

APDA RESOURCE SERIES 7

August 1998

Translated from Worldwatch Paper 132

Sandra Postel

欠乏の時代の政治学 －引き裂かれる水資源－

(Dividing the Waters)

食料安全保障、生態系の健全性、欠乏の時代の新しい政治学

サンドラ・ポステル
内嶋 善兵衛 監修

The Asian Population and Development Association

欠乏の時代の政治学 —引き裂かれる水資源— (Dividing the Waters)

食料安全保障、生態系の健全性、欠乏の時代の新しい政治学

サンドラ・ポステル

ワールド・ウォッチ研究所レポート132号
1996年9月

Worldwatch Paper 132
Dividing the Waters:

Food Security,
Ecosystem Health,
and the New Politics of Scarcity

by

Sandra Postel

Copyright © 1996 Worldwatch Institute.

All rights reserved

Original English Edition published by Worldwatch Institute
Translated into Japanese under the agreement between Worldwatch Institute
and the Asian Population and Development Association (APDA), Tokyo Japan

監修者前書き

この「欠乏の時代の政治学—引き裂かれる水資源—」は、ワールドウォッチ研究所の研究論文シリーズ Worldwatch Papers 132 として刊行されたサンドラ・ポステル著「Dividing the Waters: Food Security, Ecosystem Health, and the New Politics of Scarcity」の全訳である。

現在地球人口は 60 億に達しようとし、近づく 21 世紀初頭の 2025 年には 80 億人になると推計されている。この増加し続ける地球人口をいかに扶養するかということは、今後、最も大きな課題となる。この問題に対応するために、1994 年にはエジプトのカイロで国際人口開発会議 (ICPD) が開催され、また、1996 年には食料・農業問題に対応するために、イタリアのローマで「世界食料サミット (WFS)」が開催され、世界的な議論が行われ、政府間合意が形成された。

国際人口開発会議では「国際人口開発会議行動計画」、世界食料サミットでは「世界食料サミット・ローマ宣言および行動計画」を採択し、人口と食料の問題についての国際社会がとるべき戦略が採択された (この「国際人口開発会議行動計画要旨」および「世界食料サミット・ローマ宣言および行動計画」も財団法人アジア人口・開発協会から翻訳刊行されている)。これだけの議論があったにもかかわらず、人口と食料、地球環境、資源の関係が十分に認識されているとは言い難い。

言うまでもなく、地球の生態系は太陽のエネルギーと、それを基にした植物の光合成によって支えられている。この決められた地球という枠の中で、人口が増加し、工業がエネルギーを大量に使用するようになると、地球という一定のパイの中の資源を分け合わなければならなくなる。従って、この地球人口の無限の増加は不可能である、ということは自明なことである。特に、様々な制約条件が考えられる中で、最も大きく、また真っ先に影響が現れるのは、淡水資源の不足によるものである。

本書でも、明確にされているように、降雨などという形での再生可能な淡水資源は地球上の水の総量の 1 億分の 8 でしかなく、さらに、人間が利用できる淡水は約 10 億分の 9 程度でしかない。これを人間の様々な活動—民生、農業、工業、レクリエーション等—で分かち合うしかない。また、この水資源は、人間だけが利用できるものではない。水棲生物にとっては居住環境であり、環境を維持する上で不可欠なものであり、そのいずれかが破壊されても、人間社会を支えている基盤が崩壊する。従って、「人口」と「水」の問題は現在最も重要な課題であるということができる。

本書の題を「欠乏の時代の政治学—引き裂かれる水資源—」としたのは、この欠乏や不足の状況を現代社会が、ほとんど考慮に入れていないからである。本書のほかにも本書と同じワールドウォッチ研究所が最近出版した論文「中国の水不足が世界の食料安全保障を脅かす

（仮題）：「China's Water Shortage Could Shake World Food Security」もこの観点から議論されているが、本書の著者ポステル自身が述べているように、淡水資源の不足がどのような社会・経済的な影響を与えるかについては、ほとんど誰も知らないというのが現状である。

現在日本が対応を迫られている農産物貿易自由化交渉などは、むしろ世界の農産物の余剰を前提として、世界のシステムを構築しようとしている。しかし、果たしてそのような方法が妥当なのであろうか、きわめて疑問である。

今、資源の不足や欠乏を前提とした政治体制と経済体制の構築が早急に求められ、生活スタイルや技術を現実に発生しているこれらの状況に適応させていくことが、また新しい自然観と倫理の確立が切に求められている。この翻訳が大過なく、これらの問題について広く議論を起す契機となれば幸いである。

内嶋 善兵衛
宮崎公立大学学長

目 次

序文	5
地球規模の幻影	8
食料のための水	11
生態系のための水	21
競争と争い	27
水の共有	33
優先的に行うべき行動	39
表 1 大陸別に見た世界の流出水量と人口(1995 年)	9
表 2 推定される世界の水の部門別需要量と消費量 (1990 年)	11
表 3 1 人あたりの年間流出水量が 1,700 m ³ に満たないアフリカ・中近東諸国	14
表 4 世界の主な地域における地下水の減少(1990 年)	16
表 5 大量のダム建設と取水が行われている主要河川の状態	23
表 6 国外からの表面水(地表流量)への依存度	29
表 7 用水管理の選択肢ごとの原価見積 (1995 年)	42
表 8 アメリカの効率基準によって予測される水の節約量(1995-2025 年)	46
図 1 世界の 1,000 人あたり灌漑面積(1961-93)	17
図 2 すべての主要ダムと取水を経た後のコロラド川の流量(1905-1992)	21
図 3 アラル海への河川流入量(1940-90)	25

本書に含まれる見解は著者のものであり、ワールドウォッチ研究所ならびに同研究所の理事、役員、スタッフ、財政支援組織の見解を必ずしも反映するものではない。

謝 辞

本書の草稿段階において貴重なコメントをいただいた水問題の専門家であるジャヌス・キンドラー、ジャン・ランドクイスト、エイミー・ヴィッカーズ、そしてワールドウォッチの同僚であるジャネット・アブラモヴィッツ、レスター・ブラウン、クリストファー・フラヴィン、ゲリー・ガードナー、ウィリアム・マンズフィールド、ジム・ペリーに対し、感謝の意を表したい。また、ワールドウォッチのスタッフ・メンバーであるロリ・アン・ボールドウィンとローラ・マリノウスキには参考文献面でのサポートに対し、スーザン・クリフト、デニス・バイヤース・トンマ、ジム・ペリー、ジェニファー・シハーには、制作および雑務面での支援、ジェーン・ピーターソンには編集の際の忍耐強い協力に対し感謝しなければならない。そして、水問題に関する私の知識を広げ続けてくれる世界各地の多くの同僚に対しても感謝しなければならない。

著者略歴

サンドラ・ポステルは、マサチューセッツ州アムハースト市にある世界水政策プロジェクトの責任者で、国際的な水問題と戦略に関する研究を重点的に行っている。彼女は、現在も上級特別研究員として籍を置くワールドウォッチ研究所で研究担当副所長を6年間務めた。彼女の著作「ラスト・オアシス——水不足への取り組み」は、チョイス誌により1993年の優れた著書の一つに選ばれ、これをもとに制作されるドキュメンタリー・フィルムが1997年に公共放送サービス(PBS)で放送が予定されている。彼女は学術書および一般書を数多く出版しているほか、スタンフォード大学、ハーヴァード大学、デューク大学、エール大学などで講演を行っており、ここ2年はタフツ大学で国際環境政策学部の助教授に就任している。また、彼女は国際水資源協会と世界未来学会の理事、ジミー・カーター大統領が設立したグローバル2000プログラムのアドバイザー、世界水委員会の設立委員会委員を歴任しているほか、1995年には環境保護部門でピュー研究奨励金を受賞している。

序 文

コロラド川三角州の奥地に暮らすココパ(Cocopa)族は、2,000年近くにわたって漁業と農業に従事し、ニーパという穀物を収穫してきた^{註1}。ニーパは、植物学者に *Distichlis palmeri* として知られる耐塩性のある植物で、味はワイルド・ライス（アメリカマコモ）とよく似ている。タンパク源は豊富にあった。彼らは時には1日に3回も魚を食べ、狩りをしてシカ、イノシシ、アヒル、ガンなどを捕らえることもあった。「川の民」として知られるココパ族は、正式な暦を持っていなかったが、コロラド川で周期的に発生する洪水に合わせて暮らしていた。彼らの人口を明らかにする人口調査は存在しないが、歴史的な記述から判断して400年前には5,000人のココパ族が三角州に暮らしていたと思われる。

現在、ココパ族の文化は絶滅の危機に瀕している。というのも、ロサンゼルスプールを水で満たし、ラスベガスを明るくきらびやかにかざりたてるための電気を発電し、そしてアリゾナ、カリフォルニア、メヒカリ・ヴァレーの砂漠で作物を生産する目的でコロラド川から水が吸い上げられているため、彼らが1,000年以上も昔から続けてきた暮らしがどうなるかわからない状況に追い込まれているからである。もはや漁業や農業では彼らの生計を維持することができない。彼らが最後にニーパを収穫したのは1950年代の初めである。そのころコロラド川上流にダムができたため、彼らの主食用穀物にとって天然の灌漑となっていた例年の洪水が起きなくなっていた。今ではメキシコ側に40から50ほどのココパ族の家族が残るのみである。三角州では生計を立てる手段がほとんどないため、ココパ族の人たちの多くは町に移住した。メヒカリに在住するココパ族研究者のアニタ・アルヴァレス・デ・ウィリアムスは、20世紀の終わりまでには彼らが「もはや川の民でなくなる」のではないかと心配している。¹

ココパ族の窮状を進歩の代償として片づけるのは容易かもしれない。かつてなく高い消費水準と人口を維持するということは、自然からの恵みである水を以前にも増して使い続けることを意味し、その代償を払うのは最後にくる人々となると相場が決まっている。だが、文化の多様性がますます失われてゆく今の中世で、また一つの文化を失うという悲劇に加え、ココパ族の滅亡は大規模な崩壊の前触れでもある。

深刻化する淡水の不足は、今では食料生産、生態系の健全性、社会の安定性、国家間の平和にとって大きな障害となっている。地下の滞水層を枯渇させることによって、毎年何百万トンもの穀物が生産されている。これは、現在の利益のために未来を犠牲にする典型的な実例である。世界の人口増加、ひいては食料需要の増加の大半が発生するアジアでは、多くの河川が乾季を通して、またはその中のある期間、干上がっている。この河川の中には、急増するインド亜大陸の人口にとって重要な水源であるあのガンジス河も含まれている。1995年

には、中国の黄河下流が1年の3分の1の期間にわたって干上がった。アフリカでは水事情が逼迫している国々に約3億人の人たちが暮らしており、それらの国の多くがすでに輸入食料に大きく依存している。現在の人口予測によれば、水事情が逼迫しているアフリカ諸国に暮らす人たちの数は2025年までに11億人を超えると考えられており、これはその時点に予想されているアフリカ大陸人口の4分の3にあたる。

供給が少なくなるにつれ、都市と農場の間で、隣接する州や県の間で、そして国家の間で水の奪い合いが激しさを増してゆく。中近東のナイル川、ヨルダン川、チグリス・ユーフラテス川などの主な河川流域、そして南アジアのガンジス河や中央アジアのアラル海流域では水をめぐる緊張が高まっている。これらの地域において、流域の水の分配に関する協定のうち、すべての当事者が同意したものはまだ一つもない。世界には複数の国をまたがって流れている国際河川は少なくとも214あるが、その水の配分と利用を管理するための強制力のある法律は存在しない。

河川、湖、湿地の状況が悪化しているのは、これまでの水資源開発への取り組みでは治水、水の浄化、生息地の保全、漁業の維持を含む、河川、湖、湿地のきわめて活気に満ちた生態学的機能を保護することができなかったことによる。アメリカでは、淡水魚種の37%が生息地の破壊が主な原因となって危険な状態にある。コロラド川三角州のほかにも、ナイル川、ガンジス河、アムダリアとシルダリア川の三角州などが、大規模なダム建設や灌漑用に河川の水が取水されることによって大きな打撃を受けている。アラル海は、アムダリアとシルダリア川から過剰に灌漑用水が取水された結果、その容積が4分の3も減少してしまった。24種いた魚のうちの20種が、かつては年に4万4,000トンあった漁獲高や6万人分の雇用とともに消えてしまった^{訳注2}。

現代の水資源開発は、そのみごとに技術力にもかかわらず、水の需要を見積もって、それを満たすための新たな給水プロジェクトを策定するというかなり単純な原則に固執してきた。それは、人々の間の公正、生態系の健全性、人類以外の他の種、そして未来の世代の健康と幸福と繁栄などに与えるであろう影響についての懸念を無視したアプローチである。資源が豊富にある世界では、その方法でも大いに人類の役に立っただろう。しかし、これからの欠乏の世界においては、このようなやり方では争いや事態の悪化に火に油を注ぐことになる。

世界の人口が予測されているように今後30年間に26億人増加し、消費水準も上昇すれば、水問題は急速に深刻化するだろう。この問題を回避するためには3つの主要な課題がある。それは、「食料生産のために十分な水を持続的に供給する」、「水中の生態系の衰退を阻止する」、そして「水をめぐる争いが増えるにつれて生じる社会不安や政治紛争を回避する」という3つである。ダムの建設適地にはすでにダムが造られ、多くの地下滞水層から過剰に水が汲み上げられている現状では、新たな水源を開拓するという方法でこれらの課題に取り組

むには明らかに無理がある。残された水の利用と配分をもっと効率的に行い、国際的な水の分配を公正なものとする、基本的な人間のニーズと生態学的なニーズを満たすことを目的とした、新しくそしてより将来を希望の持てるものとするための青写真が必要である。²

現在のところ、水を管理するためにある政策、制度、立案手順はこうした課題に適しているとはいえない。近年の頻繁な国際的な活動により、水の不足とそれを解決に向けるための行動が必要であることが注目を浴びるようになった。1992年にリオデジャネイロで開催された地球サミットに端を発する地球的規模の行動計画である「アジェンダ21」、そして世界銀行が1993年に発表した水資源に関する政策論文は、有益な指針・原則を提供し、様々な各国の研究を生み出す引き金となった。「国連持続可能な開発委員会」は地球規模の淡水評価の実施を要請しており、その結果は1997年の国連総会で発表されることになっている。しかしながら、ほとんどの国は淡水の供給が制限されることで、各国の食料生産や経済成長予測がどのような影響を受けるかについて、現実的な評価を行っていない。現実的な評価を行って“何をまず行うべきか”という政策的な優先順位を明らかにし、既存の優先順位との組み替えを行う必要がある。要するに、水の利用と管理のための持続可能な道を探るという大変な課題が残されているのである。³

そこで、必要となってくる政策手段や対策としては、より合理的な水の価格の設定、水の価格決定を行う市場に対する注意深い観察、利用効率という観点から水利用の基準を設定すること、そして人間と生態系の健全性を保つための最低条件を満たす水の割り当てを行う、ことなどがあげられる。一方、膨大な量の水を節約する可能性をもつ保全および効率の改善を目的とした多くの措置が、それらの利用を奨励するための奨励策が適切でないためにまったく使われていないままになっている。新たに設立された世界水資源協議会は様々な活動に対して水利用効率の目標値を設定するという具体的な作業に取り組んでおり、事態を一步前進させる可能性がある。また国際レベルでは、水量の乏しい河川流域にある国々が水の共有に関する協定について交渉し、河川流域共同管理のための仕組みを確立する必要がある。そのような協定が結ばれて初めて緊張を緩和し、より適した管理による利益を享受できる。⁴

政策担当者の多くは、水不足が経済発展、食料安全保障、地域の平和と安定に及ぼす影響をかなり過小評価している。水の問題は、もはや技術者だけの力で解決することができなくなっていることに多くの人がまだ気づいていない。水不足が生み出す課題は複雑であり、政治指導者がそれに注目し、行動を起こすことを必要としている。

地球規模の幻影

宇宙飛行士が撮影した地球の写真には、際立って青い惑星が写っており、宇宙に浮かぶ水の世界を連想させる。だが、この水が豊富であるという印象は砂漠の蜃気楼と同じような錯覚である。淡水は地球上にあるすべての水のわずか 2.5% にすぎず、この淡水の 3 分の 2 が氷冠や氷河・氷原として封じ込められている。太陽エネルギーを利用した水の循環によって降水の形で年々陸地に供給される再生可能な淡水は約 11 万 km³ にのぼるが、これは地球上にある水のわずか 0.000008% にすぎない（立方キロは 10 億 m³ に相当する）。⁵

この再生可能な淡水のおよそ 3 分の 2 が、蒸発もしくは植物による水分の吸収と発散である蒸散によって大気圏に戻っていく。この蒸発散（面積が広くなるとこれら両プロセスを区別するのは困難であるために両者を合わせて、このように表現される）は、森林、草原、天水耕作地、その他すべての非灌漑植生からの水の放出を表している。陸地へ供給される再生可能な淡水の 3 分の 1 強（年間約 4 万 km³）は、流出水として河川や地下の滞水層経由で陸から海へと流れる。流出水は、通常「需要」とか水の「利用」と呼ばれる、人間によるすべての水の摂取や取得の供給源である。すなわち、灌漑農業、工業、民生用のほか、淡水漁業の維持、航行、汚染物質の希釈、水力発電を含む多種多様な「水の流れ」に頼った活動に対して水を供給している。河川は養分を陸から海へ運んでおり、それによって生産性の非常に高い沿岸の湾岸部や河口域の漁業を支えている。このように、太陽熱による水文学的な水の循環（太陽熱による地球上の水の蒸発散と降雨による水の循環システム）によって海は陸に水を供給し、陸は海に養分を供給している。⁶

淡水は再生可能ではあるが、有限でもある。今日、陸上にもたらされる水の量は、今から何千年も前に初めて文明が誕生した時とほとんど変わっていない。さらに、自然による水の配分は、世界の人口分布とうまく合致していない。たとえば、アジアは世界の流出水量の 36% を有しているが、その人口は世界の 60% に達する。一方、南米には世界の人口の 6% しか暮らしていないのに対し、流出水量は世界の 26% もある（表 1 参照）。また、水を長距離輸送することは困難で高くつくため、近い将来において熱帯や高緯度地方における川の流れが人間やその経済活動に利用されるとは考えられない。アマゾンだけでも地球の流出水量の 15% を運んでいるが、それを利用できるのは世界の人口の 0.4% にすぎない。北米、ヨーロッパ、アジアの北部にある 55 の河川は、その流量を合計すると世界の流出水量の約 5% に相当するが、あまりにも遠いためにダムは 1 つも建設されていない。⁷

河川の流れは時間的に大きく変動し、それが人間の水に対する需要パターンと一致することはまずない。水は、必要な時に手に入れ利用できてこそ、初めて農家、工業、都市にとって有益となる。流出水量の約 4 分の 3 は洪水として流れ去るので、技術者はその一部を蓄え

て後で利用するためにダムを建設した。今日、大規模ダムが蓄えることのできる年間流出水量は全体の約 14%に達し、地下滞水層や通年の河川の流れとともに、安定供給される水量の 3分の1近くを占め、安定した再生可能な供給量を 1万 4,600 km³にまで増やしている。この合計量のうち、1万 2,500 km³が地理的に手の届くところにあると推定されており、灌漑、工業、民生用として現在利用されているのもこの量である。⁸

地球全体で見ると、水の使用量は 1950 年から 1990 年までの間におよそ 3 倍に増え、現在は利用可能な供給量の 35%にあたる 4,430 km³と推定されている。それに加えて、少なくともさらに 20%が汚染物質を希釈したり、漁業を維持したり、物資を運搬したりするために「流れのままの」状態で利用されている。つまり、人類は、現在利用可能な水資源の半分以上を直接的または間接的な方法ですでに利用しているのである。⁹

