



第4章 水の星地球 —美しい水を将来へ—

第1節 地球とわが国の水環境の状況

1 地球上の水

「青い惑星」といわれる地球は、約 14 億 km^3 とされる水によって表面の 70% が覆われています。そのうち、97.5% は塩水で、淡水は残りの 2.5% にすぎません。しかも、淡水のおおよそ 70% が氷河・氷山として固定されており、残りの 30% のほとんどは土中の水分あるいは地下深くの帯水層の地下水となっています。そのため、人間が利用しやすい河川や湖沼に存在する地表水は淡水のうち約 0.4% です。これは、地球上のすべての水のわずか 0.01% に当たり、そのうち約 10 万 km^3 だけが、降雨や降雪で再生され、持続的に利用可能な状態にあります。

世界の年間水使用量は 1950 年に約 1,400 km^3 であったものが、2000 年には約 4,000 km^3 と約 2.9 倍に増えています。これは、琵琶湖の水量約 27.5 km^3 の 144 倍に当たります。さらに、2025 年には約 5,200 km^3 、2000 年の約 1.3 倍に増加する見込みです。

人間が必要とする水需要量に対して、地球全体では水資源賦存量は足りていますが、地域によって偏在していることが問題です。UNDP の「人間開発報告書 2006」によると、開発途上国に住む 5 人に 1 人（約 11 億人）が、国際基準である「家庭から安全な水源まで 1km 以内、1日 20 リットル以上の安全な水」を確保できない状況にあり、近場の不衛生な水を利用して病気を患い、命を失うこともあるとしています。

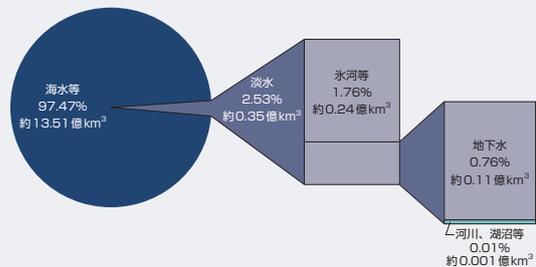
2 地球温暖化の影響

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第 4 次評価報告書によると、地球温暖化の進行により、今後、数億人が水ストレスの増加に直面し、干ばつと洪水の頻度の増加は、地域の作物生産、とりわけ低緯度地域の自給作物生産に悪影響を与えると予測しています。気候変動による世界平均気温の上昇に伴い、水資源にさまざまな影響が出るのが懸念されています。

国立環境研究所、東京大学気候システム研究センター（現・大気海洋研究所）、海洋研究開発機構の共同

地球上の水の量

地球上の水の量
約 13.86 億 km^3



注：南極大陸の地下水は含まれていない

資料：World Water Resources at the Beginning of the 21st Century. UNESCO, 2003より環境省作成

世界の水需要量の推移

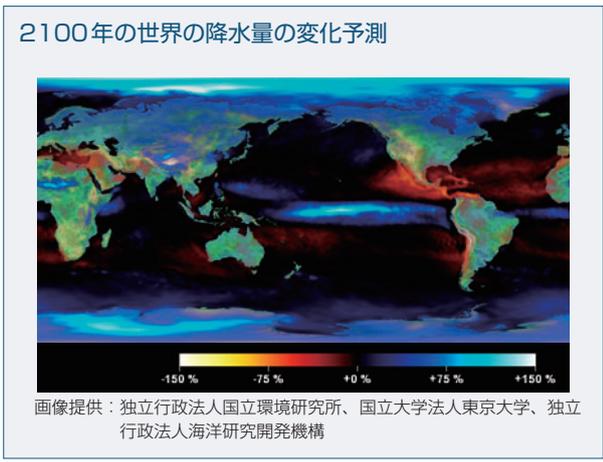
(km^3 /年、100万人)

	1950	1980	1995	2000	2025
人口	2542	4410	5735	6181	7877
農業	1080	2112	2504	2605 (66%)	3189 (60.1%)
工業	86.7	219	344	384 (9.7%)	607 (11.6%)
都市	204	713	752	776 (19.5%)	1170 (22.3%)
計	1382	3715	3788	3973 (100%)	5235 (100%)

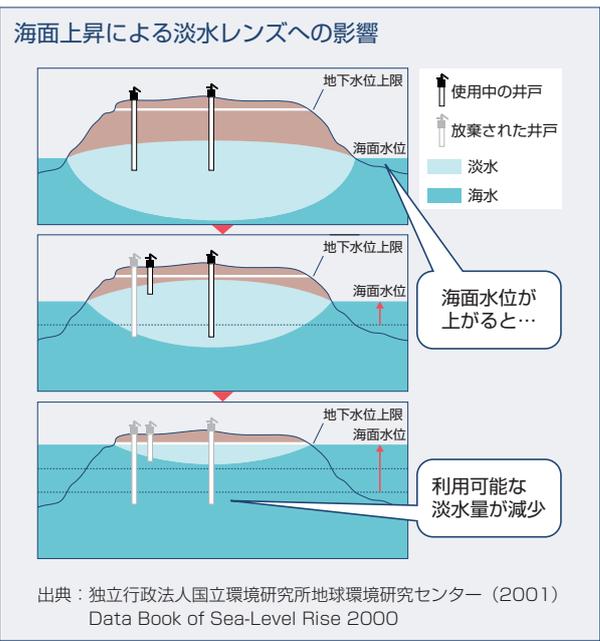
出典：SHI and UNESCO (1999)

