

小規模水道の手引き

～水道の仕組みや管理から新しい研究事例まで～

(案)

目次

- 1 水道とは
 - (1) 水道の種類 ; 概要、水道法適用、分類
 - (2) 水道の状況 ; 普及率、今後予測、未普及人口の数
 - (3) 水道水源の種類 ; 種類、特徴
 - (4) 浄水処理方法 ; 各種処理方法の紹介と特徴
- 2 小規模水道における課題
 - (1) 概要と分類 ; 未普及人口からみた小規模水道等の割合
 - (2) 全国の小規模水道の規制等一覧 ; 厚労省データ (担当者会議資料)
 - (3) 維持管理の現状と課題 ; 天候、後継者不足、金銭的問題
- 3 小規模水道施設の状況
 - (1) 主な水源の種類
 - (2) 主な水道施設 (浄水、配水施設)
 - (3) 消毒の方法 (塩素消毒、その他の消毒方法)
 - (4) 病原生物、耐塩素性原虫
- 4 小規模水道施設での課題
 - (1) 施設管理
 - (2) 水質と塩素消毒
 - (3) 水質検査 ; 項目、登録検査機関
 - (4) 水の色、物質 →原因、処理方法
 - (5) 清涼飲料水との違い (検査項目等)
- 5 財政上の課題
 - (1) 補助制度 (地方自治体の補助事例も含む)
 - (2) 自治体の取り組み
- 6 小規模水道の実例 ; これまでの調査地等、現在の検討事例 (代替手法等も含む)
- 7 新たな技術や管理方法 ; 先生方の今回の研究知見 (→提供可能な範囲)
- 8 最近の水道技術 ; 技術、製品 PR? (→今後検討)

- ・対象者は→市町の衛生部局担当者
水道実務経験者
市町村で飲用井戸等相談受ける場合
小規模水道設置者
- ・内容は→簡易版+詳細版の二部制 (もしくは簡易版+QA方式)

1 水道とは

(1) 水道の種類

水道法は、水道の管理の適正、合理化等を図ることで「清浄にして豊富低廉な水の供給を図り」、それにより「公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与する」ことを目的として必要な措置が規定されており、そのために負うべき国、地方自治体や水道事業者等及び国民の責務が規定されている。

しかしながら、小規模な集落水道や10m³以下の貯水槽を持つ施設等の規模の小さな水道は、水道法に規定するような画一的な規制措置を加えることが不相当であることから、直接的に水道法の規制はなされていない。

ただし、地方公共団体（都道府県等）がその地域の実情と必要に応じて条例等で規制することは禁止されてはおらず、これらの小規模な水道等に適応する規制措置を条例等で定める場合がある。

このように、法に規定する規模以下の小規模な水道等であっても、人の生活に供する水、特に飲用とする場合には、飲用水の衛生確保のために水質管理や水質検査、施設の整備・点検等において水道法を準用することが望ましいと考えられており、有害物質等による水源の汚染や不適切な管理を防ぎ、飲用井戸等における飲料水の衛生確保対策を図る目的で、「飲用井戸等衛生対策要領」（昭和62年1月29日付け厚生省生活衛生局長通知）や各都道府県等による条例や要綱等が策定されている。

これらを踏まえて、水道の区分は下記のとおりとなる。

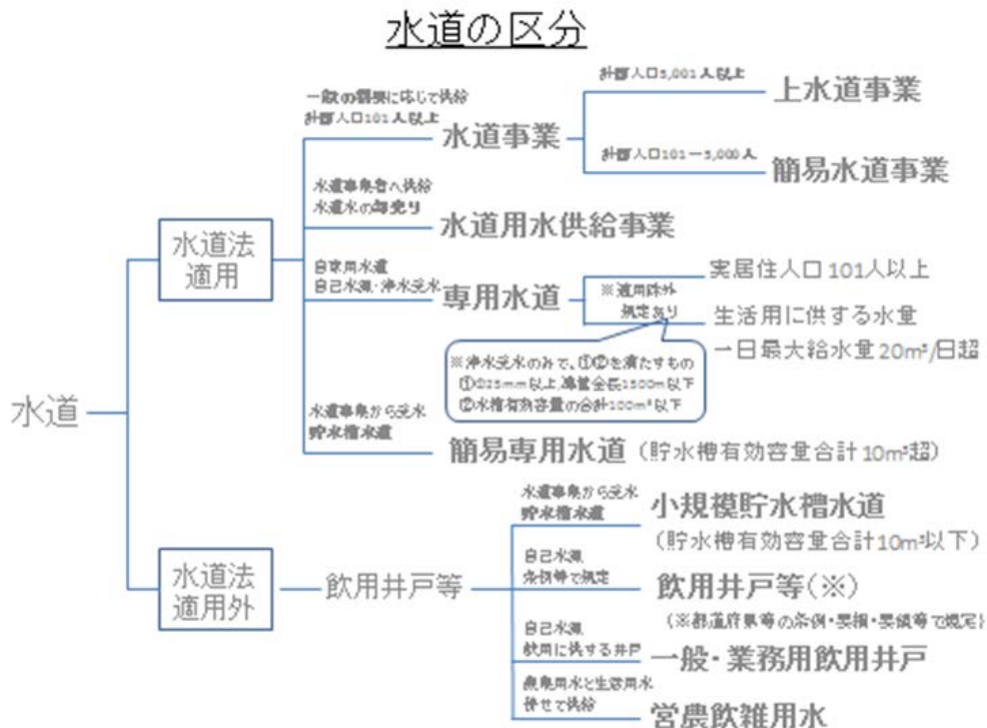


図 水道の区分

(1) 水道法に基づく規制の対象となるもの

分類は大きく最終需要者（蛇口）まで供給する「末端給水」を行う水道と、行わない水道に区分され、末端給水を行う水道のうち一般の需要に応じるものか否かでさらに区分される。

