

II. 病原微生物に係る水質基準

人に対して健康被害を与える可能性のある病原微生物は多様であるが、水道水を介して伝播するものは主に腸管系の病原微生物であり、糞便による水の汚染が原因している。このため、現行の水質基準では、糞便性汚染指標及び現存量指標（ひいては塩素消毒が適正に行われているか否かの判定指標）として、それぞれ「大腸菌群」及び「一般細菌」が定められている。

これらの指標については、最新の知見に照らして見直しが行われるべきであり、本専門委員会においては、この機会に再評価を行うこととした。具体的には、「一般細菌」の妥当性と従属栄養細菌（Heterotrophic Plate Count, HPC）の追加、あるいはHPCへの転換の可能性、「大腸菌群」に代えて直接的に糞便由来である「大腸菌」を水質基準とすることの是非、について検討を行った。また、近年問題となっているクリプトスポリジウム（*Cryptosporidium parvum*）等の塩素耐性を持つ病原微生物について、水質基準を設定することの是非についても検討を行った。

1. 一般細菌

水道の分野における微生物汚染への対応はコッホ（Robert Koch）の業績に始まり、緩速砂ろ過により細菌聚落数（現在の一般細菌に相当）が100個/ml以下に制御（ろ過除去）された水道水を介してコレラやチフスが発生していないことを根拠として、細菌数の測定がろ過工程の評価に採用された。我が国においても、この目的で一般細菌が導入された。

上水試験方法（日本水道協会）等によれば、一般細菌の指標性に関して、幾つかの異なる機能が解説されている。一義的には細菌の現存量指標として意味付けされているが、塩素消毒が確実に行われているか否か確認するためにも用いられるとされている。さらに、糞便や下水等に見られる従属栄養細菌は比較的高い栄養の培地（現行の標準寒天培地）に成育し、36℃付近で速やかに生育するのに対して、多くの環境由来の従属栄養細菌は生育し難く、増殖速度も遅いことが知られていることから、糞便等の汚染がある場所では一般細菌数の増加が認められるとし、糞便汚染の指標となり得るとも説明されている。また、場合によっては水処理工程における細菌学的な水質改善効果の判定等に有効であるとの説明もある。

我が国ではこれまで一貫して水質基準として一般細菌を採用してきた経緯があり、

浄水の現場ではこの指標を有効活用すべく創意工夫がなされてきた。その結果、検出対象の細菌の種類は限定されるものの、検出に要する時間が24時間程度と短く、検査方法も簡便であることから、工程管理的要素を加味した指標細菌として活用している浄水場も少なくない。

しかしながら、今日の水道にあっては、細菌の現存量の把握は一般細菌ではなく、従属栄養細菌を用いるのが適当と考えられる。その理由は、従属栄養細菌は本来的な水中細菌数を表現すること、培養方法が確立していること、配水系等での生物膜やスライムの形成など、水道施設の清浄度の劣化を端的に表現する指標として優れていること、等々である。また、現在問題となっているレジオネラ属は水中に形成された生物膜中の原生動物（アメーバ等）を宿主として増殖する細菌で、従属栄養細菌との量的相関は認められないものの、従属栄養細菌の測定を通してその水系がレジオネラを増殖を許す環境であるか否かの判定が可能である。従って、従属栄養細菌の培養方法が確立された今日では、多くの国が従属栄養細菌の測定を行っている。

このようなことを考慮すれば、一般細菌に代えて従属栄養細菌を水質基準項目とすることが望ましいが、我が国では従属栄養細菌は限られた水道施設において試験的に計測されているに過ぎず、十分な基礎資料の蓄積がないこと、一方、一般細菌は培養条件から従属栄養細菌の一部の細菌を検知するに留まり、感度が劣るものの従属栄養細菌との量的相関が認められること、培養技術が確立していること、培養時間が短いことから、当面は水質基準項目として据え置くことが妥当と考えられる。

2. 大腸菌

水系感染症の主な原因菌が人を含む温血動物の糞便を由来とすることから、水道の微生物学的安全性確保に向けては糞便汚染を検知することが極めて重要である。すなわち、水道水の品質保証という観点から糞便汚染の検知には高い精度が求められる。その意味から大腸菌は糞便汚染の指標として適当と判断される。

