

# 水質基準の見直し等について

平成 15 年 4 月

厚生科学審議会  
生活環境水道部会  
水質管理専門委員会

## 厚生科学審議会生活環境水道部会水質管理専門委員会委員名簿

(五十音順、敬称略)

安藤 正典	国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部長
伊藤 禎彦	京都大学大学院工学研究科教授
宇都宮 暁子	神奈川工科大学講師
江馬 眞	国立医薬品食品衛生研究所安全性生物試験センター総合評価研究室長
遠藤 卓郎	国立感染症研究所寄生動物部長
大谷 倫子	札幌市保健福祉局衛生研究所生活科学課長
大村 達夫	東北大学大学院工学研究科教授
国包 章一	国立保健医療科学院水道工学部長
中村 栄子	横浜国立大学教育人間科学部教授
西村 哲治	国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部第三室長
平田 強	麻布大学環境保健学部教授
古米 弘明	東京大学大学院工学研究科教授
眞柄 泰基 (委員長)	北海道大学大学院工学研究科教授

# 目 次

	頁
はじめに - 背景と審議経過 -	1
． 基本的考え方	5
． 病原微生物に係る水質基準	11
． 化学物質に係る水質基準	19
． 水質検査方法	31
． クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物対策	35
． 水質検査における精度と信頼性保証	45
． 水質検査のためのサンプリング・評価	59
． 水質検査計画	73
． 簡易専用水道の管理及び 34 条機関のあり方	77
． 水質管理目標設定項目等の取扱い	89
． 今後の課題	91
【別紙 1】 水質基準等の改正案	95
【別紙 2】 水質検査項目の省略指針案	103
【別紙 3】 水質検査方法案	105
【別紙 4】 水質検査計画策定指針案	203

## はじめに - 背景と審議経過 -

### 1. 背景

水道法（昭和 32 年法律第 177 号）第 4 条に基づく水質基準（以下、単に「水質基準」という。）については、昭和 33 年に制定されて以来、昭和 35 年、同 41 年、同 53 年及び平成 4 年と、その時々科学的知見の集積に基づき、逐次改正が行われてきた。特に、平成 4 年の改正においては、基準項目をそれまでの 26 項目から 46 項目へと拡大するなど、全面的な見直しが行われ、水道水質管理の格段の充実・強化が図られた。

その後 10 年が経過した現在、水道水質の状況を見ると、トリハロメタンに代わり、臭素酸やハロゲン化酢酸など新たな消毒副生成物の問題が提起されていること、クリプトスポリジウムなど耐塩素性の微生物による感染症の問題が提起されていること、内分泌かく乱化学物質やダイオキシン類など新しい化学物質による問題が提起されていることなど、さらに水道水質管理の充実・強化が求められている状況にある。

また、世界保健機関（WHO）においても、その飲料水水質ガイドラインを 10 年ぶりに全面的に改訂すべく検討が進められている。

一方、規制改革や公益法人改革の流れの中で、水道水質管理の分野においても、水質検査などについて見直しが求められており、そのより合理的・効率的なあり方について検討がなされる必要がある。

このような状況を踏まえ、平成 14 年 7 月 24 日付け厚生労働省発健第 0724001 号をもって厚生労働大臣より厚生科学審議会会長あて、水質基準の見直し等について諮問がなされた。今回の諮問においては、水質基準のあり方について（水質基準の全面的な見直し） 規制改革 3 カ年推進計画に対応するための水質検査計画の制度化等について、公益法人に対する行政関与の在り方の改革実施計画に対応するための水質検査機関等の登録制度化について、の 3 点について重点的な検討が求められている。

本諮問については、生活環境水道部会に付議され、さらに、審議内容が科学・技術に係る専門的事項にわたることから、同部会から本専門委員会において具体的な審議を進めるよう指示があったところである。

本報告は、このような生活環境水道部会の指示を受け、平成 14 年 8 月から 9 回にわたり開催した委員会における検討結果をとりまとめたものである。

## 2 . 審議経過

### (1) 審議の進め方

第 1 回委員会において、主要検討課題毎に委員の中から主査を指名し、主査が事務局と協力して委員会の検討資料・報告原案を作成すること、委員会はこれをもとに審議し、報告をまとめること、との方針を決定し、この方針に基づき審議を行った。

