

## 4. 環境用水の価値

### 4-1 自然環境の価値とその評価方法

#### (1) 自然環境の価値の分類

環境用水の価値を考える基礎として、自然環境の価値について考察する。環境経済学の分野で蓄積されている議論を踏まえた上で、環境用水の評価というテーマに適した自然環境の価値のとらえかたとその分類を提案する。

単に「価値」といった場合、その意味するところは広い。倫理学の書物では「財に付帯する何らかの「良さ」という性質」と一応定義されているが、これだけでは曖昧である。また、財と価値との関係など「価値概念をめぐるは一義的な規定が成り立っていないというのが実情である」という（星野ほか編 1997）。ここでは、自然環境は人間と関わり合ってはじめて価値をもつと考え、自然環境と人間の関係の仕方から価値を分類していく。人間との関わりを前提とするのは、環境用水の確保が放流の義務付けや取水制限など公共政策として実施されるからである。このことについては後に論ずる。

自然環境が人間の幸福度を変化させるには、三つの経路がある。一つめは、人間の身体機能に作用する経路である。森林浴が健康を増進させたり、自動車の排気ガスが肺や気管をいためるような現象を指す。二つめは、人間の心情に作用する経路である。動物へ同情をおぼえたり、象徴的な自然風景が心の支えになったりする現象を指す。三つめは金銭的得失を通して作用する経路である。林業や農業など、自然資源を利用して経済活動を行うのがこれである。この三つの経路に応じた価値を、それぞれ「健康価値」「心情価値」「経済価値」と呼ぼう。三つの経路は我々には異なった階層で意識されている。「健康価値」は生き物として基本的な物理現象に対応し、高度な社会生活を営んでいるときに意識にのぼることは少ない。「心情価値」は少数の高等生物しか持っていない心理現象に対応し、我々が「人として」生きる時に意識される。「経済価値」は複雑な社会経済システムを作り上げた人類にしか存在しない価値であり、社会環境の中で「消費者」なり「労働者」なりという役割を演ずる時に意識される。

政治や経済活動の舞台では、長らくこれら三つの価値すべてが人間活動の場の外部にあるものとして無視されてきた。人間活動が小規模にとどまっている限り自然環境は無限に存在するとみなしてよく、その価値に遠慮して自らの行動に制限をかける必要がなかったからである。経済学でいえば、希少性がないのだから自由財として扱ってよい、ということになる。人間の活動規模が大きくなるにしたがって最も早く意識されるようになったのは「経済価値」である。なぜならそれは経済活動と同じ階層で意識される価値だからである。農地開発がすすんで川の水が不足するようになると、もはや水資源は無限ではない。木材を大規模に伐採して再生が間に合わないようになると、もはや森林資源は無限ではな

い。無限でなくなった自然資源には希少性が生じ、(経済)価値が生まれる。有限な資源をうまく使っていくために、取水ルールを取り決めたり伐採制限をかけたりして、短期的な利害と長期的な利害を調整するようになる。資源が絶対的に不足する場合には紛争や戦争も生じた。

経済価値の次に社会に顕在化したのは「健康価値」であった。日本の公害問題はその典型である。公害裁判を通して、健康価値は経済価値に勝るとも劣らない存在であることが世に認められた。それまでの社会では健康価値は経済価値より一段低いところに位置付けられていて、健康価値を守るために経済価値を犠牲にすることなど考えられなかった。足尾銅山の鉍毒事件は河川環境汚染の問題ではあるが、そこで争点となったのはあくまで上流(および国益)の経済価値と下流農村の経済価値の対立である。人間の健康を守るために経済活動を制限するという考え方は、1967年の公害対策基本法および1970年の水質汚濁防止法でようやく明確にされた。それまでは、いかに都市河川が汚染され悪臭ただよう川になっても、健康価値が経済価値を制限する理由にはならなかったのである。公害対策基本法に当初経済調和条項が含まれていたことは、この時代の経済価値優先の考え方を反映している。

最後に残った「心情価値」はいまだ半分眠っている。価値の存在はともかく、その根拠や評価については諸説混交しており、普遍的な立脚点が広く受容されるには至っていない。歴史的建造物や絶滅危惧種の扱いはこの価値の認識と深く関係する。尾瀬にダムをつくるといったらほとんどの日本人が反対するだろう。白神山地は立ち入りが禁止された(これには賛否両論がある、鬼頭 1996)。尾瀬や白神山地は、そこから経済価値も健康価値も得られなくとも心情価値が得られると人々が認識しているからである。奄美のウサギを原告にたてた裁判があった。トキの保存には毎年1億円以上の費用がかかっている。これらの種には経済価値があるわけではないし健康価値を期待できるわけでもないが、それでも彼らを守ろうとする動きがあることが心情価値の存在を暗示している。日光太郎杉をめぐる裁判では、道路建設という経済価値よりも一本の杉のもつ心情価値が上回ると判定された。これらの事例にみるように心情価値はしばしばたいへん大きな額となるとみられるが、その評価方法にはこれといったものがなく、個別に対応することを余儀なくされている。また、現在のところ心情価値が社会問題になるのはそれが経済価値とぶつかった場合のみである。経済価値とぶつからないものについては、心情価値が事実上ゼロとみなされている。くじけそうになった若者が山に登って美しい風景を見たことで勇気づけられ現実に再び立ち向かう、とか、長らく楽しみにしていたようやく見に行った風景が俗悪化していてがっかりする、などといったケースでは、明らかに人の幸福度は上下しているにもかかわらず価値として計上されることはない。