表 1 大陸別に見た世界の流出水量と人口(1995 年)

地 域	年間総流出水量 (km ³)	世界の流出水量に 占める割合 (%)	世界の人口に占める 割合 (%)
ヨーロッパ	3,240	8	13
アジア	14,550	36	60
アフリカ	4,320	11	13
北中米	6,200	15	8
南米	10,420	26	6
オーストラリア/ オセアニア	1,970	5	<1
計	40,700	101 ¹⁾	~100 ¹⁾

1) 四捨五入のため 100 にならない。

出典：注 7 を参照。

世界の人口が、今後 30 年の間に、1950 年から 1990 年にかけての人口増加分に匹敵する 26 億人増えることを考えると、これは大変な問題である。利用可能な水の供給量を大幅に増やし、すでに利用している水の再利用を大幅に増やし、水質汚濁を防ぐための全世界的な努力がなされなければ、全世界の水利用量を再び 3 倍に増やすことはできない。しかし、ダム建設の社会、経済、環境面における高いコストに対する一般大衆、各国政府、財政的後援者の注目度が増した結果、新規ダムの建設はここ 20 年の間に著しく減少している。1950 年代から 1970 年代中頃までは、毎年 1,000 近い大規模ダムが操業を開始していたのに対し、1990 年代の初めになるとその数字は毎年 260 まで減少している。状況がダム建設にとって好転したとしても、今後 30 年の間に新たに建設される貯水池が利用可能な流出水量を 10%以上増やすことができるとは考えにくい。¹⁰

地球にある水の 97%以上が海水であるため、世界の水問題に対する究極の解決策として、

よく海水の淡水化が引き合いに出される。実際にアメリカのジョン・F・ケネディ大統領は、人類が海から安く淡水を得る方法を見つけることができれば、それは「いかなる科学的業績も及ばない」業績になるだろうと 1961 年の時点ですでに語っている。¹¹

それから 35 年後、淡水化は着実に進歩を遂げ、確固たるテクノロジーとなった。1995 年 12 月の時点で、合計 1 万 1,066 台の淡水化施設が世界各地で設置または契約されており、合わせて年間 74 億 m³ の処理能力を持っている。合計処理能力は、1989 年 12 月から 1993 年 12 月にかけて年平均で 10% ずつ増加したのに対し、ここ 2 年間の増加は年平均で約 4.5% となっている。アナリストは、最近の減少傾向は、予算制約のため中近東諸国が大規模な淡水化施設を発注しなくなったことに起因しているとしている。¹²

かなりの成長を遂げているにもかかわらず、淡水化によって得られた水が、世界の給水に占める割合は、まだ世界の水消費量の 0.2% にも満たない。海水から脱塩するには大量のエネルギーを必要とし、費用は 1 m³ あたり 1.00 ドルから 1.60 ドルぐらいにまで下がってはいるものの、依然として淡水確保のための最も高価な選択肢の一つである。サウジアラビア、アラブ首長国連邦、クウェートは、3 国を合わせても世界の人口 0.4% に満たないが、1993 年に世界の淡水化能力の 46% を占めていた。ある意味で、これらの国は石油を水に換えており、その費用を負担することができる数少ない国々の一つである。予見可能な未来において、海水の淡水化は、水は乏しいがエネルギーは豊富にある国々、そして、ほかに選択肢のない島国にとっては頼みの綱の技術であり続けるだろうが、世界規模で見た場合は、水の全供給量への貢献は微々たるものである。¹³

このようにちょっと見ただけでも、「地球にはこれだけ水があるのだから人間の活動がそれによって制約を受けることはない」という通説が根拠のないものであることがわかる。そう遠からず水不足の影響が、現時点で水の限界に直面している中近東やアフリカなどの特定の地域の外にも広がるだろう。世界の人口が今後 30 年間に予想される通り 45% 増加した場合、淡水資源の不足は食料生産、生態系の維持システム、社会の安定性および地政的な地球規模の影響をもたらし、世界経済全体を揺るがすことになるだろう。

食料のための水

水は生命の基盤であるということは、あまりにも基本的であるために忘れがちな事実の一つである。植物は、太陽エネルギーを利用して水と二酸化炭素を結合させ、地球の基礎的な食料供給源である炭水化物を作り出す。水がなければ生命とその成長は途絶える——これはまさに事実であり、このもつ意味はかつてなく重要になっている。世界の食料需要が記録的な増加を見せているまさに今、農家が持続的に利用することができる淡水の量はその限界に達しようとしているのである。

作物生産は水を大量に消費する活動である。地球規模で見た場合、農業は人間の活動のために河川、湖沼、滞水層から取水される水の65%近くを使っている。これに対し、工業が占める割合は22%、家庭（民生用）と地方自治体が占める割合は7%である（表2参照）。さらに、家庭や工場は使った水の大部分を（汚れた状態であることが多いものの）自然に戻すのに対し、農業で使われた水の半分から3分の2は蒸発や蒸散によって「消費」され、二次利用や三次利用することができない。¹⁴

1トンの穀物を収穫するために約1,000トンの水を消費する。実際の量は穀物の種類やそれを栽培する地域によってまちまちだが、この値は妥当な平均値である。この数字には作物が蒸発散に必要とする水の量は含まれているものの、灌漑手法の効率の悪さが原因で失われる水は含まれていない。従って、この値は、まさに穀物を生産するために最低必要な水の量を表しており、人間が直接に摂取するカロリーの約半分、そして飼料で育てられた家畜を含めれば人間が摂取するカロリーの3分の2はこの穀物によって供給されている。¹⁵

1995年の時点では、世界の年間穀物消費量は平均で1人あたり約300kgとなっている。2025年におけるこの穀物の消費水準の世界平均が現在の水準にとどまると控えめに見積もり、現在の推計に従って、2025年の世界人口が必要とする穀物需要を算出するとその時点での穀物需要を満たすためだけでも、あと7,800億m³の水が必要となる。¹⁶

表2 推定される世界の水の部門別需要量と消費量（1990年）

部 門	推定需要量 (km ³ /年)	全体に占める 割合(%)	推定消費量 (km ³ /年)	全体に占める 割合(%)
農 業 ¹⁾	2,880	65	1,870	82
工 業 ²⁾	975	22	90	4
地方自治体 ²⁾	300	7	50	2
貯水池での損失 ³⁾	275	6	275	12
合 計	4,430	100	2,285	100

1) 灌漑地1haあたり平均1万2,000m³の水を使用し、需要の65%に相当する消費が行われると仮定。

2) 推定値は Shiklomanov による。注5を参照。

3) 総貯水容量の5%に相当する量が蒸発によって失われると仮定。

出典： Sandra L. Postel, Gretchen C. Daily, Paul R. Ehrlich, "Human Appropriation of Renewable Freshwater," *Science*, February 9, 1996.

人間の食生活に必要なその他の作物を栽培するのに必要な水の量を推定することは、食生活が多様であること、そして作物によって水の使い方も多様であるために難しい。一般に、果物や野菜は（その大半が水分であるため）それより栄養のある米、麦、トウモロコシと比べて収穫量1トンあたりの水の必要量が少なく、寒い気候や季節に栽培される作物は、暑い気候や季節に栽培される作物よりも必要とする水の量が少ない。穀物と比べて穀物以外の食物の生産に必要な水の量は穀物のその3分の1と仮定すると、平均的な食物生産のために最低限必要とされる水の量は、年間1人あたり400 m³となる。この水準で2025年に予測されている世界人口の増加分の食料需要を満たすとすれば、さらに1兆400億 m³の水が必要となる。これはナイル川の平均流量の12倍より多く、コロラド川の平均流量の56倍に相当する。¹⁷

これだけの水を持続可能な状態でどこから手に入れるかは明らかになっていない。作物は必要とする水分を自然の降雨、灌漑、またはこれら2つの何らかの組み合わせから得ている。耕作面積の拡大には限度があるため、増加分の食料需要を満たすためには作物の収量を増やさなければならない。そのような事態は今世紀の中ごろからすでに発生している。1950年から世界の穀物畑の面積がピークに達した1981年にかけての生産量増加のおよそ80%が収量の増加によるものだった。高収性品種、化学肥料、農薬を組み合わせた「緑の革命」の技術とともに、灌漑の普及は収量の急増に大きく貢献した。灌漑は、農家が好きな時に好きな量の水を自分の畑に給水することを可能にするが、集約的な高収量生産にはそのような制御が不可欠である。それはまた、1つの土地で年二作や三作を可能にするための必要な条件でもある。その結果、灌漑された土地は世界の食料安全保障にとってきわめて重要になってくる。それは、世界の耕作面積の16%しか占めていないにもかかわらず、世界の食料の40%近くを生産している。¹⁸

しかし、現在、灌漑による耕地の拡大の全盛期は過ぎたという証拠が多く存在している。人口規模と利用可能な水の量との間のアンバランス、地下水位の低下、河川の枯渇、経済や環境の面から見て新規水資源開発を行うための適地がもはやないことなどがその証拠である。その他、都市部の水需要の急増といった数々の要素が農業に利用できる水の量を制約している。

水の制約を示す一つの尺度は、1国の再生可能な水資源をその人口規模と比較することによって得ることができる。大ざっぱに言って、国の「水事情が逼迫している」というのは、その国の年間1人あたり再生可能な流出水量が1,700 m³を下回った時であり、「水が欠乏している」というのはそれが年間1,000 m³を下回った時である。「逼迫(stressed)」と「欠乏(scarce)」の正確な意味は明確でなく、その定義については水問題の専門家の間でも激論が繰り広げられている。ヘブライ大学のヒレル・シュヴァル氏は、たとえば、イスラエルなどは、1人あた

りの再生可能な水資源が「逼迫レベル」の5分の1以下であるにもかかわらず、近代経済の大きな成功と高い個人収入を実現していると指摘している。水資源が限られているイスラエルがこれほどの成功を収めることができた原因の一つは、穀物の大半を輸入しているからであり、シュヴァル氏は、時にこれを「仮想の水」と呼んでいる。¹⁹

事実、1トンの穀物を生産するために1,000トンの水が必要であるということは、水収支の帳尻を合わせるためには穀物輸入が重要な戦略となることを意味する。そのような戦略は、水が欠乏している国にとって経済的にも環境的にも意義のあることのように思われる。というのも、そのような国は限られた水資源を商業や工業に振り向け、それによって得られた収入で国際市場から食料を購入することができるからだ。たとえば世界で水が最も欠乏している地域である中近東は、穀物の30%を輸入している。どこかで余剰食料が生産されている限り、余剰を抱えた国はそれを売りがっている。従ってそれを必要とする国がその代金を支払うことができれば、水不足の国は食料の自給体制を確立することなく、食料安全保障を得ることができるだろう。²⁰

しかし、この整然とした論理も、利用できる水の量によって食料の自給が制約を受けている国に暮らす人口の増加、そして主要な食料生産地域における持続可能でない水利用の拡大によって揺らぎ始めている。1人あたりの流出水量が年間1,700 m³を下回ると、食料の自給は不可能ではないが、問題を抱えることにはなるだろう。ほとんどの国とまではいかないにせよ、多くの国ではその国の流出水量全体の30%以上を利用したり管理することは困難である（ただし、エジプトのようにアスワン・ハイ・ダムによって膨大な量が供給される例外もある）。すなわち、1人あたりの年間流出水量1,700 m³というのは、灌漑、工業、家庭の需要を満たすために利用できる量としては、510 m³にしかない。家庭、都市、商業、工業のニーズを満たすために年間1人あたり125 m³が必要で、平均的な食生活を支えるために400 m³が必要であるとすれば、1人の人間を1年にわたって養うためには最低でも525 m³が必要となる。従って、1人あたりの年間流出水量が1,700 m³の国では、1人あたりが利用することのできる量ではすでにそのニーズを満たすために必要な量を、わずかではあるが下回っていることを意味している。²¹

1995年の時点では、1人あたりの年間流出水量が1,700 m³に満たない国が44ヶ国あり、その人口を合計すると7億3,300万人になる。これらの人口の半数をやや上回る人たちが、多くの国で人口が30年以内に倍増すると予測されているアフリカや中近東に住んでいる（表3参照）。水が欠乏しているアルジェリア、エジプト、リビア、モロッコ、チュニジアなどは、すでに穀物の3分の1を輸入している。これらの国の人口は、今後30年間に8,700万人増加すると予測されており、輸入穀物への依存が増えることは確実視されている。事実、これはアフリカの大部分で起きる可能性が高いシナリオである。現在の人口予測によれば、2025

年までには 11 億人を超えるアフリカの人々が水事情の「逼迫した国」に暮らすことになり、これはその年に予測されているアフリカ大陸人口の 4 分の 3 に相当する。²²

表3 1人あたりの年間流出水量が 1,700 m³ に満たないアフリカ・中近東諸国¹⁾
(1995年時点ならびに 2025年の推計人口について)

国名	国内の1人あたり 流出水量、1995年 (m ³ /年)	1995年時点の人口 (百万人)	2025年の推計人口 (百万人)
アフリカ			
アルジェリア	489	28.4	47.2
ブルキナファソ	1,683	10.4	20.9
ブルンジ	563	6.4	13.5
カボ ヴェルデ	750	0.4	0.7
ジブティ	500	0.6	1.1
エジプト	29	61.9	97.9
エリトリア	800	3.5	7.0
ケニヤ	714	28.3	63.6
リビア	115	5.2	14.4
モーリタニア	174	2.3	4.4
モロッコ	1,027	29.2	47.4
ニジェール	380	9.2	22.4
ルワンダ	808	7.8	12.8
ソマリア	645	9.3	21.3
南アフリカ	1,030	43.5	70.1
スーダン	1,246	28.1	58.4
チュニジア	393	8.9	13.3
ジンバブエ	1,248	11.3	19.6
中近東			
イラク	1,650	20.6	52.6
イスラエル	309	5.5	8.0
ヨルダン	249	4.1	8.3
クウェート	0	1.5	3.6
レバノン	1,297	3.7	6.1
オマーン	909	2.2	6.0
サウジアラビア	119	18.5	48.2
シリア	517	14.7	33.5
アラブ首長国連邦	158	1.9	3.0
イエメン	189	13.2	34.5
1995年合計		380.6	739.8
2025年までに追加される国の人口推計値の合計 ²⁾			618.0
2025年に予想される合計			1,357.8

1) 他国から流れ込む川は流出水量の数値に含まれない。ジブティ、モーリタニア、スーダン、イラクは、現在他国から流れてくる水を含めれば1人あたりの年間流出水量 1,700 m³ 以上の水を 1995年と 2025年に確保することができる。

2) ボツワナ、エチオピア、ガンビア、ガーナ、レソト、マダガスカル、マラウイ、モーリシャス、ナイジェリア、セネガル、スワジランド、タンザニア、トーゴ、ウガンダ

出典：注 22 を参照。

中国、インド、アメリカといった多くの大国の一部にも、地域別に給水量と人口を詳細に分析すれば水事情が逼迫していると思なされる地域がある。全国統計を見ても、全世界の流出水量の7%を有しながらも世界の人口の21%をかかえる中国は、2030年には1人あたりの年間流出水量1,700 m³にわずかに届かなくなる。世界で2番目に人口が多いインドも、それまでには水事情が逼迫した国のリストに加わるだろう。²³

持続的でない水の利用が引き起こしている、様々な具体的な自然からのサインは「水の逼迫」という理論的な指標が正しいことを証明しており、農業への水の利用が限界にきていることを暗示している。今、アメリカ西部、インドの大部分、そして広い範囲で地下水位が毎年1 mずつ下がっている中国北部など、世界で最も重要な作物生産地帯で地下水の過剰な汲み上げと滞水層の枯渇が起きている(表4参照)。これは、多くの地域で限界を超えて地下水が利用されていることを示していることに加え、現在の世界の食料供給が持続可能ではない方法で(それゆえに長期的に頼ることができない方法で)水を使用することによって確保されていることを意味している。たとえばインドの穀倉地帯であるパンジャブ州では、州の3分の2を超える地域で地下水位が毎年20 cmずつ下がっており、パンジャブ農業大学の研究者は「灌漑が行われているインダス・ガンジス河平野でどの程度の米作が許されるべきか、そして、どうすれば“水をめぐる問題の最前線での戦い”に敗れることなく地域の生産性を維持することができるかが問われている」と語っている。²⁴

場合によっては、地下水位の低下は土地が持っている水を蓄える力を永久に低下させることもある。水を汲み上げることによって滞水層を形成している地層の地質が硬く締まり、水を保持していた細孔や空隙がなくなってしまう。この貯水能力は一度失われると元には戻らず、そのために高い代償を払うことになる。たとえばカリフォルニアでは、セントラルヴァリーの滞水層から地下水を過剰に汲み上げたために、およそ250億m³にのぼる貯水能力が失われている。これは、同州にある人工貯水池の総貯水能力の40%以上にあたる。この損失の経済価値を計算することは困難である。しかし、カリフォルニア州における新しい水の貯水法の中で最も安い1 m³あたり24セントの貯水補充費用で計算してみても、失われた地下水の貯水能力の経済価値は60億ドルにのぼる。²⁵

地下水と同様、地球の主な河川も過剰開発の被害を受けている。今後の人口増加の大部分と食料需要増加の中心となるアジアでは、灌漑が不可欠となる乾季に多くの河川で水が完全に取水され干上がっている。1993年に世界銀行が行った調査は、「アジアには、乾季になると海に届く水が全くなくなってしまう流域の実例が数多く存在する」と報告している。これにはインドのほとんどの河川が含まれ、高い人口密度と増加率を持つ南アジアの主な水源であるガンジス河もその一つである。中国の黄河は、下流域が過去10年にわたって毎年平均70日間干上がっており、1995年には水がない状態が122日も続いた。水に対する需要は河川

表4 世界の主な地域における地下水の減少(1990年)

地域/滞水層	推定減少量
アメリカ合衆国 ハイプレーンズ滞水層	アメリカの全灌漑面積のおよそ20%に水を供給しているこの巨大な滞水層の現時点における実質減少量は、コロラド川の年間平均流量の約15倍にあたる3,250億 m^3 にのぼる。この減少量の3分の2以上が、1979年から1989年の間に灌漑面積が26%減少したテキサス州のハイプレーンズで起きている。現在の年間減少量は120億 m^3 と推定されている。
アメリカ合衆国 カリフォルニア州	地下水の過剰な汲み上げは平均して年間16億 m^3 に達し、これは州の実質地下水消費量の15%に相当する。減少の3分の2は、アメリカ(そしてある意味では世界)での果物と野菜の主要生産地であるセントラルヴァリーで起きている。
アメリカ合衆国南西部	アリゾナ州だけでも過剰な汲み上げが年間12億 m^3 に達する。フェニックス市の東では地下水位が120m以上下がっている。ニューメキシコ州アルバカーキ市に関する予想では、現在の速度で地下水の汲み上げが続けば、地下水位は2020年までにさらに平均20m下がるとされている。
メキシコシティー ならびにメキシコ溪谷	取水は自然涵養を50%から80%上回っており、地下水位の低下、滞水層の圧密、地盤沈下、地上構造物への被害などを引き起こしている。
アラビア半島	地下水の使用量は自然涵養量の3倍近くにのぼる。サウジアラビアは、水の75%近くを再生することのできない地下水に頼っており、これには年間200万トン~400万トンの小麦を生産するための灌漑も含まれる。1990年代に予想されている地下水位の低下速度が続いた場合、利用可能な地下水資源は約50年以内に枯渇してしまう。
北アフリカ	リビアの実質減少量は年間38億 m^3 近くに達する。北アフリカ全体における現在の減少速度は年間100億 m^3 と見積もられている。
イスラエルとガザ	地中海に隣接する沿岸平野部の滞水層からの汲み上げは自然涵養を約60%上回っており、海水が滞水層に進入している。
スペイン	利用されている地下水の5分の1にあたる10億 m^3 が持続可能ではない。
インド	インドの穀倉地帯であるパンジャブ州の地下水位は、州の3分の2の地域で毎年20cmずつ下がっている。グジャラート州では、1980年代に調査された井戸の90%で地下水の水位が下がっていた。タミルナドゥ州でも大幅な低下が見られる。
中国北部	北京市の大部分で地下水位は過去40年の間に37m下がった。地下水の過剰な汲み上げが、重要な穀物生産地帯である華北平原に広がっている。
東南アジア	バンコク、マニラ、ジャカルタの市内ならびに周辺でかなりの過剰揚水が行われている。地下水の過剰な汲み上げが原因でバンコク市の地盤は過去20年にわたって毎年5cmから10cmずつ沈下している。

