

地理情報システムを活用した飲料水危機管理手法の開発

主任研究者	秋葉	道宏
分担研究者	山田	俊郎
研究協力者	増田	貴則

地理情報システムを活用した飲料水危機管理手法の開発

主任研究者： 秋葉 道宏 国立保健医療科学院水道工学部施設工学室長
分担研究者： 山田 俊郎 国立保健医療科学院水道工学部主任研究官
研究協力者： 増田 貴則 鳥取大学工学部社会開発システム工学科准教授

A. 研究目的

厚生労働省は飲料水による健康被害の発生予防と拡大防止を図るため、「飲料水健康危機管理実施要領」を平成9年に定め、水道水だけでなく水道法非適用の小規模水道水や飲用井戸水を原因とする健康危機事象を対象として、事故等があった場合の対応等の措置を定めた。飲料水危機管理実施要領に基づく報告は年間100件近くあり、飲用井戸や簡易水道において大腸菌やノロウイルスによる集団感染等が報告されており、影響人口は年間約数万人を超えと言われており、発生予防対策を強化することが求められる。

水道水に起因する健康被害の未然防止のためにWHOにより水安全計画の考え方が提唱されている。水安全計画の策定では、水源から給水栓までの水道システム全体を通して各過程での危険要因の同定と発生し得る危険の重要性評価に基づき、水道事業者がそれらリスク要因を重点的かつ総合的に管理する計画を立てることが求められている。したがって、リスク要因の抽出・把握には、過去の健康危機事例を分析するとともに、水源流域のリスク要因について抽出・把握する必要があるが、リスク要因情報が一元的に管理されていないことから、水道事業者や小規模水道管理者自らがリスクを主体的に評価することは技術面・費用面で困難と思われる。

そこで本研究では、水道水源流域におけるリスク要因に関する情報を一元的に管理する手段として地理情報システム（GIS）を用いることとし、一般に利用可能な統計やデータベース、電話帳、地図データ等を情報源として、水道および小規模水道を対象とした病原微生物による飲料水汚染リスク要因を把握する手法を開発し、地図上への可視化を例示することを目的とした。

B. 研究方法

水道水源流域の汚染状況、汚染の発生源（生活排水処理施設、畜舎等）の情報について、特に病原微生物による原水汚染リスクの要因把握をGIS上で行う際に利用可能と考えられるデータベースや統計情報を収集・整理した。さらにGISで活用する際の取り込み方法についても整理した。これらの情報と水道地図情報を元に、GISのバッファリング機能とオーバーレイ解析機能を用いて病原性微生物による汚染危険度の高い水源を抽出し地図上に可視化する手法を開発した。

C. 結果及び考察

C-1 GIS で利用可能と考えられる情報の整理

病原微生物による原水汚染リスク要因の把握をGIS上で行う際に利用可能と考えられるデータベースや統計に関する情報とGISへの取り込み方法を整理した。汎用的な利用、簡易な手続きで利用することを念頭に、全国規模で調査されており、かつ、一般に入手しやすいものを対象に整理を行った。図1に情報整理に関する概念図を示す。また、本研究で対象とした原水汚染リスク要因を表1に示す。対象としたリスク要因は、それに対応するデータベースや統計が存在しており、地理情報としてGISに取り込み・整備が可能なものとした。対象とした原水汚染リスク要因は、大きく、「し尿起因」、「畜産・動物起因」、「医療起因」、「移動源起因」、「災害起因」に「実測値」を加えた6項目で、詳細は表の通り23種類となった。また、これらの情報の元データの状態とこれらをGISに取り込む方法、取り込んだ後のフィーチャー種類、属性値、元データの更新頻度などの情報を表2に示す。ほとんどの情報がポイント情報であり、住所を入力しアドレスマッチングを行うことで容易にGISに取り込むことができる。また、これらの情報の更新頻度が毎年～5年に1回程度であり、流域の状況に応じてデータをアップデート（差し替え）していくことが必要と考えられる。

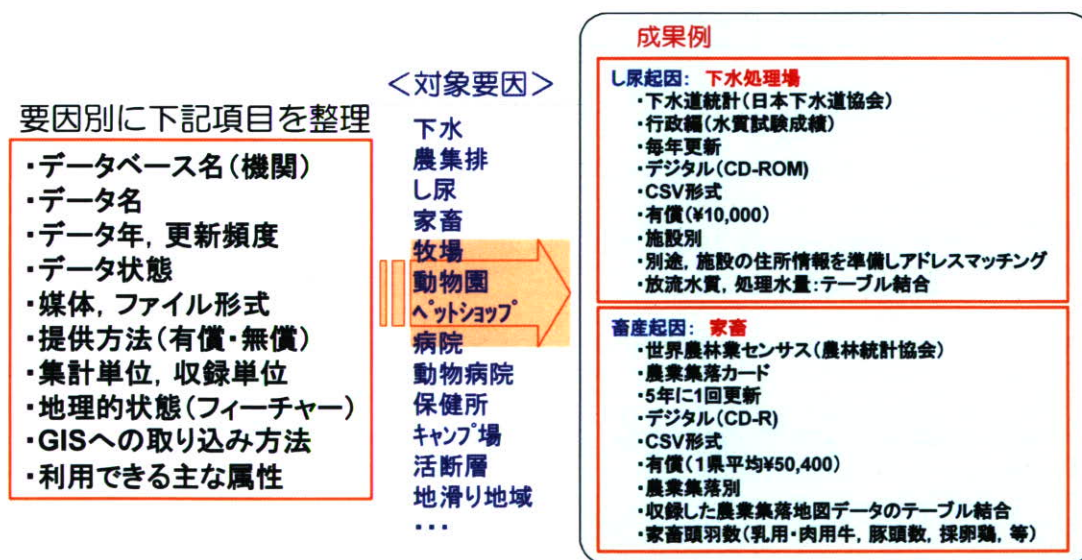


図1 データベース整理項目とその事例

表1 対象とした原水汚染リスク要因
(GISに取り込み可能なデータが存在するリスク要因)

要因種別	要因		
し尿起因	下水処理場	農業集落排水処理施設	漁業集落排水処理施設
	し尿処理施設	コミュニティプラント	下水汚泥コンポスト施設
畜産・動物起因	家畜、畜産農家	牧場	動物園、サファリパーク
	ペットショップ等		
医療起因	病院	診療所	保健所
	動物病院・獣医師	医療研究機関、病原微生物を扱う研究施設等	
移動排出源	キャンプ場		
災害要因	地滑り危険地域	活断層	傾斜
実測値	公共用水域水質	河川水質	水道原水水質
	下水道等放流水質、放流量		

