

特集／廃棄物研究

兵庫県下の廃棄物最終処分場

維持管理状況に係る調査結果*

藤原英隆**・中野貴彦**
森口祐三**・吉岡昌徳**

キーワード ①廃棄物 ②処分場 ③重金属 ④維持管理状況

要 旨

兵庫県下の廃棄物最終処分場のうち、安定型処分場：26処分場および管理型処分場：10処分場を対象に、それぞれ浸透水、保有水(浸出液)、処理水、周縁地下水の重金属類について調査を実施し、その結果を基に定性的な見地から各処分場を分類し、維持管理状況について独自の評価を行った。安定型処分場では、現時点でおおむね適正に管理がなされていると考えられる処分場は16処分場、濃度レベル的にはほぼ問題はないが検出原因究明のため再調査および監視が必要とした処分場は10処分場であった。管理型処分場では、同様に現時点でおおむね適正と考えられる処分場は9処分場、再調査が必要とした処分場は1処分場であった。また、適正な評価を行うためにはサンプリング時巻き上げ等の防止が重要であり、現場に応じたサンプリング方法の検討が今後の課題となった。

1. はじめに

廃棄物最終処分場に関しては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等に規定されている施設構造基準、施設維持管理基準に従い各々管理がなされている。しかしながら、廃棄物の多様化、多量化および処分費用の高騰等の理由から、不適正な埋立処分が行われたり、不法投棄等が行われたりすることが問題となっており¹⁾、広範囲な環境汚染を未然に防止していくうえでも行政による適切な監視が求められている。

兵庫県では県下に立地されている処分場の維持管理状況を確認すべく1999～2001年度にかけ県下36処分場について浸透水、保有水(浸出液)、処理水、周縁地下水の金属類に関して調査を行った。今回、この調査結果を基に定性的な見地から県下

の処分場を分類し独自の評価を行ったので報告する^{2,3)}。

2. 方 法

2.1 調査対象

県下の計52処分場(遮断型処分場：1、安定型処分場：40、管理型処分場：11、1999年3月31日現在設置)のうち、県保健所公害課(現、県民局環境課)が立入調査を行った計36処分場(安定型処分場：26、管理型処分場：10)を調査対象施設とした。調査時期は、2000年3月～2002年3月であった。

試料の採取については、安定型処分場：浸透水—周縁地下水(上流・下流)、管理型処分場：保有水(浸出液)—処理水—周縁地下水(上流・下流)の

*Results of an Investigation about the Maintenance Management Situation of the Landfill Sites in Hyogo

**Hidetaka FUJIWARA, Takahiko NAKANO, Yuzo MORIGUCHI, Masanori YOSHIOKA (兵庫県立健康環境科学研究所センター) Hyogo Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

表 1 重金属の濃度範囲・検出数：安定型処分場

重金属項目	浸透水(23)		上流地下水(17)		下流地下水(18)		地下水(区別不明)(2)	
	濃度範囲(mg/L)	検出数	濃度範囲(mg/L)	検出数	濃度範囲(mg/L)	検出数	濃度範囲(mg/L)	検出数
T-Hg	N.D.	0/23	N.D.	0/17	N.D.	0/18	N.D.	0/2
Cd	N.D.	0/23	N.D.	0/17	N.D.	0/18	N.D.	0/2
Pb	0.005, 0.010	2/23	0.009, 0.010	2/17	0.005, 0.007	2/18	N.D.	0/2
T-Cr	N.D.	0/23	0.010	1/17	0.006(2), 0.008	3/18	N.D.	0/2
As	0.007~0.015	3/23	0.006(2), 0.009	3/17	0.005~0.007	6/18	N.D.	0/2
Se	N.D.	0/23	0.005	1/17	N.D.	0/18	N.D.	0/2
Mo	0.006~0.060	7/23	0.008, 0.036	2/17	0.005~0.015	4/18	0.010	1/2
Ni	N.D.	0/23	0.005~0.026	4/17	0.005~0.031	5/18	N.D.	0/2

組合せを基本として実施したが、処分場の構造、調査時期(濁水時期)等の関係から、一部試料が得られない処分場や採取した試料が規定量に満たない処分場があった。

2.2 調査項目

試料中の重金属類について、処分場の基準項目となっている6項目：Total-Hg(以下T-Hg)、Cd、Pb、Total-Cr(以下T-Cr)、As、Seと参考項目として2項目：Mo、Niについてそれぞれ含有試験を実施した。Crに関しては本来Cr⁶⁺が基準項目となっているが、今回の調査ではまず蛍光X線法によりT-Cr濃度を確認し、濃度が高い試料について適宜吸光光度法によりCr⁶⁺を確認することとした。

