

静かに広がる  のリスク 第1回

2013年1月8日
全7頁

偏在する水と人

環境調査部長
岡野 武志



自然が用意した水循環の仕組みは、いつでもどこにでも、均等に水をもたらしてくれるわけではない。人々の生活や産業が、自然の水循環の中で営まれていた時代には、水はさまざまな恵みをもたらす一方、雨や雪が降らないことや降り過ぎることは、水不足や水害などの深刻な問題も引き起こしてきた。それでも、人々は地域の水と真剣に向き合い、努力と工夫によって、きまぐれな水と上手に付き合ってきたに違いない。科学や技術が進歩した現代では、大規模な設備や近代的な機械などを備えた貯水、利水、治水等により、大量の水を手に入れることができ、水の脅威をある程度抑え込むこともできているようにみえる。しかし、人口が増加し産業規模も拡大した社会で、現代の人々は本当に水と上手に付き合えているのだろうか。

1 世界の水と日本の水

地球上には約 14 億 km^3 の水が存在するとされている。しかし、その約 97.5% は海水等の塩水であり、淡水は約 2.5% に過ぎないという。淡水の大部分は地下水や氷河などの形で存在しており、地表の河川や湖沼などに存在する利用しやすい淡水は、淡水全体の 0.3% 程度（約 10.5 万 km^3 ）と考えられている¹。地球表面の約 7 割は海に覆われているといわれるが、河川や湖沼などに存在する淡水は、地球全体の水の 0.01% にも満たないという。淡水は人類にとって希少な資源の一つといえるであろう。

世界の人口を約 68 億人として計算すると、一人あたり年間降水量は約 16 km^3 になるという。しかし、淡水として地表に循環してくる雨や雪の量は、気候や地形に大きく影響を受けるため、地域によって降水量の格差は大きい。国単位で降水量をみると、国土が広い国では、平均降水量が少なくても国土全体の年間総降水量は多くなる。一方、人口が少ない国では、年間総降水量が少なくても、一人あたりの年間降水量は大きい数字になる。広い国土に比べて相対的に人口が少ないオーストラリアやカナダでは、平均降水量は比較的少ないが、一人あたりの年間降水量は際立って多くなっている。

1) 「平成 24 年版日本の水資源について ～持続可能な水利用の確保に向けて～」国土交通省
<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H24/index.html>

図表1 世界の水

国名	A 平均降水量 (mm/年)	B 国土面積 (千km ²)	C = A × B 年間総降水量 (km ³)	D 人口 (千人)	C ÷ D 一人あたり 年間降水量 (m ³)
日本	1,668	378	630	126,552	4,982
オーストラリア	534	7,741	4,134	21,902	188,741
カナダ	537	9,985	5,362	33,675	159,221
米国	715	9,832	7,030	307,687	22,846
ドイツ	700	357	250	82,405	3,034
英国	1,220	244	297	61,887	4,802
中国	645	9,600	6,192	1,365,580	4,534
韓国	1,274	100	127	47,964	2,654
サウジアラビア	59	2,150	127	26,809	4,731
クウェート	121	18	2	2,646	815
世界	815	133,832	109,017	6,811,613	16,005

(注) 各国の値は F A O (Food and Agriculture Organization of the United Nations) のaquastat (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>) が参照されている。

(出所) 国土交通省資料より大和総研作成

いわゆるアジアモンスーン地域にある日本は、先進国の中では比較的平均降水量が多いグループに位置する。南北に細長い国土を多数の山地や山脈が覆っている地形は、雨や雪が豊富に降る条件を備えているといえよう。しかし、日本は国土面積が小さいため、米国や中国のように面積が大きい国と比較すると、年間総降水量は 1/10 程度に過ぎない。また、日本は狭い国土に多数の人口を擁するため、一人あたりの年間降水量は限られたものになっている。日本の一人あたりの年間降水量は 5 千 m³ 程度であり、平均降水量の少ないサウジアラビアともそれほど変わらない水準にある。

