

## 一般廃棄物最終処分場における浸出水の長期的挙動

柳澤英俊\*・小口文子\*・細井要一\*・川又秀一\*\*・河野行雄\*・鈴木富雄\*・伊東秀一\*\*\*  
林 弘道\*・石川 儀\*\*\*\*・川村 實\*\*・佐藤民雄\*・鹿角孝男\*

廃棄物最終処分場から発生する浸出水の水質を把握することは、浸出水処理施設の設計・維持管理、また環境汚染を防止する上で重要であると考えられる。本研究では、一般廃棄物最終処分場の浸出水水質の長期的挙動を把握することを目的として、県内A市にある埋立終了した一般廃棄物最終処分場及びこの処分場に隣接して設置され現在稼働中の一般廃棄物最終処分場の浸出水の水質を約12年間継続調査した。

埋立終了した最終処分場の浸出水のBOD及びCODは、BODが埋立終了後10年経過した後も最終処分場の廃止基準(60mg/l)を超えることがあるなど、高い値で推移した。一方、稼働中の最終処分場の浸出水のBOD及びCODは、埋立開始2年目から3年目にかけて最終処分場の排水基準(BOD: 60mg/l, COD: 90 mg/l)と比較してかなり高い値を示したが、その後急激に減少した。

また、カドミウム及び鉛は、埋立終了した最終処分場では調査期間を通じて定量下限値未満であったが、稼働中の最終処分場では、排水基準以下ながら、埋立開始6～7年後から高い頻度で検出され、カドミウムが最大0.035 mg/l、鉛が最大0.036 mg/lであった。

浸出水の水質を埋立物の経年変化と比較した結果、BOD及びCODが高い原因として不燃ごみブロックに混入していた有機物の影響が、カドミウム及び鉛が検出された原因として焼却飛灰の影響が示唆された。

キーワード 一般廃棄物最終処分場；浸出水；水質

### 1. はじめに

廃棄物最終処分場の浸出水の水質を調査し、埋立物が浸出水水質に与える影響を把握することは、浸出水処理施設の設計・維持管理、また環境汚染を防止する上で重要であると考えられる。

全国の一般廃棄物処理状況<sup>1)2)</sup>をみると、資源化等を行う中間処理施設での処理量の増大やリサイクルの推進等に伴い、最終処分場への直接埋立は平成元年度から平成15年度にかけて5分の1以下と大きく減少している。一方、焼却残渣及び中間処理施設(焼却施設を除く)の残渣の埋立量はあまり変化がないことから、埋立物の質はこの間にかなり変化していると考えられる。

柳瀬ら<sup>3)</sup>は、こうした埋立物の変化に伴い、最終処分場浸出水の問題が、BOD・COD等の有機質から無機塩類・有害物質へと変化すると指摘している。

著者らは、既報<sup>4)</sup>で長野県内A市にある埋立終了した最終処分場の浸出水の水質について報告したが、今般、この処分場の浸出水の継続調査及びこの処分場に隣接する現在稼働中の最終処分場の浸出水の調査により、いくつかの知見を得たので報告する。

### 2. 調査方法

#### 2.1 調査対象処分場の概要

調査は、長野県内A市にある、1992年7月に埋立を終了した廃棄物最終処分場(B処分場)及び1992年7月から埋立を開始して現在稼働中の廃棄物最終処分場(C処分場)について実施した。なお、両施設は隣接して設置されており、浸出水はC処分場の水処理施設に集水され、適正に処理されている。