出典：世界水政策プロジェクトおよびワールドウォッチ研究所。

の供給能力を上回っており、この地域の作物生産が受ける被害は大きくなる一方である。²⁶

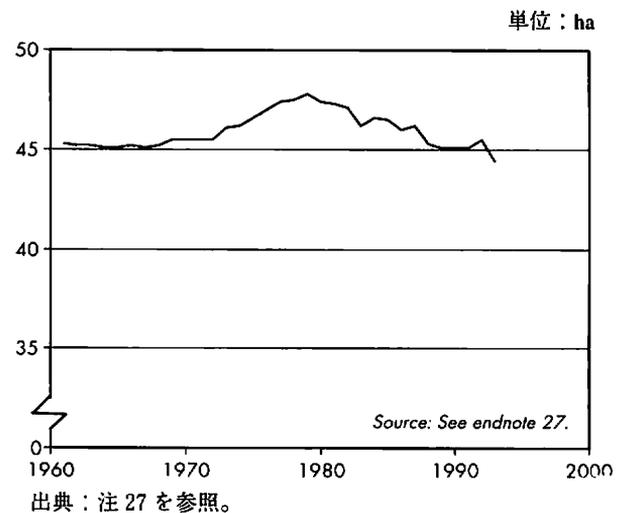
農業用水の供給に限りがあることを示すもう一つの兆候は、世界の灌漑の傾向を調べることによって明らかになっている。水の開発コストが上昇し、ダム建設や河川の取水を行うことが環境を破壊しない場所が減少していることもあり、世界的に灌漑拡大の速度が鈍ってきている。1人あたり灌漑面積は現代に入っ

てからほとんどの間、一定または増加傾向で推移してきたが、1979年にピークに達し、それ以降毎年約7%ずつ減少している（図1参照）。1984年以降起きている1人あたり穀物生産量の減少の一因ともいえるこうした灌漑の落ち込みは、近い将来に好転する見込みのまずない、困った傾向である。²⁷

これと同時に、塩類集積という、灌漑された土壤中で根圏内（根がある場所）に塩分が集積する現象によって、灌漑された土地の多くが生産性を失ったり、全く生産ができない状況に陥ったりしている。世界全体についての確かな推定値は存在しないものの、世界の灌漑面積の10%以上にあたる約2,500万haが、作物の収穫が低下するほどの塩類集積の影響を受けている。塩類集積は年に最大200万haずつ増加していると推定されており、灌漑の拡大によって達成される穀類生産の増加の大部分がこれによって相殺されている。事実、スリランカにある国際灌漑管理研究所（IIMI）のデビッド・セクラール所長は、1996年の論文で「世界の灌漑面積の増加はおそらくマイナスになっているだろう」と述べている。²⁸

最後に、人口増加と都市化によって都市の水需要が増加しているため、農業は既存の水資源の一部を都市に奪われている。世界的に見ると、2025年までに都市居住者の数は倍増して50億人に達すると見られている。政治権力やお金が都市に集中し、すべての需要を満たすには水が不足している状況で、政府は、食料需要が増加しているにもかかわらず農業用に使う水を転用しようとする強い圧力に直面することになる。生産力が低くて利益のほとんどあがらない土地や食料以外の作物用に向けられていた水からの転用および灌漑効率の向上などによって、農業分野からの転用が実現するのであれば、環境にとっても有益となる可能性があり、食料安全保障に与える影響も少ないだろう。しかし、多くの産業間での水をめぐる競争が激しくなるにつれ、大規模な転用によって食料生産が減少し、農村社会を不安定にするおそれがある。²⁹

図1 世界の1,000人あたり灌漑面積(1961-93)



農地から都市への水の再配分は、先進国でも発展途上国でも起きている現象である。たとえばカリフォルニア州では、1957年の州水利用計画においては州全体で最終的に800万haの土地が灌漑されると予想されていたが、実際には州の灌漑面積はこの半分にも満たない390万haで1981年にピークを迎えている。実質灌漑面積は1980年代に12万1,000ha以上減少している。州政府では、1990年から2020年までの間にさらに16万2,000ha近くが減少すると予測しており、その大半は同時期に3,000万人から4,900万人にまで増えると予想されている都市人口の増加に伴う都市化の拡大のためとしている。³⁰

中国では、都市化、工業化、観光の発展による水需要の増加を満たすために、北京市周辺の農地から水資源が吸い上げられている。北京市の水消費量は、2つある同市の主な貯水池の容量を現時点で超えているため、市を取り囲む農業地帯の農家は、それまで使用していた灌漑用水の供給源を絶たれてしまっている。中国では300近い町が水不足に直面しており、今後もこうした農業用水の転用が増えることは確実である。³¹

バンコク、マニラ、ジャカルタを含む東南アジアの巨大都市では水需要が増加し、その一部はすでに地下水の過剰汲み上げによって補われている。開発できる新しい水資源が限られているため、農業から水を転用しようという圧力がこれらの地域でも高まるだろう。これらの地域、そして急速な工業化が進むその他の地域は、豊かな生活とそれが生むより高い消費水準という両刃の剣に直面し、それが農業の水をめぐる競争を激化させることになる。たとえばマレーシアでは、ここ10年間にゴルフ場の数が3倍に増えて150を超え、さらに建設が予定されているゴルフ場が100ある。マレーシア、タイ、インドネシア、韓国、フィリピンには合わせて550のゴルフ場があり、これらに加えて530のゴルフ場が構想段階にある。これらの国のゴルフ場は、農地や森林を破壊するだけでなく、作物と同じ時期（すなわち量がすでに限られている乾季）に灌漑を必要とするのが普通である。³²

残念ながら、水を農業から都市に徐々に転用することが、地下水の過剰な汲み上げ、滞水層の枯渇、そしてその他多くの持続可能ではない水の利用形態と相まって将来の食料生産にどのような影響を及ぼすかを計算した人はいない。そのような評価がなければ、国は自国の農業基盤がどのくらい安定しているかを明確に知ることはできず、将来的な食料輸入の必要性を正確に予想することができない。また、農家が水を失う結果発生するかもしれない経済や社会の混乱に、いつどのように準備したらよいか見当もつかないだろう。フィリピンにある国際稲研究所(IRRI)のクラウス・レンベ所長は、「将来の食料供給に関する無関心と無知は、私たちの政治、経済、環境システムに影響を及ぼしている多くの要素の中でも最も危険なものの一つである」と警告している。³³

本書の最後の章においても述べているように、限りある水資源をより有効に利用するため、農業におけるより効率的かつ生産的な水の利用を促すための広範な政策改革が必要である。

水や農業の専門家はこれらの問題を単独で解決することはできない。だが、世界的な作物生産の立場から見て、水使用あたりの生産性を上昇させるためには、科学的研究はきわめて重要である。農業をめぐる水問題の最前線でこれをうまく解決するためには、水の投入1単位に対する作物の生産高を灌漑農地だけでなく、天水農地やウォーターハーベスティング法（傾斜面を流下する雨水を集水し、貯水する）の農地においても増やさなければならない。実際に用いられる戦略は、作物、気候、治水システムの種類によってまちまちだが、基本的な目的はどれも必然的に同じになる——すなわち、根圏内（根がある場所）に与える水分のタイミングと量を最適化し、作物がその水分を生産的に利用できる能力を高める——ということである。

科学者は、たとえば植物の品種改良や遺伝子操作によって、植物の乾燥に対する適応過程を加速することができる。他に制約要因がなければ、全乾物生産量（植物の乾燥重量）は、植物が蒸発散する水の量（訳注：正しくは蒸散量）に正比例することが研究によって明らかになっている。植物のより多い水分吸収を可能にする大きく深い根系は収量を増やすことができ、季節の終わりに訪れる干害を避けるために作物が早く登熟する（収穫できる）ように適応させても同じような効果が得られる。新しい遺伝子技術を使って、水利用効率のよい作物品種を選び出すこともできるようになっている。そして、成育期間の短い品種や蒸発散が少ない冷涼な時期でも育つ品種を開発すれば、作物による水利用効率の改善に役立つかもしれない。³⁴

国際稲研究所とスリランカの国際灌漑管理研究所は、水効率の課題に本格的に取り組んでいる2つの研究機関である。1995年の国際稲研究所の報告書には、「水資源の問題が米の生産に及ぼす影響が研究者の間で認識されたのは比較的最近のことであるが、今では十分に認知されている」と述べている。今後の米の生産は「水の投入単位に対する米の生産量を増やす」ことに大きく依存している。国際稲研究所では、より効率の高い灌漑の運用、水の消費を抑える技術、稲自体の改良によって水利用効率を高めることに焦点を合わせている。育種家たちは品種改良により、すでに灌漑稲の成熟期間を150日から110日まで短縮することに成功しており、これによって大量の水を節約することが可能となる。³⁵

様々な水質の水に対する作物の適応性を高めることによって灌漑農業への給水量を増加させることができる。たとえばイスラエルのネゲブ西部では、近くの滞水層にある塩分を多く含んだ水を灌漑に利用して綿の栽培に成功している。イスラエルでは、たとえば缶詰やペーストに使用するトマトのような特定の作物は、ある程度の塩分を含む水を灌漑に使った方がよいこともわかってきている。作物によって塩分への耐性はまちまちであるため、灌漑水の複合的な再利用の可能性が高まっている。たとえばカリフォルニア州では、河川からの灌漑水が、まず塩分に対して普通の耐性を持つ作物に使われ、そこから排出されるほどほどに塩

分濃度の濃くなった排水を利用して、これよりも高い耐塩性を持つ綿の灌漑を行っている。そして現在、科学者がいくつかの好塩性作物の商業化に向けてかなりの成果を上げており、綿畑からのかなり塩分の高い排水がそれら作物の灌漑に利用されている。たとえばサリコルニア(*Salicornia*)のある種は、メキシコの（カリフォルニア湾としても知られる）コルテス海付近の砂漠で海水を使って灌漑を行い、大豆やヒマワリといった淡水栽培の油脂作物と同等またはそれ以上の種子収量とバイオマスを生産している。³⁶

生態系のための水

コロラド川三角州のココバ族が昔ニーパを収穫していた場所からさほど遠くない一帯を低空飛行すると、コロラド川が曲がりくねりながら海に向かって流れた跡をいまだに残している干上がった川底を見ることができる。ここは、この川が何千年にもわたってコルテス海に豊富な養分を運ぶ手前で大量のシルト（沈泥）を沈積させ、多様な生態系を支えてきた場所である。アメリカ人のナチュラリストであるアルド・レオポルドが1922年にカヌーで旅し、シカ、ウズラ、アライグマ、北米ヤマネコ、そして様々な鳥の群れを見たとき報告した場所でもある。無数の緑色の沼によって広がりながら流れをゆるめるこの曲がりくねったこの川は、後にレオポルドの回想を誘い、彼は「自らの自由を海に奪われることを拒むかのごとく、ゆっくりと流れるこの川と旅をせよ」これが今まで延ばし延ばしにしてきた最後の言葉だ」と語った。³⁷

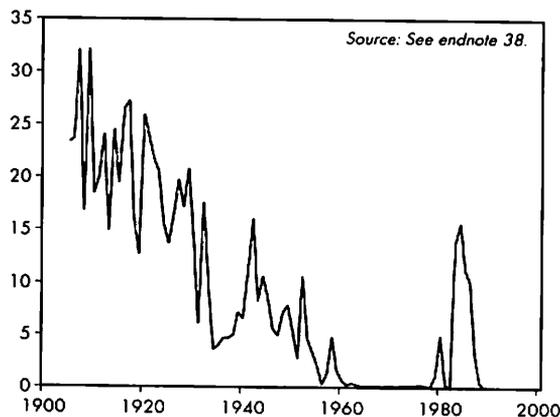
レオポルドは、この豊かな自然が大きく損なわれた姿を目にするのを恐れ、この三角州を再び訪れることはなかった。そして彼が恐れたのにはそれなりの根拠があった。今日、コロラド川の自由は、先見の明のあるレオポルドですらも想像し得なかったほど失われている。コロラド川が海までたどり着くのは、その流域での降水量がきわめて多かった年だけである。大抵の年は、10ヶ所の大型ダムといくつかの大規模な取水を経た後に残る流れの水はごくわずかとなり、それもメキシコ北部の砂漠に消えてしまう（図2参照）。かつては豊富にいた三角州の野生動物もほとんどいなくなってしまう。コルテス海の漁獲高は激減している。そしてそこに暮らすココバ族の生活様式も絶滅の危機に瀕している。³⁸

コロラド川に起きたことは、無理で広範囲な水環境の劣化の一例にすぎない。地球全体では、1950年以降、水の使用量が3倍に増えたために給水プロジェクト（特にダムと河川の取水）の数は増え、その規模も大きくなった。給水、水力発電、治水を目的として世界各地に建設された（高さが15m以上ある）大型ダムの数は、1950年には5,000強だったのが現在では3万8,000にまで増えている。現存する大型ダムの85%以上は、過去35年以内に建設されたものである。³⁹

これは非常に短い期間に地球の水環境が大きく変化したことを意味している。今では多くの河川が精巧に作られた配管施設の

図2 すべての主要ダムと取水を経た後のコロラド川の流量(1905-1992)

単位: 10億 m³



出典：注38を参照。

ようになっており、人間にとってその河川が最も役立つように、その流れるタイミングと水量とは水道から出る水のように完全に管理されている。しかし、近代技術は、人間や農地が水を必要とする時、それを必要とする場所に水を届けることに関しては大きな成功を収めたものの、市場で軽視され正当に評価されていないことの多い、河川や淡水生態系の基本的な生態学的機能を守ることに失敗している。

海へ流れる流出水量が「無駄になっている」という昔ながらの考えは、依然として多くの水利技術者の間で支配的な考えだが、それは河川が持つ本当の役割と機能を十分踏まえていない狭い解釈である。河川は、その複雑な食物連鎖の網によって養分を海に運び、経済的および文化的に重要な漁業を支え、汚染物質を濾過することによって湿地を保護し、多様性に富む水棲生物に生息地を提供し、肥沃な三角州を保護し、水質を守り、塩分と堆積物のバランスを保ち、地球上で最も美しい自然美の一つを提供してくれている。こうした恩恵や有用性は、水資源を開発するための計画や事業がそれらを考慮に入れず、またその価値を十分に計画の中に組み込まないために急速に失われてきている。⁴⁰

アメリカでは、これまでに実施された中で最も広範囲にわたる自生の動植物種調査において、最も衝撃的な発見は、「生活環境のすべてまたはその一部を水系に依存している種の悲惨な状況」であると記している。13ある群のうち、最も大きなリスクにさらされている4種は、淡水のイシガイ(リスク度67%)、ザリガニ(同65%)、両生類(同38%)、淡水魚(同37%)である。これに対し、リスクにさらされている鳥類、ほ乳類、は虫類の比率はそれぞれ14%、16%、18%となっていることがこの調査によって判明した。こうした危機の最大の原因は、その生息地の破壊と生息環境の悪化にある。⁴¹

たとえば地球上で最も灌漑が盛んな場所の一つであるカリフォルニア州では、水資源開発によって水系とそれに依存する生物が徹底的に破壊されている。同州では湿地の95%が失われ、食料や生息地を湿地に依存する渡り鳥や水鳥の数も、1950年には6,000万羽いたのが現在は300万羽まで激減している。大規模なダム建設や産卵場所の破壊によって魚の数も大幅に減少した。たとえばカリフォルニア州のサケとニジマスの個体群の数は80%減少したと推定されている。⁴²

南アジアを流れる雄大なガンジス河は、通年もしくは一定の期間、海まで届かなくなった大河の一つである(表5参照)。乾季に上流のインドで行われる大量の分水(取水)により、本来の流出口であるベンガル湾はおろか、その手前のバングラデシュにすらほとんど水が届くことはない。海に流れる淡水がなくなったために河口三角州の西側全域に塩分が進入し、地域住民にとって重要な資源であるマングローブや魚の生息地に被害を与えている。乾季にもっと多くの水が三角州に流れない限り植生や漁業への被害は続き、地域経済を混乱に陥れることになる。⁴³

表5 大量のダム建設と取水が行われている主要河川の状態

河川とその源流	最大流量 (10億 m ³ /年)	河口の位置とその状態	流量が減少した結果
ガンジス河；ネパールのヒマラヤ	587	バングラデシュおよびベンガル湾。乾季には水がほとんどないか全くない。	三角州の塩分濃度が上昇してマングローブや漁業に被害が出ている。バングラデシュまで流れる水量が減ったために作物の生産に被害が出ている。インドとバングラデシュの間に緊張が続く。
ナイル川；エチオピア高原（青ナイル川）およびビクトリア湖一帯（白ナイル）	84	エジプトと地中海。ナイル川を流れる淡水のうち、海に届くのは2%ほどにすぎず、それも冬季に限定される。残りの流出分は農場排水によって汚染されている。	エジプトの水需要はまもなくその供給量を上回る。ナイル川の三角州はアスワン・ハイ・ダムによって沈泥が遮断されてしまったために沈下している。流域10ヶ国がすべて含まれる水資源共有分配協定は存在しない。
アムダリア川とシルダリア川；中央アジアの山々	69	アラル海。年間合計流出量は綿畑の灌漑を行うための大規模な取水によって大幅に減少している。	アラル海は1960年以降面積の半分と容積の4分の3を失った。塩分濃度は3倍に増えた。年間4万4,000トンあった漁獲高もゼロになった。水質汚染による病気が頻発している。24種いた魚のうち20種が姿を消した。
黄河；チベット高原	56	渤海／黄海。下流地域は干上がることが多い。1995年には水のない期間が1年の3分の1もあった。	水をめぐる競争が華北平原で増加している。政府は巨額の資金を投じて揚子江からの南から北への取水を計画している。
チャオプラヤ川；タイ	22	シャム湾。需要が供給を上回っているため、乾季に流量が減少する可能性がある。	塩害が三角州全域に広がる恐れがある。水をめぐる競争が農村部と都市部との間で激化している。地下水の過剰汲み上げを防ぐためにバンコクへの水供給量は抑えられている。
コロラド川；アメリカ合衆国ロッキー山脈	18	コルテス海（カリフォルニア湾）。川が海に届くことはまずない。	三角州と海の生態系が悪化している。塩分濃度が上昇している。漁業が衰退している。多くの種が絶滅の危機に追いやられている。土着の文化が危機に直面している。

出典：世界水政策プロジェクトとワールドウォッチ研究所。様々な情報源に基づく。

ナイル川流域では、ナイル川の水を実質的に完全管理し、干ばつに対する完全な防護壁を築くため 1960 年代にアスワン・ハイ・ダムが建設された。アスワン・ハイ・ダム建設で造りだされたナセル湖はナイル川の年間平均流量を 2 年分まるごと蓄えることができる。しかし、当然のことながらアスワン・ハイ・ダムは水系を大きく変えた。ダムが建設される前に商業的に捕獲されていた 47 種の魚のうち、ダム完成から 10 年後に捕獲されたものは 17 種にすぎない。東地中海のイワシの年間漁獲高は 83% 減少しており、海へ流出するにシルト（沈泥）の減少の副作用である可能性が高いと見られている。⁴⁴

