

河川重金属における面源の影響解明

益永・中井&松田研究室 西島 裕人

1. 緒言

水生生物に係わる環境基準が 2003 年に淡水域において全亜鉛 30 $\mu\text{g/l}$ と制定された¹⁾。亜鉛は面源汚染の寄与が大きいとされ、雨天時において集水域土地利用との関係が指摘されているが、実態把握ができていないのが現状である。本研究では雨水幹線、支流での河川水を採取し、重金属負荷を把握すること、また GIS を用いて集水域を作成し、河川重金属負荷量と土地利用との関係を解析することを目的とした。

2. 方法

2007 年 10 月 19 日と 11 月 5 日の雨天時において、神奈川県東部の境川に流れ込む相模原市雨水幹線と和泉川の計 5 地点(図 1)にて水試料を採取した。同時に、水深、流速も測定し、流量を算出した。採取した未処理水試料(全金属)、およびメンブレンフィルター(孔径=0.45 μm)にてろ過した試料(溶存金属)を分析対象とした。酸分解後、ICP/MS にて Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb を測定し、それぞれ濃度、負荷量を算出した。各地点の集水域は GIS でポリゴンデータとして作成し(図 1)、集水域毎に土地利用別面積として集計した(表 1)。

3. 結果・考察

表 1 より、St.1 と 3 の集水域は住宅地が半分近くを、St.2 は道路・鉄道が 1/3 以上を占めていることが分かった(表 1)。また、St.4 は山林が 19%、St.5 は農地が 22%と St.1~3 とは傾向が異なる結果となり、集水域毎に特徴が見られた。分析結果から各測定点における全亜鉛濃度と溶存態亜鉛濃度はいずれも降雨直後に最大になった(図 2)。特に St.2 では降雨後の全亜鉛濃度が 434.9 $\mu\text{g/l}$ と、環境基準値より 1 オーダーも高かった。同測定点の溶存態亜鉛は 88.2 $\mu\text{g/l}$ で、これも環境基準値を大きく上回っていた。一方、St.4、5 では亜鉛濃度は比較的 low、特に St.5 では環境基準値を常に下回った。St.2 集水域は交通量の多い道路排水がメインであり、道路における雨天時の洗い流しが亜鉛の汚染源になりうることを示唆された。次に、降雨 1 mm あたりの全金属負荷量を算出し、集水域の土地利用面積と相関分析を行った(表 2)。降水 1 mm あたりの重金属負荷量(mg/mm)は 1 降水あたりの負荷量(mg)を x 軸:時間、y 軸:負荷量(mg/h)のグラフから面積を求めることにより算出し、サンプリング間に降った降水量で除算することにより得た。この結果、全ての重金属負荷量はオープンスペース、住宅地、商業・サービス、道路・鉄道と強い正の相関があったが、St.1~5 ではオープンスペース、住宅地、商業・サービス、道路・鉄道の間でも強い正の相関が見られた。この結果からは、汚染源がこれら 4 つの土地利用の何れかは特定できなかったものの、汚染源を絞ることはできた。さらに亜鉛の汚染源を特定するために、表 1 の各集水

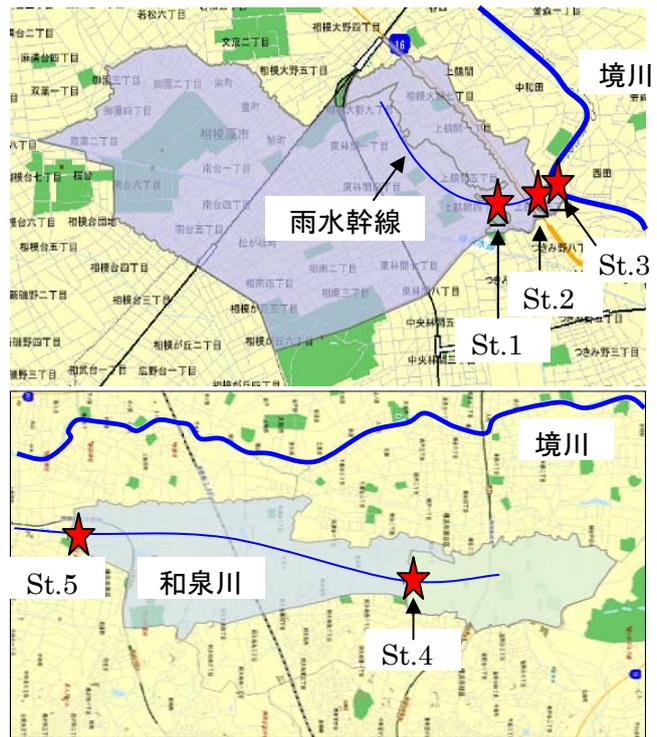


図 1 河川水採取地点と集水域 (上段:相模原雨水幹線、下段:和泉川)

域のオープンスペース、住宅地、商業・サービス、および道路・鉄道の土地利用形態と亜鉛負荷量、最大亜鉛濃度(表 3)と比較した。亜鉛負荷量について、St.2 は生試料、ろ過試料が St.1,3 に比べて 2 オーダー小さいのに対して、商業・サービス、道路・鉄道面積では 1 オーダーしか小さくなかったことから、これらの土地利用は汚染源ではなく、オープンスペース、住宅地が強い汚染源であると考えられた。しかし、St.2 の降雨直後の最大亜鉛濃度は比較的大きいことから、ファーストフラッシュは道路・鉄道、商業・サービスの影響を大きく受けることが示唆された。タイヤ粉塵に亜鉛が含まれており道路面積の影響が大きくなるはずだが、負荷量ではそういう結果を示せなかった。