表2 元データ・GISへの取り込み方法に関する情報

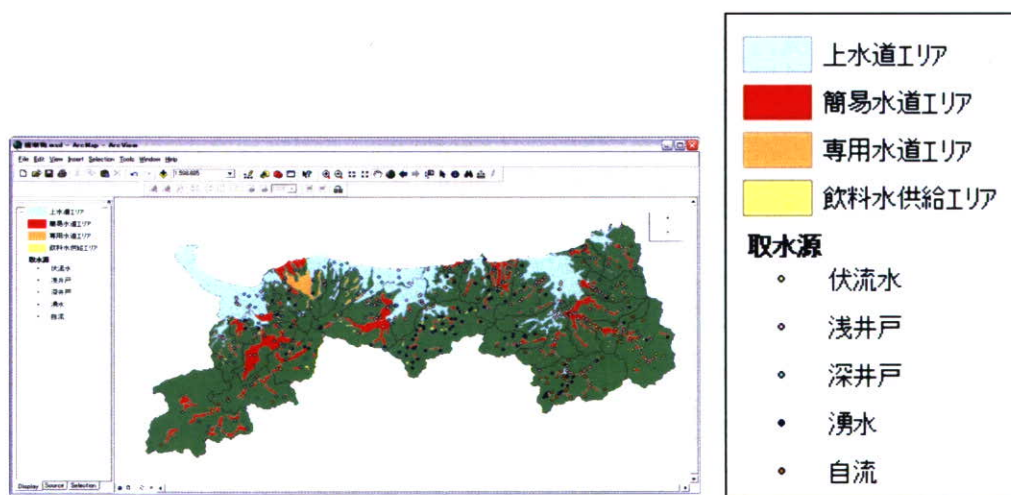
要因種別	要因	元データの情報			GISへの収録方法・収録後の情報			課題・注意点
		データ状態	集計単位 収録単位	更新頻度 (最新)	GISへ収録するためのステップ	フィーチャー種類	使用する属性 汚染要因に利用する属性	
し尿起因	下水処理場	デジタル	施設別	毎年更新 2004	住所調査→住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	処理方式、処理人口、 処理水量、放流量	住所が収録されていないため、要住所調査
	農業集落排水処理施設	紙	施設別	毎年更新 (2006)	地区名入力 →アドレスマッチング	ポイント	処理方式、人口、戸数	地区名までしか収録されていないため、マッチング率が低い ・実績値ではなく計画人口である
	漁業集落排水処理施設	紙	施設別	毎年更新 (2004)	地区名入力 →アドレスマッチング	ポイント	処理方式、計画人口	地区名までしか収録されていないため、マッチング率が低い ・実績値ではなく計画人口である
	し尿処理施設 ・コミュニティプラント	紙	施設別	毎年更新 2007	データ・住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	処理方式、規模(能力)	
	下水汚泥コンポスト施設	紙	施設別	2001	データ・住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	処理方式、施設能力、 表積値	42施設が掲載、全国の全施設を網羅しているか不明
畜産・動物起因	家畜、畜産農家	デジタル	農業集落	5年更新 2000、05	地図データ +テーブル結合	ポリゴン	家畜種別頭羽数	秘匿が問題
	牧場	紙	施設別	毎年更新	住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	
	動物園、サファリパーク	紙	施設別	毎年更新	住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	
	ペットショップ等	紙	施設別	毎年更新	住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	
医療起因	病院	紙	施設別	2年に1回 2003-2004 が最終	データ・住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	診療科目、病床数	絶版、情報が更新されない
	診療所	紙	施設別	毎年更新	住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	
	保健所	紙	施設別	毎年更新	住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	
	動物病院・獣医師	紙	施設別	毎年更新	住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	
	医療研究機関、 病原微生物を扱う研究施設等	紙	施設別	2年に1回 2003-2004 が最終	データ・住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	絶版、情報が更新されない
移動排出源	キャンプ場	紙	施設別	毎年更新	住所入力 →アドレスマッチング	ポイント	無し	
災害要因	地滑り危険地域	デジタル	地すべり 地形別	行われていない	ネットからダウンロード →そのまま取込可能 →インターセクト +テーブル結合	移動体:ポリゴン 滑り崖:ライン 移動方向:ポイント	移動体の 輪郭構造、構造区分	情報を利用した時はその旨を明示 ・学術論文等が出版、刊行された場合は、別刷りコピーを送付 ・コードファイルにより属性を管理 ・未刊行地域あり
	活断層	デジタル	セグメント 別	2002	そのまま取込可能 →インターセクト	ライン	無し	位置情報のみ
	傾斜	デジタル	1km メッシュ別	2005	そのまま取込可能 →インターセクト	1kmメッシュ ポリゴン	地形分類、表層地質、 起伏量、標高	
実測値	水道原水水質	デジタル	水源地別	毎年更新 2005	位置不明なため 収録困難	ポイント	水質	位置不明なため 収録困難
	公共用水域水質	デジタル	測定点別	1971-2001	そのまま利用可能 +テーブル結合	ポイント	水質	1990-2001年版は52500円
	下水道等放流水質、放流	デジタル	施設別	毎年更新 2004	住所調査→住所入力 →アドレスマッチング →テーブル結合	ポイント	放流水水質・放流量 (大腸菌数等)	住所が収録されていないため、要住所調査
水道	上水道、簡易水道、専用 水道、その他小規模水道 (飲料水供給施設等) の取水位置、給水区	紙地図 or デジタル	施設別	5年更新 2006	デジタイズ +属性手入力	取水:ポイント 給水区:ポリゴン	水道区分、水源の種類	紙地図を前提としている ・地図上にIDが振られていない ・水源と水道区域の対応が不明瞭

C-2 水道水源および汚染リスク要因に関する GIS データベースの作成

鳥取県を対象に、前項で述べた一般に利用可能な統計やデータを GIS に取り込み、汚染リスク要因を抽出・視覚化するための GIS データベースを作成した。以下にその手順と方法を示し、取り込んだデータを GIS で図示したものを示す。

まず、汚染要因情報とは別に、鳥取県の水道地図を GIS 上に整備し、水道区域と水源に関する情報を地図情報として整備した。水道地図とは、水道事業の状況を的確に把握し、水道行政における施策を的確かつ効果的に実施するために、厚生労働省が各都道府県に対して5年に1度作成を依頼している20万分の1および5万分の1の地図のことで、鳥取県においては、最近では平成18年度に作成されている。都道府県ごとに中小縮尺の地図として作成されていることから、水源の位置を俯瞰するものとして利用価値のある情報である。これは一般に利用可能なものとして公開されているものではないが、例えば水道統計や全国簡易水道統計など一般に利用可能なものでは、水源に関しての位置情報を得ることができない。よって、ここでは、水源の位置情報を取得するものとして水道地図を利用することとした。都道府県によっては水道地図を GIS で作成しているところもあるようだが、鳥取県においては紙ベースで作成されていることから、紙地図をスキャンした上で水道区域、水源地点をデジタイズして GIS 用の位置データを作成した。

また、この水道地図の作成に当たっては、厚生労働省によって「平成17年度版水道地図作成要領」が示されているが、GIS やその他データベースソフトなどとの連携利用を前提としたものになっていないため、紙地図上に ID 番号を附すこととなっていない。そのため地図上の水源と水道統計や水道台帳のデータとの間で相互参照ができないという問題点がある。ここでは、水道地図上において、目視でどの水源がどの水道区域のものなのかを決め、その対応関係についても属性データとして整理していった。図2に整備した鳥取県の水道地図を示す。



水道270区域，飲用井戸等130カ所，水源508カ所

図2 鳥取県の水道地図

次いで各汚染リスク要因に関する情報源をGISに取り込み、各要因を別々のレイヤーとして整備した。図3に整備した情報の一例を示す。手順については、表2に前掲したとおりである。