ナイル川の生態系に関して最も心配されている長期的な影響は、エジプト経済にとってきわめて重要な三角州が徐々に海に沈んでいっているということである。大抵の三角州は自らの沈殿堆積物の重さによって沈むが、自然の状態だとこの沈下は河川が運ぶ泥の堆積によって相殺される。ナイル川は毎年平均 1 億 1,000 万トンの沈泥を運んでおり、その大半はエチオピアの高原から流されてきた肥沃な土である。何千年もの間、この沈泥の 90% が沿岸まで流出して三角州を肥大成長させ、残りの 10% はナイル川の氾濫原に沈積した。三角州は、イギリスによって最初の堰（小規模のダム）が建設された 100 年ほど前から成長が止まっている。しかし、アスワン・ハイ・ダムが完成し、沈泥がほとんどすべてナセル湖にたまるようになって以来、三角州は後退を始めた。昔この三角州にあったボルグ・エル・ボレロスという村は、今では沖合 2 km のところにある。⁴⁵

地球温暖化、そして気温の上昇によって予想される海面（訳注：正しくは海水準）の上昇によって浸水の危険が高まる。三角州北部の大部分は、標高が海拔 3 m から 4 m しかない。マサチューセッツ州のウッズ・ホール海洋研究所は、エジプトが 60 年以内に最大でその可住地域を 19% 失い、人口の 16% が退去を強いられる可能性がある」と計算している。エジプトの人口はそれまでに優に 1 億 2,000 万人に達していると推定され、その経済活動の 15% 近くが消滅することになる。⁴⁶

中央アジアのアラル海流域ほど、生態系の働きを過小評価した結果が、如実に現れているところはないだろう。今から 40 年ほど昔、ソビエトの中央計画経済の立案者たちは、中央アジアの河川からの水を綿栽培用の灌漑に利用する方が、当時世界で 4 番目に大きい湖だったアラル海に流れ込むことを許すより多くの経済価値を生むと考えた。それから数十年にわたって地域の灌漑面積は大幅に増え、現在では 790 万 ha にのぼっている。これによってアラル海流域は、エジプトの灌漑面積の 2 倍以上、そしてパキスタンの広大なインダス水系の半分に対応する世界最大の灌漑地帯となった。⁴⁷

1960 年以前、アムダリア川とシルダリア川はアラル海に毎年 550 億 m³ の水を運んでいた。しかし灌漑のための取水増加に伴い、この流量が減少した。1981 年から 1990 年の間に、これらの川からのアラル海への合計流入量は、1960 年までの 13% にすぎない 70 億 m³ にまで落

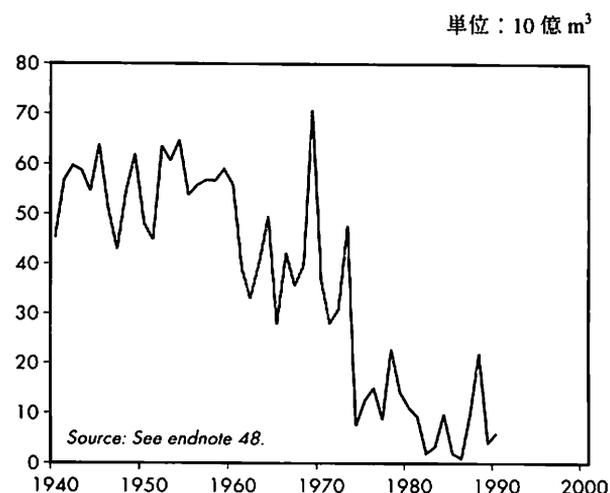
ち込んでいる（図3参照）。砂漠の中の大きなプールと同様、アラル海は蒸発によって失う大量の水を補給しなければならない。補給がなければ海は縮小してしまう。現在までのところ、アラル海は面積の半分とその容積の4分の3を失っている。1990年から1994年にかけて、アラルー帯で続いた大雨によって河川からの流入量は平均で230億 m^3 にまで増えたが、それでもなおアラル海の縮小を食い止めるには十分でなかった。⁴⁸

依然として止まることを知らない連鎖的な生態系の破壊によって、アラル海の縮小は地球上でも最大の環境破壊の一つに数えられている。24種いた魚のうち20種が姿を消し、1950年代には年間4万4,000トンあり、6万人の職を支えた漁獲高もゼロになった。アラル海の昔の湖岸には放棄された漁村が点在している。乾燥した海底からは、風によって毒性のある塩と埃の混合物が毎年1億トン近く舞い上げられ、周辺の農地に落ちて作物に害を与えている。流入量が減ったために塩分と有毒化学物質の濃度が高まり、給水される水は危険で飲むことができなくなったほか、多くの病気の引き金となった。元は漁村だったムイナック村の人口は、何十年か前には4万人だったのが、今では1万2,000人にまで減少している。村を出た2万8,000人の人たちは、真の意味での「環境難民」である。⁴⁹

アマダリア川とシルダリア川の三角州は、いずれも川の流量が減少したために大きな被害を受けている。アメリカにおけるアラル海流域の権威である西ミシガン大学のフィリップ・ミクリンによれば、この地域の動物にとって欠かすことができない生息地となっているヤナギ、ギョリュウ、その他の水を好む木や灌木の森の大半が破壊されている。湿地は85%縮小し、深刻な農薬汚染と相まって水鳥の数を大幅に減少させている。シルダリア川の三角州では、巣を作る鳥の種数が173から38にまで減少したと推定されている。⁵⁰

アラル海流域で起きたことは、経済、地域社会、人間の健康への被害が、生態系の破壊といかに密接に結びついているかを如実に示している。それは、大規模な水利プロジェクトが計画されたり進行中である世界のその他の地域の人々が注意しなければならない教訓である。中南米では、ヒドロヴィア（ポルトガル語で「水路」の意味）として知られる計画によってパラグアイ川とパラナ川を水路で結び、大陸の中心部を大西洋側の港とつなげようという計画がある。この計画が実行に移されると、世界最大の手つかずの湿地帯であり、地域にとって貴重な天然

図3 アラル海への河川流入量 (1940-90)



資料：注48を参照。

の治水機能の源であり、600種の魚、650種の鳥、80種のほ乳類の生息地であるパンタナール湿原の生態系の価値が一部失われることになる。このプロジェクトは環境アセスメントが完了するまで本格的な工事は行われないことになっている。しかし、この計画を推進している五ヶ国からなるコンソーシアムの各国は工事の一部を開始する意向を表明しており、パラグアイの湿地を脅かす可能性があるほか、1996年の終わりに環境アセスメントが完了する前にヒドロヴィアの一部を既成事実化する危険がある。⁵¹

大規模な計画が容認できない結果をもたらしたいくつかのケースでは、大がかりな修復努力が行われている。アメリカでは、農地や都市を拡大しようとして人間の手が入ったために自然の水系が半分に縮小してしまった、名だたる「草の川」や野生動物の宝庫として知られるフロリダ州南部のエヴァグレーズ生態系を復元するための大規模な計画に対して連邦政府と州政府がいずれも正式認可を出している。今後15年から20年の月日と20億ドルの資金を費やすことになるこの計画は、最初にあった元の自然生態系における水のリズムを取り戻すことを目標としている。また、アラル海流域でも世界銀行が調整を担当して、複数の資金提供者の下での複雑なプログラムによってその修復作業が進められている。政治面や財政面のコミットメントによってこれらの計画が前進することができれば、アラル流域とエヴァグレーズはこれまでに行われた修復計画の中でも最大規模のものとなり、そのような計画のモデルとして大きな注目を浴びることになるだろう。しかし、これらの計画は多額の資金を要し、成功する保証もない。本当は、これらの計画の複雑さ、そしてそれが要する多大な費用が示しているのは、経済開発や水利工事が“最初から水の生態系の健全性や機能を損なわないようにする”必要性があるということである。⁵²

競争と争い

人類の安全保障に対する第三の大きな脅威は、水の供給が需要を大きく下回るようになるにつれて激化する国内ならびに国家間の水をめぐり競争である。限りのある、または減り続ける水資源をめぐって農場、都市、州、県、近隣諸国が競争するようになるにつれ、新しい水の欠乏をめぐり政治が台頭し始めている。

3つの大きな力が相重なって水の不足を引き起こし、さらにそれが争いや論争を生む可能性を生み出している。すなわち、「資源の全体量」を縮小させる資源の枯渇または劣化、1人あたりの取り分の減少を強いる人口増加、他よりも取り分の多いところが出てくることを意味する不平等な配分やその利用である。これらの力はいずれも働いていることが多いが、最も重要な役割を果たすのは不平等な配分である。⁵³

たとえばヨルダン川流域では、占領下にある西岸地区においてイスラエルはアラブ人による地下水の利用を厳しく制限している。1人あたりの使用量で見ると、現地のイスラエル人入植者は近くにいるアラブ人の4倍の水を使う。イスラエルによる西岸地区の占領が始まった1967年以降、パレスチナ人は新しい井戸を掘るにあたってイスラエルの軍当局から許可を得なければならなかった。1991年の時点で、それまで出された許可はわずか19回だけであり、そのうち農業用のものはわずか3つにすぎない。一方イスラエル人入植者のため農業用井戸が30以上掘られており、プールを満たすことができるほどの量がほとんどの家庭に供給されている。こうした不平等に加え、パレスチナ人は水道水1m³につき1ドル20セントを支払っており、これはイスラエル人入植者が家庭用の水に支払っている金額の3倍、そして灌漑用水に支払っている金額の7.5倍にあたる。関連性は明らかでないが、この不平等な水利権がインティファダ（パレスチナ人の蜂起）の根底にある怒りの一因となっている可能性が高いように思える。⁵⁴

パレスチナ人への権限委譲を継続するために1995年9月に署名された暫定合意において、イスラエルはパレスチナ人が西岸地区の地下水に対する権利を持つことを初めて認めた。また、その合意は、イスラエル・パレスチナ合同委員会を設立して西岸地区の水を管理することを求めている。そして平和に向けた努力が続けられる期間中、目的を問わず毎年7,000万から8,000万m³の水が有料でパレスチナ人に提供されることになった。これは水をめぐり競争の平和的解決に向けた前進ではあるものの（ただし、イスラエルの指導者が代わったために今後の展開は不透明である）、まだやらなければならないことが山積している。たとえばパレスチナ人への暫定的な割当ては、家庭用の需要を満たすのがやっとの量しかない可能性が高い。これ以外にも（現在イスラエル全国の水資源の25%を供給している）、西岸地区の水ならびにヨルダン川流域にあるその他の水の恒久的な割当てというさらに大きな問題も未

解決のままである。⁵⁵

ダム、そして農業や経済の状況を改善することを意図するその他の開発プロジェクトが、乏しい資源に対して新たに設定されたアクセスが既存の不平等を悪化させたり、貧しい人たちをさらに取り残したり、金持ちだけが不当に資源を奪い取る機会を与えるようなことになれば、緊張に火をつけることになりかねない。たとえばセネガル川流域では、農業、放牧、漁業は年に1度発生する川の氾濫に古くから依存していた。1970年代、慢性的な食料不足と干ばつに対する懸念から、周辺地域の政府は、マナンタリ・ダムの建設資金を調達して灌漑農業、水力発電、河川輸送の拡大を考えた。新しい灌漑水が川に隣接する土地に新たにもたらす利益を独占しようと考えたモーリタニアのエリート（白人のムーア人によって主に構成される）たちは、黒人のアフリカ人が川の流域で洪水を基盤とする活動を続けることを阻止した。その結果、セネガルとモーリタニアで民族暴動が発生し、ムーア人は7万人の黒人をモーリタニアからセネガルに強制移住させた。⁵⁶

水不足に悩まされているインドのラジャスタン州のジョドプール地方では、都市部に水を供給するために深い井戸が掘られたため、地下水位が下がり、また、市場向けに栽培されるトウガラシやその他の水を大量に必要とする商品作物の栽培により、多くの地下水を使用するようになったため、農村部の貧しい人たちの掘った井戸が枯渇してきている。共同水源を利用できなくなった結果、貧しい村民たちは、必要とする食料や飼料を手に入れることができない。日々の糧を得るため、男性は採石場で低賃金労働者として危険な仕事に従事し、女性は1日平均4時間を費やして水を集めている。研究者のマイケル・ゴールドマンは、「貧農の人たちは、地下水を利用できなくなっただけでなく、家畜が死に、土地が荒れ果て、家族や地域社会が分断されてゆくのをただ見ているしかなかった。また、農村部の共有財産の私物化は、搾取的な社会関係を激化させ、生態系のつながりを崩壊させている」と指摘している。⁵⁷

民族的または社会的集団の間で水をめぐる緊張が高まっているのと同様、国家間の敵対行為や争いの可能性も高まっている。重要な資源の中では珍しく、水は政治的な境界線をやすやすと越えて流れる。多くの国が、地表水の大部分を上流にある国から流れてくる川の水に頼っている（表6参照）。特に、これらの諸国が人口増加と水需要の増大に直面している場合、上流の国が自国で使用する水の量を増やす決定を下せば、大きく被害を受けることになる。「環境の変化と深刻な争いに関するプロジェクト」の副責任者であるトロント大学のトーマス・ホームー・ディクソンによれば、「再生可能な資源のうち、国家間の紛争を引き起こす可能性が最も高いのは水」である。⁵⁸

表6 国外からの表面水(地表流量)への依存度

国名	国境の外から流入する水量が占める割合(%)
トルクメニスタン	98
エジプト	97
ハンガリー	95
モーリタニア	95
ボツワナ	94
ブルガリア	91
ウズベキスタン	91
オランダ	89
ガンビア	86
カンボジア	82
シリア	79
スーダン	77
ニジェール	68
イラク	66
バングラデシュ	42
タイ	39
ヨルダン	36
セネガル	34
イスラエル ¹⁾	21

1) 現在の国境の外から流入する流量のみを含む。イスラエルが使用する淡水のかなりの部分が占領下にある紛争地域からのものである。

出典：注58を参照。

対立が生まれる可能性が高い流域というのは、川が少なくとも2つの国によって共有されており、予想されるすべての需要を満たすだけの水がなく、すべての流域諸国によって承認されている水の配分に関する協定が存在しないところである。そのような紛争が発生する危険のある地域としては、ガンジス河流域、ナイル河流域、ヨルダン河流域、チグリス川・ユーフラテス河流域、アムダリア川・シルダリア河流域などがある。

全面衝突が発生する可能性が最も高いのは、上流の水使用の影響を最も受けやすい下流の国が水を制御できる上流の国よりも軍事的に勝っていて、自国の利益が脅かされていると感じている場合である。たとえば1967年以前、イスラエルは水に関して不利な立場にいたが、隣接する国々を軍事力で上回っていた。シリアがイスラエルの地表水の主要水源であるガリラヤ湖に水を供給するヨルダン川の3つある水源の一つであるバニアス川の取水を試みたことで、緊張が高まり、そして1967年の6日戦争直前のイスラエルとの武力衝突の一因となった。その衝突でイスラエルが勝利したことにより、同国は戦略上重要な2つの水源地域である西岸地区山岳部の滞水層、そしてバニアス川を經由してヨルダン川上流に水を供給してい

る。また、ヤルムク川に建設が計画されているヨルダン・ダム建設予定地へ接近できるゴラン高原の支配権を手中に収めた。⁵⁹

ほとんど雨が降らないエジプトは、河川による水の供給が減った場合にその影響を最も受けやすい国だろう。エジプトは、自国の領土内を流れるナイル川に地表水の97%を依存している。6,000万人の人口を抱え、9ヶ月ごとにその人口が100万人ずつ増え、およそ320万haの耕作地が灌漑に完全に依存し、現在の水需要が供給の限界にきわめて近いことを考えると、ナイル川の水がわずかでも遮断されるようなことになれば、それは壊滅的とまではいかないものの、大きな打撃を与えることになる。ペンシルバニア大学のトーマス・ナフ教授は、「流域上流の隣国であるスーダンとエチオピアのいずれかがナイル川の流れを何らかの形で減少させるのを防ぐためならば“戦争をすることもいとわない”というというのが、エジプトのすべての政権にとって自明の方針となっている」ことを1994年に述べている。⁶⁰

最近まで、エジプトは（干ばつを除けば）そのような水の減少に苦しむ危険にさらされることはなかった。しかし、ナイル川の全流量の86%の水を供給しているエチオピアは、資源を集約して農業と経済の発展のために水を貯蔵し利用するように、その水資源を動かすだけの政治的安定と能力を現在では持っている。エチオピアの土地の370万haが灌漑可能と推定されている。ナイル川の水を使ってこの半分の面積が灌漑された場合、ナイルの流量は年間90億 m^3 も減少する。これは、ナイル川が現在エジプトに供給している年間水量の16%にあたる。また、エチオピアは水力発電の拡大を計画しており、将来計画されている発電施設の80%近くがナイル川の支流に位置している。同様に、白ナイル川の上流にあるウガンダの調査によれば、同国が潜在的に持つ灌漑能力を完全に発揮した場合、同国が1年間に消費する水の量は20億 m^3 増える可能性がある。従って、エジプトはナイル川の水の損失による影響をますます受けやすい状況に追い込まれている。⁶¹

アラル海流域にもこれといくらか似た状況が存在する。アフガニスタン、イラン、そしてソビエト連邦の解体後独立したカザフスタン、キルギスタン、タジキスタン、トルクメニスタン、ウズベキスタンの5ヶ国がこの流域を形成し、アムダリア川とシルダリア川の水を共有している。アラル海の生態系破壊とその結果に取り組まなければならないことに加え、これらの国々は「すべての需要を満たすだけの水がこの流域に存在しない」という基本的な水問題に直面している。キルギスタンとウズベキスタンの間にはフェルガナ盆地の水と土地をめぐる争いが起きているほか、キルギスタンとタジキスタンの間で灌漑用水の割当てをめぐる争い、そしてトルクメニスタンとウズベキスタンの間でアムダリア川三角州の灌漑用水と排水の配分をめぐる争いが起きている。この流域の水利用の大半を占めるこれら5ヶ国は、モスクワによって定められた水分配の公式を今でも採用しているので、これより大規模の争いが起きる可能性は今のところないように思える。しかしその現状は公平ではなく、環境的

に見て持続可能でもないため、次節にも述べるように、当事者にとってもっと受け入れやすい水配分の取り決めを実現するための努力が続けられている。⁶²

水を支配する上流の国よりも下流の国の方が相対的に力が弱い場合は、争いが起きる可能性は少なくなるが、政治不安につながる恐れのある社会面や経済面での不安定さが、大きくなる可能性はある。たとえば、ガンジス河で弱いほうの川筋国であるバングラデシュがインドと戦争を始める可能性はほとんどないだろう。だが、ネパールのヒマラヤ山脈に端を發し、インドとバングラデシュを通過してベンガル湾へと流れるガンジス河の水を最後に受け取る国として、バングラデシュは水を取り損ねており、需要を満たすだけの水を得られないことが、自国よりも力のある隣国との関係を不安定にしている。

1970年の初め、インドがガンジス河の水を港町カルカッタに引き込むためにファラッカ堰を完成させたため、バングラデシュの水量は減少した。両国は1977年に乾季の水量を共有するための短期的な解決策に合意し、極端に水量が減少する期間にバングラデシュが得ることができる最低水量が保証された。その合意は1982年に期限が切れ、バングラデシュの水量を保証する項目を含まない非公式協定がそれにとって代わった。この協定も1988年に失効したが、それ以降両国の交渉は行き詰まっており、バングラデシュは乾季に灌漑を行うために最低必要とする水量を保証されないまま現在に至っている。⁶³

