

技術・廃棄物分野

(3)閉鎖後の長期モニタリング・
フォローアップ

松藤 敏彦*

1. はじめに

「長期モニタリング」とのテーマをいただいた。1) 何をどのようにモニタリングするのかを述べる前に、2) 長期とはいつまでなのか、3) そもそもモニタリングは何のためにするのか、を明確にすることが必要である。2) は埋立地の閉鎖、廃止と関連するので、本稿では欧米との比較を行うことでそれらの意味を考え、モニタリングの意義を整理し、最後にモニタリングを行うべき対象について述べる。

2. 閉鎖、廃止とは

「閉鎖」は、昭和52年3月の「技術上の基準を定める命令」において定められており、昭和53年の「運用に伴う留意事項について」で「14開口部の閉鎖—埋立地の開口部からの飛散、流出、悪臭発生等を防止するため、埋立地の開口部を土砂で覆い転圧締め固めて（中略）等の方法により閉鎖する必要がある」「16第14号の開口部閉鎖を行った後、（中略）将来にわたる措置が必要ないことを確認した場合は、最終処分場を閉鎖しうる」（文章、要点のみ）とされている。後者の文中の「開口部の閉鎖」が埋立の終了、「最終処分場の閉鎖」

が現在の廃止にあたる。「将来にわたる措置が必要ない」、すなわち「埋立地をいつまで維持管理するか」については明確な基準がなかったが、平成10年に廃止基準として、ようやく明文化された。

以上はわが国の定義であるが、諸外国ではどのように呼ばれているかを R.Stegmann の論文¹⁾を参考にまとめると図-1 のようになる。埋立の終了は“Closure”であり、訳としても日本の「閉鎖」と一致している。ただし、わが国の最終覆土は50cm厚の土砂によるのに対し、欧米では「上部からの浸透が底部からの漏出と同程度あるいはそれ以下^{2,3)}」であり、複数の遮水層、排水層と表土から構成されるため、「閉鎖」の内容は同じではない。また、Closure 以降の埋立地は“Closed landfill”と呼ばれている。なお、わが国には被覆型処分場をクローズド処分場と呼ぶことがあるが、そのまま英語で書くと「埋立作業の終了した廃棄物処分場」という意味になってしまう。

一方、「廃止」にあたる英語は“End of Aftercare”である。すなわち、close された埋立地はアフターケアされなければならない。Post-closure care (close 後のケア)、あるいは時間がかかることから“Long-term care (長期間のケア)”とも呼ばれている。アフターケアは、自然の能力による浄化“natural attenuation”に任せられるまで管理することであり、その終了までが一連の埋立地の運用である。米国では USEPA の Subtitle D によって、また EU では埋立指令 (99/31/EC) によって、30年間のアフターケアを行い、そのための資金を確保することが義務付けられている⁴⁾。これに対し、日本では埋立が終了すると「跡地」と呼ばれることからわかるように、廃止よりも、閉鎖の前後で扱いがずいぶん異なる

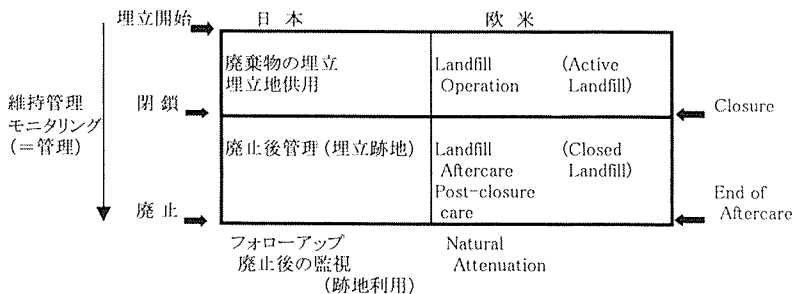


図-1 埋立の開始から廃止まで
(欧米の定義との比較)

ように思われる(後述の表1からもわかる)。いわゆる「安定化監視マニュアル」⁵⁾は、安定化の進行度合いを判断するため浸出水やガスの採取方法等が書かれており、廃止基準の測定法として参照されることも多いが、マニュアルの目的として最初に「処分場は閉鎖の後、適当な時期に跡地の利用が開始されることになるが、浸出液の発生等が相当長期にわたるため、安定化の状況等についての確に把握する必要がある」(要約)とあるように、アフターケアよりも跡地利用のための判定基準と考えられていたようである。

