

水資源危機の構造と統合型水資源管理の有効性

寺 田 哲 志

はじめに

1. 自然の水循環と人工的水循環システム
2. 水資源危機の概念
 - (1) 環境負荷の種類
 - (2) 外部性としての環境負荷の内部化についての考察
 - (3) 所有・管理形態による水管理意識への影響
 - (4) 財としての水資源——民営化議論から——
 - (5) 水資源危機の背景
 - (6) 危機概念のまとめと管理の方向性
3. 統合型水資源管理の展開
4. 統合型水資源管理の有効性

結 論

はじめに

本稿は、統合型水資源管理（Integrated Water Resource Management；IWRM）¹⁾が提案される要因となった水資源危機の構造を定立し、広範な文献展望を通じて管理手段としての統合型水資源管理の有効性について考察し、示唆を与えることを企図するものである。

主な分析対象となるのは自然状態の流域水循環と、その内部にある人工的水供給システムとの間の水収支である。水循環の基本構成単位である河川流域における水収支と管理の状況を捉えることに主に焦点をあて、水収支において発生する環境負荷による外部不経済の内部化手法について分析を進めていく。ここで対象となっている水供給システムとは、生活用水道・工業用水道・灌漑設備および、これらの排水処理設備を指す。対象となる水源は、それらのほとんどを占める河川と地下水である。

統合型水資源管理とは、

“貴重なエコシステム（生態系システム）の持続可能性を損なうことなく、平等性を保持しつつ経済的・社会的厚生を最大化するために、水、土地、および関連の諸資源を調整

しながら開発し、管理していく過程に他ならない。”²⁾

と定義され、より広い概念である持続可能な発展との整合が意図されている。持続可能な発展とは“将来世代がその必要を満たすための能力を損なうことなく、現在世代の人々の必要を満たすような発展”とされており、水はその鍵的要素と考えられている。統合型水資源管理の遂行には、平等性を保持しながら経済・社会厚生を最大化を達成するために、自然独占型公営事業の民営化が重要な政策手段であると考えられている。そして従来の行政主導型集権的運営方式に代って、利害関係者がフラットな形で参加する運営方法によって、統合型水資源管理にガバナンスを付与しようとし、また草の根レベルに水資源有効利用の誘因を与えようとしている。³⁾

水循環システムは、全ての河川流域それぞれに固有の存在であると考えられるべきであって、水資源の危機構造の表れも各々の河川流域の特質に応じて多様である。けれども本稿においては、特定の河川流域に立入って論ずるのではなく、多様な危機の構造を類型化して分析対象にしている。またこの危機に対処すべく提案されている統合型水資源管理という概念についても、いまのところEUなどの先進地域を主な対象とする政策モデルであって、普遍的なものとしては成立していない。途上国における、人々の生死を分けるような危急の問題に対処するものでもない。これらを踏まえつつも、本稿においては統合型水資源管理の有効性の検討において、一般的政策モデルであるかのように論じている部分が有ることを予め断わっておく。

1. 自然の水循環と人工的水循環システム

水は地球上を循環している資源である。地圏に降った雨は、まず植生あるいは地表面から蒸発散する。蒸発散せず地表に達した降水のいくらかは流出を始めて地表流となり、いくらかは土壤中に浸透して表層土壌内を斜面方向に進む中間流となる。⁴⁾ この2つを合わせて直接流出と呼び、いずれ河川流となる。土層中をさらに降下した水は基岩に沿って移動する基底流となり、最終的には河川や湖沼などの開水面に現れ、渇水期間中にも河川流量を維持する。さらに深層へと降下した水は地下水となる。これら流出水と地下水を合わせたものが水資源賦存量とされ、我々の主な水源となる。⁵⁾ 水資源賦存量のうち、実際に利用されている量は世界平均で約14%である。⁶⁾ 流出水は再び水蒸気となって大気中に戻り、いずれ陸域への降水となって、標高の低いほうへと流下しつつ河川となって、海岸線の一点で海へと流れ出る。この集水範囲が流域であり、地圏における自然の水循環の基礎的単位である。地球上の水のうち、わずか0.01%にすぎない利用可能な淡水は、こうして約10日程度で循環し、利用法さえ誤らなければ永続的循環のもと容易かつ比較的安価に、そして大量に利用できる資源なのである。

このような循環資源である水を利用するには、何らかの施設・手段が必要である。現代の多くの水利用者は灌漑システムや水道ネットワークを通して水を利用し、下水・排水

設備を通じて自然の水循環に使用済みの水を還流している。降雨が標高による位置エネルギーを持つこと、大量に循環している流体であることを利用して、水路や管路で配水設備を作り「河川を人間活動に引き寄せる」といった形で運搬すると効率が良く、⁷⁾ こうして運搬された水は、多数の末端利用者に対して共同施設を介した供給を行うことに適している。本稿では、これ等を総称して人工的水循環システムと呼ぶことにする。

例えば灌漑施設の建設には、多額の資金や労務を投入しなければならない。だが灌漑水路を持つことで、地域全体の農業生産力や生活の質的向上が期待できる。地域が共同で建設費用を負担し、管理労務を分担して個人当たりの費用を下げ、集団で運営すれば効率が良い。この結果、灌漑システムは土地と合体して農地の価値は上昇し、灌漑によって一定の地域的まとまりを持った農業生産地域が形成されていく。⁸⁾

都市・生活用水の場合も共同的・連続的な供給施設は同じく効率的である。初期投資は大きくとも、水供給システムは人間の活動領域へ大量の水を供給し、社会全体の効率を向上させ産業発展の基盤ともなって、それらの効果も含めた生活の質的向上が期待できる。⁹⁾ 近代上下水道が建設された当初の目的は、都市部における伝染病予防などの公衆衛生が大きな目的であったのだが、こうした基盤は都市・産業域の形成・発展をも促進することとなった。こうして水供給設備は、その高い経済効果から重要な社会資本となり、人口増大・産業化・都市化といった人間活動の発展との相乗効果によって拡大され、人工的水循環システムが確立されてきたのである。

2. 水資源危機の概念

(1) 環境負荷の類型

人工的水循環システムは、自然の水循環から資源として水を受け取り、利用して下水・排水として自然の水循環に戻すというサイクルにおいて、効率を追求して発展してきたものである。水資源利用の健全性あるいは危機的状況は、この両システム間における水の収支状態に表れる。

例えば中国黄河流域では、近年の急速な経済成長に伴って工業化・都市化が進み水需要の増大が続いている。当該地域において増え続ける人口を支えるための農業生産にも大量の水が必要とされている。サンドラ・ポステル¹⁰⁾ は「黄河流域の水需要が既に使用可能供給量を10%超過し、2050年までに45%の超過になる」と予測している。この量的不足の極端な表れが黄河の断流であり、2000年には年間で269日にも及んだ。中国政府は「流域全体特に中流域の農業用水使用について、きめ細やかな管理と制限を課したことで需要が抑制され現在断流は防止できた」としている。¹¹⁾ それでも過剰な取水による河川流量の低下とともに自浄能力が大きく低下しており、そこに下水・排水が流入するため水質の低下は激しく、黄河本川の監視区域のうち50%は、中国の河川水質基準の最低値であるV類にも達していないとする報告もある。¹²⁾