研究チームが行った地球温暖化シミュレーションによると、将来の世界が経済重視で国際化が進むと仮定したシナリオでは、2071～2100年の地球の平均気温は1971～2000年と比較して4.0℃上昇する予測となりました。また、降水量については、中高緯度と熱帯の一部で増加、亜熱帯を中心に減少すると予測されました。

水資源に大きな悪影響が生じると予測される地域もあります。例えば、IPCC 第 4 次評価報告書によれば、今世紀半ばまでに、カリブ海や太平洋等の多くの小島



嶼において、少雨期の需要が満たせないほど、淡水資源が減少すると予測されています。これら島嶼地域では、降水量変化だけでなく、海面上昇も淡水資源減少の原因となる場合があります。透水性の岩石からなる島嶼の地下では、地下水（淡水）が海水（塩水）の上にレンズ状の形で浮いており（淡水レンズ）、この淡水レンズが、海面上昇によって押し上げられてしまう



と利用可能な淡水量が減少してしまうためです。

3 水を起因とするさまざまな問題

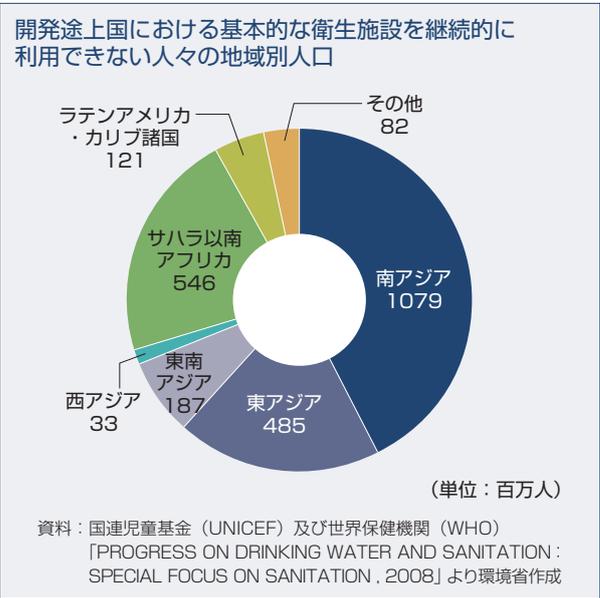
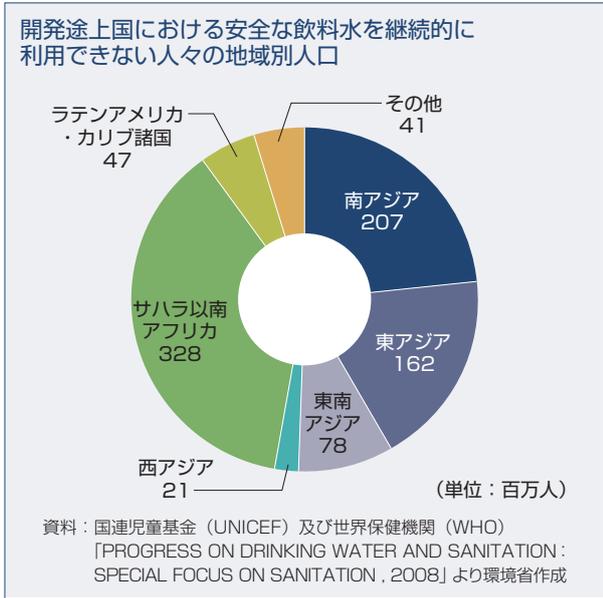
今後、人口増加、地球温暖化、新興国の成長（工業用水需要の増大）等により、2080年にはさらに18億人が必要な水を利用できない状態になる可能性が指摘されるなど、世界的に水を巡る状況にはとても深刻なものがあります（出典：UNDP「人間開発報告書2007／2008」）。

世界の水資源は偏在しており、安全な水と衛生施設が利用できない人々は、主にアジア、アフリカ地域に集中しています。UNICEF及びWHOにおける調査結果によると、2008年に世界中で安全な水を利用できない人々が約8.8億人おり、アジア地域は約4.7億

人（53%）を占めています。また、衛生設備がない地域に住んでいる人々が約25億人おり、アジア地域は約18億人（70%）と、いずれも大きな割合を占めています。こうした“水”と“衛生”の問題によって、毎年180万人もの子どもたちが死亡しています。これらは人類における最も重大な問題の一つであるといえます。

(1) アラル海の縮小

中央アジアのカザフスタンとウズベキスタンにまた



がるアラル海は、かつて世界で4番目に大きな湖でした。1960年代以降、アラル海に注ぐシル・ダリヤ川とアム・ダリヤ川から綿花や穀物の栽培のために大規模な灌漑用水の取水が行われて水位が下がり、面積の大きな縮小が続いています。

写真の実線は、1960年頃のアラル海の範囲を示しており、この頃はひと続きであったものの、1980年代後半には南北に分かれ、2000年頃から南アラル海が東西に分かれて、さらに縮小が進行しています。2009年8月には南アラル海の東側がついに干上がってしまいました。