対象施設の概要を表1に、現在埋立中のC処分場の埋立物の経年変化を図1に示す。廃棄物はA市から排出された一般廃棄物である。

\* 長野県環境保全研究所 〒380-0944 長野市安茂里米村1978

\*\* 現 長野県北信保健所, \*\*\* 現 (財)長野県下水道公社,

\*\*\*\* 現 長野県諏訪保健所

表1 調査処分場の概要

	B 処分場	C 処分場
埋立期間	1979年7月～1992年7月	1992年7月～（埋立中）
総埋立面積	21,300 m <sup>2</sup>	24,000 m <sup>2</sup>
総埋立容積	411,000 m <sup>3</sup>	285,000 m <sup>3</sup>
埋立方法	サンドウィッチ方法	サンドウィッチ方法
遮水シートの有無	なし（岩盤上に設置）	あり
廃棄物の種類	焼却灰 24% 不燃ごみブロック 71% 資源残渣 5%	焼却灰 50% 不燃ごみブロック 22% 不燃物(破碎・選別後) 15% 資源残渣 2% 焼却飛灰 11%

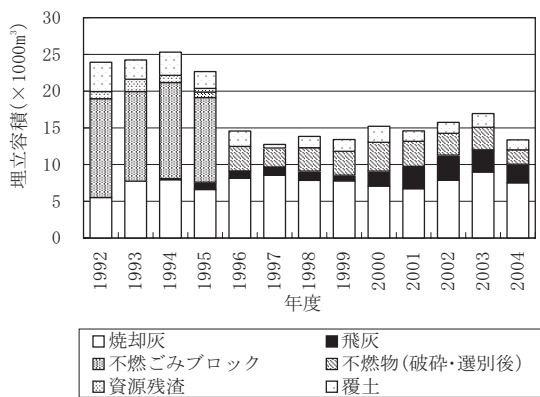


図1 C 処分場の埋立物の経年変化

C 処分場の埋立物は、C 処分場の埋立開始から2年半経過まではB 処分場とほぼ同じであったが、それ以降については、主に以下の2点の違いがある。

1点目としては、C 処分場埋立開始から2年半後の1995年1月以降、A市焼却炉の飛灰が投入されるようになったことである。なお、A市の焼却炉では、当初電気集塵機で飛灰を捕集していたが、1999年度から2001年度にかけて、3機の電気集塵機を順次バグフィルターに変更している。また、飛灰の中間処理方法は当初セメント固化であったが、1997年度からキレート処理（セメント処理は併用されていない。）に変更され、さらに2000年7月からケイ酸アルミニウム系の薬剤による固化に変更されている。

2点目としては、C 処分場の埋立開始から3年半後の1996年1月までは、収集した不燃ごみはそのまま1m<sup>3</sup>程度のブロック（不燃ごみブロック）に固めて最終処分場に埋め立てられていたが、1996年2月以降は、資源化施設で鉄・アルミニウム・不燃物・可燃物の4種類に破碎・選別処理され、不燃物のみが埋め立てられるようになったことである。

## 2.2 調査期間

調査期間は、B 処分場が埋立を終了し、C 処分場が埋立を開始してから約1年後の1993年9月から2005年3月までの11年7ヶ月である。初年度のサンプリングは毎月、次年度から2003年3月までは隔月6回、それ以降は年4回実施し、対象処分場の集水路から浸出水を採取した。

## 2.3 調査項目及び測定方法

調査項目は、pH、電気伝導率、BOD、COD、SS、全窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、全リン、カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、全水銀、銅、亜鉛、鉄、マンガン、ニッケル、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、塩化物イオン、硫酸イオンである。

測定は、硝酸性窒素及び硫酸イオンについては上水試験方法により、それ以外はJIS-K0102「工場排水試験方法」に準じて行った。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 調査結果の概要

