

下水道における化学物質等 リスク管理に関する調査研究

1. はじめに

PRTR法（化学物質排出把握管理促進法）の施行により、我が国にもPRTR（Pollutant Release and Transfer Register：環境汚染物質排出・移動登録）制度が導入された。平成14年度以降、下水道管理者は指定化学物質等取扱事業者として、PRTR制度への対応を行っている。

今後、下水道管理者がPRTR法の趣旨に鑑み、環境の保全上の支障を未然に防止するために、化学物質のリスク管理の取り組みに努めることは重要である。そして、「下水道における化学物質リスク管理の手引き（案）」にも示されているように、この取り組みを進めていくにあたって、次のような課題が掲げられている。

- PRTR法の趣旨に基づく対応
- 下水処理場内における対応の検討
（挙動の把握、抑制方策、モニタリング等）
- 化学物質のリスクコミュニケーション

これまでの調査では、上記の課題に対応すべく次のような検討を行ってきた。

- PRTR制度で把握できないような流入化学物質の把握
 - 化学物質管理計画のガイドライン作成
 - 化学物質管理システムのあり方に関する検討
- そして、これらの検討を通じて、下水処理場におけるPRTR法の趣旨に基づく対応（化学物質管理計

画のガイドライン）を定めた。また、下水道への流入化学物質を把握するためには、現行のPRTR制度で把握できる情報に加え、下水道独自の取り組みが必要ことが明らかとなった。

下水道が化学物質リスク管理を進めていく上では、下水処理場内における対応と化学物質のリスクコミュニケーションの2種類の方策が必要になると考えられる。これらの方策の実施にあたっては、化学物質に関するさまざまな情報が必要となるが、重要な項目の一つが下水処理場内での挙動把握である。挙動把握は、下水処理場内での対応の基礎資料となるのはもちろんのこと、化学物質管理における下水道の果たす役割を説明できる情報として、下水道がリスクコミュニケーションを実施する際に有用な資料となる。

以上のことから本調査では、下水道における化学物質リスク管理の一環として、リスクコミュニケーション手法の検討および下水処理場内での化学物質の挙動に関する実態把握を行うことを主たる目的とする。

2. 調査内容

2.1 国土交通省からの受託研究

2.1.1 下水処理場から排出される化学物質の推定手法の検討

既往調査の排出係数や家庭系および事業系の原単

位の推計，定量下限値以下のデータの取り扱い方法等の検討を行い，下水処理場から排出される化学物質の推定手法を検討した。

2.1.2 下水道におけるリスクコミュニケーション手法の検討

住民参加型の環境教育，NGOとの意見交換，下水道への化学物質移動の届出を提出している事業者の中で先進的な取り組みを行っている事業者へのヒアリング等の実施を通じて，リスクコミュニケーション手法を検討した。

