

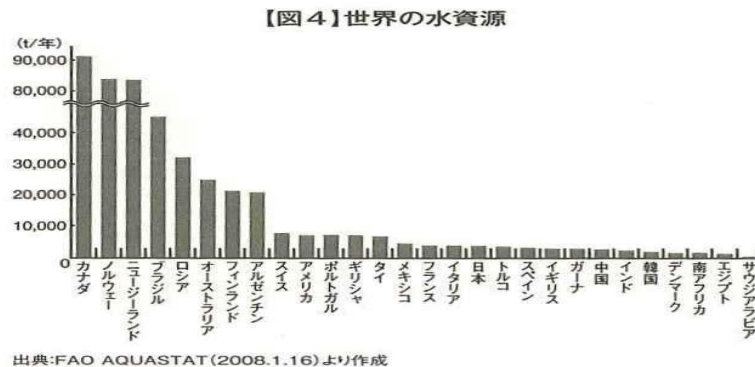
05水系

2011年02月 「中国最大の弱点、それは水だ」 浜田和幸 角川新書

大型エチゼンクラゲがここ数年大量に押し寄せている。これもまた中国の水質が原因である。

水か今世紀の石油といっても過言ではない。ただ、大きな違いは代替物がないということだ。ボトル入りの水は水道水に比べて価格が500倍、環境への悪影響は300倍もあるという。ニュージーランドからはるばる運ばれてくるような輸入ブランドもあり二酸化炭素排出量も多くなる。

世界の淡水の15%を占める5大湖はアメリカにとって最大の水の宝庫でもある。



水道水を1ヶ月に10m³使用した場合の家事用料金は、全国平均で1498.8円。つまり0.149円/Lit。

水は石油以上に、人類の生存や生産活動に欠かすことができないものである。原油から石油1バレルを生産するためには7000Litの水が必要とされる。1Litのエタノールを生産するためには4000Litの水が必要。バイオディーゼル1Litを生産するためには900Litの水が欠かせない。こう考えれば、水こそ富を生む「金塊の液体バージョン」ということもできるだろう。

「水道統計」によれば、1人が1日に使う水道水の量は、1年で平均すると364Lit。そのうち飲用に使っているのは3Lit程度。

緩速濾過は原水中の懸濁物質、細菌、アンモニア性窒素、臭気、鉄、マンガン、陰イオン界面活性剤、フェノール類等を浄化する能力がある。

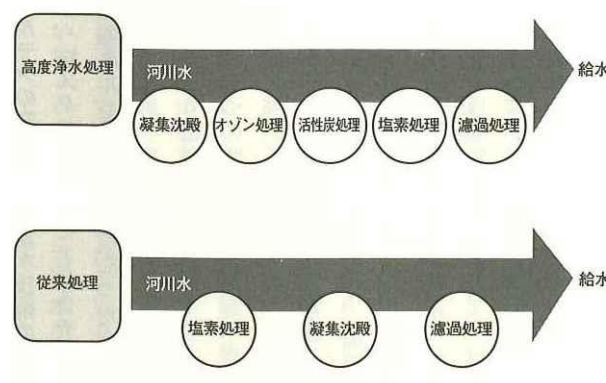
急速濾過は、その前段で行う凝集・沈殿が大変重要な工程になる。原水から取り除かねばならない濁りや懸濁物質は、少しマイナスに電気を帯びているので、プラスの電気を帯びた粒子を加えてやり、反発し合っているバランスを壊してやると、集まって集塊を作る。この作用をさせるのが凝集剤である。凝集剤には最初の頃は硫酸アルミニウム（硫酸バンド）が使われていたが、現在では、主としてポリ塩化アルミニウム（PAC）が使われている。PACを水の中に入れると、水酸化アルミニウムになり懸濁物質と一緒に集まってだんだん大きく

なり、集塊となって沈んでいく。そして沈み切れなかった集塊は砂濾過池に導かれ、砂層に付着したり吸着したりして抑留され、濁りが除去される。

アンモニア性窒素とは、水中のアンモニウムイオンに含まれる窒素のことで、肥料や工場廃水・下水・し尿の混入によって生じることが多い物質である。このアンモニア性窒素は、塩素によって分解され減少するので、増加すればするほど酸化剤としての塩素をどんどん注入せざるを得ない状況になったのである。塩素が注入された水中に有機物やアンモニアがあると、反応して臭いが出ることもある。この臭いを一般に塩素臭、あるいはカルキ臭と呼んでいたのである。

トリハロメタンは水道原水に含まれているフミン質などの有機物を前駆物質として、塩素処理によって生成される。そのなかで最大の問題はクロロホルムである。なぜなら、クロロホルムが発がん性物質であるということが明らかになったからだ。

【図8】高度浄水処理と従来処理の違い



2011年02月 「日本の水がなくなる日」 橋元淳司 主婦の友新書

2009年8月の佐用町での土砂崩れの原因は、戦後の拡大造林政策によって植えられたスギとヒノキの放置人工林にある。保水力がなく、土を保持する力もなかった。

現場の林業家が口を揃えて言うのは、「日本の林業は人海戦術でやるのがいちばん」ということだ。道路を作る金、機械を買うのを人件費に回せば、雇用は創出できる。さらに「機械を入れたら森は壊れてしまう」「トラクターが入ってきたら植生は踏み荒らされてしまう。森林組合の言いなりに動くことが当たり前になっていた林業家は思考停止になっていた。広葉樹の木材生産は、伐採地を放置すれば自然とできあがる。だからもっと長いスパンで政策を考える必要がある。

