

# 河川への影響という観点からの土壌・地下水 汚染に関する管理の枠組の提案

福田 晴耕<sup>1</sup>・藤井 都弥子<sup>2</sup>・藤田 光一<sup>3</sup>・  
鈴木 宏幸<sup>4</sup>・野本 岳志<sup>5</sup>・大沼 克弘<sup>6</sup>・南山 瑞彦<sup>7</sup>・山縣 弘樹<sup>8</sup>

1正会員 (社) 中部建設協会 (〒460-8575 愛知県名古屋市中区丸の内3-5-10)

E-mail:s.fukuda@ckk.or.jp

(元 国土交通省国土技術政策総合研究所 環境研究部 部長)

2正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室 研究官

(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:fujii-t92dm@nilim.go.jp

<sup>3</sup>正会員 同上 室長 (同上)

E-mail:fujita-k85ab@nilim.go.jp

4 国土交通省国土技術政策総合研究所 国際研究推進室 (同上)

E-mail:suzuki-h92de@nilim.go.jp

5正会員 西松建設(株)愛川技術研究所 環境技術研究課

(〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津4054)

E-mail:takeshi\_nomoto@nishimatsu.co.jp

(元 国土交通省国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室 交流研究員)

6正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室 主任研究官

(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:oonuma-k2i2@nilim.go.jp

7正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水処理研究室 室長 (同上)

E-mail:minamiyama-m92ta@nilim.go.jp

8正会員 同上 研究官 (同上)

yamagata-h92e6@nilim.go.jp

本研究では、土壌・地下水を經由した汚染物質の河川等公共用水域への漏洩への対応に関して、予防的段階と危機管理段階のそれぞれについて、化学物質の特性に応じた管理方法の考え方を提案するとともに、その考え方を実際の河川管理等に具現化させるために必要なツールとして、既存のモデルを活用した土壌・地下水汚染対応マップを作成した。このマップにより、汚染物質の経路、汚染源、漏洩から水域へ到達時間の推定が容易になることから、本提案は、化学物質移動拡散量届出制度等の関連する諸制度を活用しつつ、より適切な漏洩事故発生時の危機管理、流域単位の化学物質管理の施策検討、河川管理者、事業者、住民等の関係者間のリスクコミュニケーション等に活用できると考えられる。

**Key Words :** *decision support map, groundwater and substance flow simulation, risk management, chemical compound, water environment, risk communication, watershed*

## 1. 背景および目的

近年、水質事故や土壌・地下水汚染判明事例が増加の傾向にあり問題となっている。こうした土壌・地下水汚染は、河川環境にも大きな影響を与えるものであり、これらの汚染を未然に防ぐこと、汚染が生じたときの拡散を最小限に抑えることは、今後の河川管理において重要な課題である。

日本における土壌汚染対策は、まず農用地の汚染対策から始められた。農用地における土壌汚染や人の健康を損なうおそれがある農作物が生産されることを防止する

ため、1970年に農用地の土壌の汚染防止などに関する法律が制定された。しかし、様々な化学物質が製造、使用されていることによる環境汚染への懸念や、工場等の跡地において有害物質が検出される事例の増加などにより、市街地における土壌汚染への関心が高まってきたことから、2002年に市街地を対象とした土壌汚染対策法が制定された<sup>1)</sup>。土壌汚染対策法では、土壌の直接的・間接的摂取による人の健康へのリスクを低減するための対策が義務づけられている<sup>2)</sup>。

水質汚濁対策については、1958年に制定された「公共用水域に排出される水の保全に関する法律（水質保全

法)」、 「工場排水等の規制に関する法律(工場排水規制法)」, およびこの二法を一体化して 1970 年に制定された水質汚濁防止法で定められていたように, 工場などから公共用水域に排出される排水の水質規制が中心であった。しかし, 1980 年代後半からトリクロロエチレンなどによる地下水汚染が問題となってきたこと, 地下水は一度汚染されると回復が困難であることなどから, 1989 年に水質汚濁防止法が改正され, 地下水質の常時監視, 水質汚濁防止法で指定された特定有害物質を含む排水の地下への浸透禁止などが盛り込まれた<sup>3)</sup>。さらに, 1996 年の同法改正により, 都道府県知事が地下水汚染原因者に対し浄化措置を命令できるようになる<sup>4)</sup>など, 地下水汚染対策のための法整備が進められている。

また, 化学物質移動拡散量届出制度(Pollutant Release and Transfer Register: PRTR)が施行され, 化学物質を扱う事業所の位置や使用されている化学物質の種類などが公表されるようになった<sup>5)</sup>ことから, こうした情報も取り入れた河川管理のあり方の検討が必要である。

一方, 水道水源の地下水への依存率が高い欧米では, 比較的早い時期から保護地域の設定など地下水の保全対策が進められてきた<sup>6)</sup>。旧西ドイツでは, 飲料水源となる地下水の保全のため「汚染物質の井戸への到達時間」と「井戸など水源までの距離」という 2 つの指標から保全地域を 4 段階にゾーニングしており, それぞれの段階に応じた施設の立地や行為の禁止が定められていた。また, オランダやスイスなどでも, 旧西ドイツを参考とした同様の地下水汚染対策が行われている。