B処分場の2001年4月以降の浸出水の水質調査結果（2001年3月までの結果は既報<sup>4)</sup>）を表2に、C処分場の調査結果を表3に示す。

B処分場においては、BOD以外の項目は最終処分場の廃止基準<sup>5)</sup>を満たしていた。

### 3.2 pHの経年変化

pHについて、B処分場の経年変化を図2に、C処分場の経年変化を図3に示す。

表2 B 処分場の浸出水の水質調査結果

項目	(mg/l)				
	平均値	標準偏差	最大値	最小値	N
pH <sup>a)</sup>	7.8	0.3	8.4	7.3	20
電気伝導率 <sup>b)</sup>	699	121	915	474	20
BOD	45	18	72	10	19
COD	53	9	66	40	20
SS <sup>c)</sup>	7	4	17	<1	19
全窒素	43.3	9.4	63.5	28.7	19
硝酸性窒素	14.5	3.5	24.5	10.0	19
亜硝酸性窒素	3.3	1.3	6.0	0.01	19
アモニア性窒素	17.2	7.5	32.0	7.9	19
全リン	1.2	0.5	3.1	0.8	19
カドミウム	<0.005	—	<0.005	<0.005	20
鉛	<0.005	—	<0.005	<0.005	20
銅	0.02	0.01	0.04	0.01	20
亜鉛 <sup>c)</sup>	0.03	0.05	0.17	<0.01	20
総鉄	1.1	0.6	2.2	0.3	19
総マンガン <sup>c)</sup>	0.8	0.2	1.2	<0.1	19
ニッケル <sup>c)</sup>	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	20
ナトリウム	1220	331	1810	591	20
カリウム	369	100	559	148	20
カルシウム	45	11	79	28	20
マグネシウム	13	4	20	5	20
塩化物イオン	2350	1600	8810	1330	19
硫酸イオン	56	16	85	35	20

備考)

- a) 単位なし
- b) 単位：mS/m
- c) 平均値、標準偏差は定量下限値未満を0として算出した。
- d) 六価クロム、ヒ素及び水銀は、2001年4月以降は測定していない。

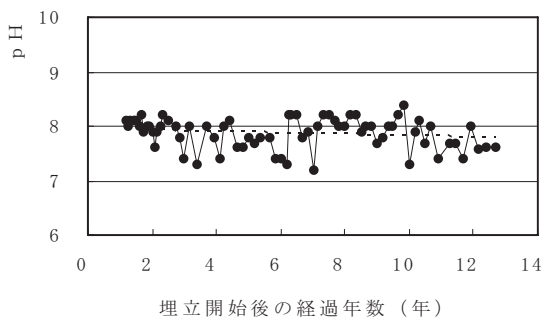


図2 B 処分場の pH の経年変化

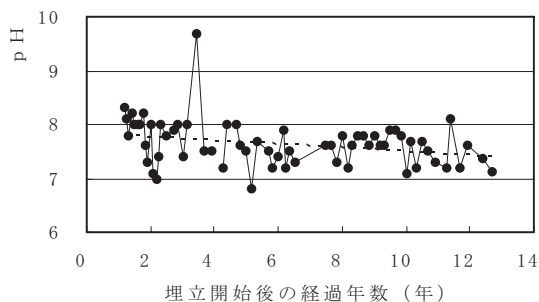


図3 C 処分場の pH の経年変化

表3 C 処分場の浸出水の水質調査結果

項目	(mg/l)				
	平均値	標準偏差	最大値	最小値	N
pH <sup>a)</sup>	7.7	0.4	9.7	6.8	64
電気伝導率 <sup>b)</sup>	>2000 <sup>d)</sup>	—	>2000	174	63
BOD	32	105	790	1	63
COD	52	77	610	7	64
SS <sup>c)</sup>	24	25	120	<1	62
全窒素	66	58	317	2	63
硝酸性窒素 <sup>c)</sup>	7.8	8.5	27.8	<0.1	58
亜硝酸性窒素 <sup>c)</sup>	2.5	3.4	13.3	<0.1	58
アモニア性窒素	35.5	33.9	129	0.2	56
全リン <sup>c)</sup>	0.2	0.3	1.4	<0.1	63
カドミウム <sup>c)</sup>	0.005	0.008	0.035	<0.005	64
鉛 <sup>c)</sup>	0.003	0.007	0.036	<0.005	64
六価クロム	<0.02	—	<0.02	<0.02	28
ヒ素 <sup>c)</sup>	<0.02	0.004	0.02	<0.02	28
水銀	<0.005	—	<0.005	<0.005	37
銅 <sup>c)</sup>	0.03	0.02	0.11	<0.01	64
亜鉛 <sup>c)</sup>	0.08	0.09	0.40	<0.01	64
総鉄 <sup>c)</sup>	0.8	0.7	3.5	<0.1	63
総マンガン <sup>c)</sup>	1.4	1.7	6.5	<0.1	62
ニッケル <sup>c)</sup>	0.02	0.01	0.06	<0.01	61
ナトリウム	4380	2810	11400	229	64
カリウム	2200	1580	6340	110	64
カルシウム	433	288	1800	18	64
マグネシウム	29	25	175	3	64
塩化物イオン	9920	6110	24100	496	63
硫酸イオン	202	109	390	42	63

