

1. 研究の概要

水生生物に関する環境基準の策定（平成 15 年度）、環境ホルモンへの社会的関心の高まりに加え、河川への油や化学物質の流出による水質事故や、工場から下水道への有害物質流入事故の増加など、水環境保全における化学物質を含めた水質管理の重要性が増加している。しかしながら、河川や下水道を管理する国や地方公共団体が、膨大な種類の化学物質について、流域単位で発生源や水環境中での存在量を把握することは、技術的にも経済的にも不可能に近く、さらに人や生態系へのリスクを評価し、流域内の関係者が一体となってリスク管理を行うことは容易ではない。

こうしたなかで、平成 13 年度から PRTR（Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度）の集計が開始され、対象流域における化学物質排出実態の概要が把握可能となってきた。そこで国総研では、PRTR の情報を基に、河川流域における化学物質の動態を把握し、さらに流域における化学物質の実態に関する情報を地域の関係者と共有して、流域のリスクマネジメントを進める研究をモデル流域において実施した。

1. 1 化学物質リスクの実態把握に関する研究

化学物質について、PRTR 等を活用し流域内の工場、市街地、農地等からの排出量を推定し、排出削減を行うべき主体の絞り込みを行うことのできる手法の開発を行った。

モデル地域として、群馬県谷田川を選定した。まず、環境基準等を基に調査対象とすべき化学物質を選定し、河川の水及び底泥にどの程度存在するかについて、モデル河川で 3 年間の調査を実施した。そしてモデル河川で検出された亜鉛、ノニルフェノール及びその前駆物質（ノニルフェノールエトキシレート、ノニルフェノキシ酢酸）を対象とし、PRTR の公表データ（環境省・経済産業省(2005)¹⁾）を活用し、流域からの排出量の推定を行った。以下に、亜鉛の推定方法を例示する。

・届出排出量：年間取扱量 1t 以上かつ従業員数 21 人以上の事業所については、PRTR に基づき公表されている公共用水域への排出量を用いた。

・届出外排出量：裾切以下事業者の排出量と非点源排出量の合計とした。

①裾切以下事業者：群馬県より提供された水質汚濁防止法に基づく特定施設の水量データに、環境省(2005)²⁾で示される業種毎の排水濃度を乗じた。

②非点源排出量：

i)農薬：環境省(2005)³⁾において示されている群馬県の果樹園からの排出量推計値を群馬県の果樹園面積で除し果樹園の面積あたりの亜鉛排出量原単位を推定した。そして、GIS を用いて対象流域からの農薬由来の亜鉛排出量を推定した。

ii)家庭：生活雑排水による排出量の推計は、対象エリアにおける人口分布から流域ごとの人口を算出し、一人当たりの発生原単位を掛け合わせて算出した。一人当たりの発生原単位は、対象地域内の下水処理場で実測した流入下水中の負荷量と、同市の水洗化人口から求めた。なお、下水道区域外で公共用水域へ直接放流される生活雑排水については浄化槽での除去率を考慮した。

そして、本方法による化学物質排出量推計値と現地調査結果との比較を行い、予測精度を検証した。亜鉛に関しては、PRTR で公表された届出排出量のみによる各観測地点の濃度予測値が実測値に占める寄与率は 0～75%と低い傾向が見られたが、裾切以下事業所等の推定値も考慮した場合、寄与率は 75～150%と概ね同程度であった。このように、PRTR データに裾切以下事業者の排出量等に関する資料を補完して使用することにより、流域全体での化学物質の排出実態の概要の把握が可能であることが示唆された。

