

B-42 雨天時道路排水中の重金属の実態調査

○ 石井誠¹・原田大介²・吉本國春^{3*}・岩佐航一郎⁴

¹東洋大学大学院工学研究科環境・デザイン専攻博士前期課程（〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100）

²（株）埼玉種畜牧場（〒350-1221 埼玉県日高市下大谷沢 546）

^{3*}東洋大学工学部環境建設学科（〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100）

⁴積水化学工業（株）（〒601-8105 京都府京都市南区上烏羽上岡子町 2-2）

* E-mail:yoshi@eng.toyo.ac.jp

1. はじめに

車両のタイヤや塗装、ガソリンや軽油などの燃料・潤滑油、道路舗装のアスファルトなど、さらには路面の白線などの塗料、これらに含まれている重金属が、交通量の多い高速道路や大都市圏の国道などにおいて、種々の摩耗・劣化や排気ガスにより道路周辺に飛散し、道路清掃車により定期的に清掃、除去されているものの、雨天時に多くは路面排水とともに近くの雨水排水路にそのまま流出している（表-1 参照）。河川上流部の上水道の水源部などにおいては、こうした重金属の流入は無視できないものと考えられる。

そこで、本研究では高速道路と国道において、雨天時の道路排水中に含まれている重金属濃度の実態調査を行い、得られたデータから周辺の水環境へ及ぼす影響を検討することを目的に行った。

2. 実験方法

(1) 概要

本研究では2ヶ所の道路から採水した道路排水と、同時に採水した降雨を大学へ持ち帰り、道路排水と雨水中に含まれている重金属（Pb、Cd）の測定とCOD、pH、Ec、水温などの水質調査を行った。また、重金属の測定については排水中に含まれている重金属が十分に溶解していない可能性も考えて、MW（マイクロウェーブ）で分解処理を行い、排水中の重金属を十分に溶解させてから測定も行った。

さらに、道路排水の地下中（地下水を含む）での挙動を把握するために、同試料水を室内にて数ヶ月間放置し、この間の水質変化を把握した。

(2) 道路排水の採水

今回の採水は、大学から近い鶴ヶ島市内を通っている

表-1 道路上における主な重金属の発生源

項目	Zn	Cr	Pb	Mn	Cd
タイヤ	○				
路面標示用塗料		○	○		
アスファルト				○	
車両メッキ					○

関越自動車道と国道 16 号線にある長さ約 1,600m の上江橋を対象として、採水可能な降雨の日に採水を行った。

降雨開始時に道路の排水管の前で待機し、初期排水が流出し始めたらバケツを用いて約 1ℓ採水した。これを保存容器（500ml）に移し替えた。初期排水が流出し始めてから 10 分後の排水を同じように採水し、この作業を保存容器 4 本分になるまで行った。

また、道路排水中に重金属が検出される場合、それが雨水に由来していないかを調べるため雨水も採水し、道路排水と同様の水質分析を行った。

(3) Geo-REX を用いた重金属測定

重金属濃度は Geo-REX を用いて測定した。これは各重金属に合わせたカートリッジを使用し、カートリッジ内の金属部に電流を流し、試料水に含まれる重金属を吸着させ、ピークを迎えると今度は逆に吸着していた重金属が金属部から離れていき、それまでの電気の流れがグラフ化される。重金属が吸着しピークをむかえ離れていくまでの山形の部分の面積から重金属の濃度を求めるものである。

①パソコンを起動させ、Geo-REX 測定専用ソフトウェアを起動する。

②採水した試料水 6ml を測定用カートリッジに注入する。

③検液注入後、カートリッジを検液注入用ホルダーから取り外し、分析ホルダーにセットする。

④パソコンの画面上に表示される START ボタンをクリック

クシ重金属の測定を開始する(約5分)。

(4) MWによる分解

道路排水中に重金属を含んでいると考えられるタイヤ片や磨耗したアスファルト片などの物質は、マイクロウェーブで分解処理を行い、それらの物質を溶解性物質に変化させて測定する方法も同時に行った。

①試料水3mlをMW用ベッセルに取分け、1M塩酸を150μl添加する。

②ベッセルをベッセルホルダーにセットする。

③ベッセルを700Wで3分30秒間加圧、加熱を行い、減圧、冷却を行うため30分間放置する。

④MW分解した試料をピーカーに取り出し、Geo-REXで試料水を測定する際のpHの分析許容範囲のpH3~pH8に調整するため30倍に蒸留水で希釈する。

3. 実験結果

関越自動車道からは2007年11月5日、同10日、12月13日に、国道16号(上江橋)からは2007年10月19日、11月5日、12月13日の降雨日に採水した。その時の降雨量はいずれも数mm程度の弱い雨であった。

