

最終処分場埋立物に含まれる有機フッ素化合物の実態調査

栗原 正憲 吉澤 正

1 はじめに

千葉県内の一般廃棄物最終処分場において、有機フッ素化合物(PFCs)の調査を実施したところ浸出水には最高で数 $\mu\text{g/L}$ のPFCsが含まれていた¹⁾。2010年度に行った、最終処分場の埋立物の溶出試験結果を報告する。

2 方法

2・1 ボーリングコア試料の調査(最終処分場A)

最終処分場Aは1986年に埋立終了した一般廃棄物の最終処分場である。埋立物の分類は焼却灰、破碎、粗大であり、約20mの埋立深さがある。埋立終了から約24年経過した時点で、無水ボーリング掘削により地表から深度10mまでの埋立物のコア試料を採取した。コア試料は深度方向に50cm間隔で区分して平均的にサンプリングし、目視で廃棄物の分類を行った。区分した試料は風乾後、2mmメッシュのふるいを通じたものを溶出試験に用いた。

試料に重量体積比3倍の純水を加えて、6時間、振幅4~5cmで溶出した。ガラス繊維濾紙GS-25(アドバンテック社製)によりろ過して溶出液とした。溶出液と浸出水を固相カートリッジを用いて濃縮しLC/MS/MSで測定した²⁾。

2・2 最終処分場搬入物の調査(最終処分場C)

最終処分場Cは最終処分場Aの埋立終了の後、同エリアの廃棄物が搬入されている最終処分場である。搬入されてきた廃棄物から、スポンジ状の破碎物を多く含む破碎物1、プラスチック片が多い破碎物2、焼却灰の合計3試料を採取した。風乾後、粉碎し、2mm、5mmのふるいを通じてサイズ調整した。破碎物1(2mm以下)、破碎ごみ1(サイズ調整なし)、破碎物2(5mm以下)、焼却灰(サイズ調整なし)の4点を溶出試験に用いた。(図1)試料に重量体積比10倍の純水を加えて、6時間、振幅4~5cmで浸透した。溶出液は2・1と同様の方法で測定した。



破碎物 1(2mm 以下) 破碎物 1(サイズ調整なし)



破碎物 2(5mm 以下) 焼却灰(サイズ調整なし)

図1 現在搬入している廃棄物の分析試料

3 結果

3・1 コアの目視分類

最終処分場Aのコア試料の目視による分類結果を表1に示した。深度4.0mまでは覆土であり、廃棄物が含まれていなかった。深度4m以下は土まじりの焼却灰が主体となっている。その他の廃棄物としては、プラスチック片は4.0m~10mにかけて見られ、特に7.0m~8.5mに多く見られた。また、6.0~7.0m、9.0~9.5mには木片が多く見られた。

3・2 コア試料の溶出試験結果

最終処分場Aのコア試料の溶出液と浸出水のPFCs濃度と電気伝導率を表2に示した。PFCsは100ng/L以上で検出した種類のみを示した。1000ng/L以上で検出したPFOA,PFNA,PFOSの濃度の深度変化を図2に示した。深度7.5~8.5mでPFOAが2300~2500ng/L、深度8.5~9.5mでPFNAが1200~1500ng/L、深度7.5m~8.0mでPFOSが1000ng/Lと他の深度に比べて高い濃度で検出された。この部分のコアの目視分類では主な廃棄物種は焼却灰であるが、プラスチックや木片の割合が他の深度に比べて高くな

表1 コアの目視分類

深度 (m)	灰	プラ	金属	木材	ガラス 陶磁器	自然土
0 ~ 0.5	×	×	×	×	×	
0.5 ~ 1.0	×	×	×	×	×	
1.0 ~ 1.5	×	×	×	×	×	
1.5 ~ 2.0	×	×	×	×	×	
2.0 ~ 2.5	×	×	×	×	×	
2.5 ~ 3.0	×	×	×	×	×	
3.0 ~ 3.5	×	×	×	×	×	
3.5 ~ 4.0	×	×	×	×	×	
4.0 ~ 4.5				×		
4.5 ~ 5.0			×	×		×
5.0 ~ 5.5			×			×
5.5 ~ 6.0			×			×
6.0 ~ 6.5			×	○	×	×
6.5 ~ 7.0				○	×	×
7.0 ~ 7.5		○	×	×	×	×
7.5 ~ 8.0		○	×	×		×
8.0 ~ 8.5		○	×		×	×
8.5 ~ 9.0					×	×
9.0 ~ 9.5	○		×	○		×
9.5 ~ 10.0			×			×

凡例	含有量の目安
	主成分 (50%以上)
○	多い (10~20%)
	含む (10%未満)
×	なし (確認できず)

っていることが特徴的であった。電気伝導率は覆土以下の深度で全体的に高い傾向にあるが、PFCs は高い濃度で検出される深度幅が狭く、種類によっても深度が異なっていた。PFCs の由来となる廃棄物が種類ごとに異なっていることが推測された。

