

Title	飲料水における塩素殺菌とその問題点
Author(s)	横山, 浩
Citation	makoto. 1982, 38, p. 3-8
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/86071
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

飲料水における塩素殺菌とその問題点

大阪府立公衆衛生研究所

薬事指導部

横山

浩

一、はじめに

水は人間が生命と日常生活の維持に最低限欠かすことの出来ないものである。普通、人体の約六五%は水分で占められており、その一〇%を失なうと種々の生理障害が生じ、また二〇%の水分を失なうと渴死するとい

われている。

とくに飲用に供する水は、我々の日常生活に最も関係が深いだけに病原性微生物を含まず、目で見てきれいで、飲んでおいしく、しかも衛生的に安全であって欲しい。だからといって、逆にいくら衛生的に安全な水で

あっても変なものが溶け込んでいたり、濁っていたり、いやな味やにおいがしたりするのでは飲料水として人に勧めることは出来ないだろう。

しかし、都市周辺部に住む人々にとって衛生的に安全で、なおかつ良質の美味な給水を得る

ことはだんだんと困難になってきている。そして人口の都市集中化が進むなかで、上水道の需要はいろいろな形で増大するに

つぼうである。そのため、水道原水の汚濁（藻類の異常発生と異臭味、有機ハロゲン化合物の生成、工場廃水あるいは排油処理水から由来する種々の有機化学物質による汚染）も徐々に進行しているのが現状である。

ロゲン（炭化水素）が多数検出されることがワシントンの民間調査団体（E.D.F.）および米國環境保護庁（E.P.A.）によって報告された。人間の口から入る

実際の飲用水量はともかくとして、低沸点有機ハロゲン化合物はその一般毒性（肝あるいは腎機能障害など）を考えたとき、飲用による人体の影響が当然、なんらかの形で問題視され、議論されるべきものであったといわねばならない。そして同じ一九七四年に、ハリスは米国のミ

シッピビー河下流域のニューオー
ルレアズ地域において、殺菌
消毒の目的で注入された塩素が
原水中に存在する有機物質と反
応してトリハロメタン以下TH
Mと略記する)を生成し、その
THMを含む水道水を飲用して
いる人々、飲用していない人
々の間でガンの発生率が異なり、
有意の差があるという調査結果
を発表した。一般に疫学データ
Iで有意性があることを認定す
る際、「同じデータ」から別の
異なった解釈がなされてはいけ
ない」という原則がある。この
ハリスらによる報告はこの原則
を十分に満していなかったが、
それまで安心して飲んで来た飲
料水の安全性に疑問を投げかけ
再考を促す契機となった。そし
ていやがうえにもこれら化合物
の環境汚染と毒性的影響につ
いて多くの人々の関心を集める
に至ったといわざるをえない。

ゲン原子(塩素; Cl、臭素; Br、
ヨウ素; Iなど)と置き換った
化合物の総称である。普通トリ
クロロメタン(別名クロロホル
ムともいう、CHCl₃)、ブromo
クロロメタン(CH₂ClBr)、ジブ
ロクロロメタン(CHCl₂Br)、シ
ンロクロロメタン(CHClBr₂)、
およびトリブromoメタン(別名
ブromoホルムともいう、CBr₄)
の4種の有機ハロゲン化合物が
よく知られている。そしてこの
4化合物のうち、クロロホルム
が他の3化合物に比べ、高濃度
(通常、数ppb前後から数百
ppbの範囲)で水道水中に存
在していることが明らかになっ
ている。

THMの発生はわが国におい
ても東京都の利根川水系、多摩
川水系や大阪府の淀川水系で認
められており、季節によって異
なるが大体、数ppbから数十
ppbの範囲で検出されている。
現在THMへの行政的対応と
しては、EPAが一九七九年十
一月に暫定第一種飲料水規則
(National Interim Primary
Drinking Water Regulation
ion)を改正し、一定規模以上
の水道事業体において水道水中
の総THMの最大濃度レベル
(Maximum Contamination
Level)を0.1mg/l(1
00ppb)に規制し、公告し
ている。また、カナダでは総T
HMの規制ガイドラインを0.
三五mg/lと一応設定している。