#### (主要検討課題と担当主査)

主要検討課題	担当主査
微生物に係る基準	遠藤委員
化学物質に係る基準	江馬委員
サンプリング・評価	国包委員
水質検査法及び水質検査の品質保証 (QA/QC)	安藤委員
簡易専用水道の管理及び 34 条機関のあり方	眞柄委員長

### (2) 委員会の開催状況

本委員会の開催日及び議題は次のとおりである。

回	開催日	議 題
第 1 回	平成 14 年 8 月 1 日	1 . 生活環境水道部会水質管理専門委員会について 2 . 諮問について 3 . 審議の進め方について 4 . その他
第 2 回	9 月 4 日	1 . 水質基準の設定経緯等について 2 . その他
第 3 回	10 月 7 日	1 . 水質基準のあり方 (総論) について 2 . 主査報告 (作業方針・進捗状況) について 3 . その他

第4回	11月8日	1. 水質基準のあり方（各論1）について ・微生物に係る基準 ・化学物質に係る基準 ・水質検査方法 2. その他
第5回	12月9日	1. 水質基準のあり方（各論2） ・水質検査に係る品質保証（QA/QC） ・水質検査のためのサンプリング・評価 ・水質検査計画 2. その他
第6回	平成15年 2月3日～4日	1. 水質基準及び水質検査方法（各論3） 2. その他
第7回	2月17日	1. 前回委員会における検討結果の確認等について 2. 水質検査に係る品質保証（QA/QC） 3. 水質検査のためのサンプリング・評価 4. 水質検査計画 5. その他
第8回	3月3日	1. 34条機関のあり方（各論5） 2. 水質管理専門委員会報告案 3. その他
-	3月14日 ～4月13日	水質管理専門委員会報告案「水質基準の見直し等について（案）」に対する意見募集
第9回	4月21日	1. 水質管理専門委員会報告（とりまとめ） 2. その他

### (3) 審議経過

第1回委員会では、諮問の趣旨について事務局より説明を聴取するとともに、審議の進め方について検討した。また、来年度の早い時期に結論をとりまとめたいとの事務局の要望を了承した。

第2回委員会では、第1回委員会の結果を受け、委員会報告のとりまとめに向けた具体的な審議スケジュールについて検討した。また、審議の前提として、現行の水質基準の設定経緯・考え方についてレビューを行った。

第3回委員会では、審議の第1段階として、基本的考え方の整理を行うとともに、

検討事項及び検討の方向性について整理した。

第4回委員会では、各論の1回目として、「微生物に係る基準」、「化学物質に係る基準」及び「水質検査方法」について、担当主査からの報告に基づき検討を行った。

第5回委員会では、各論の2回目として、「水質検査に係る品質保証(QA/QC)」、「水質検査のためのサンプリング・評価」及び「水質検査計画」について、担当主査からの報告に基づき、検討を行った。なお、これに関連し、平成15年4月から水質基準が0.01mg/lに強化される鉛のサンプリング方法に関し検討を行った。

第6回委員会では、各論の3回目として、項目ごとに水質基準設定の是非及びその水質検査方法について検討を行った。

第7回委員会では、各論の4回目として、「水質検査に係る品質保証(QA/QC)」、「水質検査のためのサンプリング・評価」及び「水質検査計画」について、議論のとりまとめを行った。

第8回委員会では、各論の5回目として、簡易専用水道の水質管理及び34条機関のあり方について検討を行うとともに、専門委員会報告案のとりまとめを行った。

第9回委員会では、3月から4月にかけて実施した専門委員会報告案に対する意見募集の結果を踏まえ、専門委員会報告をとりまとめた。

## ．基本的考え方

### 1．水質基準のあり方・性格

水道法における水質管理は、法律の目的の一つである「清浄な水の供給」を達成するため、第4条（水質基準）において「清浄な水」の要件を示し、その上で、この要件を満たすため、「施設の適正確保」及び「管理の適正確保」のために講ずべき措置を規定している。