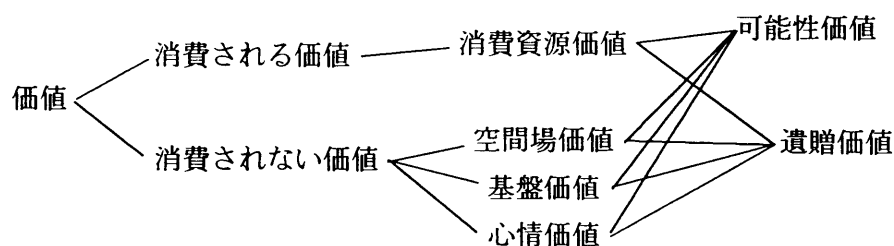


図4-1 自然環境の価値分類

この三つの価値分類は自然環境の価値を考える上で基本的な要素になるが、評価にはこのままでは不便である。もう一步すすんで利用形態から分類すると、自然環境の価値は図4-1のように6つに分類することができる。

消費資源価値とは、森林から木材をきり出したり、河川水を飲用に使ったりというふうに一部を取り出して消費する形態の価値である。この形態では、使った分だけ自然環境は減少する（その後、自然環境自身の力により再生するものもある）。空間場価値とは、風景を觀賞したり森林浴をしたり水辺でレクリエーションしたりというように、対象物の量を減らすことなく利用する形態の価値である。場の利用といってもよい。基盤価値とは、直接でなくめぐりめぐって我々人間の役に立っているものである。例えば人間にとって有害な病原菌や害虫は一見人間の役に立たないように見えるが、他の害虫を殺すなどして役に立っているかもしれない。また、道端に生える草や地面をうごめく虫は、直接人間にたいした影響を及ぼさないが生態系を構成する一員には違いなく、彼らが支える生態系が我々人間の生存する基盤になっている。心情価値とは、利用することなく人間の心情に働きかけるものである。動物や植物の中には、人間にとって利用価値もなく生態系の中で占める役割も小さいのに、シンボリック的存在として人々に愛されるものがある。

以上の4つが基本的な価値である。現在だけを考えれば、この4つが全てである。残りの2つは、現在－将来の時間軸を導入したときに発生する価値である。可能性価値とは、将来なんらかの価値が生まれる可能性を指す。現在無価値であるものばかりでない。現在価値をもっているものも将来別な価値をもつかもしれない。定義からして本質的に不確実な価値であり、定量化するのがきわめて困難、むしろ評価時点での定量化を拒否するような価値である。もう一つの遺贈価値は、将来世代にとっての価値である。将来世代にとってこれら5つのどれかの価値をもつ。遺贈すること自体に価値があるのではなく、将来世代に益をもたらすから価値がある。

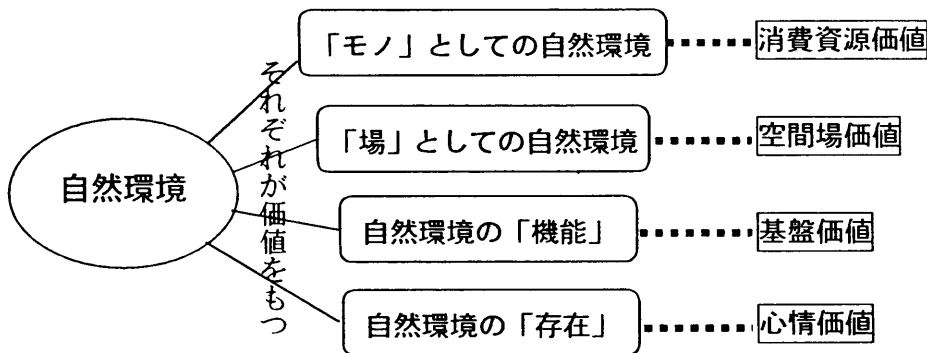


図4-2 自然環境の性質と価値

さきほどの3つの価値分類と図4-1の6つの価値分類は以下のように対応する。まず消費資源価値はほとんどが経済価値に含まれ、一部が健康価値になる。空間場価値は、少しが経済価値でありほとんどが健康価値と心情価値である。基盤価値は、経済価値も健康価値ももつ。心情価値は心情価値そのままである。可能性価値と遺贈価値は、それ以外の価値に転換されるべき価値なので分解できない。

言い方を変えると、自然環境には、モノとしての役割、場としての役割、機能としての役割、存在としての役割がある。消費資源価値は自然環境をモノとして見、空間場価値は自然環境を場として見、基盤価値は自然環境を機能として見、心情価値は自然環境を存在として見る。もちろん実際にはこんなに単純に割り切れるものではなく逸脱や重複する部分もあるが、基本的に自然環境の多面性をそれぞれの面からみて価値を認める方式であるといえる（図4-2）。このように分類し、それぞれの価値を適切に定量評価する方法を考えればよい。