そのほかヨーロッパにおいても
O.E.C.D.を中心に規制が検討さ
れつつある。
わが国では厚生省生活環境審
議会水道部水質専門委員会にお
いて検討がなされ、「昭和五十
六年三月二十五日、環水第四六
号、厚生省環境衛生局水道環境
部長通知」が出された。それによ
ると水道で供給される水中のTHM
の当面の制御目標値を総THM
の年間平均値で0.1mg/lと
する。そして水道事業、水道用
水供給事業および専用水道にあ
っては、浄水場の系統ごとにT
HMが最大となると考えられる
場所において、年間の平均的な
値が得られるよう時期選定し、
年四回以上の測定を実施するよ
うにしている。さらに測定回数
に関しては、THM生成量と原
水の過マンガン酸カリウム消費
量または色度の値とかなりの相
関が認められることから、表流
水については過マンガン酸カリ
ウム消費量二二mg/l、地下水
または伏流水については色度二
〇度を目安にして決めている。
そしてこの値を越える場合は年
四回以上、それ以下は年一回以
上でよいとしている。

た例はめずらしい。
しかし、今のところ水道水中
のTHMと発ガン性をより明確
にする知見はクロロホルムを除
いてまだまだ数も少なく、長期
間におたる疫学調査を行なう必
要がある。またクロロホルムの
発ガン性についても、現在のと
ころ動物実験で体重一kgあたり
一〇〇mgという大量のクロロホ
ルムを長期連続投与した結果、
認められたにすぎない。したが
って今後の研究、検討によるT
HMの毒性評価の内容次第では
ヨーロッパ、米国だけでなく、
わが国においても大きな社会問
題の一つになりうる可能性があ
ろう。
THMについてはその問題点
も含めて数多くの文献、総説、
資料が各方面の専門家によって
発表されているので、ここでは
一応省略させていただく。本文
では、THMなど有機ハロゲン
化合物の生成に関与するとされ
ている塩素を中心に、塩素系殺
菌消毒剤の使用状態、および使
用上の問題点を毒性の面も含め
て記述することにする。
一、塩素系殺菌消毒剤について
塩素とその化合物は、一七八
九年フランスのペルトレによっ
て漂白剤として使用されたのが
最初であり、これを殺菌剤とし
て認めたのはドイツのR.コッホ
(一八八一)である。それ以来
塩素化合物は水の殺菌をはじめ
として、医療関係や公衆衛生、
食品関係の幅広い分野に殺菌消
毒剤として、今日に至るまで重
用されてきている。
殺菌消毒剤は通常、水溶液の
形で用いられ、水溶液中で微生
物に作用し、殺菌効果をあらわ
す。塩素とその化合物の殺菌剤
としての有用性は安価であるとい
う経済性に優れているだけで
なく、塩素の迅速にして強力な
殺菌作用力を発揮する塩素自体
の強い酸化能である。すなわち、
細胞膜、細胞内酵素への酸化作
用が中心であり、酸化によって
細胞膜の機能変化を生じ、膜の
酵素を破壊、失活し、次いで細
胞内の酵素活性を瞬時に破壊し、
細胞機能を阻害して微生物を死
滅に至らしめる。
塩素を含めて、一般にハロゲ
ンと称される物質(ヨウ素、フ
ッ素、臭素)は非常に反応性に
富み、多くの無機物質、有機物
質と結びついてハロゲン化合物
を作りやすい。ハロゲンのうち、
とくにフッ素と臭素は毒性・刺
激性、腐蝕性が強く、現在殺菌
剤としての有用性は認められず、
ほとんど利用されていない。
ハロゲン(X)は水中で強力
な酸化作用をもつ次亜ハロゲン
酸(HOX)あるいは次亜ハロ
ゲン酸イオン(OX⁻)を生成す
る。塩素で説明すると、水中で
次亜塩素酸(HOCl)あるいは次
亜塩素酸イオン(OCl⁻)になり、

