

ごみ処理施設の科学的合理性について考える

II 最終処分場の運転管理—廃止を中心に

松 藤 敏 彦*
Toshihiko MATSUTO

1. はじめに

最終処分場は計画された容量が一杯になると「閉鎖」される。しかし浸出水、埋立ガスの流出は続くため処理・管理を継続しなければならない。その後、環境への影響がないことを確認して施設が「廃止」されるが、閉鎖から廃止までの期間が長くなるほど、最終処分場の管理コストの総額が増加してしまう。

埋立地の廃止基準項目としては、悪臭防止、地下水基準の適合などがあるが、①保有水等の水質が2年以上にわたって排水基準等に適合、②埋立地からガスの発生がほとんどない、③埋立地の内部が異常な高温になっていないことの3つが、主要な判定条件とされている。このうちガス発生量と組成、温度の判定方法にはあいまいさがあり、廃棄物資源循環学会埋立処理処分研究部会では廃止の判定基準についての検討を進めている¹⁾。一方、浸出水の排水基準は技術上の基準によって定められているが、それよりも低い自主基準を設定している場合が多い。浸出水原水がこの基準を満たさなければならないので、いつまでも廃止できず、水処理を続けなければならない可能性がある。もちろん水処理施設が高度になることにより、施設の整備費も、埋立中の運転費も増大する。

また、浸出水の埋立地内での水位の高さも問題である。埋立地内の生物分解速度は、嫌気性よりも好気性の方が格段に大きい。日本の準好気性構造は、好気性埋立地のような動力を用いずに内部に空気を供給する優れた構造である。(そのメカニズムは、好気性分解により埋立地内部温度が上昇して浮力が発生し、ガス抜き管からガスが流出すると埋立地内部が負圧にな

って底部の集排水管から外気が吸引される²⁾ことによる。)しかし、廃棄物層内に浸出水が滞水すると上記の空気流入のメカニズムが働かず、嫌气的となって安定化に時間がかかる。

本稿ではこの2点、低い自主基準設定と埋立地内の浸出水滞水を中心に、全国のアンケート調査結果によって現状を紹介し、最後に「廃止」の意味について述べる。

2. 一般廃棄物最終処分場

2.1 調査方法

全国の一般廃棄物最終処分場(1,679箇所、平成29年度の環境省データ)のうち、海面、水面、および埋立開始前を除外し、規模の小さい処分場は回答が難しいと考えて埋立面積が1ha以上の施設のみを抽出した。3つ以上の施設を持つ場合は、埋立開始が遅い方から順に最大3施設とするなどし、801箇所を対象として2019年9月20日にアンケートを送付した。最終的に370件の回答が得られ、357件を有効回答とした(回答率44.6%)。アンケート項目は、処分場の概要、集排水管・ガス抜き管の状態、内部水位、浸出水放流先、自主基準値などである。

2.2 搬入廃棄物の種類

日本では焼却割合が高いので、一般廃棄物最終処分場は焼却残渣主体と言われている。『日本の廃棄物処理』によれば、全埋立量に占める焼却残渣の割合は76%である。アンケート調査対象施設における搬入廃棄物の種類別重量割合を図1に示す。約半数の処分場は焼却残渣が60%以上であるが、3分の1は10%以下で、ゼロの処分場も多い。破碎残渣と不燃ごみが次に多く、図1(c)はこれらの合計が大部分であることを示している。表1は、平成29年度の一般廃棄物処理実態調査(ご

