

31. 飲料水健康危機管理対応を目的とした水道水源への汚濁物質監視地図システムの構築

○井上 亘、上村 育代、川元 達彦、吉田 昌史(兵庫県立健康生活科学研究所)

【研究目的】

兵庫県内には、367 の浄水場と 143 の下水処理場がある。下水処理場以外の PRTR 届出事業所は 1,428 ある。また、現在、厚生労働省は浄水処理困難物質として、ヘキサメチレンテトラミン(HMT)をはじめ 14 項目、水質事故原因物質として 21 項目を設定している。そして、厚生労働省は、水源流域で使用されている化学物質等を、平素から関係機関と連携して調査し、緊急時の体制を整えておく重要性を指摘している。このためには、浄水場、取水点、下水処理場、PRTR 届出事業所等の位置関係のほか、PRTR 事業所の排出量、河川水量、浄水場の取水形態及び浄水処理方法などをデータベース化し、マッピング(地図化)によって可視化し、解析することが有効と考えられる。

本研究では、さまざまデータを収集、データベース化し、そのデータベースをもとに、地図上に表示するシステムを開発し、緊急時に迅速に対応できる取り組みの一環として調査研究を行ったので報告する。

【方法】

(1) 各種データの収集方法

収集したデータの種類と入手先を表 1 にまとめた。緯度・経度が無い PRTR 情報などは、住所から緯度・経度を検索してくれるサイトに変換し、データベースに加えた。

表 1 使用したデータの種類と入手先

名称	入手先	備考
PRTR 情報	環境省ホームページ	緯度・経度なし
浄水場・下水処理場・河川	国土地理院ホームページ	shp ファイル
浄水場・取水点・給水区域	兵庫県生活衛生課(兵庫県水道地図)	紙データ
浄水処理方法	浄水場ガイド及び各事業体の水質検査計画等	
下水処理場処理区域図	兵庫県下水道計画図(兵庫県下水道課)	pdf ファイル
水質測定データ	日本水道協会水道水質データベース及び各事業体ホームページ	pdf ファイル

(2) 各種データの処理方法

浄水場、取水地点、排出 PRTR 事業所などの点データは、位置の緯度・経度、浄水処理方法、取水形態、給水量、排出物質、排出形態、排出量などをエクセルでデータベース化し、マクロを用いて、地図データである kml(Key Hole Markup Language)ファイルに変換した。(図 1) 面で表される汚水処理区域のデータは、GIS ソフトを用いて、画像ファイルを地図化した。厚生労働省が示した浄水処理困難物質及び水質事故原因物質を取り扱う PRTR 事業所を、PRTR 情報から抽出し、kml ファイルを作成した。さらに、上記の物質の他に水道の水質基準項目など、水質事故の原因となる項目についても抽出し kml ファイルを作成した。

(3) 要監視地点の抽出方法

地図上で川をトレースし、下水処理場及び PRTR 事業所と浄水場取水点の距離を測定し、データベースに加えた。そして、PRTR 事業所の取扱い物質、形態、下水処理場との位置関係、各地点から浄水場までの距離、浄水場の処理方法及び浄水場の取水形態などを考慮し、監視の必要な浄水場を抽出した。

(4) 現地調査

HMT 及びスチレンを取り扱う PRTR 事業所近傍付近の河川水と、その直近の浄水場近傍の河川水を採取し、水質分析を行った。HMT は、試料水を塩素処理し、ホルムアルデヒドの生成量から、HMT 濃度を推定した。ニッケルについては、金属製品製造業の PRTR 事業所近傍とその直近の浄水場近傍の河川水を採取し、水質分析を行った。

