

第3章 路面排水に含まれる化学物質の調査

本研究の初期段階では路面排水にどのような化学物質が含まれる可能性があるかを把握するために、まず、道路製品や自動車製品に関連する機関へのヒアリング調査等から化学物質項目の推定を行った。また、それら化学物質の物理的・化学的特性についても文献等から調査を行った。

次に、実際に実道路から排出される路面排水の採水調査を行い、水質分析結果から実際に排水に含まれる化学物質を特定した。

1. 路面排水に関わる製品と排出事象

路面排水に関わる製品(人工物)は以下の①～⑦に分類される。これらの製品を検討対象とし、製品の分類、考えられる排出事象の関係を次図に整理した。

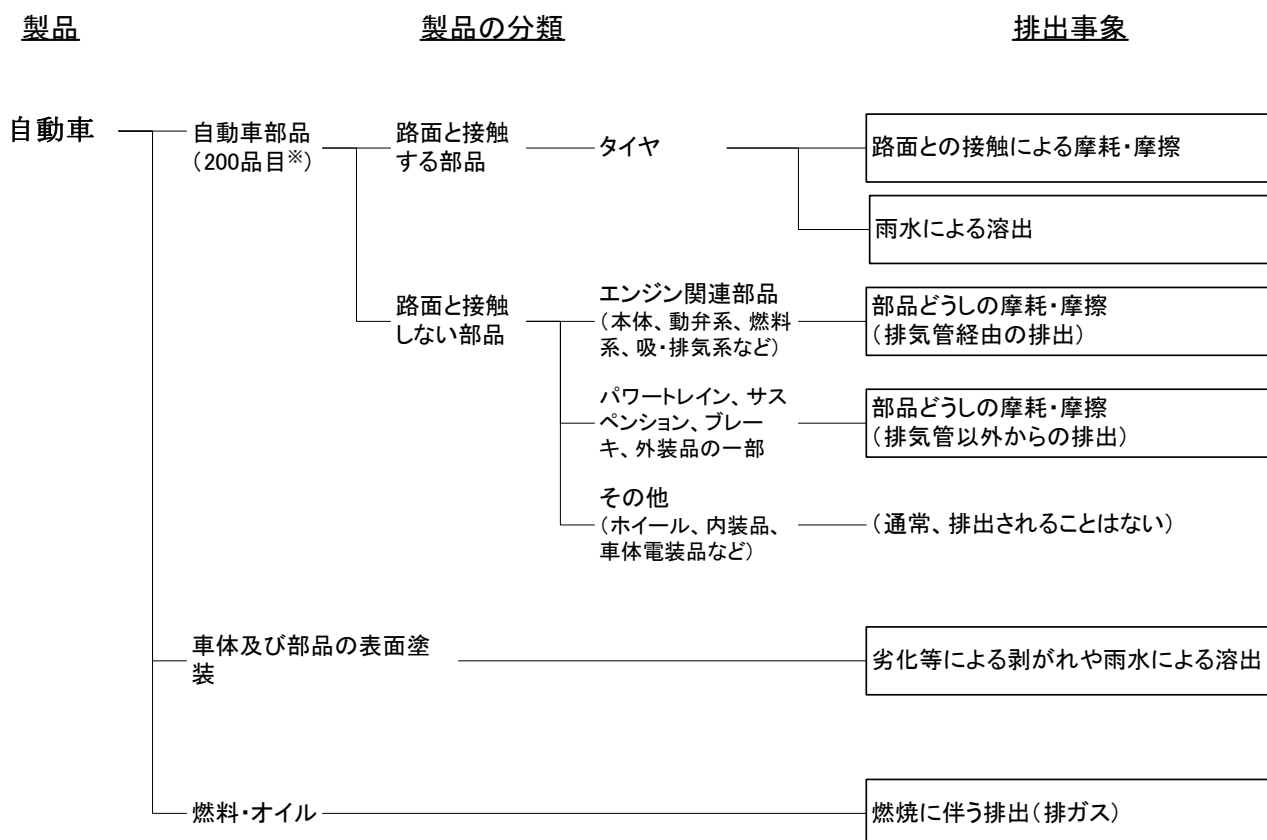
<検討対象とした製品>

- ①自動車
- ②オートケミカル製品
- ③舗装
- ④コンクリート二次製品
- ⑤路面標示材
- ⑥道路標識
- ⑦車両用防護柵

①自動車

自動車部品（及び燃料・オイル）と排出事象の関係は下図のとおり整理される。

自動車部品自体（車体含む）からの排出事象としては主に、「タイヤの路面との接触による磨耗・摩擦」、「部品どうしの磨耗・摩擦（排気管経由の排出、排気管以外からの排出）」が挙げられる。また、事象として稀と考えられるが、車体や部品の表面塗装からの「劣化等による剥がれや雨水による溶出」も挙げられる。その他に「燃料・オイル等の燃焼による排出（排ガス）」が挙げられる。



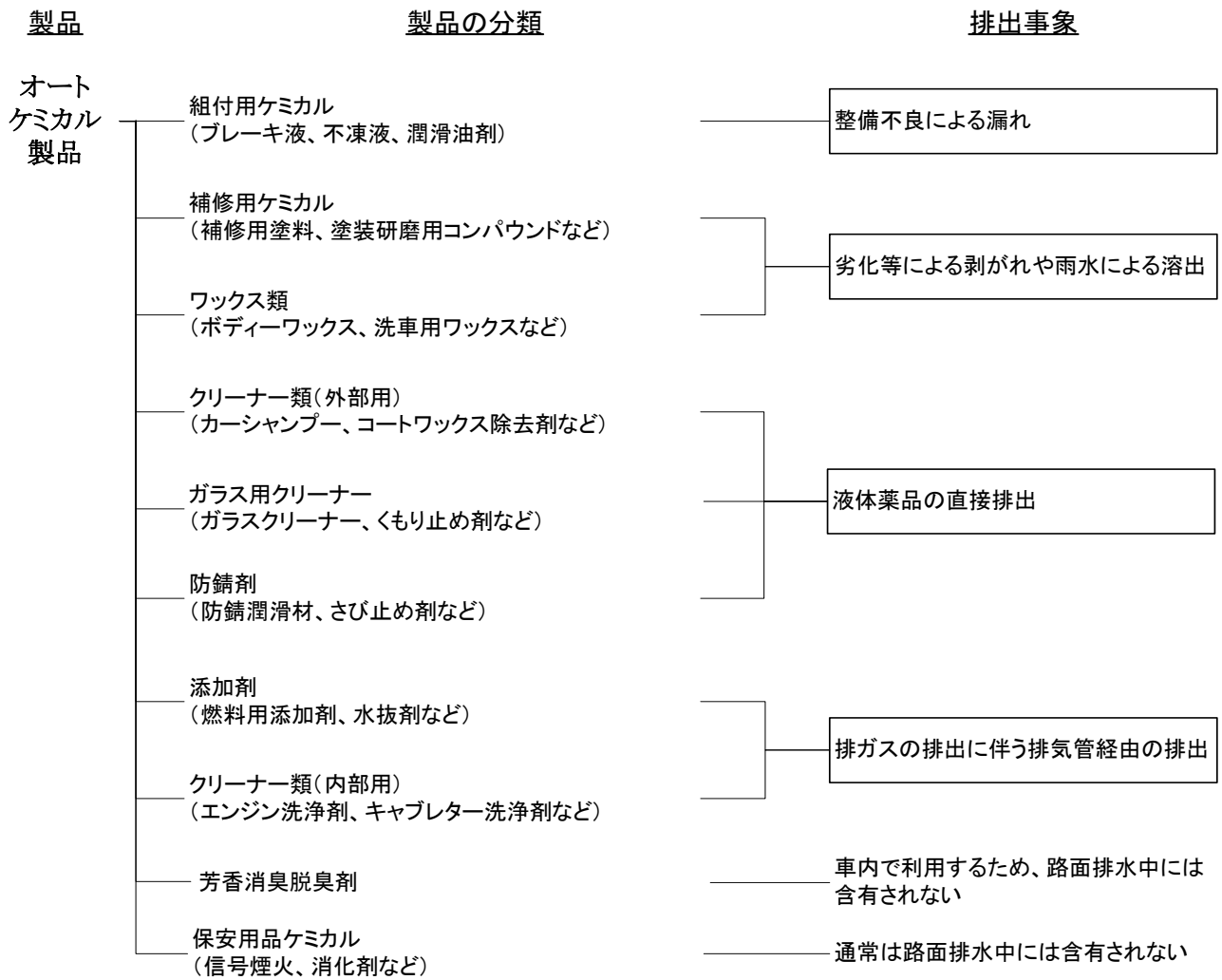
※200品目は自動車に使用される主要部品として、「自動車部品200品目の生産流通調査 2002年版、株式会社アイアールシー」より整理した。

図 3.1 自動車部品と化学物質の排出事象の関係

②オートケミカル製品

オートケミカル製品と排出事象の関係は下図のとおりに整理される。

オートケミカル製品の自動車からの排出事象として主に、「劣化等による剥がれや雨水による溶出」、「液体薬品の直接排出」、「排ガスの排出に伴う排気管経由の排出」が考えられる。また、稀な事象としてネジの緩み等の「整備不良による漏れ」も考えられる。



