

静かに広がる  のリスク 第7回（最終回）

2013年6月25日
全9頁

水のこれから

環境調査部長
岡野 武志



このシリーズでは、第1回から第5回までの各回で、水や水インフラにかかわるリスクや課題の概略をみてきた。そして、そのようなリスクや課題に対しては、第6回でみたように、既に時代の転換点に立っていることが認識され、将来を見据えたさまざまなビジョンやプランの策定や実施が進められている。しかし、どのようなビジョンやプランが描かれても、水の当事者である人々が、水の問題を「誰かがどうにかしてくれる」として見過ごせば、水のリスクは静かに広がり続けることになるだろう。最終回となる今回は、水の「持続」、「安全」、「強靱」を実現し、水とともに生きていくための水のこれからについて考えてみたい。

1 大都市集中の緩和

2013年3月に公表された「新水道ビジョン¹」では、「水道サービスの持続性は確保されているか」、「安全な水の供給は保証されているか」、「危機管理への対応は徹底されているか」という視点で現状を評価している。水の持続・安全・強靱を脅かすようなことは、起きてほしくないことの代表格ということになるだろう。中でも水の供給は、日々の生活に直接大きな影響があるため、サービス停止や機能低下、サービスコストの大幅な増加など、水に関わるサービスが不安定になることは、起きてほしくないことの筆頭といえよう。水に関わるサービスが不安定化する要因としては、水や水需要の偏在、インフラの老朽化や職員の減少、需要の減少やインフラ更新コストの増加などが考えられる。

1) 『『新水道ビジョン』について』（平成25年3月29日：報道発表資料）厚生労働省
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002yndb.html>

図表1 水のリスクの概略

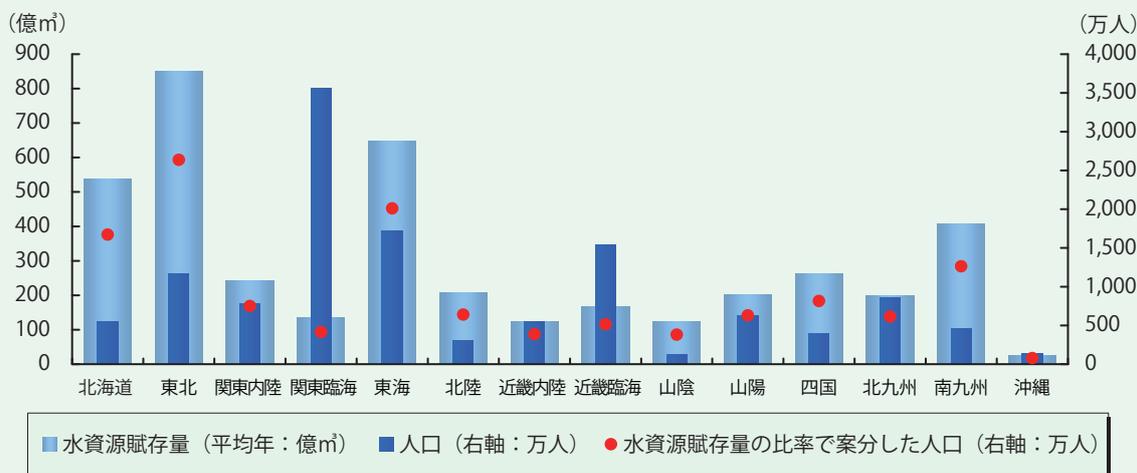
| 不安定なサービス | 水質の悪化・汚染 | 事故・災害 |
|-----------------|------------------|--------------|
| 水資源の不足 | 未処理 / 不完全処理の水 | 土砂災害 |
| ・水の地理的 / 時間的偏在 | ・未処理雑排水 | ・災害危険箇所の利用拡大 |
| ・水需要偏在 / 貯水設備不足 | ・合流式下水道 / 単独浄化槽 | ・集中豪雨の頻度増加 |
| ・気候の極端化 | ・排水規制の裾切り / 暫定基準 | ・集中豪雨の規模拡大 |
| サービスの低下 | ・農薬・肥料等 | 水害 |
| ・施設 / 設備の老朽化 | 汚染の多様化 | ・排水機能不足 / 不全 |
| ・職員の減少 / 高齢化 | ・新たな化学物質等 | ・過剰揚水（地盤沈下） |
| サービスコストの増加 | ・新たなウィルス等 | ・地下設備の増加 |
| ・需要 / 利用者の減少 | ・物質のナノ化 | ・集中豪雨の頻度増加 |
| ・高度浄水処理の拡大 | 浄水機能の低下 | ・集中豪雨の規模拡大 |
| ・政府支出の削減 | ・施設 / 設備の老朽化 | その他の事故等 |
| ・インフラ更新コスト | ・職員の減少 / 高齢化 | ・老朽化管路の陥没 |