2.1.3 海外におけるPRTRデータの活用方法・活用事例の調査

海外におけるPRTR制度を下水道部局がどのように活用しているか，調査を行い，国内での活用案を検討した。

2.2 札幌市，川崎市，横浜市との共同研究

2.2.1 下水処理場内での化学物質の挙動把握

3カ所の下水処理場において，3.4項で示す化学物質の水処理工程・汚泥処理工程における挙動把握を行った。

3. 調査結果

3.1 国土交通省からの受託研究

3.1.1 下水処理場から排出される化学物質の推定手法の検討

(1) 推定手法の考え方

PRTR制度が施行されたことで，地域住民やNGOはPRTRの公表データを加工し，地域の化学物質についての問題や改善対策について検討していく状況となってきている。

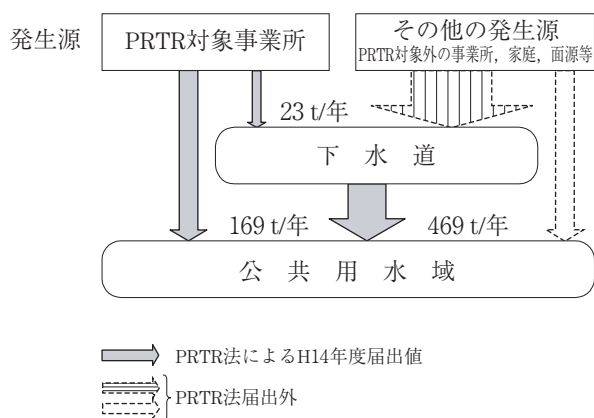


図-1 H14年度PRTR届出値集計結果の例
(亜鉛の水溶性化合物) 全国データ

そして，下水道に着目してPRTR公表データの整理を行うと，公共用水域への排出量に対して，下水道からの排出量が占める割合が高いこと，事業所から下水道への排出量（移動量）の届出値が，下水道の公共用水域への排出量に比較して小さい場合があることが明らかとなった（図-1参照）。

また，下水道への移動が報告された化学物質は161にのぼった。下水道においては，これらの結果に対する説明責任を求められることとなり，測定・届出データの収支に関する検討や家庭排水を含む流入源の特定等の対応が急務の課題となるとともに，リスク管理の視点に基づく総合的な対応への道筋を明らかにする必要がある。

そして，図-1の点線で囲まれた矢印部分の推定は，地域住民やNGOに下水道の状況を示すだけでなく，下水道が化学物質の排出源管理を行う上でも重要である。そこで本調査では，各物質の排出源等を把握するための推定方法について検討を行った。

PRTR届出データから取得できる情報は，下記に示す3項目をあげることができる。

- ① 公共用水域への排出量
- ② 下水道への移動量
- ③ 下水道から排出量

この①～③のデータと，PRTR公表データを集計して得られた事業系の原単位データ，排出係数に関する資料，および下水処理場での流入水質の測定結果等を使用して，下図の④（下水道に流入する一般家庭からの移動量）および⑥（下水道に流入する届出対象外事業所等からの移動量）の推定を試みた。

なお，④や⑥を推定することで，下水道処理区域外から公共用水域に排出される化学物質（図-2の⑤や⑦）を概略的に把握することが可能となる。

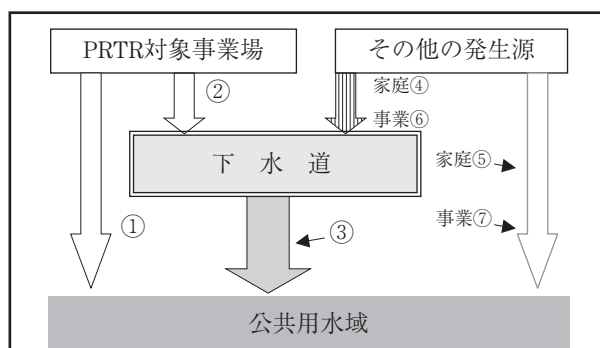


図-2 推計手法の説明

推定手法は、PRTR公表データから得られる原単位を使って事業所系を把握する方法と、排出係数を用いて事業所系を把握する方法の2つの方法を試みた。その推計手法を表-1に示す。

(2) PRTR対象事業所からの移動量等の把握

PRTR公表データから把握可能な原単位として、業種別-化学物質別の従業者1人当たりの排出量および移動量を算出した。ただし、下水道への移動量は、1業種-1化学物質の届出事業所数が10ヵ所以上のデータを抽出した。亜鉛の水溶性化合物を代表例として表-2に示す。

家庭系の原単位としては、生活系汚水が主の44処理場の流入水質の中央値である0.07mg/lを基に、1人1日当たりの家庭下水量を300ℓと仮定し、0.021g/人/日とした。

表-1 推計手法

整理項目	推計方法1 (原単位を使って 事業所系を把握)	推計方法2 (排出係数を用いて 事業所系を把握)
④ 下水道への移動量 (家庭系)	原単位×下水道処理区域内 水洗化人口 (H14下水道統計を用いて算出)	
⑤ 下水道への移動量 (事業所系)	下水道への移動原単位× 業種別従業者数 (事業所統計メッシュ データより算出)	③(下水道からの排出量) ÷排出係数-② (下水道への移動量) でPRTR届出外の下水道への 移動量を算出し、上記の家庭 系を差し引くことで算出
⑥ 公共用水域への排出量 (家庭系)	家庭系原単位×下水道未接続人口 (行政人口-下水道処理区域内水洗化人口) なお、浄化槽等を介して公共用水域へ排出されることから、 算出された排出量に排出係数(手引きの中央値)を乗じた値 を、便宜的に排出量とみなした。	
⑦ 公共用水域への排出量 (事業所系)	公共用水域への排出原単位× 業種別従業者数 (事業所統計メッシュ データより算出)	⑤事業所の移動量から、公共 用水域への排出原単位を算 出。 そして、次式で計算 公共用水域への排出原単位 ×業種別従業者数