2009年12月 「水ビジネス」 吉村和就 角川 one テーマ 21

人類が直接採水できる河川、湖沼は人口 67.5 億人に割り振ると、1 人年間 8000m³

1 人当たり必要最水量：1992 年のダブリン宣言では 50Lit/日、国連では 70Lit/日

日本国内で 1 年間に発生する食品系廃棄物は 2000 万トン。国内外からからの食料総量の

20%に相当する。これを水の量に換算すると 240 億トン。国民一人当たり年間 190 トン (500Lit/日) もの水を捨てていることになる。

気温が 1・c 上昇すると大気中の水蒸気の量は 6%増加する。

20 世紀は領土紛争の時代だったが、21 世紀は水を巡る紛争の時代になる。

最も深刻な紛争の火種を抱えるのはナイル川。流域に 11 の国があり、その多くの国家は政情が不安定、しかも最貧国が 5 ヶ国存在する。エジプトの 7500 万人を越える国民の 97%はナイル川の表流水に依存している。上流のタンザニア、エチオピアでナイル川を水源とするパイプライン計画が持ち上がっている。スーダン南部を拠点とするキリスト教系部族が、ナイル川水源を乱開発すればアラブ系部族との内戦が勃発する。

イスラエル、ヨルダン、パレスチナ自治区の境を流れるヨルダン川。ヨルダン川西岸の占領地に住むイスラエル人入植者の年間の水使用量は 600 トン。パレスチナ人年間水使用量は 66 トン。この不公平な水の分配は、1967 年の第三次中東戦争でイスラエルがヨルダン川西岸やガザ地区などを占領し、水の管理権を掌握したことで固定化された。イスラエルはパレスチナ側にある東部水脈から 40%近く取水するなどして、西岸水脈の取水全体の 80%を消費、ガザ自治区側に回っている水は 20%に過ぎない。100 万人以上の人口が密集するガザ地区では、不足する水資源確保の為に地下水を汲み上げているが、過剰取水で地中海からの海水が浸入し地下水中の塩分濃度が上昇している。

チグリス・ユーフラテス川の水源はトルコ。干ばつ時には、イラクはトルコやシリアの下水や農薬の混ざった水をも使用しなければならない。

中国全土の 60%の湖沼で富栄養化が急速に進行しており、水質基準の合格率は 40%に過ぎない。全国 35%の河川で断流現象が発生している。2008 年 11 月以降、中国北部でほとんど雨が降っていない。黄河文明で繁栄した中国は、水不足で滅亡する。北京では 50 年代の地下滞水層は海面下 5m 以下だったが、90 年代の滞水層は海面下 50m 以下。中国の污水处理率は約 660 ある都市の中でまだ 60%程度。1/4 の都市には污水处理施設すらない。中国企業には、污水处理にコストをかけるという発想がまだない。罰金で済ますほうが施設を作るより安い。

ヴェオリアとスエズ、このフランスの 2 社だけで、世界中の民営水道による給水人口の 70%を独占している。

日本の ODA 経由の水関係ビジネスは、浄水場や下水処理場のハコモノ建設に限られ、日本が建設した後は、フランス系の企業が管理運営している例が多い。極端に言うと日本の ODA は海外の水企業を利するために活用されているとも言える。つまり「露払い」というわけだ。今後日本はハコモノだけではなく、人材育成や維持管理をも含む ODA をするべきであろう。

日本企業は、海水淡水化の膜分野では世界の 70%を独占し、他国を圧倒する技術力を持っている。1000 万分の 1mm という最も高度な逆浸透膜のシェアに至っては世界の 70%を日本企業が占める。日本が得意とする海水淡水化の膜などの素材分野は 1 兆円規模。エンジ

ニアリング、調達、建設などが 10 兆円、そして施設管理や運営管理の規模が 100 兆円といわれている。近代以降、日本国内では地方自治体が上下水道の運営を続けていただけに、一民間企業が包括的に上下水道を管理するノウハウを持っていない。したがって海外での入札参加条件をクリアできず、単なる優秀な膜納入メーカーになってしまっている。水に関係している省庁の数は 13 にも及ぶ。例えば、下水道は国土交通省、上水道は厚生労働省、工業用水は経済産業省、農業用水は農林水産省、環境規制や浄化槽は環境省などが管轄している。日本の ODA の「水と衛生分野」の資金拠出額では、世界の約 40%を負担している。

水はトン当たり世界で最も安い物質のひとつだ。貯蔵、輸送コストを掛けると経済的に成り立たない。日本ではペットボトルが一番高く 30 万円/Lit。水道水は 140~400 円/Lit。工業用水は平均で 25 円/Lit。農業用水は平均で 4 円/Lit。水があまりに安価でやりとりされてきた結果、人類は 50 年間、水使用のバブル状態に陥っているといえる。

アメリカおよび EU では、エネルギー生産（水力発電用、火力発電冷却用、バイオ燃料用）のために多くの水資源が取水されているが、有効に使われているのはわずか 3%。

氷河は「巨大な水の銀行」。ヒマラヤとチベットの氷河は世界の 7 大河川の流量を支え、その流域の 20 億人以上の生活を支えている。

2009 年 10 月 「見えない巨大水脈・地下水の科学」 井田徹治 ブルーバックス

地下水には何万年も前に降った水を期限とするものまである。はるか昔に降った雨が溜まった地下水とは、石油と同様に一回限りしか使えない資源である。

アメリカ中西部から南西部にかけての「オガララ帯水層」の地下水のほとんどは、この地域に降水量が多かった氷河期に形成された「化石地下水」である。地下水は常に雨水などによって補充、涵養されている循環資源だとは限らない。

