

道路構造物から溶出する PRTR 対象物質に関する研究

- アスファルト等から流出する有機物について -

環境技術部 坂本広美、庄司成敬*、秀平敦子、環境保全部 三島聡子

*：現在、科学技術振興課

1 はじめに

「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（化学物質排出把握管理促進法、いわゆる PRTR 法）に基づき、対象となる第 1 種指定化学物質(354 物質)における平成 13 年度の集計結果が、環境省あるいは県のホームページなどで公表されている^{1,2)}。この法律では、県を經由して集められた対象事業所（点源）データの集計および届出対象外（非点源）データの推計を国が行うことになっている。点源については、使用化学物質の種類および量などのデータがすでに集積されつつあるが、非点源の中でも「家庭」あるいは「その他」については、使用されている化学物質が多岐にわたること、また流出・拡散経路の複雑さなどから、排出量の推計に使用可能なデータの蓄積が進んでいないため、十分な推計が行われていないのが現状である。

そこで、「その他」の中でも専有面積が比較的広く、しかもデータが得られていない道路およびその周辺構造物に着目し、PRTR 対象物質が排出される可能性について検討を行った。ここでは、高架道路あるいはアスファルトなどから流出する有機物に関する結果について報告する。

2 方法

2.1 実験材料

2.1.1 アスファルト

現在舗装の約 9 割を占めるアスファルトの中から、ストレートアスファルトと改質剤を加えた改質型を対象として選び、屋外試験用のサンプル(0.5m × 1.1m × 5cm 厚)をメーカーに依頼して作製した。

2.1.2 路面標示用塗料

路面標示用塗料には、大きく粉体と液体の 2 種類があり、色は白色または黄色である。また、最近は安全面や環境保全の観点から、有機溶剤の使用を削減した水性塗料も販売されている。今回の実験では、粉体（白・黄）、液体（白・黄）および水性塗料（白）の 5 種類を溶出試験に使用した。

2.1.3 雨水配水管

高架道路の雨水流出水採取場所には、塩化ビニル（PVC）製の雨水配水管（VP-200）が設置されている。降雨流出水は、配水管を通った後に採取しているため、配水管に由来する対象物質の溶出を確認する必要がある。今回は、水道用の PVC パイプ（VP-13、内径 1cm、厚さ 2mm）を使用して溶出試験を行った。

2.2 実験方法

2.2.1 高架道路降雨初期流出水の採取および分析

降雨前にあらかじめ採取容器をセットし³⁾、初期流出水を一定量採取した後、水封された状態が保てるようにした。採取した試料は、揮発性有機化合物(VOC)54物質(うちPRTR対象物質は26物質)の分析、フタル酸エステル類の分析⁴⁾および2種類(PS-2およびAC-2)のカートリッジによって抽出されるPRTR対象物質の分析⁵⁾を行った。

2.2.2 アスファルトサンプルの屋外暴露試験

サンプルは、雨が降った場合に、雨水がアスファルト表面を通過して試料採取用バット(SUS 304製)に流れ込むように、約10°の角度をつけて設置した。降雨のたびに、雨水流出水を採取して分析に供した。同時に降雨採水装置により採取した雨水の分析も行った。試験期間は、2002年2月~9月の約半年間であった。採取した雨水流出水は、pHと水量を測定後、フタル酸エステル類の分析、PS-2およびAC-2によって抽出されるPRTR対象物質の分析を行った。

2.2.3 路面標示用塗料の溶出試験

塗料表面から溶出する有機物を検索するため、モリブデン製角形ポットの底面(10×13cm)に、液体および水性塗料は5mm厚で塗布し、粉体塗料は5mm厚に広げた後、ホットプレートで180~200°Cに加熱溶解した。3時間風乾した後、純水に酢酸を加えてpH4に調整した水(以下調整水)を1Lずつ加えて7日間放置した。溶出液は、500mLをジクロロメタン50mLで2回抽出し、約3mLに濃縮後、GC/MSに付した。

2.2.4 PVCパイプの溶出試験

試料を1mの長さにカットして調整水で内部を満たし、上下をステンレスキャップで密封した。そのまま屋外で1晩放置後、開封して溶出液を採取した。また、1mの試料をさらに25cmずつにカットし、ステンレス製バット(20×30×8cm、ふた付き)に入れて、パイプの半分の高さまで浸るように調整水を注いだ。屋外に放置し、1日および7日後に溶出液を採取した。溶出液は、アスファルトの場合と同様に分析した。