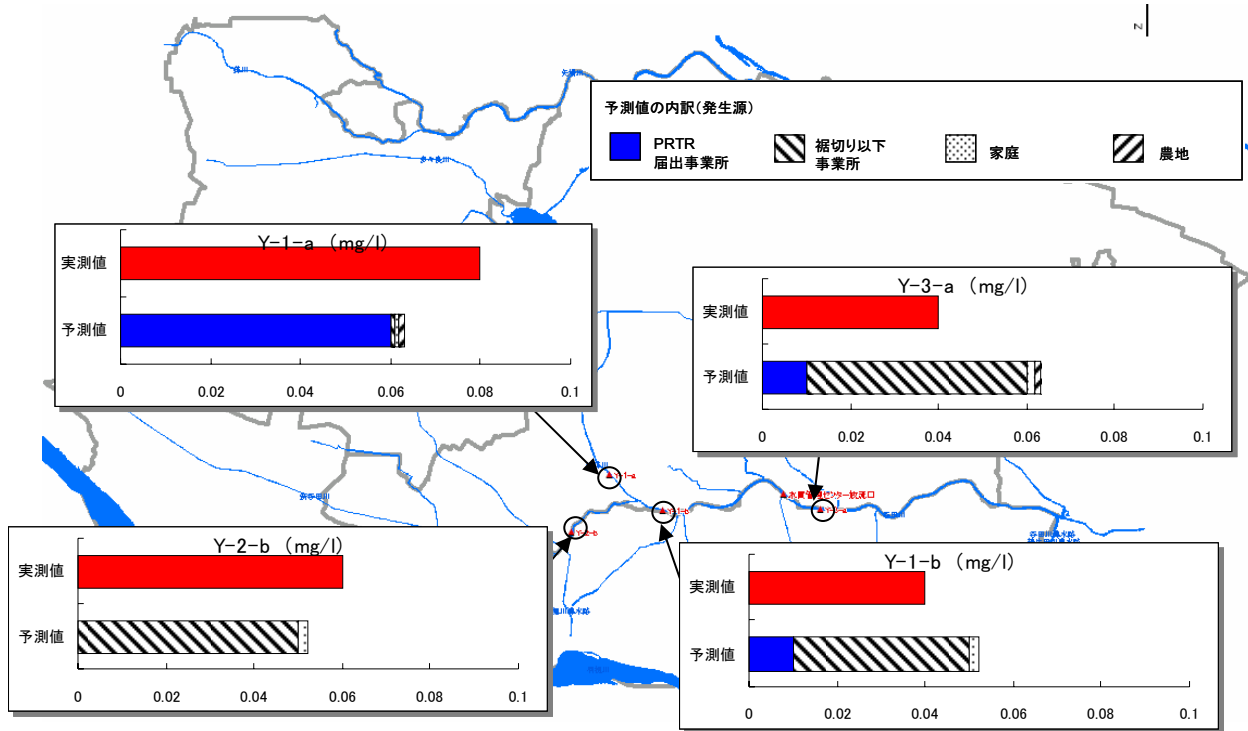


図 1. 1 亜鉛に関する実測値と予測値の比較

1. 2 河川管理者による化学物質リスクコミュニケーション手法の提案

1. 2. 1 河川環境中の化学物質に関する問題

河川環境中の化学物質に関するリスクには、非定常的リスク（突発的な水質事故の発生に関するリスク）と定常的リスク（定常的に排出されている化学物質によるリスク）が存在する。

①非定常的リスク

河川における水質事故は、油によるものが多く、他にシアン、酸・アルカリ類、重金属類等によるものが多く発生している。事故件数は年々増加する傾向にあり、事故原因は、不明が最も多いが、工場等の操作ミスも多い（国土交通省水質連絡会(2001)⁴⁾）。水質事故が発生した場合には、河川管理者が流域の行政機関や事業者と連携して影響を最小限に抑えるため、排出源の把握、オイルフェンス設置等の危機管理措置をとる。しかし、水質事故について未然にリスク管理する仕組みはあまり進展していない。

水質事故という非定常的リスクを評価するうえで、流域内の有害な化学物質を取り扱う工場の位置、保管量に関する情報は重要である。また、工場以外にも、河川に架かる橋でのタンクローリーの横転等のケースも想定される。

PRTR では、354 種類の指定化学物質のうちいずれかを 1t/年以上取扱う従業員数 21 人以上の事業所の位置が公表されており、これを活用することにより、水質事故という非定常的リスクの管理に役立つと考えられる。ただし、PRTR では保管量のデータは対象となっておらず、また小規模な事業所は届出対象外となっており、これらの情報については自治体や下水道事業者等の保有する情報により補完する必要があると考えられる。

②定常的リスク

流域内の工場、下水処理場、農地等からは、定常的に化学物質が排出されている。環境基準値の設定されている物質は、基準値との比較により一定の評価が可能である。一方で、発癌性のリスクや、

魚類のメス化など、未だ実態が明らかになっていないものの、住民が漠然とした不安を抱くリスクも存在する。こうしたリスクについては、化学物質の毒性等に関する専門家によるリスク評価手法の開発を進め、リスク評価の適用可能範囲を拡げていくとともに、その信頼性を高めていくことが重要である。その一方で、十分な評価を行える物質のみ対策を行い、残りは手法開発の進展を待つという姿勢は、国民の安全・安心確保の観点から十分とはいえないであろう。現在までに得られているリスクに関する知見をもとに、住民とのコミュニケーションを行い、情報を共有して対策を考えていくなどして不安を解消していくための手法を並行して検討する必要がある。

