

水と健康(上下水道)

- Frumkin H [Ed.] (2010) Environmental Health: From Global to Local, 2nd Ed. Chapter 15 "Water and Health" pp.487-555. (3rd Ed. では Chapter 16)
- 中西準子 (1994)「水の環境戦略」岩波新書
- 宇井純 (1996)「日本の水はよみがえるか」NHK ライブラリー
- 中西準子・小島貞男 (1988)「日本の水道はよくなりますか」亜紀書房
- 荒田洋治 (1998)「水の書」共立出版
- 要点
 - 地球上の全生命にとって水は必須
 - 人間活動は水の質と量に危機をもたらし、人の健康や地球の健康にも危機をもたらす→水は blue gold
 - 人の健康を守るには水資源の保全や、廃水を減らしリサイクルすることが必要 / 帯水層保全, ブナ林保全, 水質浄化技術
 - 米国や日本には公衆への安全な飲料水確保の法制がある
 - 水資源には将来的なリスクがあるので危機緩和方策が必要 (cf) 南アジア砒素汚染

web 上の参考情報

- 世界水協議会 <http://www.worldwatercouncil.org>
- WHO(1) <http://www.who.int/topics/water/en/>
- WHO(2) http://www.who.int/water_sanitation_health/en/
- WorldWeWant2015/Water <https://www.worldwewant2015.org/water/>
- 厚労省水道法関連法規 <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/hourei/suidouhou/>
- 民営化法案 <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/soumu/houritu/dl/193-26.pdf>
- その問題点 <http://kokocara.pal-system.co.jp/2018/03/26/water-privatization/>
- フランスとイギリスの水道事業形態 http://www8.cao.go.jp/pfi/pfi_jouhou/seminar/pdf/281006_suidousympo_3.pdf
- 水道法 http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=332AC0000000177
- 水質基準 http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=415M60000100101
- 下水道法 https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=333AC0000000079
- 下水水質の検定方法等に関する省令 <http://www.mlit.go.jp/common/001264483.pdf> (建設省→国交省)
- 環境省ケミココ下水道関連情報 http://www.chemicoco.go.jp/law_link.html?lw=14
- 国土交通省下水道部 <http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/>
- 環境省湖沼等水質浄化技術 <https://www.env.go.jp/policy/etv/field/f04/index.html>
- パナソニック光触媒による水質浄化 <http://news.panasonic.com/jp/topics/2014/38815.html>
- 日本ポリグル資料 https://www.bop.go.jp/wp-content/uploads/2012/12/121210_seminar12_POLY-GLU.pdf
 - TV 東京カンパリア宮殿 <http://www.tv-tokyo.co.jp/cambria/backnumber/20150319.html>

