

第95回研究会

人類は奇跡の水を枯らすのか

縮小社会研究会 理事 尾崎雄三

2026年3月1日

奇跡の水 化学的特性

1) 水素と酸素から構成されている＝生物体の構成元素

生物体(ヒト)構成主元素は水素, 炭素, 酸素, 窒素 + リン, イオウ

植物は, 水と炭酸ガスから光合成により炭水化物(デンプン)を合成→穀物

2) 多種多様な物質を溶かし込む能力がある

糖類(ブドウ糖など), アミノ酸, 塩分, 脂肪酸, 炭酸ガス, 他

油脂・・・乳濁液(油脂の水分散液:牛乳など)＝微粒子状で溶ける

3) 常温(20°C)で粘度が低く, 流動しやすい液体である

動物の体液(血液)＝水主成分・・・毛細血管の末端まで栄養, 酸素を輸送

植物・・・水⇒根→茎・幹→葉, 葉→根 養分を輸送

4) β デンプンを α デンプンに変える⇒分解してグルコース生成

穀物(コメ, 麦など)のデンプンは β デンプン・・・そのままでは消化・吸収しにくい

水と加熱すると α デンプンになり, 消化・吸収が容易になる

奇跡の水 熱的特性, 環境的特性

熱的特性

冷却・保温に適した熱特性を持つ

・融解熱(氷→水)	335 kJ/kg	水の貯留(氷河, 雪)
・比熱	4.2 kJ/kg	機械・装置の冷却 海水は気温変化を緩衝
・気化熱(蒸発熱: 水→水蒸気)	2442 kJ/kg	体温冷却

環境特性

土の形成

- ・水の比重=1 ……岩石(比重=2.5~3.5)に近い
- ・鉱物(無機化合物)との親和性が高い

地球上に大量に存在し, 大気中で水循環を形成する

人体の水

人体の水分 成人 60～65% (脳 75%)

・細胞外液(血液, リンパ液など:水分90%) 水=輸送媒体

血液の役割 配達・・・酸素, 糖分, アミノ酸・タンパク質, 脂肪

回収・・・炭酸ガス, アンモニア(尿素) →体外へ排出

・細胞内液 水=化学反応媒体(溶媒)

タンパク質合成

アミノ酸などの移動に水は不可欠

エネルギー発生(クエン酸サイクルなど)

光合成(植物細胞)

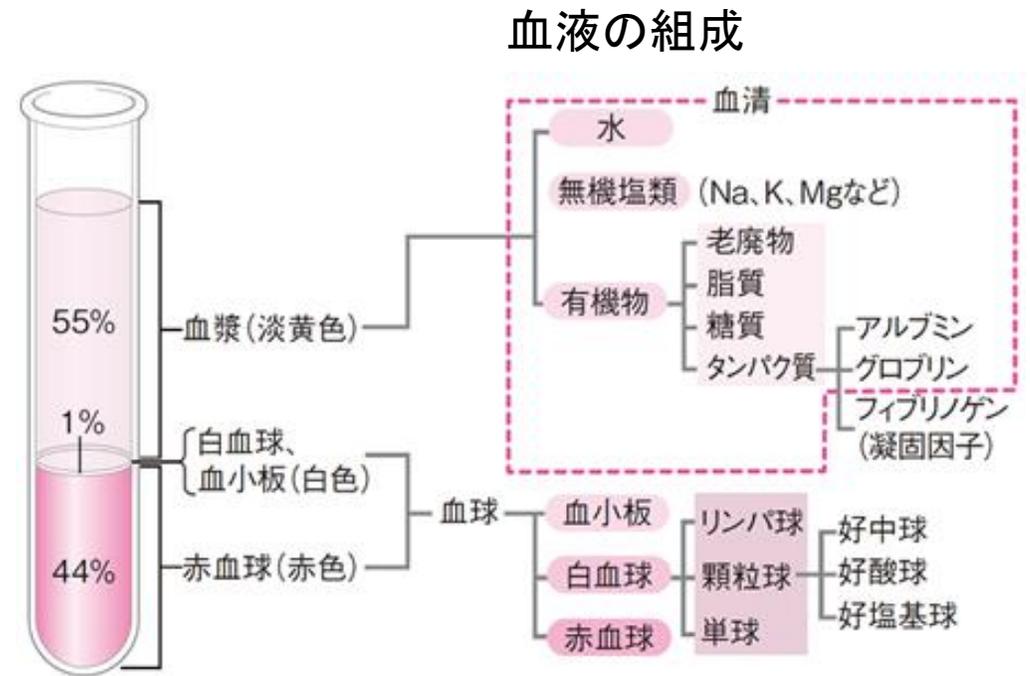
人体の水分の喪失→脱水症状

約10%喪失 筋肉の痙攣, 腎不全

約20%喪失 死亡

水摂取なしでの生存・・・3～7日

水分過剰→むくみなど体調不良



なぜ人に水は必要か(1)

1) 飲食

水なし嚥下は不可能

調理(人間特有)

α デンプン→消化(加水分解)によりグルコース生成・・・特に脳のエネルギー源

2) 排泄

体内生成不要分の排出なくして人間・動物の生存は不可能

大便 水分 80% (固形物: 食物消化残渣, 腸内細菌, 剥落腸粘膜・・・各約1/3)

下痢・・・90%, 便秘・・・70%

尿 水分 98% 尿素 2%

汗 水分 99%

〈体内の水分交換〉

汗, 大小便, 呼気で排出される量は補充が必要・・・体内水分交換量=1日当たり2~3 L

必要飲料水摂取量 ... 食品中の水分, 代謝生成水分を除くと1.3 L

なぜ人に水は必要か(2)

