HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	新上質水道論 ： 高密度地域における飲用の安全確保と確率的渇水災害からの離脱のために
Author(s)	丹保, 憲仁
Citation	北海道大學工學部研究報告, 113, 1-11
Issue Date	1983-02-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41784
Type	departmental bulletin paper
File Information	113_1-12.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学工学部研究報告
第113号（昭和58年）

Bulletin of the Faculty of Engineering,
Hokkaido University, No. 113 (1983)

新上質水道論
—高密度地域における飲用の安全確保と確率的渇水災害からの離脱のために—

丹保　憲仁

（昭和57年9月30日受理）

Dual Water Supply System with New Drinking Water Supply
— Measures to maintain safety of drinking water and to avoid supply shortage in a densely populated area —

Norihito TAMBO

(Received September 30, 1982)

Abstract

To maintain safety of drinking water supply and to avoid disruption of the supply in a period of water shortage in a densely populated and industrialized area, a dual water supply system with a new high quality drinking water supply is proposed. In this discussion, the author reveals that the modern monolithic water supply system cannot cope with the increasing miscellaneous micropollutions of these days to protect consumers and has no way to overcome disasters caused by stochastic water shortage in spite of its great efforts given. Therefore new systems are in demand to solve the essential point of difficulties of the modern system. Introduction of a new drinking water supply with high quality raw water and construction materials for a restricted amount of water demand shows that it provides a high degree of safety to consumers without difficulty. Introduction of reclaimed waste water or low quality raw water into a general water supply system which is not used as drinking water ensures quantitative requiremnts of water supply even in periods of severe water shortage with a moderate degree of water treatment.

1.「清浄」「豊富」「低廉」

「清浄」な水を「豊富」にかつ「低廉」に人々に供給するという水道法第1条は人々が水道に求めてやまない理想である。蛇口をひねればすぐに飲める水がほとばしり出て，月末の料金の払いを極端な困難なしにすますことができる，といった恵まれた状態にわが国はあった。そして，今もなお多くの地域がそのような水道の恵みを享受している。世界的に見てもこのように水に恵まれた人々の数は必ずしも多くない。

わが国では，昭和30年代以降の高度成長に支えられて，第2次大戦直後40%に満たなかった水道普及率が，この昭和56年度末で91.5%となり[1]，山村や離島にまで水道の恵みが広がり，貧困ゆえの不衛生と日常の不便から日本人はほぼ解き放されつつある。「普及率」すなわち量的な面か

衛生工学科　上水工学講座

らみた水道の目標達成度は,望みうる最大のレベルに徐々に近づきつつあり,「普及率」というサービスを量的に表わす従来の水道の最も重要な指標が意味を持たなくなる日も近い。すでに,大都市域での普及率は100%と考えて良く,量的なサービスはほぼ限度にまで高まり,人々はその恩恵をあたかも自明,天与のものと錯覚しうるようにまでなってきつつある。

このような量的サービスが経済の成長に伴って急拡大しえたのは,我々が現用している水道が,(1)清浄な大量の原水を取水しうる水源地域に恵まれ,その故に,(2)除濁と殺菌を主体としているほぼ1世紀も前に開発された簡単な水処理技術と[2],(3)すべての用途に一括して水を送れば良いという単純な供給系に支えられた便利・簡単で経済性も高い系であったからである。

2．困難の発生

量的に水道サービスの目標が満たされようとしつつあるこの時期に次に現われた困難は「清浄」に関することである。

在来の型式の水道が成立しえたのは,清浄な原水が充分に得られることが前提であった。住民1人当り300～500 m² 位の清浄水の集水域があってはじめてこのような整備拡充が可能なわけである[3]。したがって,ある流域に大人口が密集してくるとこのような清浄水を得難くなる。「清浄」と「豊富」が共に成り立ち難くなる場合が大都市地域を主とする過密流域に発現するようになる。

このような困難に遭遇したいろいろな地域の水道がとるであろう方策は大略次の3つになるであろう。そして,次第にそのいずれかに力点を置きつつもそれらの適切な組合せへと水道の形態は進化していくことになろう。その第一は水道の広域化であり,第二は高度水処理の導入であって,いずれも現用の一元的な給配水をし続けることをサービスの中心においている。第三は飲料水系と一般用水系の分離または上水道に再生系（中水道や雑用水道といわれることが多い）を付加することによる水利用の多元化である。前二者は現用近代水道技術の延長線上の技術である。後者は水質の使い分けの技術であり,良質水源とその他の水源の連けいによる質と量の保証という新しい水道形態を求めての動きである。