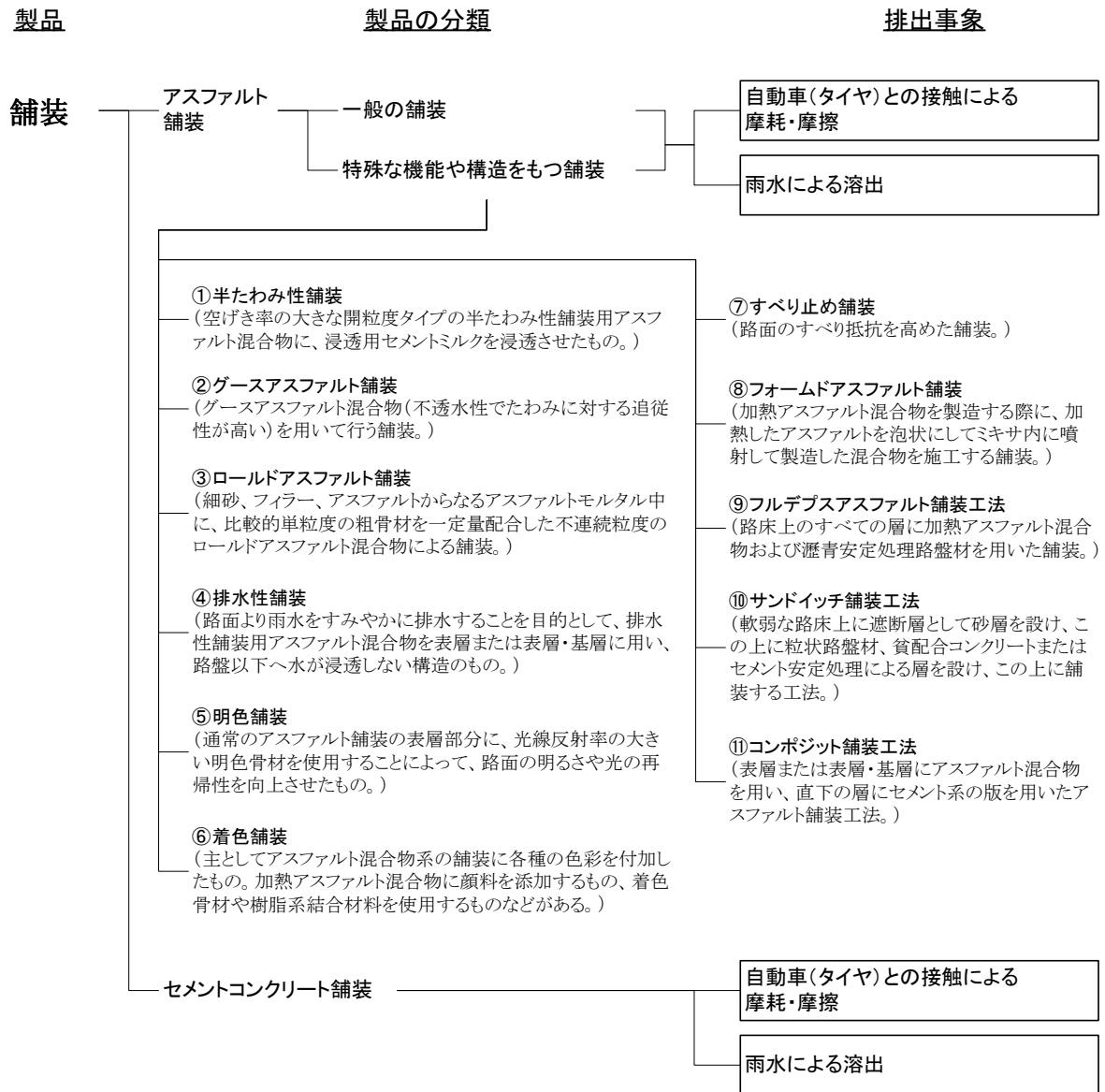
※製品分類は日本オートケミカル工業会の大分類による。

図 3.2 オートケミカル製品と化学物質の排出事象の関係

③舗装

舗装材と排出事象の関係は下図のとおりに整理される。

舗装材からの排出事象として、「自動車（タイヤ）との接触による磨耗・摩擦」あるいは「雨水による溶出」が考えられる。



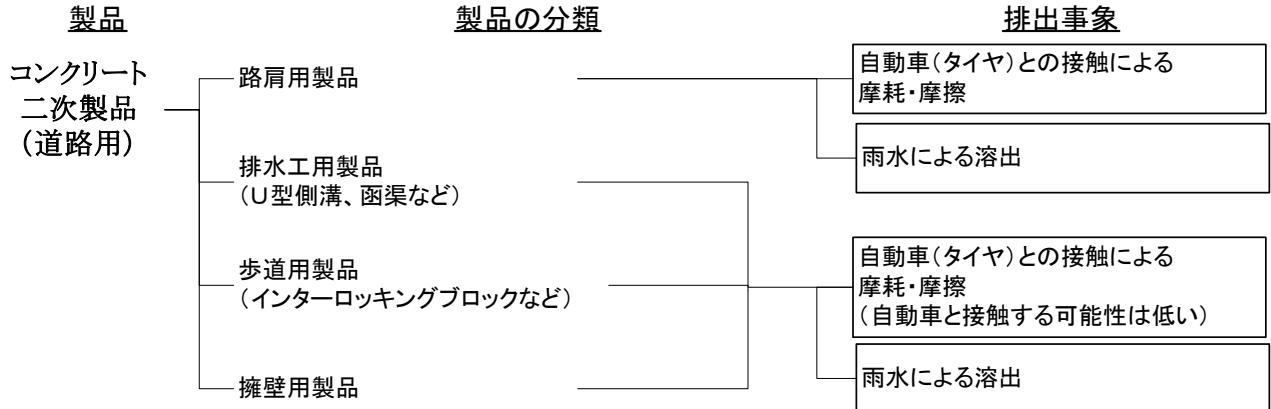
※舗装の分類は下記資料にしたがう。
「アスファルト舗装要綱」社団法人 日本道路協会

図 3.3 舗装材と化学物質の排出事象の関係

④コンクリート二次製品

コンクリート二次製品と排出事象の関係は下図のとおり整理される。

コンクリート二次製品からの排出事象としては、「自動車（タイヤ）との接触による磨耗・摩擦」あるいは「雨水による溶出」が考えられる。



※製品の分類は「全国コンクリート製品協会」ヒアリング結果による。

路肩用、排水工用、歩道用コンクリート製品は、建設工業調査会によると以下のように分類される。

「側溝」(1)管渠型側溝、都市型側溝、(2)鉄筋コンクリート側溝、(3)浸透側溝、(4)U型側溝、鉄筋コンクリートU型側溝(ソケット付U形、呑口ブロック、U形分水溝)、(5)L型側溝、コンクリートL型、鉄筋コンクリートL型、L型ブロック

「側溝蓋類」(6)側溝蓋、旧建設省型規格側溝蓋、コンクリート蓋、鉄筋コンクリートU型用蓋、U型用蓋

「縁石」(7)歩車道境界ブロック、(8)地先境界ブロック、境界ブロック、(9)路肩ブロック、(10)植樹樹ブロック

「境界杭」(11)鉄筋コンクリート境界杭、用地境界杭、コンクリート境界標柱

「歩道」(12)コンクリート平板、歩道平板、(13)張出歩道、組立歩道、(14)階段ブロック、 「駐車」(15)車止めブロック

「樹(ます)類」(16)集水樹蓋(グレーチング付集水樹)、(17)雨水樹(U形雨水樹、落差式溜樹)、(18)汚水樹、(19)街きよ樹

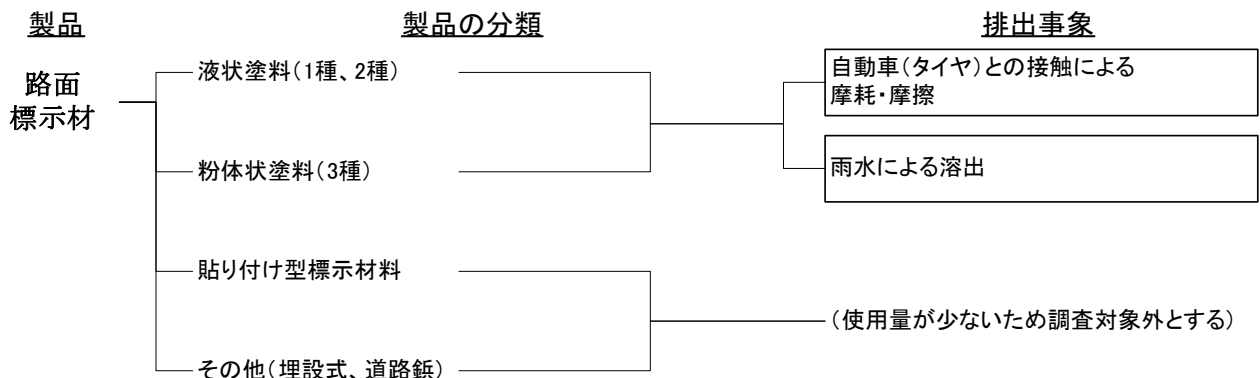
「暗渠」(20)横断暗渠、暗渠側溝、ベンチボックス、(21)組合せ暗渠ブロック

図 3.4 コンクリート二次製品と化学物質の排出事象の関係

⑤路面標示材

路面標示材と排出事象の関係は下図のとおり整理される。

路面表示用塗料からの排出事象として、「自動車（タイヤ）との接触による磨耗・摩擦」あるいは「雨水による溶出」が考えられる。



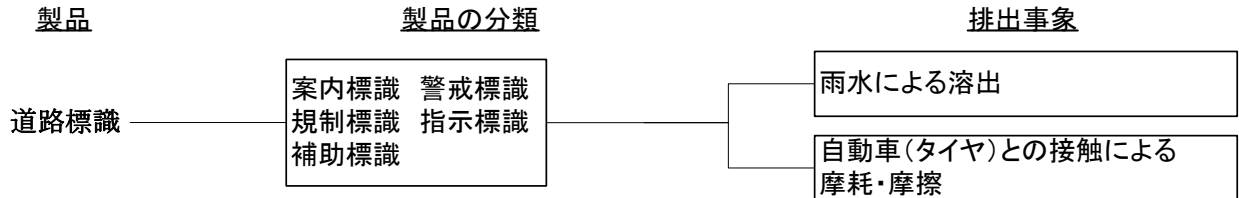
※製品の分類は路面標示材協会の分類による。

図 3.5 路面標示材と化学物質の排出事象の関係

⑥道路標識

道路標識と排出事象の関係は下図のとおりに整理される。

道路標識からの排出事象として、「雨水による溶出」あるいは稀に「自動車等との接触による磨耗」が考えられる。



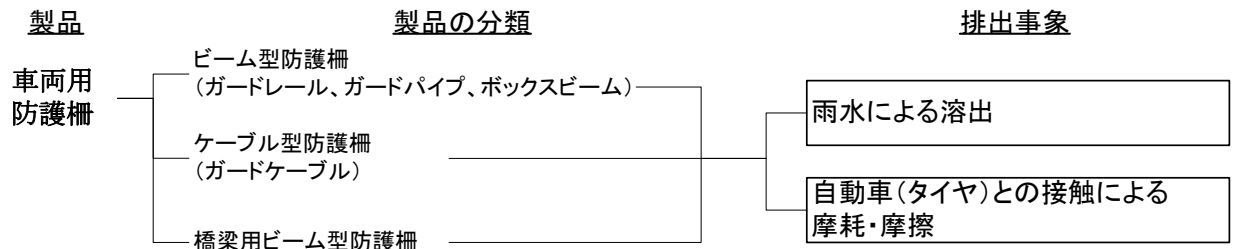
※製品の分類は総理府・建設省令による。

図 3.6 道路標識と化学物質の排出事象の関係

⑦車両用防護柵

「防護柵の現状について(国土交通省道路局ホームページ)」によると車両用防護柵は、たわみ性防護柵と剛性防護柵(コンクリート製)に分類され、この内たわみ性防護柵は以下の種類に分けられ、排出事象の関係は下図のとおりに整理される。

車両用防護柵からの排出事象として、「雨水による溶出」あるいは稀に「自動車等との接触による磨耗」が考えられる。



※製品の分類は防護策の現状について(国土交通省HP)による。

図 3.7 車両用防護柵と化学物質の排出事象の関係

以上に述べた各製品の排出事象をまとめると下表のとおり整理される。

表 3.1 各製品の排出原因

製 品	排出原因
自動車部品	○ 燃料・オイル等の燃焼に伴う排出（排ガス）
	○ 路面との接触による磨耗・摩擦（タイヤ）
	○ 自動車部品どうしの磨耗・摩擦による排出 （排気管経由の排出）（排気管以外からの排出）
	○ 劣化等による剥がれや雨水による溶出
オートケミカル製品	○ 液体薬品の直接排出
	○ 劣化等による剥がれや雨水による溶出
	○ 排ガスの排出に伴う排気管経由の排出
	○ 整備不良による漏れ
舗装	○ 自動車（タイヤ）との接触による磨耗・摩擦
	○ 雨水による溶出
コンクリート二次製品	○ 自動車（タイヤ）との接触による磨耗・摩擦
	○ 雨水による溶出
路面標示材	○ 自動車（タイヤ）との接触による磨耗・摩擦
	○ 雨水による溶出
道路標識・車両防護柵	○ 雨水による溶出

2. 路面排水に含まれる化学物質の推定

(1) 化学物質の推定

前記の道路を構成する製品（人工物）を対象とし、協会団体へのヒアリング調査や文献検索、インターネット検索等による情報収集を行い、製品に含まれている化学物質の推定を以下の手順により実施した。

