

〈特集：水道水〉

水道水の水質課題の背景

眞柄 泰基

1. はじめに

厚生省は水道法に定める水質基準を平成4年12月に抜本的に改正した。また、環境庁は環境基準の健康項目を平成4年3月に改正した。また、平成4年11月には環境基本法が成立した。これらは1970年代の公害対策を前提に進められてきた環境行政がいわば総括され、そしてあたらしい考えのもとでの進展が図られようとしていることを物語っているものと考え、特に環境保全の理念である「環境の恵沢の享受と継承」、「環境負荷を配慮した持続的発展が可能な社会の構築」と「地球環境保全の積極的推進」の実現を図るか探っていかなければならない¹⁾。

水道水質基準は言うまでもなく国民が生活で利用している水道水の質を規定し、それに必要な水道システム（水源を含む）の整備要件を示しているものである。そして、その要件が達成されているか否かを定期的に検証することも水道事業者に求めている。水道はその普及率が95%であることが示すように、国民はすべからず水道を利用して生活することを社会的な責任として負うに至っており、それが消化器系感染症の制御と管理に資するようになってきている。このことは、公共に管理が委ねられていない自家用の井戸や水道施設を利用し、その管理が不適切なため集団的な消化器系感染症が発生させ多大な社会的な損出を蒙らせている例²⁾があることから理解できよう。

水道水の水質基準は開発途上国から工業先進国まで多くの国で定めている。そして、WHOはその基準を策定する際の科学的なクライテリアとしてのガイドラインを1984年に勧告し、更にその後の科学的な知見を踏まえてガイドラインを改正して1993年に勧告をしている³⁾。WHOはそのガイドラインの性格について、ガイドラインをもとに加盟国が水質基準を改正する際には

それぞれの国の自然、社会、経済、文化的な条件などを考慮したうえで適正な基準を定めるべきとしている。このことはWHO憲章で「健康とは単に疾病状態に無いという肉体的な状況ばかりでなく、精神的にも社会的にも健全であること」と定義し、「健康」という言葉の意味は社会的、文化的、経済的な様々な要素によって異なってくるとする考え方と一致している。

例えば約40年前の日本では生活環境の質が直接健康に係わる感染症等の疾病を少なくすることや急速な経済成長の残さというべき環境に排出された汚濁物質による水俣病を例とする直接的な疾病を防止するのが環境管理の在り方であったのであろう。しかし、その当時に比べれば、日本人の平均寿命ものび、しかも生活そのものの質も向上してきており、「健康」という言葉の持つ意味が大きく変化して来たという認識が求められなければならない。端的には疾病構造の変化、すなわちガンと循環器系等慢性疾患の死亡順位が高まったことによる「健康」あるいはその裏にある「病気」への感覚（あるいはおそれ）の変化に対応していかなければならない。また、それは「病気」に直接係わることばかりでなく、生活をするのが、すなわち生活環境そのものが、社会的にも個人的にも精神的にもストレスとならないようにするのが環境管理の在り方にすべきであろう。毎日の生活を支え、環境との接点ともなっている水道でいえば水系感染症を防ぐという従来からの目的に加え、発ガン等の健康影響リスクを高くしないとともに、飲んでおいしいと喜ばれる良質な水道水を供給するものでなければならないこととなる。

2. 水道水源の保全

水質保全を始めとして環境保全制度は「国民の健康を保護するとともに、生活環境を保全することを目的とする」公害対策基本法を基としてきた。この目的を満たすために、すなわち人の健康を保護し生活環境を保全する上で維持することが望ましい基準、環境基準

(国立公衆衛生院水道工学部)

を定めてきた。この環境基準は水俣病のような深刻な健康障害があり、都市内河川が嫌気化して悪臭が発生し、水道水源にあってはシアンなど工場排水の流出による障害が頻発していた1970年代の深刻な状況を改善するため、環境基準を定めることにより水環境の望ましい目標を示し、それに向けての対策を国全体として講じる必要があったことにその根源をさかのぼる。

環境基準には人の健康の保護に関する環境基準と生活環境の保全に関する環境基準からなっている。

人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）は、水環境の汚染を通じて人の健康に影響を及ぼす恐れがあり、国民の健康を保護する上で維持することが望ましい基準とされている。人の健康保護に関する環境基準は平成5年3月に改定されたが、改定前の環境基準では水銀などが国において重篤な健康障害を経験したか、その健康環境が明らかな9物質を定めていた。そして、これらの健康項目の不適合率は年々低下して、総ての公共用水域で実質的に達成されるに至っている⁴⁾。

