

下水道における化学物質の リスクマネジメント に関する調査研究

1. はじめに

現在の社会活動において、多数の化学物質が使用されており、それらの物質による環境汚染の地球規模での広がりによる人の健康や生態系への影響が懸念されている。従来の対策手法は、有害性等に関する科学的知見を基にした法規制を中心に実施されてきた。しかしながら、数万種に及ぶ化学物質の全てに関する知見はなく、従来の法規制を中心とした対策には限界があることが国際的にも指摘されてきた。

平成11年7月に公布された「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」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）が制度化された。これは、従来の厳格な規制を行う制度ではなく、事業者が自ら環境中に排出する化学物質量を把握し公表していく中で、自主的な管理の改善の促進により、環境リスクを軽減していくことを目的としているもので、国際的に取組みが進められている制度であり、化学物質に関する自主的なリスク管理の認識や取組みが一層拡充されることが予想される。

しかしながら、下水道は他の工場等と異なり、自ら使用・生成する化学物質は僅かであり、多くは流入下水中に含まれる化学物質が、下水処理場を経由して結果的に環境中へ排出されるものも多い。すな

わち、下水道において化学物質の環境リスクの低減を考慮する場合は、流入する負荷量の把握並びに処理場における挙動の把握を併せて行うことが重要となる。

本報は、PRTR制度への対応を契機として、下水道における化学物質リスク管理を考慮する際の基礎資料として、下水処理場内における挙動調査を実施し、その概要を報告するものである。また、下水道管理者による化学物質の環境リスクを抑制する取り組みを促進するために策定した「下水道における化学物質リスク管理の手引き（案）」について、その概要をまとめる。

2. 研究内容

2.1 調査方法

我が国のPRTR対象物質は政令で定められており、354物質が挙げられている。このうち、下水道で実測されているものは、下水道法等で測定が義務付けられている物質（約30物質）以外には、調査事例がほとんどなく、流入下水中では非常に低濃度で実測を行っても検出下限値未滿となるものも多いことが予測される。

本調査は、下水処理場への化学物質の流入量及び処理場内での挙動についての検討を行うために、次の各調査を実施し、流入する化学物質負荷量に対し、処理水、汚泥等の形態で処理場外に排出される化学物質の割合（排出係数）として検討を行った。

1) 過年度測定結果の整理

全国の処理場(約700処理場)を対象に、過年度の化学物質測定結果を収集・整理した。

2) 既存調査事例の整理

微量化学物質に関する調査事例より、下水処理場における濃度の実態並びに処理場内における挙動検討の資料とした。なお、参考とした資料は下記の通りである。

- ・ 下水処理場における揮発性有機化合物(VOC)に関する実態調査, 土木研究所, 他
- ・ 下水道施設における微量化学物質に関する現況と対策についての調査研究, 下水道技術開発連絡会議
- ・ 下水道における内分泌攪乱化学物質に関する調査, 国土交通省, 他

下水処理場への流入が見込まれ、調査事例のない物質について、8都市8処理場を対象に実態調査を実施し、濃度及び処理場における挙動の実態調査を実施した。なお、対象物質は、予備調査等で流入が確認された物質及びPRTRパイロット事業報告により下水道への流入が考えられるもの等を抽出した。

