



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	都市ごみ埋立地浸出水中のプラスチック由来の内分泌かく乱物質の処理特性 -曝気、凝集沈殿処理-
Author(s)	朝倉, 宏; 松藤, 敏彦; 田中, 信壽
Description	第12回衛生工学シンポジウム (平成16年11月4日 (木) -5日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 5 廃棄物処理とリサイクル . 5-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 12, 145-148
Issue Date	2004-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1251
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-2_p145-148.pdf



5-2 都市ごみ埋立地浸出水中のプラスチック由来の内分泌かく乱物質の 処理特性 —曝気, 凝集沈殿処理—

○朝倉宏 (国立環境研究所), 松藤敏彦 (北海道大学), 田中信壽 (北海道大学)

1. はじめに

廃棄物埋立処分場の浸出水から、内分泌かく乱物質 (EDCs) のいくつかが比較的高濃度に検出されることが報告されている。一般廃棄物処分場を対象とした筆者らの調査¹⁾によると、浸出水中に EDCs のひとつであるビスフェノール A (以下, BPA) が 200 $\mu\text{g/L}$ 以上, フタル酸ジエチルヘキシル (以下, DEHP) が 60 $\mu\text{g/L}$ 以上で検出される場合があった。これは、河川水レベル²⁾とくらべて 5000 倍および 100 倍程度の濃度である。

その上、浸出水処理施設による EDCs 除去特性の調査はいまだ十分ではなく、特に DEHP に関する調査は少ない。そこで本研究では、EDCs の中でも特に高濃度で検出される BPA と DEHP をターゲットに、浸出水が処理プロセスで施される基礎的な処理方法である曝気および凝集沈殿処理を室内実験で再現することによって、処理特性を検討した。

曝気処理では、浸出水処理施設での実態調査によると BPA を大きく低減できる例が見られる³⁾が、生物学的な分解によるものなのか、それとも好氣的雰囲気による化学的な酸化分解によるものなのか明らかになっていない。そこで、滅菌および非滅菌、好氣的および嫌氣的雰囲気となるように条件を設定し、BPA の分解の要因を探った。

凝集沈殿処理では、疎水性の高い DEHP は SS に収着しやすいと考えられるため、効果的に除去できると考えられる。しかし、浸出水処理施設での実態調査³⁾によると最大でも半減程度の除去が最大であり効果的とは言えない。そこで、凝集沈殿処理を行った処理水における SS と液相における DEHP の存在割合を調べ、当処理方法の効果を評価した。

2. 実験方法

2.1 試料水の採取と BPA および DEHP の測定方法

一般廃棄物処分場の A および B 施設の、浸出水処理施設の処理プロセス中の浸出水を採取し、試料水とした。試料水中の BPA および DEHP は、ジクロロメタン (BPA の測定用) もしくはヘキサン (DEHP の測定用) を用いて抽出し、GC/MS (HITACHI M7200 GC/3DQMS) を用いて測定した。

2.2 曝気処理

B 施設の凝集沈殿槽流入水を採水し、3 L ガラス製ガロンびん 4 つの中に、2 つはガラスろ紙 (孔径 1 μm) でろ過滅菌したもの、2 つはろ過しないものを、3 L ずつ入れた。それぞれに BPA が 100 $\mu\text{g/L}$ 、DEHP が 50 $\mu\text{g/L}$ となるように標準物質を添加し、それぞれ 2 つずつを空気 (ポンプ) もしくは N_2 ガス (高純度) を流量 1.0 L/min で通気し、マグネチックスターラーで攪拌して 0, 0.5, 2, 6, 24, 48 および 96 時間ごとに採水し、ORP, TOC, BPA および DEHP につ

表1 曝気処理実験条件の組み合わせ

通気ガス	ろ過滅菌 しない	ろ過滅菌 する	
		非滅菌空気 非滅菌 N_2	滅菌空気 滅菌 N_2
水量 L	3		
ガス流量 L/min	1.0		

いてそれぞれ測定した。実験条件の組み合わせを表 1 (各実験条件を、非滅菌空気、非滅菌 N₂、滅菌空気、滅菌 N₂ と呼ぶ。) に、実験装置の概要を図 1 に示す。