2 水の時間的偏在

雨や雪は年間を通じて均等に降るわけではなく、1年のうちでも降水量の多い時期と少ない時期がある²⁾。東京における 2002 年から 11 年までの 10 年間の降水量をみると、月間降水量が最も少なかった 04 年・11 年の 1 月 (3.5mm) と、最も多かった 04 年 10 月 (780mm) とでは、200 倍以上の開きがあることがわかる。10 年間の月平均をみても、梅雨時や台風の時期、秋の長雨と呼ばれる時期などには降水量が多い一方、12 月から 2 月にかけての真冬の時期には、降水量が少なくなっている点に特徴がみられる。降水量の多い時期に降った雨や雪を蓄えて、降水量の少ない時期に使用するため、ダムやため池などの人工的な貯水設備が各地に設けられている。

2) 「気象統計情報」気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>

図表2 東京の月間降水量 (mm)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	平均
1月	98.5	101.0	3.5	77.0	67.0	42.0	17.5	142.0	9.0	3.5	56.1
2月	25.0	53.5	20.0	48.0	113.0	57.0	57.0	46.5	115.0	151.0	68.6
3月	82.0	159.5	129.5	71.0	79.5	77.0	119.5	98.5	143.5	74.0	103.4
4月	58.0	121.0	69.5	81.0	123.0	134.0	240.0	162.5	214.0	96.0	129.9
5月	112.5	172.5	149.0	180.5	99.0	115.5	255.0	242.0	114.0	213.5	165.4
6月	151.5	85.0	112.5	170.5	138.5	80.0	225.5	226.0	108.0	116.5	141.4
7月	124.0	187.5	23.5	247.5	165.0	253.0	48.0	78.5	70.0	54.5	125.2
8月	120.0	370.0	79.5	189.5	126.0	9.5	387.5	242.0	27.0	244.0	179.5
9月	207.0	150.0	195.0	177.5	175.5	319.5	158.5	53.0	428.0	235.0	209.9
10月	194.0	171.5	780.0	201.5	318.0	135.5	204.5	276.5	211.0	119.5	261.2
11月	27.5	229.5	108.5	34.5	135.0	37.0	74.0	151.5	94.5	112.5	100.5
12月	94.5	53.0	79.5	3.5	200.5	72.0	70.5	82.5	145.5	59.5	86.1

(出所) 気象庁データより大和総研作成

降水量には1年の間で偏りがあるだけでなく、年によっても大きなばらつきがみられる。東京における1982年から2011年までの30年間の年間降水量を比較してみると、最も少なかった84年には880mmであったのに対し、最も多かった91年にはその2倍を超える2,042mmとなっている。この30年間の平均した年間降水量は1,529mmとなっているが、30年間のうち9年間について、平均値から20%以上乖離している状況がみられる。長い期間にわたって降水量が少ない時期が続けば、貯水設備に蓄えられた水だけでは使用量を賄いきれなくなる可能性がある。構造的な水不足を回避するためには、降水量の多い地域や水使用量が少ない地域などにエリアを広げて、水を集めてくる必要がある。

図表3 東京の年間降水量 (mm)



(出所) 気象庁データより大和総研作成

3 水と人の地理的偏在

山地や山脈が列島の背骨のように広がる日本では、それらの山地や山脈との位置関係により、降水や降雪の状況は大きく異なる。台風などの影響を受けやすい九州や四国などの太平洋側では、降水量が比較的多くなっているが、山地や山脈を越えた北九州や瀬戸内海側の降水量はそれほど多くない。2002年から11年の10年間の平均年間降水量は、鹿児島や高知では2,000mmを超えているのに対し、福岡や広島では1,500mm～1,600mm程度の水準となっている。また、東北や北陸などの日本海側の地域では、冬の降雪量が多くなっているが、山地や山脈を挟んだ内陸や太平洋側では、降雪量は日本海側ほど多くない。新潟の平均年間降水量は甲府より5割以上多くなっており、秋田の平均年間降水量も仙台と比較すると3割程度多いことがわかる³。

図表4 各地の降水量の比較 (mm/年)