今日まで大腸菌群を指標として用いてきたが、その指標性は低く、本来は大腸菌を用いるべきであった。それでも大腸菌群が採用された理由は、単に当時の培養技術が制約となっていたに過ぎない。今日では、迅速・簡便な大腸菌の培養技術が確立されており、技術的問題は解決されている。従って、水質基準項目としては、大腸菌群に代えて大腸菌とすべきである。

3. クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物

詳細は後述するが（「X. クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物対策」参照。）、その検出方法等に種々の課題が残っていることもあり、水質基準とすることは適当ではないと考えられる。

4. 水質基準案

以上の結果をまとめれば、病原微生物に係る水質基準は次のとおりとすべきである。

一般細菌：1mlの検水で形成される集落数が100以下であること（現行どおり）

大腸菌：検出されないこと（ただし、検水量は100ml）（大腸菌群を大腸菌に変更）

5. 留意事項・課題

従属栄養細菌については、細菌の現存量の指標としては有効と考えられるものの、我が国の水道における情報等の不足から、今回は水質基準とすることは見送らざるを得なかった。今後、よりよい基準の設定に向け、従属栄養細菌に関する情報収集・調査研究を進めていくべきである。

具体的には、①従属栄養細菌に関する資料の収集・解析を進め、現存量指標としての有効性を確認すること、②試験法の普及と改良に努め、水道事業体を始めとする関係者の協力を得て、我が国における従属栄養細菌の存在量に関するデータを収集すること、の2点につき、積極的に推進していくことが必要である。

(参考) 一般細菌、従属栄養細菌及び大腸菌群について

1. 一般細菌

水道における微生物学的管理は、19世紀末のコッホ (Robert Koch) の業績によるところが大きい。コレラやチフスの集団感染は砂ろ過により細菌聚落数 (現在の一般細菌に相当) が 100 個/ml 以下に制御された水道水を介して発生しない、という観察事実に基づいたものであった。ドイツでは、その後この値が緩速ろ過の基準に採用された。我が国においても 1904 年に導入され、緩速ろ過池の運転管理に用いられてきたことは周知のことである。

当初の培養技術は現在のそれと比べるべくもないが、培地成分にゼラチン (25℃付近でゾル化) が用いられており、培養温度は 20℃付近に設定されていた。その後の培養方法の変遷を見ると、必ずしも指標細菌としての一般細菌の位置付け (理解) が一様ではなかったとの印象がある。

まず、大きな変化として、培地成分として寒天の利用があげられるが、これにより培養温度を高温域まで広げることが可能となり 1929 年から 37℃ (24 時間) が採用された。培養温度を温血動物の体温に近づけた真の理由は明らかではないが、病原微生物あるいは糞便汚染の把握を企図したものと推測される。ここで注意すべきは、後述するようにこの時点で既に糞便汚染の指標として別途大腸菌群の導入が図られていた点で、糞便汚染あるいは病原微生物汚染の代替指標が重複化する傾向を見せている点である。

1950 年に水道協会協定の上水判定標準と日本薬局方による常水判定標準が厚生省の飲料水検査指針に統一され、「一般細菌数は 1 ml 中 100 を超えてはならない」ことが定められた。

1978 年の水道法第 4 条に基づく水質基準に関する省令 (厚生省令第 56 号) により、それまでの普通寒天培地から標準寒天培地に変更されて現在に至っている。この改訂では培地の組成が統一されただけでなく、それまでの糞便性細菌の検出に適した高栄養で食塩含量の多い培地から低塩濃度のものに改められ、従属栄養細菌の検出に向けた修正が図られた。しかしながら、この培養条件では従属栄養細菌のうち、中温 (37℃付近) で短時間に集落を形成し、比較的高濃度の栄養条件で増殖する細菌類が検出対象となっている。