2.2 調査結果

2.2.1 実態調査結果

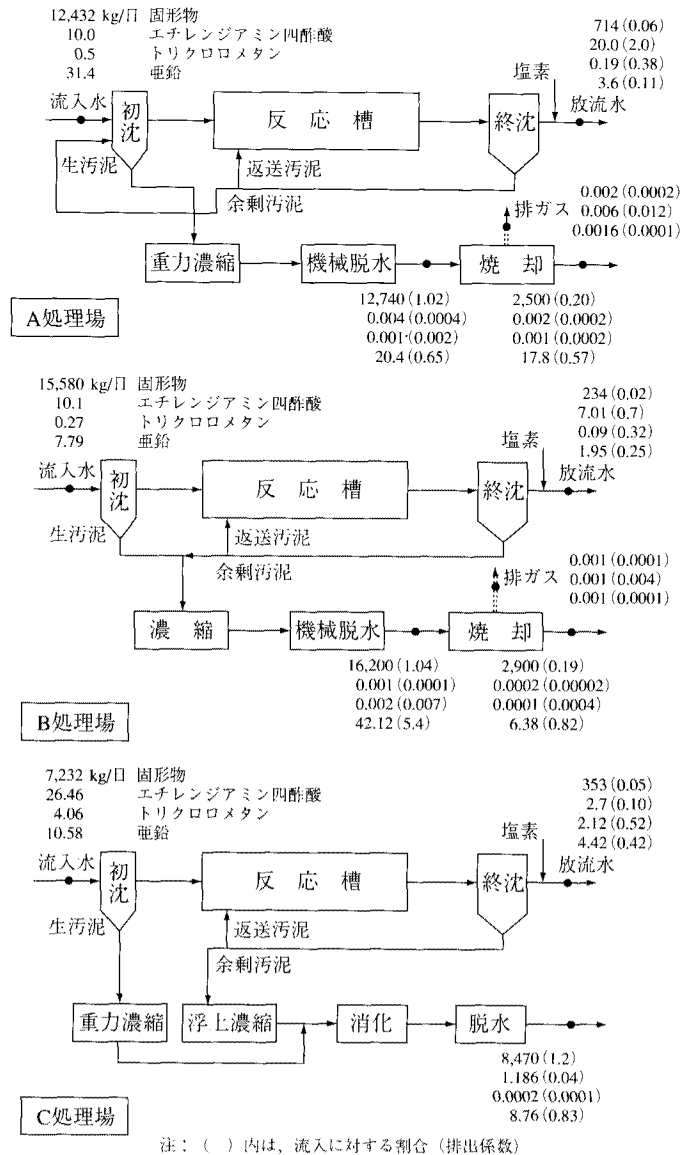
実態調査による処理場内のマスバランスの検討例を図-1に示す。なお、本調査は、低濃度の物質が多いこと、採水・測定回数も限られていることから、サンプリング及び分析誤差等によるバラツキが大きい可能性があることに留意する。

物質により、放流水中に多く含まれる場合や汚泥中に含まれるものなど、物性により傾向が大きく異なっている。また、物性により、生物処理工程で、分解あるいは揮発等による減少傾向が見られるものや焼却工程で減少している等、物質によりその挙動は異なっている。

また、同じ物質についても、処理場間で排出係数が異なっており、一律に挙動を把握することは困難であった。

2.2.2 測定事例の整理

全国の処理場における濃度の実態の例として、亜鉛濃度の分布を示したものが図-2である。処理場及び個所によって測定回数が異なることから、ここでは、各処理場の年間の濃度の中央値を1データとして取り扱っている。亜鉛濃度は、放流水について



注：()内は、流入に対する割合(排出係数)

図-1 実態調査結果(例)

は、8割以上の処理場で0.5mg/l以下となっているが、流入水及び脱水汚泥は処理場間の濃度差が大きいたことが示されている。

これらのデータを用いて流入水に対する放流水、脱水汚泥、焼却灰の排出係数を算出し整理したものが図-3である。データ整理にあたっては、流入水が検出下限値以上となるものを対象とし、排出係数の算定を行う試料(放流水・脱水汚泥・焼却灰)の濃度が検出下限値未満(ND)を対象外としたケースと検出下限値の1/2と仮定して算出したケースの2通りで示している。

放流水については、排出係数が0.2~0.6に集中しているが3倍の差が見られる。脱水汚泥及び焼却灰については、放流水以上にバラツキが大きく流入水に対して1以上となるケースも見受けられた。処理

場内で亜鉛を添加あるいは新たに生成しているものではなく、流入下水と汚泥の測定回数の差や分析精度による誤差が大きくなっていると思われる。

2.2.3 排出係数の整理

排出係数は、物性及び処理場の状況により大きく異なり、また実態調査においても、処理場内の収支を高精度で把握することは困難である。

表-1は、調査を行った物質について、排出係数を整理したものである。排出係数の範囲及び標準偏差(σ)からも、バラツキが大きいことが示されており、各種の誤差を有した数値としてみる必要がある。下水処理場における実態把握では、処理場や物質性状の違いや処理方式で大きく傾向が異なるため、実態調査事例の蓄積が重要である。

