

リン酸トリエステルの水環境中での汚染状況と動態

広島大学大学院 学生会員 ○嶋津 治希
竹下 弥生
広島大学工学部 正会員 福島 武彦
広島大学工学部 正会員 尾崎 則篤

1. はじめに

有機リン酸トリエステル(OPEs; Organophosphoric Acid Triesters)は発癌性、神経毒性が指摘され、近年注目を集めている化学物質のひとつである。本研究では、OPEsの排出源として注目を集めている埋立処分場、下水処理場、及び広島県内の河川の調査を行い、OPEsの水環境中での汚染状況と動態を把握することを目的とする。

2. 実験方法

広島県内の河川（八幡川、瀬野川、太田川、黒瀬川）と埋立処分場（K埋立処分場、B埋立処分場、I埋立処分場）、S下水処理場を調査対象とした。S下水処理場においては、非降雨時、降雨時に経時的な試料の採取を行った。これらの試料を溶存態と懸濁態に分け、OPEsの濃度の測定をGC-FPDで行った。Fig. 1にOPEsの溶存態、懸濁態の分析フローを示す。

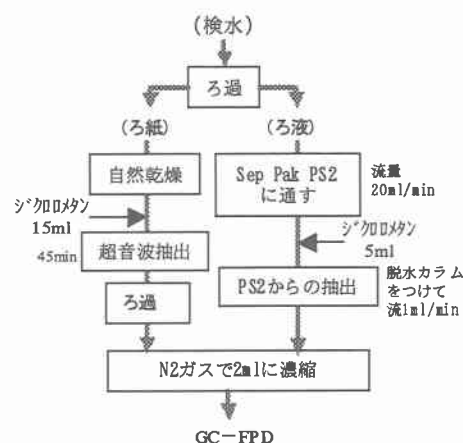


Fig. 1 OPEsの分析フロー

Table 1. 埋立処分場の検出濃度

($\mu\text{g/l}$)	溶存態	懸濁態	検出率*
リン酸トリエチル (TEP)	0.0481~16.4	0.0615	9.1/11
リン酸トリブチル (TBP)	0.0308~9.01	0.0205	9.1/11
リン酸トリス(2-クロロエチル) (TCEP)	0.0241~3.00	ND	9.0/11
リン酸トリフェニル (TPP)	0.562~1.11	ND	4.0/11
リン酸トリブトキシエチル (TBXP)	0.542~8.11	ND	4.0/11
リン酸トリスエチルヘキシル (TEHP)	ND	ND	
リン酸トリクレジル (TCP)	3.31~3.43	ND	2.0/11

* 検出率=(溶存態、懸濁態)検出数/測定数

3. 結果と考察

(1) 埋立処分場

埋立処分場では、溶存態については様々なOPEsが検出された (Table 1)。なお、検出頻度が高い物質はTEP、TBP、TCEPであり、この中でもTEPの濃度が最も高かった。一方、懸濁態では、OPEsが検出されることはほとんどなかった。

K処分場の検出濃度は他の処分場濃度と比較すると全体的に高い。これはK処分場に搬入されている廃棄物の中に、廃プラスチック、不燃ごみ等、OPEsを含む可能性の高いものがあるためと考えられる。一方、B処分場とI処分場の検出濃度が低かったのは、廃プラスチック類の搬入量が少ないためと考えられる。

Fig. 2にOPEsの水溶解度パターンを示しているが、K処分場における検出濃度パターンはこれに非常に類似している。しかしながら、水溶解度パターンで見るとTEP、TBP、TCEP、TBXPはTPP、TEHP、TCPと比較すると2オーダー以上高く、物質間で大きな差が生じているが、検出濃度パターンで見ると、各物質間でオーダー差は出ていない。これは廃棄物の種類、搬入量や廃棄物からの溶出挙動の違いが影響していると考えられる。

