

一般廃棄物最終処分場の浸出水の有機フッ素化合物及びその水処理

千葉県環境研究センター ○清水 明 栗原 正憲 大石 修 吉澤 正 杉山 寛

Perfluoro Organic Compounds in Leachate and Waste Water Treatment, by Akira SHIMIZU, Masanori KURIHARA, Osamu OOISHI, Tadashi YOSHIKAWA, Hiroshi SUGIYAMA(Chiba Pref. Env. Res. Center)

1 はじめに

筆者らがPFOS及びPFOAの千葉県内公共用水域の水質実態調査を実施したところ、一部の水域から数百ng/Lの濃度でそれらが検出された¹⁾²⁾。発生源の追跡調査も実施しているが、産業系排水が原因と推定される千葉港八幡地区(通称、市原港)のような水域はあるものの、他の水域では原因となる発生源はいまだに判明していない。

その調査の過程で、一般廃棄物最終処分場(以下、処分場という)の浸出水から1,000 ng/Lを越える有機フッ素化合物(PFCs)が検出された。これらのPFCsは埋立地の廃棄物から徐々に溶出していると考えられ、今後も環境への放出負荷量は、大幅に減少することはないと推測される。

ここではPFCsの埋立地からの浸出水の実態、及びその水処理施設での処理状況を調査したので報告する。

2 調査方法

2・1 調査時期及び対象処分場

調査対象処分場は千葉県内市町村等の設置・運営している21処分場とし、2009年9、12月と2010年2月に調査を実施した。

2・2 分析項目及び分析方法

PFCsの分析は、Oasis WAXで抽出しLC/MS/MSで測定する既報の方法で行った³⁾。調査対象のPFCsは、表1に示す11種のパーフルオロカルボン酸類(PFCAs)と、5種のパーフルオロスルホン酸類(PFSAs)とした。

2・3 調査内容

各処分場の浸出水、及び放流水を採水した。また、活性炭吸着処理を行っている施設については、活性炭吸着処理に供給される水も採水した。

3 調査結果及び考察

3・1 処分場及び水処理施設の概況

調査した全21処分場(施設番号1~21)の埋立開始時期は1971~2006年で、1980年代に埋立が始まった処分場が10施設と最も多く、調査時に埋立が終了している処分場は8施設あった。埋立容量は12,000~405,800m³であり、主な埋立物は不燃物、焼却灰、破碎残渣であったが、1施設(施設番号15)はスラグ及び溶融飛灰を埋め立てていた。多くの施設の水処理は、主に凝集沈殿、生物処理が行われていた。高度処理としては、活性炭処理やキレート処理が付加されていた。また、RO

膜処理を行っている施設が1つあった(施設番号16)。

3・2 浸出水

各処分場の浸出水のPFCs濃度を図1に示した。PFCsの施設毎の総濃度は26~2,650 ng/L、幾何平均値467 ng/Lであり、7施設で1,000 ng/Lを超えていた。いずれの施設の浸出水でもPFSAsよりもPFCAs濃度の方が高く、PFCsの総濃度に占めるPFSAsの濃度組成の割合は、高くても32%であった。

表1 調査対象有機フッ素化合物

Symbol	Compound	Symbol	Compound
PFBN	Perfluoro-n-butanoic acid	PFDaA	Perfluoro-n-dodecanoic acid
PFPeA	Perfluoro-n-pentanoic acid	PFTrA	Perfluoro-n-tridecanoic acid
PFHxA	Perfluoro-n-hexanoic acid	PFTeA	Perfluoro-n-tetradecanoic acid
PFHpA	Perfluoro-n-heptanoic acid	PFBS	Perfluoro-n-butanedisulfoic acid
PFOA	Perfluoro-n-octanoic acid	PFHxS	Perfluoro-n-hexanesulfoic acid
PFNA	Perfluoro-n-nonanoic acid	PFHpS	Perfluoro-n-heptanesulfoic acid
PFDA	Perfluoro-n-decanoic acid	PFOS	Perfluoro-n-octanesulfoic acid
PFUdA	Perfluoro-n-undecanoic acid	PFDS	Perfluoro-n-decanedisulfoic acid

