



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水道水における市町村ごとの発がんリスクの推定及び原水・浄水の比較評価
Author(s)	門田, 絵美; 近藤, 良美; 大野, 浩一 他
Description	第13回衛生工学シンポジウム (平成17年11月17日 (木) -18日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 5 水環境 . 5-8
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 179-182
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/1361">https://hdl.handle.net/2115/1361</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-8_p179-182.pdf



## 5-8 水道水における市町村ごとの発がんリスクの推定及び原水・浄水の比較評価

○門田絵美、近藤良美、大野浩一、亀井 翼、眞柄泰基（北海道大学）

### 1. 研究背景と目的

環境中には様々な発がん性物質が存在しており、水道水にも存在が確認されている。しかしながら、実際にどれ程の発がんリスクがあるのかは知られていない。また、水道統計として水道水質データがまとめられているが、各測定項目の数値の羅列であり、一般の人々には理解しづらいものとなっている。近年、地理情報システム（GIS）の普及・発展が急速に進んでおり、視覚的表現手法の一つとして、また、空間分析のツールとして様々な分野で注目されている。そこで、水道原水・浄水における発がんリスクを市町村ごとに推定し、GISを用いて視覚的に表現することを本研究の目的とした。また、人口規模と発がんリスクの関係についても検討を行った。

### 2. 研究方法

#### 2.1 使用したデータ

平成 13 年度水道統計水質編<sup>1)</sup>、施設・業務編<sup>2)</sup>、米国環境保護庁(USEPA)のIRIS(Integrated Risk Information System)<sup>3)</sup>に記載されているユニットリスク（単位暴露濃度あたりの生涯発がん確率）、及び、総務省統計局のホームページ<sup>4)</sup>内にある、平成 12 年度全国国勢調査結果のうち、第 1 次基本集計結果の人口データを用いた。

#### 2.2 対象物質

平成 16 年 3 月以前の旧水道水質基準における『健康に関する項目』のうち、「発がん性がある」、または「おそらく発がん性がある」とされている物質、そのうち、USEPA によってユニットリスクが発表されている 10 物質（1,2-ジクロロエタン、1,3-ジクロロプロペン、ジクロロメタン、ヒ素、ベンゼン、四塩化炭素、クロロホルム、ブロモジクロロメタン、ジブロモクロロメタン、ブロモホルム）を対象とした。旧水道水質基準で規制されていない物質は対象外としている。

また、クロロホルムのユニットリスクは、現在は発表されていないが、主要消毒副生成物であり、トリハロメタンとしてブロモジクロロメタン・ジブロモクロロメタン・ブロモホルムと合わせて頻繁に研究に用いられていることより、本研究では、以前に EPA により発表されていたクロロホルムの発がんポテンシーを用いてユニットリスクを推定し、参考値として発がんリスクの計

物質名 (CAS No.)	本研究で用いたユニットリスク (per mg/L)	2001年度水道水質基準値 (mg/L)
1,2-ジクロロエタン (107-06-2)	$2.6 \times 10^{-3}$	0.004
1,3-ジクロロプロペン (542-75-6)	$1.8 \times 10^{-3}$	0.002
ジクロロメタン (75-09-2)	$2.1 \times 10^{-4}$	0.02
ヒ素 (7440-38-2)	$5 \times 10^{-2}$	0.01
ベンゼン (71-43-2)	$8.4 \times 10^{-4}$	0.01
四塩化炭素 (56-23-5)	$3.7 \times 10^{-3}$	0.002
クロロホルム (67-66-3)	$(1.8 \times 10^{-4})$	0.06
ブロモジクロロメタン (75-27-4)	$1.8 \times 10^{-3}$	0.03
ジブロモクロロメタン (124-48-1)	$2.4 \times 10^{-3}$	0.1
ブロモホルム (75-25-2)	$2.3 \times 10^{-4}$	0.09

算に加えた。表 1 に対象物質の名前、本研究で用いたユニットリスク、水道水質基準値を示した。

表 1. 対象とする 10 物質の名前、ユニットリスクと水質基準値

## 2.3 市町村代表濃度の計算

1つの市町村で1つの浄水場からのみ給水されている場合、その浄水場の測定濃度をその市町村代表濃度とし、同一市町村で複数の浄水場から給水されている場合、浄水場の1日平均浄水量で加重平均をとり、それをその市町村の代表濃度とした。

なお、測定濃度が定量下限値未満であった場合、トリハロメタンは原水では測定されておらず、また塩素注入前であるため濃度を0とし、浄水では塩素処理はどの浄水場でも行われているため、定量下限値の50%値を代入した。その他の物質は原水・浄水ともに10%値を代入した。