(出所) 大和総研作成

健康や安全、生産物の品質などの観点からは、供給される水の質も重要であり、水質の悪化や水の汚染も起きてほしくないことの一つであろう。水質の悪化や水の汚染を引き起こす要因としては、未処理・不完全処理の水や物質が環境中に放出されることや、従来の処理方法では除去しきれない汚染物質が増加することなどがある。また、生命・財産に関わる事故や災害も起きてほしくないことの一つであり、そのような事故や災害の要因としては、気候の極端化や設備の不備・老朽化などが挙げられる。水に関わるリスクや課題の基になる要因は多岐にわたっており、科学技術の水準や自然現象に関わる要因、少子高齢化や人口減少などに伴う要因等が増加・増大してくる可能性もある。

このようなリスクや課題は、清浄で豊かな水を得られる、安全な土地で、水をきれいに使いながら暮らしていれば、ほとんど無縁の話かもしれない。つまり、きれいな水を得にくい、事故や災害等の危険がある、水を汚す主体が存在する、などに該当する場合に、水に関わるリスクや課題が大きくなると考えられる。経済の規模拡大や工業生産の効率性などが優先された時代には、港湾などに近く広い土地を確保できる平野部は、工場や働く人々を集中させる地域として最適であったに違いない。しかし、水資源に限界がある地域に人口や産業が集中すれば、水の供給や浄化に関わるリスクが高まることになり、スプロール化しながら広がる都市域で水を使い続けるためには、多額の費用も必要になるだろう。