これら両国間の緊張はここ数年高まっている。1993年、乾季にバングラデシュへ流れ下る水量はこれまでに記録された中で最低の水準に達した。川床が乾いて作物が枯れ、西部は大きな打撃を受けた。この貧しい国にとって最大の農業計画の一つであるガンジス・コバダック・プロジェクトは、2,500万ドルの損害を被ったとされている。バングラデシュを流れるガンジス河支流の中で、最も大きなゴライ川に設置された灌漑ポンプは、1994年も稼働することができなかった。そして1995年10月、当時のベガム・カレダ・ジア首相は、インドがガンジス河の水を取水しているために4,000万人を超えるバングラデシュ人が貧困に直面して苦しんでいる、と国連での演説で訴えた。彼女はインドの行動を「人権と正義の甚だしい侵害」と呼び、バングラデシュにとってファラッカ堰が「死活問題になっている」と述べた。⁶⁴

その東部山岳地帯にチグリス川とユーフラテス川の源を有するトルコとの関係において、シリアとイラクは同じような状況に置かれている。トルコはGAP（注：トルコ語での略称）と呼ばれる水力発電と灌漑を行う巨大計画を進めており、これが実現すると、灌漑耕地からの排水によってユーフラテス川が汚染されることに加え、シリアに流れるユーフラテス川の水量は通常の年で35%、降雨量の少ない年にはそれ以上減少する可能性がある。ユーフラテス川がその次に通るイラクでも水の量は減少するだろう。シリアとイラクは、ユーフラテス川の本流がトルコからシリアに入った時点での水量に関し、シリアが42%を使い、イラクが58%を使うことで合意している。⁶⁵

トルコとシリアは、両国の国境におけるユーフラテス川の水量の約半分にあたる 500 m³/秒の水をシリアに保証する協定に 1987 年に署名しているが、シリアはこの量を増やすことを要求しており、トルコはこれまでのところこれを拒否している。1992 年、当時のトルコ首相だったスレイマン・ダミレルは、ユーフラテス川の水をもっと欲しいとするシリアの要求について「我が国はシリアの石油資源を共有すべきだとは言っていないのだから、シリアも我が国の水資源を共有すべきだとは言えないはずだ」と語っている。政府としては、このような強硬な表現が示すものよりも譲歩した立場をとっているかもしれないが、両国の間にはまだ水を共有するための合意は成立していない。⁶⁶

水の共有

歴史的に見て、河川は政治的な境界線を引くためにしばしば用いられ、それによって国同士を分断してきた。しかし、生態学的には河川は国同士を結びつけている。2つの国の国境となっている河川は、これらの国にまたがる集水域の真ん中を必ず流れている。そして2ヶ国もしくはそれ以上の国を流れる国際河川（世界に214ある）は、この政治的境界線を横断する生態系によって支えられている。そのため、争いを避けるためだけでなく、地域経済の基礎となる自然生態系を保護するためにも協力は欠かすことができない。一方の利用者が利用できる水を増やすことは、もう一方の利用者が利用できる水を減らすことを意味するゼロ・サムの状態に世界の大半が突入した今、これは特に重大な問題である。市場もしくは国際政治において、競争のみによって勝者と敗者を分けることは、誰の利益にもならないことである。今日のように相互依存度が高くなると、勝利の成果は地域の不安定化や生態系の衰退という代償によってたちまち相殺されてしまう。水は、生命の基盤であるがゆえに、自然と人そして人々の間で互いに分かち合うという倫理を必要とするのである。⁶⁷

国際間の水の割当てと利用に適用される法律は存在しないものの、共有する水流のための行動規範と法的枠組みは着実に生まれつつある。国際法協会(ILA)という民間組織は、1996年のヘルシンキ規約において水流を共有するためのガイドラインを規定し、それには次のように述べられている。「各流域国は、それぞれの領域内において国際的な集水域の水の有益な利用に対する合理的かつ平等な分け前を得る権利を有する」また、この規約には、何が「合理的かつ平等」であるかを判断する際に考慮すべき12ほどの要素をあげているが、どのように優先順位を決め、調整や補償を行っていくかという指針は定めていない。⁶⁸

国連の国際法律委員会(ILC)というもう一つの機関は、1994年の国連総会に「国際河川の航海以外の利用に関する規約」を提出した。ILAのガイドライン同様、ILCの規約は、後から特定の流域に適用できる一般的な原則を提供することを意図していた。この最も新しい規約は、「重大な被害をもたらさない義務」よりも「公正で合理的」な利用の原則を明らかに優先しているが、これは自国の水資源開発が骨抜きにされることを恐れた上流にある諸国が前者を嫌ったためである。ILCの規約は、何が「公正で合理的」な利用であるか判断するにあたって考慮すべき要素もあげているが、ヘルシンキ規約と同様に、どのように優先順位を決め、調整や補償を行っていくかということは何も述べていない。⁶⁹

共有される流域における水の割当てと利用のための最優先される原則として公正と合理性を確立することは国際法の明らかな貢献であるが、原則が曖昧であるために実際にはほとんど役立つことがない。何が「公正で合理的」であるかの判断が水の共有に関する合意における最も重要な点であり、これに関しては様々な解釈がある。たとえば、ナイル川の利用に関するエ

ジプトの見解では、その人口規模と歴史的に見てエジプトがナイルの水を利用し続けてきたという事実には大きな重点が置かれることは間違いない。一方、エチオピアは、ナイル川流域における総流量が、どの国からもたらされたものなのかという点、そして将来的な灌漑能力の確保により多くの重点を置くだろう。

強制力を持つ実地的な法律が存在しない状況において、水の共有と争いの回避は当事国間の条約にかかっている。各国政府は、国際河川に関して 2,000 を超える法律文書に調印しており、中には 900 年以上も昔に遡るものもある。水の質や量の割当てを決める条約の大半が、「平等な利用」という表現は用いていないにしても、その基本的な原則を反映している。しかし、残念なことに、水をめぐる争いが勃発する恐れのある地域において、流域のすべての当事者が参加している条約は一つも存在しない。⁷⁰

たとえば、イスラエルとヨルダンが 1994 年に調印した条約は、両国間の水をめぐる問題をいくつか解決し、1995 年のイスラエル・パレスチナ合意においても水をめぐる争いの平和的解決の兆候を見ることができている。しかし、イスラエル、ヨルダン、レバノン、パレスチナ、シリアを含むヨルダン川流域のすべての当事者によって、水の権利や割当てが合意されないかぎり、緊張が収まることはないだろう。アメリカのウォーレン・クリストファー国務長官は、「環境への被害とそれから生まれる世界ならびに地域の不安定化によって我が国の利益を脅かす大きな危険」について語った 1996 年 4 月の演説で、「公害と資源の枯渇によって国内外の緊張が大幅に増加している重大地域におけるそれらの問題」に立ち向かうことが新しい外交政策の戦略の地域的な要素であると述べている。また彼は、「水をめぐる争いが安全保障と安定に直接影響を及ぼす中近東の乾燥地帯」についてもあえて言及した。アメリカの国務長官が、こうした水と国際的な安全保障の連関について公言することは、非常に前途有望な展開ではあるが、それに続いて地域の水をめぐる争いに対する、持続的かつ流域全体を網羅する解決策を生む契機となるようなアメリカのイニシアティブが発揮されるかどうかは、今の段階ではわからない。⁷¹

ナイル川流域では、1959 年に締結されたエジプトとスーダンの条約によって、ナイル川の年間平均流水量の 86% がエチオピアに端を発しているにもかかわらず、その 90% に近い量が両国の間で割り当てられている。エチオピアは条約の当事国ではなく、当然のことながらそれを遵守する義務は一切感じていない。幸運なことにエチオピアはナイル川上流の水を国内向けに利用できるようになったため、その影響を受ける国々が協力するようになった。テッコナイル (Tecconile) という政府間組織が、流域における水資源開発の技術的な側面に焦点をあてており、ウガンダにある本部からすべての加盟国とオブザーバー諸国に対して平等な対応をしている。タンザニアで 1995 年 2 月に開催された会議には、エジプトとエチオピアを含むほとんどのナイル川流域諸国の水資源担当大臣が、「ナイル川の水の公正な分配」を目

的とする水の共有に関する全流域の枠組みを策定することを任務とする専門家委員会を結成することで合意した。特にエジプトの歴史的な立場を考えると、これは大きな前進であり、ナイル川流域の水をめぐる衝突を回避するだけでなく、より持続可能な水資源の管理と利用のための共通の協議の場となる可能性を秘めている。⁷²

アラル海流域では、1994年1月にカザフスタン、キルギスタン、タジキスタン、トルクメニスタン、ウズベキスタンの大統領が一堂に会し、この一帯の深刻な状況に対応し、今後3年から5年間にわたってより広範な社会開発や経済開発を行うための行動計画を承認した。この計画の目玉は、地域水資源管理戦略である（その文案は1996年5月に全文が完成し、その後、現在5ヶ国すべてによって承認されている）。この戦略文書は、いくつかの重要な点で流域全体の水資源管理にとって画期的なものである。まず、それはアラル海ならびにアムダリア川およびシルダリア川三角州の生態系自体が水の割当てを受けるべき「水資源の利用者」であることを承認し、国家間の水の割当てに関する決定には国際法の原理が適応されなければならないことを確認しているほか、流域内の現在の農業の実態が持続可能なものでないことを認めている。⁷³

だが、アラル海流域で持続可能な水の利用を実現するために必要な水利用、農業、経済、社会といった分野における改革の実施は、控えめにいっても困難なものである。5ヶ国の経済は1990年から1995年の間に10%から55%縮小している。この戦略には、水資源管理の政策や手順を短期間に大きく変えることに対するためらいが反映されているが、これはいたしかたのないことである。そして灌漑の継続的な拡大のような一部の国の経済目標は、アラル海や三角州の生態系のためにより、多くの水を確保しようという努力に逆行するものである。にもかかわらず、アラル海流域では、協力体制の強化に加えて、より持続可能な水利用のパターンを促すための流域全域をカバーする新しい枠組みが生まれる可能性が明らかに生まれている。⁷⁴

これとは対照的に、ネパール、インド、バングラデシュ間の水の共有に関する合意の必要性が年々高まっているガンジス河流域ではほとんど進展が見られない。ネパールが水の貯蔵と水力発電の可能性のほとんどを保有し、インドがガンジス河の流量の大半を支配し、バングラデシュが洪水や干ばつによって世界の注目を幾度となく集める中、この流域は建設的なイニシアチブを待ち望んでいる。その第一歩として、独立した、または3国間による専門家委員会を設置し、バングラデシュの食料生産に必要とされる水量ならびにガンジス河三角州を守るために、最低必要な水量を確保するための「合理的かつ平等な」取り決めを作る必要があるだろう。貧困を逃れるために国境を越えてインド東部にやってくるバングラデシュの難民も増加しており、水不足がその要因の一つとなっている。そのような状況の下、インドはこれまでほとんどなかった交渉の必要性を今後は感じるようになるだろう。⁷⁵

過去および現在進行中の国際的な水協定を締結するための努力から得ることができる教訓がいくつかある。第一に、水をめぐる争いの解決には、第三者の関与が鍵となることが多く、そうした関与には財政的な支援をおそらく必要とするということである。たとえば、1947年のインド亜大陸の分割によって発生したインドとパキスタンの間のインダス河をめぐる12年間におよぶ争いの解決には世界銀行が重要な仲介者としての役割を果たしている。また、合意の技術的側面の実施にあたって世界銀行が資金を調達したことは、両国が1960年に調印したインダス河水資源協定の成功にとって不可欠だった。世界銀行はアラル海流域においても重要な調整役を果たしており、現地の様々なプロジェクトのための資金を援助国から調達している。⁷⁶

第二に、水協定は、淡水以外の資源または資産が含まれていた方が成立させるのが簡単であり、経済効率も高い。多くの流域では、給水を取るかそれともエネルギーを取るかの選択を必然的に迫られることになる。1996年4月にアラル海流域の3ヶ国によって調印された協定では、キルギスタンが下流のウズベキスタンとカザフスタンに対して水力発電による電力供給ならびに灌漑に十分なシルダリア川の水量を保証し、その見返りとしてウズベキスタンの天然ガスとカザフスタンの石炭を入手できることを定めている。ガンジス河をめぐる争いを解決する打開策として一つ考えられるのは、インドが乾季にバングラデシュに流れる流量を増やすことに合意する見返りとして、バングラデシュの領土を通過してインド北東部州まで至る通行権をインドに与えることである。こうした建設的な解決策は無限に存在する。しかし、公正さを保つためには流域のすべての当事者に一定の最低必要量の水が与えられなければならない。いかなる当事者もこの最低必要量を得るために自らの資産を供出することを求められるべきではない。⁷⁷

第三に、“水の権利”から“水の必要性”に交渉が移行することによって水の共有をめぐる協定が前進することがある。各当事者が水に対してどれだけの「権利」を持っているかは、主観的で、感情に左右され、どのような基準を用いるかによってまちまちだが、各自がどれだけの量を「必要」としているとか、それをどれだけ有益に利用できるかということはより客観的に数量化することができる。たとえば、1950年代に練り上げられながら政治的な理由から批准されることのなかったヨルダン川流域のジョンストン合意は、必要性に基づいた取り組みを行っていた。とりわけ、その中には流域内にあるすべての灌漑可能な土地のうち、重力灌漑で水を供給できる土地が、どれだけの水を必要としているかを見積もることが含まれていた。その後、これらの土地が流域のどこにあるかによって国別の水の配分が決められた。配分は灌漑可能な面積に基づいて決められたものの、各国とも割当てられた水を好きなように利用することができた。ジョンストン合意による水の配分は当時のすべての当事者が受け入れたものであり、現在でもその有効性を失っていない。⁷⁸

第四に、ハーヴァード大学で現在実施されているプロジェクトは、水をめぐる争いをお金に換算することによって争いの感情的な側面を抑えることができ、それによって合意への道がひらけることを示している。たとえば、このハーヴァードのチームは、現在ヨルダン川流域で論争の的となっている水の価値は年間でわずか1億1,000万ドルにすぎないと推定しており、これは戦争を引き起こすほどの額ではないと研究者は指摘している。彼らは、彼らが編み出したこのモデルを用いることによって効率の良い水利用が促進され、さらに当事者に有効な政策を提供することによって「共有の利益に関心を集中させて、ゼロ・サムゲームが行われているという狂信を取り去ることができる」と主張している。⁷⁹

この「水の協定」には干ばつが現実問題として「不可避である」ことと、気象の変化に関する予測も盛り込む必要がある。長い年月の間には協定の前提となる水量が確保できなくなる可能性があるため、協定において国、州、県が受け取る水の絶対量を定めることは意味をなさないかもしれない。それよりも、河川の流出水量に対する各当事者の取り分を協定によって規定し、それぞれが受け取る絶対量はその年にどれだけの水が利用できるかに応じて決める方が实际的だろう。河川の生態学的機能を保護するためには、環境のために残しておく水の絶対的な量と質を条約に明記しなければならず、この最低流量は雨の多い少ないにかかわらず確保することが必要である。

オーストラリアのマレー・ダーリン川流域はそのような取り組みによって現在管理されている。過去10年間に流域の水利用が資源賦存量（利用できる最大水資源量）の中の持続的な供給可能限界レベルに近づくにつれ、流域にあるクイーンズランド、ニューサウスウェールズ、ビクトリア、サウスオーストラリアという4つの州の間で水資源の所有権を明確に定め、特に干ばつの際にそれをより公平に分配しなければならないという要望が高まった。州の協会を超えて、政府の部局や地域の代表とともに流域の水資源を管理するマレー・ダーリン川流域委員会が、毎年利用することができる水の量を定める。委員会は、流域各州への割当てを決める前に生態系の健全性を保つための最低流量を決め、きたる干ばつに備えるための貯水量を決める。そうして残った水がマレー・ダーリン川流域協定によって定められた比率に応じて各州に配分されるのである。この制度では、流域各州における水利用が継続的に記録されていることに加え、柔軟性を増すために州の間で水を取り引きすることができるようになっている。⁸⁰

最後に、複数の政治境界線を横切って流れる水を総合的に共同して管理にする組織や手順を作ることが肝要である。水を公平に分けることは、水が不足している河川流域が抱える課題の一つにすぎず、水の利用と管理を最適に行うという別の課題もある。一つの河川流域にある複数の国が政治的な境界を越え、協力して流域の水を総合的に管理すれば、各国がばらばらに管理を行っていけば絶対にできないような多くの戦略をとることができるようになる。

だが、国というのは水資源の管理についての決定を下すにあたって自国の主権や自主性を放棄することを往々にして拒むため、そのような協力を実現することは容易でない。たとえば、インドとパキスタンによるインダス河水域協定の調印は、両国間の水をめぐる長年の争いに終止符を打ち、インダス河とその支流を共有するための打開策を打ち出したために広く賞賛された成功談ではあるが、流域の水の総合的共同管理を実現することはできなかった。

しかし、水がますます少なくなるにつれ、それがもたらす潜在的な利益や当事者を満足させる可能性に刺激されて、共同流域管理に対して消極的な国もそれを試してみたいと思うようになるかもしれない。たとえば、ナイル川流域では、ナセル湖からの蒸発によって川の平均流量の12%が毎年失われている。アスワンと比べて蒸発量が3分の1であるエチオピア高原にナイル川の水をもっと多く蓄えることによって、こうした損失を減らし、すべての青ナイル諸国が利用できる水の量を増やすことができる。これは、ひいては現在のエジプトへの供給量を減らすことなくエチオピアの灌漑を拡大することを可能にし、それによって両国間の争いの火種を排除することができるかもしれない。この流域では最近になって協力の兆候が見え始めているため、そのような共同管理戦略が最終的に遂行されるかもしれないという期待が生まれているが、それにはまずしっかりとした組織を作り、信頼を築く必要がある。同様に、アラル海流域においても共同管理がきわめて重要である。ここではアラル海国家間委員会ならびに流域内諸国間の水やそれに関連する環境案件を検討するその他いくつかの新しい組織が結成されたことによって前途有望な第一歩が踏み出されている。⁸¹

優先的に行うべき行動

食料安全保障、生態系の生命維持システム、そして社会や政治の安定への水不足の脅威を防ぐのは容易なことではない。現状では、世界のほとんどの地域において一方の利用者への供給を増やすことはもう一方の利用者の水を奪うことを意味する。ダム建設や河川の取水を新規に行っても、それはほとんどの場合においてすでに過剰利用されている淡水系からさらに水を奪うことを意味するため、持続可能な解決策とはならない。今大きな課題となっているのは、競合する利用目的や利用者間で水を配分するための優先順位や方針を確立し、より効率的で生産的な水利用を奨励し、水事情が逼迫した新しい時代に、より適した形で組織の再編を行うことである。こうした課題は水の管理者だけで取り組めるものではなく、今では外交官の書類入れ、閣僚会議の議題、そして開発銀行や国際援助機関の優先協議事項にも登場するようになってきている。

最優先事項としては、人間と生態系がいずれも健全な状態を保ち、生産的に機能するために必要な良質の水を少なくとも最低必要量は確保できるようにすることである。少ない水をめぐる競争が激しさを増し、水を商品として扱う圧力が強まる中、各国政府には「生命の維持」という水の最も基本的な機能を確保するという重要な責務が課されている。