さらに、タイプミスなどによる異常値と思われる測定濃度については、前後の年（平成12年と平成14年）の測定濃度の平均値を代入することにより異常値を修正した。

## 2.4 発がんリスクの計算と地図の作成

式(1)を用いて発がんリスクを計算し、その結果を地図上に表した。この式は、物質間の相互作用は考慮せず、各物質の和が全体のリスクであると仮定している。ただし、物質によってがん発症部位や、発症メカニズムが異なるため、式(1)で必ずしも正確な発がんリスクが推定できるわけではないことに注意しなければならない。

$$(\text{発がんリスク}) = \sum (\text{市町村代表濃度}) \times (\text{ユニットリスク}) \cdots (1)$$

## 3. 研究結果と考察

### 3.1 発がんリスクマップ

作成したマップの例を図1に示す。マップの作成により、発がんリスクの全国分布が視覚的に表現できた。なお、実際の地図はカラーで、全国版となっており、原水・浄水の比較がしやすくなっている。

数値で見ると、発がんリスク幾何平均値は原水で  $1.16 \times 10^{-5}$ 、浄水では  $2.18 \times 10^{-5}$  であり、浄水の方が原水よりもやや高いことがわかった。

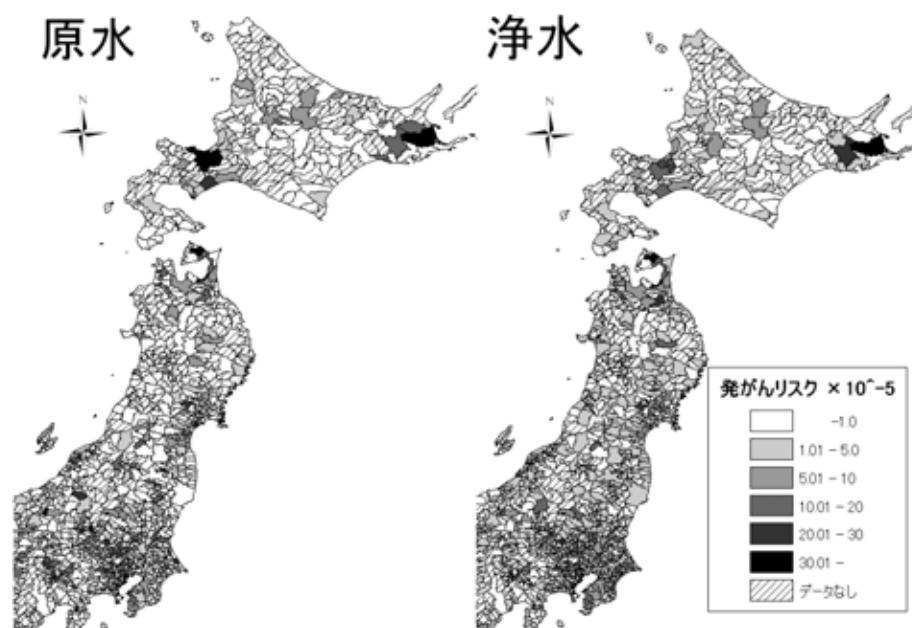


図1 発がんリスクマップ（東日本の例）

### 3.2 各物質の発がんリスクが全リスクに占める割合

各物質の発がんリスクが全リスクに占める割合を図2、図3に示す。これらの図より、原水ではヒ素のリスクが大きく(全リスクの97%)、浄水ではヒ素(全リスクの44%)及びプロモジクロロメタン、ジプロモクロロメタン(それぞれ全リスクの25%)のリスクが大きいことがわかる。また、浄水ではトリハロメタン4物質の合計で全リスクの54%を占めた。

原水において大きな発がんリスクを持つヒ素は、浄水処理で除去されるため、浄水ではリスクは低下する。また、トリハロメタンは原水では塩素と接触がないため検出されることはないが、塩素処理によって生成されるため、浄水で大きな発がんリスクを有すると言える。しかし、ヒ素のユニットリスクは皮膚がんのデータより推定されており、皮膚がんは他の部位のがんより致死率が低いいため、ヒ素による発がんリスクが大きいても、他の物質による発がんリスクよりも致死率は低いと言える。<sup>5)</sup> さらに、上で述べた本研究での定量下限値未満の測定値の扱い方により、ヒ素の発がんリスクは実際より大きく推定されている可能性がある。