図表2 水資源賦存量と人口



(出所) 国土交通省資料より大和総研作成

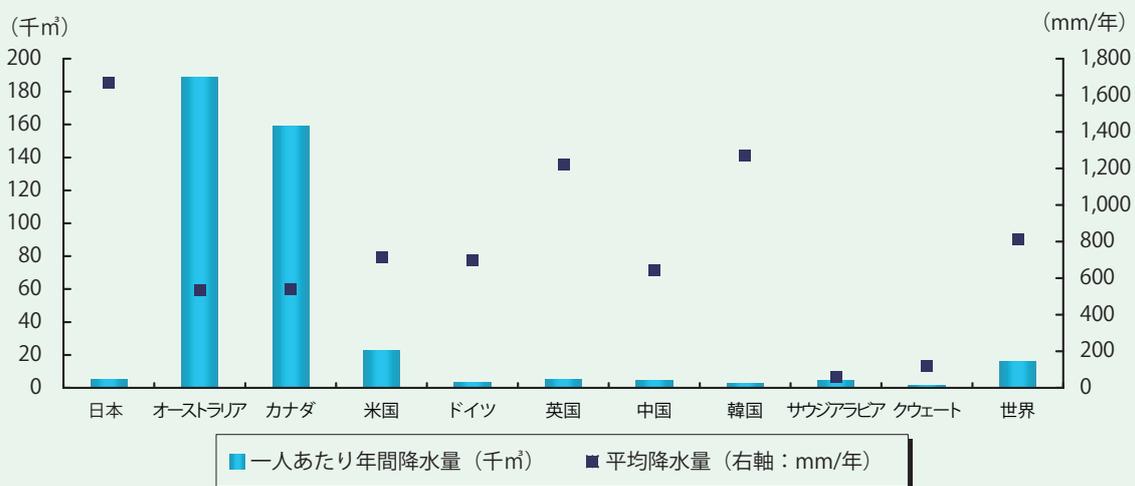
都市の拡大に向けて農地や山林が転用され、アスファルトやコンクリートで地表が覆われれば、自然の持つ防災の機能が失われ、災害リスクが大きくなる懸念もある。人口や資産が集中する地域で、大規模な渇水や断水、集中豪雨や地盤の液状化など、防災対策の想定を上回る規模の災害や想定と異なる種類の災害が発生した場合には、他の地域に比べて大規模な被害になる可能性は高い。大規模な被害に対しては、国を挙げて復興支援等を進めることは当然と考えられるが、いつ起きるかわからない災害に対して、人口や資産が集中する地域での被害規模を想定して、他の地域から十分な支援等が行える態勢を整備しておくことは、現実には難しい面もあろう。水のリスクを低減するためには、リスクを高めてきた大きな要因の一つである大都市集中を緩和し、各地域が持つ多様な資源や機能を活用していく視点が重要であろう。

2 水源の多様化と効率的利用

日本の年間平均降水量は、世界平均の2倍程度と比較的多いものの、狭い国土に多くの人々が暮らす日本では、一人あたりの年間平均降水量にすると、世界平均の1/3程度にすぎない²。従来の水資源対策では、大都市を中心に増加する水需要に対応するため、ダムなどによる水資源開発を拡大し、表流水を確保する取り組みが進められてきた。しかし、国土全体で見れば、雨水や地下水も水循環の中にある貴重な水資源の一部であり、大量に水を使用する地域や水が得にくい地域では、海水の淡水化や回収水の利用も重要な水資源確保策の一つになる。これからの水資源開発では、多様な水資源を確保する観点から、これらの水源の利用も含めて、地域の特性に適合した水源を選択することが求められよう。

2) 「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/>

図表3 一人あたり年間降水量の比較



(出所) 国土交通省資料より大和総研作成

限られた水を効率的に利用するためには、供給する水の質や量を見直すことも必要になる。家庭用水では、水は主に「洗い流す」ことに使われ、飲料用水は家庭用水全体の1%程度にすぎない。家庭用水の中で飲料用水は特殊な用途といえるが、現在の仕組みでは、台所に送られる水も、風呂やトイレに送られる水も、同じ水質であることが多い。しかし、風呂やトイレに使う水にまで、「おいしい水」であることを求める利用者は少ないであろう。特殊な用途に合わせて、インフラ全体の機能を高めようとするれば、過大なコストが発生することになる。通常の用途に使用可能な水を、できるだけ安価で持続的に供給する取り組みを進める一方で、使用量の少ない飲料用水については、家庭用浄水器や宅配型配水を活用するなど、水の用途に合った供給体制を構築することも必要であろう。

現在の仕組みでは、使用後の水についても供給の場合と同様に、水の使われ方に関わらず同じ汚水として処理場に送られ、浄化処理後に河川等に放出されることが多い。河川等に放出された排水が、下流域で再度取水され、「おいしい水」になる処理を経て、再び家庭等に供給される場合、多重かつ過剰な処理が繰り返されている部分が多くなる。一方、水の利用者は、使用後の水の質を知ることができる当事者であり、家庭や事業所など、水を使用する場所（オンサイト）で排水が処理できれば、特定の物質を簡易な方法で除去し、効率的に再生水を得ることも可能であろう。オンサイトでの排水処理により、台所⇒風呂⇒洗濯⇒トイレなどの順に、水を繰り返し利用する方法（カスケード利用）が構築できれば、水の使用量の削減や排水処理システム全体にかかる負荷低減にも寄与すると考えられる。再生水の利用には、高度な技術を求められる場合も多いが、日本の高い技術がこの分野でさらに発展することが期待される。