①水道事業（末端給水あり／一般需要あり）

一般の需要に応じて水道により、住民等の最終需要者へ水を供給（末端給水）する事業を水道事業といい、慣用的に末端給水事業ともいわれる。水道法 3 条 2 項の定めにより、計画給水人口が 100 人を超えるものがこれに該当し、計画給水人口 100 人以下の小規模な水道は、水道法の対象から除かれる。

水道事業は、主に市町村の水道部局（近年は上下水道部局の場合も増えている。）が、法 6 条 1 項の認可を受けて水道事業者として経営する事業であり、地方公共団体が経営する場合は地方公営企業となる（簡易水道を除く。）。また、水道事業を経営する者を、慣用的に水道事業体ともいう。

なお、水道事業の経営については、法 6 条 2 項の定めにより、市町村経営の原則があるが、市町村の同意が得られた場合はこの限りではない。

★ポイント「主な水道用語」（法 3 条）【参考；水道法逐条解説、水道用語辞典】

「水道」；導管及びその他の工作物（取水、貯水、導水、浄水及び配水のための導管以外の施設）により、水を人の飲用に適するものとして供給する施設の総体。

ただし、工事の際の仮設給水施設や災害時の応急給水施設等、短期的に臨時に施設されたものは除かれる。

「水道事業」；一般の需要に応じて「水道」により水を供給する事業。末端給水を行う。

計画給水人口が 101 人以上のものが水道事業に該当する。

「一般の需要に応じて」；不特定多数の需要者に対して、申込みに応じて水を供給するもの。

(a)上水道事業

水道事業のうち、計画給水人口が 5,001 人以上である水道により水を供給する事業。

「上水道事業」とは法令上の用語ではなく、厚生省通知（「水道法の施行について」昭和 49 年 7 月 26 日付け環水 81 号水道環境部長通達）により、簡易水道事業以外の水道事業を指す慣用的な用語である。

(b)簡易水道事業

水道事業のうち、計画給水人口が 101～5,000 人である水道により水を供給する事業。簡易水道とは、施設が簡易という意味ではなく、計画給水人口の規模が小さいものを「簡易」と規定したものである。

なお、規模の小さな水道事業であることから、会計制度や水道技術管理者の資格、

消火栓設置についての特例（法 25 条）が設けられているが、その他水道の施設基準や水質基準等は水道事業として順守しなければならない。

★ポイント「水道事業の近年の問題点」

近年人口減少や使用料減少に伴う料金収入減少、施設の老朽化に伴う施設更新需要により経営状況が厳しい事業者が多数ある。このため、近年、簡易水道と上水道事業の統合や水道事業者同士の広域連携、第三者委託をはじめ DBO や PFI、コンセッションといった様々な手法で官民連携の推進を行い、事業基盤の強化を図る取り組みを進めようとしている。

②水道用水供給事業（末端給水なし）

水道により、水道事業者に対して人の飲用に適する水（浄水）の卸売りを行う事業。用水供給事業では、末端給水は行わず、供給する相手方は水道事業者に限られる。

なお、原水を供給するものはこれに該当せず、また、浄水を供給する場合であっても、水道事業者又は専用水道の設置者が他の水道事業者に分水する場合も例外となる。水道事業と同様に、地方公共団体が経営する場合は地方公営企業である。

★ポイント「主な水道用語」（法 3 条）【参考；水道法逐条解説、水道用語辞典】

「げんすい原水」；浄水処理する前の水。水道原水として、大別して地表水と地下水があり、地表水としては河川水、湖沼水、貯水池水が、地下水には井戸水や伏流水などがある。

「じょうすい浄水」；表流水や地下水等の原水を浄水処理した水で、水道法で定められた水質基準に適合する飲用に適した水のこと。

「ぶんすい分水」；水の分与を主たる目的としない場合で、水道用水の供給を一時的に行うものをいう。この分水を恒常的に行う場合は、分水ではなく用水供給事業に該当する。

③専用水道（末端給水あり／一般需要なし）

寄宿舎、社宅、マンション、療養所、養老施設、商業ビル、レジャー施設等において水道の設置者が居住者等に供給する自家用の水道やその他水道事業の用に供する水道以外の水道で、法や政令で定める規模を超えるもの。

なお、専用水道における水道施設とは、水道のための取水、貯水、導水、浄水、送水及び配水施設をいい、水道事業とは異なり配水施設に給水の施設も含むものとし、設置者の管理に属するものをいう。ただし、建築物基準法により別途規制されている建物内にある部分は除く。

★ポイント「主な水道用語」（法 3 条）【参考；水道法逐条解説、水道用語辞典】

「自家用の水道」；水道の設置者が自らの用に供する水道のこと。

「その他水道事業の用に供する水道以外の水道」；

一般の需要に応じて水を供給する水道事業の概念に当てはまらない水道の全てを指し、計画給水人口 100 人以下の小規模な水道もこれに該当する。

(a)専用水道の適用要件

下記のいずれかに該当するもの。(i)か(ii)に該当する場合は専用水道)

(i)100人を超える者にその居住に必要な水を供給するもの

- 実居住人口が常時100人を超える居住者へ供給するもの。
- 飲用、炊事、洗濯等、継続的な日常生活を営むために必要な水を供給するもの。
- 居住者が常時100人以下となる場合は該当しない。
- 病院や旅館等で短期間の入院・宿泊といった一時的な滞在となるものは居住には該当しない。(居住とは、継続的であること。)

(ii)水道施設の一日最大給水量が20m³を超えるもの

- 基準となる水量は、人の飲用、炊事用、浴用等、人の生活の用として使用する水量に限定。
- その水道施設で1日に供給することができる最大の水量が20m³を超えるもの。
- 事業用、営業用等、人の生活の用以外の用途の施設容量を区分できる場合は、その分を除外しても支障ない。

(b)専用水道の適用除外の基準

上記(a)の(i)又は(ii)に該当する場合であっても、以下の基準を両方満たす場合は、専用水道としての水道法の規制からは除外される。

(i)水源とする水が全量浄水受水の場合

- 他の水道から供給を受ける水のみを貯水槽に受け、その水のみを水源として施設内に供給するもの。
- 浄水受水に加えて、自己水源の浄水を補充的に供給する場合は適用除外にはならない。

