

水環境中の化学物質の総合的評価



下水道研究部 下水道研究官 高橋 正宏

1. はじめに

我々を取りまく水、大気などの環境中には様々な化学物質が含まれていることが広く知られるようになってきた。過去に深刻な被害を起こした化学物質や、被害が予想される化学物質については、水質汚染や大気汚染に関わる環境基準として、環境におけるあるべき数値が示されている。水銀や二酸化いおう等、個々の規制対象化学物質の環境中での管理は、排水規制などと連動してかなり厳格に行われている。しかし、いわゆる環境ホルモン(内分泌攪乱物質)、シックハウス症候群などが注目を集めるようになり、規制の対象となっていなくとも、何らかの問題を起こす可能性のある物質が、身近な環境中に一般的に存在していることが明らかとなった。

さらに、2003年度から、「PRTR (Pollutant Release and Transfer Register: 環境汚染物質排出移動登録)」が開始され、

2001年度に排出された化学物質の種類と量に関する情報が公表されている。この情報は、毎年更新され、排出先や事業所毎の排出量についても公表されている¹⁾²⁾。

これらの情報により、生活環境中に存在する化学物質へ住民の関心がより高まるものと思われる。公共用水域を管理する国土交通省や、下水道を管理する地方公共団体は、これらに排出される化学物質の情報を把握し、そのリスクについて常に点検し、さらには、住民や事業所など関係者との情報交換を通じ、公共水域や下水道のリスク管理を行う必要が生じるようになるだろう。

国土技術政策総合研究所では、河川や下水道などの現場で、関係者と協力してリスク管理を行うために必要な手法を開発するために、研究を開始した。水環境や土壌などにおけるリスク管理については、我が国での経験がほとんどなく、そのための手法についても検討が始まったばかりで

表-1 検出下限値を上回った地点の調査地点数に対する数及び割合の経年変化(水質・基本調査対象物質)

物質名			1998年度	1999年度		2000年度	2001年度
			秋	夏	秋	秋	秋
4-tert-オクチルフェノール			3/115 3%	14/115 12%	15/115 13%	9/115 8%	6/115 8%
			94/115 65%	27/130 21%		32/130 25%	33/130 25%
			31/115 27%	20/115 17%	16/115 14%	14/115 12%	6/115 5%
ノニルフェノール			94/144 65%	40/130 31%		39/130 30%	47/130 36%
			54/115 47%	52/115 45%	55/115 48%	40/115 35%	35/115 30%
			78/144 54%	69/130 53%		71/130 55%	71/130 55%
エストロゲン	17β-エストラジオール	ELISA法	82/115 71%	88/115 77%	86/115 75%	66/115 57%	75/115 65%
			10/14 71%	13/14 93%	9/14 64%	10/14 71%	12/14 86%
			92/144 64%	-	-	-	-
	エストロン (LC/MS法)	LC/MS法	-	-	-	-*	1/14
			-	-	-	-*	7%
			-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
-	-	-	-*	2/14			
-	-	-	-*	14%			
-	-	-	-	-			

注1)各項目の上段(ゴシック太文字)は国土交通省の調査の結果、下段(点線以下の明朝体)は環境省調査の結果(河川・湖沼のみ)を示し、それぞれ上が検出地点数/調査値地点数。下は検出割合を示す。

ある。本稿では新しいリスク管理の考え方について全体を俯瞰し、研究開発が必要な部分を明らかにするとともに、国土技術政策総合研究所で開始した研究が、全体の研究開発の中で果たす役割を明らかにしたい。

2. 水環境中の化学物質

公共用水域や下水道における微量の化学物質について一般的に調査した例は少ない。例外は内分泌攪乱物質関連の化学物質であり、国土交通省、環境省が全国的な調査を継続的に行っている。国土交通省では1998年度から、魚類の雄がメス化する原因となるアルキルフェノール類やエストロゲン等の内分泌攪乱関連物質の、一級河川109水系における水質、底質の調査を行っており「水環境における内分泌攪乱物質に関する実態調査」として毎年公表している。環境省も中小河川を含む全国調査を行っている。表 1³⁾は2001年度までに連続測定されている地点の結果であり、一級河川の内分泌攪乱関連物質の検出率は低下傾向にある様に見えるが、その原因解明やより長期間の評価が必要であろう。