3) 体温調節(定温動物)

人間の深部体温 $37 \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$

35°C 以下 ……低体温症 対応:衣類着用, 室内, カロリー摂取など

37.5°C 以上……熱中症 対応:発汗による冷却(水の蒸発熱)

40°C 以上……危険体温

地球温暖化により増加する熱中症の危険性増加

指標=WBGT(湿球黒球温度指数)……湿度の影響考慮

$= (\text{乾球温度}) \times 0.1 + (\text{湿球温度}) \times 0.7 + (\text{黒球温度}) \times 0.2$

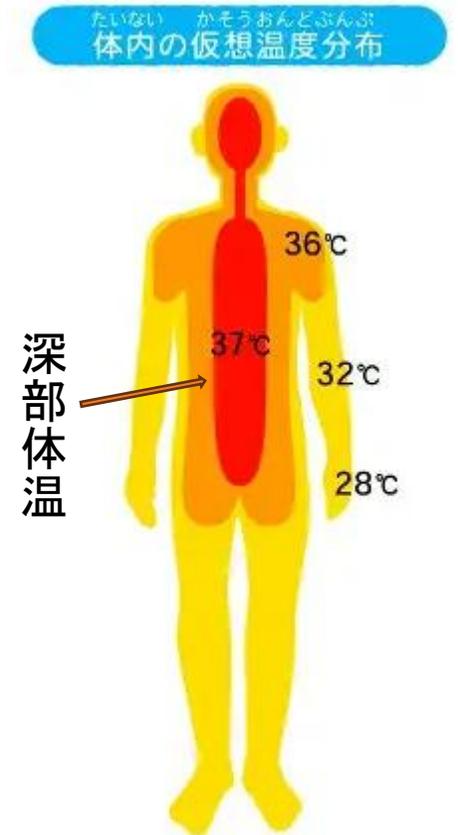
31以上 危険(環境省)

34 人の耐えられる上限 気温 31°C , 湿度100%

(Applied Physiology, 2022年6月28日)

気温 40°C , 湿度45% (屋外)

人……高温に弱い(深部体温との差) 気温 $-13^\circ\text{C} \Rightarrow 50^\circ\text{C}$, 気温 $40^\circ\text{C} \Rightarrow 3^\circ\text{C}$



土の形成

土(土壌)

陸地の表面を覆う鉱物粒子、有機物、気体、水溶液、生物の混合物
・植物や微生物, 昆虫, ミミズなど生育→生物循環の場所

「土」の形成・・・1000年は必要

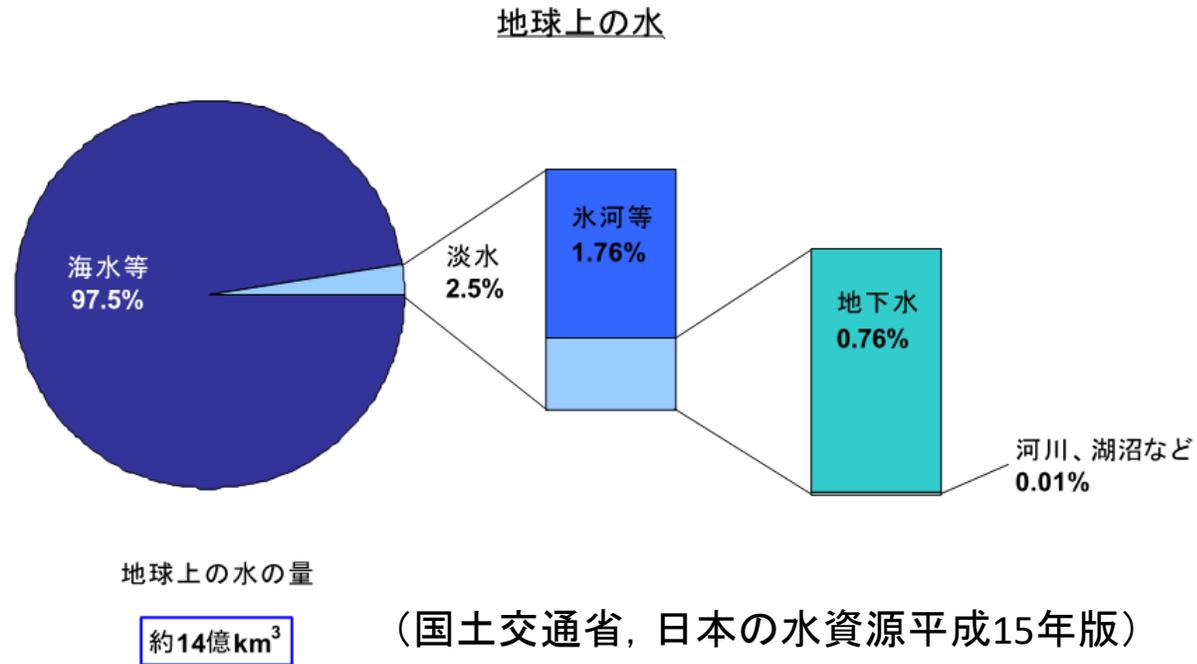
原初の地球 → 造山活動=山の形成 → 山構成岩石が風化
降雨の流水により流される→岩同士の間衝突・粉砕

岩石→礫(2mm以上)-砂(0.074mm以上)-シルト(0.005mm以上)-粘土・・・下流で堆積
3億6000万年前に植物が上陸・・・土の形成 以後, 徐々に生態系形成

水的作用

- 1)比重 水=1, 岩石=平均約3 浮力により岩石は流される
- 2)水と鉱物粒子表面の親和性の大きさ 水は粒子間の隙間に保持
⇒養分, ミネラルの溶解・・・植物, 微生物生育

