

第4章 路面排水に含まれる亜鉛・鉛の調査

1. 亜鉛・鉛の調査の意義

前章では路面からの降雨時排水に含まれる化学物質について、関連する製品とその製品に含まれる化学物質をヒアリング・資料整理を通じて検討を行うとともに、製品に含まれている PRTR 制度対象化学物質を対象に直轄国道3地点において路面排水の実態調査を行った。その結果をまとめると以下のとおりである。

- ・路面排水に関連する製品に含まれている化学物質のうち、PRTR 制度対象化学物質として 32 項目が抽出された。
- ・PRTR 制度対象化学物質 32 項目を対象に、直轄国道 3 地点において路面排水の実態調査を行った結果、22 物質が検出された。
- ・検出された 22 物質のうち、亜鉛と鉛が排水基準に比べ、比較的高い濃度で検出された。

表 4.1 亜鉛・鉛の環境基準・排水基準

項目	環境基準	排水基準
亜鉛 (Zn)	0.03mg/L以下	2.0mg/L以下
鉛 (Pb)	0.01mg/L以下	0.1mg/L以下

- ※ 鉛の環境基準は昭和45年の閣議決定、平成5年の基準値改訂を経て、現在は0.01mg/L以下とされている。水質汚濁防止法に基づく排水基準は平成5年12月の改正により0.1mg/L以下と設定されている。
- ※ 亜鉛の環境基準は、水生生物保全の観点から平成15年に新たに基準項目として追加され、基準値0.03mg/L以下が設定された。排水基準は、従来より5mg/L以下と定められていたが、環境基準の設定を受け、その達成・維持に必要な排水規制のあり方が中央環境審議会水環境部会水生生物保全排水規制等専門委員会において検討され、平成18年4月の答申を受け、平成18年12月に2mg/L以下に見直された。

上記の結果をうけ、本研究では公共用水域の水質保全の立場から環境基準・排水基準が設定されており、それらの基準値に比べ、比較的高い濃度で検出された亜鉛・鉛を対象に実道路における路面排水の実態調査を行い、今後の対策の方向性を検討するための基礎データを得るものとした。

路面排水に含まれる亜鉛・鉛の実態調査として、以下の調査を実施した。

- ・首都圏における広範囲にわたる亜鉛・鉛の分布調査
- ・年間を通じた亜鉛・鉛の調査
- ・道路条件の違いによる亜鉛・鉛の調査

また、亜鉛・鉛の化学的特性、生体毒性等に関する基礎情報を次頁表に整理した。

表 4.2 亜鉛の化学的特性等の整理

物質名称	亜鉛		
別名	—		
政令区分 政令番号	PRTR 対象 1	CAS 番号	7440-66-6
分子量	65.4	分子式	Zn
外観的特徴	銀白色の粉末状、青白色の光沢のある金属		
①物理化学的特性			
状態	固体		
比重（比重測定温度）	7.14	（出典：国際化学物質安全性カード）	
水溶性（水溶性測定温度）	反応する。	（出典：国際化学物質安全性カード）	
蒸気圧	0.1 kPa(487℃)	（出典：国際化学物質安全性カード）	
オクタノール/水分配係数 (logPOW)	—		
融点	419℃	（出典：国際化学物質安全性カード）	
沸点	907℃	（出典：国際化学物質安全性カード）	
その他特性			
②用途・生産量			
用途	生産量の半分近くが耐しよく用のメッキに用いられている。トタン、電池、顔料 (ZnO)、合金用の素材のほか、テレビジョン用のスクリーンの蛍光剤などにも用いられている。道路構造物として、ガードレール、道路標識等の鋼材には溶融亜鉛鍍金（いわゆるどぶ漬け）が施されている。自動車タイヤには亜鉛華 (ZnO) が使用されている。		
生産量(t)	平成 13 年度生産量※ 44,519 トン（経済産業省経済産業政策局調査統計部鉱工業動態統計室「資源統計年報」） ※亜鉛鉱		
③環境中での存在形態			
大気	—		
水中	自然水中の亜鉛濃度は微量であり、水中への汚染としては鉱山（出典：上水試験方法 解説編 2001 年版、日本水道協会） 廃水、工場排水等の混入がある。 環境中の存在量は、河川水で 10 μg/L、海水で 1 μg/L である。		
土壌	亜鉛は地殻中で 70mg/kg 存在し、閃亜鉛鉱 (ZnS)、紅亜鉛 (ZnO)、菱亜鉛鉱 (ZnCO ₃) 等として産出するほか、各種の岩石に 10～170mg/kg 含まれている。（出典：上水試験方法 解説編 2001 年版、日本水道協会） 環境中の存在量は、土壌中で 10～300mg/kg である。		
④生体毒性			
<p>生体では鉄の次に多い必須微量元素で、体重 70kg のヒトに平均 2.3g 含まれる。100 種類を超える酵素の活性に関与し、主に酵素の構造形成および維持に必須である。それらの酵素の生理的役割は、免疫機構の補助、創傷治癒、精子形成、味覚感知、胎発生、小児の成長など多岐にわたる。炭酸脱水酵素が最も重要だろう。その他、加水分解酵素の活性に関わり、DNA や RNA のリン酸エステルを加水分解によって切断するので細胞分裂に大きく関わる。</p> <p>人体に入る亜鉛はすべて食品に由来する。人体中では骨に多く、次いで体組織である。最も少ないのが血液であり、7ppm に過ぎない。体組織中では、眼球、肝臓、筋肉、腎臓、前立腺、脾臓である。体液としては精液に多い。このうち、亜鉛の貯蔵器官は骨と脾臓である。亜鉛の排出経路は消化器が 9 割を占め、残りが尿と汗である。</p> <p>ただし、金属亜鉛は人体に有害である。皮膚を刺激し、蒸気を吸入すると呼吸器に障害を起し、全身、特に四肢の痙攣に至る。</p> <p>また、亜鉛は過剰に摂取されると、腭液を通して過剰分が排泄されるが、大量に摂取されると過剰症を引き起こす。亜鉛の摂取過多は鉄や銅の欠乏を招く。また、善玉コレステロールとして知られる高比重リポタンパク質 (HDL) の血液中の濃度を低下させる。</p> <p>亜鉛による水生生物への影響については、魚介類では淡水のイワナ類やニジマス、海域のウニ類などに、また餌生物では淡水の緑藻類やミジンコ類、海域のハプト藻などに毒性があるという知見が得られており、これをもとに前述のように環境基準、排水基準が定められている。</p> <p style="text-align: right;">（出典：ウィキペディアフリー百科事典等）</p>			

表 4.3 鉛の化学的特性等の整理

物質名称	鉛及びその化合物		
別名	—		
政令区分 政令番号	PRTR 対象 230	CAS 番号	7439-92-1
分子量	207.2	分子式	Pb
外観的特徴	青灰色の柔い金属		
①物理化学的特性			
状態	固体		
比重（比重測定温度）	—		
水溶性（水溶性測定温度）	溶けない。（出典：国際化学物質安全性カード）		
蒸気圧	—		
融点	327.5℃（出典：国際化学物質安全性カード）		
沸点	1,740℃（出典：国際化学物質安全性カード）		
その他特性			
②用途・生産量			
用途	蓄電池がもっとも多く、鉛管、活字合金、ハンダ、軸受け合金、鋼材防食用のめっき、放射線遮蔽材、塗料中の無機顔料、安定材の他、陶磁器の上薬にも用いられている。自動車を構成する金属部品にも多く含まれているが、近年は RoHS 指令等による規制の動きを受けて、鉛フリーの製品開発が進んでいる。		
生産量(t)	平成 13 年度生産量* 4,997 トン（経済産業省経済産業政策局調査統計部鉛工業動態統計室「資源統計年報」） ※鉛鉱		
③環境中での存在形態			
大気	鉛の環境中の存在量は、大気（大洋上）で 0.0001～0.001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。（出典：上水試験方法 解説編 2001 年版、日本水道協会）		
水中	<ul style="list-style-type: none"> 鉛は、河川水中には地質、工場排水、鉱山廃水に由来して溶存することがある。鉛の環境中の存在量は、都市の降水で 40 $\mu\text{g}/\text{L}$ 程度、海水で 0.03 $\mu\text{g}/\text{L}$、河川・湖で 0.001～0.01mg/L である。 環境省平成 13 年度環境基準達成状況（超過地点数／測定地点数） 河川：3／3,440、湖沼：0／253、海域：0／997 （出典：上水試験方法 解説編 2001 年版、日本水道協会）		
土壌	鉛は、天然には主として方鉛鉱（PbS）、白鉛鉱（PbCO ₂ ）等として存在する。鉛の平均地殻存在量は 13mg/kg であり、土壌中の鉛元素の存在は比較的少ない。鉛の環境中の存在量は、土壌で 2～200mg/kg である。（出典：上水試験方法 解説編 2001 年版、日本水道協会）		
④生体毒性			
<p>鉛は食物にもごく微量が含まれており、日常的に摂取されている。そのような自然由来の鉛では急性の中毒症状を起こす量を摂取することはないが、鉛に汚染された食品を摂取しつづけた場合は体内に蓄積され健康に影響を及ぼす。また、鉛の有機化合物（テトラエチル鉛等）は細胞膜を通して摂取されるため容易に中毒症状を起こす。</p> <p>鉛はヘモグロビン合成を阻害するために血液塗抹標本上では有核赤血球、好塩基性斑点が認められる。急性中毒では嘔吐、腹痛、ショックなどを示し、慢性中毒では主に消化器症状、神経症状、一部では貧血が認められる。肉眼的所見として脳水腫、大脳皮質の軟化、組織学的所見として脳回頂部における海綿状変化、血管内皮細胞腫大、星状膠細胞腫大、虚血性神経細胞死が確認される。肝細胞、尿細管上皮細胞、破骨細胞の核内に好酸性封入体が認められることがある。（出典：ウィキペディアフリー百科事典）</p>			

<身近な亜鉛製品>

(社)日本溶融亜鉛鍍金協会ホームページより引用

優れた耐久性、経済性、安定性を有する亜鉛は「亜鉛メッキ」として、様々な場所に使われている。



温室

温度・湿度が高い温室や、牛舎の柱・梁に使用されています。写真は秋田県立農業科学館です。



室内プール

1976年建設の青森県宮内プール。かまぼこ型ドームを構成する亜鉛めっき鋼材は、現在でもほとんど劣化がありません。



駅舎

屋外露出型鉄骨で、メンテナンスに時間をとれない場所には溶融亜鉛めっき鉄骨が使われています。



道路

広域に広がる道路網は、日常の維持管理が欠かせません。防音壁支柱、ガードレール、標識柱、照明柱など多くの分野で溶融亜鉛めっき製品が使われています。



橋梁

大型の箱桁橋梁や跨線橋など各種の橋梁が亜鉛めっきにより保護されています。



亜鉛めっき上に塗装

景観上色彩が要求される場所や、腐食環境が特に厳しいところでは、亜鉛めっき上に塗装することも可能です。



土木

海岸近くなど腐食環境の厳しい場所での鉄筋コンクリート工事では、溶融亜鉛めっき鉄筋が使用されています。



架線金物

電力鉄塔などに使用される架線金物やボルト・ナットなどの小物部品も溶融亜鉛めっきがされています。



太陽光発電

沖縄県糸満市庁舎に設置されている出力195KWの太陽電池パネル架台。



風力発電

ビル屋上に設置された小型風力発電装置架台。

2. 首都圏における広範囲にわたる亜鉛・鉛の分布調査

実道路における路面排水中の亜鉛・鉛含有量の広域的な状況を把握するために、関東首都圏の直轄国道の20地点を選定し、実態調査を行った。

(1) 実態調査地点の設定

首都圏の広範囲にわたる実道路での実態を把握することを目的に、以下の考え方にしたがって調査候補36地点を選定した。

① 特定都市河川の指定が考えられている流域を通過する国道

路面排水の公共用水域への流出を防ぐ方法として、透水性舗装が考えられる。この対策を優先的に実施する地域として特定都市河川流域が挙げられることから、指定が考えられている河川流域を通過する国道を対象として選定した。

② 土地利用が異なる地域を通過する国道

土地利用形態によって路面排水等の水質が異なることが考えられるので、周辺地が住宅地帯、工業地帯および農地・緑地地帯である国道を選定した。

③ 交通量の違う国道

交通量によって路面排水等の水質が異なることが考えられるため、道路交通センサデータをもとに交通量の違う国道を選定した。

④ 清掃工場近傍を通過する国道（区道）

清掃工場の煙には様々な化学物質を含んでいることが考えられ、その影響を把握するため、清掃工場近傍を通過する国道（区道）を選定した。清掃工場は熔融スラグ施設を有する工場と有しない工場について各々一箇所ずつ選定することとした。

調査候補36地点について、道路面の状況、交通量、周辺状況等の現地確認を行うとともに、路面排水の適切な採水の実施性、安全性を判断し、調査を実施する20地点を選定した。選定にあたって考慮した事項は、以下のとおりである。

・路面排水

歩道等や他施設の排水が混入しない路面排水流出管が確認でき、採水するのに十分なスペースが存在していること。また、調査が安全に実施できること。

・屋根流出水

路面排水流出管のできるだけ近傍にあり、排水管が地下に埋設されていなければ採水可能と判断した。屋根の材質については金属の溶出がしにくいと考えられるトタン・コンクリート以外の屋根を基準として選定した。

ただし、金属流出の可能性が考えられたトタン・コンクリートの屋根についてもどの程度の溶出があるか把握するために、トタン2箇所、コンクリート2箇所を選定した。トタンは亜鉛の溶出が考えられ、コンクリートは熔融スラグが成分として含まれている場合、鉛・亜鉛が含有していることから双方が溶出する可能性がある。

・雨水

雨水については採水スペースさえあれば採水できるので、すべての地点で採水可とした。

選定した調査地点 20 地点の土地区分、調査地点の場所、路面清掃の方法（道路管理者からのヒアリング）、交通量（H11年 道路交通センサスデータ）を表 4.4に、調査地点の位置図を図 4.4に示した。

表 4.4 広範囲にわたる亜鉛・鉛の調査地点

No	流域 河川	土地区分	国道	調査地点	路面清掃方法	交通量 (台/日)	
						平日	休日
1	多摩川	清掃工場近傍 (溶融スラグ施設有り)	区道	大田区	散水車による清掃	—	—
2		清掃工場近傍 (溶融スラグ施設なし)	国道16号線	昭島市	ブラッシング清掃	40,079	40,858
3	工業地帯	相模原市		46,315		44,960	
4	住宅地帯	相模原市		60,544		64,938	
5		横浜市		64,128		56,599	
6	農地・緑地地帯	横浜市		127,620		111,452	
7		横浜市		161,278		136,175	
8	住宅地帯	横浜市		32,783		32,706	
9	農地・緑地地帯	国道246号線		横浜市		69,271	62,973
10				横浜市		58,215	57,343
11				川崎市		49,759	53,166
12			川崎市	49,759	53,166		
13	工業地帯	国道1号線	横浜市	真空吸引式道路 洗浄車による清掃	39,179	40,890	
14		住宅地帯	国道15号線		横浜市	38,998	28,885
15					横浜市	38,998	28,885
16	多摩川	工業地帯	国道357号線	川崎市	—	—	
17	中川 綾瀬川	住宅地帯	国道6号線	葛飾区	ブラッシング清掃	59,871	50,316
18			国道14号線	江戸川区	真空吸引式道路 洗浄車による清掃	51,863	47,719
19			国道6号線	葛飾区	ブラッシング清掃	66,273	59,530
20	海老川	工業地帯	国道357号線	船橋市	真空吸引式道路 洗浄車による清掃	63,784	58,735

※路面清掃…道路管理者ヒアリング
 ※交通量…H11年 道路交通センサスデータ

(2) 調査方法

1) 調査箇所

表 4.4に示す調査地点 20 地点において、以下の 3 箇所で採水調査を行った。

- ①路面排水：路面からの排水管より試料採取
- ②屋根排水：調査地点周辺の個人住宅、工場等の屋根からの流出管より試料採取
- ③雨 水：調査時に調査地点周辺にプラスチック容器を設置して雨水試料を採取

2) 採水方法

1 降雨について、雨の降り始めを対象に路面排水、屋根排水は 3 試料、雨水は 1 試料の採水を行った。1 試料あたりの採水量（分析必要量）は、路面排水・屋根排水は 2L、雨水は 1L とした。採水容器は亜鉛・鉛の溶出のない樹脂製の容器を用いた。

採水間隔は、基本的には路面排水、屋根流出水は雨の降り始めから 0～60 分、60 分～120 分、120 分～180 分で各 1 試料の採水を行い、雨水については 0～180 分で 1 試料の採水を行った。