帯水層の中にある地下水が、自然に涵養される量を超えて大量に取水されると、帯水層の水圧が低下し、その上下の粘土層にある地下水が搾り出されるようにして帯水層中に流れ込む。そのため粘土層が収縮してしまう。いったん収縮してしまった粘土層は再び元にもどすことはできない。さらに大量の取水によって帯水層も収縮し、地盤が沈下してしまう。海に近い沿岸部の地下にある帯水層から大量の地下水をくみ上げると、地下水圧が減少して、周囲にある海水が浸入する。

地下水の汚染でもっとも問題なのはトリクロロエチレンとテトラクロロエチレン。これらの物質は溶剤として油を溶かしやすいが、水には溶けにくく、揮発性が高く、粘度は低い。半導体や金属部品の洗浄用としてあるいはドライクリーニングの溶剤として使われた。環境中では非常に分解されにくいのでいったん高濃度の汚染物質が環境中に出ると、汚染源での対策をとらない限り、地下水や土壌の汚染が非常に長い時間継続することになる。

湖沼や閉鎖性水域の富栄養化や硝酸性窒素による地下水汚染も問題。大量の有機肥料であっても畑にまくと硝酸性窒素による地下水汚染を招く。

硝酸性窒素とは硝酸塩の形で含まれる窒素のこと。窒素肥料や家畜の糞尿、生活排水などに含まれるアンモニアから土壌中で生成される。硝酸塩から体内で生成された亜硝酸塩が血液中のヘモグロビンと反応して、この結果体内に供給される酸素の量が減る。

日常的に安全な飲み水が得られない水不足人口は 10 億人に達する。世界の 6 人に 1 人。2050 年ころにはこの人口は 27 億人にまで増えると予測されている。

世界の人口の 4 人に 1 人は地下水を唯一の飲料水源にしていると推定されている。

1950 年に年間 1382km³ だった世界全体の取水量は 2000 年には 3973km³ とほぼ 3 倍に拡大し、人口増加率を上回った。

現在世界中で 25 億人が衛生的なトイレを使えず、12 億人は毎日野外で用を足しているという。

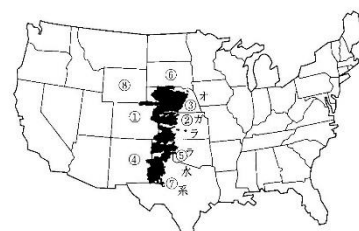
巨大な地下室や地下街、地下鉄、下水管など地下空間に多くの構造物が建設されたことも、とくに都市部で地下水をめぐる環境を大きく変化させた。これら施設を地下水の流れの中に作ると施設内にどうしても地下水が漏れ出してくる。多くの場合、漏出してきた地下水を集めて排水しているのだが、これも地下水の流れに大きな変化を与えている。

都市部で特に見過ごせないのが舗装道路の問題だ。舗装された道路に降った雨は地下に浸透することなく側溝や下水に流れ込み、あっという間に川を通じて海にまで達する。ヒートアイランドの原因にもなる。昨今の都市部のゲリラ豪雨などの際には、急激な水位の上昇など、防災面での問題点も指摘されている。

2007 年 12 月 「ウォータービジネス」 中村靖彦 岩波新書

国連の資料による一人当たりの生活用水の使用量 (Lit/日・人)

	1950 年	1995 年
ヨーロッパ	82	280
北米	278	425
アフリカ	16	63
アジア	21	132
南米	47	274
オセアニア	174	305



州	地下水系の広さ (平方マイル)	貯蔵水 (100 万エーカー・フット)
① コロラド州	14,870	112.5
② カンザス州	31,050	300.0
③ ネブラスカ州	64,400	2,100.0
④ ニューメキシコ州	9,710	48.0
⑤ オクラホマ州	7,350	91.0
⑥ サウスダコタ州	5,290	105.0
⑦ テキサス州	36,080	375.0
⑧ ワイオミング州	8,190	138.0
計	176,940	3,269.5

注: 1 エーカー・フットは、1 エーカーの面積に 1 フィートの深さまで水を引いた容積
 1 エーカー・フット = 325,851 米ガロン = 1231.7 立方メートル
 1 平方マイル = 2.6 平方キロメートル
 (国連地下水委員会からの総覧紙 The Cross Section および同区のパブリック "An Introduction to Water" より)

図 7-1 オガララ水系

2000 年の日本は 322Lit/日

オガララ水系

アメリカ中西部を縦に貫く大水脈。南北およそ 2000km。

日本国土のおよそ 1.2 倍。

穀物を精製した状態の後で、1 トン当たりどのくらいの水を必要とするか?

(総合地球環境研究所)

コメ (玄米)	3,300m ³	コメ (精白米)	3,600m ³
---------	---------------------	----------	---------------------

小麦	2,000m ³	とうもろこし	1,900m ³
大豆	2,500m ³	大麦	1,900m ³
鶏肉	4,500m ³	豚肉	5,900m ³
牛肉	20,700m ³	牛肉（和牛）	21,400m ³
牛乳	560m ³	鶏卵	3,200m ³ （190Lit／個）
牛丼並み 1 杯	2,000Lit	ハンバーガー 1 個	1,000Lit
チーズバーガー 1 個	1,050Lit	フライドポテト S サイズ 80g	25Lit
月見そば 1 杯	750Lit	フィッシュバーガー 1 個	120Lit

