

ビルタンク水にみる飲料水としての安全性

唐沢 栄

一——はじめに

今日、高度に発達した都市構造の中にある我々の生活環境は、いかえれば人為的に管理された人工環境であるといえる。我々は好むと好まざるとにかかわらず、人工的に作り出された空間で四六時中すごさねばならない。最近では都市の建設また再開発にあたって、都市構造と自然環境の調和が真剣に討議されており好ましいことである。しかし、そのような討議を経て出現した新しい都市であっても、林立する高層建築物の中に一歩足を踏み入ると、そこはもう完全に人工的な管理を受ける空間である。照明も、空気も、水も、そして天井や壁や床の構造も色も、全てが人の手によって作り出されたものである。

これは、建築物内での人間の生活環境に対する考え方が急速に進み、一日の大半をその中ですごさなければならぬ今日の人間社会に対する新たな課題として認識されてきた結果といつてよいだろう。しかし、現在の科学の粋を集めてできた室内環境衛生諸設備であっても、それが真に機能を保持されなければ、そこで生活をすする人達にとって好ましい生活環境とはなり得ない。今日の都市において、この人工的生活環境の効果的な維持管理はきわめて重大な問題であり我々が今真剣に取り組んで行かなければならないもの一つである。

疑うことなく一ばいの水を口にする。事実、給水設備が適正に管理されていれば決して心配をする必要はない。しかし、設備の保守、点検が不十分であった場合、一転して飲料水に対し大きな不安がつきまとうことになる。給水の管理は、衛生的な水質保全を最も重要な目標としているが、これは一度その管理を誤ると、赤痢やコレラなどの消化器系伝染病を媒介し、有毒な物質を供給する等、本来、環境衛生上の役割を果すべき水道がかえって逆の結果をもたらすことになるからである。

いわゆるビルタンク水の水質実態は、今日決して手離しで安心できるものではない。我々は、今、その実態をよく把握しビルタンク水の安全性について再考する必要がある。

二——ビルタンク水の衛生管理

高層建築物の給水設備は、供給される原水を貯水する受水槽、各給水栓まで水

道水を給水するために一定の水圧を保持させるべく、高所に設置する高置水槽、この二つの貯水槽を連結する揚水管と揚水ポンプが基本的な設備である。ビルタンク水の原水は、水道事業者の供給する水道水（上水）が殆んどであるが、地下水を用いている施設もある。地下水を原水として用いる場合は、地下水の水質が悪いとまず原水の浄水処理が必要となる。一般的には上水が用いられているので原水の水質は安全であるといえる。したがって、ビルタンク水の衛生管理は、受水槽から給水栓までがその主要部分であるが、この管理に関する規制は「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」いわゆる「ビル管理法」で定められており、また「専用水道」、「簡易専用水道」等の水道法に関する規制を受け適正な管理が期待されている。水質基準は、水道法第四条第一項に定められておりこれを常に満足しなければならない。即ち、供給される水は、病原生物に汚染されたり、または病原生物に汚染された

表一 1 残留塩素の基準

	基準値	備考
遊離残留塩素	0.1ppm以上	通常の場合
結合	0.4	"
遊離	0.2	"
結合	1.5	" 伝染病等の発生のおそれがある場合

表一 2 水質基準に関する省令

法第4条第1項第1号に掲げる要件	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 塩素イオン 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量) 一般細菌 大腸菌群	10mg/l以下であること。 200mg/l以下であること。 10mg/l以下であること。 1mlの検水で形成される集落数が100以下であること。 検出されないこと。
法第4条第1項第2号に掲げる要件	シアンイオン 水銀 有機リン	検出されないこと。 検出されないこと。 検出されないこと。
法第4条第1項第3号に掲げる要件	銅 鉄 マンガン 亜鉛 鉛 クロム 六価 カドミウム 素 フッ素 カルシウム、マグネシウム等(硬度) 蒸発残留物 フェノール類 陰イオン界面活性剤	1.0mg/l以下であること。 0.3mg/l以下であること。 0.3mg/l以下であること。 1.0mg/l以下であること。 0.1mg/l以下であること。 0.05mg/l以下であること。 0.01mg/l以下であること。 0.05mg/l以下であること。 0.8mg/l以下であること。 300mg/l以下であること。 500mg/l以下であること。 フェノールとして0.005mg/l以下であること。 0.5mg/l以下であること。
法第4条第1項第4号に掲げる要件	pH値	5.8以上8.6以下であること。
法第4条第1項第5号に掲げる要件	臭気	異常でないこと。 異常でないこと。
法第4条第1項第6号に掲げる要件	色濁度	5度以下であること。 2度以下であること。