このように, 土壌, 地下水の汚染防止や, 汚染事故に対応するための法整備が進められてきた。しかし, それに基づくリスク管理を現場において河川管理者が適切に行うための, 地下水流動やそれに伴う化学物質の拡散, 流域での化学物質使用状況など様々な情報を統合したツールはまだ無いのが現状である。

そこで, 地下水汚染のリスク管理に関する総合的な議論を行うための第一歩として, まず現時点で得られる情報をもとに以下の検討を行った。

1. 枠組を検討する際に優先的に取り上げるべき物質の選定(2章)
2. 対応マップ作成準備としての, シミュレーションモデルによる地下水流動および地下水中の化学物質挙動の把握(3章)
3. 汚染物質の拡散経路, 河川への到達時間をコア情報とした対応マップの作成法およびその活用法の提案(4, 5章)

以上を総合して, 河川管理者が化学物質の漏洩に対応するための管理の枠組を提案した(6章)。

## 2. 対象物質の選定の考え方

化学物質の数や種類は膨大であり, それら全てを検討対象とすることは現実的でない。したがって, その漏洩が水域に与える影響を想定した管理法の検討に適した化学物質を絞り込むことが研究手法上重要となる。本研究では, 有害性など現時点で明らかになっている物質の特性や, 全国的な取り扱い状況, 事故事例数等をもとに, 優先的に取り上げるべき物質を図-1 のように選定することとした。以下, この内容を説明する。なお, 対象流域が具体的に与えられる実務管理を行う局面における物質の絞り込みは, 図-1 とは異なるものになる。これについては, 6 章で管理の枠組みの全体像の提示と合わせて述べる。

まず第 1 次選定として, 地下水を經由して水域へ影響を及ぼす可能性のある化学物質等を以下の観点から選定した。

- ①水質汚濁に係る環境基準物質のうち, 人の健康の保護に関する環境基準物質
- ②土壌汚染対策法における溶出量基準物質
- ③水生生物保全に関する環境基準物質
- ④PRTR において土壌への排出及び事業所敷地内の埋立処分量の多い上位物質
- ⑤その他(環境省による化学物質環境汚染実態調査(暴露量調査)の対象物質や後述する対象地域における既往研究から, 存在状況を確認する必要があると考えられる物質)

次に, 第 1 次選定物質のうち, 人の健康に影響を与えるおそれがあり明確な環境基準値が定められている, ①人の健康の保護に関する環境基準物質, ②土壌汚染対策法における溶出量基準物質の中から優先的に絞り込むこととした。これらの物質のうち, 点源的な突発的汚染が想定される物質として, 土壌汚染対策法における第 1 種特定有害物質(揮発性有機化合物)及び第 2 種特定有害物質(重金属等)を選定した。第 3 種特定有害物質(農薬等)や硝酸性窒素については, 汚染の原因が多岐にわたること, 特に面源由来の割合が高いことなどから, 多面的・長期的な対策が別途必要であると考えられるため, 本研究では対象外とした。

ここで上記までに選定した物質を, 土壌・地下水中の移動形態という観点から分類し, さらに各分類で最も汚染事例数の多かった物質を抽出して, 検討対象化学物質とした。その結果, 本研究においては, ヒ素, ベンゼン, トリクロロエチレンを選定した。

