

一般に利用可能な情報と GIS を用いた飲料水リスク評価手法の開発

環境計画研究室 田中 春樹

1.はじめに

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、平成 9 年に「飲料水健康危機管理実施要領」を策定し、水道水だけでは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、事故などがあった場合の対応等の措置を定めた。この実施要領に基づいて、飲用井戸や簡易水道における大腸菌やノロウイルスなどによる集団感染が報告されており¹⁾、その報告件数、影響人口は多数に渡っていることから、適切な発生予防策を講じることが求められる。また、WHO により、水道水に起因する健康被害の未然防止のために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水道事業者が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²⁾。これらのことから、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と思われるが、リスク要因情報が一元的に管理されていない現状では、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のみを情報源として、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要因を水源別に把握する手法および水道飲用によるリスク評価手法を開発することとした。これは、全国どこ水道事業者であっても同様の方法を用いることで汚染要因抽出できることを目指したものである。

2.研究方法

水道水源流域の汚染状況、汚染の発生源の情報(生活排水処理施設、畜舎等)について、病原微生物による原水汚染要因の把握と飲用水による感染リスク評価のための情報を GIS 上で行う際に利用可能と考えられる統計やデータベースに関する情報と GIS への取り込み方法を整理した。本研究で用いるデータは、全国規模で調査されており、一般に入手しやすいものを対象に整理を行う。さらに、これらの情報を元に、GIS の同心円解析、および、上流解析機能にオーバーレイ解析機能を組み合わせて病原微生物による原水汚染要因を抽出

する。そして、これらの結果を用い、水源に対する汚染要因情報を表示する地図システムを開発する。

また、元情報の空間データ精度が汚染要因抽出結果に与える影響を検討するために、同一の汚染要因に対して、空間精度の異なる複数の情報を準備し、開発した手法により抽出される原水汚染要因の比較を行った。

水道水飲用に対するリスク評価手法としては、河川、水源、汚水処理施設等の地理情報を用い、有症時にヒトあるいは動物が排出する病原微生物が河川を通じ、その河川から取水した水を浄水し、給水された水道水を飲むことで各水道区域内にどのくらいの感染リスクがあるのかを算出し、水道区域ごとに水道水飲料によるリスクを地理情報として可視化する。

3.結果および考察

(1) 原水汚染要因の情報整理

本研究で情報源整理の対象とした原水汚染要因とその結果を整理したものを表1に示す。

対象とする原水汚染要因は、病原微生物に対する過去の汚染事例、水源管理を参考に整理した。病原性微生物の排出源としては、主に家庭排水の処理施設である下水道終末処理場、農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、家庭用し尿浄化槽などがある。牛・豚などの家畜飼育、病院、動物園、ペットショップなども排出源として注目する必要がある。それに加えて、過去に感染事例のあるキャンプ場やプール、災害発生の影響も考慮し、これらの要因を原水汚染要因とした。対象とした原水汚染要因は、「し尿起因」、「畜産・動物起因」、「医療起因」、「レクリエーション起因」、「災害

表 1 対象とした原水汚染要因

要因種別		要因		
顕在要因	点源	し尿起因 △下水処理場 ○し尿処理施設	△農業集落排水処理施設 ○コミュニティプラント	△農業集落排水処理施設 ×CSO
	面源	動物・畜産起因 △家畜、畜産農家	×畜産糞処理施設	○動物園
	レクリエーション起因	○温泉、公衆浴場	○プール	
	し尿起因	△浄化槽	×し尿・濃縮汚泥還元農地	
	動物・畜産起因	△牧場	×家畜糞尿還元農地	△サファリパーク
	レクリエーション起因	△野生動物 △キャンプ場		
潜在要因	点源	し尿起因 ○下水汚泥処理施設、コンポスト施設	○し尿など高速堆肥化施設	×汚水・汚泥中継施設
	畜産・動物起因	○ペットショップ	○家畜保健衛生所	
	医療起因	○病院 ○動物病院 ○家畜保健衛生所	○診療所 ○医療研究機関 病原微生物を取り扱う研究施設	○保健所・衛生検査所 ×感染性廃棄物処理、処分施設
	面源	し尿起因 △し尿汲み取り槽	×汚水・汚泥中継施設	
	災害起因	○地湧り地域、地湧り危険地域	○活断層	
	○: データソースあり、△: データソースはあるが、場所の特定に問題あり、×: 一般に利用可能なデータなし			

起因」の5項目30種類以上となった。これらの要因を「点源」と「面源」に分類するとともに、水源に常に影響を及ぼすと思われる要因を顕在要因とし、天災や管理不十分による事故など様々な起因が重なって水源に影響を及ぼすと思われる要因を潜在要因として分類した。

整理の結果、大半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とわかった。ただし、下水処理場や集落排水処理施設などについては、一般に利用可能な統計情報では住所不明であったため、施設の位置を特定しGISに取り込むことに多大な時間を要する。そのため、統計作成段階での改善が必要であると考えられた。