① 製品の原材料や自動車部品の構成及びその働きの整理

各製品の部品構成や原材料構成やそれらの働きについて入手資料等を元に整理した。

② 各製品が路面排水へ化学物質を排出する可能性の整理

前節にて挙げた製品毎の排出事象について、各製品が化学物質を排出する可能性について整理した。

③ 各製品に含まれる化学物質の整理

②にて挙げた化学物質を排出する可能性が有る製品について、MSDS（化学物質等安全データシート）等の情報から各製品に含まれる化学物質について整理した。

④ PRTR 制度対象化学物質の整理

③にて挙げた化学物質が PRTR 制度対象化学物質に該当するか否か、また該当する場合は PRTR 制度対象化学物質名称を併せて整理した。

表 3.2 ヒアリング調査を実施した協会・団体等

対象製品	団体名	住所・連絡先
自動車部品	日本自動車部品工業会	〒108-0074 東京都港区高輪1-16-15 自動車部品会館5階 TEL:03-3445-4211
	日本自動車タイヤ協会	東京都港区虎ノ門3-8-21(虎ノ門33森ビル8階) TEL:03-3435-9094(技術部)
	日野自動車株式会社	〒191-0003 日野市日野台3-1-1 TEL:042-586-5563
	株式会社ブリヂストン	〒187-8531 東京都小平市小川東町3-1-1 TEL:042-342-6246
オートケミカル製品	日本オートケミカル工業会	東京都港区芝大門2-9-14船清ビル TEL:03-3438-1435
	潤滑油協会	千葉県船橋市日の出2-16-1 TEL:047-433-5181
	日本油化工業株式会社	横浜市戸塚区上矢部町2148-3横浜工場
	エチレンケミカル株式会社	〒290-0045 千葉県市原市五井南海岸12-28
舗装	日本アスファルト協会	〒100-0014 東京都千代田区永田町2-10-2TBRビル TEL:03-3502-3956
	日本セメント協会	<研究所> 〒114-0003 東京都北区豊島4丁目17番33号 TEL:03-3914-2691(庶務グループ)
	アスファルト乳剤協会	東京都中央区京橋2-11-5パインセントラルビル4F
コンクリート二次製品	全国コンクリート製品協会	〒101-0047 東京都千代田区内神田2-7-14トーハン第2ビル3F TEL:03-5298-2011
路面標示材	路面標示材協会	〒105-0025 東京都千代田区神田佐久間町2-13 深津ビル TEL:03-3861-3656

今回の調査の結果、PRTR 制度対象化学物質のうち下表に示す合計 32 物質の路面排水中への排出の可能性が推定された。

表 3.3 路面排水へ排出される可能性が考えられた PRTR 制度対象化学物質

政令 番号	PRTR化学物質名称	自動車 部品	オートケミカル 製品	舗装	コンクリート 二次製品	路面標示材	道路標識 防護柵
1	亜鉛の水溶性化合物	○		○			○
7	アクリロニトリル	○					
24	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム及びその塩		○				
26	石綿	○					
28	イソプレン	○					
29	4, 4'-イソプロピリデンジフェノール	○					
40	エチルベンゼン		○				
43	エチレングリコール		○				
44	エチレングリコールモノエチルエーテル		○				
45	エチレングリコールモノメチルエーテル		○				
63	キシレン		○				
68	クロム及び3価クロム化合物	○					
69	六価クロム化合物					○	
99	五酸化バナジウム	○		○			
177	スチレン	○					
207	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	○		○			
224	1,3,5-トリメチルベンゼン	○					
227	トルエン	○				○	
230	鉛及びその化合物	○				○	
232	ニッケル化合物	○		○			
242	ノニルフェノール	○					
251	ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム=クロリド		○				
268	ブタジエン	○					
270	フタル酸ジ-n-ブチル					○	
272	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)					○	
299	ベンゼン		○				
304	ホウ素及びその化合物	○	○				
307	ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル		○				
309	ポリ(オキシエチレン)=ノニルフェニルエーテル	○	○				
311	マンガン及びその化合物		○	○	○		
318	メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル		○				
352	リン酸トリス(2-クロロエチル)		○				
	計32物質						

また、各化学物質と製品との対応の詳細を次表に示した。

表 3.4 路面排水へ排出される可能性が考えられた PRTR 制度対象化学物質と製品

政令番号	PRTR化学物質名称	自動車部品	タイヤ	オートケミカル製品	舗装	コンクリート二次製品	路面標示材
1	亜鉛の水溶性化合物	金属部品(表面塗料)	タイヤトレッド部(加硫促進剤)		ストレートアスファルト		
7	アクリロニトリル	タイミングベルト					
24	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム及びその塩			ボディワックス、アルミホイールクリーナー、洗剤(カーシャンプー)、ウインドウォッシャー、くもり止め剤、エンジンオイル用添加剤			
26	石綿	クラッチフェーシング					
28	イソブレン	ワイパーブレード	天然ゴム、イソブレンゴム				
29	4, 4'-イソプロピリデンジフェノール(別名:ビスフェノールA)	ブレーキ液					
40	エチルベンゼン			ボディワックス			
43	エチレングリコール			ボディワックス、洗車機用ワックス、解氷剤、氷結防止剤			
44	エチレングリコールモノエチルエーテル			くもり止め剤			
45	エチレングリコールモノメチルエーテル			ボディワックス、くもり止め剤			
63	キシレン			ボディワックス			
68	クロム及び3価クロム化合物	シリンダーライナー、エンジンメタル、ピストンピン、ピストンリング					
69	六価クロム化合物						黄色顔料
99	五酸化バナジウム	コネクティングロッド			ストレートアスファルト		
177	スチレン	Vベルト	スチレン・ブタジエンゴム				
207	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	エンジンメタル、バルブガイド			ストレートアスファルト		
224	1,3,5-トリメチルベンゼン	ボディワックス					
227	トルエン	ボディワックス					溶剤
230	鉛及びその化合物	クランクシャフト、シリンダーヘッド・ガスケット、ホイールバランスウェイト					黄色顔料
232	ニッケル化合物	ピストンピン、ピストンリング、ターボチャージャー			ストレートアスファルト		
242	ノニルフェノール	潤滑油					
251	ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム=クロリド			ボディワックス、洗車機用ワックス			
268	ブタジエン	Vベルト、タイミングベルト	スチレン・ブタジエンゴム、ポリブタジエンゴム				
270	フタル酸ジ-n-ブチル						添加剤(可塑剤)
272	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)						添加剤(可塑剤)
299	ベンゼン			ボディワックス			
304	ホウ素及びその化合物	バルブガイド		ブレーキ液			
307	ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル			洗車機用洗剤			
309	ポリ(オキシエチレン)=ノニルフェニルエーテル		潤滑油	洗剤(カーシャンプー)			
311	マンガン及びその化合物			燃料用添加剤	セメントの原料、骨材	セメントの原料、骨材	
318	メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル			ボディワックス、洗車機用ワックス			
352	リン酸トリス(2-クロロエチル)			燃料用添加剤			

また、排ガス等に含まれる非意図的生成物である多環芳香族炭化水素（PAHs）について、既存文献の整理から、下記の合計 21 物質を特定した。

表 3.5 燃料等の燃焼に伴い排出されると考えられる PAHs

Cas. No	物質名称	読み	文献中に使用された略号	出典	道路塵埃に多く含まれるとされる PAH	排出の可能性が高い由来 (欄中文献番号)			
						ディーゼル	ガソリン	タイヤ	アスファルト
1	208-96-8	acenaphthylene	アセナフチレン	Ace, Ac	1, 6				
2	83-32-9	acenaphthene	アセナフテン	Act	1, 6, 7				
3	86-73-7	fluorene	フルオレン	Flu, Fl	1, 3, 5, 6, 7				
4	85-01-8	phenanthrene	フェナントレン	Phe, Ph	1, 3, 4, 5, 6, 7	1, 3, 4	3, 6	3	3, 6
5	120-12-7	anthracene	アントラセン	Ant, An	1, 3, 4, 5, 6, 7				
6	206-44-0	fluoranthene	フルオランテン	Flt, Flu, Fr	1, 3, 4, 6	1, 3, 4	3, 6	3	3, 6
7	129-00-0	pyrene	ピレン	Pyr, Pr	1, 3, 4, 5, 6, 7	1, 3, 4	1, 3, 6	1	1, 3, 6
8	56-55-3	benzo(a)anthracene	ベンゾ(a)アントラセン	B(a)A, Ba	1, 3, 4, 5, 6, 7		1		
9	218-01-9	chrysene	クリセン	Chr, Ch	1, 3, 4, 5, 6, 7		1		1
10	205-99-2	benzo(b)fluoranthene	ベンゾ(b)フルオランテン	B(b)F, Bf	1, 3, 4, 6, 7	3	3	3	3
11	207-08-9	benzo(k)fluoranthene	ベンゾ(k)フルオランテン	B(k)F, Bf	1, 3, 4, 6, 7	3	3	3	3
12	192-97-2	benzo(e)pyrene	ベンゾ(e)ピレン	B(e)P	1, 4, 5			1	1
13	50-32-8	benzo(a)pyrene	ベンゾ(a)ピレン	B(a)P, Bpy	1, 3, 4, 5, 6, 7		1		
14	53-70-3	dibenzo(ah)anthracene	ジベンゾ(ah)アントラセン	D(ah)A, Db	1, 3, 4, 6, 7				
15	191-24-2	benzo(ghi)perylene	ベンゾ(ghi)ペリレン	B(ghi)P, Bpe	1, 3, 4, 6, 7	4		1	6
16	193-39-5	indeno(123-Cd)pyrene	インデノ(1.2.3-Cd)ピレン	Ind(123)P, In	1, 4, 6, 7			1	1
17	119-61-9	benzophenone	ベンゾフェノン		3				
18	883-20-5	9-methylphenanthrene	9-メチルフェナントレン		3				
19	217-59-4	triphenylene	トリフェニレン	Trp	4, 5				
20	198-55-0	perylene	ペリレン	Per	4, 5				
21	91-20-3	naphthalene	ナフタレン	No	6		6		

表 3.6 PAHs 関連文献

出典 No.	文献名 著者
1	道路近傍における粉塵および多環芳香族炭化水素類の発生と拡散 尾崎則篤、新田恭子、杉原朋子(広島大学)、福島武彦(筑波大学)
2	道路構造物から溶出するPRTR対象物質 庄司成敬、三島聡子、秀平敦子、坂本広美(神奈川県環境化学センター)
3	道路塵埃に含まれる多環芳香族炭化水素類の挙動と生体内暴露評価 関口幹周、古川和佳子、荒川研佑、小野芳朗(岡山大学環境理工学部)
4	都市高速道路における微量汚染物質の雨天時流出 新矢将尚、北野雅昭、鶴保謙四郎(大阪市環境科学研究所)
5	高速道路を対象としたステージ別調査によるPAHsの挙動特性 市木敦之(立命館大学工学部)、天野靖也、長田恭典、成瀬貴雅、山下博之(立命館大学大学院)
6	自動車排出物、タイヤおよび道路舗装材のプロファイルとそれらの側溝堆積物中のPAHsへの寄与 ベッペンシャイ、中島典之、古米弘明(東京大学大学院)
7	道路路面排水中の多環芳香族炭化水素(PAHs)の実態把握 (独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ 水質チーム)平成13年10月

以上の検討からこれら PRTR 制度対象化学物質 32 物質と PAHs21 物質を路面排水中に含まれる可能性がある化学物質として、路面排水試料の水質分析対象項目とすることとした。

(2) 化学物質の特性

次に、推定した化学物質の物理・化学的特性、安定性について、既存資料を元に整理した。整理にあたっては、まず、PRTR 制度対象化学物質 32 物質を金属・無機化合物と有機化合物に分類し、路面排水への排出の可能性、路面排水中の存在形態等について、①融点・沸点、②水溶性、③オクタノール／水分配係数の 3 点から検討を行った。情報整理に使用した資料、及び整理結果を以下にとりまとめた。