なお, 後述する研究の検討対象フィールドでのモニタリング調査において環境基準値を超過するなど緊急の対策が必要な物質が確認された場合には, その物質も対象

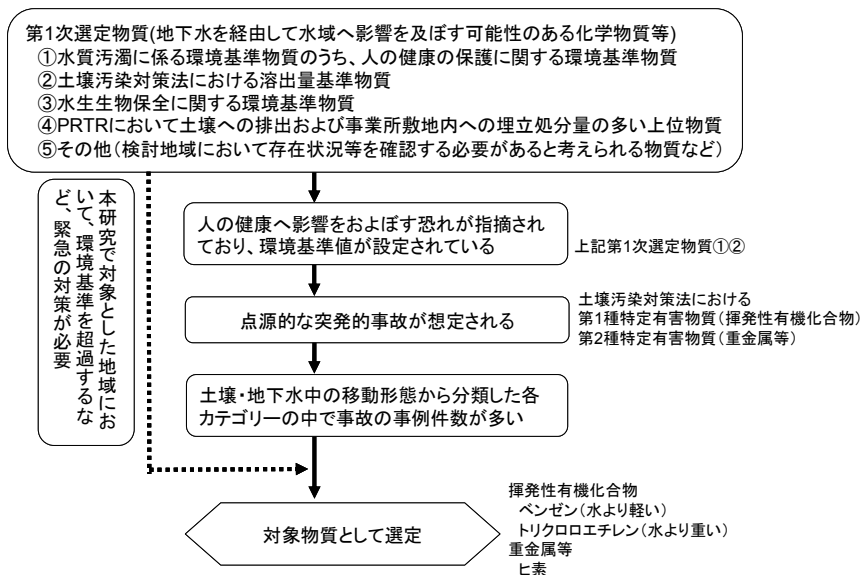


図-1 枠組を検討する際に優先して取り上げるべき物質の選定

とすることとしていたが(図-1左側)、現地調査の結果そうした物質は確認されなかった<sup>7)</sup>ため、以上で、絞り込みを完了した。

### 3. 物質輸送特性の把握—管理法検討の準備として—

ここでは、シミュレーションモデルを用いて、対応マップを作成するために必要な情報としての地下水流動やそれに伴う物質挙動の把握を行った。

#### (1) 用いるモデルの概要

地下水流動やそれに伴う汚染物質の拡散を表現できる新たな計算モデルの構築には長い時間を要することから、対象フィールドにおける地下水流動・化学物質挙動の計算には、既存のシミュレーションモデルを用いた。

一般に移流分散解析で用いられる代表的な解析プログラムのうち、以下の特徴を持つことなどから本研究においてはGETFLOWSを用いることとした。

- ・ モデル流域内の地下水位・地下水流速・地下水流向、及び地下水流量を計算できる
- ・ 飽和不飽和解析が可能である
- ・ 表面流出、河川水位及び流量などの地表流を計算できる
- ・ 降水量、日射量、気温変化に伴う熱移動・蒸発散が計算できる
- ・ 物質移動に関する移流・分散、吸着、密度流などの計算の他、揮発性物質の液相⇒気相などの相変化、溶解なども表現できる

GETFLOWSは、コーナーポイント型格子を取り入れた有限差分法を用いた解析プログラム<sup>8)</sup>である。この方法は、

8つのポイントから構成される格子について差分法による解析を行うものである。ポイントにより格子構成するため、地質等に応じて柔軟に格子を設定することができ、差分法の欠点である空間表現の柔軟性を改善している。

#### (2) 対象フィールドの選定

本研究では、作成する対応マップをより具体的にイメージできるよう対象フィールドを設定し、実際に起こりうる地下水および物質の移動に基づいた検討を行うこととした。対象フィールドの選定については、

- ・ 砂質層などと比較して地下水の流れが速く、突発的な汚染が起こった際の汚染の拡散が早く、河川等の表層水まで到達する時間が短いと考えられる礫床河川地域であること。
- ・ 土地利用やPRTRに基づく届出事業所の立地など、地域の社会的状況も含めた検討が可能な地域であること。
- ・ これまでに様々な研究・調査が実施され多くのデータの蓄積があること。

から、多摩川の永田地区を対象フィールドとして選定した(図-2)。

ただし、対象フィールドは上記の観点から選定したものであり、当該地区で化学物質等による汚染が問題となっているわけではない。現地調査の結果からも、環境基準値を超える物質は確認されなかった<sup>7)</sup>。

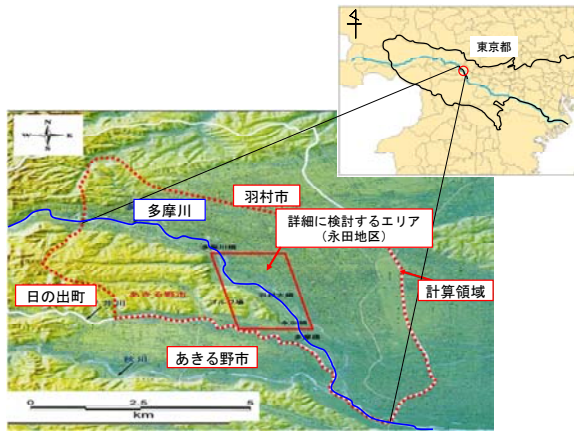


図-2 検討対象地域図

表1 解析モデル構築に必要となる項目およびパラメータ設定の根拠とした諸情報

地形・地質・土地利用	地形標高
	地質構造
	土地利用区分
水理・水文特性	地下水面図
	地下水位変動
	河川流量
	地下水利用状況
	透水係数
	粗度係数
	有効間隙率
	飽和不飽和特性
	降水量
移流分散特性	分散長
	分子拡散係数
	屈曲度
	分配係数
化学物質の固有値	比重・密度
	溶解度
	粘性係数

### (3) 対象フィールドにおける地下水と物質輸送の計算

GETFLOWSによる、地下水流動やそれに伴う汚染物質拡散の計算を行った。解析モデル構築に必要となる項目およびパラメータ設定の根拠とした諸情報を表1に示す。

計算結果については、地下水が浸みだし河道となっている様子が再現できていることを、既往の調査結果等との比較から確認し、最低限の地下水の特性については捉えられていると判断した。

### (4) 物質輸送特性把握に際して留意すべき事項等

本研究は、管理の枠組提案を目的としており、個々の現象の厳密な再現を目指したものではない。そのため、現地調査による詳細な地域特性の把握等は行わず、対象地域に関する既存資料から表1に示す項目について整理した。