備考)

- a) 単位なし
- b) 単位：mS/m
- c) 平均値、標準偏差は定量下限値未満を0として算出した。
- d) 中央値

B 処分場及びC 処分場ともにpHは中性から弱アルカリ性を示した。C 処分場のpHは調査期間を通じて徐々に低下する傾向が見られたが、B 処分場のpHには明確な傾向は見られなかった。

### 3.3 BOD及びCODの経年変化

BOD及びCODについて、B 処分場の経年変化を図4に、C 処分場の経年変化を図5に示す。

B 処分場のBODは、埋立終了後5年間は増加傾向を示した。その後は緩やかな減少傾向を示したが、変動幅が大きく、埋立終了後10年以上経過した後も、廃止基準<sup>5)</sup>(60mg/l)前後の高い値で推移した。CODは、調査期間を通じて緩やかな減少傾向を示した。

一方、C 処分場のBOD及びCODは、埋立開始2年目から3年目にかけて、排水基準<sup>5)</sup>(BOD：60mg/l、COD：90mg/l)と比較してかなり高い値を示したことがあったが、その後急激に減少し、埋立開始6年目以降では、BODが平均で11.2mg/l、CODが平均で39.4mg/lであった。

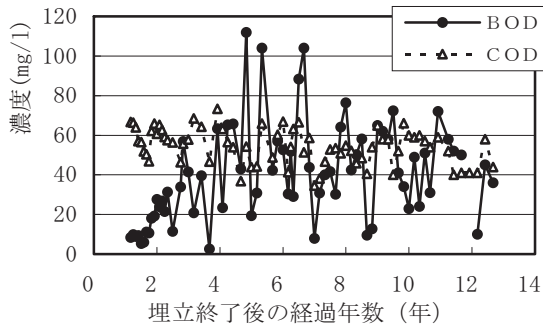


図4 B 処分場の BOD 及び COD の経年変化

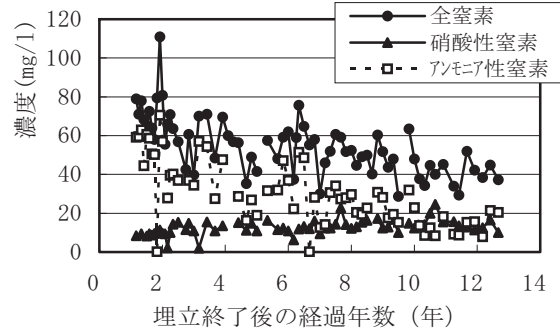


図6 B 処分場の全窒素、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素の経年変化

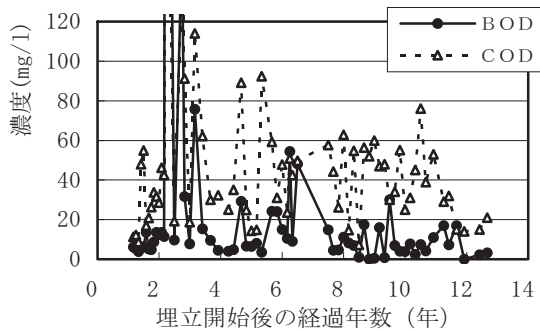


図5 C 処分場の BOD 及び COD の経年変化

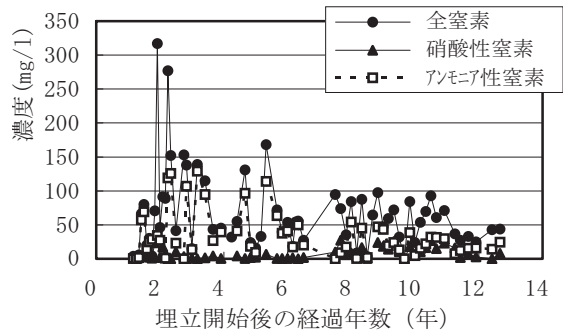


図7 C 処分場の全窒素、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素の経年変化

これを埋立物の変化と比較すると、C 処分場においては、不燃ごみブロックの埋立が中止されて以降速やかに BOD 及び COD が減少している。不燃ごみブロックには食品残さ等の有機物が混入していた可能性が高いことから、不燃ごみブロックに混入していた有機物が BOD、COD に寄与していたものと考えられる。