また、24 年経過しても濃度の高い深度幅が狭く保たれているということは、廃棄物から溶出して埋立地内を移動、拡散する速度は遅いと考えられる。PFOA や PFOS のように、コア試料の溶出液の濃度が高くても、浸出水からは高濃度で検出されない PFCs も見られる。PFCs は埋立地内からごく少量づつゆっくりと流出しており、多くは埋立地内部に残っていると考えられた。

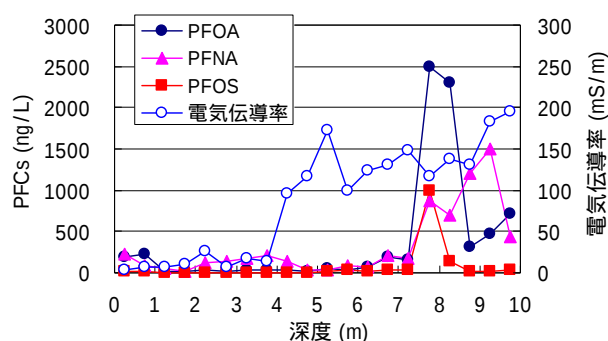


図2 深度ごとの PFCs 濃度

3・3 搬入物の溶出試験結果（最終処分場C）

最終処分場Cの搬入物の溶出試験の結果を表3に示した。溶出操作に用いた水の比率が異なることを加味しても、今回分析した最終処分場Cの搬入物に含まれる PFCs 量は、最終処分場Aのコア試料に比べて低い

表2 コア試料の溶出試験結果

深度 (m)	PFHpA	PFOA	PFNA (ng/L)	PFDA	PFOS	電気伝導率 (mS/m)
0 ~ 0.5	110	200	220	7.2	13	3.7
0.5 ~ 1.0	61	220	88	20	16	6.2
1.0 ~ 1.5	6.5	21	49	3.1	8.4	7.7
1.5 ~ 2.0	5.2	17	17	2.4	<3.3	10.8
2.0 ~ 2.5	24	29	120	5.3	7.4	25.5
2.5 ~ 3.0	6.3	26	140	2.6	<3.3	6.4
3.0 ~ 3.5	12	33	170	3.6	<3.3	17.7
3.5 ~ 4.0	10	38	210	6.0	<3.3	13.1
4.0 ~ 4.5	16	38	140	3.0	6.2	97
4.5 ~ 5.0	8.4	17	31	2.5	5.3	117
5.0 ~ 5.5	11	46	29	<2.3	13	172
5.5 ~ 6.0	23	36	82	12.0	30	99
6.0 ~ 6.5	39	67	77	3.6	10	124
6.5 ~ 7.0	120	190	210	6.0	30	131
7.0 ~ 7.5	82	160	170	8.6	36	148
7.5 ~ 8.0	240	2500	870	150	1000	116
8.0 ~ 8.5	260	2300	700	100	140	137
8.5 ~ 9.0	210	310	1200	8.0	13	130
9.0 ~ 9.5	400	470	1500	19	18	184
9.5 ~ 10	660	710	430	23	35	195
浸出水	140	220	2100	24	18	85

PFCs濃度(ng/L)
1000以上
500 ~ 1000
100 ~ 500

傾向にあると思われた。また、破砕物に比べて焼却灰からの溶出量は少なかった。

表3 搬入物の溶出試験結果

	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFOS
破砕物1 (2mm)	16	8.5	19	16	130	46	8.7	6.6
破砕物1(調整なし)	24	12	31	19	93	29	4.2	<2.2
破砕物2 (5mm)	15	4.1	7.5	7.3	80	18	2.9	6.4
焼却灰(調整なし)	11	2.2	1.6	1.4	36	4.0	<1.6	<2.2
浸出水	59	59	110	81	460	120	15	50

(ng/L)

4 まとめ

- 一般廃棄物最終処分場のコア試料の溶出試験では、破砕物のプラスチックや木片の多い深度からの PFCs 溶出量が多かった。
- PFCs ごとに濃度の高い深度は異なっており、由来となる廃棄物が異なると思われた。
- PFCs の濃度の高い深度幅は狭く、コア試料の溶出液に比べて浸出水の濃度が低いものが見られた。PFCs の埋立地内での移動は遅いと思われた。
- 現在搬入されている廃棄物の PFCs 溶出量は、24 年前に埋立終了した最終処分場のコア試料に比べて低い傾向にあった。

参考文献

- 吉澤正, 栗原正憲, 大石修, 清水明, 杉山寛: 一般廃棄物最終処分場の浸出水中の有機フッ素化合物およびその水処理, 水環境学会誌, Vol.34, No.7, p.95-101 (2011)
- 栗原正憲, 吉澤正, 清水明, 宇野健一: 海水中PFCsの前処理, 測定条件の検討, 千葉県環境研究センター年報, Vol.8, p.185-192(2010)