本研究で対象地域とした多摩川永田地区は様々な調査研究が行われており、比較的パラメータに関する情報が

充実していたことから、流動計算について一定の再現性を確認することができた。

今後実際の流域を対象とした検討を行う際には、まず既存資料に基づくパラメータの値の設定、流動計算を行い、パラメータに関する情報の蓄積度合い、再現性等の確認をすることが重要である。既存資料の整理や流動計算の結果、不足している情報や、再現結果に求められる精度、信頼性等を確保するために現地調査等によってさらに詳細に把握すべき項目があれば、モニタリングやボーリング調査を行い、パラメータを再設定する必要がある。

## 4. 管理法の枠組の考え方

シミュレーションモデルによって計算した地下水流動やそれに伴う汚染物質の挙動をもとに、管理法について検討を行った。

本研究では、旧西ドイツ等で行われている「汚染物質が井戸に到達するまでの時間や距離による保全地域のゾーニング」の考え方を参考に、シミュレーションモデルによって算出した汚染物質の河川への到達時間を主軸とした管理の考え方について検討を行った。旧西ドイツ等の対策が、地下水の汚染防止（予防的措置）を目的としたものであるのに対し、本検討においては、地下水および地下水を経由した河川の汚染防止（予防的段階）と漏洩事故発生時の対応（危機管理段階）の両段階について、汚染物質の特性に応じた管理方法の考え方を整理した。また、旧西ドイツ等におけるゾーニングでは、各エリアの範囲は固定されている一方、本研究で提案した管理方法は、モニタリング体制や漏洩防止策、汚染対策技術等のレベルに応じてエリアの範囲を柔軟かつきめ細かく設定することを想定しており、こうした汚染物質漏洩に対する多様な対策を組み合わせた管理の検討に活用できるものであるといえる。

なお、概念図を図-3に示す。

#### ① 予防的段階

流域のある場所からの漏洩発生から水域へ到達するまでの時間を  $T_1$  とおく。  $T_1$  は、対象物質の種類、土壌・地下水中の物質挙動、水域周辺の地形・地質構造等によって決まってくるものと考えられる。また、漏洩発生に適切に対処し、水域への影響を未然に防ぐのに要する時間を  $T_2$  とおく。ここで  $T_2$  は、過去の漏洩等における対応の基本パターンから、次の式で決定されるとする。

$$T_2 = t_1[\text{漏洩発生からその発見までに要する時間}] + t_2[\text{調査に要する時間}] + t_3[\text{対策に要する時間}]$$

…(1)

以上の整理より、流域において、突発的な点源での漏洩

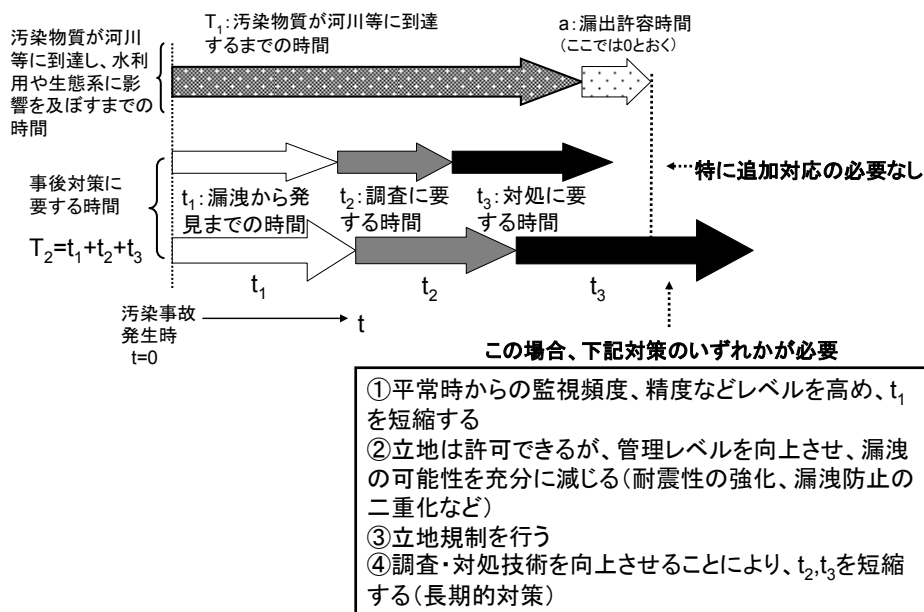


図-3 管理方法の概念図

が水域に悪影響を及ぼすのを未然に防げる条件は、次のようになる。

$$T_1 + a > T_2 \quad \dots (2)$$

ここで、 $a$  は対象化学物質の水域への漏出を許容できる時間である。例えば、環境基準値を大きく下回る量(濃度)で非常にゆっくりと流出する物質であれば、水域の生態系や社会生活への影響が生じるような流出量(濃度)となる前に対策を取る時間の猶予がある。このように、 $a$  は化学物質の漏出速度、有害性、漏出地点の水域の状況、危機管理対応のレベルなどから決まってくる。本研究では、最も厳しい管理を考えて、 $a=0$  として検討を進めた。

