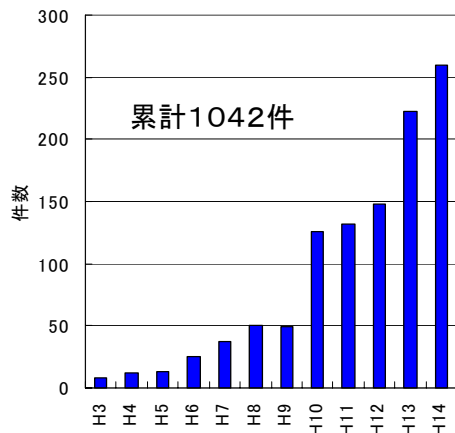


土壌・地下水汚染が水域に及ぼす影響 に関する研究

プロジェクトリーダー
環境研究部長 福田 晴耕

①国内における土壌・地下水汚染の現状

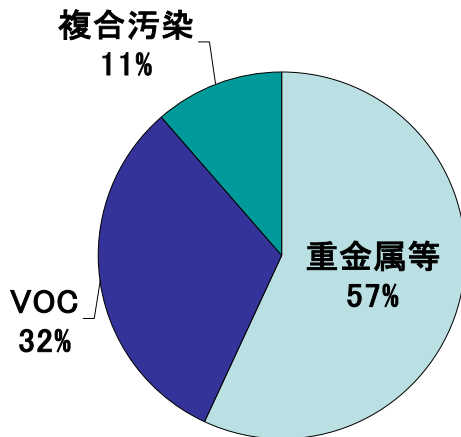
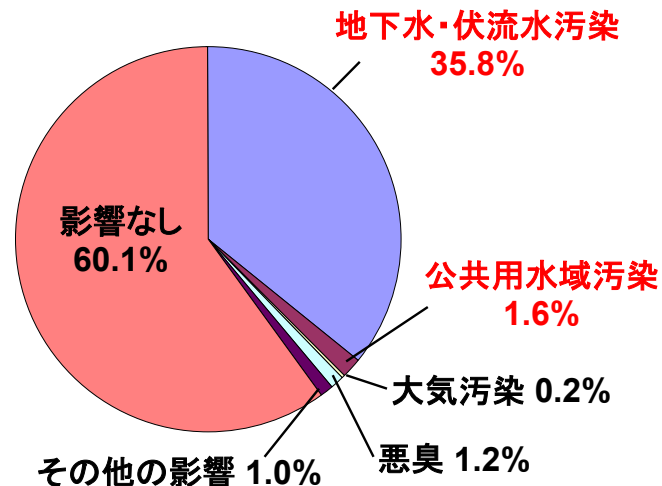
●土壌環境基準値超過事例が、近年増加の傾向にある。



土壌汚染判明数の経年変化

超過事例1042件中、回答の得られた868件について

土壌汚染時に見られた
他の汚染事例
(因果関係は未確認)