これらが殺菌作用の本体となる。このような次亜塩素酸あるいは次亜塩素酸イオンを殺菌力のある活性型塩素（遊離塩素ともいう）と呼んでおり、分子状塩素（ Cl_2 ）も活性型塩素に含まれる。塩素ガスあるいは塩素化合物を投入した水溶液は弱酸性で塩素特有の刺激臭（カルキ臭）を生じる。水の液性がpH5、7、10では非解離の次亜塩素酸がそれぞれ九・六％、七・〇％、〇・二％存在している。またpH5以下では塩素ガスが生成し、pH10以上では次亜塩素酸イオンの濃度が増加することがわかっている。したがって塩素は、水のpHが大体5から9の範囲では、主として次亜塩素酸の形で存在し、殺菌作用の機能を果たしているものと思われる。

塩素系殺菌剤は無機塩素化合物と有機塩素化合物の二つに大別される。無機塩素としては、塩素ガス、さらし粉、高度さらし粉、次亜塩素酸ナトリウム、二酸化塩素があり、有機塩素合成殺菌剤としては、クロラミンB、クロラミンT、塩素化イリシアスール酸などがある。これらのうち、比較的よく繁用されているのは塩素ガスと次亜塩素酸ナトリウムである。最近ポンベからのガス洩れによる事故など取り扱い上の安全性に対処するため、塩素以外の無機の化合物（塩化ナトリウム、塩化マグ

ネシウム）の水溶液を必要量電気分解し、発生する塩素を殺菌に直接利用する方法を行なっているところもある。また、有機塩素化合物では塩素化イソシアヌール酸化合物が、ブーラの殺菌消毒剤としてよく用いられるようになってきている。

表1に一応知られている塩素系の殺菌剤を化学構造とともに列記しておく。

次亜塩素酸ナトリウムなど塩素系殺菌消毒剤は、とくに食品工場などで重用されている。卓越した殺菌効果をもっているA.F.2が一九七四年使用を禁止され、過酸化水素の使用も実質的に不可能となった今、わが国で許可されている食品工場用の殺菌剤は次亜塩素酸ナトリウムなど塩素系のものしか見当たらないのが現状である。

次亜塩素酸ナトリウムは、食品工場内の製造器具、機器などの殺菌・漂白処理、作業場内の殺菌処理、作業員の手指や靴、作業着などの殺菌・漂白処理、原料水、洗浄用水などの用水殺菌および食品原材料の殺菌に用いられている。

次亜塩素酸ナトリウムは通常一〇～一〇〇あるいは三五～三六％液が市販されており、有効塩素として機器、容器が五〇～二〇〇ppm、作業施設環境が一〇〇～二〇〇ppm、作業者の装着品（靴、作業着など）が一〇

〇～二〇〇ppm、用水が数ppmから数十ppm以下、食品の原材料が一〇〇～二〇〇ppm、手指の消毒が一〇〇～一五〇ppmの濃度範囲になるように水中で希釈して使用されている。先にも記したように次亜塩素酸ナトリウム塩素ガスの場合と同様に、水中で次亜塩素酸を発生し、生成した次亜塩素酸は容易に細菌などの微生物の細胞膜を透過して細胞内に存在する種々の酵素を破壊する。次亜塩素酸の殺菌力は水のpHに影響され、一般にpHが7以下であると殺菌力も大となるが、pHが7以上になると殺菌力は次第に弱くなる。例えば大腸菌の場合、次亜塩素酸の殺菌力は作用時間、作

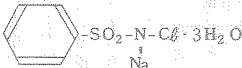
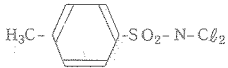
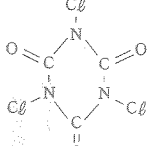
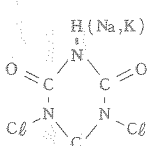
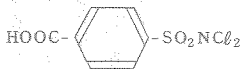
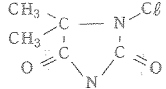
用温度を一定にして、大腸菌の殺菌率（%）をみた場合、pH六・八では一〇〇%を示した殺菌率が、pH八・〇になると五五%となり、二分の一近くまで殺菌率が低くなることが知られている。