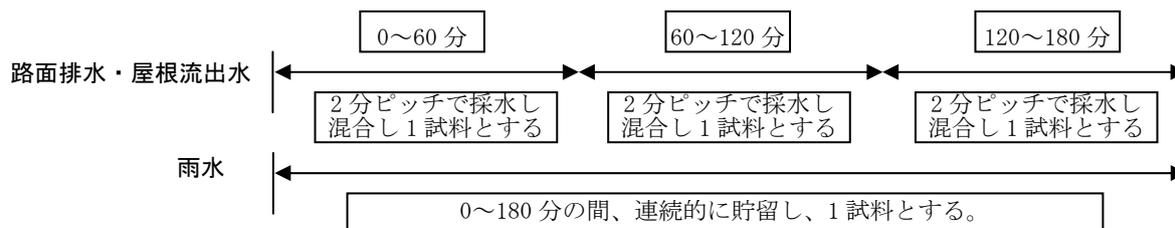


図 4.1 採水方法の概要

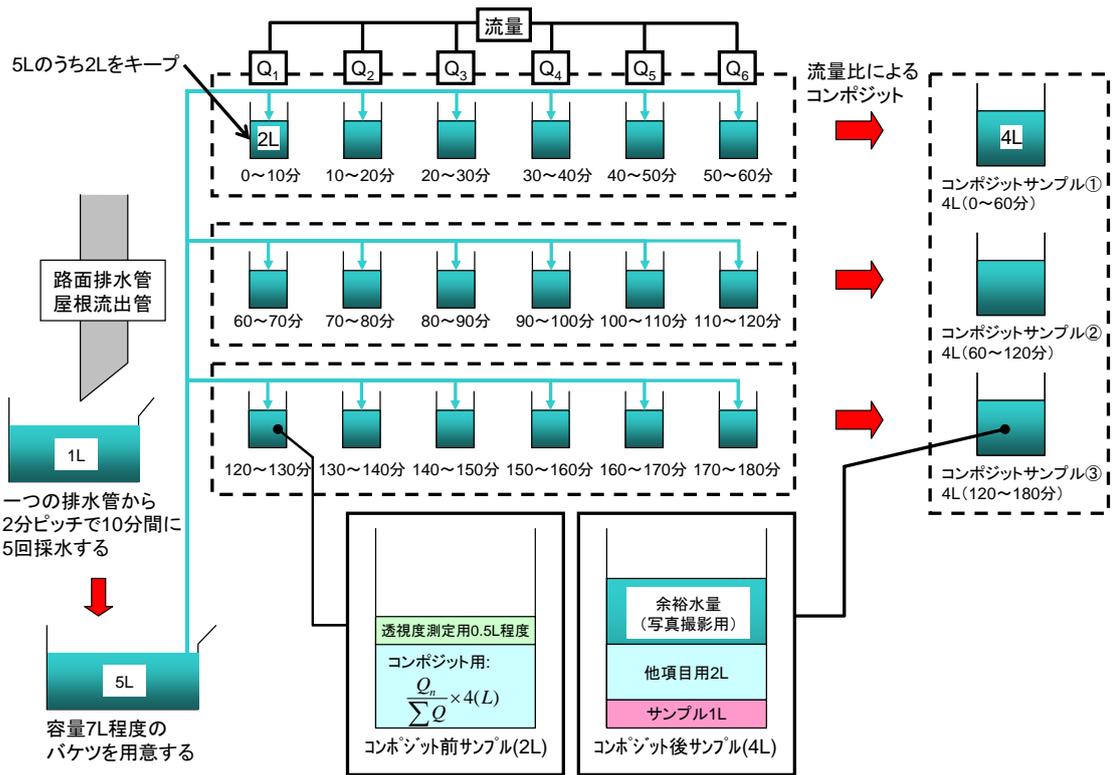


図 4.2 3時間降雨が継続した場合の採水要領

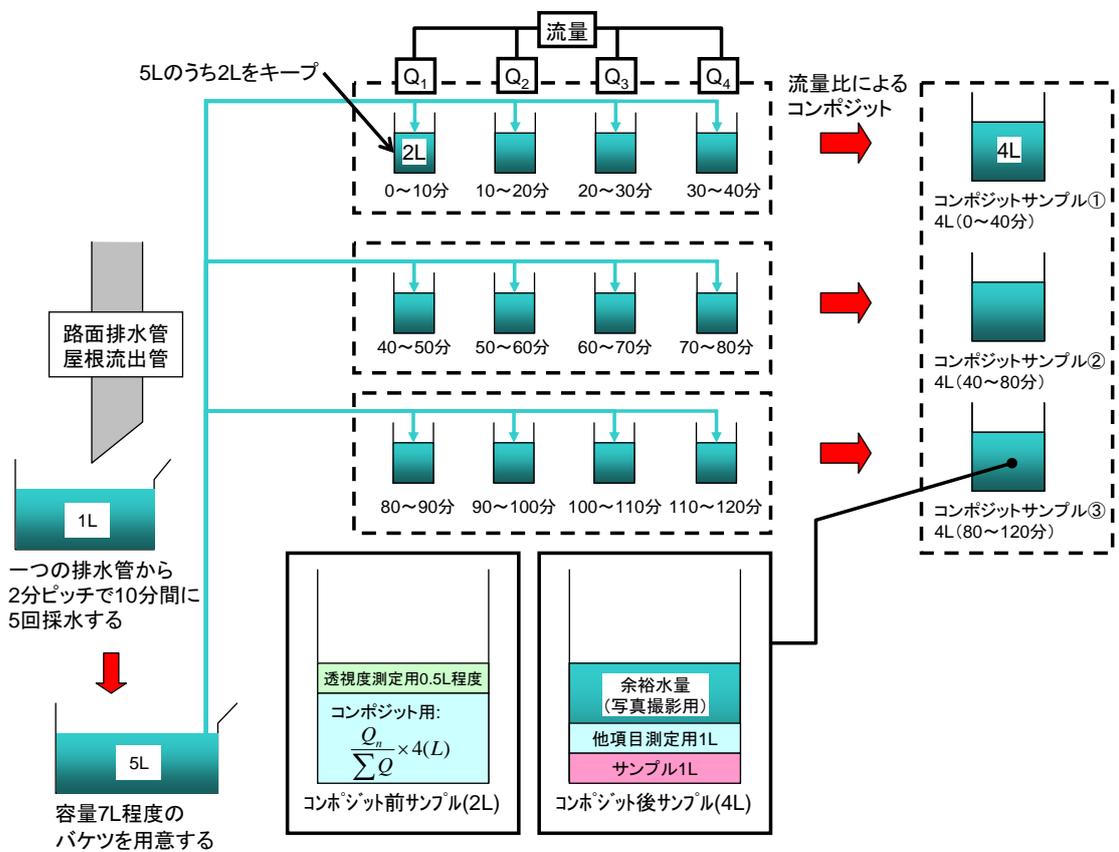


図 4.3 例えば2時間で雨が止んだ場合の採水要領

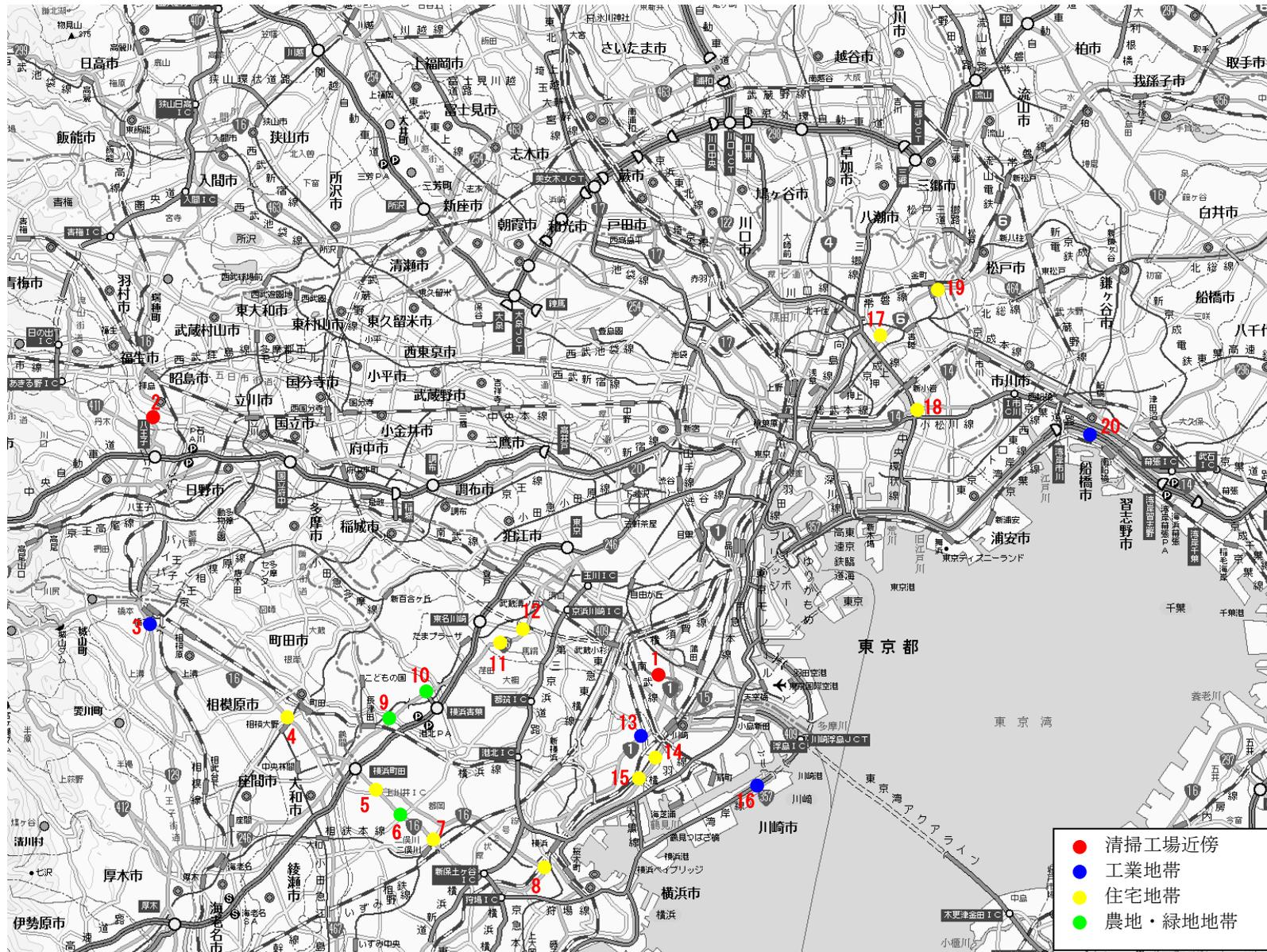


図 4.4 広範囲にわたる亜鉛・鉛の調査地点位置図

3) 分析項目と分析方法

採水試料について、SS、亜鉛、鉛の分析を行った。分析項目と分析方法を表 4.5に示す。

表 4.5 分析項目と分析方法

分析項目	分析方法
SS	環境庁告示第 59 号付表 8
亜鉛	JIS K0102 53.2
鉛	JIS K0102 54.3

(3) 調査実施日と降雨状況

1) 調査実施日

本調査は、2005 年 10 月 29 日～2006 年 2 月 24 日の間で各地点 3 回実施した。調査実施日を表 4.6に示す。

表 4.6 調査実施状況（平成 17 年度）

地点 No	調査地点	調査			
		実施日			回数
1	大田区	11/6	11/12	1/14	3
2	昭島市	11/6	1/31	2/6	3
3	相模原市	11/6	2/6	2/16	3
4	相模原市	1/14	2/16	2/20	3
5	横浜市	2/6	2/16	2/20	3
6	横浜市	2/6	2/16	2/20	3
7	横浜市	10/29	1/31	2/6	3
8	横浜市	1/31	2/16	2/20	3
9	横浜市	11/6	1/14	2/16	3
10	横浜市	11/6	1/14	2/20	3
11	川崎市	11/6	1/31	2/20	3
12	川崎市	12/4	1/31	2/20	3
13	横浜市	11/6	11/12	1/14	3
14	横浜市	11/6	11/12	1/14	3
15	横浜市	11/6	12/4	1/14	3
16	川崎市	2/16	2/20	2/24	3
17	葛飾区	1/14	2/6	2/16	3
18	江戸川区	11/12	1/14	1/31	3
19	葛飾区	1/14	1/31	2/16	3
20	船橋市	11/12	1/14	1/31	3

2) 調査時の降雨状況

実施日における降雨状況及び先行降雨状況を、横浜の観測値を例にして表 4.7に示す。

表 4.7 調査時の降雨（気象庁：横浜の観測値）

調査 実施日	調査開始からの時間降雨量(mm/h)					先行降雨状況 ^{※1}		調査を実施した 地点 No
	0～1 (h)	1～2 (h)	2～3 (h)	3～4 (h)	4～5 (h)	先行降雨状況	総雨量	
10/29	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	10/27	8.5	7
11/6	0.0	0.5	7.5	6.0	6.5	10/29	1	1, 2, 3, 9, 10 1113, 14, 15
11/12	0.5	2.5	2.5	1.0	0.0	11/7	2.5	1, 13, 14, 18, 20
12/4	0.5	0.0	1.5	1.5	0.5	11/12	8.5	12, 15
1/14	6.0	11.5	8.5	10.5	7.0	1/2	3.5	1, 4, 9, 10, 13, 14 15, 17, 18, 19, 20
1/31	0.5	0.5	1.0	0.0	0.0	1/21	16	2, 7, 8, 11, 12 18, 19, 20
2/6 ^{※2}	0.0	0.5	1.5	0.5	2.5	2/1	46.5	2, 3, 5, 6, 7, 17
2/16	1.5	2.0	0.5	1.5	1.5	2/7	6.5	3, 4, 5, 6, 8 9, 16, 17, 19
2/20	1.0	0.0	1.5	3.5	3.0	2/17	0.5	4, 5, 6, 8, 10 11, 12, 16
2/24	1.0	0.5	0.5	0.0	1.5	2/20	9.0	16

※1 統計上 0mm となっている降雨については先行降雨としなかった。

※2 天候は雨ではなく雪であった。

(4) 調査結果

1) 路面排水、屋根流出水、雨水の調査結果

路面排水、屋根流出水及び雨水の亜鉛等の調査結果を表 4.8に示す。路面排水と屋根流出水については3回の測定結果を流量比による荷重平均値として示し、排水基準に基づき区分した。また、図 4.5には各地点の路面排水における濃度範囲を図示した。

<路面排水>

SS の濃度範囲は 2.4～577mg/L と地点・降雨状況により非常に濃度差が大きく、全測定データの平均は 91.7mg/L であり、全体的に調査(降雨)初期に高い傾向が見られた。

亜鉛の濃度範囲は 0.038～5.5mg/L と非常に濃度差が大きく、全測定データの平均は 0.514mg/L であった。

鉛の濃度範囲は 0.001～0.400mg/L と非常に濃度差が大きく、全測定データの平均は 0.023mg/L であった。

<屋根排水>

SS の濃度範囲は 1.0～488mg/L、全測定データの平均は 24.5mg/L であった。亜鉛の濃度範囲は 0.012～2.2mg/L、全測定データの平均は 0.279mg/L であった。鉛の濃度範囲は 0.001～0.460mg/L、全測定データの平均は 0.014mg/L であった。

<雨水>

SS の濃度範囲は 1.0～42.3mg/L、全測定データの平均は 7.7mg/L であった。亜鉛の濃度範囲は 0.009～1.3mg/L、全測定データの平均は 0.166mg/L であった。平均値は何れの項目も屋根排水より更に低い値であった。鉛の濃度範囲は 0.001～0.170mg/L、全測定データの平均は 0.011mg/L であった。

表 4.8 鉛等の調査結果（3回調査の平均値：mg/L）

地点番号	SS			Zn			Pb		
	路面	屋根	雨水	路面	屋根	雨水	路面	屋根	雨水
No. 1	44.4	17.7	7.3	0.127	0.079	0.196	0.012	0.024	0.015
No. 2	205.9	38.1	6.0	0.700	0.096	0.057	0.039	0.015	0.005
No. 3	99.4	20.1	6.3	1.816	0.064	0.041	0.022	0.008	0.004
No. 4	42.0	14.9	16.3	0.375	0.041	0.497	0.009	0.003	0.010
No. 5	39.5	28.0	6.5	0.359	0.173	0.074	0.072	0.006	0.060
No. 6	64.1	7.9	5.5	0.486	0.506	0.053	0.013	0.010	0.012
No. 7	128.7	5.9	16.7	0.383	0.038	0.059	0.028	0.002	0.005
No. 8	34.6	19.2	11.4	0.127	0.126	0.069	0.010	0.008	0.005
No. 9	143.3	22.8	7.0	0.382	0.191	0.044	0.014	0.012	0.005
No. 10	79.2	35.2	4.0	0.702	0.824	0.043	0.013	0.037	0.003
No. 11	123.5	26.2	4.4	0.428	0.240	0.312	0.018	0.014	0.004
No. 12	186.6	41.4	4.7	0.690	0.178	0.323	0.029	0.016	0.006
No. 13	32.6	20.9	8.1	0.167	0.544	0.033	0.008	0.007	0.003
No. 14	61.9	45.5	8.6	0.377	0.399	0.094	0.019	0.042	0.010
No. 15	62.1	47.0	14.7	0.498	0.975	0.117	0.026	0.028	0.005
No. 16	21.7	10.7	7.4	0.512	0.261	0.157	0.010	0.004	0.017
No. 17	248.5	23.4	6.3	1.148	0.108	0.357	0.062	0.010	0.029
No. 18	86.8	13.3	4.1	0.392	0.374	0.539	0.028	0.009	0.011
No. 19	27.8	38.3	2.4	0.251	0.304	0.070	0.006	0.012	0.003
No. 20	102.2	13.1	6.4	0.359	0.069	0.188	0.019	0.006	0.003
平均値	91.7	24.5	7.7	0.514	0.279	0.166	0.023	0.014	0.011

	排水基準
Zn濃度	2
Pb濃度	0.1

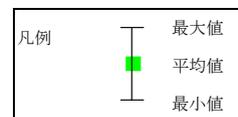
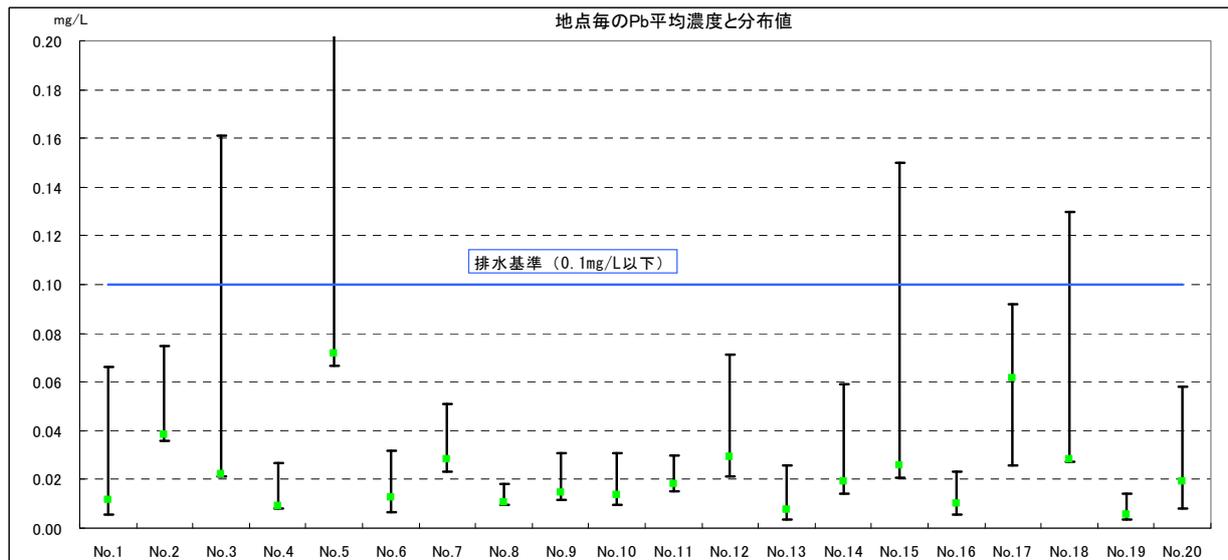
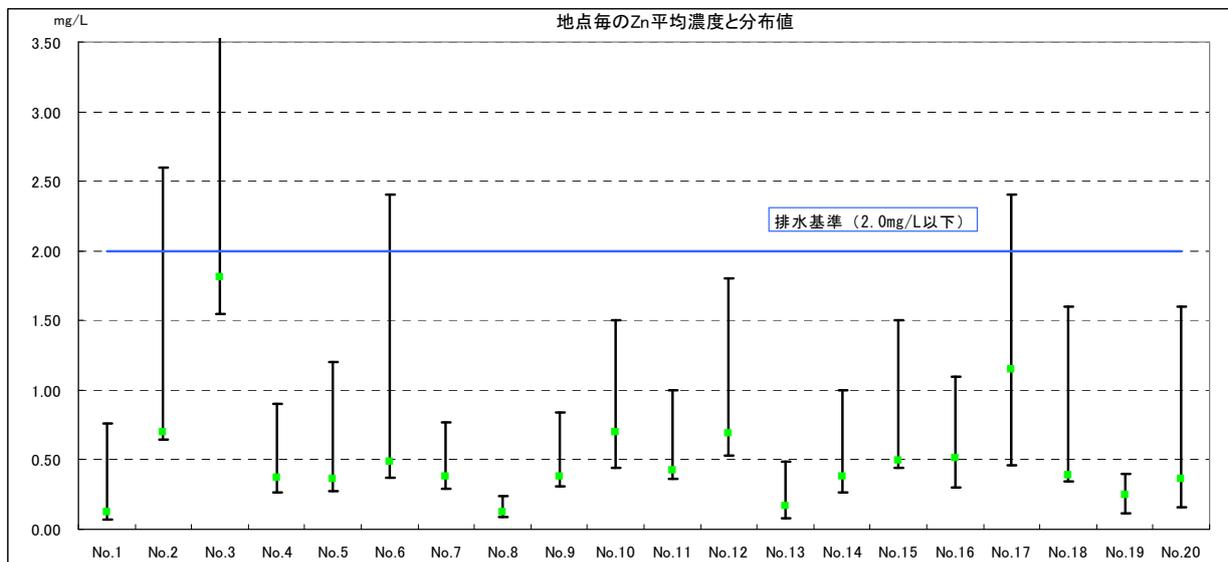
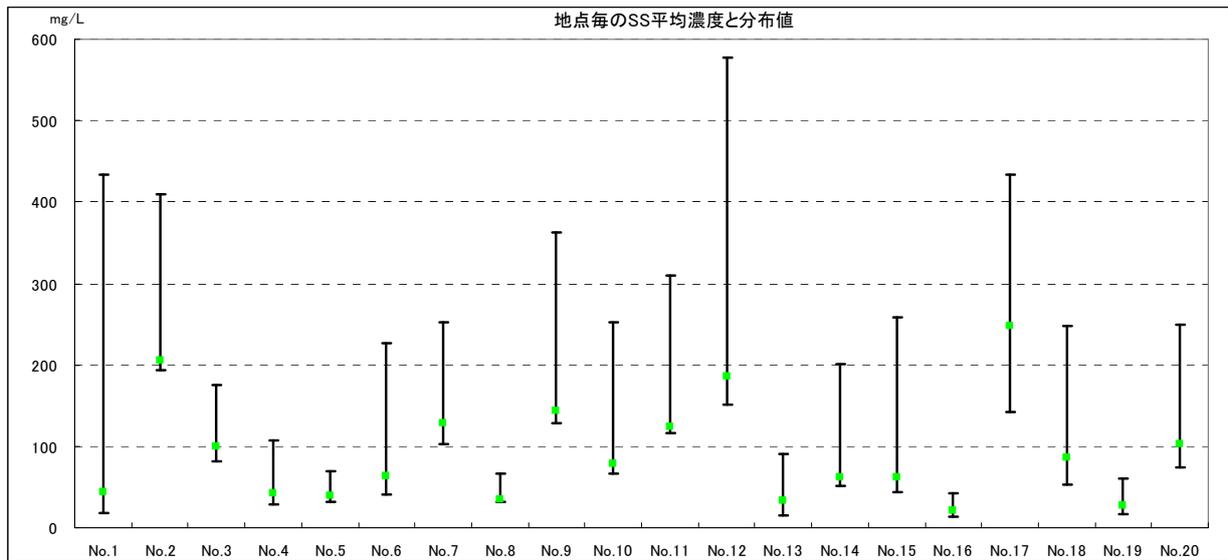


図 4.5 地点毎の平均濃度と分布値

2) 調査結果より考察される事項

① 清掃工場の煤塵の影響について

清掃工場の煤塵が調査結果に影響しているかどうか把握するため、全地点平均値、No. 1（溶融スラグ施設を有する清掃工場付近）及びNo. 2（溶融スラグ施設を有さない清掃工場付近）を比較したものを測定項目毎に図 4.6に示す。清掃工場からの煤塵は屋根流出水の濃度に最も影響をもたらすと考えられるが、明確な傾向は見受けられなかった。一方で、路面排水においてはすべての測定項目でNo. 2>全地点平均>No. 1 という濃度の傾向が見られた。しかし、No. 1 の清掃工場付近の道路では毎日2回散水車による清掃を行っていることを考えると、単純に比較することは不可能であることや清掃工場付近の測定地点数が今回2地点と少ないことを考えると、前記の傾向が清掃工場の影響によるものかどうかは判断できなかった。

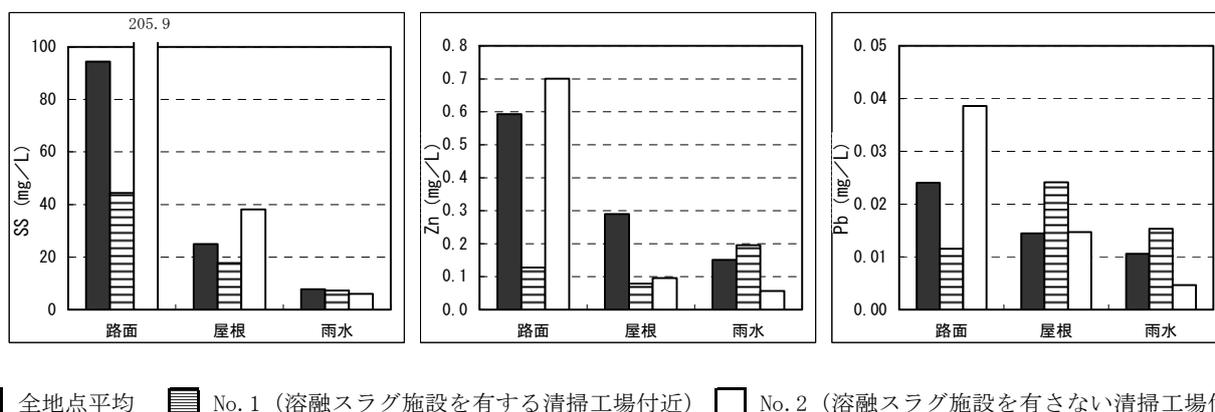


図 4.6 全地点の調査結果と清掃工場近傍の調査結果の比較

② 屋根の材質に関して

本業務では屋根からの亜鉛の溶出があるかどうか調べるため、トタンやコンクリートでできた屋根も選定した。屋根の材質による Zn 濃度の差異を図 4.7に示す。トタン屋根における屋根流出水 Zn 濃度は全地点平均より常に高いことから、屋根から溶出していたことがうかがえる。一方で、コンクリート屋根の Zn 濃度は低くコンクリートから Zn が溶出する状況は確認できなかった。