日本の上下水道の粗収入は約 10 兆円

生活用水年間 150 億 m³ の価格は 6 兆円（400 円／m³）

2007 年 12 月 「水戦争」 柴田明夫 角川 SSC 新書

穀物価格は 2006 年秋口から騰勢を強め、2007 年 8 月末に小麦が世界的な在庫不足となり、欧米市場で過去最高値を記録した。

世界最大の油田はサウジアラビアのガワール油田だが、長く採掘を続けてきたため、油層内部の圧力が低下しており、これまでの生産量を維持しようとするれば、大量の水を注入して圧力を高めなければならなくなっている。カナダでは水分が蒸発し固体化したタールサンドから石油を回収するためにも高温・高圧の水蒸気を吹き付けなければならず、大量の水が使われている。

21 世紀の世界の食糧生産の鍵を握るのが水なのは間違いない。

図表 2 地球上の水資源

	水量 (100万km ³)		構成比 (%)
	総量	うち、淡水	
地球上の水総量	1,385.980	35.029	100.00
海水	1,338.000	—	96.54
地下水	23.400	10.530	1.69 (30.06)
土壌中	0.016	0.017	0.00 (0.05)
氷雪	24.064	24.064	1.74 (68.70)
(うち、南極)	21.600	21.600	1.56 (61.66)
地下水 (凍土)	0.300	0.300	0.02 (0.86)
湖・沼沢	0.176	0.101	0.01 (0.29)
河川	0.002	0.002	0.00 (0.01)
大気中	0.013	0.013	0.00 (0.04)
生物内	0.001	0.001	0.00 (0.00)

(注) () 内は淡水を100とした場合の構成比
(資料) 水資源便覧より筆者作成

世界の穀物生産は 1981 年までは収穫面積と単収という 2 つの要因から拡大したものの。それ以降の増産はもっぱら単収の上昇によってもたらされたものと分析できる。この単収の増加を実現したのが灌漑農業なのである。

食糧需要拡大は水の消費量の増大に直結する。水の危機とは、飲み水が足りなくなることだけではない。より重大なのは食糧の供給に不安が生じるということだ。

環境面でいえば、灌漑農業は大量の水を浪費する方法でもある。灌・排水路を流れる水が日光にさらされると流水の表面や圃場の表面から蒸発してしまうためだ。さらに作物からも水は蒸発し続けている。動物が汗をかくことで体温を調整するのと同じように、植物も熱を放出させるために水分を蒸発させる。そのため農業用水の半分以上は回収不能となる。

地球温暖化がさらなる温暖化を招き、それがさらなる温暖化を招く絶望的な連鎖反応、いわゆる「温暖化の暴走」という恐ろしい事態がおきる。いったんそうなれば不可逆的なものとなり、人類の力では制御不能になってしまう。そのような結末だけは、どうしても避けなければならない。

地球規模のエネルギーと資源の多消費型の経済発展の時代が到来した。それは需要ショックという形で世界の石油需要の急増に直結する。

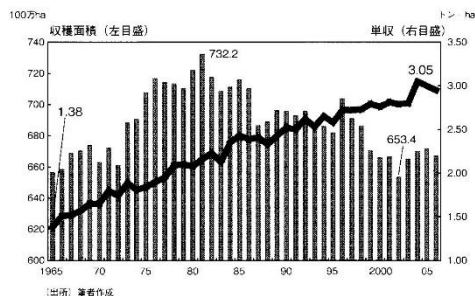
1980～1990年代は先進国が高度化、成熟化したことで、3%台の経済成長があっても資源需要に直結せず、このためエネルギー・資源市場では需給が緩和し、価格は長期低落傾向をたどった。

2000年代に入ると、環境が大きく変化する。BRIC

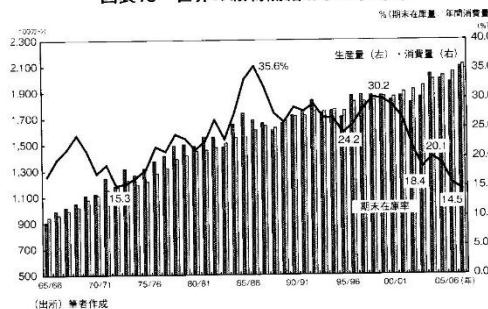
sをはじめとするエマージング経済が本格的に工業化して、猛スピードで先進諸国へのキャッチアップを始めたのだ。世界経済も再び5%前後の成長に加速し、経済成長が資源需要に直結する時代が再度到来した。原油や銅などのエネルギー・資源価格はこの動きにいち早く反応して、1990年代の平均価格から3倍～4倍に上昇している。

中国をはじめとする世界的な需要拡大にともない、過去30年以上にわたって40ドル/ton前後で推移していた原料炭の国際価格が2005年に125ドル/tonという史上空前の高値をつけた。

図表4 世界の穀物収穫面積および単収

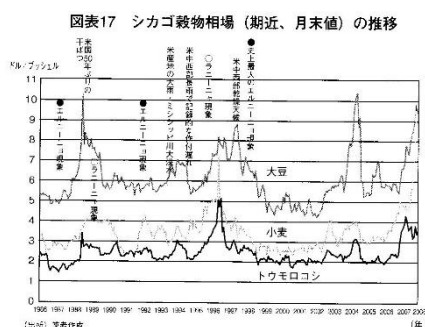
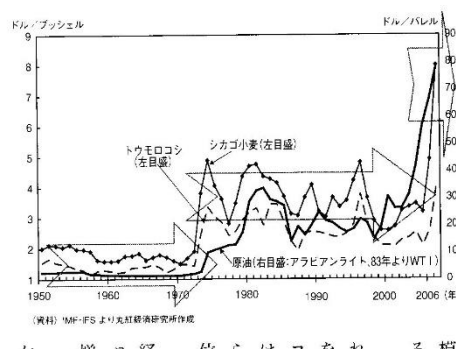