備考) シアンイオン、水銀及び有機リンについての「検出されないこと」とは、別表に定める方法により測定した場合において、その結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。

ことを疑わせるような生物または物質を含んでいてはならない。このために、消毒が適正になされていることが必要であり、遊離残留塩素を〇・一PPM以上含むこととし、とくに、病原生物に著しく汚染されるおそれのあるときは、遊離残留塩素を〇・二PPM以上とすることと定めている(表1)。その他、シアン等の有害物質を含まないこと、銅、鉄、塩素等の物質はその許容量をこえて含まないこと、外観は無色透明で異臭味がないことなどくわしく定めている(表2)。

清掃(年一回)、水質検査実施の義務が課せられており、もし、供給する水が人の健康を害するおそれがあると知ったときには、ただちに給水を停止し、保健所等関連機関に連絡することとしている。しかし、実際には、各都市とも、これらの規制対象外となる受水槽有効容量の

合計が二〇^m未満の中小施設がかなりあり、横浜市においても約八千施設(昭和五十二年衛生局調べ)となっており、これらの中小施設の中には設備および水質の好ましくないものがかなり多く含まれていると考えられている。

三 赤水

一般家庭の給水栓などで早朝赤く濁った水が出るのを目にした人は決して少なくないと思う。この水を「赤水」というが、これはしばらく水を流すことで一見解決することができる。佐野等(一九七五)によれば、一戸建ての家屋の場合一八^l程度(一夜滞留水量の約三倍量)の捨て水で外観的な濁りを解消できるとしている。

この赤水は、給水管の内壁面から鉄が溶出することによるが、管が老朽化するにしがたって内壁の錆化が進行するので、赤水の発生が著しくなる。このような赤水発生は、早いもので管敷設後数年一〇年で認められるようになる。

一戸建ての個人家庭の場合では水道本管からの引き込み管長が短かいので比較的問題も解決しやすいが、ビルタンク水となると、受水槽から給水末端までの給水管長がかなり長くなるので問題は複雑となる。まず、老朽化施設で赤水が発生した場合、捨て水も大量となる。著者等が実施したある大型共同住宅の早朝における赤水調査によれば、最高一〇〇^lの捨て水をしなければならぬ給水栓があった。さらにこのような老朽化の進んだ給水管では屋間であっても、管内で水が滞留すると赤水となってしまうので水を

使用することにある程度の捨て水が必要となり、洗たく物が着色したなどの害が生じるようになる。

赤水の及ぼす害は、飲用時に不快感を招き、洗たく物が色づくなどの目に見える害の他に細菌汚染の懸念さえも招き、むしろこれが本質的には最も恐れなければならぬことである。

四——ビルタンク水と残留塩素

残留塩素は前出、衛生管理の頃でも述べたが、水道水を塩素処理によって消毒した結果、水中に残留する有効塩素をいふ。これは強い酸化力を有し、細菌類、とくに消化器系伝染病原菌に対し強い殺菌効果を示すことで知られている。そのため古くから水の消毒には塩素化合物が使用されており、二十世紀になると欧米を中心として次亜塩素酸塩系のもが多く用いられるようになった。最近では塩素ガスによる消毒が水道事業体を中心に広く実施されている。しかし、この残留塩素は水中に存在する有機物質または還元性の無機物質によって消費されていく。したがって、貯水槽などの給水設備が清掃されず放置されたままになっていると、有機物質が混入蓄積され本来水道水中に含まれる有効塩素を消費し、残留塩素の減少が著しくなる。また、給水管