イギリスでは、取水利用による河川水量の減少とそれに伴う環境破壊（過剰取水問題）が顕在化している。イギリス河川公社（the National River Authority 現環境庁）は1993年、国内で最も水量の少ない40の河川の現状と対策のレビューを発表している。このレビューによれば、河川水量の減少を引き起こしていたのは、農業あるいは灌漑というよりもむしろ、公的供給（Public Water Supply）であったとされている。¹³⁾ アメリカ・オレゴン州では、従来の水法（Water Code, 1909年制定）で規定された河岸権を改定し、1987年に流水権法（In-stream Flow Rights Act）を制定した。この流水権は水利権と同等の権利とされ、既得水利権から流水権への自発的取引が認められた。このことは、オレゴン州でも人工的水循環システムによる取水が自然の水循環システムへの負荷を高めつつあることを示唆している。¹⁴⁾

これらの例で起こっていることは、まず水供給システムを利用することで起こる大量取水が、自然の利用可能水量を越える「過剰取水による資源容量の減少」である。中国のような発展途上国では、継続的な水資源開発は社会的要請である。イギリス・アメリカのような先進国型の場合、水供給システムも十分に整備が終わり、通常の水価格で提供することに無理がない範囲の水資源は開発しつくしている。これ以上の水需要の増加に対しては「海水淡水化」や「環境配慮が必要な水源池建設」「遠隔地からの配水」など、著しく高価な対応策になる段階にきている。

過剰な取水は河川などの流量・水量を低下させる「環境用水の不足」となる。利用後の処理排水が海域など下流区間に直接放流されることで、流量の低下区間が長くなる。この結果起こることは、環境負荷に対する自浄能力¹⁵⁾の低下と、良好な景観やレクリエーションあるいは生物の生息環境の多様性を維持するなど、親水的な機能のための流量の減少である。このような河川環境および水質を保全するための流量は「環境用水」¹⁶⁾と定義されて治水や利水と同レベルで扱われ、その間のトレードオフが研究対象となっている。

「不適切な排水による水質汚染」も世界中で起こっている。例えば中国では、産業による不適切な取水・排水が、環境への負荷と人間を含む生物への危険度を大きくしており、早急に対処すべき問題となっている。このような重大な汚染の加害者は、概ね点的な汚染源であるので特定が比較的容易で対策も取りやすい。イギリス・アメリカといった先進国では、産業などの危険度の高い汚染の環境負荷の処理は済まされているものの下水道整備は不完全な場合もあって、¹⁷⁾ いまだ水質基準を達成できない水域も多い。

どの例の場合においても、発生源の特定が困難な一般家庭などの生活排水による環境負荷が大きくなっている。個人単位それぞれは重大な汚染源ではなくとも、大量供給システムによる大量の汚濁排水による、自然の水循環への負荷は大きい。

上に述べてきたような水収支における状況が相互に影響しあって地下水・河川水といった水源を汚染し、これまで安価で大量に利用してきた水源を劣化させ資源量を減少させていく。藪田は¹⁸⁾ このような「過剰な利用が、再生資源を非再生資源であるかのように競

合的な状況に置き、枯渇の可能性を高める「枯渇可能外部性」を生む」としている。この枯渇可能性こそが、本稿における問題意識の主題である。

EUなどの先進国においては、このような枯渇可能性が生起しているところに、新規水資源開発の限界が見え始め、今後も水資源を持続的に利用していくためには質的管理が不可欠であるとの認識を得たことから、統合型水資源管理政策が提案された。この認識は、経済発展が達成され環境などに配慮する余力ができたことによるかもしれない。しかし現実世界において水の枯渇可能性は等しく存在しており、これを認めていない、あるいは対処していない国々においても、水利用を持続的な方向へと向かわせるガイドラインとして統合型水資源管理の適用範囲は広いと考えられる。

(2)外部性としての環境負荷の内部化についての考察

人工的水循環システムを利用した水需要には、大別して農業用、工業用、および飲料水・生活用水がある。この需要が「過剰取水による資源容量の減少」「河川流量低下による環境用水不足」「不適切な大量排水による水質汚染」といった環境負荷を生み、これらが互いに影響しあうことによって「枯渇可能性」という環境負荷を生んでいることを前節で述べた。この環境負荷は、人工的水循環システム（市場経済システム）の外で、消費者の消費行動、農業従事者および産業の生産活動に付随して生起することから外部性（Externality）である。その被害者全員が、一方で人工的水循環システムを利用して外部不経済を発生させる加害者でもある。この被害者＝加害者の集団は、それぞれの河川流域に分散して存在しており、外部性も分散的に生起する。

環境負荷を人工的水循環システムの中に内部化（Internalization）する方法として、合併解、ピグー税、交渉解といったものがある。合併解とは外部性の出し手と受手を「合併」によって統合し、この統合体内部で外部性を内部化して、外部性の伝達を内部の情報伝達メカニズムの中に組み込む手法である。水循環システムは自然水循環システムと人工的水循環システムから成り、形式的には統合システムと考えてよい。しかし外部性の情報をシステム内で自動的に伝達するメカニズムが存在しないため、水循環における環境負荷を内部化する方法として「合併解」は適切ではない。

「ピグー税」は、人工的水循環システムが供給する水への課税である。通常の場合、ピグー税によって水需要量がコントロールされ、環境負荷も外部性に部分についてコントロールできることになる。この方法は、農業用水、工業用水による環境負荷のコントロールに対しては十分に有効である。ただし知られているように、この方法は資源配分におけるパレート効率性の達成と両立させることはできない。

ピグー税と並んで市場メカニズムの中に内部化する方法として交渉解による方法がある。これは河川からの取水を権利化し、この権利を売買することを可能にすることによって、資源配分におけるパレート最適と両立可能な環境負荷のコントロールを行おうとするものである。排出権市場を通じた温暖化ガスのコントロールと同じ発想に基づくもので、

環境負荷のコントロールのための「コースの定理」の応用版といっても良いであろう。この場合にも、農業用水と工業用水への需要という市場メカニズムにおけるコントロールの場合にのみ可能である。

ピグー税および交渉解による水需要のコントロール、環境負荷の内部化という方法は、飲料水・生活用水の需要の場合には適用することができない。水の代替物は無いので必要最小限の量が供給されない場合、人間は生命を維持することが困難である。あるいは、農業用水と工業用水の価格を極端に高くして大量の水をここに使用しようとしたとすると、飲料水・生活用水への配分量を社会倫理上の許容量以下にしてしまう可能性さえもある。このような社会論理の観点から、水の需要に対しては極めて強い抑制が働き、量的コントロールが極度に制限されており、ピグー税方式あるいは交渉解方式による環境負荷の内部化は、その展開の幅に自ずと限界がある。