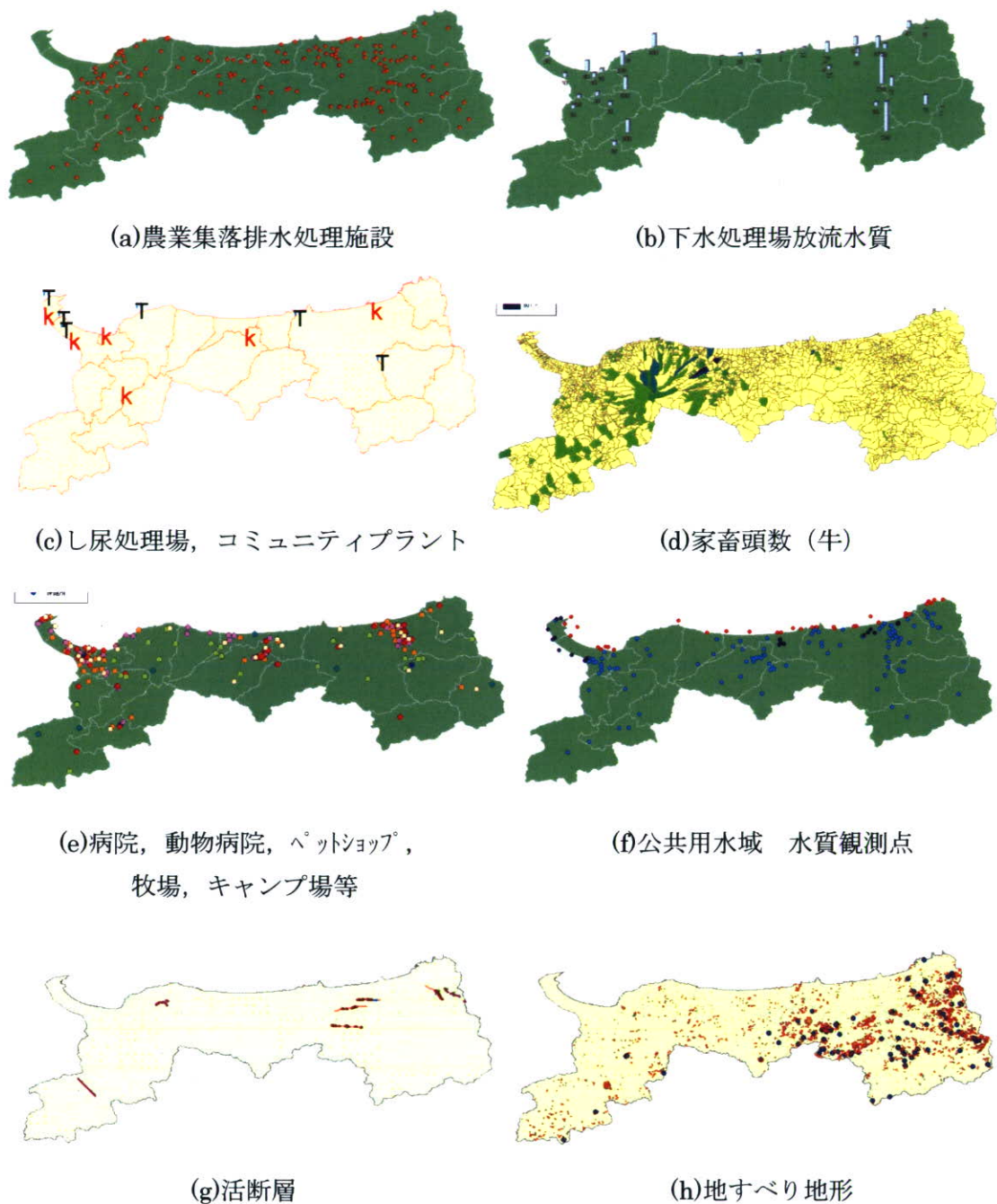


図3 原水汚染リスク要因として整備したGISデータベースの一例

C-3 GIS を用いた汚染リスク要因の抽出および視覚化

取り込んだデータベースを基に GIS の処理機能を用いて、汚染リスク要因を抽出・視覚化する手法を開発した。ここでは、鳥取県内の水源に対しての分析事例を示す。

(1) 鳥取県の水道の現況

鳥取県の総人口 616,805 人のうち給水人口は 599,735 人であり、水道普及率は 97.2%となっている。水道種別給水人口は、上水道 489,582 人(79.4%)、簡易水道 105,405 人(17.1%)、専用水道 4,748 人(0.7%)、飲料水供給施設 4,784 人(0.8%)、飲用井戸等 12,286 人(2.0%)となっている(鳥取県の水道の現況 2005)。簡易水道 213 施設(平成 16 年度末)のうち、給水人口が 500 人以下の施設数は 163 施設であり各施設が小規模である。また、専用水道や飲料水供給施設等その他の小規模水道が 160 カ所程度存在している。

GIS に整備した鳥取県の水道地図より水道種類と水源種類によって、水源を区分した結果を表 3 に示す。合計 508 カ所の水源が水道地図上では認められたことを示している。その多くが深井戸、浅井戸等の地下水源であり、表流水源は全体の 10%程度である。また、飲料水供給施設と専用水道の水源の合計が 120 カ所となっており、先に述べた小規模水道の数 160 カ所より少なくなっているのは、水道地図上では水源が明記されていないケースが多々あったためである。

表 3 鳥取県の水源区分

		水道種類				総計
		飲供	簡易水道	上水道	専用水道	
水源種類	自流	19	25	2	5	51
	深井戸	27	112	60	14	213
	浅井戸	10	67	28	2	107
	伏流水	4	22	12	3	41
	湧水	34	56	4	2	96
	総計	94	282	106	26	508

(2) 汚染リスク要因の抽出・可視化

ここでは水源から 1km 以内の区域に存在するものを汚染要因と考え、GIS の標準的機能であるバッファリング機能とオーバーレイ解析機能を用いて、汚染リスク要因を抽出した。また抽出された汚染リスク要因の属性値をヒストグラムやグラフ等で整理するとともに、汚染リスク要因が 1km 以内に存在する水源を強調表示し、属性値をバーグラフとして地図上に追加することで可視化を行った。

図 4 に水源から 1km 以内の区域をバッファリングした結果を示す。この地図上では情報の表示を割愛しているが、水源は「水道地図」の情報にしたがい、河川自流、伏流水、浅井戸、深井戸、湧水の 5 種類に分けられており、バッファした領域についてもこの情報を

引き継いでいる。

このバッファ領域内に汚染リスク要因を含む場合を可視化した一例として、図5に1km以内の区域に下水処理場が存在する水源とその下水処理場の放流水の大腸菌群数を地図上に図示したものを示す。508カ所の水源のうち11カ所の水源が該当する水源として抽出されたことを示している。1km以内に下水処理場が存在する水源は県内に散らばっているが、特に鳥取県東部地域にその放流水大腸菌群数が高い値を示す水源が集中していることが見て取れる。図6に、抽出された水源に対して下水処理場の放流水大腸菌群数をグラフとして示したものを示す。上水水源が4カ所、簡易水道水源が5カ所、飲料水供給施設水源が2カ所抽出されたことを示している。ここでは水道等の事業名を伏せているが、属性値としては整備されているので、事業名を特定することも可能である。