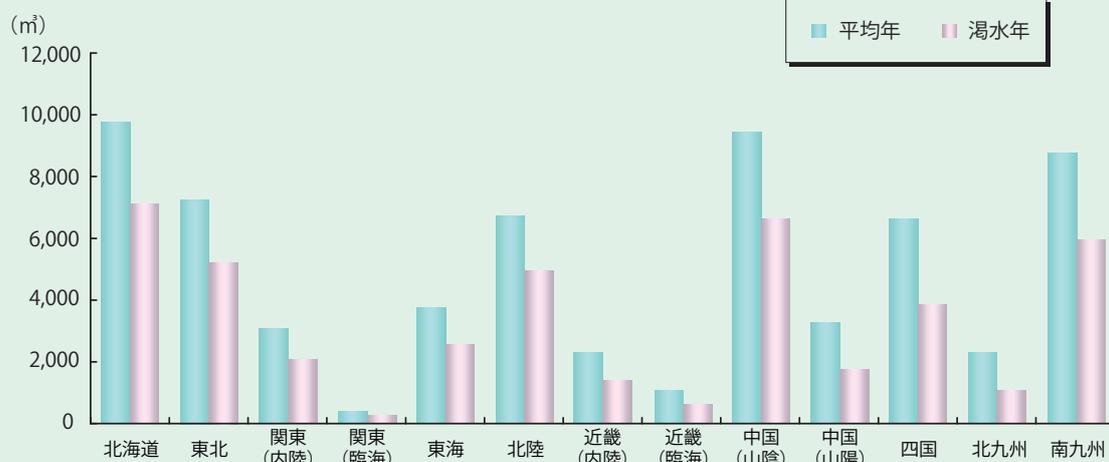
	札幌	秋田	仙台	新潟	甲府	東京	名古屋	大阪	広島	高知	福岡	鹿児島
2002	1,101.0	1,926.5	1,240.5	2,283.0	1,050.5	1,294.5	1,082.5	954.0	1,272.5	2,058.0	1,371.5	2,082.0
2003	916.0	1,573.0	1,279.0	1,688.0	1,425.5	1,854.0	1,905.0	1,528.5	1,709.5	2,904.0	1,600.5	2,035.0
2004	1,130.5	1,784.0	1,233.0	1,917.5	1,613.5	1,750.0	1,947.5	1,594.5	1,902.0	3,397.0	1,741.5	2,314.5
2005	1,236.5	1,821.0	1,028.5	1,813.0	818.0	1,482.0	900.5	909.0	1,322.5	1,745.5	1,020.0	1,988.0
2006	1,145.5	1,477.0	1,599.5	2,014.5	1,111.5	1,740.0	1,611.5	1,399.5	1,959.5	3,212.5	2,018.0	2,280.5
2007	1,028.5	1,555.0	1,343.5	1,748.5	1,052.5	1,332.0	1,269.5	962.5	1,047.5	1,859.0	1,195.0	2,420.0
2008	843.0	1,256.0	1,349.0	1,530.0	1,095.5	1,857.5	1,579.5	1,262.5	1,148.5	2,230.5	1,780.5	2,345.5
2009	1,147.0	1,729.0	1,303.5	1,792.5	1,023.0	1,801.5	1,755.5	1,165.0	1,486.5	2,062.5	1,692.0	1,530.0
2010	1,325.0	1,890.5	1,444.0	2,072.0	1,320.0	1,679.5	1,730.0	1,568.0	1,586.0	3,093.0	1,729.0	2,942.0
2011	1,253.5	1,834.0	1,214.0	1,858.0	1,423.5	1,479.5	1,785.5	1,614.0	1,502.0	2,686.0	1,849.0	2,063.0
平均	1,112.7	1,684.6	1,303.5	1,871.7	1,193.4	1,627.1	1,556.7	1,295.8	1,493.7	2,524.8	1,599.7	2,200.1