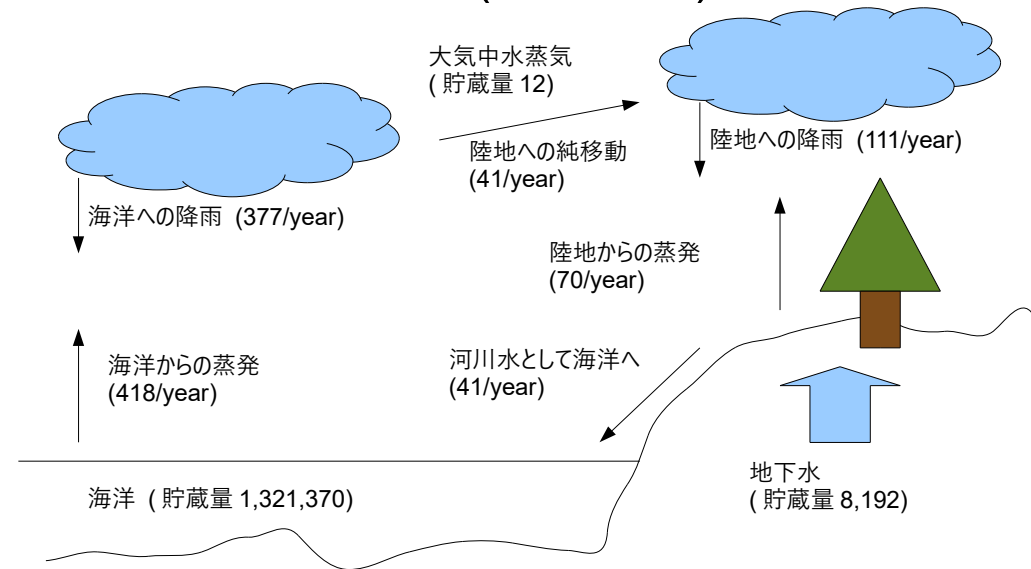
生命における水の役割

- 水なくして生命なし
 - ヒト, 他の哺乳類, 鳥類, 爬虫類, 両生類, 節足動物, 植物, 微生物等々, ほぼすべて水がないと生存できない
 - ただし砂漠に住むネムリユスリカは水なしでも数ヶ月生存可能(ボウフラの時点で体内の水分の97%をゆっくり失うとクリプトビオシスという状態になり死なない)
 - クマムシも同様に乾眠中は何ヶ月も水なしで生存可能
 - 他の惑星で生命を探索するときは, まず水を探す
 - 生命は化学反応の連続なので, 反応の場(溶媒)としての水が必須
 - 人体の60%は水できている
 - 絶食は1週間でも可能だが, 水なしでは2日も保たない
- 古代文明は大河により豊かな水の供給があったところで大規模な農耕が始まることで栄えた: ナイル川, インダス川, チグリス/ユーフラテス川, 黄河
- 産業革命にも水は必須だった
- 国連持続可能な開発目標 (2015) の Goal 6「すべての人に飲み水と下水道へのアクセスを確保する」

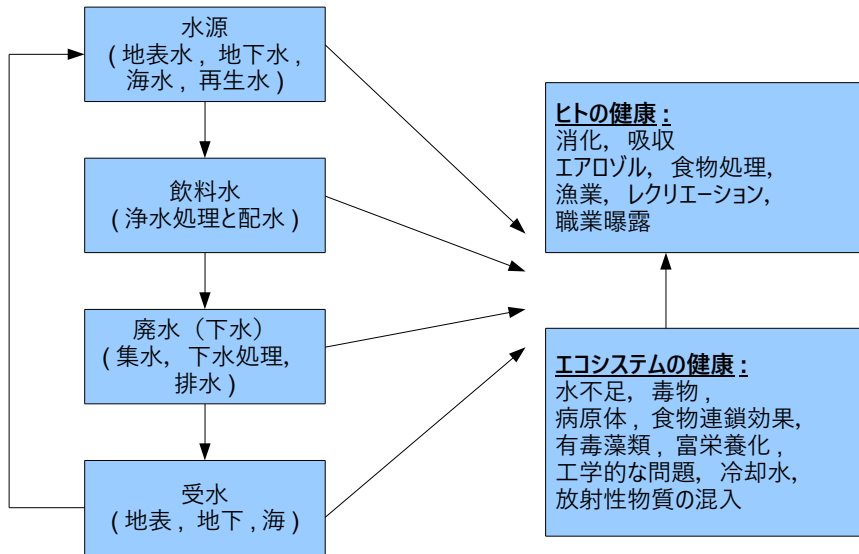


<https://www.unwater.org/publications/sdg-6-infographics/>

水循環 (単位: Tt)



水と健康のつながり



定義

- 淡水の供給源 (EPA, 2007)
 - 地表水：大気に接しているすべての水（川，湖，ため池，池，小川，海，干潟，等）
 - 地下水：地球の表面より下で見つかる淡水の供給源（通常は，井戸や泉を供給する帯水層）
 - 地下水は地表水の影響を直接受ける（昆虫や微生物等が大量発生すると水質が急速に変化）
- 人類は水源を管理できる
 - 水源：処理コストを下げ，汚染を避けるためには，飲料水の水源の質が高いことが重要
 - ゴルフ場に散布された除草剤や殺虫剤が流れ込むことによる地表の水源の汚染
 - 地下水：土壌を浸透する間に水質が良くなると考えられてきたが，ヒトの活動のせいで必ずしも汚染フリーではない
 - 茨城県神栖町の井戸水砒素汚染問題（2005年）：不法投棄されたコンクリート塊からのジフェニルアルシン酸（ヒ素化合物）