表 3.7 物理・化学的特性に関する情報整理に使用した資料

資料名		入手先
①インターネット上の総合データベース		
1	PRTR法指定化学物質データベース	環境省PRTRインフォメーション広場ホームページ
2	国際化学物質安全性カード (ICSC)	国立医薬品食品衛生研究所 (NIHS)
3	化学物質安全性(ハザード)評価シート	(独) 製品評価技術基盤機構化学物質管理センター
4	化学物質総合情報提供システム	(独) 製品評価技術基盤機構
5	化学物質データベースWebKis-Plus	国立環境研究所
6	化学物質安全情報提供システムkis-net	神奈川県環境科学センター
7	多環芳香族炭化水素(PAHs)データベース	豊橋技術科学大学 第5工学系
8	The Physical Properties Database (PHYSPROP)	Syracuse Research Corporation (SRC)
②化学物質のリスク評価資料		
9	化学物質の環境リスク評価 第1～3巻	環境省環境保健部環境リスク評価室
10	化学物質ファクトシート 2003年度版	環境省PRTRインフォメーション広場ホームページ
③環境測定結果		
11	「化学物質と環境」(通称「黒本」)	環境省環境保健部環境安全課
12	公共用水域水質測定結果 (環境基準項目、要監視項目)	環境省
13	要調査項目存在状況調査結果	環境省
14	地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果	環境省
④用途、生産量、環境への排出量		
15	化学物質の製造・輸入量に関する実態調査 平成15年7月	経済産業省製造産業局化学物質管理課
16	資源統計年報	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
17	PRTR公表データ	経済産業省・環境省
⑤その他一般図書		
18	上水試験方法 解説編 2001年版 日本水道協会	蔵書
19	13398の化学商品 化学工業日報社	蔵書
20	化学大辞典 共立出版株式会社	蔵書

1) 融点・沸点

融点・沸点に関する情報を整理すると次のとおりであった。

- ✓ 金属類・無機化合物についてはすべて常温で固体であった。
- ✓ 有機化合物については、揮発性有機化合物 (VOC) は、1,3-ブタジエンを除いてすべて常温で液体の物質であった。界面活性剤は、物質群の代表物質の常温での状態から判断すると固体であると考えられる。
- ✓ 内分泌攪乱化学物質については、液体の物質と固体の物質の2種類の物質が存在した。
- ✓ PAHs はすべて常温で固体であった。

表 3.8 融点・沸点に関する情報整理結果

政令番号	物質名称	分類	融点 (°C)	沸点 (°C)	常温での状態	道路や自動車を構成する製品との関係	
1	亜鉛の水溶性化合物	金属類・無機化合物	419	907	固体	常温で固体であることから、自動車部品の磨耗粉や舗装に含有されていると考えられる。	
207	銅水溶性塩(錯塩を除く。)		1,083	2,095	固体		
26	石綿		-	-	固体		
68	クロム及び3価クロム化合物		1,900	2,642	固体		
69	6価クロム化合物		197 (250分解)		固体		
99	五酸化バナジウム		690 (1750分解)		固体		
311	マンガン及びその化合物		1,244	1,962	固体		
230	鉛及びその化合物		327.5	1,740	固体		
232	ニッケル化合物		1,455	2,730	固体		
304	ほう素及びその化合物		2,150	2,550	固体		
268	1,3-ブタジエン	VOC	-109	-4	気体	常温で気体であることから、化学反応してゴムに重合していると考えられる。	
7	アクリロニトリル		-84	77	液体	常温で液体であることから、オートケミカル製品に液体として含有されていると考えられる。	
28	イソブレン		-146	34	液体		
40	エチルベンゼン		-95	136	液体		
43	エチレングリコール		-13	198	液体		
44	エチレングリコールモノエチルエーテル		-70	135	液体		
45	エチレングリコールモノメチルエーテル		-85	125	液体		
63	キシレン		-48~13	138~144	液体		
177	スチレン		-30.6	145	液体		
224	1,3,5-トリメチルベンゼン		-45	165	液体		
227	トルエン		-95	111	液体		
299	ベンゼン		6	80	液体		
318	メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル		-30	186	液体		
352	リン酸トリス(2-クロロエチル)		-35	330	液体		
24	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム及びその塩		界面活性剤	(物質群のため特定不可)			(固体)
251	ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウムクロリド	-		-	(固体)		
307	ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル	(物質群のため特定不可)			(固体)		
242	ノニルフェノール	内分泌攪乱化学物質	2	295	液体	常温で液体であることから、オートケミカル製品に液体として含有されていると考えられる。	
272	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)		-50	385	液体		
270	フタル酸ジ-n-ブチル		-35	340	液体		
29	4, 4'-イソプロピリデンジフェノール(別名:ビスフェノールA)		152~153	250~252	固体		
309	ポリ(オキシエチレン)=ノニルフェニルエーテル	-	-	(固体)	常温で固体であることから、オートケミカル製品に溶解していると考えられる。		
P R T R 対象外	アセナフチレン	多環芳香族炭化水素	92.5	280	固体	常温で固体であることから、道路粉塵に含有されていると考えられる。	
	アセナフテン		93.4	279	固体		
	フルオレン		114.8	295	固体		
	フェナントレン		99.2	340	固体		
	アントラセン		215	339.9	固体		
	フルオランテン		107.8	384	固体		
	ビレン		151.2	404	固体		
	ベンゾ(a)アントラセン		84	437.6	固体		
	クリセン		258.2	448	固体		
	ベンゾ(b)フルオランテン		168	-	固体		
	ベンゾ(k)フルオランテン		217	480	固体		
	ベンゾ(e)ビレン		177.5	310~312	固体		
	ベンゾ(a)ビレン		176.5	311	固体		
	ジベンゾ(ah)アントラセン		269.5	524	固体		
	ベンゾ(ghi)ペリレン		278	>500	固体		
	インデン(1,2,3-Cd)ビレン		163.6	536	固体		
	ベンゾフェノン		47.8	305.4	固体		
	9-メチルフェナントレン		-	-	(固体)		
	トリフェニレン		199	425	固体		
	ペリレン		274	-	固体		
ナフタレン	80.2	217.9	固体				

※「-」は情報無し
 情報無しの物質の常温の状態は、物質群の代表物質等で判断した。
 (表中にかっこ書きで示す。)

2) 水溶性

降雨により路面排水が排出される場合の化学物質の状態について、水溶性の観点から整理した。下表に有機化合物の水溶性に関する情報整理結果を示す。

- ✓ 選定された VOC や界面活性剤は水溶性が高い物質であるが、内分泌攪乱化学物質や PAHs は路面排水に溶解しにくい物質が多いことが示された。

表 3.9 水溶性に関する情報整理結果

政令 番号	物質名称	分類	水溶性 (mg/L 25°C)	考察
268	1,3-ブタジエン	VOC	735	水溶性の高い物質が多く、 固体の場合は容易に溶解 すると考えられる。
7	アクリロニトリル		74,500	
28	イソプレン		642	
40	エチルベンゼン		169	
43	エチレングリコール		1,000,000	
44	エチレングリコールモノエチルエーテル		1,000,000	
45	エチレングリコールモノメチルエーテル		1,000,000	
63	キシレン		106	
177	スチレン		310	
224	1,3,5-トリメチルベンゼン		48.2	
227	トルエン		526	
299	ベンゼン		1,790	
318	メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル		106,100	
352	リン酸トリス(2-クロロエチル)		7,000	
24	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム及びその塩		界面 活性剤	
251	ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウムクロリド	-		
307	ポリ(オキシエチレン)＝アルキルエーテル	-		
242	ノニルフェノール	内分泌 攪乱 化学物質	6.35	VOCと比較すると、全般的 に水溶性は低く、固体の場 合は溶解しにくいと考えら れる。
272	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)		0.27	
270	フタル酸ジ-n-ブチル		11.2	
29	4, 4' -イソプロピリデンジフェノール(別名:ビスフェノールA)		120	
309	ポリ(オキシエチレン)＝ノニルフェニルエーテル		-	
P R T R 対 象 外	アセナフチレン	多環 芳香族 炭化水素	16.1	水溶性の低い物質が多く、 水にはほとんど溶解しないと推察される。
	アセナフテン		3.9	
	フルオレン		1.89	
	フェナントレン		1.15	
	アントラセン		0.0434	
	フルオランテン		0.26	
	ピレン		0.135	
	ベンゾ(a)アントラセン		0.0094	
	クリセン		0.002	
	ベンゾ(b)フルオランテン		0.0015	
	ベンゾ(k)フルオランテン		0.0008	
	ベンゾ(e)ピレン		0.0063	
	ベンゾ(a)ピレン		0.00162	
	ジベンゾ(ah)アントラセン		0.00249	
	ベンゾ(ghi)ペリレン		0.00026	
	インデノ(1,2,3-Cd)ピレン		0.00019	
	ベンゾフェノン		137	
	9-メチルフェナントレン		-	
トリフェニレン	0.0411			
ペリレン	0.0004			
ナフタレン	31			

※「-」は情報無し

金属類の水溶性の大小は、金属類のイオン化傾向について整理した。金属類・無機化合物で選定された 10 物質について、イオン化傾向の大小を整理すると次表のとおりである。例えば、亜鉛 (Zn) と銅 (Cu) が路面上に同程度存在する場合には、金属類のイオン化傾向から判断すると、亜鉛の水溶性化合物が銅水溶性塩 (錯塩を除く) より高濃度になると考えられた。

表 3.10 選定した金属類のイオン化傾向

物質名称	金属	イオン化傾向
マンガン及びその化合物	Mn	高い ↑
亜鉛の水溶性化合物	Zn	
クロム及び3価クロム化合物 6価クロム化合物	Cr	
ニッケル化合物	Ni	
鉛及びその化合物	Pb	↓ 低い
銅水溶性塩（錯塩を除く。）	Cu	

※バナジウムは情報無し。

3) オクタノール／水分配係数

オクタノール／水分配係数が小さい物質は水へ移行しやすい、つまり水溶性が高い物質である。一方、オクタノール／水分配係数が大きい物質は油に取り込まれやすい物質であり、路面排水中に存在する油分に濃縮される可能性がある物質である。

- ✓ 選定された VOC は全般的にオクタノール／水分配係数が小さい一方、路面排水に溶解しにくい内分泌攪乱化学物質や PAHs は全般的にオクタノール／水分配係数が大きい値を示した。つまりこれらの物質は、路面排水中に存在する油分に濃縮される化学物質であると考えられた。

表 3.11 オクタノール／水分配係数に関する情報整理結果

政令 番号	物質名称	分類	オクタノール ／水分配係数	考察		
268	1,3-ブタジエン	VOC	1.99	オクタノール／水分配係数が全般的に小さく、水に溶けやすい物質が多いと考えられる。 負の値の化学物質は特に水溶性の高い物質である。		
7	アクリロニトリル		0.25			
28	イソブレン		2.42			
40	エチルベンゼン		3.15			
43	エチレングリコール		-1.36			
44	エチレングリコールモノエチルエーテル		-0.32			
45	エチレングリコールモノメチルエーテル		-0.77			
63	キシレン		3.12~3.20			
177	スチレン		2.95			
224	1,3,5-トリメチルベンゼン		3.42			
227	トルエン		2.73			
299	ベンゼン		2.13			
318	メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル		0.97			
352	リン酸トリス(2-クロロエチル)		1.44			
24	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム及びその塩		界面 活性剤		-	(界面活性剤であるため、水に溶けやすい物質(オクタノール／水分配係数が小さい)と考えられる。)
251	ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム=クロリド				-	
307	ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル	-				
242	ノニルフェノール	内分泌 攪乱 化学物質	5.99	オクタノール／水分配係数が全般的に大きく、油分に含有される物質が多いと考えられる。		
272	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)		7.60			
270	フタル酸ジ-n-ブチル		4.50			
29	4, 4' -イソプロピルジフェノール(別名:ビスフェノールA)		3.32			
309	ポリ(オキシエチレン)=ノニルフェニルエーテル		-		(界面活性剤)	
P R T R 対 象 外	アセナフチレン	多環 芳香族 炭化水素	3.94	オクタノール／水分配係数が全般的に大きく、油分に含有される物質が多いと考えられる。		
	アセナフテン		3.92			
	フルオレン		4.18			
	フェナントレン		4.46			
	アントラセン		4.45			
	フルオランテン		5.16			
	ピレン		4.88			
	ベンゾ(a)アントラセン		5.76			
	クリゼン		5.81			
	ベンゾ(b)フルオランテン		5.78			
	ベンゾ(k)フルオランテン		6.11			
	ベンゾ(e)ピレン		6.44			
	ベンゾ(a)ピレン		6.13			
	ジベンゾ(ah)アントラセン		6.75			
	ベンゾ(ghi)ペリレン		6.63			
	インデノ(1,2,3-Cd)ピレン		6.70			
	ベンゾフェノン		3.18			
	9-メチルフェナントレン		-			
トリフェニレン	5.49					
ペリレン	6.25					
ナフタレン	3.30					

