

⑬ 地球の水

みず

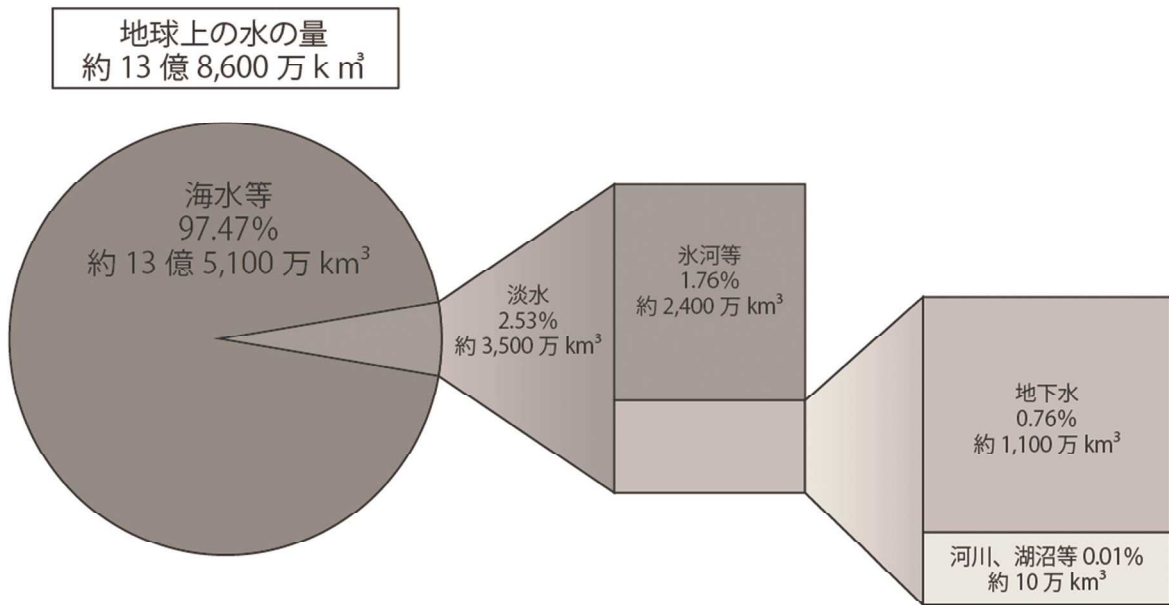
●地球には、どのような水がどのくらいあるか？

地球上に存在する水の量は、約 13 億 8,600 万 km³。

このうち、海水が約 97.47%（約 13 億 5,100 万 km³）で、淡水は残りの約 2.53%（約 3,500 万 km³）しかない。

●人間が利用できる水の量

淡水約 3,500 万 km³の大部分は、北・南極地域の氷や氷河の状態である。液体の水の大部分は地下水で、地球上の水の約 0.76%。さらに河川や湖沼などの地表にある水はわずか 0.01%（約 10 万 km³）にすぎない。

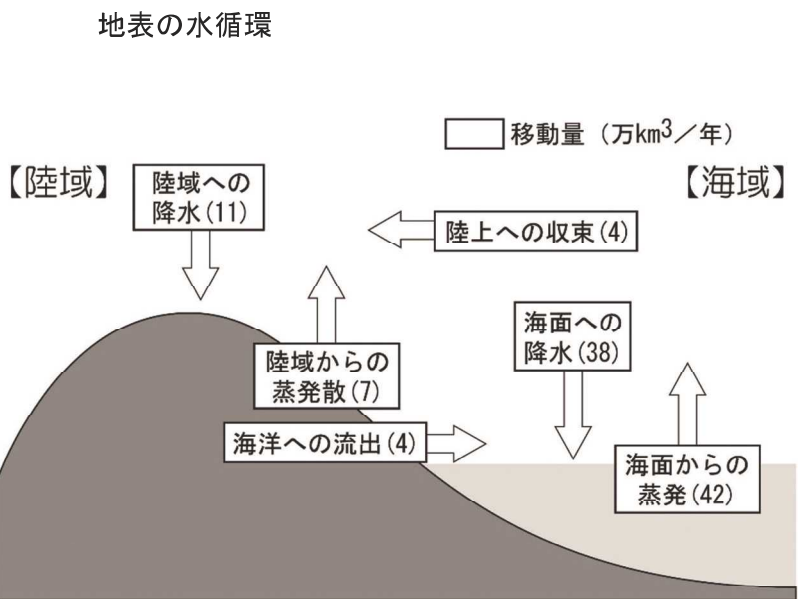


参考：平成 30 年版日本の水資源の現況

●水の循環

海から蒸発した水は、水蒸気となる。水蒸気は、大気中のごく小さな塵を核として雲粒となる。雲粒が成長すると、雨となって地表へと降る。地表に降った雨の多くは、そのまま蒸発する（一部は地下に浸透する）。また、一部は河川水として海洋に出ていく。このように、地表の水は循環している。