(ii)水道施設の地中又は地表に施設されている部分が一定規模以下の水道の場合

- 貯水槽以降で口径25mm以上の配水導管の全長が1,500m以下、かつ、貯水槽の有効容量の合計が100m³以下であるもの。
- 導管延長及び水槽容量の算定に当たっては、通常地表からの浸水等による汚染影響を受けない高架施設の部分は適用除外基準の算定に含めない。
(消毒済みの水のみを受け入れ、汚染の恐れが少ないと見なし得る施設であるため、支柱等により高く設けられた導管や六面点検可能な受水槽は算定除外。)

★ポイント「専用水道適用除外規定の根拠通知」

【水道法の施行について(平成14年3月27日健水発第0327001号)】

第1-4「専用水道の適用除外の施設に関する基準は、地中又は地表に設置される水道施設が当該基準に該当するか否かで定まるものであって、地表から汚染を受けない高架施設を除外する趣旨により規定されたものである。」

④簡易専用水道

水道事業や専用水道以外の水道で、水道事業から供給を受ける水のみを水源（浄水受水）とし、その水をビルやマンション等に設けられた貯水槽設備に受け、施設内に給水する施設を貯水槽水道いう。

この受水のための水槽の有効容量の合計が 10m³を超えるもの簡易専用水道をいい、貯水槽容量 10m³以下のものはいわゆる小規模貯水槽水道となり、水道法の適用からは除かれる。

簡易専用水道の施設は給水の施設のみであり、水道施設（法 3 条 8 項）や給水装置（法 3 条 9 項）には該当しないため、施設基準や給水装置の構造及び材質に係る規定は適用されないが、建物内に設ける給水の配管設備は建築物基準法等の規定が適用される。

なお、水道事業から供給を受ける水のみを水源とするものであって、水槽の規模によらず、貯水槽を設置している建物内水道の総称、つまり簡易専用水道と小規模貯水槽水道の総称として、平成 13 年度の水道法の改正により「貯水槽水道」が定義された（水道事業及び専用水道は除く）。

ただし、貯水槽水道の定義は、簡易専用水道と異なり、給水規定（給水条例）上の定義であり、水道法に基づく規制対象としての定義ではない。

水道水の衛生的で適正な管理を図るため、水道事業者は、貯水槽水道の衛生確保等の責任関係を供給規定（水道事業者と水道需要者との給水契約の内容）において明確化するよう水道法で規定されており（法 14 条 2 項 5 号）、貯水槽水道の設置者は、供給規程で定められた要件を順守する必要がある。

★ポイント「簡易専用水道規定の趣旨」

ビル等に設置された貯水槽を経てビル等内部の各施設に給水する方式である場合、貯水槽に給水するまでは水道事業として法規制を受けるが、貯水槽以下については、専用水道に該当しない限り、法適用対象外であった。昭和 32 年の水道法制定時は、設置者の自主的な管理に委ねることが適当と判断されたためである。

しかし、産業発展や人口の都市集中により、建物の大型化や高層化が進み、都市部の多くの人を使用する水が、規制を受けない水道によって供給される事態となった。

しかも、貯水槽以下の水道管理が不適當で、給水する水に水質異常が生じる等の事例が多くみられるようになり、ビル等の水道利用者の保護を図る目的で、従来、法規制の対象外とされてきた設備について、昭和 52 年の法改正により、一定規模以上のものを簡易専用水道として新たにその管理等を法規制の対象とした。

★ポイント「簡易専用水道の規制の流れ」

- ・水道法の一部を改正する法律（昭和 52 年 6 月 23 日法律第 73 号）
- ・水道法の一部改正について（昭和 52 年 10 月 22 日環第 636 号）
⇒簡易専用水道の規制等の創設（S53.6.23 施行）
- ・水道法の一部改正に伴う簡易専用水道の規制等について
（昭和 53 年 4 月 26 日環水第 49 号）
⇒簡易専用水道の適用除外や管理基準等の定め（対象；受水槽有効容量 20m³ 超）
- ・水道法施行令の一部改正について（昭和 60 年 12 月 18 日衛水第 191 号）
⇒簡易専用水道の範囲の拡大（対象；受水槽有効容量 10m³ 超）

(2) 水道法の規制の対象とならない水道

小規模な集落水道や 10m³以下の貯水槽を持つ施設等の規模の小さな水道は、水道法に規定するような画一的な規制措置を加えることが不相当であることから、直接的に水道法での規制はなされていない。

しかしながら、飲用水の衛生確保のためには、水質管理や水質検査、施設の整備・点検等において水道法を準用することが望ましい。

なお、有害物質等による水源の汚染や不適切な管理を防ぎ、飲用井戸等における飲料水の衛生確保対策を図る目的で、「飲用井戸等衛生対策要領」（昭和 62 年 1 月 29 日付け厚生省生活衛生局長通知）や各都道府県等による条例や要綱等が策定されている。

★ポイント「飲用井戸等衛生対策要領の実施」

- ・飲用井戸等衛生対策要領の実施について（昭和 62 年 1 月 29 日衛水第 12 号）
〔一部改正 平成 26 年 3 月 31 日健発第 0331 第 30 号〕
- ・飲用井戸等衛生対策要領の留意事項について（昭和 62 年 1 月 29 日衛水第 13 号）
〔一部改正 平成 19 年 11 月 15 日健水発第 1115002 号〕

①小規模貯水槽水道

簡易専用水道と同様に、水道事業から供給を受ける水のみを水源（浄水受水のみ）とするビルやマンション等に設けられた貯水槽設備で、この受水のための水槽の有効容量の合計が 10m³以下のものをいう。また、飲用井戸等衛生対策要領では小規模受水槽水道ともいわれる。

なお、簡易専用水道と同様に貯水槽水道の分類でもあるため、水道水の衛生的で適正な管理を図るため、貯水槽水道における衛生確保等の責任関係を定めた供給規定（給水条例）（法 14 条 2 項 5 号）を順守する必要がある。