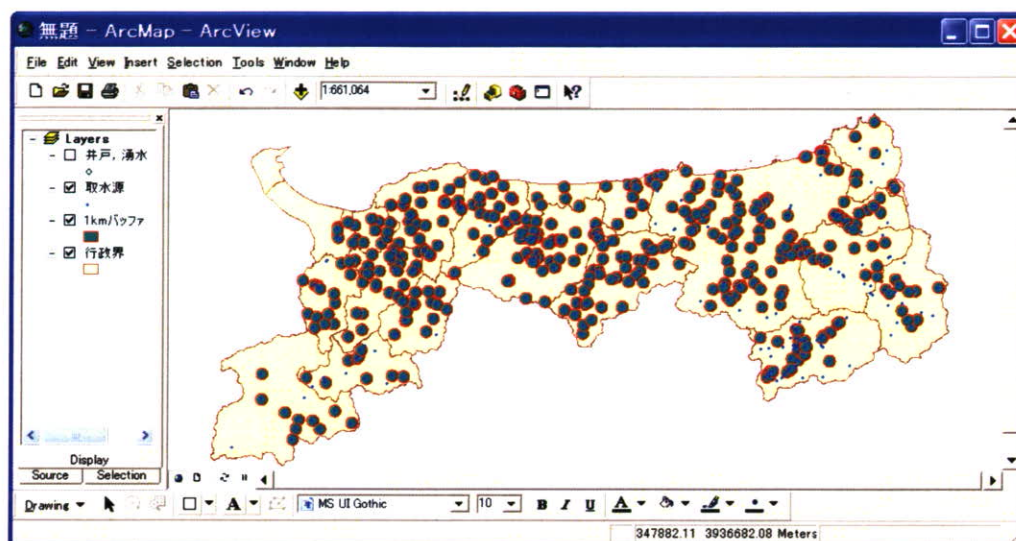


図4 バッファリング機能による同定（水源から1km以内の区域）

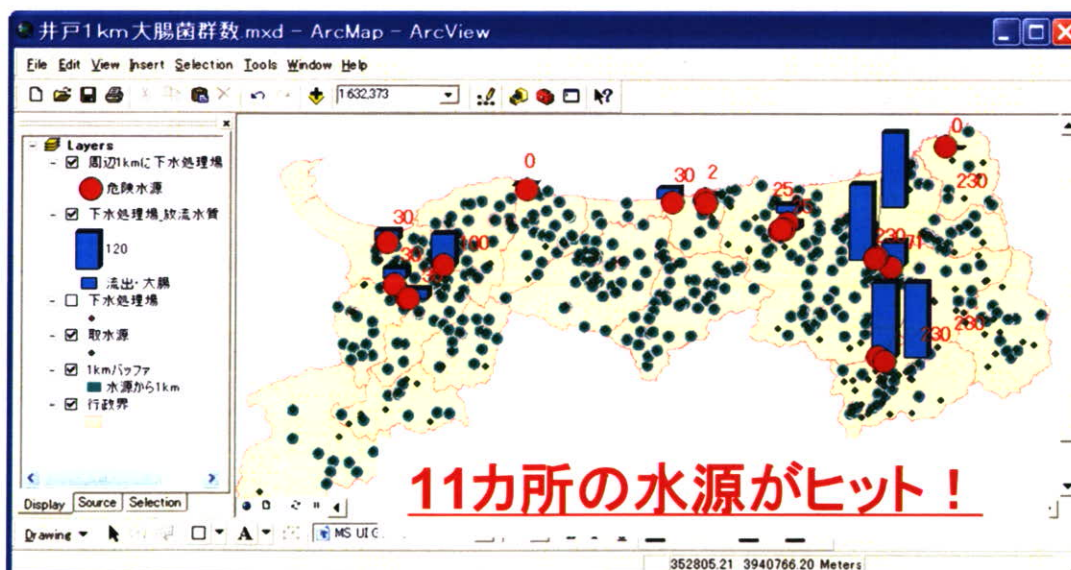


図5 1km以内に下水処理場が存在する水源●とその下水処理場の放流水大腸菌群数

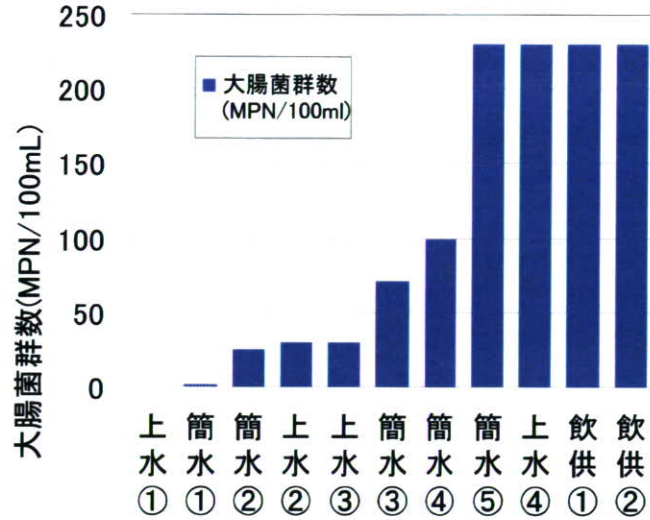


図6 1km 以内の下水処理場の放流水水質

別の事例として、水源のうち浅井戸、深井戸、湧水を水源としたものから 1km 以内の農業集落排水処理施設が存在する水源を抽出し、その農業集落排水施設の処理人口を地図上に示したものを図7に示す。周囲 1km 以内に農業集落排水処理施設が立地している水源として、合計 107 の水源が抽出された。また、図8に水道種類別に大きさ順に並び替えた上で農業集落排水施設の処理人口をグラフ化したものを示す。大部分の水源は、農集の処理人口 1000 人以下となっているが、一部に 2000 人を超えるような水源も見られる。