生き延びるための飲料水と適切な必要条件を満たす衛生状態を維持するためには1日1人あたりおよそ25リットルの水が必要なことが複数の調査によって示されている。これに良好な衛生状態と食事の支度に必要な水を加えると、1日1人あたりおよそ50リットルの水が必要となる。現在、これすら手に入れることができない人たちが10億人以上いる。これらの人たちが最低必要とする水と、2025年までに世界人口に新たに加わると予想される26億人が必要とする水の量を合わせると、人間の健康を保つために年間650億 m^3 の水を2025年までに新たに確保しなければならないことになる。しかし、これは、現在全世界で取水されている量の1.5%に相当する量でしかない。従って、このような人間の基本的なニーズを満たすことを妨げている制約とは、水が入手が可能かどうかという問題それ自体ではない。それは、貧しい人たちが安全な水を利用できるようにするために必要となる技術、インフラ、施設などへの各国政府、外部支援機関、給水機関、地域グループなどによる投資の不適切さが引き起こしていることになる。従って、たとえばより贅沢な消費には高い料金を課し、その費用で、最低必要量を生命維持料金「貧困者が生きてゆくために欠かすことのできない量の水を、彼らが支払うことのできる金額で手に入れることができるようにする」で提供する料金制度があれば、基本的なニーズを満たしながら制度の費用を回収することに役立つだろう。⁸²

淡水生態系の健全性と機能を維持することは、安全な飲料水と衛生サービスの提供という難題と比べるとこれまであまり注目されてこなかった。生態系を良好な状態に保つためには

どのような質の水がどれだけの量が必要であるかを判断することは、人間の健康に必要とされる最低限の水の量を判断するよりも複雑なことである。川にどれだけの水を残さなければならぬかは、時期、その川に棲む生物、その川の堆積物と塩分のバランス、地域住民が漁場やレクリエーションにどれだけの価値を見いだしているか、そして各流域特有のその他の要素などによって大きく変わる。だが、平均的な流量の期間と流量が減少する期間の2つの時期にとりあえず予備的に同量の最低流量を設定するだけでも、生態系の保全をある程度行う上で必要な水をいくらか確保することができる。どのくらいの水をどの時期に流すかという基準に関しては、水系の機能についてより多くのことがわかってくるに従って手直しすればよい。

河川からすでに水が過剰取水されている世界の多くの地域では、生態系が必要とする水を確保するためには農地や都市へ送る水を減らす必要がある。アメリカではそのような努力がいくつか始まっている。たとえば、アメリカの連邦議会は、魚や野生動物の生息地やその他の生態系を維持するため、連邦政府による灌漑事業の中でも最大級の事業であるカリフォルニアのセントラルヴァリー・プロジェクトから年間80万エーカーフット（9億8,700万 m^3 ）の水を拠出する法案を1992年に可決している。それ以外の目的の中には、それはサケを含む溯降河性（産卵のため海水から淡水へ移動する）の魚の天然生産を過去25年間の平均水準の2倍にまで回復するという目標も掲げられている。また、120種を超える魚が生息する非常に豊かな水の生態系であるサンフランシスコ湾の三角州と河口域から取水できる淡水の量を制限するための努力も続けられている。そして1994年のカリフォルニア州最高裁の判決では、ロサンゼルス市による数十年間にわたる取水によって水位が13.7m低下し、容積も半分に減少してしまったモノ湖に流れ込む河川の支流からの取水を減らす命令が下されている。「公益信託」と呼ばれる法的原則の広義な解釈に基づいたこの判決から2年後、モノ湖の水位はすでに1.8m上昇している。⁸³

環境に水を割当ててすることは、急ピッチで進行する人口増加と経済成長によって水の需要が急増している発展途上国においてはより困難なことかもしれない。しかし、これらの国々においても自然の生態系に最低限の水流量を確保することは、漁業、三角州の経済、そして地域住民の健康を維持する上できわめて重要である。アラル海流域で世界銀行が調整を行っている事業の一環として、水生植物、漁場、野生動物などを回復するためアムダリア川三角州に湿地帯や人造湖を造る計画がある。だが、アラル海の生態系は、悪化の悪循環を逆転させることはおろか、それに歯止めをかけるだけでも膨大な量の水を必要とする。アラル海を現在の状態に保つだけでも、1980年代に記録された年間平均流入量の5倍にあたる年間350億 m^3 の流入を必要とする。これだけの量の水を生態系に戻すだけでも、灌漑効率の大幅な改善、綿や米の作付け面積の削減、生産力の低い土地への灌漑の停止などを行わなければならない。⁸⁴

生態系がもたらす恩恵に政策立案者が経済価値を付与すれば、生態系に与えられる保護と水の割当ては間違いなく増えるだろう。たとえば、湿地帯は、洪水防止、水の浄化、野生生物にとっての良好な生息地などの「公益」を提供しているが、これに対して誰もお金を払っていない。その結果、事業立案者や意思決定者はこうした生態系からの恩恵を十分に考慮していない。それゆえ、湿地帯は望ましい状態よりも速い速度で失われたり破壊されたりしている。たとえば、マレーシア沿岸部にあるマングローブ湿地は、洪水調節と嵐からの保護機能だけでも1 kmあたり30万ドルの価値があるとされている。それにもかかわらず、多くの東南アジア諸国や中米諸国の沿岸部では、エビの養殖、そしてマングローブよりも価値が少ない、または、持続しないその他の活動のためにマングローブの森が急速に破壊されている。

同様に、少なくとも河川の流量が少ない時期においては、新たに、同じ水の量を使うのであれば生息地の保護、釣り、ボート乗り、そしてその他の河川を利用するレクリエーションの水の利用価値の方が、多くの灌漑農業で使用されている水の価値と等しいか、それを上回っていることがアメリカ西部で行われたいくつかの調査によって明らかになっている。

生態系がもたらす恩恵を金額で評価することにより、たとえそれがさほど正確でなくとも、そうした恩恵の価値を暗黙のうちに無視するより深刻な過ちを犯すことだけは避けることができる。生態系に保護の手をさしのべ、水の割当てを実際の価値に即して行うには、これが唯一の方法かもしれない。⁸⁵

人間と生態系を健全な状態に保つために十分な量の水を確保した後の課題は、残った水のさらに効率的かつ生産的な利用を促す政策を確立することである。既存の水資源をやりくりすることによって、国内での都市、工業、灌漑向け水需要のさらなる増加にある程度対応し、また、国家間の水をめぐる緊張を緩和することに役立つことができるだろう。また、水供給事業と対等の立場で比較すると、節約、リサイクル、効率改善への投資を通じて水需要を削減するための措置は、水の収支を均衡させる最も経済的な選択肢である。漏水の防止、より効率的な技術の採用、水のリサイクルなど、そのほとんどが1 m³あたり5セントから50セントの間で実施することができる節約と効率改善の様々なオプションは、新規の水資源を開発するよりも安上がりである（表7参照）。最も高価な節約オプションですらも、最も安価な海水淡水化事業の半額で実施することができ、節約オプションの中で最も安価なものは海水淡水化の5%から10%の費用しかかからない。⁸⁶

残念なことに、水利用者への巨額の補助金は今でも抑制されずに続いている。それは、効率改善のための投資を阻害するだけでなく、川が干上がり、滞水層が枯渇し、漁業が崩壊しているにもかかわらず、水は豊富にあって無駄にすることができるものだという誤ったメッセージを伝えている。水が不足しているチュニジアの農家は、1 m³の灌漑水に5セントを支払っているが、これはその供給コストの7分の1の価格である。ヨルダンの農家は1 m³あた

り3セント以下を支払っているが、これも実際にかかっている経費のほんの一部にすぎない。アメリカ西部の灌漑業者に与えられる連邦建設費補助金は少なくとも200億ドルにのぼると推定されており、これは建設費全体の86%に相当する。そしてインドでは、1980年代中ごろまでに政府によって実施された大中規模の灌漑事業の経常コストのうち、回収されたのは10%にも満たないだろうというマドラス開発研究所の調査結果が出ている。⁸⁷

表7 用水管理の選択肢ごとの原価見積 (1995年)

用水管理選択肢	見積もり原価の範囲 (セント/m ³)
節約/効率改善による需要の削減	5-50
排水の処理と灌漑水としての再利用	30-60
半塩水(汽水)の淡水化	45-70
新しい水源の開発	55-85
海水の淡水化	100-150

出典: World Bank, *From Scarcity to Security: Averting a Water Crisis in the Middle East and North Africa* (Washington, D.C., 1995)

灌漑にある程度の補助金を出すそれなりの社会的な理由(特に貧しい農家に対して)はあるかもしれないが、今日行われている補助金の拠出額は、より持続的な水利用の実現にとって大きな障害となっている。少なくとも運営費と維持費をまかなうだけの料金を徴収し、効率を改善する必要性について適切な合図を送ることは絶対に必要である。多くの農家を廃業に追いやる可能性のある(水の取得にかかった費用をすべて水価格として反映させた)全コストを価格にのせる方法と、水を無駄遣いしろとでも言わんばかりの安価で、しかもいくら使っても価格上昇のない水価格の間には数多くの選択肢が存在する。

たとえばカリフォルニアのブロードビュー水利区では、農家は4,000 haの畑地を灌漑してメロン、トマト、綿、小麦、アルファルファを栽培している。この水利区がサンウォーキン川への排水を減らす必要に迫られた1980年代の終わり、ここでは段階的な価格体系を導入した。この水利区では1986年から1988年までの間の平均水消費量を算定し、1エーカーフットあたり16ドル(1m³あたり1.3セント)という基本料金をこの使用量の90%に適用した。その基準よりも多く水を使用した場合には2.5倍の料金が課せられた。1991年には地区に47ある農場のうち高い方の料金を支払ったのはわずか7ヶ所にすぎず、地区内の農場で使用された水の平均量も19%減少した。さらに、塩分の排出量も4,000トン減少した。農家は水の実質価格よりもはるかに低い金額を支払っていることにはかわりはなかったが、価格体系によって水を節約するインセンティブが生まれたのである。⁸⁸

農業で使用される水の量は全世界で使われる水の総量の3分の2を占めているため、わず

かな比率の削減でも都市、環境、食料増産などのためにかなりの量の水が利用可能となる。場所によっては、効率改善によって25%以上の水を節約できることが実証されているところもある。たとえば、オガララ滞水層の枯渇による地下水位の低下に対処することを余儀なくされたテキサス州北西部の農家は、効率の高いスプリンクラー技術、重力灌漑のシステムの配分を均等にするサージバルブなどの節水技術を取り入れることによって水の使用量を20%から25%減らすことに成功している。⁸⁹

同様に、溝灌漑やスプリンクラー灌漑から作物の根に直接水を滴下する点滴(ドリップ)灌漑に切り替えた農家が、水の使用量を30%から60%削減していることも、様々な国の実績から判明している。植物に最適な量の水(および肥料)が必要な時に効果的に与えられるため、収量も同時に増えることが多い。1 haあたり1,200ドルから2,500ドルの費用がかかる点滴灌漑は、貧しい農家にとっては高嶺の花であり、価格の低い条植え作物に利用した場合も採算がとれないが、価格を下げるための研究が現在も続けられている。コロラドに本社を置くインターナショナル・ディベロプメント・エンタープライゼス社(IDE)は、これまでの点滴灌漑システム費用の10%から20%にあたる0.5エーカーあたりわずか50ドル(0.5 haあたり123ドル)で設置できる点滴灌漑システムを開発している。コストを下げる鍵は、単純な材料と軽便さである。作物の列ごとに点滴管を設置する代わりに、1本の点滴管を10列の作物の間で交互に使用するのである。ネパールの丘陵地帯で行った実地試験では、このシステムによって同じ量の水で灌漑できる面積が倍に増えた。⁹⁰

効率改善によってどれくらいの水を節約することができるかは、場所によってまちまちである。世界平均で見れば灌漑効率は40%程度にすぎないと推定されるが、だからといって灌漑用水の60%が無駄にされているわけではない。作物に吸収されない水は地表を流れたり、地下水となって近くで利用される。このような状況において効率を改善することは、水質を改善したり、漁業のためにより多くの水を川に残したり、その他の重要な恩恵をもたらすかもしれない。しかしながら、他の土地の利用者への供給を減らし、本当の水の節約にはつながらない可能性もある。⁹¹

たとえばエジプトのナイル川流域の調査では、個々の農場の灌漑効率はおよそ40%であるものの、ナイル川の水はアスワン・ハイ・ダムから地中海へ流れる過程で繰り返し利用されているために、流域全体の効率は90%近くに達していることが判明している。そのような場合、可能性のある水の節約方法は、蒸発による損失を減らすこと、そして気候や土壌の状態が許せば、水をあまり必要としない作物に転換することに限られるかもしれない。従って、エジプトのような国では土地を灌漑農業から解放しない限り、わずかな量の水しか節約することができないため、上にあげた事情は、水不足問題の解決の道を見いだせず、その対処法を見つけることをますます困難なものにしてきている。⁹²

灌漑効率の改善を促進することとともに、より適切な価格設定は、都市排水の処理と灌漑への再利用を促進することによって資源を長持ちさせることに役立つだろう。この方法は大半の節約および効率改善の方法よりも高くつくが、新しい水源を開発することと比べれば安くあがる場合が多い。排水には川や湖に捨てるとう汚染物質となる窒素とリンが含まれているが、農地に入ればこれは養分となる。また、他の多くの水源とは異なり、都市による水の利用が2025年までに倍増すると見られているため、処理された排水は、量的にさらに多くなり、かつ安定的な供給源になるだろう。沿岸にある大都市の多くが、処理済みの排水や処理をしていない排水を海に捨てている。これは他の目的に利用することはできず、沿岸の海洋生物にも害を及ぼしているというのが現状である。排水に重金属や有害化学物質が混ざることがなく、病気媒介動物に対する適切な措置が講じられるならば、それは農業にとって重要な水資源となる可能性がある。⁹³

たとえばイスラエルは、家庭排水の65%を作物生産に再利用している。現在、処理済み排水は同国の農業用水の30%を占めており、この比率は2025年までに80%にまで達すると予想されている。チュニジアは現在処理済み排水を利用して3,000 haを灌漑しており、2000年までにこの面積を10倍に増やすことを計画している。全世界で家庭と都市による水の使用量が2025年までに倍増すると仮定すると、それによって排出される排水の65%を再利用することによって農業に回すことのできる水の量を年間3,500億 m^3 増やすことが可能となる。これは、理論上3億5,000万トンの小麦を生産するのに十分な量の水である。排水処理施設に巨額の投資を行っている政府や開発機関は、排水処理施設の場所の選択、設計、建設において農業での再利用を計画することによってこの戦略を推進することができる。⁹⁴

水の市場取引は、より効果的な水の価格設定と相まって、効率の向上と再利用を奨励し、水をより生産的に割当てするインセンティブを生み出すのに役立つ。水の供給量を増やすために新しいダム建設や河川からの取水に目を向ける代わりに、都市や農家は水または水利権の販売、交換、賃貸を望んでいる人たちから水を購入することができる。たとえば、ロサンゼルス大都市圏水利区では、南カリフォルニアのインペリアル灌漑区での節約措置に対して投資を行い、その見返りとしてその投資によって節約される水を受け取っている。節約された水の年間費用は1 m^3 あたり10セントと見積もられており、同水利区で新たな供給源を確保するよりもはるかに安上がりである。その水政策としてまさに市場取引を奨励しているチリでは、拡大する都市に供給を行っている水道会社は、効率改善によって水が余った多くの農家から水利権の一部を買い取っている。⁹⁵

ほとんどの発展途上国においては、水の取引は現物取引または1年間の賃貸契約によって行われることが多く、大抵は近所の農家との間で取引が行われる。組織がしっかりしていないことと、契約履行が困難であることが、水利権の恒久的な販売の障害となることが多い。

これは市場取引の潜在的な利点を限定はするものの、水取引の慣行は広く普及している。1990年にパキスタンで行われた地表水路系の調査では、その70%において積極的な水の取引が行われていることが明らかになっている。インド西部のグジャラート州では、非公式な地下水市場が自然発生し、水が必要な時に質の高い水を多くの農家に提供することによって作物の増産に貢献している。自ら井戸を掘るだけのお金がない農家は、市場取引によって他の灌漑者から水を購入することが可能となるため、貧しい人たちが以前は利用できなかった灌漑水を利用することができるようになった。⁹⁶

民間組織や政府機関は、市場を通じて既存の水利権を購入し、それを水環境の復元に使うこともできる。民間取引は、淡水生態系の保護に関する政府の責任に取って代わることはできないものの、補足的な役割を果たすことはできる。アメリカ西部では、河川や湿地帯およびその他の水棲生物にとっての生息地のために、より多くの水を確保することを目的とした19件の取引が1994年に報告されている。たとえばバージニア州に本拠地を置くネーチャー・コンサーヴァンシー(自然管理委員会)は州機関と共同作業で、民間の水利権を即金で買い入れたり、また、既存の水利権を使い、水の利用を“流れの中での使用”に転換することで水を河川や湿地帯に戻している。コロラド州では、シェブロン社の採炭業務を行う子会社が、ガニソン川のブラック・キャニオンにおける720万ドル分の水利権をネーチャー・コンサーヴァンシーに寄付し、ネーチャー・コンサーヴァンシーはこの権利を州の自然保護委員会に委譲して水を川に残したままの水利権に転換した。その結果、川のこの箇所には以前よりも多くの水が残り、絶滅の危機に瀕している3種の魚ならびにレクリエーション目的のマス釣りがその恩恵を受けることになる。⁹⁷

水の市場取引は、明確に定義された水の所有権があることが前提となるため、どこでも行えるわけではない。

また、水の市場に規制がなかったり独占状態にあると、それは水資源の過剰開発、水の配分における不平等、そして搾取的な価格につながる可能性がある。インド南部のタミルナドゥ州では、井戸の所有者は(時には補助金によって提供される電力を使って)汲み上げた地下水を仲買人に売り、仲買人は上水道を持たない貧しい家庭にそれを売っている。貧しい人たちはこうして水を手に入れることができるが、上水道につながっている裕福な家庭と比べて最高10倍のお金を支払わなければならない。資源基盤を保護し、特定の利用者グループが他のグループを不正に搾取することを防ぐためには、法規制の枠組みが必要である。市場取引もそのような枠組みの中で行われたい限り、有害無益である。⁹⁸

水資源をなんとかもたせるための様々な政策的な手段を締めくくる方法は、効率に関する基準を導入することである。アメリカでは、1992年末に議会を通過した法案によって、トイレ、蛇口、シャワー・ノズルのメーカーは1994年1月時点で特定の効率基準を満たすことが

義務づけられている。現在、アメリカの平均的な住民は、これらの器具を使って1日に 174 リットルの水を消費している。しかし、より効率の高い機種が既存のものに取って代わるにつれ、この数値は 30 年以内に半分以下の 79 リットルまで減少すると見込まれている。アメリカの水道会社は屋内の水使用量の減少を予期することができ、それによって新たな水源や処理施設のための資本投資を減らすことができるほか、上下水の汲み上げや処理のためのエネルギーや薬品のコストも減らすことができる（表 8 参照）。その他、都市の需要を満たすために河川、湖沼、滞水層から確保しなければならない水の量も減り、エネルギーの使用量が減るということは大気中へ排出される汚染物質も減ることを意味する。⁹⁹

表 8 アメリカの効率基準によって予測される水の節約量(1995-2025 年)

年 度	設備による水の使用 ¹⁾		変 化
	基準なし ²⁾	基準あり ²⁾	
	(年間 10 億 m ³)		(%)
1995	25.8	25.2	-2
2000	25.7	24.0	-7
2010	25.2	20.8	-17
2020	24.3	16.9	-30
2025	25.2	16.1	-36

1) トイレ、蛇口、シャワー・ノズルによる水の使用。

2) 基準はアメリカの 1992 年エネルギー政策法において規定。これらの基準がなくても、すでにこれらより緩やかな基準が設けられているために水の使用量はわずかに減少する。

