

# 日本と世界における水輸送の課題と可能性

植村哲士



宇都正哲



松岡末季



## CONTENTS

- I 未使用淡水資源活用方策としての  
水移出・水輸出
- II 海上水輸送の技術
- III 国内の水輸送事例
- IV 海外の水輸送事例
- V 水移出・水輸出の課題
- VI 水移出・水輸出先と実現可能性
- VII 日本主導による国際的な水取引の  
ルールづくりを

## 要約

- 1 少子高齢化、人口減少、財政難の三重苦に悩まされる2040年の日本国民にとって、地球温暖化による気候変動で将来深刻化が危惧される渇水や洪水への対策として、渇水利水対策施設を建設していくための財源負担は重荷になる。
- 2 国内で発生が予想される未使用淡水資源を国内の水不足地域に移出したり、海外の渇水地域に輸出したりすることで、国内に偏在する淡水資源を有効に活用していくことが望まれる。
- 3 海上輸送による水輸出は、すでにトルコが実施している。米国アラスカ州発およびカナダ発の淡水資源輸出も繰り返し検討されているが、前者は、相手国側の受け入れ態勢やコストの問題から実現しておらず、後者は、国内の淡水資源保護の観点から連邦政府が輸出を禁止している。
- 4 水輸出は、地域の安全保障や地方部の地域活性化につながる。日本も、人口減少によって国力が低下していくなかで、国際的な地位の維持や新たな産業育成の観点から、未使用淡水資源の移出・輸出について真剣に検討する時期に来ている。

## I 未使用淡水資源活用方策としての水移出・水輸出

日本では2040年ごろに、未使用淡水資源が年間100億m<sup>3</sup>程度発生することが予想されている<sup>文献1~4</sup>。2040年を待たずとも、生活用水・工業用水などの給水量も低下している。もちろん、渇水などのリスクに備える必要はあるものの、通常年における未使用淡水資源問題に対処しないと、将来的に、上下水道事業の経営悪化やそれに伴う上下水道料金の上昇、ダムなどの水資源関連施設の管理状況の劣化が生じる危険がある。

上水道事業者や工業用水道事業者には、水利権の返上と施設のダウンサイジングという選択肢が残されており、実際に、人口減少や産業の衰退に合わせて上水道施設のダウンサイジングを行った例も見られる<sup>文献5</sup>。しかし、ダムを管理する国や都道府県は、治水上の観点からダムを簡単に除去することはできない。また、工業用水道事業者も、将来的な新規の工場立地を考慮せざるをえず、安易な施設ダウンサイジングはできない<sup>文献6</sup>。したがって、水資源の未使用分を何とかして収益化し、それにより将来的な水道事業の収益を確保したり、ダムなどの治水施設の維持管理・更新費を捻出したりしていく必要がある。

未使用水の活用方策は多様である。たとえば、水を大量に消費するような国内産業である製紙業などを誘致するのも一案であろう。ただし、人口減少によって内需が縮小する日本において、水需要を生み出すような産業を誘致するのは、解決策として想定しにくい。そこで筆者らは、セカンドベストの選択肢と

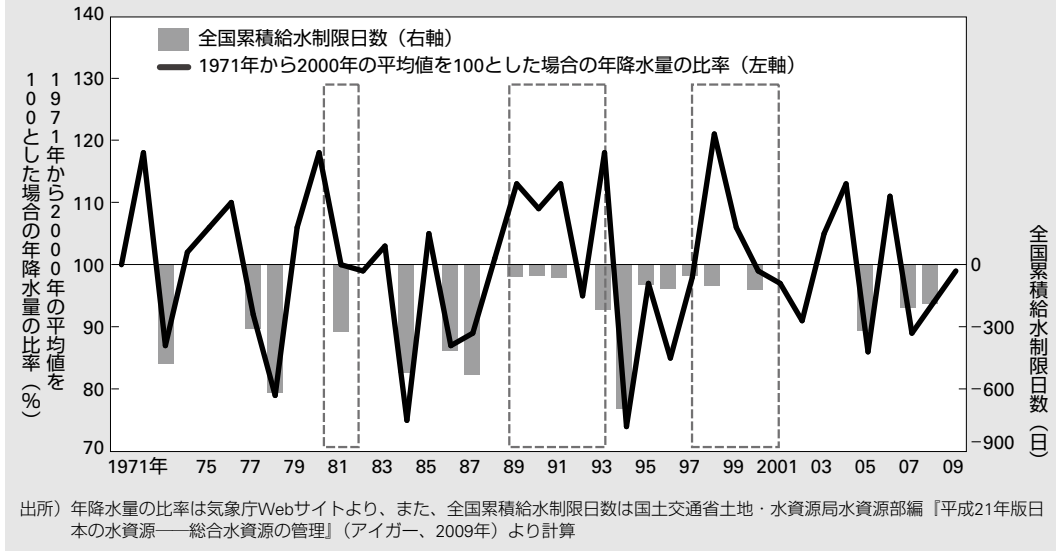
して、国内に潜在する未使用淡水資源を日本国内の渇水地域に移出したり、水不足に悩む海外に輸出したりすることを検討せざるをえないと考えている。

もちろん、水不足に悩む海外の国であっても、日本の未使用淡水資源を輸入する必然性はない。多くの国では海水淡水化プラントの導入が進められており、シンガポールに代表されるように下水・廃水の再利用も盛んである。これらの造水施設か水輸入のどちらが選ばれるかは、「水需要の逼迫度」「費用差」「生存のための基礎資源である淡水を他国に依存することへの政治的な反発」「濃縮塩水排水が引き起こす生態系の破壊」などの要因が複合的に組み合わさって決定されるはずである。

ただし、海水淡水化プラントの導入にも限界がある。海水の淡水化には、「蒸発法」「逆浸透法」「電気透析法」「LNG（液化天然ガス）冷熱利用法」「透過気化法」などがある。このうち蒸発法やLNG冷熱利用法、透過気化法は、熱源や冷熱源を必要とするため、火力発電所やLNG基地を併設しなければならず、立地に制約がある。また、逆浸透法と電気透析法は電力消費が大きい。このため、石油産出国などを除けば、海水淡水化には電源・熱源の確保が必須となる。

