

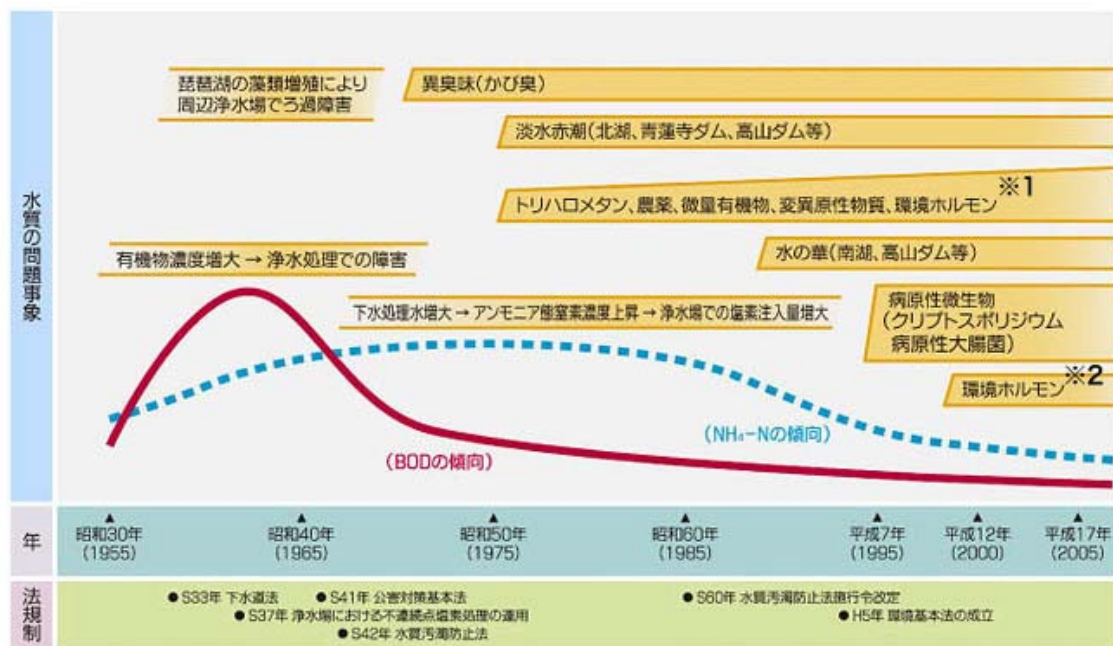
テーマ3. 水質管理

目次

1. はじめに	T3-1
2. 水質管理の重要性.....	T3-3
(1) 水質管理の目的.....	T3-3
(2) 水質管理の体系.....	T3-6
(3) 水質管理のコスト.....	T3-8
(4) 水質管理の責任者の明確化.....	T3-11
3. 水質基準と順守体制.....	T3-13
(1) 現実的な水質基準の策定.....	T3-13
(2) 水質にかかわる事項の周知徹底.....	T3-16
4. 水質検査体制	T3-17
(1) 水質基準と計測技術.....	T3-17
(2) 水質検査にかかわる事業者の責務.....	T3-20
(3) 水質検査を支える行政システム.....	T3-22
5. 水道資機材の品質確保.....	T3-25
6. 水源水質悪化に対する対応.....	T3-28
(1) 水源の水質変化に対する対応.....	T3-28
(2) 水道事業体が行う水源林の保全.....	T3-33
(3) 関連法規との連携による水源水質確保.....	T3-35
(4) 水源の汚染事故の対策事例.....	T3-38
7. 教訓	T3-41

1. はじめに

我が国では、1887年（明治20年）に横浜市水道の通水に始まる近代水道の黎明期から、水道事業における水質管理は公衆衛生のため重視されてきた。世界の中でも安全性の高い我が国の水道においても、水質汚染は起こり得るため、水源水質の変化に対応して様々な対策を実施してきている。本教材では、日本の水道における水質管理の基本原則と重要性を説明する。



※1 おもな対象は、廃棄物由来のPCB（ポリ塩化ビフェニル）である。

※2 対象は、環境庁¹の「環境ホルモン戦略計画 SPEED'98」において定められた優先的に取り組むべき化学物質である。

出典：国土交通省淀川河川事務所「過去からの水質問題の変遷」

<https://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/know/data/problem/02/a.html>

図1 大阪の水道水源である淀川における過去からの水質問題の変遷

本教材は、途上国からの水道分野に係る研修員からよく尋ねられる、以下のような質問についての回答を我が国の水道事業の経験について、まとめたものである。

- （質問1）日本においてもかつてはコレラの発生等の水系感染症に悩まされてきたが、それに対してどのように対処したのか。

¹ 現在の環境省

- (質問2) なぜ、日本では水質管理を継続的に行うことができるようになったのか。
- (質問3) 日本の水道事業者は、なぜ水質基準を守ることができているのか。
- (質問4) 水質管理のためには、品質のよい水道資材が必要だが、日本ではどのようにして確保してきたのか。
- (質問5) 日本では水源の水質悪化が大きな問題になったが、どのように対処してきたのか。

質問1については「2. 水質管理の重要性」の(1)、(2)、質問2については「2. 水質管理の重要性」の(3)、質問3については「2. 水質管理の重要性」の(4)、「3. 水質基準と順守体制」の(1)(2)および「4. 水質検査体制」の(1)(2)(3)、質問4については「5. 水道資機材の品質確保」、質問5については「6. 水源水質悪化に対する対応」において、それぞれの詳細を説明する。

2. 水質管理の重要性

(1) 水質管理の目的

我が国では、水道に対し安全性を最も重視している。水道の取水から給水までに適切な水質管理が行われることによって安全かつ安定的な水道水が供給され、公衆衛生を確保できるよう、水道法で「水質基準」を定めているほか、「施設の適正確保」や「管理の適正確保」も定めている。

水質管理は、水源から、浄水処理、配水管路を経て蛇口から供給されるまで、水質基準を満たすよう管理する全ての過程をいう。

我が国において近代水道で重視したのは、水質の疫学的安全性である。世界保健機関（WHO）では、安全な水の定義として、「安全な飲料水とは、人の成長段階に応じて感受性は異なるがそのことも含めて、一生涯を通じて飲み続けても、重大な健康リスクがもたらされないこと」としている²。日本においても、コレラの発生等水系感染症に悩まされてきたことから、1957年（昭和32年）に制定された水道法に、より詳細な水質基準や施設基準の項目を設け、水道における水質管理が必須であることを定めてきた。

近年、厚生労働省が策定した「新水道ビジョン」（2013年（平成25年）3月）においては、「第5章 取り組みの目指すべき方向性」において、「安全の観点からみた水道の理想像は、水道原水の水質保全、適切な浄水処理、管路内および給水装置における水質保持や飲用井戸等の衛生対策が徹底されることにより、すべての国民が、いつでもどこでも、おいしく水を飲むこと」³としており、安全な水と水質管理の考え方を改めて明らかにしている。

水質管理に関する規定については、水道法に数々の内容が盛り込まれている。すなわち第4条（水質基準）において「清浄な水」の要件を示し、さらにこの要件を満たすため、「施設の適正確保」および「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、施設基準の順守義務（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）等が規定されている。

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）、

² WHO 飲料水水質ガイドライン第4版 p.1

³ 厚生労働省「新水道ビジョン」 p.13

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）等が規定されている。

これらの規定はすべて、安全かつ安定的な水道水の供給のために、水道の取水から給水までに適切な水質管理が行われることによって公衆衛生を確保するとして、要件を水道法に定めたものである。

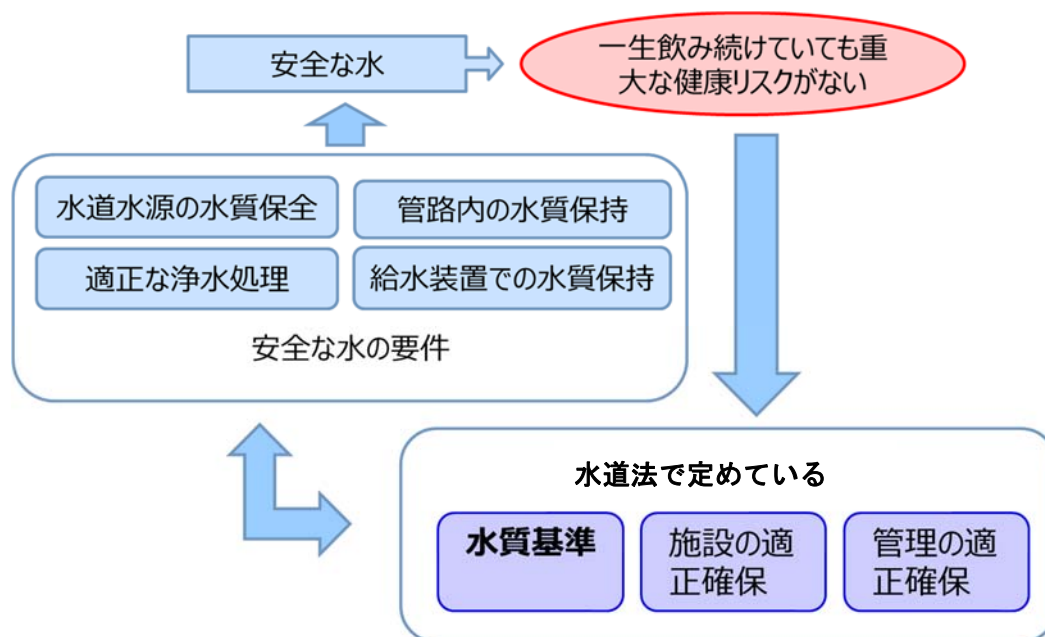


図2 水質管理の概念

1890年（明治23年）に制定された水道条例の頃から水道整備は公衆衛生のためであるという認識があったため、内務省の衛生課が水道行政を所管していた。しかし、1893年（明治26年）、内務省衛生局が衛生事務を、内務省土木局が技術的な事項を担当することになり、これによって水道行政は二元化された。1938年（昭和13年）に厚生省⁴が設置され、衛生事務は厚生省衛生局に移管されたが、技術は引き続き内務省土木局が所管しており、水道行政の二元化は続いた。戦後は厚生省公衆衛生局と建設省⁵が所管することとなった⁶。このように水道の衛生面と技術面を違う省庁や部署が所管した時代もあったが、一貫して衛生行政を担当する部署が水道行政に関わってきたのが日本の歴史であり、それが公衆衛生の観点から水道事業における水質管理を重視してきたことにつながっている。

⁴ 旧厚生省は、平成13年（2001年）、労働省と統合されて厚生労働省となった。

⁵ 現在の国土交通省

⁶ 坂本弘道『検証 水道行政』（2010年）p.25

講師の方へ：

日本の水道行政は、上記のように公衆衛生を重視する観点から、衛生行政の一環として位置づけられ、水質管理に関する規定を定めてきましたが、これに対し、途上国においては、水道行政を、水省、公共事業省、工業省等日本とは異なる分野の省が担当していることが多いので、衛生面のノウハウを培っていく必要があります。

第二次世界大戦後、連合国軍最高司令官総司令部（GHQ）は、水道の衛生管理を強化するために、塩素消毒の徹底とともに、衛生管理（水質管理）の理解促進のためにアメリカ流の衛生教育を国立公衆衛生院に持ち込み、水道事業者と都道府県の職員を教育した⁷。このような流れの中、1957年（昭和32年）、水道に関する行政は厚生省の所管とすることが閣議決定され、水質管理に係る多くの要件を含む水道法が制定された。