一般に、水域からの距離が小さいほど  $T_1$  は小さくなるので、水域近くでは式(2)を満足させることが難しくなる。この場合、漏洩の可能性をゼロにするような対策が必要となる。式(2)を満足しないエリアが河川区域の範囲内にとどまれば、現行の管理制度の枠組みを大きく変える必要は出てこないが、その範囲を超える場合には、河川区域外における漏洩可能性 0 を実現するための方策(立地規制や化学物質貯蔵・利用の管理レベルの引き上げ)の検討が必要になってくる。これに対し、式(2)を満足しないエリアを小さくすること、すなわち  $T_2$  を小さくすることも有力な代替方策となりうる。 $T_2$  を構成するもののうち、 $t_1$  は漏洩事象の監視レベルを引き上げることによって、 $t_2$  と  $t_3$  は漏洩発見後の対応レベルを引き上げることによって、それぞれ小さくすることが可能と考えられる。以上のように、式(1)(2)は、管理法を様々

な観点から検討していく上で基本になるものと考えられ、したがって、 $T_1$  の特性を把握し、わかりやすく示す手法が、管理手法検討の中でも鍵になると言える。

#### ② 危機管理段階

土壌・地下水を経由した汚染は、表流水を経由した汚染に比べてどの水域に汚染物質がいつ頃到達するかがわかりにくい。しかし、水域への到達時間や汚染物質の拡散経路を計算できるツールがあれば、人為的あるいは突発的な化学物質の漏洩が起きた時にいつまでどの範囲でどのような対策を行ったら良いか検討するのにも有効である。あるいは、水域への化学物質の漏洩が発見された時、その物質の特定と PRTR データの活用も併せて行うことにより、汚染源の絞り込みが容易となる。

以上のように、汚染物質の拡散経路や水域への到達時間の組み合わせの計算結果を主軸として、予防的段階、危機管理段階それぞれにおける化学物質の管理法の考え方を整理することができる。

### 5. 土壌・地下水汚染対応マップ

#### (1) 作成方法

4 で提案した考え方の枠組に基づいて、シミュレーションモデルによる計算結果を現場の管理に活用するためのツールとして、土壌・地下水汚染対応マップを試作した。試作にあたっては、汚染物質がどのような経路で、どのくらいの時間で拡散していくかを把握できるようにするため、対象フィールドにおける地下水の流動状況や、

それに伴う汚染物質の拡散状況を、流線ベクトル線やコンターを用いて表示することとした。

また本研究では、地下水流動や汚染物質の挙動把握などシミュレーションモデルによる計算結果を、土地利用やPRTRに基づく届出事業所位置など様々な情報と重ね合わせることによって汚染物質の管理に関する検討に活用できるように、計算から図示までの一連の作業をGIS上で行えるようにシステムを構築した。

#### a) 地下水流線の計算

まず任意の地点を設定し、その地点から河川に向かってどのように地下水が流れているか（流線フォワード）、その地点にはどのような経路で地下水が流れ込んでいるか（流線バックワード）の2つの経路について計算を行った。流線フォワードは、ある地点から汚染物質が流出した場合、どのような経路で河川に到達するかを検討する場合に主に用い、流線バックワードはある地点で発見された汚染物質が、どのような経路をたどってその地点に到達したかを検討する場合に主に用いる。地下水流線の計算結果を図-4に示す。

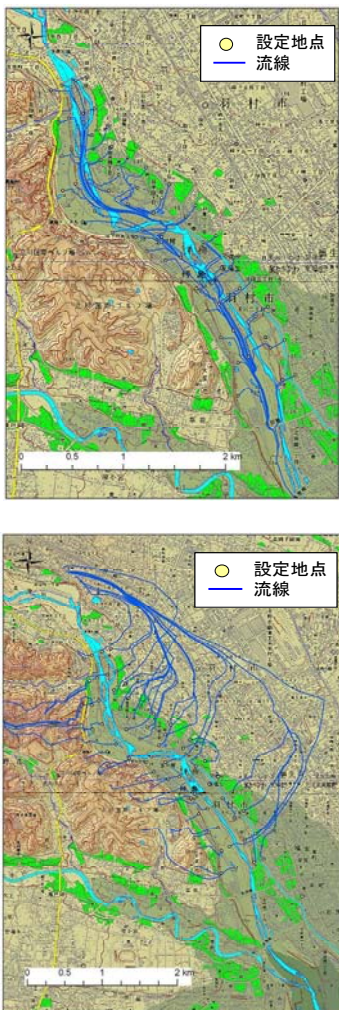


図-4 地下水流動図（上：流線フォワード  
下：流線バックワード）

#### b) 物質拡散状況の計算

a)で計算した地下水流動に伴う検討対象物質の拡散状況についてシミュレーション計算を行い、マップを作成した。

ここでは、ヒ素のケースについて示す。まず、ヒ素が流出したと仮定する地点（流出点）を任意に設定した。また、河道内（図-4上の図において地下水が収束している部分）に検出地点を設定した。流出点から流出したヒ素が検出地点で検出されるまでの時間が「河川への到達時間」となる。検出地点がまばらに分布していると、検出地点までの距離が長い流出点と短い流出点ができってしまう（図-5参照）ため、検出地点は河道を埋めるように数多く設定した。