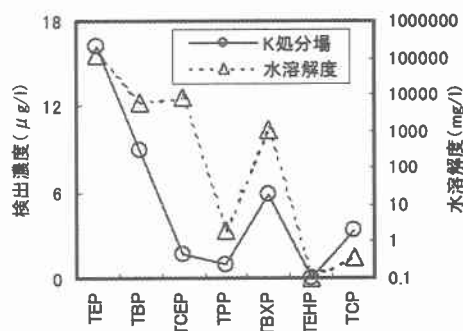


Fig. 2 K埋立処分場におけるOPEs検出濃度パターンと水溶解度パターン

(2) S 下水処理場

非降雨時には、親水性の TEP、TBP、TCEP、TBXP が検出された。降雨時にはさらに、疎水性の TPP、TEHP も検出された。

以下に各物質の流出傾向と負荷量について述べる。TBXP は、他の OPEs と比較して、非降雨時における流出負荷量が、降雨時よりも多い。また、非降雨時、降雨時ともに、流入水中の溶存態の負荷量が懸濁態よりも多い。このため、常に流水中に溶存態として存在していることが推測される。次に、非降雨時の経時変化に注目すると、10 時ごろに最も負荷量が多い。また、非降雨時における TBXP の流入負荷量は、他の OPEs と比較すると、100 から 1000 倍多く、生活排水中の洗剤等液体に含まれる代表的な物質であるからといえる (Fig.3-A)。

TBP、TEP、TCEP においても、非降雨時の経時変化に注目すると、昼から夜にかけて多く、夜中は少ない傾向にある。これは、流入水の流量や SS と同傾向であり、人間活動と密接な関係があると考えられる。(Fig.3-B)。

TPP、TEHP は降雨時にもみ検出されている。このように雨水流出特有の物質は、環境中に残存していたものが、雨水によって流出したのではないかと推測される。

雨水流出 (降雨流出 - 非降雨時) の経時変化 (Fig.4) をみると、全ての物質において、懸濁態負荷量は SS に、溶存態負荷量は流入水量に比例して、流出している。また SS と同様にファーストフラッシュ現象が見られた。

(3) 河川

本研究で調査対象とした河川では、全ての河川において溶存態 TEP、TBP、TCEP が検出された。国信橋付近と黒瀬川の河川水からは溶存態 TBXP の存在も確認された。また、懸濁態 TEP、TBP は各河川で存在が確認されているが、すべて定量下限値以下の低い値であった。また、黒瀬川における検出濃度が、他の河川と比較すると最も高かった。

黒瀬川において、OPEs 汚染の高い地点の濃度パターンと S 下水処理場における非降雨時の濃度パターンが類似している (Fig.5)。このため、黒瀬川の OPEs 汚染は人間活動と関係があると考えられる。

4. 結論

本研究は、OPEs の発生源、水域で、傾向を見るために、7 種の OPEs の濃度を測定し、その濃度パターンに着目した。この濃度パターンの比較から OPEs の発生源を推測できる可能性が本研究において示された。今後、OPEs の挙動をより明確に捕らえていくためには、水中濃度だけでなく、大気中、底質への OPEs の移行を明らかにする研究が必要であると考えられる。

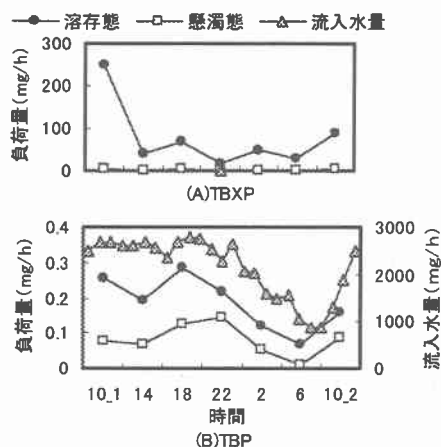


Fig.3 非降雨時OPEs負荷量の経時変化

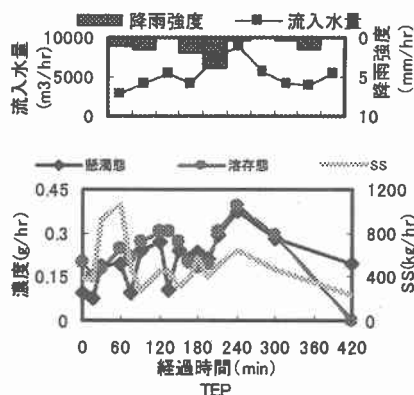


Fig.4 雨水流出TEP負荷量の経時変化

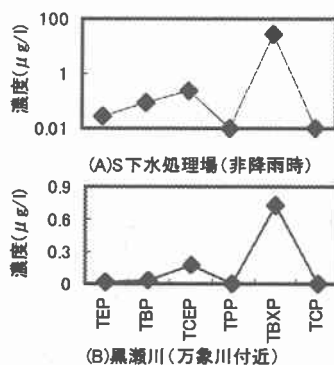


Fig.5 OPEsの濃度パターン