

資源保管型埋立地に関する研究

○樋口壯太郎（福岡大学）、岡 重男（大成管理開発）

根本康雄（八千代エンジニアリング）、前田 章（大林組）

土橋 弘（土橋技術士事務所）、中平徹也（岡山県環境保全事業団）

1. はじめに

廃棄物のルーツは資源である。廃棄物と資源の関係は経済と技術を背景とする社会情勢によって異なる。ある資源を利用する経済性に優れた技術が開発されると、それまで無価値物或いは廃棄物が資源として有価値物に変わる。わが国は天然資源に乏しいため明治以来、天然資源を海外より輸入し、加工したのち製品を輸出する加工貿易国として立国してきた。

この間、資源から製品に加工される過程で多くの廃棄物が最終処分場に埋立処分されてきた。一方、鉄や紙のように早くからリサイクルされてきた資源もリサイクル市場の変動により市況低迷時には廃棄され、市況活性時には資源利用されてきた。しかし市況低迷時に最終処分場に埋立処分されたものは市況活性時に最終処分場の外に持ち出されることはなく、最終処分場には過去の未利用資源が埋立処分されている。見方を変えれば二次資源の保管庫と考えることができる。このような背景下、最終処分場を資源の保管庫として活用する場合の可能性、そのあり方について検討した。

2. 最終処分場の機能

最終処分場の機能を廃棄物管理の歴史に沿って、その概要を整理すれば以下のようなある。

- ① 1970 年以前：現在の廃棄物処理法が制定される以前の最終処分場は単なる投棄場であるところが多く、機能としては「生活環境からの隔離」のための投棄の場といえる。
- ② 1970 年代：1972 年廃棄物処理法が制定され、1977 年には最終処分場の構造、維持管理に関する技術基準が定められた。翌、1978 年には技術基準を補完する廃棄物最終処分場指針・解説が作成された。埋立方法としては覆土を行う衛生埋立や降水量が多く、温帯地域に位置する気象条件から埋立地を好氣的バイオリアクターとして用いて有機物を分解し、かつ降水による汚濁物の洗い出し（浸出水）、浸出水の処理により埋立地の早期安定化を図る「準好気性埋立」が普及してきた。最終処分場の機能としては、廃棄物を安全に埋立し浸出水の流出を防止する「貯留機能」と埋立層による「処理機能」が求められた。
- ③ 1980 年代：国土が狭く最終処分場用地の確保が困難な我が国では、焼却等中間処理による減容化、無害化、安定化を図ったのち残渣を埋立処分することを廃棄物処理の基本とした。このため焼却等中間処理の普及により埋立物に占める焼却残渣等の割合が増加し、埋立廃棄物の質が有機物主体から無機物主体へと変遷し、自然界で分解できない物質の含有割合が増加した。これに伴い最終処分場の機能も「貯留機能」が重視され「処理機能」の共存時代へと変遷した。
- ④ 1990 年代：1989 年に廃棄物最終処分場指針・解説が改定されたがこの中で、将来の

技術開発や資源活用技術の進展を期待した分割埋立の概念が示された。また、景観対策等から被覆型最終処分場が建設されはじめ、従来の最終処分場の機能に「保管」機能が加わる兆しが出てきた。

- ⑤ 2000 年代：埋立された焼却灰を掘削し、エコセメントの原料にしたり、再資源化を前提とした資源保管型埋立地（副生塩・古賀町他組合）の建設や普通ポルトランドセメントの原料にするため脱塩を行う貯留散水型埋立地構想が提案され、「保管」機能の位置付けが強くなっていく傾向にある。

3. 資源保管型埋立地の事例

文献調査等により資源保管型埋立地の概念提案、研究事例等について調査した。

(1) ドイツにおける保管型処分場（提案レベル）

Abfall Wirtschaft、(Springer-Verlag)中には地上保管、地中保管型処分場が提案されている。地上保管型は高床式構造になっており、床下は管廊状の管理スペースがあり、人が入って高床の補修作業や管理できる構造となっている。地中保管型は中深度の卵形または円筒形構造になっており、廃棄物の搬出入は地上部のクレーン操作で行うようになっている。

現時点における、筆者らの入手情報の範囲内で本構造は提案のみで実施例はまだない。

(2) ドイツにおける保管型処分場（地中処分場事例・永久保管）

資源保管型処分場の実施例として、ドイツの地中処分場の事例が挙げられる。岩塩鉱跡地を利用した保管型処分場で地下 300m以上に LAGA で指定された廃棄物（飛灰、農薬等）が保管されている。これらは将来、再利用技術が確立された時点で再掘削し、再利用を図るものである。保管容量は数百年分あるといわれている。（保管容量、年間保管量等、詳細情報は未入手） 保管の条件としては爆発性でないこと、発火しないこと、有害ガスが発生しないこと、固形物であること、岩塩と反応しないこと、放射性物質ではないことなどが挙げられる。また保管はプラスチック製のフレコンテナバッグやドラム缶、鋼板製コンテナによって行われる。

