



Title	飲み水の安全と残留塩素の物語
Author(s)	村上, 道夫
Citation	現代化学. 2026, 663, p. 68-69
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/106112
rights	©2026 東京化学同人
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

基準値を力ガクする

第 88 回

飲み水の安全と残留塩素の物語

村 上 道 夫

食中毒と水と感染症

今号が発売された5月中旬からしばらくたつと、梅雨が始まり、食中毒が気になる時期となる。厚生労働省の食中毒統計資料によれば、2024年の食中毒発件数は1037件、患者は14229名、死者は3名であった。一般に、夏季にはサルモネラ属菌などの細菌性食中毒が増加し、冬季にはノロウイルスによる食中毒が多くなる。夏に多いイメージの食中毒だが、実際には年ごとに発生状況が異なる。

基準値の関連でいえば、食品を「食べても安全な期限」が消費期限、「おいしく食べられる期限」が賞味期限であり、いずれの期限も理化学的試験、微生物学的試験（細菌類を用いることが多い）、官能検査に基づく。これらから得られた保存可能な期間に「安全係数」を掛けることで、消費期限や賞味期限が決められる。安全係数はしばしば0.7が用いられるが、これは経験則や商習慣に基づくものである。たとえば生和菓子のねりきりでは、わずか2日で生菌数は100倍以上にもなる。これが「1日過ぎたくらいなら大丈夫」とはならないように、安全係数の過信には注意が必要である（文献1）。

さて、このような食中毒だが、感染

症全体の患者数としてはそれほど大きな割合を占めるわけではない。季節性インフルエンザの患者数は毎年数百万人から千万人超、感染性胃腸炎の患者数は数十万人から百万人規模であり、食中毒は感染症全体のなかの一部である。さらに少ないのが飲み水に由来する感染症である。しかしこれは、徹底された消毒などの水道システムの恩恵によるものであり、現在でも消毒不足による感染事例は後を絶たない。また、歴史を紐解けば、飲み水こそが感染症流行の大きな原因だったのである。

ヨーロッパの感染症と水の歴史

19世紀のヨーロッパで、コレラ流行の原因が飲み水の汚染であることを見いだしたのが英国の医師ジョン・スノー（1813～1858）である。当時は、汚物や腐敗物から発生する悪臭が空気を漂うことを原因とする瘴気説が主流であったが、スノーはコレラ死者の発生地点と井戸の位置を地図上にプロットし、特定の井戸水との関連を示した。さらにその井戸の使用を禁止することで、周辺の死者を減らすことに成功した。病原体を特定せずに対策を打出した点が特徴であり、空間疫学の先駆けとなる手法である（文献2）。

水による汚染が感染症流行の原因であることが明らかになると、近代水道が普及することになった。そのなかで重要な発見が浄水場での砂汙過である。水を砂で汙過することで、地域におけるコレラなどの死亡率を低減できるとの報告が相次ぎ、1893年には一般細菌が1 mL当たり100個以下であればコレラが流行しないことが見いだされた。さらに、汙過後の水の測定を毎日行う必要があることや、この基準を満たすための汙過速度として100 mm h⁻¹が提案された。この一般細菌1 mL当たり100個以下という値は、現在の日本の水道水質基準でも用いられている（文献2）。

塩素処理の基準

日本では1887年の横浜市を皮切りに、東京市、大阪市、長崎市、神戸市などで近代水道が導入された。この頃には、腸チフスの流行抑制には汙過だけでは不十分であり、塩素消毒が有効であることが欧米を中心に知られるようになっていた。日本の水道での塩素処理は、1921年に東京市と大阪市、1922年に横浜市で試験的に導入された。1938年には東京市の多くの浄水場で0.2 mg L⁻¹で塩素処理が行われてい

たが、必ずしも十分な塩素濃度ではなかった。日本全体での乳児死亡率の減少は1920年前後から見られるが、水系感染症の患者数の低下には至っていない(右図)。乳児死亡率の減少は、栄養や教育、保健制度など公衆衛生全体の向上によるものと考えられる(文献2)。

水道システムにおける塩素処理の転機は、第二次世界大戦後の連合国軍総司令部(GHQ)からの指示である。第二次世界大戦中、米軍は固定された給水施設において、使用時に 0.4 mg L^{-1} 以上の残留塩素を維持することを原則とした。残留塩素とは、蛇口など使用時に残っている塩素濃度のことである。塩素との酸化発色反応を利用するオルトリジン法によって容易に測定できることも、この管理方法の普及を後押しした(現在はジエチル-*p*-フェニレンジアミン法が一般的)。興味深いことに、 0.4 mg L^{-1} という数字は、部隊の衛生技術者へのアンケート調査に基づく経験的な基準であった。また、塩素注入の理由として、感染症の流行抑制のほかに、毒物などが投入された際に塩素が反応して検知できるという点も特徴的であった(文献3)。