3 結果および考察

3.1 高架道路降雨初期流出水の分析結果

分析を行った物質の中から、検出が確認されたものを表1に示した。VOCでは、ジクロロメタン、クロロホルムを除き、ベンゼンあるいはエチルベンゼンなど、ガソリンに由来する炭化水素の検出頻度が高かった。その他では、ビスフェノールA、ノニルフェノールおよびフタル酸エステル類の検出頻度が高い結果であった。

3.2 アスファルトサンプルの屋外暴露試験

ストレートアスファルトおよび改質型のいずれのサンプルからも、フタル酸ジエチル(DEP)、フタル酸ジ-n-ブチル(DBP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DEHP)あるいはノニルフェノール等が検出された。このうち、濃度が高かった

表1 道路降雨初期流出水中に検出された対象物質

分析項目	濃度範囲	検出頻度
シクロロメタン	<0.1 ~ 1.7 µg/L	1/7
クロロホルム	<0.1 ~ 0.5 µg/L	2/7
ベンゼン	<0.1 ~ 0.2 µg/L	3/7
トルエン	<0.1 ~ 1.3 µg/L	2/7
クロロベンゼン	<0.1 ~ 0.6 µg/L	1/7
エチルベンゼン	<0.1 ~ 0.1 µg/L	3/7
1,2,4-トリメチルベンゼン	<0.1 ~ 0.1 µg/L	1/7
ナフタレン	<0.1 ~ 0.2 µg/L	1/7
ビスフェノールA	<0.1 ~ 4.1 µg/L	4/7
4-t-オクチルフェノール	<0.1 ~ 1.8 µg/L	1/7
4-n-オクチルフェノール	<0.1 ~ 1.5 µg/L	2/6
4-n-ニルフェノール	<0.1 ~ 1.5 µg/L	3/6
フタル酸シエチル	<0.1 ~ 0.1 µg/L	2/6
フタル酸シ-n-ブチル	<0.1 ~ 0.6 µg/L	3/6
フタル酸シエチルヘキシル	<0.1 ~ 1.7 µg/L	3/6
N,N-ジメチルホルムアミド	<0.1 ~ 3.0 µg/L	2/6
エチレングリコールモノエチルエーテル	<0.1 ~ 10 µg/L	1/6
酢酸2-エトキシエチル	<0.1 ~ 0.7 µg/L	3/7

DBP および DEP は、図1に示すように、サンプル設置後から数回の降雨時に高い値が検出されたものの、その後は低い値で推移した。7~8月の強い日差しを受けた後でも、レベルの増加は認められなかった。従って、これらのフタル酸エステル類は、アスファルト敷設後の早い段階で、大部分が洗い流されて溶出すると考えられた。