図4-1にあるように消費資源価値は自然を消費するが、その他の価値は消費しない。つまり、消費資源価値はフローから生まれる価値であり、その他はストックから生まれる価値である。この差は環境評価をしていく上で重要である。時間軸上で長期的に考えてみると、環境影響が微小ならば自然の再生力によりストックは一定に保たれ、ストックから生まれる価値を損なうことなくフローとして価値をどんどん取り出せる。しかしストックを減少させるほど大規模にフローを取り出して利用すると、フローとしての価値は大きくともストックから生まれる価値がだんだん小さくなってゆく。自然環境を評価するには、フローとストックを同時に扱う枠組が必要なゆえんである。フローとストックを同時に扱うのは実際には容易ではない。同じ物質であっても、フローとストックでは測る単位からして異なるのが普通である。経済学をはじめとして多くの科学はストックよりもフローの扱いに力を注いできた。「変わりゆくもの」の研究に熱心で、「変わらぬもの」は魅力ある対象ではなかった。環境問題ではストックとしての性質が決定的に重要であり、「変わらぬ

もの」こそが高い価値をもつ。

ここまで述べてきた自然環境の価値分類は、人間に役立つことこそが価値であるという、人間中心主義というべき立場に基づいている。これに対立して、自然そのものに価値があるとみなす立場がある。人間の役に立たず上記6分類のどの価値ももたない自然物があつたとき、それを無価値とせず独自の価値を認める考え方である。「心情価値」の説明のところでふれたウサギの裁判や日光太郎杉事件は、心情価値ではなく自然物自体の固有の価値を主張するものだ、と解釈することもできよう。本論文ではその立場はとらない。それは、(まだ議論に決着がついていない現段階で)自然物自身に固有の価値を認めて論をすすめると公共政策としての環境用水の社会的受容性が減じてしまうと考えるからである。自然環境を守るのは長期的な人類存続のため、とする人間中心主義は環境保護の論拠として明快であり社会に対して十分な説得力をもっていると考えたい。人類より強い生物、人類から進化した生物が登場したときのことを考えると、人類の存続を至上命題とすることは妥当であろう。よって、人間にとって上記6分類に入らない自然物はここでいう価値からは除外しておく。

自然環境の価値は、時代とともに変わる。自然科学の進歩によって、無価値と思われていたところに価値が発見されたり、価値があると思っていたものが無価値だったことがわかったりする。心情価値は人々の嗜好によって変化するし、健康価値は人々の体質が変われば変化する。教育や知識の普及によって価値の認識は大きく変わるだろう。自然環境の価値は曖昧であり、真値が存在しない。自然科学的なアプローチでは心情価値を測定するのが困難であるし、経済学では経済価値以外の価値を人々の効用と関連付けるのが主流だが隠れた基盤価値を正當に扱うことが難しい。自然科学の知識と社会状況の両方によってその時点での自然環境の価値が規定されるわけなので、自然環境を評価する際にはその両方の検討が必要になる。

## (2) 環境経済学の環境評価手法

環境評価には、環境（の変化）を定量的に見積もる部分とそこになんらかの判断を加える部分がある。前者は自然科学で解決できる部分であり、物理学や生態学の担当分野である。後者について積極的にとりくんでいるのは環境経済学である。そこで、環境経済学で提案されている環境評価法を概観してその問題点を抽出し、自然環境を評価するためにそれらをどう修正していくべきか検討する。

環境経済学は応用経済学の中でも新しく、厚生経済学や公共経済学と深い関連をもつ分野である。経済学の一分野であるから他の経済理論と共通の基盤（議論の前提条件、論理の構築）をもっていて、それが強みでもあり弱みでもある。まず第一に、それは資源制約（もしくは所得制約）の下での選択（配分）を論ずる学問である。その選択基準となるのは厚生である。すなわち、厚生が最大となるような選択（配分）を求めることが目的となる。そして、個人の厚生を基礎として社会全体の厚生を最大にする（もしくは向上させる）政策を有効と判断する。ただし、社会的厚生を増大させる社会的合理性と個人の厚生を増大させる個人的合理性は合致しないことがある。個人の厚生はそれぞれの厚生関数で表せるが、個人間の厚生は原則として直接比較できない（序数的効用）。社会的厚生は、個人の厚生とは別個の関数である社会的厚生関数で表される。社会的厚生関数は価値観や立場に依存する規範的（normative）な性質をもち、その正誤を論じるのは難しい。社会的厚生関数がひとたび定まれば、その値を最大にするような資源（もしくは所得）配分は数学的に求まる。配分の効率性はパレート最適の概念を用いて表現できる。

この理論体系の中には三つの課題が含まれている。課題Ⅰ：個人の厚生変化をどう求めるか、課題Ⅱ：個人の厚生変化から社会全体の厚生変化をどう求めるか、課題Ⅲ：厚生変化を他の指標（たとえば費用）とどう比較するか、の三つである。

これら三つの困難な課題を回避してしまう方法もある。誰の厚生も変化させないような対策を実施し、その対策にかかる費用を計算する方法である。ある自然環境が失われる代わりに同じものを別な場所につくり、つくるのに伴う費用を元の自然環境の価値とする。これが「代替法」である。直感的には理解しやすい方法であるが、対象を完全に代替できることは現実にはほとんどない。自然環境の機能や存在を代替することはまず不可能であるが、部分的に代替することはできるかもしれない。とくに、経済活動に使う消費資源価値は代替できる可能性が高い。ゆえにこの方法は自然環境の一側面（特定の機能や資源としての価値など）を評価するのに適している。