図表18 世界の穀物需給および在庫率



さまざまな資源はいまや市場で安価に調達できる「市況商品」ではなく、資源国が自国の利益のために政治的に利用する「戦略物質」の性格を強めているのである。限られた資源をめぐり、熾烈な争奪戦が繰り広げられる。そんな構図が予測されるようになり、世界中で資源ナショナリズムが勃興している。資源保有国が自国の地下資源は自分たちのものであり、これを「戦略物質」として国益のためにより有効に利用していく、という意識が高まっているのである。その傾向が顕著なのが石油だ。

図表13 穀物および原油価格の推移



米国のブッシュ大統領は 2007 年 1 月の一般教書演説で「2017 年までにトウモロコシを中心とするバイオ燃料を現在の 50 億ガロンから 350 億ガロンに拡大する」と公言した。これは大変な量である。ちなみに 1 ガロンのエタノールを生産するのに必要なトウモロコシは 0.35 ブッシェルであり、350 億ガロンでは 122 億ブッシェルの計算となるのだが、これは現在のトウモロコシ生産量のすべてをエタノールに供してもまかないきれないほどの量であり、公約の実現

性には疑問がある。しかしながら、米国では原油やガソリン価格の高騰を背景に、エタノールの生産が急増しているのは事実だ。問題はこうしたエタノール生産の急増が、米国のトウモロコシ輸出余力の低下につながることである。

いまや、世界経済を引っ張っているのは人口 8 億弱の先進国ではなく、人口 30 億の新興国経済なのだ。中国やインドなどの人口大国が本格的な工業化の過程に突入し、猛スピードで先進諸国へのキャッチアップを進めているが、急速な経済成長は急速な所得向上をもたらす。所得向上は、人々の食生活を変化させる。それは質の変化をとまなう。所得が向上すれば、肉の消費量が増える。そのため家畜を育てるため、エサとして莫大な穀物が消費されるようになるのだ。

世界経済の爆発的成長は、食糧需要の飛躍的増大を招く。この結果、再生可能資源であったはずの食糧が急速に有限資源の色彩を帯びるようになってきた。食糧生産のために必要な水、土壌といった資源が有限性の性格を強めてきたのである。

食糧の争奪戦が激しさを増せば、国際市場で「カネさえ出せば食糧はいくらでも手に入ると思ってきた」日本人、「より高品質で安全・安心な食糧を求める」日本人が、食糧の買い付け競争で「買い負ける」可能性がでてきた。食糧争奪の問題は、市場のメカニズムに任せるだけでは解決できない問題になるかもしれないのである。エネルギー・鉱物資源の高等に続く食糧価格の高騰を、忍び寄る食糧危機の前触れととらえるべきではないか。

世界の穀物市場の特徴

生産量に対し貿易量が 10~12%と限られているため、輸出国の国内生産の変動を増幅されるような形で反映される傾向がある。

主要な輸出国が米国、カナダ、オーストラリア、南米、中国に限られている。

輸入する国も日本、韓国、台湾のアジア諸国などに偏っている。

2003 年を境に、穀物の運賃市況は急騰している。それまで過去 20 年以上にわたって、トン当たり 20~30 ドルで推移してきた海上運賃は、2003 年より騰勢を強め、2007 年に入ってから 100 ドルを超えている。

バーチャルウォーターとは「仮想水」あるいは「間接水」と訳されることもある。1990 年代前半から使われだした言葉だ。

図表21 農畜産物生産に必要な水資源

製 品	1kg生産に必要な水(リットル)
小麦	1,150
コメ	2,656
メイズ(トウモロコシ)	450
ジャガイモ	160
大豆	2,300
牛肉	15,977
豚肉	5,906
鶏肉	2,828
卵	4,657
牛乳	865
チーズ	5,288

出所：国連 世界水開発報告書 2006（原典：Hoekstra, 2003）

日本が 2000 年度に輸入したことになる農産物の輸入量とバーチャルウォーター係数をかけあわせて、バーチャルウォーター貿易の総輸入量を算定してみると、650 億 m³ となる。ちなみに、日本国内の年間の灌漑用水の使用量が 570 億 m³ だから、バーチャルウォーターの輸入はこれを大きく上回ることになる。日本は水資源総量では比較的恵まれていながら、多くの水を海外に依存しているのだ。

日本以外のバーチャルウォーター純輸入国は、ドイツが 1080 億 m³、イタリアが 890 億 m³、イギリスが 640 億 m³、韓国が 390 億 m³、である。

200 年 2 月、米 CNN ニュースを見ていて、身が震えるほど驚いた。米国中のミツバチが、忽然といなくなってしまうというのだ。そんなことがあり得るのであろうか。CNN によれば、米国の養蜂業者が飼育するミツバチが、女王蜂を除いて巣箱から大量に失踪するという現象が広がっており、その現象が全米 50 州のうちすでに 27 州とカナダの一部で報告され、全米の養蜂業者は過去 6 ヶ月で 50~90%のミツバチを失ったというのだ。

世界の 25 万種の頭花植物の実に 4 分の 3 が受粉を必要としている。最も優れた受粉の媒介者がミツバチであることを思えば、農業生産に及ぼす影響は計り知れない。

2007 年 7 月 「水」戦争の世紀 集英新書 モート・バーロウ、トニー・クレーク

何よりも社会と背かつ様式を改革する必要がある。そうしないと地表の乾燥を防げない。人間は、生命の維持が本来可能だった集水域の生態系内で生活することをまなぶべきだ。

地球上の全水量は約 14 億立方メートル。地球上のすべての水を凍らせて一つの立方体にすると各辺は約 1120 キロ。地球の淡水量は約 3600 万立方キロで全体のわずか 2.6%。このうち 1100 万立方キロ、0.77 パーセントが比較的短い時間で循環する水循環の一部とみなされている。人類があてにできるのは 34000 立方キロの雨水だ。この雨水が「流出水」となって河川や地下水から海に帰っていく。