*北海道大学大学院

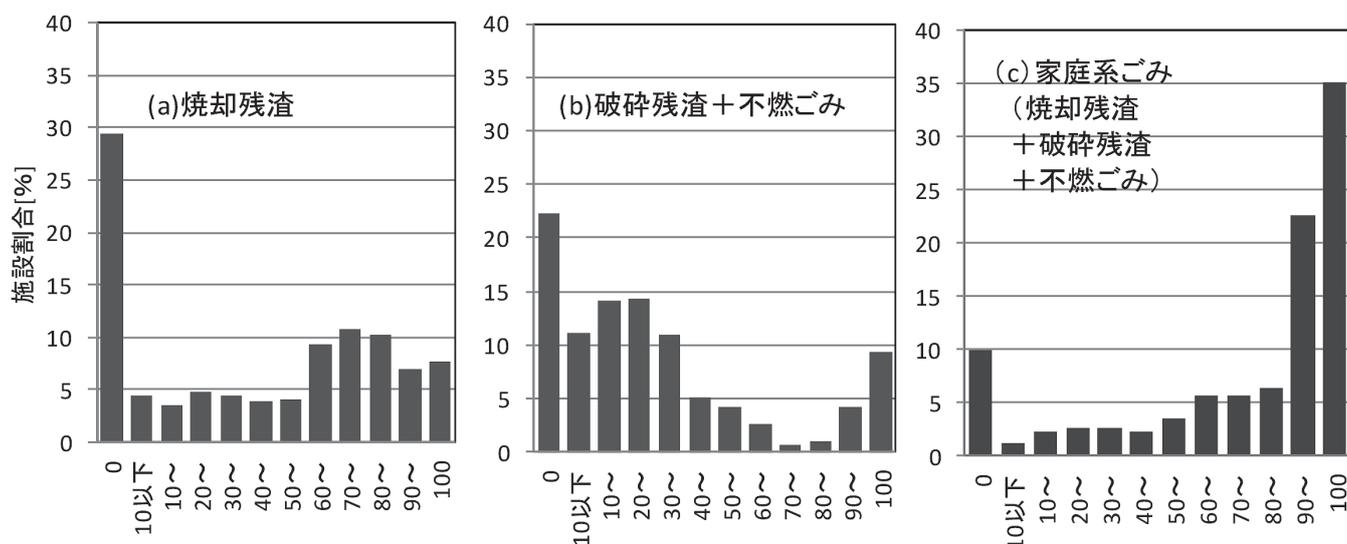


図1 埋立物の割合(横軸は重量%)

表1 市町村別の焼却残渣割合(一般廃棄物処理実態調査)

市町村人口	自治体数	焼却残渣割合(%)	
		Σ 焼却残渣量 / Σ 埋立量	残渣割合の平均
100万人以上	12	85.0	85.8
50万~	24	80.1	73.7
20万~	96	80.5	73.2
10万~	154	77.0	72.8
5万~	258	72.9	71.6
2万~	406	64.4	65.4
1万~	285	65.6	65.2
1万以下	507	48.1	58.0
全市町村	1,742	77.0	65.3

み処理の状況)より市町村別の最終処分量の内訳を人口規模別に集計したものである(東京23区は一自治体としている)。焼却残渣量合計/埋立量合計、市町村別焼却残渣割合の平均値を示しているが、人口規模が小さいほど焼却残渣の割合は小さい。また20万人以上100万人未満の市町村平均は、合計による割合より小さい。

以上の結果は市町村によって埋立ごみの種類はさまざまであり、埋立物の特性に応じた管理が必要であることを示している。

2. 3 浸出水放流水の自主基準

(1) 自主基準値の分布

図2にBODとSSの自主基準値の分布を、河川放流と下水放流を区別して示す。放流先は、河川76%、下水16%、他施設4%であった(それ以外は海、施設なし、未回答)。数値の記載がない「未記入」と、「環境

基準、下水道の受入基準、水質汚濁法排水基準」などの回答(4~5施設で少ない)は除いている。排水基準は表2に示すように、1971年に「排水基準を定める命令」によって設定されたが、1998年の共同命令(基準省令改正)によって強化された。また河川放流の場合はBODとSSが適用され、海域・湖沼の場合はBODに代わってCODを、富栄養化の恐れがある場合はT-Nが適用される。

図2より、BOD、SSは低い基準を定めているところが多い。現在の基準60mg/lより厳しい自主基準を設定している処分場は、BODは210件(83%)、SSは191件(77%)であった。60mg/l以上の処分場は、共同命令以前に埋立を開始した処分場と思われる。下水放流の場合は、市町村の下水道排除基準に従い、河川放流よりも高めである。