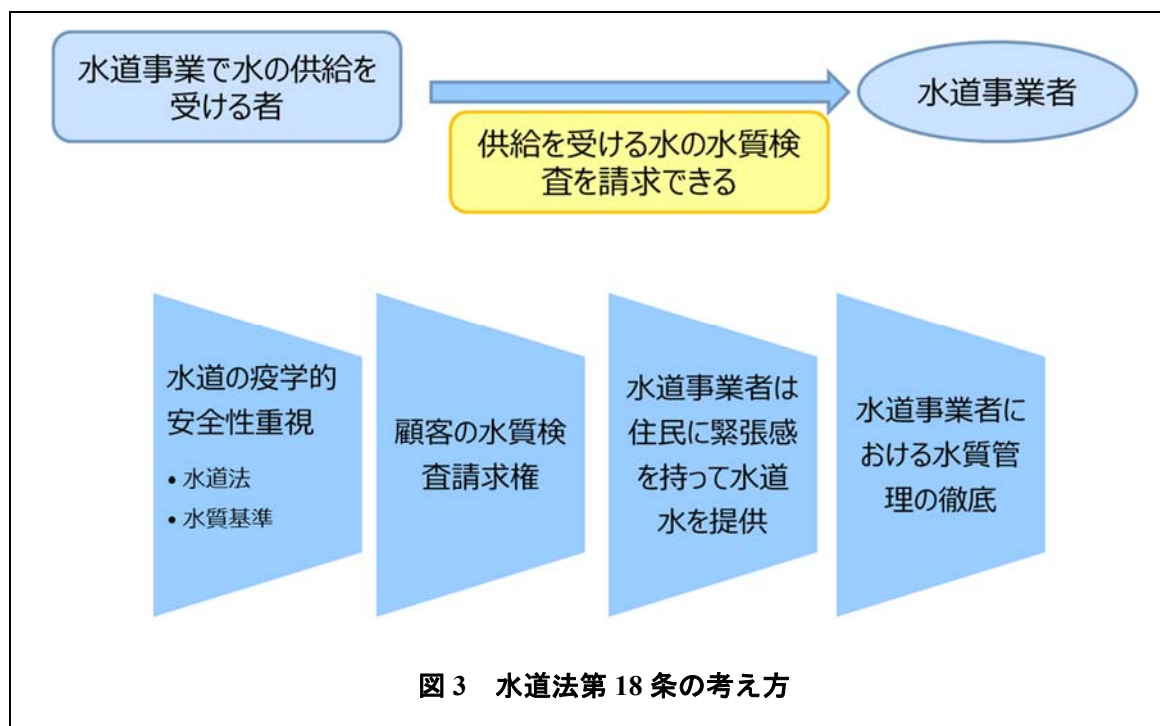
【コラム】水道法第18条

日本の水道法は、第18条に「水道事業によって水の供給を受ける者は、当該水道事業者に対して、給水装置の検査及び供給を受ける水の水質検査を請求することができる。」と定めている。この検査請求権は、水道条例から引き継いだものであり、日本政府および国民が水道に公衆衛生の確保を期待したことの証である。

すなわち、水道の疫学的安全性を重視しているために、水道法にも清浄な水を供給して公衆衛生の向上に寄与するという目的の定めがあり、水質基準等に関する規定がある。さらに、顧客が水質検査の請求を行うことができる旨の規定があることによって、水道事業者が「地域独占企業」であるにもかかわらず顧客である住民に緊張感をもって責任を果たすべきことが法律上も明記されており、常に安全な水を供給するよう努めなければならない仕組みとなっている。

このような考え方が法律に明記されていることから、日本の水道事業においては、水質管理が徹底されている。

⁷ 眞柄泰基氏



講師の方へ：

途上国では水道を所掌する組織もまちまちであり、水道法等の法的枠組みも未整備で、実効性を伴っていないことがあります。また、水質検査能力が低い、得られた水質データの活用（原因の究明や浄水処理等へのフィードバック）ができない、水質基準を満たさない水を供給しても、国の指導や罰則がない、あるいは機能していない等の状況があります。

（2）水質管理の体系

我が国の水道事業では、水源、浄水場、配水池、給水栓のそれぞれで水質検査を行っており、それぞれのデータを水質管理に活用している。

我が国の水道事業における水質管理は、水源、浄水場、配水池、給水栓のそれぞれで行われている。

水源の水質は、水源の種類によって固有の特性を有し、自然環境や人為的作用の変化に伴い、比較的短時間の内に変化したり、経年的に長期間に変化したりする。水源における

水質管理の目的は、こうした水質の特性や変化とその原因を把握することである。水源の水質検査は、水源の状況、水質変動の傾向によって回数・項目が左右されるが、浄水処理に影響を与える濁度、電気伝導度等は自動計測される。また、地下水のように安定した水源であっても、最低限年1回は水質基準項目の詳細な検査が行われている。

浄水処理における水質管理は、原水から浄水までの各処理工程の水質を把握することによって、処理の効果を確認し、薬品注入量の適正化を図り、水質基準に適合する水を作るために行われる。濁度、pH値、電気伝導率、温度などについては、連続的に測定・記録する水質計器を利用して水質管理が行われる。さらに、定期的に概ね月1回の詳細な検査が実施される。

配水池においては、滞留時間や気温の変動に伴う水質変化に対応できるよう色度、濁度、残留塩素濃度、pH値などが自動で計測される。また、温度などの条件によって残留塩素の消費が進行する配水池は、追加塩素注入を行う設備を置いている。

給水栓における水質管理は、最終的に需用者の元に届く水が水質基準に適合していることを確認するもので、毎月あるいは3か月に1回の定期的な水質検査と毎日の残留塩素、色、濁りの検査がある。近年は、人が巡回などして検査する方法に代わり、連続的に測定、送信、記録する水質計器も導入されている⁸。

機械的な計測や巡回で行われる目視検査以外の検査については、厚生労働省が、水質検査における技術水準の把握及び向上を目的として、水道水質検査の精度管理に関する調査（以下、「外部精度管理調査」という。）を、2000年（平成12年）から毎年、実施している。外部精度管理調査は、2015年度（平成27年度）、下の機関（合計441機関）を対象に実施された。

- 厚生労働大臣の登録を受けた民間の水質検査機関（212機関）
- 水道事業者等の水質検査機関で本調査に参加する意向を示した機関（175機関）
- 衛生研究所等の地方公共団体で本調査に参加する意向を示した機関（54機関）

この結果は機関毎の評価とともに公表され、統計的に数値が外れた機関（項目、母集団によるが、1.4～8.3%）に対しては、その原因の確認とともに改善を促している⁹。また、各検査機関のランク付けも行われている。

これらの水質管理によって得られた各段階の水質データは、厚生労働省に蓄積され、水道水質基準の改正や水道のための各種施策に反映される。また、各水道事業体に蓄積され

⁸ 飯嶋宣雄ほか、川北和徳監修『上水道工学』第4版、森川出版（2005年）pp.211-215

⁹ 厚生労働省医薬・生活衛生局生活衛生・食品安全部水道課「平成27年度水道水質検査の精度管理に関する調査結果」<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000115956.pdf>

たデータは、水源管理や浄水場、配水・給水部門にフィードバックされて、水源水質の保全、適切な浄水処理、水質事故対応などに活用される¹⁰。

(3) 水質管理のコスト

水質管理には、そのためのコストがかかり、財政計画に適正に反映させることが必要である。また、規模の小さい水道では、水質のよい水源を求めることで水質管理の行いやすい施設を作っている。

水質管理では、浄水場を運転し供給できる水とするために、使用される凝集剤や電気料金、さらには水質検査機器の整備や人材育成などコストがかかる。

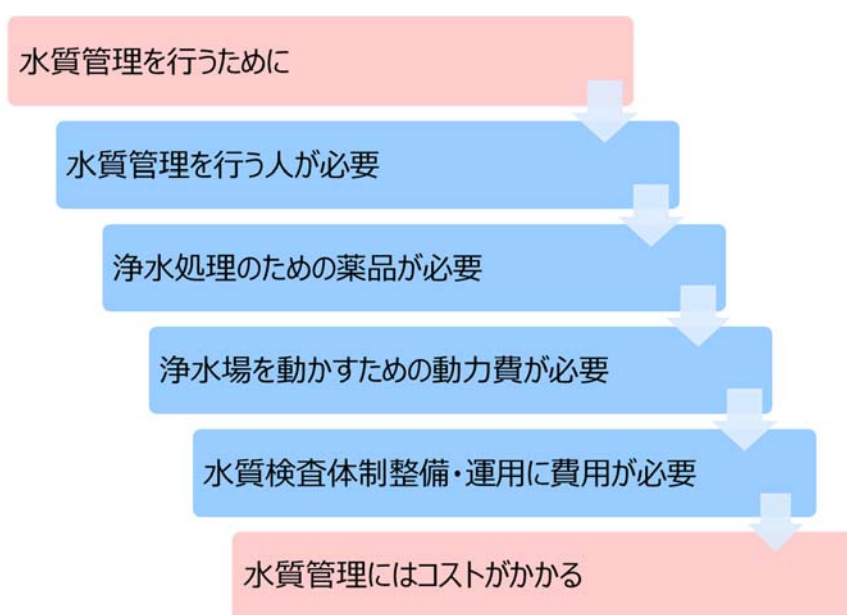


図4 水質管理にコストが必要な理由

このため、我が国では、水道事業認可申請において、水質管理費用を含めた財政計画の提出を求められ、審査されている。このことは、水道事業においては、計画段階から水質管理費用等の見積もりが重要となることを示している。水道事業運営の原則として、料金収入で経営し、コストを賄うことが求められるが、その場合においても、水質管理のコストを適正に確保して、継続的な水質管理が実施されるようにしてきた。

¹⁰ 飯嶋宣雄ほか、川北和徳監修『上水道工学』第4版、森川出版（2005年）pp.211-215

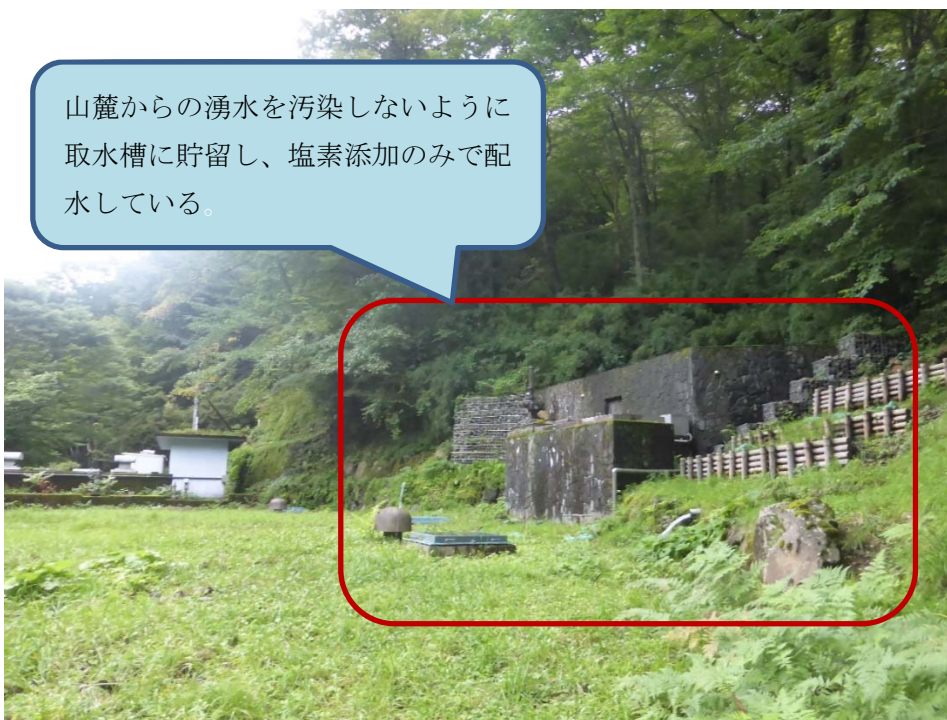
また、財政規模が小さく、人的資源の乏しい小規模水道においては、設計段階から水質の良い水源を求めて浄水処理のコストを軽減し、水質管理の行いやすい設備の設置などに努めることで、安全な水を供給できるように工夫している。