土壌汚染時の検出物質

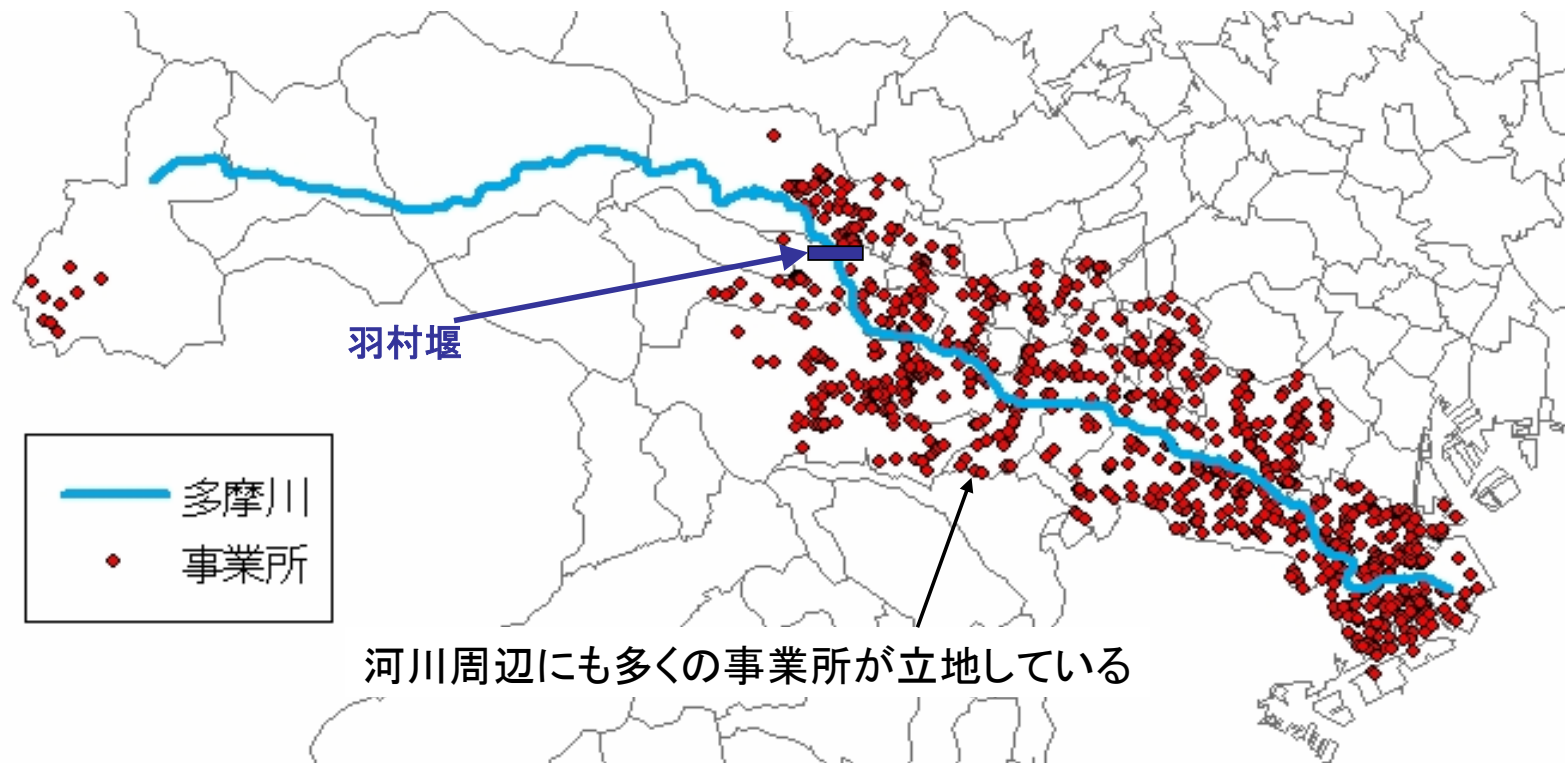
※VOC:揮発性有機化合物

複合汚染:重金属等とVOCいずれも確認されたケース

- ・「平成14年度土壌汚染調査・対策事例及び対応状況に関する調査結果の概要」(環境省)より引用
- ・この調査では、土壌中のダイオキシン類にかかる事例、および農用地土壌汚染事例は対象外

多摩川流域におけるPRTR届出事業所の位置(平成15年度)

※化学物質排出移動量届出制度(PRTR)が1999年に制度化され(届出結果の公表は2002年度末から)、指定化学物質を扱う事業所の位置や扱っている化学物質の種類などを把握することができるようになった。



河川管理者が、こうした情報と組み合わせて河川管理に活用していくためのツールが必要である

研究の実施体制と化学物質リスク総合管理技術研究イニシアティブとの関係

第2期科学技術基本計画 重点4分野

ライフサイエンス

情報通信

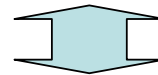
環境

ナノテク・材料

化学物質リスク総合管理技術研究イニシアティブ

厚生労働省 農林水産省 経済産業省 環境省 国土交通省

- 環境中の化学物質の実態把握
- 化学物質の有害性、曝露に関するリスク評価 など

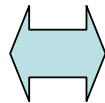


研究分担

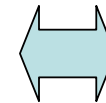
連携・研究分担

土木研究所

- 地盤環境汚染の制御技術の開発
- 都市排水中の化学物質の挙動



国土技術政策総合研究所
環境研究部
下水道研究部



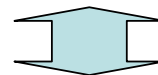
協力・連携

各地方整備局
(事務所)

地方自治体

土壌⇔地下水⇔河川を通じた、水域への影響
に関する研究(総合的な管理手法の提案)

- 地形・地質データおよび水質データ提供
- 現地における協力



連携・成果活用

産業技術総合研究所

- 地質・地下水流動データ等
- 土壌汚染調査・評価・管理手法の開発
- 土壌・地下水汚染のリスク評価

土壌・地下水汚染が水域に及ぼす影響に関する研究（当初計画からの変更）

当初計画(事前評価時)

区分	16年度	17年度	18年度
I.国内外の土壌・地下水汚染の実態把握			
①現状の地下水モニタリングの把握と効果及び活用可能性の検討			
②モデル流域における、地下水を介した汚染物質の移動・拡散、質的変化状況の把握			
II.土壌・地下水を介した水域汚染のメカニズム解明と予測手法の開発			
③実態分析と地下水モデルを利用した汚染物質の移動・拡散・質的変化メカニズムの解明と予測手法の開発			
④化学物質毎の特性に着目した適切な管理手法と河川・湖沼などへの影響に関する検討			
III.土壌・地下水汚染対応マップの作成と活用法の提案			
⑤河川・湖沼付近の諸施設が地下水を介して水環境を汚染する可能性の検討			
⑥モニタリングのあり方を踏まえた土壌・地下水汚染対応マップの作成とその活用方法の提案			

総合科学技術会議の意見

- ・予算規模に対して研究内容を絞り込み、研究計画に具体性を付与した上で、実施する必要。
- ・研究対象を、河川管理において問題となるテトラクロロエチレンなどの指標的な物質について、汚染が速やかに影響を受ける扇状地礫床河川とその周辺地域に絞るべき。

変更

区分	16年度	17年度
I.国内外の土壌・地下水汚染の実態把握		
①現状の地下水モニタリングの把握と効果及び活用可能性の検討		
②モデル流域における、 地下水中の化学物質モニタリング		
II.土壌・地下水を介した水域汚染予測手法の開発		
③地下水モデルを利用した水域汚染予測手法の開発		
④化学物質毎の特性に着目した適切な管理手法と河川・湖沼などへの影響に関する検討		
III.土壌・地下水汚染対応マップの作成と活用法の提案		
⑤モニタリングのあり方を踏まえた土壌・地下水汚染対応マップの作成とその活用方法の提案		