②飲用井戸等（条例、要綱、要領等による規制有りの施設）

飲料水を供給する一般及び業務用飲用井戸等（以下、飲用井戸等）の給水施設であって、水道法の適用を受けないものをいい、計画給水人口が 100 人以下で水道事業に該当しない小規模な水道や、専用水道に該当しない規模の自家用等の水道も飲用井戸の位置づけとなる。

地方公共団体が法に規定する規模以下の水道等について、その地域の実情と必要に応じて、条例等で規制することは禁止されていないため、特に、飲用井戸等に対して、都道府県、市町村又は特別区（以下、都道府県等）が、条例や要綱、要領等により井戸等水道施設の衛生確保等のために必要な事項を定める場合がある。

この条例等の制定有無や対象施設等の規制内容は都道府県等により異なるが、主に、飲用水を供給する井戸等の施設の衛生確保を図り、利用者の健康を保護する目的で、施設の布設並びに管理、水質汚染時の措置等について定められている。

このため、飲用井戸等を設置する場合は、各自治体の条例等を確認する必要がある。

③一般・業務用飲用井戸

飲料水を供給する一般及び業務用飲用井戸等の給水施設であって、水道法や都道府県等の条例等の適用を受けないものをいう。

(a)一般飲用井戸

個人住宅、寄宿舍、社宅、共同住宅等に居住するものに対して飲料水を供給するための施設。

(b)業務用飲用井戸

官公庁、学校、病院、店舗、工場その他の事業所等に対して飲料水を供給するための施設。

④営農飲雑用水施設

営農飲雑用水施設は、家畜の飼養、病虫害防除、育苗、農産物及び農業用機械の洗浄等のための営農用水を主として、衛生的かつ近代的な農村生活を営むための生活用水等の供給を併せて行う施設のこと。農村地域では、居住者の飲用水から畑作酪農の管理用水などの広範囲に使用することのできる良質の用水が求められている。

★ポイント「その他の分類～飲料水供給施設～」

簡易水道等施設整備費国庫補助金及び生活基盤施設耐震化等交付金の制度上定義されたものであり、50 人以上 100 人以下の給水人口に対して、人の飲用に供する水を供給する施設等の総体をいう。

（地下水等汚染地区にあっては、対象とする給水人口はこの限りではない。）

補助等の事業対象となる施設は、市町村（一部事務組合含む）が経営するものに限られる。

水道水源には大きく分けて地表水（表流水）と、地下水があり、また、特殊な例として、離島や淡水が不足する地域の都市などでは、海水を淡水化し飲み水とする場合もある。

水道用水源は、現在及び将来においても需要に対して必要な計画取水量を常時確保できる等量的に安定していること、また水質が水道用として供するにふさわしい良好で汚染のおそれが少ないものであること、この二つの条件を満足することが望ましい。

水道水源の種類及び各水源の特徴は以下のとおりである。

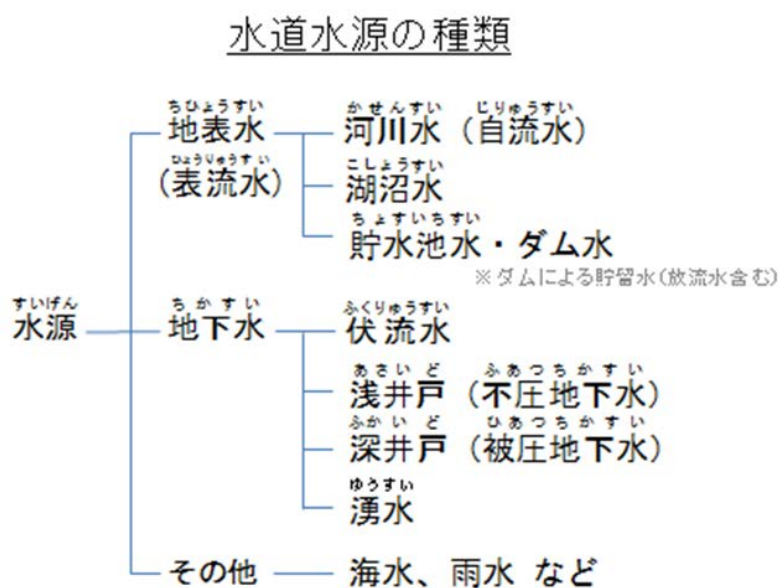


図 水道水源の種類

(1) 河川水

河川水は、取水が容易で比較的多量の取水が可能な優れた水道水源の一つであるが、河川流量は降水量の季節的变化、地形や地質などの自然条件により大きく影響を受ける。特に、日本の降雨量は季節的、地域的に大きな差があるため、河川水は時期により流量や水質の変動が大きく、年間通じて平均的な水量を取水し続けることが難しい。また、水質の点では、降雨により濁度、色度が大きく変動し、特に台風時などは高濁度が発生することがある。加えて、河川は河川流域から流れ込む都市排水や農業排水等の影響を受けるため、特に、下流域では汚染の可能性があり注意が必要である。

河川から取水する場合は、水量の点から安定的に取水を行うため集水域の大きな下流での取水が有利であるが、河川下流の水質や取水地点の標高にも影響を受けるため、全ての要件を十分に検討し、総合的に最も有利な取水点を選択する必要がある。

★ポイント「主な水道用語」【参考；水道法逐条解説、水道用語辞典】

「河川」；河川法において河川とは「公共水流及び水面」をいい、流水とその敷地との統合体を意味する。河川の種類は、一級河川、二級河川、準用河川、普通河川があり、河川法の適用対象は、一級、二級、準用河川である。

「^{せんよう}占有」；独占して使用すること。特に、河川占有とは、河川管理者の許可を得て、公共用物である河川に対し、特別の使用権を設定すること。流水の占有、土地の占有、土石等の採取の三つがある。