さらに、閉鎖海に面して濃縮塩水が適切に薄まらないような地形の地域では、近年、上述のような、濃縮塩水排水や廃高温塩水による生態系への影響も指摘されている<sup>文献7</sup>。このように海水淡水化プラントの設置には限界があるため、下水・廃水の再利用以外に別の水源を確保する必要性が生じる可能性がある。また、河川表流水、地下水などの水源と、海

図1 年降水量の変動と給水制限の発生状況



水淡水化プラントの造水を組み合わせる場合、海水淡水化プラントの稼働率が低く、最大必要量から施設規模を決めると、結果的に高コストになる。ここに、未使用淡水資源の海上輸送の余地があると考えられる。

日本の未使用淡水資源の輸送を想定するとき、国内で渇水が発生した場合の水の移出・輸出余力について疑問を呈されることが多

い。実際、日本国内のある地域で深刻な渇水が生じる年は、全国的にも年降水量が少ない傾向がある(図1)。一方で、図1内の破線で囲んだ年のように、全国的には年降水量の平均値を超えていても、局地的に渇水が発生している場合がある。

次に、1971年から2009年の年降水量の変動と渇水の発生状況について比較したのが図2である。同図を見ると、年降水量が平年の90%程度でも渇水が発生していない年がある。一方で、年降水量が平年の120%でも渇水が発生している年がある。このように、渇水とは単に全国的に降水量が少ないから発生するのではなく、降水量が平均的に多い年でも局所的な少雨により発生するのである。こうした観点からすると、図2内のアミがけ部分は、国内の水輸送によって給水制限が緩和できた可能性がある。実際に2007年に四国で発生した渇水(高松・松山渇水)の際、九州南部や東北地方東部では相対的に降水量が多かった(図3右)。

図2 国内の水輸送によって緩和できた可能性のある給水制限

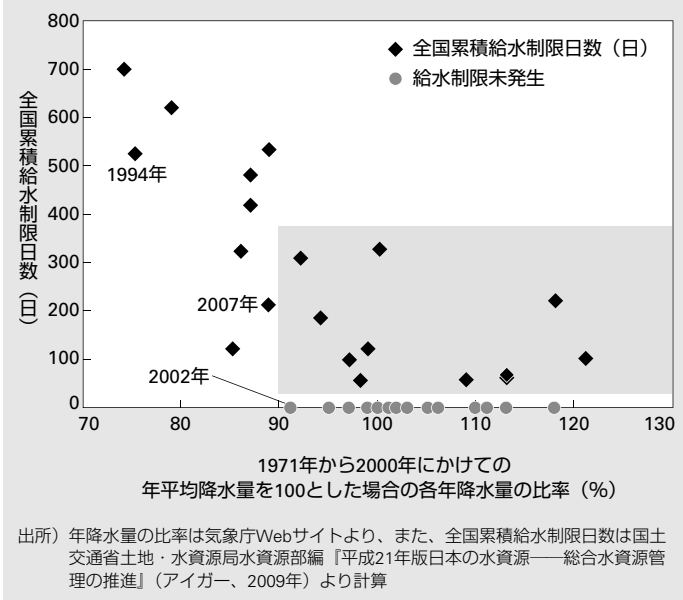


図2は同時に、年降水量が平年の90%を割る年は、日本のどこかで必ず渇水が発生していることも示唆している。実際に、年降水量が平年の80%を下回った1994年の場合、日本のほとんどの地域で、2002年のように「年降水量が平年を下回ったにもかかわらず、渇水が生じなかった年の降水量」を下回っている。ただし、この1994年でも北海道は相対的に降水量が多かった(図3左)。

地球温暖化により渇水が頻発するかどうかは定かではないが、人口減少社会において、渇水対策のために新たな貯水施設を建設するには多額の金銭的負担が発生する。高齢社会の進展で医療費なども増加するなか、水資源管理や洪水対策にかけられる公的資金にも限界がある。したがって、水資源管理や洪水対策費は、できるだけ自前で資金調達する必要がある。

以上のような問題意識から、本稿では、将

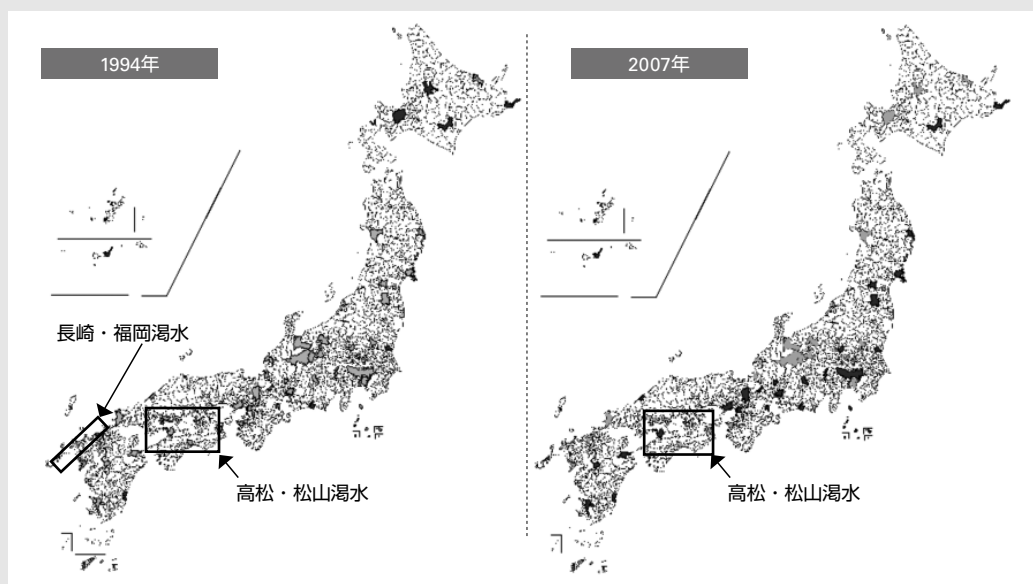
来発生が予想される日本国内の未使用淡水資源を、淡水資源の不足気味な国内外の地域に移出・輸出することによる国内外の渇水の緩和と、日本国内の持続可能な淡水資源管理の両立可能性を検討する。そのため、現時点で知られている日本国内と世界における水移出・水輸出の取り組み状況を確認し、その課題と対応策について検討する。