このように外部不経済を、人工的水循環の中核をなす市場経済メカニズムの中へ「内部化」することは困難である。これを踏まえて、総体である水循環（自然水循環システム＋人工的水循環システム）へと環境負荷の「社会的内部化」を試みるのが、統合型水資源管理であると本稿では考えている。そして厳密に言えば「内部化」とは市場メカニズムの中への内部化を意味することから、より広範囲の社会システムへの内部化であることを明示するために「社会的内部化」という造語で表現している。

(3) 所有・管理形態による水管理意識への影響

自然状態ではオープン・アクセス資源（非所有）であった水は、農業が始まり灌漑設備が建設されて、地域で共有管理する資源（Common-Pool Resources）となっていった。共有資源を利用できる構成員の権利には利用や廃棄における責任が伴い、それを遵守させるための制度が置かれた。伝統的なコモンズはこのような形態であった。

経済・社会の近代化過程で、多くの自然資源の所有制度は「非所有・共有から、公的・私的所有」へと置換えられた。¹⁹⁾ 私的所有権の設定は、資源の効率的利用に対するインセンティブという点で有効であるといわれる。しかし水という生命維持の根源に関わる資源を私的所有制度による市場原理に基づいて供給するのは、倫理的に問題があることから、生活用水の供給は公的主体による自然独占で行うことが容認され、²⁰⁾ 供給設備も社会資本として公的に建設・運営されてきた。本稿で対象とする人工的なシステムによる生活用水供給は、イギリス・フランスを除くほとんどの国において公的主体が運営している。その価格設定は、公営企業に正常利潤を保証する水準に維持される一方で、所得分配政策あるいは社会福祉政策上の目標に配慮される。多くの国多くの地方自治体において、自然独占公益事業が水供給インフラストラクチャの建設コストを負担できる能力を持っているかどうかにかかわらず、水価格は経常コストだけを賄うことが出来る程度に抑えられるのが通常であった。²¹⁾ このような政策的介入によって、生活用水価格は全生産費用および利用価値に対して低く設定されてきた。同様に農業・工業の用水事業においても、補助金によっ

て低価格で供給されてきた。

このような公有によって地域社会と自然との関係は断ち切れ、住民であるからこそ知り得るような地域の水についての情報を管理者は得られなくなる。地域住民側にあっても、水利用に関する義務や責任は全て公的機関に委ねてしまうことができるため、消費者各個人の節水・水質保全などへのインセンティブは働きにくくなる。さらに多くの政府が水の私有を認めず、水を安価に提供するという状況が、消費者にとって“水はオープン・アクセス資源である”²²⁾ かのような錯覚を起こさせることが、濫用の可能性を高めていると考えられる。

(4) 財としての水資源——民営化議論から——

上に述べたような水の価値認識の低さは、水の生産にかかる費用を全て回収しようという「フルコスト・プライシング」導入の説明根拠にもされている。世界銀行などの国際金融機関も「水が低価格または無償で利用できることは浪費的であり非効率である」との考え方を示し、1992年第2回世界水フォーラムを契機として、水供給事業において民間活力を利用した市場原理を導入するという方針を打ち出している。そして、この機に乗じた国際水企業の市場開拓・参入の目論見に関して、次のような議論が起こっている。²³⁾

1. 世界的に水不足に対応するには、水の管理や利用にあたって市場メカニズムを導入し、効率化を図るべきである。(私的財として市場メカニズムにまかせる)
2. 生命の維持に不可欠である水は私有化するべきではなく公的管理によるべきである。(公共財として公的に管理する)

水を財としての特性で分類するなら、利用者を排除することができないという前提があり(非排除性)、かつ多くの人々が利用すれば利用可能な資源の量が減少しあるいは質が低下する(競合性)という性質を有する。このような資源がオープン・アクセス状態にあれば、その資源は過剰に利用されて劣化し、減少・枯渇へと向かう。その資源の配合を市場原理に任せるということは、競合性の高まりを価格によってコントロールし非排除的であるべき財の本質が失なわれるということであり、現実には貧困層への供給などにおいて倫理的な問題として現れる。こうしたことから水資源は、利用規制の設定・遵守によってメンバー間の資源利用の競合及び混雑現象を回避する(競合性低減)手法によって、コモンプール財(Common Pool Resource ; CPRs)として、管理供給されることが望ましい資源であるといえる。

表1 世界の人口と都市人口 中位予測（単位：1000人）

年 度	世界人口	都市人口	都市人口比 (%)
1970	3,698,676	1,327,825	35
1980	4,451,470	1,740,525	39
1990	5,294,879	2,276,798	43
2000	6,124,123	2,859,965	46
2010	6,906,558	3,508,531	50
2020	7,667,090	4,224,567	55
2030	8,317,707	4,982,306	60

（国連人口局データより筆者作成）<http://esa.un.org/unpp/>（2007/7/21確認）

（5）水資源危機の背景

ここまで述べてきた水資源の枯湯可能性の高まりを助長している要因として、地球的な水収支における基礎的条件の変化がある。これは、総じて水資源が豊富であるとされている日本のような国においても、水資源危機対策としての統合型管理を研究する根拠になる。

まず世界の人口に関して、2005年の65億人が、2050年には91億人に増大すると予測されており、それらは主に都市に集中し（表1参照）都市的生活者の水使用量は大きくなる傾向を持つ。さらに都市域の拡大につれて供給地から距離的に遠い場所に水源を求めることになる。人口の増大は食糧確保の必要を高め、現在でも全水需要の7割を占める最大利用者である農地の拡張へと向かう。現在利用可能な水資源量で養える人口を、阿藤は²⁴⁾最も標準的なケースで70億人と試算している。表1の人口予測数値では2010年が限界となる。

さらに地球規模での気候変動が起こっている。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の評価報告書²⁵⁾は「地球の平均地上気温は、1990～2100年までに1.1～6.4℃上昇する。」としている。温度上昇は蒸発散に直接大きく影響する要因であり、同じくIPCCは「降水量の増加が5～10%。温暖化によって地域的な異常気象の頻度や強度が増大し、集中的な強い降水現象が中緯度から高緯度の陸域で多発する」としている。