「^{すいりけん}水利権」；水を使用する権利のこと。具体的には、特定のものが、独占排他的に継続して、河川水のような公水を引用し得る権利のこと。

水道事業者が河川水を占有しようとする場合には、河川管理者の許可（水利使用許可）を受けなければならないが、河川水は昔から農業や工業、漁業や発電等様々な用途に用いられているため、新規水源として河川取水を行うための水利権（水を使用する権利）の確保が困難である。

「河川管理者」；河川は公共用物であり、保全・利用・管理等を適正に行う必要があることから、河川の管理等について責任を負い、権限を有するものを定めている。

（一級；国土交通大臣、二級；都道府県知事、準用；市町村長）

（2）湖沼水

湖沼水は、閉鎖性水域という自然的条件であるため、河川に比べて水の動きが極めて小さく、急激な水質変化も少ないが、一度汚濁すると回復は非常に困難で、かつ時間を要する。また、湖沼では、流入水が長く滞留すると水中に含まれる栄養塩類（主にリン化合物や窒素化合物）の増加・蓄積により藻類等の植物プランクトンが増殖することにより、富栄養化が進み、湖沼水質に大きな影響が生じる。この富栄養化に伴う藻類の異常繁殖によって湖沼水質が悪化し、これは異臭味、凝集阻害、ろ過閉塞、ろ過水への漏出等の浄水障害の原因となる。

なお、湖沼水質は、流域周辺の生活や生産活動に起因する汚濁にも著しく影響を受けることから、その水質改善のため、従来の水質汚濁防止法による排水規制のみでは対応できない汚染源に対して、環境基準の確保が緊要な湖沼を対象に、特別な規制措置を講じることを目的として湖沼水質保全特別措置法（湖沼法）が制定されている。

（3）貯水池水・ダム水

貯水池は、水を貯えておく人工の池のことでダムとも呼ばれる。ダムは河川や谷などを締め切るコンクリート等の工作物で、河川法では、高さが15m以上のものと規定されている。河川や溪流等から水を取り、渇水期の水不足を補い必要な水量を取水するために設けられた貯水施設である。

なお、貯水池は湖沼水と同様に閉鎖性水域であるため、流入水が長時間滞留することにより富栄養化が進み、藻類等の植物プランクトンが異常繁殖するために水質悪化を招く。また、水層は気温の影響を直接受け受けるため、河川水と異なった複雑な季節変化を示す。

このように、貯水池では、表層は日射による水温上昇、植物プランクトンの増殖や光合成による水質変動、底層は日射不足や酸素不足により嫌気状態となりやすいというように、取水深度により異なる状況が生じるため、取水位置によって異なる対策が必要となる。

★ポイント「ダムの分類」

(1) 使用目的数別分類

- ①水道専用ダム；水道事業者が水道用水の供給のみを目的として建設したダム。このダムの貯水池を水道専用貯水池という。
- ②多目的ダム；洪水調整、水力発電、水道用水、工業用水等二つ以上の用途に供されるために建設されたダム。このダムの貯水池を多目的貯水池という。

(2) 構造別分類

- ①コンクリートダム；コンクリートで作られたダム
⇒アーチダム、重量式ダム、中空重力式ダム、重力式アーチダム、バットレス式ダム等
- ②フィルダム；土や砂礫、岩石を盛り立てて作るダム。
⇒アースダム（アースフィルダム）、ロックフィルダム
- ③その他；コンバインダム（複合型ダム）、台形CSGダム

★ポイント「富栄養化現象」

湖沼やダム貯水池において窒素やリン等の栄養塩類の濃度が高まり、その結果、生物生産が増大する現象を富栄養化現象という。富栄養化現象による影響としては、一次生産の増大による透明度の低下、水色の変化、pH上昇等の変化が生じ、更に現象が進むと、アオコや淡水赤潮等の発生とそれに伴う景観の悪化、カビ臭による放流先の下流河川における水利用への影響等がある。また、富栄養化現象が進行すると、大量発生した植物プランクトンの死骸が沈降・堆積し分解されることなどにより、主に変水層(温度躍層)以深のDO(溶存酸素量)が減少する。DO(溶存酸素量)の減少が更に進み、嫌気状態になると底泥に堆積した栄養塩類の溶出が顕在化し、富栄養化を更に促進させる場合もある。

★ポイント「季節循環」

①湖沼やダム貯水池では、春季から夏季にかけての日射量の増大に伴う気温上昇期に、表層の水温が上昇し比重が小さくなるため、底層の低水温で比重の大きな水と混和されなくなる。このため、水は温度差によって層を成して分布し、表層水と底層水の間には大きな水温差が生じる。この状態を水温成層といい、水温成層が形成されている期間を停滞期や成層期と呼び、一般に4月～11月頃に起こる。こうした水温成層は、大きな洪水や台風などによる成層破壊が起こらない限り、循環期まで継続する。

②また、秋季から冬季にかけて気温が低下する時期には、表層面が冷やされ水温が低下し比重が大きくなるため、水が表層から循環し始め（部分循環）、順次下層に対流が進み水深方向の水の混合（鉛直循環）が起こるようになる。結果、底層まで水全体が混合し、この状態を循環期と呼び、一般に11～3月頃が循環期にあたる。

③再び春になり、表面水温が水の密度が最も大きくなる約4℃に上昇すると、水温に比例して密度が小さくなるため、再び、全水深が滞留する全層循環が始まり、さらに水温が上昇すると停滞期・成層期に移行する。

すなわち循環期が秋と春の2回みられるといった季節循環が生じる。

★ポイント「濁度長期化現象」

降雨等によって生じた自然河川の濁りは、一般的には、長くても数日程度で回復する。しかし、閉鎖性水域である湖沼やダム貯水池では流入した濁水を貯留することから、降雨や洪水が終わった後も長期間濁水を放流することがあり、これを濁水長期化現象という。

洪水時には出水による山腹崩壊や土壌侵食等により、河川水が流域の土砂を大量に含み、生じた濁水が貯水池等に流入し、混合貯留された濁質を徐々に放流する場合に生じる現象を出水濁水長期化現象といい、また、渇水時の貯水位の低下に伴って貯水池末端の堆積土砂が洗い出されて濁水が発生することにより生じる現象を渇水濁水長期化現象という。