水と健康に関わる主なトピック

- 有害化学物質による汚染（鉛毒，神栖の砒素，伊藤ハム東京工場周辺シアン化合物）
- 微生物と水→下水道整備により対処（ただし，海水が富栄養化し漁業に被害が出る場合も）
 - 下痢を起こす細菌（コレラ等）や原生動物（アメーバ等）
 - 住血吸虫等：漁師や子供が水べりでセルカリアに曝露，水路のコンクリ張りなどで貝を減らす対策は著効があるが環境保全にはマイナス
 - クリプトスポリジウム：飲料水から（耐塩素性がある）
 - <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kikikanri/01a.html>
 - レジオネラ：温泉や空調，散水，プール等から
 - <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/legionella/about.html>
 - <http://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/147.html>

対策

- 飲み水のハロゲンによる殺菌
 - 塩素処理→有効かつ安価な殺菌，但しトリハロメタン問題
 - フッ素処理→菌減少効果，但しフッ素添加練り歯磨きとの併用による斑状歯問題
- 飲み水のオゾンによる殺菌，消臭（高度処理）
- その他の浄水技術：日本ポリグルの浄化剤，パナソニックの光触媒など（下水処理によって富栄養化を防ぐよりも高度な処理が必要）
- 表層水の使用を止めて井戸（とくに深井戸）を掘り，ポンプで汲み上げて利用→南アジアで広く行われたが，地下水脈の変化などにより砒素中毒多発
 - アジア砒素ネットワーク
 - http://www.asia-arsenic.jp/top/?page_id=304

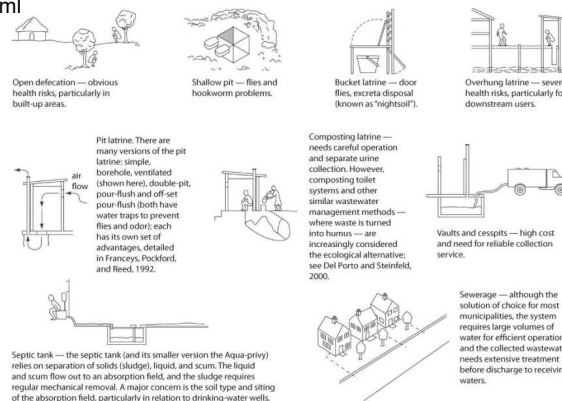


Figure 16.4 Sanitation Options

Source: Diagrams reproduced from Franceys, Pickford, & Reed, 1992. © World Health Organization.