一方、上記のように河川放流の場合にはCOD、T-N

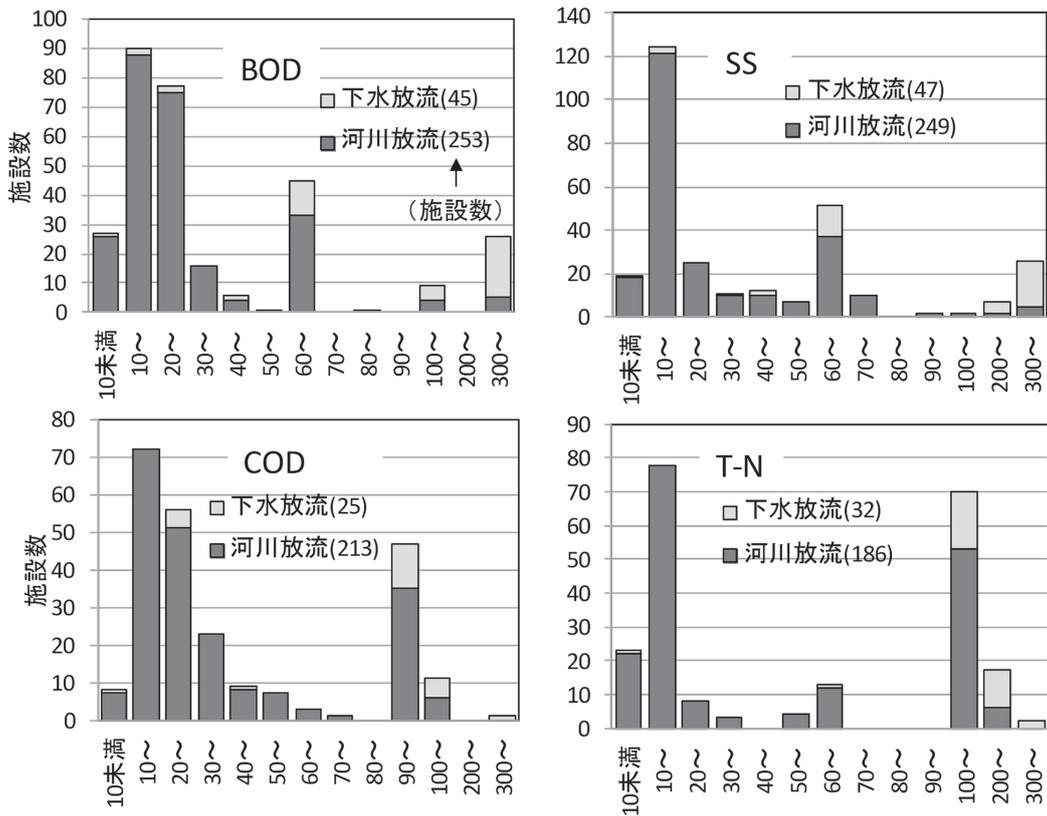


図2 浸出水放流水の自主基準値分布(単位mg/l)

表2 排水基準の強化(単位mg/l)

	排水基準を定める命令(1971年)	共同命令(1998年)	適用
BOD	160	60	海域・湖沼以外へ放流
SS	200	60	海域・湖沼以外へ放流
COD	160	90	海域・湖沼放流
T-N	120	120	富栄養化の恐れがある場合

(窒素)に関して基準を定める必要はないが、大部分の処分場で自主基準が設定されている。BOD, SSにも「未記入」がそれぞれ14, 18施設あるので、基準値が明記されていた施設の数を較べると、BOD基準値の記載があった処分場に対する割合は、それぞれ84%, 74%となる。60mg/l以上の設定もあるが、多くはBODと同程度に低く、特にT-Nは20mg/l未満が多い。

河川放流について、埋立開始年別に分布を見ると図3となる。全体に、共同命令以降に厳しくなっているが、それ以前から低い自主基準が設定されている。たとえばBODはおよそ3分の1の処分場で、20mg/l未満に設定していた。SSは共同命令以降20mg/l未満とする処分場が多くなっているが、ダイオキシン等発生防止ガイドライン(1997)³⁾において、ダイオキシン

類との相関に基づいて、「浸出水処理設備により浮遊物質除去を徹底(当面、処理水のSS濃度10mg/l以下)」とされたことと関係があると思われる。ダイオキシン類の排水基準は2000年に設定されたのでこの暫定値は解除されるべきであったが、図3(b)は、一旦設定された基準値は見直されることなく、そのままであることを示している。

(2) 浸出水原水濃度と自主基準の関係

自主基準値が低く設定されたとき、浸出水原水濃度はその値を下回ることができるだろうか。図4は埋立を終了した処分場について、浸出水原水濃度/自主基準値の比を計算したものである。浸出水原水濃度の測定値は、1年間の測定値すべてを回答してもらったのでその平均を使用し、放流先は区別せず、原水濃度、

