

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

生命における水の役割

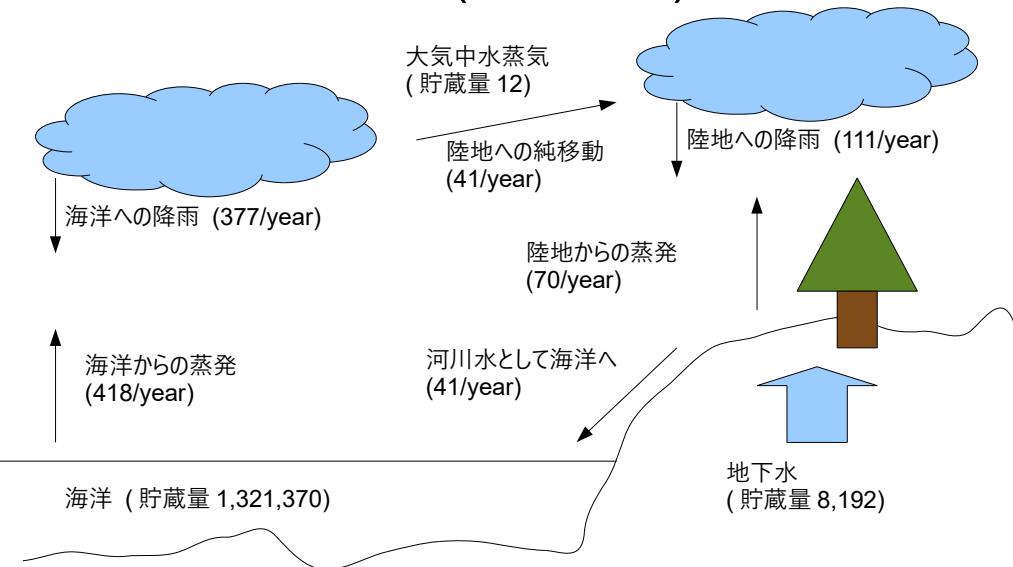
- 水なくして生命なし
 - ヒト、他の哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、節足動物、植物、微生物等々、ほぼすべて水がないと生存できない
 - ただし砂漠に住むネムリュスリカは水なしでも数ヶ月生存可能(ボウフラの時点で体内の水分の97%をゆっくり失うとクリプトビオシスという状態になり死ない)
 - クマムシも同様に乾眠中は何ヶ月も水なしで生存可能
 - 他の惑星で生命を探索するときは、まず水を探す
 - 生命は化学反応の連続なので、反応の場(溶媒)としての水が必須
 - 人体の60%は水でできている
 - 絶食は1週間でも可能だが、水なしでは2日も保たない
- 古代文明は大河により豊かな水の供給があ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」



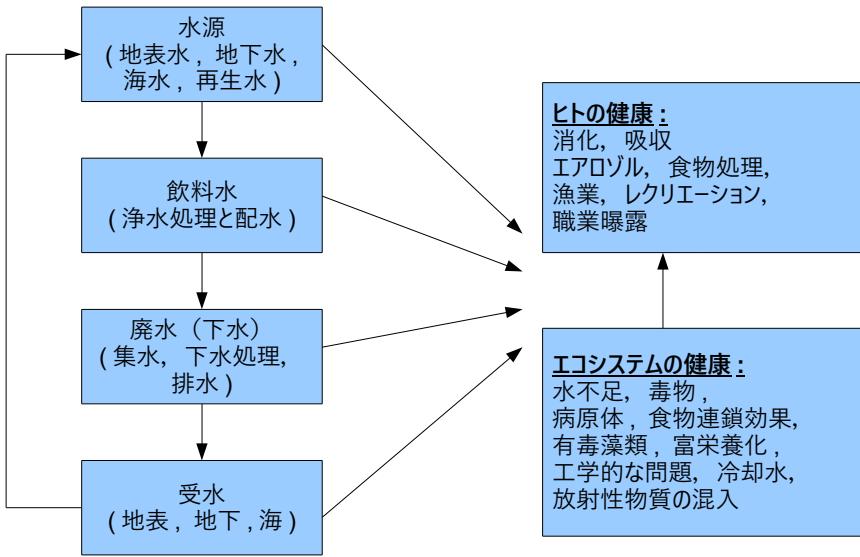
web 上の参考情報

- 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=332AC00000000177
- 水質基準 http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=415M60000100101
- 下水道法 http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=333AC00000000079
- 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/sewerage/>
- 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 東京カンブリア宮殿 <http://www.tv-tokyo.co.jp/cambria/backnumber/20150319.html>