表-2 事業所からの排出原単位 (亜鉛の水溶性化合物)

業 種	移動・排出先	データ 年 度	届 出 事業所数	従業者1人当たりの移動量 (kg/年/人)		
				中央値	最 小	最 大
化学工業	下水道への移動量	H13	19	0.20	0.0002	~ 16.00
		H14	21	0.07	0.0080	~ 5.00
		2ヵ年計	40	0.14	0.0002	~ 16.00
	公共用水域への排出量	H13	52	0.45	0.0024	~ 202.00
		H14	50	0.40	0.0044	~ 15.00
金属製品 製 造 業	下水道への移動量	2ヵ年計	102	0.42	0.0024	~ 202.00
		H13	30	0.32	0.0010	~ 48.00
		H14	26	0.24	0.0149	~ 4.00
	公共用水域への排出量	2ヵ年計	56	0.28	0.0010	~ 48.00
		H13	66	0.49	0.0043	~ 55.00
一般廃棄物 処 理 業	下水道への移動量	H14	64	0.33	0.0132	~ 33.00
		2ヵ年計	130	0.41	0.0043	~ 55.00
		H13	10	0.03	0.0003	~ 0.20
	公共用水域への排出量	H14	7	0.03	0.0035	~ 0.08
		2ヵ年計	17	0.03	0.0300	~ 0.20
公共用水域への排出量	H13	441	0.10	0.0001	~ 114.81	
	H14	540	0.10	0.0001	~ 111.11	
	2ヵ年計	981	0.10	0.0001	~ 114.81	

また、亜鉛の排出係数は「下水道における化学物質リスク管理の手引き(案)」(社)日本下水道協会)に記載されている0.26~0.46の平均値である0.36を用いた。

(3) 検討対象都市の選定

以下に示す条件を満足する都市を選定し、ケーススタディを実施することとした。

- 都市内に1つの単独公共下水道のみ存在する。
- 都市内のほとんどの地域を下水道でカバーしている(ここでは下水道処理人口普及率90%以上)。
- 水洗化率95%以上である(処理区域内は基本的に下水道に接続している)。
- 排除方式が分流式であること。

上記の条件を満足する5都市を選定し、ケーススタディを実施した。

(4) ケーススタディ

ケーススタディの1例を示すが、推計手法1と推計手法2では事業所系の推計値に若干の違いがあった(表-3)。また、公共用水域への排出状況を図-3に示す。

表-3 事業所系の推計値 (亜鉛の水溶性化合物)

事業所系の推計値 (kg/年)		
推計手法1 (原単位より)	推計手法2 (排出係数)	比較 計算1÷2
301	439	0.69

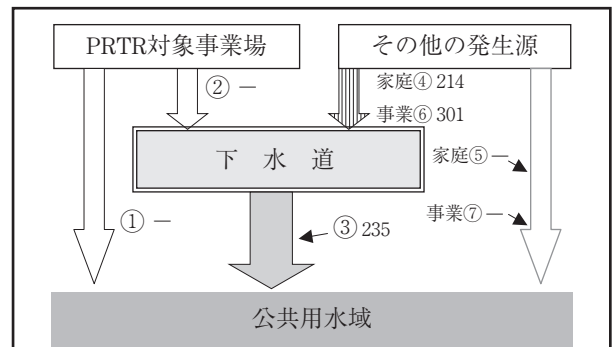


図-3 X市における亜鉛の水溶性化合物排出状況 (推計手法1)

(5) 検討

本来であれば、事業系からの原単位は、製造品出荷額等の原単位とすべきであるが、PRTRデータでは把握できないため、今回の推計では従業者1人当たりの下水道への移動量((kg/年)/人)としている。また、ノンポイント負荷の推