(2) GISを用いた原水水源汚染要因の抽出

同心円解析では、一般的な地下水実流速の下で地下水汚染が到達すると考えられている距離(80m~1km)のうち、その最高値である1km³)をバッファ距離とし、オーバーレイ解析機能を用いて取水源から1km以内に存在する汚染要因の数とその要因の属性値を抽出した。同心円をまたぐ汚染要因については面積按分を行った。図1は、汚染要因を下水処理施設とし、近傍に汚染要因が存在する危険水源と、下水処理施設からの放流水中の大腸菌群数(個/cm³)を棒グラフで示している。鳥取県内の508か所の水源のうち下水処理場近辺にある水源は21ヵ所あり、大腸菌群数の高い水源が県東部に多く存在していることがわかる。このように、近傍に汚染要因を複数箇所以上もつ水源が同定され、その場所を地図上に表示することができた。またこれらの解析手順をツール化するとともに、水道の情報(水源位置、給水人口、管理事業体など)と汚染要因の情報が相互に閲覧することができる地図システムを開発した。

(3) 情報形態が汚染要因抽出結果に与える影響

畜産頭数分布の精度を検証するため、一般に利用可能なデータとして2000年度世界農林業センサスのデータを用いた畜産頭数(Case A)と家畜排せつ物対象飼養状況個票(鳥取県畜産課提供情報)をもとに農業集落別に集計した畜産頭数(Case B)を用い、同心円解析および上流解析を行った。Case Aは、経営主体の情報保護の観点から畜産経営者主体数が少ない農業集落のデータは秘匿である。一方、Case Bは、個票に基づく集計結果で、全ての畜産経営主体のデータが収録されている。

水源から水源上流に存在する畜産頭数と危険水源数を図2に示す。Case AとCase Bの畜産頭数に大きな違いがみられる。Case Aでは養豚、養鶏ともにほとんど存在していないが、Case Bでは多くの養豚、養鶏が抽出された。危険水源数もCase BのほうがCase Aより多く

なっている。これは、一般に利用可能であるCase Aのデータでは秘匿とされているデータが多くあり、実際に県が把握している畜産頭数と比べ、過小に公表されているからである。

以上の結果から、一般に利用可能な情報のように空間精度や集計精度が劣る情報を用いた場合、汚染要因抽出結果に大きな影響を与えることがわかった。一般に利用可能な情報源を用いるか、詳細な情報を用いるかについては、手間と評価精度のトレードオフの関係として捉えられるため、詳細情報を用いるための手間を低減することや、詳細情報を用いた場合の抽出結果の利用価値を明確にしておくことが重要と考えられる。

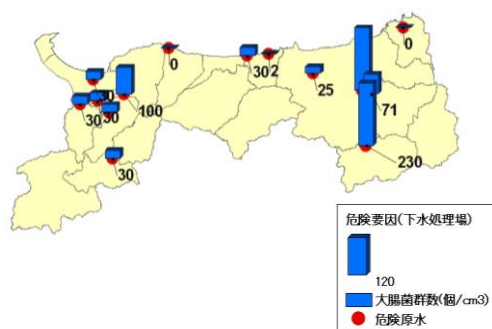


図1 同心円解析による危険水源と近傍汚染要因の詳細データ

(汚染要因: 下水処理施設, 属性値: 大腸菌群数)

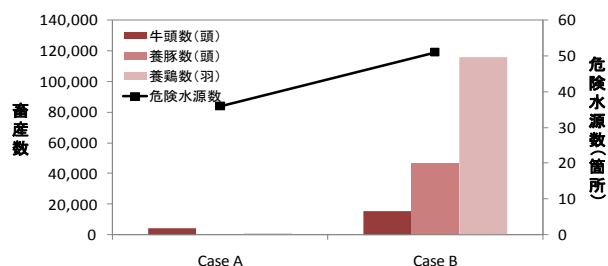


図2 汚染要因として抽出される危険水源数と畜産羽数

まとめ

一般に利用可能な地理情報や統計に関する情報とGISへの取り込み方法を整理することにより、情報源の問題点・改善すべき点を指摘した。また、GISの空間解析機能を用いた病原微生物による水源汚染リスク要因を抽出する手法を開発し、小規模水道も含めた全ての水源ごとに汚染要因を抽出することや個々の汚染要因に対する危険度の高い水源を抽出・可視化できることを示した。

参考文献

- 1) 山田俊郎, 秋葉道宏, 浅見真理, 島崎大, 国包章一: 我が国における健康被害事例, 環境工学研究論文集, Vol.45, pp.563-570, 2008.
- 2) 社団法人日本水道協会: WHO飲料水水質ガイドライン第3版(第1巻), pp.47-82, 2008
- 3) 環境省: 土壌汚染対策法の施行について, 環水土20号, pp.18, 2003