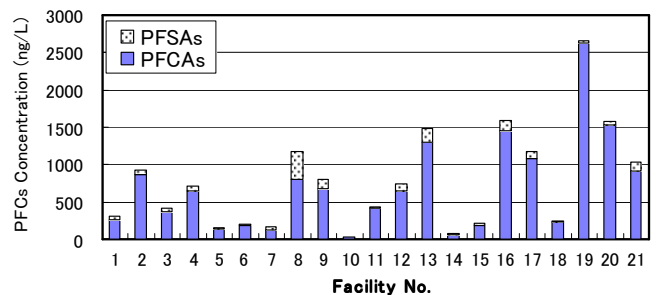


図1 浸出水中のPFCs濃度

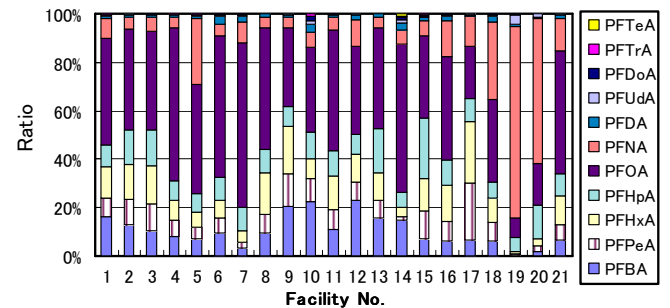


図2 浸出水中のPFCAs組成

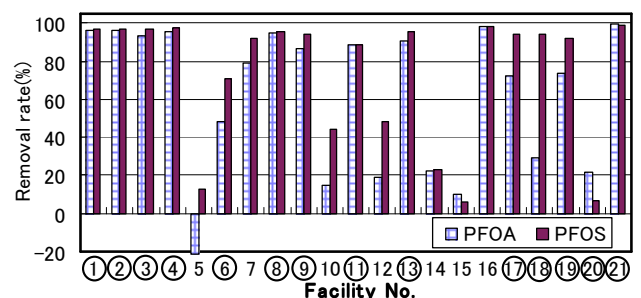


図3 PFOS及びPFOAの除去率

浸出水中のPFCAsの濃度組成比を、**図2**に示した。調査対象の処分場のうち19施設において、PFCAsの濃度全体に占めるPFOAの濃度組成の割合が最も高かった。PFOAは半数以上の12施設で200 ng/Lを超えて検出され、最高濃度は619 ng/L、幾何平均値は158 ng/Lであった。PFBA~PFHpA、PFNA それぞれの最高濃度も200 ng/Lを超えていたが、それらの幾何平均値は26~42 ng/LとPFOAよりもかなり低い値であり、ほとんどの処分場の浸出水中で、PFOAの濃度が高いことが示された。

PFNAの濃度組成比が高い2施設(施設番号19、20)と施設番号21は同じ地区にある処分場であるが、埋立年代が古い時期(古い順で、19→20→21)の施設ほど、PFNAの濃度が高い傾向であった。

PFASsでは、一部の処分場で100 ng/Lを超えるPFOS、PFBS、PFHxSが検出されたが、3物質それぞれの平均値(算術)は23~27 ng/Lであり、PFOAのように多くの施設で高濃度検出されるPFASsはなかった。

3・3 水処理の状況

図3に処分場の水処理におけるPFOA、PFOSの除去率を示した。RO膜処理を行っている施設(施設番号16)と、定期的な活性炭の交換を行っている(施設番号に○印)ほとんどの施設では、除去率が高い傾向であった。これらの処理を行っていない施設番号7の処分場でも見かけ上は良好な除去率であったが、凝集沈殿処理の後にラグーンがあり、電気伝導率の測定などにより、雨水等の混入による希釈があった可能性が高いと考えられた。