3．現用技術体系保存の必然としての「広域化」

「きれいな」原水の量がある流域で不足してくると,資源量に対して需用密度の低い他の流域を水輸送系の広域化によって取り込む「広域化」が行なわれる。広城化された地域内の需要量に対する水資源量の比は,高密度地域を低密度地域と合わせて平均化することによって低下するので,輸送を長距離化することのみによって技術の基本型を変えることなく水供給を続けることができる。

このような広域化は(1)広域化された区域内の平均化が各局所地域の人々にほぼ等しい利害を与えるような均質の需要が連担した地域ではプラスに作用することも多く,(2)散在している弱小の水道を救済し現在90%強にまで至った給水普及率をさらにある程度まで高めるための有力な手段となりうるが,(3)中心の大都市の需要密度の過大化を救うことを広域化の主眼として行なったりすると,周辺町村の水資源域を結果として収奪する形になってしまう欠陥を有する。

4．水処理の「高度化」による一元水道の維持

水資源が不足であるということは,良質の原水が足りないということである。極端なことをいうならば,下水までを原水に含めることができるし[4],海水までを原水に使えば「豊富」が保ちえないことはない。したがって,原水の悪さに応じて水処理を高度化して行けば「豊富」を保ちう

ることになる。

ある流域に存在している都市が，昔は上流の清澄な渓流に取水口を開いていたのに，人口の増大に伴って水源面積（集水域）を拡大しなければ量を保ちえず，拡張に伴って次第に下流へと取水点を下げ，遂には河口堰にまで至り限界に達するという図式が良く見られる。このような集水域の下流への拡大は取水水質の低下をまねくのが普通である。したがって，水処理の高度化によって「豊富」を購ったことになる。

このような方式の極限が海水の淡水化であり，下水の再利用までを含む低質淡水の高度処理である。

このような高度処理の導入は2つの問題を含む。その第一は処理費用とエネルギーの急増である。現用の水処理は「濁り取り」「殺菌」程度のもので，用いられる質変換技術または装置は比較的簡単なものである。しかし有機・無機の溶解性汚染物質を含む水の再生・浄化は多段に諸プロセスを重ねることを必要とする[5]。そのための費用は飲料水の安全を常に確保しようとすると膨大なものとならざるを得ないし，また小規模の水道ではその複雑な技術を用いようとすると資金的のみならず人的にも耐えられない。「低廉」な水道という目標に対しての大きな負担となってくる。

第二の困難は最も基本的なもので，水道水への最大の要求である「安全」の保証し難さである。「水道の水は本当に安全か？」という疑問に[6,7,8]，汚染を受けていると考えられる原水に依存する水道は常に悩まされており，これは未来永劫に解かれることの無い命題であろう。

雑多な汚染成分を含む水を処理したとして，残余の成分のすべてを個々に把握してその影響を評価し切ることは不可能である。現行の水質規準は高々20～30項目の対象を挙げてその最大許容値を定めているに過ぎない。割合単純な形で存在しその収支を論じ毒性を論じうる無機成分は未だしも，無限に近い構造の変化を示し，そのわずかな構造の違いが生体影響に大きな差を示すような有機物のすべてを微量まで把握し尽し，その蓄積形の影響を評価し，その安全または制御目標レベルを厳密に設定し尽すことは到底できないであろう。図－1は筆者の研究室に所属する亀井博士が米国のH市水道の水中に含まれる微量有機物質を活性炭吸着により補集し，GCMSで同定したもので通常の水道水中にさえこのようなさまざまな成分が含まれていることを知る。

対象となる成分の種類とその人体影響は膨大な数のものであるのに，我々の持っている処理技術は，凝集，吸着，生物分解，膜処理，殺菌，酸化程度位までが実用に足るものでその対応策は限られる[9]。またある成分に特殊な対応を試みれば他の成分の制御に難点が生ずる。「あちら立てればこちらが立たず」といった状態が次々と出て多成分の特殊な処理は現実には不可能に近くな