※「-」は情報無し

以上の整理から選定された各物質の路面排水への排出の可能性、路面排水中の存在形態等について、とりまとめると以下のようである。

➤ 金属類・無機化合物は、路面上に自動車部品の磨耗粉や、舗装の磨耗粉の状態が存在している。そして降雨により路面排水へ排出されると考えられる。

路面排水中の存在形態は、次の2種類があると考えられる。

- ・路面排水中に溶解している（金属イオンの形で存在）。
- ・浮遊物質（SS）に含有されている。

金属類の水溶性の大小については、金属類のイオン化傾向に関係があると考えられる。

➤ VOC については、常温で液体の物質がほとんどであり、オートケミカル製品に含有されて路面上に存在し、降雨により路面排水として流出すると考えられる。路面排水中では物性から、液体の状態が存在していると推察される。

また、一部物質については路面排水中のタイヤくずに含有されていると考えられる。ただしタイヤゴムに含有されている化学物質は安定したポリマーの形態で存在しているため、溶出する可能性は小さい。

➤ 界面活性剤（有機化合物）については、常温で固体の物質である。界面活性剤の特徴から、オートケミカル製品（洗剤）に含有されて路面上に存在している。そして降雨により路面排水へ排出されると考えられる。

路面排水中では物質が溶解している状態であると考えられる。

➤ 内分泌攪乱化学物質（有機化合物）については、オートケミカル製品（潤滑油など）に次のいずれかの状態で含有されていると考える。

- 常温で液体の物質は、液体としてオートケミカル製品に含有されている。
- 常温で固体の物質はオクタノール／水分配係数が大きいいため、潤滑油などの油分に含有されていると考えられる。

そして降雨により路面排水へ排出されると考えられる。

路面排水中では液体または油分に含有されている割合が大きく、水に溶解している割合は小さいと推察される。

➤ PAHs については自動車排ガスに起因する道路粉塵に含まれて路面上に存在している。そして降雨により路面排水に含まれて排出されると考えられる。

路面排水中では浮遊物質（SS）に含有されて存在していると考えられる。全般に物質の水溶性が低いいため、水に溶解している可能性は小さい。また、路面排水中の油分に含有されて存在している可能性も考えられる。

3. 路面排水に含まれる化学物質（全般）の現地調査

(1) 初年度調査（平成 16 年度）

先に推定した化学物質が、実道路の路面排水にどの程度の濃度で含まれているかを確認することを目的に、採水調査を行った。

1) 採水箇所

採水調査を実施する路線・地点としては化学物質が検出される可能性がより大きい地点を選定するという観点から、①交通量の多さが関東圏内において有数であること、②路面由来以外の排水混入が無いこと、③採水調査の安全性が確保されることを条件とした。平成 15 年度の実績交通量データをもとに候補路線を現地踏査した結果、最も交通量が多い国道 16 号横浜高架下の排水管より試料採取することとした。当路線の平日昼間の 12 時間交通量は約 10 万台（平成 11 年度 新・道路交通センサスより）であり、関東地方では最も交通量の多い路線である。

表 3.12 関東地方の交通量の多い道路

（高速自動車道・都市高速道路・一般道路の交通量 BEST 10 より）

順位	交通量 (台/12h)	路線名	観測地点名	種別
1	104,590	一般国道 16 号	横浜市旭区桐ヶ作 1 4 9 2	一般道路
2	96,599	一般国道 16 号	横浜市旭区今川町	一般道路
3	87,219	一般国道 1 号	千代田区霞が関 1-1	一般道路
4	85,317	高速湾岸線	品川区八潮 3 丁目 2	都市高速道路
5	83,162	高速湾岸線	浦安市弁天 1 丁目	都市高速道路
6	82,870	一般国道 16 号	横浜市旭区下川井町	一般道路
7	81,025	高速都心環状線	港区芝 3 丁目 2	都市高速道路
8	79,825	東名高速道路	横浜町田IC~厚木IC間	高速自動車道
9	78,233	東関東自動車道	湾岸市川IC~湾岸習志野IC間	高速自動車道
10	76,264	東京外環自動車道	外環浦和IC~川口西IC間	高速自動車道
11	74,300	高速都心環状線	港区六本木 5 丁目 1 8	都市高速道路
12	73,129	東関東自動車道	宮野木IC~千葉北IC間	高速自動車道
13	71,755	高速都心環状線	千代田区北の丸公園 1	都市高速道路
14	70,946	東京外環自動車道	川口中央IC~川口JCT間	高速自動車道
15	70,877	東名高速道路	横浜青葉IC~横浜町田IC間	高速自動車道
16	69,955	東関東自動車道	市川JCT~湾岸市川IC間	高速自動車道
17	69,666	東京外環自動車道	戸田東IC~外環浦和IC間	高速自動車道
18	69,583	東名高速道路	東名川崎IC~横浜青葉IC間	高速自動車道
19	68,899	東京外環自動車道	川口西IC~川口中央IC間	高速自動車道
20	66,345	高速中央環状線	江戸川区北葛西 2 丁目	都市高速道路
21	65,791	高速 5 号池袋線	文京区目白台 3 丁目 2 6	都市高速道路
22	63,312	高速中央環状線	足立区本木 1 丁目 1	都市高速道路
23	62,654	高速都心環状線	中央区八丁堀 3 丁目 2	都市高速道路
24	62,274	高速神奈川 3 号狩場線	横浜市保土ヶ谷区瀬戸ヶ谷町	都市高速道路
25	56,415	一般国道 17 号	大宮市日進町 3-3 8 4	一般道路
26	56,187	一般国道 1 号	横浜市神奈川区金港町 1	一般道路
27	55,633	一般国道 1 号	横浜市戸塚区矢部新田 1 4 1 9	一般道路
28	54,097	一般国道 2 4 6 号	世田谷区瀬田 2-3 1	一般道路
29	53,846	一般国道 2 0 号	杉並区下高井戸 1-1 1	一般道路
30	52,798	一般国道 2 4 6 号	厚木市栄町 1 丁目	一般道路

注) 一般国道の一般有料道路は除いています。

※ データ出典：平成 11 年度 新・道路交通センサス(関東地方整備局ホームページ)

※ 平日昼間 12 時間交通量の上位 30 傑

2) 採水調査

本調査では、各調査回において排水流出開始直後と約 1hr 後の 2 検体の試料を採取した。採取したこれら 4 検体の試料を先に推定した PRTR 制度対象化学物質 31 項目※、及び多環芳香族 22 項目について分析に供した。

※ ビスジメチルアンモニウム＝クロリドについては、環境分野における一般的な既往資料における測定事例がみられなかったこと、市販の標準物質の入手が困難であることにより今回の調査においては分析対象項目から除外した。

表 3.13 調査地点の位置と状況

<p>路線名：一般国道</p>	<p>調査地点：横浜市国道高架橋下</p>
 <p style="text-align: right;">●・・・調査地点</p>	
 <p>写真 1) 調査・採水地点の外観</p>	 <p>採水器具設置箇所</p> <p>写真 2) 排水管の様子 (採水箇所)</p>
 <p>写真 3) 現地道路状況</p>	 <p>写真 4) 路肩の雨水集水枡</p>

表 3.14(1) 分析方法の概要

政令 番号	物質名	分析法	分析方法の概要
1	溶解性亜鉛	J I S K 0102 53.3準拠	ろ紙5種Cでろ過した試料を前処理した後に、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、亜鉛による発光の波長を測定して定量する。
207	溶解性銅	J I S K 0102 52.4準拠	ろ紙5種Cでろ過した試料を前処理した後に、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、銅による発光の波長を測定して定量する。
26	石綿	H8.3.29 基発第188号準拠	蒸発残留物についてX線回折による分析を行う。
68	クロム及び3価クロム化合物	J I S K 0102 65.1.4	試料を前処理した後に、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、全クロムによる発光の波長を測定して定量し、全クロムの値から六価クロムの値を差し引いて求める。
69	六価クロム化合物	J I S K 0102 65.2.1	試料に1,5-ジフェニルカルボノヒドラジン（ジフェニルカルバジド）を加え、生成する赤紫の錯体の吸光度を測定する。
99	五酸化バナジウム	J I S K 0102 70.4準拠	試料をそのまま前処理したものと、ろ紙5種Cでろ過した後に前処理したものを、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、バナジウムによる発光の波長309.311nmで測定してバナジウムの濃度を定量し、全量から溶解性を差し引いたものを五酸化バナジウムに換算する。
311	マンガン及びその化合物	J I S K 0102 56.4	試料を前処理した後に、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、マンガンによる発光の波長を測定して定量する。
230	鉛及びその化合物	J I S K 0102 54.3準拠	試料を前処理した後に、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、鉛による発光の波長を測定して定量する。
232	ニッケル化合物	J I S K 0102 59.3準拠	試料を前処理した後に、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、ニッケルによる発光の波長を測定して定量する。
304	ホウ素及びその化合物	J I S K 0102 47.3準拠	試料を前処理した後に、試料導入部を通してICP発光分光分析装置に導入し、ホウ素による発光の波を測定して定量する。
268	1,3-ブタジエン	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV.iii および 要調査項目等調査マニュアル 平成11年 I	サロゲート物質を添加し、塩化ナトリウムを入れたバイアルにとり、内標準物質を加えて密栓して混和する。バイアルを一定温度で保持し、対象物質を気液平衡状態とし、気相の一部をGC/MS-SIMで定量する。 ※揮発性有機化合物は物理・化学特性が似ており、複数の出典はあるものの出典による分析方法の大きな違いはないことから同時分析を行うこととする。
28	イソブレン	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV.iii	
40	エチルベンゼン	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV.iii および 要調査項目等調査マニュアル 平成11年 I	
177	スチレン	外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアルVII	
224	1,3,5-トリメチルベンゼン	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV.iii および 要調査項目等調査マニュアル 平成11年 I	
63	キシレン	J I S K 0125.5.2	
227	トルエン	J I S K 0125.5.2	
299	ベンゼン	J I S K 0125.5.2	
7	アクリロニトリル	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV.v	サロゲート物質を添加し、活性炭カラムに通水吸着後、アセトンおよびジクロロメタンで抽出する。抽出液を脱水・濃縮し、キャピラリーカラムGC/MS-SMで定量する。
318	メタクリル酸2-ジメチルアミノエチル	化学物質環境調査分析法報告書 平成10年度	固相抽出後、ジクロロメタンで溶出し、GC/MS-SIMで定量する。固相はtC-18を用いる。
43	エチレングリコール (2-メトキシエタノール)	化学物質環境調査分析法報告書 昭和52年度	試料100mL、減圧濃縮10mL程度、誘導体化、ジクロロメタン抽出、脱水、濃縮しGC/MSで定量
44	エチレングリコールモノエチルエーテル (2-エトキシエタノール)	化学物質環境調査分析法報告書 昭和52年度	
45	エチレングリコールモノメチルエーテル (2-メトキシエタノール)	化学物質環境調査分析法報告書 昭和52年度	
352	リン酸トリス2-クロロエチル	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV.vi	溶媒振とう法では、塩析条件下でジクロロメタンで2回振とう抽出し、脱水、濃縮して前処理液を調製する。必要に応じて前処理液をフロリジルカラム又はシリカゲルカラム、非孔性グラファイトカーボンカラムクロマトグラフィーによる精製を行い、GC/MSで測定する。