(出所) 気象庁データより大和総研作成

国土交通省では、降水量から蒸発散によって失われる水量を差し引いて、対象地域の面積を掛け合わせたものを、水資源賦存量（賦存量）として算出している。また、平均年（1976年から2005年の平均値）と渇水年（1976年から2005年において降水量が少ない方から数えて3番目の年）についても、それぞれの賦存量を示している。その計算によれば、降水量が多い、面積が広い、人口が少ないという条件のいずれか、または複수에該当する地域では、一人あたりの賦存量が多くなる。しかし、日本を代表する大都市圏であり工業地帯でもある関東や近畿などの地域は、いずれも本州の太平洋側に位置しており、降水量は他の地域と比較して多いわけではなく、面積が取り立てて広いわけでもない。平均的な降水量と限られた面積に多数の人口を抱える関東や近畿では、他の地域と比較して一人あたりの賦存量は少ない。とりわけ、関東（臨海）の一人あたりの賦存量は際立って少なくなっており、渇水年では249m³に過ぎないとされている。

3) 「気象統計情報」気象庁
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

図表5 地域別の一人あたり年間水資源賦存量



(注1) 平均年の水資源賦存量は、1976年から2005年の平均値

(注2) 渇水年は1976年から2005年において降水量が少ない方から数えて3番目の年

(出所) 国土交通省資料より大和総研作成

4 水と人が偏在するリスク

水とその利用者（設備）が偏在していることにより、水に関するリスクは大きくなる可能性がある。水と人の偏在がリスクにつながる要因としては、主に以下の4点を挙げることができよう。一つ目は、時間的・地理的に偏在する水を蓄えておく能力に、限界があるという点であろう。日本人は、一日に一人あたり300ℓ程度の生活用水を使用しているとみられており、関東（臨海）だけでも年間に38億m³程度の生活用水が使用されているという。日本では大規模なダムでも貯水容量は6～7億m³程度とされており⁴、大都市圏で使用する水を大量に蓄えておくことは難しい。生活用水の他にも、各水系の水は工業用水や農業用水にも使われており、大都市は水不足と隣り合わせといえよう。

二点目としては、市場に流通している他の商品等と比較して、水の対価が著しく小さいことが挙げられよう。水は金属などと比較して、重量に対する体積が大きく、輸送する際に非常にかさ張る特徴がある。一方、日本の上水道料金は、1ℓあたり1円に満たないことが多く、工業用水や農業用水のコストはさらに低いとみられている。一時的な断水などの場合に、飲料用等の限られた量の水を輸送することは可能であり、現実にもそのような事態は発生している。しかし、飲料用に使用される水の量は、生活用水全体からみれば1%程度に過ぎないという。自動車、鉄道、船舶などを使って、生活用水や工業用水などを大量に輸送することは、非常に大きなコストがかかることが想定されるため、水を長距離にわたって輸送することは、物理的・経済的に難しいといえよう。

4) 「日本のダム・総貯水容量順ランキング」国土交通省相模川水系広域ダム管理事務所
<http://www.ktr.mlit.go.jp/sagami/sagami00006.html>

三点目は、短時間に大量の水を排水する機能に限界があるという点であろう。人口の集中に伴って、都市部を中心に森林や農地が減少し、自然が持つ保水能力は低下している。また、道路の舗装や建築物の密集が進んだ地域では、水が地下に浸透できる面積も縮小している。そのため、舗装道路や建築物などの上に降った雨は、短時間に大量に貯水・排水設備等に流れ込むことになる。もとより、山地が多く急峻な地形の多い日本では、降った雨が地表にとどまる時間は短い。短時間に大量に集められた雨水が、貯水・排水設備等の能力を超えれば、その地域に水が滞留する（洪水）可能性がある。地球温暖化やヒートアイランド現象が、集中豪雨やゲリラ豪雨を引き起こすとすれば、貯水・排水能力を超えた雨量を経験する頻度も高まることになろう。

最後は、水に関わる業務を運営する人的資源が不足しているという点であろう。水に関わる事業では、上下水道などのインフラを整備するだけでなく、取水・送水・浄化・配水・排水などの運営を、長期間にわたって適切に行っていく必要がある。また、水は物理的につながった設備を通じて運ぶことになるため、利用者数が減少しても、利用者の分布が大きく変わらない限り、水インフラを縮小できる範囲に限界があることも問題になる。地方から都市部に人口が流入する傾向は根強く、地方では生産年齢人口の減少が続いている地域も多い。地方を中心に、水インフラを維持・管理する人材を確保することが難しくなっており、豊富な経験やノウハウを有する技術者の高齢化が進む中、これまで培ってきた高い技術をどのように継承するかも課題といえよう。