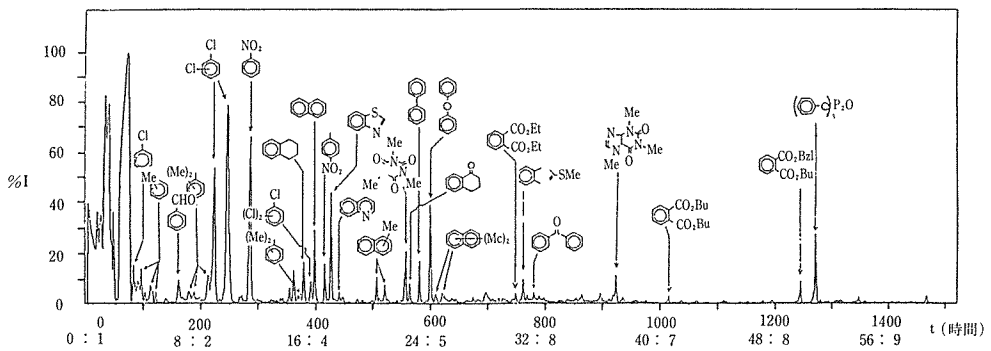


図1　水道水中の微量有機成分のガスクロマトグラム(GC/MS)
（米国ウエストバージニア州ハンチントン浄水場流入水の例）

る。したがって採りうる手段は，一般的に広範囲の成分に対応しうるプロセスを経済(エネルギー，土地）の許す限り直列に並べてそこで得られた水質で我慢するかどうかということになる。もちろん，原水の汚染防止のための手段を尽し，廃水制御を最大に行なうことと対になっての施策であらねばならない。

現今の微量成分に対する分析技術の進歩は著しい。したがって，分析のために行なう成分の分離法と同じ確かさで水処理における分離を行なわぬ限り，どんな処理をしても必ず「ある成分」が検出される。その分析精度は ppm が ppb にそして ppt になる。ppm が水質や公害分析の代名詞であった時代は過ぎた。しかも蓄積毒性については最小許容値を定められない（アメリカ科学アカデミー報告）[10]ということになると，「安全」をかつてのように保証すべき何ものもないということになる。そこでとりうる方策は今より「Better」な状況を作るということであり，その施策が「経済性に耐えられる」というのが特別に毒性の強い成分を除く多様な蓄積性有害成分に対する対応法とならざるを得ない。

5．水処理の Redundancy

ライン河の下流に取水する水道水中に有機塩素化合物がかなりの濃度で存在しており，その大きな割合をクロロホルム等を主とするトリハロメタン (THM) が占めていることが報告され注目をひいた[11,12]。そしてさらに，ミシシッピー河下流域のニューオルレアンズ地域において，消毒の目的で注入された塩素と原水中に存在する有機物が反応して生じるトリハロメタンを含む水道水を飲用している人々とそうでない人々の間にガンの発生率に有意の差があるという疫学的な調査結果が報告されて[13]，健康への悪影響が重大な関心を人々に呼び起こすに至った。

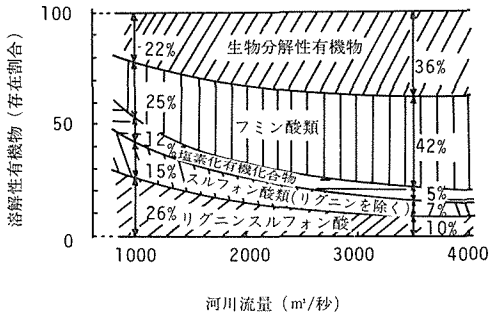
米国の環境保護庁 (Environmental Protectiction Agency，略称 EPA) は，全米にわたるトリハロメタンの調査を実施し[14]てその規制を行なうことに踏み切り，1979 年 11 月に暫定第 1 種飲料水規制 (National Interim Primary Drinking Water Regulation：第 1 種は人体に有害な成分についての暫定規制である)に，水道水中の総トリハロメタン (Total Trihalomethanes, TTHM) の規制値を加える改正を行ない，その最大許容濃度 (Maximum Contaminant Level, MCL) を 0.10 mg/l とした[15]。

わが国においても，約 5 ～ 6 年間の検討が続けられてきており，1981 年 3 月トリハロメタンに関する暫定方針が厚生省から通達され，制御目標値を 0.10 mg/l 以下とし，調査と制御のための努力が行なわれている[16]。

トリハロメタンの規制は発ガン性という蓄積型の慢性毒性に関するもので，その害の程度や安全レベルを定めることがきわめて困難なことから，米国でも EPA の規制に対して，実務の主体である米国水道協会 (AWWA) が基準設定の根拠とされているクロロホルムの発ガン性についての証明が不十分であり，安全率の取り方にも問題があるとして裁判所にこの規制の無効または見直しを EPA に命じるよう提訴する形で異議申し立てを行なっていたが，漸く最近和解が成立した[17]。

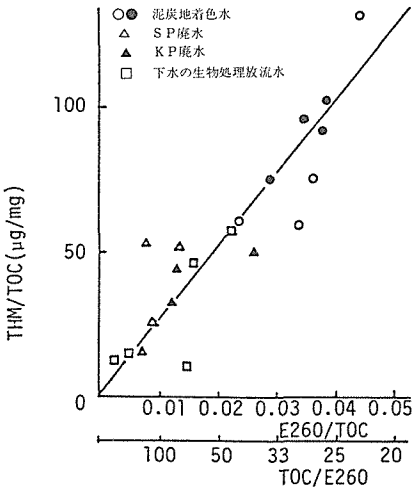
水道水中に生じる THM は，天然に存在する有機着色成分であるフミン質やそれと類似の安定有機物を前駆物質 (Precursor) とし，消毒のための塩素添加によって生じる[11,12,18]。このような前駆物質のもっとも代表的なものは，泥炭地着色水といわれるものの主成分であるフミン酸・フルボ酸類である。類似のものとしてパルプ廃水等の有機着色廃水がある。これらの成分は微生物群の代謝活動の結果生じる安定な代謝廃物であって，し尿処理場の高色度廃水はもとより，一般の下水処理場の放流水中にも出現する[19]。下水処理場では原下水の全有機炭素量 (TOC) の 3 %く