雨水についてもPb、Cd濃度を測定したが、ほとんど検出されることはなかったため、道路排水中に含まれている重金属は雨水に由来しないと考えられる。

関越自動車道から採水した道路排水中のPb濃度の推移を図-1~3に、国道(上江橋)から採水した道路排水中のPb濃度の推移を図-4~6に示す。また、10月19日の国道からの道路排水を除き、Cdについてはほとんど検出されなかった。

(1) 関越自動車道の重金属測定結果

a) 11月5日

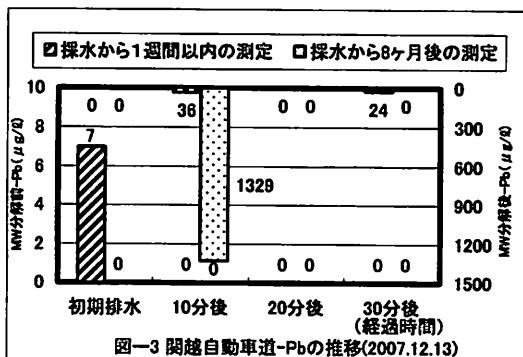
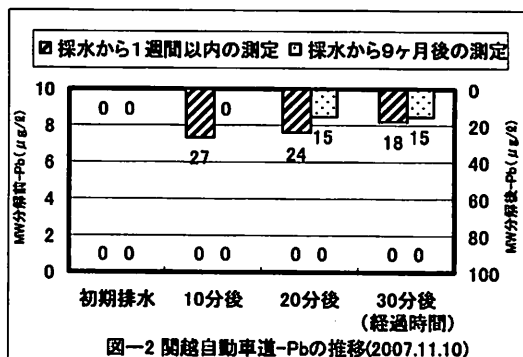
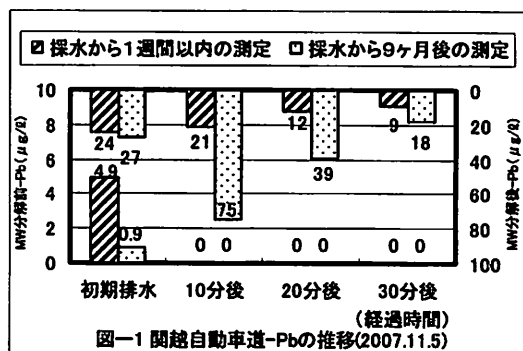
MW分解前: 採水から1週間以内に測定した場合、初期排水から4.9μg/lのPbが検出されたが、それ以降の道路排水からは検出されなかった。約9ヵ月後に同試料水を再び測定すると0.9μg/lとなり、前回の約1/5となった。

MW分解後: 採水から一週間以内に測定した場合、初期排水から24、21、12、9μg/lが検出された。時間の経過に従い徐々にPb濃度が低下する結果となった。しかし、約9ヵ月後に同試料水を再び測定すると、初期排水から27、75、39、18μg/lのPbが検出され、9ヵ月間にPb濃度が大きく増加する結果となった。

b) 11月10日

MW分解前: 採水直後に測定した結果も約9ヵ月後に測定した結果もPbは検出されなかった。

MW分解後: 初期排水が流出してから10分後にPbが27μg/l検出され、その後も10分毎に24、18μg/lと検出された。約9ヵ月間放置したあと再び同試料水を測定する



と20分後、30分後の道路排水からそれぞれ15μg/lのPbが検出された。以前に測定した結果よりもPb濃度は低下していた。

c) 12月13日

MW分解前: 初期排水に7μg/lのPbが含まれていたが、それ以降は検出されず、約8ヵ月後に同試料水を再び測定しても重金属は検出されなかった。

MW分解後: 初期排水から10分後に36μg/l、30分後に24μg/lと高濃度のPbが検出された。これは環境基準値を大きく上回っている。採水日から約8ヵ月後に同試料水を再び測定すると、36μg/lのPbが検出された試料水から約37倍の1,329μg/lのPbが検出され、大幅に増加していた。

(2) 国道(上江橋)の重金属測定結果

a) 10月19日

MW 分解前: 採水から1週間以内の測定では初期排水に3.2 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、30分後には1 $\mu\text{g}/\text{l}$ の微量のPbが検出された。それから約10ヵ月後に同試料水を再び測定したところ、Pbは検出されなかった。

MW 分解後: 初期排水が流出してから30分後に15 $\mu\text{g}/\text{l}$ のPbが検出された。しかし、約10ヵ月後に再び測定すると初期排水から36 $\mu\text{g}/\text{l}$ づついて27、21、15 $\mu\text{g}/\text{l}$ のPbが検出され、大幅に増加していた。なお、Cdについては10分後の排水に18 $\mu\text{g}/\text{l}$ 含まれていた。

b) 11月5日

MW 分解前: 採水後の測定では初期排水から0、0.4、6.2、3.4 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、約9ヵ月後の測定では0、0.5、1.7、1.2 $\mu\text{g}/\text{l}$ のPbが検出された。