気候変動が日本の水資源に与える影響についての国土交通省の予測²⁶⁾では、100年後日本の夏の気温は2～4℃上昇し、平均降水量も増加するとしている。しかし無降雨日と強降雨日が増えるため、渇水と豪雨の頻度・危険性が増大するとしている。平均気温の上昇と降雨日の減少による湿度の低下、日照時間の増加などによって蒸発散量が増加し、水資源賦存量は減少すると予測する研究が多い。²⁷⁾ その結果河川流量は減少し、二次的には流量減少と水温上昇に伴う水質悪化が指摘されている。²⁸⁾ 東京大学生産技術研究所の沖大幹助教授等のグループが試算した結果によると、現在の日本における仮想水（バーチャルウォーター）の総輸入量は640億m³/年となっており、平成16年の国内農業用水使用量約552億m³/年を越える数量となっている。世界的に将来利用できる水資源量の不確実性は高まっており、食糧輸出国で水不足が起こった場合、自給率が40%を切る日本の食糧は直接影響を受けることになる。海外からの食糧輸入が減らされたとき、日本国内で食料生産に必要な水資源

量を確保することは容易ではないであろう。あるいは海外において、仮想水の費用を適正に回収しようとする動きが進めば水価格が輸入食糧に付加されることになる。

このようなグローバルな関係性を持つ水資源問題を解決し持続的な発展を続けるために、例えば今後、気候変動枠組条約のような形の水資源管理条約が国内法の上位制度として導入される可能性もある。このとき日本が「国内の水資源は豊かなので」といった理由で環境規制や環境税などの導入に合意せず、対外経済条件を有利に保つようなことは許されるものではない。本稿では以上のことから、日本においても中・長期的な視点において水資源危機の可能性を認め、統合型水資源管理を日本国内へ適用する十分な意義があるとして分析を進める。

(6) 危機概念のまとめと管理の方向性

次節でのIWRMの有効性の検証の前に、ここまで議論してきた水資源危機の概念を整理しておく。現在世界的に水資源の不足や、水質の低下といった問題が起きている。それを助長する要因として、気候変動による水供給量の不確実性の高まり、そして人口増加による水需要量増大という予測がある。このような状況において、起きている危機的様相は、以下のように示すことができる。

- ・ 資源容量の減少：自然資源の容量を超えた過剰な取水
- ・ 環境用水の不足：過剰取水による河川流量の低下などの環境の劣化
- ・ 環境汚染の問題：不適切な排水による水質汚染

これらが相互に影響しあって水資源の「枯渇可能性」を高めている状況を、本稿では人工的な水供給システムを利用することで生起する水資源危機であると定義する。これらは人工的水供給システム利用による自然の水循環への働きかけで起こるものであり、それぞれに水資源利用における外部性である。その利用者全員が、その外部性の加害者であり被害者でもある。しかし現在の公的な供給体制においては、その加害責任は公的機関に委ねてしまうことが可能で、利用者各個人の節水・水質保全などへのインセンティブは働きにくい。さらに政策的に安価に提供されている状況と合わさることで、一般消費者にとっては“水はオープン・アクセス資源”であるかのような認識を持って濫用され、枯渇可能性を高めているのである。水の価値を正しい価値認識のもとで利用する必要があり、その方法として、市場原理によって私的財として供給を目指す動きもある。しかし完全に市場原理に任せるということは、競合性の高まりを価格によってコントロールし、非排他的であるべき財の本質を失うということであり、現実的には貧困層への供給などにおいて倫理的問題として現れる。こうしたことから水資源は、利用規制の設定・遵守によってメンバー間の資源利用の競合及び混雑現象を回避する「競合性低減」手法によって、コモンプール財として、管理供給されることが望ましい資源なのである。

持続可能性の追求は現在の人間社会における優先事項である。水資源利用においては、上のような外部不経済を内部化していかなければならない。しかし水資源利用の環境負荷

による外部不経済は、市場経済メカニズムの中へ「内部化」することができない。このため特定の流域に付随する水循環システムを共有資源と規定し、これを流域住民主体で共同的に管理・運営する、現代に適應する形に修正されたコモンズの手法・制度によって、外部不経済を水循環（自然水循環システム＋人工的水循環システム）の中へと「社会的な内部化」を試みるのが統合型水資源管理である、というのが本稿における基本的想定である。

3. 統合型水資源管理の展開

統合型水資源管理がその基礎とする持続可能な発展の概念は、1987年の「環境と開発」に関する国連世界会議における、ブルントラント²⁹⁾報告で“将来世代の人々がその必要を満たすための能力を損なうことなく、現在世代の人々の必要を満たすような発展”と定義されている。

この持続可能性が主要テーマであった「環境と開発についての国連会議」におけるリオデジャネイロ宣言（1992）では、経済的・社会的必要と地球の天然資源供給能力を均衡させるべきであるという長期ビジョンが提示され、経済成長、社会発展、環境保護の3つが長期的発展の要素であるとされた。これら3つの要素は、独立でありつつも相互に補完し合う関係にあり、この3つを統合した発展こそ持続可能な発展であるとされている。

水資源はこの持続的発展の鍵的要素であると考えられ、国連ミレニアム開発宣言（The millennium Development Declaration（UN、2000）³⁰⁾）の中にも、現在の水問題と、安全な飲料水と下水道施設が利用可能になるという将来目標が明瞭に述べられている。さらに、統合型水資源管理と水効率化計画が2005年までには策定されるべきこと、および、この目的達成のために多様な国際・国内機関の間で調整を図ること等が指摘されている。

一方で、あらたな水問題対策も国際会議で検討・実施されるようになってきた。世界水フォーラム第一回大会（1997年3月、マラケシュ）では意識啓発の必要性が提示され、その後の持続可能な水利用に向けた取り組みの端緒となった。第二回大会（2000年3月、ハーグ）では、効率的な水利用を図るために、統合的な水資源管理の必要性が示された。これの実現に向けて、意思決定過程への利害関係者の参加や、適正な水料金の設定、研究・技術開発に対する公的支援の増加、国際河川流域における国際協力の促進などが提案された。2003年3月の世界水フォーラム第三回大会（京都）では、適切な計画立案に基づき水関連投資の増額を図る国々を、国際金融機関が優先して支援することなどが決議された。また、生態系と社会の要請に応じ、透明で利害関係者の参加を伴い、説明責任を果し得る水ガバナンスの向上が今日の主要課題であることも指摘されている。³¹⁾

1970年代以来、ヨーロッパでは水資源管理の探求が続いており、EU「水枠組指令（The Water Framework Directive；WFD）」³²⁾は、2000年にEU加盟国共通の実施要領として発効した。多くの一般的な原理と概念を結合して規定された法的文書であることから、統合型

水管理の先駆けとして世界的に認知されている。WFDには段階を追った達成スケジュールが有り、2000年の指令発効以降の期限が切られている。2003年にWFDを各国の国内法化し、流域を確定してその管理者を設定すること、2004年には流域環境への水資源利用の圧力やその影響などの状況を明確にして経済的な分析をすること、2006年には公的な協議を開始すること、等が置かれている。2007年の経過報告書³³⁾では、多くの国でWFDを国内法へ置き換える作業の質が悪く不適切であり、さらに時間的な遅れがあつて、各国には水管理に対する姿勢と実施速度を改めることが求められている。ここで加盟数カ国がWFD指令への適合違反を指摘され、ギリシャにおいてはEU裁判所に提訴され現在も係争中である。