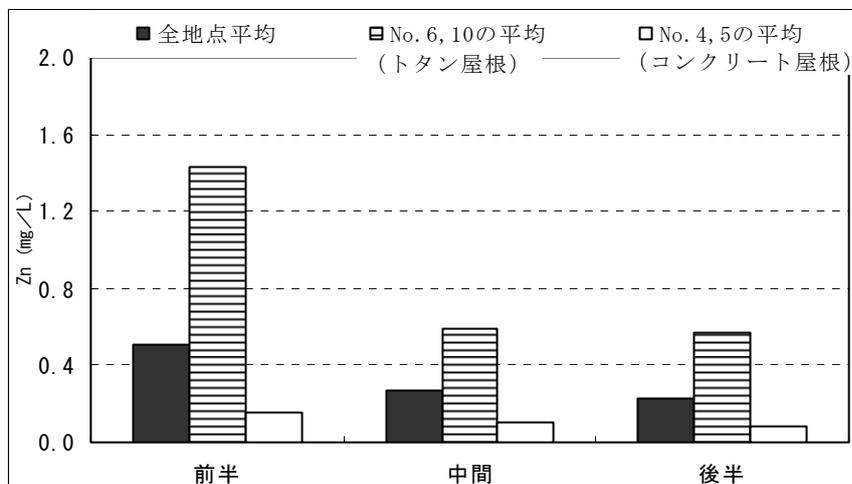


図 4.7 屋根の材質による Zn 濃度の差異

(5) 路面排水からの垂鉛・鉛の排出について

1) 試料の位置づけ

路面排水に含まれる物質の由来とそれらが含まれるサンプルの関係は、表 4.9 及び図 4.8 に表すベン図のように解釈することができる。

表 4.9 路面排水に含まれると考えられる物質

路面排水に含まれると考えられる物質	含まれる試料
車のタイヤの摩耗カスや排ガスに含まれるもの	路面排水
道路構造物の鋼管やガードレールから溶出するもの	
降雨がない時に堆積する煤塵	路面排水・屋根流出水
大気に浮遊する煤塵	路面排水・屋根流出水・雨水

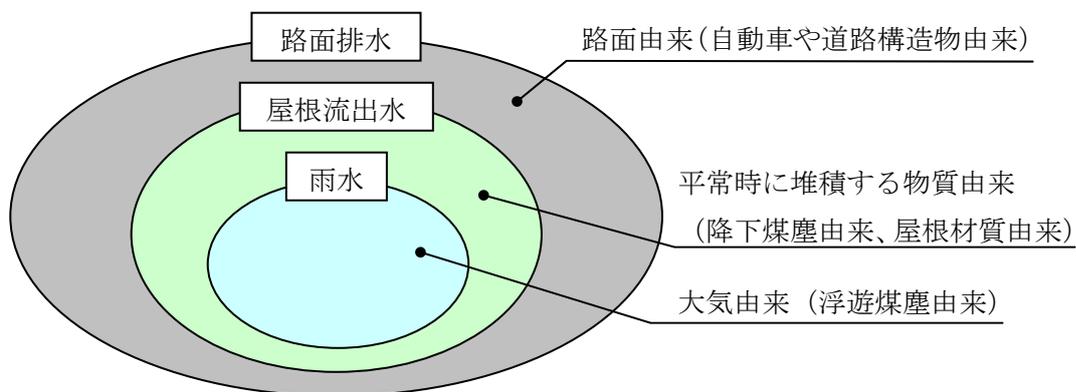


図 4.8 各採水サンプルのイメージ図

2) 各由来濃度の算出

各採水試料の位置付けにより、路面由来及び平常時に蓄積する物質由来を下式によって算出した。

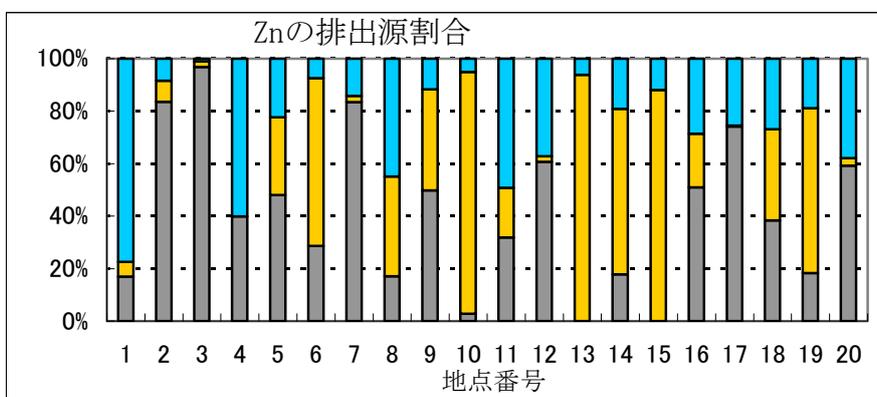
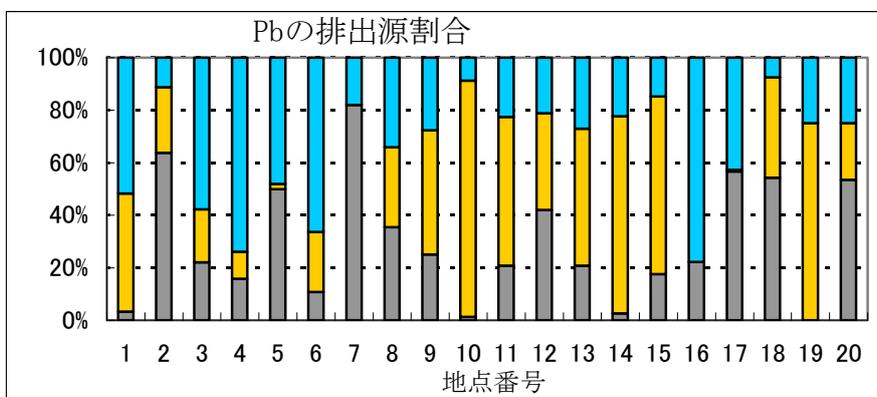
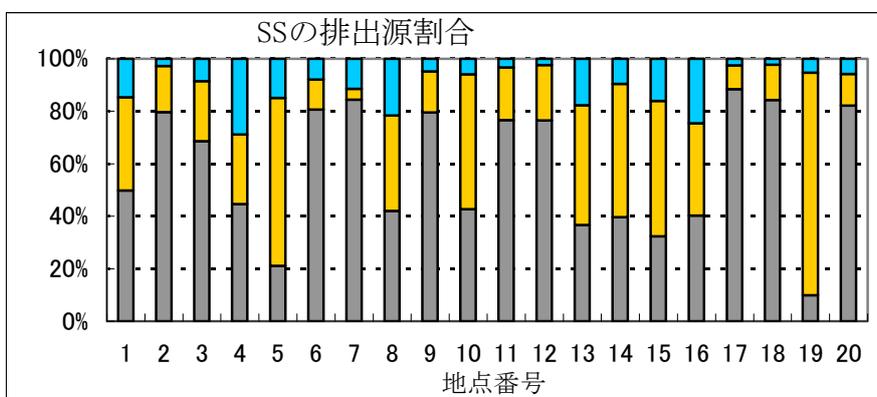
$$(\text{路面由来の物質濃度}) = (\text{路面排水濃度}) - (\text{屋根流出水濃度})$$

$$(\text{降下煤塵由来の濃度}) = (\text{屋根流出水濃度}) - (\text{雨水濃度})$$

$$(\text{大気由来の濃度}) = (\text{雨水濃度})$$

3回の調査結果をもとに、上記にもとづき排出源（由来）毎にその濃度の割合を示した結果を図4.9に示す。

- SSは1/3以上の地点で路面由来の割合が80%を超え、鉛や亜鉛と比較すると明らかに路面由来である傾向が表れた。交通量が多い地点であるNo.6とNo.7も路面由来の割合が高かった。
- 鉛の路面由来はSSと比較すると相対的に少なく、降下煤塵由来や大気由来が多い結果であった。トタン屋根であったNo.6やNo.10は降下煤塵由来（屋根材質由来）の割合が高く、No.8やNo.13~No.15のように沿岸部の工業地帯周辺に位置する調査地点は降下煤塵由来が高かった。
- 亜鉛の路面由来の割合は、亜鉛に比較して幾分小さい値であった。No.2、No.17、No.18、No.20のように、路面由来の割合が50%を超えている地点においては、SSと同様の傾向がみられ、路面由来の傾向が表れている。

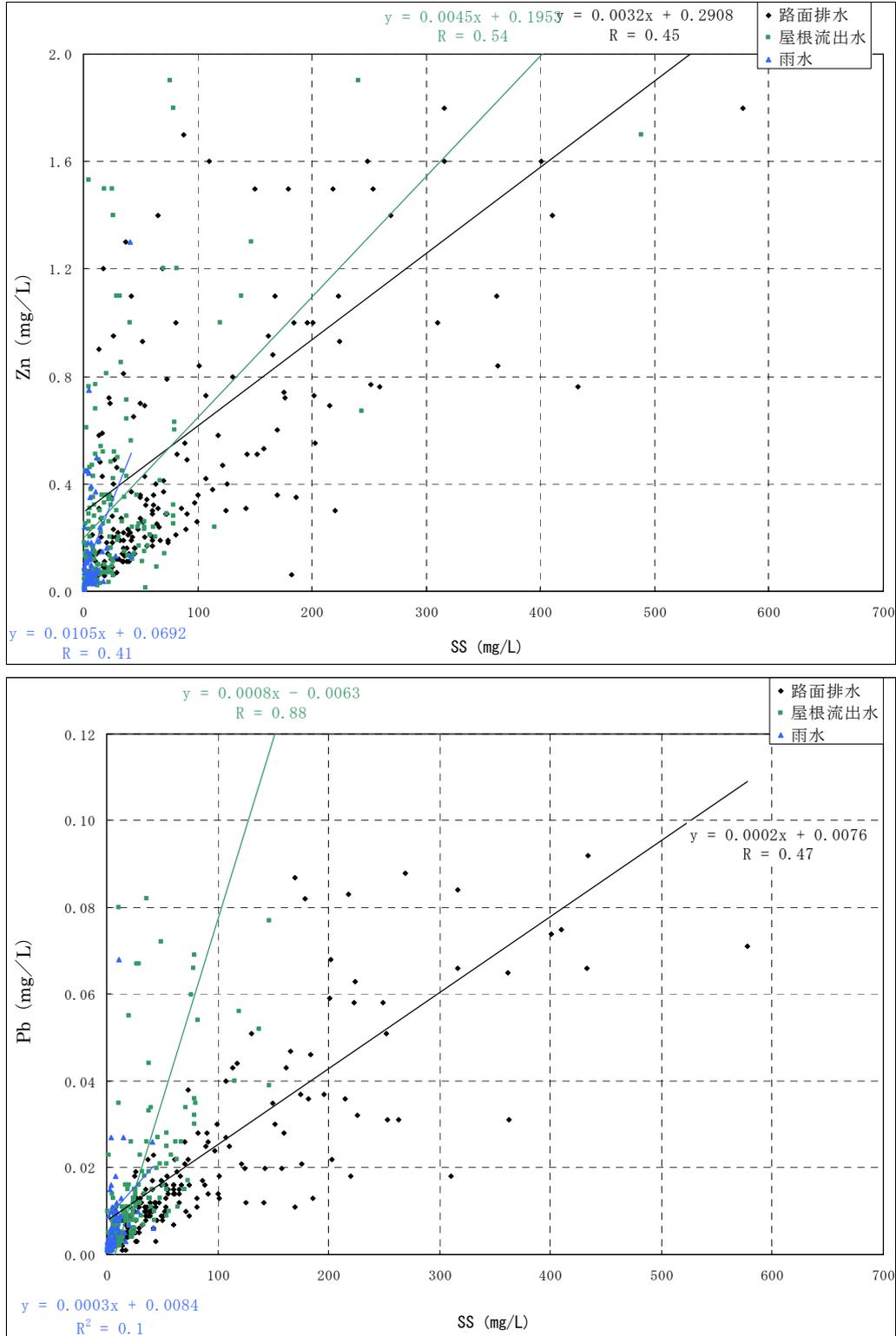


■ 路面由来 ■ 降下煤塵由来 ■ 大気由来

図4.9 路面排水濃度に対する各排出源の割合（3回の調査の平均）

3) 亜鉛・鉛と SS の相関について

路面排水の亜鉛、鉛濃度と SS 濃度の関係をプロットしたものを図 4.10 に示す。SS 濃度が高くなるにしたがい、亜鉛、鉛とも高くなる傾向が認められ、これらは SS 分の流出に伴い排出されることが推定される。雨水については SS と鉛の相関関係が低い結果であったが、雨水の濃度は絶対値が路面や屋根よりも低いいため相関が低かったと思われる。



相関係数の絶対値	解釈
0.0~0.2	ほとんど相関関係がない
0.2~0.4	やや相関関係がある
0.4~0.7	かなり相関関係がある
0.7~1.0	強い相関関係がある

図 4.10 鉛・亜鉛濃度と懸濁物質との相関関係

3. 年間を通じた亜鉛・鉛の調査

実道路における路面排水の亜鉛・鉛含有量の経時的な状況を把握するために、前章で亜鉛・鉛が高濃度に検出された直轄国道2地区において年間を通じた実態調査を行った。

(1) 調査地点

調査地点は、「4.2 首都圏における広範囲にわたる亜鉛・鉛の分布調査」において、亜鉛・鉛が高濃度に検出された地区を対象とするものとして、表4.10に示す2地点とした。

表4.10 年間を通じた亜鉛・鉛調査の調査地区と周辺状況、交通量

地点名	道路名	流域	土地区分	平日交通量※ (台/日)	休日交通量※ (台/日)
No. 3 相模原市	国道16号	境川	工業地帯	50,103	48,657
No. 18 江戸川区	国道14号	中川・綾瀬川	住宅地域	50,765	41,721

※出典：H17年度道路交通センサス

(2) 調査方法

1) 調査地点

2調査地点において、4.2の調査と同様に以下の3箇所において採水調査を行った。

- ①路面排水：路面からの排水管より試料を採取
- ②屋根排水：路面排水採取地点周辺の個人宅の屋根の流出管より試料採取
- ③雨水：路面排水採取地点周辺にプラスチック容器を設置して雨水試料を採取

調査地点における各試料の採取地点とその状況を図4.11および図4.12に示す。

2) 調査の種類と回数

本調査では自然降雨を対象に、以下に示す通常調査20回、詳細調査4回を実施した。

- ・通常調査：1降雨につき雨水1試料、路面排水および屋根流出水3試料を採水分析
- ・詳細調査：1降雨につき雨水3試料、路面排水および屋根流出水36試料を採水分析

調査地点	No. 3 相模原市	国道 16 号線
平面図		



写真



路面状況



路面排水採水地点 (遠景)



屋根排水採水地点 (遠景)



雨水採水地点

図 4.11 No. 3 相模原市地区の調査地点状況

調査地点	No. 18 江戸川区	国道 14 号線
------	-------------	----------

平面図



写真



路面状況



路面排水採水地点 (遠景)



屋根排水採水状況 (遠景)



雨水採水状況

図 4.12 No. 18 江戸川区地区の調査地点状況

3) 採水方法

①通常調査（4.2の調査と同様）

1 降雨について、雨の降り始めを対象に路面排水、屋根排水は3試料、雨水は1試料の採水を行った。1試料あたりの採水量（分析必要量）は、路面排水、屋根排水は2L、雨水は1Lとした。採水容器は亜鉛、鉛の溶出がない樹脂製の容器を用いた。

採水間隔は、基本的には路面排水、屋根排水は雨の降り始めから0～60分、60～120分、120～180分で、各試料の採水を行い、雨水については0～180分で試料の採水を行った。

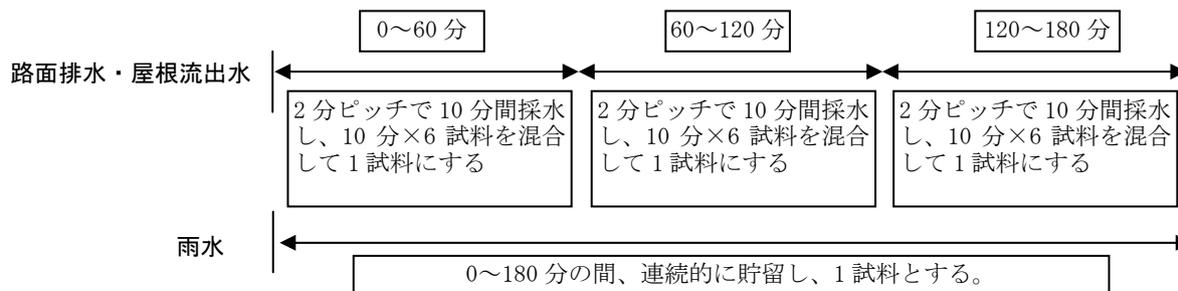


図 4.13 通常調査の採水方法

②詳細調査

1 降雨について、路面排水、屋根流出水は雨の降り始めより0～180分で18試料（10分間隔採水）、180～540分で18試料（20分間隔採水）の採水を目安とした。雨水は0～180分、180～360分、360～540分で各1試料の採水を目安とした。

1試料あたりの採水量（分析必要量）、採水容器は通常調査と同様である。

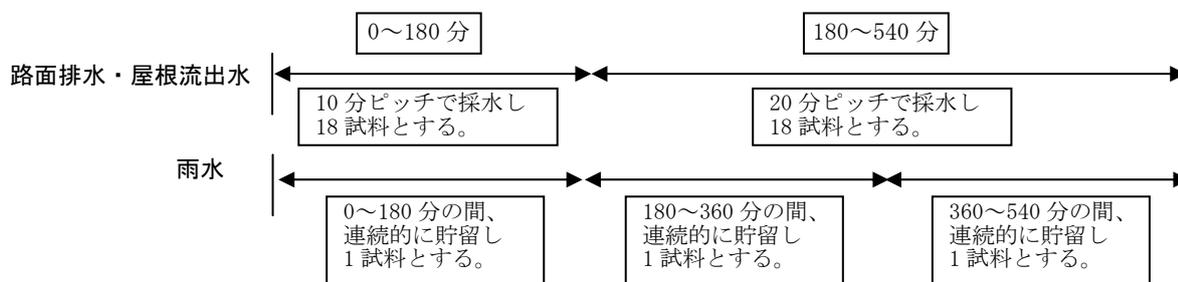


図 4.14 詳細調査の採水方法

4) 分析項目と分析方法

採水試料について、SS、亜鉛、溶解性亜鉛、鉛の分析を行った。分析項目と分析方法を表4.11に示す。

表 4.11 分析項目と分析方法

分析項目	分析方法
SS	環境庁告示第59号付表8
亜鉛	JIS K0102 53.2
溶解性亜鉛	GFBろ紙でろ過した水を対象に亜鉛を分析
鉛	JIS K0102 54.3

(3) 調査実施日と降水量

調査を実施した日と当日の降水量を表 4.12に示す。

表 4.12 調査実施状況

	No. 3 相模原市 (国道16号) 地点			No. 18 江戸川区 (国道14号) 地点		
	調査年月日	降水量 ¹⁾ (mm)	調査の種類	調査年月日	降水量 ²⁾ (mm)	調査の種類
1	H18年4月11日	66	通常調査	H18年4月11日	54	通常調査
2	H18年4月20日	3	通常調査	H18年5月24日	23.5	通常調査
3	H18年5月2日	11	通常調査	H18年6月9日	26.5	通常調査
4	H18年5月24日	45	通常調査	H18年6月15日	63	通常調査
5	H18年6月9日	30	通常調査	H18年8月12日	10.5	通常調査
6	H18年6月15日	143	通常調査	H18年9月1日	14	通常調査
7	H18年7月17日	11	詳細調査	H18年9月17日	7.5	通常調査
8	H18年9月1日	14	詳細調査	H18年9月26日	28	詳細調査
9	H18年9月6日	18	通常調査	H18年10月22日	13.5	通常調査
10	H18年9月12日	10	通常調査	H18年10月29日	10	通常調査
11	H18年9月26日	28	詳細調査	H18年11月11日	14.5	通常調査
12	H18年10月5日	36	通常調査	H18年11月19日	29	通常調査
13	H18年10月22日	12	通常調査	H18年12月9日	8.5	通常調査
14	H18年10月29日	7	通常調査	H18年12月12日	1	通常調査
15	H18年11月11日	7	通常調査	H18年12月14日	8.5	詳細調査
16	H18年11月19日	31	通常調査	H19年1月6日	32	通常調査
17	H18年11月26日	11	通常調査	H19年2月14日	12.5	詳細調査
18	H18年12月9日	9	通常調査	H19年2月17日	2.5	通常調査
19	H18年12月13日	2	通常調査	H19年2月23日	10.5	通常調査
20	H19年1月6日	48	詳細調査	H19年3月5日	23.5	詳細調査
21	H19年2月14日	20	通常調査	H19年3月25日	23.5	通常調査
22	H19年2月18日	27	通常調査	H19年5月1日	4	通常調査
23	H19年2月20日	3	通常調査	H19年5月17日	16	通常調査
24	H19年2月23日	1	通常調査	H19年5月25日	35.5	通常調査

1) 降水量：相模原中央アメダス

2) 降水量：東京管区気象台

: 詳細調査

(4) 調査結果

1) 通常調査結果

通常調査の結果を、表 4. 14～表 4. 15に示す。調査結果の概要をまとめると、以下のとおりである。

<路面排水>

SS 濃度は、No. 3 相模原市で平均 101. 7mg/L であり、No. 18 江戸川区で平均 76. 6mg/L であった。

亜鉛は、No. 3 相模原市で平均 1. 645mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 327mg/L であった。全データのうち、約 8%のデータが排水基準 2mg/L を越えていた。

溶解性亜鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 556mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 065mg/L であった。亜鉛と溶解性亜鉛の比率は、No. 3 相模原市で 34%、No. 18 江戸川区で 20%であり、調査場所によって傾向が異なった。

鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 023mg/L、No. 18 江戸川区では平均 0. 024mg/L であった。全データのうち、排水基準 0. 1mg/L を超える値は 1 回のみ観測された。

<屋根流出水>

SS は、No. 3 相模原市で平均 19. 9mg/L、No. 18 江戸川区で平均 12. 1mg/L であった。亜鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 059mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 348mg/L であった。溶解性亜鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 037mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 296mg/L であった。鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 008mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 007mg/L であった。