陸域への年間降水量は、約 11 万 km³になる。このうち約 2/3 はそのまま蒸発し、大気中に戻っていく。残りの約 1/3 は河川から海に流出する。



※ 収束：特定の場所に集まってくる

数値の出典：水をめぐる人と自然、2003

参考資料

●水ストレス指標

私たちは飲料としてだけでなく、農業・工業・エネルギーなど様々な場面で水を使っている。これらを全て合わせて、1人あたり年間1,700トン（m³）以上の再生可能な淡水の量がある場合を「水不足のない」状態、1,000トン以上1,700トン未満を「水ストレス」状態、1,000トン未満を「水不足」状態にあるとするのが、水ストレス指標である。

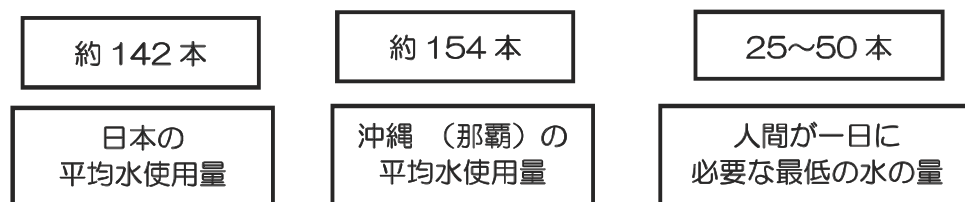
また、人間が一日に必要な最低の水の量は50～100リットル、農業やさまざまな産業活動・エネルギー生産に必要な水の量は一日500～2000リットル。

年間1,700トンという水の量は、1日あたり4,658リットル（2リットルペットボトルの約2,329本分）、1,000トンは1日あたり2,740リットル。

2025年までに、48カ国（28億人）が、「水ストレス」または「水不足」に直面すると予想されている。2050年までには、その数は54カ国にまで上昇し、世界の人口の約40%に当たる40億人もの人々が、水ストレスもしくは水不足に直面することが懸念されている。

参考：日本水フォーラムHP 地球の水問題

●2リットルペットボトルの本数で人間が一日に使っている水の量を計算すると



参考：平成30年版日本の水資源の現況

●21世紀は水の世紀といわれている

今世紀中に、爆発的な人口増加と深刻な水不足による水の危機が訪れると予想されている。

- (1) 人口爆発：現在世界人口は約76億人、2050年には98億人に増加すると予想されている。
- (2) 水使用量の爆発的な増加：20世紀中に、世界人口は3倍に増えたが、水使用量は6倍にもなった。
- (3) 水ストレス人口の増加：2050年までに、世界人口の約40%が水ストレスもしくは水不足に直面すると予想されている。

●地球の水を考える

(1) 21世紀は「水の世紀」といわれ、世界中で水の危機が起こると予想されている。

どのような「水の危機」が起こると予想されているのか調べる。

(2) 農畜産物などを輸入する際、それらを自国で生産した場合に必要なとされる水の量を仮想水（バーチャル・ウォーター：資料⑮）という。仮想水が不足すると、私たちの生活にどのような影響が生じるのか考える。