以下、まず水輸送を実現する技術を概観し、次に国内外での水輸送の事例について簡単に紹介する。その後、水輸送を進めていくうえでの課題と解決の方向性を議論し、最後に、今後日本が取るべき行動について指摘する。

## II 海上水輸送の技術

水移出・水輸出のためには、何らかの方法で水を輸送する必要がある。水輸送の代表的

図3 渇水年の全国の降水量分布



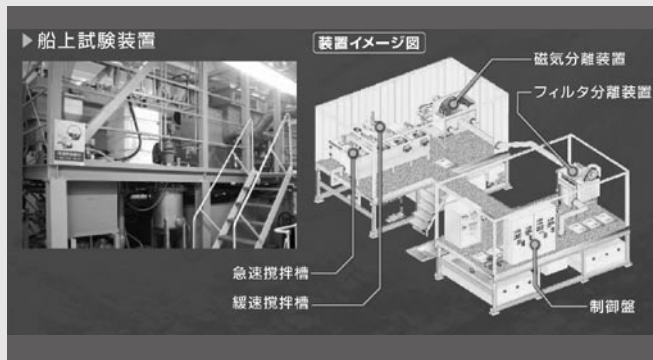
注) 図中のアミは、各観測地点において、「直近10年間で降水量が平均降水量を下回っているにもかかわらず渇水が発生しなかった2002年降水量」と「平均降水量」のうち小さい値を基準に、1994年と2007年の降水量が多かった(濃いアミ)か、少なかった(薄いアミ)かを示す。降水量の多寡と渇水の発生状況は必ずしも関連性があるものではないが、渇水年で、ある地域が渇水のときに、他地域は相対的に降水量が多いことを示している  
出所) 国土交通省土地・水資源局水資源部編『日本の水資源——総合水資源管理の推進』(アイガー、2009年)より作成

図4 小型液体輸送船による海上水輸送



出所)『徳島新聞』2009年6月24日(徳島新聞社提供)

図5 バラスト水浄化装置のイメージ



出所)日立プラントテクノロジー Webサイト ([http://www.hitachi-pt.co.jp/products/es/ballast/pdf/ballast\\_catalog.pdf](http://www.hitachi-pt.co.jp/products/es/ballast/pdf/ballast_catalog.pdf))

図6 水バッグを用いた水輸送の状況



出所) MTI (IENYK輸送技術研究所) Webサイト ([http://www.monohakobi.com/ja/research/water\\_bag/](http://www.monohakobi.com/ja/research/water_bag/))

な技術は、河川の自流機能を活用したり、パイプラインを敷設し送水したりすることである。ただし日本国内であっても、異なる流域に水を輸送したり、海外に水を輸送したりする場合にはこれらの方法は使えない。

海上で水輸送を行う代表的な方法は、タンカーなどの液体輸送船に主荷として積載する方法(図4)、大型タンカーやばら積み船のバラスト水浄化装置を活用する方法(図5)、「水バッグ」を活用する方法(図6)、台船やフェリー・コンテナにフレキシタンク(フレキシブルタンク)を積載して輸送する方法(図7、図8)などが知られている。バラスト水として輸送する方法以外はすでに実用化されている。バラスト水として輸送する方法は、国土交通省「下水処理水のバラスト水活用検討会」によって、2010年度に実現可能性が調査される予定である<sup>注1</sup>。

### Ⅲ 国内の水輸送事例

現時点で行われている国内の水輸送は、渇水時における地域間緊急水輸送である。

2009年の徳島県での渇水の際に、那賀川流域の阿南工業用水道では60%カットの取水制限が行われていた。同様に吉野川水系でも工業用水道は50%カットされていた。吉野川水系の渇水も深刻であったが、那賀川水系に立地する阿南工業用水利用事業所の生産調整が深刻であったため、徳島県は1隻1回当たり数百万円の運搬費を負担し、液体輸送船を活用して吉野川水系の吉野川北岸工業用水から阿南工業用水へ1日当たり1000m<sup>3</sup>の水を海上輸送した<sup>注2</sup>。

同様に、1978、79年の福岡県福岡市の渇水

の際には、海上自衛隊の護衛艦「たかなみ」、掃海艇「てうり」、輸送艦「もとぶ」が艦艇の乗員用の淡水タンクに水を満載することで海上輸送を実施した。さらに1994年の渇水時にも、崎永海運によって長崎県佐世保市でタグボートを用いた海上輸送が実施されたり、岡山県水島地区の旭化成水島工場には、山口県や宮崎県から水が海上輸送されたりしている。

最近では、2007年3月に水資源機構とMTIが和歌山県新宮市新宮港と徳島県阿南市富岡港の約170kmの間で水バッグを用いた水輸送試験を行った<sup>注3</sup>（図9）。この輸送実験は成功裡に終わっているものの、渇水は頻発するものではなく、365日水輸送をしなければならない地域は日本にないため、ビジネスは休止している。

以上のように日本国内でも、液体輸送船や水バッグ、台船を活用した水輸送はすでに行われている。現時点での問題は、水輸送が主に渇水時の緊急対応であり、民間企業や地方自治体が個別に緊急的に対応しているため、恒常的なビジネスとしての実現性が十分ない点である。

## IV 海外の水輸送事例

次に海外での海上水輸送の例である。本稿では、すでに水が輸送されていたり検討が進められていたりするトルコ、米国（アラスカ州）、カナダの例を取り上げて、海外での水輸送の現状を確認する。