水循環 (単位: Tt)



水と健康のつながり



水と健康に関する主なトピック

- 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, 海水が貧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
 - クリプトスピリジウム:飲料水から(耐塩性がある)
 - <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→う歯減少効果, 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:日本ボリグルの浄化剤, 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

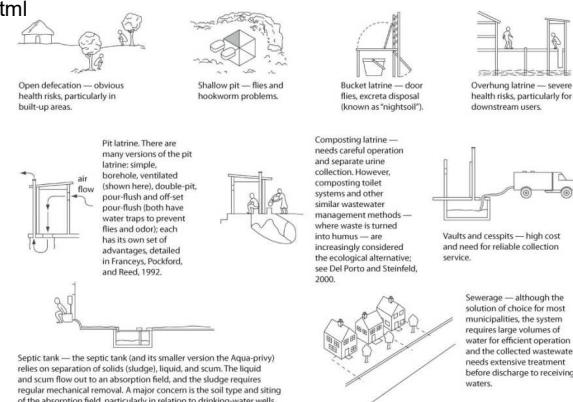


Figure 16.4 Sanitation Options

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

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, 干渉, 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
 - 世界の国々の **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帶水層
 - ・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的負荷
- ・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応という主旨で、水道法が改正され、民間企業参入が可能に（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を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がない。

水質基準項目と基準値(51項目)

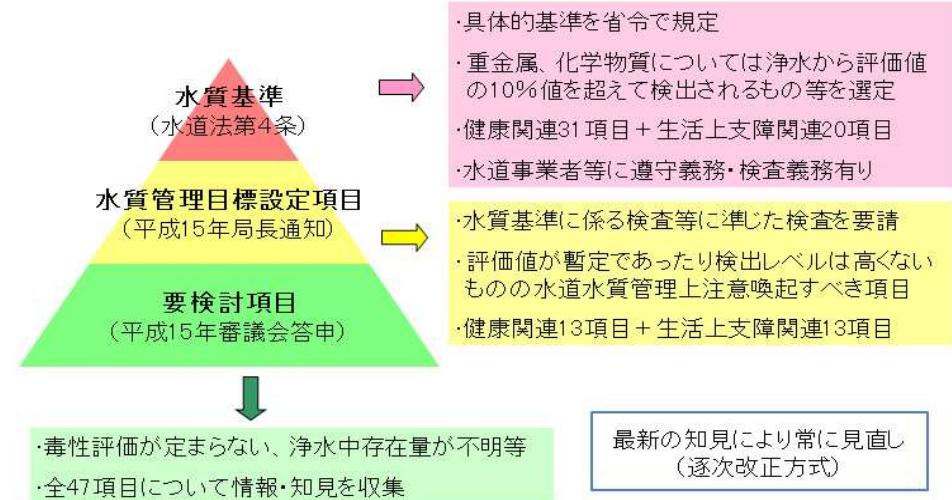
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html>

- ・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	検出されないと	トリクロロ酢酸	0.03mg/L以下
カドミウム及びその化合物	カ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	0.05mg/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
シアノ化物イオン及び塩化アン	シアノの量に関して、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	カリウム、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-ジオキサン	0.05mg/L以下	陰イオン界面活性剤	0.2mg/L以下
ジメチルジクロロエチレン及び	0.04mg/L以下	ジェオスミン	0.00001mg/L以下
トライ-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L以下	2-メチルイソボルネオール	0.00001mg/L以下
ジクロロメタン	0.02mg/L以下	非イオン界面活性剤	0.02mg/L以下
テトラクロロエチレン	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
トリクロロエチレン	0.01mg/L以下	有機物全有機炭素(TOC)の量	3mg/L以下
ベンゼン	0.01mg/L以下	pH値	5.8以上6.6以下
塩素酸	0.6mg/L以下	味	異常でないこと
クロロ酢酸	0.02mg/L以下	臭気	異常でないこと
クロロホルム	0.06mg/L以下	色度	5度以下
ジクロロ酢酸	0.03mg/L以下	濁度	2度以下
ジクロモクロロメタン	0.1mg/L以下	(空白)	(空白)
臭素酸	0.01mg/L以下		