計画変更内容

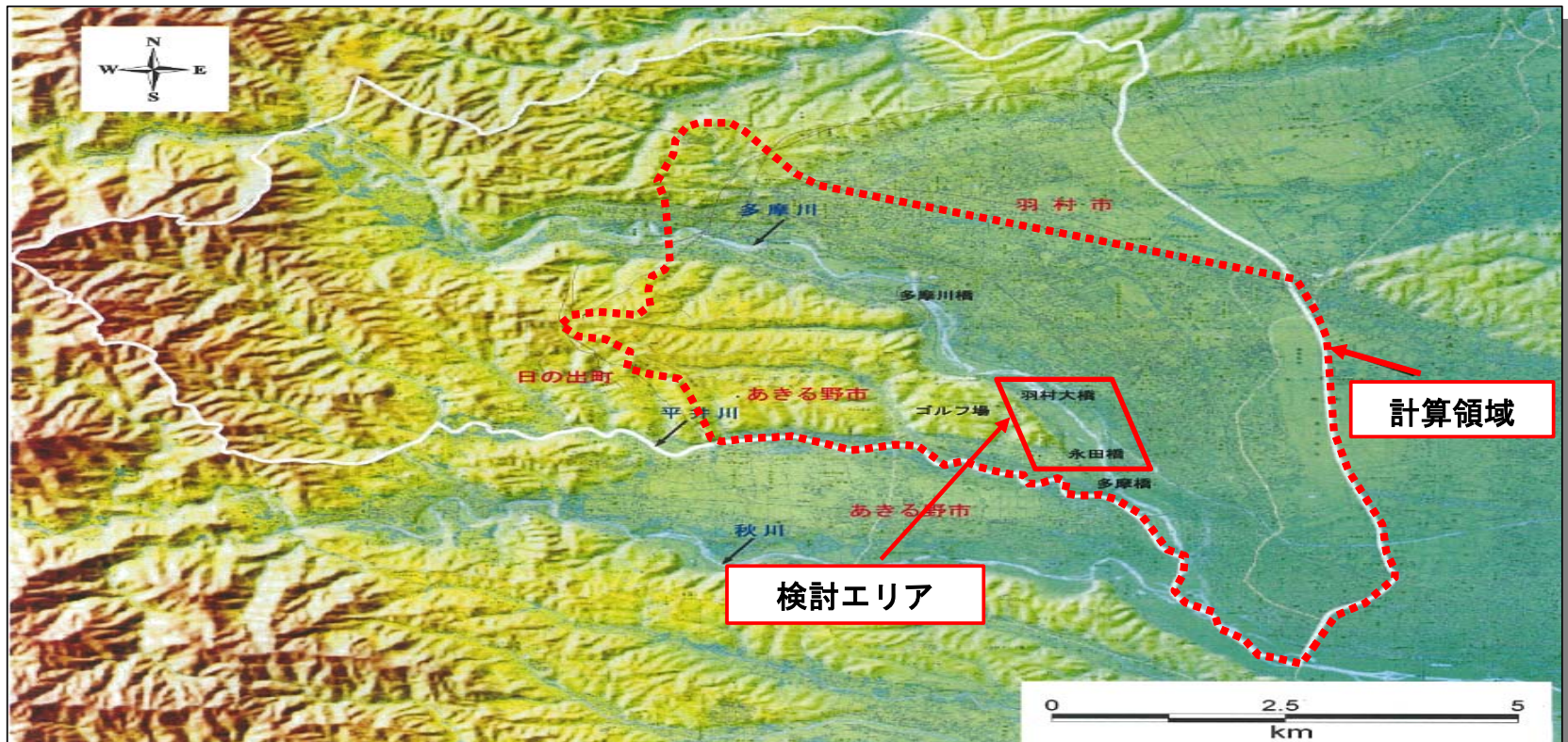
- ・地下水と表流水とのやり取りが活発な扇状地を対象を限定。
- ・「水域に出た後の水環境への影響」、「土壌・地下水中の移動形態」、「水域への出やすさ」等の観点から、対象としてトリクロロエチレン、ベンゼン、砒素の3物質に絞り込み。
- ・地下水流動調査、物質トレース実験、土壌中の物質挙動実験・解析、漏洩等のリスク把握はとりやめ、既存の地下水流動・対象化学物質の挙動予測プログラムを用い、対象物質に応じた土壌・地下水汚染対応マップを作成。