3. 下水道における化学物質リスク管理の手引き(案)の策定

3.1 PRTR制度の背景

化学物質リスク管理の手法としてPRTRが国際的に認められる契機となったのは、1992年にリオデジャネイロで開かれた国連環境開発会議(地球サミット)である。ここで採択された「アジェンダ21」の中で、PRTR制度は「情報の伝達・交換を通じた化

学物質の管理」あるいは「化学物質のライフサイクル全体を考慮に入れたリスク削減の手法」として各国政府による国際機関や産業界と協力によるリスク管理システムの構築がうたわれた。また、これを契機として経済協力開発機構(OECD)においても1996年2月に加盟国へのPRTR制度の導入を勧告している。日本においても、これらの背景からPRTRについての制度化が行われた。

化学物質管理促進法では、法で規定する特定化学物質の環境への排出等の状況を事業者が適正に推計・把握し、事業者の自主的な化学物質の管理の改善を促進し、国において、その他の発生源からの化学物質の排出状況の推計と合せた化学物質の排出及び移動に係る情報を提供することにより、環境の保全上の支障を未然に防止することを目的としており、従来の下水道法や水質汚濁防止法等の水質管理についての規制を中心とした法律と異なり、化学物質の環境への排出量の把握、届出による環境汚染の未然防止を目的としている。

環境省において1,500人を対象に実施した「化学物質対策に関する意識調査」結果(平成13年4月9日)によると、化学物質による不安感は7割以上と高く、工場や廃棄物焼却施設などから排出される化学物質については、8割以上の人が不安を持っている結果となっている。

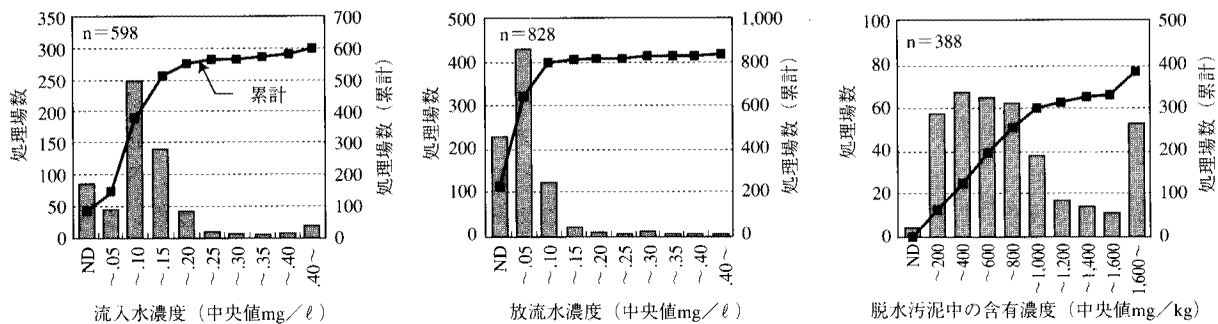


図-2 処理場における濃度の実態例(亜鉛)

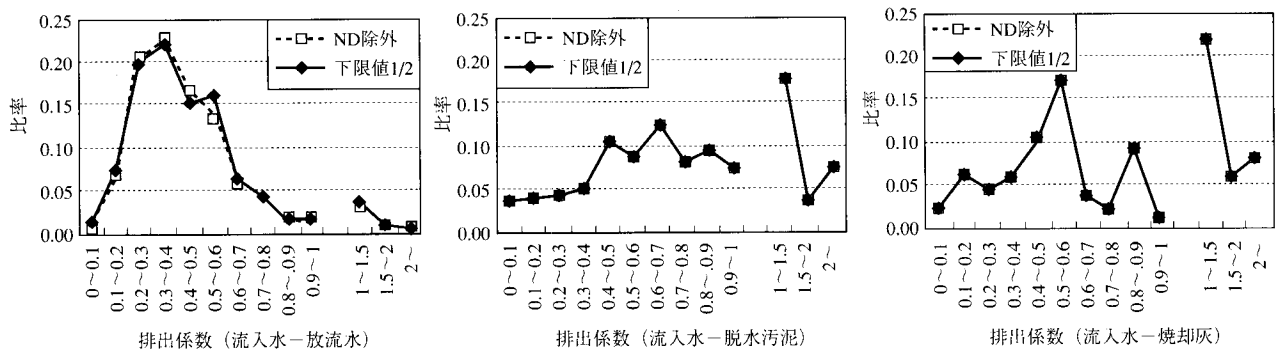


図-3 排出係数の算定例(亜鉛)