課題Ⅰを回避せずに解決する手段としては、二つの方法が考案された。一つは顕示選好法で、人々の行動を観察して厚生変化を推定する。もう一つは表明選好法で、人々の意識の中に解決を求める。課題Ⅱに対しては、足し合わせ可能な形で個人の厚生変化を求めておいて、その総和をとる方法が考えられている。足し合わせ可能な尺度として貨幣単位を使えば、課題Ⅲも同時に解決できる。

表明選好法では、厚生変化を貨幣単位に直すという難問を、評価者でなく一般多数の人々

にゆだねてしまう。特定少数の評価者でなく多数の人々の総意として結果が出てくるので、民主主義的な評価法であるともいえる。少なくとも合意形成の手段としては有効で、説得力ある判断材料を提供してくれるであろう。この方法がうまく機能するためには、まず個人が評価対象の価値をきちんと意識していることが前提になる。しかし自然環境の価値をふだんからきちんと意識している人はまれであって、調査の際に情報を与えなくてはならない。ここにバイアス（誤差）の生じる第一の可能性がある。情報の与え方によって結果が左右されることはいくつかの調査で実証されている（たとえば薫 1999）。そのほかにも質問の仕方によってさまざまなバイアスがかかることが知られている。意識されにくい基盤価値はこの方法では評価不可能であるが、心情価値は評価しやすい。

顕示選好法は、人々の行動の中で貨幣で表すことが可能な部分をできる限り多く貨幣に直してその総額を評価値とする。地価や賃金を用いるヘドニック法、旅行費用を用いるトラベルコスト法などがある。表明選好法につきものの調査に伴う多くのバイアスを回避できるところが魅力であり、結果の信頼性もその分だけ高い。ただしこのときも人々が対象物の価値を正しく認識していることが前提になる。また、表明選好法に比べ適用対象は限定される。行動によって自然環境の恩恵を受けられる空間場価値の評価には適していると考えられる。

顕示選好法が表明選好法に比べ優れているのは実際に支出行為が行われた点であり、一方表明選好法が優れているのは仮想的な状況でも評価可能な点である。そこでこれら両方の長所を生かす方法として、模擬取引実験をすることは考えられる。被験者を集めて仮想的な状況におき、取引行動を観察する。心理学でよく行われている行動分析と同じことをするのである。情報関連技術の発達と普及によって仮想的な空間や状況に対する慣れが広まってきていることなどから、仮想的な状況のもとでの取引実験もあながち絵空事とはいえない。ただし、あまりに慣れすぎると別のバイアスがかかってしまう可能性もある。

代替法、顕示選好法、表明選好法と並べると、代替法が最も結果が頑健だが逆に適用範囲は狭い。三つの方法とも多くの適用事例をもつが、いまだ決定版は出ていない。

表明選好法を環境政策の事前評価に使う場合、人々の支払意思が効果（結果）にあるのか政策（機会）にあるのかは明らかにしておくべき重要な問題である。多くの調査では、結果に対する支払意思額を質問している。「この政策によって、〇〇が××%だけ減ります」「△は保全されます」などといったシナリオ提示である。しかし、政策は常に予期通り100%の効果を挙げるとは限らない。とくに自然環境が対象だと、事前に予測できなかった影響が必ず生じるものである。だから、政策の事前段階では「〇〇を××%減らす意図の計画です。」「△の保全を目指します」としか言えないはずである。結果を断定的に提示した場合と不確定であることを知らせた場合では支払意思額が異なってしまう。表明選好法を意思決定の根拠として使い、政策実施後の効果発現が調査時の文章どおりにいかなかったら問題になる。逆に、結果は問わないが機会こそが大切だ、と多くの人々が考える政策もあるだろう。社会政策の公平性について、「結果の均等」から「機会の均等」にシフトし

ていくべきだ、との意見がある。環境に関しても、生息域の基盤だけ人間が整えてあとは自然の競争に任せる、という整備手法が認められつつある。「〇〇川にホタルを生息させます」ではなく、「〇〇川を自然の摂理に任せます。ホタルも生息可能ですが、他種との関係によっては生息しないかもしれません」といった、方針や理念を人々に問う（結果は保証しない）形式も増えるはずである。表明選好法だけでなく顕示選好法にも同様のことがいえる。人々が旅行する場合、目的地から得られる効用という効果に支払意思があるのか、その効用を得る機会（可能性）に支払意思があるのか、地価も同じである。