<雨水>

SS は、No. 3 相模原市で平均 6. 0mg/L、No. 18 江戸川区で平均 4. 2mg/L であった。亜鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 042mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 583mg/L であった。溶解性亜鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 037mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 565mg/L であった。亜鉛については No. 3 相模原市に比較して No. 18 江戸川区の方がワンオーダー高かった。鉛は、No. 3 相模原市で平均 0. 004mg/L、No. 18 江戸川区で平均 0. 012mg/L であった。

表 4. 13 通常調査結果

		SS (mg/L)			Zn (mg/L)			D-Zn (mg/L)			Pb (mg/L)		
		路面	屋根	雨水	路面	屋根	雨水	路面	屋根	雨水	路面	屋根	雨水
No. 3 相模原市	最小値	4. 9	1. 5	1. 0	0. 500	0. 018	0. 010	0. 285	0. 016	0. 009	0. 001	0. 001	0. 001
	平均値	101. 7	19. 9	6. 0	1. 645	0. 059	0. 042	0. 556	0. 037	0. 037	0. 023	0. 008	0. 004
	最大値	508. 5	61. 9	32. 9	7. 356	0. 120	0. 098	1. 050	0. 082	0. 079	0. 146	0. 025	0. 009
No. 18 江戸川区	最小値	4. 8	1. 0	1. 0	0. 066	0. 109	0. 161	0. 036	0. 084	0. 066	0. 001	0. 001	0. 002
	平均値	76. 6	12. 1	4. 2	0. 327	0. 348	0. 583	0. 065	0. 296	0. 565	0. 024	0. 007	0. 012
	最大値	217. 9	42. 5	24. 8	0. 810	0. 685	1. 300	0. 099	0. 564	1. 300	0. 057	0. 017	0. 028

Zn 排水基準濃度：2 mg/L

2 以上

Pb 排水基準濃度：0. 1mg/L

0. 1以上

表 4.14 No. 3 相模原市地区の通常調査結果

	調査日	SS (mg/L)			Zn (mg/L)			D-Zn (mg/L)			Pb (mg/L)		
		路面排水	屋根排水	雨水	路面排水	屋根排水	雨水	路面排水	屋根排水	雨水	路面排水	屋根排水	雨水
1	H18.4.11	69.4	50.0	32.9	1.283	0.073	0.098	0.648	0.023	0.074	0.011	0.018	0.006
2	H18.4.20	140.4	61.9	22.4	1.530	0.094	0.038	0.476	0.018	0.020	0.028	0.025	0.007
3	H18.5.2	150.0	36.3	10.1	1.372	0.041	0.054	0.327	0.017	0.045	0.025	0.009	0.003
4	H18.5.24	115.2	37.0	2.2	1.285	0.120	0.025	0.301	0.072	0.024	0.023	0.019	0.002
5	H18.6.9	60.2	2.9	1.7	1.425	0.036	0.024	0.721	0.036	0.024	0.013	0.002	0.002
6	H18.6.15	508.5	16.8	4.3	7.356	0.070	0.077	0.788	0.063	0.075	0.146	0.006	0.004
7	H18.9.6	66.9	6.1	2.2	1.405	0.083	0.082	0.925	0.082	0.079	0.015	0.012	0.008
8	H18.9.12	31.7	2.6	2.8	0.701	0.033	0.041	0.375	0.031	0.040	0.009	0.002	0.003
9	H18.10.5	218.2	5.7	<1.0	3.195	0.034	0.037	0.336	0.032	0.033	0.041	0.004	0.003
10	H18.10.22	4.9	1.5	2.4	0.500	0.023	0.029	0.457	0.023	0.024	0.001	0.001	0.001
11	H18.10.29	35.3	7.6	<1.0	0.600	0.025	0.011	0.292	0.016	0.011	0.007	0.003	0.001
12	H18.11.11	63.0	8.4	1.2	1.196	0.080	0.023	0.648	0.073	0.021	0.010	0.003	0.003
13	H18.11.19	43.5	18.2	1.3	1.061	0.045	0.034	0.554	0.016	0.033	0.011	0.006	0.002
14	H18.11.26	109.6	3.4	<1.0	1.215	0.018	0.010	0.285	0.016	0.009	0.016	0.001	0.001
15	H18.12.9	41.7	6.6	4.5	1.099	0.052	0.026	0.633	0.044	0.025	0.011	0.002	0.002
16	H18.12.13	134.7	6.3	3.9	2.108	0.027	0.027	0.433	0.021	0.025	0.028	0.002	0.001
17	H19.2.14	83.9	33.6	5.8	1.742	0.088	0.077	1.050	0.029	0.075	0.021	0.012	0.009
18	H19.2.18	66.4	47.7	1.0	1.040	0.109	0.019	0.377	0.036	0.016	0.014	0.014	0.001
19	H19.2.20	14.0	4.7	10.1	0.821	0.052	0.063	0.641	0.046	0.047	0.007	0.002	0.006
20	H19.2.23	76.7	40.2	8.1	1.970	0.086	0.051	0.849	0.041	0.042	0.024	0.010	0.006

Zn 排水基準濃度：2mg/L

Pb 排水基準濃度：0.1mg/L

2以上

0.1以上

表 4.15 No. 18 江戸川区地区の通常調査結果

	調査日	SS (mg/L)			Zn (mg/L)			D-Zn (mg/L)			Pb (mg/L)		
		路面排水	屋根排水	雨水	路面排水	屋根排水	雨水	路面排水	屋根排水	雨水	路面排水	屋根排水	雨水
1	H18.4.11	140.4	19.2	9.6	0.461	0.268	0.161	0.061	0.211	0.156	0.035	0.008	0.010
2	H18.5.27	144.5	9.9	11.9	0.543	0.343	0.750	0.064	0.283	0.740	0.050	0.006	0.017
3	H18.6.9	26.0	8.2	2.8	0.199	0.321	0.710	0.096	0.275	0.690	0.014	0.006	0.028
4	H18.6.15	67.0	4.5	1.4	0.262	0.209	0.620	0.051	0.194	0.620	0.024	0.007	0.025
5	H18.8.12	79.3	3.3	2.2	0.317	0.239	0.310	0.048	0.229	0.310	0.033	0.003	0.004
6	H18.9.1	67.5	3.3	1.9	0.290	0.152	0.831	0.063	0.142	0.818	0.022	0.003	0.019
7	H18.9.17	30.8	3.5	<1.0	0.148	0.157	0.230	0.053	0.084	0.066	0.008	0.002	0.011
8	H18.10.22	71.5	6.6	<1.0	0.303	0.212	0.270	0.040	0.184	0.270	0.018	0.005	0.003
9	H18.10.29	16.4	6.1	<1.0	0.099	0.322	0.370	0.036	0.287	0.360	0.007	0.006	0.008
10	H18.11.11	78.5	9.8	1.1	0.404	0.302	0.580	0.075	0.221	0.560	0.046	0.011	0.024
11	H18.11.19	43.4	11.2	<1.0	0.214	0.548	0.480	0.068	0.513	0.480	0.012	0.006	0.002
12	H18.12.9	137.7	10.7	1.4	0.552	0.562	0.680	0.090	0.521	0.680	0.030	0.006	0.004
13	H18.12.12	33.4	33.8	1.4	0.170	0.487	1.300	0.049	0.315	1.300	0.012	0.017	0.005
14	H19.1.6	77.1	42.5	10.7	0.300	0.367	0.970	0.074	0.290	0.940	0.016	0.012	0.003
15	H19.2.17	44.4	37.8	2.5	0.289	0.638	0.800	0.099	0.524	0.790	0.018	0.015	0.005
16	H19.2.23	217.9	3.1	<1.0	0.810	0.286	0.470	0.076	0.272	0.460	0.057	0.003	0.006
17	H19.3.25	81.5	9.6	1.8	0.343	0.685	0.680	0.093	0.564	0.670	0.018	0.004	0.009
18	H19.5.1	4.8	15.9	24.8	0.066	0.385	0.800	0.051	0.341	0.750	0.001	0.008	0.023
19	H19.5.17	71.5	1.4	3.9	0.331	0.359	0.390	0.076	0.359	0.390	0.022	0.002	0.013
20	H19.5.25	98.6	1.0	1.0	0.438	0.109	0.250	0.044	0.108	0.250	0.032	0.001	0.012

Zn 排水基準濃度：2mg/L

Pb 排水基準濃度：0.1mg/L

2以上

0.1以上

各調査におけるSS、亜鉛、鉛濃度の経時変化を、図 4.16、図 4.17に示す。

No. 3 相模原市地区では、亜鉛が排水基準を超えて検出されたのは3回であった。溶解性亜鉛は排水基準を超えるデータは検出されなかった。鉛については、1 回のみ排水基準を上廻っている。

図 4.18 (1) に No. 3 相模原市地区における排出源別の割合を示したが、亜鉛については大半が路面由来によるものであることが明らかである。

No. 18 江戸川区地区では、路面排水、屋根排水、雨水とも亜鉛と溶解性亜鉛は排水基準を超えた値は検出されなかった。

図 4.18 (2) に No. 18 江戸川区地区における排出源の割合を示したが、亜鉛は大気由来の割合が大きく、No. 3 相模原市地区とは異なる傾向を示した。

また、調査日までの晴天日数 (2 mm/hr 以上の降雨があった調査日から調査日までの日数) と路面排水の亜鉛・鉛濃度との関係を図 4.15に示したが、晴天日数と亜鉛・鉛濃度との関係は見られなかった。

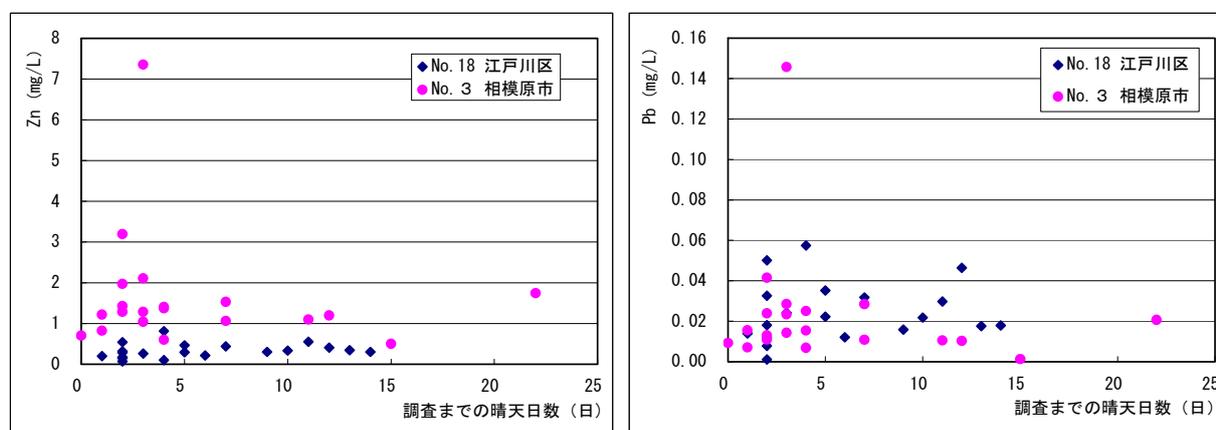


図 4.15 晴天日数と路面排水中の亜鉛・鉛の平均濃度 (左：亜鉛、右：鉛)

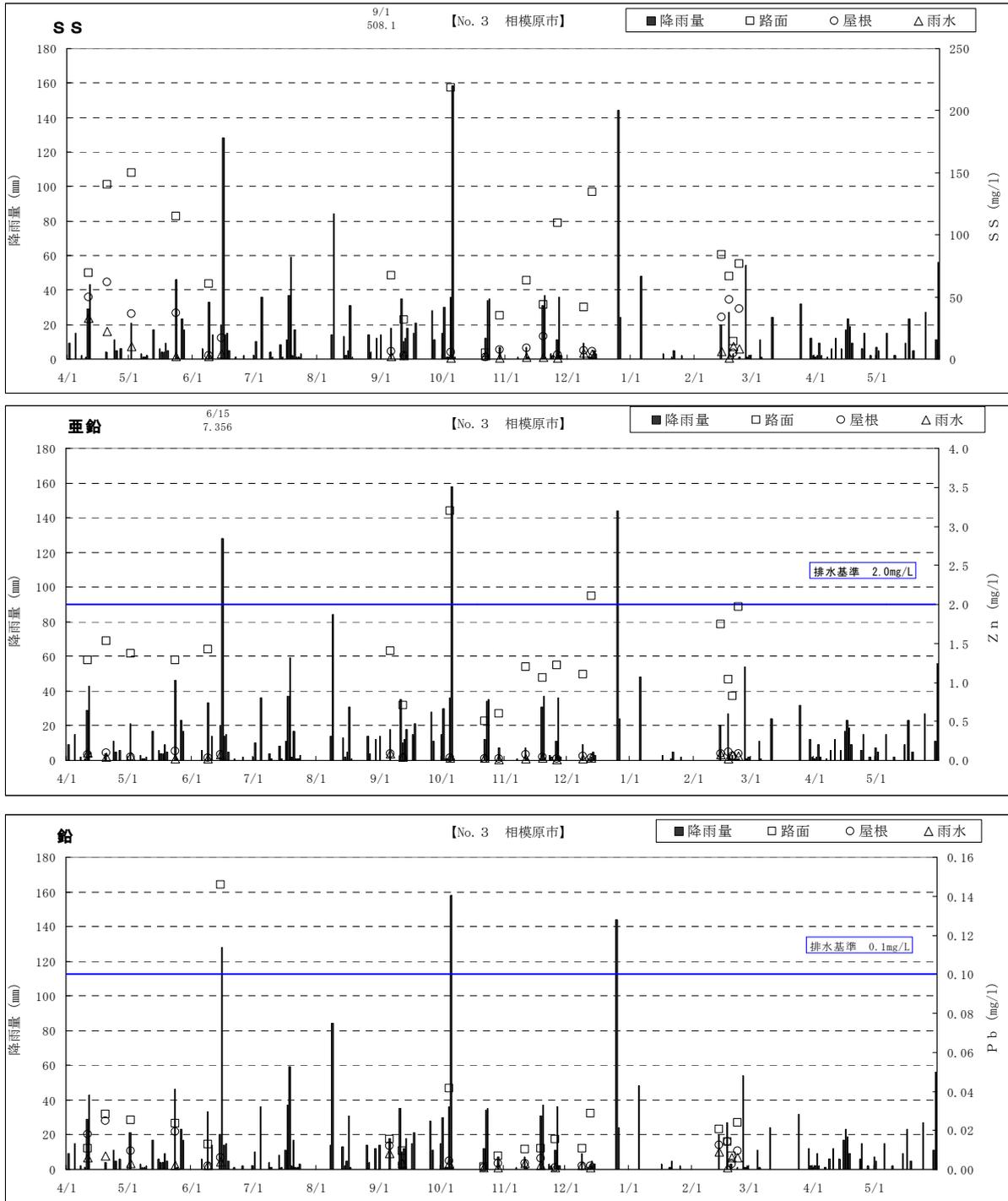


図 4.16 降雨状況と路面排水の亜鉛、鉛濃度の経時変化 (No. 3 相模原市)

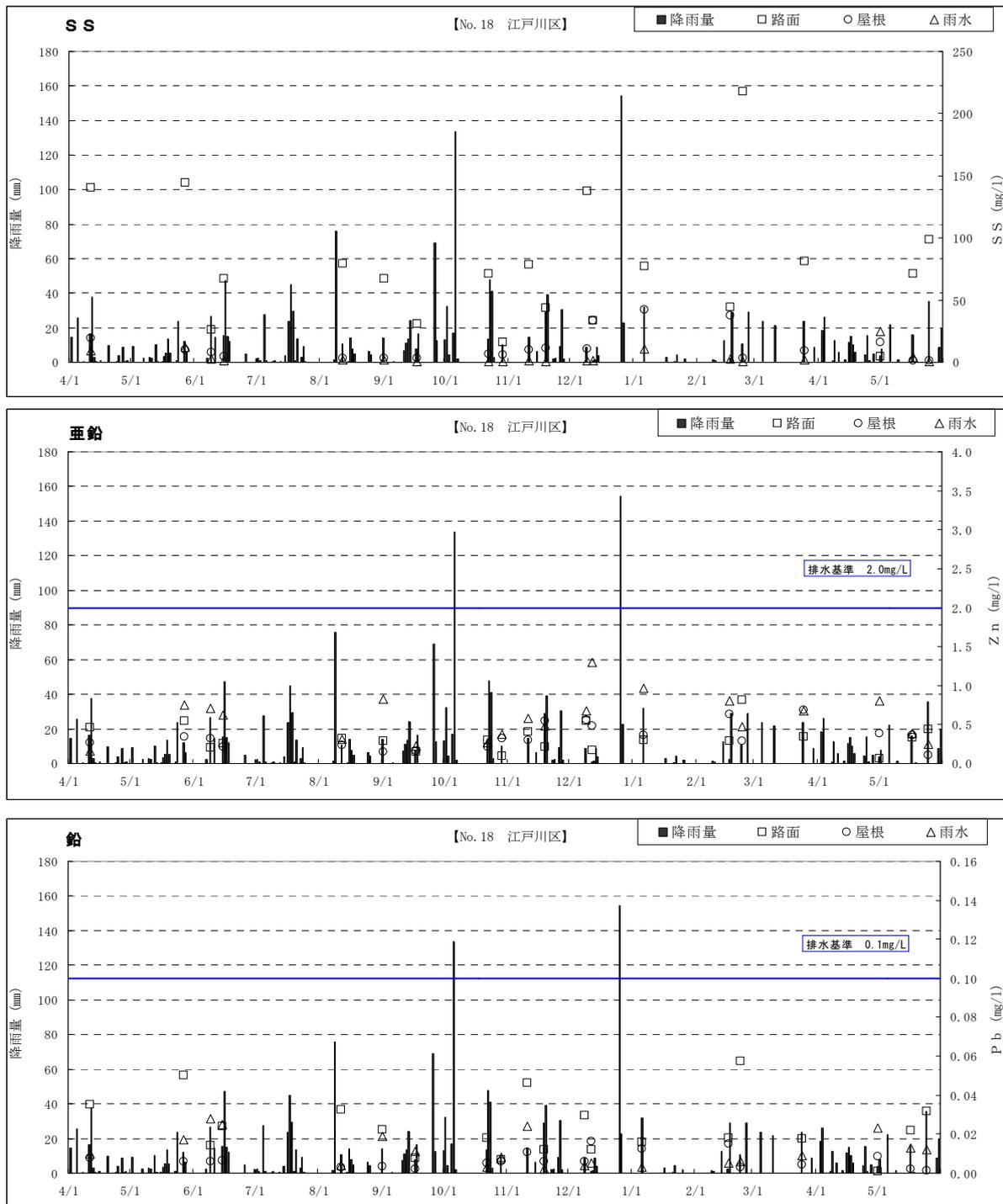


図 4.17 降雨状況と路面排水の亜鉛、鉛濃度の経時変化 (No. 18 江戸川区)

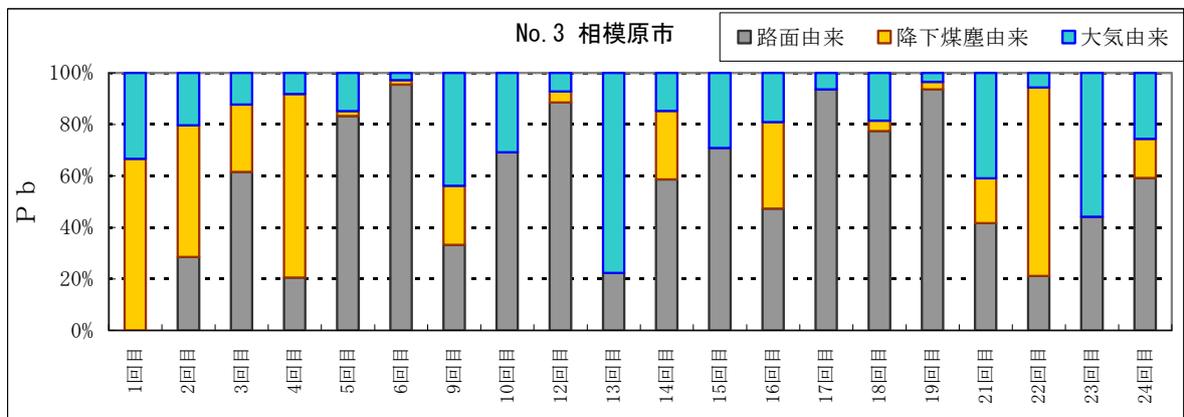
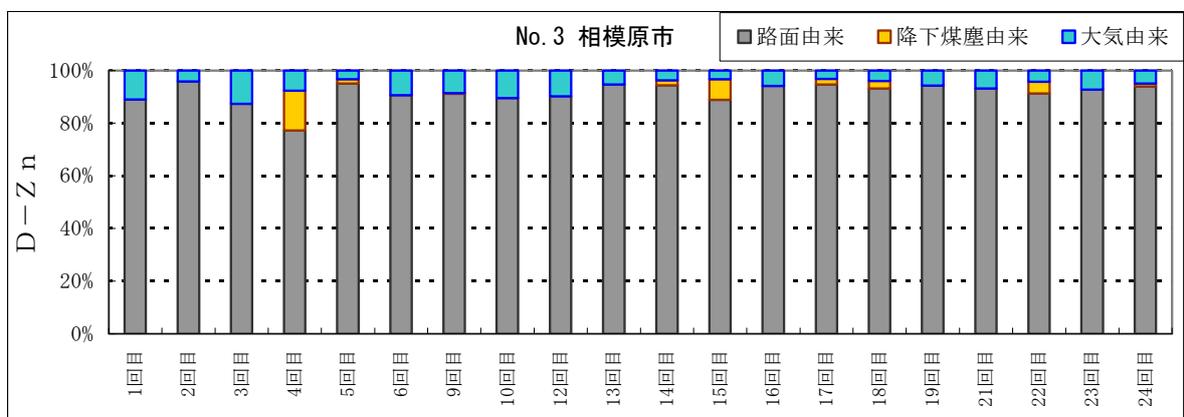
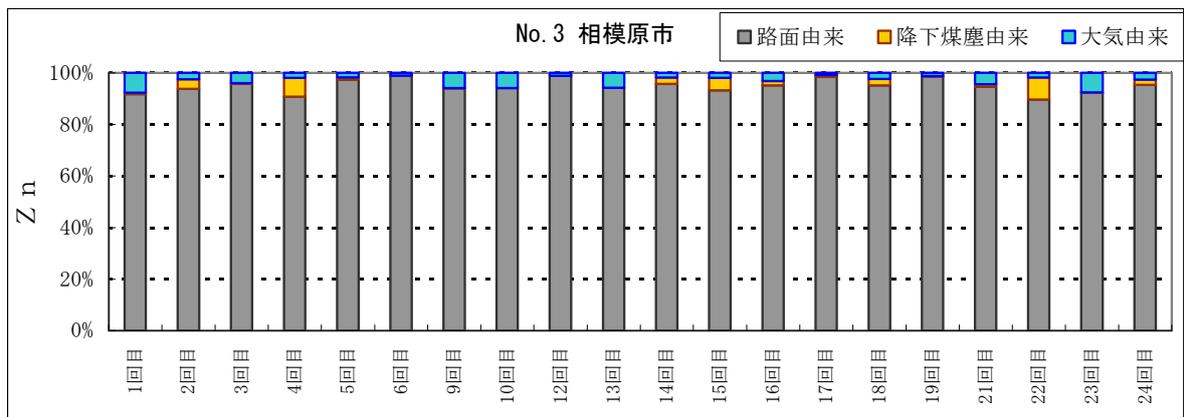
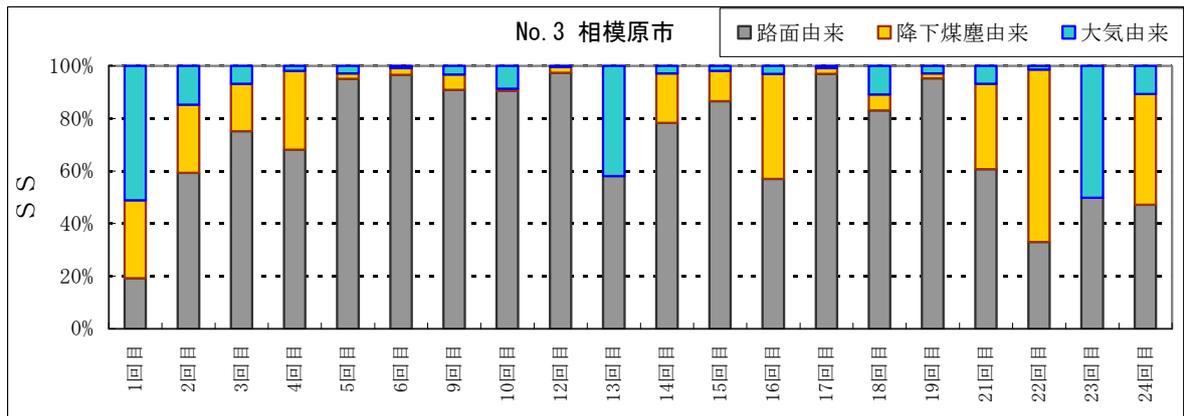