3 分散と集中の選択

一方、水を利用する際には、水使用者が個別に取水や浄化のための設備を購入して水を得るより、大きな設備を設けて集合的に給水する方が、個々の水使用者の負担が小さくなる場合も多い。排水についても、個々の水使用者が個別に排水を処理するより、排水を効率的に処理する設備を有する事業者に委託する方が経済的な場合もあろう。しかし、給水や排水処理に関わるサービスを提供するためには、これらの設備が管路などで水使用者と物理的に接続している必要があるため、水使用者が一定程度の範囲に集中して存在していることが、サービス効率を高める条件となる。ところが、最近の10年間程度をみると³⁾、管路延長の増加率と比較して、水道の年間総配水量や下水道の年間総処理水量の増加率は低い水準にとどまっており、必ずしも効率的ではない範囲にまで、管路が張り巡らされてきた可能性がある。(図表4)。

図表4 管路延長と利用状況の推移 (対2001年度比：%)



(出所) 総務省資料より大和総研

これまでの水に関わるサービスでは、国民衛生や環境保全などの観点から、普及率向上が目指される一方で、家庭等の一般利用者に比較的割安な料金が設定される例もみられてきた。また、サービス提供に関わる費用が嵩み、回収料金が不足する場合などには、国や自治体からの補助金等によって支えられてきた面もある。しかし、人口減少の本格化に伴って、一般利用者が分散したまま総数が減少し、産業の空洞化により、これまで高負担者であった大口需要者の減少が進む懸念もある。そのような中で、政府債務の累積が深刻化し、補助金等による補填が難しくなれば、サービスの持続可能性が低下すること

3) 「地方公営企業決算（地方公営企業年鑑）」総務省
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/c-zaisei/kouei_kessan.html

は避けられないであろう⁴。インフラの更新需要抑制やサービスの効率化を進めるためには、これまでの統合化や広域化の方向だけでなく、水に関わるサービスの分散型への転換を視野に入れ、分散と集中を選択していく必要があるだろう。

インフラの更新需要抑制やサービスの効率化という観点からは、管路に限らず水供給や排水処理に関わる設備全体についても見直していく必要がある。「地方公営企業年鑑」によれば、2011年度の水道事業では、一日の平均配水量約5千5百万m³に対し、日量9千万m³を超える配水能力を有しているという。一日平均配水量に対する配水能力の比率は、2000年度に1.55倍であったものが、2011年度には1.63倍に拡大している。いつでも、どこでも安定した水利用を確保するためには、平均配水量を上回る配水能力を有することは重要に違いないが、需要側を効果的に制御することで、水にかかるコストを抑制する視点も必要であろう。例えば、使用する時間帯や季節に応じて水の料金を変化させることで、水需要を一定程度制御する方法なども検討に値しよう。

水の使用と排水は同時に発生することも多いため、水の需要側を制御することができれば、排水処理側についてもインフラの更新需要抑制やサービス効率化につながり、水利用全体のコストを低下させることが期待できる。一方、需要を制御しようとする場合には、利用者の理解や協力に加え、水の使用状況が「見える化」され、利用者が能動的に参加しやすい環境を整備することも必要になる。これまでコンパクトシティやスマートシティについては、人や物などの物理的な移動、電力や情報の伝達網の配置などを中心に検討されることも多かったが、ライフラインの一つである水や水インフラを検討に組み込むことで、効率的な地域インフラを構築していくことが重要であろう。経済や社会の量的拡大に伴って広がったインフラやサービスを、質的充実へ転換していくためには、水だけに限らず、地域の特性に応じた分散と集中を賢く選択することが求められよう。