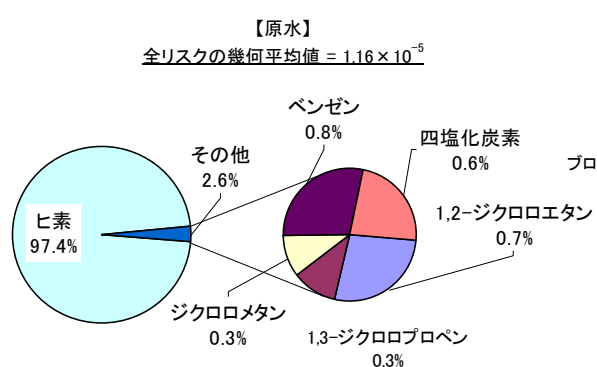


図2 全リスクに占める原水の各物質リスクの割合

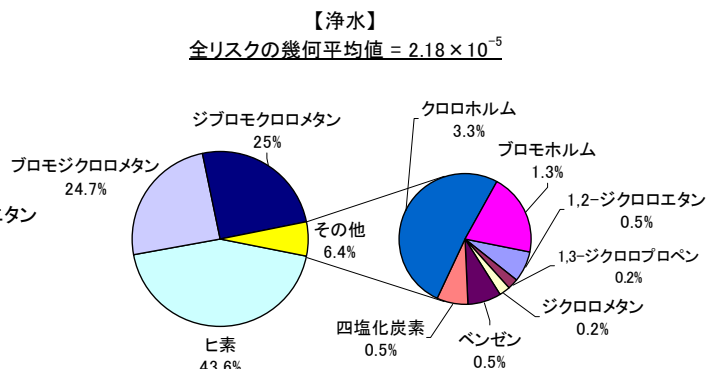
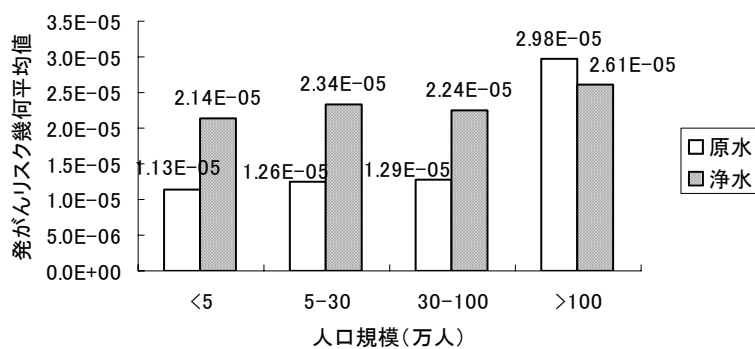


図3 全リスクに占める浄水の各物質リスクの割合

### 3.3 人口を取り入れた解析結果・考察

図4は、人口規模別の発がんリスク幾何平均値を求めた結果である。グラフより、人口100万人以上の都市では原水・浄水ともに比較的高リスクであった。原水においては、大都市ではヒ素の濃度が高いことがその原因である。この理由は、いくつかの大都市では上流部に天然のヒ素汚染源があるためと考えられるが、明らかではなく、今後さらなる検討が必要である。浄水においては、大都市ではトリハロメタン濃度が高いようである。この理由として、大都市は給水区域が広いた



市町村数 n =	<5	5-30	30-100	>100	
	1602	331	46	13	(原水)
	1696	361	49	13	(浄水)

図4 人口規模別発がんリスク

め、水の管路内での滞留時間が長くなり、その結果トリハロメタンが増加することが考えられる。また、大都市は川の下流に位置することが多いために原水水質が悪く、トリハロメタン前駆物質が多く含まれている、ということも考えられる。ただし、これらについては今後さらなる検討が必要である。

#### 4. 結論

原水・浄水における市町村ごとの発がんリスクを水道統計データとGISを用いて推定した。結果として、発がんリスク幾何平均値は原水で  $1.16 \times 10^{-5}$ 、浄水では  $2.18 \times 10^{-5}$  となり、原水よりも浄水の方がやや大きい発がんリスクを有することが示された。これは、塩素処理によりトリハロメタンが生成されることが主な原因となっている。原水ではヒ素によるリスクがほぼ全リスクに近い割合を占めていたが、ヒ素は凝集などの浄水処理によって除去することができる。また、人口規模で発がんリスクを見てみると、人口 100 万人以上の大都市は、原水・浄水ともに比較的高リスクであった。

本研究では、旧水道水質基準に含まれる物質のみを対象としているが、他にも発がん性のあると思われる物質は多く存在する。特に、大きなリスクを持つ発がん性物質については今後、その発がんリスク評価を行う必要がある。本研究で用いた評価方法では、それらの物質のユニットリスクが発表され、濃度データが入手できれば、それらを含めた発がんリスクを容易に推定しなおすことができる。統計的な水道水質データを分析すること、またそれにGISを用いるということは、水道水質を包括的に理解するための新しい手法の1つであり、より良い水道水質を目指す上で有効であると思われる。

#### —参考文献—

- 1) 日本水道協会：平成 13 年度水道統計 水質編 CD-ROM (平成 13 年 4 月 1 日～平成 14 年 3 月 31 日) 第 84-2 号、(2003 年)、日本水道協会
- 2) 日本水道協会：平成 13 年度水道統計 施設・業務編 (平成 13 年 4 月 1 日～平成 14 年 3 月 31 日) 第 84-1 号、(2003 年)、日本水道協会
- 3) U.S.EPA : IRISデータベース (<http://www.epa.gov/iris>)
- 4) 総務省統計局：統計データ 国勢調査結果 (<http://www.stat.go.jp/>)
- 5) K. Ohno, E. Kadota, Y. Kondo, T. Kamei and Y. Magara (2005) Estimation of geographical variation of cancer risks in drinking water in Japan, Proceedings of 1st IWA-ASPIRE Conference and Exhibition [CD-ROM], Singapore, Jun. 2005