本調査では、一部の物質について多摩川における負荷量調査を行っており、化学物質の発生源について大まかな傾向を把握することができるが、調査日によって負荷量、負荷割合ともかなり変動することを明らかにしている。

環境省では1974年度より「化学物質と環境」⁴⁾（いわゆる黒本調査）で、化学物質の環境中の実態調査を行っている。膨大な種類の化学物質を、有害性や生物濃縮性、生産量などから絞り込みプライオリティリストを作成し、ダイオキシンなどの非意図的生成物も加え、リスト中の化学物質について、20物質ほどを年度毎に体系的に実態調査するものである。これまでのところ798物質が調査され、水質、底質、魚類、大気から339物質が検出されている。

これらの調査は、一部の内分泌攪乱物質を除いて、点（調査地点）としての評価にとどまっており、実際の河川における実態把握として必要な、流域の全体像を把握することはできない。実際問題として、膨大な種類の化学物質について、流域全体での発生量や水環境中での変化を測定することは、物理的にも経済的にも不可能に近く、これまでは特定の物質に限って流域全体の調査が行われてきた。しかし、このような調査では、対象とする流域で、どの物質のリスクが高いのか、どの物質を優先して調査すべきかは解

らない。

幸い、2002年度よりPRTRの集計結果が公表されることとなり、対象流域における化学物質排出の実態について、ある程度の目安をつけることができるようになった。国土技術政策総合研究所で開始した研究は、PRTRの情報を元に、河川流域における化学物質の排出量や水環境中での挙動を把握するための実態調査手法を明らかにし、さらには実態を基にしたリスク評価を行い、その結果を地域の関係者と共有して、流域のリスク管理を進める手法を確立するものである。

3. 化学物質リスク管理の手法

河川などの水環境中における化学物質リスク管理は、狭義には適切なリスク評価に基づいて、リスク管理の対象となる化学物質を、行政による排出規制や、排出者の自主的な管理で削減することを指す。しかし、適切なリスク評価の手法や、関係者の合意形成まで含めた全体の流れを化学物質リスク管理と定義することもできる。広義のリスク管理については、図 1 に示す流れに従って行うこととなる。