次亜塩素酸ナトリウムも含めて塩素系殺菌消毒剤は、通常栄養型細菌（グラム陽性菌、グラム陰性菌）、ウイルスに対して迅速な殺菌作用を示すが、芽胞を有する細菌胞子、糸状菌に対しては殺菌効力がやや劣る。その他藻類、原虫類にたいしても有効である。しかし、これらの殺菌作用力は油脂、蛋白質などの有機物が存在すると低下し、先ほど述べたpHのほか温度に

よっても大きな影響を受ける。塩素の各種微生物にたいする殺菌力を比較すると、表2に示すようになる。腸内細菌（大腸菌）、ウイルス、赤痢アメーバ、細菌芽胞を各種塩素と5度で10分間接触させ、各微生物を九九%死滅させるのに必要な塩素濃度は次亜塩素酸よりも小さく、以下次亜塩素酸イオン、クロラミンの順に有効塩素の必要量も増加している。したがって水中ではクロラミンのような結合型塩素剤よりも、次亜塩素酸のような遊離型の塩素剤（塩素水、次亜塩素酸溶液）のほうが殺菌効力もかなり強いことがわかる。

また、一般に無機塩素系化

表1. 塩素系殺菌消毒剤

化学名	化学構造
塩素（ガス状）	Cl_2
次亜塩素酸ソーダ	$NaOCl$
二酸化塩素	$ClO_2 \cdot 10H_2O$
クロラミンB （ベンゼンスルホクロルアミドのナトリウム塩）	
クロラミンT （p-トルエンスルホクロルアミドのナトリウム塩）	
トリクロロイソシアヌール酸	
ジクロロイソシアヌール酸 （ナトリウムまたはカリウム塩）	
ハラゾーン （p-スルホジクロルアミド安息香酸）	
1,3-ジクロロ-5,5-ジメチルヒダントイン	

物の殺菌効力は有機塩素系化合物の殺菌効力よりも強い。

次亜塩素酸ナトリウムとトリクロロイソシアヌール酸の殺菌効力を作用時間が三〇分から二〇〇分の範囲で比較すると、表3に示されるように感受性の高い細菌(大腸菌、黄色ブドウ球菌、緑膿菌など)にたいしては両者ともほぼ同等の効力を示している。が、結核菌や細菌胞子にたいしてはイソシアヌール酸のほうが長い接触時間が必要となり、次亜塩素酸のほうが殺菌効力の点において優れているようである。

有機塩素化合物は NCl_2 基を有しており、これが水中で加水分解してイミノ基と次亜塩素酸になる。それゆえ、次亜塩素酸塩と殺菌作用特性は類似しているものの、作用速度にたいする pH の影響が大きい。一般に効力の発揮は次亜塩素酸塩よりも遅くなるようである。

そのほか、日本でもあまり使用されていないが、欧米でよく用いられている塩素系殺菌剤として二酸化塩素がある。二酸化塩素は酸化力が強く、塩素の二・五倍あるといわれている。しかし、水中の有機物にたいしてフェノール性水酸基をもった化合物を分解する能力はあるが、塩素と異なってアンモニアや窒素化合物との反応性が乏しいため、その分だけ塩素より水中に長く

表 2. 塩素の殺菌力

対象微生物	必要濃度 (P P m)		
	H O C l	O C l ⁻	N H ₂ C l
腸内細菌 (E . coli)	0.02	2	5
ウ イ ル ス	0.002 ~ 0.4	20 まで	10 ²
赤 痢 ア メーバ	10	10 ³	20
細 菌 芽 胞	10	> 10 ³	4 × 10 ²

残留する利点がある。そして水中の細菌、細菌胞子にたいして塩素よりも強力に働らき、その殺菌効力は pH 六・〇 ~ 一・〇の範囲(中性から弱アルカリ域)ではあまり変化しないといわれている。しかし、塩素とは別の面で反応性が非常に大であり、爆発の危険性もあり、冷蔵して保存する必要がある。したがって安全性の面から使用場所で使用量だけ調整して、消費しつくしてしまわなければならない不都合な点がある。けれども、ホウ素化合物を添加して安定化することも可能であり、人の目や粘膜を刺激するクロラミンなどを作らない長所もあることか