2. 2 凝集沈殿処理

A, B 施設の凝集沈殿槽流入水 (A および B 水と呼ぶ) および精製水を試料水とした。試料水を 1 L ビーカーに 1 L ずつ入れた後、1 M の HCl または 1 M の NaOH を用いて所定の pH (5, 7, 9) に調整する。試料水に BPA が 100 μg/L, DEHP が 50 μg/L となるように標準物質を添加し、そこへ凝集剤として塩化第二鉄を A 水には 200 mg/L, B 水および精製水には 100 mg/L になるように添加し、ジャーテスターで急速攪拌、緩速攪拌および静置して SS を沈殿させる。実験条件を表 2 に示す。

懸濁液をガラスろ紙 (孔径 1 μm) でろ過したろ液とろ別した SS 中の BPA および DEHP を測定した。また本研究では、ろ液を凝集沈殿処理された処理水、ろ別した SS を凝集沈殿処理によって除去した SS とした。

3. 結果と考察

3. 1 曝気処理

ORP, BPA および DEHP の測定結果を図 2-a~c に示す。ORP は 98 時間経過後には、空気を通気したものは 200~250 mV, N₂ を通気したものは 120~130 mV となった。TOC は 60 mg-C/L 程度でいずれも低下しなかった。

BPA は、N₂ を通気したものは濃度が低下しなかった。したがって、嫌氣的雰囲気では BPA は分解できないと考えられる。また、BPA は曝気によって大気中へ気散するものではないこともわかった。空気を通気したものは 24 時間経過までいずれの実験条件も大きな濃度低下が見られない。

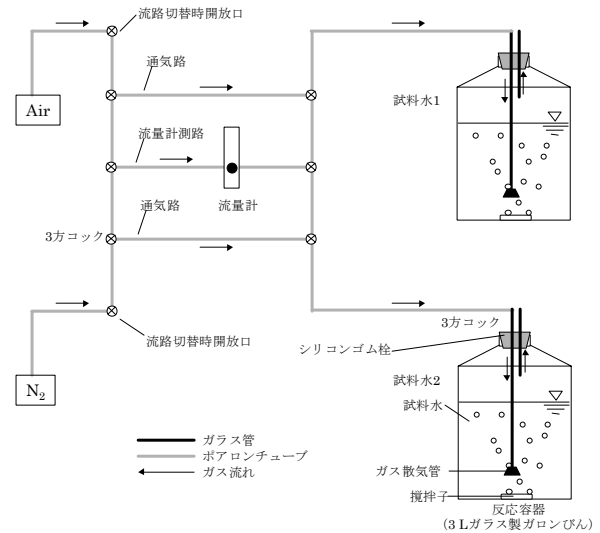


図1 曝気処理実験装置の概要

表2 凝集沈殿処理実験の実験条件

	試料水	
	A水	B水, 精製水
APs, BPA添加濃度	μg/L 100	
PAEs添加濃度	μg/L 50	
pH	5, 7, 9	5, 7, 9
凝集剤添加濃度	mg/L 200 (A水), 100 (B水)	
急速攪拌強度	rpm 120	
急速攪拌時間	分 5	
緩速攪拌強度	rpm 30	
緩速攪拌時間	分 10	
静置時間	h 1	