(2) バングラデシュ地下水のヒ素汚染

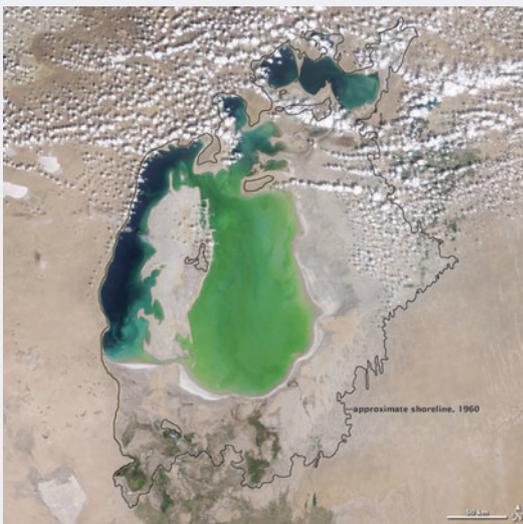
インドとバングラデシュの国境にまたがる西ベンガル地域では、1983年に初めてヒ素汚染が公式報告され、その後、被害は拡大の一途をたどっています。この地域は、都市部を除き、飲料水や生活用水の大部分を汲み上げ式の井戸に頼っていますが、両国では人口増加と社会経済問題を同時に解決するため、地下水の汲み上げによる灌漑農業を1960年代から推進してきました。稲作地帯であることから、機械ポンプによって大量の農業用水を汲み上げる方法が取られました。その結果、ヒ素に汚染された地下水で、皮膚がん、肺がん、角化症、黒皮症などのヒ素中毒患者が多発しています。2000年時点のバングラデシュでの被害状況は、ヒ素汚染地域の面積が約38,000km²(北海道の約半分の面積)に及び、汚染地域人口が3,800万人(推定)、ヒ素汚染水飲用人口が1,600万人(推定)、発症者数は不明

という状況でした。国境を挟んだ西ベンガル州の被害状況は、面積が約37,000km²、人口が3,400万人、汚染水飲用人口が100万人、発症者数は20万人という状況でした。ヒ素汚染地域では人口の20%以上がヒ素中毒を発症し、年に8%の割合で患者が増加するという深刻な事態になっていました。日本は、平成10年からこの問題に対する支援を行っており、平成18年度から、西部の4県で約130万人の人々に安全な水を供給する体制を強化するためのヒ素汚染対策プログラムを実施しました。

ヒ素中毒症（色素異常）

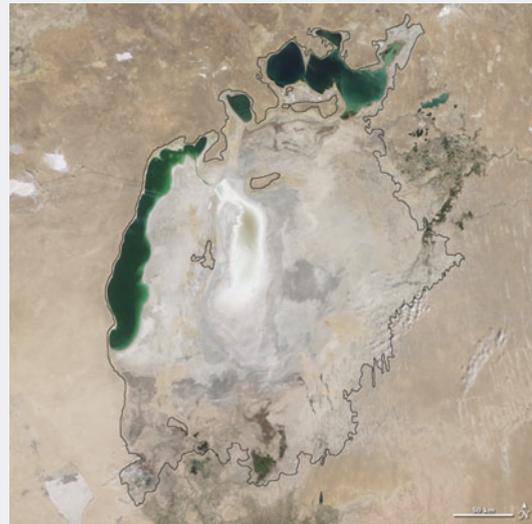


アラル海の衛星写真（平成12年8月19日）



出典：NASA (http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/ara_l_sea.php)

アラル海の衛星写真（平成21年8月16日）



出典：NASA (http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/ara_l_sea.php)

4 日本の水需要の現状

①家庭における水の使用量

私たちが「家庭用水」として一日に使用する水の量は、1人当たり約245ℓといわれています。そのうち飲料用として使用されるのはわずか2~3ℓで、残りは炊事、洗濯、風呂、掃除、水洗トイレ、散水など、ほとんどが洗浄用として使用されています。一方、飲食店、デパート、ホテル等の営業用水、事業所用水、公園の噴水や公衆トイレ等に用いる公共用水をまとめて「都市活動用水」と言いますが、これを含めると、平成18年度には有効水量ベースで1人1日平均約305ℓ使用しています。