図 4.18(1) 排出源割合 (No. 3 相模原市)

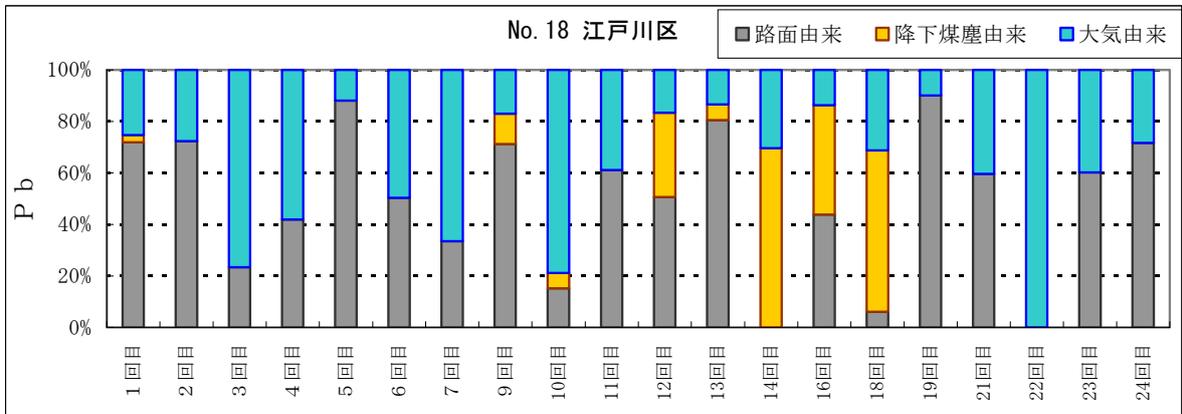
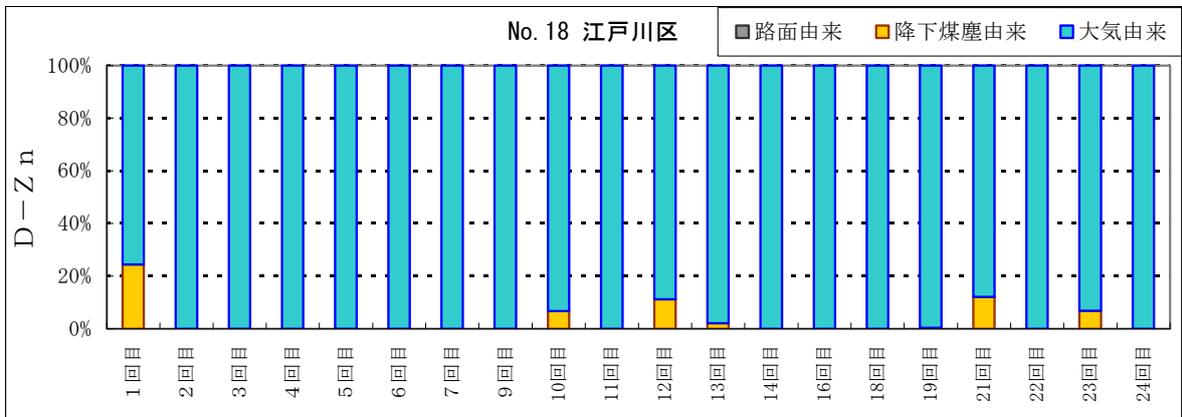
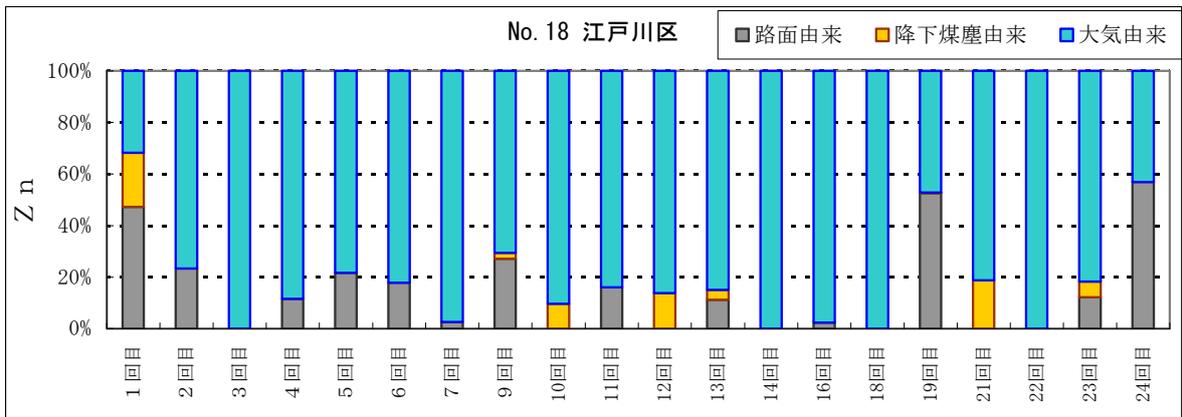
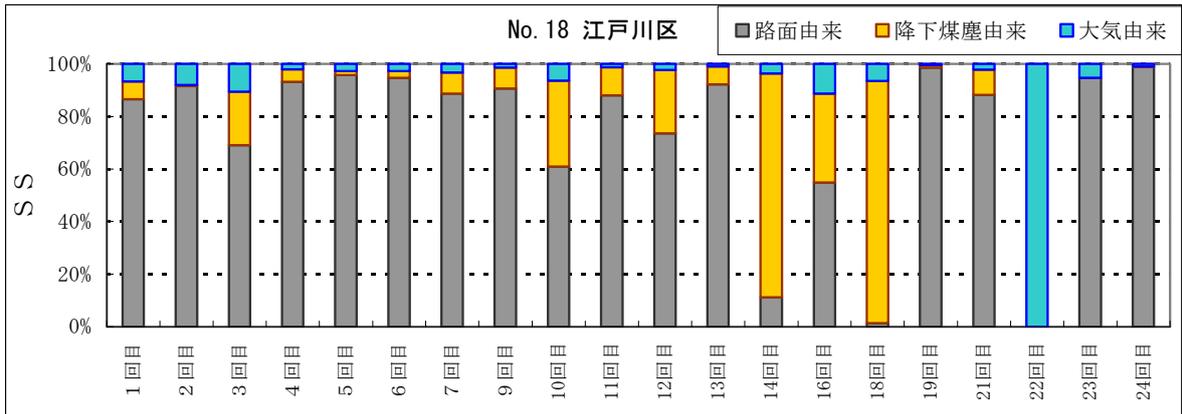


图 4.18(2) 排出源割合 (No. 18 江戸川区)

2) 詳細調査結果

詳細調査結果を図 4.19～図 4.29に示す。調査結果の特徴をまとめると、以下のとおりである。

<No.3 相模原市 国道 16号>

- ・路面排水ではSSの流出濃度の変化に応じて鉛・亜鉛の濃度も変化しており、路面の懸濁物の排出による影響が大きいと考えられる。
- ・亜鉛は屋根排水・雨水に比較して路面排水濃度が絶対的に高く、路面由来の影響が大きいものと考えられる。
- ・一方、鉛は路面排水濃度に対する屋根排水・雨水の濃度が亜鉛に比較して高く、大気由来の影響がやや大きいことが考えられる。

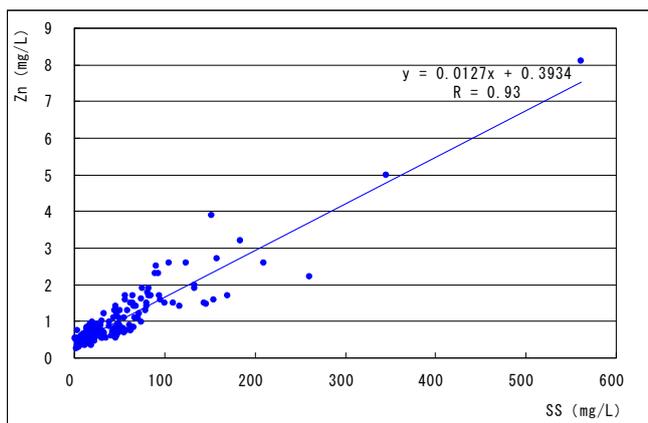


図 4.19 SS と亜鉛の相関
(No. 3 相模原市詳細調査結果)

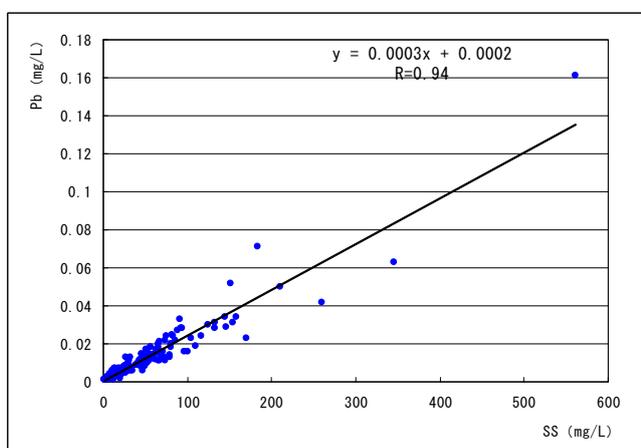


図 4.21 SS と鉛の相関
(No. 3 相模原市詳細調査結果)

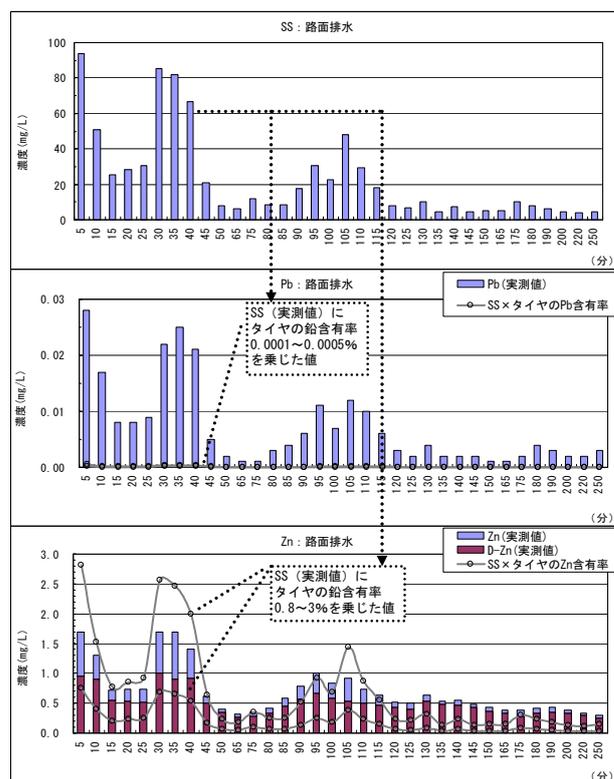


図 4.20 No. 3 相模原市詳細調査 (1回目)

<No.18 江戸川区 国道 14号>

- ・路面排水ではSSの流出濃度の変化に応じて鉛・亜鉛の濃度も変化しており、路面の懸濁物の排出による影響が大きいと考えられる。
- ・亜鉛は路面排水濃度に比較して屋根排水・雨水濃度の割合が高く、大気由来（地域的な特性）の影響がやや大きいことが考えられる。