【結果】

(1) データベース化とマッピング

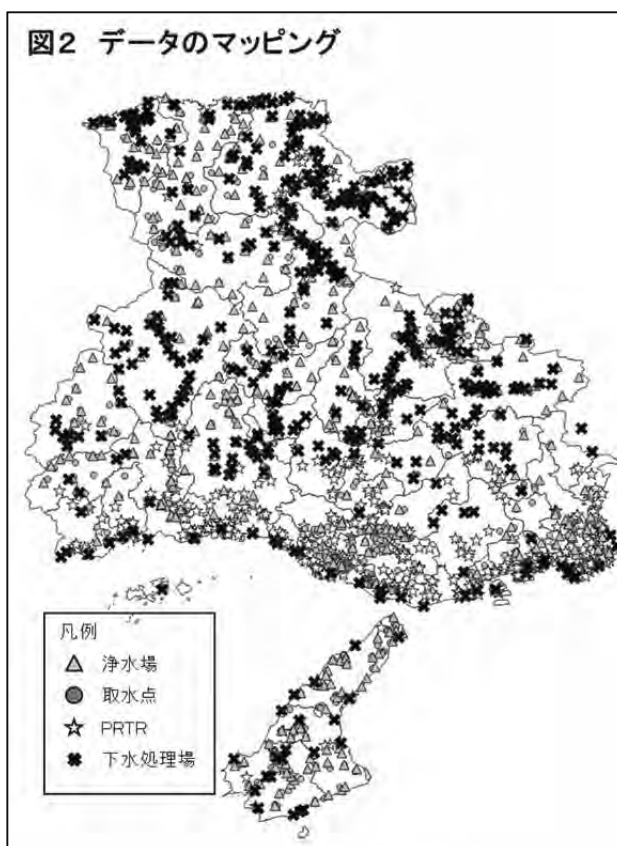
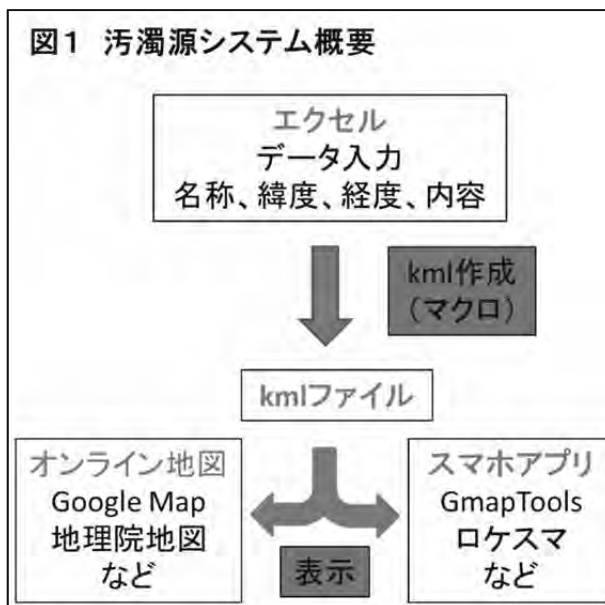
収集したデータをエクセルに入力、データベース化し、このデータから、マクロを用いて、kml ファイルを生成し、地図に表示したもののが図 2 である。

(2) 要監視地点の抽出

水源における PRTR 事業所や下水処理場の有無、PRTR 事業所及び処理場からの距離、浄水処理方法などのデータを用いて、水源域での様々な汚濁に対して監視の必要な浄水場をエクセル上で抽出し、そのデータからマクロを使って kml ファイルを作成した。kml ファイル作成時に、アイコンを設定できることから、水質汚濁の可能性に応じてアイコンを替え、監視の必要な浄水場の可視化ができた。(図 3)

今回、作成した様々な kml ファイルを地図上で重ね合わせる(マッシュアップ)ことで、いくつかの課題が明らかになった。厚生労働省が提示した物質を取り扱う PRTR 事業所のほとんどは水系に放流して

いなかったもので、平時において浄水場への影響はないと考えられた。ただ、1カ所スチレンを公共用水域に放流する PRTR 事業所があり、そこは現地調査に赴き、河川水を採水、分析した。また、当初の主要テーマであった HMT を取り扱う PRTR 事業所は、県内に 8カ所あり、いずれも公共用水域には放流していなかったが、確認のため 1カ所を現地調査した。さらに、水道協会の水道水質データベースや、各水道事業体のホームページから水質基準項目や管理目標設定項目などの水質検査結果を調べ、データベースに追加して検討した。水質基準を超えるようなデータはなかったが、ヒ素、フッ素、鉛などが微量検出



される浄水場はかなり多く存在した。これらのうち、ヒ素やフッ素など自然由来の原因が考えられるものは、本システムでは対応しにくい、由来のほとんどが人為的なものであると考えられる場合は、本システムが有効に活用できる。実際、ある同じ川から取水している3つの浄水場で、管理目標設定項目であるニッケルが微量に検出される箇所を発見した。そこで、ニッケルを取り扱うPRTR事業所のkm1ファイルと重ね合わせた、その上流には該当するPRTR事業所は存在しなかった。しかし、全てのPRTR事業所のkm1ファイルと重ね合わせると、2つのPRTR事業所が上流に存在することが分かった。そのうち一つは木材関係の工場で、関連性は低いと考えられたが、もう一つは、金属製品製造業であった。こちらは、PRTRにニッケルを取り扱うという報告はしていないが、何らかの関連があると考えられたので、ここも現地調査を行った。