が亜鉛メッキ鋼管である場合、(事実既設のもの)の多くはこの亜鉛メッキ鋼管であるが、老朽化に伴ない亜鉛が溶出していき鉄面が給水管内壁に露出するが、この鉄面が残留塩素を消費していく。その結果、水道水が有していた殺菌能力は減少していくわけである。給水管内壁は、残留塩素によって増々酸化が進行し、いわゆるサビが広がっていく。敷設後一年以上も経るとはなはだしいものではサビのために管の断面が初めの50%以下となり、また管厚さえも二分の一以下になってしまい、ついには、管に小孔があいたりもする。このサビが水道水中にはく離し赤水となつて我々の目にとまるわけである。すなわち、赤水とは給水管内壁から水道水中に混入した酸化鉄であることが殆んどいってよい。

残留塩素の減少は、維持管理に適正を欠いた場合および設備そのものが老朽化した場合よく認められるが、しかし減少の原因には建築物の構造上の欠陥があった場合も含まれる。例えば、(実態調査等でよく目にする)建築構造上の問題から残留塩素の減少があったと思われる例は、建築物の設計施工段階での施設使用予定と、竣工後の使用状況とに大きな差を生じた場合が多い。設計時に大型店舗または飲食店などの出店を予想し、飲用水の大量確保を計画しながら、実際にはい

ゆる事務所ビルの使用をせざるを得なかったような施設では使用水量と受水槽容量とのバランスが著しくずれ、受水槽内での水道水の滞留時間が長時間となり残留塩素の減少が認められる。また、学校施設のようにある期間休暇のために給水設備が殆んど使用されない場合も、貯水槽内で水道水の滞留が生じる。比較的長期にわたり不使用期間のあった施設では十分注意を払う必要がある。

五——ビルタンク水の水質実態

横浜市衛生研究所には毎年、数百件のビルタンク水の水質検査依頼が寄せられる。これらのうち受水槽有効容量二〇m³以上のビルタンク水について一九八〇年七月から一九八一年七月までの期間に行った検査結果の中から五八三件を無作為に抽出してその傾向を解析した。それによると、水質基準に不適合であったものが一三・七%をしめており、多くの場合不適項目は、鉄または色度であった。この両者または一方の項目によって不適と判定されたものは、不適合となった検体の実に九六・三%に達していた。

ところで、これらの資料のうちから一九八〇年の検査結果について特に表3に示した。これによれば鉄は最大二・七〇mg/lを検出したものがあり、一・〇mg/lを超えたものも五検体認められた。最も多く検出された鉄の範囲は〇・一〇—一九mg/lであった。一方平均値は〇・一五mg/lであったので一般的には横浜市内のビルタンク水の場合、〇・一三—〇・一八mg/lの範囲で検出されるのが一般的であろうと推定された(平均値の出現区間)。残留塩素についてみると、最大値が二・〇ppmであり、不検出であったものもいくつか認められた。平均値は〇・五ppmであったが、一般的に用いられているビルタンク水の原水は〇・六—一・〇ppmの残留塩素が含まれていると考えられるので多くのビルタンク水の場合、残留塩素のはなはだし

い減少はないと思われる。しかし、鉄または色度の項目で飲用不適となった検体をみると、その半数に近い四四%前後からは残留塩素が〇・一ppmであった。これは前述したが、鉄溶出と残留塩素とに深い係りがあることを示した結果といえる。すなわち、鉄の水質基準値(〇・三mg/l)を超えた検体の八五%が残留塩素〇・三ppm以下であり、逆に残留塩素を〇・四ppm以上認めた検体では大半が鉄不検出(〇・〇—五mg/l未満)であった。したがって、ビルタンク水を管理していくうえで、給水末端での残留塩素濃度が、受水槽水と比較して大幅に減少している場合は、鉄