日本の水資源管理への統合的な取り組みとしては、「健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議」によるものがある。日本においては、平常時の河川流量の低下や都市型水害の多発、生態系への影響、親水機能の低下による水文化の喪失などが、近年問題となっている。これら広範な水資源問題への対応は、水道事業を管轄する厚生省、水需給・水源地域対策・下水道・治水・河川水利・ダム等の建設などを管轄する国土交通省、農業用水・水源かん養林整備などを管轄する農林水産省、工業用水・水力発電などを管轄する経済産業省、水質・環境保全などを管轄する環境省などの組織が個別に管理しているのが現状である。これらの組織を超えて水循環系の実態を把握し、その健全性を評価し、情報の共有を進めようと進められているのが「健全な水循環系構築にむけて」という取り組みである。現在のところは、統合的な水資源管理に向けての取り組みの糸口を提供するという段階であり、技術的な課題が多く取り上げられている。一般参加による意思決定や経済的手段の導入³⁴⁾といった項目は検討項目とされていない。

4. 統合型水資源管理の有効性

現在のところ統合型水資源管理には、明確にモデル化された水資源管理システムといったものは存在しない。そこで、本稿では統合型水資源管理の志向するところを的確に反映し、環境負荷による外部性を内部化するための法的枠組であるEV水枠組指令（WFD）を指針として、水資源利用における外部性を「社会的に内部化」する手法としての統合型水資源管理の有効性について分析していく。コモンプール財（CPRs）である水資源を、現代的なコモンズとして、持続的に管理できるような適応策が取られているのかに焦点が当てられる。その指標として、これまでのコモンズにおいて、長期にわたって安定して管理されているものが備えている条件をまとめた、Ostromによる持続可能なコモンズの条件を参照する。（表2）

そしてWFDの4つのアプローチがどのように構造的に統合され、どのようなルートを通じて持続可能なコモンズとしていくメカニズムを作りだすことが期待されているのかについて図1とともに説明していく。

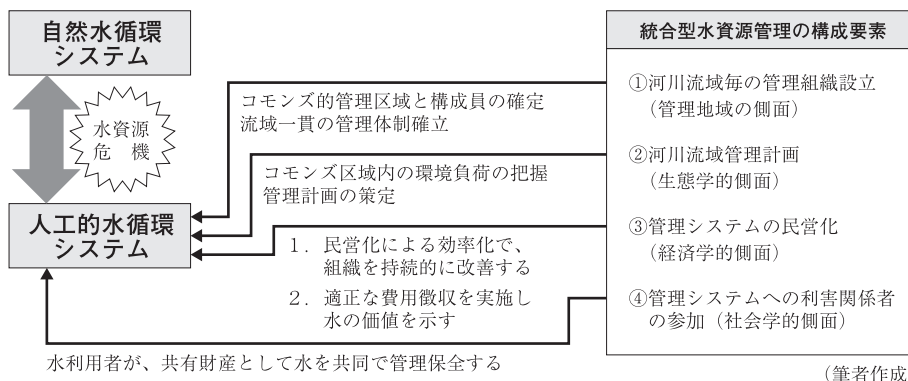
表2 持続可能なコモンズ財の設計原則

項目	原則	内容
1	境界の明瞭性	CPRs自身と利用する成員の明確な定義があること
2	利用・調達ルールと地域的条件との調和	労働、原料や貨幣の調達ルールや時期、場所、技術、資源量を制限するルールが地域的諸条件と調和していること
3	集合的選択の調整	運用上のルールに影響を受ける人々が、そのルールを修正することが可能であること
4	モニタリング	CPRsの条件と利用者の行動を監査する監査者が利用者に対して報告可能か、あるいは監査者自身が利用者であること
5	累進的制裁過程	運用上のルールの違反者は、他の利用者あるいは彼らに報告可能な当局者によって累進的な制裁を受けること
6	紛争解決手段	利用者とその当局者は、利用者間あるいは利用者と当局間の紛争を解決するための場を低いコストで容易に利用できること
7	組織化のための最小権利保障	利用者が彼ら自身の制度を案出する権利は、外部の政府当局によって侵されないこと
8	複層的な管理運営組織	流域権などより大きなシステムの一部をなすCPRsの場合には、利用、保存、モニタリング、遂行、紛争解決、統治行為などを多段階的に組織すること

(Ostrom, E.R. (1990) "Governing the Commons: The Evaluation of Institutions for Collective Action" p90をもとに作成)

まず図1の①にあたる「管理地域の側面」では、現行の地方公共団体レベルの水循環システムが仮想的に存在を置いてきた自然循環の範囲を、本来の河川流域ごとの自然水循環システムへと再編して、持続可能な水循環構築のために流域管理組織とともに明確にする。³⁵⁾ これは、流域において水に関わる者全員（環境負荷の加害者であり被害者でもある）にとってのコモンズの境界を明瞭に定め、自らが帰属し管理する義務を負う区域として認識することを助けるアプローチである。コモンズ・リソースを長期的に維持する（つまり持続的である）ための設計原則を示した表2の項目1にあたる。³⁶⁾ ここで設立された流域管理組織は、各河川流域における水の管理計画、監視、報告、水資源の保護等の活動の基礎単位であり、また水資源管理にかかわる権利と責任を水利用者に付与するための基礎単位になる。

図1 水資源危機と統合型水資源管理



(筆者作成)

次に図1-②「生態学的側面」のアプローチでは、流域の環境負荷状況を把握するための観測が行われる。人間活動からの圧力影響下にある水資源では、その量と質といった情報が正確に得られなければ、堅実な水資源管理政策は実行し得ない。持続可能な条件としては、表2項目2の地域条件との調和したルール、つまり流域ごとに異なる状況へ対応するための現状把握である。

図1-③の経済学的アプローチは、2段階に分けて考える。最初の段階は水の管理供給主体の民営化である。これまで、ほとんどの国で公的に運営管理され、自然独占事業として規模の経済性³⁷⁾ を享受してきた水供給事業は、競争原理に基づいた管理が行われなため、効率的な運営や適切な投資、消費者への配慮が欠けているとされてきた。

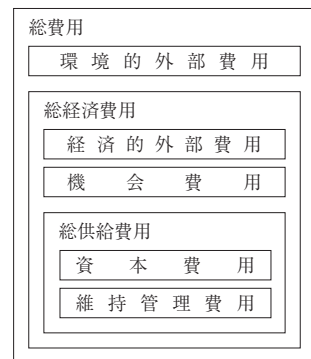
このような組織を効率的に運営しつつ、しかも建設コストも含んだ全コストと適正な利潤を保証しうる価格が設定できる制度設計が求められている。BOOT方式（建設、運営、所有、移転の一連の方式）によって単一の民間企業に水供給を委託する、あるいは複数の民間企業の参入によって競争を促進して供給主体内のX非効率を回避し、フルコスト保証原理による水の価格付けの導入環境を整えることが、民営化に期待される効果である。³⁹⁾