水の枯渇：最大級の健康危機の1つ

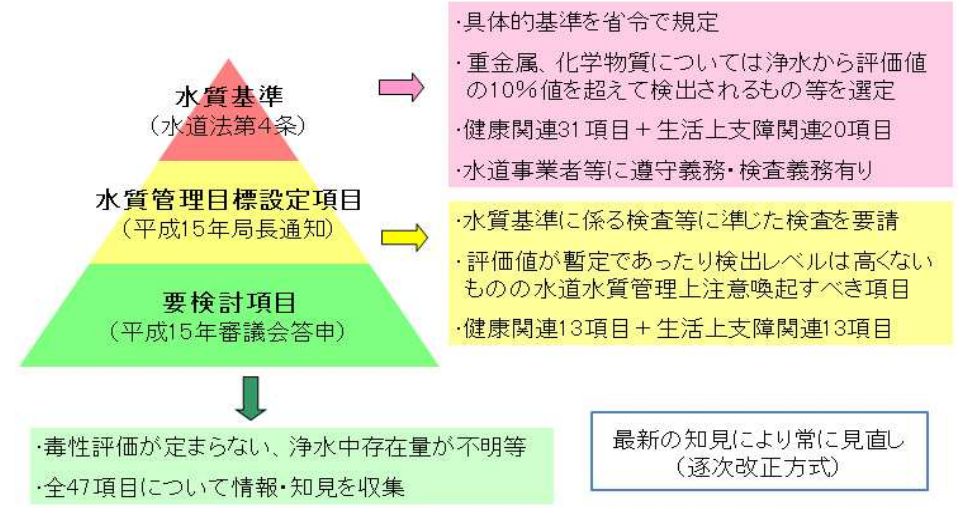
- 水は使えば枯渇する
 - 長期的視点：再生不可能資源の利用は有限。もし資源利用が再生より速ければ，どんな資源でもいつかは需要が供給を上回る。→どちらも持続不能（化石燃料同様）
 - 水の利用が再生より速く増加すると，いつかは枯渇する
 - 乾燥地帯では帯水層への水の再充填が遅い。米国のサウスダコタ州からテキサス州に渡る広大なオガララ帯水層は **448,000 km²** あり，米国で灌漑に利用されるすべての地下水の **30%** を供給し，北米の穀倉地帯を作ったが，遠い過去に蓄積された水なので，あと **20～30年** で枯渇する見込み
- 人口増加も水の枯渇の原因となる
 - 水の利用可能性，人口，水の利用法のバランス
 - 世界の国の **27%** は **2025年** までに水ストレス状態（1人当たり使える水が **1,700 t/年** 未満），**11%** は水枯渇（1人当たり使える水が **1,000 t/年** 未満）
 - ヨルダン川西岸やセイシェルでは使える水がないので輸入
 - 場所によって一人当たりの再生可能な淡水供給量は異なる：米国は **10,527 t/年**，ソマリアでは **1,787 t/年**
 - 米国での消費量は **1,654 t/年**（**46%** は産業用，**41%** は農業用，**13%** は家庭消費）；家庭消費（一人一日当たり **0.59 t**）のうち飲み水は **0.2%** のみ
- 農業用水の使用が水枯渇の最大原因

行政はどうすべきか

- 食物生産が灌漑に依存（とくに米国では）
 - 淡水利用は食糧確保，栄養，福利とリンク
 - 水枯渇については多くの行政への示唆がある
 - 大河／国境や州境を越えた帯水層
 - ある国や州での利用は下流の国や州に影響
 - ダムを造ると下流で水を（農業等に）利用していた人に悪影響
 - 政治的な「水のホットスポット」：ナイル，チグリス・ユーフラテス，インダス，ガンジス，ヨルダン，パラナ（パラグアイ），リオグランデ，コロラド
 - 「水資源戦争」が起こっている
- 水を介して広まる疾病の負荷
- 安全な飲み水の需要
 - 処理技術（塩素処理を含む。副産物としてのトリハロメタンにも留意）・水源管理ニーズ（cf. ソロモン諸島の例）
- 水道管の劣化と人口減少への対処という主旨で，水道法が改正され，民間企業参加が可能に（地方自治体の判断）。安全性の確保が重要。しかし利潤を上げることが目的とする民間企業によって，公営より安く水道管置き換えができるわけではない。

水質基準

- 水道水の水質基準（厚労省，下図参照）：厳しい
- 水質汚濁に係る環境基準（環境省）：公共用水域の水質汚濁に係る環境基準→人の健康の保護および生活環境の保全が目的。測定方法や達成期間，見直しも規定。生活環境は河川／湖沼／海が別の表
- 一律排水基準（環境省令，水質汚濁防止法，有害物質＋その他）



水質基準項目と基準値(51項目)