表明選好法では、支払意思額と受取意思額の乖離が古くから問題にされてきた。岡(1997)は、この乖離は所得効果だけでなく無差別曲線のシフトに起因するものであり、パレート基準の使用、ひいては費用便益分析の適用に重大な疑問を投げかけるものだといっている。無差別曲線がシフトするということは支払意思額が不動のものではないということを示しており、費用便益分析および消費者行動理論の前提と矛盾する。個人の無差別曲線はふつう滑らかな曲線群として描かれるが、それが動いたり折れ曲がったりするということである。これは心理的な要因、現在持っているものに対する執着心、他者の持ち物に対する羨望、未知なるものへの憧れやおそれ、不確定要素への好き嫌いなどが原因であろう。相反する要素が均等にばらつくもの（プラスに考える人とマイナスに考える人が同数いるもの）と偏るものがあり、全てが均等にばらついていれば統計的にみた平均的個人の行動は滑らかな曲線と仮定してよいが偏っていれば矛盾が生じる。支払意思額よりも受取意思額が大きいというのも直感的にはうなずける現象である。例えば、現状に強い権利意識をもって人は、良くなる変化には好意的だが悪くなる変化には必要以上に悪意をもち、その結果理論上同じ変化であっても心理的には異なったものとして認識されてしまうだろう。いずれにせよ岡が書いているように、「必要なことは、手法の基礎に厚生経済学の理論があるならば、手法の適用にあってはその理論に忠実であることであり、手法があるからやみくもに現実に適用してみるという姿勢ではなく、可能性と限界とを見極めながら現実に役立つ手法だけを適用するという姿勢である」(岡 1997, p179)。そして、限界のある手法であれば評価結果には必ずその前提条件を付記しておくことが誠実な態度である。とくに環境政策は広範囲の人々が大きな影響を受ける性質をもつので、数値が一人歩きする事態は避けねばならない。



### (3) 自然環境の適切な評価方法

環境経済学の手法にはそれぞれ問題点があり、自然環境評価に用いるには少しずつ修正しなければならない。まず課題Ⅰ、個人の厚生変化を正しく計測できるかという点からみていきたい。個人は自分の厚生変化をきちんと意識しているのだろうか。無差別曲線がシフトしているという説が本当なら、個人が意識している厚生変化はあてにならないということになる。これは表明選好法に限らず顕示選好法にも共通の難点である。一番困るのは、量に対する反応性が鈍いことである。環境用水を  $1\text{m}^3/\text{s}$  確保するケースと  $2\text{m}^3/\text{s}$  確保するケースで調査結果に差が現れにくい。自然環境の不確定性は厚生変化の差をさらに曖昧にする。個人は、もっている情報をフルに活用して自分の厚生変化を見通し、最善と思われる選択をするというのが消費者行動の理論である。現実には、情報の動きは速くしかも不完全で、自分の厚生変化を見通せないために選択は揺れ動く。不確定性によって自然環境は時間の経過とともに姿を変え、それをみた個人はまた判断を変えざるを得ない。

課題Ⅱはもっと深刻である。個人の厚生変化を基礎にして社会の厚生変化を測ってしまってもよいものだろうか。地味な効果、(1)で述べた「基盤価値」は無視されないだろうか。生態学者や哲学者が経済学に反発する理由の一つがここにあるだろう。また、現在の個人の厚生変化を基礎にして、長期的な性質をもつ環境を測ってよいだろうか。将来の世代については「遺贈価値」という概念があるものの、それでは不十分でないだろうか。

課題Ⅲは、評価が貨幣単位で表せれば何の問題もないが、それが容易でないことはここまで述べたとおりである。評価値が貨幣単位に直せないものだとする、問題はきわめてやっかいになる。費用便益分析は便益という貨幣量を前提としている。岡(1997)は、「費用便益分析における「便益」は、「効用」ではなく、「効用の貨幣表現」でもない。それは、消費者余剰または補償変分そのものであり、初めから貨幣量である。」と指摘している(p81)。そもそも効用の貨幣表現がありうるのかどうか、それは明らかでない。逆に費用を貨幣以外の単位で表すことは不可能である。

これらの課題にどう対処していったらよいだろうか。まず課題Ⅰに対しては、客観的な厚生水準の指標を考える試みがなされている。その一つが「潜在能力アプローチ」である(吉田 1997 など)。これは、個人が多くの選択肢をとる能力を政策目標に使う尺度にしようというものである。しかし課題Ⅱが示すように、そもそも個人の効用を測ることが環境評価には不必要なのかもしれない。

個人の効用を測ることなく社会の効用を測る方法について一つの示唆を与えてくれるのは「持続的発展」の概念である。人類の存続を第一に考えるならば、人間社会の持続性、それも縮小しながらの持続でなく現状維持(ないしは拡大)しながらの持続こそが重要な命題になる。限られた地球という空間の中での人間社会の持続性を考えるには、人類を生物の一つとしてみる視点が欠かせない。そこで、生物システムとはどういうものかを考え、人間社会をそれに準じるものとして活動を支配する法則を見出し、持続性を表す指標を求めようとするのがエコロジー経済学と呼ばれる理論体系である。鷲田は、「生態系と経済を

貫く大構造としての物質循環」に注目し、群集総呼吸を自然の豊かさの指標としてとらえている（鷺田 1994）。環境価値は各要素の呼吸廃熱価値となり（同 p281）、社会経済の剰余はすべて自然に返すべきだという結論が導かれる（同 p195, 282）。ほかに、バイオマス最大化、生物多様性最大化、といった指標もありうる。熱力学の中に人間社会の法則を見出したエントロピー経済学という理論もある。三島は、「単位面積あたりの生産量、呼吸量はその生態系の機能的な側面を示す良い指標になる」とし、「直接には目に見えにくい機能的な側面についての知見こそ、その自然を評価するもっとも大切な数値である」と書いている（三島 1997）。こういった物理的な指標を用いて自然環境を評価する方法は、貨幣換算して評価する方法よりも的確な評価ができよう。しかしどの手法をとろうとも、単一指標で表そうとすると必ず抜け落ちる要素があることに留意しなければならない。