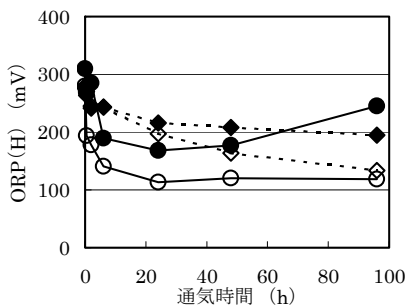


図 2-a ORP

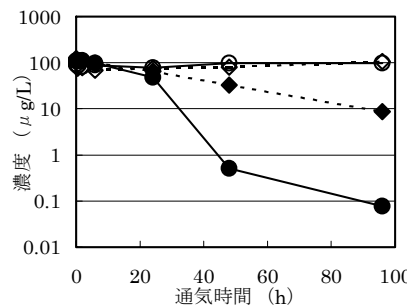


図 2-b BPA

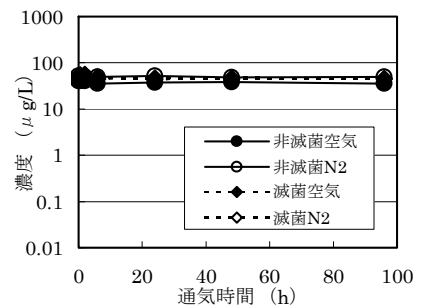


図 2-c DEHP

図 2 曝気処理実験結果

しかし、48時間経過までに、空気を通気したもののBPA濃度が減少し始め、96時間経過までに滅菌空気では1/10まで、非滅菌空気では分解速度がさらに大きく1/1000までBPA濃度が低下した。以上から、BPAの濃度減少の要因は、好氣的雰囲気における化学的な酸化による分解と、生物学的な分解の両方であると考えられる。また、B施設のように、TOCが60 mg-C/L程度の浸出水中のBPAを曝気処理する場合、48時間（2日間）の滞留時間で、BPA濃度を1/100まで減少させることができ、実態調査³⁾と同程度の除去効果を再現できた。

DEHPはいずれの実験条件でも濃度が低下しなかった。したがって、浸出水中のDEHPは、曝気によって処理できないことと、曝気によって大気中に気散するものではないことがわかった。

3.2 凝集沈殿処理

BPAとDEHPの結果を図3-a~fに示す。SSから抽出したものをSS性、ろ液から抽出したものを溶存性とした。BPAとDEHPについては、精製水の凝集沈殿処理前においても、ろ過に使用したガラスろ紙からBPAおよびDEHPが検出されたので、その量はガラスろ紙自体に収着される溶存性のBPAおよびDEHPとして、すべての測定結果において溶存性の濃度に加え、またSS性の濃度から減じた。

SSはpH7において、A水では77から400 mg/Lへ、B水では45から560 mg/Lへ増加した。

BPAは、大部分が溶存性であるため、凝集沈殿処理による除去効果は期待できない。

DEHPは、pH7において凝集沈殿処理によって溶存性の濃度が減少し、SS性の濃度が上昇した。これは、もともとSSをもたない精製水にも見られた。したがって、DEHPは鉄コロイドにも収着する性質があると考えられる。精製水、AおよびB水とも、凝集沈殿後にSSを取り除くことができれば、pH7において50~70%程度除去可能であった。