### 3.4 全窒素、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素の経年変化

全窒素、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素について、B 処分場の経年変化を図6に、C 処分場の経年変化を図7に示す。

B 処分場、C 処分場ともに、全窒素及びアンモニア性窒素は減少傾向を示した。全窒素に占めるアンモニア性窒素の割合をみると、調査開始から3年間の平均値は B 処分場が68%、C 処分場が59%であったものが、調査終了前3年間の平均値では、B 処分場が35%、C 処分場が40%へと減少した。一方、全窒素に占める無機態窒素（硝酸性窒素、亜硝酸性窒素及びアンモニア性窒素の合計）の割合をみると、調査開始から3年間の平均値は B 処分場が

86%、C 処分場が71%といずれも高い割合を示し、調査終了前3年間の平均値も、B 処分場が80%、C 処分場が68%と高く、無機態窒素と有機態窒素の比率はあまり変化がなかった。

### 3.5 カドミウム及び鉛の経年変化

C 処分場のカドミウム及び鉛の経年変化を図8に示す。

C 処分場においては、排水基準以下ではあるものの、カドミウムは埋立開始7年目以降、鉛は埋立開始6年目以降高頻度で検出され、カドミウムは最大0.035mg/l、鉛は最大0.036mg/lであった。

B 処分場の浸出水のカドミウム及び鉛は調査期間を通じて定量下限値未満であったことから、溶出は埋立物の変化に起因すると推定された。

一般に、焼却灰や焼却飛灰中には多量の重金属類が含まれており、特に、カドミウム、鉛などの低沸点元素は焼却飛灰中に濃縮される傾向があるとされている<sup>6)</sup>。A 市においては、B 処分場には焼却飛灰を埋め立てておらず、C 処分場には埋立開始2年半後から焼却飛灰が投入されていることから、C 処分場においてカドミウム及び鉛が検出された原因は焼却

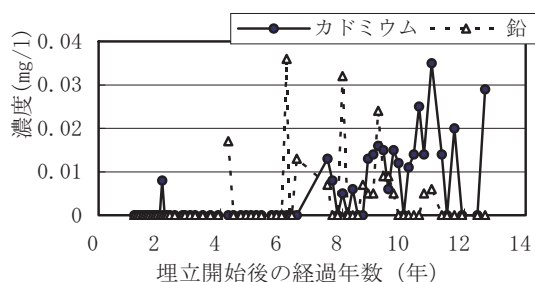


図8 C 処分場のカドミウム及び鉛の経年変化

飛灰にあると考えられる。飛灰の中間処理については、セメント固化の場合pHの変動などにより急激に鉛の溶出量が増加する可能性があること<sup>7)</sup>や、キレート処理物からは鉛の再溶出の可能性があること<sup>8)</sup>が指摘されている。こうしたことから、C 処分場においても、時間の経過に伴う飛灰処理物の変化や飛灰の処理方法の変更が、カドミウム及び鉛の溶出に寄与したものと考えられた。