このうち、施設の適正確保については、施設基準の遵守義務（第5条）、技術者による水道の布設工事の監督（第12条）、給水開始前の施設及び水質の検査（第13条）、適正な給水装置の使用（第16条ほか）などが規定されている。

一方、管理の適正確保については、水道技術管理者の選任（第19条）、定期及び臨時の水質検査（第20条）、職員の健康診断（第21条）、消毒その他衛生上必要な措置（第22条）、人の健康を害するおそれのある場合における給水の緊急停止（第23条）などが規定されている。

このような水道水質管理の基本となる水質基準について、水道法第4条の規定からは次のような性格が認められる。

- ・ 水質基準は、水道により供給される水（基本的に給水栓を出る水）について適用されるものであり、原水について適用されるものではないこと。
- ・ 人の健康に対する悪影響（急性及び慢性）を生じさせないという観点から設定されるべきものであること。
- ・ 異常な臭味や洗濯物の着色など生活利用上の障害をきたさないという観点からも設定されるべきものであること。

このようなことから、現行基準を定めるに当たり、生活環境審議会（当時）はその答申（平成4年12月）において、次のとおりその考え方を示している。

- ・ 水道水に求められる基本的要件の第1は、安全性・信頼性の確保である。この要件から人の健康に影響を及ぼすおそれのある項目をまとめ、「健康に関連する項目」として設定すべきである。

- ・ 水道水に求められる第2の要件は、水道としての基礎的・機能的条件の確保である。この要件は、色、濁り、においなど生活利用上の要請あるいは腐食性など施設管理上の要請を満たすためのものであり、これに関連する項目をまとめ、「水道水が有すべき性状に関連する項目」として設定すべきである。

本専門委員会においても、基本的には上記の考え方を継承するものであり、今回の水質基準の見直しに当たっては、人の健康の確保及び生活利用上の要請の両面から基準の設定につき検討を行うべきであるとする。

## 2. 地域性・効率性を踏まえた水質基準の柔軟な運用

水道により供給される水の質は、地域、原水の種類・質、浄水方法などにより大きく変動する。

(地域による差異の例)

- 例1) 北海道の一部水源における自然起因の砒素問題など、全国的な問題ではないが、地域的に見れば、安全な飲料水の確保の観点からは看過し得ない問題がある。
- 例2) 農薬については、基本的に水源部で使用されている農薬に注意すればよく、それが当該地方で使用されていない場合にはほとんど問題とならない。

(原水の種類による差異の例)

- 例3) トリクロロエチレンなどの揮発性有機化学物質や硝酸性窒素などについては、多くの場合、地下水を水源とする水道において問題が生じている。
- 例4) ジェオスミンなどの臭い物質については、ダムや湖沼水など停滞水を水源とする場合には問題を生ずるが、地下水を水源とする水道においてはほとんど問題とならない。

(浄水方法による差異の例)

- 例5) 臭素酸が比較的高い濃度で検出されるのは、多くの場合、オゾン - 活性炭処理を行う水道又は消毒剤として次亜塩素酸を用いる水道に限られる。
- 例6) 水に不溶の化学物質(例えばダイオキシン類など)については、水中では基本的に粒子状物質に吸着された形で存在していることから、適切にろ過操作が行われている浄水場においては、基本的に問題とならない。

ところが、これまでは「水質基準は、(水質検査とセットで)すべての水道に一律に適用する」との考え方のもとに設定されてきたことから、このような変動要素に対応するため、行政通知により「快適水質項目」、「監視項目」及び「ゴルフ場使用農薬に係る水道水の暫定水質目標」の3種のカテゴリーが設定されてきた。