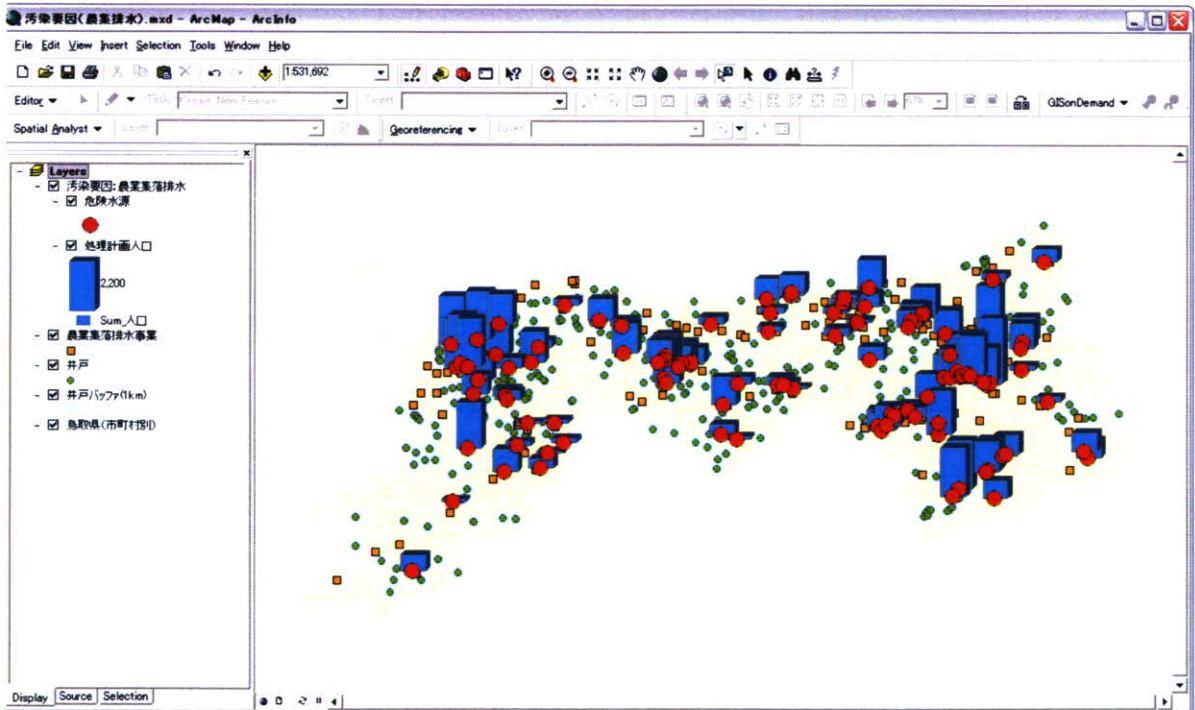


図7 1km 以内に農業集落排水処理施設が存在する水源の分布

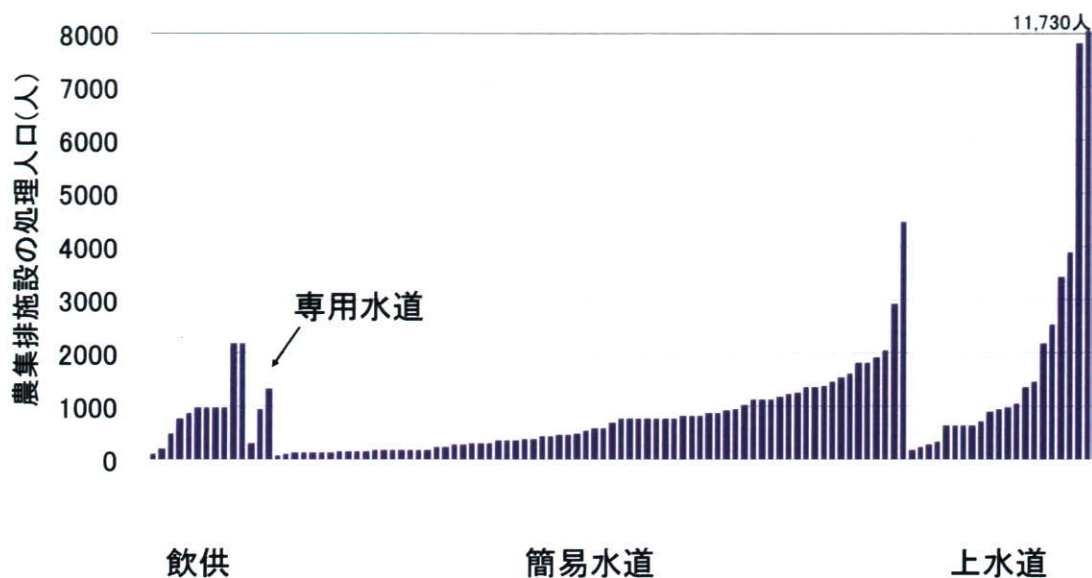


図8 1km 以内農業集落排水処理施設の汚水処理人口

その他の事例として、水源から 1km 以内の畜産と病院について分析した結果を図 9、図 10 に示す。図 9 では、畜産のうち乳用牛・肉用牛が飼育されている場合のその頭数についてグラフ化し、図 10 では病院の病床数でグラフ化した。