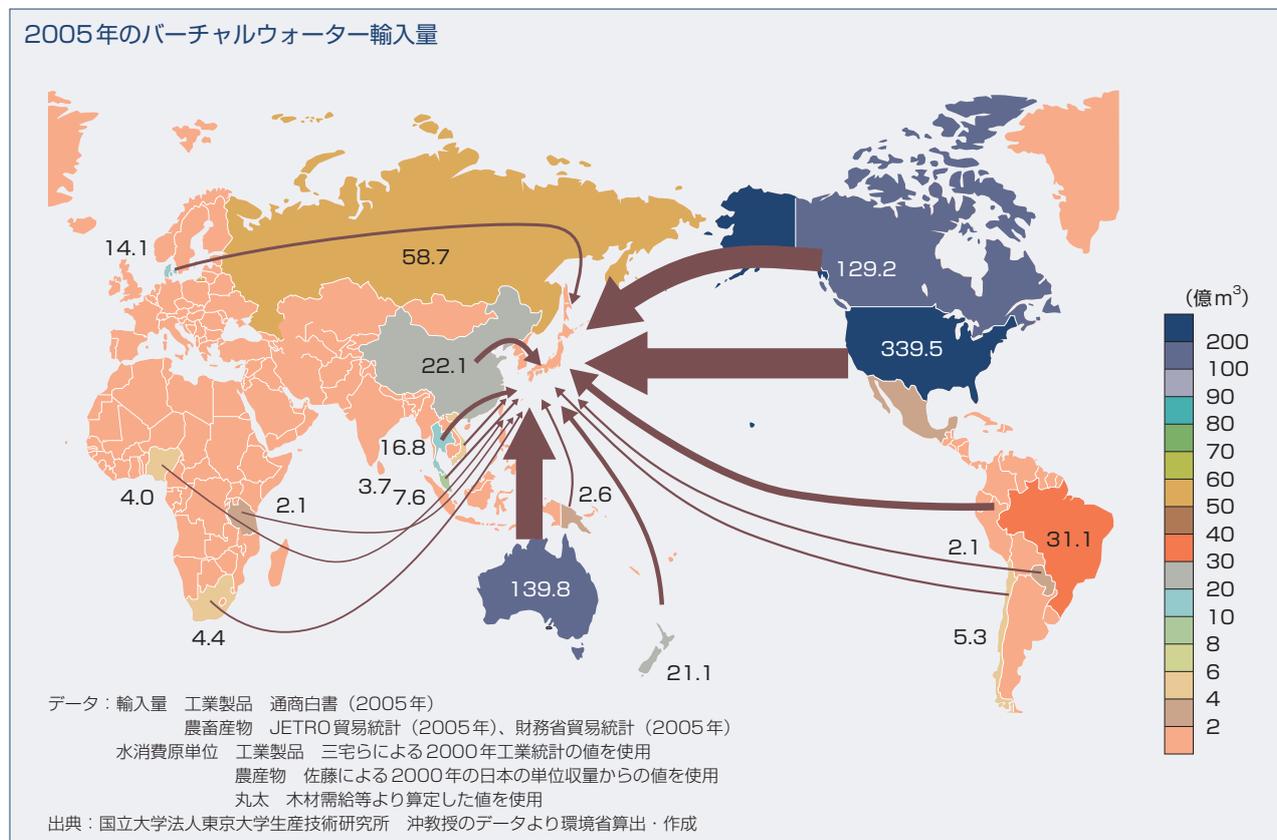
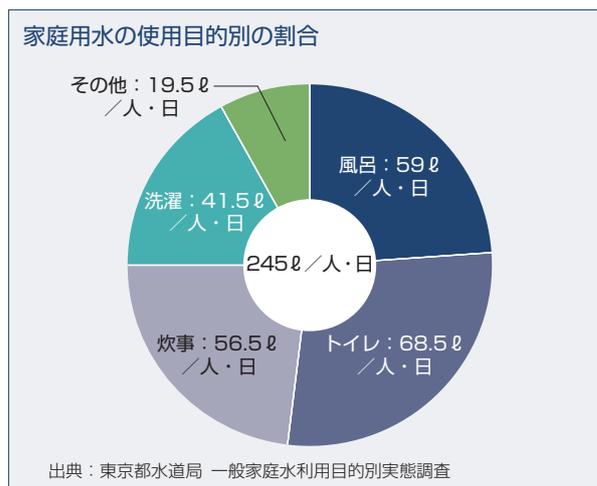
②世界の水への依存を深める日本

日本は世界の中でも水質、水量ともに安心・安定した水道供給がなされていますが、水ストレスと縁がないのでしょうか。日本は、食料輸入を通じて多くの世界の水を消費している国であるということを忘れてはなりません。生産に水を必要とする物資を輸入している国（消費国）において、仮にその物資を生産するとしたら、どの程度の水が必要かを推定した水の量を「バーチャルウォーター」といいます。

2005年に海外から日本に輸入されたバーチャルウォーター量は約800億 m^3 であり、その大半は食料に

起因しています。これは、日本国内で使用される生活用水、工業用水、農業用水をあわせた年間の総取水量と同程度となっています。

日本の水使用の状況を見ると、生活用水、工業用水、農業用水ともに需要が横ばいになってきており、水不足を懸念する状況にはないように思われます。しかし、食料等の安定供給を考える上で、それを支える水資源の状況を念頭に置いておかななくてはなりません。



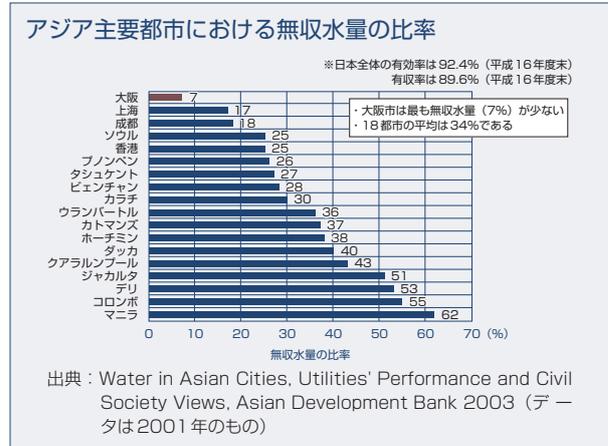
第2節 水問題解決に向けた取組

1 水資源の利用における問題点

第1節で見たように、人間が利用できる水資源は有限で偏在しているという問題がありますが、地球温暖化による水ストレスの増大や、人口増加、経済発展によるさらなる需要増が見込まれています。それでは、私たちは、水資源を無駄なく有効に使っているのでしょうか。