出典： Amy Vickers, Amy Vickers & Associates, Inc., *Technical Issues and Recommendations on the Implementation of the U.S. Energy Policy Act*, report prepared for the American Water Works Association, September 1995

アメリカ以外にも、メキシコやカナダのオンタリオ州を含むいくつかの政府が、家庭用配管設備のための基準を採用している。カイロの全国地域社会水保全プログラムは、エジプトの配管条令に水を節約するための基準を導入するための作業を同国政府と進めている。効率基準はこれまでのところ主に家庭用設備にしか適用されていないが、農業、工業、その他の都市利用においても水を節約する可能性がある。¹⁰⁰

前途有望な活動があちらこちらで展開され、水不足の事態の到来を少なくとも遅らせることができるのではないかという希望が芽生え始めている。しかし、ばらばらに実施されている持続的な水戦略をすべてまとめ上げるための、国家的大および国際的努力はこれまでのところほとんど行われていない。南アフリカはこの点に関して注目すべき存在である。1996 年の初め、水問題・林業担当大臣が同国の水の法律と管理を基本的に見直すための原則を発表した。最優先事項の中には、飲料水と公衆衛生の需要を満たすために国民 1 人あたり 1 日に少なくとも 25 リットルの水を提供すること、たとえそれが他の利用者から水を取り上げること

になっても生態系機能の損失を回避するために環境に水を割当てること、そして地域間の協力と融合を促す目的から下流諸国のために水を残しておくことが含まれている。これらの原則は、水の価値を反映した水の価格設定を行うことを求め、水の市場取引を奨励し、給水を行う者に節約措置を取り入れることを命じている。原則自体には希望が持てるが、これらを実際の法律、政策、行動に移し替えるためには、数十年に及んだアパルトヘイト時代の水利法の廃止が関係してくるため、容易なことではない。また、同国は社会にとっても環境にとっても有害なレソト高原水利開発プロジェクト（レソトという小さな山の王国からヨハネスブルグ一帯に水を供給することを目的とした 80 億ドルのダム建設と取水計画）を依然として遂行している。にもかかわらず、1996 年の終わりには立案され、1997 年の初めには議会に取り上げられるかもしれない同国の新しい水利法は、これまでの中で、より強力な国家的水管理戦略の一つとなる可能性を秘めている。¹⁰¹

国際的には、“食料生産のためにどれだけの水を利用できるか”について世界規模での評価とモニタリングを行うためのさらなる努力が必要である。人間と環境の基本的なニーズを満たし、水の利用と配分をより効率的に行い、国際的な水資源を公平に分け合うことを含む公正で持続可能な水利用のための基本的な青写真があっても、世界のこれからの食料需要を満たすために必要な水を農業が確保できることが保証されるわけではない。事実、水価格の上昇や水市場の拡大といった、より持続可能な水利用のための政策や戦略の多くは、農業から水を奪う方向に働きかねない。スウェーデンの水文学者マリッ・ファルケンマークと英国に本拠地を置く水の専門家アシット・ビスワスが記したように、「21 世紀に農業が現在の水利用のシェアを維持できると想定することは誤りである」。¹⁰²

水不足によって引き起こされる食料難に対処するために世界規模の穀物銀行が必要になる日もそう遠くないかもしれない。特にアフリカ、アジア、中近東では、水不足がここ数十年の間に著しく拡大するだろう。これらの地域では、2025 年までに合わせて人口が 23 億人増えると予想されており、今後 30 年間に予想されている世界人口増加の 87%を占めている。仮に余剰穀物が存在しても、アフリカとアジア諸国の多くは自由市場でそうした余剰穀物を購入して水不足の帳尻を合わせるだけの財源をまず持っていない。従って、干ばつに対抗するための水銀行を設立することによって、一部の地域では水の安全保障が高まっているように、食料の安全保障は、水不足に苦しむ貧しい国々に主食となる食料を無料で提供できる世界規模の穀物銀行の設立にかかっているかもしれない。¹⁰³

世界全体で今後 30 年の間に人口が 26 億人増えると予想されているが、これは 1950 年から 1990 年にかけて増えた人口とほぼ同じ数であり、この期間に世界の水消費量は 3 倍に増えている。水消費量が再び 3 倍になるとは考えがたい。ダム建設によってより多くの流出水を捕らえる機会は限られており、多くの地域において地下水はすでに過剰取水されている。淡水

化は確実に拡大するが、その早さはエネルギーの価格と技術進歩のペースにかなり依存する。世界で最も水が不足している地域の多くは日光が豊富にあるため、太陽エネルギーを利用した海水淡水化が重要な淡水供給源となる可能性もある。しかし、現時点における世界の水消費量の5%を淡水化で供給するだけでも、その処理能力を30倍に増やさなければならない。

当面は、需要を抑制し、人間と人間の間、国と国の間、そして人と自然の間で水をより公平に分けることが、水不足による飢餓や貧困の悪化、政治や社会の不安定化、そして生態系の破壊の拡大を防ぐ最善策だろう。効率の向上は今ある資源からより多くの水を得ることに大きく役立つだろう。だが、水の戦略だけでは十分でない。自然から与えられる水だけで暮らしてゆくためには、より裕福な社会集団による消費を減らし、すべての集団において家族の規模を小さくする必要がある。生産される穀物5トンのうち、約2トンが食肉の生産に用いられている今、どういう食事をとるかという個人の選択が、将来の食料需要を満たすためにどれだけの量の水が必要となるかについて、総合的に影響を与えることもできる。そして、すべての人に安全で持続可能な水を確保するための戦略を成功させるためには、人口安定化のための条件を整備するためのさらなる努力が中心とならなければならない。

一世代先の未来でしかない2025年までには、世界の人口の40%が水事情の逼迫した状況もしくは慢性的な水不足の状況にある国に暮らすことになる可能性がある。水不足の課題に成功裡に対処するためには、社会組織、経済政策、テクノロジー、倫理といった面における大幅な変革が必要になる。需要を満たすために、技術的進歩だけに頼る時代はもう終わった。ありとあらゆることを実行しなければならない時がもう到来しているのだ。

訳 注

- 1 原著では Cocopa と記されており、ここではそのローマ字読みに従って 1980 年の人口センサスで Cocopa, Cucapa, Kikima, Kokwapa, Kwikapa の 5 つの氏族を Cocopa と総称した。出所: Encyclopedia of World Cultures, Vol. 8 Middle America and Caribbean. お茶の水女子大学の原ひろ子教授、国立民族学博物館の黒田悦子教授より資料提供をいただいた。
- 2 スペース・シャトルから見たアラル海の縮小の様子は、以下のインターネット上サイトで如実に見ることができる。 http://visearth.ucsd.edu/VisE_Int/aralsea/index.html

原 注

- 1 Anita Alvarez de Williams, "Cocopa," in Alfonso Ortiz, ed., *Handbook of North American Indians*, vol. 10 (Washington, D.C.: Smithsonian, 1983)。最後のニーパの収穫は Edward Glenn and Richard Felger, "Saltwater Agriculture," *The World & I*, March 1994。著者のココパ族共同体メンバーとのやりとり。El Mayor, Baja California, Mexico, May 5, 1996
- 2 Population Reference Bureau (PRB)による人口推計値、1995 *World Population Data Sheet* (Washington, D.C., 1995)
- 3 United Nations, *Agenda 21 : The United Nations Programs of Action From Rio* (New York, 1992), and World Bank, *Water Resources Management: A World Bank Policy Paper* (Washington, D.C., 1993)を参照
- 4 "Water-Use Targets Top Council's Tech Agenda," *IWRA Update* (newsletter of the International Water Resources Association), Summer 1996
- 5 I. A. Shiklomanov, "World Fresh Water Resources," in Peter H. Gleick, ed. *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources* (New York: Oxford University Press, 1993)。再生可能な供給量の推定は前掲引用書中 Gleick の範囲による
- 6 Sandra L. Postel, Gretchen C. Daily, and Paul R. Ehrlich, "Human Appropriation of Renewable Freshwater," *Science*, February 9, 1996 を参照
- 7 表 1 は、M. I. L'Vovich et al., "Use and Transformation of Terrestrial Water Systems," in B. L. Turner et al., eds., *The Earth as Transformed by Human Action* (Cambridge: Cambridge University Press, 1990) の地表流量推定値に基づき注 6 前掲引用書中の Postel, Daily, and Ehrlich から算定。表 1 の人口推計は、注 2 前掲引用書中の PRB 推定値。アマゾン川の流量は E. Czaya, *Rivers of the World* (New York: Van Nostrand Reinhold, 1981)。北部のダムがない河川は Mats Dynesius and Christer Nilsson, "Fragmentation and Flow Regulation of River Systems in the Northern Third of the World," *Science*, November 4, 1994
- 8 洪水時および安定時の地表流量配分ならびにダム容量の数字は注 7 前掲引用書中の L'Vovich
- 9 注 6 前掲引用書中の Postel, Daily, and Ehrlich
- 10 ダムの数は Patrick McCully, *Silenced Rivers* (London: Zed Books, 近刊書)。利用可能な地表流量の潜在的な増加については注 6 前掲引用書中の Postel, Daily, and Ehrlich
- 11 *Public Papers of the Presidents of the United States, John F. Kennedy*, 1961 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1962)
- 12 1995 年 12 月の数字は Pat Burke, Secretary General, International Desalination Association、非公式文書、Topsfield, Mass., August 1, 1996。それ以前の数字は Wangnick Consulting, *1994 IDA Worldwide Desalting Plants Inventory*, Report No. 13 (Topsfield, Mass.: International Desalination Association, 1994), and Wangnick Consulting, *1990 IDA Worldwide Desalting Plants Inventory* (Englewood, N. J.: International Desalination Association, 1990)
- 13 コストは \$1.00 から \$1.50 の範囲を提示している World Bank, *From Scarcity to Security: Averting a Water Crisis in the Middle East and North Africa* (Washington, D.C., 1995)。1992 年にカリフォルニア州サンタバーバラに完成したアメリカ最大の海水脱塩淡水化プラントは、立方メートル当たり \$1.57 で水を生産すると推定されていたが、それ以降棚上げされている。郡人口は注 2 前掲引用書中の PRB 推定値。エネルギー要件は Peter H.

- 14 農業による消費割合の推定値は注5前掲引用書中 Shiklomanov による
- 15 1,000 トンという数字は U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *Yield Response to Water* (Rome: 1979)。カロリー数値は Tim Dyson, *Population and Food: Global Trends and Future Prospects* (London: Routledge, 1996)
- 16 米国農務省(USDA)経済調査局(ERS)、“Production, Supply, and Distribution” (電子データベース)、Washington, D.C., August 1995、ならびに Francis Urban and Ray Nightingale, *World Population by County and Region, 1950-1990, with Projections to 2050* (Washington, D.C.: USDA, ERS, 1993)に掲載された米国国勢調査局予測に基づいた Worldwatch Institute 推定値
- 17 注15のFAO前掲引用書中。人口予測は注2のPRB前掲引用書中。ナイル川の年間流量は John Waterbury, *Hydropolitics of the Nile Valley* (Syracuse, N.Y.: Syracuse University Press, 1979)。コロラド川の流量は米国開墾局、“Managing the Lower Colorado River to Meet Contemporary Needs,” 情報シート、Lower Colorado Region, Boulder City, Nev., n.d.
- 18 Gary Gardner, *Shrinking Fields: Cropland Loss in a World of Eight Billion* (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, 1996)。穀倉地帯面積の傾向は Lester R. Brown, Hal Kane, and Ed Ayres, *Vital Signs 1993* (New York: W.W. Norton, 1993)における Lester R. Brown, “Grain Area Unchanged”。灌漑面積は FAO, *1990 Production Yearbook* (Rome, 1991)。アメリカと台湾の灌漑面積データはそれぞれ(USDA)、(ERS)、*Agricultural Resources, Cropland, Water and Conservation*, Washington, D.C., September 1991、および Sophia Hung、USDA、ERS、非公式文書、June 21, 1991によって調整済。40%の収穫推定値は概算値であり、W. Robert Rangeley, “Irrigation and Drainage in the World,” in Wayne R. Jordan, ed., *Water and Water Policy in World Food Supplies* (College Station, Tex.: Texas A&M University Press, 1987)における36%という推定値。Montague Yudelman, “The Future Role of Irrigation in Meeting the World’s Food Supply,” in Soil Science Society of America, *Soil and Water Science: Key to Understanding Our Global Environment* (Madison, Wisc., 1994)における47%という推定値(穀物のみ)。そして Ismail Serageldin, *Toward Sustainable Management of Water Resources* (Washington, D.C.: World Bank, 1995)における世界の食料の40%が灌漑された農地によって生産されているという一般的な陳述に基づいている
- 19 逼迫した水事情と水欠乏の指標は Malin Falkenmark and Carl Widstrand, “Population and Water Resources: A Delicate Balance,” *Population Bulletin*, PRB, Washington D.C., 1992。Hillel Shuval, “Sustainable Water Resources Versus Concepts of Food Security, Water Security, Water Stress for Arid Countries,” Stockholm Environment Institute/United Nations Workshop on Freshwater Resources, New York, May 18-19, 1996 のために作成された論文から
- 20 中東の輸入に関しては注15に記された Dyson の前掲著による
- 21 注6前掲引用書中の Postel, Daily, and Ehrlich。Comprehensive Global Water Resources Assessment, Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden, 1996 の基礎論文である Malin Falkenmark and Jan Lundqvist, “World Freshwater Problems: Call for a New Realism,”によれば多くの発展途上国においては利用可能な地表流水量は20%に近い可能性がある。都市および工業が最低必要とする水の量は注19前掲引用書中 Shuval による
- 22 これらの国々のいくつかは近隣諸国から流れ込む川の恩恵を受けているが、重複して数えることを防ぐためにこれらの輸入された流量は含まれていない。また、地表流水量の量はわずかでも食料生産に利用できるかなりの降雨量がある国もいくつかある。この雨が作物生産に適した土地の上に降る限り、それらの国は地表流水量の数字のみによって示されるよりも多くの食料を生産することができる。しかし、全般的に1人あたりの地表流水量が相対的に少ない国は、1人あたりの正味降水量も相対的に少ない。穀物輸入量は、USDA, ERS, “Production, Supply, and Distribution” (電子データベース)、Washington, D.C., May 1996 から。表3は次の資料に基づく。アフリカの地表流水量の数値は FAO, *Irrigation in Africa in Figures* (Rome: 1995) から。中近東の地表流水量の数値は World Resources Institute (WRI), *World Resources 1994-95* (New York: Oxford University Press, 1994)から。人口の数値は注2前掲引用書中の PRB から。2025年にリストに加えられることになっている国のうち、ボツワナ、ガンビア、セネガル、スワジランドは現在の他国からの流入量を含めれば1人あたり1,700 m³以上の水を確保することができる
- 23 人口の数値に関しては注2のPRBに記された Robert Engelman および Pamela LeRoy の *Sustaining Water: Population and the Future of Renewable Water Supplies* (Washington, D.C.: Population Action International, 1993)水逼迫に関するデータによる。中国の流出水量は注22のWRI資料による
- 24 表4は以下の資料を基に作成された。ハイプレーンズに関しては Edwin D. Gutentag et al., *Geohydrology of the High Plains Aquifer in Parts of Colorado, Kansas, Nebraska, New Mexico, Oklahoma, South Dakota, Texas, and Wyoming* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1984)から。正味採取量に関しては Dork L.

-
- Sahagian, Frank W. Schwartz, and David K. Jacobs, "Direct Anthropogenic Contributions to Sea Level Rise in the Twentieth Century," *Nature*, January 6, 1994 から—これは 1980-90 年の年間平均消費率を 120 億 m³ と前提し、本引用書中の Gutentag et al. における推定値に加算している。灌漑面積の減少は Darrel S. Peckham and John B. Ashworth, *The High Plains Aquifer System of Texas, 1980 to 1990: Overview and Projections* (Austin, Tex.: Texas Water Development Board, 1993) から。カリフォルニアに関しては California Department of Water Resources, *California Water Plan Update*, vol. 1 (Sacramento, Calif.: 1994)。アメリカ南西部に関しては Arizona Department of Water Resources, *Arizona Water Resources Assessment*, vols. 1 & 2 (Phoenix, 1994)。T.W. Anderson et al., "Central Alluvial Basins," in W. Back, J.S. Rosenshein, and P.R. Seaber, eds., *Hydrogeology* (Boulder, Colo.: Geological Society of America, 1988)。アルバカーキの予想値に関しては "City's Conservation Plan on Target," *The Groundwater Newsletter*, Water Information Center, Inc., Denver, February 28, 1995。メキシコに関しては Juan Manuel Martinez Garcia, Director General of Hydraulic Construction and Operation, Mexico City, 非公式文書、October 21, 1991。アラビア半島に関しては Jamil Al Alawi and Mohammed Abdulrazzak, "Water in the Arabian Peninsula: Problems and Perspectives," in Peter Rogers and Peter Lydon, eds., *Water in the Arab World* (Cambridge: Harvard University, 1994)。Abdulla Ali Al-Ibrahim, "Excessive Use of Groundwater Resources in Saudi Arabia: Impacts and Policy Options," *Ambio*, February 1991。リビアに関しては Rajab M. El Asswad, "Agricultural Prospects and Water Resources in Libya," *Ambio*, Vol. 24, No. 6, September 1995 から計算。アフリカのサハラに関しては Sahagian, Schwartz, and Jacobs, 本引用書中。イスラエル、ガザ、スペインに関しては I. A. Shiklomanov, "Assessment of Water Resources and Water Availability in the World," State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia, February 1996。インドのパンジャブに関しては International Rice Research Institute (IRRI), *Water: A Looming Crisis* (Manila, 1995)。A. Vaidyanathan, "Second India Series Revisited: Food and Agriculture," WRI, Washington, D.C., n.d. のために作成された報告書。Harald Frederiksen, Jeremy Berkoff, and William Barber, *Water Resources Management in Asia* (Washington, D.C.: World Bank, 1993)。中国に関しては Xu Zhifang, World Water Council-Interim Founding Committee のために作成された未発表の論文、March 1995。東南アジアに関しては Frederiksen, Berkoff, and Barber 注引用書中
- 25 枯渇に関する数値は Peter H. Gleick et al., *California Water 2020: A Sustainable Vision* (Oakland, Calif.: Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, 1995)。貯蔵プロジェクトのコストは注 24 前掲引用書中の California Department of Water Resources
 - 26 ガンジス河に関しては注 24 前掲引用書中の Frederiksen, Berkoff, and Barber。黄河の枯渇に関しては Patrick E. Tyler, "China's Fickle Rivers: Dry Farms, Needy Industry Bring a Water Crisis," *New York Times*, May 23, 1996
 - 27 Sandra Postel, "Irrigation Expansion Slowing," in Lester R. Brown, Hal Kane, and David Malin Roodman, *Vital Signs 1994* (New York: W.W. Norton, 1994)。Gary Gardner, "Irrigated Area Dips Slightly," in Lester R. Brown, Christopher Flavin, and Hal Kane, *Vital Signs 1996* (New York, W.W. Norton, 1996)。1 人あたり穀物生産量は Lester R. Brown, "World Grain Production Falls," in Lester R. Brown, Christopher Flavin, and Hal Kane, *Vital Signs 1996* (New York: W.W. Norton, 1996)。図 1 の灌漑面積のデータは FAO, *Production Yearbook* (Rome, various years)、および Bill Quimby, USDA, ERS, 非公式文書、January 1996
 - 28 Sandra Postel, *Last Oasis: Facing Water Scarcity* (New York: W.W. Norton, 1992)。Dina L. Umali, in *Irrigation-Induced Salinity* (Washington, D.C.: World Bank, 1993)、塩害により年間 200 万から 300 万 ha が生産不能になることを示す出典をあげている。これが正確だとすると、近年の平均年間灌漑面積拡大量である 200 万 ha を相殺することになる。David Seckler, *The New Era of Water Resources Management: From 'Dry' to 'Wet' Water Savings* (Washington, D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research, 1996)
 - 29 2025 年の都市化は Gershon Feder and Andrew Keck, "Increasing Competition for Land and Water Resources: A Global Perspective," World Bank のために作成された論文、Washington, D.C., March 1995
 - 30 1957 年の数値は注 25 前掲引用書中の Gleick et al から。注 24 前掲引用書中の California Department of Water Resources
 - 31 注 24 前掲引用書中の Frederiksen, Berkoff, and Barber。300 都市は注 24 前掲引用書中の Xu から。Patrick E. Tyler, "China Lacks Water to Meet Its Mighty Thirst," *New York Times*, November 7, 1993
 - 32 Philip Shenon, "Fore! Golf in Asia Hits Environmental Rough," *New York Times*, October 22, 1994。Anne E. Platt, "Toxic Green: The Trouble with Golf," *World Watch*, May/June 1994 も参照。
 - 33 Klaus Lampe, "...Our Daily Bread," *Swiss Review of World Affairs*, September 1994
 - 34 Paul J. Kramer and John S. Boyer, *Water Relations of Plants and Soils* (San Diego, Calif: Academic Press, 1995)
 - 35 IRRI, 注 24 前掲引用書中