【コラム】良質な水源を活用した小規模水道

水道水源が表流水である場合、小規模であっても浄水施設が必要となる。良質な地下水や湧水が地域に存在する場合、それらを活用し、水源で原水が汚染しないようにすることによって、浄水処理・維持管理も最小限にすることが可能である。

良質な湧水等は、概ね古くから生活用水として利用されていることが多く、それを水道水源として活用することについては、住民の理解も得やすい。

山麓からの湧水を汚染しないように
取水槽に貯留し、塩素添加のみで配
水している。



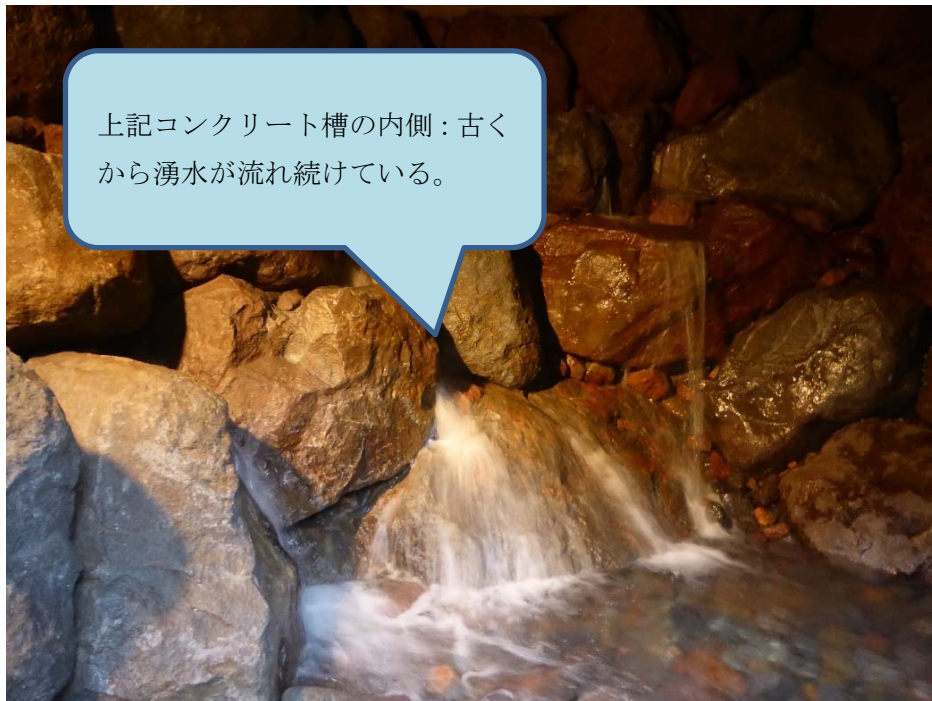


写真1 箱根町の水源の一つ 2015年（平成27年）9月18日撮影

(4) 水質管理の責任者の明確化

水道事業体は、水質管理を確実に実施するため、水道技術管理者を設置する必要がある。水質管理状況をチェックするための国や都道府県による行政システムがあり、小規模水道については、行政システムによる支援も行われている。

我が国の水道事業においては、管理の適正を期すため、水道事業に水道技術管理者を設置することが定められている（水道法第 19 条 1 項）。水道技術管理者の所掌事務は、水道の管理についての技術上の業務であり、具体的には、水道施設が施設基準に適合しているかの検査、水質検査、衛生上の措置、給水の停止等である（同条 2 項各号）。

水道技術管理者は、必要な基礎教育と水道に関する技術上の実務経験を資格要件とし、実務経験が不足する場合、日本水道協会が行う水道技術管理者資格取得講習会の課程を修了した者も認められている（同条第 3 項、同法施行令第 6 条、同法施行規則第 14 条）。これらの資格者の中から水道事業者が任命する。

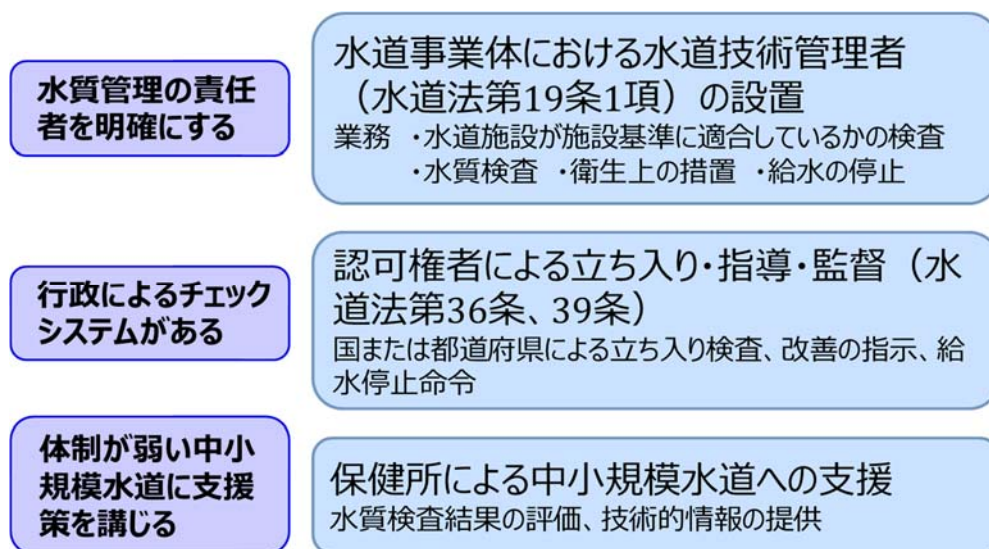


図5 水質管理における行政の管理・支援システム

また、水質管理については、厚生労働省・保健所による立ち入り検査、保健所による水質検査結果の確認など、衛生的な水道の運営が行われているか、行政がチェックするシステムがある。水道事業が水質管理を含め適正な運用が行われていないと判断される場合は、認可権者は水道法第 36 条に定める改善の指示や、同法第 37 条に定める給水停止命令を行うことができる。これら、安全な水の供給をバックアップする法体系とそれを行使する行

政システムが整備されている。

運用されている行政システムにおいては、地域に根ざした保健所が、衛生的な水の供給のために水質検査結果の評価や技術的助言など一定の役割を果たしており、特に技術的基盤が脆弱な中小規模水道の適正運用に功を奏している。

このように、制度設計においては、①水質管理の責任者を明確にする、②行政によるチェックシステムがある、③特に体制が弱い中小水道事業者に対する支援策を講じる等、当該制度を順守させるための仕組み作りが重要である。

3. 水質基準と順守体制

(1) 現実的な水質基準の策定

我が国においては、水の安全性を重視しながらも、その時代の社会的要請（リスク管理のレベル）、自然条件、水質検査技術の発展等に合わせて、守ることができる現実的な水質基準が定められてきた。その結果、水質基準はほぼ 100%順守されている。

飲料水水質の基準については、国際的に統一された基準は存在しない。日本を含む多くの国では、それぞれ国の状況を踏まえて自国の基準を設定している。飲料水水質基準について法律又は行政制度のない国々は、しばしば、世界保健機関（WHO）によって公開されたガイドラインをそのまま取り入れていることがある。

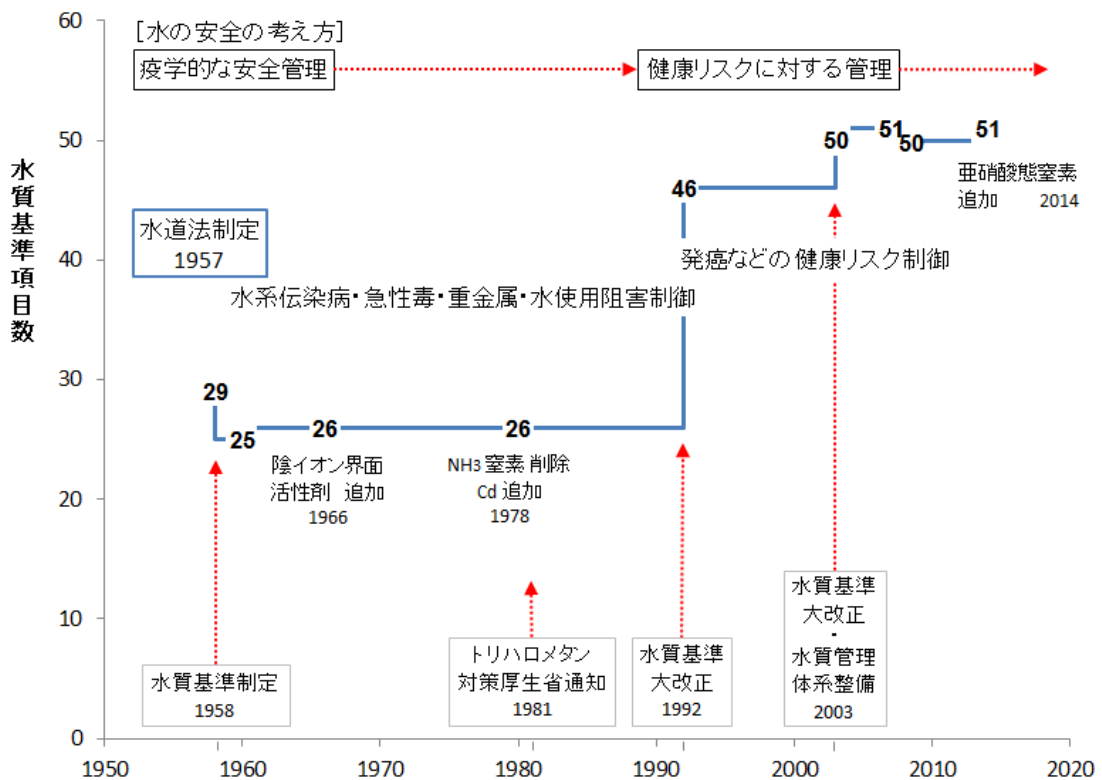
我が国では、水質の安全性の確保を基本としたうえで、自国の状況に合うように水質基準を作ってきた。水質基準の順守率は、ほぼ 100%である。

日本の水道法では、水質基準が第 4 条に示され、水質基準を守るための施設基準は第 5 条に示されていることでセットになっている。水道法ができたときの水質基準は、人の健康に影響が明らかなもの、直接健康に影響を与えなくても、異臭味や洗濯物の着色など生活利用上の障害を来たすおそれがあるものに対してのみ定められていた。人の健康に影響が明らかなものについては、当然健康被害が出ないよう一日摂取許容量に安全率をかける等、科学的な判断で数値を設けるが、生活利用上の障害を来さないとされている項目の水質基準は、日本の状況に合わせて守られるように定められている。例えば、pH については WHO 飲料水水質ガイドラインでは「通常 6.5-8.5 の範囲」とされているが、日本の水質基準では「pH 5.8 以上 8.6 以下」と定めている。pH5.8 という腐食性の高い水質を許容している国は少なく、日本は火山国であるために、利用されていた水源の中には、そのような水源もあったということで設定された¹¹。

また、マンガン水質基準は、WHO ガイドライン第 2 版（1993 年）では、0.5mg/l、0.1mg/l が併記されていた（第 3 版以降では「ガイドライン値を設定しない」とされている）が、日本では 1992 年（平成 4 年）の改正時に 0.05mg/l とされている。これは、溶存マンガンが配水中に残留塩素と反応し、酸化マンガンとして配水管に付着し、経年後、流速の変化等で剥離して“黒い水”が蛇口から出る現象を踏まえての数値である。0.05mg/l でも、“黒い水”が発生する場合があるので、日本では、水質基準の他に将来にわたり水道水の安全性の確保等に万全を期するため水道水質管理上留意すべき項目である「水質管理目標設定項目」としても目標値が設定されており、その値は 0.01mg/l である。