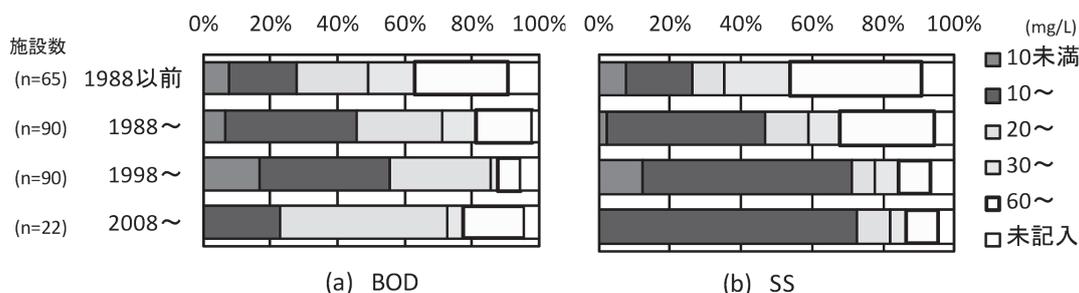


図3 埋立開始年度別の浸出水放流水自主基準値分布(河川放流のみ)

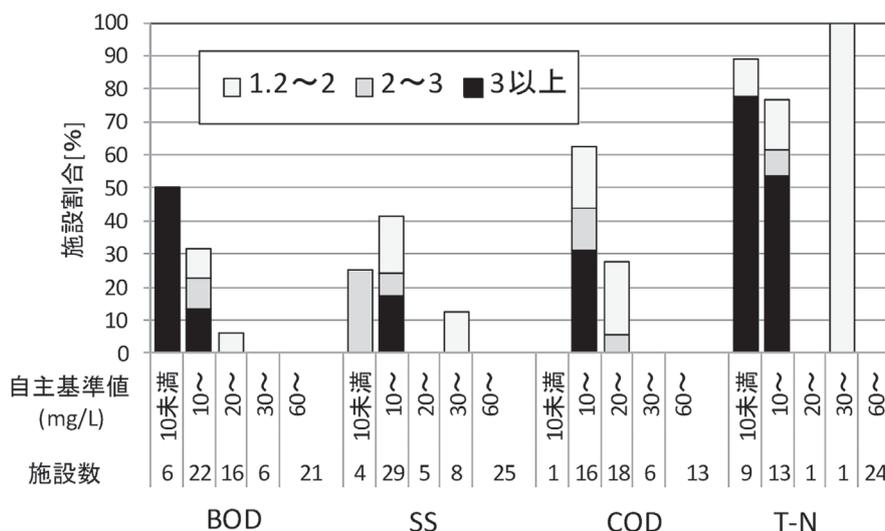


図4 埋立終了処分場の浸出水原水濃度/自主基準値

自主基準値ともにデータのある処分場すべてを用いた。

図より、特にT-Nの自主基準が低い場合に、浸出水原水濃度/自主基準値比が3以上の施設が多いことがわかる。埋立終了からの年数が短い処分場はさらに低下する可能性があるが、図3でT-Nの比が3以上の施設14のうち、11施設は終了後10年以上を経過している。比が2以上であっても自主基準を満足するのは難しいと思われる、BOD、SS、CODも該当する処分場が多い。

図4よりT-Nが最大の問題となる可能性が高いので、河川放流の場合はまず法で規制されないT-N、CODの基準を撤廃すべきである。また図よりいずれの指標も20mg/l未満とすると廃止困難となる可能性が高いので、表2に示す法定の基準に戻すべきである。

2. 4 浸出水の埋立地内貯留

図5は、水位測定を示す。埋立中と埋立終了を区別したが、ほとんど分布に違いはない。(a)浸出水の水位を測定している処分場は約3割にとどまり、浸出水の滞水に対する意識は高くない。(b)(c)は水位を測定していると答えた処分場の回答の内訳である。浸出

水の測定場所は、アンケートで「測定方法」との表現を使ってしまったため、不明が多くなった。場所を特定できる回答のなかでは、集水ピットから水位を測定している処分場が多かった。水位の測定頻度は、毎日あるいは月1が多かった。また、水位を測定している箇所は1か所の処分場が多い。

浸出水調整池の容量は限られているため、豪雨等による浸出水の増加に対応するため、埋立地層内に水をためる内部貯留を行うことがある。内部貯留のある処分場は23%にとどまった。内部貯留の期間は3分の1が通年、10%が6~8カ月である。