従属栄養細菌分離用の培地（PGY 培地、R2a 培地等）が考案されてより以降は、基準項目として従属栄養細菌を採用する国が多くなっている。

ところで、我が国では一般細菌を一貫して水質基準として採用してきたという経緯があり、浄水の現場ではこの指標を有効活用すべく創意工夫がなされてきた。その結果、検出に要する時間が 24 時間程度と短く、検査方法も簡便であることから、工程管理的要素を加味した指標として活用している浄水場も少なくない。上水試験方法（日本水道協会）等の記載によれば、一般細菌の指標性に関して、幾つかの異なる機能が解説されている。一義的には、細菌の現存量指標として意味付けされているが、一方では塩素消毒が確実に行われているか否かをチェックするために用いられるとされている。さらに、糞便や下水等に見られる従属栄養細菌は比較的高栄養（現行の標準寒天培地）の培地に成育し、36℃付近で比較的速やかに生育するのに対して、多くの環境由来の従属栄養細菌は生育し難く、増殖速度も遅いことが知られている。そのため、糞便等の汚染がある場所では一般細菌数の増加が認められるとし、糞便汚染の指標となり得るとも説明されている。また、場合によっては、本来的な指標、すなわち水処理工程における細菌学的な水質改善効果の判定等に有効であるとの解説もある。

上述のように、現在のところ一般細菌の位置付けは一義的には細菌の現存量指標とされる現存量とは浄水の保有する生物（細菌）量を指すもので、この概念の中にはろ過等の処理で除去できなかった残存細菌数のみならず、配管系を含む上水システム全体での微生物の再増殖（regrowth）した菌量も含まれる。

この様に一般細菌検査の目的は不明瞭となっているが、いずれの説明も正当性があるものと考えられる。導入当時と今日とでは浄水施設における処理技術は大きく変容を遂げ、また、「一般細菌」という項目名こそ変わっていないが培養方法そのものも大きく様変わりしている。それにもかかわらず、一般細菌の指標性について正面から再評価してこなかったことが今日の状況を招いているものと考えられる。

2. 従属栄養細菌

従属栄養細菌とは生育に有機物を必要とする多様な細菌のことで、浄水処理過程や消毒過程での細菌の挙動を評価するのに適している。また配水系における塩素の消失や滞留に伴い増加することから、配水系の微生物学的状態を把握するには有用である。

3. レジオネラ属菌

水系感染の原因となる病原体には環境中で増殖するものが知られており、感染経路も経口感染に限られるものではない。WHO 飲料水水質ガイドラインでは、アエロモナス (*Aeromonas*)、バチルス (*Bacillus*)、レジオネラ (*Legionella*)、シュードモナス (*Pseudomonas*)、マイコバクテリア アビウム (*Mycobacterium avium complex*) 等々の細菌類及びアカンソアメーバ (*Acanthamoeba*)、ネグレリア (*Naegleria*) 等の病原性を有するアメーバ類を列挙し、水道水系での増殖が飲料水の安全性にとって脅威となる可能性を指摘している。

その典型例であるレジオネラ属菌 (*Legionella spp.*) は 20~45℃ 付近を好適な生息温度とする細胞寄生性の細菌で、環境中にある細菌類を主な餌として繁殖する原生動物 (アメーバ類) に寄生して増殖する。特に、滞留水が発生し、水温の上昇が見込まれる構造を有する場合には注意が必要である。本菌に起因する肺炎は汚染された水の微細水滴 (aerosol) を吸引することによる。本属菌に係る指標生物は知られていないが、水道水系にあっては従属栄養細菌等の増殖が宿主アメーバ類の繁殖につながり、やがてレジオネラ汚染へと進行する構図は明らかである。

4. 大腸菌群

主な水系感染症の原因菌は人を含む温血動物の糞便を由来とすることから、糞便汚染を検知することで病原体混入の危険性を探知する、といういわゆる代替指標菌を用いた検査手段が導入された。糞便汚染の指標として、温血動物の腸管内に常在する菌の中で最も数の多い ($10^8 \sim 10^9$ 個/g) 大腸菌 (*Escherichia coli*) が選択された。しかしながら、当時の培養技術では大腸菌を直に検出する技術はなく、菌の同定には高度な細菌学的知識と複雑な培養技術が要求されていた。そこで、大腸菌が有する生化学性状のうち5つに着目し、その性状をすべて備える細菌群をもって大腸菌を代替させた。この細菌群が大腸菌群で、それ以降今日まで代替指標菌として用いられている。