3. わが国の維持管理基準とモニタリング

モニタリングは、何を目的として行うのだろうか。廃棄物最終処分場指針解説⁶⁾には、埋立地の役割として「生活環境の保全上支障が生じない方法で、廃棄物を適切に貯留し、自然界の代謝機能を利用し安定化、無害化すること」と述べられている。環境が重視される現在においてはこの前半部分をより強調し、「環境への影響を長期的・短期的にも最小化しつつ、廃棄物を最終処分状態とすること」といってよいだろう。環境影響の有無を確認するのが「モニタリング」であり、環境影響を及ぼさないための遮水、ガス抜きなどの機能を保つことのために「維持管理」が必要である。この関係を図-2に示す。これら2つは閉鎖の後

も必要であるが、廃止のためには埋立地外のモニタリングだけでなく、埋立地内の安定化程度を直接測定することが必要と考えられている^{1,7)}(内部温度測定、廃棄物中分解有機物量測定など)。図-2では区別してモニタリング1,2とした。

平成10年に改正された維持管理基準を、図-2のような内容で分類すると表1となる。表中の番号は、改正時の参考資料中の番号を用いている。維持管理は埋立地の環境保全機能を保つためのもののほかに、廃棄物の飛散防止、遮水工の保護などの埋立作業に関するもの、浸出水処理施設に関するもの、さらには閉鎖についても述べられている(表1ではこれらを維持管理0と分類した)。モニタリング1としては、地下水と放流水が指定されているが、埋立ガスについては排除があるので測定はない(なお、維持管理0とした中には、

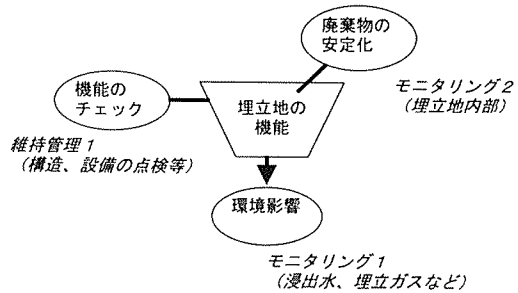


図-2 埋立地の維持管理とモニタリングの目的

表1 維持管理基準、廃止基準の内容(一般廃棄物最終処分場)

	維持管理0 (埋立地の運用)	維持管理1 (環境保全機能)	モニタリング1 (周辺環境への影響)	モニタリング2 (埋立地内部の安定化)
維持管理基準	1) 埋立地外への飛散・流出防止 2) 悪臭の防止 4) 衛生害虫の発生防止 8) 遮水工の砂による保護 12) 埋立地への雨水流入防止 19) 埋立廃棄物、点検・検査等の記録保存	7) 擁壁の点検、損壊の防止 3) 火災発生防止 5,6) 囲い、立て札 9) 遮水工の点検、補修 11) 地下水の悪化がある場合の措置 13) 調整池損壊の点検、措置 15) 雨水排除用など閉鎖の土砂排除 16) 埋立ガスの排除	10) 地下水の水質検査	
	浸出水	14イ) 放流水質基準を守るための浸出水処理施設維持管理	14ロ) 浸出液処理設備の機能点検、措置	14ウ) 放流水質検査
	閉鎖	17) 埋立処分終了時の開口部閉鎖 18) 覆いの損壊防止		
閉鎖基準	維持管理基準の2) 4) 17) と同じ	維持管理基準の3) と同じ	廃11) 生活環境保全上の支障 <生じていない> 維持管理基準の10) と同じ	廃6) 保有水等の水質 <排水基準を満たす> 廃7) ガス発生 <ほとんどない> 廃8) 内部温度 <異常な高温でない>

構造基準に該当するものを除く。

被覆型処分場に関するもの(覆いの沈下、亀裂がない:廃止基準)を除く。

維持管理1とした方がよいものも含まれ、両者の区別ははっきりしたものではない。

表1の下には廃止基準を示した、番号は維持管理基準と区別するため「廃6」などとしており、そのほか維持管理基準と共通した項目も含まれている。閉鎖後を図-1に示すように埋立作業と連続したアフターケアと考えれば、維持管理基準がそのまま継続され、ある時点でケアを終了すると判定すべきである。しかし廃止基準には内部の安定化に関連したモニタリング2が新たに示され、維持管理基準に関するモニタリング1との連続性がない。さらに、飛散流出、悪臭の防止などの維持管理のほか、表1には示していないが構造基準に適合していることが要求されている。埋立地の機能として維持管理により当然確認されていなければならないものを廃止段階で確認するのはおかしいし、欧米ではアフターケア終了後は自然の浄化力に任せようとするのに対し、廃止後も埋立地としての機能を要求しているのは奇妙に思える。これは廃止が、前述の「施設閉鎖」、「完全閉鎖」のどちらなのか明確でないための混乱である。