しゃ水工を通過する漏水量は、埋立地内水位に比例する。もちろん浸出水がなければ漏れることはない。欧米では浸出水位を低くすることが最重要とされ、しゃ水工の全面に排水層を設け、集排水管方向に勾配を設けるよう設計している。「しゃ水によって浸透を防止し、排水によって浸出水の水位を低く保ち、埋立地外へ排除する」ことが、しゃ水工システムの目的である⁴⁾。これに対し、日本では浸出水漏出を避けるため

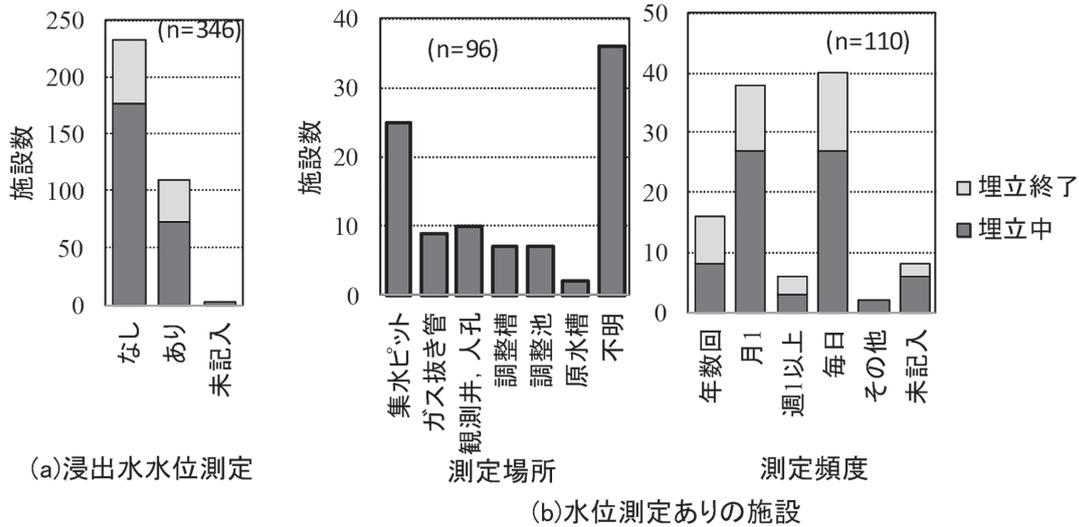


図5 埋立地内浸出水水位の測定

のしゃ水性能ばかりに気を使い、高い水位に無関心であるのは、理屈に合わない。

3. 覆蓋式処分場

3.1 調査方法

覆蓋型(屋根付き)処分場は、降雨による浸出水発生量変動をなくし、定期的散水によって浸出水処理量が安定する。悪臭、ごみの飛散、カラスの飛来などがなく、景観にも配慮できるため住民からの受け入れが容易になる。こうした利点のため、採用する自治体の割合が増加している。その実態を明らかにするため、アンケート調査を行った。対象とする施設は、まずLSA(最終処分場技術システム研究協会)が公表している実績より、現在稼働中の70施設、および環境省の平成27年度最終処分場整備状況から「しゃ水方法」の中に「覆蓋」とあるものを抽出した。重複施設を除き全国92施設を対象施設とし、58施設から回答を得ることができ

た。

3.2 埋立規模と覆蓋方式

日本の処分場は欧米と比べて小さく、前述の処分場整備状況データによるとオープン型も半数が1ha以下である。覆蓋型は全体に小規模であり、86%が1ha以下で、4分の3(73%)は0.5ha以下となっている。

表3は、浸出水の放流先と漏水検知の有無を、埋立面積5000㎡未満、5000㎡以上に分けて集計した。表の下は無回答を除く施設数(放流先/漏水検知)である。放流先は覆蓋式特有である無放流(浸出水循環)が47%、漏水検知ありが70%である。埋立面積別にみると無放流の割合は大きな差がないが、5000㎡以上ではほぼすべてに漏水検知が設置されている。漏水検知の割合を放流先別に比べると、無放流76%、下水道67%、河川58%であり、差はあるものの放流先によらず漏水検知設置割合が高い。なお、オープン型処分場の漏水検知設備は1998年以前にはゼロだが、共同命令以降は約70

表3 浸出水放流先と漏水検知の有無(%)

		埋立面積(㎡)		全施設
		5,000未満	5,000以上	
放流先	河川	23	33	26
	下水道	20	11	17
	他施設へ	14	0	9
	無放流(循環)	43	56	47
漏水検知	電気式	43	79	55
	物理式	14	16	14
	なし	43	5	30