次に、物質量の設定を行った。ヒ素は水に易溶であり、地下水に溶けて拡散することから、表-2中の「流出濃度」で示す濃度のヒ素水溶液が流出すると設定した。用いたシミュレーションモデルでは、水溶液濃度を用いる際に体積濃度で表現するため、表に示す体積濃度を設定した。この水溶液が1日にどのくらいの量流出したかを設定したものが表-2中の流出量である。設定した流出濃度、流出量は、固体のヒ素に換算すると1日50kgの流出に相当する。さらに、検出地点にヒ素が到達したと判断する基準となる検出濃度を、環境基準値の1/10である0.001mg/lと設定した。

なお、ここで設定した物質量・検出濃度は、実際の汚染事故や現場における対応の目安等に基づく値ではなく、枠組を検討する上でヒ素の拡散時間が対応マップ上である程度明確に表現されるように設定したものである。

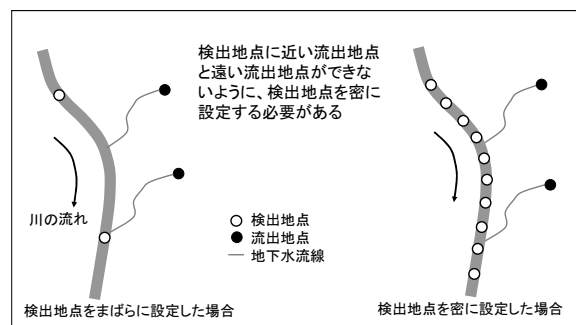


図-5 検出地点の設定

表-2 設定したヒ素の流出量および検出濃度の値

流出濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.17452
流出水溶液量 (m <sup>3</sup> /day)	0.05
検出濃度 (mg/l)	0.001

設定した濃度・水溶液量で流出点 A から流出したヒ素が、検出地点のいずれかにおいて検出されるまでの時間が「(流出点 A から流出した)ヒ素の河川への到達時間」である。なお、今回のケースでは、検出地点で検出されるまでヒ素が流出し続けると仮定した。

流出点すべてにおいてヒ素の河川への到達時間を計算し、到達時間が同じ地点を色分けしたコンター図が図-6 である。流出地点以外の場所については、使用したGISソフト(ESRI ArcGIS 9.0)の補間計算機能を用いて到達時間を推定した。図-6から、川をはさんで左右250mほどの範囲では、ヒ素が流出した場合1ヶ月以内に河川に到達する計算になっていることが分かる。

## (2) マップの活用法の提案

4 で提案した管理方法の考え方をベースとして、予防的段階として①事故により物質が漏洩したケース、危機管理段階として②水域において漏洩が発見されたケースについてマップの活用法を提案した。なお、以下で想定した汚染物質貯蔵施設の対処等に要する時間は、マップの活用法を検討するために任意で設定した値であり、実際の施設に基づく値ではない。

### ①事故による漏洩を想定したケース

ここでは、10日に1回、漏洩のチェックを行っている汚染物質貯蔵施設を想定した。この施設における $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ は次のように仮定した。

$t_1$  (漏洩発生から発見までの時間)  $\leq 10$  日。

$t_2$  (周辺への拡散状況等の調査に要する時間) =5 日。

$t_3$  (矢板の設置や汚染地下水の浄化などの対処に要する時間) =60 日。

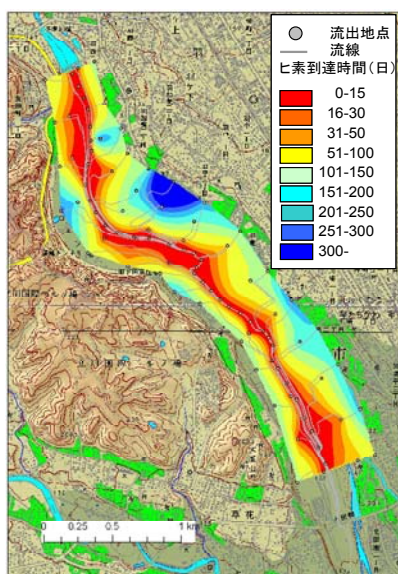


図-6 ヒ素の河川への到達時間図

上記の設定から、この施設の場合、漏洩発生から対処の完了まで最大 75 日を要することになる。ここで、マップにおいて汚染物質が河川に到達するまでに 75 日を要する範囲より外側のエリアについて見ると、万が一想定した施設から汚染物質が漏洩した場合でも、汚染物質が河川に到達するまでに対処できるため、拡散経路上の土地利用に関わる問題がなければ特に立地規制などの必要はないと考えられる(図-7中の①)。また、 $t_1$ はモニタリング頻度を高めることなどにより短縮することが可能であるため、河川への到達時間が  $65+t_1$  日~75 日であるエリアでも、監視頻度・精度の向上などの追加対策で対応が可能であると考えられる(図-7中の②)。しかし、 $65+t_1$  日より河川に近いエリアについては、想定した施設から汚染物質が漏洩した場合を考えると、対処が完了するまでに汚染物質が河川に到達することになるため、漏洩防止策を強化する、立地規制を行うなど、図-5に示した①~④のいずれかの対策が必要となると考えられる(図-7中の③)。