地球上の水



地下水(礫, 砂の透水層に保持)

浅層地下水(不圧地下水)

深さ=20~30m

少なくとも下層は不透水層

深層地下水(加圧地下水)

深さ=50~60m以上

上層, 下層共に不透水層

化石水

数千~数万年前の地層堆積時に

閉じ込められた水

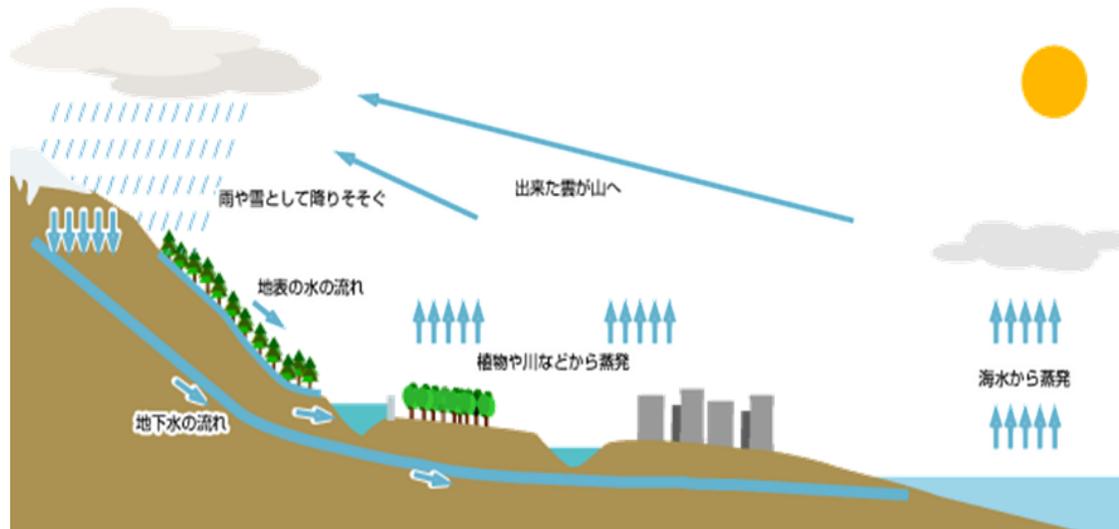
地下水の総量

内閣府「地下水の基礎と実態把握について」参照

氷河

融解し, 河川水や地下水になると利用可能

水の循環(蒸発と降雨)



喜多方市上下水道課HPより

<蒸発>

海からの蒸発 86 %
陸からの蒸発 14 %

<降雨>

海への降雨 78 %
陸への降雨 22 %

地球表面 陸:海=30:70

<総降水量>

世界 119,000 km³

日本 640 km³

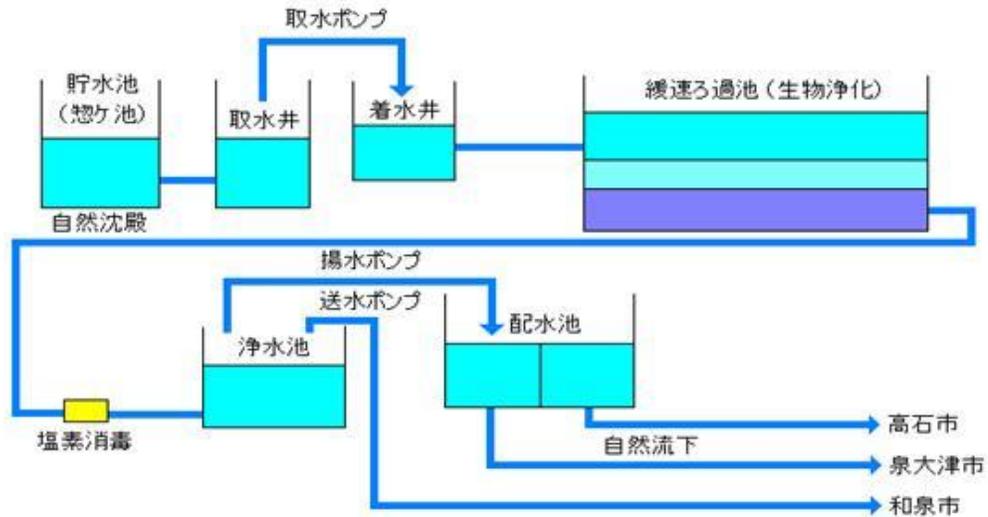
重要な点

- ・蒸発時に溶け込んでいる成分が除去され、純粋な水として降雨＝唯一の淡水供給源
- ・蒸発した水は別の場所で降雨・・・蒸発した場所には降らない
- ・蒸発熱の供給源＝太陽光