らいの着色成分が出現すると考えられる[19]。これらはいずれもフミン酸類である。図－2[20]に示すライン河下流で，溶解性有機炭素（DOC）中に高い割合でフミン酸類が存在するのは，繰返し水利用を重ねるうちに蓄積した生物分解後の代謝成分と考えてよいであろう。一過型で海へ下水処理水を放流する水代謝系をとっているところでは，水資源のムダということにはなるが，利水が可能なうちはこのような蓄積型の水質問題を陸上では生じないで推移することになる。



図－2　ライン河下流における河川流量と主要な溶解性有機成分の存在比

THMの生成量は，原水の水質，水温，PH，塩素添加量，塩素との接触時間などによってさまざまに異なる[21]。図－3はTHM生成能を全有機炭素（TOC）1 mg/lあたりで示した例であるが，紫外部吸光度260 nm（E_{260}）とTOCの比（E_{260}/TOC）が大きな値を示す場合ほど多量のTHMを生じる[18]。THM 100 μg/lを制御目標値とすると安定有機物に由来する有機炭素の濃度TOC 1 mg/lが制御のために必要な濃度レベルということになり，従来の一過型の害を成す有機成分（BOD発現型）と制御すべき濃度レベルが大きく異なり，微量までをも制御の対象としなければならない。



図－3　トリハロメタン生成能の変化

THMの害に関しては，実務の当事者である米国水道協会がクロロホルムの発ガン性に対してさえ疑問を投げかけ，コロンビア地裁に取消し訴訟をしたという反面，THMは多くの塩素化有機物のうちの計測しやすいものの一つにしかすぎず，現実にTHMのみを規制したとして他の高沸点有機塩素化合物を含む全有機塩素化合物TOCLがどうなるかということは，まったく判断の対象になっていない危険が加わる。全トリハロメタン量TTHMがTOCLの定量的な代表でありえないことは自明であるし，TTHMのうちでもクロロホルムと臭素を含む化合物では害の程度も異なってくるし，完全に科学的な意味で説得性のある許容値を定めることは現状では不可能と考えざるを得ない。

さらにいうならば，THMの問題はたまたま分析が割合に容易な塩素化合物であり，繰返し水利用をしている欧米諸国でここ10年来みなが微量汚染を気にしていたところに具体的な物質として提起されたため，急に世界的に論議の対象となってしまったものである。実はこれらは数多くある微量汚染物質の一例であるに過ぎず，これを一つずつ分析して毒性を一つずつ確かめる方向をとるのが正しい水質管理の方向なのかどうかを，いま一度省みることがここで大切である。

水質管理を許容値を定めて行ないうる時代は，発ガン性の微量成分などを制御の対象としなければならぬことになってほぼ終わりに近づいたと考えるべきで，自己の安全のためにどれだけ施設にお金をかけうるかを判断し，危険と投資を相互に秤にかける時代にはいったとみるべきであ

ろう。ことばを変えれば，ある成分をどこまで許容しうるかを考え，それに対してどのプロセスが一番安いかを考えて必要限度のプロセスを選ぶのが在来の合理的な設計法であった。しかし，少なければ少ないほどよいといったような成分を対象にし，未知成分を多く含む複雑な水の場合には，安全度をより高くとるためにさらにどれだけの高価なプロセスを複合しうるかという重複安全（redundancy）が，許容値を立てての水質管理に代わって出てくるであろう[22]。フェノールやエンドリン，ディルドリンなどの個々の有機化合物が水質基準にはいり始めた時点で，水質項目を選び許容値を立ててといった水質制御の方法が考え方の上で成り立ちにくくなっていたことを知るべきである。THMのような一般的な有機物起源の特定物質の問題化と，それがいくつかの塩素化有機物グループの中の一つにすぎないことの理解は，ますます許容値（MCL）のもつ確かさを失わせ，個々の物質についてのMCLを定めることからする水質管理の方針の転換を迫っている。基準項目は無限に近い有機物のすべてをカバーしえないし，複合的な影響を現時点ではほとんど評価しえない。そして，発ガン性や変異原性の議論は，拾い出した項目についてさえもMCLを「科学的」に定めえない。