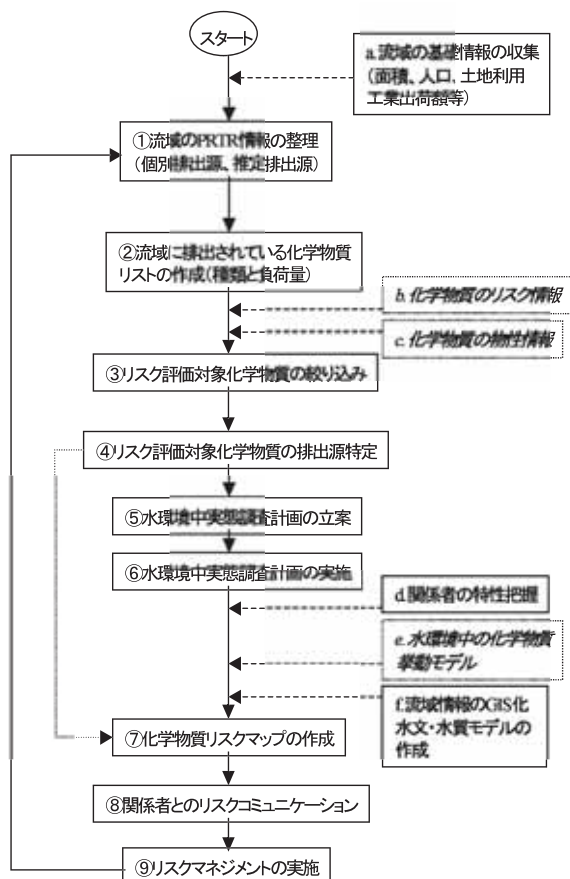


図 1 水環境におけるリスク管理の想定フロー

〔1〕化学物質リスクに関する実態の把握

「a.流域の基礎情報の収集」はPRTRの届出外排出源（家庭、自動車、小規模事業所、小規模な医院など）を推定するために必要である。PRTRにおいては特定業種の一定規模以上の事業所が届け出する義務を負っているが、それ以外の排出源は市町村毎の推計によっている。表 2 は2001年度の排出量集計⁴⁵において、推計した届出外排出量と対象事業所から届け出を受けた排出量を代表的な物質で比較したものである。化学物質によっては届出排出量より推計された排出量の方がはるかに大きいものもあるため、流域の基礎情報からの推計が欠かせない。ただし推計方法については、届出義務のない小規模事業所の数や排出量を十分推計できないなど、十分な精度に達しておらず⁴⁶、今後も順次改良されていくものと思われ、注意を要する。

届出事業所については、PRTRデータより直接拾うことができるため、図 - 1中の「流域のPRTR情報の整理」を行うことができる。この情報を元に、「流域に排出されている化学物質リストの作成」を行い、「リスク評価対象化学物質の絞り込み」を行う。絞り込みに当たっては、図 1中の、「b.化学物質のリスク情報」、「c.化学物質の物性情報」を基に行う。これらの情報は、環境省⁴⁷が公表しているが、全ての化学物質に十分な情報があるとはいえない。現在、内閣府総合科学技術会議の環境分野で「化学物質リスク総合管理研究イニシアティブ」が各省の共同で実施されており、環境省や経済産業省関連の研究機関等で基礎的な研究が行われている。国土交通省はこれらの研究機関と連携してイニシアティブの一端を担っており、化学物質に関する情報についてはこれらの研究機関の成果を活用することとしたい。

表-2 2001年度PRTRによる届出外排出量の比較

対象物質 物質名	排出量(kg/年)			構成比%	
	届出外排出量 (推定値)	届出排出量 (集計値)	合計	届出 排出 量	届出 外排 出量
亜鉛水溶性化合物	3,321,309	687,277	4,008,586	17	83
アセトアルデヒド	9,555,955	187,004	9,742,959	2	98
カドミウム及びその化合物	116	163,302	163,418	100	0
クロム及び三価クロム化合物	7,273	674,912	682,185	99	1
六価クロム化合物	54,483	32,119	86,602	37	63
無機シアン化合物(錯塩およびシアン酸塩を除く。)	34,135	264,031	298,166	89	11
水銀及びその化合物	1,112	4,659	5,771	81	19
有機スズ化合物	36,982	2,511	39,493	6	94
ノニルフェノール	11,203	3,027	14,230	21	79
ベンゼン	10,258,097	2,431,762	12,689,859	19	81

対象化学物質を絞り込んだ後は、「リスク評価対象化学物質の排出源の特定」を行い、それに基づいて実際の水環境中で化学物質の挙動を調査する。ここで注意しなくてはならないことは、PRTRデータはあくまで、年間排出量であり、排出源の特性によっては排出される期間が特定の時間に集中する場合があること、下水道へ排出された化学物質は下水処理の過程で除去や質変換を受ける可能性があること、水環境中でも同様に沈殿、吸着、化学的質変換が起こりうること、等であり、これらを考慮した調査計画を立案する必要がある。

〔2〕関係者の理解による化学物質リスク管理

化学物質リスクに関する実態をある程度把握できた段階で、流域住民や事業者などに情報を公開し、問題があると考えられる場合には化学物質のリスクを削減するためのリスク管理を行うことが求められる。なお、対象化学物質が水環境中に存在する場合、リスク管理を行う必要があるかどうかは、リスクを適切に評価して判断すべきである。さらには、化学物質リスクのみが評価されるべきリスクではなく、他のリスクと相対的に比較して判断することも重要である。例えば、家庭で使われている洗剤中の消毒成分が問題有りとなった場合、その成分を取りやめることによる人の健康リスクや、他の成分に置き換えた場合には、新しい成分のリスクなどが問題となる。新しいリスク評価の手法については、中西ら⁴⁸が提案しており、今後の進展を注目する必要がある。