### 1 トルコ

現在トルコは、キプロス、イスラエルへの

水輸出を開始するとともに、リビア、シリアも検討している。トルコの輸出用の水源はマナヴガト（Manavgat）川であり、年間1億

図7 台船に積載された水とタグボート



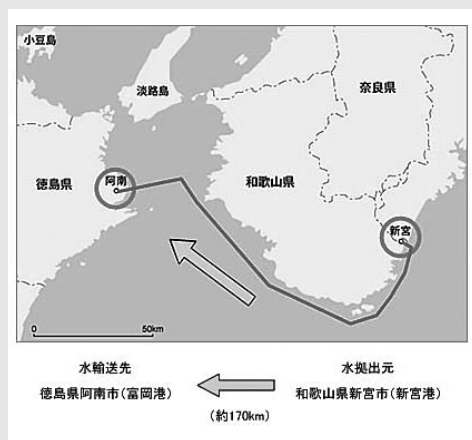
出所 長崎県Webサイト (<http://www.doboku.pref.nagasaki.jp/~ishiki/kassuighai02.html>)

図8 フレキシタンク（フレキシブルタンク）のイメージ



出所 ユニケイWebサイト (<http://www.uni-k.co.jp>)

図9 新宮市—阿南市間の水バッグによる水輸送実証実験の航路



出所 MTIWebサイト ([http://www.monohakobi.com/ja/topics/special/water\\_bag/index.html](http://www.monohakobi.com/ja/topics/special/water_bag/index.html))

3000万トンの輸出余力を持つ利水施設が建設されている（図10）。

トルコ－キプロス間の水輸送は、湾岸戦争時、「砂漠の嵐作戦」に伴い米軍が駐留したことをきっかけに始まった。ノルディックウォーターサプライ（Nordic Water Supply）が、1998年から2002年にかけて3万5000m<sup>3</sup>入りの水バッグを用いて年間700万m<sup>3</sup>の水を輸送していた<sup>文献8</sup>。その後ノルディックウォーターサプライは清算され、現在は古いタンカーを用いた水輸送になっている<sup>注4</sup>。

トルコ－イスラエル間の水輸送は2004年5月より20年間、年間5000万トンの水を65回に分けて、トルコ南部の地中海沿岸のマナヴガト浄水場から525km離れたイスラエルのアシュケロン（Ashkelon）まで輸送することで始まった<sup>文献9、10</sup>。イスラエルはアシュケロン港から13kmのパイプラインを建設して国内の水輸送を行っている<sup>文献10</sup>。将来的にはパイプラインを延長し、ヨルダンやパレスチナまで輸送する計画もある<sup>文献9、10</sup>。トルコはイスラム大国であり、かつNATO（北大西洋条約機構）加盟国であるため、イスラエルに

とって、安全保障上、長期・安定的な関係を構築する必要がある。このため、イスラエル国内の海水淡水化プラントの造水費用である1m<sup>3</sup>当たり0.6ドルよりも、トルコから輸送した水のほうが同0.8ドルと高いにもかかわらず輸入をしている。

トルコは、さらにリビアとも年間1億m<sup>3</sup>の水輸出の交渉を行っている。リビアにもすでに海水淡水化プラントが設置されているが、リビアの水当局は、海水淡水化プラントを補うものとしてトルコからの水輸入を捉えている。実際、リビアの海水淡水化の費用は1m<sup>3</sup>当たり0.5ドルであるが、トルコからの輸入水は同0.8ドルの見込みである<sup>文献11</sup>。

このように、トルコ発の水輸出は費用面という単に経済的な問題だけでなく、水資源の多様化や国際政治とも連動しながら進められている。

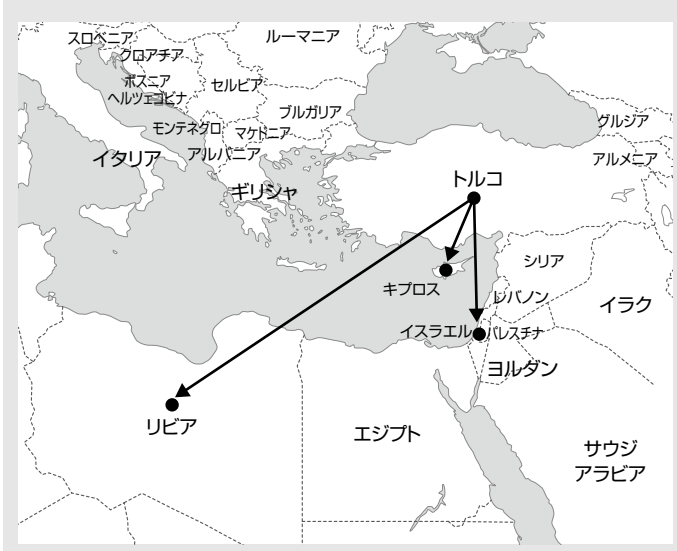
## 2 米国アラスカ州

米国のアラスカ州は、同州の豊富な水資源が21世紀に輸出可能であるという考えから、商業的な水輸送を認めた世界最初の政府である<sup>文献8</sup>。

アラスカ州のなかでもシトカ市郡は水移出・水輸出に積極的である（図11）。シトカ市郡はパルプ産業で栄えた都市であるが、1990年代半ばに1日当たり50万ガロンの水を使用していたアラスカパルプ（Alaska Pulp）の工場閉鎖に伴い、大量の工業用水が余剰になった<sup>文献12</sup>。この未使用水量に対して、以前、カナダのグローバルH<sub>2</sub>Oリソース（Global H<sub>2</sub>O Resources）が水購入オプションを購入していたこともある。