1. 2. 2 PRTR を活用した河川における化学物質リスクマネジメントにおける課題

本研究では、実際に現場で化学物質管理を行う際の課題等を把握するため、モデル流域（群馬県谷田川）の河川管理者を含む県・市の行政担当者による意見交換会を行った。また、仮想住民（大学生）を相手にしたリスクコミュニケーション模擬実験を行うことにより、水域の化学物質について具体的に不安を感じる事等抽出を行った。

その結果、意見交換会では、PRTR により流域の工場等のデータが公表されていれば、水質事故が実際に起きた場合の汚染源の把握等危機管理対応に活用することは難しいものの、予め危険性のある工場を把握しておくなど事前の対応に役立つであろうとの意見が得られた。また、農業用水として利用する場合、作物に対する害があるのかわからないか、わかるようなデータ（機能）がほしいという意見や、企業団地誘致を計画する際に、企業に河川や土地利用等流域のデータとあわせて PRTR に基づく工場等のデータを提供することで、その企業が非常時に他の工場等と連携を取り、円滑に対応することができるとされる意見が得られた。これらの意見から、PRTR に基づく工場等のデータや化学物質リスクに関するデータ等の蓄積は進みつつあり、それらのデータを活用することで、予防措置や水利用等に役立つことが示唆された。

また、リスクコミュニケーション模擬実験からは、水域の化学物質について不安を感じる事として、図-4 に示すようにどのような影響があるのかわからないということについての不安が多く示され、具体的なシナリオに基づくリスク評価をすることが、関係者の理解を進めるうえで重要であることがわかった。また、化学物質管理に関して河川管理者に求める役割として、化学物質を排出している企業等への厳しいチェック、河川水質の監視の強化と定期的調査の実施、汚染源公表、数値目標設定とコントロール、迅速な対応、水質事故防止対策、情報の分かりやすさ、住民に身近さを感じさせること、企業と住民とのパイプ役、教育への取り組み等を求める意見が示された。このように、河川管理者には、日常的な水質の監視、水質事故時の危機管理といった対策手法の強化と共に、流域内の関係者間における情報共有やお互いの信頼関係を醸成するためのファシリテータとしての役割が期待されていることがわかった。



図 1. 2 谷田川流域の県・市との意見交換会



図 1. 3 リスクコミュニケーション模擬実験

<p>質問</p>	<p>ここまでの説明を聞いて、どのような不安を感じましたか？ 現在までの生活の中で、身近な河川にどのような不安がありますか(ありましたか)？</p>
<p>水道水に関して</p> <ul style="list-style-type: none"> ●見た目が汚いときには、生活水になるときはキレイに浄化されているのか不安に思う。 ●普段の生活の中で使用している物に含まれる化学物質は害を及ぼさないのか？ ●汚染された川の水の浄化がどのように行われているのかが不安、ちゃんとキレイになっているのか！ ●地元の川を見てこんな汚い川の水を飲んでいるのかと思うと、水道水の水質が不安になりました。 ●例えば、出産した子供が奇形児になってしまうのかな？と不安になった。 ●人が生活する以上、化学物質が川に流れ出すことは仕方が無いことではないのか。 ●見ただけでは汚染されているかがわからない。 <p>行政の対応に関して</p> <ul style="list-style-type: none"> ●行政に悪臭を指摘したところ、公害レベルまでならないと動けないといわれたこと 	<p>排出量、推定値に関して</p> <ul style="list-style-type: none"> ●排出する側が提示する値がどれほど信頼できるのか。 ●提示された値がどれほどの影響があるのか。 ●PRTR制度などの基準や制度自体の不備 ●居住地付近の事がわからない。 <p>毒性に関して</p> <ul style="list-style-type: none"> ●内分泌攪乱性物質の種類・名前がわからない。 ●環境ホルモンには規制がかかってないというのが不安。 <p>河川水に関して</p> <ul style="list-style-type: none"> ●昔は泳げていた川が今は泳げない ●河川や海の水をよく飲んでしまうので、体にどのような影響が出るのか不安。 ●臭いがあるとき。 ●魚などの自然環境が破壊されてしまうことが不安 ●東京の多摩川の川原で遊んでいたとき、淀みやテトラポットの隙間などに泡がたくさん見られたとき不安に思った。化学物質が多く含まれている川がわからない。 ●地元の川でpHを調べたときにどこもすごく酸性だった。