対象地域の選定

地下水と表流水とのやり取りが活発で、到達時間が短いという特徴を持つ多摩川河川区間とその周辺地域にしぼってさらに検討を行った

→化学物質の水域への到達時間が短いので、対策の必要性が高い

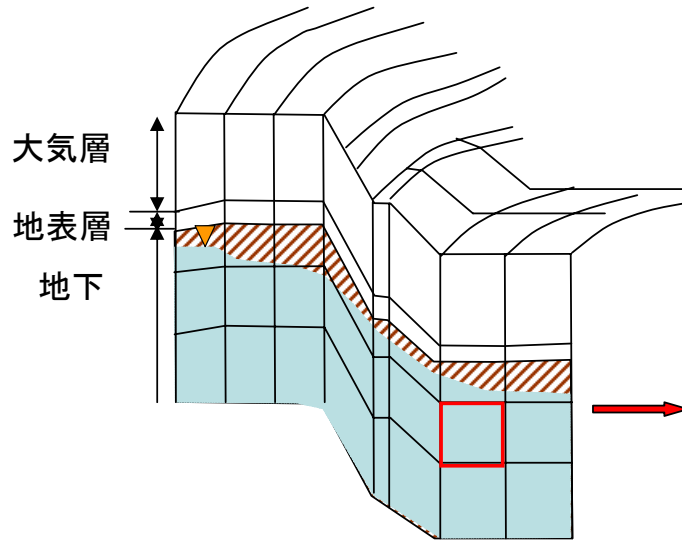
扇状地河川で、礫床河川である多摩川永田地区を選定



用いたシミュレーションモデル

	主要機能	WEPモデル	MODFLOW	Dtransu-3D	GETFLOWS
概要	開発機関	(独)土木研究所	USGS	岡山大学 三菱マテリアル(株) ダイヤコンサルタント(株)	東京大学 GET
	次元	2D	3D	3D	3D
	離散化手法	有限差分法	有限差分法	有限要素法	積分型 有限差分法
地下水流動	地表流との統合	○	—	—	○
	飽和・不飽和	○	飽和のみ	○	○
	透水異方性	—	○	○	○
	空気流との干渉	—	—	—	○
物質移動	多相流れ	—	—	—	○
	密度流	—	—	○	○
	熱移動	○	—	—	○
	移流・分散	—	○	○	○
	吸着(平衡)	—	○	○	○
	吸着(非平衡)	—	○	○	○
	崩壊・減衰	—	○	○	○
	相変化(揮発)	—	—	—	○
	溶解	—	—	—	○

本研究においては、地下水流動や地表水流動を統一的な数学モデルで同時に扱うことができ、物質移動についても多層流れや密度流、移流・分散を表現できるモデルであるGETFLOWSを用いることとした。



降雨データ、土地利用図、地質分布図をもとに格子を切り出す(格子の形は、地形、地質構造にあわせて表現できる)

上記データの外、下表に示す項目を格子の物性データとして入力する

種別	項目
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	地下水図面・地下水位変動・地下水利用状況・透水係数・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

対象物質選定根拠

●水域へ出た後の水環境への影響という観点から第1次選定した対象化学物質群

1. 人の健康の保護に関する環境基準物質

2. 地下水の水質汚濁に係る環境基準物質

3. 土壤汚染対策法における溶出量基準物質

4. 水生生物保全に関する環境基準物質(亜鉛)

5. PRTRによる排出量上位物質(土壤・敷地内埋立)

6. その他(アンモニア態窒素, PFOS等)

優先

さらに絞り込み

対象地域における緊急対策の必要性

該当なし

事故や違法行為、災害等による環境への漏洩を対象とする

点源的な突発的汚染が想定される物質を抽出

第1種特定有害物質(VOC)
第2種特定有害物質(重金属等)