2.3 分析方法

T-HgはJIS K0102⁴⁾の還元気化原子吸光法(定量下限値：0.0005mg/L)、Pb、T-Cr、As、Se、Mo、Niは吸水性樹脂加工紙を用いた蛍光X線法^{5,6)}(定量下限値：0.005mg/L)、Cdについては原子吸光法(定量下限値：0.005mg/L)により分析を行った。

また、T-Hg以外の金属について試料が規定量の1,000mLに満たず100mL、500mLにて分析を実施した場合、定量下限値をそれぞれ0.05mg/L、0.01mg/Lとしている。

3. 結果と考察

3.1 安定型処分場について

表1に地点ごとに集計した濃度範囲と検出数を示す。

3.1.1 浸透水の分析結果

全調査対象のうち21処分場、23地点で採取した試料について分析を行った。主に、Pb、As、Moが検出された。そのうち、基準項目であるPb、Asが確認されたのは21処分場中3処分場であった。

3.1.2 周縁地下水の分析結果

全調査対象のうち20処分場、37地点で採取した試料について分析を行った。主にPb、T-Cr、As、Se、Mo、Niが検出された。そのうち、基準項目であるPb、T-Cr、As、Seが確認されたのは20処分場中9処分場であった。

3.1.3 処分場維持管理状況の評価

今回ごく一部の試料を除いた大半の試料において、基準値と比較し問題のない濃度レベルであったが、今後の処分場監視体制を検討していくための基礎資料を得るため、現在の処分場維持管理状況の評価を行った。その方法としては基準項目の金属が検出された事実に基づき、周縁地下水での検出状況を浸透水での検出状況と定性的な見地から比較を行うことにより、表2に示す分類法に従い各処分場をA~Dの4段階に分類し、それぞれに対し独自の評価を与えた。

その結果(表3)、現時点ではおおむね適正な維持管理がなされていると考えられる処分場は16処分場(A：13処分場、B：3処分場)であった。また、大半が濃度レベル的にはほぼ問題ないが、現時点ではその検出原因が不明であり、今後自然由来や埋立廃棄物との関連等の確認を行うため再調査の実施もしくは引き続き監視が必要とした処分場は10処分場(C：4処分場、D：6処分場)であった。

表2 分類および評価方法：安定型処分場

評価	評価概要	検出状況	
		周縁地下水	浸透水
A	現時点でおおむね適正	N.D. N.D. ×	N.D. × N.D.
B	元来土壤中に含有されていた金属等自然由来の金属の影響が推定されるが、現時点でおおむね適正	○	N.D.
C	再度調査により確認が必要	×	△
D	埋立廃棄物による影響について引き続き監視が必要	○ ○ ○	○ × △

○：検出 N.D.：非検出 ×：採水なし △：試料規定量以下

3.2 管理型処分場について

表4に地点ごとに集計した濃度範囲と検出数を示す。

3.2.1 保有水(浸出液)の分析結果

全調査対象のうち7処分場、7地点で採取した試料について分析を行った。主にT-Cr, As, Mo, Niが検出された。基準項目であるT-Cr, Asが確認されたのは、7処分場中3処分場であった。

3.2.2 処理水の分析結果

全調査対象のうち9処分場、10地点で採取した試料について分析を行った。処理水も保有水と同様に、主にT-Cr, As, Mo, Niが検出された。基準項目であるT-Cr, Asが確認されたのは、9処分場中3処分場であった。

表3 重金属の検出状況および処分場の評価：安定型処分場

処分場 No.	試料名				評価
	上流地下水	下流地下水	地下水(区別不明)	浸透水	
1	×	T-Cr(Mo)	—	×	D
2	—	—	N.D.	×	A
3	As	As(Ni)	—	N.D.(Mo)	B
4	N.D.(Mo)	N.D.	—	N.D.	A
5	N.D.	N.D.(Mo)	—	×	A
6	N.D.	Pb, As (Mo)	—	Pb, As (Mo)	D
7	Se(Mo, Ni)	As	—	N.D.	B
8	Pb, As	Pb, As(Ni)	—	N.D.	B
9	N.D.	N.D.	—	N.D.(Mo)	A
10	N.D.	N.D.	—	N.D.	A
11	×	×	—	△	C
12	N.D.	N.D.	—	N.D.	A
13	N.D.	N.D.	—	×	A
14	N.D.(Ni)・N.D.(Ni)*1	N.D.(Ni)	—	N.D.	A
15	N.D.	T-Cr	—	△	D
16	×	×	—	N.D.	A
17	—	—	N.D.(Mo)	N.D.	A
18	As	As(Mo)	—	Pb, As (Mo)	D
19	Pb, T-Cr(Ni)	T-Cr(Ni)	—	△	D
20	×	As(Ni)	—	As(Mo)	D
21	N.D.	N.D.	—	×	A
22	×	×	—	△	C
23	×	×	—	△	C
24	×	×	—	N.D.	A
25	×	×	—	△・△・△(Mo)*2	C
26	N.D.	N.D.	—	N.D.(Mo)	A