この未使用淡水資源に対して、米国の飲料

図10 トルコからのバルク水の輸出実績と計画



販売会社であるクエスト・インポート・インターナショナル (Quest Imports International) は、2004年12月、シトカ市郡と1ガロン1セントで4000万ガロンの水の売買契約を締結した文献<sup>12</sup>。これにより40万ドル (約4000万円、1ドル100円で換算) が同市郡の一般会計に入ることになった。この量を取水しても、河川の自流水として同量の水が確保されている文献<sup>12</sup>。シトカ市郡は、すでに州政府から1日当たり1250万ガロン×2の輸出許可を得ている文献<sup>12</sup>が、バルク水<sup>注5</sup>を輸送するための規制が存在しないなどの理由から、これらの水の東アジア市場への移送を実現することは相当難しい文献<sup>12</sup>。アジアだけでなく欧州に持ち込む場合でも、ボトル水への規制は確立されているがバルク水への規制は確立されていない。このため、欧州各国政府からどのような要求がされるかわからない状況である文献<sup>12</sup>。

さらに、シトカ市郡から米国西海岸への水輸送も、海水淡水化プラントとのコスト比較から見通しは厳しい文献<sup>13</sup>。ただし、米国西海岸は「ジョーンズ法 (Jones Act)」により米国の船舶・船員での輸送が義務づけられており、アラスカ州から米国以外への国への輸出は違う結果になると見られている文献<sup>12</sup>。

2009年にも、シトカ市郡から水輸出プロジ

図11 米国アラスカ州シトカ市郡の水輸出を紹介するWebサイト



出所) <http://www.sawmillcove.com/water.html>

エクトが提案されている。S2Cグローバルシステムズ (S2C Global Systems) は、シトカ市郡から未使用淡水資源を購入し、タイガーマリタイム・マネジメント (Tiger Maritime and Management) に委託してアラビア海諸国に水輸送する計画を立て、関係各社と契約を結んだ文献<sup>14</sup>。しかし、他の多くの類似の計画と同様、実現していない。2010年に入り、S2Cグローバルシステムズは同市郡の水資源をあらためてインドに輸出しようとしている。インドでボトルに詰めて中東に販売する計画である文献<sup>15、16</sup>。

このようにアラスカ州政府やシトカ市郡は、淡水資源の輸出に積極的であるが、費用の問題や多国間の規制の問題などから計画が

表1 カナダと米国の水輸出の試み

年	州	概要
1998	オンタリオ (カナダ)	トロント市とノヴァ (Nova) がスペリオール湖から5年間の水輸出許可を得た
1998	ブリティッシュコロンビア (カナダ)	カリフォルニアの企業サンベルトウォーター (Sun Belt Water) が、NAFTA (北米自由貿易協定) 11条に基づいてカナダ政府を訴えた。これは、同社がブリティッシュコロンビア州政府と1991年に契約した数億万ガロンの水輸出契約を停止させたためである。サンベルトウォーターは、105億ドルの損害賠償を請求中である
2001	オタワ (カナダ)	米国・カナダ国境地帯にある水源から両国とも取水することを禁じる国際国境水条約をカナダ連邦法として承認した
2001	ニューファンドランド (カナダ)	マッカーディーグループ (McCurdy Group) が年間130億ガロンの水をギズボーン湖から輸出する提案をしたが、カナダ連邦政府の圧力のもと、ニューファンドランド州政府から拒否された

出所) Paul Michael Wihbey "Canadian Water: Vital Natural Resource and Tradable Commodity," *The Global Politics of Energy*, January, 2004, Paul Michael Wihbey "Canadian Bulk Water Exports: Quebec's Proposal," *The Global Politics of Energy*, October, 2004



進展していない。

### 3 カナダ

アラスカと同様に大量の淡水資源の保有国であるカナダでは、淡水輸出についてさまざまな試みがされてきた（前ページの表1）。具体的には、ウエスタンカナダ・ウォーター（Western Canada Water）、スノーキャップ・ウォーター（Snow Cap Water）、ホワイトベア・ウォーター（White Bear Water）、マルチナショナル・リソース（Multinational Resources）などの企業がブリティッシュコロンビア州からの輸出を試みた。特に米国テキサス州の企業は12から16隻のスーパータンカー（超大型タンカー）によってバンクーバー市の年間水使用量に等しい水をカリフォルニア州に輸送しようと試みた<sup>文献8</sup>。しかしながら、いずれもカナダ連邦政府によって契約が破棄させられている。

カナダは米国とともに北米自由貿易協定（NAFTA）を結んでおり、バルク水の輸出がいったん開始されると、「自然資源としての淡水ではなく具体的な経済財としてのバルク水となって自由貿易の対象品目に含まれるため、カナダ連邦政府は淡水資源を管理できなくなる」ことを危惧している<sup>文献9、10</sup>。

一方で、ケベック州やマニトバ州、ニューファンドランド州では、米国への水輸出が地方の経済を著しく改善し発展につながるとの指摘もある<sup>文献9、10</sup>。たとえばケベック州の場合、現在の海水淡水化の最廉価造水費用である1 m<sup>3</sup>当たり0.65ドルで未使用淡水資源を売却すると、650億ドルの収入が期待できる<sup>文献17</sup>。さらに未使用淡水資源輸送については、カナダの石油産業の液体輸送のノウハ

ウが活用できること、水コモディティ（商品）市場の出現が期待できることに関心を持っていることが報告されている<sup>文献9、10</sup>。

カナダ連邦政府の外務・貿易省は「水産物のように水が財として貿易されても、連邦政府は、その貿易を管理する権利を依然として有する」との判断もしており<sup>文献10</sup>、水輸出による地方の経済振興を引き続き図りたい州政府と、水資源管理に重点を置く連邦政府との間で議論が続いている。

一方で、すでにカナダのブリティッシュコロンビア州から米国のワシントン州のポイントロバーツ（Point Roberts）や、同じくカナダ・アルバータ州のカッツ（Coutts）から米国・モンタナ州のスウィートグラス（Sweetgrass）に未使用淡水資源を送水している事例はある。ただし、これらの水輸送は、水輸出というよりも友好協定の一環であると理解されている<sup>文献17</sup>。