-
- 36 イスラエルの例は、A. Benin, "Utilization of Recycled, Saline and other Marginal Waters for Irrigation: Challenges and Management Issues" in F. Lopez-Vera, J. De Castro Morcillo, and A. Lopez Lillio, eds., *Usa del Agua en las Areas Verdes Urbanas* (Madrid, 1993)から。カリフォルニアの例は注 24 前掲引用書中の Seckler, Edward P. Glenn et al., "Salicornia bigelovii Torr.: An Oilseed Halophyte for Seawater Irrigation," *Science*, March 1, 1991。U.S. National Research Council, *Saline Agriculture: Salt-Tolerant Plants for Developing Countries* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1990)
- 37 著者によるコロラド川三角州の訪問と上空飛行、May 1996。Aldo Leopold, *A Sand County Almanac* (New York: Oxford University Press, 1949)
- 38 Sandra Postel, "Where Have All the Rivers Gone?" *World Watch*, May/June 1995。Figure 2, 1905-49 はアリゾナ州ユマでの流量で、データは U.S. Geological Survey, Denver が提供。1950-92 は国境線の南寄りでの流量で、データは International Boundary and Water Commission, El Paso, Tex が提供
- 39 世界の需要は注 28 前掲引用書中の Postel から。Jan A. Veltrop, "Importance of Dams for Water Supply and Hydropower," in Asit K. Biswas, Mohammad Jellali, and Glenn Stout, *Water for Sustainable Development in the 21st Century* (Oxford: Oxford University Press, 1993)。現在あるダムの数は Patrick McCully, International Rivers Network, Berkeley, Calif., 非公式文書、February 1995
- 40 Sandra Postel and Stephen Carpenter, "Freshwater Ecosystem Services," in Gretchen C. Daily, ed., *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* (Washington, D.C.: Island Press, 未発表)
- 41 The Nature Conservancy, *Priorities for Conservation: 1996 Annual Report Card for U.S. Plant and Animal Species* (Arlington, Va., 1996)
- 42 注 25 前掲引用書中の Gleick et al.
- 43 注 24 前掲引用書中の Frederiksen, Berkoff, and Barber
- 44 Khalil H. Mancy, "The Environmental and Ecological Impacts of the Aswan High Dam," in Hillel Shuval, ed., *Developments in Arid Zone Ecology and Environmental Quality* (Philadelphia, Pa.: Balaban ISS, 1981); Gilbert White, "The Environmental Effects of the High Dam at Aswan," *Environment*, September 1988
- 45 Fred Pearce, "High and Dry in Aswan," *New Scientist*, May 7, 1994
- 46 同上。John D. Milliman, James M. Broadus, and Frank Gable, "Environmental and Economic Implications of Rising Sea Level", *Ambio*, Vol. 18, No. 6, 1989
- 47 Philip P. Micklin, "The Water Management Crisis in Soviet Central Asia," *The Carl Beck Papers in Russian and East European Studies* (Pittsburgh, Pa.: University of Pittsburgh, 1991)。流域の灌漑面積は the Executive Committee of the Interstate Council for the Aral Sea, May 1996 のために作成された草稿である Aral Sea Basin Program-Group 1, Interstate Commission for Water Coordination, and World Bank, "Developing a Regional Water Management Strategy: Issues and Work Plan"
- 48 Philip Micklin, "The Aral Crisis: Introduction to the Special Issue," *Post-Soviet Geography*, May 1992。図 3 は注 5 前掲引用書中の Gleick, ed. に掲載された Philip Micklin から。近年の流入量は注 47 前掲引用書中 Aral Sea Basin Program-Group 1 et al. から
- 49 魚の種の減少は Judith Perera, "A Sea Turns to Dust," *New Scientist*, October 23, 1993。Philip Micklin, "Touring the Aral: Visit to an Ecological Disaster Zone," *Soviet Geography*, February 1991
- 50 注 48 前掲引用書中の Micklin
- 51 Owen Lammers and Lillian Phaeton, "Hidrovia: Will A New Transport Route Destroy Brazil's Pantanal?" *World Rivers Review*, First Quarter 1994。"Environmental Concerns May Doom Bank Financing for Waterway Project," *International Environment Reporter*, June 28, 1995。"Brazil: The Waterway," *Economist*, February 17, 1996。種の数は Alan P. Covich, "Water and Ecosystems," 注 5 前掲引用書中の Gleick, ed.。Diana Jean Schemo, "Ecologists Criticize First Steps in Latin River Plan," *New York Times*, May 26, 1996。Owen Lammers, International Rivers Network, 非公式文書、Berkeley, Calif., August 9, 1996
- 52 Elizabeth Culotta, "Bringing Back the Everglades," *Science*, Vol. 268, June 23, 1995。Norman Boucher, "Back to the Everglades," *Technology Review*, August-September 1995
- 53 Thomas F. Homer-Dixon, "Environmental Scarcities and Violent Conflict," *International Security*, Summer 1994

-
- 54 同上。井戸の数と水の価格は Jad Isaac and Jan Selby, "The Palestinian Water Crisis," *Natural Resources Forum*, Vol. 20, No. 1, 1996 から。プールの数値は David A. Schwarzbach, "Promised Band. (But What About the Water?)," *The Amicus Journal*, Summer 1995。Miriam R. Lowi, "West Bank Water Resources and the Resolution of Conflict in the Middle East," Occasional Paper Series, Project on Environmental Change and Acute Conflict, September 1992、ならびに Information Division, "Israeli-Palestinian Interim Agreement Annex III—Protocol Concerning Civil Affairs," Israeli Foreign Ministry, Jerusalem, September 1995 も参照
- 55 注 54 前掲引用書中の Information Division。"Water in the Middle East: As Thick as Blood," *Economist*, December 23, 1995-January 5, 1996。注 54 前掲引用書中の Isaac and Selby
- 56 注 53 前掲引用書中の Homer-Dixon
- 57 Michael Goldman, "Tragedy of the Commons or the Commoner's Tragedy: The State and Ecological Crisis in India," *CNS*, December 1993
- 58 注 53 前掲引用書中の Homer-Dixon。表 6 は以下の出典による。トルクメニスタンとウズベキスタンの数値は David R. Smith, "Climate Change, Water Supply, and Conflict in the Aral Sea Basin," "PriAral Workshop 1994" に提出された論文、San Diego State University, March 1994。その他は注 5 前掲引用書中の Gleick
- 59 注 24 前掲引用書中の Thomas Naff, "Conflict and Water Use in the Middle East," in Rogers and Lydon, eds. 6 日戦争に関する見解は Daniel Hillel, *Rivers of Eden: The Struggle for Water and the Quest for Peace in the Middle East* (New York: Oxford University Press, 1994)
- 60 注 59 前掲引用書中の Naff。エジプトの灌漑面積は注 22 前掲引用書中の FAO から
- 61 Z. Abate, "The Integrated Development of Nile Basin Waters," in P.P. Howell and J.A. Allan eds., *The Nile: Sharing a Scarce Resource* (Cambridge: Cambridge University Press, 1994)。ウガンダの数値は Malin Falkenmark and Jan Lundqvist, "Looming Water Crisis: New Approaches are Inevitable," in Leif Ohlsson, ed., *Hydropolitics: Conflicts Over Water as a Development Constraint* (London: Zed Books, 1995)における灌漑能力をすべて満たすためにさらに 1,100 万 m³ を引き出す必要があるという推定に基づく
- 62 著者による地域の訪問、March 1995。地域紛争の例は注 58 前掲引用書中。"Central Asia: The Silk Road Catches Fire," *Economist*, December 26, 1992-January 8, 1993
- 63 注 28 前掲引用書中の Postel
- 64 Mahbulul Alam, "Sacred Ganges Becomes River of Woe," *The World Paper*, November 1994。Sheila Jones, "When the Ganges Run Dry," *Financial Times*, May 9, 1994。Gordon Platt, "India's Control of Ganges River Flow a 'Life and Death' Issue for Bangladesh," *Journal of Commerce*, October 26, 1995
- 65 Sandra Postel, "The Politics of Water," *World Watch*, July/August 1993。シリアとイラクの間の水の共有は *Water: A Trigger for Conflict/A Reason for Cooperation*, Indiana Center on Global Change and World Peace, Bloomington, Ind., March 7-10, 1996 会議のために作成された John Kolars, "River Advocacy and Return Flow Management on the Euphrates/Firat River: An Important Element in Core-Periphery Relations" より
- 66 John Murray Brown, "Turkey, Syria Set Talks on Euphrates," *Washington Post*, January 22, 1993 に報告された引用。Manuel Schiffler, "Interdisciplinary Academic Conference on Water in the Middle East"に関する報告、German Development Institute, Berlin, June 17-18, 1995
- 67 共有される川は Asit K. Biswas, "Management of International Water Resources: Some Recent Developments," in Asit K. Biswas, ed., *International Waters of the Middle East* (Oxford: Oxford University Press, 1994) から。国際的な川の実際の数は今はいない。国連機関によって推定された 214 よりも多いはずであると指摘している
- 68 国際的な水の法律についての議論は Stephen C. McCaffrey, "Water, Politics, and International Law," Gleick, ed. 注 5 前掲引用書中。Gail Bingham, Aaron Wolf, and Tim Wohlgenant, *Resolving Water Disputes: Conflict and Cooperation in the United States, the Near East, and Asia* (Washington, D.C.: U.S. Agency for International Development, 1994) を参照
- 69 Courtney G. Flint, "Recent Developments of the International Law Commission Regarding International Watercourses and Their Implications for the Nile River," *Water International*, Vol. 20, No.4, 1995
- 70 注 68 前掲引用書中の McCaffrey
- 71 Warren Christopher, "American Diplomacy and the Global Environmental Challenges of the 21st Century," Stanford University, Stanford, Calif., April 9, 1996 での演説から

- 72 “The Nile Basin Initiative,” *Water and Sustainable Development*, Canadian International Development Agency, March 1996. “Extracts from the Minutes of the 3rd Meeting of the Ministers of Water Affairs in the Nile Basin on Tecconile,” and Annex Z, “Project on the Nile Basin Cooperative Framework, Draft Terms of Reference for a Panel of Experts Constituted by the Tecconile Council of Ministers,” Arusha, Tanzania, February 9-11, 1995
- 73 注 47 前掲引用書中の Aral Sea Basin Program-Group 1 et al.
- 74 同上
- 75 Peter Rogers, “The Value of Cooperation in Resolving International River Basin Disputes,” *Natural Resources Forum*, May 1993。難民の移動は注 64 前掲引用書中の Jones
- 76 Syed S. Kirmani, “Water, Peace and Conflict Management: The Experience of the Indus and Mekong River Basins,” *Water International*, Vol. 15, No. 4, 1990。Jagat S. Mehta, “The Indus Water Treaty: A Case Study in the Resolution of an International River Basin Conflict,” *Natural Resources Forum*, Vol. 12, No. 1, 1988
- 77 Sander Thoenes, “Central Asians Reach Common Ground over Water,” *Financial Times*, April 9, 1996。ガンジスの例は John Zubrzycki, “Where Water is not their Own,” *Christian Science Monitor*, March 27, 1996 に引用されている the Center for Policy Research in New Delhi の George Verghese のもの
- 78 注 68 前掲引用書中の Bingham, Wolf, and Wohlgenant
- 79 Franklin Fisher, “The Economics of Water Dispute Resolution, Project Evaluation and Management: An Application to the Middle East,” Stockholm Water Symposium, Sweden, August 14, 1995 に提出された論文
- 80 D.J. Blackmore, “Integrated Catchment Management—The Murray-Darling Basin Experience,” “Water Down Under ’94,” Adelaide, Australia, November 21-25, 1994 に提出された論文。Murray-Darling Basin Commission, *The Murray-Darling Basin Commission: Managing Australia’s Heartland* (Canberra, 1992)
- 81 注 61 前掲引用書中の J.A. Allan, “The Nile Basin: Water Management Strategies,” in Howell and Allan, eds.。注 47 前掲引用書中の Aral Sea Basin Program-Group 1 et al.
- 82 Peter H. Gleick, “Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs,” *Water International*, June 1996。同じく Ashok Nigam and Gourisankar Ghosh, “A Model of Costs and Resources for Rural and Peri-Urban Water Supply and Sanitation in the 1990s,” *Water Resources Journal*, March 1996 を参照
- 83 Brian Gray, “The Modern Era in California Water Law,” *Hastings Law Journal*, January 1994。John H. Cushman, Jr., “U.S. and California Sign Water Accord,” *New York Times*, December 16, 1994。Daniel Sneider, “Mono Lake’s Resurrection Is a Model for Watershed Battles,” *Christian Science Monitor*, August 1, 1996。注 28 前掲引用書中の Postel
- 84 Aral Sea Program Unit, “Aral Sea Program—Phase 1,” World Bank, Washington, D.C., May 1994。N.F. Glazovskiy, “Ideas on an Escape from the ‘Aral Crisis,’” *Soviet Geography*, February 1991
- 85 マングローブの例は Janet N. Abramovitz, *Imperiled Waters, Impoverished Future: The Decline of Freshwater Ecosystems* (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, 1996)から。アメリカ西部については注 40 前掲引用書中の Postel and Carpenter から
- 86 World Bank, *From Scarcity to Security: Averting a Water Crisis in the Middle East and North Africa* (Washington, D.C., 1995)。効率措置に関するより広範な議論は注 28 前掲引用書中の Postel を参照
- 87 チュニジアとヨルダンの実例は注 86 前掲引用書中 World Bank。Richard W. Wahl, *Markets for Federal Water: Subsidies, Property Rights, and the Bureau of Reclamation* (Washington, D.C.: Resources for the Future, 1989)から。灌漑補助金の総額を 340 億ドルから 700 億ドルと推定している Subcommittee on Oversight and Investigations, Committee on Natural Resources, U.S. House of Representatives, *Taking from the Taxpayer: Public Subsidies for Natural Resource Development* (Washington, D.C., 1994)も参照。インドの数値は注 24 前掲引用書中の Vaidyanathan から
- 88 注 25 前掲引用書中の Gleick et al.に記載
- 89 注 28 前掲引用書中の Postel
- 90 Willem Van Tuijl, *Improving Water Use in Agriculture: Experiences in the Middle East and North Africa* (Washington, D.C.: World Bank, 1993)。International Development Enterprises, Lakewood, Colo., April 9, 1995 のために作成された Paul Polak, “Progress Report on IDE Low Cost Drip Irrigation System,” International Development Enterprises, “Tripling the Harvest of Small Farmers,” ビデオ制作、Lakewood, Colo.

-
- 91 全世界の灌漑効率注 28 前掲引用書中の Postel
- 92 Center for Economic Policy Studies, Winrock International, Arlington, Va., 1995 のために作成された Andrew A. Keller and Jack Keller, "Effective Efficiency: A Water Use Efficiency Concept for Allocating Freshwater Resources,"。灌漑の拡大については Hussam Fahmy, "Comparative Analysis of Egyptian Water Policies," *Water International*, Vol. 21, No. 1, March 1996
- 93 注 36 前掲引用書中の Benin は、処理によって排水から塩分を完全に除去することができないため、長期的には再利用によって土壌の塩類化を早めると見ている
- 94 イスラエルによる再利用は、Stockholm Environment Institute/United Nations Workshop on Freshwater Resources, New York, May 18-19, 1996 に提出された Hillel Shuval から。全世界の都市部での使用は注 5 前掲引用書中の Shiklomanov から。チュニジアの使用に関しては注 86 前掲引用書中の World Bank から。全世界の計算は家庭での使用の 10%が消費され、90%が排水になると仮定している。また、直接的な蒸発散要件を含め、1 トンの小麦を生産するために 1,000 m³の水が必要であると仮定している
- 95 注 28 前掲引用書中の Postel; Renato Gazmuri Schleyer and Mark W. Rosegrant, "Chilean Water Policy: The Role of Water Rights, Institutions, and Markets," in Mark W. Rosegrant and Renato Gazmuri Schleyer, *Tradable Water Rights: Experiences in Reforming Water Allocation Policy* (Arlington, Va.: Irrigation Support Project for Asia and the Near East, 1994)
- 96 Mateen Thobani, "Tradable Property Rights to Water," FPD 注 34、World Bank, Washington, D.C., February 1995。Tushaar Shah, *Groundwater Markets and Irrigation Development* (Bombay: Oxford University Press, 1993)
- 97 西部における水の取引は Rodney T. Smith and Roger Vaughan, "1994 Annual Transaction Review: Markets Expanding to New Areas," *Water Strategist* (Stratecon, Inc., Claremont, Calif.: January 1995)から。Robert Wigington, "Market Strategies for the Protection of Western Instream Flows and Wetlands," Natural Resources Law Center, University of Colorado School of Law, Boulder, August 1990。Peter Steinhart, "The Water Profiteers," *Audubon*, March 1990
- 98 インドの例は注 95 前掲引用書中の Kuppannan Palanisami, "Evolution of Agricultural and Urban Water Markets in Tamil Nadu, India," in Rosegrant and Schleyer から
- 99 Amy Vickers, "The Energy Policy Act: Assessing Its Impact on Utilities," *Journal AWWA* (Journal of the American Water Works Association), August 1993; Janice A. Beecher, "Integrated Resource Planning," *Journal AWWA*, June 1995 も参照
- 100 メキシコとオンタリオは注 28 前掲引用書中の Postel。カイロは "Waterwiser," American Water Works Association, World Wide Web information clearinghouse, May 30, 1996
- 101 "Water Law Review Supported By All," プレスリリース案、Ministry of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa, February 6, 1996。"A Step Towards Equity in Access and Optimal Use of Water," *Water Sewage and Effluent*, Vol. 16, No. 1, March 1996。Eddie Koch, "A Watershed for Apartheid," *New Scientist*, April 13, 1996。Korinna Horta, "Making the Earth Rumble: The Lesotho-South Africa Water Connection," *Multinational Monitor*, May 1996
- 102 Malin Falkenmark and Asit K. Biswas, "Further Momentum to Water Issues," *Ambio*, Vol. 24, No. 6, 1995
- 103 注 2 前掲引用書中の PRB



**United Nations
Population Fund**



The Asian Population and Development Association
Address: 3F Collins 3 Bldg., 1-5-1 Shinjuku
Shinjuku-ku, Tokyo, 160-0022 JAPAN
Telephone: (81)-3-3358-2211
Facsimile: (81)-3-3358-2233
E-mail Address: apdatyoj@gol.com