時経列的に見ると、大腸菌群の検査が検討された時期は 1911 年頃にまでさかのぼることができる。1926 年に協定上水試験法の附則として採用され、1932 年に判定基準 (常水判定基準及試験方法) が設けられた。

その後、1966 年の水質基準に関する省令 (厚生省令第 11 号) で「大腸菌群は検出してはならない」と規定された (検水量は 50ml)。周知のごとく、大腸菌群には *Escherichia* 属、*Citrobacter* 属、*Enterobacter* 属、および *Klebsiella* 属などが含まれており、その中には外界でも増殖可能な細菌類が含まれる。また、これら細菌類の構成比率は常に流動的である。したがって、大腸菌群には糞便汚染の指標性は低いという認識が今日の国際的な理解である。

Ⅲ. 化学物質に係る水質基準

今回の水質基準の見直しに当たって、基本的考え方に示したとおり、地域性・効率性を踏まえた水質基準の柔軟な運用を目指すこととしたところである。再度整理すると次のとおりである。

- ・ 全国的にみれば検出率は低い項目であっても、地域、原水の種類又は浄水方法により、人の健康の保護又は生活上の支障を生ずるおそれのあるものについては、すべて水道法第4条の水質基準項目として設定すること。
- ・ 一方で、すべての水道事業者等に水質検査を義務付ける項目は基本的なものに限り、その他の項目については、各水道事業者等の状況に応じて省略することができることとする。この場合において、水質検査の省略につき、水道事業者等が適切に判断できるよう、省略の可否に関する指針が明示されるべきであること。
- ・ 水質基準として設定しない項目であっても、一般環境中で検出されている物質、使用量が多く今後水道水中でも検出される可能性がある物質など、水道水質管理上留意すべき物質項目については、水質目標とともに関連情報を付して公表し（水質管理目標設定項目）、関係者の注意を喚起すべきであること。

また、今回は、平成4年の改正以降初めての全面見直しの機会であることから、現行の水質基準項目を含め、可能な限り多くの化学物質について検討を行うこととした。

このような考え方にに基づき、ここでは、水質基準等の考え方と分類方法、基準値のもととなる指標値の算出方法及び検討対象項目の選定方法について整理した上で、選定された検討対象項目ごとに水質基準等への分類について検討を行った。

1. 水質基準等の考え方と分類方法

(1) 水質基準

水質基準については、いうまでもなく、水道法第4条に基づき設定される基準であり、水道事業者等はこの基準に適合した水の供給が義務付けられることとなる。また、定期的にその供給する水の水質について検査が義務付けられることとなる。

水質基準への分類要件については、上記の基本的考え方からすれば、現行の要件を

緩和し、より広範囲の項目が水質基準に含まれることとなるようにすべきであるが、例えば、毒性評価がなされているからといって浄水中で検出されない項目についてもすべて水質基準を設定することは現実的ではない。

このため、WHO の"10-fold concept" (WHO 飲料水水質ガイドラインの 3 訂版の検討に当たり採用されている考え方で、ガイドライン値原案の 1/10 を超えて検出される場合にガイドライン値を設定しようとするもの) を参考にしつつ、新たな水質基準の要件を次のとおりとすることとした。

(水質基準への分類要件)

浄水において、評価値の 1/10 に相当する値を超えて検出され、又は検出されるおそれの高い項目（特異値によるものを除く。）を水質基準とする。

この場合において、水銀及びシアンなど水道法第 4 条に例示されている化学物質については、過去の経緯を踏まえ、上記要件にかかわらず、水質基準として維持することとする。

また、毒性評価が暫定的なものであることから、評価値も暫定とならざるを得ない場合には、上記の要件に合致する場合であっても水質基準とはせず、下記(2)の水質管理目標設定項目に分類することとする。