図 1. 4 身近な河川における化学物質に関する不安
 (住民を想定したリスクコミュニケーション模擬実験の結果より)

1. 3 化学物質リスクコミュニケーションツールの開発

河川での化学物質リスクマネジメントにおいて PRTR を活用することで、河川での化学物質リスクの現状を行政、事業者、住民等の関係者が共有し、どのような対策をとるべきかのコミュニケーションが促進されることが期待される。しかし、PRTR データだけでは不十分である。そこで PRTR をベースに、河川での化学物質リスクの現状を解り易く示す化学物質リスク動態マップ（図 1. 5）を作成することが必要になると考えられる。このマップは、流域の地理情報をベースに、PRTR 情報や水利用状況等の様々な情報を GIS 上に重ね合わせることで、流域の化学物質の発生源、水環境中での動態、リスクの種類や程度、対策実施による効果などを表現し、関係者間のコミュニケーション支援のための掲示板機能を持たせたものである。

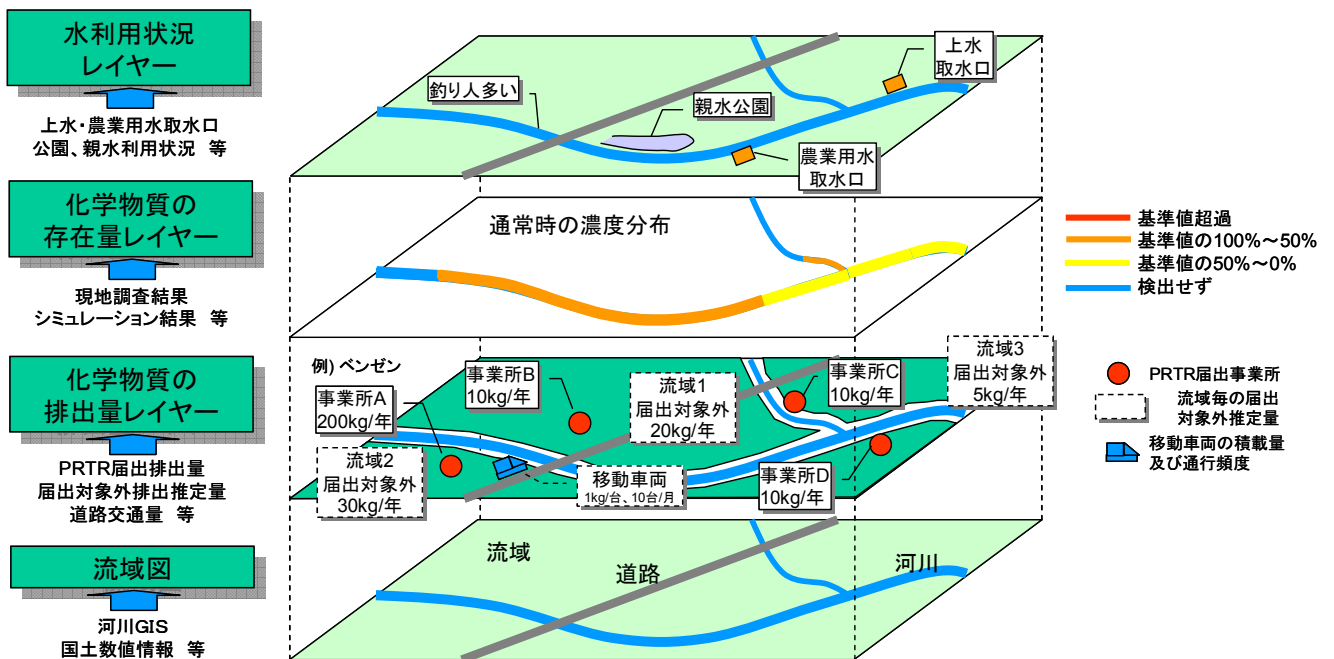


図 1. 5 化学物質リスク動態マップの概念図（現状の表示の場合）

1. 4 流域の化学物質リスクマネジメントを進めるスキームの提示

これまでの研究成果を踏まえ、PRTR を活用した水域の化学物質リスクマネジメントを進めるうえで、図 1. 6 のようなスキームを提案する。本スキームに沿って、今後の課題を考察する。