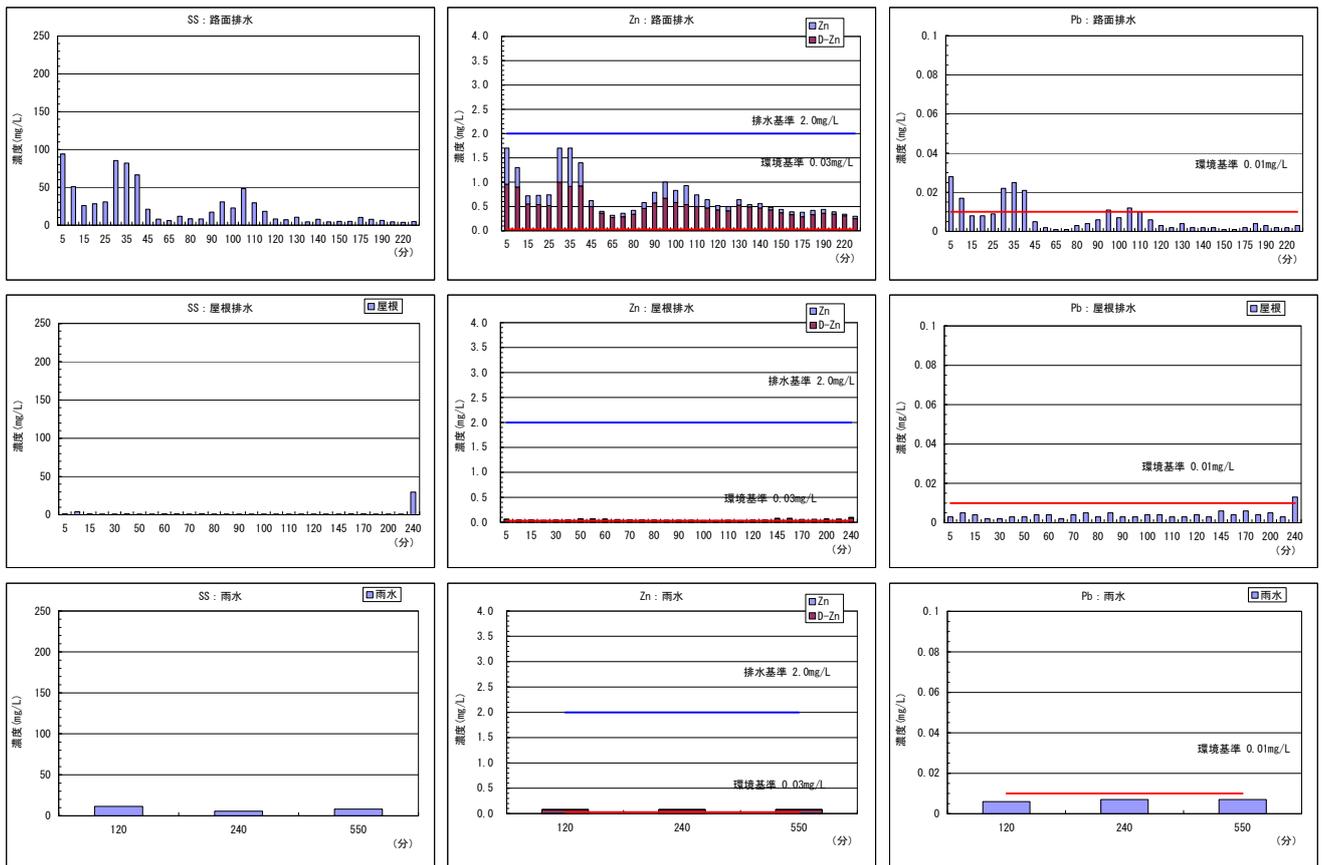


図 4.22 No. 3 相模原市：第 1 回詳細調査結果

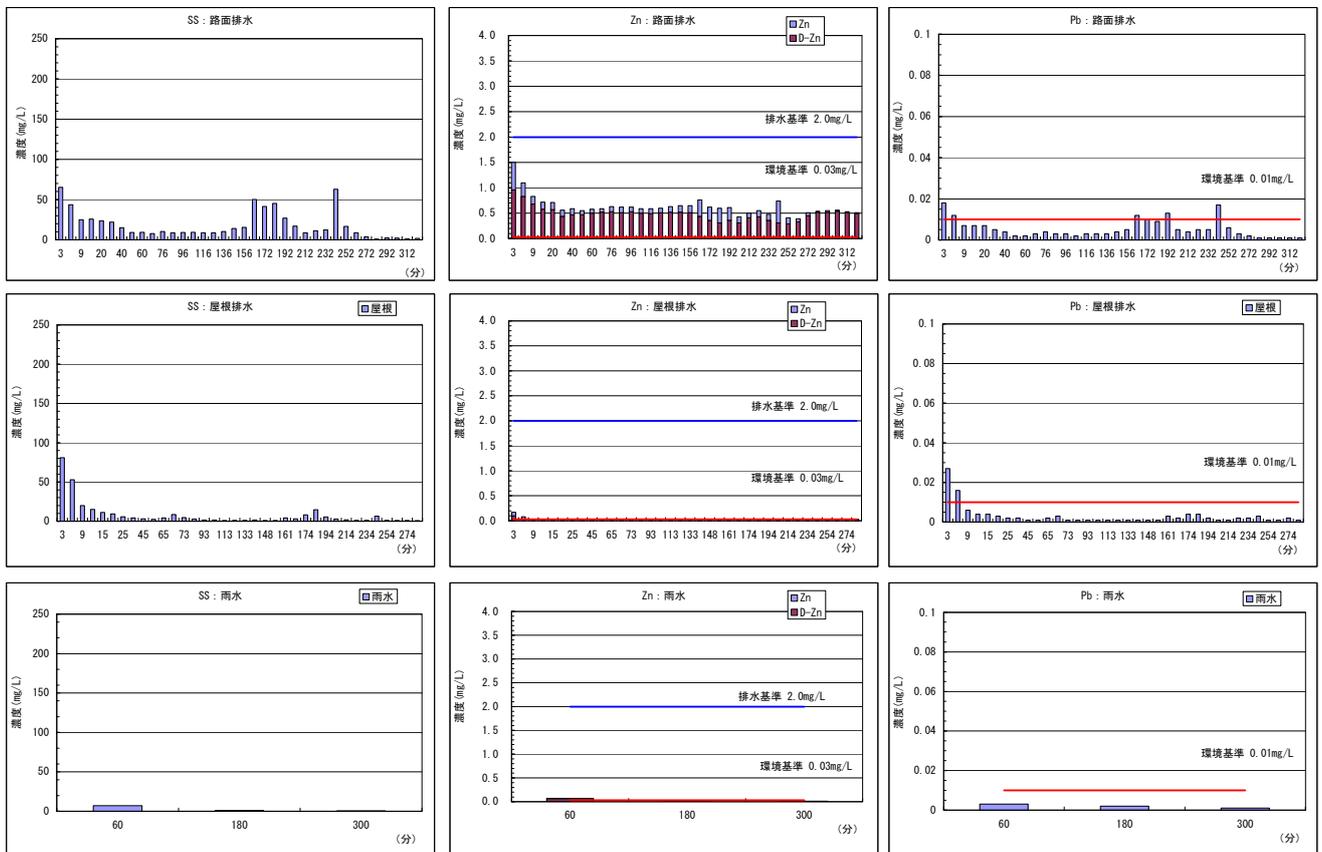


図 4.23 No. 3 相模原市：第 2 回詳細調査結果

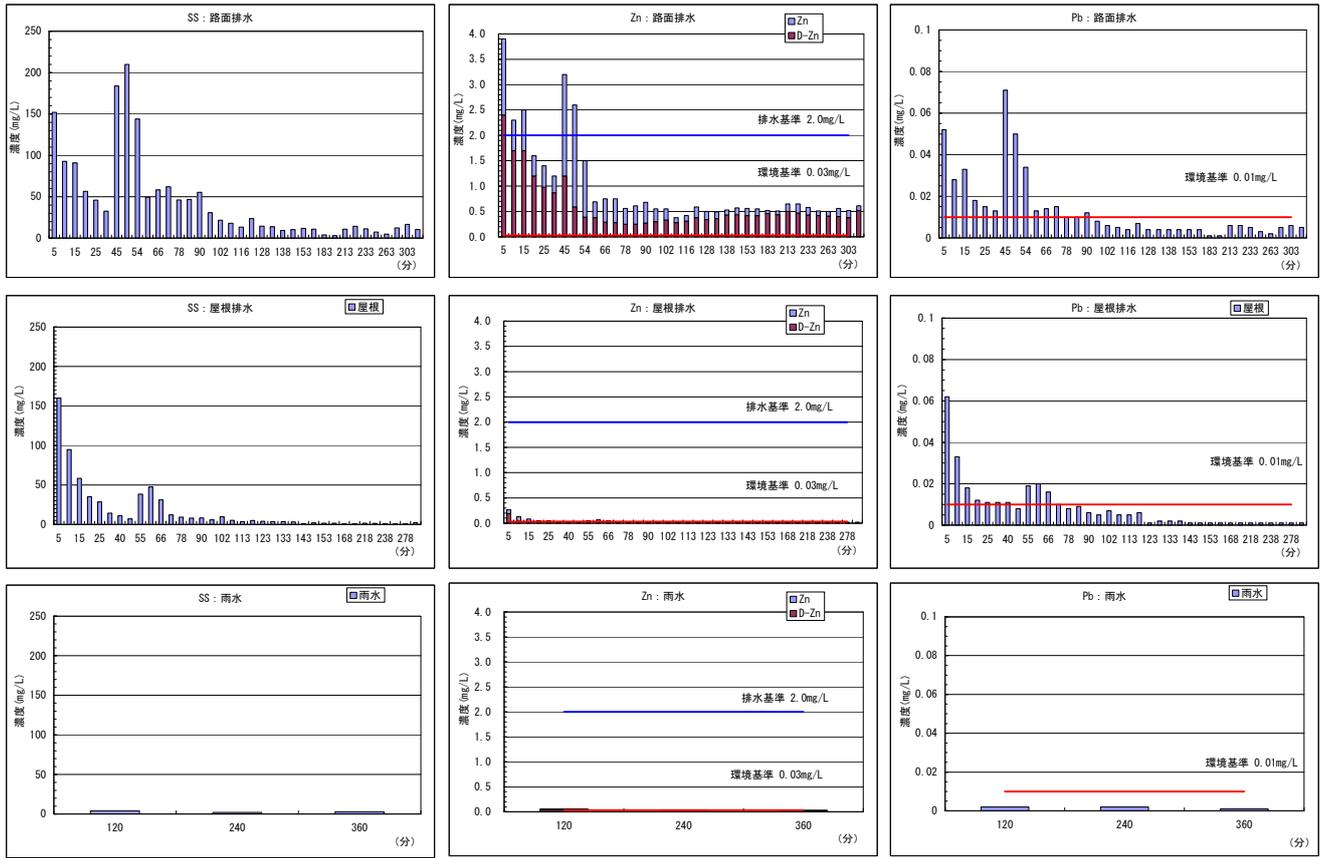


図 4.24 No. 3 相模原市：第 3 回詳細調査結果

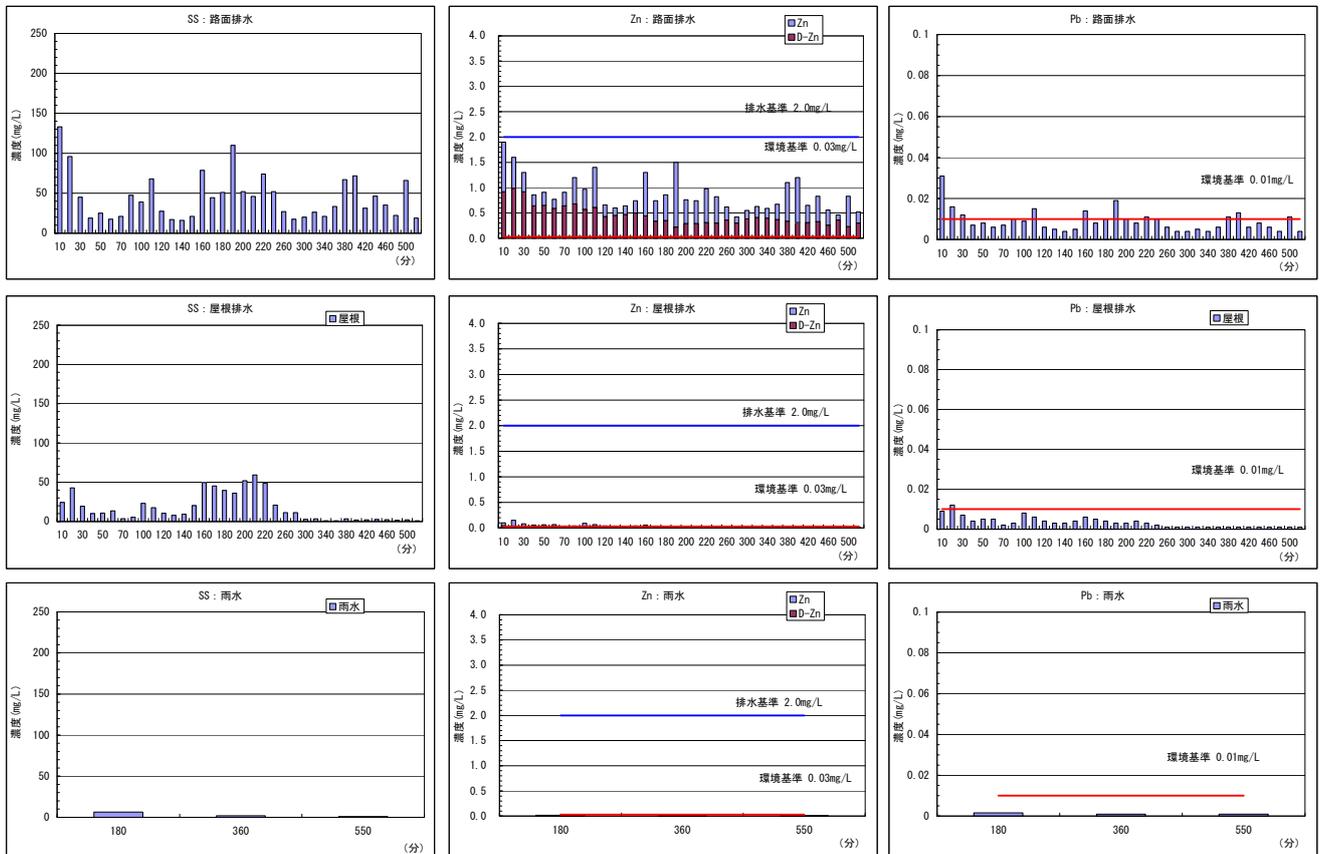


図 4.25 No. 3 相模原市：第 4 回詳細調査結果

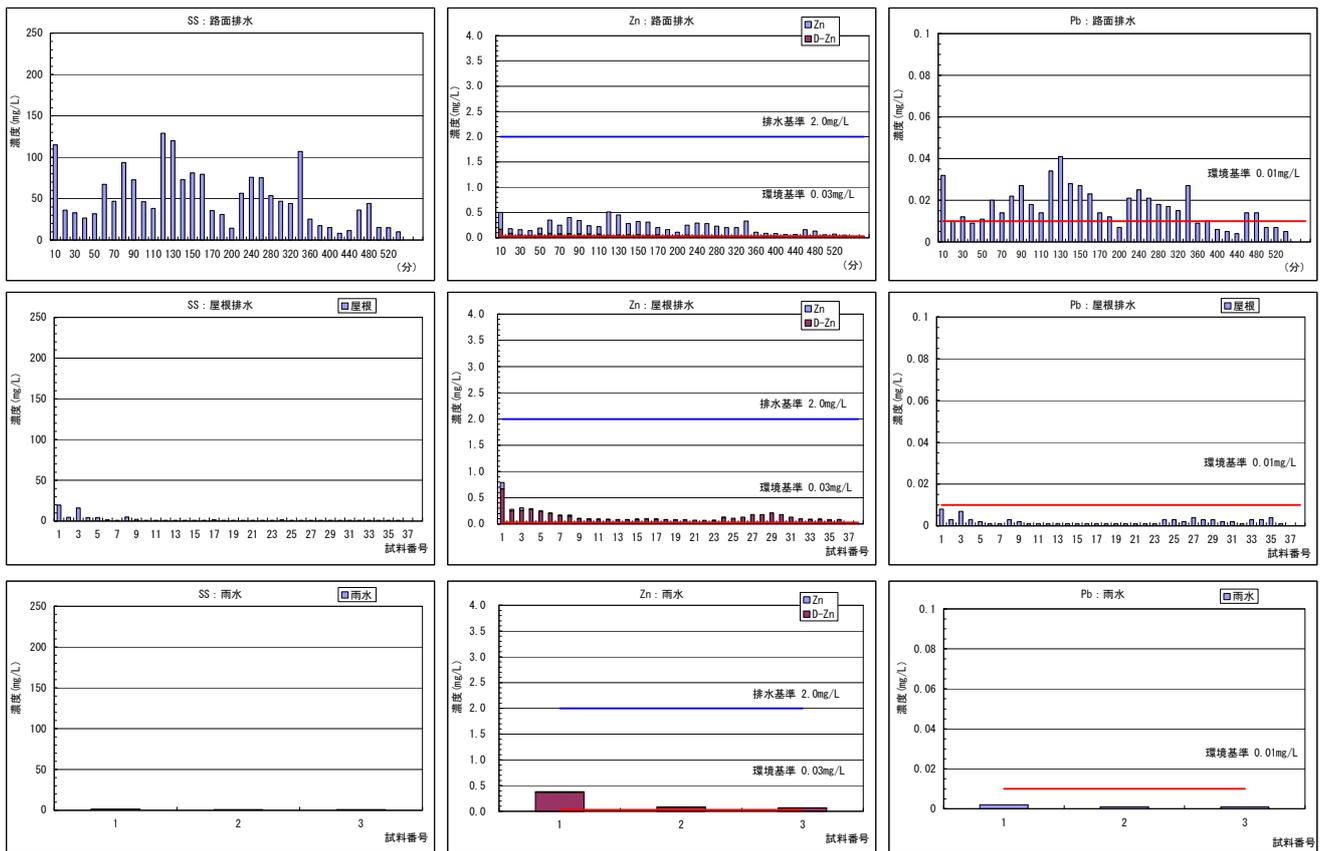


図 4.26 No. 18 江戸川区：第 1 回詳細調査結果

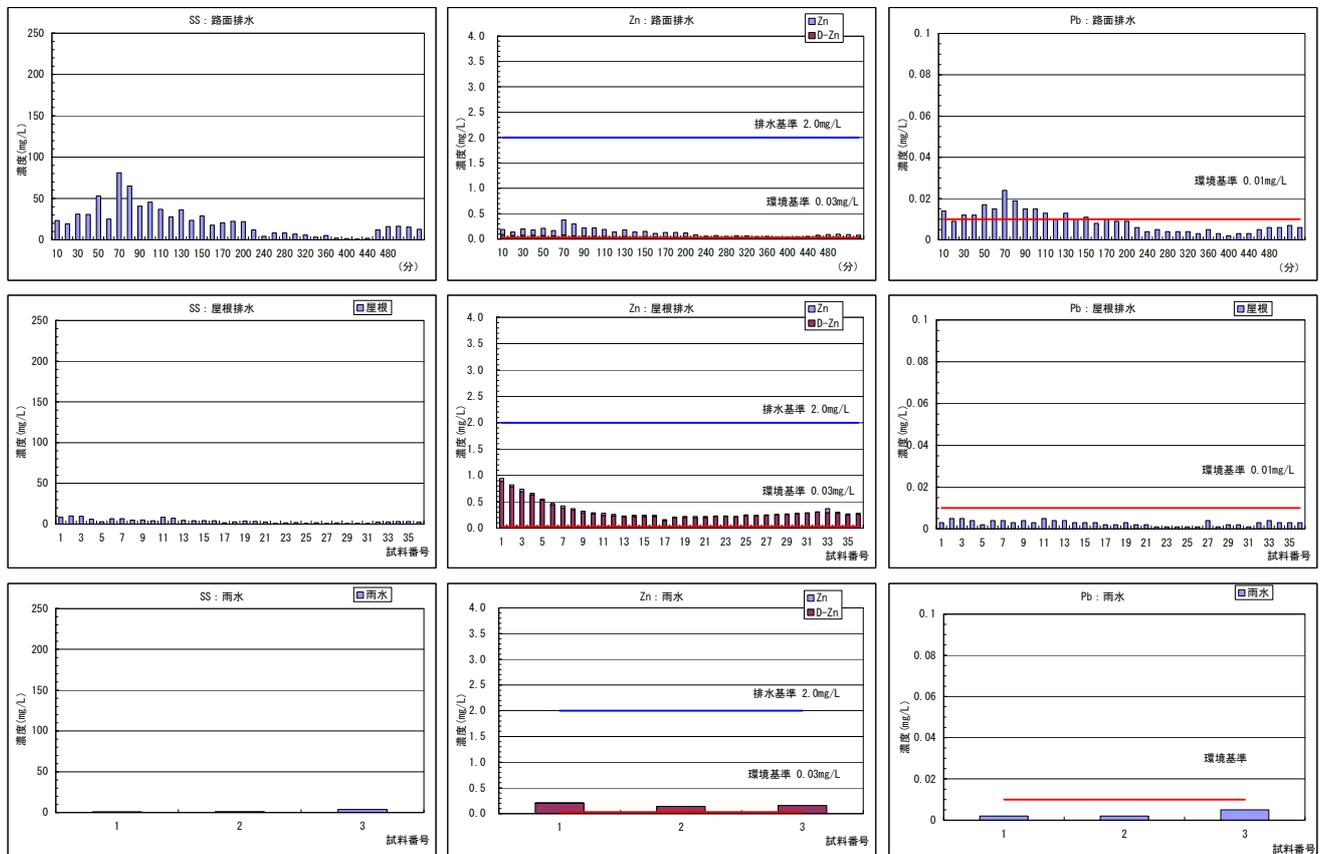


図 4.27 No. 18 江戸川区：第 2 回詳細調査結果

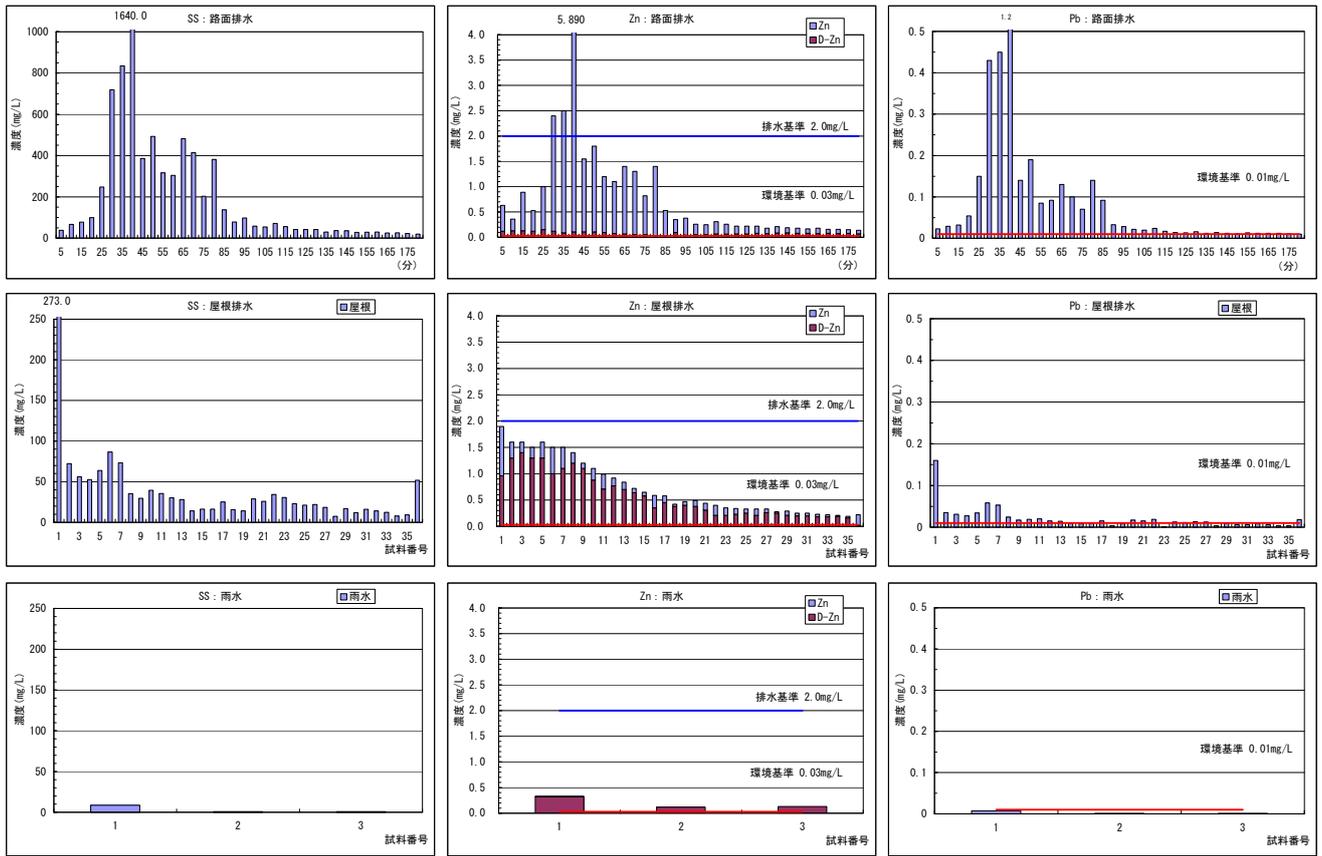


図 4.28 No. 18 江戸川区：第 3 回詳細調査結果

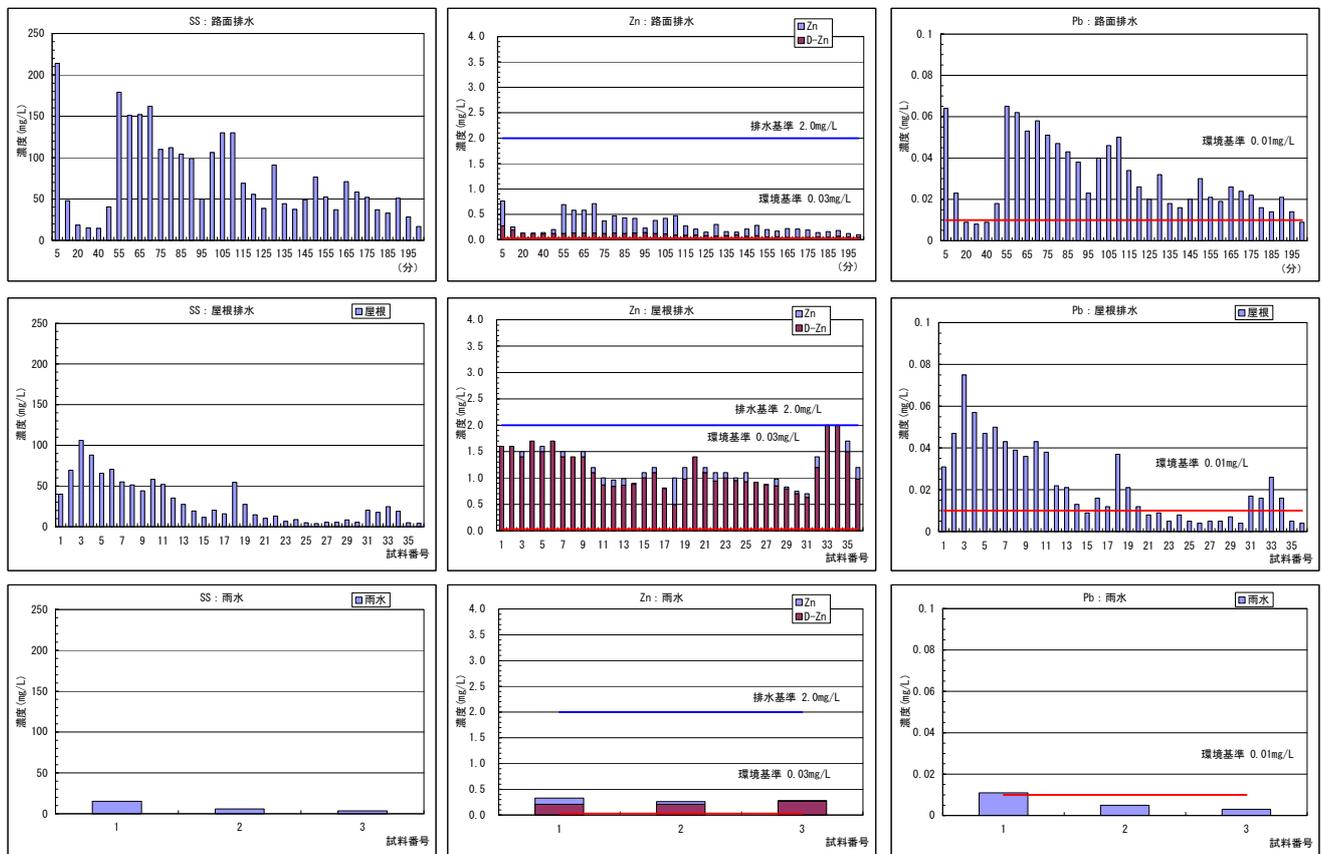


図 4.29 No. 18 江戸川区：第 4 回詳細調査結果

(5) 道路側溝の泥および路面粉塵の含有量試験結果

No. 3 相模原市、No. 18 江戸川区の両地区において、舗装の空隙に詰まっている粉塵と道路側溝の泥分を採取し、亜鉛および鉛の分析(含有量試験)を行った。

側溝の泥についてはスcoopにより直接採取し、路面粉塵については紙パック式の携帯掃除機により採取した。各地点での試料採取を3回行った。

下表に側溝泥と路面粉塵の分析結果を示す。(参考として自動車タイヤの亜鉛・鉛の含有量試験結果(平成17年度分析)を併せて示した。)

亜鉛は、両地区とも側溝泥、粉塵の両方で $10^2 \sim 10^3 \text{mg/kg-dry}$ のオーダーで含有していることが確認された。鉛は亜鉛よりも含有量が少なく、 $10^1 \sim 10^2 \text{mg/kg-dry}$ のオーダーで確認された。

側溝泥、粉塵の亜鉛は、自動車タイヤの含有量と同等もしくはそれ以下のオーダーで含有されており、鉛は自動車タイヤの含有量以上のオーダーで含有されていた。亜鉛についてはその排出源として自動車タイヤの影響が示唆され、鉛については自動車タイヤ以外に排出源があるものと考えられた。