(参考) 現行の要件

- ・ 調査結果の有効な最大値データが評価値の 50%を超えていること。ただし、濃度分布等からみて特異値と考えられる場合は除く。
- ・ 上記の要件を満たし、かつ評価値の 10%を超えるものの検出率が数%のレベルであること。

(2) 水質管理目標設定項目

水質管理目標設定項目とは、水質基準とする必要はないとされ、又は毒性評価等の関係上水質基準とすることは見送られたものの、一般環境中で検出されている項目、使用量が多く今後水道水中でも検出される可能性がある項目など、水道水質管理上留意すべきとして関係者の注意を喚起するためのカテゴリーである。

本項目に分類されたからといって直ちに定期的に水質検査を行う必要はないが、ニッケルやハロゲン化アセトニトリルのように浄水中で頻繁に検出されるものの、毒性

評価の観点から水質基準とすることが見送られたものも含まれており、これらの物質については、知見の集積を目的として引き続き水質検査・監視を行っていくことが望ましいものがあるので注意を要する。

このような水質管理項目の性格を踏まえれば、水質基準と同様、より広範囲の項目が含まれるようすべきであり、水質基準への分類要件、現行監視項目への分類要件等を勘案し、水質管理目標設定項目への分類要件を次のとおりとすることとした。

(水質管理目標設定項目への分類要件)

水質基準には該当しないものの、場合によっては、浄水において評価値の 1/10 に相当する値を超えて検出される可能性のある項目を水質管理目標設定項目とする。

(参考) 現行監視項目への要件

- ・調査結果の有効な最大値データが評価値の数%レベル以上であること。ただし、濃度分布等から見て特異値と考えられる場合は除く。
- ・上記の要件を満たし、かつ評価値の 1 % を超えるものの検出率が数%レベル以上であること。

(3) 農薬の取扱い

農薬については、対象とする病害虫に応じ散布される地域、また、病害虫の発生時期に応じ散布される時期が限定されるなど、その他の化学物質に比較して使用形態が独特であり、個別の農薬ごとに見た場合には、水質基準又は水質管理目標設定項目に分類されることは稀である。

しかしながら、水道水中の農薬については国民の関心が高く、これに対応した特別の取扱いが必要である。このため、本専門委員会としては、農薬については、次のとおり取扱い、国民、需要者の安心を確保していくこととした。

- ① 水質基準への分類要件に適合する農薬については、個別に水質基準を設定する。
- ② 上記①に該当しない農薬については、下記の式で与えられる検出指標値が 1 を超えないこととする総農薬方式により、水質管理目標設定項目に位置付ける。

$$DI = \sum_i \frac{DV_i}{GV_i}$$

ここに、 DI は検出指標値、 DV_i は農薬 i の検出値、 GV_i は農薬 i の目標値である。

なお、測定を行う農薬については、各水道事業者等がその地域の状況を勘案して適切に選定すべきものであるが、多種多様な農薬を対象にした選定作業は各水道事業者等にとって困難が予想されることから、検出状況、使用量などを勘案し、浄水で検出される可能性の高い農薬をリストアップし、その選定作業に資することとした。

この場合において、検出指標値は浄水処理のための管理指標であり、浄水中の農薬類の検出指標値が1を超えた場合には、水道事業者等は活性炭処理の追加など浄水処理に万全を期すべきである。ただし、この値が1を超えたからといって、直ちに人の健康への悪影響が危惧されるということはないという点に注意すべきである。

(4) その他

以上のほか、毒性評価が定まらない、浄水中の存在量が不明等の理由から水質基準及び水質管理目標設定項目のいずれにも分類できない項目については、「要検討項目」として整理することとした。本項目に分類された項目については、次の見直しの機会には適切な判断ができるよう、必要な情報・知見の収集に努めていくべきである。

また、水質基準及び水質管理目標設定項目のいずれにも該当しないことが明らかであり、更なる検討を要しない項目については、「その他項目」として整理することとした。本項目についても、要検討項目と併せ公表し、関係者に対する情報提供していくことが重要である。