貯水池等から放流される濁水が長期化しやすい要因としては、濁質自体の沈降しにくさと、貯水池の水の入れ替わりにくさが挙げられる。特に、細かい粒子や薄片状のものは沈降しにくく、粒子が細くなれば極端に沈降速度が遅くなる。さらに、微細な粒子は貯水池内でも沈降しにくく、濁水長期化の原因となる。

濁水が長期間放流されることに伴い、下流河川も長期にわたり高濁度化するため、下流河川での水利用への影響、生態系への影響のほか、貯水池等及び下流河川における水の濁りによる景観の悪化が生じる。

(4) 伏流水

伏流水とは、河川の流水が河床の地質や土質に応じて河床の下へ浸透し水脈を作っている、極めて浅い地下水である。

伏流水は、河川水との交換があり、降雨や河川水位等の影響を強く受けるが、河床などでろ過される分、濁度などの水質は河川水より安定することが多いが、状況によっては、河川の増水に伴い河川の濁度がそのまま表れる可能性もあるため、降雨時の取水には注意が必要である。

(5) 井戸水

地表水に比べて、降雨量の変動や季節的変動の影響を受けにくいいため、水量や水質、水温は安定している。また、安定的で良質な水源であることから、大規模な浄水処理施設が不要であるなど、水道水源として有利な要素が多い。

しかし、河川水等の表流水に比べて水量に限りがあるため、大規模な水道では水道計画に必要な水量をすべて井戸水で充足することは難しいが、水質的に良好で、施設建設費や維持管理費等が少ない井戸水は、小規模な水道事業等に適した水源である。ただし過剰な井戸水の揚水は、水位低下や地盤沈下の要因となることから、適正な取水が重要である。また、近年では、農地への窒素肥料の多用により、硝酸態窒素が増加する傾向にあり、水質面での注意が必要である。

なお、水道水源として用いる場合は、一定期間揚水試験を実施し、安定的に揚水できる水源であるか調査する必要がある。

★ポイント「地下水関係の用語」【参考；水道用語辞典、簡易水道井戸ハンドブック】

透水層；砂や礫などの水が流れやすい地層。この隙間に溜まっている水を地層水という。

帯水層；地下水で飽和した透水性の良い地層で、採水可能な地下水を含む地層。

一般的には砂や礫層であるが、溶岩や石灰岩の割れ目も帯水層となる。地表下の存在状態によって、不圧帯水層と被圧帯水層に区分される。

不圧帯水層；透水層と不透水層に挟まれている帯水層。

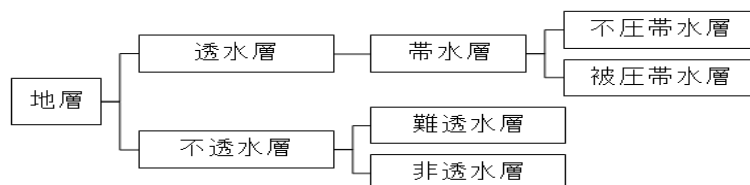
被圧帯水層；不透水層に挟まれている帯水層。

不透水層；地下水を透し難いか、あるいは透さない地層。

難透水層；粘土やシルトなどのような水が流れにくい地層。

非透水層；固結した岩や密な岩盤など水を通さない地層。

涵養；水が地下に浸透して地下水になること。



①浅井戸

地表から比較的浅いところに分布する不圧帯水層の地下水（不圧地下水、自由面地下水）を取水する井戸であり、一般的な掘削深度は数 m～30m 程度の比較的浅い表層地下水を汲み上げることから浅井戸と呼ばれる。

不圧地下水は降雨や場合によっては河川水により涵養されるため、降雨の少ない渇水期には地下水面が低下し、この帯水層の揚水能力も低下する。このため、浅井戸の水質は、深井戸に比べて降雨や季節変動等の地表から影響を受けやすく、季節的な水位変動を考慮して取水量を決める必要がある。また、地表の影響を受けやすいため、井戸周辺からの汚染物質の流入などによる水質汚染が生じることもあるため、汚染防止対策も必要となる。

また、井戸とされていても、実際は河川の影響を受け、河川水質とほぼ同様の伏流水と通じている場合もあり、集水位置や周辺の土壌の状況にも注意が必要である。

なお、浅井戸には、ケーシング式井戸、井筒式井戸、放射状集水井（満州井戸）、集水埋渠（横井戸）があり、帯水層の構造や透水性などにより適切な井戸構造を選択することが重要である。

②深井戸

比較的深いところに存在する不透水層にはさまれ加圧された被圧帯水層の地下水（被圧地下水）を取水する井戸であり、一般的には掘削深度は 30m 以上のものが多く、浅井戸に比べ深層地下水を汲み上げることが多いことから深井戸と呼ばれる。

深井戸は、季節的・気候的な地表の影響を受けにくく、水温や水質が安定した清浄な水が得られる反面、帯水層内の土質によっては、温泉と同じく、鉄、マンガン、ヒ素、フッ素等の無機物が溶解している場合があるため、周辺の井戸との比較や水質のチェックが必要である。また、不圧地下水に比べて、地下水の循環速度が小さく、帯水層の分布範囲が大きいことから、過剰に揚水すると広域で水位が低下し、地盤沈下や他の井戸の揚水量を減少させたり、一旦水質汚染を受けるとその影響が長期的かつ広範囲となることがある。

なお、深井戸の井戸構造は、被圧地下水を取水するためケーシング式井戸である。

⇒図

(6) 湧水

湧水とは、地下水が地表に自然に湧き出したものであり、浅層水か深層水かによって水温や水質が異なる。名水として名高いものも多く、水道原水として使用するのであれば、水質的には良好である場合が多い。しかし、温泉水と同様に無機物を含むなど、水道原水としては良好な水源でない場合もある。このほか、上流域での井戸取水により枯渇するケースがあるので、湧水に依存した水道を設計する場合には普通の井戸よりも慎重な調査が必要である。