表 4.16 側溝泥と路面粉塵の亜鉛・鉛の含有量試験結果

		Zn (mg/kg-dry)			Pb (mg/kg-dry)		
		1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
No. 3 相模原市	側溝泥	820	1,100	620	10	37	17
	路面粉塵	240	910	3,000	6	39	140
No. 18 江戸川区	側溝泥	520	620	1,500	13	58	350
	路面粉塵	2,300	610	570	110	34	190
自動車タイヤ	A社	7,800			2		
	B社	8,400			5		
	C社	11,000			1		

4. 道路条件の違いによる亜鉛・鉛の調査

前節で調査を行った国道の周辺を対象に、道路の平坦な地点と上り、下り坂の地点及び周辺の交通量の違いのある地点を対象に路面排水の調査を行い、道路条件の違いによる亜鉛・鉛濃度の比較を行った。

(1) 調査地点の選定

前節で年間を通じて路面排水中の亜鉛・鉛の含有量調査を実施した No. 3 相模原市と No. 18 江戸川区を調査地区として、道路条件（平坦な地点と上り、下り坂の地点）と、交通量、大型車混入率の違いを考慮して、各地区について路面の調査地点 3 地点、合計 6 地点を選定した。

表 4.17 道路条件の違いによる亜鉛・鉛調査の調査地点

地区 1【No. 3 相模原市】

交通量及び大型車混入率	地 点	道路条件	平日交通量 (台・日)	休日交通量 (台・日)	12 時間大型車 混入率
多い	①No. 3 国道 16 号高架下	下り坂の 地点	50,103 ^{*1}	48,657 ^{*1}	31.4%
多い	②No. 3 国道 16 号 JR 高架下	平坦な地点			
少ない	③No. 3 一般道	平坦な地点	400 ^{*3}	—	12.2% ^{*2}

地区 2【No. 18 江戸川区】

交通量及び大型車混入率	地 点	道路条件	平日交通量 (台・日)	休日交通量 (台・日)	12 時間大型車 混入率
多い	①No. 18 国道 14 号橋左岸	上り坂の 地点	50,765 ^{*1}	41,721 ^{*1}	19.4%
多い	②No. 18 国道 14 号高架下	平坦な地点			
少ない	③No. 18 一般道	平坦な地点	201 ^{*3}	—	0% ^{*2}

*1：平成 17 年度道路交通センサスより

*2, 3：平日 7 時から 19 時の昼間交通量調査の実施結果にもとづき記載

*3：平日交通量は平日昼間交通量×昼夜率（1.32）より算定した。

〔 No. 3 相模原…平成 20 年 2 月 20 日実施。平日昼間交通量 303 台。
No. 18 江戸川区…平成 20 年 2 月 25 日実施。平日昼間交通量 152 台。 〕

両地区とも国道調査地点（4 地点）は平日交通量が約 5 万台/日と首都圏の主要国道の中では大変交通量が多い路線にある。一方、一般道（2 地点）は、何れも住宅街の中にある細街路であり、平日交通量が数百台/日と国道地点に比べると少ない地点である。

上記の路面排水調査地点に加え、屋根流出水及び雨水の採取地点として、上記調査地点の近傍の公共施設の敷地内等、適切な調査地点を各地区において 1 箇所選定した。

（なお、No. 18 江戸川区地区については、国道 14 号と首都高速道が立体交差しているため、首都高速道からの粉塵等の巻上げの影響が考えられたため、屋根排水 1 地点及び雨水 1 地点の調査地点を追加選定した。）

2 地区の調査地点の状況を次ページ以降に示す。

調査地区	No. 3 相模原市	国道 16 号線など
------	------------	------------

平面図



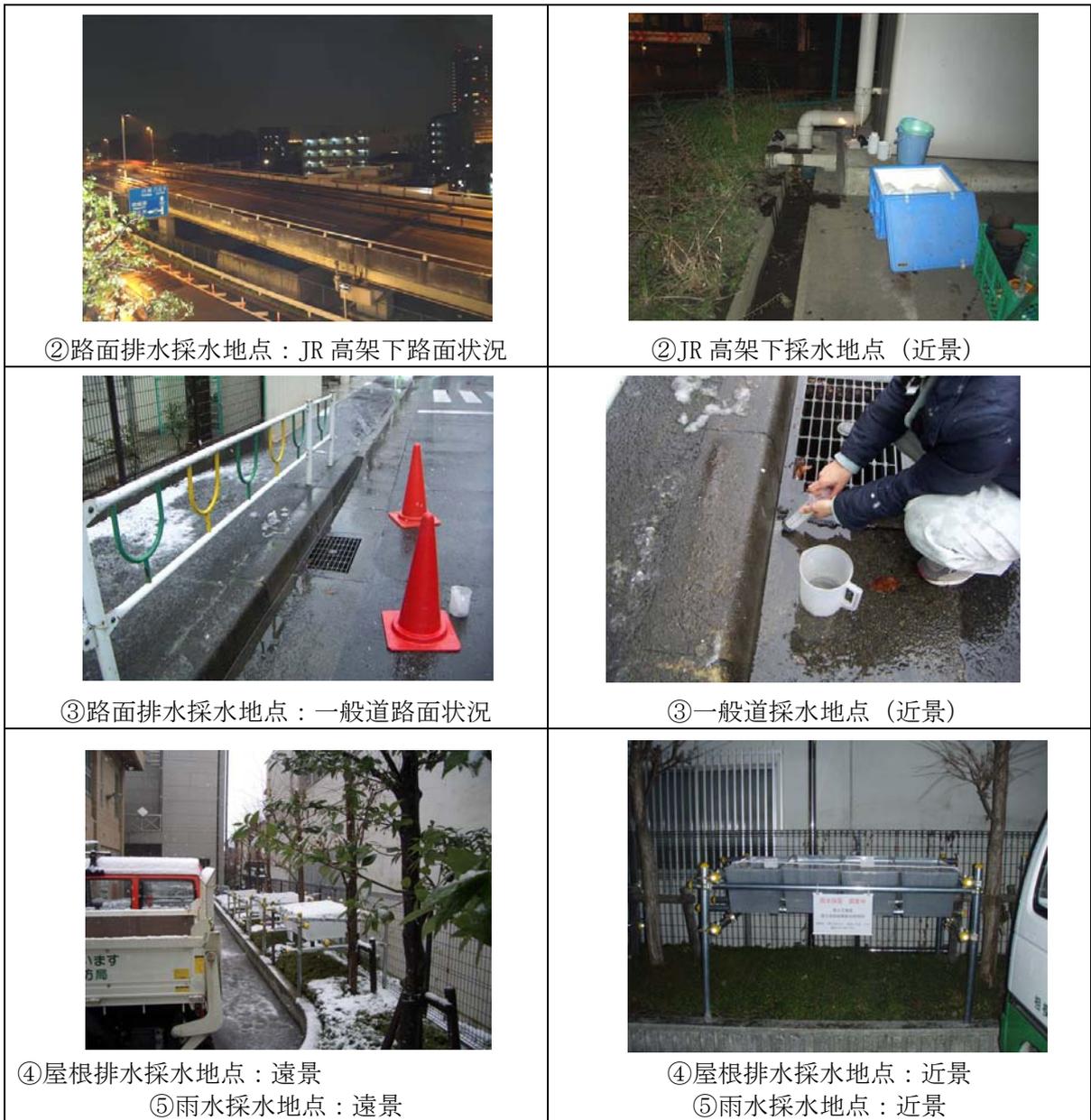
写真



①国道高架下路面排水採水地点路面状況

①国道高架下路面排水排水地点

図 4.30(1) No. 3 相模原市地区の調査地点状況①



※「屋根排水」については、路面排水に含まれる化学物質のうち、大気由来（降下煤塵）の影響を検討するために設定した地点である。昨年度までは実際の家屋からの屋根排水を採取したが、屋根材質等による影響を受ける可能性が考えられたため、今年度は上記のように、採取容器を並べて採取する方法により採取した。

図 4.30(2) No.3 相模原市地区の調査地点状況②

調査地区	No. 18 江戸川区	国道 14 号線など
------	-------------	------------

平面図



写真



① 国道左岸路面状況 (上り坂車線)



① 国道左岸路面排水採水地点 (遠景)



② 国道高架下路面状況 (平坦地点)



② 国道高架下路面状況 (平坦地点)

図 4.31(1) No. 18 江戸川区地区の調査地点状況①

 <p>③一般道</p>	 <p>③一般道 (近景)</p>
 <p>④屋根排水 1 採取地点 ⑤雨水 1 採取地点</p>	 <p>④屋根排水 1 採取地点 (近景) ⑤雨水 1 採取地点</p>
 <p>⑥屋根排水 2 採取地点 (首都高近傍) ⑦雨水 2 採取地点 (首都高近傍)</p>	

※「屋根排水」については、路面排水に含まれる化学物質のうち、大気由来（降下煤塵）の影響を検討するために設定した地点である。昨年度までは実際の家屋からの屋根排水を採取したが、屋根材質等による影響を受ける可能性が考えられたため、今年度は上記のように、採取容器を並べて採取する方法により採取した。

図 4.31(2) No. 18 江戸川区地区の調査地点状況②

(2) 調査方法

1) 調査地点

2 調査地区において、以下の地点において採水調査を行った。

表 4.18 調査箇所と試料の採取方法

排水の種類		採水方法
路面排水	【NO.3 相模原市】 ①国道高架下（下り坂） ②JR 高架下（平坦部） 【NO.18 江戸川区】 ①国道左岸（上り坂） ②国道高架下（平坦部）	路面からの排水管より試料を採取
	【No.3 相模原市】 ③相模原市一般道 【No.18 江戸川区】 ③江戸川区一般道	路肩の雨水枡等流れ込む前の路面排水を直接採取
屋根排水		プラスチック製の採取容器を設置して、降下煤塵を集めておき、調査時に降雨水とともに試料を採取
雨水		調査時にプラスチック製容器を設置して降雨水を集めて試料を採取

2) 調査回数

本調査では自然降雨を対象に 6 回の調査を実施した。

3) 採水方法

1 降雨について、雨の降り始めを対象に路面排水、屋根排水は 3 試料、雨水は 1 試料の採水を行った。1 試料あたりの採水量（分析必要量）は、路面排水、屋根排水は 1 L、雨水は 2L とした。採水容器は亜鉛、鉛の溶出のない樹脂製の容器を用いた。

採水間隔は、路面排水は基本的には 2 分間隔で採水を行い、雨の降り始めから 0～60 分、60～120 分、120～180 分で各 1 試料の採水を行った。屋根排水は 0～60 分、60～120 分、120～180 分でプラスチック容器に集まった水を各々試料とした。雨水については 0～180 分で 1 試料の採水を行った。

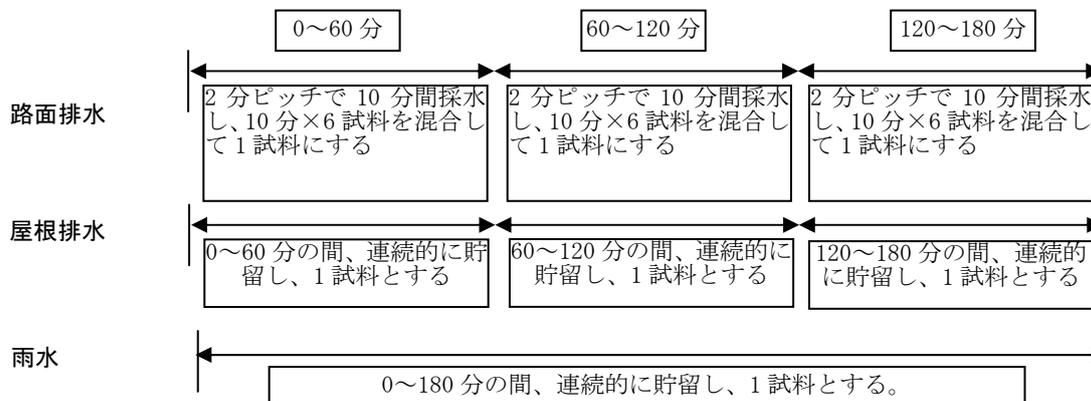


図 4.32 採水の概念図

4) 分析項目と分析方法

採水試料について、SS、亜鉛、溶解性亜鉛、鉛の分析を行った。分析項目と分析方法を表 4.19 に示す。

表 4.19 分析項目と分析方法

分析項目	分析方法
SS	環境庁告示第 59 号付表 8
亜鉛	JIS K0102 53.2
溶解性亜鉛	GFB ろ紙でろ過した水を試料として亜鉛を分析
鉛	JIS K0102 54.3

(3) 調査実施日と降水量

調査は平成 19 年 12 月から平成 20 年 3 月にかけて実施した。調査日と当日の降水量を表 4.20 に示す。

表 4.20 調査実施日と降水量

日付	曜日	No.3 相模原市 国道高架下 (降水量:相模原中央アメダス)		No.18 江戸川区 国道左岸 (降水量:東京管区气象台)	
		降水量 (mm)	調査実施状況	降水量 (mm)	調査実施状況
12月3日	月	0.0		1.5	
12月13日	木	12.0	調査実施①	9.5	調査実施①
12月15日	土	1.0		0.0	
12月22日	土	5.0	調査実施②	4.0	調査実施②
12月23日	日	17.0		15.0	
12月28日	日	12.0		11.5	
12月29日	土	45.0		30.0	
12月30日	日	0.0		0.5	
1月12日	土	5.0		6.0	
1月23日	水	10.0	調査実施③	10.5	
1月29日	火	0.0		1.0	
2月3日	日	16.0	調査実施④	23.0	調査実施③
2月6日	水	2.0		3.0	
2月7日	木	1.0		2.0	
2月9日	土	10.0		11.5	調査実施④
2月12日	火	4.0		6.5	
2月26日	火	6.0	調査実施⑤	10.5	調査実施⑤
2月27日	水	0.0		0.5	
3月4日	火	0.0		0.5	
3月7日	金	0.0		4.0	
3月10日	月	10.0	調査実施⑥	4.0	
3月14日	金	18.0		34.5	調査実施⑥

(4) 調査結果

1) 相模原市地区調査結果

No. 3 相模原市地区における調査結果を表 4. 21に示す。特徴的な事項をまとめると以下のとおりである。

- 国道高架下（下り坂でブレーキ痕が多い区間：以下、国道下り坂区間）では、同路線の JR 高架下（平坦な区間：以下、国道平坦区間）や一般道（交通量が少ない区間）に比較して、**亜鉛・鉛濃度が明らかに高い傾向が見られる（図 4. 33）。**平成 19 年度までの調査結果から推定したとおり、自動車交通による影響が表れているものと考えられる。一般道の路面排水は SS が国道下り坂区間と同程度に高く、これは周辺土地等から飛来した埃等が含まれるためと考えられるが、それにも関わらず鉛や亜鉛は国道下り坂区間の方が高いことから**自動車交通の影響が顕著に表れている**と思われる。（図 4. 34、図 4. 39 各地点の Pb/SS 比、Zn/SS 比参照）
- 屋根排水は降雨間の大気降下物を雨水とともに採取したものであり、降雨初期の SS が非常に高くなっている。降雨初期の SS、鉛、亜鉛濃度は国道平坦区間や一般道の路面排水と比較してもむしろ高く、大気降下物にも鉛や亜鉛は含まれているものと考えられる。
- これら測定結果を比較・総括すると、ブレーキ痕が多い国道下り坂区間において路面排水の鉛・亜鉛濃度が高いことが明らかであり、自動車が排出源となっている可能性が高いと考えられた。特に亜鉛についてはその傾向が顕著であり、過年度の調査結果で推定したように、自動車タイヤが亜鉛の排出源の一つとなっている可能性が考えられた。
- 国道下り坂区間の調査データ（6 回調査平均値）を「3. 年間を通じた亜鉛・鉛の調査」のデータ（20 回調査平均値）と比較すると、路面排水・雨水については鉛・亜鉛とも凡そ同レベルの値が検出されている。屋根排水については本調査データの方が各項目とも高濃度であった。この原因として「年間を通じた調査」では一般家屋の屋根排水を採取していたことから、屋根に堆積した降下煤塵が風等により飛ばされていたことに対して、本調査はプラスチックケースにより捕捉したため一旦堆積した降下煤塵が飛ばされにくかったことが考えられる。

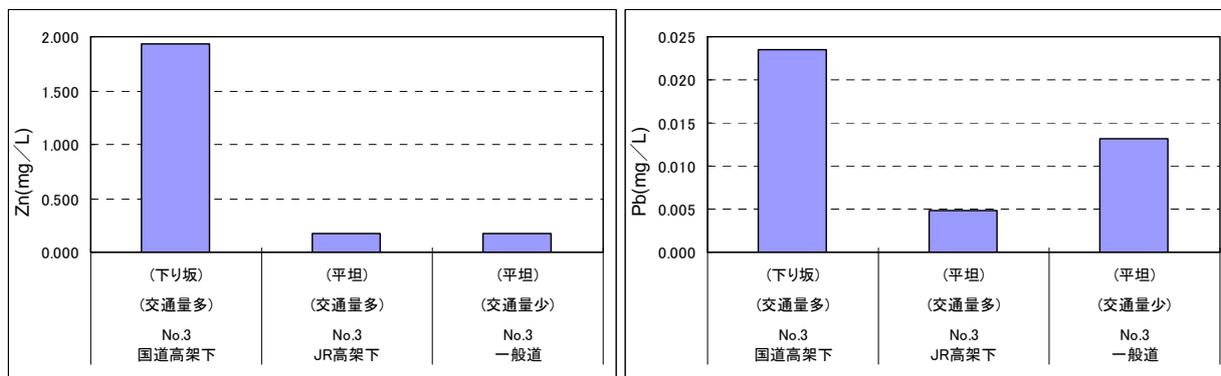


図 4. 33 No. 3 相模原市地区の路面排水に含まれる亜鉛・鉛濃度の比較

表 4.21 No. 3 相模原市地区調査結果

調査回	調査日	SS(mg/L)					Pb(mg/L)				
		国道16号 高架下 (下り坂)	国道16号 JR高架下 (平坦部)	一般道	屋根	雨水	国道16号 高架下 (下り坂)	国道16号 JR高架下 (平坦部)	一般道	屋根	雨水
1	H19. 12. 13	52.5	6.9	18.7	32.7	23.0	0.021	0.005	0.007	0.012	0.007
2	H19. 12. 22	78.8	6.1	77.0	81.8	14.9	0.022	0.002	0.012	0.013	0.003
3	H20. 1. 23	78.3	8.2	49.1	97.0	26.3	0.026	0.004	0.008	0.021	0.007
4	H20. 2. 3	5.7	11.2	55.4	85.0	6.4	0.002	0.003	0.011	0.011	0.002
5	H20. 2. 26	323.9	25.4	123.1	404.9	49.4	0.042	0.007	0.027	0.074	0.006
6	H20. 3. 10	212.3	20.8	185.4	130.2	7.8	0.028	0.007	0.014	0.010	0.001
平均値		125.3	13.1	84.8	138.6	21.300	0.023	0.005	0.013	0.024	0.004

P b排水基準濃度：0.1mg/L

0.1以上

調査回	調査日	Zn(mg/L)					D-Zn(mg/L)				
		国道16号 高架下 (下り坂)	国道16号 JR高架下 (平坦部)	一般道	屋根	雨水	国道16号 高架下 (下り坂)	国道16号 JR高架下 (平坦部)	一般道	屋根	雨水
1	H19. 12. 13	1.562	0.130	0.123	0.280	0.160	0.869	0.086	0.062	0.189	0.120
2	H19. 12. 22	1.039	0.083	0.177	0.260	0.064	0.377	0.073	0.042	0.118	0.056
3	H20. 1. 23	1.302	0.142	0.093	0.342	0.130	0.555	0.114	0.019	0.145	0.084
4	H20. 2. 3	2.162	0.275	0.158	0.207	0.046	2.094	0.218	0.038	0.045	0.035
5	H20. 2. 26	2.979	0.214	0.221	0.496	0.059	0.407	0.122	0.024	0.030	0.020
6	H20. 3. 10	2.528	0.158	0.250	0.173	0.026	0.778	0.091	0.034	0.023	0.020
平均値		1.929	0.167	0.170	0.293	0.081	0.847	0.117	0.036	0.092	0.056

Z n排水基準濃度：2 mg/L

2以上

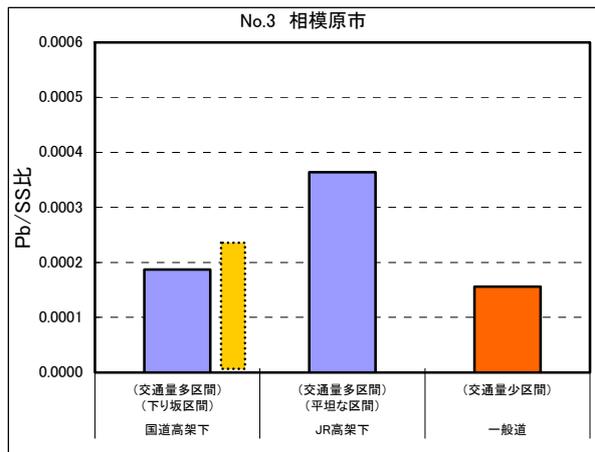
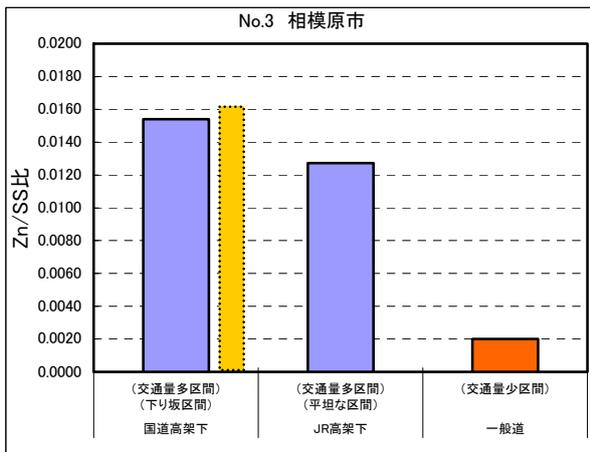