(n=35/37) (n=18/19)

%の処分場で設置され、覆蓋式とオープン型で差はない。

3. 3 埋立廃棄物と散水量

覆蓋型処分場における埋立廃棄物の種類は、おおよそ図1と同様の傾向にある。すなわち、焼却残渣が多く、不燃ごみ、破碎残渣がそれに続いている。覆蓋型は浸出水量が降雨によらず、人工的に制御できることを大きな特徴としている。日散水量を一日当たりの埋立廃棄物量で割ると、図6のような分布となる。ただし、散水なしの3施設(固化飛灰、溶融飛灰、破碎残渣)は除いている。散水量は大きく異なっており、47施設のうちの、図中0.1以下が13施設、うち9施設はゼロである。その一方で、散水量の多い施設があり、150、600(どちらも焼却残渣主体)の施設もある。単に年降雨量を平均的に与えている処分場も多いと思われ、洗い出しや安定化を目的とした散水量決定が必要と思われる。「安定化を促進する」ための合理的な散水が必要である。

3. 4 水処理施設と自主基準

浸出水を循環している25施設の水処理方法を、表4に示す。15施設は膜処理を用いており、うち11施設は逆浸透膜(R/O)である。無処理(表最上段)の3施設における埋立廃棄物は、それぞれ家庭系ごみ、破碎残渣、溶融飛灰である。表4以外に河川放流の2施設で膜処理が使用されているので、膜処理の利用は計17施設で、その内訳は、MF膜3、UF膜1、NF膜1、電気透析3、逆浸透11となっている。2施設はMF+電気透析、NF+R/Oの併用である。なお、カルシウム除去は半数の施設で行っている。(下水道放流、他施設処理の場合には、水処理施設なしがそれぞれ3施設あった。)

図7に、放流水の自主基準値を示す。BODの順に並べ、プロットが重なるためSSは+1とした。河川放流の場合 BOD、SSともに低く設定され、これは図2と同様である。一方、無放流(循環)25施設のうち11施設では設定がないが、14施設では河川放流と同等に厳しい自主基準値を設定している。

オープン型と較べると、覆蓋型処分場の浸出水管理は過剰さが目立つ。すなわち、浸出水を循環するときに、なぜ「放流水」の自主基準を河川放流と同じように低くしなければならないのか、従来の処理でも満足できるのに、なぜ膜処理までが必要なのか、さらには純水製造に用いられる逆浸透膜を用いる理由は何か。

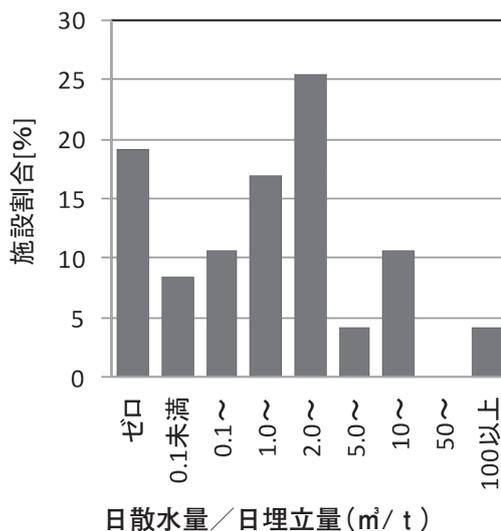


図6 覆蓋施設の散水量

表4 水処理方法(無放流)

生物処理	砂ろ過	活性炭吸着	膜処理	施設数
				3
○	○	○		3
○	○			2
○		○		1
○			○	1
○		○	○	2
○		○	○	1
○	○	○	○	1
○	○	○	◎	1
			◎	1
	○		◎	1
○		○	◎	1
			◎	1
	○		◎	2
			◎	4

◎逆浸透膜

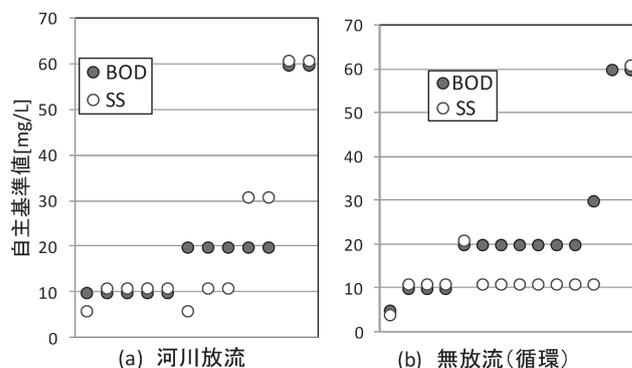


図7 処理水の自主基準値(覆蓋式処分場)