A 市における、C 処分場の埋立開始以降の埋立物の変化と、それに伴う浸出水のBOD・CODの減少及びカドミウム・鉛の検出は、柳瀬ら<sup>3)</sup>の指摘を裏付ける結果となった。

#### 4. まとめ

県内 A 市にある埋立終了した一般廃棄物最終処分場 (B 処分場) と埋立中の一般廃棄物最終処分場 (C 処分場) の浸出水について調査を行い、次の結果を得た。

(1) B 処分場では、BOD以外の項目は最終処分場の浸出水の廃止基準を満たしていた。

BODは、埋立終了後5年間は増加傾向を示した。その後は緩やかな減少傾向を示したが、変動幅が大きく、埋立終了後10年以上経過した後も、廃止基準前後の高い値で推移した。

CODは、調査期間を通じて緩やかな減少傾向を示した。

(2) C 処分場のBOD及びCODは、埋立開始2年目から3年目にかけて、排水基準を大きく上回ることがあったが、その後急激に減少し、埋立開始6年目以降でみると、BODが平均濃度11.2mg/l、CODが平均濃度39.4mg/lとなった。

BOD及びCODが高い原因としては、C 処分場

の埋立開始から3年半後まで埋め立てられていた不燃ごみブロックに混入していた有機物の影響が示唆された。

(3) 全窒素及びアンモニア性窒素は、B 処分場及びC 処分場ともに減少傾向を示し、全窒素に占めるアンモニア性窒素の割合も減少した。また、B 処分場及びC 処分場とも、調査期間を通じて、浸出水における無機態窒素と有機態窒素の比率はあまり変わらなかった。

(4) C 処分場のカドミウム及び鉛は、排水基準以下ではあるものの、埋立開始6～7年後から高い頻度で検出された。その原因として、C 処分場の埋立開始2年半後から投入された焼却飛灰からの溶出の可能性が考えられた。

#### 文 献

- 1) 「日本の廃棄物処理(平成10年度版)」環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課。
- 2) 「日本の廃棄物処理(平成15年度版)」環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課。
- 3) 柳瀬龍二, 花嶋正孝, 松藤康司 (1993) 埋立廃棄物の変遷と埋立地, 第14回全国都市清掃研究発表会講演論文集, 269-271.
- 4) 小口文子, 細井要一, 川又秀一, 河野行雄, 鈴木富雄, 伊東秀一, 林弘道, 石川儀 (2001) 埋立終了後の一般廃棄物最終処分場における浸出水の長期的挙動, 長野県衛生公害研究所研究報告, 24, 29-31.
- 5) 「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)。
- 6) 田中信壽 (2000) 環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理, 技術堂出版株式会社, p136.
- 7) 鈴木和将, 小野芳朗 (2005) キレート・セメント併用処理溶融飛灰からの重金属溶出特性, 環境科学会誌, 18, 647-658.
- 8) 倉石宏文, 田中信壽, 松藤敏彦 (2005) キレート処理された焼却飛灰からの鉛の再溶出挙動, 廃棄物学会誌, 16, 214-221.

## **Long Term Variation of Effluent Water Quality from Municipal Waste Landfills**

Hidetoshi YANAGISAWA\*, Fumiko OGUCHI, Youichi HOSOI, Shuichi KAWAMATA,  
Yukio KOHNO, Tomio SUZUKI, Shuichi ITOH, Hiromichi HAYASHI, Tadashi ISHIKAWA,  
Minoru KAWAMURA, Tamio SATO and Takao KATSUNO

*\* Nagano Environmental Conservation Research Institute, Recycling Society Team,  
1978 Komemura, Amori, Nagano 380-0944, Japan*