定値を考慮していないこと等から、表-3のような違いが生じたと思われる。また、平成15年度データからは取扱量が1トン/年以上になるため、PRTR公表データの精度が高まり、今まで以上の精度で推計が期待される。

3.1.2 下水道におけるリスクコミュニケーション手法の検討

リスクコミュニケーション手法の検討における手順を図-4に示す。今年度は、下水道における化学物質のリスクコミュニケーション手法検討の第一段階として、自治体の協力のもと、住民、NGOとのディスカッションや先進的な取り組みを行っている事業者のヒアリングを実施した。

(1) 住民とのディスカッション

住民とのディスカッションとして住民参加型の環境学習を企画した。化学物質削減に対しての下水道の果たしている役割や限界を住民に理解してもらうことを目標とし、バイオアッセイ手法の1つであるマイクロトックス試験の実体験を通じて、下水処理場流入水中の化学物質に起因する毒性が下水処理によって低下することやPRTR法の概要を説明することとした。

(2) NGOとのディスカッション

化学物質削減の取り組みを積極的に行っているNGOとの意見交換会を企画した。

① 下水道における化学物質管理の現状

- 公共用水域の水質管理における下水処理場の機能

下水処理場の見学を通じて、下水道から公共用水域の水質管理における下水処理の役割について説明を行う。

- 下水道における化学物質管理（水質管理）に関する質疑応答

NGOより「化学物質対策」「地球環境対策」の視点から現状の下水処理に対する質疑をいただき、下水道部局が応答するといった形式で討論を行う。このことにより、現状の下水処理の役割や課題についての理解を深める。

② 新たな化学物質対策とこれからの下水道の取り組み

- 新たな化学物質対策（PRTR制度など）と下水道

事務局（ファシリテーター）より、PRTR制度の概要、PRTR公表結果、下水道における化学物質リスク管理の基本的考え方を説明し、参加者に対して問題提起する。

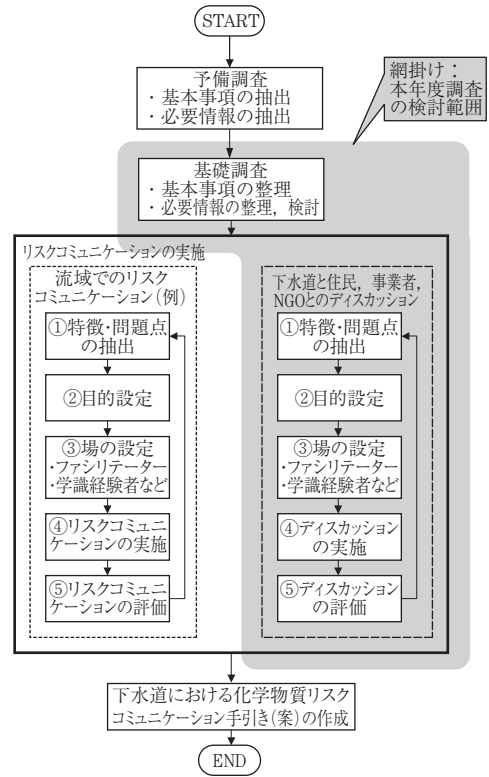


図-4 検討手順

● 下水道における取り組み

前述の問題提起に対応する形で、下水道部局の取り組みについて紹介する。

③ 総合討論

- 重点的に管理を進めるべき化学物質について
- 下水処理の機能向上の必要性和費用負担のあり方
- 下水道からの情報公開のあり方
- 地域住民や事業者が取り組むべき事項等について個人の立場から活発な意見交換を行う。

(3) 事業者へのヒアリング

下水道部局の工場排水担当より、下水道へ移動の届出を行っている事業所のなかで先進的な取り組みを行っている事業所を紹介していただき、ヒアリングを行った。主なヒアリング項目を以下に示す。