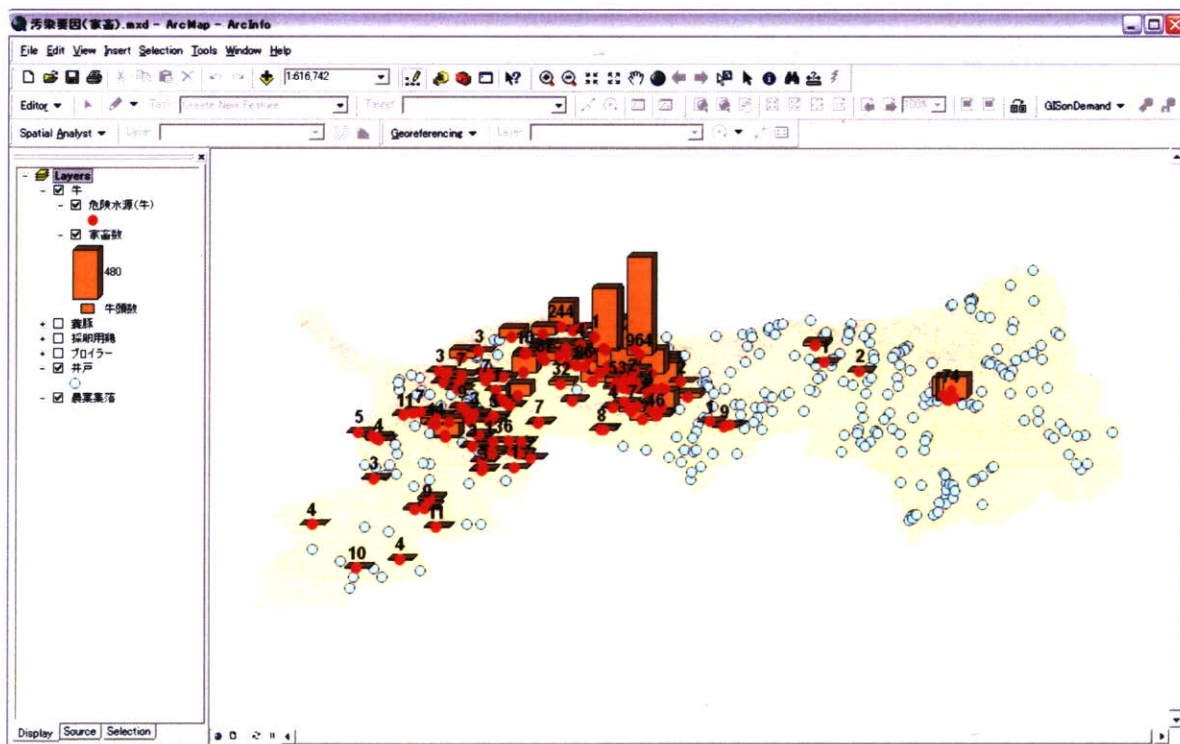


図9 1km 以内に牛（乳用牛・肉用牛）が飼育されている水源とその頭数の分布

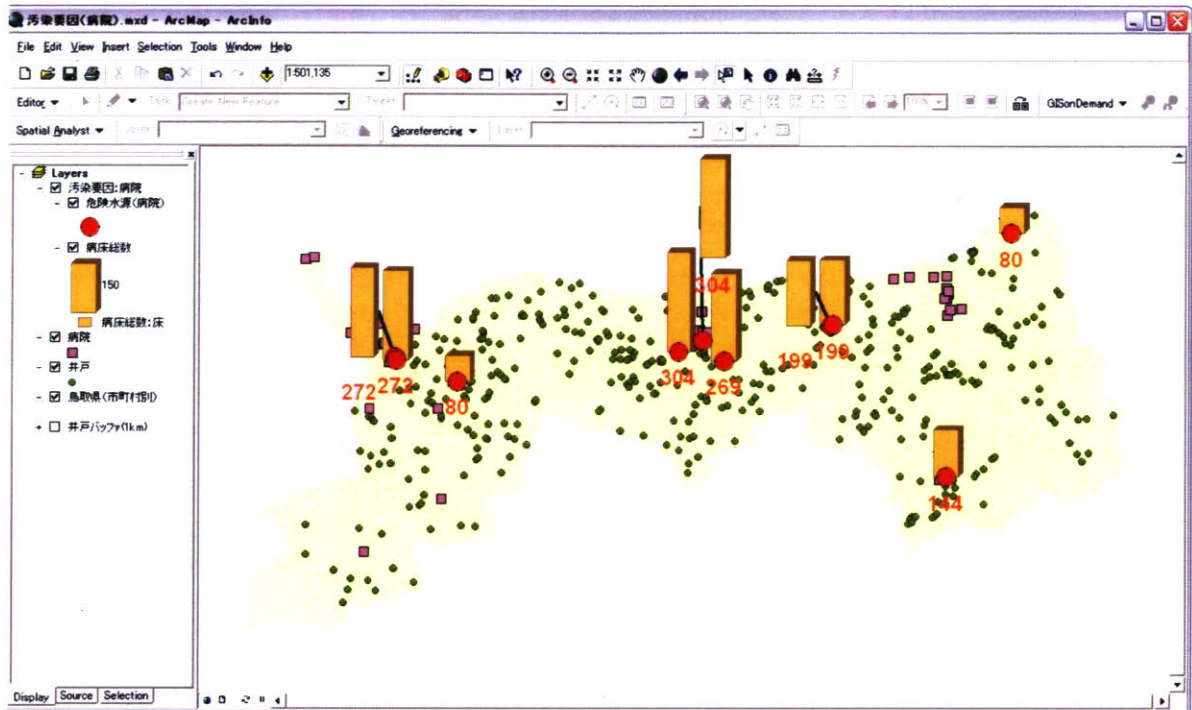


図 10 1km 以内に病院が存在する水源とその病院の病床数の分布

このように視覚的に県内の状況を俯瞰することができ、県内地域間・水源間の比較が視覚的にできることが GIS を用いたメリットといえる。また、水源毎にさらされている汚染リスク要因の種類とその要因の大きさを明示的に示すことができる。なお、ここでは事例結果を示すことを主眼としたため、水源からの距離を 1km 以内として汚染リスク要因の抽出を行ったが、任意の距離による抽出に対応することも可能である。

D. 結論

一般に利用可能なデータのみを用いて GIS により汚染リスク要因を抽出・視覚化する手法を開発した。本研究によって得られた知見や成果を以下に示す。

- 1) 水道水源流域の汚染状況や汚染の発生源等、水源汚染リスク要因に関する情報に対して、地理情報システムを使用する際に入手可能なデータベースや統計情報を収集・整理した。
- 2) GIS を用いた病原性微生物による水源汚染リスクの評価手法を開発し、汚染リスクの高い水源を抽出・可視化することができた。
- 3) モデル地域の鳥取県の全域を対象で解析した結果、例えば、下水放流水をリスク因子と考えた場合、対象となる 508 箇所の水源のうち 11 箇所が汚染度の高い水源として抽出することができた。

また、以下のようにいくつかの課題を指摘したい。

1) 水道地図については、いくつかの都道府県では、GISで整備しているようだが、「作成要領」がGISを前提としたものになっていないため、各都道府県で内容・形式の異なるものとなる恐れがある。最低限、地図上にID番号を附し、水道統計、水道台帳との整合性がとれるようなものにすべきである。

2) 水道統計の原水水質データは、各都道府県域内でリスク要因比較をする場合に貴重な情報源になり得ると思われる。しかし、本研究でも同データをGIS上に取り込むことを試みたが、位置に関する情報不足であるため、GISに取り込むことができなかった。台帳にまでさかのぼって位置情報を取得することは労力がかかるため、「水道地図」との連携を図るべきである。

3) 本研究では汚染リスク要因として、浄化槽・し尿を対象として取り上げなかった。これは浄化槽・し尿収集の地理的分布を示す情報が一般に利用可能な形で整備・公開されていなかったためである。関係機関に整備・公開を進めるよう働きかけるべきである。

4) 下水処理場（下水道統計）や農業集落排水処理施設については、一般に公開されている情報源（下水道統計やハンドブック）では、施設の位置を示す住所情報が記載されていなかったり、地区名までしか記載されていなかったりなどで、施設の位置を特定するために、多大な時間を要する。出版の際にこれらの情報が記載されるよう働きかけるべきである。

今後は、今年度開発したシステムに、飲料水健康危機データベースから抽出した事例を結合し、施設の周辺地域の汚染要因の可視化や情報抽出を行い、危機事例地域の状況を分析するとともに、他地域への適用の容易性、操作の簡便性を維持しつつ、新たに汚染要因までの距離、流量増加による希釈効果を加味した原水汚染度評価の手法を開発する必要があると考えられる。さらに危害発生リスクの評価精度についても検討を行う必要もあると考えられる。

E. 健康危険情報

該当なし

F. 研究発表

該当なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

該当なし

研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

1. 論文発表

- 1) Tahara, M., Kubota, R., Nakazawa, H., Tokunaga, H. and Nishimura, T.: The behaviour and cholinesterase inhibitory activity of fenthion and its products by light and chlorination. *J. Water Suppl. Tech.* (in press)
- 2) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永裕司, 西村哲治: 塩素反応生成物を含めた有機リン系農薬のための水道水の安全性評価, 用水と排水 (印刷中)

2. 学会発表

- 1) Michihiro Akiba and Toshiro Yamada: Accidental Water resource pollutions and health hazard cases by drinking water in Japan. The Plan for Development of Advanced Environmental Technology and Policy Management, 29th International Symposium on Environmental Issues (Kyongbuk, Korea); May.2007; pp81-84.
- 2) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一: 過去 10 年間の飲料水に係る健康危機事例の分析. 第 58 回全国水道研究発表会 (釧路市); 2007 年 5 月; pp650-651.
- 3) Toshiro Yamada, Michihiro Akiba, Mari Asami, Dai Shimazaki and Shoichi Kunikane: Waterborne health hazard cases by drinking water in Japan. WaterMicro2007: 14th International Symposium on Health-Related Water Microbiology (Tokyo, Japan); Aug.2007; p350.
- 4) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一: 最近 10 年間の我が国における飲料水健康危機事例について. 第 15 回衛生工学シンポジウム (札幌市); 2007 年 11 月; pp133-136.
- 5) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一: 我が国における飲料水に係る健康危機事例について. 第 44 回環境工学フォーラム (山口市); 2007 年 11 月; pp134-136.
- 6) 山本裕子, 山田俊郎: 海外における飲料水の汚染事例. 第 15 回衛生工学シンポジウム (札幌市); 2007 年 11 月; pp121-124.
- 7) 山本裕子, 山田俊郎: 海外における飲料水に起因する健康被害事例. 第 42 回日本水環境学会年会 (名古屋市); 2008 年 3 月; p580.
- 8) Nishimura, T., Tahara, M., Kubota, R., Shimizu, K., Akiba, M., Tokunaga, H.: The relationship of structures and cholinesterase inhibitory activities of the activated form of organo-phosphorous pesticides. The IXth International Meeting on Cholinesterases; 2007 年 5 月
- 9) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治: 塩素暴露によるチオノ型有機リン系農薬の反応生成物を含めた評価の水質管理への応用, 第 58 回全国水道研究発表会 (釧路市); 2007 年 5 月; pp534-535.
- 10) Nishimura, T., Tahara, M., Kubota, R., Shimizu, K., Magara, Y., Tokunaga, H.: Behavior of organophosphorus pesticides after chlorination treatment effect of its products on cholinesterase activity. 2nd IWA-Aspire Conference and Exhibition No. 009; 2007 年 10 月
- 11) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治: 水質管理に向けた ChE 阻害物質の総合的評価の考え方について. 第 44 回全国衛生化学技術協議会年会; 2007 年 11 月; pp149-150.
- 12) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 徳永祐司, 西村哲治: ピリダフェンチオンの塩素処理によるオキソン体の生成. 日本薬学会第 128 年会; 2008 年 3 月

研究成果の刊行物・別刷

(9-5) 過去10年間の飲料水に係る健康危機事例の分析

○山田 俊郎(国立保健医療科学院) 秋葉 道宏(国立保健医療科学院)
 浅見 真理(国立保健医療科学院) 島崎 大(国立保健医療科学院)
 国包 章一(国立保健医療科学院)

