

土壌・地下水汚染の水域への拡散対策に関する提案

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 藤井 都弥子

1. はじめに

水質汚濁防止法の改正や土壌汚染対策法の制定など、土壌・地下水汚染を防ぐための監視体制や法律の整備が進められてきたが、水質事故や土壌環境基準値超過事例は近年増加の傾向にある。こうした土壌・地下水汚染は、伏流水や河川水等にまで広がる可能性が高く、さらに地下水を介した汚染物質の拡散は見えにくいいため、新たな対策の検討が必要である。一方、1999年に汚染物質排出移動量届出制度（PRTR）が制定されたことにより、指定汚染物質を扱う事業所の位置や扱っている汚染物質の種類、量などを把握することができるようになった。今後は、河川管理者がこうした汚染物質に関連する情報などを組み合わせた河川管理手法を検討していくことが必要であるが、そのためのツールはまだないのが現状である。

2. 対象とする地域及び物質の選定

地下水の流動は、その地域の地質や土地の勾配、降水量等によって大きく変化する。そこで本研究では、万が一突発的な汚染が起こった際に、汚染の拡散が早く、河川等の表流水まで到達する時間が短いと考えられる礫床河川地域を対象とし、多摩川永田地区をモデル地域として選定した。

検討対象とする汚染物質については、土壌汚染対策法や水質汚濁防止法などにおける対象物質、突発的な汚染事故のおそれがある物質という観点から絞り込み、次に土壌や地下水中の移動形態などをもとにそれらの物質群を3つのカテゴリーに分類し、今回は各カテゴリーの代表的な物質としてヒ素、ベンゼン、トリクロロエチレンの3物質を選定した（図-1）。

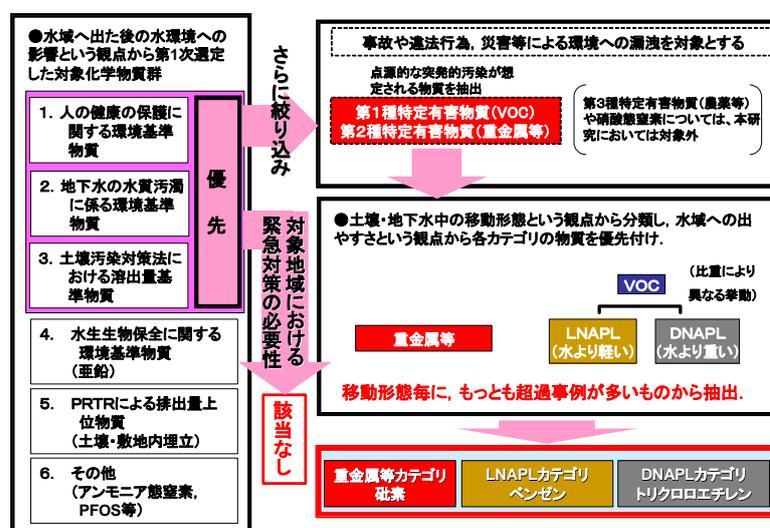


図-1 検討対象物質選定の流れ

3. 予防的段階・危機管理段階における管理法の考え方

汚染物質の管理方法については、管理段階を予防的段階および危機管理段階の2つに分け、各段階における考え方を整理した。

予防的段階においては、漏洩から発見、汚染土壌・地下水の除去・浄化といった対処に要する時間と汚染物質が河川等水域へ到達する時間を把握することにより、例えば対処に要する時間のほうが汚染物質の水域への到達時間より長い地域では、より厳しい対策を実施するなど施策の優先順位付けを行うことができる。

危機管理段階においては、あらかじめ地下水の流れやPRTRに基づく届出事業所位置を把握しておくことにより、汚染物質が水域で発見された際に重点的に調査すべき範囲や汚染源の特定に役立てることができる。

以上のように、汚染物質の水域への到達時間と拡散経路を主軸として、汚染物質の管理方法を整理できることから、この2つを把握できるマップを作成することとした。

4. 土壌・地下水汚染対応マップの作成

本研究では、既往の研究結果やシミュレーションモデルを活用し、地下水流動や地下水に沿って拡散する汚染物質の挙動を計算できる数値モデルを作成した。また、モデルによる結果を、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で汚染物質の管理に関する検討に活用できるよう、計算から図示までの一連の作業をGIS上で行えるようにした。