3.2 下水道とPRTR制度

化学物質管理促進法の施行を契機に、下水道施設から排出される化学物質について周辺住民の関心の高まることが予想される。下水道管理者においては、①個々の下水道施設から排出される化学物質の把握、②下水道に流入する化学物質の把握、③下水道施設内における化学物質の挙動について明確にすることが求められる可能性は高い。

下水道は法の対象となる製造業等の業種と異なり、自ら化学物質を生成、使用して排出するものは僅かである。排出される化学物質の大半は、下水道に接続する工場・事業場やその他の発生源から排除される化学物質を受け入れることに起因するものである。

このため、下水道施設から排出される化学物質の排出量の把握や適切な管理を行うためには、下水道管理者による取組みとともに、下水道に接続する工場・事業場等からの化学物質の排出量の把握や自主管理の協力も併せて行う必要がある。

3.3 手引き(案)の構成

このような状況の中で、下水道管理者による化学物質の環境リスクを抑制する取組みを促進するため、昨年8月に下水道PRTRマニュアル策定委員会を設置し合計4回(最終委員会3月28日)の審議を経て、「下水道における化学物質リスク管理の手引き(案)」を策定している。

本手引き案においてとりまとめている主な項目は、以下の通りである。

- ① 化学物質管理促進法に基づく下水道管理者が行うべき届出等に係る手続きやその運用
- ② 現時点で有する知見に基づいた下水道の処理機能の高度化の必要性、下水道に接続する工場・事業場への排出抑制の自主的な取組みの促進等、法の施行を契機とした下水道における化学物質のリスク管理を促進するための方策
- ③ 下水道に化学物質を排出する事業場や地域住民等関係者とのリスクコミュニケーション手法