対象流域の化学物質リスクに関する情報を公開する場合、実態調査の結果をそのまま公開するのみでは、結果の示す意味や今後どのように対応すべきかなどを関係者に理解していただくことは困難である。情報を必要とする関係者を想定し、その

人達がどのような情報を望んでいるのか、正確に伝えるためにはどのような情報として提示すべきかを検討しなければならない。(図 1中「d.関係者の特性把握」)

化学物質リスクの現状を関係者に解りやす

く表示し、さらには後のリスクマネジメントに繋げるため、「化学物質リスクマップの作成」が望ましい。このマップは、流域のGIS情報を基に、流域の化学物質リスクについて、発生源、水環境中での動態、リスクの種類や程度などをデジタル地図上に表現するものである。(図2参照) このマップには現状の表示のみならず、化学物質の排出量が増えたり、河川の構造や流域の土地利用が変更された場合に、どのような影響が化学物質リスクに生じるかを提示できる機能も持たせたい。このためには、図1中の、「e. 水環境中の化学物質挙動モデル」や、「f. 流域情報のGIS化と水文・水質モデル」が必要である。

対象流域においてリスク管理の対象となる化学物質が排出規制の対象物質で、排出規制値を超えた排水が排出されている場合には、排出元へ直接規制することができる。排出規制のない物質の場合には、流域の住民や事業者、行政機関などと協力して、自主管理を行うことが望ましい。多くの河川管理者は、水質汚濁防止協議会や水環境改善検討協議会と協働で、河川の水質を検討しており、このような場で、図1の、「関係者とのリスクコミュニケーション」を図り、関係者の合意を得て、「リスクマネジメントの実施」を行っていくようにしたい。

リスクマネジメントは、一度行えばよいというものではなく、その結果を更に評価し、新たな管理手法を導入するといったマネジメントサイクルを構築するべきであろう。実態の把握、モデルの開発なども、最初から十分な結果を得ることは難しいので、サイクルの中で見直しをかけ、より実態に近い化学物質リスクマップに改良していくことも必要である。

4. 国土技術政策総合研究所における研究

平成15年度より、国土技術政策総合研究所のプロジェクト研究として「水域における化学物質リスクの総合管理に関する研究」を開始した。河川等の水環境中における化学物質リスクの管理については、3. で示した方法を確立する必要があるが、現状は全く未着手の状態と断言していいであろう。3. で示した各種の手法について、実際の現場での経験はほとんどない。

本研究プロジェクトでは、化学物質リスク評価のための実態調査手法を確立するため、計画立案手法や、採水・分析といった現地調査手法、解析手法等を検討している。ま



図-2 化学物質マップのイメージ

た、化学物質リスクマップを作成するため、各種の関係者がどのような情報を求めているか、情報をどのように提示すれば理解されやすいかといった関係者の特性把握、マップの表現方法の検討などを行っている。

なお、図1中の破線で示した項目については、化学物質リスクイニシアティブの他の研究機関と協力し、それらの成果を取り込んでいく予定である。

【参考文献】

- 1) 身近な地域で出されている有害化学物質についての情報、エコケミストリー研究会
<http://env.safetyeng.bsk.ynu.ac.jp/ecochemi/PRTR2001/PRTR-index.htm>
- 2) 有害化学物質削減ネットワーク(Tウオッチ)ホームページ
<http://env.safetyeng.bsk.ynu.ac.jp/ecochemi/PRTR2001/PRTR-index.htm>
- 3) 平成13年度水環境における内分泌攪乱物質に関する実態調査、国土交通省河川局、平成14年12月
- 4) 平成14年度版化学物質と環境、環境省環境保健部環境安全課、平成15年3月
- 5) 平成13年度PRTRデータの概要、環境省
<http://www.prtr-info.jp/index.html>
- 6) 中西順子ら、環境リスクマネジメントハンドブック、2003年5月、朝倉書店