図 4.34 各調査地点の Zn/SS 比、Pb/SS 比

は昨年度データ

路面排水中のSS、亜鉛、鉛濃度の発生源を推定するために、路面排水と屋根排水及び雨水の濃度差から道路由来の割合を算出した。

図より地点①国道16号高架下においては特にZnにおいて道路由来の割合が大きく、自動車交通の影響を強く受けているものと考えられる。

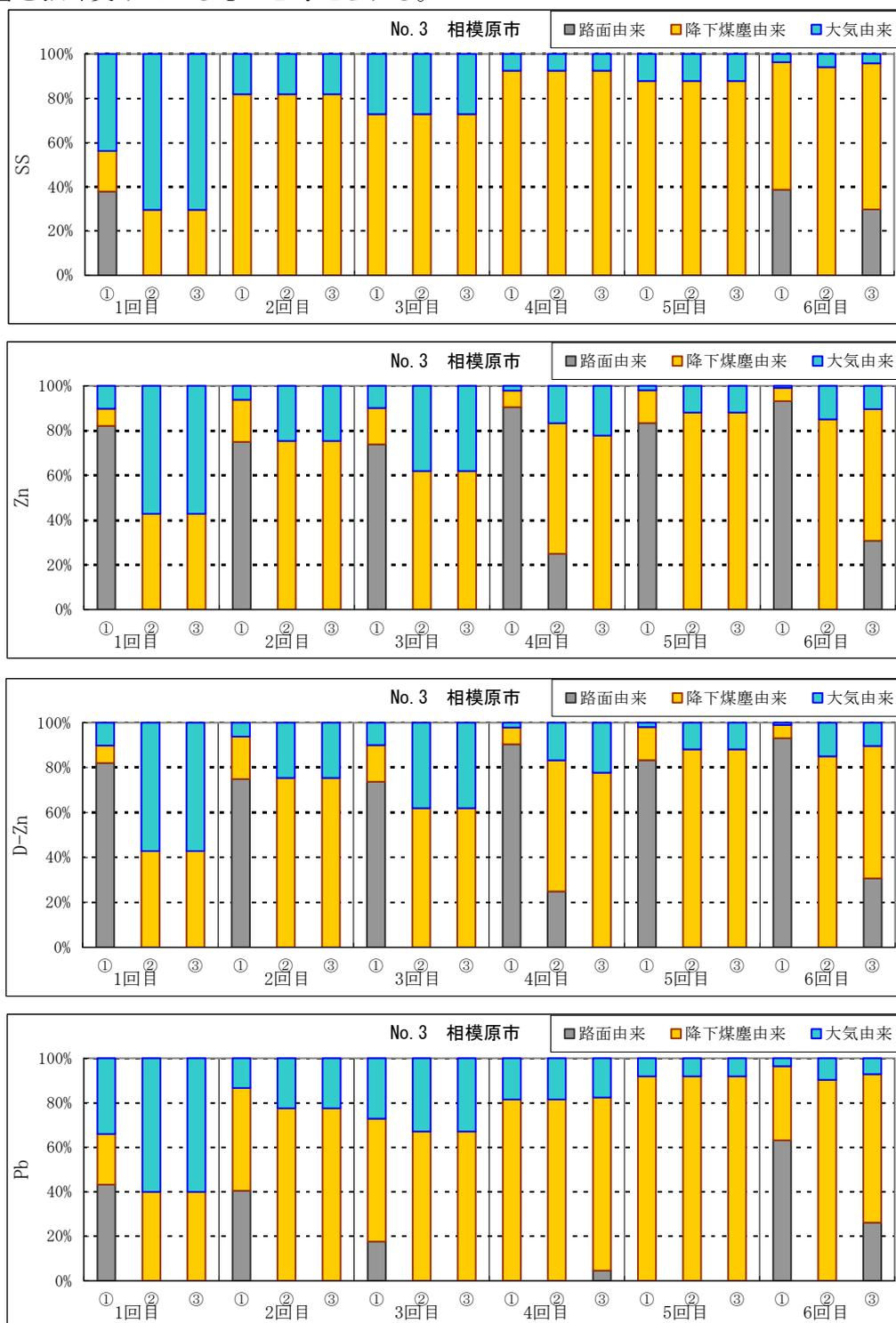


図 4.35 路面排水濃度の発生源割合 (No. 3 相模原市)

地点：①国道16号高架下、②国道16号JR高架下、③一般道

※ 路面由来 (=路面排水-屋根排水)、降下煤塵由来 (=屋根排水-雨水)、大気由来 (雨水) の濃度を割合で示した。

2) 江戸川区地区調査結果

No. 18 江戸川区地区における調査結果を表 4. 22に示す。特徴的な事項をまとめると以下のとおりである。

- 当地区においても路面排水濃度の比較では No. 3 相模原市地区と同様の傾向である。国道左岸（上り坂区間：以下、国道上り坂区間）では、国道高架下（平坦な区間：以下、国道平坦区間）や一般道（交通量が少ない区間）に比較して、亜鉛・鉛濃度が高い傾向が見られ（図 4. 36）、自動車交通による影響が表れているものと考えられる。
- 当地区の屋根排水 1, 2 において SS、鉛、亜鉛濃度が非常に高いのは、採水地点が車道に近い場所であったため、自動車走行により巻き上げられた粉塵が採取容器に堆積した影響を強く受けたためと考えられる。従って、ここでの屋根排水濃度は純粋な大気降下物由来の濃度を測定できたとは考えにくい、逆に言うと道路由来の粉塵には高濃度の亜鉛・鉛が含まれているとすることができる。
- 江戸川区の調査データ（6 回調査平均値）を「3. 年間を通じた亜鉛・鉛の調査」のデータ（20 回調査平均値）と比較すると、路面排水については鉛・亜鉛とも凡そ同レベルの値が検出されている。屋根排水については本調査の方が各項目とも高濃度であった。この原因は No. 3 相模原市地区と同様にプラスチックケースにより捕捉したため一旦堆積した降下煤塵が飛ばされにくかったことが考えられる。雨水については「年間を通じた調査」の方が鉛・亜鉛とも高濃度であり、特に亜鉛は昨年度の方がワンオーダー高い値であった。（「年間を通じた調査」は雨水の pH 平均 5 程度、本調査は pH7 程度であり空気中の粉塵から溶け込む亜鉛量が昨年度の方が多かった可能性が考えられる。No. 18 江戸川区地区では冬期の方が雨水 pH が高くなる傾向が見られ、冬期中心の調査であった本調査の方が平均的に雨水 pH が高かった。）

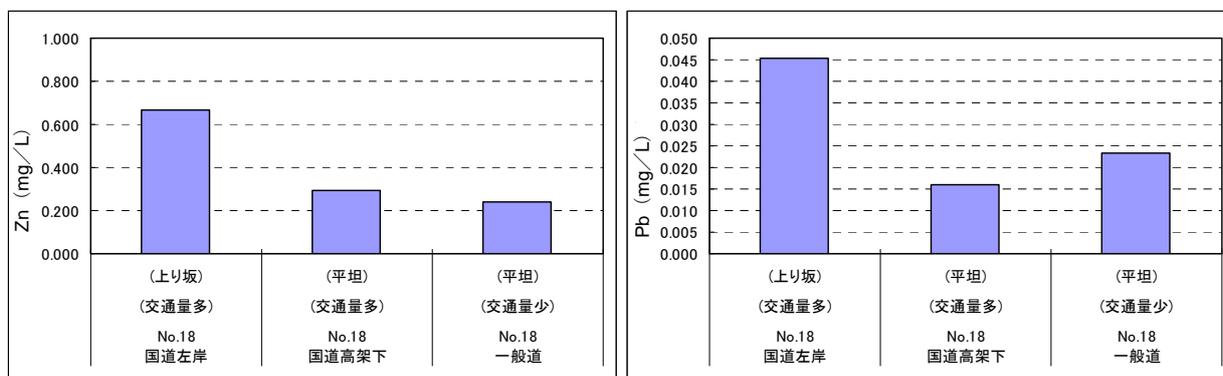


図 4. 36 No. 18 江戸川区地区の路面排水に含まれる亜鉛・鉛濃度の比較

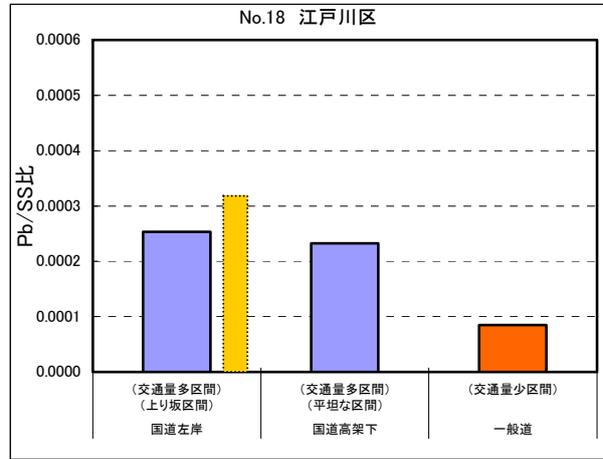
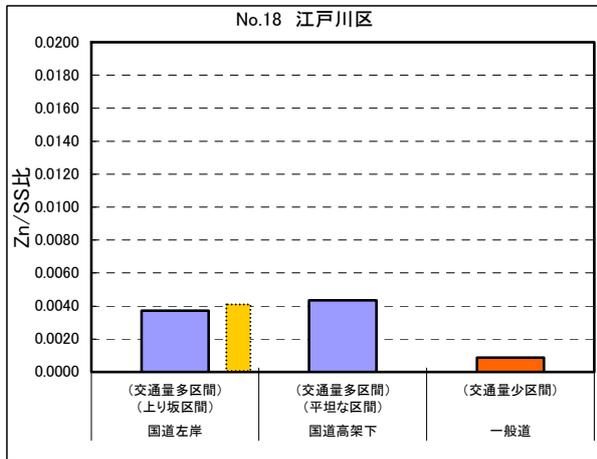
表 4.22 No. 18 江戸川区地区調査結果

調査回	調査日	SS (mg/L)							Pb (mg/L)						
		国道14号 橋左岸 (上り坂)	国道14号 高架下 (平坦部)	一般道	屋根排水 1	屋根排水 2 (首都高)	雨水1	雨水 2 (首都高)	国道14号 橋左岸 (上り坂)	国道14号 高架下 (平坦部)	一般道	屋根排水 1	屋根排水 2 (首都高)	雨水1	雨水 2 (首都高)
1	H19. 12. 13	103.0	2.3	191.8	269.3	196.7	3.1	4.6	0.028	0.002	0.022	0.090	0.090	0.010	0.012
2	H19. 12. 22	3.5	4.9	65.8	760.0	223.7	11.0	24.8	0.004	0.003	0.014	0.287	0.058	0.006	0.009
3	H20. 2. 3	28.3	7.5	57.1	496.7	287.8	6.5	16.3	0.015	0.004	0.011	0.240	0.080	0.005	0.011
4	H20. 2. 9	362.8	85.4	100.3	108.4	—	10.2	—	0.075	0.013	0.017	0.043	—	0.004	—
5	H20. 2. 26	242.7	93.7	1065.0	53.1	—	3.1	—	0.052	0.019	0.051	0.012	—	0.002	—
6	H20. 3. 14	332.2	215.2	168.2	95.9	—	14.9	—	0.098	0.054	0.025	0.031	—	0.008	—
平均値		178.7	68.2	274.706	297.228	236.044	8.133	15.233	0.045	0.016	0.023	0.117	0.076	0.006	0.011

Pb 排水基準濃度 : 0.1mg/L
0.1以上

調査回	調査日	Zn (mg/L)							D-Zn (mg/L)						
		国道14号 橋左岸 (上り坂)	国道14号 高架下 (平坦部)	一般道	屋根排水 1	屋根排水 2 (首都高)	雨水1	雨水 2 (首都高)	国道14号 橋左岸 (上り坂)	国道14号 高架下 (平坦部)	一般道	屋根排水 1	屋根排水 2 (首都高)	雨水1	雨水 2 (首都高)
1	H19. 12. 13	0.459	0.073	0.220	1.007	0.847	0.051	0.062	0.109	0.062	0.078	0.036	0.022	0.036	0.048
2	H19. 12. 22	0.092	0.070	0.107	2.333	0.757	0.035	0.091	0.073	0.047	0.029	0.081	0.014	0.023	0.032
3	H20. 2. 3	0.118	0.053	0.068	1.693	0.897	0.040	0.066	0.063	0.043	0.021	0.036	0.029	0.024	0.036
4	H20. 2. 9	1.417	0.452	0.143	0.345	—	0.036	—	0.329	0.238	0.023	0.032	—	0.029	—
5	H20. 2. 26	0.851	0.404	0.623	0.123	—	0.020	—	0.169	0.118	0.062	0.022	—	0.015	—
6	H20. 3. 14	1.052	0.724	0.285	0.352	—	0.049	—	0.060	0.047	0.038	0.069	—	0.029	—
平均値		0.665	0.296	0.241	0.976	0.833	0.039	0.073	0.134	0.093	0.042	0.046	0.022	0.026	0.039

Zn 排水基準濃度 : 2mg/L
2以上



は昨年度データ

図 4.37 各調査地点の Zn/SS 比、Pb/SS 比

一方、江戸川区地区についても同様に発生源の割合を算出したが、当地区の結果は前述のとおり屋根排水濃度が自動車による粉塵巻き上げの影響を受けて高かったため、当地区データから下図の算出により排出源を考察することは妥当でないと考えられる。

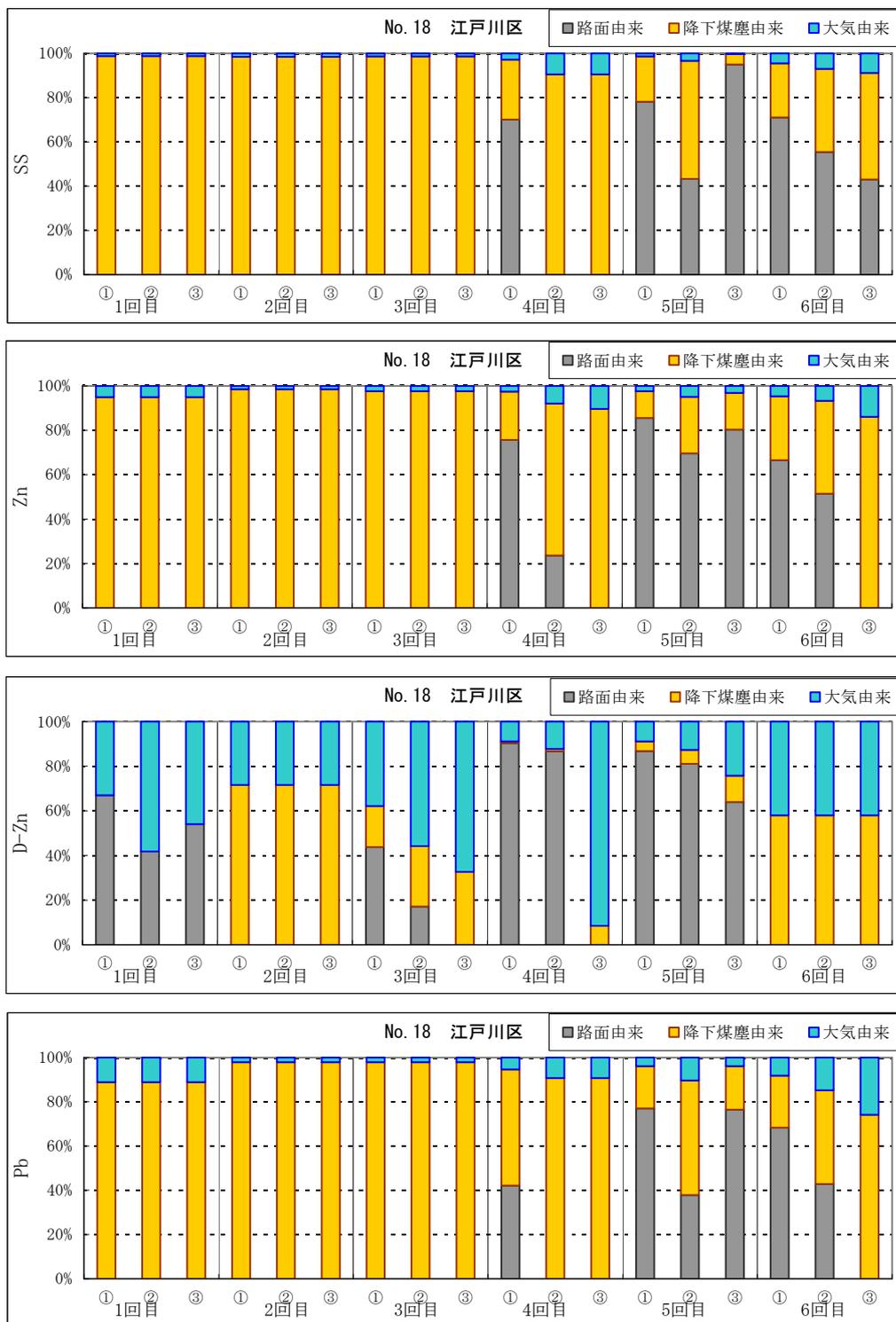


図 4.38 路面排水濃度の発生源割合 (No. 18 江戸川区)

地点：①国道 14 号橋左岸（上り坂） ②国道 14 号高架下（平坦部）

③一般道

※ 路面由来（＝路面排水－屋根排水）、降下煤塵由来（＝屋根排水－雨水）、大気由来（雨水）の濃度を割合で示した。

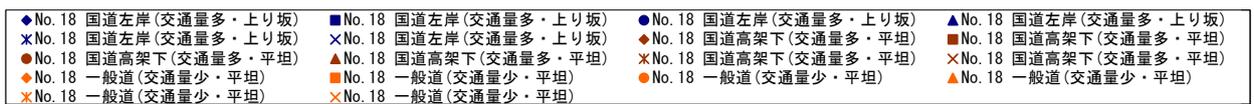
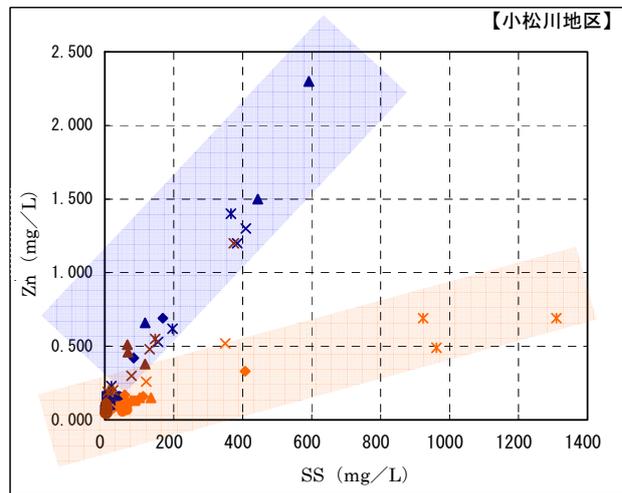
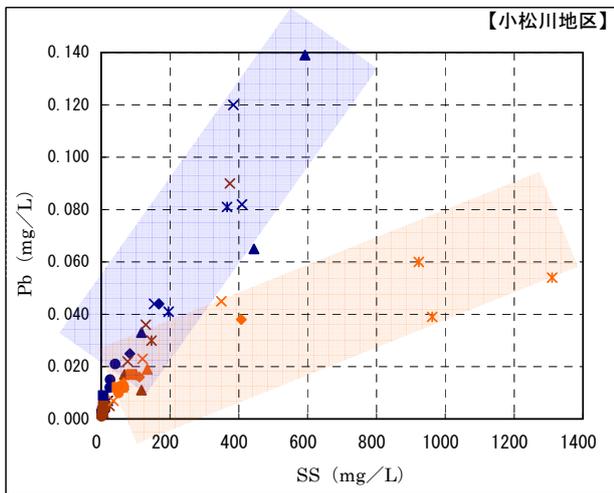
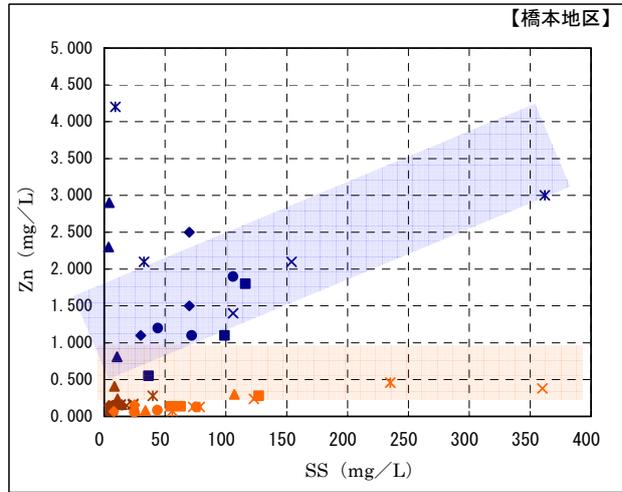
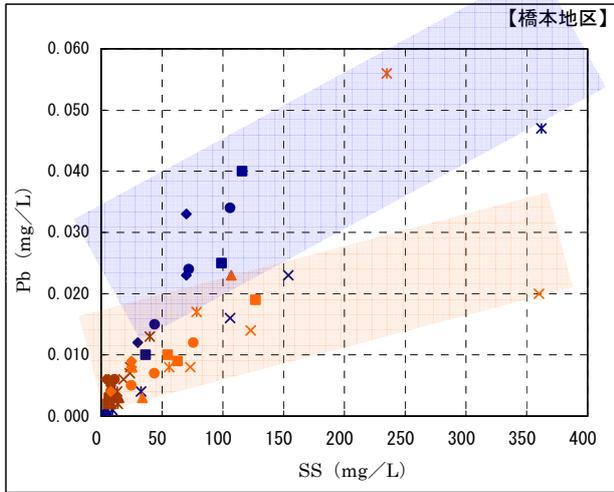
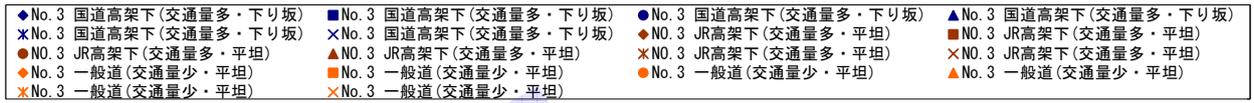


図 4.39 各地点の路面排水の SS と鉛・亜鉛の関係図

交通量が多い地点 ⇒Pb/SS、Zn/SS が大きい。

交通量が少ない地点 ⇒Pb/SS、Zn/SS が小さい。