第3種特定有害物質(農薬等)や硝酸態窒素については、本研究においては対象外

●土壌・地下水中の移動形態という観点から分類し、水域への出やすさという観点から各カテゴリの物質を優先付け。



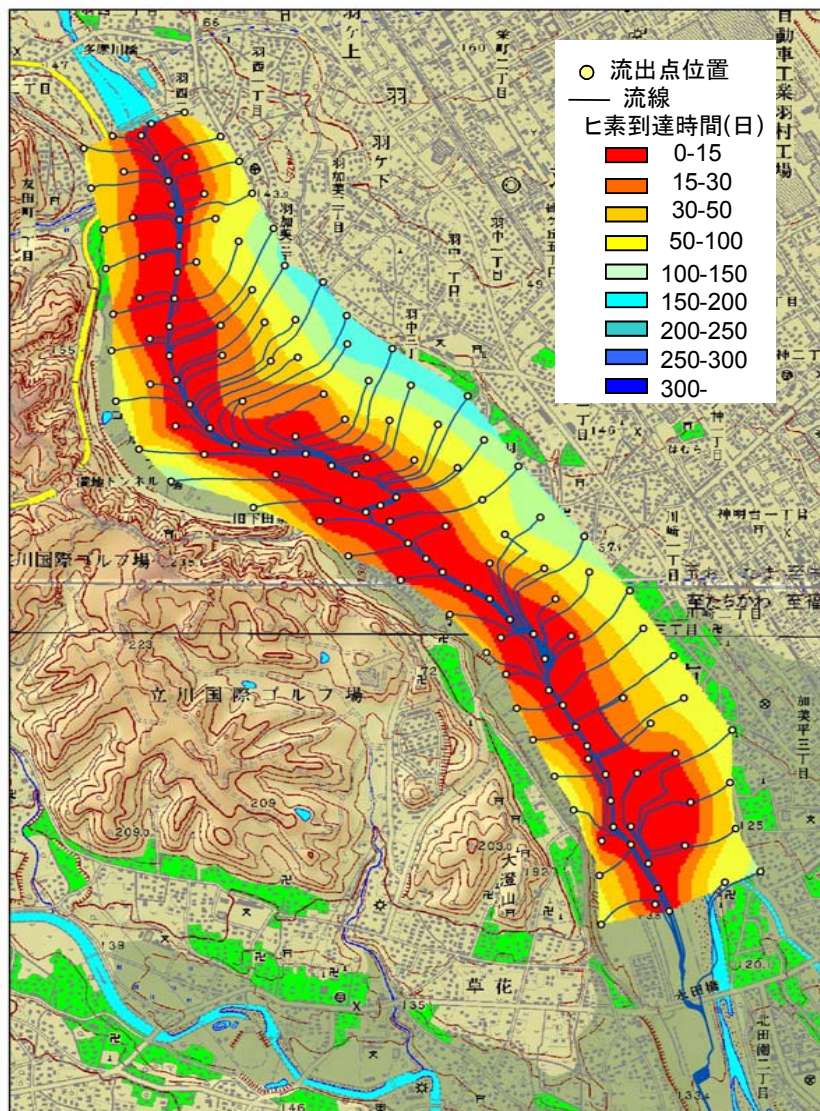
移動形態毎に、もっとも超過事例が多いものから抽出。

重金属等カテゴリ
砒素

LNAPLカテゴリ
ベンゼン

DNAPLカテゴリ
トリクロロエチレン

マップの作成① ヒ素の河川への到達時間図

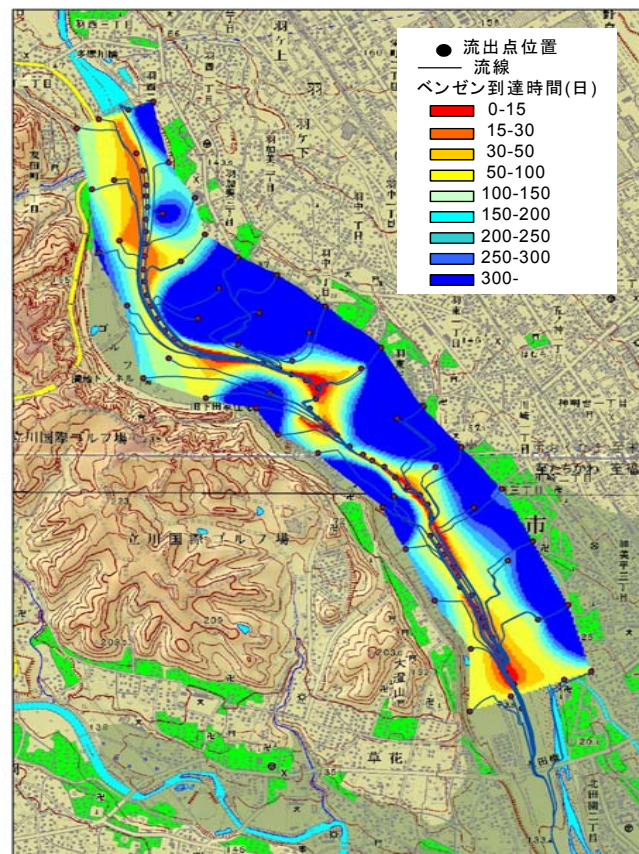
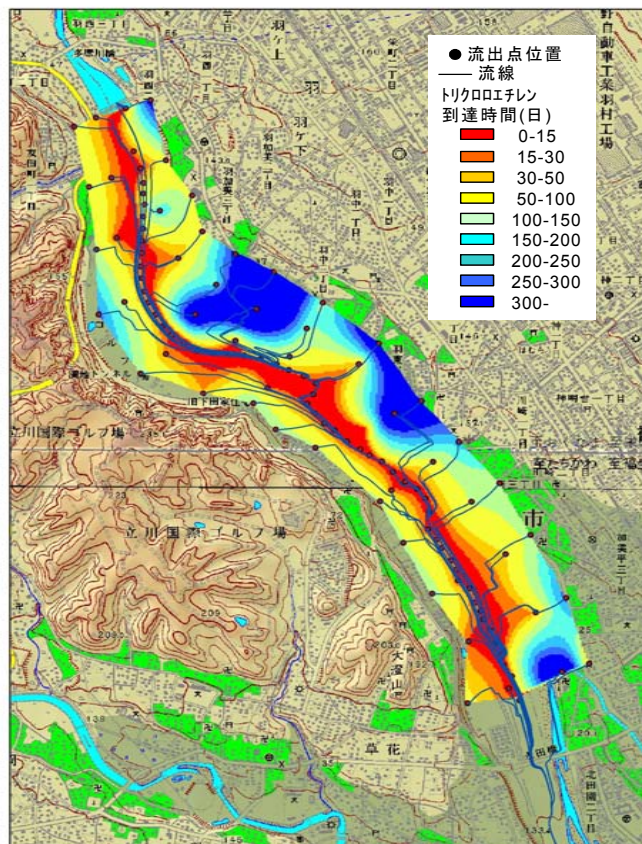


流出した汚染物質水溶液の濃度	0.17452 m ³ /m ³
流出量	0.05m ³ /day
検出濃度	0.001mg/l

マップの作成② トリクロロエチレンおよびベンゼンの河川への到達時間図 (地下水に溶解して拡散するもの)