手引き(案)の構成概要について表-2に示す。

第1章では、下水道における化学物質リスク管理の意義を説明するとともに、化学物質リスク管理の必要性が高まる契機となった化学物質管理促進法の

表-1 排出係数の整理結果

No.	物質名	流入水→放流水			流入水→汚泥(脱水汚泥など)		
		算定結果	中央値	σ	算定結果	中央値	σ
【無機化合物】							
1	亜鉛	0.06 ~ 4.00	0.40	0.32	516	0.00 ~ 9.76	0.72 0.97 291
2	アンチモン	0.00 ~ 1.49	0.65	0.38	35	— ~ —	— <3
3	カドミウム	0.38 ~ 0.67	0.50	0.12	3	— ~ —	— <3
4	クロム	0.03 ~ 1.00	0.47	0.33	18	0.02 ~ 0.69	0.12 0.26 10
5	シアン	0.02 ~ 16.67	0.46	4.63	12	0.01 ~ 0.04	0.01 0.01 4
6	水銀	0.11 ~ 2.50	0.40	0.73	8	— ~ —	— <3
7	セレン	0.17 ~ 2.00	0.69	0.32	38	0.25 ~ 5.17	1.87 1.45 23
8	銅	0.01 ~ 67.50	0.25	3.40	391	0.00 ~ 6.64	0.85 0.63 216
9	鉛	0.01 ~ 2.00	0.33	0.27	105	0.01 ~ 2.29	0.42 0.53 40
10	ニッケル	0.00 ~ 9.46	0.30	1.79	35	— ~ —	— <3
11	バリウム	0.21 ~ 0.50	0.38	0.14	6	— ~ —	— <3
12	砒素	0.05 ~ 1.54	0.55	0.28	140	0.00 ~ 1.39	0.31 0.28 66
13	ふっ化水素	0.03 ~ 5.00	0.75	0.49	143	0.00 ~ 0.31	0.11 0.08 14
14	ほう酸	0.30 ~ 3.25	0.82	0.50	39	— ~ —	— <3
15	マンガン	0.02 ~ 9.40	0.67	0.68	399	0.00 ~ 3.75	0.55 0.76 136
16	モリブデン	0.00 ~ 0.92	0.47	0.34	13	— ~ —	— <3
【有機化合物】							
17	2-アミノエタノール	0.07 ~ 0.58	0.28	0.21	3	— ~ —	— —
18	直鎖ABS (C=10)	0.01 ~ 0.30	0.02	0.08	16	0.02 ~ 0.23	0.05 0.08 5
	直鎖ABS (C=11)	0.01 ~ 0.75	0.03	0.18	16	0.05 ~ 0.76	0.13 0.27 5
	直鎖ABS (C=12)	0.02 ~ 0.19	0.07	0.04	14	0.04 ~ 0.23	0.14 0.07 4
19	エチレンジアミン四酢酸	0.43 ~ 2.00	1.00	0.48	13	0.00 ~ 0.00	0.00 0.00 5
20	ε-カプロラクタム	0.15 ~ 0.38	0.18	0.10	3	— ~ —	— <3
21	キシレン	0.00 ~ 0.52	0.00	0.20	10	0.00 ~ 0.40	0.01 0.13 7
22	クロロホルム	0.00 ~ 0.77	0.20	0.19	12	0.00 ~ 0.02	0.00 0.01 4
23	1,2-ジクロロエタン	0.00 ~ 0.41	0.33	0.18	3	— ~ —	— <3
24	cis-1,2-ジクロロエチレン	0.10 ~ 0.50	0.33	0.17	21	— ~ —	— <3
25	p-ジクロロベンゼン	0.00 ~ 0.69	0.34	0.22	9	0.01 ~ 0.08	0.03 0.03 4
26	ジクロロメタン	0.00 ~ 0.73	0.21	0.20	13	0.00 ~ 0.37	0.01 0.16 4
27	テトラクロロエチレン	0.00 ~ 0.14	0.09	0.05	4	0.00 ~ 0.01	0.00 0.00 3
28	1,1,1-トリクロロエチレン	0.17 ~ 0.50	0.25	0.17	3	— ~ —	— —
29	トリクロロエチレン	0.00 ~ 0.11	0.01	0.04	4	— ~ —	— <3
30	トルエン	0.00 ~ 0.28	0.00	0.10	7	0.00 ~ 0.01	0.00 0.00 3
31	ヒドロキノン	0.04 ~ 0.25	0.20	0.07	10	— ~ —	— <3
32	フェノール	0.14 ~ 0.50	0.23	0.06	30	— ~ —	— —
33	フタル酸ビス	— ~ —	—	—	20	— ~ —	— —
34	ベンゼン	0.00 ~ 0.12	0.00	0.05	4	— ~ —	— <3
35	ホルムアルデヒド	0.00 ~ 0.69	0.20	0.26	4	0.00 ~ 0.05	0.01 0.02 3

趣旨、下水道管理者による自主的な管理の改善の必要性、及び手引き(案)の基本事項について記載した。第2章では、化学物質の管理の改善、PRTR制度、MSDSの概要と手続きについて説明した。

第3章では、化学物質管理促進法の施行を契機とした下水道における取組みの重要性、流入から排出までの挙動の把握や対応拡大の必要性、化学物質リスク管理への取組みの具体的な内容について解説した。

第4章では、化学物質管理促進法の施行を契機とした下水道における化学物質のリスクコミュニケーションへの対応における基本的な考え方を説明した。

第5章では、手引き(案)の改訂、下水道における化学物質リスク管理の取組みを段階的な対応により充実させていくこと、リスクコミュニケーションの発展、将来的な取組み等を記載した。

第II編では、測定値を用いた方法を中心とし、排出係数を用いた方法や現段階では知見が明らかでないグルーピングによる推計、物質収支モデルも参考として提示した。

参考資料編では、基礎資料(関係法令、対象化学

物質データ)及びQ&A (化学物質管理促進法の運用等で想定される疑問点) について記載した。

3.4 PRTR制度の概要

PRTR制度の概要を図-4に示す。事業者Aが生産活動において使用する原材料中の化学物質が事業者Bに移動し、また原材料の一部を廃棄または環境中(水域・土壌・大気)に一定量以上排出した場合に、その量を推計・算定し届け出る制度である。