したがって，どれだけ安全のためのredundancyを許しうるかという，ただひたすら安全側に向かってプロセスを重ねる方策だけが当面でてくる。必然的にエネルギー，費用が増す。施設の費用とともに安心を買うためのモニター（情報）コストの増大も大きなものになる。実質は重ねたプロセスの種類と数が支配する。

図－4～6はすでにライン下流で採用され始めているおそるべきプロセスのredundancyの一例である。

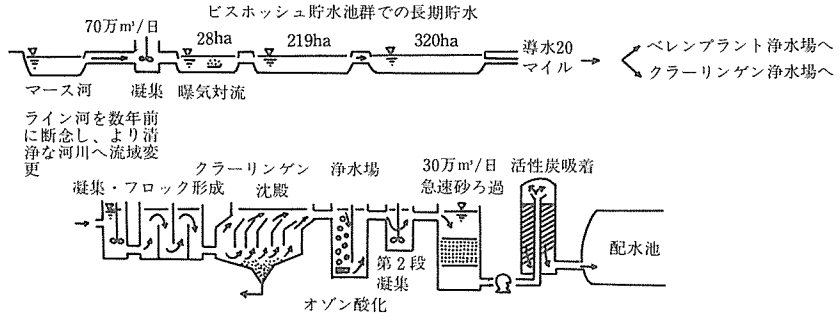
このような中でプロセスの積重ねが安全度の向上にどのように寄与しているのかをどのようにして評価して行けば良いのであろうか。現在の水質基準の項目が規定している単成分についてのMCL以下に水質が保証されるべきことは当然であり，数少ない無機物や特定汚染有機物については従来の知見は有用性を保ちうる。しかしながら，微量有機汚染物質の人間に対する安全は，図－1にも示したように雑多な成分の共存状態での問題である。さらにまたこの汚染の害は蓄積性である場合がほとんどであるから，共存の扱いは単にある時点のものでありえず，時間を隔てた状態の相互影響をも考えなければならない。

在来の水質評価法は個々の物質についてのMCLを基にしたものであったが，多数成分の共存が常態となる微量汚染の問題についてはその水自体のあるがままの形での評価がどうしても必要になる。現在の処，絶対尺度とはなし得ないけれども，遺伝変異原性試験を対象とする水について行なうことによって相対的な安全を論ずることが可能である。したがってこれからの水質評価は，MCLで示されるような単成分（もしくは近い将来小数の総合評価のMCLが出るようになろう）についての水質分析値による許容値と重ねて総合的な変異原性の相対強度などを用いる総合的な評価になるであろう。

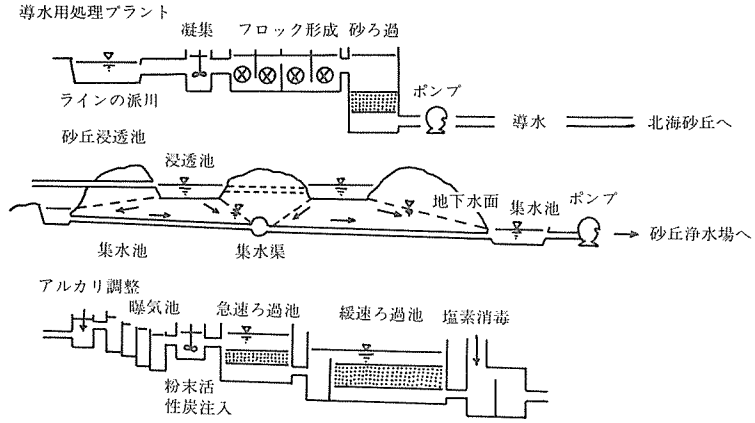
このような方式によっても，人間が時間を隔てて汚染に曝露するような，時間を考えた共存（複合）作用などを論ずることが出来ず，蓄積性の害についての評価は未だ基本的な扱いの部分ですら明確になっていない。