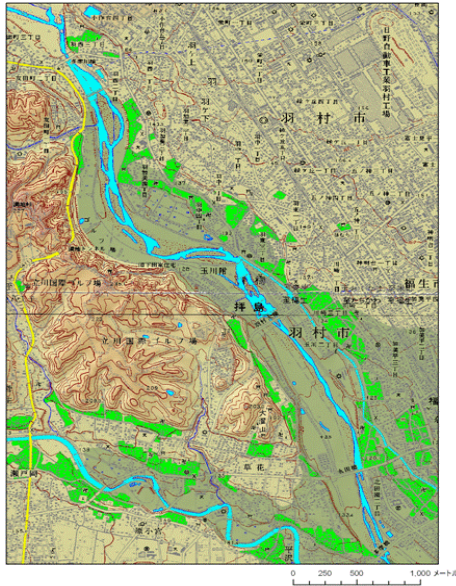
流出量	1.00m ³ /day
検出濃度	0.0001mg/l

設定条件は同じだが、水への溶解度や揮発量など物性の違いによって河川への到達時間は大きく異なっている

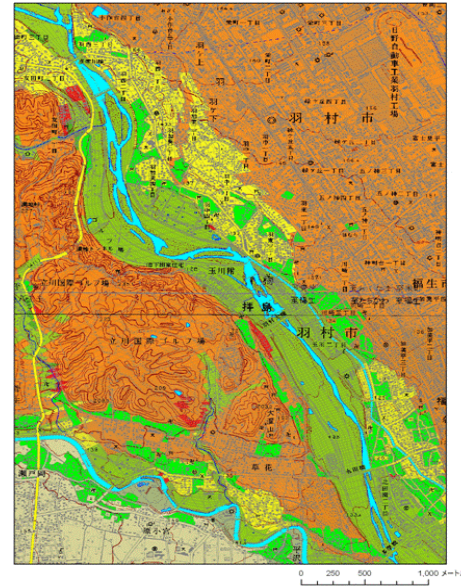


様々な情報の重ね合わせ

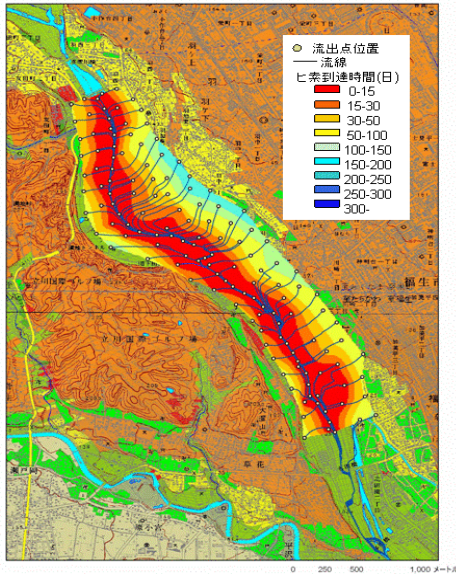
①
地形図



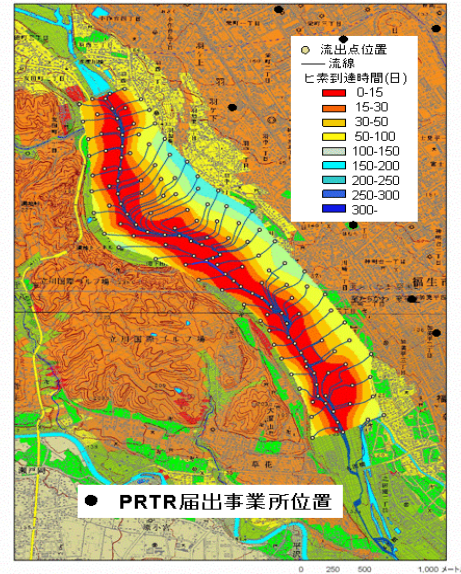
②
地質図を
重ね合わせ



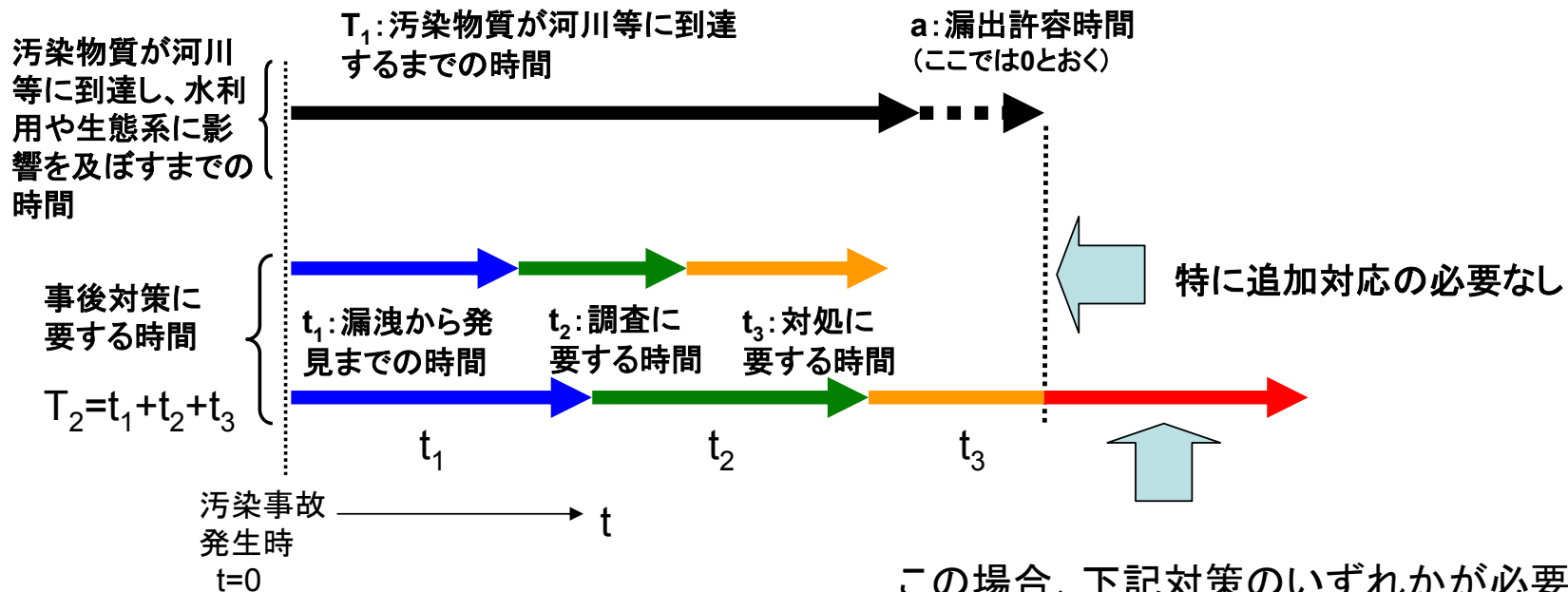
③
汚染物質
到達時間図を
重ね合わせ



④
事業所位置を
重ね合わせ