放流水等の下水道からの排出に対して、法の第1種化学物質としては、表-3に示す重金属類29物質とダイオキシン類対策特別措置法によるダイオキシン類の合計30項目が対象である。下水道におけるPRTR事業者としては、表-4に示すように下水道管理者以下21人以上がその対象である。その対象媒体として、表-5に示すように、水域(放流水)、土壌(汚泥)、大気(排ガス)の3種類が挙げられる。放流水の重金属類29物質が対象で、汚泥と排ガスは

ダイオキシン類1項目が対象である。

ただし、汚泥は廃棄物としての移動となる場合が多い。

下水道における法への適用を図-5に示す。下水道管理者は都道府県知事を経由して主務大臣(国土交通大臣)に対象物質について届出を行い、環境省・経済産業省に最終提出する。環境省・経済産業省は電子ファイル化して主務大臣を経由して情報公開する。

MSDSは、Material Safty Date Sheet(化学物質等安全データシート)の略で、表-6に示す数値以上の含有率の場合、MSDSの提供が必要となる。再生资源(下水汚泥製品等)はMSDSの対象外である。

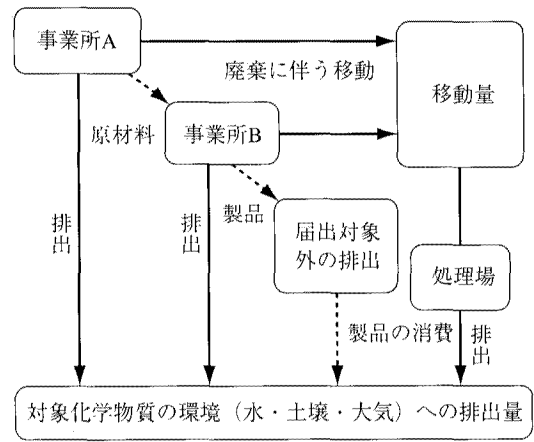
排出量及び移動量の把握方法を表-7にまとめる。下水道では、濃度測定値に年間放流水量を乗じて算出することが基本となる。

表-2 化学物質リスク管理の手引き(案)の構成

項目	概要
第I編 本編	下水道における化学物質リスク管理の内容
第1章 総説	下水道における化学物質リスク管理の意義、手引き(案)に係る基本事項
第2章 化学物質管理促進法の概要	化学物質管理促進法の解説
第3章 下水道における化学物質リスク管理の取組み	化学物質リスク管理の取組みについて網羅的な説明
第4章 下水道における化学物質のリスクコミュニケーション	リスクコミュニケーションを通じた取組み手法の紹介
第5章 今後の課題	本手引き(案)の課題 将来的な取組み
第II編 排出量及び移動量の算出方法	PRTR制度の対応の内、排出量及び移動量の算出方法
参考資料編	基礎資料(関係法令、対象化学物質データ) Q&A(化学物質管理促進法の運用等で想定される疑問点)

表-3 下水道法規定に基づき測定する化学物質

項目	内容	対応	
法	下水道法(水質汚濁防止法)	重金属等29項目が対象。原則、毎月2回以上測定。ただし、年2回まで軽減可(下水道法施行令第12条)	測定値をもととした排出量及び移動量の算出を届出
	下水道法(ダイオキシン類対策特別措置)	ダイオキシン類対策措置法に規定する特定施設が設置されている下水処理場におけるダイオキシン類の測定。年1回以上測定。	
	県条例等	条例に従う	



第1種指定化学物質：354物質

図-4 PRTR制度の概要

表-4 PRTR届出義務となる下水道管理者

対象事業者	年間取扱量	届出方法
下水道管理者以下21人以上	第1種指定化学物質：1t以上 (当初2年間は5t以上)	下水処理場単位指定用紙に記入 都道府県知事経由
下水道終末処理施設を設置する事業者	特定第1種指定化学物質：0.5t以上	

表-5 主な法に基づく測定項目の媒体

媒体	関係法令	検体
水域	下水道法 ダイオキシン類対策特別措置法(水質汚濁防止法)	放流水
土壌	ダイオキシン類対策特別措置法(廃棄物の処理及び清掃に関する法律)(下水道法)	汚泥
大気	ダイオキシン類対策特別措置法(大気汚染防止法)	排ガス