¹¹ 眞柄泰基氏

これまでの水質基準の変遷を、図6に示す。この図からわかるように、1957年（昭和32年）に、それまでの水道条例に変わって水道法が公布、施行された。また、翌1958年（昭和33年）には「水質基準に関する省令」が制定された。この水質基準は、その後1992年（平成4年）に抜本的な改正が行われるまでに、3回の省令改正で基準項目の加除が行われ、1978年（昭和53年）までに26項目を設定した。また、新たな水源汚染物質や消毒副生成物に対応して、通知により暫定指針値や検査方法などが示されてきた。



出典：小笠原紘一氏作成資料

図6 日本における水道水質基準の変遷

水質基準の変更についての通知の主なものは、以下のとおりである。

- 1981年（昭和56年）、発がん性が問題になったトリハロメタン類に関する制御目標値とともに、その低減対策を示す通知
- 1984年（昭和59年）、半導体製造業などのハイテク工場からの有機溶剤による地下水汚染が明らかになったことによる、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、トリクロロエタンの暫定水質基準と対策を示す通知

- 1990年（平成2年）、ゴルフ場使用農薬に関する暫定水質目標値に関する通知

国などの行政機関は、健康被害をもたらす項目が発見されるたびに、こうした通知等を水道事業体に対して発してきた。水道法第4条の水質基準に定められている項目のほか水道水の安全を脅かす可能性のある項目について、行政が適切な対応をすることによって水の安全が確保されている。

1992年（平成4年）の水質基準改正において大きく変わったのは、それまでの水質基準があくまで水系感染症の制圧、急性毒性物質及び重金属類の排除、水使用において生活上の支障を生ずる項目の制御に注力していたのに対し、当時の新基準では発がんなどの長期的な健康リスクの制御を考慮して設定されるようになったことである。すなわち、当時の改正において、「健康に関する項目（29項目）」と「水道水が有すべき性状に関する項目（17項目）」（2016年現在は「生活上の支障を生ずる項目（20項目）」）の分類を示し、健康に関する項目には、それまで通知で暫定的に対処指針が示されていた、トリハロメタン類、揮発性有機塩素化合物のほか、セレンやゴルフ場使用農薬のうち主なものが盛り込まれた。この背景には、我が国で水系感染症が克服され、急性毒性に対する医学的な対応も進んだことで、寿命が延びてきたことに伴い、がんの死亡率増加がクローズアップされ、発がん性物質に関する水質管理のレベルを上げる必要が生じたことがある。

一方、WHO飲料水水質ガイドラインの第2版が1993年（平成5年）に刊行された。我が国では、その考え方を尊重するも、我が国の自然環境や、ハロ酢酸などトリハロメタン以外に注目されるようになった消毒副生成物の検出など社会的現状に見合ったものにするために、国内の原水、浄水のデータを十分把握するよう努めた。その結果実際に測定しても国内ではWHOのガイドライン値に対して十分に低い値しか検出されないような項目は省くなど、10年にわたる検討を行い、2003年（平成15年）の水質基準の改正に至った¹²。

講師の方へ：

WHOのガイドラインでは、対象とする国の自然条件や社会状況に合わせて、運用可能な水質基準を設定することを勧めています。しかし、WHOの定めたガイドライン値を水質基準としてそのまま取り入れている国も多くあります。それらの中には、水質検査の体制が追いつかず、実効性に欠く運用となっている途上国も多いのが現状です。一方で、地下水のフッ素や砒素による汚染が多く見られる国では、水質基準値を厳しくすると使える水源が大幅に減ってしまうため、健康影響を考慮に入れて設定されているWHOのガイドライン値を上回る水質基準値を設定していることもあります。

¹² 眞柄泰基氏

(2) 水質にかかわる事項の周知徹底

水質基準の変更など、水質に関わる情報を国内の水道事業にあまねく周知するために、保健所など地域行政システムが役割を果たしてきた。

我が国では、1958年（昭和33年）から1992年（平成4年）に至るまで、「水質基準に関する省令」で25～26項目の水質基準が設けられてきたが、その間の一部改正、社会状況による問題提起に伴い別途定める基準等については、前述のとおり通知で示されてきた。これらの通知は保健所等の行政システムにより地方の水道事業者まで周知され、大規模な省令改正（1992年（平成4年）、2003年（平成15年））の際には、水道事業者の理解を助けるガイダンスや研修が設けられ、周知徹底されてきた。水道事業に対する指導監督と同様、水質に関しても情報を地域にまんべんなく周知する行政システムが功を奏している。

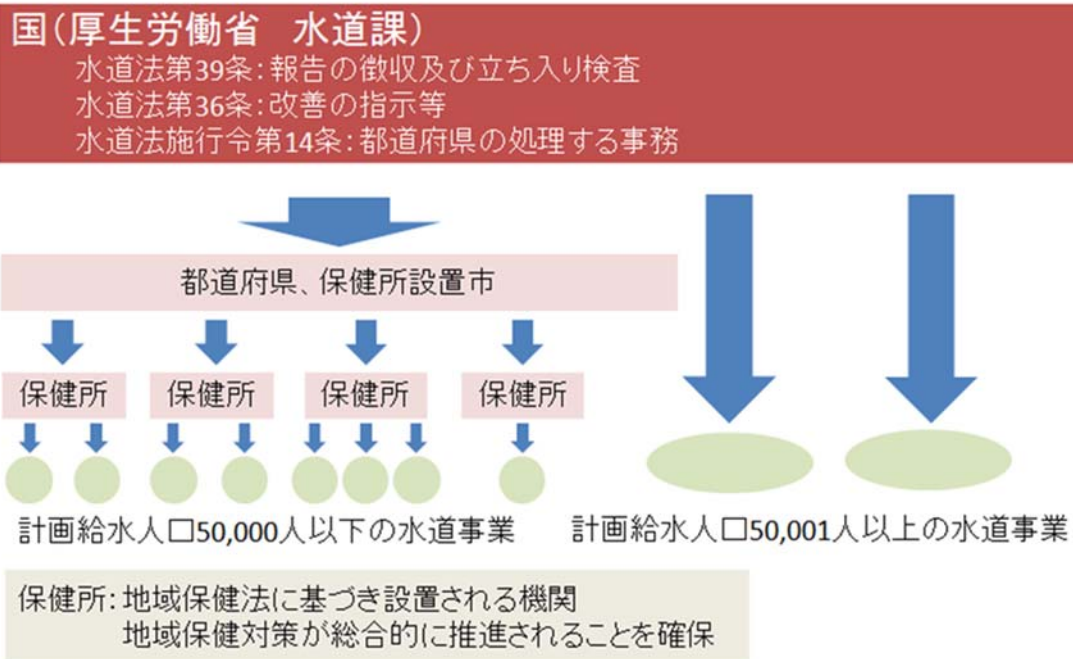


図7 水道行政の姿

4. 水質検査体制

(1) 水質基準と計測技術

我が国の水質基準項目は、社会的要請等に加えて、検査技術の発展を踏まえて増加してきた。水質基準の設定に当たっては、検査の実効性を伴う必要がある。

我が国の水質基準は、次のような過程で改正される。(i) 厚生科学審議会（生活環境水道部会）が WHO のガイドラインや各種健康影響に関する論文等を元に対象項目と数値を設定し、(ii) 全国の比較的大規模な水道事業者が原水や浄水について継続的な検査を行う。(iii) その検査で浄水において設定値の 1/10 以上の値が検出された場合、同審議会は水質基準に加える答申を行う。(iv) 厚生労働省はその答申に基づき水質基準を改正する。そのため、基準値の 1/10 が測定できる技術とともに導入すべきものとされている。

我が国でも比較的簡易な器具で測定できる項目（日常点検や微生物検査）から、吸光光度計等（分析対象を化学反応により発色させ測定する）で測定できる項目、質量分析装置等の高度機器を必要とする項目へと、検査技術の開発とともに、段階を踏んで水質基準項目を追加してきた。また、一旦水質基準に加えたものの、その後、全国でもめったに検出されないことにより廃止された項目もある（2004年（平成16年）の1,1-ジクロロエチレン等）。表1に2003年（平成15年）に改訂された現行の水質基準と1978年（昭和53年）の水質基準について、検査法として定められた方法で用いる主な機器と項目を示す。

表1で明らかなように、2003年（平成15年）には1978年（昭和53年）の水質基準に比べて項目数が大幅に増加している。特に、1978年（昭和53年）の測定方法は主たる機器として吸光光度計と原子吸光光度計が使用されていたが、2003年（平成15年）には分析機器の開発・普及が進み、GC（ガスクロマトグラフ）やLC（液体クロマトグラフ）の高度化とともに質量分析器（分子やイオンの質量を検出してマススペクトルとして測定値を得る機器、MSといわれる）が普及することによってGC/MS、LC/MSが多用されるようになっており、その結果測定できる項目もほぼ倍に増加した。これは、先に述べたように、発がん性などの理由で水質管理が必要な項目が増加したことに加え、高度な分析機器の普及が、水質基準の改正にも影響を与えたことを示している。水質基準の設定に当たっては、検査項目を適切な精度で測定できる分析機器の導入など検査の実効性を伴う必要がある。

我が国でも、最初は水系感染症や急性毒性への対処という観点から水質基準を定めていたので、吸光光度計と原子吸光光度計で対応できていたこと、それにより、水系感染症や重金属のような急性毒性による被害が少なくなった。代わりに発がん性のような健康リスクや慢性毒性の話が社会的に重視されるようになってきたため、それらの物質も水質基準項目に加え、これらの微量化学物質の分析に、質量分析器が用いられるようになった。

表 1 水質基準項目の測定にあたり使用する主な機器と項目

現行測定法で使用する主な機器		1978年測定法で使用する主な機器	
基準項目数:51	測定項目(重複あり)	基準項目数:26	測定項目
官能法	味、臭気	官能法	味、臭気
ふ卵器	一般細菌、大腸菌	ふ卵器	一般細菌、大腸菌
		滴定(ビュレット)	Cl ⁻ 、Ca+Mg、有機物(過マンガン酸カリウム消費量)
化学天秤	蒸発残留物	化学天秤	蒸発残留物
ガラス電極式PHメーター	pH	ガラス電極式PHメーター	PH
吸光光度計	非イオン界面活性剤、色度、濁度、	吸光光度計	As、Cr ⁶⁺ 、CN ⁻ 、NO ₃ ⁻ ・NO ₂ ⁻ 、F、Fe、陰イオン界面活性剤、フェノール類、色度、濁度、有機リン
原子吸光光度計	Hg	原子吸光光度計	Cd、Hg、Pb、Zn、Cu、Mn、
TOC計	TOC		
フレイムレス原子吸光光度計	Cd、Se、Pb、Cr ⁶⁺ 、Zn、Al、Fe、Cu、Na、Mn、Ca+Mg		
イオンクロマトグラフ計	NO ₂ ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、CN ⁻ 、F、B、塩素酸、臭素酸、Na、Cl ⁻ 、		
誘導結合プラズマ発光分光分析装置(ICP)	Cd、Pb、Cr ⁶⁺ 、Zn、Al、Fe、Cu、Na、Mn、Ca+Mg		
誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP/MS)	Cd、Se、Pb、Cr ⁶⁺ 、Zn、Al、Fe、Cu、Na、Mn、Ca+Mg		
ガスクロマトグラフー質量分析装置(GC/MS)	クロロホルム、1,4-ジオキサン、1,2-ジクロロエチレン、ジクロロエタン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、ベンゼン、クロロ酢酸、クロロホルム、ジクロロ酢酸、ジブロモクロロメタン、総トリハロメタン、トリクロロ酢酸、プロモジクロロメタン、プロモホルム、ホルムアルデヒド、ジェオスミン、2-メチルイソボルネオール、フェノール類		
液体クロマトグラフ計	陰イオン界面活性剤		
液体クロマトグラフー質量分析装置(LC/MS)	クロロ酢酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ホルムアルデヒド、フェノール類		