浄水の供給と廃水処理インフラ

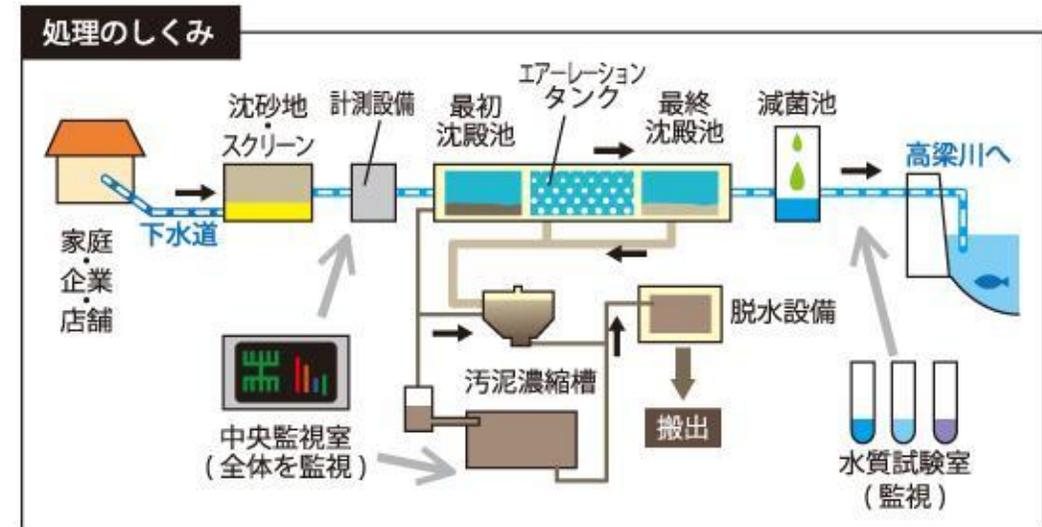
人が密集する都市に欠かせないインフラ 古代文明の都市でも整備

浄水(水道水)



泉北水道事業団website

廃水(下水)



下水処理施設(岡山県総社市website)

課題

- ・大都市ほど設備が巨大化
- ・供給, 回収の配管工事の費用負担
- ・設備の維持管理, 更新費用が巨額

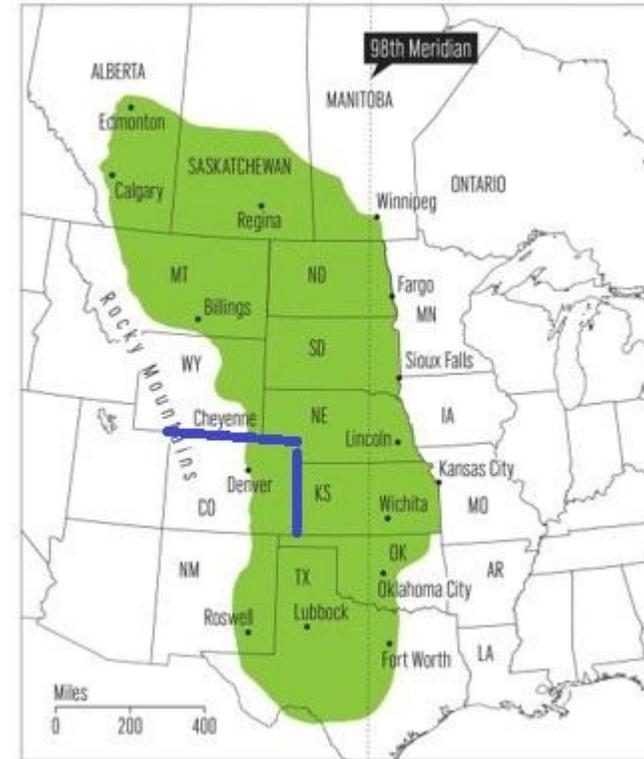
下水は肥料成分のリンを含む
リンは全量輸入
⇒汚泥を焼却処理すると大気中に飛散

オガララ帯水層とグレートプレーンズ

グレートプレーンズ



アメリカ地質調査所(USGS)

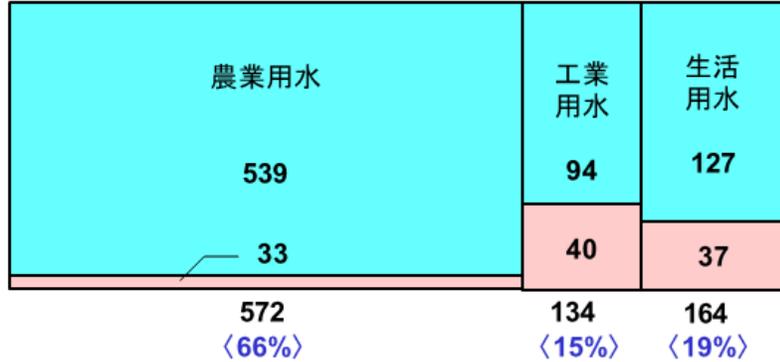


ネブラスカ大グレートプレーンズ
研究センターHP

水の消費

日本における現状

(単位: 億m³/年)



表流水
760

<87%>

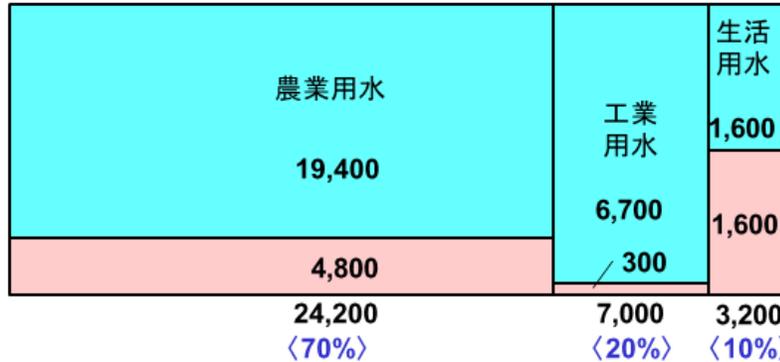
地下水
110

<13%>

資料: 国土交通省水資源部「平成15年版 日本の水資源」

世界における現状

(単位: 億m³/年)



表流水
27,700

<80%>

地下水
6,700

<20%>

資料: I.A. Shiklomanov「Assessment of Water Resources and Water Availability in the World」WMO、1996