2. 評価値の算出方法

(1) 人の健康の保護に関する項目

ア. 毒性評価

WHO 飲料水水質ガイドライン、国際化学物質安全計画 (IPCS) 環境保健クライテリア等の国際的な評価や検討時点において入手可能な文献情報等により、人の暴露データや動物を用いた各種毒性試験 (短期毒性試験、長期毒性試験、生殖・発生毒性試験、変異原性試験、発がん性試験等) 等の毒性情報を収集・整理し、毒性の評価を行った。なお、評価に当たっては、暴露源 (暴露経路) を考慮した。

毒性に関する閾値 (それ以下の暴露量では当該化学物質による悪影響が発現しない

と考えられる値)があると考えられる化学物質については、当該物質の毒性に関する各種の知見から動物又は人に対して影響を起こさない最大の量(最大無毒性量、NOAEL)を求め、これを不確実係数で除することにより、耐容1日摂取量(TDI)を求めた。ただし、NOAELが求められない場合には、これに代えて最小毒性量(LOAEL)を用いることとした。

不確実係数については、種内差及び種間差に対して100を用いることとし、

- ・ 短期の毒性試験を用いてNOAELを求めた場合、
- ・ NOAELによらず最小毒性量(LOAEL)を用いた場合、
- ・ NOAELの根拠となった毒性が重篤な場合、
- ・ 毒性試験の質が不十分な場合

などの場合には、それぞれ最大10の係数を乗ずることとした。また、非遺伝子障害性の発がん性の場合、発がん性を考慮し、係数10を乗ずることを基本とした。

遺伝子障害性の発がん性を有する等毒性に関する閾値がないと考えられる化学物質については、原則として、当該物質の摂取による生涯を通じたリスク増分が 10^{-5} となるリスクレベルをもって上記のTDIに相当する値(ここでは仮に「VSD」という。)を求める方法又はリスク評価による方法により評価を行った。外挿法としては、線形多段外挿法を基本として用いた。

なお、閾値の有無の検討に当たっては、国際がん研究機関(IARC)の発がん性評価を基本とし、米国環境保護庁(USEPA)等その他の発がん性評価の結果も参考とした。

内分泌かく乱化学物質については、哺乳類、特に人への低用量域での健康影響に関して現在のところ評価が確定しておらず、今後の研究に待たなければならない。このため、現時点においては、この観点からの評価は見送ることとした。

イ. 評価値の算出

評価値の設定に当たっては、WHO等が飲料水の水質基準設定に当たって広く採用している方法を基本とし、食物、空気等他の暴露源からの寄与を考慮しつつ、生涯にわたる連続的な摂取をしても人の健康に影響が生じない水準を基として設定した。

具体的には、閾値があると考えられる物質については、

- ・ 1日に飲用する水の量を2リットル、
- ・ 人の平均体重を50kg(WHOでは60kg)、

との条件のもとで、対象物質の1日暴露量が上記アで求めたTDIを超えない値として、評価値を算出した。

なお、水質基準の設定に当たっては、水道水経由の暴露割合を的確に反映させたものとする必要があるが、これら暴露割合に関するデータを得ることは一般的に容易ではないことから、従来どおり、水道水経由の暴露割合としてTDIの10%（消毒副生成物については20%）を割り当てることを基本とした。

閾値がないと考えられる物質については、VSD 又はリスク評価をもとに評価値を設定した。

また、水質基準は、水道において維持されることが必要であることに鑑み、評価値の設定に当たっては、水処理技術及び検査技術についても考慮することとした。

具体的には、①評価値が水道として実用可能な分析技術によって定量可能なレベルでない場合には、毒性評価から求めた評価値に代えて、必要な場合には、一定の技術的手法によりその確保を図る方法（定量下限を評価値とすることを含む）、②現時点においては評価値を達成する水処理技術が存在しない場合には、BAT (Best Available Technology、利用可能な最善の技術) の考え方を取り入れ、既存の処理技術で得られる最小の値を評価値とする方法、を検討することとした。

(2) 性状に係る項目

色、濁り、においなど生活利用上障害の生ずるおそれのある項目については、水道水の性状として基本的に必要とされる項目を選定し、障害を生ずる濃度レベルを元に評価を行い、評価値を設定した。