シミュレーションモデルにおいては、まず各物質が流出する位置を複数設定し、その位置から地下水が河川へ向かってどのような経路で流れるかについて計算を行った。次に、物質流動計算の前提となる、漏洩点から流出する物質と、河川において物質が到達したと判断する検出濃度について設定し、各物質の河川への到達時間について計算を行った。

上記の地下水流動・汚染物質挙動予測計算結果を基に、検討対象地域における地下水の流動状況や、対象汚染物質が河川に到達するまでの時間の分布状況をマップとして表示した。図-2に対象3物質のマップの例を示す。ベンゼンとトリクロロエチレンは、水にごくわずかに溶けて拡散するものと原液のまま拡散するものとの2つの経路をとるが、ここでは河川に到達するまでの時間が短い水に溶けて拡散する経路について示している。

ベンゼンとトリクロロエチレンについては、計算条件として同じ漏洩量、河川における検出濃度を設定している。トリクロロエチレンに比べ、ベンゼンは到達までにより長い時間がかかる。これは、水への溶解度や比重、揮発量、土壌への吸着度等物性の違いによるものと考えられるが、今後さらなる検討が必要である。

また、土地利用状況や地形・地質構造、PRTRデータ等の情報を整理し、計算結果と共に各情報をレイヤーとして表示することにより、任意の情報を重ね合わせて表示できるようにした。

なお、本研究においては、現時点で活用できる情報をもとにした、現場において河川管理者が汚染物質の管理方法を検討するための考え方の提案やツールの作成を主眼に置いており、新たな現地調査や室内実験等は行っていない。具体の地域における実務への適用に