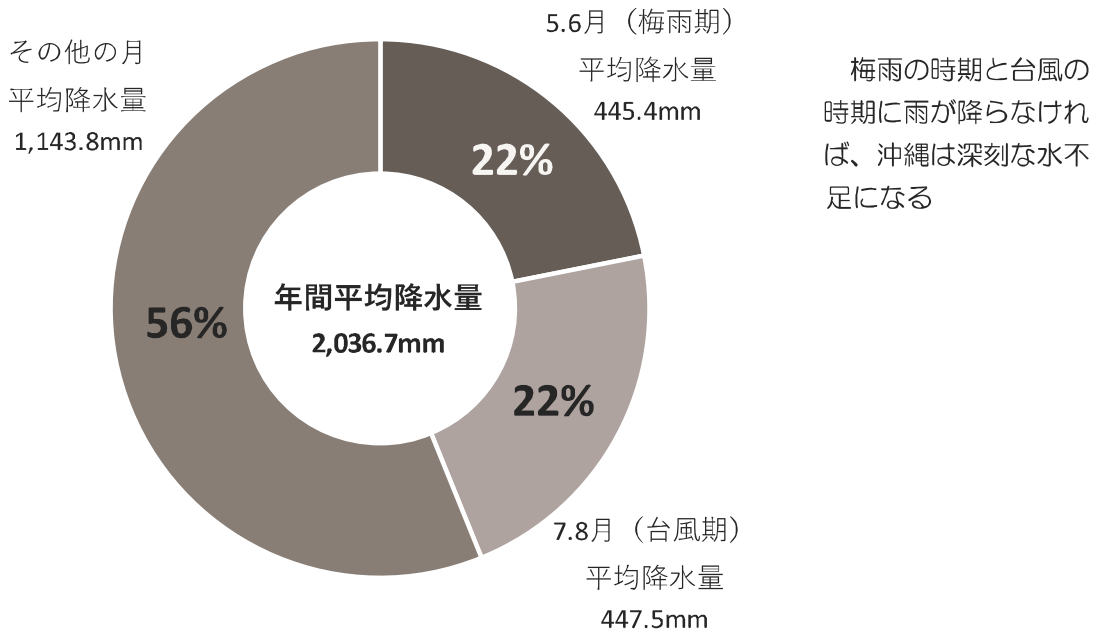
14 沖縄の水

みず

●沖縄の水事情をみてみると

●年間平均降水量

一年に降る雨の量の40%以上が梅雨期（5・6月）と台風期（8・9月）に集中している。



年間平均降水量は2,036.7mm（那覇市における1971～2000年までの平均）

出典：沖縄県勢のあらまし，2004

●実際に使える水はどのくらい？

	降水量 (mm/年)	水資源賦存量 (億 m ³ /年)	一人あたり水資源賦存量 (m ³ /年・人)
沖縄	2,086	25	1,739
全国平均	1,718	4,235	3,332

出典：平成30年版日本の水資源の現況

沖縄の降水量は全国平均を上回っているが、実際に沖縄で使える水の量は一人あたり一年間で1,739m³。全国平均の3,332m³/年・人の約5割しかない。これは沖縄が地域的に集水面積が狭いことと、人口密度が高い（全国平均の2倍）ため。