(3) 有機物指標に係る項目

現行水質基準においては、有機物指標として「過マンガン酸カリウム消費量」が採用されているが、長年にわたり、その指標性や測定方法に関し種々の問題点が指摘されてきた。このため、今回の水質基準の見直しを契機に、それらの諸点について検討を行い、「過マンガン酸カリウム消費量」に代えて「総有機炭素 (TOC)」を有機物指標とすることとした。

ア. 過マンガン酸カリウム消費量の役割の変遷

過マンガン酸カリウム消費量の始まりは有機物の指標として提案されたもので、1885年のブリュッセル会議で基準値 10mg/l が設定されたとされている。

我が国では、1877年にコレラ発生に伴う井戸水の水質判定に用いられ、さらに1886年に日本薬局方における常水の有機物指標として用いられたことが始まりである。1906年に日本薬学会の飲料水検査法に定められ、さらに1957年には水道法に基づく水質基準項目（基準値：10mg/l）とされ、長い間、飲料水中の有機物指標として用いられてきた。この間1985年にはおいしい水の要件として3mg/lが、1992年には快適水質項目として同じく3mg/lが定められている。

過マンガン酸カリウム消費量は、古く大腸菌群の検査方法が一般的でなかった時代においては、微生物汚染の指標としての有用性が極めて重要であった。しかしながら、大腸菌群の検査方法の一般化と簡易化による専門性の消失などによって、従来の微生物汚染の指標としての役割は失われていった。

一方、水道水源における汚濁の進行は昭和40年代から深刻となり、浄水処理に関する工程管理指標としての意味合いが増していった。さらに、トリハロメタン問題の発生に端を発した消毒副生成物の問題は、過マンガン酸カリウム消費量という指標を表舞台に登場させ、工程管理指標の位置付けがなされるに至った。

イ. 過マンガン酸カリウム消費量の問題点

過マンガン酸カリウム消費量については、30～40年前から有機物の指標として以下のような多くの問題点が指摘されてきた。

- ① 水中有機物の指標としては不十分である。（何を測っているのかわからない。）
 - ・有機物の種類によって消費される過マンガン酸カリウムの量が異なる。
 - ・過マンガン酸カリウムの濃度によって、また、反応時間によって消費される過マンガン酸カリウムの量が異なる。
 - ・有機物以外にも過マンガン酸カリウムを消費するものがある。など
- ② 上記①のような事情から、水道水と環境水の有機物量の比較ができない。また、環境水の化学的酸素要求量（COD）が正しく評価できない。

- ③ 諸外国では過マンガン酸カリウムに代えて重クロム酸カリウムを用いているため、CODの比較ができない。
- ④ 滴定法により測定するため測定精度が低い。

ウ. 総有機炭素 (TOC) の指標としての優位性

このように種々の問題を抱える過マンガン酸カリウム消費量に対し、総有機炭素は有機化合物を構成する炭素の量を示すものであり、その表すところが明確である。さらに、TOC計を用いることにより、精度の高い測定を行うことができる。

実際、モデル化合物を用いた試験結果によれば、過マンガン酸カリウム消費量では理論値を大きく逸脱するとともに、逸脱の仕方も化合物により大きく異なっているのに対し、総有機炭素ではいずれの化合物においても理論値に近い値が得られている。

なお、総有機炭素と過マンガン酸カリウム消費量については、環境水では一定の相関関係（ただし、水系によって相関係数は異なる）が見られたが、水道水では浄水処理が行われているため相関関係は認められていない。

エ. 過マンガン酸カリウム消費量から総有機炭素へ

このように、過マンガン酸カリウム消費量については種々の問題点があり、一方、総有機炭素には指標として大きな優位性が認められているにもかかわらず、依然として前者が指標として用いられてきた背景には、個々の河川や湖沼では総有機炭素との間に有意な相関があっても、総有機炭素に置き換えるための普遍的な関係式を設定することが難しく、過去に蓄積された膨大なデータや今までの規制値との整合性が障害となると考えられてきたからであろう。