1. はじめに

我が国における水道水は世界的には極めて高いレベルで安全が確保されている状況にあるが、水道において事故が生じた場合集団感染等の重大な事例となり得るため、事故防止に万全を期する必要がある。厚生労働省は水道に係る健康被害の発生予防と拡大防止を図るため、平成9年に「飲料水健康危機管理実施要領」を定め、事故等の連絡があった場合の対応等の措置を定めた。また現在、事故の未然防止のためにWHO提唱の水安全計画を我が国に導入することが検討されている。これは水源から給水栓までの各過程で問題となる事項(リスク要因)を把握評価した上でそれらを重点的に管理する手法であり、そのリスク要因の抽出・把握には、過去の事故事例を分析する作業は不可欠である。これまでに上水道の事故例¹⁾や飲料水に起因する感染症の集団発生例²⁾など事故事例をまとめた報告があるが、近年クリプトスポリジウムなど耐塩素性病原微生物による汚染事故など新たなリスクが存在するため、水道事故の最近の動向を把握する必要がある。そこで、最近の飲料水による健康を脅かす状況を把握するため、平成9年度からの飲料水健康危機管理実施要領に基づいて厚生労働省に報告された飲料水に係る健康危機情報を整理し、集約したデータの分析を行った。

2. 方法

飲料水危機管理実施要領に基づいて厚生労働省に報告された、平成9年度から平成18年度(9月まで)の飲料水に係る健康危機情報について、対象事例の発生日、発生場所、危害内容、原因、水源情報、浄水処理法、被害状況等についてデータを整理し、集約したデータの分析を行った。なお、飲料水健康危機管理実施要領は水道水、小規模水道(水道法非適用)の水又は飲用井戸の水を対象とし、これらの飲料水に係る健康危険情報を都道府県や水道事業者等が入手した場合、異常が生じた飲料水の種類やその水源の情報、浄水方法、被害状況、推定される原因など情報提供する項目を含め、厚生労働省へ連絡する方法が通知されている。

3. 結果と考察

分析対象とした期間の飲料水に係る健康危機事例の件数を図1に示す。飲料水健康危機管理実施要領開始当初は報告件数が少ないが、平成12年度以降は毎年100件程度の報告があり、報告件数が年々増加する傾向が見られた。期間中の全報告数は902件で、給水停止、飲用制限を含む用途制限、取水停止がそれぞれおよそ5%ずつを占めた。報告の内訳として、病原微生物等に関連するものが78%(707件)、化学物質等に関連するものが17%(156件)、その他4%(39件)であり、病原微生物等による報告数が目立つ。

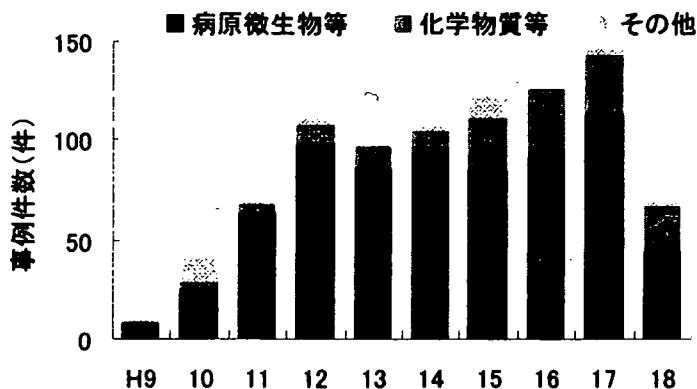


図1 飲料水に係る健康危機情報事例の年度別件数 (全902件、平成18年度は9月まで)

病原微生物等に起因する飲料水健康危機事例707件のうち95%(672件)が耐塩素性病原微生物に関連する情報であり、これは原水中にクリプトスポリジウムやジアルジアが検出された場合、水道原水の水質異常とし

て報告の対象となっているためである。浄水中に耐塩素性病原微生物が検出された事例は 12 件であった。これらの事例においては全て給水停止、取水停止の措置が実施されたが、発生源について特定できた事例はなかった。耐塩素性病原微生物以外の病原微生物（細菌・ウイルス等）に関連する飲料水健康危機事例は 21 件で、そのうち集団感染症が生じた事例は 15 件あり、多くが消毒の不備や不適切な管理によるものであった。

化学物質等に起因する飲料水健康危機事例の報告の内訳を表 1 に示す。このうち給水停止が 29 件、井戸水の使用停止を含む取水停止が 30 件、飲用禁止を含む用途制限が 33 件であった。直接的な健康被害が確認できたものは次亜塩素酸ナトリウムの過剰注入の 1 件のみであった。表 1 に示した項目の中で、無機化合物および有機化合物についての詳細を表 2 に示す。飲料水を介して健康を脅かす化学物質は様々であり、ヒ素、水銀など自然由来と考えられるものや PCB など人為由来のものなど原因も様々であり、健康危機管理上、原水にどのようなリスクが存在しているかを地域や事業体が個別に状況を把握する必要があると考えられる。

表1 化学物質等に関連する飲料水健康危機事例報告内訳

無機物	55
有機化合物	43
油類	26
濁度・色度	11
農薬	6
臭気物質	5
その他	8

4. おわりに

今回飲料水健康危機事例を分析した結果、健康の危害が生じたまたはおそれが高く給水停止などの措置を講じたものは毎年 10～20 件程生じていることがわかり、飲料水に起因する健康被害を防止する観点から水安全計画に基づく危機管理体制の整備は必要不可欠であるといえる。今回、病原微生物に関連する健康危機を防止には消毒の管理を徹底すること、化学物質等に関連する健康危機防止には原水の状態把握を推進することが有効であることが改めて示唆された。今後は飲料水に係る健康危機の報告をその緊急性や重要度を考慮して整理・分析を進める。

本研究の一部は、平成 18 年度年度国立保健医療科学院水道工学コース特別研究で平松尚司氏（愛知県）、唐谷栄起氏（大阪市）、西澤博氏（仙台市）によってまとめられた。また、平成 18 年度厚生労働科学研究費補助金「飲料水に係る健康危機の適正管理手法の開発に関する研究」により実施した。ここに記して謝意を表する。

1) 石橋多聞：上水道の事故と対策、技報堂、1977

2) 保坂三継：水道における事故例と背景、水道の病原微生物対策、丸善、pp139-146、2006

表2 化学物質等に関連する飲料水健康危機事例報告内訳の詳細

無機物	報告件数	有機化合物	報告件数
ヒ素	15 (4)	トリクロロエチレン	7 (1)
臭素酸	9 (8)	テトラクロロエチレン	6 (1)
水銀	5 (1)	1,4-ジオキサン	4 (3)
マンガン	4 (2)	トルエン	4 (3)
シアン	4	四塩化炭素	3 (1)
ウラン	3 (2)	フェノール	3 (1)
次亜塩素酸ナトリウム	3 (1)	PCB	3
硝酸・亜硝酸	3	ダイオキシン	3
アルミニウム	2 (2)	ベンゼン	2 (2)
鉄	2 (2)	キシレン	1 (1)
ホウ素	2	クロロホルム	1 (1)
塩素酸	1 (1)	ジクロロメタン	1 (1)
モリブデン	1 (1)	ナフタレン	1 (1)
アンチモン	1	ホルムアルデヒド	1 (1)
		1-ジクロロエチレン	1
		シス-1,2-ジクロロエチレン	1
		トリブチルスズ化合物	1