なお、ミネラル・ウォーターなどペット・ボトル入り飲料水の消費量の増大に象徴されるように、快適性に関する消費者の嗜好は年々変化していくものであり、平成4年当時は、より高品質なものとされた項目についても、現時点においては、最低限の要求となっているものもあると考えられる。特に、他の商品を選べないという特質を有する水道においては、快適性についても十分な考慮が払われるべきであり、現行では快適水質項目とされるジェオスミンや2-メチルイソボルネオールについては異臭味被害が生じているという事実にも着目すべきである。

このような現行のシステム(水質基準 - 快適水質項目 - 監視項目 - ゴルフ場使用農薬に係る暫定水質目標)については、多くの水道事業者等の理解を得、水道水質管理上一定の機能を果たしてきたと考えられるが、監視項目等については通知に基づく行政指導であり、強制力がないことから、上に例示したような地域的な問題を見落としがちであること、一方、水質基準項目については、全国一律適用との考え方から、ほとんど問題がない地域にある又は浄水方法を採用している水道事業者においても毎月検査が義務付けられること、といった不都合が生じている。

このような状況に鑑み、本専門委員会としては、水質基準の見直しに当たり、次のような新たなシステムを採用すべきであると考えます。

- (1) 全国的にみれば検出率は低い物質(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。
- (2) 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。また、水質検査の適正化と透明性を確保するため、水道事業者等に対し、水質検査項目(省略する場合にはその理由)を明示した水質検査計画を作成させ、これを事前に公表させることとすべきである。

なお、水質基準として設定しない物質（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。

ところで、これらの項目については、リアルタイム・モニタリング（常時監視）が可能なものは限られており、水質管理に万全を期するためには、地域性や原水の質、浄水方法などに応じ、水質基準への不適合の可能性を事前に把握し、その上でそれに対応した管理を行っていく必要がある。食品衛生分野における危害分析・重要管理点（Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP）や WHO における水安全計画（Water Safety Plan）などもこのような考え方に立ったものであり、我が国の水道水質管理においても、このような考え方を取り入れていくことが必要である。

### 3．逐次改正方式

水質基準については、最新の科学的知見に従い常に見直しが行われるべきであり、世界保健機関（WHO）においても、飲料水水質ガイドラインの3訂版では、今後は"Rolling Revision"（逐次改正方式）によることとし、従来のような一定期間を経た上で改正作業に着手するという方式を改めるとしている。

我が国の水質基準においても、理念上は逐次改正方式によることとされているが、これを実効あらしめるためには、例えば、関連分野の専門家からなる水質基準の見直しのための常設の専門家会議を設置することが有益である。

また、逐次改正方式の実効性を高めるとともに、水道水質管理の一層の充実を図るため、水道事業者等による水質検査に加え、国及び地方公共団体において水道水質管理行政を担当している部局による水質監視が重要である。

国及び地方公共団体による水質監視については、これまで都道府県が策定する「水道水質管理計画」に基づき実施されているが、同計画においては、第1に水道事業者等における水質検査体制の整備充実が上げられている。しかしながら、10年が経過し、水道事業者等における水質検査体制の整備が進んできたと考えられる現在、国及び地方公共団体による水質監視は、次の点を主たる目的として実施すべきである。

#### (1) 国による水質監視

- ・ 全国的な水道水質状況の把握

- ・ 水質基準設定の要否の検討

(2) 地方公共団体による水質監視

- ・ 水質基準設定の要否の検討
- ・ 水道水源の状況の監視及びその結果に基づく水道事業者の指導
- ・ 水質基準の遵守状況の確認

当然のことながら、これらの水質監視の実施に当たっては、環境基準監視や PRTR 制度などの他制度にも留意しつつ、環境担当部局、河川担当部局、農林水産担当部局等関係部局との連携が必要であり、また、水道事業者等に協力を求めることが不可欠である。



## ．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のコレラやチフスの集団発生が抑えられることを根拠として、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、幾つかの異なった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、塩素消毒が確実にさ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の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（「 . 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、 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、 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、という観察事実に依拠したものであった。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 1926 年から 37 (24 時間) 培養も採用された。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、「一般細菌数は検水 1 cc 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、幾つかの異なった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、一般細菌に関する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、環境中において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通性嫌気性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の 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、1936 年に判定標準が設けられた。

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。