(3) 鋼板を用いた保管型処分場（事例）

鋼板遮水システム研究会（事務局：（財）日本立地センター）では鋼板を用いた遮水被覆施設等の開発研究を行っており、その中の一つに資源保管を挙げている。平成 15 年に福岡県古賀町他組合で第 1 号施設が竣工した。現在、同組合が所有するガス化溶融炉の溶融飛灰（二段バグフィルターの重曹を用いたナトリウム乾式排ガス処理設備で回収された塩化ナトリウム：副生塩）をフレコンテナパックで保管している。保管された副生塩は将来、北九州市内のソーダ工場の電解槽でエコアルカリ（NaOH）としてリサイクルする予定である。

(4) 灰リサイクル研究会による焼却灰再資源化システム（提案レベル～事例）

焼却灰再資源化システムは、一般廃棄物の焼却灰を脱塩処理した後、普通セメント原料の一部（粘土の代替品）として活用する、焼却灰リサイクルシステム。このシステムでは、自治体が管理する貯留散水施設で脱塩処理した焼却灰を、その品質と出荷量が一定になる

ように調整した後、セメント工場へ定量的に処理委託する。ごみ焼却施設から出てくる焼却残渣には、主灰（＝焼却灰）とばいじん（燃焼によって飛散する粒子状物質）がある。これらの灰は、セメントに必要な主成分が多く含まれているため、セメントの原料になる。ただし、灰には塩素が多量に含まれているため、これを取り除く必要がある（脱塩処理が必要）。特に、ばいじんは塩素イオン濃度が高いので、脱塩処理しなければセメント原料として用いることができない。灰リサイクル研究会では北九州市響灘における実証実験により、貯留散水方式により主灰中の塩化物を 1,000ppm 以下に脱塩処理し、セメント工場にサンプル出荷している。散水条件は灰 1 に対して水 2（重量比）で貯留日数は 1 バッチ約 30 日であり、保管基準要件も満たしている。

（5） 既設処分場埋立物の資源利用（提案レベル～実施）

既設処分場の機能の一つに処理機能がある。処理機能は生物化学的分解と降水による洗い出し等がある。既設処分場の埋立廃棄物を資源利用する計画として東京都多摩広域処分組合のエコセメント化が挙げられる。九州大学の島岡らは処分場で時間をかけて、降水により塩分の洗い出しを行ったのち普通ポルトランドセメントとして資源利用する提案が行われている。また最近では古い処分場を再掘削し、焼却、溶融等中間処理を行った後、処理物を建設資材として利用したり、水洗浄等非熱処理により資源化を行う、埋立再生に関する提案も行われている。

（6） 平成貝塚プロジェクト（提案レベル）

カルシウム環境保全研究会は焼却灰や飛灰に石灰を加えて混練し固化し、有害物が溶け出さないようにしておき、環境負荷の少ない低コスト・省エネルギーによる塩素の除去技術を開発してから全量セメント原料としてリサイクルする。構造は平地を 1m だけ掘り込んだ形態で、そこに石灰を混練した焼却残渣を敷き均す。3m の厚さにまで堆積させたら最終覆土として土を 1m かぶせる。

（7） その他（提案レベル）

溶融飛灰の山元還元或いは溶融物の土木資材利用の課題の一つとして、トータルコストに占める輸送コストの割合が高い問題がある。そこで最終処分場を保管庫として位置づけ一定量が貯留された時点で大量輸送を行うことが考えられる。被覆型埋立地の場合、閉鎖空間の中で埋立ごみを管理制御することができるため、保管中に散水や機械洗浄により塩分等を除去し、資源としての価値を高めることが可能である。

4. 資源保管型埋立地の課題と展望

（1） 現状の資源保管型埋立地の特徴

現状の資源保管型埋立地の特徴として以下の点が挙げられる。

①将来の技術開発への期待：現時点では資源利用できないけれども将来、技術開発等により低コストな資源利用が可能になるまで安全に保管する。（ドイツの事例、平成貝塚、鋼板遮水、分割埋立）

②処分コストが資源化の目安：現在、最終処分されているものを資源化する場合、資源化対象物の大半が逆有償でなければ成立していない。すなわち現状の最終処分コストが基準になっていることが挙げられる。埋立廃棄物やこれから埋立される廃棄物に資源化のために必要なコスト（例えばセメント利用する場合、脱塩に要するコスト）をかけた場合、基準コスト（埋立処分コスト）を下回り、かつ、他の天然資源を購入した場合より利益確保が大きい場合に限られている。すなわち現状の埋立物資源化は埋立代替が経済的に成立することが条件である。（灰リサイクル研究会、東京都エコセメント）

③処分場逼迫要因の資源化：処分場の確保が不可能なところにおいては処分コストより埋立物資源化コストが高くても資源化を行うメリットはある。古い処分場を再掘削して焼却、溶融等再処理、資源化を行い処分容量を確保する埋立地再生が挙げられる。