6．安全のための飲用水の分離

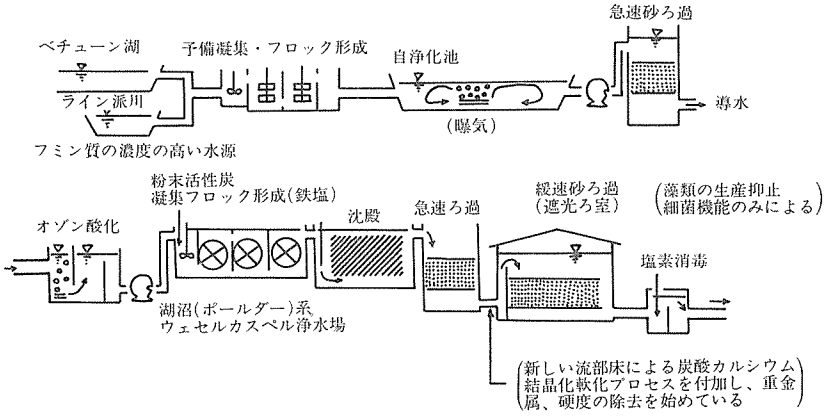
「トリハロメタン問題」として現われてきた現代の飲用水の微量汚染に的確に対処するには，トリハロメタン対策をすれば問題が解決するといったものではないことを述べた。たかだかmg/lレベルまでの総合的な指標を立てて水質を評価していくことのできた状態が，無機物のみなら



図－4　ロッテルダム水道マース・ビスボッシュ・クラーリンゲン系の処理フロー



図－5　アムステルダム砂丘浸透系処理フロー



図－6　アムステルダムの湖水(ボールダー)系浄水フローシート

ず，有機物までを個々の物質名をあげて対応しなければならぬ状態に突入した。その項目がだんだんと増すにつれて，無限に近い化合物の情報をすべて的確に評価して水質管理をすることなど望むべくもなくなってくる。水質制御研究がさかんになって，水質の危険がますます現実のものとして人々に迫るといった状況を皮肉な目でみていられる余裕はない。

水洗便所に流す水にまでこのようなredundancyを重ねて処理をし，上水道によって一括供給することに，エネルギー的・経済的に耐えうるとは到底思えない。ということになれば，飲用水には別途清浄で由来の明確な水をあてるという水源の使い分けを行なわざるをえない。そうなれば，基準値は濁度などといったゴミ取りのための指標だけでよいことになり，定めることのできない許容値を議論するといった努力をする必要もなくなる。いまの水道の水質管理は一項目一項目を基準に加え，その個別対応を重ねることによって問題を解決しようとしつつ，まっしぐらにその不可能を知るところに向かっている。完全な政策の変更，すなわち一元型利用の否定へと向かっている。米国の環境庁（USEPA）と米国水道協会（AWWA）のトリハロメタン（THM）の最大許容値（MCL）をめぐる論争は，上述のことを端的に物語っている。

このような例をいろいろあげてきたのは，多様な微量汚染と複雑な周辺環境のもとで，すべての用途に安全マークを自信をもって付すことのできる水を配ることがきわめて困難となった多くの地域があることを知っておきたいと思うからである。水道法の第1条にいう安全と豊富と低廉をすべて論じようとすることが，複雑化し閉鎖化を強めてきつつある環境では矛盾となったことを現実に認識させたのがトリハロメタン問題である。安全は低廉には手に入らない。安全で豊富は難しい。豊富で低廉もないであろう。こう考えるところからもう一度水道の問題を考えなおすべきである。

基本的には，飲用を中心とする安全な水は安全な水源によるべきであり，安全な水を安全を強く求めない用途にまで用いて，安全を脅かすような総括的な水供給体系を改めねばならぬ地域が次々と出現してくるであろう。トリハロメタンが問題となるような地域では，当面redundancyをあえて行ない，日を延ばしつつやがては新飲用水供給システムの新設に向かわなければならなくなろう。

7．飲用水を用いた水供給の多元化による汚染と確率的渇水からの安全

飲用に供してその安全に一点の疑いもなく，「清浄」な水がすべての用途に供給しうるほど「豊富」に存在している地域は必ずしも多くない。

わが国では水質の劣化に悩まされている下流域の都市で，同時に確率的な大渇水に見舞われた例は枚挙にいとまがない。表は昭和38年のいわゆるオリンピック渇水以来の著名な都市渇水を示すものである[23]。都市渇水のほとんどは，都市が用いる水源をすべて集め尽くしても猶確率的に生ずる渇水に耐ええないために生ずるわけであるから，一般には劣化した原水までも量的な供給の安定確保のために集水している。したがって，わが国ではこれらの地域のほとんどはまた上水道の水質が飲用の安全に対して疑いを持たれる地域でもある。

表 既往の著名な都市渇水

年次	都市名	給水制限期間	備考
昭和39年	東京都	84日間	最大節水率50%
		日	東京オリンピック渇水
昭和42年	長崎市	72日間	最大節水率88%
昭和42年	北九州市	130日間	
昭和48年	松江市	135日間	最大節水率40%
昭和48年	高松市	58日間	最大節水率60%
昭和48年	福山市	49日間	最大節水率78%
昭和48年	淀川	97日間	工水節水
		52日	工水を上水へ転用
昭和48年	広島	134日間	工水最大節水率40%
昭和52年	淀川	167日間	
昭和52年	沖縄	287日間	隔日給水
昭和53年	福岡市	171日間	最大節水率48%
昭和53年	北九州市	159日間	最大節水率20%
昭和53年	淀川	159日間	
昭和56年	沖縄	326日間	