生活用水

日本の割合が多い

$$164/1.2 = 136\text{m}^3/\text{人}$$

世界は地下水利用が半分

$$3200/58.4 = 55\text{m}^3/\text{人}$$

⇒日本では「浪費」

工業用水

日本では地下水が多いが、
世界では表流水が多い。

主用途は、冷却、洗浄

農業用水

日本も世界も約7割を消費

地下水利用は日本では5%，世界では約20%

・・・表流水が多い理由は水田が原因(推測)

水資源枯渇の危機

世界の現状

警告:「世界は『地球規模の水破産』という新たな段階に入った」

安全に管理された飲料水を利用できない人 約22億人(約25%)

少なくとも年1カ月以上深刻な水不足に直面する人 約40億人(約40%)

1990年代初頭以降世界の湖の半数超で水量減少発生

主要帯水層の約7割が長期的な水位低下傾向

(国連大学 水・環境・保健研究所 2026年1月20日)

水不足の影響が及んでいる 28億人(世界人口約70億人の40%: 2018年)

下水の80% ... 処理・再利用されずに生態系に垂れ流し

(国連広報センター2018年)

水資源枯渇が及ぼす最大の影響⇒農業...食料不足になれば争奪戦は不可避

水の枯渇(地下水, 氷河)

地下水

世界で枯渇進行

帯水層1700カ所・・・71%で水位低下→大半が0.1m/年低下

オガララ帯水層

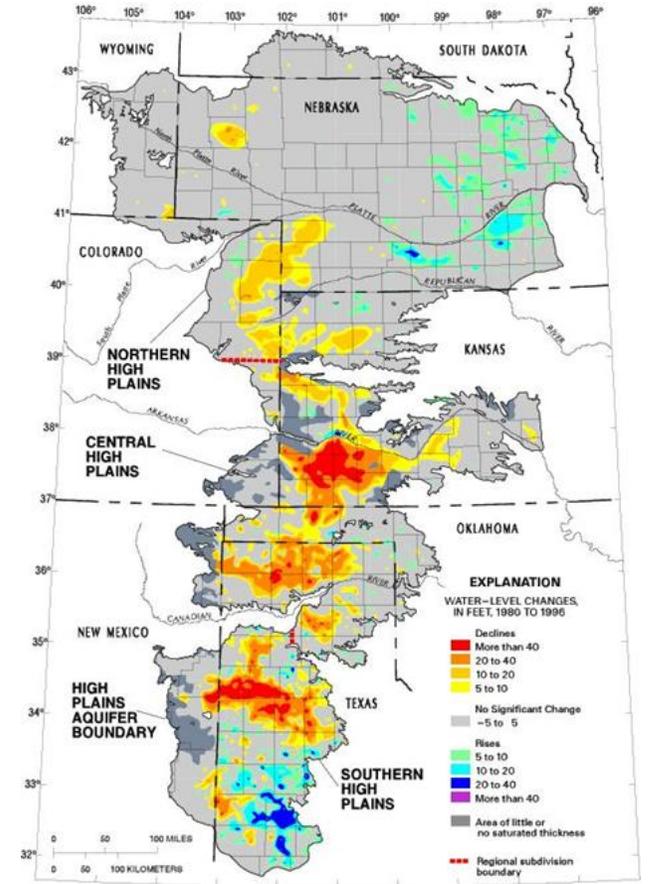
2050～2070年枯渇予測の所も

サウジアラビア(枯渇例)

1970年代から化石水利用灌漑農業開始

2016年生産停止・・・化石水枯渇

3～7.6 m低下 26%
7.6～15.2m低下 18%
15.2m以上低下 11%



出典USGS

氷河

氷河の融解(2100年までの体積喪失予測)

2050年温室効果ガス排出ゼロ達成	18% (IPCC)	25% (学術誌「The Cryosphere」)
現状で推移	36% (IPCC)	54% (「The Cryosphere」)
ヒマラヤ山系	現状で推移	80% (国際総合山岳開発センター(本部:カトマンズ))
		→20億人に影響

水資源枯渇進行の原因

① 使用量の増加

人口の増加	食料増産・・・農業用水の使用増加
	清潔, 快適の追求 風呂, シャワー, トイレ, etc
産業の発達	鉱工業 金属製錬・・・原鉱石は不純物多い→浮遊選鉱
	シェール採掘(フラッキング法: 水1.1万~1.5万m ³ /1坑使用)
	IT産業 半導体製造(20万t/日・1工場)
	サーバー冷却水(2019年米3州のデータセンター・・・870万t)

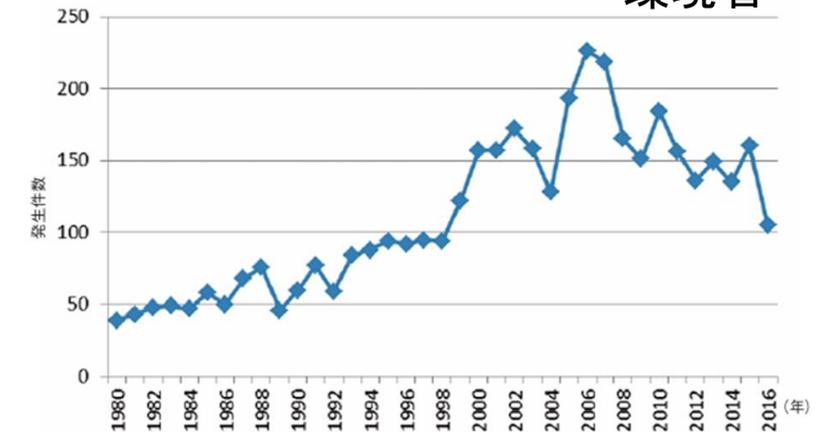
② 地球温暖化・・・豪雨と干ばつの増加

豪雨・洪水→雨水は使用前に海へ流入

③ 汚染の進行

下水	処理施設なし→河川流出, 地下浸透
鉱工業	金属製錬廃水 浮遊選鉱, 酸・アルカリ使用
シェール	酸などの薬品含有水
化学物質	PFAS, マイクロプラスチック