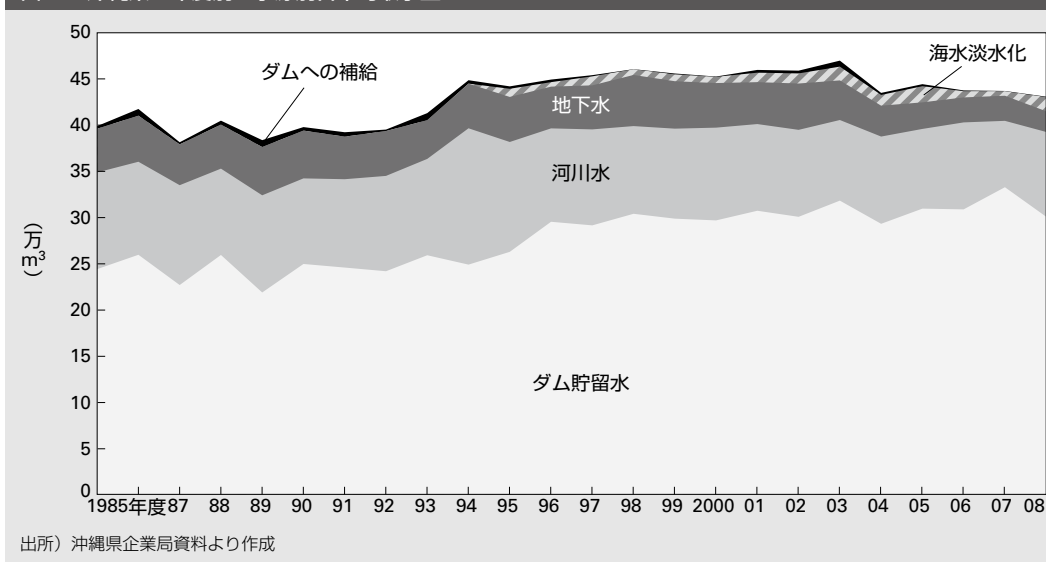
以上のようにカナダでは、地域活性化の観点から、州政府も民間企業も未使用淡水資源輸出を望んでいるが、連邦政府が資源安全保障の観点で未使用淡水資源輸出を禁止している。

## V 水移出・水輸出の課題

日本および海外の事例を見ると、水輸送を実現するには、技術的に実行可能かどうか（技術面）や採算が合うかどうか（経済面）だけでなく、輸出国側の資源保護の視点や、生活に必要な淡水資源を他国に依存してもよいかという輸入国側の安全保障の視点（資源安全保障）も重要であることがわかる。

日本国内での水移出は、技術面・経済面の

図12 沖縄県の年度別・水源別日平均取水量



課題さえ解決すれば、資源安全保障面の問題が発生しない分、地方自治体や民間企業が中心になっても実現可能であると考えられる。ただし前述のように、主に渇水時の輸送が中心になるため、サービスを提供する民間企業に構造的な損失を発生させない仕組みを構築するには相当の工夫が必要になる。

他方、国を越えた水移出には、資源安全保障の問題を解決しなければならない。このため、地方自治体や民間企業による取り組みよりも、まず政府間の合意形成が必要になる。特に、アラスカ州のケースでの問題のように、バルク水の輸送に関しては、現在、国際的な仕組みが存在しないため、当初は二国間協定で、水質や輸送方法に関する技術的な条件や、渇水などで輸送が停止した際の補償方法について取り決める必要がある。

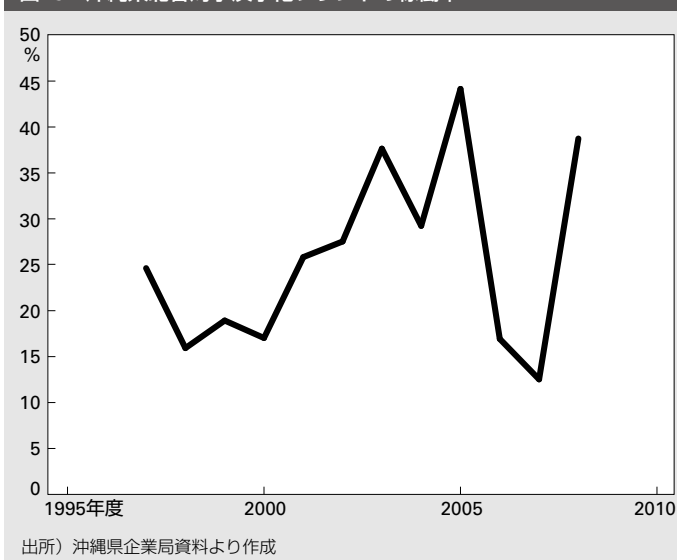
## VI 水移出・水輸先と実現可能性

前述のように、水移出や水輸出は、海水淡

水化などの代替水資源の動向に依存する。日本では沖縄県の島嶼部が水移出先の有望地域であるが、これらの地域にはすでに大規模の海水淡水化プラントが設置されている。この地域に水輸送の余地はないのであろうか。そこで沖縄県企業局の北谷海水淡水化プラントの稼働状況を確認することで、沖縄県島嶼部の水移出の可能性を検証した。

沖縄県には1日当たり4万 $m^3$ の処理能力

図13 沖縄県北谷海水淡水化プラントの稼働率



を持つ海水淡水化プラントが設置されているものの、淡水資源の多くはダム貯留水や河川水・地下水からの取水で、海水淡水化プラントからの取水はごく一部になっている（前ページの図12）。