の溶出を疑ってみるべきである。特に、残留塩素が〇・二PPM以下となるような事態が生じた場合は、給水設備の汚染の可能性と同時に給水管の腐食の発生に起因する鉄溶出が懸念される。建築物環境衛生管理基準にかかる衛生上必要な措置としては、残留塩素の濃度が〇・一PPM未満の場合再添加するなど適当な措置を講ずることとしているが、安易に再添加をいそぐことなく設備の点検を行い残留塩素消費が給水管内壁の鉄に起因していないかどうか十分調査すべきである。老朽化の進んだ管をそのまま放置し消毒剤の再添加をいそぐとかえって管の錆化を助長させることにもなりかねない。

ところで、前述のビルタンク水は専用水道ビル衛生管理法または簡易専用水道にかかる規制を受けるべき施設のものである。しかし実際には受水槽有効容量二〇m³未満の小規模施設は数的にかなり多く、前述のように横浜市を例にとっても受水槽設置施設全体の八一%をしめている。残念ながら著者はこのような小規模施設についての系統だてた調査を行っておらず実態を把握するにはいたっていない。しかしいくつかの自治体の保健所ではこれらの施設についての調査を実施しており、予想以上の水質の悪化を指摘している。

その一つの調査例として、岩本⁽⁷⁾（一九

八二）が第二六回全国環境衛生大会に報告した結果を紹介する（表4・図1）。

これによれば、岡山市内の受水槽有効容量二〇m³未満の施設二百施設を調査した。用途別にみると、旅館一五・五%、共同住宅二一・〇%、事務所二二・五%、店舗二〇・〇%、学校一一・五%および病院九・五%であった。岩本は、施設の評価にあたりA、B、CおよびDの四段階の評価基準を設定した。これを基準として調査対象施設を評価したところ、全施設総合ではAおよびBは二九%であり、用途別では共同住宅が最も多く同五五%であった。逆に評価の低かったものは旅館の同一九%および店舗の同一五%であった。貯水槽の清掃を実施していない施設は全体の二五%あり、定期的水質検査を受けている施設は全体の五〇%であった。水質検査の結果では全体の一〇%程度が飲用不適であったが、不適項目としては残留塩素、色度、鉄の他に一般細菌数および大腸菌群の細菌項目が指摘されていた。

岩本の報告は以上であるが、調査対象施設の七〇%前後が給水設備構造や管理面で何らかの改善が必要と考えられており衛生的な水質保全について、かなりの不安が残るのではないかと思われる。

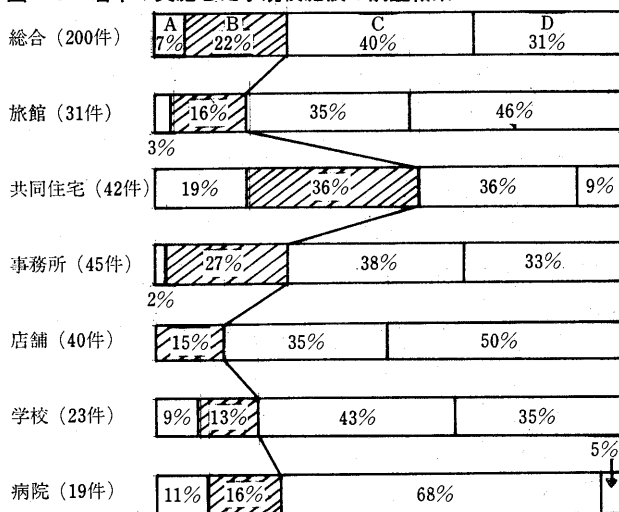
六——給水設備の適正な保守管理

表一三 横浜市内ビルタンク水の水質

	遊離残留塩素	pH	鉄	塩素イオン	過マンガン酸消費量
試料数	382	381	382	381	356
平均	0.5 ppm	7.27	0.15mg/l	9.6mg/l	1.4mg/l
標準偏差	0.3	0.25	0.23	2.2	0.9
平均値の出現区間	0.5-0.4	7.30-7.25	0.18-0.13	9.8-9.4	1.5-1.3
最大値	2.0	8.8	2.70	17.0	6.5
最小値	0.0	6.4	0.05	2.4	0.3

注) 危険率5% (1980年 横浜市衛生研究所分析)