一方、野戦のように汚染が顕著な水源を利用する場合には、より高い塩素濃度が求められ、1940年10月21日の通達により残留塩素基準は 1 mg L^{-1} とされた。当時はリスターバッグとよばれる布製の袋を用い、水を入れて塩素を加え、一定時間(たとえば30分程度)接触させた後、残留塩素濃度を確認して使用する方法が一般的であった(文献3)。

これらの基準に基づき、日本の水道水では浄水場で 2 mg L^{-1} 、蛇口で 0.4 mg L^{-1} 以上の残留塩素の保持が求められるようになり、その後、1957年の水道法に組込まれた。蛇口で残留塩

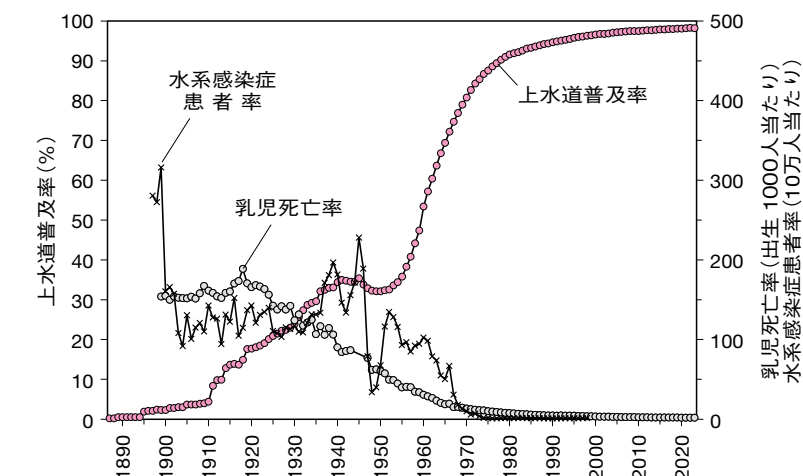


図 上水道普及率、乳児死亡率、水系感染症患者率の推移 全国の上下水道普及率や水系感染者患者数は沖 大幹らによる政策研究 (<https://www.tkfd.or.jp/research/detail.php?id=4388>)、乳児死亡率は厚生労働省Webサイト (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/81-1a.html>) 参照。1940年代後半の水系感染症患者率が低いのは戦後のデータ不足のため。

素の保持を要件とする国は世界的にもまれである。この塩素処理の徹底後、日本では水系感染症の患者数が顕著に低下した(上図)。塩素消毒は、医学の発展や生活習慣の改善など、さまざまな公衆衛生の向上の基盤の一つとして機能した。

水道に関する衛生管理概念の開拓者は誰か

1990年代には、水道水由来のクリプトスポリジウム感染が問題となった。塩素耐性をもつこの病原体には塩素消毒だけでは不十分であったため、日本では汚染が顕著な水源をもつ浄水場において、濁度(水の濁りの度合い)0.1度以下を指標とした汙過管理が導入された。病原体の直接測定が困難であるという実行性に支えられている。

このような管理概念は、コレラ菌の代替として一般細菌を指標に用い、適切な処理条件を規定するという、1893

年の提案方法の延長線上にある。「代替指標が十分に低いこと」と「処理方法が適切であること」によって安全性を担保する考え方である。この概念を提案した人物こそが、コレラ菌を発見し、細菌学の父とよばれるロベルト・コッホ(1843~1910)である(文献4)。

参考文献

1. 村上道夫、永井孝志、小野恭子、岸本充生 著、『基準値のからくり—安全はこうして数字になった』、講談社(2014)。
2. 水インフラの事典編集委員会 編、『水インフラの事典』、丸善出版(2025)。
3. J. B. Coates Jr., E. C. Hoff 編、『Preventive Medicine in World War II. Volume II: Environmental Hygiene』、Office of the Surgeon General, Department of the Army(1955)。
4. R. Koch 著、『Professor Koch on the bacteriological diagnosis of cholera, water-filtration and cholera, and the cholera in Germany during the winter of 1892-93』、William R. Jenkins(1895)。

本連載は、村上道夫(大阪大学)と永井孝志(農研機構)が執筆を担当する。