次の段階では、民営化によってフルコスト保証原理が導入される。これまでの安価に大量にという政策のもとでは、³⁸⁾ 図2の維持管理費用のみを回収する形であった。これを総経済費用まで回収しようとしているのである。その効果として一般に期待されるのは、消費者が水の価値を認識することによる利用量のコントロールである。例えば、日本では独自に地下水を汲み上げられないことで取水費用が上がった工業用水は、現在回収率が80%近くになっている。⁴⁰⁾ ここでは既に、生産費用としての水価格によって量的にコントロールされた状態であって、これ以上の取水量削減は望みにくい。⁴¹⁾

生活用水の場合は価格弾力性が小さいことから、価格付けによって水資源利用量をコントロールすることは容易ではない。あまりに大きな値上げも政策上許されない。

農業用水については、これまで多くの国において食糧確保のための低価格政策によって料金が低く押さえられてきており、ここでは価格付けによる量的コントロールが見込める。⁴²⁾ 世界の水使用の概ね70%を占める農業用水量が減少すれば、他部門への転用も可能であるし、自然の水循環流量維持に充てれば、流域の生態学的な自浄作用を回復するという効果もある。なにより節約によって生まれる水量と浄化能力には、特別な施設・設備が必要ではない。⁴³⁾ 農業用水において、フルコスト・プライシングがこのような過程を辿るなら、価格による量的なコントロールが持続可能性の枠内に収まる可能性が高い。

図2 水価格の設定方式



(Global Water Partnership, Technical Advisory Committee, Background Papers NO 4, "Integrated Water Resource Management" p 20を基に作成)

これらの価格は、あくまでも生産費用の回収と正常な利潤の収受であって、特に市場原理を用いるような局面ではないと考えられる。伝統的コモンズであれば水利用の対価を労務や資材で支払っていた部分を、現代のコモンズでも適正な対価として支払うべきで、その額を生産費用に見合った貨幣で支払うという形である。さらに環境的外部費用については貨幣価値の算定が困難であり、先に述べたようにピグー税のような環境税による外部性の内部化は困難であることからこれも含まない。フルコスト・プライシングの結果主に得られるのは、水供給組織・施設の経営の安定や、利用者の水の価値の正しい認識であろう。

次に、図1の④の社会的側面のアプローチが目指すのは共有資源（コモンプール・リソース）を管理・運営する方法・制度として知られる伝統的コモンズを、現代的に修正して水資源管理に適用することである。このためには特に、当事者によるルール修正（表2項目3）ができること、そして利用者自身が制度を案出する権利を侵されない⁴⁴こと（表2項目7）が保証されなければならない。これまでの地方議会の意思決定を行政が管理運営する方式に代わって、統合型水資源管理では水の利用者である一般消費者、農工業経営者、行政関係者、その他の利害関係者が、水資源管理にかかわる政策形成および意思決定といった水供給システムのガバナンスに参画することとなる。被害者であり、加害者でもある流域の構成集団に、管理者としての役割も期待されるのである。また民営化されたとしても民間水供給企業のみ管理を委ねることはコモンズの管理にそぐわないため、企業も流域管理組織の構成メンバーとして行動することが求められる。

全てのアプローチを通して重要になってくるのは、流域管理組織の役割である。新制度では管理範囲が広域化し、構成員独自では得ることが困難な河川および流域の環境状態などの情報や問題点を共有するために、流域管理行政組織が流域環境に関する情報を提供し、管理計画を立案しルールの違反者を制裁するといった公平な役割が期待されているのである。これらは表2の項目4“モニタリング”項目5の累進的制裁過程、項目6の紛争解決手段などにあたる役割である。こうした利害関係者の参画による協議会は、自分たち所属する流域の水の価値に対する正しい認識、流域行政組織による情報を基に水資源管理を「社会学習（Social Learning）」にまで高度化していく場となり、構成員全員が水資源の価値の高まりを認識し、当該流域に適した管理方法を自ら選択し、共有資源を管理していくことになるのである。

結 論

本稿では、水資源危機の様相と構造を明らかにし、それに対する統合型水資源管理が持つ有効性を検証してきた。統合型水資源管理は、競争性の高まりによって水の価値が高まっていること、水利用者全員が環境負荷による外部性の加害者であること、それらの影響範囲と関係構成員を確定して広く知らしめる。水供給の民営化によって供給組織の効率を上げることで組織自体を持続的にし、価値に見合った水価格を回収する体制を置く。適正な

水の価格付けは一般利用者の水利用における意識を向上させる。

統合型水資源管理は、これら全ての局面において利害関係者が参画することで、共有資源を維持活用する現代的なコモンズとして持続させていこうとするものである。結論として、統合型水資源管理は、水の価値を正しく認識しつつ、人工的水循環システムを持続性のある現代的コモンズシステムに改善していく有効な方法であるといえよう。

注

- 1) IWRM に関しては、Carlo Giupponi, Anthony J. Jakeman, Derek Karssenber and Matt P. Hare (編著)、(2006) “*Sustainable Management of Water Resources — An Integrated Approach —*”, Edward Elgar, において総合的に論じられている。
- 2) 上記の Carlo Giupponi, Anthony J. Jakeman, Derek Karssenber and Matt P. Hare (編著)、前掲書 p. 6、を参照。
- 3) 上記前掲書、第7章、8章、p. 153-231を参照。
- 4) 一般に「森林が水源を涵養する」といわれる。しかし森林は光合成によって蒸発散量を増加させる消費者であって流出量を減少させることが確認されている。長い年月にわたって土壌の間隙分布特性を改善し、流量調節効果を増加させるとともに、森林の高齢化によって蒸発散量が低減して中間流を保持し、流出量を時間的に平準化するのが実際の機能である。(『水文大循環と地域水代謝』、p. 58)。
- 5) 世界水ビジョン川と水委員会 (2001) 『世界水ビジョン』、p. 74。
- 6) 環境省環境統計より算出 <http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/index.html> (7月22日最終確認)。
- 7) Griffin は、水は価格の低さに対して重く、運搬手段の選択が特徴的になることを指摘している。Ronald C. (Griffin (2006) “*Water Resource Economics*” p. 6)。
- 8) 旗手勲、他 (1984) 『水利の社会構造』「自然としての土地から消費としての土地へ」、p. 267。
- 9) 丹保憲仁 (2003) 『水文大循環と地域水代謝』、p. 13。
- 10) サンドラ・ポステル (2000) 『水不足が世界を脅かす』家の光協会、p. 71。
- 11) 国際協力銀行開発金融研究所 (2004) 「中国北部水資源問題の実情と課題」JBICI Research paper No. 28。
- 12) V類は、農地への水撒き等に使えるという水質とされており、河川としての自然な機能はほとんど失われているといえよう。(揚鳳林、他 (2005) 『日本水処理生物学会誌』第41巻、第1号、pp. 41-50 「中国北部都市域における水環境問題とその対策」)。
- 13) 野田浩二 (2006) 『国際交流研究』vol. 8、p. 190、「イギリスの水資源利用制度改革と環境政策上の含意」フェリス女学院大学。
- 14) 河岸権とは、水は土地の付属物であるという考え方にに基づき、河川に隣接した土地所有者に水を利用する権利を与えるというものである。これに対して1987年に制定された流水権制度のもとでは、河川生態系保全やレクリエーションなどに代表される流水利用を保護するために、流水権という新しい権利がつけられた。(野田浩二 (2004)。「環境政策と権利構造、—米国オレゴン州流水権制度の意義と限界—」(Discussion Paper Series No. 2004-1、Graduate School of