水質基準は社会の発展段階に応じたニーズを考慮して、まず優先的に対処すべきであり、かつ自国の技術レベルで測定できる水質項目への対策を進めることが大切である。さらに高度な分析機器を必要とする水質項目への対応は、実際に社会がその水質項目のコントロ

ールを優先的課題とみなしているのかどうか見極めて行う必要がある。

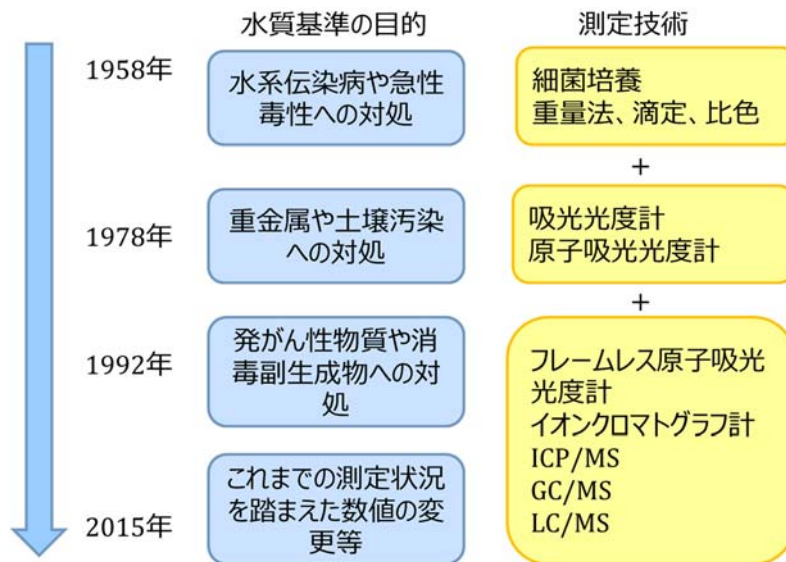


図8 水質基準と測定技術



写真2 ガスクロマトグラフ-質量分析器（国立保健医療科学院）

講師の方へ：

途上国の実態は、高価な分析機器は買うことができず、それを操作できる人材もいない、詳細な分析結果が出たとしても活用できない、という状況です。

HACH 社等が製造している携帯可能な吸光光度計などの簡易な分析機器を使っている水道事業者が多いですが、まずは多少精度が悪い機器でも傾向はわかるので、定期的に定点で測定し記録することで分析結果を活用し、段階的に精度の向上や分析可能な水質項目の増加に取り組む必要があります。

(2) 水質検査にかかわる事業者の責務

水質の定期的な測定は水道事業者の責務とされているが、検査のための技術系職員を雇用できない中小規模水道は、保健所の行政サービスを利用して来た。項目数が増大し、行政サービスでは高額な機器を揃えられなくなり、民間の登録検査機関が水質検査を行うようになった。

水質検査は、水道事業者自らが行うものとされるが、1978年（昭和53年）の水質基準においても、中小規模水道では検査設備を整備し、検査のできる技術系職員を置くことは困難な状況だった。1957年（昭和32年）の水道法案に関する国会審議で、政府はそういう場合の補完として「1 小規模事業者が連合、共同して技術上の責任者をもうけること。2 保健所のサービスとして、十分な検査を行うこと」¹³を答弁している。事実、1992年（平成4年）の水質基準の大幅改正までは、都道府県の保健所あるいは衛生研究所が水質検査を行い、水質悪化が認められた場合の速やかな水道行政との連携も行われてきた。しかし、1992年（平成4年）に、水質基準項目が大幅に増加し、有機塩素化合物のような微量化学物質が含まれるようになって、質量分析器のような高度な分析機器が必要になったことに加え、保健所設置自治体においても、地方財政の悪化に伴い、高額な検査設備を整えて行政サービスとしての水質検査を行うことが困難になってきた。このような中、高度な検査を補完するものとして、国による登録検査機関（民間）が増加し、水道事業者も検体搬送サービスなどを含むそれらの機関を利用することが多くなった。登録検査機関については、厚生労働省が直接指導・監督を行っており、登録時及び3年ごとの登録更新時に申請書類を審査するほか、毎年、厚生労働省統一試料を用いた水道水質検査の精度管理調査を実施して、水質検査機関における検査技術の向上を目指すとともに、水質検査の信頼性確保を行っている。

¹³ 坂本弘道『検証 水道行政』（2010年）p.31

現在、自前の水質検査設備、職員を擁する水道事業者は、計画給水人口 30 万人程度を越える事業者が多く、中規模事業者でも、民間の登録検査機関に委託している例は多い。このような状況においても、水道事業者が毎日の残留塩素の測定や、水質検査計画の策定など主体的にかかわり、水の安全性について自ら判断し、水質を保証するという認識が重要である。

原則

水道水に関する水質検査は水道事業者が自ら行う

検査技術者のいない
小規模水道では？

1. 共同して検査機関を設ける
2. 保健所等の行政サービスを利用して検査を行う

項目が増えて、保健所等では、対応が困難に

民間の登録検査機関への委託が増大

毎日の検査（残留塩素、色、濁り）は水道事業者が自ら行うとともに、水道事業者が責任を持って、検査計画を作成し、水の安全性を判断し、水質を保証する

図9 水質検査に関する水道事業者の責務

講師の方へ：

検査体制については、途上国の事情と日本の中小規模の水道事業者の現状が似ているので、参考になります。

途上国では、簡易な毎日試験（pH、残塩、濁度、色度）を行う事業者が増えています。それ以外の化学物質、重金属などは分析しないか、HACH 社等のメーカーが販売している携帯型の分析装置を使用して簡易分析を行うところもあります。しかし、資金や人材が不足しているため、水道事業者が水質基準項目をすべて検査するのは難しい状況です。その場合、国や州政府の分析機関や民間業者に委託する場合があります。場合によっては、近隣国のラボに検査を委託することも現実的になっています。

そのように外部委託を行っている場合でも、水質分析の目的、得られた結果から何をしなければならぬか、データの保存、異常値対策などの事例を、水質担当者で紹介することは重要です。

(3) 水質検査を支える行政システム

水道事業者は水道法施行規則に則り、「水質検査計画」を作成する義務がある。国、県、保健所などの行政機関が「水質検査計画」をチェックできるシステムがある。

2003年（平成15年）の水質基準の改正から、水道事業者は「水質検査計画」を定めなければならないとされている。水質検査計画に記載する内容は、以下のとおりである。

1. 水質検査において留意すべき事項のうち水質検査計画に係るもの
（原水から給水栓に至るまでの水質の状況、汚染の要因や水質管理上優先すべき対象項目等の水質管理上留意すべき事項のうち、特に水質検査計画を策定する上で関係する事項について記載する。）
2. 毎日の水質検査及び水質基準項目についての定期的水質検査に関する事項
（水質検査を実施する項目、採水の場所、検査の回数を記載し、水道法施行規則の規定に基づき検査回数を減じようとする場合には、その理由を記載する。）
3. 定期的検査を省略する項目及びその理由
（水道法施行規則に規定された検査の省略を行う場合について、検査を省略しようとする項目についてそれぞれその理由を記載する。）
4. 臨時の水質検査に関する事項
（臨時の水質検査を行うための要件、水質検査を行う項目等記載する。）
5. 水質検査を地方公共団体の機関又は厚生労働大臣の登録を受けた機関に委託する場合には、その委託の内容
（自己検査を実施せずに水質検査を委託する場合には、水質検査の委託先や委託する項目等について記載する。）
6. その他水質検査の実施に際して配慮すべき事項
（必要に応じ、水質検査結果の評価に関する事項や、水質検査計画の見直しに関する事項、水質検査の精度及び信頼性保証に関する事項、関係者との連携に関する事項などを記載する。）

これらの水質検査計画及び水質検査結果については、先に図7で示したとおり、水道法第39条及び水道法施行令第14条に基づき、認可権者が立ち入り検査あるいは報告徴収で

確認することができる。その結果、不適切な事例が認められた場合は、水道法第 36 条により、改善の指示を行うこととされている。

【コラム】水質管理に従事する人

水道事業において、水質管理に従事する人の数は多い。浄水場に勤務する人、水質検査を行う人、配水末端の水質をモニタリングする人、そしてそれらの人々の業務を束ねる水道技術管理者がいる。

日本で最も大規模な東京都水道局では、2015 年（平成 27 年）3 月末時点で、3,794 名の職員がいるが、浄水部 98 名、水質センター65 名、水源管理事務所（本所、支所 2 カ所計）121 名、浄水管理事務所（3 カ所計）389 名、浄水場（6 カ所計）260 名で、933 名の職員が水質管理に携わっており、全職員に対する割合は 24.6%である。もっとも、東京のように人口の集積がない地方の水道は、配給水に従事する人の割合が高くなり、東京都水道局のように豊富な人材を水質管理に当てることは困難ではある。それでも、水質について同程度の管理水準が求められ、そのために必要な人員を割り当てている。

水道事業に関わる職員は、供給する水が命と生活に直接関わることを強く認識し、良質な水を供給することにプライドを持って取り組んでいる。なお、日本では学校教育の一環として浄水場の見学が行われることが多く、水道事業体の職員が水道事業の使命を生徒に説明することで、自らの使命を再認識し、仕事に誇りを持って取り組むようなモチベーションの向上につながっている。

また、水道事業体の外でも、浄水場の設備機器メーカー（メンテナンス担当者）、新たな水質情報を周知し、順守状態を確認する行政担当者など、幾重もの関係者が日本の水道水における水質管理を支えている。

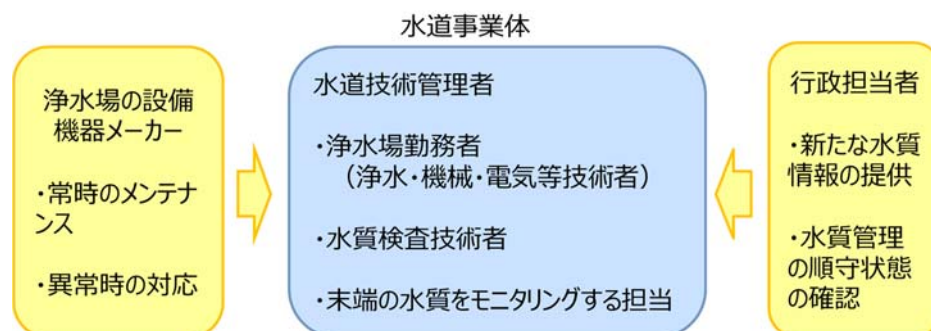


図 10 水質管理に関係する人々

講師の方へ：

我が国では、水質管理を実施する体制が多面的、輻輳的に整備されていますが、途上国では水質基準が定められているのみで、水質管理を支える行政体制が整備されていないことが多くあります。最近では水道普及率、無収水率等の業務指標（Performance Indicators, PI）に基づいて水道サービスを評価するベンチマーキングという手法を取り入れる国が増えており、水質管理についても水質基準の順守率などの指標を設けている国もあります。