地球上の淡水の大部分は地中に蓄えられている。この地下水の体積は地表の水の60倍。帯水層に掘った井戸や掘削孔は大きな貯水池から汲み上げるので確実な水源だが、長期の利用には採取率と同程度の速度で帯水層に水を補給する必要がある。

都市部の舗道や建物の上に降れば土壤に吸収されずに海へ向かう。これは地面や河川の水が減り、陸から蒸発する水が少なくなることを意味する。だから内陸国では土壤または湖沼や河川に吸収されてとどまるはずの水が、海に流れてしまうので雨量が減少するのだ。

河川から海洋に流入する水の量が、海洋から蒸発し降雨により陸地に戻っていく量に等しければ、水循環のバランスは保たれる。しかし、地表から地中に浸透する水の量が減ることもある。これは毛細管作用による減少といい、地表を人工的に覆いすぎたことが原因だ。森林や土壤でなく舗道や建物の上にフッタ雨は地面に吸収されず、河川や海洋の増水が起きる。その結果貴重な淡水が塩水に代わってしまうのだ。

オガララ帯水層は世界で最も有名であろう。単一の帯水層としては北米最大であり、ネブラスカ州以南の大草原地帯、ハイプレーンズに50万平方キロ以上にわたり広がっている。この帯水層には4兆トンの水があると考えられ、それは五大湖のヒューロン湖の水量より20%も多いのである。その大半はほとんど補充されることなく、深い地層に閉じ込められていた化石水だ。オガララ帯水層からは、アメリカの全灌漑地の五分之一に当たる330万ヘクタールの農地を灌漑するために、20万本以上の井戸が掘られ間断なく取水されている。取水量は毎分5000万リットルであり、オガララ帯水層の水は自然に補充できる水量の14倍の速度で失われている。1991年以降、この帯水層の地下水面は毎年1メートルも低下しており、いくつかの推計によればすでに半分以上の水が失われているという。

カリフォルニア州では帯水層が枯渇し、コロラド川からの取水は限界に近づいている。サンホアキン・バレーの地下水面は過去50年で場所によっては10メートルも低下した。セントラル・バレーでは全人口貯水池の総貯水量の40%以上が失われた。

アメリカ南西部の砂漠地帯で人口爆発が続いている。ツーソン市の取水源は最近まで帯水層だけだった。しかし、過剰取水によって井戸の深さは150メートルから450メートルに達している。

五世紀の間メキシコシティは人口24万人だった。現在は2200万人。ずさんな都市計画によって無制限に拡大し続けたコンクリート舗道が排水や自然の流れの行く手をふさいでしまう一方、100年前に敷設された水道管の老朽化のために給水の40%が水漏れによって失われている。メキシコは供給量の70%を帯水層に依存しており、補充率を50%から80%も上回るペースで帯水層から取水している。メキシコシティの水の約三分の一は海拔2300メートルの高所まで揚水する必要がある、300キロも離れたところからの送水もある。

アラビア半島では補充率を3倍も上回る速度で地下水を利用している。食糧の自給をめざしたサウジは、灌漑農法に助成金を出したがその結果穀物1トン作るのに3000トンの水が使われた。イスラエルではこの25年で補充量を25億立方メートルも上回る取水がなされた上、沿岸帯水層の13%が海水と化学肥料まじりの流出水で汚染された。パレスチナのガ

ザ地区は世界でも特に人口増加率が高く、人々はほとんど地下水に依存している。しかし地中海から進入した塩水が内陸 1 マイルの地点で見られ、この国の地下水がいずれ完全に塩水化すると予測する専門家もいるほどだ。ヨルダンで唯一の地表水源はヨルダン川だが、イスラエルが南部の灌漑計画のために分水を始めてから水位が低下した。いまや 50 年前の八分の一の流量しかなく、ヨルダンはかぎられた帯水層系の過剰揚水を余儀なくされている。補充率を 20% も上回る速度で地下水を利用しているのだ。ヨルダン川の分水による副作用は死海への影響だ。過去 30 年間で 25 メートル以上も低下した死海の水面はさらに下がりがつつある。死海は死に掛けている。

リビアは 10 年前にサハラ以南の帯水層から取水することにした。この地下水はヌビア帯水層と呼ばれ、世界でも特に広大である。総延長 1860 キロのパイプラインを建設し、すでに毎年 10 億立方メートルを上回る水が採取されている。フルに操業されれば揚水量は毎年 400 億立方メートルだが、これは大河川に等しい。カダフィ大佐は、この計画を「人工大運河計画」または「世界の八番目の奇跡」と呼んでいる。

報告されているなかで最も憂慮すべきは中国だろう。中国には世界の四分の一に近い人間が住むが、世界の総量の 6% しか淡水がない。1972 年には黄河の流れが史上初めて海に注がなくなった。この年の断流日数は 15 日だったが、それ以降は日数が増え、1997 年は 226 日となった。中国華北平原の穀倉地帯では、地下水面が毎年 1.5 メートルずつ低下。何百万という農家の利用していた水が北京に分水された。首都の地下水面は過去 40 年で 37 メートルも低下した。