Economics Hitotsubashi University))。

- 15) 通常の流量が確保されている場合であれば、河川に流入した有機物は流水による希釈・拡散・沈殿などの作用を受ける。同時に有機物を栄養源とする好気性微生物が、水中の溶存酸素を消費しながら有機物を水や炭酸ガスなどの無機質に変える。河川的能力を超えた有機物が流入すると、水中の溶存酸素が不足し、酸素を必要としない嫌気性微生物の働きで有機物は腐敗し河川は汚れるのである。河川水量の増加は酸化還元による自浄作用を増強し、流量の減少は汚濁を澱ませない力を不足させる。
- 16) 環境的・親水的な流量の維持に関して1992年当時の建設省が示した「正常流量検討の手引き(案)」では、全国の河川の実態調査から概略の維持流量を流域100km²あたり0.69m³/秒と割り出している。あるいは10カ年平均渇水流量程度が目安とされている。これは河川としての最低限度を保証する程度の流量にすぎない。この点は指摘を受けて見直され、現在の国土交通省は正常流量が維持されたところに、上乘せとして環境用水の配分を検討すべきであるという理解に変わっている。そして、既に限界まで分配されている河川の水利権のうち、どの部分から環境用水を確保するのかという点が問題となっている。
- 17) 日本の下水道の処理人口普及率は全国平均68.1%（国土交通省下水道部統計平成16年度末）、OECD諸国でも、50%を越える国は半数程度である。
- 18) 藪田雅弘（2004）『コモンプールの公共政策』新評論、p. 8。
- 19) 井上真（2001）『コモンの社会学』新曜社、p. 14。
- 20) 人工的水供給システムは二重の自然独占として特徴づけることができる。まず水の配送ネットワークには規模の経済性があり、その費用関数が厳密に劣加法的であり、非負の利潤を得ることができるとされている。第二に水管理の技術体系も自然独占として特徴づけることができるとされている。このため多くの地方自治体は、水供給部門に対する独禁法の適用を除外して、参入・退出を規制し公営企業が独占体として存在することを許容してきた。
- 21) 例えば島根県立大学の所在地である浜田市平成14年度決算では、給水原価 167.60円に対して供給単価 147.92円であり、供給単価－給水原価＝19.68円の不足となっている。
- 22) Bromly（1989）“*Property Relations and Economic Development : The Other Land Reform*” p. 872、表1、資源保有に関する4つのレジーム。
- 23) モード・バーロウ（2003）『水戦争の世紀』集英社、全編において状況が説明されている。
- 24) 阿藤誠（1998）『発展の制約—中国・インドを中心に—』「第4章 世界人口の制約条件としての水資源」財団常任アジア人口・開発協会。
- 25) IPCC、第3次および第4次評価報告書。
- 26) 国土交通省『日本の水資源 平成19年度版』。
- 27) 例えば農林水産省による『地球温暖化と農業農村整備事業』「今後の水資源賦存量の変動予測」。
- 28) 森和紀（2007）「地球温暖化から見た水文環境の変化」地学雑誌116（1）52-61、2007、p. 59。
- 29) World Commission on Environment and Development (WCED) (1987), “*Our Common Future*”, Oxford University Press.
- 30) United Nations (UN) (2000) “*United Nations Millennium Declaration*” Resolution adopted by the Central Assembly on 18 September 2000 (A/Res/55/2)”。
- 31) 世界水フォーラムに関する情報は下記の文献に依存している。（辻本政雄「先進国水道事業の

- 規制改革」—持続可能な水利用の実現にむけて—」、『外務省調査月報』（2004/No.3））。
- 32) この「水枠組指令（WFD）」は the Official Journal of the European Communities（2000年12月22日号）に掲載された。
- 33) EU Commission Staff Working Document（2007）“*Toward Sustainable Water Management in the European Union*”。
- 34) 経済的手段については環境省が独自に「水質保全分野における経済的手法の活用に関する検討会」（2004）において報告書を提出している。
- 35) 自然の水循環システムは、各河川の流域単位で作られていることから、森林や河川の適正管理を含む総合的な水管理が必要であることが指摘されている。（高田しのぶ・茂野隆一「水道事業における規模の経済性と密度の経済性」、『公益事業研究』、第50巻、第1号、pp.37-44）。
- 36) 現在日本の水道事業を運営する多くの市町村では、平成の合併を機に供給規模の見直しを検討課題としている。同じ流域内にあり重複している水供給施設や管理体制・職員などの状態を改善しようとする試みである。規模適正化の試みについて、高田は有収水量5000 m^3 未満の事業は規模の拡大によって著しく総費用の減少が期待できるとしている。例えば、鳥根県立大学のある合併前の旧浜田市にあたる地域では、人口約4万5千人で、その有収水量は5,841千 m^3 である。（高田しのぶ・茂野隆一（2001）「水道事業における規模の経済性と密度の経済性」『公益事業研究』第50巻、第1号、p.43）。
- 37) 桑原は水供給事業の規模に関して「給水及び排水の機能段階において低減効果が見られたことにより、広域化によるメリットを充分引き出すような組織を構築する必要がある」としている。（桑原秀史「水道事業の産業組織—規模の経済性と効率性の計測」（『公益事業研究』、第50巻、第1号、p.53））。
- 38) 高田は、県庁所在地における家庭用水のシャドウプライスを、1993年の101円から1997年の142円まで需要関数から推定している。鳥根県立大学の所在地である浜田市の平成14年の水道料金は約147円/ m^3 であり、推計とほぼ近い数値である。（高田しのぶ（2002）「水のシャドウプライスと農業用水の再配分」、（『筑大農林社会経済研』19、p.12））。
- 39) 日本においても平成14年の水道法改正で。水道事業の民間委託が認められ水供給サービス企業が誕生している。例えば、広島県の三次市において、業務全般の委託を受けた民間企業は、監視装置の自動化などによって費用を年間50%低下させている。（「水道事業における民間的経営手法の導入に関する調査研究報告書」）。
- 40) 国土交通省『水資源白書、平成19年度版』。
- 41) 近年は需要も伸びず新規事業の必要はないとされており、既存施設の余剰水量を雑用水などとして他部門へと転用し始めている。（「今後の工業用水道事業のあり方に関する研究会 報告書」（2004））。
- 42) 世界的に生活用水は農業用水のおよそ100倍の価格であるとされる。（農政ジャーナリストの会（2003）『日本農業の動き NO.146 “水” 問題の現在』沖大幹「ヴァーチャル・ウォーターについて」pp.61）日本の推計では、では、1997年の家庭用水の潜在価格が142.15円/ m^3 、農業用水の潜在価格が17.55円/ m^3 で、8倍の差がある（高田しのぶ（2002）「水のシャドウプライスと農業用水の再配分」、（『筑大農林社会経済研』19））。
- 43) この水量について参考として試算してみると、家庭用水の価格弾力性について浦上では日本の