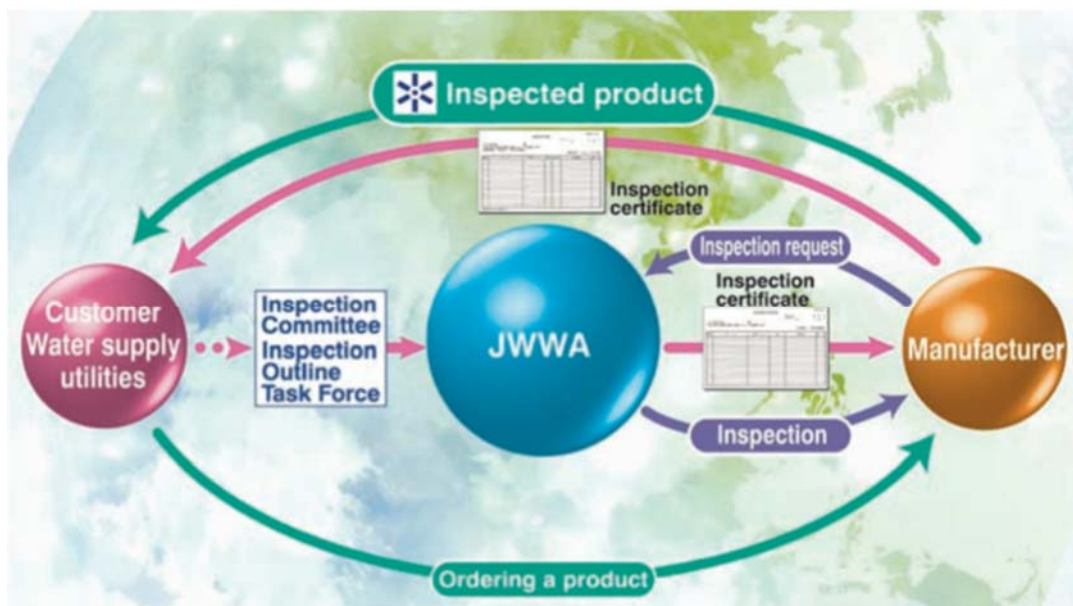
5. 水道資機材の品質確保

水質管理は、水源から、浄水プロセス、配水管網を経て給水栓から供給するまで徹底する必要がある。浄水の質を蛇口まで維持するためには、水道資機材の品質を確保する必要があり、日本水道協会が資機材の検査・認証を行う仕組みがある。

水道における水質管理は、浄水場で水質基準に適合する水を作るだけには留まらない。最終的には水質基準を満たす水が蛇口から供給されることが求められる。浄水した水が蛇口まで届くためには管路を経由することから、浄水場のみならず、配水管等の資機材の品質が確保されることが、水質を維持するために重要である。

品質を確保するために、日本では資機材に関する規格の作成、検査・認証が行なわれている。規格については、日本水道協会の前身である上水協議会で、水道用資機材の規格化の必要性について議論され、1914年（大正3年）、水道用鑄鉄管の規格が作成され、その後随時増補・改正が行われている。

検査については、一つ一つの製品が規格に適合しているかを調べるもので、当初は各水道事業者が製造工場へ出向いて検査していたが、1935年（昭和10年）から日本水道協会が、会員である水道事業者のコスト縮減と検査効率の向上を図るため、直営事業として行っている。



出典：日本水道協会 http://www.jwwa.or.jp/jigyoku/kaigai_file/JwwaProfile2015.pdf

図11 水道用資機材の検査体系図

また、認証については、給水設備等の型式承認基準や検査が複雑であることから、規制が緩和され¹⁴、1997年（平成9年）から性能基準を満たす製品を認証し、認証された製品を使用する制度となった。

日本水道協会が検査業務を開始して以降、水道用資機材の技術の進歩は目覚ましく、いろいろな材料の水道用資機材が開発され、その都度、規格に基づいた検査方法を協会内で審議・制定するなど、水道法に則った安全性を確保するため厳正かつ公正な検査を行っている。

蛇口などの給水器具、消毒剤等の構造・材質・品質に関しては、給水器具の耐圧性、材料の溶出、塩素などの薬品における不純物の量などについて、厚生労働省令が定められており、その基準に適合している必要がある。日本水道協会の認証事業では、品質認証センターを設立し、給水用品が厚生労働省令に定める基準等に適合しているかどうか、客観的立場から評価している。メーカーから申請のあった製品を評価し、基準に適合している製品を認証登録し、登録品については市場に出る前に品質確認を行い、品質認証マークを表示している。

これらの検査・認証制度により、全国の水道事業が検査登録を受けた資機材を使用し、給水器具についても品質認証を受けた製品を使用するよう促進したことで、我が国の水道施設は一定水準を確保している。水道事業において、標準化された資機材を使用する意義は大きい¹⁵。

講師の方へ：

途上国では資機材の品質管理がほとんどできていないのが現状です。型式承認や認証などの仕組みが整備されていないため、資機材に関する仕様書の整備から始めなければなりません。さらに、輸入品が多いため、それをどのようにチェックするのが難しい問題です。また、メーターや給水管などは、顧客や業者に調達を任せていて水道事業者がチェックしていない状況も多く見られます。

一方で、ベトナムのフエ水道公社のように先進的な取り組みを行っている水道事業者

¹⁴ 日本水道協会『日本水道協会 80年の歩み』（2012年）p.48

¹⁵ 日本水道協会の品質認証制度は、国内で活用されているが、アメリカでは、同様の認証制度を NSF（National Science Foundation）が実施している。NSF は食品衛生に関する資機材の溶出試験を行っており、冷水機（Water Cooler）の鉛と銅の溶出がアメリカの工業規格にもなっていたことから、水道資機材の認証を行うようになった。その後、米国規格協会（ANSI）の認定を受け、世界的な水道資機材の認証機関となっている。

もあります。フエ水道公社は、蛇口から直接飲むことができる水を配っていますが、大きなホテルは受水槽を持っていて、そこで汚染される可能性があります。そこで同公社は日本から学んで、ホテルに水質検査に行き、合格したホテルの蛇口に「この水は飲めます」というラベルを貼付しました。

水道協会による資機材の検査・認証については、「事例1. 水道事業体間の連携：日本水道協会」も参照してください。

6. 水源水質悪化に対する対応

(1) 水源の水質変化に対する対応

我が国では、経済成長に伴って人口の急激な増加が進み、生活排水の水源への流入負荷が増大した。農薬で汚染された農業排水や工業化の進展による工場排水によって水源水質が悪化した。そのため、水源保全や、下水処理場や工場排水処理施設の必要性が高まった。

日本は1960年代の高度経済成長期に主として工場排水による水質汚濁が進み、深刻な公害病の発生や、水道水源の汚染が進んだ。特にダム湖や湖沼の富栄養化による藻類の大発生によって、ダム湖や湖沼を水源としていた水道水に臭気や不快な味がついて社会問題に発展した。1970年（昭和45年）に、公害問題に関する法令の整備が行われ、水質に関する法律としては、水質汚濁防止法が成立し、同様に可決された公害防止事業費事業者負担法とともに、事業系排水の浄化に寄与した。



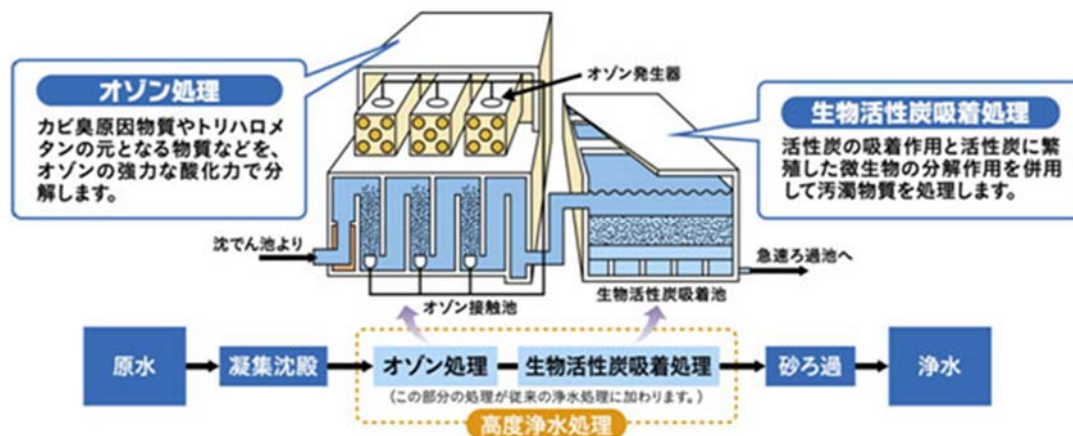
出典：霞ヶ浦河川事務所「事務所の取り組み」<http://www.ktr.mlit.go.jp/kasumi/kasumi00026.html>

写真3 アオコ回収フロート（1960年代から1970年代の状況）

1970年代に工場排水関係の規制は強化され、1978年（昭和53年）には経済協力開発機構（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）からも「日本の公害対策はおおむね成功」との評価を得た¹⁶が、1970年代後半から日本経済が低成長期に移行するとともに、工場排水による公害よりも都市・生活型公害が目立つようになった。

¹⁶ 松本明人「我が国における公害問題の歴史」信州大学講義資料
<http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/engineering/department/civil/matsumoto/kougiKougaiTaisaku.pdf>

人口の急増に下水道の整備が追いつかなかったため、大量の家庭排水がほぼ未処理のまま水源に排出された。家庭排水は、水源水質へ大きな影響をもたらすだけでなく、それに含まれる窒素、リンが水源の富栄養化を引き起こした。富栄養化によって発生するアオコの毒性や浄水の臭気の問題は、全国の水道事業体に広まった。このため、環境省や建設省は合併浄化槽の普及や流域下水道の整備を進め、その結果河川の水質は大きく改善された。しかし、一部の湖沼では、汚濁物質が底泥に沈殿し、気温変化などで再浮上するため、水質改善は進んでいない。その対応として、水道事業体は、水源を上流に求めたり、各種の高度処理を導入したりしたため、国は1988年（昭和63年）、高度処理施設への補助制度を創設した。



出典：東京都水道局「高度浄水処理について」<https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suigen/kodojosui.html>

図12 高度浄水処理の例

富栄養化が社会問題となった当初は、ジェオスミンや2-メチルイソボルネオール等の臭気物質に関する水質基準は制定されていなかったため、臭気があっても水質基準に則った水であること、高度処理は投資負担が大きいこと等から慎重意見も根強かった。現代では、高度処理による安全でおいしい水が、水道事業のアピールに大きな役割を果たしている。

しかし、水源に流入する汚濁負荷の増加や、水源の汚染が進む中で、浄水施設整備だけで水質管理をするには限界がある。我が国では河川整備による土砂流出防止や下水道整備・合併浄化槽の普及が水道水源の水質改善に与えた影響が大きかった。

また、原水の水質保全のために、水道事業体が対応する必要性は明らかである。特に産業排水や生活排水が流入する湖沼については、富栄養化が進み、藍藻類や水草の繁殖で水質悪化が著しく、直接取水、放流水取水の水道事業体に負担が生じてくる。水源林の保全、湖沼浄化活動に水道事業体が積極的に参加することで、利用者や水源地域の人々に水道水源保全に対する理解を得ることも重要になる。

【事例】千葉県水道における高度処理導入までの経緯

東京に人口が集中し、ベットタウン化した千葉県では下水道が未整備であったにもかかわらず住宅が急増し、未処理の家庭排水が河川を通して水源の印旛沼に流れ込んだ。

印旛沼は千葉県水道が水源としていたが、富栄養化によって、藻類が大発生し、藻類の一部が異臭味の原因となった。千葉県水道は1970年（昭和45年）、粉末活性炭を取水地点で投入し、導水管の中で臭気成分を活性炭に吸着させ、その活性炭は沈殿処理するという方法を採用した。

しかしこの方法は、根本的解決にならず、1973年（昭和48年）に有識者を集めて水質問題研究会を発足させ、高度処理の研究、実証実験をおこない、1976年（昭和51年）からは粉末活性炭処理にオゾンを導入し、1980年（昭和55年）からはオゾン＋粒状活性炭処理をしている¹⁷。

【事例】水源の上流域への変更

福島県には、東北地方で2番目に長い阿武隈川（長さ239km、流域面積5,390km²）が流れているが、県北地域の都市部では水質悪化と渇水に悩まされていた。

阿武隈川から取水していた福島市とその周辺の複数の市町は、抜本的な水源対策として、国が阿武隈川の支流である摺上川の上流に建設する摺上川ダムに共同で参加し、摺上川ダムの貯留水を水源とする水道用水供給事業を計画した。