第三世界の廃水の%は未処理のまま近くの河川へ流出する。」アフリカのビクトリア湖を囲むケニアとタンザニアおよびウガンダの都市は、何百万リットルもの生ゴミと産業廃棄物をこの湖に垂れ流している。セナガルとニジェールの両河川には魚がほとんどいない。中国の主要河川の 80% は魚が生息できないほど環境が悪化した。

インドのガンジス川とブラマプトラ川も細菌が多量に混入している。ヤムナ川には首都デリーの下水道から毎日二億リットル近くも未処理の汚水が流入し、河川環境が悪化した。ジャカルタとバンコクおよびマニラでは廃液や固形廃棄物が河川に捨てられて、コレラや腸チフスなどの飲料水媒介病原菌が発生した。中国に発し、ミャンマー、ラオス、カンボジアを流下し、タイとベトナムの一部を流れるメコン川は産業廃棄物とし尿で流れがよどんでいる。

イギリスの主要な 33 本の水路は流量が減少している。平均水位が三分の一以下に減ったものもある。

化学肥料は水質汚染の悪玉だが、ビニール袋と処方薬も環境破壊を招く。ビニール袋は毎年何兆枚も製造される。自然に分解するまで土中で 1000 年、水中で 450 年かかる。処方薬は化学物質とホルモンを水道システムに漏出し悪影響をおよぼしている。

12000 年から 20000 年前に氷河が融解して生まれた五大湖には、地球の淡水の 20% があり、世界最大の淡水系を形成する。この淡水湖群はきわめて深く広大で、毎年新たに補給される

水は上部 75 センチ（総量の 1%）にすぎない。だが、どの湖のどの水位からも高濃度のダイオキシン、PCB 類、フラン、水銀、鉛など有害な化学物質が検出された。多くの毒素はいつまでも分解されず、生物濃縮と呼ばれるプロセスによりさらに濃縮される。汚染源から植物連鎖の頂点にいる人間までの濃縮増加量は最高で 100 万倍になりうる。

世界中の社会が一少なくとも政府や民間の指導者たちが、無制限な成長モデルと無節操な大量消費の魅力を追及する経済のグローバリズムを受け入れている。買うことができる者だけのために水を輸入するようになれば、水の乏しい国々の問題を現実的かつ公平なかたちで解決しようとする緊迫感や政治的圧力は弱まってしまいうる。

経済のグローバル化には、限界のない成長と拡大しつづける国際貿易が必須条件なのだが、こうした価値観のもとでは水不足問題を解決することはできない。最も強くて最も非情な者が報いられる経済のグローバル化では、水の安全を将来にわたり守っていくために不可欠な、地域の民主主義が締め出されてしまう。水を守るためにそれぞれの集水域内で生活する原則を受け入れるなら、世界を均一な消費者市場と見なす行為をや、えるほかない。

2006 年 09 月 「地球の水が危ない」 高橋裕 岩波新書

アフリカやアジアの途上国を中心に安全な水を毎日全く手にできない人が 12 億人いるといわれ、1 日当たり平均 50 リットルといわれる人間の最低必要な水すら口にできない国が 55 ヶ国もある。日本人の生活用水 1 日 1 人当たり 352 リットル（2001 年）は北アメリカの 482 リットルに次ぐ大きな値である。

ハイテク工場や洗濯業者の周辺の地下水にトリクロロエチレンなどが混入

ワールドウォッチ研究所によれば地下水過剰汲み上げ量は年間 1,600 億立方メートル

日本の年間水総利用量（農業用水、工業用水、生活水の合計）877 億立方メートル

インドでは 1951 年に約 400 万の井戸が 1997 年には 1,700 万

中国では 1961 年から 1985 年までの 25 年間に灌漑用井戸は 20 倍以上に増えている

中国北部は慢性的に水不足。地下水位は年に 1~1.5m ずつ低下

黄河では 1990 年代後半、断流がしばしば発生。1997 年には下流部で 200 日を越す

地下水を脅かしている化学物質はまず農地、ゴルフ場、ごみ処分場や産廃からの農薬有機塩素、有機リン酸エステル、硝酸塩（肥料、畜産糞尿）等が問題

人口増加で井戸掘合戦を呈するバングラディッシュでは井戸は次々と深くなっていく。その結果深い地下水層に潜んでいた砒素に出会ってしまった。砒素中毒は手足などの皮膚、神経系、循環器系などの疾患をひきおこす

フッ化物も自然界に存在する汚染物質。高濃度で飲食すれば歯のエナメル質を冒し、首と背の骨を損傷する

アラル海はカザフスタンとウズベキスタンに囲まれた国際湖

1960 年ごろの面積は 6.8 万平方キロ。平均水深 53.4m。琵琶湖の約 100 倍。世界第四位

2000 年には約 4 万平方キロ。平均水深 15m。アラル海に注ぐ川からの取水による

チャド湖はサハラ砂漠とアフリカ中央部熱帯雨林の間にある

1962年までは2.5万平方キロ。アフリカ第四位。現在はその20分の1

1960年代後半からの降水量激減とそれに伴う旱魃。人口急増に対処する灌漑計画が原因

日本は食糧や木材を大量に輸入することによって世界中の水を輸入している。沖大幹助教授によれば、日本が間接水として輸入する水量は農産物と畜産物で年間約744億立方メートル。2002年国土交通省水資源部「日本の水資源」によれば、1999年全国年間水使用量は、農業用水597億立方メートル。生活用水164億立方メートル。工業用水135億立方メートル。合計878億立方メートル

国内のミネラルウォーター生産量は1989年で10.1万キロリットル。2001年102.1万キロリットル。ミネラルウォーター輸入量は同期間に1.63万キロリットルから22万キロリットル。