生活環境の保全に関する環境基準は、水域の利水目的に応じて水域毎にまた水域の利水状況に応じて類型化されている。その環境基準はpH、BOD（海域及び湖沼ではCOD）、SS、DO及び大腸菌群数の一般的な水質項目からなっており、また、湖沼及び海域については窒素及びリンについても定めている。この環境基準も1970年頃の水質汚濁の状況と利水上の不都合についての実績を基に定められたものであり、必ずしも水質条件と利水上での影響との関係について確とした科学的根拠によったものではなかったことは否めない。

環境基準が設定されたとしてもその環境基準を達成するための施策が講じられなければならない。汚濁物質の排出などに関する規制、土地利用及び施設の設置に関する規制或は公共下水道など水質保全を図るための施設の整備などの施策が進められてきている。排出基準を定める上でいくつかの原則がある。また、水質汚濁防止法が制定された当時の主要な汚濁源が工場排水であったため水質汚濁防止効果を高めるには工場排水を規制することが効果的であるとされたものの、工場排水処理等の技術水準並びに家庭排水の処理状況を勘案して、排水基準は簡易な処理をした家庭排水の水質と同じ程度とすることなどである。

水質汚濁防止法で定める排水基準は、全国一律の排水基準であるため、必ずしも地域性の強い水環境特性を十分に配慮出来ていない。そのため、水質汚濁防止法で定める排水基準では環境基準や地域の水を適性に保持できないと判断される場合には、都道府県知事はいわゆる上乘せ或は横だし基準を定めることが出来るようになっている。しかし、生活環境項目にかかる環境基準の達成率は、健康項目にかかる環境基準の様に高くない⁴⁾。

厚生省が水道水質基準を改正する際の基本的な考え方は明にされている⁵⁾。要約すれば、我が国の水道原水及び水道水中にどの程度の頻度と濃度で存在しているか、また、これまでどのようにして規制と制御が行われてきたか、さらには基準の達成可能性について検討したことが挙げられる。水道の水質基準は、総ての水道事業体に遵守義務を科したものであり、検査にかかるコストと水道施設の維持管理及び高度化にかかるコストとのために求められる物理的な時空間を考慮した上で実行可能性のある基準が定められている。すなわち基準項目と基準値の設定過程でリスクのアセスメントとマネジメントを行った結果が新しい水質基準であり、すなわち、より基準としての性格が鮮明にされたものと受け止めなければならない。したがって、当然のことながらWHOのガイドラインとは項目や同じ項目であっても基準値は異なるものとなっている⁶⁾。

水道水を供給するために利用している水道水源の状況も、従来水道水質基準や環境基準を定めた当時に比べて変化してきている。水道普及率は1965年に約70%であったものが1990年には約95%にまで増加し、総人口の伸びもあってこの間に給水人口は約4500万人増加した⁷⁾。国民の生活様式や産業構造の変化もあって生活用水と工業用水をあわせた都市用水は1965年に約190億m³であったものが1985年においては年間約320億m³にまで増加し、それを支えるための水資源開発が積極的に行われてきた。我が国はモンスーン地帯に属しているため年平均降水量は1800mmと世界的にみても多く、また、森林被覆率も約65%と世界的に見て高い。しかしながら水資源開発といっても、渇水年で約3000億m³、平水年でも約4300億m³である水資源賦存量のうち河川を経て海域に利用されないまま流出

している水量を活用するためのダムや堰を設けているに過ぎない。すなわち、河川流量を平準科することによって、利用可能な水量を増加させるかたちで行われてきたものであるが、渇水流量あるいは維持水量は比較的厳しく維持されてきたので、平水量あるいは高水量が減少し、このような流況のときの稀釈をも含めた自浄作用が低下している可能性が高い。