5 静かなリスクの広がり

2000年代に入っても東京圏⁵へ人口流入は続いている⁶。高度成長期やバブル経済の時期には及ばないものの、東京圏では2002年から11年までの10年間でも、100万人以上の転入超過になっている。大都市に人口が集中し続ければ、大量の水を安定的に供給するために、大規模なインフラを整備しなければならないことになる。また、大量の水を確保するためには、より広い地域から水を集めてくるインフラが必要になり、その規模に応じて使った水を排水する設備も用意しなければならない。

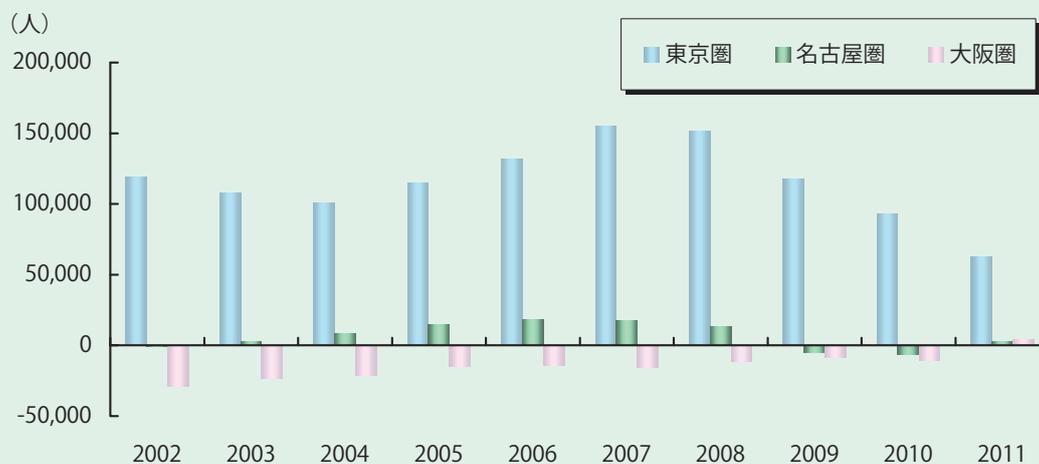
しかし、日本の総人口の減少が始まったとすれば、大都市の人口もいずれはピークアウトする可能性がある。増加する人口に合わせて水関連のインフラを整備した後に、人口減少に伴ってその利用率が低下していくことになれば、一人あたりのコスト負担が次第に大きくなることは避けられないであろう。また、高度経済成長期を中心に、急速に整備が進められた水関連のインフラには、老朽化に伴って維持や更新に多額の費用を要するものも多数あると考えられている。コストを負担する主体の減少に加え、インフラの管理・運営を担う人材が減少していくとすれば、水の供給や排出に関わる事業そのもののあり方を、見直さざるを得なくなる可能性もある。

5) 東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県合計値

6) 「住民基本台帳人口移動報告」総務省

<http://www.stat.go.jp/data/idou/index.htm>

図表6 大都市圏の転入超過数の推移



東京圏：東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県
 名古屋圏：愛知県、岐阜県、三重県
 大阪圏：大阪府、兵庫県、京都府、奈良県
 (出所) 総務省統計より大和総研作成

経済が急速に発展し、都市への人口集中が進んだ時期には、水や水関連のインフラの不足は、明確なニーズや課題として対応を進める必要があった。しかし、現在の人口変動は、高度成長期などと比較して緩やかに進行しているため、明らかな変化としては認識しにくい。また、都市から離れた地域や道路などの地下に造られた部分が多い水関連のインフラは、静かに老朽化が進んでいたとしても、それが日常生活で目に触れる機会は少ない。蛇口をひねれば清浄な水を潤沢に得られる現在の日本では、水や水関連のインフラについての課題が認識されても、対応の優先順位が低くなり、課題解決が先送りされることも考えられるであろう。

以上

(次回は「水の使われ方」について取り上げます。)