都市化は表面土を被覆し道路を舗装した。それは豪雨の地下への浸透を減少させることにつながり地下水位を低下させた。さらに下水道の普及により雨水流出は下水道が受け持つこととなった。都市の水空間は、日本人が古来こよなく愛してきた憩いの場であり、現代ではヒートアイランド現象を緩和する装置でさえある。憩い、癒し、静寂、安堵、閑雅、枯淡など計量しがたい要素、特に投資効果を金銭で計算できない要素は次々と軽視された。こうして豪雨時に土や水田でかつては休み、遊んでいた雨水もまた憩いの場を奪われ、すばやく下水道へ殺到し、やがて河川や海へ流出する。

地球規模の水循環の解明は、もはや一国のためとか、一専門分野での研究という感覚は消えさせている。目的意識は明確である。いまや人類を襲っている地球環境への基礎的研究という自覚の前には、自分の属する国益とか、個々の専門分野の学問レベルの向上を最終目的とすることが何の意味をもつであろうか。

2006年09月 「水の環境戦略」 中西準子 岩波新書

地球上の河川水の量は一、三兆トン。人口五十億人で割ると一人当たり二五〇トン。私たちは家庭用だけでも水道水を一日二十五リットル使うから一〇〇〇日分しかもたない。にもかかわらず私たちがあまり不自由なく水を使い続けられているのは、それが十～十五日に一度くらいの頻度で循環しているからである。一年間に流れる水の量は、河川水と流れている地下水の現存量の二十倍強、三十七兆トンである。

水循環を維持しているのは太陽エネルギーによる蒸発と海での浄化機能である。地球上での水の蒸発量は河川の流量の一〇倍近くある。

パルプ1トン生産するために使っている水量は、中国400トン（1980年代後半）、わが国の現在が120トン（1989年）。紙・板紙消費量は中国年11kg。日本220kg。

サウジアラビアの取水量は年間流出量（再生可能な国内水資源量）の164%になっている。全需要の75%が再生不能な地下水の取水でまかなわれ、主として農業に使われている。300～400メートルもの深さの地下から、化石水とよばれる地球を支える水がくみ出されている

る。

北京もまた、地盤沈下を起こしつつ地下水の取水を続けている。地下水位は場所によっては 80 メートルも下がっており、北京の土地は 0.5 メートル下がったという（世界の資源と環境 1992-1993）

地球環境問題を考えるとき、いつもアマゾンの森林を基準にして考えることにしている。アマゾンの森林を残せということは、ブラジルの国民にとって、どんなに迷惑なことかと思う。もしあれが日本の一部だったら、とうの昔に農地にし、灌漑をし、農業収入を上げ、湿地を乾燥させて住みやすくしていたにちがいない。しかし、こんなことをしては、地球がだめになってしまうことに私たちは気づいた。生物種の保存のために、森林を残そう、本川に手を加えるのはやめようと。もちろん途上国にとっては迷惑な話である。しかし私たちは、地球の安定のために、それから未来の人間にも選択の余地を残すために、少しでもそれを実行したいと思っている。それが地球環境保全の出発点である。

途上国にとっては、たとえそれが自然破壊になるとしてもダムが必要なことはあるだろう。水道さえ十分にはないのだから。しかし、日本人にとって、これ以上たくさんのお水が必要だろうか？

紙・パルプ産業から排出される BOD 量は、現在の中国で 4.3 百万トン、日本が 0.1 百万トン。つまり中国の現状は現在のわが国の 43 倍の排出量である。

塩素処理を大事だと思う厚生省はそれによるある程度のリスクがあってもいいと考える。私たち市民はそれほど塩素処理が大事な問題かと議論すべきである。安全判断を任すということは、この世の中で何が大事かという判断を任すことである。この世で何が大事かというのは、各自の生き方であり、行政機関に任すことではないはずである。しかし遅れた社会では、往々にして最も大事な価値判断が、行政機関にゆだねられる。日本もこういう面では遅れた国である。何かあると、すぐ行政の責任となる。しかし本当の意味での行政の責任は問われない。そもそも対等でないからである。

排水を水系に戻すと水源が汚れる。したがって水循環すべきではないという理屈で、巨大な流域下水道の建設や農業用水路の用排水分離の工事が進められてきた。いまでもそれは続いているだけでなく、むしろ加速されている。水循環を断ち切り、かつ十分な水を使おうとすれば無限に水資源開発をしなければならない。それが自然破壊につながることは火を見るより明らかである。

水道水質の基準値は人間の健康項目の数値によって決められた。しかし環境基準値は水道基準値ではよくない。たとえば無機水銀は環境中でメチル水銀に変化し、魚に濃縮され、それを人間が食べることを考えて決めるべきである。クロロニトロフェン (CNP) の魚における濃縮率は 4000 倍であることを考えるべきである。環境水質は水道水質より厳しくしなければならない。カドミウムは人の健康を考えたときの基準値は 10ppb だが、淡水性の生物の保護のためには短期の影響なら 3.0ppb、長期なら 0.025ppb でなければならない。DDT (殺虫剤) が米国で禁止になるきっかけは、それらが濃縮している魚を食べる鳥の孵化率が

低下することだった。しかるに、わが国は人間以外の生き物のための環境を考慮して有害物の環境基準を決めたことは一度もない。生物を含む生態系や自然の体系を保存するという基準はない。

人間は多くの安全装置を作らざるを得ないが、やはりそれでもこぼれるものがあり、それは自然を残し、それを謙虚に見つめることによってしか、知ることができないと思うのである。さまざまな手を尽くして、最後は自然の悠久の中で安全を保証してもらえないのが、人間という生き物であり、人間の持つ科学の限界なのだと思う。