表 2 から総面積と正の相関があるので、タイヤ粉塵が巻き上げられて他の場所に沈着し洗い流されることが示唆された。また表 3 から St.1,3 と St.4,5 を比較すると亜鉛負荷量、最大濃度において St.1,3 がかなり高くなるという結果になった。こうなった理由は St.1,3 のオープンスペース、住宅地面積が大きいことほかに、St.4,5 の農地、山林面積が大きく(表 1)、負の相関が見られる(表 2)ことから、農地や山林の土壤に降雨が浸み込むために流出がゆっくり起こる、もしくは土壤によるろ過作用が起こることによる亜鉛流出減少が示唆された。

4.まとめ

降雨直後の道路排水が非常に高い亜鉛濃度になり、道路が亜鉛汚染源であることが示唆されたが、負荷量と土地利用面積の相関分析結果からはオープンスペースと住宅地が強い汚染源と推測された。加えて亜鉛負荷量は集水域の面積も影響していた。また、集水域の土地利用形態は降雨後の河川水の各重金属負荷量に大きな影響を与えることが示唆された。

参考文献 1) 環境省告示第 123 号

表 1 GIS で集計した集水域毎の土地利用形態別面積

		オープンスペース	住宅地	商業・サービス	山林	工業・運輸	河川・水面等	農地	農業施設	道路・鉄道
St.1	面積(m ²)	1044925	2801205	454313	85997	84297	7671	73979	87	1096491
	割合(%)	18.5	49.6	8.0	1.5	1.5	0.1	1.3	0.0	19.4
St.2	面積(m ²)	23653	48157	54067	398	17582	0	30115	610	106887
	割合(%)	8.4	17.1	19.2	0.1	6.2	0.0	10.7	0.2	38.0
St.3	面積(m ²)	1128659	3158144	572473	96333	159870	9161	145705	855	1346853
	割合(%)	17.1	47.7	8.7	1.5	2.4	0.1	2.2	0.0	20.4
St.4	面積(m ²)	137874	776093	232075	423372	13958	8980	276563	11275	368645
	割合(%)	6.1	34.5	10.3	18.8	0.6	0.4	12.3	0.5	16.4
St.5	面積(m ²)	671269	1963182	501838	955463	288966	111145	1628542	95939	1008386
	割合(%)	9.3	27.2	6.9	13.2	4.0	1.5	22.5	1.3	14.0

表 2 降水 1mm あたりの全重金属負荷量と土地利用面積の相関係数 r (|r| ≥ 0.8 は強調表示)

	オープンスペース	住宅地	商業・サービス	山林	工業・運輸	河川・水面等	農地	農業施設	道路・鉄道	総面積
Zn	0.89	0.89	0.72	-0.40	0.11	-0.32	-0.37	-0.41	0.81	0.59
Mn	0.86	0.89	0.98	0.45	0.77	0.52	0.48	0.44	0.93	0.98
Ni	0.91	0.92	0.96	0.34	0.76	0.49	0.43	0.40	0.95	0.98
Cu	0.76	0.82	0.75	-0.09	0.15	-0.16	-0.17	-0.23	0.76	0.63
Pb	0.83	0.84	0.66	-0.44	0.01	-0.40	-0.44	-0.48	0.75	0.52

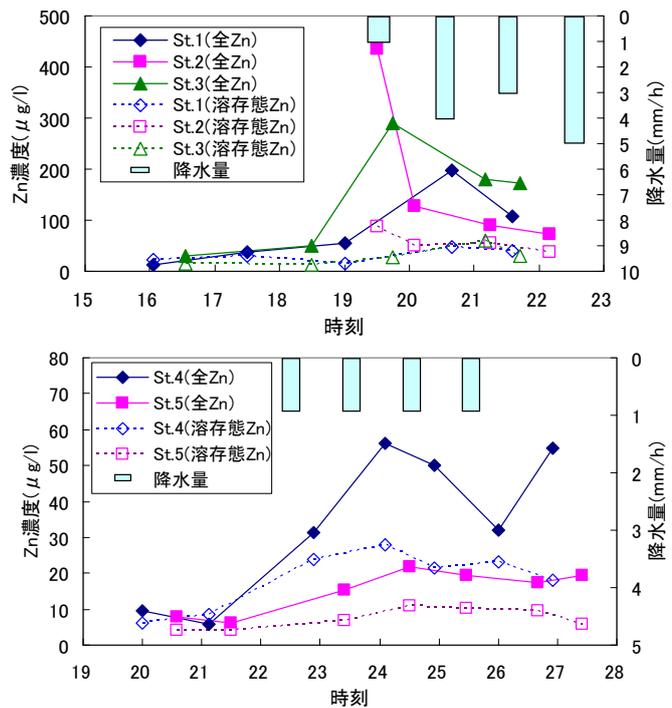


図 2 亜鉛濃度の時間変動(上段:St.1~3(2007/10/19), 下段:St.4,5(2007/11/5))

表 3 亜鉛負荷量と最大亜鉛濃度まとめ

St.	生試料 亜鉛負荷量 (mg/mm)	ろ過試料 亜鉛負荷量 (mg/mm)	生試料 最大亜鉛 濃度(ppb)	ろ過試料 最大亜鉛 濃度(ppb)
1	63506	16441	199	47
2	747	408	435	88
3	67839	20653	290	59
4	18100	9026	56	28
5	12009	5444	22	11