まず、「a.流域の基礎情報の収集」を行った上で、GIS を活用し流域毎の PRTR に基づく化学物質の届出排出量、届出外排出量を推計する（「①流域の PRTR 情報の整理」）。本研究では比較的精度良い推計ができたと考えられるが、今後は灌漑期・非灌漑期の季節変動や、雨天時の市街地排水等より実態に即した事象の解析を進めることが必要である。

次に、「①流域の PRTR 情報の整理」を基に、「②流域に排出されている化学物質リストの作成」を行い、「③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、PRTR 情報等を基に推計された対象流域における化学物質の排出量だけでなく、図-6 中の、「b.化学物質の物性情報」、「c.化学物質のリスク情報」が必要になる。これらの情報は環境省(2004)⁹⁾など公表されているものがあるが、全ての化学物質に十分な情報があるとはいえず、関係研究機関の今後の成果が期待される。その

際には、本研究のケーススタディで示されたような、農業用水として使用する場合の影響等具体的なシナリオを設定してリスク評価をすることが、関係者の理解を進めるうえで重要である。

対象化学物質を絞り込んだ後は、「④リスク評価対象化学物質の排出源の特定」を行う。本稿で示したとおり、発生源の特定には PRTR 等を活用することが有効である。事業場、家庭、農地等具体的な化学物質の排出源とその寄与度を把握することで、どの主体が対策を行うべきかどうかの判断材料となることが期待される。

そして、対象水域において絞り込まれた化学物質の排出源、排出量及びリスク等に関する情報を解り易く表示する「⑦化学物質リスク動態マップの作成」を行う。なお、同マップには対策による効果をシミュレーションする機能があることが望ましい。そのためには、水環境中での化学物質の挙動の調査を行い（「⑤水環境中実態調査計画の立案」及び「⑥水環境中実態調査計画の実施」）、化学物質の揮発・底質への吸着・化学変化等を考慮した「d.水環境中の化学物質挙動モデル」の開発、「e.流域情報の GIS 化、水文・水質モデルの作成」が必要となる。このうち、水環境中の化学物質挙動モデルについては、関係研究機関の成果の活用を図りたい。

さらに、化学物質リスク動態マップを用い、「⑧関係者とのリスクコミュニケーション」を行う。その際、現在までに得られているリスクに関する知見をもとに、住民とのコミュニケーションを行い、情報を共有して対策を考えていくなどして不安を解消していくことが重要である。そして関係者が現状に関する情報を共有したうえで、どういったリスク対応方針をとるか（「⑨リスクマネジメントの実施」）を決定することが求められる。リスク対応方針の選択肢としては、リスク低減策（工場での排水管理の徹底、家庭・農地での化学物質使用の自粛等）、リスク回避策（水利用の制限、水道取水源の変更等）、リスク保有策（対策は採らず受忍する）などが考えられる。また、関係者間のリスクコミュニケーションにおいては、河川管理者がファシリテータの役割を果たし、流域内の工場、下水道事業者等の排出者や、水道事業者、農業関係者、住民等の水利用者とのコミュニケーションを促進し情報の共有を図ることが考えられる。その際、流域内の関係者を特定し、誰がどのような利害を有しているのかを把握すること（「f.関係者の特性把握」）が重要であると考えられる。全国の一級河川では、河川管理者と流域内の事業所等による水質汚濁防止連絡協議会が設けられている事例が多く、こうした現場での知見が参考になると考えられる。