開発途上国の無収水率（生産水量から販売水量を引いた量の生産水量に対する割合）は、平均で40%ともいわれており、アジア各国の主要都市の無収水率を見ると、漏水して無駄になっている水が多く、日本は無駄にしている水が非常に少ないことが分かります。平成20年度に行われた中国、ベトナムの水道事業の概況調査でも、上水の漏水が大きな問題と指摘されています。中国浙江省では、省内の水道事業で20～30%の漏水があると推定されており、同省の長興県の水道事業でも浄水量に対して給水量が36%も少なく漏水対策が大きな課題となっています。

アジア各国における衛生設備の整備状況については、中国44%、インドネシア55%、フィリピン72%、ベトナム61%、カンボジア17%、インド33%、パキス



タン59%、バングラデシュ39%、と、国によって異なるものの依然として十分な整備状況にはありません。下水を適切に浄化処理し、再度水資源として使えるようにすれば、水資源の大幅な有効活用も図れます。漏水の防止や公共水域に排水する際の適切な汚水処理によって、さらに水資源の有効活用を進めていく必要があります。

2 水問題解決に向けた国際的な目標や取組

(1) ミレニアム開発目標

2000年9月ニューヨークで開催された国連ミレニアムサミットにおいて採択された国連ミレニアム宣言と、1990年代に開催された主要な国際会議やサミットで採択された国際開発目標を統合し、一つの枠組みとして「MDGs（ミレニアム開発目標）」がまとめられました。加えて、2002年にヨハネスブルグで開催された持続可能な開発に関する世界首脳会議における議論を経て、安全な水の確保と適切に水処理を行う衛生面の両方について、「2015年までに安全な飲料水及び基礎的衛生施設を継続的に利用できない人口の割合を半減する。」という数値目標が決められました（図4-2-2）。

(2) 総合的・統合的な水管理

限られた水資源を有効に活用するため、地域の各国が協力したり、流域単位で調整したりする総合的・統合的な水管理が行われるようになってきています。2002年のヨハネスブルグ・サミットにおいて、「各国

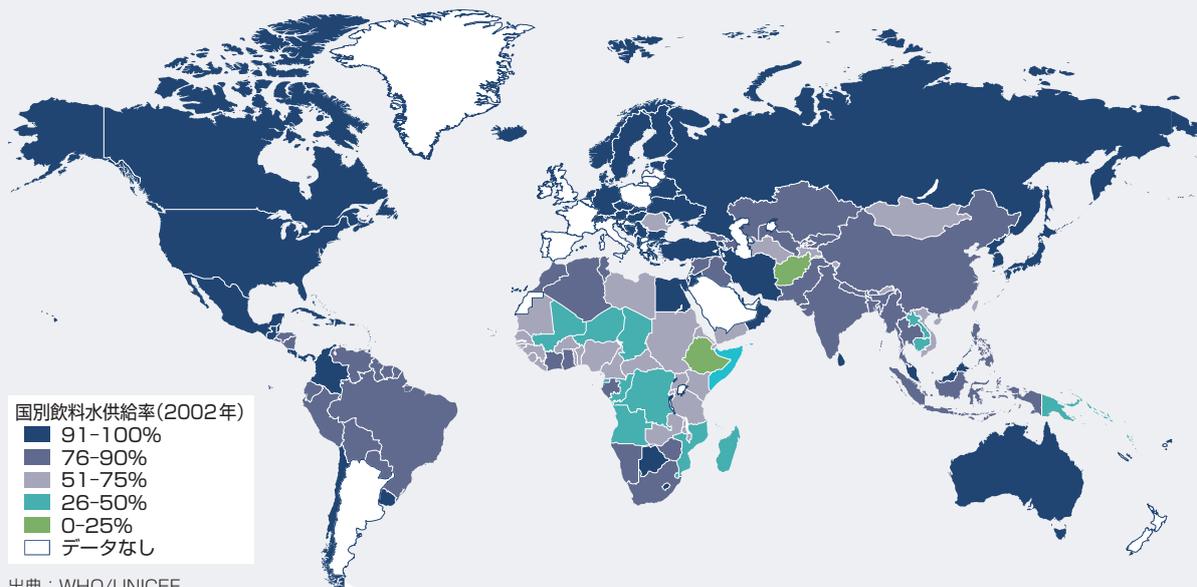
政府は、総合水資源管理（IWRM）計画を作成すること」と合意されており、水と衛生の問題を解決するための有効な方法として国際的に認識されています。平成21年3月には、各国の計画作成を促すため、ユネスコを中心に「河川流域における総合水資源管理（IWRM）のためのガイドライン」がまとめられました。