処分場の浸出水和放流水をPFOS、PFOA濃度により区分したときの施設数の頻度分布を**図4、5**に示した。水処理によりPFOS濃度が10 ng/Lを超える施設は3施設だけとなったが、PFOAの放流水中濃度が50 ng/L以上は8施設あり、200 ng/L以上の施設も1施設あった。これは、PFOAの浸出水濃度がPFOSより高濃度であること、PFOAの活性炭への吸着がPFOSより弱いためと考えられた。また、6施設におけるPFCsの活性炭吸着処理による除去率を、**図6、7**に示した。PFCAsは炭素鎖の短いものから破過が始まり、PFOAも除去率の低い施設があった。PFASsは1施設でPFBSの溶出が起こっていたが、他はPFCAsほど明確な破過は少なく、PFOSの除去率の低下は認められなかった。これらのことから、スルホン酸基を持つPFASsの方がPFCAsより、活性炭に強く吸着していることが推察された。

4 まとめ

千葉県内における一般廃棄物最終処分場埋立地からの浸出水中のPFCsの実態調査を行い、処分場水処理施設での処理状況を調査した。浸出水中からは高濃度のPFCsが検出されたが、活性炭吸着処理やRO膜処理がPFCsの除去対策として、一定程度有効に機能していることがわかった。

このように、高度処理によるPFCsの除去については

知見を得ることができたが、活性炭に吸着したPFCsやRO膜から発生する汚濁水に含まれるPFCsが、その後どのように処理されるのか確認できていないことが、課題として残されている。

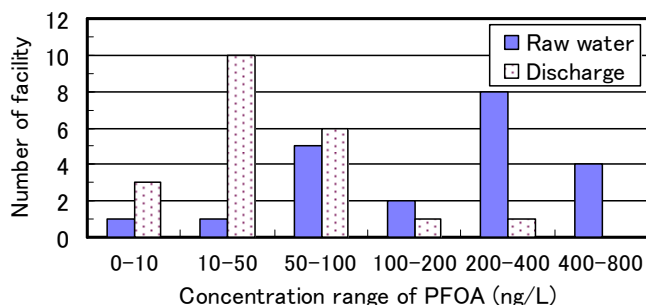


図4 PFOA濃度による頻度分布(浸出水, 放流水)

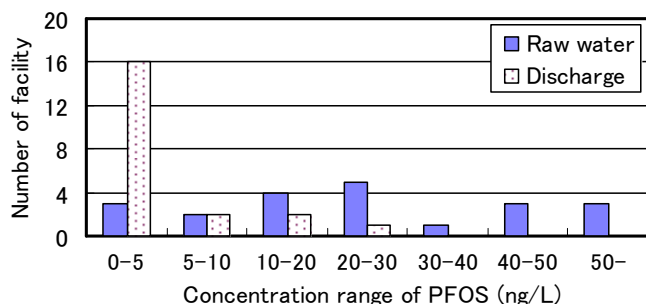


図5 PFOS濃度による頻度分布(浸出水, 放流水)

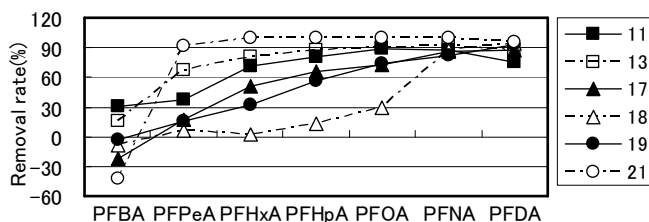


図6 PFCAsの除去率

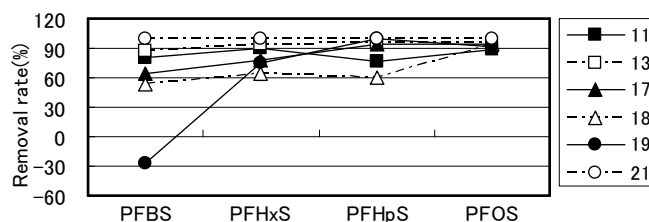


図7 PFASsの除去率

【参考文献】

- 1) 吉澤 正, 清水 明, 宇野健一 (2009) 有機フッ素化合物の千葉県内公共用水域における汚染実態—PFOS及びPFOA—, 千葉県環境研究センター年報第7号, 210-215.
- 2) 清水 明, 栗原正憲, 吉澤 正, 宇野健一 (2010) 千葉県港湾部における有機フッ素化合物の実態, 千葉県環境研究センター年報第8号, 193-198.
- 3) 栗原正憲, 吉澤 正, 清水 明, 宇野健一 (2010) 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第8号, 185-192