この結果に反して、実際の浸出水処理施設での凝集沈殿処理ではDEHPが半減しない場合が7

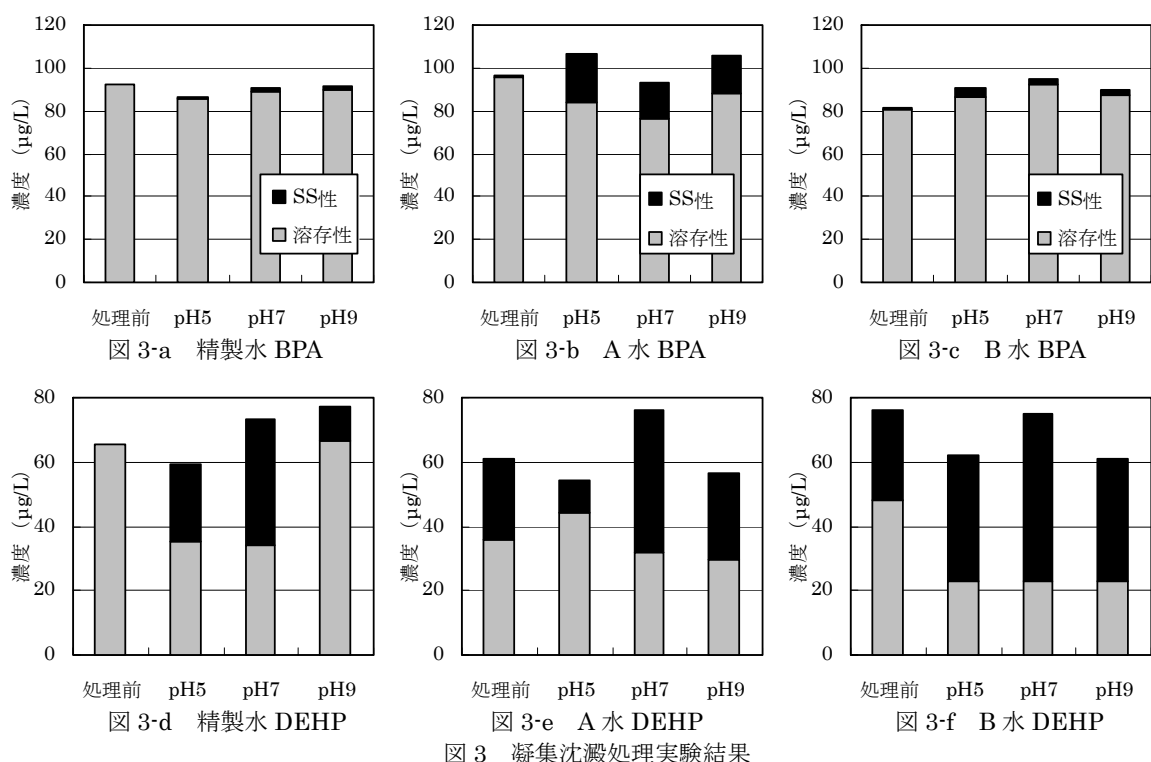


図3 凝集沈殿処理実験結果

例中 4 例あった³⁾が、実際の処理施設では凝集剤の添加量が少ない、あるいは固液分離が十分に行われていないなどの理由で凝集沈殿の処理効率が低いためであると考えられる。ただし、実態調査でよく見られた浸出水中の DEHP 濃度レベル³⁾である 10 $\mu\text{g/L}$ を含む浸出水に凝集沈殿処理を施し、本実験のようにろ過程度の固液分離を行っても、河川水中の DEHP 濃度レベル²⁾である 0.6 $\mu\text{g/L}$ まで低減できないため、凝集沈殿処理だけでは十分な処理が出来るとはいえない。

山田らの報告⁴⁾によると、浸出水処理施設の処理原水中の DEHP は、凝集沈殿後には 260 から 97 $\mu\text{g/L}$ まで減少していた。DEHP の溶解度は 41 $\mu\text{g/L}$ (20°C)⁵⁾であるので、浸出水中に 260 $\mu\text{g/L}$ もの高濃度で含まれていたのは、SS に収着した状態で存在しているためであると考えられる。SS の値が得られないので、凝集沈殿処理による DEHP の除去効果について評価できないが、当処理方法だけでは DEHP を十分に処理できていない。

以上から、DEHP は凝集沈殿処理では除去が不十分であると考えられる。水処理による DEHP の除去の困難さは Bauer ら⁶⁾によっても指摘されており、完全な除去のためには促進酸化処理などの高度な処理法が有効であるとしている。

4. まとめ

廃棄物埋立処分場の浸出水が処理プロセスで置かれる曝気および凝集沈殿処理を室内実験で再現することによって、BPA と DEHP の処理特性を検討した。以下に得られた結果をまとめる。

- (1) BPA は、曝気処理実験によって、濃度減少の要因は生物学的分解と好氣的雰囲気における化学的な酸化分解の両方であることが示唆された。48 時間 (2 日間) の滞留時間で、BPA 濃度を 1/100 まで減少させることができ、効果的に除去できることが分かった。また、試料水中の BPA は、大部分が溶溶性であるため、凝集沈殿処理では除去できない。
- (2) DEHP は、曝気処理では濃度低下が見られなかった。凝集沈殿処理によって SS 性の濃度が増加し、この SS 分を取り除くことができれば、pH7 において 50~70% 程度除去できるが、この除去レベルでは河川水濃度レベルまで処理できない。

参考文献

- 1) Hiroshi Asakura, Toshihiko Matsuto and Nobutoshi Tanaka: Behavior of endocrine-disrupting chemicals in leachate from MSW landfill sites in Japan, Waste Management, Vol.24, pp.613-622 (2004)
- 2) 環境庁水質保全局水質管理課編：水環境中の内分泌攪乱化学物質 (いわゆる環境ホルモン) 実態調査結果 (1999)
- 3) 朝倉宏, 栗田祐希, 松藤敏彦, 田中信壽：浸出水処理プロセスにおける BPA および DEHP の処理特性, 第 15 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 掲載予定 (2004)
- 4) 山田和哉, 浦瀬太郎, 松尾友矩他：異なる形式の廃棄物処分場の浸出水中の微量有機成分の計測とその浸出水処理過程での挙動, 水環境学会誌, Vol.22, No.1, pp.40-45 (1999)
- 5) Leyder, F. and Boulanger, P.: Bull. Environ. Contam. Toxicol. Vol.30, pp.152-157 (1983)
- 6) Bauer, M.J., Herrmann, R., Martin, A. and Zellmann, H.: Chemodynamics, transport, behaviour and treatment of phthalic acid esters in municipal landfill leachates. Water Sci Technol, Vol.38, pp.185-192 (1998)