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）



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、0.1mg/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- <i>n</i> -ブチルエーテル	0.02mg/L以下
トルエン	0.4mg/L以下	有機溶剤(過マングン酸カリウム消費量)	3mg/L以下
ジクロロアセトニトリル	0.08mg/L以下	臭気強度(TON)	3以下
亜塙素酸	0.6mg/L以下	蒸発残留物	30mg/L以上200mg/L以下
2,6-ジミクロン	-	2,6-ジミクロン	-
2,6-ジミクロン	-	キシリソ	0.4
スチレン	-	過塙素酸	0.025
ダイオキシン類	1pg TEQ/L(暫定)	パーカー油オクタノルホル	-
ビスフローリル	0.3(暫定)	ン酸IPPO	-
トリエチレントラミン	0.1(暫定)	トリエチレントラミン(PEO)	-
ジメチルアセトニトリル	-	DMA	-
抱水クローラー	0.02mg/L以下(暫定)	ジメチルジメチルアミン(N-	0.0001
農業類(別表参照)	検出値と目標値の比の和として、1以下	ジメチルジメチルアミン(N-	0.0001
残留塙素	1mg/L以下	ジメチルジメチルアミン(N-	0.0001
カルシウム、マグネシウム等(硬度)	1-ジクロロエチレン	ジメチルジメチルアミン(N-	0.0001
ジクロロ酢酸	10mg/L以上100mg/L以下	ジメチルジメチルアミン(N-	0.0001
ジクロモクロロメタン	(空白)	ジメチルジメチルアミン(N-	0.0001
臭素酸	(空白)	ジメチルジメチルアミン(N-	0.0001

要検討項目と目標値（47項目）

環境省・水質汚濁に関する環境基準
<http://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>

<http://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>

項目	基準値	測定方法
カドミウム	0.003mg/L 以下	日本工業規格K0102(以下「規格」という。)55.2、55.3又は55.4に定める方法
全シアン 鉛	検出されないこと。 0.01mg/L 以下	規格38.1.2及び38.3に定める方法、規格38.1.2及び38.3に定める方法又は規格38.1.2及び38.5に定める方法
六価クロム	0.05mg/L 以下	規格65に定める方法(ただし、規格65.2.6に定める方法により海水は海水を測定する場合にあっては、日本工業規格K0170-7の6の(a)又は(b)に定めた操作を行なう。)
硫酸	0.01mg/L 以下	規格61.6、61.3又は64.4に定める方法
純水銀	0.0005mg/L 以下	付表IIに掲げる方法
アルキル水銀	検出されないこと。	付表IIに掲げる方法
PCB	検出されないこと。	付表IIに掲げる方法
クロロメタタン	0.02mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は53.2に定める方法
四塩化炭素	0.002mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、53.1、54.1又は5.5に定める方法
1,2-ジクロロエタン	0.04mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、53.1又は53.2に定める方法
1,1-ジクロロオブチル	0.1mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は53.2に定める方法
3-ブチルジクロロエタン	0.04mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は53.2に定める方法
1,1,1-トリクロロエタノン	1mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、53.1、54.1又は5.5に定める方法
1,1,2-トリクロロエタノン	0.06mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、53.1、54.1又は5.5に定める方法
トドクロロエチレン	0.01mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、53.1、54.1又は5.5に定める方法
テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、53.1、54.1又は5.5に定める方法
1,3-ジクロロプロパン	0.002mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は53.2に定める方法
チラム	0.006mg/L 以下	付表IIに掲げる方法
シマンジ	0.003mg/L 以下	付表IIの第1又は第2に掲げる方法
チベンカルボル	0.02mg/L 以下	付表IIの第1又は第2に掲げる方法
ペゼン	0.01mg/L 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は53.2に定める方法
セレン	0.01mg/L 以下	規格67.2、67.3又は57.4に定める方法
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	10mg/L 以下	硝酸性窒素又は亜硝酸性窒素又は総硝酸性窒素を規格43.2.1、43.3.3、43.2.5又は43.2.6に定める方法、 総硝酸性窒素又は規格43.1に定める方法
ふつ素 ヨウ素	0.8mg/L 以下 1mg/L 以下	規格34.1若しくは34.4に定める方法又は規格34.1c(第16条第3項を除く。)に定める方法(懸濁物質又はインク等のマグナードで妨害となる物質が混在しない場合にあっては、これを省略することができる。)及び付表IIに掲げる方法
4-ジオキサン	0.05mg/L 以下	付表IIに掲げる方法