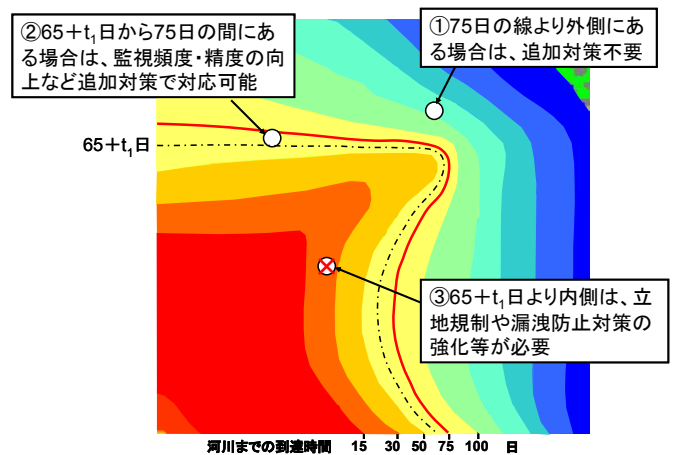


図-7 事故による漏洩を想定した場合のマップの活用例

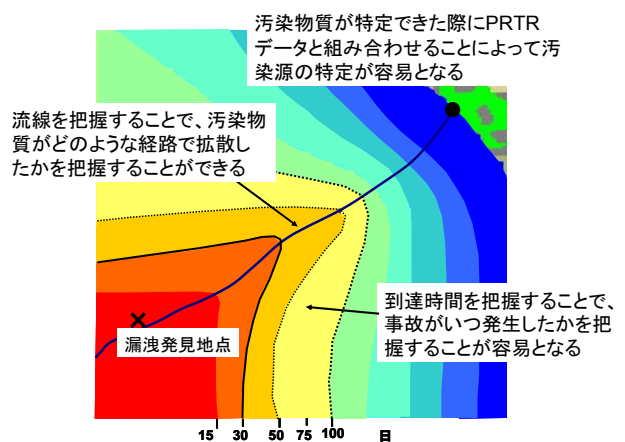


図-8 汚染物質発見時におけるマップの活用例

このように、マップを用いることにより、立地規制など厳しい監視・管理体制が必要なエリアや通常の管理体制で対応可能なエリアの設定など、施策のグレードの検討に活用することができる。

②漏洩した汚染物質が水域などで発見されたケース  
 土壌や地下水を介した汚染は、表流水を介した汚染よりも汚染源や拡散経路を把握するのが難しい。しかし、マップによりあらかじめ地下水の流動やそれに伴う汚染物質の拡散状況、PRTRに基づく事業所位置などを把握することが可能となれば、万が一水域等で汚染物質が発見された際に、重点的に調査や対処を行うべき範囲や汚染源を速やかに特定することができ、 $t_2$ 、 $t_3$ の短縮につなげることができると考えられる（図-8）。

## 6. 結語

結語にかえて、ここまでの検討を踏まえて、河川管理者が現場において化学物質漏洩に適切に対応するための管理の枠組を図-9の通り提案する。

まず、対象流域における化学物質取扱状況の変遷や漏洩事故の実績等から、対象流域において漏洩発生の可能性のある物質を整理する。これらの物質について、漏洩した場合の危険性や場合によっては全国的な使用状況等を考慮し、対象物質の優先順位付けを行う。

次に、流動計算のパラメータを設定するため、対象流域の水文・地形等特性を把握する。このとき、まずは対象流域に関する既往の調査結果や文献等をもとにパラメータの設定を行い、既存資料で不足している情報があった場合や流動計算の再現性が低い場合等に、必要に応じてモニタリング等現地調査を行う。

ここまでの検討を踏まえて流動計算を行い、その結果をもとに対処マップを作成する。作成した対応マップは、4章で示した管理の考え方に基づく化学物質漏洩への対応の検討に活用できる。4章で提案した管理の考え方は、土地利用などを考慮していない、もっとも単純なケースを想定したエリアの設定を行っている。しかし実際には、その地域の土地利用や人口の密集の度合いなど、様々な要素がエリアの範囲設定に影響をおよぼすため、例えば本研究で提案した考え方をもとに「立地規制など厳しい規制が必要なエリア」とした地域が、実際には人口密集地域と重なっていることも考えられる。こうした地域では、モニタリングの頻度を高める、建造物の壁を二重にするといった漏洩防止策を何重にも実施するなど、立地規制以外の対策による事故防止策の強化が必要であると考えられる。