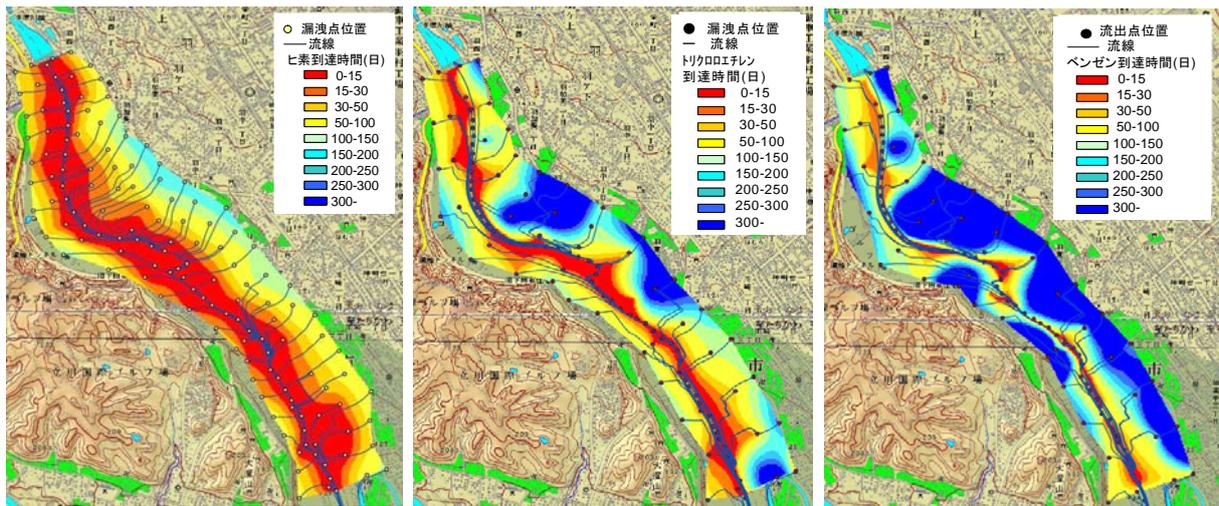


図-2 (左から) ヒ素、トリクロロエチレン、ベンゼンの土壌・地下水汚染対応マップの例

あたっては、ここで提案した管理法のフレームを踏まえつつ、モデルそのものの適用性の確認や、各パラメータの同定、設定についてさらに検討を行う必要がある。

5. 作成したマップの活用例

3. において整理した考え方に基づくマップの活用例として、①事故による漏洩、②水域において漏洩が発見されたケースについて示す。

①事故による漏洩のケース

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。また、漏洩が発覚した際の汚染状況の調査に5日、汚染地下水等の浄化に60日を要すると仮定した。つまり、この施設で汚染物質が漏洩した場合、漏洩から汚染地下水等の浄化までに最大75日を要する。この施設が、マップにおける汚染物質の河川への到達時間75日の範囲より外側にある場合、通常の監視体制で漏洩事故に対応可能である。また、漏洩チェックの頻度を高めることで対応可能な範囲については、例えば現在10日に1回のチェックを毎日にするなどで対応できる。しかし、それよりさらに内側にある場合は、漏洩防止策の強化、立地規制等厳しい対策を行う必要がある(図-3)。

このように、通常の監視体制で対応可能なエリアや立地規制等厳しい対策を行うべきエリアの設定など、施策の優先順位付けの検討に役立てることができる。

②漏洩した汚染物質が水域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ことが難しいが、マップによりあらかじめ地下水の流動やPRTRに基づく事業所位置などを把握することにより、万が一河川など水域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る(図-4)。

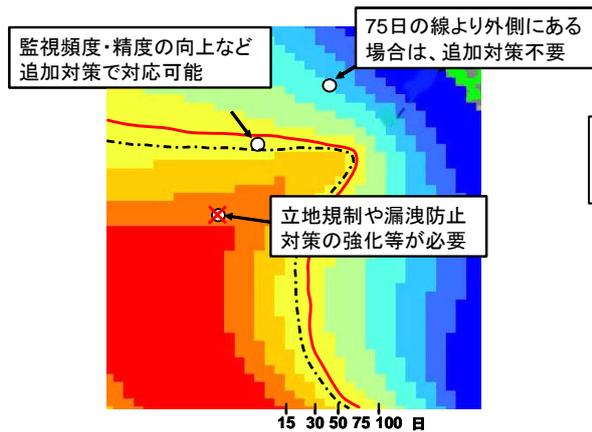


図-3 事故による漏洩の場合の活用例

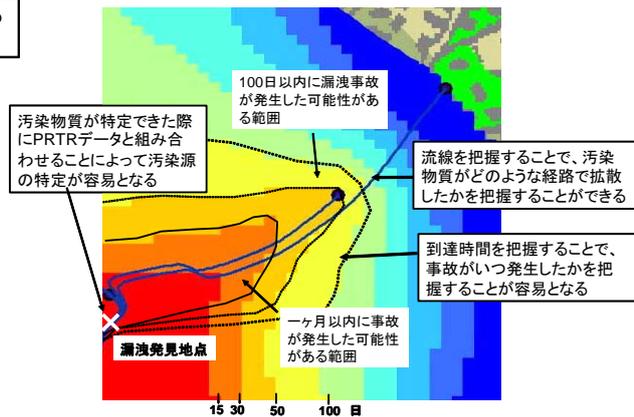


図-4 水域における漏洩発見の際の活用例

6. まとめ

- 汚染物質の漏洩による地下水・伏流水を通じた公共用水域の汚染に関して、予防的措置や危機管理を現場で行う系統だった手法は今まで無かったが、対処方法の考え方を整理し、土壌・地下水汚染対応マップを作成したことにより、現場での対処方法の提案をすることができた。
- 本研究において作成したマップは、PRTR等のデータと組み合わせ、現場において重点的に監視すべきエリアを設定したり、漏洩発見時に汚染源や汚染範囲を特定したりすることに活用できる。
- 本研究では、現地調査や室内実験等を行っていないため、モデルによる計算結果と現地の実態との比較検証には至っていない。実務への適用に際しては、この点を踏まえ、必要なモデル検証やパラメータ同定を行っていく必要がある。また、こうした結果を集約して、基礎的知見として蓄積していくことが重要である。

<参考文献>

- 登坂 博行、小島 圭二、三木 章生、千野 剛司 (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