この結果、海水淡水化プラントの稼働率は10%強から45%弱までと、年度により大きく変動している（前ページの図13）。

この稼働率の低さは、海水淡水化プラント

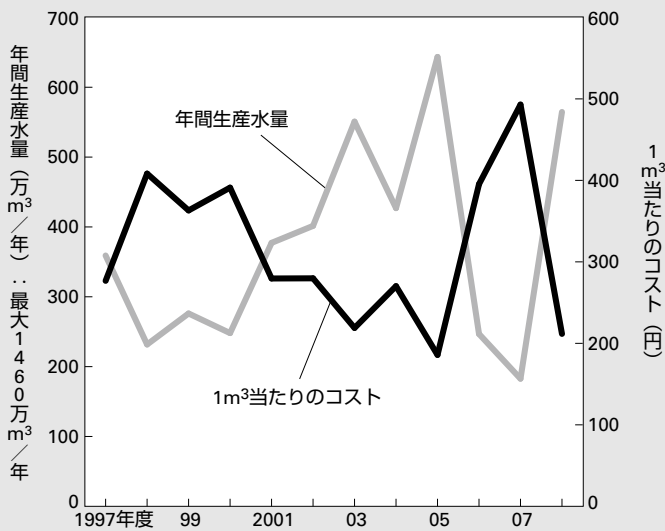
で製造された単位当たり水製造費用にも影響を与えており、1 m<sup>3</sup>当たりの造水コストは、実際には185円程度から500円まで変動している（図14）。

公表されている海水淡水化プラントの単価は、一般に、プラントの100%稼働時のものであり、中東のように海水淡水化に上水道の水資源の大部分を依存しているような地域が、必要最大量に合わせた海水淡水化プラントを建設するのは妥当である。しかし、河川表流水やダム貯留水と海水淡水化プラントを併用する地域では、渇水などを想定した非常時部分をすべて海水淡水化プラントに頼る場合、結果的にコスト高の水資源開発になっている可能性がある。

海水淡水化プラントはもともと渇水に強く、天水由来の河川表流水やダム貯留水からの取水ができないときに活躍する。実際、さまざまな水資源からの取水合計の増減と、海水淡水化プラント由来の水（海淡水）と河川・地下水・ダム貯留水などの天水由来の取水の増減を比較すると、前年よりも取水合計が減少した年に海水淡水化プラント由来の水が削減されている年が2000、04、06年の3年あり、これらは天水由来の水資源が比較的豊富であった年になっている。他方、2003年や08年の年間降水量も平年より少ない渇水年であり、ここでは海水淡水化プラントからの供給量が前年よりも増加している（図15）。

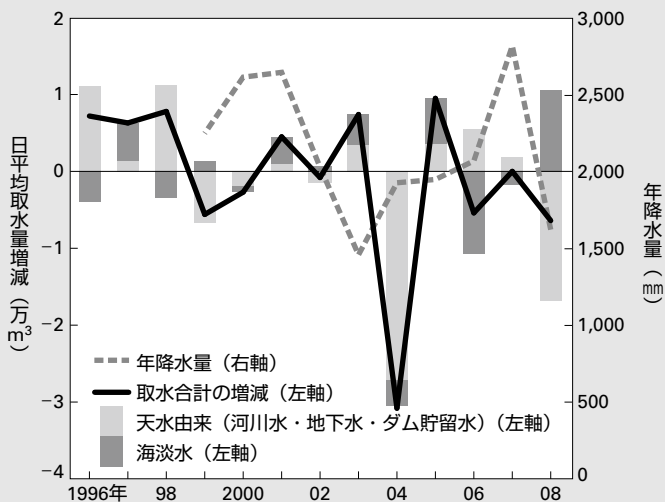
このように、日本のように表流水と海水淡水化プラントを併用する地域では、最大水量で安定稼働させるほうが経済的メリットの発生しやすい海水淡水化プラントが、実際には渇水時の保険とするような使われ方をしている。

図14 沖縄県の海水淡水化プラントの年間生産水量と1m<sup>3</sup>当たりのコスト



出所) 沖縄県企業局資料より作成

図15 沖縄県の水源別各年別取水増減推移



出所) 沖縄県企業局および気象庁資料より作成

もちろん、日本の他地域の未使用淡水資源の利用可能性についての詳細な調査も必要であるが、渇水時に必要になるかもしれない最大水量に合わせるのではなく、施設が安定的に稼働して経済的なメリットが継続して得られる施設規模に抑えて海水淡水化プラントを導入し、非常時には水輸送を組み合わせることで水の供給安定性を担保するというやり方を、導入可能な地域は検討してもよいであろう。このときは水輸送が保険的な機能を持つことになる。

海水淡水化と水輸送とのコストの差は地域による。たとえば、トルコからイスラエルへの水輸送費は1 m<sup>3</sup>当たり0.1ドルから同0.2ドル程度の価格差であった。米国の海水淡水化プラントの造水コストは同0.8ドルから同1.5ドル程度であり、この水準であれば、未使用淡水が大量にあって水の輸送コストがかからない地域からは、海水淡水化プラントの造水コストと遜色ない水準で水輸送が可能になる（表2）。

現在、オーストラリアや中近東では、鉱物資源の採掘の際に必要な淡水の需要が期待されており、それらは、今後、建設が進むと予想される植物工場の運転に必要な淡水に

も活用できる。水単体では採算が合わない場合でも、鉱物資源とのバーター取引によって石炭・鉄鉱石、原油などの資源を日本にとって有利な条件で確保できたり、農産物として付加価値をつけたりすることで実質的に水の売却価格を引き上げ、事業全体の採算性が改善されることも期待される。

以上の付加価値化が前提になるが、水輸出は、全く荒唐無稽な話ではない。

## VII 日本主導による国際的な水取引のルールづくりを

人口減少時代において水資源開発・上下水道インフラの維持のための1人当たり費用負担の増加を抑制するためには、施設のダウンサイジングが必要になったり、減少する使用水量分を収益化する必要があったりする。本稿では、その未使用淡水資源を国内外に輸送することで、通常の上水道料金以外にも収益を生み出す仕組みを用意しておくことの必要性を指摘し、類似の取り組みがすでに世界各地で進められていることを確認した。