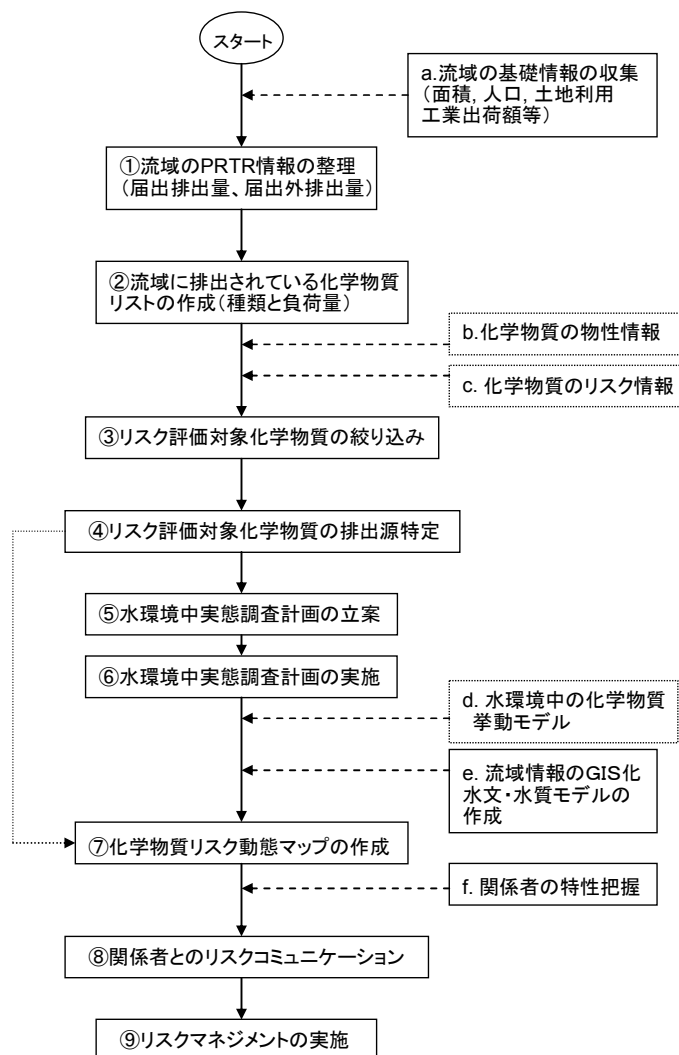


図 1. 6 水域の化学物質リスクマネジメントを進めるスキーム(案)

1. 5 研究の実施体制

本研究は、第2期科学技術基本計画において、国土交通省、環境省、厚生労働省、経済産業省等が参加する総合科学技術会議・化学物質リスク総合管理技術研究イニシャティブ(平成15~17年度)の一翼を担った。

国土交通省は、河川管理者として関係者の協議機関である水質汚濁防止協議会などの活動や、定期的な水質モニタリングを通じて、河川等環境中の状況を最も的確に把握している。また、下水道管理者への監督・指導を通じ、都市域の汚濁負荷の削減対策を進めている。そこで国総研は、国土交通省の担当するこれらの施策手段による河川等環境中における化学物質リスクの総合管理のスキームの提示を担当した。国総研内では、下水道研究部が水域での化学物質リスクの実態把握に関する研究を、環境研究部と高度情報化研究センターが化学物質リスクコミュニケーション手法に関する研究を分担した。研究の実施にあたり、モデル流域(群馬県谷田川)の県・市の協力を得るとともに、地方整備局の河川事務所から情報収集を行った。

また、化学物質リスク管理に必要な知見(リスク評価手法等)については、土木研究所水環境研究グループや、環境省(国立環境研究所)、経済産業省(産業技術総合研究所)、厚生労働省の研究成果を活用するなど、関係機関との研究分担・連携を行い、研究の効率的な実施に努めた。

さらに研究成果についても、化学物質リスク総合管理技術研究イニシャティブ第2回合同プログラム会合での講演(平成17年1月)や、同イニシャティブの報告書「化学物質リスク総合管理技術研究の現状」の執筆分担等を通じ、積極的な情報提供・意見交換に努めた。

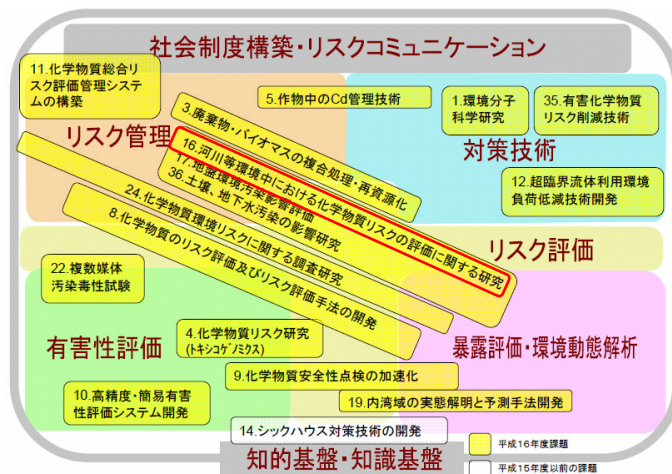
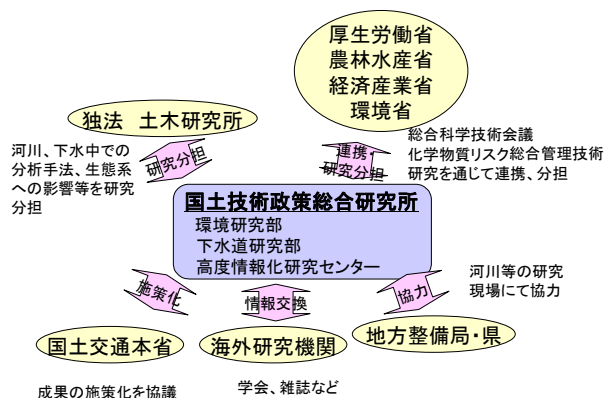