（2）資源保管型埋立地の課題

①法律：廃棄物処理法では廃棄物の保管には規制がかけられている。また現状では一旦、最終処分したものは資源として外に持ち出すことができない。このため廃棄物の排出時点で処理を施し、有価物に変えれば保管することが可能となる。しかしこれは資源保管型埋立地とはいえない。また産業廃棄物の場合にはマニフェストがかかっているため、一旦、最終処分されているものを再掘削して資源化利用した場合、マニフェスト制度の取り扱いについての議論が必要となる。

②埋立地の構造：現在の埋立地は廃棄物を安全に埋立処分することを目的に建設されており、将来、再掘削することを前提としていない。このため、再掘削時に遮水工を損傷したり、埋立層内のみずみちが破壊され高濃度の浸出水が発生したり、あるいは埋立ガスが噴出して作業労働環境や周辺環境を悪化させることが考えられる。資源保管型埋立地はこれらの問題を考慮し、再掘削しやすく繰り返し使用できる構造と労働環境保全の配慮が必要である。

③埋立方法：石灰分の多い、焼却残渣は埋立層内で固結し、掘削作業が困難となる場合がある。単位体積質量が 2.0t/m^3 になった事例もあり、掘削費用や破碎費用が嵩み、リサイクルが成立しないケースも考えられる。このため埋立後の変質を制御できるような埋立方法の開発が望まれる。

（3）資源保管可能な廃棄物の検討

現在、埋立処分されている廃棄物の資源利用の可能性について表-1 にまとめた。但し、法律上の課題は前項①で述べたことと共通である。また全ての廃棄物について将来の資源化技術の開発に関する予測検討は行っていないので今後の課題としたい。表中では埋立地の形態として被覆型に対して、従来の埋立地をオープン型と称した。表より資源利用の大半がセメント原料への依存度が高くなっている。現状でも多くの廃棄物がセメント原料に使用されているが、本来、セメント工場に直接搬入したほうがコスト効率が高い。資源保管型埋立地の機能としてストックヤードとしての機能と埋立地の処理機能（塩分の洗い出し）を利用することが考えられる。現状では処分場の不足と処分コストが焼却残渣のリサ

イクル材としての商品価値を高めているが、将来的に競争によるコストダウンが生じたとき新たな埋立地問題が生ずると考えられる。

表-1 資源保管可能な廃棄物

廃棄物	資源の可能性	課 題	埋立地の形態	備 考
1.焼却主灰、燃えがら	セメント原料（粘土代替材）・人口砂・主灰中の鉄	セメント利用の場合、焼却主灰中の塩分、鉄については市況の変動	オープン型、被覆型いずれも可能	被覆型の場合、貯留散水後、出荷が試験的に行われている。
2.焼却飛灰、ばいじん	セメント原料・コンクリート二次製品	セメント利用の場合、飛灰中の塩分除去、土木二次製品の場合重金属類の溶出等	オープン型、被覆型いずれも可能	
3.熔融飛灰	山元還元による金属回収・セメント原料	1箇所からの発生量が少ない。輸送方法、塩分、	重金属類溶出等、安全性の面から被覆型が望ましい。	山元還元の場合、輸送コストが嵩むので輸送コストの効率化のため保管する意義もある。
4.熔融スラグ	骨材、路盤材、コンクリート 2 次製品等土木資材	需要が少ない、粒度調整等	オープン型、被覆型いずれも可能	
5.鉄	鉄スクラップ	リサイクル市況変動	オープン型、被覆型いずれも可能	既設処分場の再掘削、回収も考えられる。
6.プラスチック	燃料、リサイクル	リサイクル市況変動、付着物除去	オープン型、被覆型いずれも可能	既設処分場の再掘削、回収も考えられる。
7.汚泥	セメント原料等	リサイクル市場競争	オープン型	

(4) 循環型社会での位置づけ

循環型社会形成推進基本計画では 2010 年を目標に 2000 年の一般廃棄物、産業廃棄物合わせた最終処分量 5,500 万トンを 50%減の 2,800 万トンにすることを目標としている。この目標達成のためには、排出抑制や減量化のほかに、よりいっそうの資源化による埋立回避促進が望まれる。一方で資源化はリサイクル市場の動向に影響を受け易く、リサイクル市場好況時には資源化が進展し、不況時には最終処分量が増加する。このため資源保管型埋立地はこれらの流通ストックヤードとしての機能も求められる。具体の構造イメージとして現状の資源保管型埋立地あるいは保管施設の調査結果から被覆型であったり、他の環境と遮断された特別の構造であることを想像するが、前述した再掘削の容易さや繰り返し使用できる構造である等の条件を備えれば、従来のオープン型（被覆型に対応して）であってもその機能は全く変わらないといえる。

参考文献 1) Springer-Verlag : Abfall Wirtschaft、(1993)、2) 九州経済産業局：次世代資源備蓄基地に関する基礎的調査報告書（2002）