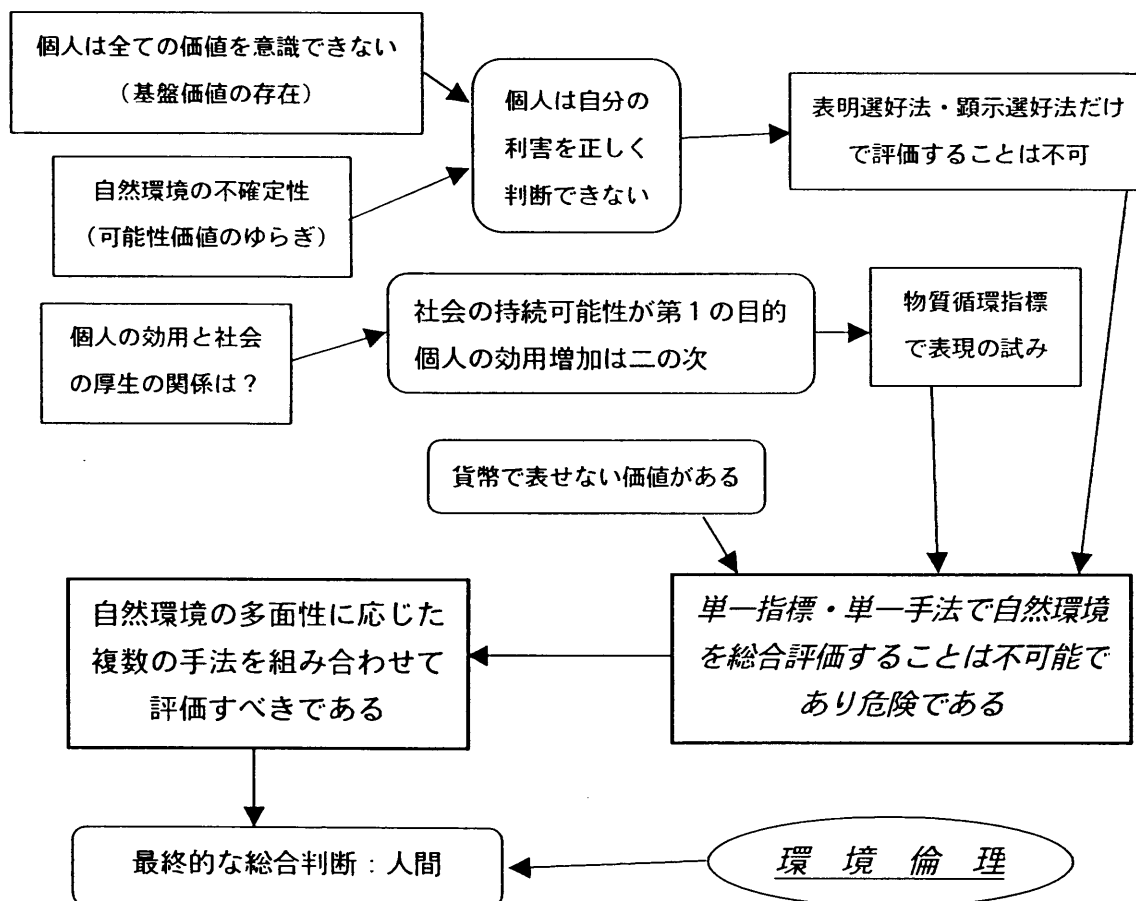


図4-3 自然環境評価法の問題点とその改善

自然環境は本質的に不可知性をもつ。何百年たっていかに科学が進歩しようとも、未知の部分はず残る。だから、自然科学的な意味で「正しい評価」をすることは不可能である。また自然環境へのインパクトは不可逆変化を呼ぶ。ひとたび失ったものは二度と手に入らない。絶滅した種は復活しないし、進化は逆行することがない。だから、社会科学的な意味で「正しい評価」をする必要がある。社会科学的に正しいというのは、時代背景などの社会事情に制限された中で最善の選択をするということである。われわれに必要とされるのは、さしあたって今どういう行動をとるかという意味決定に資する評価である。評価するのは人間なのであるから誤りや矛盾は避けえないことを覚悟の上で、いま行動するにあたって最善の選択をできるよう材料を提供するのが環境評価である。ここに三つの課題を解決する糸口がある。