しかしながら、日本薬局方では既に1990年代に有機物指標を総有機炭素に変更しており、上記の検討結果を踏まえれば、水質基準においては、この機会に過マンガン酸カリウム消費量を総有機炭素に変更すべきである。

オ. 総有機炭素の評価値の算出

総有機炭素の評価値については、過マンガン酸カリウム消費量10mg/lに相当する値をもって評価値とすることとし、以下のとおり種々の試算を行った。

① 自然水域における関連性からの試算

データが得られた 18 水域における化学的酸素要求量(COD)と総有機炭素(TOC)の比(COD/TOC)を計算すると、平均で 1.29 であった。

これに、換算式： $\text{COD}(\text{mg/l})=0.25 \times \text{過マンガン酸カリウム消費量}(\text{mg/l})$ を用いて計算すると、総有機炭素の評価値は、 $0.25/1.29 \times 10=2$ (mg/l) と計算される。

② 水道水源及び環境水における関連性からの試算

水道水源及び環境水における過マンガン酸カリウム消費量と総有機炭素の相関性を見ると、後者は前者の約 1/3 と推定され、評価値は 3~4mg/l と計算される。

③ 日本薬局方による試算

日本薬局方における過マンガン酸カリウム消費量 10mg/l は総有機炭素 1.58mg/l に相当する。

④ 理論計算による試算

過マンガン酸カリウム消費量 10mg/l は上記①の換算式により、2.5mg/l の化学的酸素要求量に相当する。

ここで消費される酸素がすべて有機炭素の酸化に利用されると仮定すると、総有機炭素の評価値は、 $\{(2.5/16) \times 2\} \times 12=3.75$ (mg/l) と計算される。

以上①~④の試算から、総有機炭素の評価値は 2~4mg/l と計算される。しかしながら、総有機炭素に関するデータの集積状況を考慮すれば、危険率を見込んでおく必要がある。このため、上限値である 4mg/l に危険率 25%見込み、当面の評価値を 5mg/l とすることが適当であると考えられる。また、現行快適水質項目としての過マンガン酸カリウム消費量 3mg/l は総有機炭素 2mg/l に相当すると考えられる。

なお、これらの値については、あくまで当面の間のものであり、データの集積状況に応じ、適宜に改訂されるべきものである。

カ. 留意事項

過マンガン酸カリウム消費量については、上述のとおり、工程管理の指標としての継続的にデータが集積され、この値の変動により浄水処理の監視と管理を行っている水道事業者も多いと考えられる。このような状況下で、有機物の指標を直ちに総有機

炭素に変更することは、総有機炭素の測定の実験を持たない水道事業者にとって、浄水管理上の混乱を招くことも考えられる。

このため、それぞれの水源における過マンガン酸カリウム消費量と総有機炭素との関連性を把握するのに要する期間（1～3年程度）については、適切な経過措置を設けることが必要である。

3. 検討対象化学物質の抽出方法

今回の水質基準の見直しに当たっては、可能な限り多くの化学物質を対象として検討することを目指し、以下の考え方により検討対象物質を抽出することとした。

(1) 人の健康に関する項目（農薬を除く。）

本項目の検討対象物質としては、次のいずれかに該当するものを選定した。

- ① 現在設定されている水質基準項目（人の健康に関する項目）及び監視項目
- ② WHO 飲料水水質ガイドライン第3版で健康影響の観点からガイドライン値の改訂・追加の検討がなされている項目
- ③ 諸外国（WHO、米国 EPA、EU）において健康影響の観点からガイドライン値や基準値が設定されている項目のうち、日本の水道水中で検出報告のあるもの
- ④ 上記の他、専門的観点から検討する必要がある物質

(2) 性状に関する項目

本項目の検討対象物質としては、次のいずれかに該当するものを選定した。

- ① 現在設定されている水質基準項目（性状に関する項目）及び快適水質項目
- ② WHO 飲料水水質ガイドライン第3版で性状（Acceptability）の観点からガイドライン値の改訂・追加の検討がなされている項目
- ③ 上記の他、専門的観点から検討する必要がある物質

(3) 農薬