▶ 世界の洪水[※]発生件数の推移(1980~2016年) 環境省



※ 10人以上の死者、100人以上の被災者、緊急事態宣言、国際援助の呼びかけ、いずれかに該当した洪水

(出典・参考 37 から作成)

水の消費量

世界の人口と世界の取水量の推移



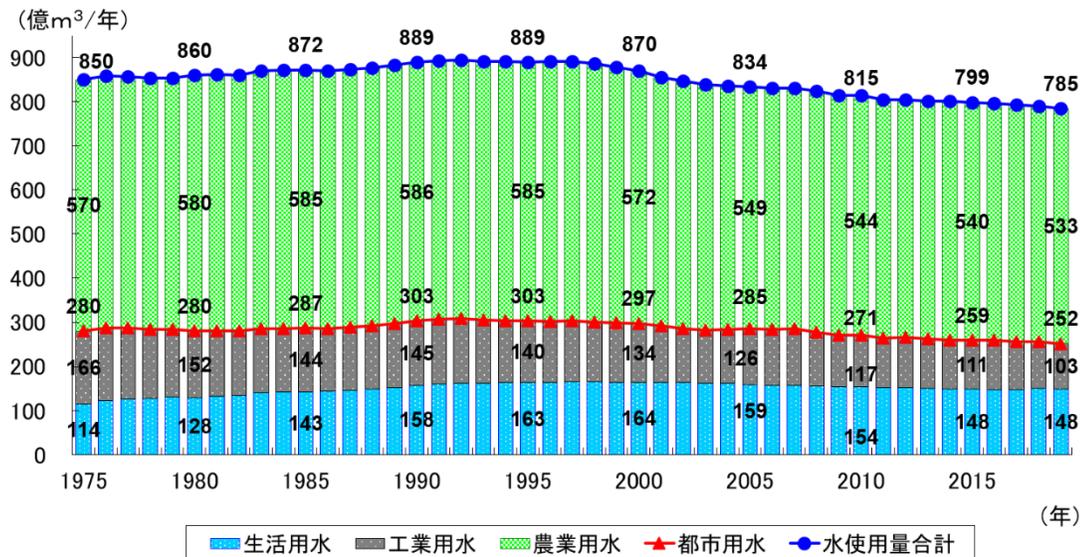
出典
UN, World Population Prospects
WORLD WATER RESOURCES AND THEIR USE a joint SHI/UNESCO project

1億人当たりの水消費量 (km³/億人)

1900年 $579/16.5 = 35.1$

1960年 $1382/25.4 = 54.4$

2000年 $3973/61.2 = 64.9$



- (注) 1. 国土交通省水資源部の推計による取水量ベースの値であり、使用後再び河川等へ還元される水量も含む。
2. 工業用水は従業員4人以上の事業所を対象とし、淡水補給量である。ただし、公益事業において使用された水は含まない。
3. 農業用水については、1981～1982年値は1980年の推計値を、1984～1988年値は1983年の推計値を、1990～1993年値は1989年の推計値を用いている
4. 四捨五入の関係で合計が合わないことがある。

全国の水使用量

日本の水使用量(2000年以降)