湧水の取水ではポンプ等の取水施設が必要なく、そのまま着水井やポンプ井に導く場合もあるが、湧水を集めるために堰や渠などを作る場合は、付近の地下構造を乱さないよう細心の注意を払わなければ湧水の水道（みずみち）が変わってしまうことがある。

(7) 海水

飲料用等で真水が必要とされる場所の近くに淡水源（河川や湖沼、井戸）等がなく、気候等の関係で天水（雨）にも頼れない場合、水源として海水を処理し利用する。海水には約 3.5%の多種類の塩類が溶解しており、そのままでは飲用に適さないため、これらの溶存塩類を取り除いて淡水を得ることを海水淡水化という。

なお、飲用水とするためには塩分濃度を少なくとも 0.05%以下にまで落す必要がある。現在、日本で稼働している海水淡水化プラントは、蒸発法、電気透析法（ED）、逆浸透法（RO）の 3 方式がある。ただし、海水淡水化施設は、イニシャルコスト（施設の建設にかかる費用）はダム等の開発に比べると安価ではあるが、通常の淡水系施設と比べると生産水コストが高く、特に運転のためのエネルギー費が高いことから、ランニングコスト（施設の維持管理にかかる費用）面の負担が大きくなる。このことから、導入是非や導入規模、方式の選定について多角的な検討を行う必要がある。

(4) 浄水処理方法

浄水処理とは、水道水源として用いる水を、水道法第 4 条で定める水質基準を満たす水道水（飲用可能な水）として供給するために、原水水質の状況に応じて水を浄化する処理のことである。

通常の浄水処理は、固液分離プロセスと消毒プロセスの組み合わせたものが中心であるが、水道水源の状況によっては、様々な処理方法を組み合わせることもある。

水道で用いる浄水処理の方法として主なものは以下のとおりである。

★ポイント「主な水道用語」【参考；水道法逐条解説、水道用語辞典】

固液分離；水中にある固形成分と水を分離すること。スクリーン、沈殿、ろ過などによるものがある。

スクリーン；大型の固形成分を取り除くもの。

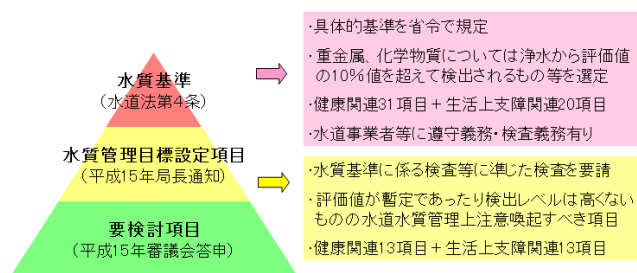
沈殿；重力により浮遊固形物を沈殿させる普通沈殿と、比較的小さい固形物質を薬品によって凝集させ集塊（フロック）として沈殿させる薬品凝集沈殿がある。

ろ過；薬品沈殿などでも沈殿しない粒子をろ層を通過させ、ろ材への吸着やろ層によるふるい分け作用により取り除くもの。

★ポイント「水質基準」【参考；水道法逐条解説、水道用語辞典】

水道法第4条に基づく水質基準は、「水質基準に関する省令」（平成15年5月30日厚生労働省令第101号）により、項目及び基準値が定められている。

また、水質基準以外にも、水質管理上留意すべき項目を水質管理目標設定項目、毒性評価が定まらない物質や、水道水中での検出実態が明らかでない項目を要検討項目と位置づけている。



浄水処理方法

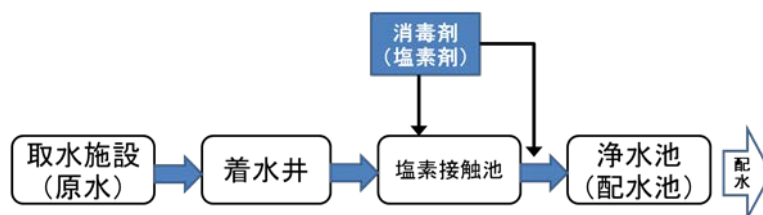
(1) 塩素消毒のみ

塩素消毒とは、液体塩素や次亜塩素酸ナトリウム等の塩素剤を使用した消毒処理のことで、この処理は塩素の強い殺菌作用により、飲料水中の病原菌などを殺し、飲料水としての安全性を確保するため全ての浄水処理において行う必要がある。

この「塩素消毒のみ」の処理は、水処理方法としては消毒施設のみの最も単純な設備であり、排水処理も不要であることから、維持管理が容易である。

なお、固液分離プロセスを有しないため、細菌等の微生物以外の基準項目が常に水質基準に適合する場合にのみ用いられ、一般には、地下水や湧水といった、原水水質が良質で、年間を通じて安定している水源で採用されている。

ただし、水道原水が清浄であっても、クリプトスポリジウムなど耐塩素性病原生物に汚染されるおそれのある場合は、この方式を採用できないため、事前に汚染調査が必要である。

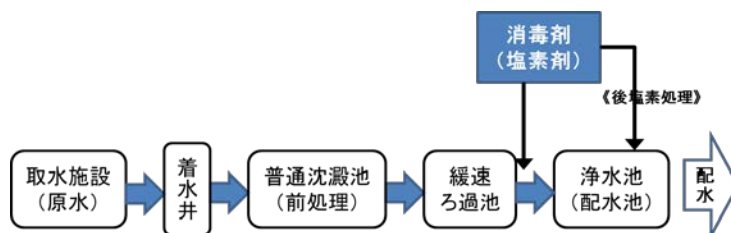


(2) 緩速ろ過

原水が比較的きれいな場合に適するもので、通常、普通沈澱池で原水中の懸濁物質を自然沈降により沈殿除去した後に、緩速ろ過池で4~5m/日のろ過速度でろ過し除去する方法である。

緩速ろ過池での浄化機能は、砂層表面や砂層内に繁殖した藻類や細菌などの生物によって構成された粘質の膜 (生物膜) の作用によって水中の不純物を除去するものであり、緩速ろ過はろ材が砂である緩速砂ろ過が主である。