表 3. 次亜塩素酸ソーダとトリクロロイソシアヌール酸の殺菌力について

対象微生物	作用時間 (分)	必要濃度 (有効塩素量、ppm) と溶液の pH			
		N a O C l		トリクロロイソシアヌール酸	
		p H	p p m	p H	p p m
大 腸 菌	30	7 ~ 8	30	4 ~ 5	10
	黄色ブドウ球菌	30	7 ~ 8	30	4 ~ 5
緑 膿 菌	30	7 ~ 8	30	4 ~ 5	10
	結 核 菌	30	7 ~ 8	65	3 ~ 4
	240	7 ~ 8	35	3 ~ 4	50
枯 草 菌 (芽胞)	30	8 ~ 9	125	2 ~ 3	200 ~ 400
	240	7 ~ 8	65	3 ~ 4	50 ~ 100

ら、殺菌剤を大量必要としない遊泳場(プールなど)のような小規模施設においては、水殺菌消毒剤としての有用性が期待できよう。

三、塩素系殺菌消毒剤の毒性と安全対策

塩素系殺菌消毒剤によってもたらされる毒性は、ほとんどが活性型塩素によるものであり、塩素ガスを吸入した場合と、塩素水溶液を経口摂取あるいは経皮接触した場合とで、生体への

影響がまったく異なる。ガス状塩素を吸入すると、主に呼吸器系統に障害を受け、肺浮腫になり、それに伴って種々の疾患にたいする生体の抵抗力が低下しやすくなる。また、塩素水溶液を不注意で飲んでしまった場合は、普通に希釈して使用する程度の低い濃度(数百 ppm 以下)では、人や哺乳動物にたいしてとくに問題となるような毒性は認められていないようである。

塩素の人体にたいする無害の限度は 1 ppm といわれている。塩素は空気中に 〇・〇三 ~ 〇・〇六% 存在するだけで皮膚、粘膜にたいして刺激性、過敏性を示す。そして皮膚や眼、気道咽頭部の粘膜がおかされ、鼻炎をおこして、涙や咳が出るといわれている。さらに長時間吸入すると前述した症状を示すほか、胸が痛み、吐血し、呼吸困難となり、場合によってはチアノーゼをおこし、死に至る。したがって短時間でもガス状塩素を直接吸入しないように気をつけることが必要である。また塩素は人体だけでなく、アルミ、鉄などの金属にも悪影響をあたえ、これら金属類を腐蝕、劣化させるので塩素剤の取り扱い気をつけなければならない。そのため、塩素系殺菌消毒剤の使用にあたっては、薬剤の知識に十分精通し、場合によっては空気マスクなどの保護具を身近に用意しておく必要がある。さらに労働衛生上の予防措置として、作業時に健康状態の勝れない者、過敏性体質者、感覚器(耳、目、鼻)に障害のある者や胸部疾患のある者は、健康人と比較して塩素による悪影響を受けやすく、症状を悪化させやすいので塩素系殺菌消毒剤を取り扱う作業に従事させないほうが無難と思われる。

このような殺菌消毒剤の毒性

と安全対策については、塩素系以外の殺菌消毒剤も含めて日本防衛防疫学会誌「防衛防疫」(第九巻、八号、四〇九頁、一九八一年)にくわしく記述してあるので参照されたい。

四、水殺菌消毒剤として塩素の有効性について

ここ数十年、産業の急速な発展と人口の急激な増加によって、水道水源である湖沼、河川の水質も都市下水や工場廃水によってかなり汚染され、良質な水道水源を求めることがますます困難になりつつあることを最初に述べた。

とくに有機物による汚染についてはまだまだ十分に検討しつくされておらず、言い難い。有機物の発生源としては自然発生のもの(魚類、藻類、微生物などの水生生物から由来するもの)、土壌あるいは沈殿物からの溶解したもの、人為的な発生源によるもの(人間の日常生活にもとづく都市下水や工場廃水から由来するもの)の二つが考えられる。