- 排出・移動量の算出方法
- 化学物質取り扱い量に関する届出要件の変更への対応
- 化学物質の排出・移動量削減への取り組み
- 下水道管理者への要望

3.1.3 海外におけるPRTRデータの活用方法・活用事例の調査

(1) インターネットによるGISを用いたPRTRデータの情報提供

PRTRデータの活用では、まず、インターネットによるGISを用いたPRTRデータの情報提供があげられる。情報提供者は、PRTR制度を実施する国の機関やNPO等がある。各国のPRTRデータの情報提供状況を表-4に示す。

米国EPAのEnvirofacts, Environmental Defenseのscorecardやイングランド・ウェールズ環境庁のPIデータの表示に見られるように、PRTRを含む総合的な環境汚染に係るデータが、GISにより地図上に排出源を示すとともに、種々の統計データや周辺地域との比較等を行いながらビジュアルにみることができるよう工夫されている。日本においては、GISと連動した情報提供はまだないが、独立行政法人製品評価技術基盤機構において、メッシュによるPRTRデータ等の表示が行われている。

(2) 米国における活用事例

U.S.EPAのTRIデータの利用についての報告書より、下水道に関する2事例を以下に示す。事例1は、U.S.PINGというNPO機関によるTRIデータの分析結果の報告であり、ピッツバーグの新聞に載せられた例である。事例2は、U.S.EPAにおけるTRIデータの下水道での活用例である。報告書には、下水道に関する活用以外にも公共、産業、行政、国際、投資、学術の分野別に、多数の活用事例が紹介されている。

<事例1>

U.S.PINGは、Troubled Waters: Major Sources of Toxic Water Pollution (1993) で表流水と公共下水道へのTRI排出について調査した。U.S.PINGは、これらの水源への毒性化学物質の国内トップの排出者を特定した。当機構は、水域への毒性化学物質排出について、より多くの情報を公衆に提供しよう水法を改正するよう勧奨した。

<事例2>

水規制許可室OWEC (U.S.EPA Office of Water Enforcement and Compliance) では、市の下水道へ毒性汚濁物質への排出割合の最も大きい工場事業者を特定するためにTRIを利用している。同室では、詳細評価のために地域 (the Regions) における工場やprovided施設名称を特定した。OWECでは、前処理計画が要請されない市域に位置する前処理基準が適用される工場事業者を特定するためにもTRIデータを利用している。

3.2 札幌市、川崎市、横浜市との共同研究

3.2.1 下水処理場内での化学物質の挙動把握

(1) 挙動把握調査

① 調査処理場

PRTR公表結果などにより、下水処理場への流入化学物質が推定できる3都市の各1処理場で調査を実施した。

② 調査対象物質

既往調査結果により、下水道から排出されていることが明らかな物質、およびPRTR制度により下水道への移動が報告された物質の

表-4 PRTRデータの情報提供状況

項目	PRTR制度の概要	データの公表内容・方法	GIS等による情報提供		
			実施機関	ウェブサイトツール名	提供内容
日本	化学物質排出移動量届出制度 2001年～ 365物質	開示請求により 個票を含めて電子データで提供	環境省、経済産業省	PRTRホームページ	集計データ 個票；開示請求によりCD等で提供
			独立行政法人製品評価技術基盤機構	PRTR関連ページ	メッシュによるPRTRデータ等の表示
欧州	ERER 2003年～ 50物質	統計データを公表	欧州連合	EPERホームページ	—
				Eurostat	簡単な国別統計データ
米国	TRI 1986年～ 約650物質	個票を含めて電子データで提供	U.S.EPA	TRIホームページ	—
				TRI Explorer	TRIの集計、個票データ表示と地図による色分け表示等
				Envirofacts	TRIを含む総合的なデータのデータ、分析データ、GISによる種々の表示等
				scorecard	地域毎のTRIデータ等
イングランド・ウェールズ	PI 1992年～	個票を含めて電子データで提供	イングランド・ウェールズ環境局	Right-to-Know Network	地域毎のTRIデータ等
				NLM Toxicology Data Network	TOXNET
カナダ	NPRI 1992年～ 268物質	個票を含めて電子データで提供	カナダ環境省	PIホームページ	—
				オンラインデータサーチ	TRIの集計、個票データ表示と地図上での表示
オーストラリア	NPI 1998年～ 90物質	個票を含めて電子データで提供	環境ヘリテージ省		TRIの集計、個票データ表示と地図上での表示