図1. 7 総合科学技術会議 化学物質リスク総合管理技術研究イニシャティブにおける本研究の位置づけ(総合科学技術会議資料に一部加筆)

【参考文献】

- 1) 環境省・経済産業省(2005)、PRTR 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第 11 条に基づく開示 ファイル記録事項（全データ）CD-ROM
- 2) 環境省(2005)、平成 16 年度水質汚濁物質排出量総合調査
- 3) 環境省(2005) 平成 15 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の概要
- 4) 国土交通省水質連絡会(2001) 水質事故対策技術，技報堂出版，p.6.
- 5) 環境省(2004) 2004 年度版化学物質ファクトシート

水域における化学物質リスクの総合管理に関する研究

背景

水質環境基準に関する動き

人の健康の保護に係る環境基準
生活環境の保全に係る環境基準

水生生物に係る水質環境基準 (H15制定)：亜鉛

環境ホルモン (内分泌かく乱化学物質)問題

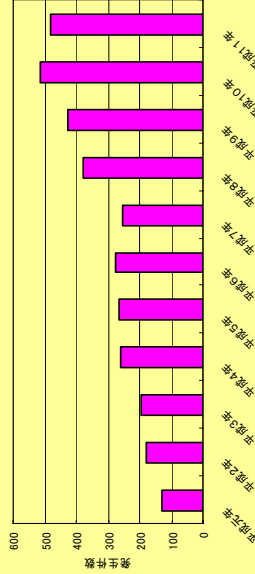
環境庁 「環境ホルモン戦略計画SPEED'98」

環境省 「EXTEND2005」

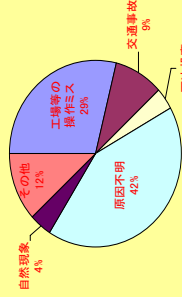
試験及び評価により、メダカに対する内分泌かく乱作用を有すると推察された物質

- ・ノニルフェノール(界面活性剤の原料)
- ・4-t-オクチルフェノール(同上)
- ・ビスフェノールA(プラスチックの原料)

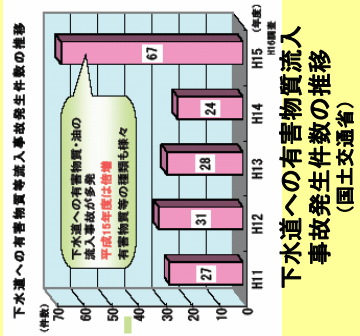
河川・下水道の水質事故の増加



1級河川における水質事故発生件数の経年変化 (国土交通省)



河川水質事故発生原因 (平成7～11年) (国土交通省)



下水道への有害物質流入事故発生件数の推移 (国土交通省)

中国における大規模水質事故(2005)

位置図



(写真・地図: 国土交通省)



中国・松花江に流出した主な汚染物質

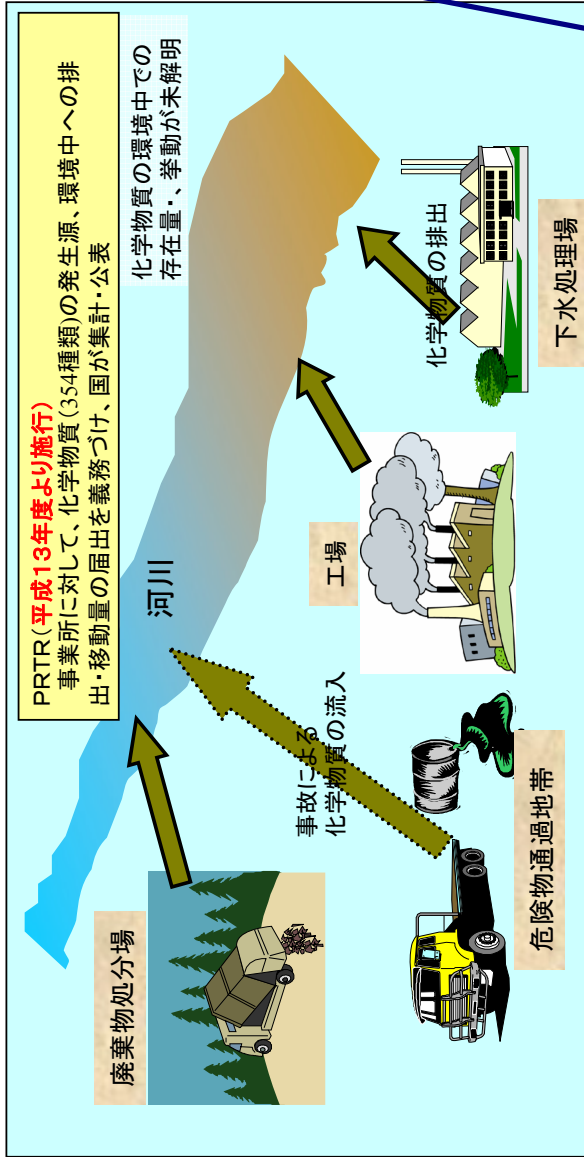
ベンゼン(C₆H₆)