人間の心の動きは不可思議であって科学による解明を受けつけない。その不可思議な能力の一つに総合判断能力がある。良質な人間が誠実に考えて判断した結果は「健全な常識」と呼ばれる。結局評価するのは人間であり、客観的なただひとつのものさしで対象を測れないのならば、この「健全な常識」を信じるしかないのではなかろうか。物量的にさまざまな指標を計算して材料を提供し、最後は意思決定者の健全な常識による判断に任せる。もちろんそこには妥当な根拠がなくてはならず、将来世代への配慮や公平性等の配慮がなくてはならない。社会的な意思決定には正誤はつけられず、ただ後になって後悔が大きいのか小さいかの違いがあるだけである。鷺田は環境評価において重要なのは「社会の acceptability」(受容可能性、受け入れ可能性)だといっている(鷺田 1999a, p19, 鷺田 1999b, p62)。社会の受容可能性を高めることにより後の後悔を小さくすることができよう。また、岡がミシャンの「倫理に基礎をおく厚生経済学」の基本的枠組の一つとして、「特定の経済的変化が、採用された福祉基準を満たすかどうかという命題に規範的な意味を与えるのは、その基準の使用についての社会の倫理的合意である」(岡 1997, p12)と述べているのも同じことであって、最終的にはそのときの社会(を構成する人々)がどういう考えをもっているかによって環境評価の適否が左右されるのである。

しかし、政策の目的を考えれば、そのときの社会の受容可能性すらも問題ではない。同時代の社会が受け入れない政策であっても人類の存続のためならばやるべきである。逆に社会が要請する政策であっても意思決定者がより大局的な見地から否と判断すればやるべきではない。そこでは意思決定者の倫理が問われる。社会の受容可能性は、意思決定者の倫理を構成する一要素にすぎない。

最近、環境倫理という言葉が盛んに使われるようになっている。環境倫理学の役割と環境経済学の役割は明確に区別される。環境経済は、仕組みをつくる学問である。その仕組みをつくる方針を与えるのが「普遍的な」環境倫理である。また、その仕組みのもとでの各個人の行動を規定するのが各個人の環境倫理である。個人の環境倫理にもとづいた行動を規制するのが仕組み、つまり環境経済である。「普遍的な」環境倫理にのっとって環境経済がつくった仕組みの中で、個人は各自の環境倫理に従って行動する。個人的な環境倫理

は、各個人に自分を厳しく律することを要求する。なぜなら、環境という長期的にみた利害と個人の短期的な利害はたいてい対立するからである。ごみをきちんと捨てることが長期的に利害にかなうとわかっているにもかかわらず、個人は思わず面倒がってポイ捨てしてしまったり、分別せずに捨ててしまったりする。環境倫理はそのようなときに自責の念を呼び起こし、行動を変えさせる。しかし、環境倫理は万能ではない。社会の全ての人間に倫理を行き渡らせることは至難の技であるし、どんなに立派な人間であっても 365 日 24 時間のいつかは自己規制がゆるむものである。環境倫理が働かないときにも環境に対して破壊的な行動をとれないような仕組みをつくっておくのが環境経済の役割である。つい倫理を忘れて個人の短期的な利害に従ってしまったとしても、個人の利害を環境の利害と一致させた仕組みがつくられていれば結果的に環境の利害のために行動したことになる。環境経済の仕組みなしではフリーライダーがはびこって得をする社会になってしまうし、環境倫理なしでは各人が行動を改善する動機を失ってしまい社会コストが高つく。

いま、「普遍的な」環境倫理という言葉を使ったが、環境倫理は個人的なものしかない。「普遍的」とは意思決定者がもつ環境倫理のことである。意思決定者は自分個人の利害だけでなく社会全体を見渡し、そして先を見とおして判断することが求められる。こういった高次の判断を求められるのは、職業者なら誰でも同じであり、いわば職業倫理である。医者にも技術者にも職人にもそれぞれの職業倫理が求められるように、環境政策の意思決定者には普遍的な環境倫理をもつという職業倫理が求められる。

自然環境の価値は、それが未来永劫にわたって価値物を生み出す能力にある。価値物とは人類の存続に寄与するすべてであり、資源として、場として、機能として、存在として、と多様な形で我々人間の役にたってくれる。鷺田のエコロジー経済学では、自然の豊かさこそがこういった価値物を生み出す能力の源泉であり、豊かさは群集呼吸量で表されるとしている。本当に呼吸量が大きいほど自然が豊かだといえるのかどうかはわからないしこのような単一の指標で自然環境を表すのは危険かもしれない。単一の指標を最大化するような自然は単調なものになってしまうおそれがある。生産性をどこまでも追求していくと、地球上に数種類の「生産性の高い」家畜と数種類の「生産性の高い」牧草しかなくなってしまうかもしれない。この姿を「いけない」と判断するのは我々の「健全な常識」である。自然環境の多面性と不可逆性を意識するところから、「自然単位」の考え方も提唱されている（地域開発研究所 2000）。これは No Net Loss を原則として、自然に人為的負荷を与えたら必ずその分だけどこかの自然から人為的負荷を取り除こう、とする考え方である。こうすれば自然環境への負荷は大きくなることはない。ただし、仮想的に負荷を取り除くコストを計算して、それより便益が大きいから事業を行う、という（潜在的パレート改善のような）使い方をしてはならない。人為的負荷の除去は、事業と不可分に実行しなくてはならない。

## (4) まとめ

自然環境には、人間の肉体に作用する価値、心情に訴える価値、経済的な富の源泉となる価値がある。また別の分け方をすれば、消費される資源としての価値、空間場としての価値、我々の生存する自然生態系を支える基盤としての価値、心情を豊かにしてくれる存在としての価値があり、現在価値がなくても将来価値がでる可能性（可能性価値）、将来世代にとっての価値（遺贈価値）がある。これらは人類の生存を最終目標として、それに役立つものが有価値だとする価値判断を前提としている。