表 3.14(2) 分析方法の概要

政令 番号	物質名	分析法	分析方法の概要
24	L A S	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV. x. iv	固相抽出し、メタノールで溶出させる。メタノール溶液を窒素ガスで蒸発乾固させた後、アセトニトリル/水 (65:35)で2mlに定容し、試験液とする。試験液をHPLCで分離し、蛍光検出器で定量する。
307	ポリオキシエチレンアルキル エーテル	要調査項目等調査マニュアル 平成12年 IV	溶媒振とう抽出-臭素化-GC/M法
29	ビスフェノールA	外因性内分泌攪乱化学物質調査暫 定マニュアルⅢ. iii	固相カートリッジに通水捕集後、酢酸メチルで溶出し、濃縮、ヘキサンに転溶する。無水硫酸ナトリウムで脱水し、KOH存在下でジエチル硫酸でエチル化を行い、内標準含有のヘキサン溶液で抽出し、脱水後GC/MS-SIMで定量する。
242	ノニルフェノール	外因性内分泌攪乱化学物質調査暫 定マニュアルⅢ. iii	
270	フタル酸ジ-n-ブチル	外因性内分泌攪乱化学物質調査暫 定マニュアルⅣ	
272	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	外因性内分泌攪乱化学物質調査暫 定マニュアルⅣ	塩化ナトリウムを加えてヘキサンで抽出後、GC/MS-SIMで測定する。
309	ノニルフェノールエトキシ レート	下水試験方法 (追補暫定版) 準拠	固相抽出して、脱水・濃縮し、HPLCで測定する。 エトキシ基の数がn=1~15のものを定量し、その含量を求める。
-	アセナフチレン		
-	アセナフテン		
-	フルオレン		
-	フェナンスレン		
-	アントラセン		
-	フルオランテン		
-	ピレン		
-	ベンゾ(a)アントラセン		
-	クリセン		
-	ベンゾ(b)フルオランテン		
-	ベンゾ(k)フルオランテン		
-	ベンゾ(e)ピレン		
-	ベンゾ(a)ピレン		
-	ジベンゾ(a,h)アントラセン		
-	インデノ(1,2,3-c,d)ピレン		
-	ジベンゾ(a,h)アントラセン		
-	ベンゾ(g,h,i)ペリレン		
-	ベンゾフェノン		
-	9-メチルフェナントレン		
-	トリフェニレン		
-	ペリレン		
-	ナフタレン		
		外因性内分泌攪乱化学物質調査暫 定マニュアルⅥ準拠および化学物 質環境調査分析法報告書	ヘキサンで液液抽出し、シリカゲルカラムを用いたカラムクロマトグラフィーでクリーンアップし、濃縮後、GC/MS-SIMで定量する。 ※多環芳香族炭化水素は物理・化学特性が似ており、複数の出典はあるものの出典による分析方法の大きな違いはないことから同時分析を行うこととする。 ※※ベンゾ(b)フルオランテン、ベンゾ(k)フルオランテン、ベンゾ(j)フルオランテンは、個別に分離することが困難なため、含量で定量する。

3) 調査結果

平成17年1月15日、同年2月8日の2回の採水調査を行った。調査時の降雨状況を下図に示す。採水は化学物質の流出が多いことが予想される降雨初期に行った。両調査時とも降雨開始から降雨量が1mmに満たない時点から排水の流出が始まった。

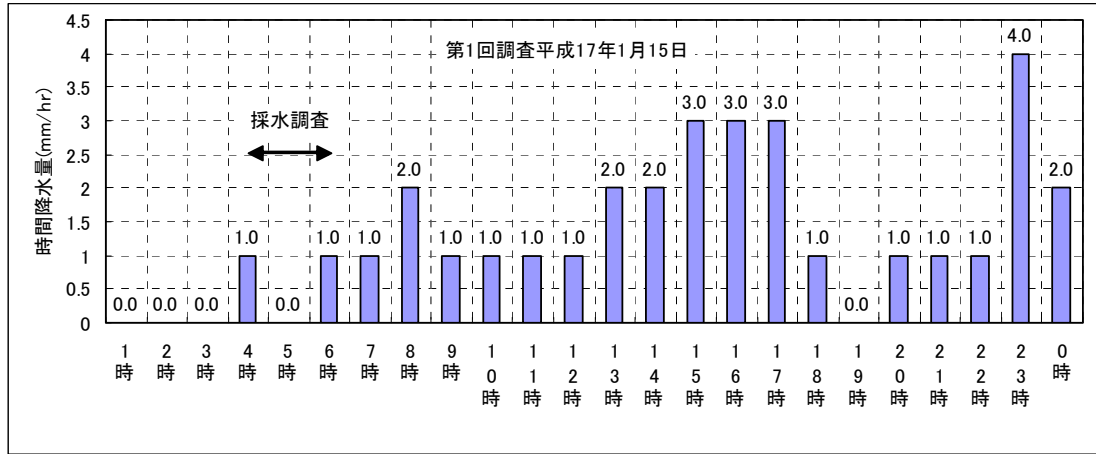


図 3.8 1回目調査日の時間降雨量

※降雨量は気象庁アメダス海老名の雨量

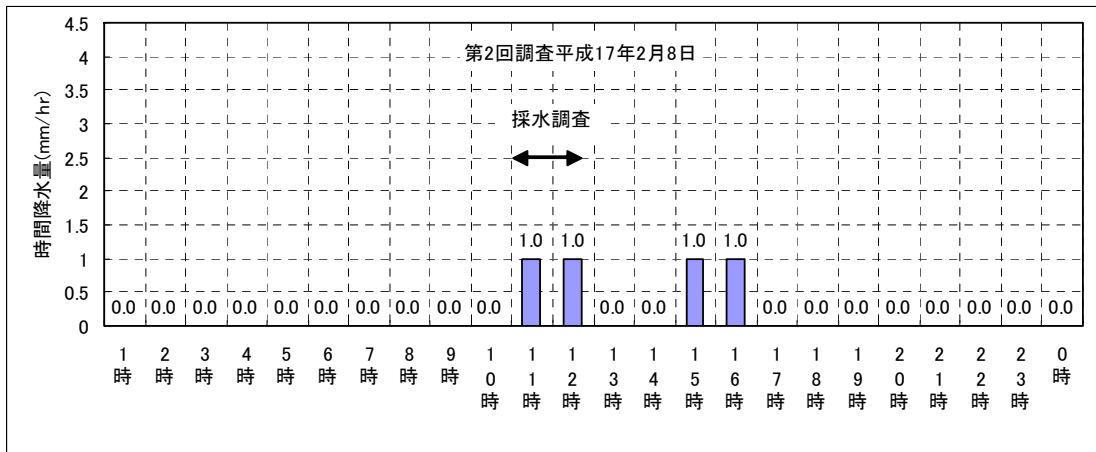


図 3.9 2回目調査日の時間降雨量

※降雨量は気象庁アメダス海老名の雨量



写真 3.1 雨水管の流出状況 (1回目調査)



写真 3.2 採水サンプル (1回目調査)

水質分析の結果、本調査ではPRTR制度対象化学物質22物質、PAHs18種が検出された。化学物質の測定結果と発生源の関係は以下のように推定され、本調査では主に自動車部品、オートケミカル製品に含まれる物質が多く検出された。また、自動車排ガス等に由来すると考えられるPAHsは総PAHsとして最大11.55 μg/Lが検出された。

表 3.15 路面排水の水質分析結果と発生源の推定

政令番号	分類	物質名称	単位	本調査	既往文献の測定値	文献番号	発生源						
							自動車	オートケミ	舗装	コンクリート	路面標示	標識	
1	金属類・無機化合物	亜鉛の水溶性化合物	mg/L	0.069~0.15	検出	2	○		○				○
26		石綿	%	ND			○						
68		クロム及び3価クロム化合物	mg/L	0.007~0.042	0.076	10	○						
69		六価クロム化合物	mg/L	<0.04								○	
99		五酸化バナジウム	mg/L	0.005~0.051			○		○				
207		銅水溶性塩（錯塩を除く）	mg/L	0.026~0.046	検出	2	○		○				
311		マンガン及びその化合物	mg/L	0.08~0.49	0.2~0.48	2,9		○		○			
230		鉛及びその化合物	mg/L	0.013~0.075	0.132~0.8	4,9,10	○					○	
232		ニッケル化合物	mg/L	0.005~0.021	検出	2	○		○				
304		ホウ素及びその化合物	mg/L	0.039~0.092			○	○					
268	有機化合物(VOC)	1,3-ブタジエン	μg/L	0.01~0.02			○						
7		アクリロニトリル	μg/L	<0.4			○						
28		イソプレン	μg/L	<0.04			○						
40		エチルベンゼン	μg/L	<0.02~0.06	0.0001	11		○					
43		エチレンジオール	μg/L	49~490				○					
44		エチレンジオールモノエチルエーテル	μg/L	0.49~0.90	0.1~10	2		○					
45		エチレンジオールモノメチルエーテル	μg/L	0.10~0.40				○					
63		キシレン	mg/L	<0.001				○					
177		スチレン	μg/L	0.02~0.11				○					
224		1,3,5-トリメチルベンゼン	μg/L	<0.01				○					
227		トルエン	mg/L	<0.001~0.035	0.0001~0.0013	11		○			○		
299		ベンゼン	mg/L	<0.001	0.0001~0.0002	11		○					
318		メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル	μg/L	<0.1				○					
352		リン酸トリス(2-クロロエチル)	μg/L	0.41~0.69				○					
24		有機化合物(界面活性剤)	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム及びその塩	μg/L	38.1~62.2			○					
307	ポリ(オキシエチレン) =アルキルエーテル		μg/L	20~35			○						
242	有機化合物(内分泌攪乱化学物質)	ノニルフェノール	μg/L	0.3~0.5	0.1~1.5	11		○					
272		フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)	μg/L	0.5~15.0	0.1~1.7	11		○			○		
270		フタル酸ジ-n-ブチル	μg/L	<0.5	0.1~0.6	11		○			○		
29		4,4'-イソプロピリデンジフェノール	μg/L	0.31~0.48	0.1~4.1	11		○					
309		ポリ(オキシエチレン) =ノニルフェニルエーテル	μg/L	4.7~19.9			○						

出典文献名

政令番号	分類	物質名称	単位	本調査	既往文献の測定値	文献番号	出典No.	文献名 著者
-	多環芳香族炭化水素(PAHs)	アセナフチレン	μg/L	0.03~0.1			1	道路近傍における粉塵および多環芳香族炭化水素類の発生と拡散、広島大学 尾崎則篤ら、
-		アセナフテン	μg/L	0.02~0.05				
-		フルオレン	μg/L	0.04~0.223			2	道路構造物から溶出するPRTR対象物質、神奈川県環境センター 庄司成敬ら
-		フェナントレン	μg/L	0.36~2.24	3.789	8		
-		アントラセン	μg/L	0.03~0.17	0.237	8	3	道路塵埃中に含まれる多環芳香族炭化水素類の挙動と生体内暴露評価、岡山大学理工学部 関口幹周ら
-		フルオランテン	μg/L	0.38~2.24	4.970	8		
-		ピレン	μg/L	0.51~3.3	4.982	8	4	都市高速道路における微量汚染物質の雨天時流出、大阪府環境科学研究所 新矢得尚ら
-		ベンゾ(a)アントラセン	μg/L	0.02~0.17	0.830	8		
-		クリセン	μg/L	0.09~0.54	2.014	8	5	高速道路を対象としたステーション別調査によるPAHsの挙動特性、立命館大学工学部 市木敦之ら
-		ベンゾ(b)フルオランテン	μg/L	0.05~0.23	1.800	8		
-		ベンゾ(k)フルオランテン	μg/L	0.05~0.23	0.872	8	6	自動車排気物、タイヤおよび道路舗装材のプロファイルとそれらの側溝堆積物中のPAHsへの寄与、東京大学大学院 ベッペンシャイラ
-		ベンゾ(e)ピレン	μg/L	0.06~0.45	1.359	8		
-		ベンゾ(a)ピレン	μg/L	0.02~0.23	0.936	8	7	道路路面排水中の多環芳香族炭化水素(PAHs)の動態把握、独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ 水質チーム、平成13年10月
-		ジベンゾ(ah)アントラセン	μg/L	<0.01	0.139	8		
-		ベンゾ(ghi)ペリレン	μg/L	0.13~0.95	1.153	8	8	高速道路排水中の水質挙動と汚濁負荷に対する影響要因の検討、大阪工業大学 松山敦子ら、平成12年9月
-		インデノ(1,2,3-Cd)ピレン	μg/L	<0.01	0.644	8		
-		ベンゾフェノン	μg/L	<0.01			9	路面排水水質予測手法の開発、(株)日本工営 野原照雄ら、平成12年
-		9-メチルフェナントレン	μg/L	0.022~0.13				
-		トリフェニレン	μg/L	0.009~0.058				
-		ペリレン	μg/L	0.1~0.24	0.324	8	10	降雨時における高速道路路面からの排水に関する調査・研究、大阪工業大学 山田義行ら、平成9年9月
-	ナフタレン	μg/L	0.07~0.23	0.1~0.2	11			
-	PAHs合計	μg/L	1.94~11.55	1.7~24.048	4,7,8	11	道路構造物から溶出するPRTR対象物質に関する研究、神奈川県環境化学センター 坂本広美ら	