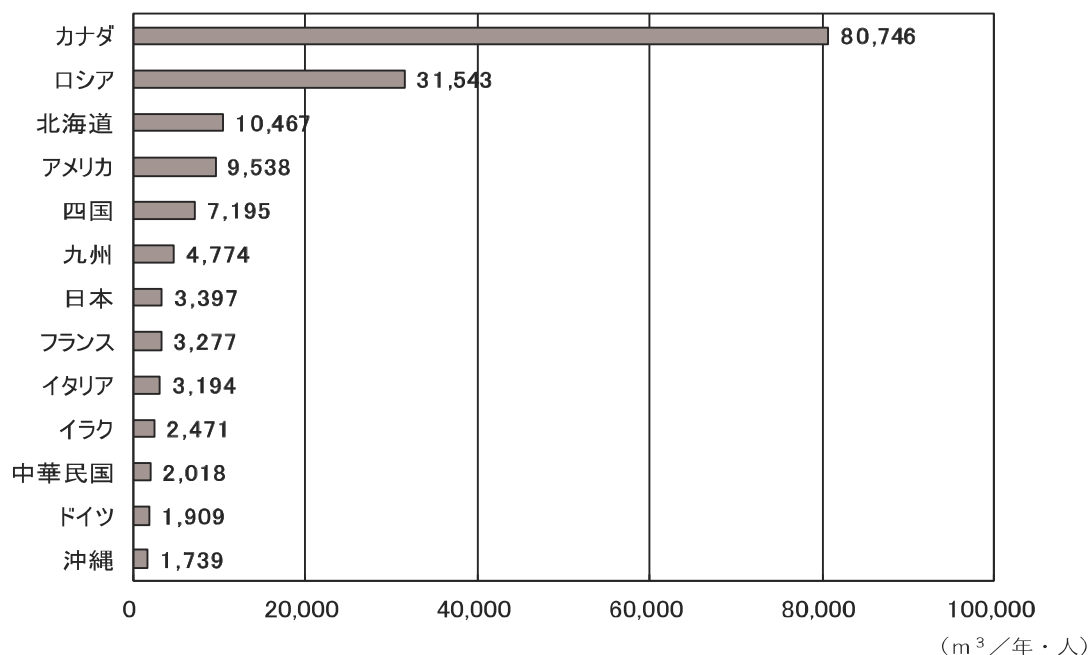
●水資源賦存(ふそん)量

実際に使える水の量のこと。降水量から蒸発散する量を引き、その値に地域の面積をかけて算出する。

$$\text{水資源賦存量} = (\text{降水量} - \text{蒸発散量}) \times \text{面積}$$

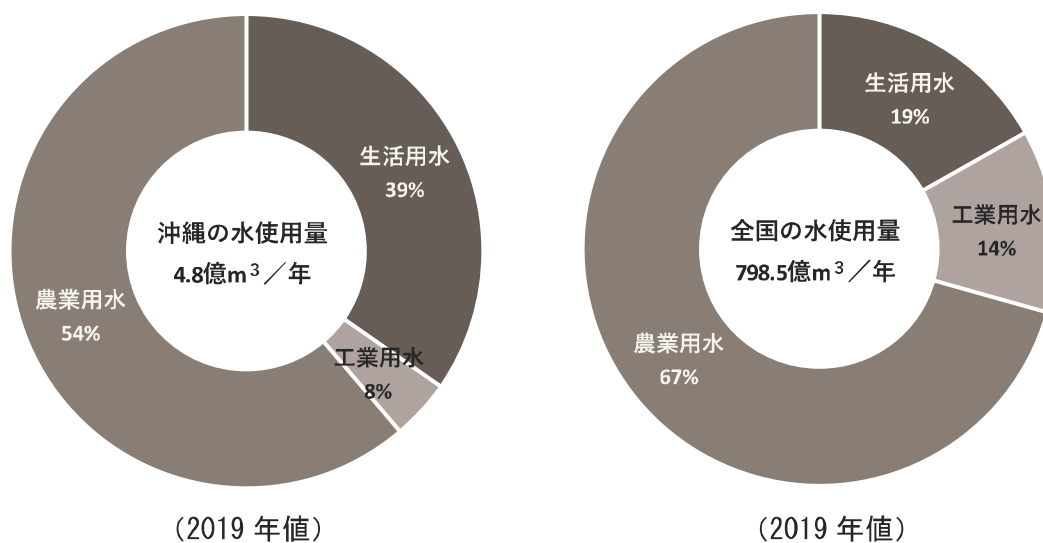
参考資料

●水資源賦存(ふそん)量の比較



出典：令和元年度版日本の水資源の現況

●水使用量の比較



出典：令和元年度年版日本の水資源の現況

●台風 エンジン付き巨大海水淡水化装置

海水温が26～27℃以上の熱帯海域で発生する低気圧を、熱帯低気圧という。熱帯低気圧は強い風や雨をともなった巨大な空気の渦巻きで、水蒸気を燃料とした「エンジン付き巨大海水淡水化装置」といえる。

台風は南シナ海やフィリピン東方の太平洋で発生する熱帯低気圧のことで、国際的な取り決めでは、中心付近の最大風速が17.2m/s以上のものをいう。台風による降水量は、沖縄島で年間約5億トン。多いときには14億トンになる。

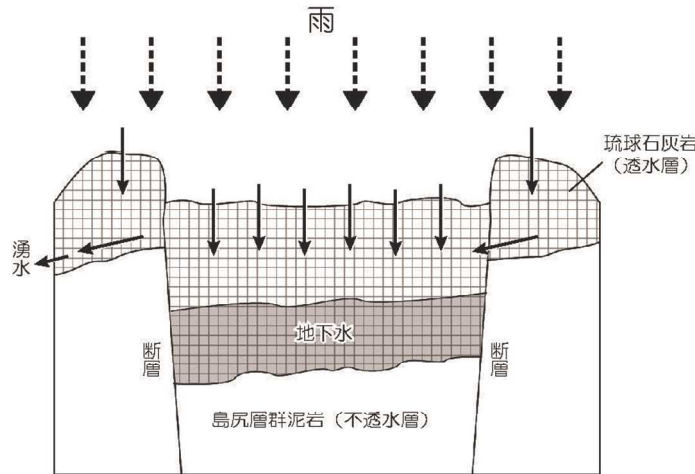
平均的な台風は直径が1,000km前後、厚さが10～15kmぐらい。これを厚さ1mmとすると直径が10cmのCDと同じような薄い円盤になる。