注1 関連するWEBサイトは、参考資料D参照。

注2 1967年発足の会員数40万人以上のNPO

注3 2つのNPO団体 (OMB Watch and the Center for Public Data Access) が運営

注4 NPO地球の友によるFACTORY WATCH は環境保護局のPIシステムの充実により2003年閉鎖した。

他、下記に示す最近の環境基準に係る動向も踏まえて、本調査の対象物質を選定した。

- 水生生物の保全に係る環境基準項目・要監視項目（平成15年9月答申）。
- 「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の見直しについて」において要監視項目に設定（平成16年2月第1次答申）。

表-5 に調査対象物質の一覧を示す。

表-5 挙動把握の調査対象物質

調査対象物質	調査実施都市		
	A市	B市	C市
1 亜鉛の水溶性化合物	○	○	○
2 マンガン及びその化合物	○	○	
3 銅水溶性塩（錯塩を除く。）		○	○
4 鉛及びその化合物	○		
5 クロム及び3価クロム化合物		○	
6 水銀及びその化合物		○	
7 ふっ化水素及びその水溶性塩		○	
8 キシレン		○	
9 エチルベンゼン		△	
10 トルエン		△	
11 cis-1,2-ジクロロエチレン			○
12 クロロホルム	○	○	○
13 ホルムアルデヒド	○	○	○
14 フェノール	○		
15 塩化ビニル（クロロエチレン）		○	○
16 1,4-ジオキサン		○	○
17 エピクロロヒドリン		○	○
18 N,N-ジメチルホルムアミド		△	
19 ノニルフェノール及びその関連物質			○
20 エストロゲン（エストロン（E1）, 17β-エストラジオール（E2））	○		
項目数	7	15	9

※△：冬期のみ調査実施（調査回数1）

③ 調査時期

秋期と冬期の2回実施した。

(2) 挙動把握結果

① 排出係数

代表例として3処理場の亜鉛の水溶性化合物の排出係数と文献値を表-6に示す。

表-6 亜鉛の水溶性化合物の排出係数

	A市	B市	C市	文献値*1
対流入下水	0.43~0.80	0.45~0.68	0.48~0.80	0.26~0.46
対初沈流入	0.43~0.61	0.37~0.39	0.22~0.25	

*1 下水道における化学物質リスク管理の手引き（案）(社)日本下水道協会

B市、C市は汚泥集約処理施設が併設された処理場であり、集約汚泥処理施設からの返流水の影響により対流入下水の排出係数が高い結果となった。対初沈流入ではほぼ文献値と同様のレベルであった。

② 水処理工程・汚泥処理工程での挙動

E市の処理場における亜鉛の水溶性化合物の挙動を図-5示す。

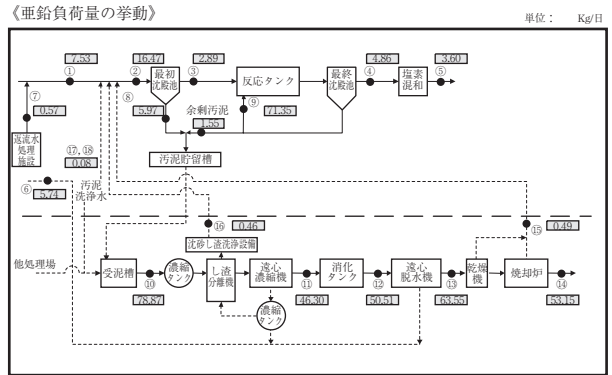


図-5 亜鉛の水溶性化合物の挙動

4. おわりに

今後、平成15年度の調査結果をもとに、下水道管理者に向けたPRTRデータを活用するための資料を作成する予定である。

また、挙動把握については、夏期調査の実施と汚泥集約処理施設へ汚泥を移送している処理場全体を1つのシステムとして挙動把握を行う予定である。

●この研究を行ったのは

研究第一部長
研究第一部主任研究員
研究第一部研究員

田中 修司
白崎 亮
金森 聖一

●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長
研究第一部主任研究員
研究第一部研究員

堀江 信之
吉澤 正宏
金森 聖一