平均値は-0.23程度、吉永の灌漑用水の価格弾力性については、0から-16。高田では農業・家庭とも-0.2となっている。これらから言えることは“価格が上昇すれば需要量が増えることはない”という点である。仮に価格弾力性を-0.2とし、日本の2.3倍とされているドイツの水道料金を参考にして、もし料金増が50%だとすると単純計算で10%の需要量減少になる。日本で年間約282億 m^3 の都市用水に対して約28億 m^3 、農業用水使用量約552億 m^3 に対しては約55億 m^3 である。これらの合計約80億 m^3 は日本のダム貯水量合計約300億 m^3 の4割程度にもなる。（浦上拓也（2000）「日本の家庭用水需要関数の推定」（『公益事業研究』、52巻2号、p.98）（吉永健治、（2003）「水価格決定のメカニズムと先進国における灌漑の水価格の実態」（『農業総合研究』、第54巻、第4号、p.88）（高田しのぶ（2002）「水のシャドウプライスと農業用水の再配分」、（『筑大農林社会経済研』19、p.8）（内閣府資料（2006、12月）「公共料金等の現状について」）。

- 44) このアプローチは、情報へのアクセス政策過程への参加、司法へのアクセスを3つの柱とし、それを各国内で制度化し保証することで環境分野における市民参加の促進を目的とする UNECE 第4回環境閣僚会議におけるオース条約（2001）に基づく。

参考文献

- Asit K. Biswas, Olcay Unber, Cecilia Tortajada（2004）“*Water as a Focus for Regional Development*” Oxford University Press
- Carlo Giupponi（2005）“*Sustainable Management of Water Resource*” Edward Elgar Publishing
- Daniel W. Bromly（1999）“*Sustaining Development*” Edward Elgar Publishing
- EU Commission Staff Working Document（2007）“*Toward Sustainable Water Management in the European Union*”
- Global Water Partnership, Technical Advisory Committee,（2000）“*Integrated Water Resource Management*” Background Papers NO. 4
- K. W. Kapp, 訳、柴田徳衛、鈴木正俊、（1975）“*Environmental disruption and social costs*” 岩波書店
- Ostrom, E.R.（1990）“*Governing the Commons : The Evaluation of Institutions for Collective Action*” Cambridge University Press
- Peter Rogers et al（2002）“*Water is an economic goods : How to use prices to promote equity, and sustainability*” Water Policy 4（2002）, 1-17
- Robert N. Stavins（2000）“*Economics of the Environment*” Ronald Course, *The Problem of the Social Cost*, W.W.Norton
- Ronald C. Griffin（2006）“*Water Resource Economics*” MIT Press
- Stephen Merrett（1997）“*Introduction to the economics of the water resources*” UCL Press
- World Commission on Environment and Development（WCED）（1987）、“*Our Common Future*” Oxford University Press
- ICWE・UNCED 資料研究会編（1992）『21世紀の水と環境』大成出版社
- 池淵周一（2001）『水資源工学』森北出版
- 浦上拓也（2000）『公益事業研究』、52巻2号「日本の家庭用水需要関数の推定」、pp.97-102
- OECD 編（2004）『世界の水質管理と環境保全』明石書店
- 奥野正寛、鈴木興太郎（1998）『ミクロ経済学』岩波書店

- 河川における魚類生態研究会（1999）『正常流量検討における魚類から見た必要流量について』
公益事業学界、編（2005）『日本の公益事業』白桃書房
- Sandra Postel（2000）『水不足が世界を脅かす』家の光協会
- 世界水ビジョン川と水委員会（2001）『世界水ビジョン』山海堂
- 高田しのぶ（2002）『筑大農林社会経済研』19「水のシャドウプライスと農業用水の再配分」、
pp. 1-29
- 玉井信行、他（1993）『河川生態環境工学』東京大学出版会
- 丹保憲仁（2003）『水文大循環と地域水代謝』技法堂出版
- 中央環境審議会（2005）『第6次水質総量規制の在り方について（答申）』
- 辻本政雄（2003）「先進国水道事業の規制改革—持続可能な水利用の実現に向けて—」『外務省調査
月報』NO. 3、pp. 97-102
- 内閣府資料（2006）『公共料金等の現状について』
- 社団法人 日本水道協会（2004）「市町村合併に伴う水道事業統合の手引き」
- 中西準子（1994）『水の環境戦略』岩波書店
- 西嶋秀幸、富岡誠司（2004）『平成14年度ダム水源地環境技術研究所 所報』「EUとイギリスにお
ける流域管理政策調査」、pp. 111-114
- 野田浩二、寺西俊一『一橋大学ディスカッション・ペーパー2004-1』「環境政策と権利構造—米国
オレゴン州流水権制度の意義と限界」、pp. 1-20
- 野口悠紀雄（1982）『公共経済学』日本評論社
- 野田浩二（2006）『国際交流研究 vol. 8』「イギリスの水資源利用制度改革と環境政策上の含意」フェ
リス女学院大学、pp. 187-205
- 旗手勲、他（1984）『水利の社会構造』東京大学出版会
- 諸富徹（2000）『環境財の理論と実際』有斐閣
- 森和紀（2007）「地球温暖化から見た水文環境の変化」地学雑誌116（1）、2007、pp. 52-61
- 農政ジャーナリストの会（2003）『日本農業の動き NO. 146 “水”問題の現在』山岡和純「世界最
大のユーザー農業用水の意識革命」、pp. 73-91
- 藪田雅弘（2004）『コモンプールの公共政策』新評論
- 吉永健治（2001）『農業総合研究 第54巻 第4号 “水”問題の現在』「水価格決定のメカニズム
と先進国における灌漑の水価格の実態」、pp. 79-132、農業総合研究所

キーワード 人工的水循環システム コモンプール財 外部不経済 枯渇可能性

(TERADA Tetsushi)