●水源は何？

沖縄島では、取水量の7割近くが北部のダムを水源としている。また、宮古島やその他多くの離島では、地下水を水源としている。

●宮古島の地下水は地下水盆に溜まっている

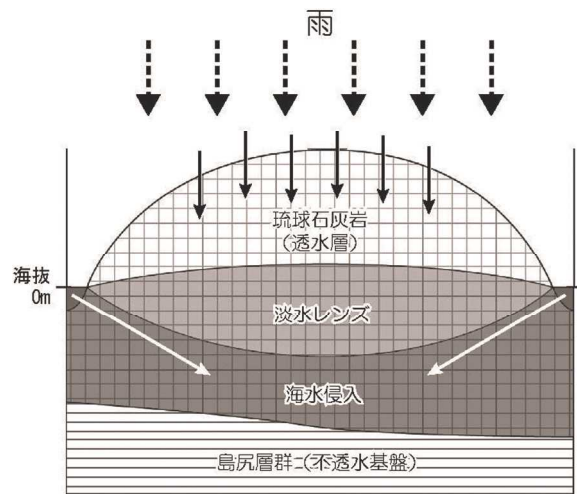
宮古島の地底には、水を通しにくい（不透水層）粘土質の島尻層群という地層が2,000m以上の厚さで存在する。その上に、サンゴなどの石灰質の骨格や殻が堆積してできた琉球石灰岩（透水層）が3~60mの厚さで載っている。琉球石灰岩は隙間が多く、水をよく通す。島の中央ではこの二つの地層が落ち込み、琉球石灰岩が不透水層で囲まれたため、水をためる帯水層となっている。このような、地下にある貯水池のような構造を、地下水盆という。宮古島の地下水盆は、32,000万 m³と推定されている。



出典：サンゴの島の地下水保全－「水危機の世紀」を迎えて，2002

●多良間島の地下水は淡水レンズとして溜まっている

多良間島や津堅島のような平らで低い島は、琉球石灰岩で成り立っている。多良間島の場合、厚さ約50mの琉球石灰岩からできている。その上の約10mが海面に出て島になっていて、透水層の琉球石灰岩に海水が浸入している。降った雨水（淡水）も琉球石灰岩にしみ込む。しかし、淡水と海水は比重が違うので混ざらず、比重の軽い淡水が凸レンズ（淡水レンズ）のような形で海水の上に溜まって、地下水となっている。



淡水レンズの模式図

出典：サンゴの島の地下水保全－「水危機の世紀」を迎えて，2002

●沖縄の水を考える

- (1) 台風が沖縄に来ることの利点と問題点をまとめ、「台風とのつきあい方」を考える。
- (2) 一人あたりの使える水の量には限りがある。限りある水を有効に使うためにはどうしたら良いか考える。様々な主体（県民、滞在者、工場やスーパーなどの事業者、県や市町村など）について考える。