(2) 次年度調査（平成 17 年度）

平成 17 年度では関東圏内から 20 地点を選定し、広範囲の採水調査を実施した(4 章に詳述)。20 地点のうち下記の 3 地点について、平成 16 年度で検出された PRTR 制度対象化学物質 22 項目、及び環境基準項目（健康項目等）27 項目を対象に採水調査を行った。本調査では、路面排水を採取すると同時に、雨水や降下煤塵の影響を把握することをねらいとし、雨水及び屋根流出水を採取した。

1) 採水箇所

調査地点の選定は、以下の考え方による。

- ・ 平成 16 年度において調査を行った「②横浜市国道高架下」は比較検討のため選定した。
- ・ 路面由来の鉛・亜鉛の含有量が高い地点は、自動車等からの汚濁物質の排出が多く、PRTR 制度対象化学物質等の含有量も高いことが予想される。このため、鉛、亜鉛が高濃度の地点（4 章で詳述）より選定した。

表 3.16 平成 17 年度の調査地点

調査地点名（路線）	交通量（平日）
① 相模原市国道高架下（国道16号線）	46,315台/日
② 横浜市国道高架下（国道16号線）	161,278台/日
③ 横浜市国道（国道15号線）	38,998台/日

※H11 年道路交通センサスデータ（平日 24hr 交通量）

2) 採水調査

各地点について 1 回調査を実施した。降雨初期 0~2, 3hr を対象とし、路面排水、雨水、屋根流出水とも分析所定量の 20L が採取できるまで継続した（調査地点③では降雨が弱かったことなどから 8hr を要した）。

表 3.17 調査地点の位置と状況

<p>路線名：一般国道16号</p>	<p>調査地点：相模原市国道高架下</p>
	 <p>道路状況</p>  <p>路面排水採水場所</p>
<p>路線名：一般国道16号</p>	<p>調査地点：横浜市国道高架下</p>
	 <p>道路状況</p>  <p>路面排水採水場所</p>
<p>路線名：一般国道15号</p>	<p>調査地点：横浜市国道</p>
	 <p>道路状況</p>  <p>路面排水採水場所</p>

3) 調査結果

調査は平成 18 年 1 月～2 月に実施した。3 地点の調査時の降雨状況を下図に示す。

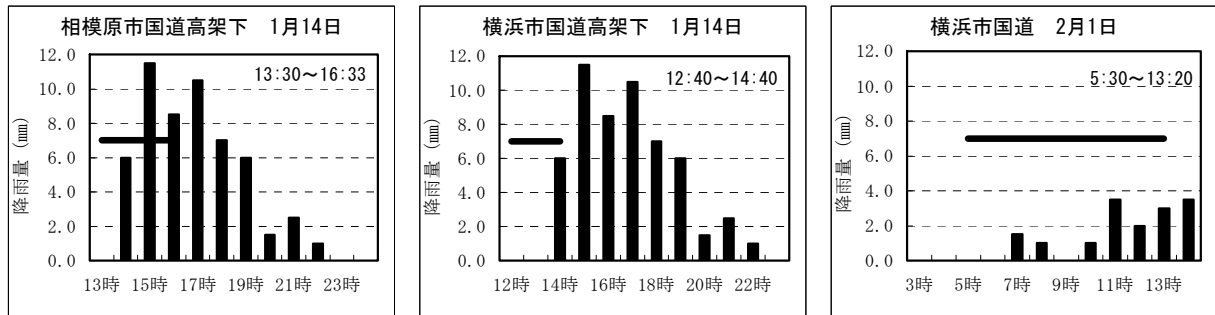


図 3.10 調査実施日と降雨状況

下表に調査結果を示す（全ての試料について定量下限値以下となった項目を除く）。PRTR 制度対象化学物質については平成 16 年度に検出された 22 物質のうち、今回分析を行わなかった石綿、定量下限値以下であった 1-3 ブタジエンを除く 20 物質が、再び検出された。

表 3.18 路面排水の水質分析結果（平成 17 年度調査）

試験項目	分類	単位	地点 番号				
			①相模原市 国道高架下	②横浜市 国道高架下	③横浜市 国道		
			路面排水	路面排水	路面排水		
PRTR 法対象化学物質	金属 無機化合物	mg/L	溶解性亜鉛	2.1	0.20	0.062	
			溶解性銅	0.012	0.078	0.0090	
			クロム及び3価クロム化合物	0.0072	0.0058	0.0070	
			五酸化バナジウム	0.0076	0.0027	0.0035	
			マンガン及びその化合物	0.24	0.11	0.039	
			ニッケル化合物	0.011	0.0057	0.0023	
			ホウ素及びその化合物	0.017	0.058	0.015	
	有機化合物	VOC	μg/L	トルエン	ND	0.0010	ND
				スチレン	0.55	2.6	ND
				エチルベンゼン	0.080	0.090	0.040
				エチレンジクロール	51	570	6.5
				エチレンジクロールモノエチルエーテル	3.80	1.30	0.65
				エチレンジクロールモノメチルエーテル	2.90	1.90	0.76
				リン酸トリス2-クロロエチル	0.022	0.083	0.011
				LAS	2.2	2.3	0.93
				ポリオキシエチレンアルキルエーテル	14.00	6.70	4.00
				ビスフェノールA	0.56	0.32	0.31
				ノニルフェノール	0.6	0.40	0.50
ノニルフェノールエトキシレート	5.0	4.3	1.5				
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	26	11	7.3				
有害物質	有害物質 その他	mg/L	カドミウム	0.0010	ND	ND	
			鉛	0.036	0.025	0.012	
			ヒ素	0.0020	0.0020	ND	
			硝酸性窒素	1.7	8.4	1.7	
			亜硝酸性窒素	0.23	1.7	0.17	
			フッ素	0.14	ND	0.34	
			ホウ素	0.017	0.058	0.015	
その他		亜鉛	mg/L	5.4	0.56	0.19	
		SS	mg/L	720	188	42	
		COD	mg/L	102	143	18	

表 3.19 PRTR 制度対象化学物質等の全分析結果（平成 17 年度）

試験項目	定量下限値	単位	平成17年度の結果									平成16年度の結果（路面排水）②				平成17年度の測定結果の平均値					
			①相模原市 国道高架下			②横浜市 国道高架下			③横浜市 国道			1月		2月		路面排水	屋根流出水	雨水			
			路面排水	屋根流出水	雨水	路面排水	屋根流出水	雨水	路面排水	屋根流出水	雨水	サンプル.1	サンプル.2	サンプル.1	サンプル.2						
			0.001	0.001	0.0005	0.0012	0.0005	ND	0.0072	0.0022	ND	0.0058	0.0023	ND	0.0070	0.0044	0.0006	0.0100	0.0066	0.0420	0.037
PRTR 対象化学物質	溶解性亜鉛	0.001	2.1	0.01	0.008	0.20	0.033	0.02	0.06	0.53	0.02	0.15	0.15	0.12	0.069	0.79	0.19	0.01			
	溶解性銅	0.001	0.012	0.005	ND	0.08	0.0030	ND	0.0090	0.0040	0.0020	0.046	0.041	0.036	0.026	0.033	0.004	0.002			
	カドミウム及び3価カドミウム化合物	0.0005	0.0072	0.0022	ND	0.0058	0.0023	ND	0.0070	0.0044	0.0006	0.0100	0.0066	0.0420	0.037	0.00667	0.00297	0.0006			
	五酸化バナジウム	0.0001(Vとして)	0.0076	0.0014	0.0006	0.00	0.0022	ND	0.0035	0.0032	ND	0.0072	0.0047	0.0512	0.0441	0.00460	0.00227	0.0006			
	マカロン及びその化合物	0.001	0.240	0.020	0.006	0.110	0.030	0.002	0.039	0.053	0.010	0.140	0.076	0.490	0.400	0.130	0.034	0.006			
	ニッケル化合物	0.0005	0.0110	0.0016	0.0022	0.0057	0.0025	0.0009	0.0023	0.0045	0.0033	0.0074	0.0046	0.0210	0.0170	0.0063	0.0029	0.0021			
	約素及びその化合物	0.0005	0.0170	0.0090	0.0068	0.0580	0.1100	0.0055	0.0150	0.0150	0.0046	0.0500	0.0390	0.0920	0.0490	0.0300	0.0747	0.0056			
	トルエン	0.001	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.035	ND	ND	0.0010	ND	ND			
	スチレン	0.02	0.55	0.67	0.61	2.60	0.77	ND	ND	ND	ND	0.11	0.02	0.11	0.06	1.58	0.72	0.61			
	1,3-ブタジエン	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	0.01	0.02	0.01	ND	ND	ND			
	エチルベンゼン	0.02	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.05	0.04	0.04	0.04	ND	ND	0.06	0.04	0.07	0.07	0.06			
	エチレンジクロライド	0.08	51	6.5	3.6	570.0	7.0	6.10	6.50	3.20	5.20	240	49	490	61	209.2	5.57	4.97			
	エチレンジクロライドモノエチル	0.08	3.80	0.68	0.35	1.30	0.60	0.37	0.65	0.56	0.31	0.90	0.90	0.87	0.49	1.9	0.61	0.34			
	エチレンジクロライドジエチル	0.08	2.90	0.77	0.40	1.90	0.78	0.42	0.76	0.58	0.43	0.40	0.23	0.24	0.10	1.9	0.71	0.42			
	ジクロロメタン	0.01	0.022	ND	ND	0.08	0.02	ND	0.011	ND	ND	0.51	0.41	0.69	0.51	0.04	0.02	ND			
	L.A.S	0.2	2.2	19	1.9	2.35	29.8	2.27	0.93	2.0	0.98	48.1	27.6	62.2	38.1	1.83	17.0	1.72			
	ポリブチレンジエチル	1.0	14.00	2.40	<1.0	6.70	2.40	1.20	4.00	<1.0	<1.0	28	27	35	20	8.23	1.9	1.07			
	ビスフェノールA	0.03	0.56	0.08	ND	0.32	0.08	ND	0.31	0.07	0.04	0.31	0.32	0.33	0.48	0.40	0.08	0.04			
フェニルフェノール	0.3	0.6	ND	0.7	0.40	ND	ND	0.50	ND	0.50	0.3	0.4	0.5	0.4	0.50	ND	0.60				
フェニルフェノールエチレン	0.1	5.0	1.1	0.13	4.3	0.68	ND	1.51	0.79	0.20	19.9	4.7	6.8	6.5	3.62	0.87	0.16				
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.5	26.3	1.47	ND	10.7	2.73	1.64	7.30	3.46	0.60	0.5	0.7	11	15	14.8	2.55	1.12				
有害物質	カドミウム	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND					0.0010	ND	ND				
	全シアン	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND					ND	ND	ND				
	鉛	0.001	0.036	0.049	ND	0.025	0.016	ND	0.012	0.02	0.004	0.018	0.013	0.075	0.067	0.02	0.03	0.00			
	六価クロム	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND					ND	ND	ND				
	ヒ素	0.001	0.002	0.004	ND	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND				0.002	0.003	ND				
	総水銀	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	メチル水銀	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	PCB	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	ジクロロメタン	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	四塩化炭素	0.0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	1,2-ジクロロエタン	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	1,1-ジクロロエチレン	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	1,1,1-トリクロロエタン	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	1,1,2-トリクロロエタン	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	トリクロロエチレン	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	テトラクロロエチレン	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	1,3-ジクロロプロペン	0.0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	チオラム	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	シマジン	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	チオベンジカミド	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	ベンゼン	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	セレン	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				ND	ND	ND				
	硝酸性窒素	0.01	1.7	0.61	0.05	8.4	0.79	0.1	1.7	0.75	0.14				3.93	0.72	0.10				
	亜硝酸性窒素	0.001	0.230	0.048	0.008	1.700	0.100	0.013	0.170	0.069	0.021				0.700	0.072	0.014				
	フッ素	0.08	0.14	ND	ND	ND	ND	ND	0.34	ND	ND				0.24	ND	ND				
	ホウ素	0.1	0.017	0.099	0.0068	0.058	0.11	0.0055	0.015	0.015	0.0046				0.03	0.07	0.01				
	その他	亜鉛	0.001	5.4	0.39	0.009	0.56	0.13	0.022	0.19	0.67	0.016				2.05	0.40	0.02			
SS			720	311	1.4	188	82.3	1.4	42	23.1	5.5	80.0	65.5	503	343	316.7	138.8	2.77			
VSS		%	41.3	19	89.3	41.6	30	51.9	43.8	38.1	40.9	56.3	51.4	40.4	38.8	42.2	29.0	60.70			
pH		-	6.3	6.6	5.3	6.9	6.1	5.1	7.2	6.3	5					6.80	6.33	5.13			
COD		mg/L	102	36.1	2.8	143	17.9	2	18.4	6	2					87.8	20.0	2.3			