<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html>

- 水道水は，水道法第4条の規定に基づき，「水質基準に関する省令」で厚生労働省が規定する水質基準に適合する必要あり（↓2015.4.1.施行）

| 項目 | 基準 | 項目 | 基準 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|
| 一般細菌 | 1mlの検水で形成される集落数が100以下 | 総トリハロメタン | 0.1mg/L以下 |
| 大腸菌 | 検出されないこと | トリクロロ酢酸 | 0.03mg/L以下 |
| ガドミウム及びその化合物 | ガドミウムの量に関して、0.003mg/L以下 | プロモジクロロメタン | 0.03mg/L以下 |
| 水銀及びその化合物 | 水銀の量に関して、0.0005mg/L以下 | プロモホルム | 0.09mg/L以下 |
| セレン及びその化合物 | セレンの量に関して、0.01mg/L以下 | ホルムアルデヒド | 0.08mg/L以下 |
| 鉛及びその化合物 | 鉛の量に関して、0.01mg/L以下 | 亜鉛及びその化合物 | 亜鉛の量に関して、1.0mg/L以下 |
| ヒ素及びその化合物 | ヒ素の量に関して、0.01mg/L以下 | アルミニウム及びその化合物 | アルミニウムの量に関して、0.2mg/L以下 |
| 六価クロム化合物 | 六価クロムの量に関して、0.05mg/L以下 | 鉄及びその化合物 | 鉄の量に関して、0.3mg/L以下 |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04mg/L以下 | 銅及びその化合物 | 銅の量に関して、1.0mg/L以下 |
| シアン化物イオン及び塩化シアン | シアンの量に関して、0.01mg/L以下 | ナトリウム及びその化合物 | ナトリウムの量に関して、200mg/L以下 |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10mg/L以下 | マンガン及びその化合物 | マンガンの量に関して、0.05mg/L以下 |
| フッ素及びその化合物 | フッ素の量に関して、0.8mg/L以下 | 塩化物イオン | 200mg/L以下 |
| ホウ素及びその化合物 | ホウ素の量に関して、1.0mg/L以下 | カルシウム、マグネシウム等(硬度) | 300mg/L以下 |
| 四塩化炭素 | 0.002mg/L以下 | 蒸発残留物 | 500mg/L以下 |
| 1,4-ジオキササン | 0.05mg/L以下 | 陰イオン界面活性剤 | 0.2mg/L以下 |
| シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン | 0.04mg/L以下 | ジオオキシベンゼン | 0.0001mg/L以下 |
| ジクロロメタン | 0.02mg/L以下 | 2-メチルイソボルネオール | 0.0001mg/L以下 |
| テトラクロロエチレン | 0.01mg/L以下 | 非イオン界面活性剤 | 0.02mg/L以下 |
| トリクロロエチレン | 0.01mg/L以下 | フェノール類 | フェノールの量に換算して、0.005mg/L以下 |
| ベンゼン | 0.01mg/L以下 | 有機物(全有機炭素(TOC)の量) | 3mg/L以下 |
| 塩素酸 | 0.6mg/L以下 | pH値 | 5.8以上8.6以下 |
| クロロ酢酸 | 0.02mg/L以下 | 味 | 異常でないこと |
| クロロホルム | 0.06mg/L以下 | 臭気 | 異常でないこと |
| ジクロロ酢酸 | 0.03mg/L以下 | 色度 | 5度以下 |
| ジブromクロロメタン | 0.1mg/L以下 | 濁度 | 2度以下 |
| 臭素酸 | 0.01mg/L以下 | (空白) | (空白) |

管理目標設定項目、要検討項目

(前掲厚生労働省 web ページ，農薬類別表も)

- 管理目標設定項目：水道水中での検出の可能性があるなど，水質管理上留意すべき項目（↓2015.4.1 施行）農薬類別表は2016.4.1～
- 要検討項目：毒性評価が定まらないことや，浄水中の存在量が不明等の理由から水質基準項目、水質管理目標設定項目に分類できない項目（↓2016.4.1 施行）