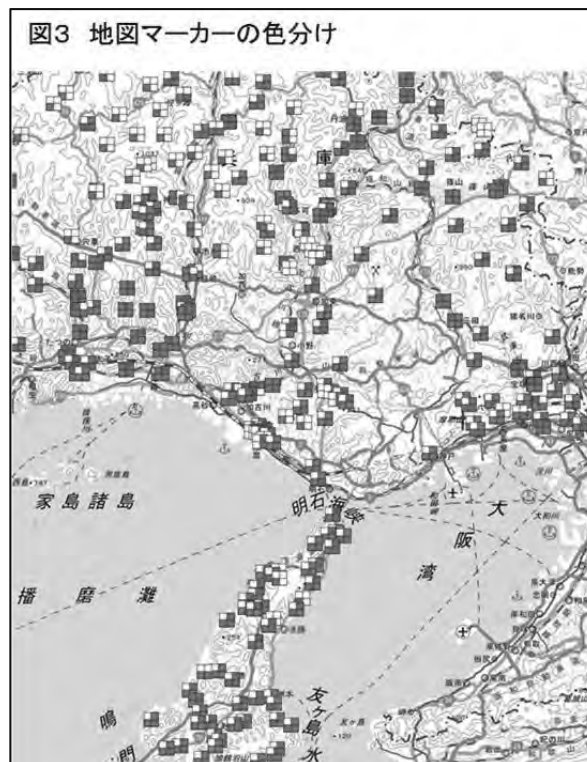
(3) 現地調査

現地調査の結果、HMTの生成物であるホルムアルデヒドはPRTR事業所近傍、浄水場近傍いずれの試料からも検出されなかったことから、HMTは流下していないと考えられた。スチレンについては、検出されなかった。ニッケルについても、PRTR事業所近傍の試料、浄水場近傍の試料とも検出限界未満であった。

【考察】

本研究で開発したシステムの特徴は、1. 基盤地図を使用せず、地図上に表示するデータだけをkm1ファイルにすることで、ファイルの容量が小さく、メールなどで様々なデバイスに送ることができること。2. スマートフォンなどの携帯デバイスで表示すれば、そのGPS機能で現在地が確認できるため、現場での使用に有効であること。3. データはエクセルで管理するため、入力、更新、データ抽出が容易であり、汎用性が高いこと。4. 水源データに、他の水質事故にかかる要因、例えば、油流下に対しては油を使用、保管する施設、かび臭に対してはため池を、原虫に対しては下水処理場、牧場、家庭浄化槽供用区域のデータを加えることなどで、応用可能であること。5. km1ファイル生成に用いたマクロは平易なものであり、技術継承が容易であること。6. 用いたデータは、入手しやすく、他の事業体でも同様のシステムを構築することが容易であることなどである。

このことは、次のことに大きく関わっている。従来から水道の水源地図は作成されていた。今回利用した兵庫県水道地図も、5万分の1や2万分の1の地図に手作業でデータを書き込んだもので、現在もこの地図を利用している。電子化された地図の方が使いやすいのはあきらかである。しかし、電子化された地図や水源マップなどは開発者がいる間はうまく利用できるが、難しいプログラムなどを取り入れた場合、技術継承がなかなか難しく、代々引き継がれている例は少ない。そのため、今回は技術継承ということに主眼を置き、できるだけシンプルなシステムを考えた。エクセルのマクロの部分の技術習得が必要なだけで、km1ファイルを用いた地図の表示や地図の扱いは、既存のアプリやインターネットサ



イトを利用している。また、事故の発生頻度がそれほど多くなく、利用する機会が少ないことも、技術継承の障害になっていることが考えられる。その点においても、本システムは、水源マップだけでなく、観光マップ、災害マップ、AED マップ、管路地図など、様々なものに応用することができる。こういったもので、日常的に利用するようになれば、地図の作り方や使い方をだれもが習得できるようになると考えられる。データを更新し、このシステムを継続して利用していくためには、システムを利用し維持管理することを定例業務として継続していくことなどが必要となると考える。

本システムを利用して抽出した 3 カ所の要監視地点の水質調査の結果、HMT とスチレンは検出されなかった。HMT については水系に排出されていないことから予想された結果である。スチレンについては、揮発性物質であるため、検出されなかった可能性がある。また、ニッケルについても、検出されなかったため、汚濁の原因は不明であるが、PRTR 事業所や浄水場を地図上に並べたことで、調査対象を迅速かつ的確に決定できたことは、本研究の成果である。

厚生労働省が提示した、浄水処理困難物質や事故原因物質で PRTR の届出対象になっているものが少ない。過去に問題になっていなかった物質が多いので当然ではあるが、厚生労働省は関係機関に働きかけ、これらの物質の PRTR 登録を進めると述べているので、今後さらにデータが充実することが期待される。