欧州の例

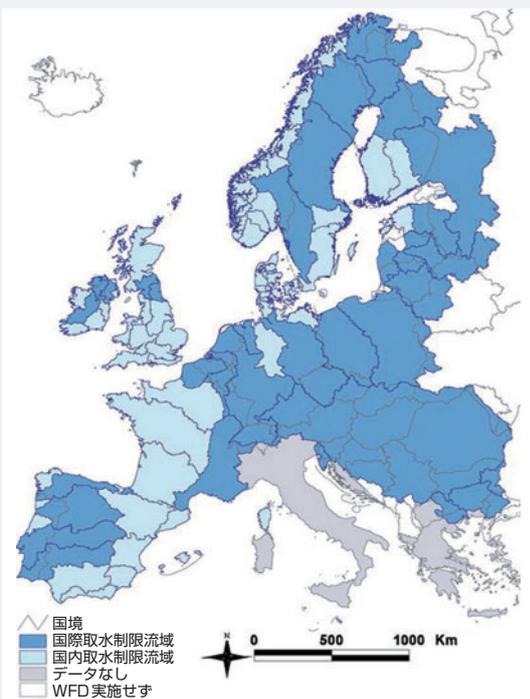
ヨーロッパでは、総合的水資源管理の方法として、EU水政策枠組み指令（EU Water Framework Directive）が導入されています。WFDは、適切な品質の飲料水や浴用水の供給による人の健康の保護、持続可能な水管理システムの構築、水域の生態系及びそれに関係する地域の生態系の保護、洪水及び渇水の影響の緩和等を統一的な水管理によって実現することを目標にしています。また、そのために、水に関連するさまざまな部門が統合的に取り組むことやさまざまな利害関係者を含む参加型アプローチとすること、河川流域管理計画は行政的な区域単位ではなく、河川の流域単位で策定することなどが特徴です。

安全な飲料水へのアクセス率

- 全世界で10.7億人（17%）が安全な飲料水へのアクセスなし（うち97%が途上国）
- アクセス率の低い地域は、大洋州（52%）、サブサハラ（55%）など



欧州の河川流域管理計画の流域図



コラム

韓国・清溪川の復元

韓国の首都、ソウルの中心部を流れる「清溪川」は、市民の記憶から少しずつ失われて行きました。清溪川は、ソウルの中心部を東西に横断する河川ですが、河川の汚染が進行し、伝染病の温床にもなっていました。1958年から1978年までの20年あまりにかけて覆蓋工事が行われ、その覆蓋上に総延長5.8km、幅16mの清溪高架路が建設されました。その下にある清溪川道路とあわせて1日約17万台の自動車が行き交う、ソウル市の動脈の役割を果たしていました。

それから約20年の歳月を経て、「清溪川」の復元を求める声が高まり、2003年、当時市長だった李明博大統領が、劣化が進んだ高速道路を撤去し、川沿いに樹木を植えるなど、親水空間の整備を進めました。

現在では、ソウル市民の憩いの場となっているほか、観光都市ソウルの代表的な名所として多くの観光客を引きつけています。

復元した清溪川



写真提供：ソウル市



3 日本における取組・対応策

(1) 水インフラ対策

ア 施設の老朽化対策

わが国の水道施設及び下水道施設は、高度経済成長期に急速にストックが増加しました。その多くが老朽化する時期に入っており、これらに起因した事故発生や機能停止を未然に防ぎ、水資源を有効かつ適切に利用していくために、21世紀初頭から、ライフサイクルコストの最小化の観点から、長寿命化対策を含めた計画的な水インフラの更新や再構築を行っていく必要があります。

イ 浄化槽の普及

「水質汚濁防止法」では、工場や事業場からの排水及び地下への浸透等の規制のほかに、生活排水対策の実施を推進することも謳われています。

国内の、主に中山間地域においては、人口減少及び高齢化の進展による人口密度の低下に伴い、特に人口5万人未満の市町村においては、汚水処理人口普及率が低くなっており、生活排水処理の問題が浮き彫りとなっています。このような中、普及が進んでいるのが

浄化槽です。浄化槽は、人口が少ない地域でも効率的な汚水処理が可能であり、しかもコンパクトなため設置しやすいという利点があることから、中山間地域における生活排水対策の重要な手段として導入が進められています。このような技術を大規模な施設整備など多大な費用負担が困難な途上国に、知的所有権の保護を確保しつつ移転・普及させていくことは、目に見える日本の貢献の一つになると考えられます。