都市の水不足の解消のために国土庁，建設省，住宅公団などで中水道と通称される再生水または低質原水を用いた雑用水道の新設が推進されている。

このような低質水道は拡大する（また拡大した）水需要の内の低質水で間に合う水洗便所用水な

どを上水道の供給から外して肩替りすることにより，上水道の水量不足を補おうとするものである。このような中水道の導入による多元化は，①新設する中水道を部分的なものから始めて不足を補えば良く，②施設の設計管理もさほど高度な技術を持たなくても行ないうるという利点を持つ半面，このような①中水道で代替しうる水需要の割合が全都市用水供給量の30%程度にしか上りえず表に示したような大渇水における上水道の確率的は被害を確実に止めることができないし，また②上水道の水質がすでに劣化しかかっている最も重大な状況に対する何等の助けとならず，③大きなエネルギーとコストを費して得られるものは低質水のみということになる。このように考えてくると，中水道を新たに作るという施策は現在の上下水道系が充分に機能しているが，量的にのみ不足があるという限られた地域で，しかも確率的に量的不足を生ずる危険量が全供給水量の高々20～30%の範囲で将来共推移するといった限られた条件でしか用いえない技術のように思われる。

それに対して飲用を中心とした上質水道を創設し，現用の上水道を最上質水の供給義務を外した一般用水道として運用する2元水供給系を作ることができると，最も基本的な安全と安定供給の点で次のように飛躍的に高度な用水系を創出しうる。①現用水道の水源の内，最も上質な部分のみを限定された水量（1人1日 50 *l* 程度）の上質飲用水道系にふり換えることによって，安全な水質を確保し，無用な水処理をさけて，良好に保全されるべき水源地域と対応させた土地計画を明確な目的でなしうる。②水量と用途が限定されているので需要の内容が均質であるから広域化を行ない最良の水源を広く求めることの合意がえられる。③水量を限定し，上位の目的のみの限定された規模で上質の水道資材を用いうるので原水の安全と共に，配水系での高度な安全が保証されやすい。④飲用の目的を外した現用の水道は一般水道として運用される。飲用系を含まないために水処理を過大に複雑高度化する必要が無く，水質管理を現用の主成分で行う程度で良い。無駄な水質検査の費用と人を省きうる。⑤このような一般水道は量的には需要の 60～90% といった大部分を供給するので確率的な渇水被害を避けるために下水の再生系と連絡しておく。応急用の下水高度処理施設（平常時は運休しても良いし，放流水の高度処理用に用いても良い）を設置することは同一水量を生み出すダムの建設費用に比してはるかに小額の投資ですみ[24]，環境や地域へのインパクトをほとんど問題にせずにすむ。また運転は渇水時のみであるから通年で見ればエネルギー消費は少ない。⑥渇水時には上質の水を飲用水道にまずふり向け，一般用水道は必要な量の再生水の導入によって補うことにより水供給系は始めて確率的な渇水被害からまぬがれうる。渇水時に生ずる都市水供給系の問題は，従来の一元系における断水による供給不足でなく低質側の供給系である一般水道の再生水量比の増大とそれを支える処理コスト（エネルギー）の問題となり，都市における水の安定供給の確度は飛躍的に大きくなる。⑦上質飲用水の供給をこのように限定された量にかぎると，全国的なナショナルミニマムとしての水資源の優先配分に対する同意が得られ，安定な飲料水のための「上流取水権」といったものが確立されて，水源保全の明確な意味付けを持つ「保全空間」の指定による地域計画への要求も明確になしうる。⑧このような飲用の供給を広域的に分離することが出来ると，下水系はもはや流域をバイパスして下流へ放流することによって河川，地下水の清浄度を最大に守るという厳しい条件から開放されて，巨大な流域下水道に替って，局所的な再生繰り返し利用を加味した小規模な幹線輸送系を持つ下水道や地下水還元などを人に対する危険なしに用いえて，河道に充分な水を持つ生態系の豊かな原水環境を保持しうるであろう。

このような飲用水供給システムを付加することによる二元化は完成時にはすべての面で低質水供給のための中水道を作ることによる二元化に対して問題なく優れた方法である。建設費用の膨