図一 岩本の実施した小規模施設の調査結果



表一四 岩本の用いた評価基準

評価	内容
A	良好
B	おおむね良好 (マンホールの施設がない。防虫網がない)
C	改善を要する。
D	すみやかに改善を要する。 (水質基準に不適異物の混入(虫、油膜等)物置等に使用しているため点検不能)

かれて以来、給水設備の管理の悪さから生じた水質汚染事故が表面化している。主なものをあげると、残留塩素不検出、⁽⁶⁾⁽⁹⁾受水槽のマンホール付近からの異物または有害物混入、受水槽壁面の亀裂等が原因で汚水の混入、などがある。また最近では高置水槽に強化プラスチック製のものが多く、地上設置型の受水槽も同種の材質を用いたものが多い。この材質を用いた貯水槽が屋外に設置されている場合屋間太陽光によって槽内は弱光が届き照度が数千ルクスにまで上昇する。この程度の照度は微細藻類の光合成に適當であるために何らかの原因で槽内に微細藻類が混入すると、槽側壁の吃水面に添って大量に繁殖する場合がある。清掃を行うことで除去することはできるが、そのまま放置すると水中に微細藻類に起因する有機物が増加し残留塩素の減少をはじめとし水質の悪化を確実に招く。

このようなビルタンク水水質汚染事故を未然に防ぐためにも、給水設備の保守管理は平常から十分に行われていなければならない。⁽¹⁾受水槽に流入するまでの原水(上水等)の水質については、水道法により水道事業者、水道用水供給事業者または専用水道設置者によって責任が持たれるが、受水槽に流入後は建築物の所有者または管理者がその水質保全管理の一切の責任を持たなければならない、その

指導監督権限は都道府県知事にあり直接的には保健所があたる。したがって受水槽を含め建築物の給水設備については管理権原者が構造を含め保守管理について十分注意を払い異常が生じた場合には保健所等関連行政当局へすみやかに連絡を行い指導を受けなければならない。

一般的に給水設備の構造は、汚水の浸入やねずみ等衛生害虫の出入ができないものとし、かつ保守管理に便利なものでなければならぬ。すなわち、設計の時から注意して法に定められているように受水槽は必ず床上または地上設置型とし、槽の六面が常に監視できるように型式とならなければならない。同時にマンホールのふたは完全に防水密閉式として汚水や異物の混入を防がねばならない。前述の強化プラスチック製の貯水槽に付属するマンホールのフタは設置後数年で材質の性質上どうしても劣化し機密性が悪くなりがちなので特に注意を払ってほしい。また、フタ部は必ず施錠できる構造として故意な毒物や異物を入れられないようにしなければならない。

保守、点検はできるだけ多くの部所を毎日行うことが望ましいが、毎日実施が困難であっても最低週に一回は行う必要がある。給水末端の水質の点検はできるだけ毎日行うべきである。外観、異臭味、残留塩素の測定を常時行うことで給水設

備の異常発見がきわめてすみやかになるであろうことは前述した。

原則として清掃は一年に一回行わなければならない。通常密閉してある貯水槽であっても長期間を経ることではじめの混入や、原水中のきわめて微量な物質が沈降蓄積することもある。また、設備

内壁のわずかな錆化により酸化鉄の沈降蓄積もある。一方清掃と同時に貯水槽の内壁の塗装も行うことが望ましい。ただしこの場合、基準に合格した塗料を定められた工程に従って専門の塗装業者が行わなければならない。塗料中には有機溶剤が含まれているので、完全な工程で行い乾燥時間を十分取らなければならない。不完全な乾燥時間のまま貯水を再開したため、溶剤がビルタンク水中に混入したという事故も実際に生じているので注意する必要がある。

なお、老朽化した給水設備については交換または更生を行う必要がある。貯水槽および付属装置については比較的容易に交換ができる。しかし、給水管の交換は困難な場合が多い。とくに壁面に埋設されている管の交換は殆んど不可能であり、交換する場合は露出配管に変更しなければならぬ。最近給水管の清掃法および更生法の技術は急速に進歩しており水道事業体でも積極的に採用している方法がいくつかある。いずれもある種の圧