- ・常温で無色透明の液体。揮発性。
- ・水より軽く、水に溶けない。特有の臭いがある。
- ・工業原料(染料、溶剤、合成ゴム、合成皮革等の合成原料)として使用される。
- ・人体への影響は、死亡例を含む中毒症状、白血病、再生不良貧血など。発がん性がある。
- ・環境基準値：0.01mg/L以下。

ニトロベンゼン(C₆H₅NO₂)

- ・常温で淡黄色の液体。揮発性。
- ・水より重く、水に溶けにくい。特有の臭いがある。
- ・染料の原料、有機溶剤等として使用される。
- ・人体への影響は、頭痛、めまい、嘔吐等の中毒症状、メトヘモグロビン血症など。

水域における化学物質リスクの総合管理に関する研究



総合科学技術会議 化学物質リスク総合管理技術研究

全体目標：PRTR対象物質等リスク管理の必要性・緊急性が高いと予想される化学物質のうち対象物質を定めつつ「安全・安心」を確保するため、化学物質総合管理の技術基盤、知識体系並びに知的基盤を構築する。

役割分担：環境省→化学物質の環境影響評価
経済産業省・農林水産省→発生源における化学物質の削減手法
厚生労働省→化学物質の人体影響評価
国土交通省→河川等環境中における実態把握、現場におけるリスクコミュニケーション

(1)環境中の化学物質リスクの実態把握に関する研究

①排出状況、挙動特性等による水管理上評価対象とすべき化学物質の抽出

②PRTR等を活用した流域での化学物質の実態把握手法の提案

(2)関係者とのリスクコミュニケーションに関する研究

①河川管理者による化学物質リスクコミュニケーション手法の提案

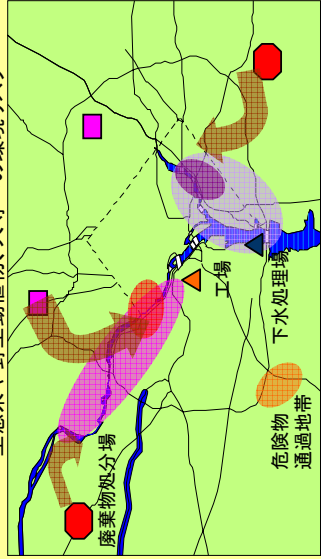
②化学物質リスクコミュニケーションツールの開発

利害関係者の特性・要求を把握

GISマップ上に分かりやすく表示

化学物質排出源とそれからの排出特性

生態系や野生動物植物、人等への環境リスク



化学物質リスク
総合管理のための
技術・知識の体系化

↓ 具体的施策

- 水質汚濁防止協議会等による
- 情報公開
- 環境リスクの評価
- 化学物質の自主的管理の指導等



↑

今後も国土管理の立場から利害関係者を主導する必要がある。

河川環境の安全の確保は国土交通省の責務
河川法：河川管理者は河川環境の整備と保全等のために総合的に管理
ただし、河川、下水道、道路等の総合調整が必要

関係者間の調整を行えるのは実際の現場を管理する国土交通省のみ

従前から水質汚濁防止協議会等で調整(事務局：河川管理者)

今までも河川、下水道等の管理者が環境ホルモン、ダイオキシン等に対応してきた。
・河川における実態把握とリスク対策等の効果検証
・下水道における低減 等