そもそも、無放流とする必要があるのか、である。「住民の理解を得やすい」との理由ではなく、科学的合理性に基づいた覆蓋式処分場のあり方を考え直すべきであろう。

4. 最終処分場の廃止とは

4. 1 欧米との概念の違い

最終処分場のライフステージを、**図8(a)**に示す。廃止されると、最終処分場跡地となる。土地の形質変更(宅地造成、土地の掘削、工作物の設置など)を行うときには都道府県知事への届け出が必要だが、処分場ではなく「廃棄物が地下にある土地」である。しかし欧米に、「廃止」という概念はない。

一方、**図8(b)**は欧米の概念である。埋立の終了を閉鎖(closure)と呼ぶのは、日本と同じである。したがって、Closed landfillとは、埋立が終了した処分場を指す。しかし閉鎖後の浸出水やガスの管理継続期間は、アフターケア(または閉鎖後管理)と呼び、管理の必要

がなくなったと判断されると「アフターケアの終了(end of aftercare)、あるいは完了(completion)」となり、その後は最小限の管理を行う。完了の判定方法、その後どの程度の管理を行うかには多くの議論がある⁵⁾が、重要な点は一貫して埋立地であり続けることである。それでは、わが国における「処分場の廃止」とは、どのような経緯によって定められたのだろうか。**表5**に、その経緯を示す。キーワードは【 】でくくった。

4. 2 廃止概念の経緯

1976年の法改正において、処理施設を設置あるいは変更する際に、都道府県知事への届け出が必要とされた。1991年には変更には許可が必要となり、施設の「廃止」が変更のひとつとして、法文に明記された。しかし最終処分場については「終了」の届出が記載されたのみで、廃止の手続きはない。1997年の改正において、「廃止」は最終処分場とそれ以外が区別され、処分場に対して「基準への適合」によって廃止できるとされ、同年廃止基準が設定されることになった。

例えば焼却施設は廃止され、解体すると存在自体がなくなる。最終処分場は決して「消えることがない」が、廃棄物処理施設のひとつとして「廃止」を当てはめてしまったということである。欧米のアフターケア終了はあくまでも管理段階の違いであって、処分場であることは変わらない。しかし、日本では「廃止」されると埋立地ではなくなるという、大きな不連続性が生じてしまう。

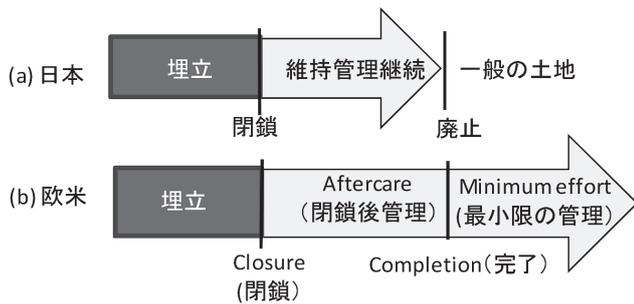


図8 処分場のライフステージと廃止

表5 最終処分場の廃止手続きの経緯

1996年改正	(一般廃棄物処理施設)
	第8条 処理施設を【設置】し、または構造若しくは規模の【変更】をしようとする者は、都道府県知事に【届け出】なければならない。
1991年改正	(一般廃棄物処理施設)
	第8条 処理施設を設置し、または構造若しくは規模の変更をしようとする者は、都道府県知事の【許可】を得なければならない。
	(変更の許可等)
	第9条 構造または規模の変更をしようとするときは、都道府県知事の許可を受けなければならない。(軽微な変更を除く)
1997年改正	3 【廃止】、もしくは休止し、または休止した施設を再開したときは、都道府県知事に届けなければならない。
	4 【最終処分場】である場合において、埋立処分が終了したときは、都道府県知事に届けなければならない。
	(変更の許可等)
	第9条 変更は、都道府県知事の許可を受けなければならない。軽微な変更であるときは、この限りでない。
	3 軽微な変更をしたとき、変更があつたとき、又は処理施設(最終処分場を除く)を【廃止】したとき、休止・再開したときは、都道府県知事に届け出なければならない。
4 最終処分場である場合、埋立処分が終了したときは、届け出なければならない。	
5 最終処分場である場合、技術上の基準に適合していることの確認を受けたときに限り、当該最終処分場を【廃止】することができる。	