●湧き水のしくみ

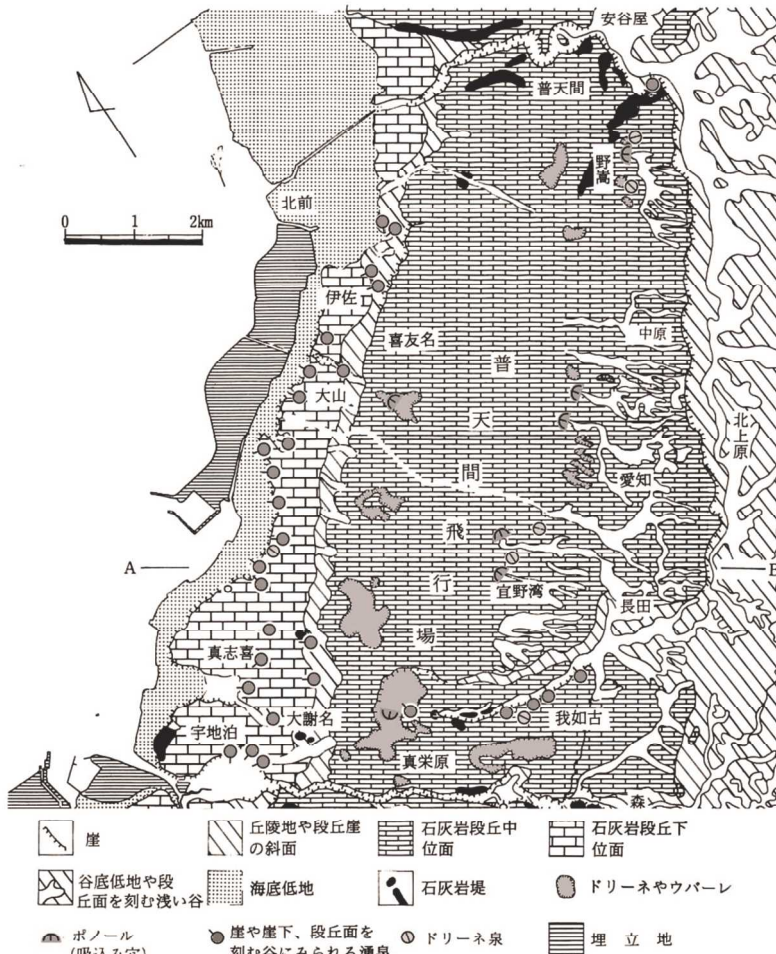


図1. 宇宜野湾および周辺の地形分類図

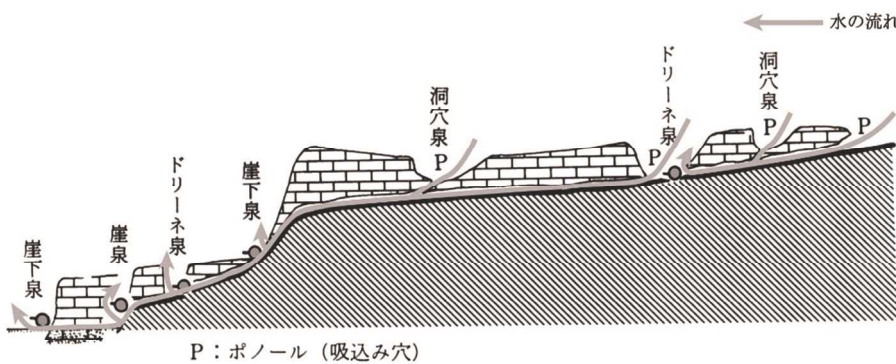


図2. 地形から見た湧泉の分類

出典：ぎのわん 宇宜野湾郷友会誌，1988 を改変

地上に降る雨のほとんどは地表を流れて海に流れ込むが、一部は地下に浸透して地下水になる。この地下水が再び地表に現れるのが湧き水である。

宜野湾市の場合、地質が水を通しにくい泥岩（クチャ）と、その上を覆うようにある石灰岩から構成されている。石灰岩に浸透した水は、泥岩の上を流れ洞窟や崖で湧き水として現れる。

ポノール（吸込み穴）

地表水が地下に吸い込まれていく洞窟または地下水系に入る入り口

ドリーネ

地下の石灰岩が地下水に溶け、溶けた部分の上部が落ち込み、地面がすり鉢状にへこんだ所

ウバーレ

いくつかのドリーネがお互いに成長して結合したもの

湧泉

地中に浸透した水が地下水となり、自然の状態で再び地表に現れて、湧き出る所

洞穴泉

自然の洞穴の底にある湧泉

ドリーネ泉

ドリーネの底に湧出し、同じドリーネ中のポノール（ポノール）に流入する湧泉

崖泉・崖下泉

段丘崖や、段丘面が峡谷をなして流れる河川の、河岸の崖の途中や崖下にある湧泉

参考資料

● 沖縄県の上水道マップ

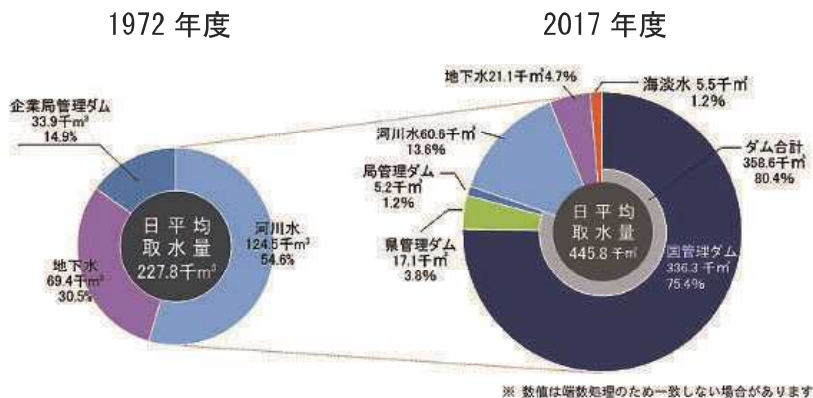
沖縄島では、北部のやんばるの森にダムを造り、そこでためた水を中南部で使う「北水南送」となっている。