表-6 MSDSの提供が必要となる製品

項目	成分 (質量割合)	備考
第1種指定化学物質	1%以上	いずれかに該当する場合に、MSDSの提供が義務付け
特定第1種指定化学物質	0.1%以上	
第2種指定化学指定物	1%以上	

※再生資源（下水汚泥製品等）はMSDSの対象外

表-7 排出量及び移動量の把握方法

把握方法	概要
測定値を用いる方法	濃度測定して排出・移動量、流入量を算出
排出係数を用いる方法	測定値を用いず排出割合係数から推定
物質収支モデルを用いる方法	推定方式（研究段階）

表-8 リスクコミュニケーションへの段階的対応

項目	内容	効果
第1段階 情報提供	・PRTR制度による情報の提供 ・技術的な情報提供 ・住民などの求める情報について、分かり易く説明する。	情報に関する理解が期待され、化学物質リスク管理の必要性等についての理解の増進に繋がる。
第2段階 情報交換	・情報を説明するだけでなく、住民などの意見を良く聞き、討議 ・お互いの立場を尊重し、意見交換をする。	相互理解の確立が期待される。
第3段階 関係者全体の協調	・関係者が相互に情報提供、説明、意見交換し、全体の理解と信頼のレベルを上げる。	下水道における化学物質リスク管理の促進が図られる。

また、リスクコミュニケーションへの段階的対応を表-8に示す。第一段階として情報提供が基本である。今後、下水道が地域住民等との化学物質のリスクコミュニケーションを促進していくことにより、下水道の責務についての理解が深まるとともに、地域住民等が下水道へ排出する化学物質の抑制が期待される。

4. まとめ

下水道もPRTR対象事業者とされており、主務省令に基づいた排出量の報告が義務付けられる。また、PRTR制度の施行を契機に、今後、化学物質に関する関心はより一層高まると予想される。下水処理場においても、従来の下水道法等による規制遵守を基

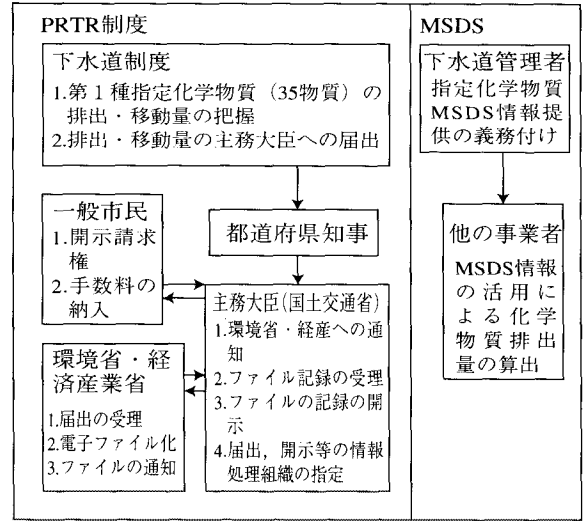


図-5 下水道におけるPRTR法への対応

本とした対応や省令で定める範囲の排出量の把握・届出のみならず、どのような物質が流入し、下水処理場内においてどのように挙動しているかの把握を含め、知見を充実させていくことが重要である。

既に示したとおり、排出係数にはバラツキが大きく、単純に中央値等を用いて検討することは危険である。今後、多くのデータや処理場内の挙動についての検討事例が増えることにより、物性や処理場の特性との関連についてさらに精査されることが期待される。

今後、下水道における化学物質のリスク管理のあり方や方策についての検討が必要となってくる中で、本報で示した挙動例及び排出係数は、参考資料として活用されるものと考えられる。

また、下水道管理者は、PRTR制度の活用と対応の拡大を図りながら、化学物質のリスクコミュニケーションを促進し、下水道における化学物質リスク管理の推進に努めることが肝要である。

●この研究を行ったのは

研究第一部長 江藤 隆
 研究第一部総括主任研究員 栗林 栄
 研究第一部研究員 後藤 雅子
 研究第一部研究員 野尻 希守

●この研究に関するお問い合わせは

研究審議役兼研究第一部長 宮原 茂
 研究第一部総括主任研究員 栗林 栄
 研究第一部主任研究員 津倉 洋
 研究第一部研究員 野尻 希守