回収は十分可能と考えられる。

—参考資料—

- ・田中 宏和・香村 一夫, 管理型最終処分場の安定化における塩類溶出特性, 廃棄物資源循環学会論文誌, 28 巻 (2017) 13-25