4. モニタリングに必要な項目

モニタリングは、埋立地の供用中、閉鎖後の区別なく、連続して行うことが必要である。内部の安定化(図-2のモニタリング2)は廃止の定義に依存するので、ここでは従来の意味のモニタリングが、欧米でどのような考えで行われているかをまとめることにする。

Bagchi³⁾は埋立地機能と環境基準を満足しているかどうかのモニタリングとして、①浸出水ヘッド、②地下水集水システム内の水頭、③ライナー下部不飽和層への漏水、④地下水、⑤埋立ガス(埋立地周辺土壌、周辺大気)、⑥浸出水タンク、⑦最終覆土の安定性、を挙げている。④には集水する直接法と、電気抵抗、毛管力、塩分などから間接的に測定する方法などが示されている。O'Leary⁸⁾は閉鎖後のケアとして、①日常的な点検、②構造の検査(表面排水、表面勾配の確保(沈下)、ライナー、再植生、ガス・浸出水の収集)、③環境モニタリング(ライナー下部の不飽和層、地下水層、大気)を挙げている。O'Leary⁴⁾は長期的ケアの必要な事項として、①浸出水の集水と

処理、②埋立ガスモニタリング(土壤中水平移動、大気への拡散)、③カバーのメンテナンス、④ライナー下部のガスと地下水、を挙げている。③は不等沈下に対して表面勾配を保つこと、埋立地表面の植物が枯れた場合の再植種、表土侵食の修復を含んでいる。また、表面斜面の崩壊はごみの移動を伴い、埋立地構造を損傷するので重大であるとしている。

これらは維持管理とモニタリングの両方を含んでいるが、わが国の維持管理基準(表1)の「維持管理1」「モニタリング1」と較べると、はるかに広範囲で詳細にわたっていることがわかる。欧米の埋立地は嫌気的でメタンガスに対する注意が必要である。平地に積み上げることが多いなどの違いはあるものの、環境保全のために参考にすべき内容が含まれている。

5. おわりに

欧米との比較によって、埋立地の長期モニタリング、さらには閉鎖、廃止、アフターケアの考え方について整理した。結論として、埋立地の一生を通じた一貫性のある管理の必要性、埋立地の機能・役割と関連付けた維持管理・モニタリングの実施、そして考慮すべき対象の多さを、筆者自らが強く認識した。

(*北海道大学大学院)

参考文献

- 1) R.Stegmann 等: Discussion of Criteria for the Completion of Landfill Aftercare. Proc of Sardinia 2003. (2003)
- 2) H.D.Sharma, S.P.Lewis: Waste Containment Systems, Waste Stabilization, and Landfills. John Wiley & Sons, p.9 (1994)
- 3) A.Bagchi: Design, Construction and Monitoring of Landfills(2nd Ed.), John Wiley & Sons, pp.116-118(Final cover), pp.266-291 (monitoring) (1994)
- 4) P.R.O'Leary & P.Walsh: The problems of long-term post-closure landfill care - Is 30 years long enough?. Waste Management World, July-August, pp.87-94(2003)
- 5) 環境庁: 廃棄物最終処分場安定化監視マニュアル。平成元年11月30日付環水企第311号(水質保全局企画課海洋汚染・廃棄物対策室長通知)
- 6) 厚生省水道環境部: 廃棄物最終処分場指針解説。全国都市清掃会議, p.1 (1989)
- 7) 廃棄物学会廃棄物埋立処理処分研究部会, 廃棄物最終処分場廃止基準の調査評価方法。(2002. 3)
- 8) P.R.O'Leary & G.Tchobanoglous: Landfilling (in Handbook of Solid Waste Management (2nd Ed) edited by G.Tchobanoglous, & F.Kreith), McGraw-Hill, pp.14.84-14.86 (2002)