力を加え管内壁のサビニブを除去し清掃を行った後にエポキシ樹脂等を塗装するものである。管口径の広いものから家庭用給水未満で用いられるような小口径のものまで給水管を敷設したまま工事を実施できるので、今後増々期待できる工法であろう。ただし、貯水槽の塗装と同じように工程を完全に実施し塗装後の乾燥を十分に行わないと水質の悪化を招くばかりか、管内壁からの塗料のはく離などが生じるので注意しなければならない。

七 おわりに

ビルタンク水の水質保全について基本的な問題を紹介してみた。我々は常に飲用水はきわめて安全なものだと考えている。しかし、今日のような高度に発達した生活環境ではすでに飲用水も完全に作られたものであり人為的に管理されたものである。したがって、管理が不十分であるならたちどころにその水質の保全に不安が生じる。

飲用水には元来できるだけ人による添加物は含まれないのが自然である。しかし、今日の水道水には塩素系の消毒剤が含まれており、これは水中の病原微生物を殺菌するための必要最小限の添加であると考えらるべきである。ところが、最近の水道原水(河川水等)の水質汚濁の進

行が著しく消毒剤の添加量を増加せざるを得ない。加えて、水質の安全性の研究の過程で水中に含まれる有機物と塩素系消毒剤とが反応し、発がん物質であるトリハロメタンが生成されることが指摘され社会的な大問題となった。そしてさらに新たな不揮性有機塩素化合物の生成に關しても取りざたされており、水道水の安全性については今後も多面的な研究がなされていくと思われる。

しかし、今我々は好むと好まざるとにかかわらず供給された飲用水を口にするのであり、とくに、ビルタンク水を飲用する機会がきわめて高くなってきている。ビルタンク水の衛生的な水質保全については、飲用する側の市民、管理する側の施設の所有者、管理技術者そして指

導監督の側である行政担当者の全てがそれぞれの立場で深く意識しその必要性を認識しなければならぬ。著者もビルタンク水の衛生管理に関する研究を行う者の一人として今後ともなお安全について考えていきたい。

本文を著すにあたり、資料の提供および助言を下さった戸塚保健所吉田優氏、横浜市衛生研究所鈴木妙子女史、菊池清勝氏、山本親男氏、旭保健所衛生課長中島三郎氏、および貴重な報告資料を大幅に引用させていただいた岡山県岡山環境保健所岩本充博氏に深く感謝いたします。

〈引用文献〉

(1)「ビル」の環境衛生管理」(下巻)、ビル

管理教育センター(一九八一)

(2)中島三郎・唐沢栄・鈴木妙子(一九八

一)「防錆剤使用施設と法的背景」、

ビルメンテナンス16(9)

(3)佐野算彦・井上騰蒔(一九七五)水のトラブルあれこれ、水17(4)

(4)鈴木妙子・唐沢栄・菊池清勝(一九八

一)「某大型共同住宅初流れ実態調査」(第二報)、第四回ビルの衛生管理に関する研究会(抄録)

(5)唐沢栄・鈴木妙子・中島三郎(一九八

一)「残留塩素の減少による水質変化の実態」、ビルメンテナンス16(2)

(6)鈴木妙子・唐沢栄・中島三郎(一九八

二)受水槽のボールタップ位置変更、ビルメンテナンス17(1)

(7)岩本充博(一九八二)「貯水槽(有効

容量20^m以下)の衛生管理の実態とあり方について」、第二六回全国環境衛生大会(抄録)

(8)岩田友孝・小山哲夫・井口清也(一九

八二)受水槽の汚染事故と行政の対応について、第五回ビルの衛生管理に関する研究会(抄録)

(9)井口清也・安藤貴美男・松崎啓・長谷川研一・加藤一(一九八二)「某大型店舗における受水槽異物混入事故とその対応」、第二六回全国環境衛生大会(抄録)

(10)綿貫知彦

(11)鈴木妙子・唐沢栄・中島三郎(一九八

一)「決め手欠く赤水の防止」ビルメンテナンス16(8)

〈衛生研究所環境衛生課水生生物担当〉