×：試料なし △：試料規定量以下 ()内の金属：参考—基準項目以外

*1：試料は2検体あり *2：試料は3検体あり

表 4 重金属の濃度範囲・検出数：管理型処分場

重金属項目	保有水(浸出液)(7)		処理水(10)		上流地下水(7)		下流地下水(8)		地下水(区別不明)(5)	
	濃度範囲(mg/L)	検出数	濃度範囲(mg/L)	検出数	濃度範囲(mg/L)	検出数	濃度範囲(mg/L)	検出数	濃度範囲(mg/L)	検出数
T-Hg	N.D.	0/7	N.D.	0/10	N.D.	0/7	N.D.	0/8	N.D.	0/5
Cd	N.D.	0/7	N.D.	0/10	N.D.	0/7	N.D.	0/8	N.D.	0/5
Pb	N.D.	0/7	N.D.	0/10	N.D.	0/7	0.006	1/8	N.D.	0/5
T-Cr	0.006, 0.006	2/7	0.006	1/10	N.D.	0/7	N.D.	0/8	0.005	1/5
As	0.008	1/7	0.010, 0.012	2/10	0.006	1/7	0.006	1/8	0.005	1/5
Se	N.D.	0/7	N.D.	0/10	N.D.	0/7	N.D.	0/8	N.D.	0/5
Mo	0.038~10	4/7	0.006~10	6/10	0.097	1/7	0.011, 0.019	2/8	0.009	1/5
Ni	0.006, 0.060	2/7	0.005	1/10	0.006~0.018	4/7	0.011~0.018	4/8	0.007	1/5

表 5 分類および評価方法：管理型処分場

評価	評価概要	検出状況	
		周縁地下水	保有水(浸出液)
A	現時点でおおむね適正	N.D. N.D.	N.D. △
B	元来土壌中に含有されていた金属等自然由来の金属の影響が推定されるが、現時点でおおむね適正	○	○ (それぞれ異種金属属である場合)
C	再度調査により確認が必要	○	×

○：検出 N.D.：非検出 ×：採水なし △：試料規定量以下

3.2.3 周縁地下水の分析結果

全調査対象のうち10処分場、20地点で採取した試料について分析を行った。周縁地下水ではPb, T-Cr, As, Mo, Niが検出された。基準項目であるPb, T-Cr, Asが確認されたのは、10処分場中4処分場であった。

3.2.4 処分場維持管理状況の評価

今回すべての試料において基準値と比較し問題のない濃度レベルであったが、安定型処分場に準じ周縁地下水での検出状況を保有水(浸出液)での検出状況と定性的な見地から比較を行うことにより、表5に示す分類法に従い各処分場をA~Cの3段階分類し、それぞれに対し独自の評価を与えた。

その結果(表6)、現時点ではおおむね適正な維持管理がなされていると考えられる処分場は9処

分場(A：6処分場, B：3処分場)であった。また、濃度レベル的には問題はないが、現時点ではその検出原因が不明であり、今後自然由来や埋立廃棄物との関連等の確認を行うため再度調査が必要とした処分場は1処分場(C：1処分場)であった。

3.3 確認のため実施した再調査結果について

初回の調査において、規定量以下の試料や基準項目の金属濃度が高い試料の一部について適宜すみやかに再調査を実施した。

安定型処分場および管理型処分場における初回調査と再調査における各金属検出検体数の比較(周縁地下水)を表7に示す。

安定型処分場の周縁地下水について、両者の金属検出検体数を比較すると、Mo以外の項目について検出数は減少した。また、管理型処分場の周縁地下水においても同様に検出数が減少する傾向が観察された。

初回調査では懸濁物質を含む試料が多く観察され、これは試料採取時の底質巻上げが原因として考えられた。したがって、再調査においては専用の採水ポンプの設置等巻上げ防止対策を施すとともに、分析前に試料を静置して懸濁物質の分離を行い、その上澄みについて分析を行うこととした。その結果、巻上げの影響が改善され初期調査と比較して再調査において検出数が減少したと考えられる。処分場の観測井戸等では内径が小さく試料採取が困難な場合が多いことから、今後は現場の状況に応じた、適正なサンプリング方法(巻上げ防止対策等)を検討していく必要がある。