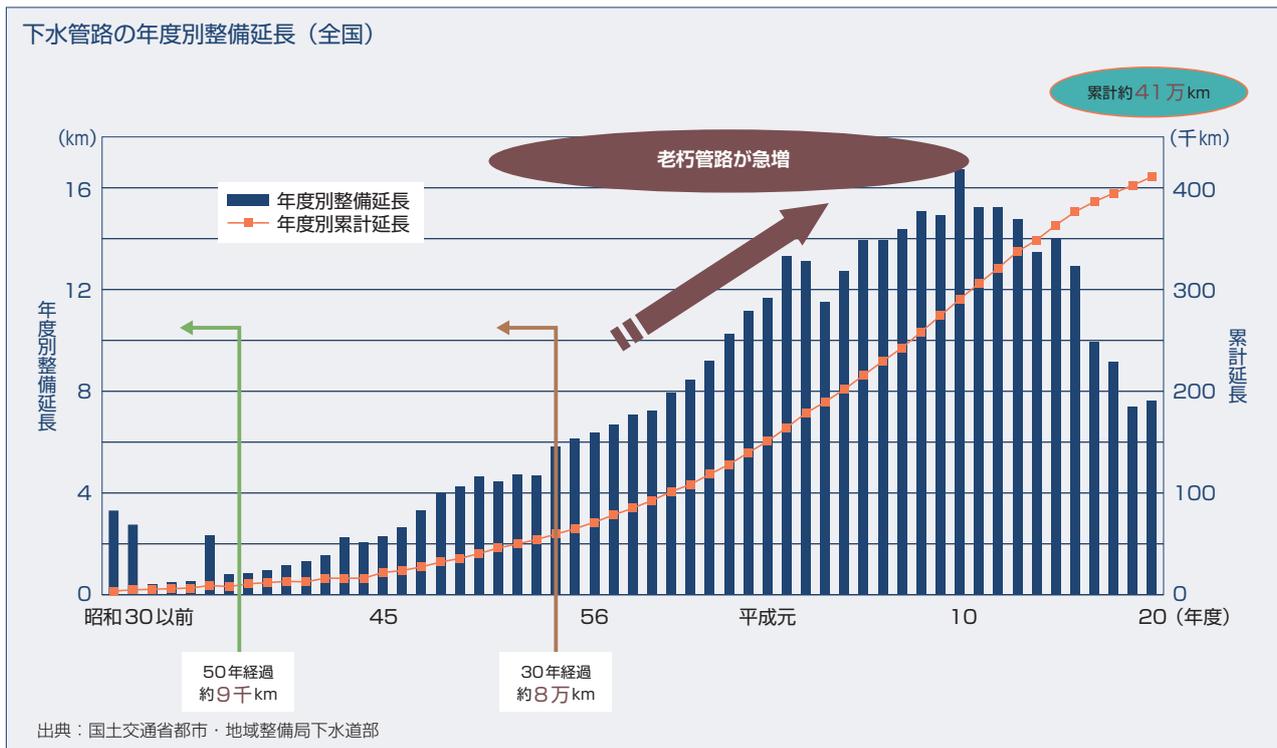
(2) 水問題に取り組む組織やパートナーシップ及び施策

ア 水問題に係るわが国組織、施策

水問題はさまざまな分野の施策が関係するため、政府においては、水問題に関する関係省庁連絡会を内閣官房と1府12省庁で構成し、国内外の水に関する問題に対して、関係省庁が情報交換や意見交換を行い連携を図っています。

イ 水戦略タスクフォース

環境省では、平成22年1月に、大谷大臣政務官を



座長とする「水環境戦略タスクフォース」を立ち上げました。ここでは、水環境保全の為の政策課題の洗い出しや、国内行政だけでなく、世界的な水問題解決に向けた国際貢献のあり方について議論されています。特に、国際貢献が急務であるとし、水不足が深刻化しているアジアやアフリカ地域での水質浄化や衛生対策などでの支援について議論が行われています。

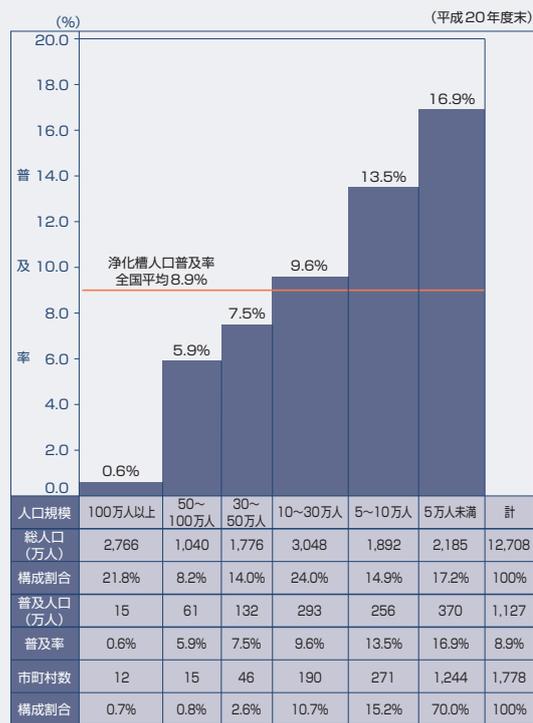
ウ アジア水環境パートナーシップ

第3回世界水フォーラム（2003年）で環境省が提唱した取組として、東アジア地域11ヶ国のパートナーシップの下、当該地域における環境ガバナンス強化を目指し、情報データベースの構築、ステークスホルダーの情報共有化や人材育成・能力向上を一体的に行うことを通じて各国の政策展開に向けた支援を実施しています。わが国が提供しているWEPAデータベースは、「政策情報」「水環境保全技術」「NGO・CBOの活動情報」「情報源情報」の4つのデータベースから構成され、政策形成及び実施のための基礎背景情報を提供しています

エ 日中水環境パートナーシップ

水質汚濁問題が喫緊の課題となっている中国においては、平成19年4月「日中環境保護協力の一層の強化に関する共同声明」に署名、第一項目に水質汚濁防止について協力を実施することが謳われたほか、平成20年5月には、「農村地域等における分散型排水処理モデル事業協力実施に関する覚書」が締結され、分散する農村集落ごとの、コンパクトで地域実情に応じた排水