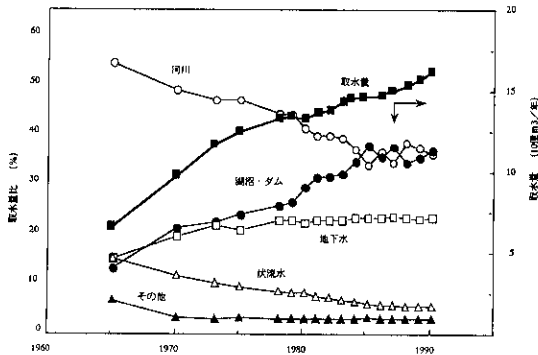


図1 水道水源取水量と水源の種類の変化

水道水源としては河川自流水、ダム・湖沼水、地下水、伏流水などが用いられており、その推移は図1に示す通りである⁷⁾。水道水の使用量が多くなるにつれてダム・湖沼水の占める割合が高くなり、1990年には河川自流水とほぼ同じ程度にまで達している。なお、ダム・湖沼水の占める割合が高くなっており、都市用水のみで水資源賦存量の約10%を越える地域も存在するようになっている⁸⁾。水質汚濁防止法に定める水質基準は環境基準の10倍を前提として定める。すなわち排水は公共用地域で10倍稀釈されるものとされてきたが、そのような前提が危うくなって来ている水域が多くなっているものとも考えられる。したがって、多量の水消費とそれに伴っての排水とともに各種の汚濁物質が排出され様々な影響を及ぼすようになっている。新たに開発された水資源であるダム・湖沼は我が国が温帯に属しているため窒素、リンの栄養塩が存在すれば速やかに藻類の増殖をまねき、いわゆる富栄養化障害が発生しやすい特性を有している。水道水源の環境基準について1993年に厚生省が調査した結果によれば、類型Bの環境基準を達成していない水量は全水量の50%にも達しているのが実態である⁹⁾。

3. 浄水処理と水源水質

水道は各種の水源から取水して必要な処理をして、水道法の定める水質基準に適合する水道水を供給している。それらの関係を示せば、図2のようである。水道では環境基準を例にとって示せば、類型AAの原水は緩速ろ過を行って、類型Aの原水では凝集沈澱急速ろ過を、類型Bの原水では前塩素処理を伴う凝集沈澱急速ろ過を行うこととなっており、類型C以下の原水はしないこととなっている。

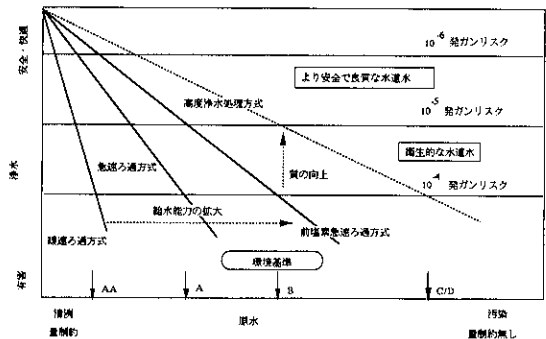


図2 水道水源と水道水との関係

水道水はその水質基準が示すように健康影響が生じないばかりか、飲用時に違和感を感じさせないことやその他の一般的な用途においても障害を生じさせないものでなければならないとするのが、国民の水道水に対する要望であり、水道技術それ自体の本質でもある。このような環境基準と水道の浄水方式の関係は、既に記したように1970年代の公共用水域の水量、水質の状況の下で確立したものである。すなわち化学物質の使用量、排水量も少なく、濁質は無機系の土砂、粘土であり、濁質を除去して塩素を用いて消毒すれば水道水に求められる要件を満たすことが出来たのである。そのため、従来水質基準は衛生的な水道水を確保することが確認できればよいことを目途として定められた。

水道水の需要量が増加するのに対応して、類型AAに相当する水資源は限界があるため、河川下流部の類型AやBの水質は劣るが凝集沈澱急速ろ過や前塩素処理という高度な処理を導入することによって水量

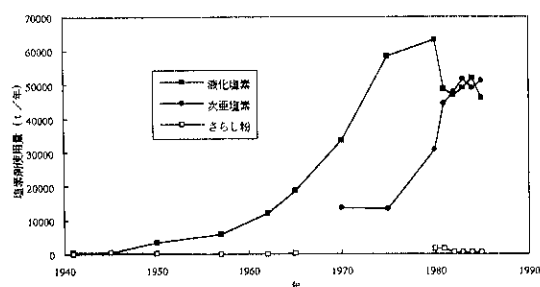


図3 水道における塩素剤使用量の推移

を確保せざるを得ない経緯を経てきた。このような推移は図3に示す全国レベルでの塩素剤の使用量の推移、すなわち水道原水の還元性物質の存在量推移を見ても、水道は水質の低下し続ける原水を使用している。また、従来の水質基準では評価出来ない化学物質やトリハロメタン等の消毒副生成物の原因物質が水道原水中に存在するようになり、衛生的な水道水を前提として考えられてきた水道原水と浄水方式の関係が成立しなくなって来たところが多くなって来ている。そのようなところの浄水水質の化学物質による健康影響リスクを発ガンのリスクで評価すれば 10^{-4} 程度になっており、新水質基準で管理レベルとした 10^{-5} より高いリスクとなっている。すなわち、より安全で良質な水道水を供給するためには、現在の水資源の状況下では類型Bを達成していないか、達成しにくくある水道原水を利用しているところではオゾン処理や活性炭処理を導入した高度浄水処理へと更新して行かなければならないこととなる。