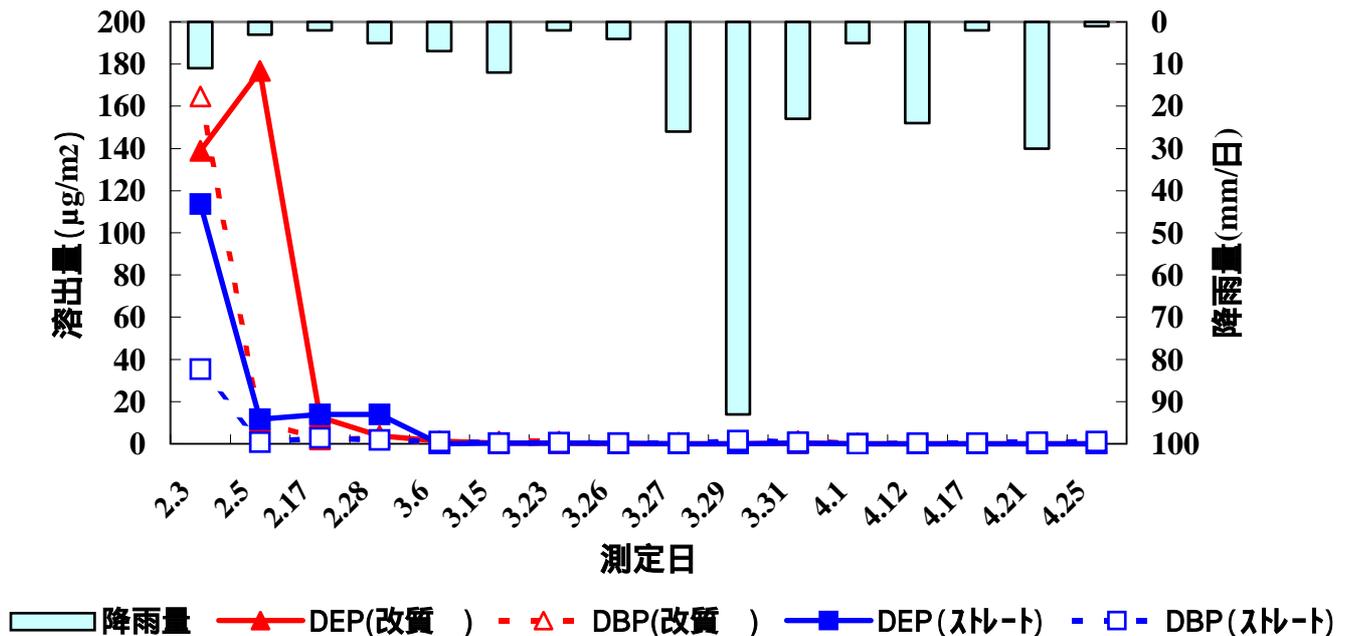


図1 雨水流出水中のフタル酸エステル類

また、ノニルフェノールについては、溶出量は少ないものの、より長期にわたって溶出することが確認された。ただし、アスファルトがノニルフェノールの発生源となる可能性は低いものと考えられた。

3.2 路面標示用塗料の溶出試験

塗料表面から溶出する有機物を検索したところ、液体塗料からは PRTR 対象物質である N,N-アゾビスイソブチロニトリル(発泡剤)、エチルベンゼン、キシレン、フェノール、クレゾール、1,3,5-トリメチルベンゼンおよびベンズアルデヒドなどの検出が確認された。しかし粉体塗料からは、これまでのところ対象物質の溶出は確認されなかった。水性塗料からは、ベンズアルデヒドの溶出が確認された。単位面積当たりの溶出量を把握することが今後の課題である。

3.3 PVC パイプの溶出試験

PVC 製品には、フタル酸エステル類、ビスフェノール A およびノニルフェノールが含まれているため⁶⁾、PVC 製の雨水排水管からこれらの物質が溶出する可能性が考えられた。しかしながら、水道用パイプを用いた今回の溶出試験では、いずれの場合もビスフェノール A およびノニルフェノールは検出されないことを確認した。また、フタル酸エステル類についても溶出は認められなかった。ただし、より長期間屋外に放置した場合には、樹脂の劣化等により、溶出がしやすくなる可能性があるため、長期間の実験を行って確認することが必要と思われた。

4 おわりに

今回の結果から、様々な種類の PRTR 対象物質が道路およびその周辺構造物から排出される可能性が明らかになった。特に、施工直後の流出量が多かったことについては、詳細な検討が必要である。今後、これ以外の非点源についてもデータの蓄積を行っていくことにより、実態の解明と推計精度の向上が見込まれるため、PRTR の効果的な運用と化学物質をより安全に管理する手法の提言が可能になると思われた。

引用文献

- 1) PRTR 集計結果のコーナー：<http://www.prtr-info.jp/index.html>
- 2) かながわ PRTR 情報室：<http://www.k-erc.pref.kangawa.jp/prtr/>
- 3) 安部明美、飯田勝彦、大塚知泰、庄司成敬、三村春雄、水環境学会誌、第 24 巻、第 9 号、pp.613-618(2001)
- 4) 外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル(水質、底質、水生生物)、環境庁水質保全局水質管理課、平成 10 年 10 月
- 5) 飯田勝彦、三村春雄、安部明美、神奈川県環境科学センター研究報告、第 23 号、pp.27-33(2000)
- 6) 河村葉子、互井千恵子、前原玉枝、山田 隆、食品衛生学雑誌、Vol.40, pp.274-284(1999)