有機酸(脂肪酸など)、炭素数一六〜三〇のアルコール化合物、ケトン類、芳香性物質(2-メチルイソボルネオール、ジオキシンなど)、フミン物質が一般に存在する。また、人為的な汚染度が高い河川、湖沼水では以上の有機物のほかに、農薬(デイルドリンなど)、界面活性剤、フェニール類や油分など数多くの合成有機化合物が加わり、それらによる汚染がしばしば見受けられる。そして、これらの物質を通常の下水および浄水処理で完全に除去することはむづかしく、活性炭処理を必要とする事態も生じる。さらにこれら有機物が浄水処理で殺菌剤として現在使用している塩素と反応し、ハロゲン化合物を生成することが指摘され、社会的にも水道水にたいする不安と関心が高まってきていることについては先にも触れたとおりである。

従来、わが国の水利用は一過型とて、上流で清澄な原水を取水し、使用した下水をなるべく海寄りに放流する形式をとってきた。したがってハロゲン化合物を発生する原因となる有機物(フミン類など)を含む原水を使う水道が少なかった。しかし、昭和四十年代から河川の流域に沿って人口が集中し、産業工業が発展してくると、上流で使用された下水は、再び河川に放流される。そしてその水が

海に放流されるまで、下流の水道は不可逆的に下水処理水を取水することになる。このようにして途中で何度も繰り返し使われる間に有機物が徐々に蓄積することになる。これはヨーロッパや米国のような長大河川に水源を依存する国々で見受けられるパターンである。わが国では、都市廃水や工場廃水が多い、人為的汚染度の高い河川として淀川があてはまるだろう。したがってT H Mの問題が米國、ヨーロッパで生じるや、淀川水系を利用しての大阪市を中心に、その問題が非常に早い時期から検討され、その対策に取り組んできているようである。

いずれにせよ、現在わが国では上水、下水処理場で殺菌消毒剤として塩素が主に使われている。塩素は前述したように酸化力や残留性に優れており、水殺菌に使用する濃度では人間にたいして毒性がほとんど認められていない。

これらの特性を最大限に利用して、塩素は殺菌、殺藻のほか水中の鉄、マンガンなどを除去し、アンモニア性窒素のほかに臭気や色度の原因となる物質も含めて、水中の有機物もある程度まで分解し、臭気や腐敗を抑制している。また活性汚泥のペルキング抑制剤としても利用され、産業廃水中のシアンや硫化水素の除去などにも役立ち、

水道水だけでなく、工業用水、下水処理水、し尿処理水の浄水処理に汎用されている。このように水の殺菌と同時に浄化(溶存する有機物の分解など)をある程度まで期待出来て、広範囲な分野で利用され、安全性、取り扱い性、経済効率の面から、塩素に優る殺菌剤は他に見当たらない。

わが国において塩素で殺菌された水道の恩恵に浴している人は、現在総人口の約九〇%、一億人以上に達している。

したがってT H Mの生成問題がクロローストップされた今となつては、T H Mを含む水道水を使用する人の健康への潜在的な危険性を考慮する必要がある。そのために当面考えられることの一つは浄水工程でのT H M生成量を出来るだけ減らすことであろう。T H M生成量を減らすための方法としては、(1) T H Mになりやすい前駆有機物質の除去、(2)生成したT H Mの除去、あるいは(3)塩素剤の変更または使用削減などが考えられる。いろいろと現在、検討されているようである。

とくに塩素剤の変更については、塩素に代わる殺菌剤として、塩素以外のハロゲン類、二酸化塩素、オゾン、過マンガン酸カリウムなどの酸化剤の注入などが、ハロゲン化合物を生成させない有効な方法として研究されている。しかし、これらの化合物は塩素剤の長所となっている。(1)殺菌効果が卓越していること、(2)作用時間が短かくて効果があること、(3)反応後の副産物がはつきりしていること、(4)大量の水を一度に処理出来て、なおかつ、浄水、給水システム(高層建物にある高置水槽まで含める)中に殺菌剤が残留するように供給することが可能なこと、(5)経済効率が高いこと、(6)毒性がある程度はつきりしていることなどの点で、それぞれ問題がある。塩素に代わる殺菌剤としては、先にも触れた二酸化塩素がE P Aでも検討されており、一応有望と思われるが、先にも述べたように取り扱い上の問題と副生する亜硫酸酸塩の生体への影響がもう一つはつきりしないようである。