アラスカ州の事例でも見たように、現在、バルク水を海上輸送するような国際的な仕組

表2 水の市場価格

国	価格帯 (1m <sup>3</sup> 当たり:ドル)	備考
キプロス	0.55	トルコ本土からの輸送コスト
イスラエル	0.55~0.60	タンカーによるトルコからの輸送コストの推計値
カナダ	0.40	配水費を含んだ通常の上水価格
米国	0.16~0.65 0.80~1.50	通常の上水価格 海水淡水化プラントによる上水価格
ドイツ	1.80	通常の上水価格
サウジアラビア	4.00	海水淡水化の推計費用
ニューファンドランド州 (カナダ)	1.35~3.00	フロリダ州、テキサス州、カリブ海諸国にタンカーで運んだ場合の費用

注) 1m<sup>3</sup>=1000ℓ=265USガロン

出所) James Feehan "Report of the Ministerial Committee Examining the Export of Bulk Water," Government of Newfoundland and Labrador, 2001

みは整っていない。今後、日本政府は、トルコ、アラスカ州政府など、すでに自国の淡水資源を国外に輸出しようとしている国や政府と協調して、水輸送のための国際的な仕組みづくりを構築していく必要がある。

本稿で議論した水輸送を社会の仕組みとして定着させていくためには、日本や世界の淡水の需給状況に関する情報を集約し、需給ギャップを調整するような仕組み、すなわち国内外の水取引の仕組みが必要になる。この点については第三論考で議論する。

謝辞

筆者以外の本稿への貢献者は以下のとおりである。

水ファイナンスチーム

野村証券 神尾正彦氏

三菱東京UFJ銀行 小柴和博氏、杉沢正央氏

資料収集に関してNRIワークプレイスサービスのインフォメーションサービスグループナレッジサービスチームの支援を受けている

注

- 1 『環境新聞』2010年4月5日 ([http://kankyo-media.jp/news/20100405\\_10326.html](http://kankyo-media.jp/news/20100405_10326.html))
- 2 『徳島新聞』2009年6月24日
- 3 MTI ([http://www.monohakobi.com/ja/topics/special/water\\_bag/index.html](http://www.monohakobi.com/ja/topics/special/water_bag/index.html))
- 4 MTIへのインタビューより
- 5 ボトル水に対して、タンクローリーや船などで大量の水を輸送する場合、バルク水と呼ばれる

参考文献

- 1 植村哲士、宇都正哲、福地学、中川宏之・神尾文彦「2040年の日本の水問題（上）——人口減少下における水道事業の存立基盤確保の必要性」『知的資産創造』2007年10月号、野村総合研究所
- 2 植村哲士、宇都正哲、福地学、中川宏之、神尾文彦「2040年の日本の水問題（下）——水道事

業の存立基盤確保のための3つのシナリオ」『知的資産創造』2007年11月号、野村総合研究所

- 3 植村哲士、宇都正哲、中川隆之、向井肇「総合的な水資源管理の必要性と鍵となる未使用淡水資源の活用」『知的資産創造』2010年9月号、野村総合研究所
- 4 植村哲士、宇都正哲、三好俊一「日本と世界の水利権制度・水取引制度」『知的資産創造』2010年9月号、野村総合研究所
- 5 植村哲士「人口減少地域における社会資本管理の課題とその原因——北海道の自治体へのインタビュー調査結果」『計画行政』第33巻第3号、日本行政学会、2010年（本稿執筆時印刷中）
- 6 植村哲士「工業用水道における水利権と施設の更新の課題と対応の方向性」『NRIパブリックマネジメントレビュー』2010年8月号、野村総合研究所
- 7 Mostafa K. Tolba, Najib W. Saab ed. "Arab Environment: Future Challenges," Arab forum for environment and development, 2008
- 8 Maude Barlow "Blue Gold: The Global Water Crisis and the Commodification of the World's Water Supply," Revised Edition, 2001
- 9 Paul Michael Wihbey "Canadian Water: Vital Natural Resource and Tradable Commodity," *The Global Politics of Energy*, January, 2004
- 10 Paul Michael Wihbey "Canadian Bulk Water Exports: Quebec's Proposal," *The Global Politics of Energy*, October, 2004
- 11 Anonymous "Turkey: Water deal with Libya would preclude future exports to Israel," *the Haaretz*, 2009
- 12 Will Swagel "Bulk-water export still on hold: Sitka can bank on its water and may eventually help ease water shortages elsewhere in the world," *Alaska Business Monthly*, December, 2004
- 13 Northern Economics "Alaska Water Export," Denali Commission, 2004
- 14 Anonymous "S2C Global Signs Agency Agreement with Tiger Maritime," *Business*

- Wire, September 9, 2009
- 15 Brett Walton "Bulk water exports: Alaska City Wants to Sell the World a Drink," Circle of Blue, 2010
  - 16 Brett Walton "Sitka's Resource Piggy Bank is Water," Circle of Blue, 2010
  - 17 Marcel Boyer "Freshwater exports for the development of Quebec' s blue gold," *Montreal Economic Institute Research Papers*, August, 2008
  - 18 James Feehan "Export of Bulk Water from Newfoundland and Labrado," Report of the *Ministerial Committee Examining the Export of Bulk Water*, Government of Newfoundland and Labrador, 2001
  - 19 George E. Gruen "Turkish water exports: a model for regional cooperation in the development of water resources," papers on The Second Israeli-Palestinian International Conference on 'Water for Life in the Middle East', 2004
  - 20 Frédéric Lasserre, "Les projets de transferts

- massifs d'eau en Amérique du nord," *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série 2, 2005
- 21 国土交通省土地・水資源局水資源部編『平成21年版日本の水資源——総合水資源管理の推進』アイガー、2009年

#### 著者

植村哲士（うえむらてつじ）

社会システムコンサルティング部主任研究員

専門は社会資本マネジメント、人口減少問題、再生可能資源（土地・水・森林・風力）の持続可能な開発、インド地域研究、会計、計量分析など

宇都正哲（うとまさあき）

社会システムコンサルティング部社会システムコンサルティング室長上級コンサルタント

専門は水インフラビジネス、不動産ビジネスなど

松岡末季（まつおかみき）

社会システムコンサルティング部コンサルタント

社会資本マネジメント、日本企業の海外展開戦略