()内の数字は浄水における検出事例数

B-36 我が国における飲料水に係る健康危機事例について

○山田 俊郎*・秋葉 道宏・浅見 真理・島崎 大・国包 章一

国立保健医療科学院水道工学部（〒351-0197埼玉県和光市南2-3-6）

* E-mail: t-yamada@niph.go.jp

1. はじめに

我が国における水道の普及率が97.2%（平成18年3月31日現在）にまで達し、水道は国民の安全で安心な生活に不可欠な施設となっている。我が国の水道水は飲料水として高いレベルで安全が確保されている状況にあるが、水道において事故が生じた場合、多量の水が連続的に流れるという性格上、被害の影響は短時間で広範囲に及ぶ可能性があり、事故防止には万全を期する必要がある。我が国における飲料水を介した水系感染症による被害は近年大幅に減少したが、現在も水道や水道法適用外の飲用井戸や小規模水道において水質事故が頻発しており、利用者の健康障害が懸念される。またクリプトスポリジウムなど耐塩素性病原微生物による汚染¹⁾や飲料水を介したウイルス感染²⁾などは新たな健康危機として認識されるようになった。厚生労働省では水道に係る健康被害の発生予防と拡大防止を図るため、平成9年に「飲料水健康危機管理実施要領」を定め、水道水だけでなく小規模水道（水道法非適用）の水や飲用井戸の水を原因とする国民の生命、健康を脅かす事態を対象として、事故等の連絡があった場合の対応等の措置を定め、都道府県や水道事業者等はこれら飲料水に係る健康危機に関する情報提供が求められている。そこで最近の飲料水による健康危機に関する厚生労働省への報告や関連する文献資料を整理・分析し、最近の我が国における飲料水による健康リスクの状況と管理の問題点を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

飲料水健康危機管理実施要領に基づいて平成9年4月から平成18年9月まで厚生労働省に報告された飲料水に係る健康危機情報を基に、それぞれの健康危機事例についての内容や発生場所、原因などを整理した。さらに飲料

水を介して生じた健康被害については、国立感染症研究所感染症情報センターの病原微生物検出情報月報や、厚生労働省食品安全部監視安全課の食中毒発生事例などの資料を加えて、事例内容の整理・分析を行った。

3. 結果と考察

(1) 飲料水健康危機実施要領に基づく報告事例の傾向

平成9年4月から平成18年9月まで厚生労働省に報告された飲料水に係る健康危機事例は778件あった。1件の報告に複数の事例や複数の浄水場における被害事例が含まれており、それらを別途集計した事例数としては902件であった。平成12年度以降は毎年100件程度の事例報告があった。報告事例数について表1に示す。全事例数902件のうち、78%（708件）が病原微生物の汚染に関連する事例、19%（174件）が化学物質の汚染に関連する事例、残り2%（20件）が不明またはその他の事例であり、病原微生物に関連した事例が多い。この病原微生物に関連した事例の96%（680件）はクリプトスポリジウムおよびジアルジアといった耐塩素性病原微生物に関連する事例であり、さらにその96%（654件）は、原水での耐塩素性病原微生物の検出報告の事例であった。現在の飲料水に係る健康危機管理実施要領では耐塩素性病原微生物が原水中であっても検出された場合は健康危機事例として報告することになっていることや、事業者だけでなく河川管理者等も原水となる河川水における耐塩素性病原微生物の検査をしており検出された場合に関係機関に連絡されるためで報告数が多いと考えられる。原水での耐塩素性病原微生物検出のみの報告事例を除いた病原微生物関連の事例は54件あり、そのうち約半数の26件が耐塩素性病原微生物に関連するもの、残り半数がその他の病原微生物に関連した事例であった。26件の耐塩素性病原微生物に関連する事例のうち、浄水中で検出された事例が10件あった。これらは全て給水停止、取水停止の措

置がとられたが、発生源について特定できた事例はなかった。残りの16件は塩素消毒だけでろ過処理などを有しない施設において耐塩素性病原微生物が原水で検出された事例で、主に給水停止、取水停止などの措置がとられていた。

表1 飲料水健康危機管理実施要領に基づく危機事例報告
(平成9年4月～平成18年9月)

	件数
総数	902
病原微生物汚染に関連する事例	708
耐塩素性病原微生物	680
原水での検出報告(未対応)	654
原水で検出・対応(給水停止/用途制限等)	16
浄水で検出	10
耐塩素性病原微生物以外	28
化学物質汚染に関連する事例	174
濁度色度	20
油類	43
油類以外	111
その他	20

飲料水健康危機事例の報告全体としては、7%(67件)で給水停止、5%(48件)で用途制限が行われており、毎年10件程度発生していた。

(2) 飲料水等による健康被害事例

最近10年間で、飲料水によって健康被害が生じたと言われた事例は少なくとも29件あり、2341人の患者が発生していた(表2)。うち64%(18件)は飲用井戸を含む水道法適用外の小規模水道発生している。専用水道での健康被害事例は4件で、1998年に生じた赤痢集団感染事例(患者数821人)、*Plesiomonas shigelloides*による集団感染事例(患者数265人)を含むため、専用水道としての総患者数は1080人と全体の46%を占める。

表2 飲料水を介した健康被害事例数と患者数

水道の種類	件数	患者数
上水道	1	3
簡易水道	2	105
専用水道	4	1,080
簡易専用水道	2	114
小規模貯水槽水道	1	46
飲用井戸他(水道法適用外)	18	993
	28	2,341

表3は、健康被害の原因となった病原微生物や化学物質別に発生事例件数および患者数を示したものである。

病原微生物に関連した事例は件数ベースで75%(21件)、患者数ベースで93%(2176人)と、飲料水を介して健康被害が生じた事例のほとんどは病原微生物による感染症であった。原因が特定された事例では、病原大腸菌が7件と最も多く、次いでカンピロバクター4件、ノロウイルス4件の順となった。病原大腸菌による被害事例の多くは小規模水道、飲用井戸で発生していた。1982年～1996年に発生した計112件の飲料水による健康被害事例では、病原大腸菌による事例が63件最も多く、カンピロバクター23件、赤痢菌8件、サルモネラ6件の順であり³⁾、病原大腸菌、カンピロバクターが主要な原因である傾向は変化がない。一方、過去の主要な水系感染症であるコレラや赤痢による健康被害事例は、1998年の感染事例以降、飲料水を原因として報告されたものはなく、サルモネラによる事例もこの10年間で報告例はなかった。近年ではウイルスによる感染事例が増加しているのが特徴的である。これは飲料水のウイルス汚染自体が最近になってから認識されるようになったことや、ウイルス検出技術の向上が原因と考えられるが、飲料水からのウイルス感染については未だに不明な点が多い。2006年に発生した乳児ボツリヌス感染事例は、飲料水を原因として認定されたものとしては国内外で初めての感染事例である⁴⁾。

表3 飲料水を介した健康被害事例の原因物質

原因物質	件数	患者数
病原微生物	21	2176
Enteropathogenic <i>E. coli</i>	7	563
<i>Campylobacter jejuni</i>	4	229
Norovirus	4	321
<i>Shigella sonne</i>	1	821
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	1	190
Rotavirus	1	47
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1	3
Leptospire	1	1
<i>Clostridium botulinum</i>	1	1
化学物質	2	85
Sodium hypochlorite	1	67
Diphenyl-arsinic acid	1	18
不明	5	80
合計	28	2341

健康被害が生じた全てのケースで施設の不適切管理が認められた。そのうちの14事例は消毒装置の不調・故障や消毒剤の未注入といった消毒の不備によるものであった。クロスコネクション(誤接合)によって飲用でない水が給水されたことによる健康被害事例、次亜塩素酸の過剰注入、凝集不良によって生じた事例もあったが、比較的給水人口の大きい水道事業である専用水道・簡易水道で発生した事例で、その原因について資料中に確認できたものについてはいずれも消毒の不備が指摘されてお