今回の調査では路面排水と同時に雨水・屋根流出水を採取したことから、下式により路面由来の濃度、降下煤塵由来の濃度、大気由来の濃度を算出し、その割合を下図に示した。

$$\begin{aligned} \text{(路面由来の物質濃度)} &= \text{(路面排水濃度)} - \text{(屋根流出水濃度)} \\ \text{(降下煤塵由来の濃度)} &= \text{(屋根流出水濃度)} - \text{(雨水濃度)} \\ \text{(大気由来の濃度)} &= \text{(雨水濃度)} \end{aligned}$$

①相模原市国道高架下、②横浜市国道高架下の両地点では、金属無機化合物（図中の溶解性亜鉛～ホウ素及びその化合物）、有機化合物（図中のトルエン～フタル酸ジエチルヘキシル）の多くの物質において、またSS、亜鉛において路面由来の割合が高く、似通った傾向が見られた。一方、③横浜市国道では、屋根流出水及び雨水の濃度が路面排水濃度に比較して相対的に高かったため、降下煤塵由来もしくは大気由来の割合が多く、違った傾向が見られた。

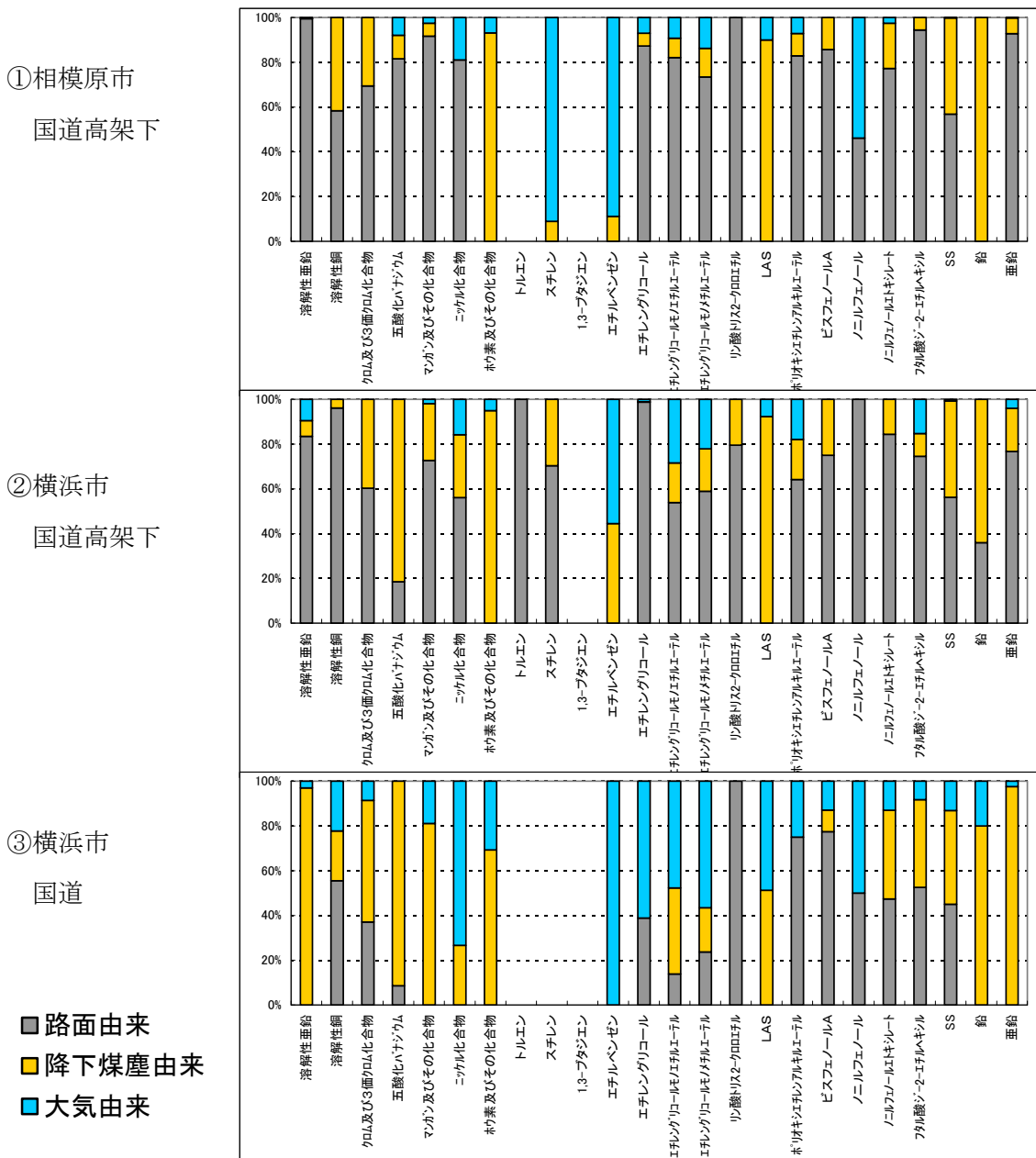


図 3.11 PRTR 制度対象化学物質、SS、鉛、亜鉛の由来分布 ※図中空欄の物質は不検出

(3) まとめ

路面由来（道路構造物や自動車等の人工物由来）として考えられる排出源は、平成 16～17 年度のヒアリング調査・文献調査、また実道路における路面排水の分析等の結果から、化学物質の分類毎に下表のように総括された。

ここまでの調査結果を総括し、各物質の排出源として考えられる製品の関係を次頁表のようにとりまとめた。

表 3.20 排出源まとめ

分類		自動車部品	タイヤ	オートケミカル製品	舗装	コンクリート二次製品	路面標示材	道路標識 道路防護柵
金属類・無機化合物		◎	◎	○	○	○	○	○
有機化合物	VOC	○	○	◎			○	
	界面活性剤			◎				
	内分泌攪乱化学物質		○	◎			○	
多環芳香族炭化水素 (PAHs)		自動車の走行により、燃料やオイル、添加剤等の燃焼に伴い、非意図的生成物として生成され、排気管を経由して排出される。						

◎＝主な発生源と考えられる製品、○＝含まれている場合があり発生源として否定できない製品

表 3.21 路面排水に含まれる化学物質（PRTR 制度対象化学物質）と排出源と考えられる製品のまとめ

政令 番号	分類	物質名称	単位	測定結果(平均)		既往文献の 測定値	自動車部品	タイヤ	オートケミカル製品	舗装	コンクリート 二次製品	路面標示材	道路標識 道路防護柵
				H17年度	H16年度								
1	金属類・ 無機化合物	亜鉛の水溶性化合物	mg/L	0.79	0.12	検出	金属部品(表面塗料)	促進剤(亜鉛華)		ストレートアスファルト			表面塗装
207		銅水溶性塩(錯塩を除く)	mg/L	0.033	0.037	検出	エンジンメタル バルブガイド			ストレートアスファルト			
68		クロム及び3価クロム化合物	mg/L	0.0067	0.024	0.076	シリンダーライナー エンジンメタル ピストンピン ピストンリング						
99		五酸化バナジウム	mg/L	0.0046	0.027		コネクティングロッド			ストレートアスファルト			
311		マンガン及びその化合物	mg/L	0.13	0.277	0.2~0.48			燃料用添加剤	セメントの原料 骨材	セメントの原料 骨材		
230		鉛及びその化合物	mg/L	0.024	0.043	0.132~0.8	クランクシャフト シリンダーヘッド・ガスケット ホイールバウンスウェイト						黄色顔料
232		ニッケル化合物	mg/L	0.0063	0.013	検出	ピストンピン、 ピストンリング ターボチャージャー			ストレートアスファルト			
304		ホウ素及びその化合物	mg/L	0.030	0.058		バルブガイド		ブレーキ液				
268	有機 化合物	VOC	1,3-ブタジエン	μg/L	ND	0.015	Vベルト タイミングベルト	スチレン・ブタジエンゴム ポリブタジエンゴム					
40			エチルベンゼン	μg/L	0.07	0.05	0.0001			ボディワックス			
43			エチレンジクロール	μg/L	209.2	210				ボディワックス 洗車機用ワックス 解氷剤 氷結防止剤			
44			エチレンジクロールモノエチルエーテル	μg/L		0.79	0.1~10			くもり止め剤			
45			エチレンジクロールメチルエーテル	μg/L		0.243				ボディワックス くもり止め剤			
177			スチレン	μg/L	1.58	0.075		Vベルト	スチレン・ブタジエンゴム				
227			トルエン	mg/L	0.001	0.035	0.0001 ~0.0013			ボディワックス			溶剤
352			リネン酸トリ(2-クロロエチル)	μg/L	0.039	0.53				燃料用添加剤			
24	界面活性剤	LAS	μg/L	1.83	44				ボディワックス アルミホイールクリーナー 洗剤(カーシャンプー) エンジン洗剤 ウインドウォッシャー くもり止め剤 エンジンオイル用添加剤				
307		ポリ(オキシエチレン)アルキルエーテル	μg/L		27.5				洗車機用洗剤 ボディワックス				
242	内分泌攪乱 化学物質	ニルフェノール	μg/L	0.5	0.4	0.1~1.5			潤滑油				
272		フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	μg/L	14.8	6.8	0.1~1.7						添加剤 (可塑剤)	
29		ビスフェノールA	μg/L	0.40	0.36	0.1~4.1			ブレーキ液				
309		ニルフェノールエトキシレート	μg/L	3.62	9.48			潤滑油	洗剤(カーシャンプー)				
—	多環芳香族炭化水素(PAHs 20種)合計		μg/L	—	1.94~11.55	1.7~24.048	自動車の走行により、燃料やオイル、添加剤等の燃焼に伴い、非意図的生成物として生成され、排気管を経由して排出される。						

※PAHs 各物質の測定濃度は、表 3-14 を参照。