大さを云う声，すでに過密化している都市配管系に新たな配水系を付加することの困難を云う声がこの考え方に対しすぐ起こることは容易に推測しうる。しかしながら，30年前に狭軌で全国を覆った鉄道網の中心部分のしかも情報価値の高い部分（人間の輸送を中心とした）を広軌の高速鉄道でおきかえることの意義を果たしてどれだけの人が専門家を含めて理解しえたであろうか。新幹線が出現したと同じ様な意味で，量的には確率的な渇水のおそれから脱出する唯一の方式と考えられ，質的には安全を科学的に保証し難くなりつつある水道の本質的な機能の欠落を避けうる唯一の方法と考えられる新上質水道の創設が考えられてよいだろう。長期的な視野に立って水道系の改善を考えねばならぬ地域は，南関東，近畿，北九州と日本の大きな割合を占めている。

新水道創設の最大の難点は，どのようにして現用系から新しい系へ移行するかにある。移行過程における一元型の問題点をどのように抑え，新しい系へ移行した部分との不均衡をどのように均して行くかである。流域下水道が時としてそうであるように，長期計画のため運用されない巨大な基幹部分が建設着手後長期に存在するようでは困る。システムの末端から出来たなりに働き出し，遂には包括的な一連の系となるような手だての研究が技術的には最も大きなものと思われる。もちろん巨大な投資に対する効果の評価，新しい技術の導入と他水システムとの整合のための法制上の検討など数多くの難問が新上質水道創設のために検討されねばならない。

参考文献

1）厚生省環境衛生局水道環境部監修：水道統計要覧（昭和56年度），日本水道協会
2）丹保憲仁：日本の浄水技術史考，水道協会雑誌，528号（昭53）p. 64
3）丹保憲仁：都市・地域水代謝システムの構造と容量 —— 都市用排水系の再評価のための研究(1)——，水道協会雑誌，497号（昭51）p. 16
4）丹保憲仁：下水処理と水資源，土木学会誌（昭54）p. 33
5）N. Tambo and T. Kamei : Treatability Evaluation of General Organic Matter. Matrix conception and its application for a regional water and waste water system, Water Research, vol. 12 (1978) p. 931
6）Robert H. Hariss and Edward M. Brecher, and the Editors of Consumer Reports : Is the Water Safe to Drink?, Consumer Reports (1974) p. 436
7）Robert H. Hariss and Edward M. Brecher, and Editors of Consumer Reports : Is the Water Safe to Drink? Consumer Reports (1974) p. 540
8）Robert H. Hariss and Edward M. Brecher, and the Editors of Consumer Reports : Is the Water Safe to Drink? Consumer Reports (1974) p. 623
9）丹保憲仁：上水道（土木学会編　新体系土木工学88），（昭55）p. 133
10) U.S. National Academy of Science : Drinking Water and Health (1977) p. 713
11) J.J. Rook : Production of Potable Water from a Highly Polluted River, Water Treatment and Examination vol. 21, Part 3 (1972) p. 259
12) J.J. Rook : Formation of Haloform During Chlorination of Natural Water, Water Treatment and Examination, vol. 23, Part 2 (1974) p. 234
13) Lower Mississippi River Facility, and U.S. Environmental Protection Agency, Draft Analytical Report : New Orleans Area Water Supply Study (1974) p. 30
14) U.S. Environmental Protection Agency : National Organic Reconnaisance Survey (NORS) (1974. 11.8.)
15) U.S. Environmental Protection Agancy : National Interim Primary Drinking Water Regulations : Control of Trihalomethanes in Drinking Water, Federal Register, vol. 44, No. 231, p. 68624 (1979. 11.29)
16) 日本水道協会：トリハロメタンに関する対策について，水道協会雑誌，561号（昭56）p. 59
17) American Water Works Association : Willing Water, vol. 25, No. 2 (1981)
18) 丹保憲仁，堤行彦：トリハロメタン生成能に関する研究（Ⅰ），有機成分の紫外部吸収とトリハロメタン生成能，水道協会雑誌，vol. 51, No. 7（574号），（昭57）p. 21
19) N. Tambo and T. Kamei : The Behaviors of Refractory Metabolites from Aerobic Biological Process, Second World Congress of Chemical Engineering (1981.11) (Montreal)

20) H. Sontheimer : The Rhine and Domestic Water Supply, Paper of the Plenty Session on the River Rhine, International Water Supply Association 11th Congress at Amsterdam (1976) Document p. 32
21) 湯浅晶, 丹保憲仁：トリハロメタン生成能に関する研究III, 塩素添加量がTHM生成量に及ぼす影響について, 水道協会雑誌投稿中
22) 丹保憲仁：水代謝系の変遷と安全, 都市問題研究, vol. 33, No. 8 (昭56) p. 15
23) 広瀬利雄外：総合的な水資源対策についての2～3の検討課題について, 第2回水資源シンポジウム前刷集 (1982) p. 7
24) 丹保憲仁, 小林三樹：水資源制約のある集密圏域における都市用排水構造の選択, 第1回水資源シンポジウム (1977) p. 79