いずれにせよ、現行の水道水の法的水質基準では塩素消毒を行なった場合、「残留塩素が遊離残留塩素として〇・一ppmまたは結合塩素として〇・四ppmを保持すること。ただし汚染のおそれがある場合には遊離残留塩素で〇・二ppm、結合残留塩素の場合は一・五ppm以上とする」と規定されている。したがって現行の水質基準にもとづいて残留塩素を測定する以上、ここ当分の間はやはり塩素を使用せざるを得ないと思われる。

その際上水、下水の処理工程、給水工程で必要以上の塩素を注入することだけは出来るだけ避けるようにすべきであらう。

五、おわりに

水道水の塩素剤による消毒は、一九〇八年イギリスでさらし粉を使用したのが最初である。前述したように、塩素は安価で殺菌効力が優れ、大量の水を容易に殺菌消毒し、しかも残留効果が期待でき、そのうえ塩素を簡単に測定出来る利点をもつために、ここ百年の間に世界中で使用され、大した事故もなく、塩素を安心して用いてきた。

塩素殺菌によって、水道水中に発ガン性物質の疑いがあるTHMが生成している事実が知らされたことは、水道水を安心して飲用していた人々にとつてちょっととしたショックだったにはちがいない。

ヘルマンの総説(一九八一年)によると、現在までの検討で飲料水中にTHM以外の微量有機物質が七六五種類存在することが確認されている。そのなかで微生物や動物による実験結果から発ガン性およびその可能性を有するものが四三物質、変異原性を有するものが五六物質存在すると述べている。しかし、これら物質は飲料水中に全て含まれているわけではない。外国と日本では水質も異なる。いずれにせよ、これら物質は飲料水中に

ごく微量(ppb単位)しか含まれていないため、人が長期間にわたって無茶苦茶な大量飲用さえしなければ、安全性の面からとくに問題はないようである。水中にはTHMも含めて多くの揮発性の有機物質が溶け込んでいて、これらの揮発性物質は煮沸することによって空气中に揮散し、水中から容易に除くことが出来る。したがってTHMの存在がどうしても気になる人は、水道水をいったん煮沸してから飲用に供すればよいだろう。そして出来るだけ生水の状態で飲まないようにすることである。

筆者も衛生上の問題から、おなかをこわさないようにと、不断から自分の子供に水道の蛇口からの水をあまり飲まないように注意している。これも少しはTHMの摂取予防に役立っているのかも知れない。

今後とも疫学調査を含めた、いろいろな新しい情報が提供されるものと思われる。

現在、ヨーロッパでは揮発性のTHM類だけでなく、不揮発性の有機塩素化合物(例えばPCBなど)も含めた全有機ハロゲン化合物(TOXと略している)を規制することが考えられているようである。水中でのTOX濃度は、地域によって異なるが、一般にTHMの濃度の五倍から二〇倍に達するともいわれている。

ガスクロマトグラフ質量分析計(GCMS)などによる微量分析技術の進歩に伴って、環境中の微量有機物質は今後も数多く明らかにされる可能性がある。その際、明らかにされた物質の量-反応関係(人、動物にたいしてどの程度の量でどのような症状、毒性が現われるか?)について数多くの知見を得ることが、飲料水の安全性を論

じるためにも必要となるだろう。わが国では下水道整備などの水質保全対策の立ち遅れから、河川、湖沼などの有機物による汚染は依然として進行している。この状況下で水殺菌処理は、塩素に代わる適当な殺菌剤も見当らず、新しい殺菌剤の開発も十分でない現在、水道法にもとずく残留塩素の面から塩素処理に頼らざるをえない。

そのため、当面は塩素処理によるハロゲン化合物の生成を最小限に抑える殺菌処理条件をあらゆる手段を講じて見つける必要がある。そして、この目的を一刻でも早く達成するために、基礎から応用に至る幅広い分野からの技術者、研究者がこの問題に取り組み、解決にあたること