表6 重金属の検出状況および処分場の評価：管理型処分場

処分場 No.	試料名				評価
	上流地下水	下流地下水	地下水(区別不明)	保有水(浸出液)	
1	N.D.	N.D.	—	△(Mo)	A
2	N.D.	N.D.	—	△	A
3	—	—	T-Cr (Ni)	×	C
4	—	—	N.D.・N.D.・As・N.D.(Mo)*1	T-Cr (Mo)	B
5	N.D.(Mo, Ni)	Pb (Ni)	—	As (Mo, Ni)	B
6	×	N.D.(Ni)	—	△	A
7	N.D.(Ni)	N.D.(Ni)	—	△	A
8	As (Ni)	As (Mo, Ni)	—	T-Cr(Mo, Ni)	B
9	N.D.	N.D.(Mo)	—	×	A
10	N.D.(Ni)	N.D.	—	×	A

×：試料なし △：試料規定量以下 ()内の金属：参考—基準項目以外

*1：試料は4検体あり

表7 初回調査と再調査結果の比較：周縁地下水

重金属 項目	安定型処分場				管理型処分場			
	初回調査(11)		再調査(12)		初回調査(8)		再調査(8)	
	検出数	基準 超過数	検出数	基準 超過数	検出数	基準 超過数	検出数	基準 超過数
T-Hg	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	1	0	0	0	0	0	0	0
Pb	11	9	3	0	5	4	0	0
T-Cr	2	0	0	0	1	0	0	0
As	8	4	5	0	6	5	1	0
Se	1	0	0	0	0	0	0	0
Mo	1	—	3	—	2	—	1	—
Ni	5	—	2	—	3	—	3	—

4. ま と め

兵庫県下に設置されている安定型処分場：26処分場と管理型処分場：10処分場の、浸透水、保有水(浸出液)、処理水、周縁地下水の金属類(基準項目：T-Hg, Cd, Pb, T-Cr, As, Se および参考項目：Mo, Ni)について分析を行った結果、以下のことがわかった。

① 安定型処分場について

浸透水では主にPb, As, Moが、周縁地下水では主にPb, T-Cr, As, Se, Mo, Niが検出された。両者の結果から全調査対象26処分場の評価を行った結果、現時点ではおおむね適正な維持管理がなされていると考えられる処分場はA, Bの16処分場で、濃度レベル的にほぼ問題はないが、検

出原因究明のため今後再調査の実施もしくは引き続き監視が必要とした処分場はC, Dの10処分場であった。

② 管理型処分場について

保有水(浸出液)、処理水では主にT-Cr, As, Mo, Niが、地下水では主にPb, T-Cr, As, Mo, Niが検出された。両者の結果から全調査対象10処分場の評価を行った結果、現時点ではおおむね適正な維持管理がなされていると考えられる処分場はA, Bの9処分場で、濃度レベル的に問題はないが検出原因究明のため今後再調査が必要とした処分場はCの1処分場であった。

③ 確認のため実施した再調査結果について

初回の調査において、規定量以下の試料や基準

項目の濃度が高い試料の一部について再度調査を実施した。その結果、初回調査に比べ再調査ではほぼすべての金属類で検出数が減少する傾向がみられた。この原因としては、初回調査では多くの試料で試料採取時の底質等巻上げの影響を受けたが、再調査では巻上げ防止対策や試料の静置による懸濁物の分離等の実施により改善されたことが考えられる。今後は現場の状況に応じた、適正なサンプリング方法(巻上げ防止対策等)を検討していく必要がある。

謝 辞

本調査において処分場の試料採取にご協力いただきました、兵庫県環境局環境整備課および各保健所公害課(現、県民局環境課)の皆様に感謝いたします。

— 参 考 文 献 —

- 1) 環境省報道発表資料：産業廃棄物の不法投棄の状況(平成14年度)について、2003
- 2) 森口祐三, 藤原英隆, 吉田光方子, 吉岡昌徳：埋立処分場における水質調査. 第23回全国都市清掃研究発表会講演論文集, 352-354, 2002
- 3) 藤原英隆, 中野貴彦, 森口祐三, 吉岡昌徳：兵庫県下の最終処分場維持管理状況に係る調査結果. 兵庫県立健康環境科学研究所センター年報, 2, 174-185, 2003
- 4) 日本規格協会編：JISハンドブック2002 No. 53環境測定Ⅱ, pp. 572-575, 日本規格協会, 東京, 2002
- 5) 森口祐三, 吉岡昌徳, 中野貴彦：蛍光X線分析法による液状廃棄物中の重金属分析における新手法. 第19回全国都市清掃研究発表会講演論文集, 309-311, 1997
- 6) 藤原英隆, 森口祐三, 吉岡昌徳：蛍光X線を用いた水試料の迅速分析について. 日本水環境学会関西支部第3回研究発表会・市民シンポジウム講演集, 11-12, 2001