4 水利用者による効率化

近年では、大規模な工場排水などによるピンポイントの汚染に減少がみられる一方で、小規模で広範な排出源による面的な汚染を減らすことが課題とされることも多い。河川全体では水質の改善がみられているものの、「都市域を流下する中・下流域及び流入支川の一部の調査地点等では依然としてBOD⁵値が高い地点がみられる」との報告もある⁶。2011年度末の水道普及率は97.6%となっているのに対し、

4) 近年では、水源環境の保全や再生などを目的として、自治体が独自に課税する場合もある。

「個人県民税の超過課税（水源環境保全税）の概要」神奈川県

<http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f4832/>

5) BOD（生物化学的酸素要求量）：微生物が水の汚れを分解するときに必要な酸素の量。通常水には10mg/ℓ程度の酸素が含まれており、BOD1g（=1000mg）を分解するためには、水100ℓ分の酸素が必要になるとされている。

6) 「平成23年全国一級河川の水質現況の公表について」(平成24年7月31日：報道発表資料)国土交通省

http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_000534.html

汚水処理人口普及率は87.6%にとどまっており、汚水が未処理のまま排出されている可能性が示唆される⁷。また、水質汚濁防止法の排水基準には、裾切りや暫定基準⁸も用意されているため、さまざまな施設のすべてが、きれいな水を排出しているとは言い切れない部分もあろう。

主に洗い流すことに使われる家庭用水では、使用後の水にシャンプーや洗剤、食物くずや食品添加物など、多様な物質が含まれ、排水を処理する際の負荷を高めていると考えられる⁹。一方、水の利用者は、水を使用する段階で、水を汚染する物質の使用を減らすことができる当事者でもある。水を使用する際に、そのような汚染物質の使用量を削減し、あるいは環境に配慮した製品等を使用する取り組みが広がれば、排水処理の負荷を軽減することができ、水利用に関わるシステムを効率化することが期待できる。

図表5 生活排水のBOD

| | | |
|--------------------|-----------------|---------------|
| 生活排水BOD総量：約43g/人/日 | 雑排水BOD：約30g/人/日 | 台所：約17g/人/日 |
| | | 風呂：約9g/人/日 |
| | | 洗濯その他：約4g/人/日 |
| | し尿：約13g/人/日 | |

(出所) 環境省資料より大和総研作成

製品の製造や加工などにおいては、計画や設計の段階から、汚染物質等の使用を削減する取り組みが進められていると考えられるが、希釈や洗浄等に使用された水には、貴重な資源などが含まれている場合もある。さまざまな物質が混在した状態で、大量に発生する排水処理施設の汚泥から、貴重な資源を選別して回収するより、水の利用者がオンサイトで回収する方が、容易な場合も多いであろう。また、排水に含まれる物質が明らかであれば、特定の有害物質を除去する設備で対応できるため、排水処理事業側で多様な汚染物質に対応する負荷を軽減することも期待できる。

大都市集中に伴うリスクを低減するためには、これまで大都市に集中してきた水利用者が、地域に分散していくことが必要になり、水利用者が地域に分散する場合には、地域の特性に応じて、効果的な分散と集中を選択することも求められる。水を効率的に利用する上では、水利用者が水の使用量を制御し、水をきれいに使うことで、大きな効果が期待できる。排水についても、水のカスケード利用やオンサイトの資源回収等により、水処理システムの負荷軽減に寄与することが期待される。水のリスクを低減し、課題を解決していくためには、個々の水利用者が果たす役割は大きいといえよう。

7) 合流式下水道や単独浄化槽が利用されている場合にも、未処理の汚水が環境中に排出される可能性がある。

8) 「排出基準を定める省令」法令データ提供システム
<http://law.e-gov.go.jp/htmlldata/S46/S46F03101000035.html>
 「中央環境審議会水環境部会（第31回）議事要旨」環境省
<http://www.env.go.jp/council/09water/y090-31.html>

