

分担研究報告書 4

水道水のウイルス汚染の健康影響評価に関する検討

分担研究者 遠藤卓郎、片山浩之
研究協力者 泉山信司

分担研究報告書

「水道水のウイルス汚染の健康影響評価に関する検討」

分担研究者 遠藤卓郎 国立感染症研究所

片山浩之 東京大学大学院

協力研究者 泉山信司 国立感染症研究所

要旨

水道水の健康被害は病原微生物によるものと化学物質によるものとに大別されるが、その対応には違いが見られる。「病原体の混入」はあってはならないものとされ、化学物質は「最小限の健康影響」が目標となっている。ウイルスに限らず、水道水に係る微生物問題は人口の集中（都市化）と、それに伴って加速する水の再利用に原因しているといつて過言でない。今後とも水の反復利用が加速すれば、ウイルスをはじめとする病原微生物が不活化される以前に飲料水に混入する事態に陥るであろうし、その他にも抗生物質などの蓄積と薬剤耐性菌問題、温暖化による水温の上昇など多くの健康リスクが増大することが懸念される。

健康影響評価の必要性

近年、ノロウイルスによる感染症の問題が顕在化しており、遠からず水道事業体においても対応が求められる状況となっている。これまで、わが国の水道における病原微生物問題はいわゆる「ゼロリスク」の概念が暗黙の了解事項として通用してきた。その背景には細菌学的な汚染に対してきわめて有効な塩素消毒の存在があったからだといえる。しかしながら、クリプトスポリジウムなど耐塩素性を示す病原微生物の出現から従来の「ゼロリスク」はすでに破綻しており、新たなコンセプトが必要である。これまで、水道水の病原微生物汚染はあってはならないとされてきたが、同じ水道水でありながら化学物質の分野ではすでに健康リスクの概念を導入して「最小限」に抑えることを目標に運転管理されている。

ウイルスに関するリスクに関してはこれまでも多くの研究が紹介されているが、実験的な実証（例えば人への感染実験）が不可能であること、解析に必要となるデータは多岐に渡り、異分野の専門家による共同作業が不可欠であること、そのために系統的に集められた情報は限られていることなど、今後の発展に期待する分野である。また、一般に病原体に係る用量 - 作用の実験は水道水中の微生物量に比べはるかに多量の病原体を用いて行われることから、得られた結果（回帰線）を基にしてきわめて希薄な病原体によってもたらされる出来事を論じるのは慎重にならざるを得ない¹⁾。また、技術的には、きわめて多量の試料水を処理しないとウイルスを分離することができないことから検査法として現実性に乏しい面もある。このような事情を反映してか、水道水からウ

ウイルスが検出されたにもかかわらず、その水道水の利用者集団に健康被害が見あたらないような事例も報告されている²⁾。この場合、検出結果が偽陽性であった、感染力を持たないウイルスであった、あるいは感染に必要な量よりも少ないウイルス量であったなどの説明が考えられ、上記の事象を正当に評価するのは容易でない。リスク分析の考えにはこれ以外にも問題があるかもしれない。しかしながら、安全性の評価、あるいは以下のような対処の大筋を決める上でまぎれもなく重要な考え方である。

1. 患者検出に向けた積極疫学と患者救済への貢献
2. 施設の改善や浄水技術の向上の効果判定とそれらへの活用
3. 微生物学的な基準値や許容範囲の根拠
4. 最も効率的な（費用対効果の高い）対策の立案に寄与
5. 微生物対策と化学物質汚染とはいわば trade-off（二律背反）の関係にあるが、両立に向けた最適化に寄与
6. 飲料水による健康影響に関する概念的枠組みの構築

最小限のリスクとは集団(国や地域)における「許容患者発生率(数) (Tolerable Disease Burden)」と言い換えることができる。集団として水道水を介した感染症の発生を何処まで許容するかということである。しかし、集団にとって「最小限」であっても罹患した当人にとっては「100% (最大)の被害」である。いかなる強弁をもってしてもこの溝を埋めることはできない。許容患者発生率は絶対値で示されるものではなく、妥協すれば「最小限のリスク」はどこまでも大きな値となる危険性をはらんでいる。リスクを小さくする要素は本質的には浄水/科学技術であるが、現実の社会ではしばしば経済的な要因により規定される。リスクの概念は「ゼロ」でないリスクを共有するためのコンセンサス作りの手段として開発されたものと考えている。その意味で、情報の開示は必須の要件で、以下の諸点に配慮して情報が開示されなければならない。