都市規模別浄化槽普及率



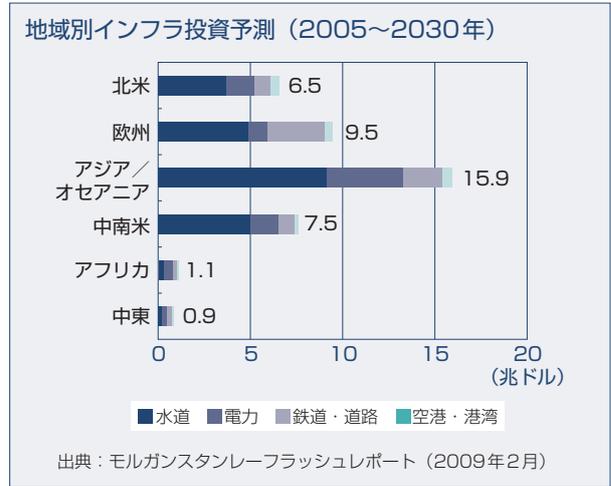
注1：総都市数1,778の内訳は、市784、町802、村194（東京区部は市に含む）
 注2：総人口、処理人口は四捨五入を行ったため、合計が合わないことがある
 資料：環境省

処理の普及について取組を進めることとされました。そうした中で、日中協力によるセミナー・政策対話の実施、モデル事業による排水処理技術の実証調査、評価と効果分析、管理指針、普及方策等の検討など、中国政府による農村集落への普及促進が進められています。

第3節 世界への貢献と水ビジネス

1 世界における水ビジネスの現状

世界の水ビジネス市場は、産業競争力懇談会によると、2025年には100兆円規模になると見込まれており、2005年～2030年の間に22.6兆ドルの水インフラ投資が発生すると予測されています。その中で、日本が得意とする膜の素材供給の市場規模は約1兆円にすぎず、膜のエンジニアリング、調達、建設等の浄水設備市場の規模は約10兆円であり、これに対し、水ビジネス市場全体は、取水、導水、浄水、配水等の施設管理や事業運営などのマネジメント分野が占めています。わが国は、技術面ではすぐれたものを持っているのですが、マネジメント分野の市場への進出事例はごく限られたものとなっています。しかしながら、ヨーロッパやアジアの企業が活躍している現状を踏まえ、日本においても、この巨大で有望な市場に積極的に参画していくことが望まれます。わが国は、すぐれた汚水処理技術や漏水防止技術など環境保全や資源の有効活用に効果的な技術があります。今後、産学官の連携



を深めながら、水ビジネス分野における取組をいっそう進めていくことが必要です。

2 日本が世界にできること

それでは、日本は世界の国々に対してどのような貢献ができるのでしょうか。日本はかつて、深刻な公害にみまわれた時期がありましたが、それらの一つひとつ克服する過程において培った知識と技術は、他国にないものであり、そうした経験は、途上国における技術移転や人材育成の分野に大きく貢献できるに違いありません。

水のインフラ整備が進む開発途上国では、施設建設後の維持管理や健全な経営のための事業運営に関するニーズが高い状況が見られます。しかし、日本の水道

事業は、長年公営企業が担当してきたため、民間企業は、施設の設計・建設等の要素技術を持っているものの、総合的な施設の維持管理や運営のノウハウの蓄積が限られ、国際競争入札での資格要件を満たさないことがあります。実際、日本のODAで整備した水道施設について、その維持管理と運営を民間企業に任せる段階では欧米企業が参画し、日本企業は近年の動きに即応できていない状況があります。

日本の高い技術とノウハウを世界に展開するためには、水道事業を行う地方公共団体の有する維持管理と

世界の水ビジネス市場における上下水道運営形態と民間の業務範囲

契約形態	内容	監督規制	施設所有	サービス水準設定	料金設定	事業経営	投資	EPC (設計、調達、建設)	運転	メンテナンス	顧客管理
コンセッション契約	水道事業の実施権限を民間企業に委譲して、施設設備の建設から運営まで一括して民間に任せるもの										
アフェルマージュ契約	公共が整備した施設、設備を民間に長期リースして運営を委託										
PFI	設備の建設、運営に加え資金調達までを民間に委託 運営は公共事業体が実施										
オペレーションアンドメンテナンス契約	包括的な労務代替的管理運営委託を、5～10年程度の期間実施										

海外水メジャーは様々な契約形態に対応

波線内：我が国水関連企業の国内上下水道分野における事業範囲

資料：産業競争力懇談会「水処理と水資源の有効活用プロジェクト報告書」より環境省作成

事業運営のノウハウを民間企業へ移転していく必要が

あり、官民の連携が不可欠です。

3 日本の技術力

水処理技術の分野において、日本は世界でもトップクラスの技術を有しています。特に、海水淡水化用の膜技術では、世界で約7割のシェアを有しており、あるメーカーのRO膜の出荷量をみると、平成21年3月までに、世界26の国と地域で合計100プラントに採用され、膜を使っている施設の累積造水量が日量1,500万m³超（6,000万人超の生活用水に相当）に達しています。また、このメーカーが試算したところでは、従来の海水淡水化の方法で主流を占めていた蒸発法に

比べると必要な熱・電力等のエネルギーが5分の1以下となります。RO膜の普及が2010年からの5年間の増加と同程度に進むと、2020年頃の二酸化炭素削減への貢献は約1億トンと見込まれています。

これら世界でもトップクラスの技術を有しているわが国ですが、世界の水ビジネス市場での活躍はこれからの課題です。わが国が世界の水ビジネス分野で発展していくためには、2で述べたように、官民の連携を進める必要があります。