MW 分解後: 採水後から1週間以内の測定では20分後の排水に33 $\mu\text{g}/\text{l}$ のPbが検出された。これは環境基準値の約3倍の濃度である。約9ヵ月後の測定では0、15、30、15 $\mu\text{g}/\text{l}$ のPbが検出された。

c) 12月13日

MW 分解前: 初期排水に19.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、10分後の排水に1.4 $\mu\text{g}/\text{l}$ のPbが含まれていたが、それ以降は検出されなかった。約10ヵ月後に同試料水を測定してもPbは検出されなかった。

MW 分解後: 採水直後に測定した結果も約9ヵ月後に測定した結果もPbは検出されなかった。

(3) COD

11月5日に採水した2箇所の道路排水については初期排水の段階で上江橋から40.2 mg/l 、関越自動車道から32.2 mg/l の濃度が検出された。採水時間が経過するに従い徐々に減少していったが、初期排水から30分経過後でも上江橋から22.9 mg/l 、関越自動車道から8.8 mg/l のCODが検出された。

4. まとめ

採水日によってばらつきはあるもののPbについては環境基準値を超える濃度で排水中に含まれていることが分かった。特に12月13日に関越自動車道から採水した道路排水中には、MW 分解した結果ではあるが、初期排水が流出してから10分後の排水に36 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、30分後の排水に24 $\mu\text{g}/\text{l}$ ものPbが検出された。人の健康の保護に関する環境基準値は10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下と定められているが、この排水には基準値の2倍から3倍もの濃度のPbが含まれている。

また、採水日から約8~10ヵ月後に保存していた試料水を再び測定したところ、MW 分解後の試料水は総合的に重金属濃度が増加する結果となった。特に12月13日に関越自動車道から採水した道路排水には最高で1,329 $\mu\text{g}/\text{l}$

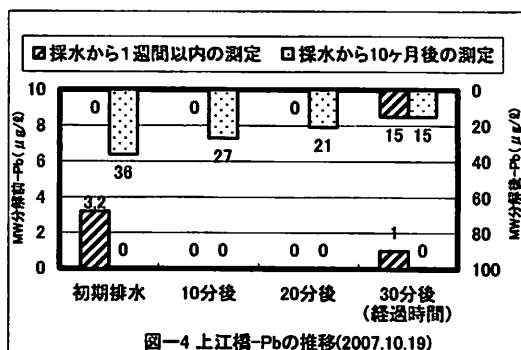


図-4 上江橋-Pbの推移(2007.10.19)

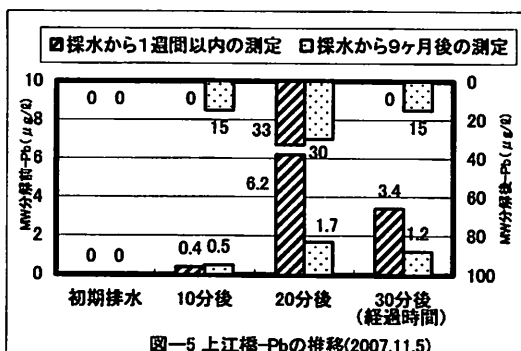


図-5 上江橋-Pbの推移(2007.11.5)

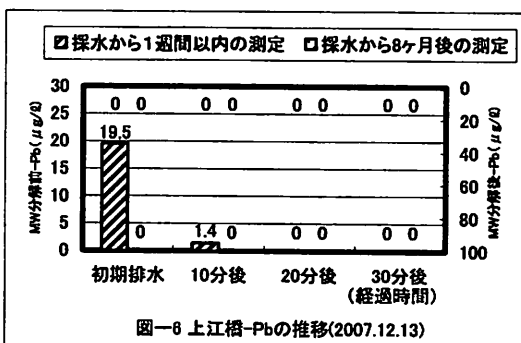


図-6 上江橋-Pbの推移(2007.12.13)

g/l のPbが検出された。これは採水後、1週間以内に測定した濃度の約37倍となり、大幅に増加していた。この原因として、路面表示用塗料の大きな塗膜片が試料水に含まれていたことが考えられる。

Cdについては、殆どの排水から採水されることはなかったが、10月19日に国道(上江橋)から採水した道路排水中に18 $\mu\text{g}/\text{l}$ 含まれていた。

5. 今後の検討課題

本実験ではPbとCdの2種類の重金属の測定を行ったが、それ以外の重金属類も道路排水中に含まれている可能性が十分に考えられるため、その他の重金属の測定を行う必要がある。また、道路排水中の重金属などの有効な削減法の研究開発が必要である。