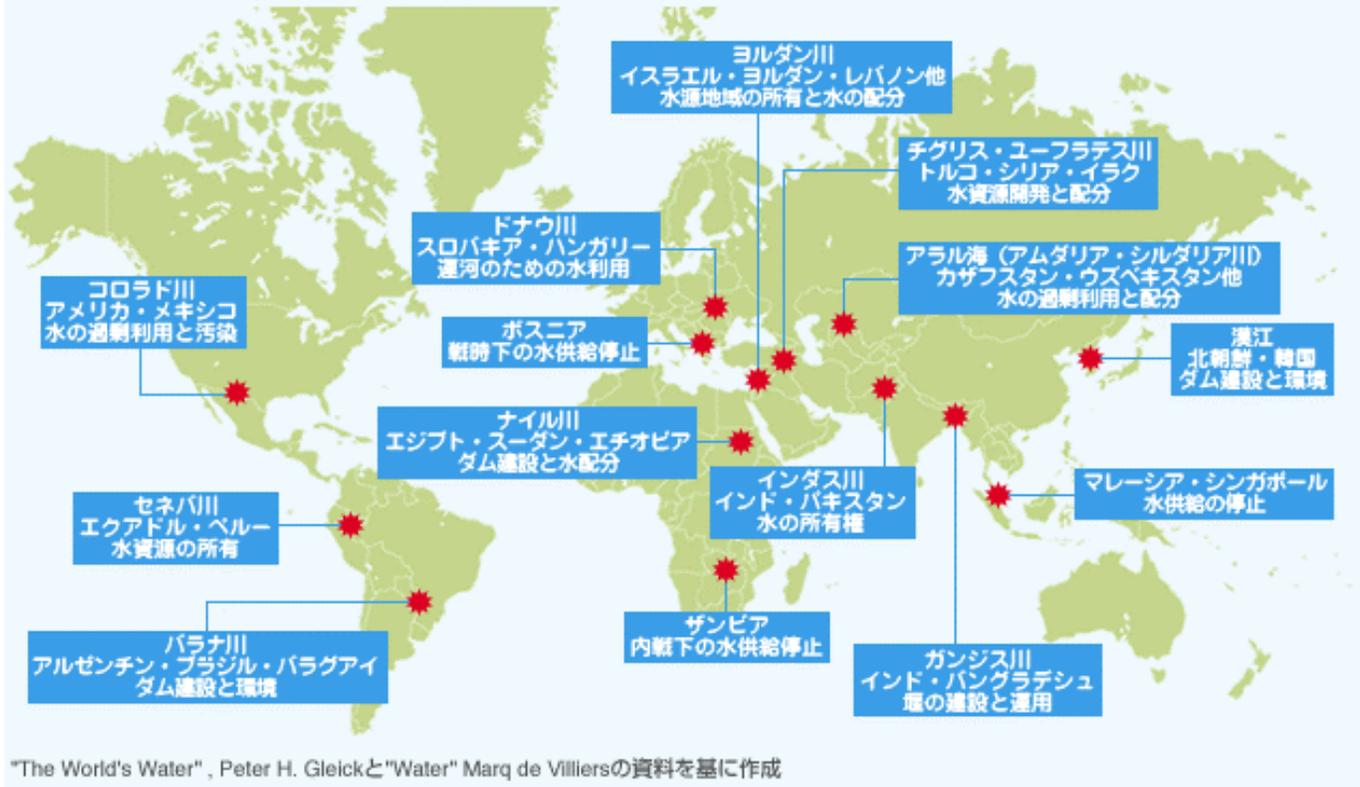
全体として減少傾向

農業用水減少・・・水田減少が原因か？

工業用水減少・・・製造業海外移転？

世界の水争い

世界各地の水紛争の例



国土交通省 「水資源問題の原因」より

世界の国際河川

国境を跨ぐ国際河川 260

国土内を国際河川が流れる国 145

- ヨルダン川
- チグリス・ユーフラテス川
- コロラド川
- ドナウ川 (2カ所)
 - スロバキア・ハンガリー, ボスニア
- アムダリア・シルダリア川
- 漢江
- セネバ川
- インドス川
- パラナ川
- ガンジス川
- ゼンビア
- マレーシア・シンガポール

水を巡る国際紛争

2026年世界の10大リスク(ユーラシアグループ) No. 10 水の武器化

紛争例

- メコン川 中国、ミャンマー、ラオス、タイ、カンボジア、ベトナム
・・・中国:景洪ダム他7つのダム建設
- プラマプトラ川 中国(チベット)、インド、バングラデシュ
・・・中国:チベットに巨大ダム建設開始
- ヨルダン川 イスラエル、パレスチナ自治区
地下帯水層は両国にまたがって存在・・・パレスチナは下流→水位低下・海水混入
- ナイル川 エチオピア、スーダン、エジプト ・・・エチオピアがダム建設
- ドナウ川 ドイツから10カ国を通過 争い:スロバキア、ハンガリー
- アムダリア・シルダリア川(アラル海水源)
ウズベキスタン、カザフスタン、他周辺国・・・水利権の争い
- チグリス・ユーフラテス川
トルコ、シリア、イラク ・・・トルコがダム建設

水不足対策

1) 節水

2) 雨水の貯留・利用

日本での利用 1980年頃開始 2023年 約4300カ所, 1259万m³

3) 点滴灌漑(農業用水)

節水効果=25%減 配管設備は機械耕作の障害

4) 海水淡水化 逆浸透膜使用

日本での使用 12万m³/日(43カ所) 離島の生活用水が主

淡水化のコスト 約0.5~1.5 \$/m³ (日本の水道水 100~130円/m³)

問題 高塩濃度排水の処理, エネルギー消費

5) 廃水(生活廃水)再生利用

風呂, シャワー程度: オゾン殺菌—有機物除去(活性炭)—濾過(微粒子除去)—紫外線照射

6) 大気中の水分捕集(凝縮)

気温30度, 湿度60%の大気から捕集可能=18 L/1000m³・・・飲料水確保程度か

人類と水

ホモ・サピエンス(現人類)誕生と水

無機物原料(水,炭酸ガス,窒素,他)→低分子有機物(アミノ酸など)→高分子(タンパク質など)
→細胞→LUCA(最終共通祖先)?⇒分化・進化⇒生態系形成・人類誕生(700万年前)
⇒ホモ・サピエンス誕生(30万年前)

人類の生存に欠かせない水

人類・・・水を飲まずに生存できない

食料(植物,果実,動物)・・・水なしでは生育できない

酸素・・・植物の水を使う光合成での同化作用なしでは再生されない

歴史の教訓

水不足⇒食料不足⇒飢餓・争奪戦⇒文明崩壊

干ばつが原因で衰亡した文明

メソポタミア(シュメール), エジプト, インダス, マヤ, ヒッタイト, etc

現在, 水不足進行

・・・使用量増加, 地球温暖化, 汚染は, すべて人類が原因

⇒人類は自ら水を枯らす方向に進んでいる?