このように、対応マップに土地利用やPRTRデータ等を重ね合わせ、地域の社会的特性を考慮した検討を行うことが重要である。

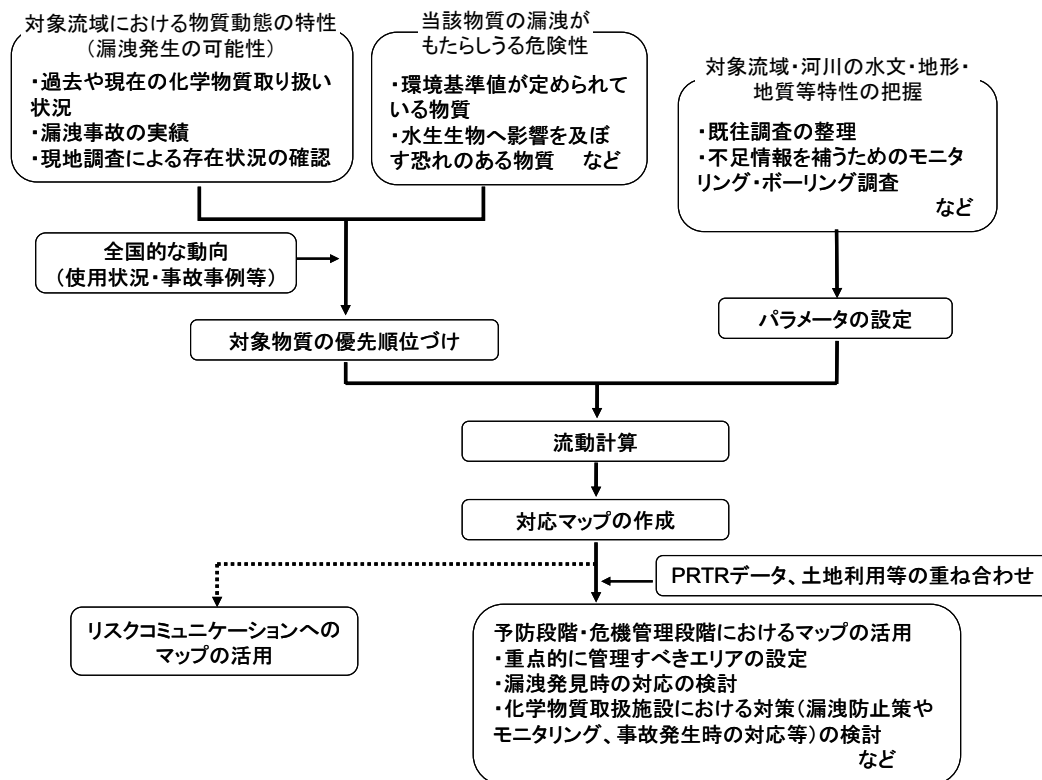


図-9 河川管理者が現場において化学物質漏洩に対応するための管理の枠組



本稿では、河川管理者が現場での管理法の検討を行う際の対応マップ活用法について述べた。一方、この対応マップは事業者や住民など関係者への情報提供、および近年取り組みが進められているリスクコミュニケーションのツールにもなりうると思われる。

今後は、マップ作成法やこれを用いた管理の考え方・枠組案を河川管理者や水質汚濁対策連絡協議会、自治体の関係部局に紹介し、活用を図るなど、本研究成果の活用方法についてさらに検討を行っていきたい。

#### 参考文献

- (1) 日本地盤環境浄化推進協議会 監修 (2003) : 土壌・地下水汚染の実態とその対策. オーム社. pp. 45
- (2) 環境省 : 土壌汚染対策法. 環境省 HP <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H14/H14HO053.html>
- (3) 環境省(1989) : 水質汚濁防止法の一部を改正する法律の施行について. 環境省 HP <http://www.env.go.jp/hourei/syousai.php?id=5000052>
- (4) 環境省(1996) : 水質汚濁防止法の一部を改正する法律の施行について. 環境省 HP <http://www.env.go.jp/hourei/syousai.php?id=5000067>
- (5) 環境省 : PRTR インフォメーション広場-PRTR とは-. 環境省 HP <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/about/index.html>
- (6) 土壌・地下水汚染対策欧州視察団 編 (1998) : 地下水問題とその解決法-ヨーロッパに見る汚染対策. 環境新聞社. pp.135-141
- (7) 南山 瑞彦, 山縣 弘樹 (2004) : 土壌・地下水汚染が水域に及ぼす影響に関する研究. 国土技術政策総合研究所資料.平成 16 年度下水道関係調査研究年次報告書集. pp.157-160
- (8) 登坂ら (1996) : 地表流と地下水流を結合した 3 次元陸水シミュレーション手法の開発. 地下水学会誌. 第 38 巻第 4 号. pp.253-267

### Proposal of management framework for coping with potential soil and groundwater contamination in a watershed to influence its rivers and lakes.

Seikou FUKUDA, Tsuyako FUJII, Koh-ichi FUJITA, Hiroyuki SUZUKI, Takeshi NOMOTO, Katsuhiko OONUMA, Mizuhiko MINAMIYAMA, Hiroki YAMAGATA

In this research, we proposed a management framework for coping with the contamination in public water areas such as rivers and lakes due to chemical compound leakage to soil and ground water in their watershed. As a fundamental tool for the management, we developed the system of making a simulation-based map of substance flows transported by ground water around a public water area. The map enables river administrators to appropriately take various measures in both a precaution stage and a stage after a leakage.