流域における化学物質等の漏洩に対する最適な管理手法を決めるための枠組み

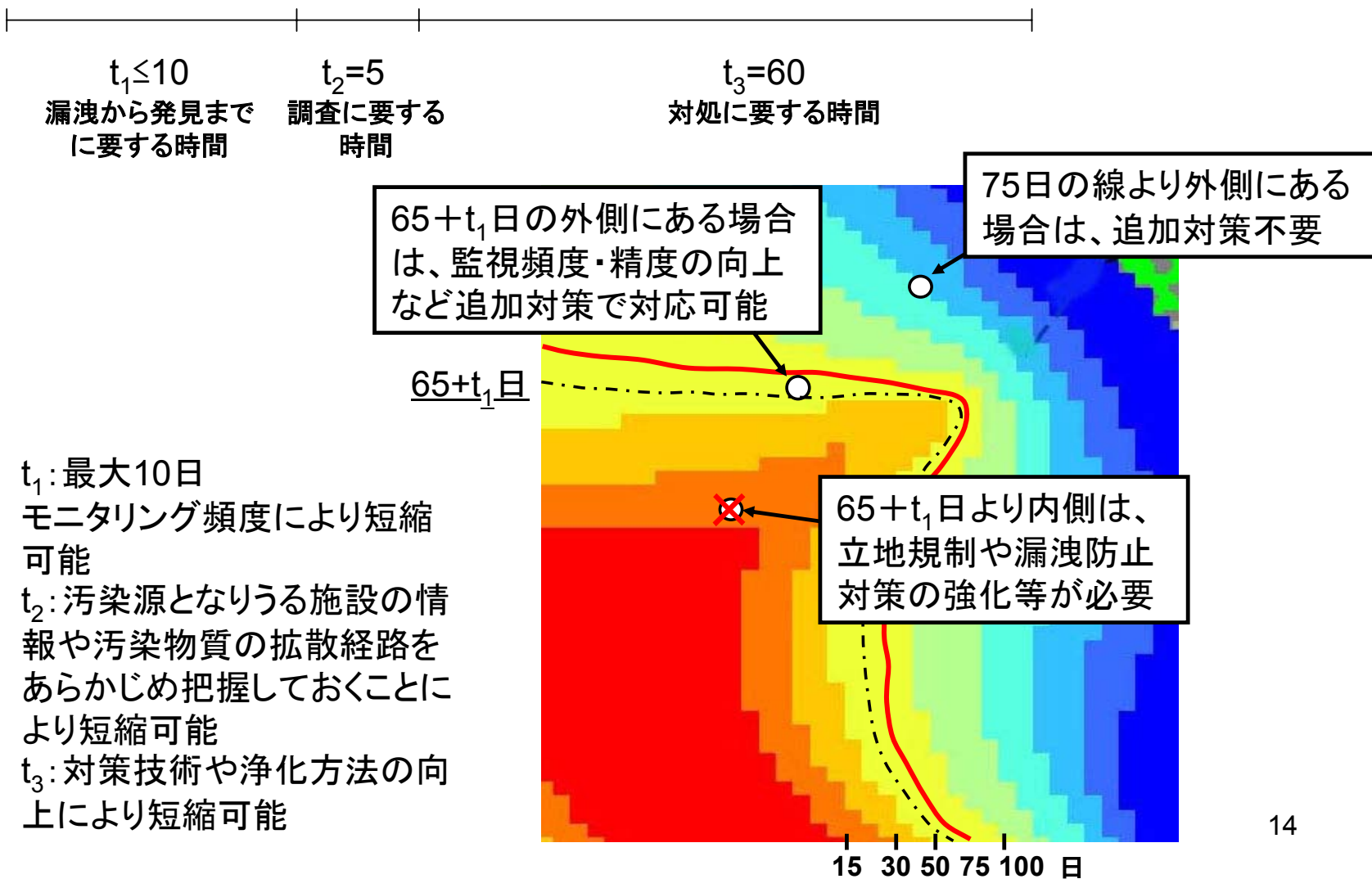


この場合、下記対策のいずれかが必要

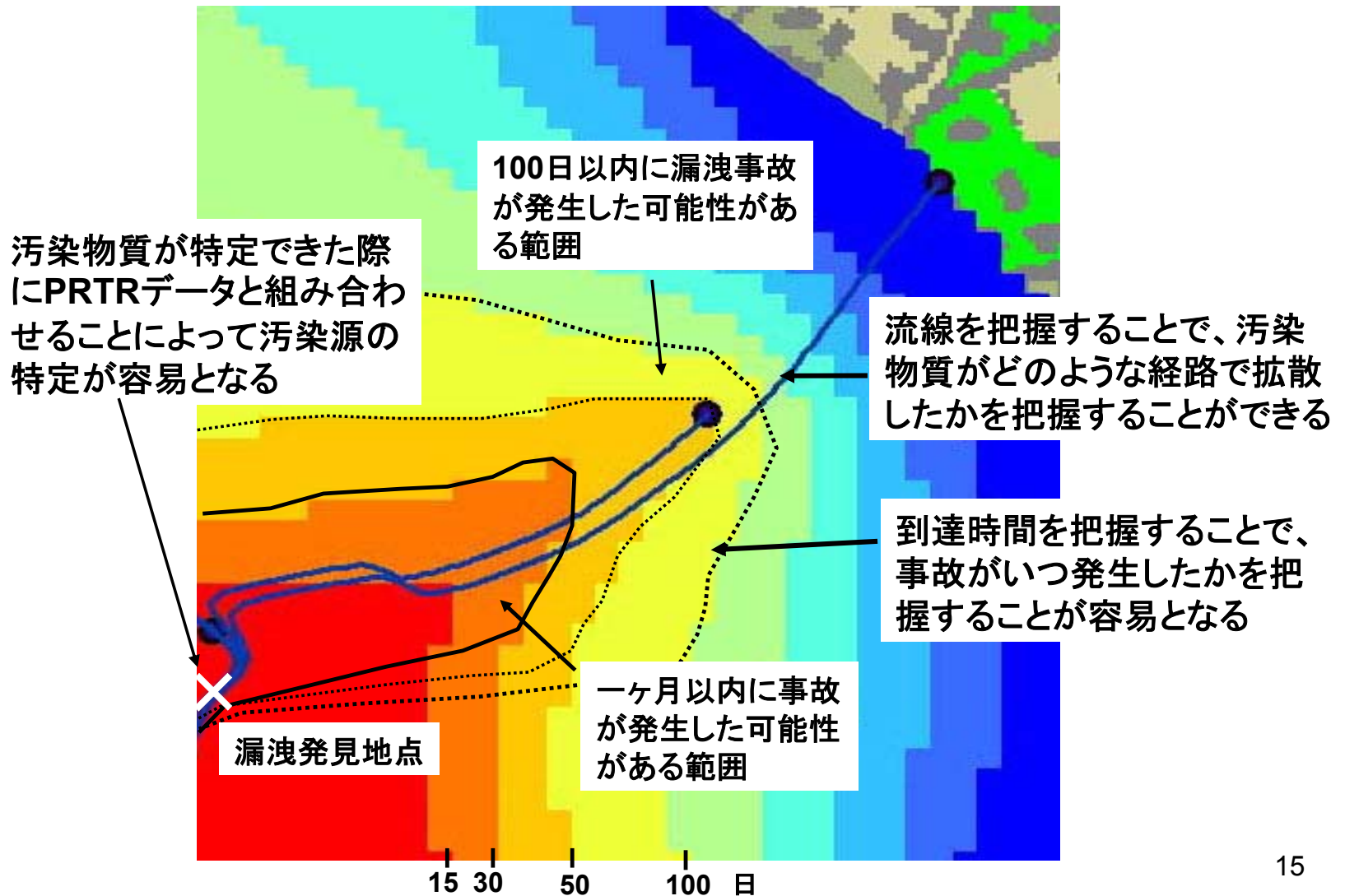
- ① 平常時からの監視頻度、精度などレベルを高め、 t_1 を短縮する
- ② 立地は許可できるが、管理レベルを向上させ、漏洩の可能性を十分に減じる(耐震性の強化、漏洩防止の二重化など)
- ③ 立地規制を行う
- ④ 調査・対処技術を向上させることにより、 t_2, t_3 を短縮する(長期的対策)

マップの活用例① 単独事故における活用

漏洩から汚染地下水の除去、浄化まで最大75日かかる施設を想定したケース



マップの活用例② 漏洩発見時における活用



研究成果

- ・地下水と地表水とのやりとりが活発な扇状地において、地下水中の化学物質の移動を計算する数値モデルを作成。
- ・優先的に検討対象とすべき化学物質を絞り込む考え方を提案。
- ・汚染物質の拡散経路、水域への到達時間の組み合わせを軸とした、予防的段階、危機管理段階それぞれにおける管理法の考え方を提案。
- ・現場における化学物質等の漏洩に対する管理に役立つ土壌・地下水汚染対応マップを作成し、その活用方法を提案。

成果の活用方針

- ・作成したマップとPRTR等のデータを組み合わせて、現場において重点的に監視すべきエリアの設定や漏洩発見時の汚染源や汚染範囲の特定に活用していく。
- ・土壌・地下水汚染対応マップ作成法を、河川管理者や水質汚濁対策連絡協議会、自治体環境部局へ紹介し、活用が図られるようにする。