地球規模の気候変動と水

- 地球規模の気候変動は水に影響
 - 地球温暖化→海洋からの蒸発増加→大気中水蒸気增加→降雨増加→台風や洪水など気象による自然災害の増加
 - 正のフィードバックループがある（水循環）
 - 水枯渇の負荷がかかる地域が移動する
 - 乾燥地帯は利益あり
 - 山頂の万年雪に水資源を依存している山岳地帯では水枯渇

一律排水基準

<http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>

• 有害物質（

その他の物質（↓）

有害物質の種類	許容限度	その他物質	許容限度
カドミウム及びその化合物	0.03mg Cd/L	pH(海域以外)	5.8以上8.6以下
シアノ化合物	1 mg CN/L	pH(海域)	5.0以上9.0以下
有機塩化化合物(バラチオン、メチルバラチオン、メチルジシアン及びEPNに限る。)	1mg/L	生物化学的酸素要求量(BOD)	(日間平均 120mg/L)
鉛及びその化合物	0.1 mg Pb/L	化学的酸素要求量(COD)	(日間平均 120mg/L)
六価クロム化合物	0.5 mg Cr(VI)/L	浮遊物質量(SS)	(日間平均 150mg/L)
砒素及びその化合物	0.1 mg As/L	(ノルマルヘキサン抽出物含有量) (動植物油脂含有量)	5mg/L
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.005 mg Hg/L	(ノルマルヘキサン抽出物含有量) (動植物油脂含有量)	30mg/L
アルキル水銀化合物	検出されないこと	フェノール類含有量	30mg/L
ボリ塩化ビフェニル	0.003mg/L	銅含有量	3mg/L
トリクロロエチレン	0.1mg/L	亜鉛含有量	2mg/L
テトラクロロエチレン	0.1mg/L	溶解性鉄含有量	10mg/L
ジクロロメタン	0.2mg/L	溶解性マンガン含有量	10mg/L
四塩化炭素	0.02mg/L	クロム含有量	2mg/L
1,2-ジクロロエタン	0.04mg/L	大腸菌群数	日間平均 3000個/cm ³
1,1-ジクロロエチレン	1mg/L	重金属含有量	120mg/L
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4mg/L	（日間平均 60mg/L）	
1,1,1-トリクロロエタン	3mg/L	燐含有量	16mg/L
1,1,2-トリクロロエタン	0.06mg/L	（日間平均 8mg/L）	
1,3-ジクロロプロパン	0.02mg/L		
チカラム	0.06mg/L		
シマジン	0.03mg/L		
オオベンカルブ	0.2mg/L		
ベンゼン	0.1mg/L		
セレン及びその化合物	0.1 mg Se/L		
ほう素及びその化合物	癡域以外の公共用水域に 検出されるもの： 癡域に検出されるもの：	10 mg B/L 230 mg B/L	
ふつ素及びその化合物	痴域以外の公共用水域に 検出されるもの： 痴域に検出されるもの：	8 mg F/L 15 mg F/L	
アンモニア・アンモニウム等 無機化合物及び硝酸性窒素 化合物	アンモニア性窒素に0.4を乗 じて得たもの 無機性窒素及び硝酸性 窒素の合計量：	100mg/L	
1,4-ジオキサン	0.5mg/L		

ヒトへの影響

- 水循環動態はヒトの活動により大きく変わる（ダム建設、運河建設等）
 - 生態系の生物的・化学的構成要素を完全に変えてしまうこともある
 - 富栄養化、酸素枯渇（青潮等）、魚の大量死
 - 工学的水利用も大きな健康影響が出ることがある
 - ダムと灌漑→貝の増加→住血吸虫流行
 - 運河建設→極端な洪水のリスク→経済損失
 - 排水管設置（下水道の暗渠化）→野生の水鳥や魚の生息場所減少→経済損失、長期的にはヒトへの悪影響も？
 - 水の汚染物質
 - 化学物質（例：砒素、水銀、PCB、油類、クロロフォルム、塩分）
 - 自然起源（窒素、フッ素、砒素等）と人為的起源（とくにPOPs）がある
 - マイクロプラスティック汚染（河川水由来の水道水、ペットボトルの水など。 <https://toyokeizai.net/articles/-/236346>）
 - 生物学的汚染（例、細菌、ウイルス、原虫）：ヒトや動物の尿尿を含む多様なソースから→水が原因の病気のアウトブレイクが起こることもある（クリプトスピリジウム症、病原性大腸菌O157、古典的にはコレラなども）
 - 化学物質についても生物学的汚染についても、毎年の蓄積量、既に環境中に溜まっている量、生物濃縮に注意