どうすべきか？

問題の根本原因・・・人類の欲望が招いた？

「死」の恐怖・生存本能⇒自然の脅威克服 ⇒ 結果＝爆発的人口増加

「80億人は多すぎる」(中村桂子「人類はどこで間違えたのか」中公新書)

際限なき人の欲望・「豊かさ」の追求

基本的背景: 科学技術の進歩 (十面) 自然の脅威軽減, 食料増産, 寿命延長

(一面) 地球温暖化, 生態系破壊(森林伐採), 環境汚染→水不足

選択肢は2つか？

このまま突き進んで過酷な文明崩壊・破滅への道を選ぶか？

生き方を変えて軟着陸への道を選ぶか？

軟着陸への道は社会の縮小

基本コンセプト(案) 「足るを知る」

水の消費削減, 経済成長見直し, 食料自給推進, 廃棄物削減, 化石燃料消費削減, 人口抑制など

1指標: 1960年代 …… 世界の人口は約30億人 それほどひどい社会ではなかった？

参考文献

橋本淳司, 「世界が水を奪い合う日・日本が水を奪われる日」PHP研究所, 2009年

橋本淳司, 「水の戦争」, 文春新書, 2025年

モード・バーロウ, トニー・クラーク「水戦争の世紀」集英社新書, 2003年

スティーブン・ソロモン「水が世界を支配する」集英社, 2011年

ガイア・ヴィンス, 「気候崩壊後の人類大移動」 河出書房新社, 2023年

国土交通省「水資源の現状」

環境省「環境・循環型社会・生物多様性白書 第4章 水の星地球」

ご清聴ありがとうございました。

縮小社会研究会 理事

尾崎雄三

ozaki0811@nifty.com

水質と用途

生活用水

飲料水	浄水	氷河の融解水・・・泥交じりだが飲用可能
調理用水	浄水	
水洗トイレ	雨水, 河川水など	浄水でなくても使用可能

農業用水

有害化学物質(重金属, DDT, PCBなど農産物残留)を含まなければ使用可能

工業用水

食品工業など	浄水(水道水)
半導体製造用	超純水

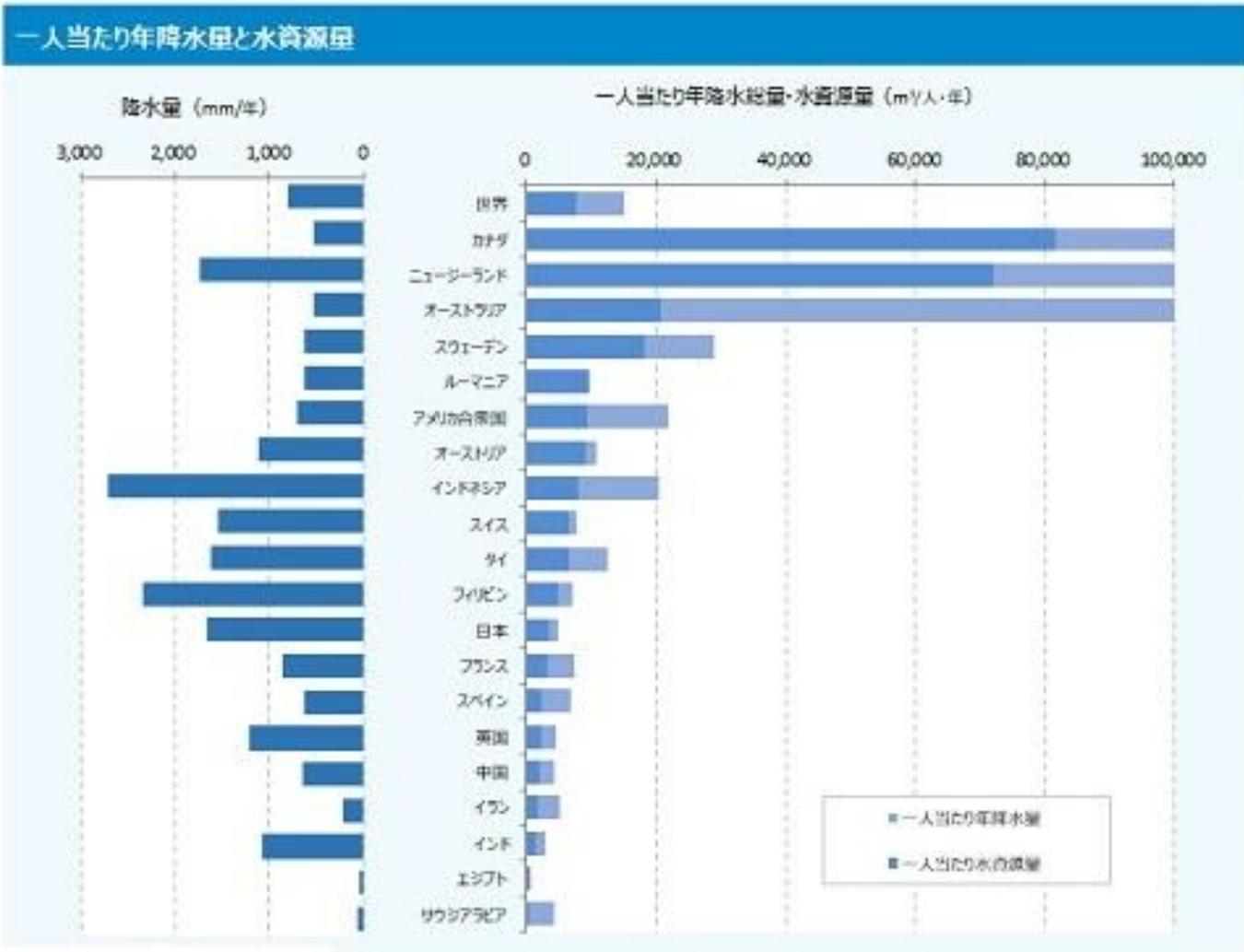
水道水の水質基準(環境省)

水道水質基準 28項目(PFOA, PFOSは2025年追加)

水質管理目標設定項目(27項目・・・目標値設定), 要検討項目

地下水, 河川水, 湖沼水の法規制 水質汚濁防止法

水



FAO (国際食糧政策機関) 「AQUASTAT」の2020年10月時点の公表データを基に作成。

「世界」の値は「AQUASTAT」に「水資源量[Total renewable water resources(actual)]」が掲載されている198カ国による。