沖縄島中南部の大部分は 北部のダム → 久志浄水場 → 石川・西原・北谷浄水場 → 配水池 を経て各家庭に送られる。

国頭村・大宜味村・東村・宜野座村・他一部の地域は自己水源（川や地下水など）から水を取り入れている。



沖縄県企業局の水源別取水量



2017年度の取水割合

水源	割合
ダム水	80.4%
河川水	13.6%
地下水	4.7%
海水（海水淡水化）	1.2%

出典：沖縄県企業局 HP

●水質判断に使う指標生物

集計用紙

市町村名 _____ 学校（団体）名 _____
 河川名 _____ 調査者名 _____

*見つかった指標生物の欄に○印、数が多かった上位から2種類（最大3種類）に●印をつける。

	調査場所名(No.)	()			
	年月日(時刻)	年月日(:)			
	天気				
	水温(°C)				
	川幅(m)				
	生物を採取した場所				
	生物採取場所の水深(cm)				
	流れの速さ				
	川底の状態				
	水のにごりにおい、その他				
	魚、水草、鳥、その他の生物				
水質	指標生物				
きれいな水	水質階級Ⅰ	1. ウズムシ類			
		2. ガガンボ類			
		3. ブユ類			
		4. ナガレアブ			
		5. カワゲラ類			
		6. ヘビトンボ類			
		7. マルヒラタドROMシ			
		8. ヒメドROMシ類			
		9. サワガニ類			
		10. ナガレトビケラ類			
		11. 10,16以外のトビケラ類			
少しきたない水	水質階級Ⅱ	12. イシマキガイ			
		13. カワニナ			
		14. ヒメモノアラガイ			
		15. 20以外のヒラマキガイ類			
		16. コガタシマトビケラ			
		17. ヒメカゲロウ			
		18. ミズムシ			
きたない水	水質階級Ⅲ	19. ヒル類			
		20. クルマヒラマキガイ			
		21. ユスリカ類			
大変きたない水	水質階級Ⅳ	22. チョウバエ類			
		23. サカマキガイ			
		24. タイワンモノアラガイ			
		25. エラミミス			
		25. エラミミス			
水質階級の判定	水質階級	I	II	III	IV
	1. ○印と●印の個数				
	2. ●印の個数				
	3. 合計【欄+2欄】				
その地点の水質階級					

出典：「川の生きものを調べよう」沖縄県環境部環境保全課

参考資料

●指標生物を使った水質判断表

記録用紙

都道府県名 沖縄県 調査機関名 _____
 河川名 _____ 調査責任者名 _____

調査地点(No.)	()	()	()	()	()	()															
年 月 日															
時 刻																					
天 候																					
水 温 (°C)																					
川 幅 (m)																					
生物を採取した場所																					
生物採取場所の水深(cm)																					
流 れ の 速 さ																					
川 底 の 状 態																					
水のごり におい、その他気をついたこと																					
水質階級	指標生物	出現した指標生物の欄に○印を、最も数が多かったものに●印をつける。																			
I きれいな水	1.ウズムシ類																				
	2.サワガニ類																				
	3.ブユ類																				
	4.カワゲラ類																				
	5.アカレトビケラ類 ヤマトビケラ類																				
	6.ヒラタカゲロウ類																				
	7.ヘビトンボ類																				
II 少しよごれた水	8.5以外のトビケラ類																				
	9.6,1以外のカゲロウ類																				
III きたない水	10.ヒラタドロムシ類																				
	11.サホコカゲロウ																				
	12.ヒル類																				
IV 大変 きたない水	13.ミズムシ																				
	14.サカマキガイ																				
	15.ユスリカ類																				
	16.イトミミズ類																				
水質階級の判定	水質階級	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	1. 出現した指標生物の種類数 (○+●)																				
	2. 最も数が多かった指標生物の種類数 (●)																				
	3. 合計(1+2)																				
その地点の水質階級																					

出典：「川の生きものを調べよう」沖縄県環境部環境保全課

参考資料

⑮ 仮想水（バーチャル・ウォーター）

みず

●仮想水とは？

日本は、多くの農産物や畜産物を輸入している。このような輸入品を仮に日本で生産するとしたら、どのくらいの水が必要となるのか、その水を仮想水という。

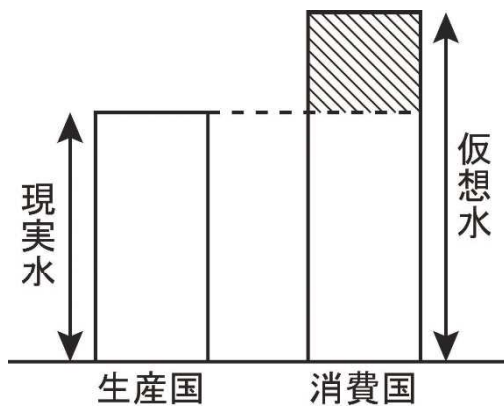
日本は農産物や畜産物を輸入することで、これらの産物を国内で作る場合に必要となる水（仮想水）を使わずにすんでいることになる。