福島地方水道用水供給企業団は、福島市を含む県北3市3町へ、1日最大149,920m³（最終計画231,570m³）の水道用水を供給する事業を行うために、1985年（昭和60年）10月に設立され、2005年度（平成17年度）に水源である摺上川ダムが完成し、2007年（平成19年）4月より本格供給を開始した¹⁸。

福島市は、阿武隈川から取水していた当時、水質汚濁による異臭味対策として高度浄水処理（粒状活性炭）を余儀なくされていた。摺上川ダムを水源とする福島地方水道用水供給企業団では急速ろ過のみの処理で、塩素剤の投入量も格段に少なく、溶存物質と塩素剤の反応によって生ずるクロラミン臭もなくなった。良質な水源への切替えにより、市民に良質な水道水を安定して届けることができるようになった。

¹⁷ 日本水道協会『生物起因の異臭味対策の指針』（1999年）p.77

¹⁸ 福島地方水道用水供給企業団「福島地方水道用水供給事業の概要」

<http://www.f-wsa.jp/gaiyou/fukushima-jigho.html>



出典：国土交通省摺上川ダム管理所 <http://www.thr.mlit.go.jp/surikami/>

写真4 摺上川ダム

講師の方へ：

途上国でも農薬や工場排水、家庭排水による水源汚染が深刻なところが多くあります。資金的制約のために高度処理の導入も難しく、水源水質の改善策も、国や州政府などの規制が弱く、難しい状況です。

日本の経験で役に立つこととしては、水源を利用している関係者間の協議の場を作り、水質保全の話し合いをする、水道の取水口を排水口の上流側に持っていき、ダム湖などでの間欠式空気揚水筒の設置などが考えられます。

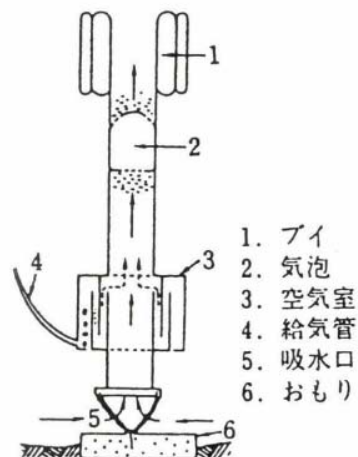
合併浄化槽は、し尿と台所、風呂、洗濯、洗面所などの生活雑排水を併せた生活排水を処理する浄化槽で、我が国で普及している優れたシステムです。オンサイト処理なので途上国で導入しやすいシステムとして途上国に紹介していますが、価格の問題、維持管理の問題などで海外での普及は進んでいません。合併浄化槽は定期的な点検・簡易水質検査が必要です。常時酸素を供給するブローの稼働も必要ですし、ポンプが故障したらすぐに修理をしなければ微生物が死んでしまいます。また汚泥もたまるので、抜き取りもしなければなりません。そういった維持管理会社の存在が重要です。海外では腐敗槽（Septic tank）のような嫌気性処理の方が普及しています。熱帯地方では温度が高いため、汚泥の引き抜きなどの適切な維持管理がなされている腐敗槽であれば、汚泥の分解がかなり進みます。

湖沼の富栄養化に対する具体的な取り組みとしては、アオコの直接回収、流入河川対策（植生や土壌を利用して流入河川の水質を浄化する施設）、湖沼水の人工循環法（空気揚水筒や曝気装置の設置）、さらに自然生態系を利用した植生浄化手法（ホテイアオイの猛烈な繁殖力を活用し、窒素、リンを吸収させ回収する方法）等が実際に行われている。

水道が急速に拡張された当時、努力の多くは水道施設の建設に向けられ、下水道の布設は遅れがちであった。水源水質問題はよく理解されず、問題が生じるごとに対処されていた。この経験を踏まえ、排水処理に必要なインフラを整備するなど、水質悪化を避けるために初期段階で対策を講じることが望ましい。熱帯や亜熱帯に位置する途上国では、温暖な気候や大量の降雨は、より多くの栄養物を土壌から水へと洗い流し、より活発な生物活動をもたらすことから、ダムや湖沼における富栄養化問題がより深刻になると考えられる。

【コラム】湖沼の人工循環法

湖沼の富栄養化対策として、湖沼の深層と浅層を人工的に循環させる方法がある。これは、底層が嫌気化して死滅したプランクトンが腐敗し、新たな栄養源となることを予防しようとするもので、その方法としては湖沼の面積や深さにより、浅層曝気循環、深層曝気、空気揚水筒などが試みられている。



出典：小島貞夫「富栄養化対策としての湖水人工循環法」日本水処理生物学会誌 24 巻 1 号 (1988 年) pp.9-23.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswtb1964/24/1/24_1_9/_pdf

図 13 空気揚水筒の外観と構造図（原図）

講師の方へ：

途上国でよく用いられている排水処理方法にラグーン法があります。人工の池や自然の大きな沼に排水を流して、自然に浄化させる方法です。人工的に曝気などで酸素を供給して浄化を促進する場合があります。自然の池や湿地帯がある場合、汚水の浄化と雨水の調整池としても機能するため、できるだけ残すことが将来の都市環境を守ることとなります。しかしながら、それらの沼や湿地帯を埋め立てて住宅地や商業地として利用するケースがあり、都市環境が将来悪化する可能性があることなどが懸念されます¹⁹。

(2) 水道事業体が行う水源林の保全

水道事業体取水する河川の上流部にある水源かん養林を、水道事業体が保全し、水系の水質管理を進める動きがある。

我が国では、いくつもの水道事業体は、取水する河川の水源を保全する取り組みを行っている。従来、日本では水源の上流域にあたる森林を森林法の保安林制度に基づき、伐採や開発行為の制限などが行われる水源かん養保安林に指定して保全を図っているが、水道事業体は都道府県の域を超えて、上流域の森林を所有し、ボランティア等を募って森林の手入れを行い、積極的に水源保全を行う事例がある。この取り組みは1910年(明治43年)に東京都が奥多摩の水源かん養林の経営に乗り出したのが始まりだが、1916年(大正5年)、横浜市は県域外の上流域の山林を入手するなど積極的な取り組みを行い、引き続き福岡市、岡山市、甲府市、盛岡市、香川県等、多くの水道事業体を実施している。

¹⁹ 山本敬子氏

表 2 水道事業体が行っている水源かん養の事例（他にも多数あり）

水道事業体	水源かん養林の場所	面積
東京都	多摩川上流(奥多摩町、山梨県の一部)	23,000ha
横浜市	道志川上流(山梨県)	2,873ha
香川県	吉野川上流(高知県) (水源林除間伐事業に助成)	—

【事例】道志水源林

横浜市の水道は、我が国最初の近代水道として、1887年（明治20年）に給水を開始し、1897年（明治30年）に取水口を相模川の支流の道志川へ移した。以来、道志川を横浜水道の水源として重視し、水源を守るために1916年（大正5年）に山梨県から県有林を有償で譲り受け、「横浜市有道志水源かん養林」（以下、「道志水源林」）として管理経営を始めた。良質で安定した河川流量を維持し、横浜市民のライフラインである飲料水の確保を目的として、森林の有する多面的機能のうち、水源かん養機能の向上を進めている。

「道志水源林」は、山梨県南東部の道志村に位置し、道志川上流を中心として、道志村の面積の36%を占めている。横浜市は、ボランティアグループを育成するほか「水のふるさと道志の森基金」を作り、寄付を募り、ペットボトル「はまっ子どうし The Water」の売り上げを活用するなどして、市民による水源保全活動を支援している。



図 14 道志村の水源かん養林



(3) 関連法規との連携による水源水質確保

日本では、いくつかの省庁が所管する法律が存在するために、水系の水質管理を進めるための調整が困難であった。水道事業者、隣接県間の連携や水循環基本法により、今後の水源水質確保が期待される。

我が国の水道事業は、市町村の行政単位における発展が中心となっている。これは、水道法に掲げた市町村営原則とともに、小規模な水道では歴史的に地域に根付いて発展した水利用を基本とし、近代水道を発展させてきたことによる。湧水や地下水の利用等、地域性を生かした水道事業が、各地に存在している。

しかし、水利用が拡大した現在、流域を意識せず地域毎に発展してきた水供給システムは必ずしも効率的とはいえない。より多くの事業者が河川水から継続的に良質な水資源の確保を目指すためには、流域に則った水管理を当初から意識すべきであった。



出典：国土交通省淀川河川事務所「淀川の水利利用」<http://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/know/data/use/>

図 16 淀川の河川利用状況と水系全体を見据えた水質管理

このため、各種政策（水質汚濁防止法関連法規等、各種法制度や制度的枠組み）との調整や技術的対応策（下水道や浄化槽の整備）等との連携等が模索されている。

現状においては、河川法や下水道は国土交通省の所管であり、湖沼や河川など水環境の保全に関しては環境省の所管、工業用水としての取水は経済産業省、農業用水は農林水産省が所管している。このため、水道行政（衛生行政）の推進にあたって、土木行政や環境行政との連携が必要になってくる。

水道水源の水質維持に関しては、1994年（平成6年）、厚生労働省から「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」、環境省から「特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の保全に関する特別措置法」の法律案が国会に提出され、法律として成立した。

「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」は、「水道原水の水質の保全に資する事業の実施を促進する措置を講ずることにより、安全かつ良質な水道水の供給を確保し、もって公衆衛生の向上及び生活環境の改善に寄与すること」を目的としている。同法によれば、水道事業者が給水区域を管轄する都道府県に要請すると、都道府県が必要に応じて上流の都道府県に水道原水水質保全事業の実施を促進するための計画の策定を要請することができ、さらに水道原水取水地点の河川の河川管理者にも都道府県から要請ができる。流域管理を念頭に置いて、都道府県を介して下流から上流へ、水道事業者から河川管理者へ、と働きかけることができる仕組みが法律で作られているが²⁰、法制定後に要請のあった水源は、いずれも上流域か県内河川であるため²¹、その効果は見えていない。

²⁰ 厚生省生活衛生局水道環境部計画課水道整備課『安全で良質な水道水の確保を求めて—水道原水水質保全事業実施促進法の解説』（1994年）p.40

²¹ 環境省「第14章 水道水源対策」『水環境保全技術研修マニュアル：総論』

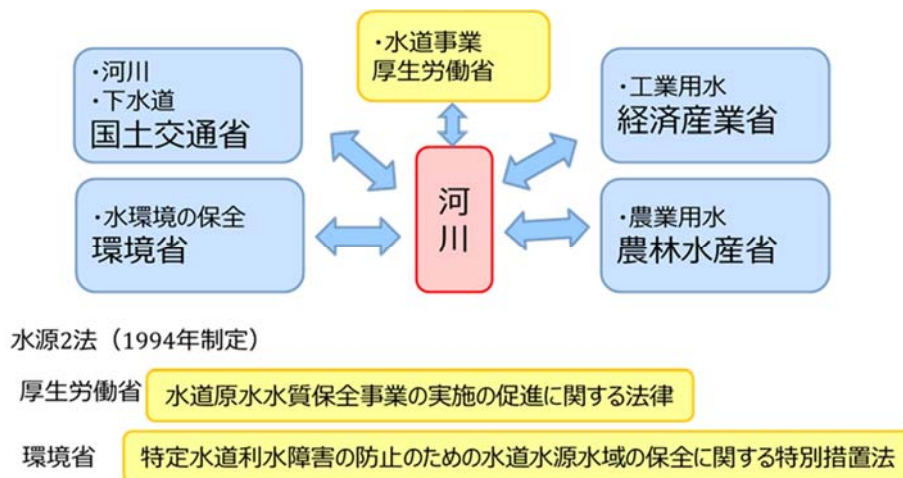


図 17 河川の水質管理の現状

これら、流域の水質管理を視野に置いた各省庁の取り組みは、2014年（平成26年）に水循環基本法が制定されたことで、今後より連携が図られ、水道事業においても成果を期待できるが、現状の各省庁にわたる行政システムの調整や合意形成はそれなりの期間を要するものと考えられる。