管理目標設定項目と目標値（26項目）

| 項目 | 目標値 | 項目 | 目標値 |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| アンチモン及びその化合物 | アンチモンの量に関して、0.02mg/L以下 | マンガン及びその化合物 | マンガンの量に関して、0.01mg/L以下 |
| ウラン及びその化合物 | ウランの量に関して、0.002mg/L以下(暫定) | 遊離炭酸 | 20mg/L以下 |
| ニッケル及びその化合物 | ニッケルの量に関して、0.02mg/L以下 | 1,1,1-トリクロロエタン | 0.3mg/L以下 |
| 1,2-ジクロロエタン | 0.004mg/L以下 | メチル・ブチルエーテル有機物等(過マンガン消費量) | 3mg/L以下 |
| トルエン | 0.4mg/L以下 | 臭気強度(TON) | 3以下 |
| フタル酸ジ(2-エチルヘキシル) | 0.08mg/L以下 | 蒸発残留物 | 30mg/L以上200mg/L以下 |
| 亜塩素酸 | 0.6mg/L以下 | 二酸化塩素 | 1度以下 |
| ジクロロアセトニトリル | 0.01mg/L以下(暫定) | pH値 | 7.5程度 |
| 抱水コロラール | 0.02mg/L以下(暫定) | 腐食性(ランゲリア指数) | -1程度以上とし、極力0に近づける |
| 農薬類(別表参照) | 検出値と目標値の比の和として、1以下 | 従属栄養細菌 | 1mlの検水で形成される集落数が2,000以下(暫定) |
| 残留塩素 | 1mg/L以下 | トリクロロエチレン | 0.1mg/L以下 |
| カルシウム、マグネシウム等(硬度) | 10mg/L以上100mg/L以下 | アルミニウム及びその化合物 | アルミニウムの量に関して、0.1mg/L以下 |

要検討項目と目標値（47項目）

| 項目 | 目標値(mg/L) | 項目 | 目標値(mg/L) |
|-------------------|--------------|-----------------------|-------------------|
| 鉛及びその化合物 | 0.01 | フルル酸フルベンジル | 0.0008(暫定) |
| バリウム及びその化合物 | 0.7 | ミクロキスチン-LR | 0.0006(暫定) |
| ビスマス及びその化合物 | - | 有機すず化合物 | 0.0006(暫定)(TBTCo) |
| モリブデン及びその化合物 | 0.07 | クロモクロロ酢酸 | - |
| アクリル酸 | 0.0005 | クロロジクロロ酢酸 | - |
| アクリル酸 | - | ジブromクロロ酢酸 | - |
| 17-β-エストラジオール | 0.00008(暫定) | プロモ酢酸 | - |
| エチル・エストロジオール | 0.00002(暫定) | ジブrom酢酸 | - |
| エチレンジアミン四酢酸(EDTA) | 0.5 | トリクロロアセトニトリル | - |
| エデコクロロドリン | 0.0004(暫定) | プロモアセトニトリル | - |
| 塩化ビニル | 0.002 | ジブromアセトニトリル | - |
| 酢酸ビニル | - | ジブromアセトニトリル | 0.06 |
| 2,4-ジシアニルエタン | - | アセトアルデヒド | - |
| 2,6-ジシアニルエタン | - | MX | 0.001 |
| N,N-ジメチルアニリン | - | キレシン | 0.4 |
| スチレン | 0.02 | 過塩素酸 | 0.025 |
| ダイオキシン類 | 1pgTEQ/L(暫定) | パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOA) | - |
| トリエチレングリコール | - | パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOA) | - |
| ニルフェノール | 0.3(暫定) | ニトロジメチルアミン(NDMA) | 0.0001 |
| ビスフェノールA | 0.1(暫定) | アミン | 0.001 |
| トリブタン | - | ネギン | 0.0001 |
| 1,2-ブタジエン | - | 1,2,3-トリクロロベンゼン | 0.02 |
| 1,3-ブタジエン | - | ニトロ三酢酸(NTA) | 0.2 |
| フルル酸ジ(α-ブチル) | 0.01(空白) | フルル酸ジ(α-ブチル) | (空白) |