●どのくらいの水が必要か？

米 1kg に水 3,600ℓ

牛肉 1kg に水 20,600ℓ

●仮想水の考え方



●**現実水(現実投入水量)**:生産国（輸出国）で、実際に使用された水の量

●**仮想水(仮想投入水量)**:消費国（輸入国）で仮にある産物を作った場合に、必要であった水の量

●**水消費原単位**:ある産物の単位量を生産するのに必要な水量

単位面積あたりの収量は、環境や技術によって異なる。一般に収量は生産国の方が消費国よりも高いため、水消費原単位は生産国の方が消費国よりも小さくなる

●日本の水使用量と仮想水輸入量

年間総水資源使用量：877 億 m³ （2000 年）

総仮想水輸入量：639.8 億 m³ （2000 年）

穀物（精製後の小麦・米・トウモロコシ）の総仮想水輸入量：404 億 m³

畜産物（牛肉・豚肉・鶏肉）の総仮想水輸入量：223 億 m³

工業製品の総仮想水輸入量：12.8 億 m³

●キログラムあたりの水消費原単位

日本でこれらの農畜産物を作ろうとする時に必要となる水の量

米：3,600ℓ

小麦：2,000ℓ

牛肉：20,600ℓ

鶏肉：4,500ℓ

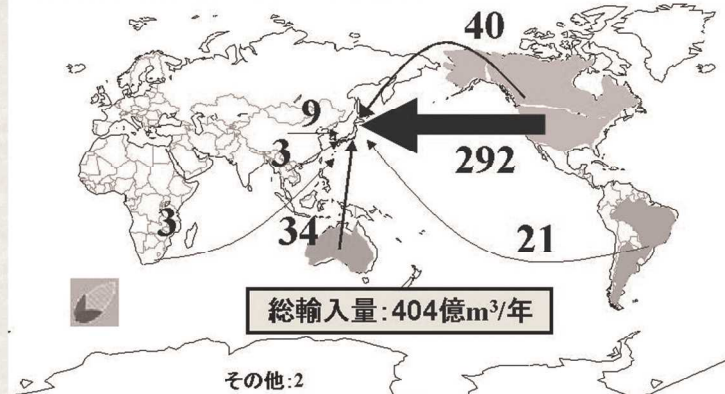
大豆：2,500ℓ

トウモロコシ：1,900ℓ

豚肉：5,900ℓ

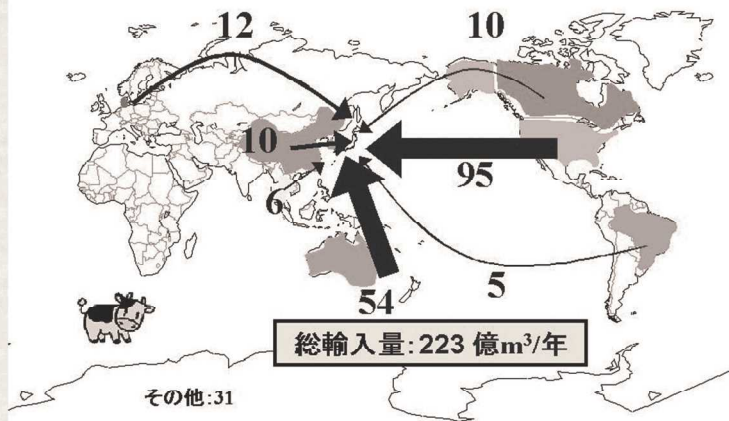
仮想投入水フロー —農作物—

日本国内の年間農業用水使用量: 590億m³/年



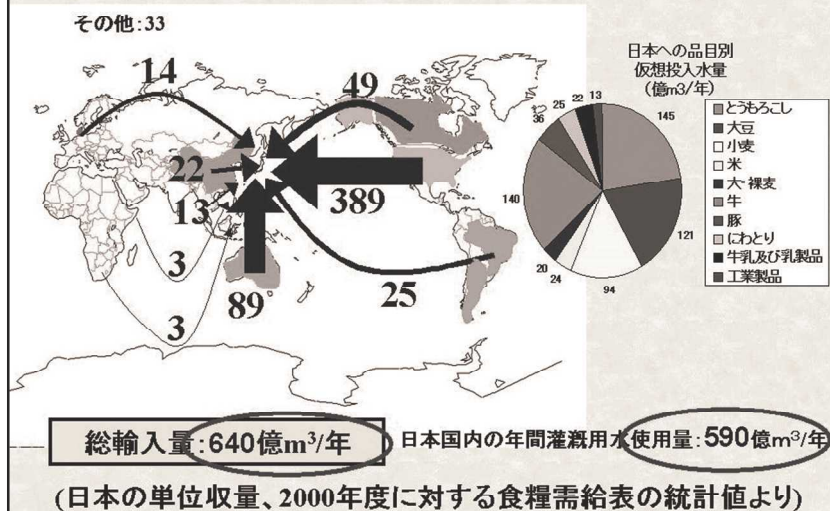
(日本の単位収量、2000年に対する食糧需給表より)

仮想投入水フロー —畜産物—



(日本の単位収量、2000年に対する食糧需給表より)

日本の仮想投入水総輸入量



(日本の単位収量、2000年度に対する食糧需給表の統計値より)

東京大学生産技術研究所の沖大幹助教等のグループが試算した結果による