【コラム】水循環基本法の制定経緯と今後の見通し²²

「我が国にはこれまで、水政策について土台となる理念や方向性を定める法律は存在しなかった。河川全般と下水道は国土交通省、工業用水は経済産業省、農業用水は農林水産省、水道は厚生労働省と所管は細分化され、水循環の統合的な管理や、流域単位・地域主導の水資源保全を行うための体制や計画、地下水を管理するための法的根拠も十分な状況にあるとはいえなかった。

世界的な水不足の懸念など水問題への社会的関心が高まる中、2008年（平成20年）6月、学識者、市民、超党派の議員等により設立された『水制度改革国民会議』は、こうした縦割り行政の弊害を問題提起し、水行政の統合的な推進とそのため基本法制定を訴えた。」

「同会議の提案により2014年（平成26年）、議員立法として『水循環基本法案』が提出

<http://www.env.go.jp/earth/coop/coop/document/04-wpctmj1/04-wpctmj1-14.pdf>

²² 本コラムは、吉原祥子「水循環基本法を読み解く（2014年）」

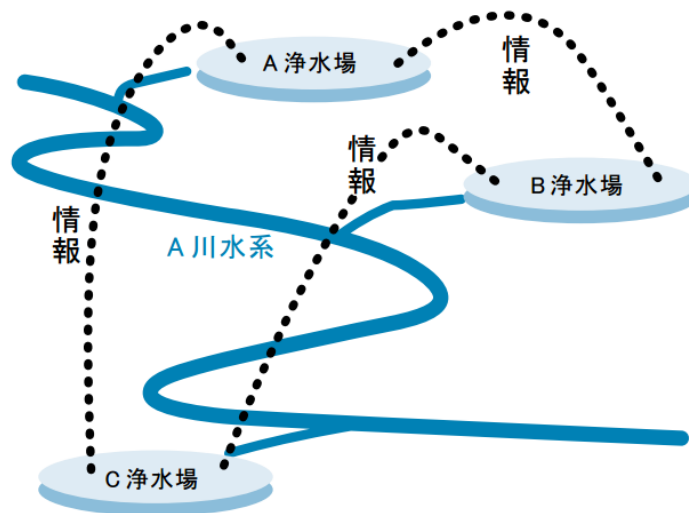
<http://www.tkfd.or.jp/research/land-conservation/a00876#sthash.H0vCDnf4.dpuf> から引用し、執筆後の現状に基づき一部改変した。

され、法案成立に至った。

水循環基本法の際立った特徴は、水循環に関する施策を集中的かつ総合的に推進するため、内閣に水循環政策本部を設置するという形で、極めてハイレベルで複数の省庁に跨る政策を調整するという体制になっていることである。水循環政策本部の本部長は内閣総理大臣であり、その他官房長官や大臣が構成員となっており、これによって縦割りの弊害を乗り越え、多くのセクターや関係者が絡む水の問題に取り組むこととしている。

水循環基本法の成立を受け、政府は2015年（平成27年）に『水循環基本計画』を定めた。今後概ね5年ごとに見直しを行う予定である。」

「特に、地下水については、これまで地盤沈下防止を主目的とした工業用水法やビル用水法といった限定的なエリアの規制しか存在せず、今後、国として具体的にどのような施策を講じていくのか、実効性ある計画の策定が行われることが望まれる。」



出典：福島県「福島県くらしの水ビジョン」（2006年）p.61

図18 流域監視の概念

（4）水源の汚染事故の対策事例

我が国では、河川の上流にある工場で流出した化学物質が、下流の複数の浄水場における塩素消毒によって、消毒副生成物を生成させた事例があり、複数県の水道事業体の連携が功を奏した。

我が国でも、2012年（平成24年）5月に、関東地方を流れる利根川の上流の工場で流出した化学物質（ヘキサメチレンテトラミン）が原因で、下流の複数の県に存在する複数の浄水場における塩素消毒によって消毒副生成物が生成され、水質基準に近い値のホルムアルデヒドが検出されることがあった。

この事例については、断水を伴ったことから、マスコミに大きく取り上げられ、関係都県は迅速な公表をするとともに、同様の事故を防ぐ目的で、2013年（平成25年）3月に厚生労働省が一連の状況を説明するレポートとともに「水道水源における水質事故への対応の強化について」という通知を発出している。

この化学物質流出事故の事例が示すように、上流及び下流の水道事業者が情報を共有し、対策に役立つ流域連携は、利根川・荒川水系水道事業者連絡協議会、木曾川水系水質保全連絡協議会、豊川・矢作川水系水質汚濁連絡協議会等の、水系別連絡協議会のような形で既に行われ、ウェブサイトによる情報共有などに一定の成果を上げている。また、このような組織が存在しない流域であっても、都道府県の水道所管部局が、環境関係部局等から水質事故等の連絡を受け、関係する水道事業体や下流県に情報提供するシステムが機能している都道府県は多い。

また、厚生労働省では、取水する水の水質変化に応じて各水道事業者がとるべき対応を前もって規定した「水安全計画」を策定することを、各水道事業者に求めている。水安全計画の遂行には、原水の水質変化をいかに早期に把握するかが重要であり、この側面からも流域の水質情報の共有が重要である。

【事例】上流での化学物質汚染に対して下流の水道事業者がとった措置

「利根川のホルムアルデヒド騒動」

2012年（平成24年）5月15日、埼玉県企業局は、定期水質検査において浄水中から水道水質基準（0.08mg/l）に近い濃度（0.045mg/l）のホルムアルデヒドが検出されたことから、浄水の検査頻度を増加するとともに、原水におけるホルムアルデヒド生成能の検査を開始した。埼玉県企業局から連絡を受けた関係都県の水道事業者等も、同様に水質監視体制を強化した。また、迅速な住民に対する情報提供も行われた。

ホルムアルデヒドについては、ヒトの鼻腔粘膜への障害が報告され、水質基準が0.08mg/lと定められている。

多くの浄水場で、粉末活性炭による吸着処理や塩素注入点の変更を行ったが、その効果は極めて限定されていた。オゾン及び生物活性炭等の高度浄水処理設備を有していない浄

水場では、地下水等の他の水源への切り替え、ストックされていた備蓄水等の利用、影響のない浄水場からの融通等により対処しようとした。

しかし、水源における濃度上昇が長期間に及んだことから、水道水質基準を超過する浄水の供給を回避するため、5月19日に一部の浄水場で給水の停止に至った。この給水停止措置は、翌20日にはすべて解消した。

国立医薬品食品衛生研究所における検討により、事故発生時の水道原水の分析結果や水道原水のホルムアルデヒド生成能との相関関係から、ヘキサメチレンテトラミンが今般のホルムアルデヒドの水道水質基準超過に関与していることが示唆された。

その後の調査で、廃棄物処理業者がヘキサメチレンテトラミンを含むメッキ廃液の中和処理を行い、処理水を5月10日から19日にかけて、利根川水系に合流する排水路に放出したことが分かった。

表3 2012年（平成24年）5月19日～20日のホルムアルデヒド事案による被害状況

被害事業体	被害事業体の存在する県名	事業形態	対応状況	被害状況
A	茨城県	上水道	活性炭注入、塩素注入量の変更	断水なし
B	群馬県	用水供給	送水停止、送水量制限等	断水なし
C	埼玉県	用水供給	取水・送水停止	断水なし
D	千葉県	用水供給	送水停止	断水なし
E	千葉県	上水道	取水・配水停止	全域断水
F	千葉県	上水道	用水供給からの受水停止	全域断水
G	千葉県	上水道	用水供給からの受水停止	全域断水
H	千葉県	上水道	用水供給からの受水停止	一部断水
I	千葉県	上水道	用水供給からの受水停止	一部断水
J	東京都	上水道	当該浄水場で取水・配水停止	配水系統変更により断水なし

7. 教訓

以上に述べた我が国の経験から、他国の参考となる以下の教訓が得られた。

- **（水源から蛇口まで）** 日本では、水質管理は水道が水源から取水し、蛇口から水質基準を満たした水として供給を行うまでの水質に関するすべての管理を指すものとして捉え、水質基準の制定、水質検査体制の整備、行政による監督・支援体制の整備、水道用資機材の品質管理、水質管理に携わる人材の育成など、多面的な取り組みが行われてきた。
- **（公衆衛生）** 日本においても水系感染症の蔓延があり、その対処として近代水道では水質の疫学的安全性を重視した。そして、それが確保されるための制度を作ってきた。安全な水の供給に直接関与する水質管理は、公衆衛生の確保のために最も重視すべき事項とされた。
- **（モニタリング）** 水道の水質管理は、水源、浄水場、配水池、給水栓などで、それぞれ水質に関する情報を取得することで行われる。末端の給水栓における毎日の残留塩素、色、濁りの検査は、人が巡回などして検査してきたが、近年、自動計測器の設置も進んだ。各段階の水質データは蓄積した上で、水源水質の保全、適切な浄水処理、水質事故対応などにフィードバックすることが重要である。
- **（費用）** 水質管理は、浄水場を運転し供給できる水とするために、使用する凝集剤やその他の薬剤の費用、電気料金などコストがかかることが前提であり、経営計画の中に水質管理のコストを適正に確保してきたことにより、継続的な水質管理が実施されるようにしてきた。
- **（良好な水源の選定）** 人的資源の乏しい小規模水道においては、設計段階から水質の良い水源を求めて浄水処理の負担を減らし、水質管理の行いやすい設備の設置などに努めることで、人的資源が乏しくても水質管理ができるように工夫してきた。
- **（水質管理体制の整備）** 水質管理の制度設計においては、①水質管理の責任者を明確にする、②行政によるチェックシステムがある、③特に体制が弱い中小水道事業体に対する支援策を講じる等、当該制度を順守させるための仕組み作りをしてきた。
- **（水質基準の設定）** 水質基準としては、有毒物質や細菌類に関して安全性が確保できることとしたうえで、将来にわたる人の健康に関わる項目を定めている。発がん性が懸念されるなど長期的な飲用で健康に関わる項目については、有害物質に関する新たな知見やそれに基づく社会の要請、測定技術の発展を踏まえて水質基準項目に取り入れるという姿勢で対応した。国内の原水、浄水の水質、水質検査体制の技術レベルや使用できる分析機器等を十分把握して水質基準を設定することが重要で

あった。

- **（資機材の基準）** 蛇口から安全な水を給水するためには、浄水、給配水過程で使われる資機材の品質管理も重要である。そのため、水道法第5条で配水管等の施設に求められる性能水準を定めており、より具体的な構造や材質に関する基準は厚生省令で定めている。日本では、日本水道協会が、直営事業として資機材の検査や給水設備の認証を行い、資機材の品質水準を一定に保っている。水道事業において、標準化された資機材を使用する意義は大きかった。
- **（水源の保護）** 日本では、水源の富栄養化による水質悪化や、それに伴う異臭味が問題となった。このため、対策として、浄水工程における高度処理が広く行われるようになったが、高度処理は水道事業者の負担が大きいため、同時に水源保全のための様々な対策を講じた（下水道整備、工場排水の規制、水利用者間の協議・連絡体制強化、啓発活動、水源かん養林保護など）。水需要の増大が一段落した現在、下流での取水から上流取水への切り替えなど良質な水源を求めるとともに、貯水池や湖沼等の富栄養化対策を関係部局と連携して進めることが重要になっている。
- **（流域における協力）** 日本では、河川流域内で水道事業者間の情報の共有が行われて、汚染物質の流入に対処した事例がある。このような流域毎の情報共有の仕組みや、更には水管理に関する流域毎の組織や仕組みの構築が水質管理と情報共有を促してきた。日本では、主にこのような視点で水安全計画の策定が推進されている。