一方、従来から水道の水質基準項目や管理目標設定項目あるいは要監視項目となっている物質(水質基準項目等)は多くが PRTR の届出対象になっている。実際の事故を想定すると、これらの物質が高濃度で検出されれば、当然それは水質事故である。したがって、これら物質の水源での状況を把握しておくことは重要である。今回、これら水質基準項目等についても、データベース化し、km1 ファイルを作成した。すなわち、水質基準項目等の物質毎に、取り扱う PRTR 事業所の km1 ファイルを作成した。例えば、ある物質が高濃度で検出された場合、その物質の km1 ファイルを用いて、その物質を取り扱う PRTR 事業所を直ちに地図上に表示することができるものである。そして、km1 ファイルをスマートフォンに送れば、現場で活用することができる。これは、実際の事故発生時に非常に有効に機能するものであると考えており、県下の希望する水道事業体に配布して、試用してもらっているところである。

環境省から入手した PRTR データは、本紙、別紙、他業種の 3 つに分かれている。本紙には、PRTR 事業所名称、本社の名称、代表者氏名、住所などが掲載されている。一方、水質監視上重要な、取扱い物質、排出先、排出量などのデータは別紙に掲載されている。これは、一つの PRTR 事業所が複数の物質を取り扱っているため、全てを一つのデータにすると、PRTR 事業所数×物質数の膨大なデータになるためである。そして、本紙と別紙とは事業所 ID で関連づけられている。すなわち、これは典型的なりレーショナル・データベース(RDB)になっている。地図上に表示するデータとしては、当然別紙のデータが必要となるので、今回、厚生労働省が提示した物質について、手作業で本紙のデータと別紙のデータを結合させたが、水質基準等の物質についても同じことを試みるとすれば膨大な作業になる。将来、データを更新する場合にも大きな困難になると予想される。そこで、RDB を取り扱う専用のソフトを導入して、この作業を容易に行うべく準備を進めている。PRTR データに限らず、浄水場のデータにおいても、将来水質データなどを組み込む場合は、RDB にするのが効率的であるので、その場合にも活用できると考えている。

また、送水、給水管路、配水池、給水区域など、あるいは応急給水地点、給水車補給場所、給水車集結場所などのデータを活用すれば、地震や洪水などの災害時に有効な地図ができる可能性も考えている。こういう利用における利点は多い。例えば、送給水管路システムを導入している水道事業体は多くある

が、専用のコンピューターでないと使えない場合など、地震でそのコンピューターが使えなくなれば、全く機能しない。災害応援において、被災事業者のシステムやデータを使うという発想は危機管理上無理がある。また、基盤地図の更新などでは、多大の費用が発生する。これが本システムであれば全てファイルで扱うため、県内全てのデータをまとめて数カ所のパソコンで共有しておけば、どこで災害が発生しても対応できる。念のために、遠く離れた北海道などにバックアップしておくのもよい。基盤地図は、アプリやネットのものを使うので、更新の必要がない。災害でネット接続が途絶えていても、被災地に着くまでに、現地の基盤地図情報をスマートフォンに取り込めば、キャッシュ機能を利用して問題なく使用できる。もちろん、GPS は災害時にも利用できる。兵庫県水道相互応援協定の協議会でも、同様な地図作成を進めている。これらの関係機関と連携することが可能であれば、多くのデータを一元化でき、水道地図としての応用範囲が広がるのではないかと考えている。

【参考文献】

- 1) 厚生労働省(2015). 「浄水処理対応困難物質」の設定について. 厚生労働省通知 健水発 0306 第 1 号
- 2) 金見 拓ら(2012). ヘキサメチレンテトラミンの浄水処理過程での挙動. 水道協会雑誌第 81 巻、第 10 号、28 頁
- 3) 環境省. PRTR インフォメーション広場. <https://www.env.go.jp/chemi/PRTR/risk0.html>
- 4) 国土交通省. 国土数値情報 ダウンロードサービス. <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 5) 日本水道協会. 水道水質データベース. <http://www.jwwa.or.jp/mizu/>
- 6) 井上 亘ら(2013). Google Maps を用いた水源汚濁源マップの開発 . 日本水道協会平成 25 年度全国会議.
- 7) 井上 亘(2015). 水源マップシステムから code for x - 住民協働のためのオープンデータ. 兵庫自治学誌. 第 21 号.
- 8) 住所緯度・経度変換サイト. <http://sterfield.co.jp/demo/hoshino/38/>
- 9) 兵庫県. 兵庫県下水道計画図 https://web.pref.hyogo.lg.jp/wd18/wd18_000000049.html

【経費使途明細】

試薬費 (ヘキサメチレンテトラミン標準品、スチレン標準品)	12,949 円
器具費 (遠沈管、フィルターホルダー等)	93,052 円
データ処理ソフト購入費 (ファイルメーカー、アドビ・アクロバット・プロ)	121,500 円
書籍費 (全国浄水場ガイド、下水処理場ガイド 2016)	53,286 円
消耗品費 (個別フォルダー、ファイルボックス)	23,046 円
旅費	1,200 円
合計	305,033 円
大同生命厚生事業団助成金	300,000 円