

VII-287

ポリ塩化ビニル製品からのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル及び
リン酸トリフェニルの溶出特性

日本電子計算 正会員 門脇香織

長岡技術科学大学 正会員 小松俊哉 正会員 桃井清至

1. はじめに

近年、廃棄物埋立処分地の浸出水や河川水などから有害化学物質であるフタル酸エステル類や有機リン酸トリエステル類などのプラスチック添加剤が検出されたことが注目されている。その起源はプラスチック類と考えられるため、本研究ではフタル酸エステル類、有機リン酸エステル類の含有量が高いポリ塩化ビニル（PVC）製品を用いて溶出試験を行い、それらの化合物の溶出に影響を及ぼす因子について検討を行った。

2. 実験方法

2-1 実験試料

実験にはPVC製のビニルチューブ及びバスカーテンを用いた。

2-2 含有量試験

試料0.1gにテトラヒドロフラン1mlを加え¹⁾²⁾、時々攪拌しながら15時間放置し、試料を溶解させたのち、エタノールを10ml加えて樹脂成分を析出させグラスファイバーろ紙でろ過した。

2-3 溶出試験

三角フラスコに一定の大きさにはさみで切断した試料（チューブは10g、バスカーテンは1g）と、NaOHまたはHClでpHを調整した精製水100mlを入れ、恒温器中の自公転式スターラーで攪拌し、一定時間（通常24時間）経過後の溶出液中の濃度を測定した。溶出液は懸濁状態ではなかったため、ろ過は行わなかった。pH条件は4, 7, 10, 温度条件は10℃, 25℃, 40℃とし、同一条件で5回程度の試験を行った。

2-4 ガスクロマトグラフ分析

含有量試験、溶出試験で得られた溶液にヘキサン及びNaClを加えて激しく振とうし、静置後のヘキサン層をGCに付した。検出器として、フタル酸エステル類ではECDまたはFIDを、有機リン酸トリエステル類ではFPDを用いた。

3. 実験結果

3-1 含有量試験

チューブ中にフタル酸ジ-2-エチルヘキシル（DEHP）が重量で約45%含まれていること、及びバスカーテン中にDEHPが約13%とリン酸トリフェニル（TPP）が約6.9%含まれていることが確かめられた。また含有量試験の再現性は非常に高かった。

3-2 溶出濃度の時間変化

溶出試験においてチューブからDEHPが、またバスカーテンからDEHPとTPPが溶出したが、溶出濃度はDEHPでは約12時間、TPPでは約3時間で最大濃度に達し、それ以後48時間まではほぼ一定の濃度を示した。なお、本実験ではDEHP等のフラスコ壁面への吸着量は無視できることが確認されている。

キーワード：ポリ塩化ビニル、フタル酸エステル類、有機リン酸トリエステル類、溶出試験

連絡先：〒940-21 長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 0258-46-6000ex6313

3-3 フタル酸エステル類の溶出特性

同一条件で行った試験において溶出濃度にかんがりのばらつきがみられたため（チューブでは最大と最小で5倍程度），溶出特性を把握するためには同一条件で多数の試験をする必要があった。その結果，温度が高くなるほど溶出濃度が高い傾向がみられた。また，pHに関しては酸性域（pH 4）で溶出濃度が低い傾向がみられた。表1に温度の影響を，表2にpHの影響を各々示す。水質環境基準の0.06mg/l（指針値）を上回る0.2～0.7mg/lのDEHPが溶出したことがわかる。また，含有量に対する溶出率は非常に低く，最大でも0.028%であった。

3-4 有機リン酸トリエステル類の溶出特性

溶出試験においてpHの影響はほとんどみられなかったため，全試験結果をもとにした温度の影響を表3に示す。TPPの溶出濃度もばらつきがあるものの，温度が高くなるほど溶出濃度が高い傾向がみられる。TPPは有機リン酸トリエステル類の中でも特に細胞毒性が強い物質である。有機リン酸トリエステル類ではリン酸トリス（2-クロロエチル）の溶出特性が多く検討されているが^{2),3),4)}，本実験でのTPPの溶出濃度（1.3～2.3mg/l）は，化合物や実験条件の違いはあるものの，それらと比較して2オーダー程度高い。含有量に対する溶出率は最大で0.33%であった。

3-5 繰り返し試験における溶出特性

溶出の継続性を調べるため，繰り返し溶出試験を行った。表4にDEHPの結果を示す。25℃，40℃ともに溶出濃度は同レベルで推移した。表5にTPPの結果を示す（5実験の平均値）。TPPの場合，25℃では溶出濃度が次第に減少したが，40℃では同レベルで推移した。

4. まとめ

PVC製品からDEHP，TPPがかなり高濃度で溶出し，温度が高くなるほど溶出濃度が高いことや溶出が継続的に起きることなどが明らかになった。

これらの物質による環境汚染を防ぐためには，PVC製品や廃棄されるPVCに対して溶出試験を行うことなども必要であると思われる。

表1 各温度におけるDEHPの溶出濃度（mg/l）（チューブ，pH:10）

temp.	n	avg.	max	min	s.d.
10℃	5	0.318	0.592	0.115	0.180
25℃	4	0.583	0.915	0.277	0.272
40℃	5	0.696	1.154	0.306	0.320

表2 各pHにおけるDEHPの溶出濃度（mg/l）（バスカーテン，25℃）

pH	n	avg.	max	min	s.d.
4	5	0.186	0.297	0.143	0.063
7	5	0.367	0.535	0.234	0.112
10	4	0.343	0.421	0.293	0.057

表3 各温度におけるTPPの溶出濃度（mg/l）（バスカーテン）

temp.	n	avg.	max	min	s.d.
10℃	15	1.31	1.76	0.808	0.321
25℃	15	1.65	2.01	1.02	0.287
40℃	15	2.26	4.03	1.51	0.648

表4 繰り返し試験におけるDEHPの溶出濃度（mg/l）（バスカーテン，pH:7）

temp.	繰り返し回数			
	1	2	3	4
25℃	0.350	0.302	0.279	0.403
40℃	0.606	0.333	0.503	0.428

表5 繰り返し試験におけるTPPの溶出濃度（mg/l）（バスカーテン）

temp.	繰り返し回数			
	1	2	3	4
25℃	1.71	1.28	1.21	1.11
40℃	2.02	2.14	2.16	1.93

参考文献

- 1) 福井博ら 廃棄物学会誌 Vol.5,175-184 (1994)
- 2) 永瀬誠ら 第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集 918-920 (1995)
- 3) 安原昭夫 環境化学 Vol.6,43-47 (1996)
- 4) 川越保徳ら 第4回廃棄物学会研究発表会講演論文集 527-530 (1993)