- 消費者側にリスクの選択の可能性があるか
- リスク配分、利益の配分は公平であるか
- 起こり得る被害に対して、個人により特別な恐怖心を持つことはないか
- リスクの内容がどの程度周知されているか

ノロウイルスのリスク評価

近年、真砂ら³⁾によって、水道水中のノロウイルスの濃度分布⁴⁾を用いて健康被害の定量評価が行われた。それによると、わが国におけるノロウイルスに関する感染確率の95%値は米国環境省 (US EPA) が提唱する許容値 10^{-4} [infection/person/year]を上回るとされた。一方、これをWHO が提唱する許容値 10^{-6} [DALY/person/year]⁵⁾と比較して、ID₅₀=10 (飲んだ人の50%が感染するウイルス粒子数のこと)と仮定した場合にわずかながら上回るが、ID₅₀=100 の場合は許容範囲内と計算されたとしている。ちなみに、米国EPA の許容値は感染を問題としているのに対し、WHOの提唱する

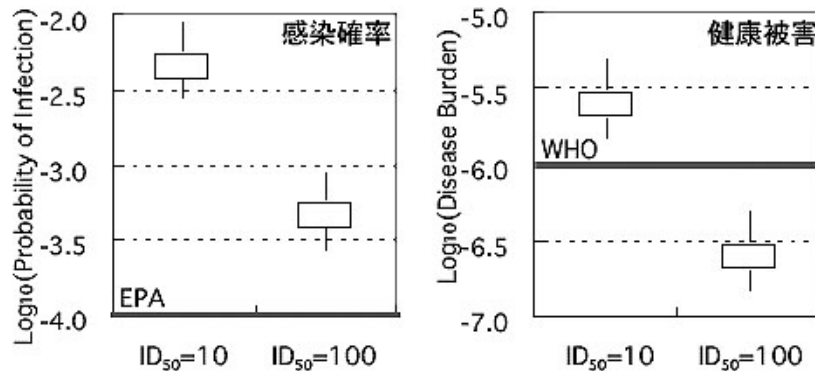


図1 水道水中のノロウイルスによる感染症リスク
 (棒の上下は95%値と5%値、箱の上下は75%値と25%値、
 横線はそれぞれEPAとWHOの提唱する許容値を示す)

(文献3より転載)

DALYsの概念には症状の重篤度が考慮されているためこのような解釈の違いが出てきたと説明されている。このリスク評価では定性的なノロウイルス測定結果¹⁾が用いられていること、水道水から分離されるノロウイルス粒子による真のID50は不明であること、など不確定要素が多く含まれている。これらの不確定要素に留意しつつ、このような研究結果を参考にして、わが国の水道におけるウイルス感染のリスクにつき検討する必要がある。その一方で、PCR法を用いればわが国の水道水からノロウイルスに限らず、腸管由来のウイルス遺伝子が検出される状況も事実として受け止めなければならないものとする。

ウイルスに限らず、水道水に係る微生物問題は人口の集中(都市化)と、それに伴って加速する水の再利用に原因しているといって過言でない。今後、水の反復利用がさらに加速すれば、ウイルスをはじめとする病原微生物が不活化される以前に飲料水に混入する事態に陥るであろうし、その他にも抗生物質などの蓄積と薬剤耐性菌問題、温暖化による水温の上昇など多くの健康リスクが増大することが懸念される。

参考文献

1. Holcomb DL, Smith MA, Ware MA, Hung YC, Brackett RE and van Doyle MP. 1999. Comparison of six dose-response models for use with food-borne pathogens. Risk Analysis. 19: 1091-1100.
2. Bouchier I. 1998. Cryptosporidium in Water Supplies. Third Report of the Group of Experts to Department of Environment, Transport and the Regions and Department of Health. November, 1998. Drinking Water Inspectorate, London. <http://www.dwi.detr.gov.uk/pubs/bouchier/index.htm>
3. 真砂佳史、渡部徹、片山浩之、大垣眞一郎、大村 達夫 . 2006 . 第40回日本水環

境学会年会講演集

4. Haramoto E, Katayama H and Ohgaki S. 2004. Detection of Noroviruses in Tap Water in Japan by Means of a New Method for Concentrating Enteric Viruses in Large Volumes of Freshwater. *Appl. Env. Microbiol.*, 70(4), 2154-2160.
5. WHO (2004). Guidelines for Drinking-Water Quality, 3rd edition. Vol. 1: Recommendations.