浄水方式を高度化しなければならなくなった東京や大阪等の大都市圏のような極限状況にある例ばかりでなく、図2の関係はある地域の水道で、かつては類型AAに近い原水であったのが、段々類型Aの原水へと水質が低下して行くことにより水道水の水質も低下して行くこととなり、水道利用者は水道の質が低下したことを実感として受け止めるようになることも示している。このような現象を通じて水質基準を満たす水道水であっても、水道水の水質が低下していることを通じて水道ばかりでなく環境管理の在り方を問題視し、一方で浄水器やボトル水を求めることにより水道離れと言う現象をも招いているのであろう。すなわち、全国で一万以上存在する個々の水道にとっては水質基準を満

たしていることは当然のことながら、水道水の水質が低下してきたことが問題であり、水質を再びあるレベルへ戻すことが命題となっているのである。

WHOは飲料水のガイドラインを改正するに当たって、バイオアッセイによって得られる情報を発ガン性物質のガイドライン値を定めるのに活用している。遺伝毒性を有する発ガン性物質とそれ以外の発ガン性物質を異なるルールで定めた。すなわち前者についてはいき値無しの多段線型モデルで、後者では一般的な毒性物質と同じ様にいき値を基に求める方法である。WHOや我が国の水質基準のように個々の化学物質の毒性情報を元に水質管理上の基準値を求める方法ではバイオアッセイによる評価技術の進歩はこのように際には有効である。しかしながら化学物質と異なり水道水そのものを用いて発ガン実験を行うことは困難であり、行ったとしてもそれによって得られる情報を水質管理でどのようにして活用するか科学的な検討はないとするのが妥当であろう。

水道水の水質が低下していることは、水資源が有限でありながら、水使用量の増加は公共用水域への排水量を増加させ、民生用を含めて化学物質の使用量も増加していることから明らかである。水道水質基準を改正する過程で水道水中のリスクアセスメントがなされたが、この結果が有効である時空間は限定されていると考えるべきであろう。水道水の wholesome を評価する水質指標が必要である。

水道水質基準では水道水が有すべき性状として、いわば wholesome の指標として色、濁り、硬度、pH、過マンガン酸カリウム消費量等を定めている。水道水の使用量が少なく人為活動の影響を受けない水道原水を利用できた状況にあつては、これらの総合的な水質指標を満たせば、そこに共存するであろう健康影響を有する汚染物質の管理対象物質はそれほど多くなくてもすんだものと考えられる。しかし、これらの総合的な水質指標で水質管理が出来なくなってきたことは明白であり、健康影響リスクを評価できる水質指標の確立が緊務である。

4. おわりに

我が国の環境管理は水俣病を初めとして重篤な健康被害を経験したため、残念ながら健康被害を足掛かり

にして進められてきた性格が強い。そのためそのような事例が再び繰り返される危険性は実質的に無くなったが、全体としての健康影響リスクはかならずしも適切に評価されてはいないものとする。そのため、水道水や公共用水域の基準という性格ではないが、健康影響リスクを総合的に評価できる水質指標について科学的な検証を踏まえた情報の集積が必要である。変異原性試験を含めたバイオアッセイは発ガンとの関係があるため過大に評価されているきらいがあるが、発ガンのメカニズムとは離れた視点からの水環境管理への導入を検討するなど、水域の生物生態分布やプランクトンの生態分布情報あるいはBOD等酸素消費特性に加えて、より健康影響リスクを評価できる総合的な指標が求められるような水道水を含めた水環境の状況に到達したものとする。

参考文献

- 1) 角倉一郎「環境基本法の制定とその概要—地球環境時代に対応した新たな環境政策の第一歩—」資源環境対策 30, 1, 9-14, 1994
 - 2) 埼玉県「腸管出血性大腸菌による幼稚園集団下痢症報告書」平成3年10月
 - 3) WHO “Guidelines for Drinking Water Quality-Second Edition Vol.1 Recommendations” WHO Geneva 1993
 - 4) 環境庁「環境白書」1992年
 - 5) 浜田康敬「水質基準の見直しについて」水道協会雑誌 63, 3, 2-6, 1993
 - 6) 伊藤雅喜, 眞柄泰基, 国包章一「The Role of Risk Analysis and Risk Management in Public Water Supply In Japan.」公衆衛生研究42, 1, 2-14, 1993
 - 7) (社)日本水道協会「水道便覧平成3年版」1991年
 - 8) 国土庁「日本の水資源—平成3年版」1993年
 - 9) 厚生省水道水源の水質保全対策に関する有識者懇談会報告書「水道水源の水質保全対策の推進について」
- 1) 角倉一郎「環境基本法の制定とその概要—地球環境時