記録としての不連続性も生じる。平成30年度一般廃棄物処理実態調査より最終処分場の「処分場の現状」の項を集計すると、埋立中1086、埋立終了571であるが、これとは別に「施設の改廃」の項に休止や廃止が記載されており、廃止は55施設である。「施設改廃」の項に「廃止」とされるとその施設はリストから削除されるので、過去のデータを遡らなければ、廃止された処分場を知ることはできない。複数年にわたって「廃止」と記載される場合があるが(その多くは2～3年)、「廃止」記載の最終年度を廃止された年度として過去のデータをさかのぼって数えたところ、合計は361施設となった。ただし、「施設改廃」の項目は平成19年から設けられたので、廃止基準が設定された平成10年から平成19年の間は不明である。

5. おわりに

「廃止」までの期間の長期化を避けるには、いくつかの段階がある。まず第一段階は、浸出水とガスの発生を低減することである。埋立地内部の好気性化をわかり、内部の嫌気性化を避ける必要がある。浸出水位を低くするため、排水が重要であることは既報⁴⁾で述べた。有機物を入れないような分別や前処理も重要である。

第二の段階は、法定基準より低い自主基準設定をやることである。ダイオキシン問題に伴って暫定的に設定されたSSのように、一旦低く設定された基準値が緩和されることは、おそらくない。筆者が長く関与している旭川市でも、低い自主基準を設定していた。中園処分場はBOD20mg/l、SS10mg/lを自主基準値としていたが埋立終了後12年以上が経過しても、浸出水のSSが20～40mg/lにとどまっていた。そこで自主基準値の見直しを始め、地域住民の合意を得て2019年10月に法定基準値に改定し、廃止手続きの検討を開始している⁶⁾。そもそもBODなどは汚れの指標であり、低い基準値設定に環境配慮の上での合理性はない。旭川市の例がさらに広がることを望んでいる。

しかし最も根本的な解決は、**図8(b)**のような連続的な管理とすることである。**図8(a)**のように廃止による「処分場→一般の土地」の差は大変に大きいので、廃止判定が厳格化する可能性がある。廃止が遅れ、維持管理コストが増大してしまう。逆に、実は内部が安定化していないのに廃止してしまい、後年、問題が発生

するかもしれない。これに対して、アフターケアの終了のための判定ならば、段階別の基準を設けて管理を緩和していく、完了後もモニタリングを継続して異常が起きたら管理を再開するなど、柔軟な対応が可能になる。

なお、本稿で引用したアンケート結果については、学会等で発表したほか⁷⁾⁸⁾、筆者のホームページ⁹⁾¹⁰⁾に掲載している。

参考文献

- 1) 廃棄物資源循環学会埋立処分研究部会, <https://jsmcwm.or.jp/landfill/>
- 2) 松藤敏彦：最終処分場を考える III 準好気性埋立地における空気流れとモニタリング方法, 都市清掃, 第72巻, 第351号, pp.510-517, 2019.11
- 3) ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドラインーダイオキシン類削減プログラムー, (平成9年1月)
- 4) 松藤敏彦：最終処分場を考える II 最終処分場におけるしゃ水システムのあり方, 都市清掃, 第72巻, 第350号, pp.388-394, 2019.7
- 5) H. Scharff et al.: Attempt to clarify completion procedures, ICLRS 2010(キロロ, 北海道), 2010.6
- 6) 松藤敏彦, 吉田英樹, 小寺史浩, 鎌田昭範, 尾崎理人, 内藤諭：旭川市最終処分場における維持管理コスト削減の試み, 都市清掃, 第70巻, 第337号, 249-254, 2017.5
- 7) 宇都野久, 松藤敏彦：一般廃棄物最終処分場の放流水自主基準と浸出水滞水に関するアンケート調査, 第31回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 2020.9.16-18
- 8) 松藤敏彦, 東條安匡：覆蓋型最終処分場の構造・運転管理に関する現状分析, 第30回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 2019.9
- 9) 一般廃棄物最終処分場の放流水自主基準と浸出水滞水に関するアンケート調査, <https://www.eng.hokudai.ac.jp/lab/waste/>→研究実績→報告書
- 10) 覆蓋型最終処分場の運転管理状況に関するアンケート調査分析, <https://www.eng.hokudai.ac.jp/lab/waste/>→研究実績→報告書