9) 「生活排水読本」環境省
<http://www.env.go.jp/water/seikatsu/index.html>

5 国土のデザインと水の活用

水は自然の大きな循環の中にあり、日本には年間およそ 6,400 億³の降水量があるという。蒸発散量を差し引いても、年間およそ 4,100 億³の水が地表や地下を循環しており、この大量の水が持つエネルギーは、大規模な貯水施設や長く高い堤防などを建設しても、完全に制御することは容易ではない。陸地にある水は位置エネルギーを伴っているため、そのエネルギーが土砂災害等を惹き起こすこともあり、河川は下流に行くにしたがって合流して流量を増すため、人口が多い下流域で洪水等の被害が大きくなることもある。日本の人口の約 50%、資産の約 75%は、洪水氾濫域（洪水時の河川水位より低い地域）に集中しているとされており、都市部の地下には、道路や鉄道、商店街や飲食街など、浸水被害等につながりやすい施設も広がっている。

過度に集中が進んだ大都市やスプロール化しながら拡大する都市域では、人口減少や産業空洞化の影響を受けてコスト負担が増加する一方、既に人口の減少や流出が大きく進行している地域では、水に関わるインフラやサービスの存続すら厳しくなる懸念もある。財政状況が厳しくなる中で、災害等に対する国土の強靱化を進めるためには、鉄やコンクリートなどで各種設備を構築することだけでなく、森林やため池、水田などが持つ貯水機能、自然と共生しやすい霞堤¹⁰などの防災機能等を活用し、国土のしなやかさを高めていく視点も重要になる。これまでの大都市集中の国土利用が、水資源の確保や水質、事故や災害などに関わるリスクを高めてきたとすれば、水と国土の利用について、全体のデザインを見直していく必要がある。

水資源賦存量や地域の特性、災害リスクや設備・施設等の再構築コストなどを考慮しながら、地域単位にサプライチェーンと消費地を配置し、それらのサプライチェーンがネットワークとしてつながれば、相互補完的で強靱な供給体制を構築することも可能になる。水資源が豊富な地域には、水力発電などの再生可能エネルギーのポテンシャルが大きい地域¹¹や第一次産業の資源に恵まれている地域も多く、水は観光や教育などでも有効な資源に成り得る。地域の水や資源、エネルギーなどを活用した生産物等が、地域内の消費地で利用されるようになれば、水や生産物の輸送、人の移動や送電等に関わるエネルギーのロスなども縮小することが期待できよう。

水のリスクや課題は世界に広がる問題でもあり、日本の優れた技術がこの問題の解決に貢献すること

10) 堤防に開口部を設け、上流側と下流側が不連続に重なる堤防で、洪水時には開口部から堤内地に溢水し、下流に流れる流量を減少させ、洪水が終わると開口部から河川に排水される。

11) 「平成 22 年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」環境省
<http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/index.html>
「平成 23 年度 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」環境省
<http://www.env.go.jp/earth/report/h24-04/index.html>

も期待されている¹²⁾。しかし、世界の水問題に取り組む上では、科学技術の振興や水分野の専門家育成の促進など、国内の基盤を強化していくことも重要であろう。国内で水や国土の利用高度化、自然の機能を活かした国土強靱化、水利用システム全体の効率化、などについてのノウハウが培われれば、海外への貢献やビジネスとしての展開の拡大にもつながるであろう。水にはリスクだけでなく大きな可能性もある。水と真剣に向き合い、水を活かす努力が広がれば、さまざまな課題を解決する道筋も見えてくるのかもしれない。

以上

12) 参議院は、2013年5月に世界の水問題と日本の対外戦略に関する報告書を公表しており、国内や海外の水問題の解決に向けた7分野58にわたる提言を示している。
「国際問題、地球環境問題及び食糧問題に関する調査報告 世界の水問題と日本の対外戦略」参議院
http://www.sangiin.go.jp/japanese/kon_kokkaijyoho/index.html