なお、緩速ろ過池は急速ろ過池に比べ作業や管理が簡易であり、ろ過水質も安定しており良質な水が得られるが、ろ過速度が小さいため、処理水量が増えると広い用地を必要とし、また原水水質に制約があるなどの短所もある。



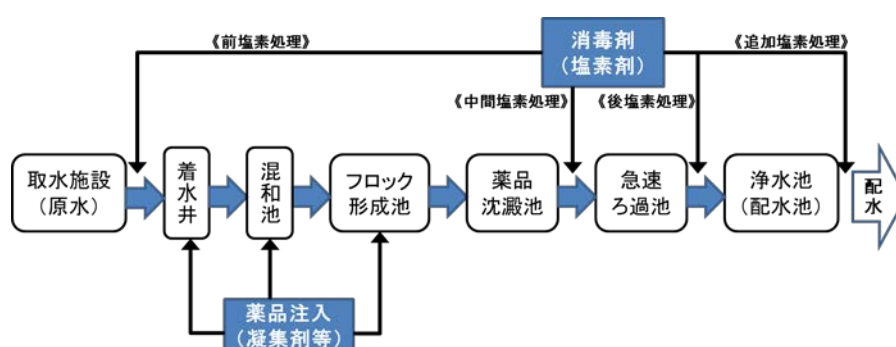
(3) 急速ろ過

原水中の懸濁物質を薬品 (凝集剤等) により凝集沈殿させ、濁質物質を沈澱池で除去

した後に、残りの濁質を急速ろ過池で 120～150m/日のろ過速度でろ過し除去する方法である。

急速ろ過池での浄化機能は物理的ろ過作用を主体とするため、濁質は効果的に除去できるが、細菌の一部は通過し、アンモニア態窒素やマンガンなどの溶解性物質はほとんど除去できない。そのため、原水水質に応じて前塩素処理などの薬品処理を組み合わせる必要がある。急速ろ過にはろ層の構成により単層ろ過と複層（多層）ろ過があり、単層のろ材として砂が用いられているものを急速砂ろ過という。

なお、急速ろ過により得られる水の水質は、凝集沈殿の処理結果に依存するため、緩速ろ過に比べ処理操作に技術を要する。



(4) 直接ろ過（マイクロフロック法）

直接ろ過は、低水温・低濁度の原水を対象として、少量の凝集剤を注入し、急速攪拌の後、微細なフロックを形成させ、フロックの成長と沈殿処理を経ることなく、ろ過を行う処理方法である。

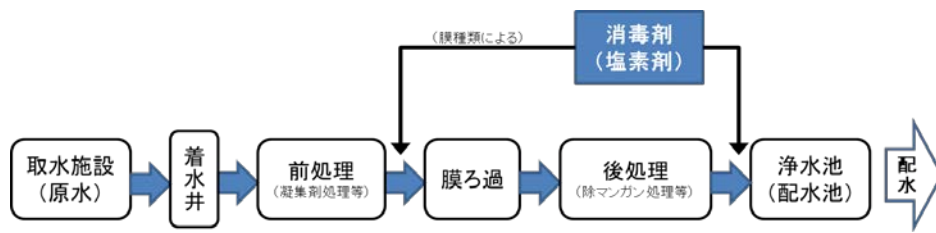
直接ろ過における凝集剤注入設備は、広範囲の注入量制御ができるものが必要で、加えて、無注入や過剰注入とならないよう注意が必要である。また、浄水水質の確認のため、ろ過水濁度の監視を行う必要がある。

なお、台風や豪雨等により原水水質が悪化した場合は、直接ろ過法では処理できない場合があり、高濁度となる場合は、取水や浄水処理を停止するか通常の凝集沈殿設備を備えておく必要がある。

(5) 膜ろ過

圧力差によってろ材である膜に水を通し、懸濁物質や溶解性成分などの小さな不純物まで物理的に分離除去する処理方法である。分離できる粒子径や分子量、原水水質に対応する様々な種類の膜がある。

膜の種類としては、精密ろ過 (MF: microfiltration) 膜、限外ろ過 (UF: ultrafiltration) 膜、ナノろ過 (NR: nanofiltration) 膜、逆浸透 (RO: reverse osmosis) 膜がある。

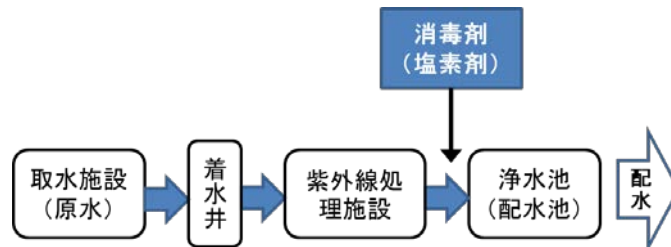


⇒膜分類 (図)

(6) 紫外線処理

水道における紫外線処理については、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針 (平成 19 年 4 月 1 日より適用)」を受けて、クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原生物の対策として新たに位置づけられた処理方法である。主に 200~300nm の紫外線照射することで、対象微生物の DNA などの遺伝子に損傷を与えて不活化させ、微生物の感染性を失わせる。

なお、薬品などの添加をしないため残留物がなく、消毒副生成物をほとんど生成しないといった優れた点があるが、混濁物質が存在し色度や濁度が高い場合は紫外線が吸収されてしまうため消毒効果が低下するなど欠点もある。そのため、紫外線処理設備を導入するには、必要照射量や処理水質、施設導入位置などの適用要件がある。



⇒クリプト対策 (レベル分類、対策一覧)

(7) 高度処理方法

- ①活性炭処理（粉末、粒状）
- ②オゾン処理
- ③生物処理

(8) その他水質に対応した浄水プロセス

- ①鉄・マンガン
- ②侵食性遊離炭酸
- ③色度
- ④異臭味、臭気
- ⑤有機物
- ⑥耐塩素性病原生物
- ⑦消毒副生成物