環境経済学では、代替法、顕示選好法、表明選好法といった環境評価法が提案されているが、それぞれ一長一短がある。代替法で評価可能なものは問題ないが、顕示選好法や表明選好法は人々の意識に価値判断を依存している点で、妥当性の慎重な検討が必要である。社会がそれを許し、意思決定者もそれを諒とすれば用いてもよいが、各種バイアスに代表される細かい誤差は研究段階にある。

自然環境の多面性、不可逆性、不可知性を前提とすると、環境評価には単一の手法・指標を用いるのではなく複数の手法を適切に組み合わせて用いるべきである。あるべき姿は、自然科学から導かれた物量データをすべて出し、社会情勢を読みとって、意思決定者の「健全な常識」に基づいて総合判断をくだすという方式である。その際、社会の誰に対しても求められれば決定の根拠を明確にし、その責任を負うという職業倫理が必要である。

それぞれの手法の得意分野を生かすには図4-4のような評価方法がよいだろう。消費資源価値は代替法で評価する。空間場価値は顕示選好法、心情価値は表明選好法で測る。この三つは貨幣尺度で評価値が求まる。基盤価値は貨幣化するのが難しく、自然科学的データによる物量評価にとどまらざるをえないだろう。これら4つの現在価値は曲りなりにも数量化できる。残る可能性価値と遺贈価値は評価者による社会情勢の認識に基づいて判断される。それらを総合化して最終決定をくだすのは意思決定者の環境倫理に委ねられる。

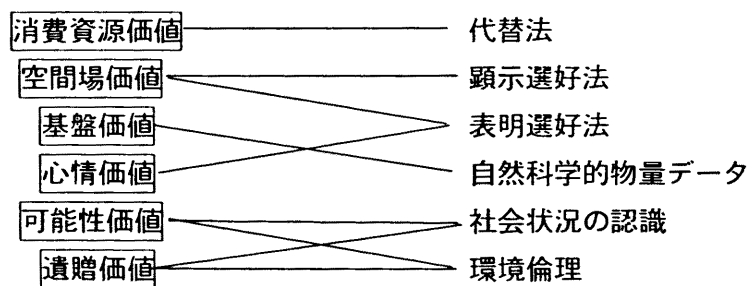


図4-4 自然環境価値と適切な評価法の組み合わせ

## 4-2 環境用水の費用負担

## (1) 受益者負担と原因者負担

公共政策にはコストがかかる。環境用水もその例外ではない。政策コストは必ず誰かが負担しなくてはならないが、費用負担方法は多くの場合最も議論を呼ぶところであって政策の実現性を大きく左右する。コストの負担方法を決めるには公平性の観点が不可欠である。公共政策には効率性と公平性の両方の論拠が求められるが、効率性の観点からみて明らかに有効な政策であっても費用負担が公平性の観点にそぐわなければ実現しない。

環境用水の有無による利害関係者を、河川法施行令および河川砂防技術基準（案）に挙げられている正常流量検討項目に分けて整理したのが表4-1である。最終的な利害でなく、一次的に直接影響を被る主体を示している。

舟運、漁業はそれぞれの事業者が影響を受ける。塩害は河川水および地下水を利用して農業や住民を害するほか、動植物を通して漁業者にダメージを与える。河口閉塞は舟運の妨げとなるし洪水時の危険を増す。河川管理施設（護岸等の木製施設を主に指している）は治水安全度に関わる設備である。地下水位は地下水の利水者に関係する。景観は、観光という意味では観光業者に影響し、より一般的な景観という意味ではそこを目にする人々、とくに付近の住民が影響を受ける。動植物の保護は、何のために保護するのかという目的はさておき、一次的には動植物自身のためといえよう。流水の清潔の保持は悪臭などで被害を受ける沿川住民との関係が深いほか、農業や工業などの利水者もある程度関心をもつ。水利流量（流水の占用）については利水者すべてが関わりをもつ。

表4-1 環境用水の利害関係者

効果項目	一次的利害関係者		
	事業者	住民	その他
舟運	舟運	—	
漁業	漁業	—	
塩害の防止	漁業、農業	住民（利水）	
河口の閉塞の防止	舟運	住民（治水）	
河川管理施設の保護	—	住民（治水、利水）	
地下水位の維持	工業、農業	住民（利水）	
景観（観光）	観光業	住民	訪問者 動植物
動植物の保護	—	—	
流水の清潔の保持	利水者	住民	
水利流量（流水の占用）	利水者	—	

公共政策に求められる効率性とは、同じ目標をできるだけ少ない資源消費で達成することを意味し、パレート基準などの概念を用いた経済学の理論解析が一応正しいものとして広く受け入れられている。しかし公平性に関しては、採用すべき基準についても解析手法についても社会的合意が得られていない。いうならば効率性は横書きの概念（数式群で問題を表現でき、数式展開でただ一つの答えが求まる）、公平性は縦書きの概念（文章でしか問題を表現できず、妥当な答えがたくさんあって正しさを証明できない）であって一つの指標に統合して同時に扱うことはできない。経済学は数学をベースにしているため効率性を追求するにはすぐれた学問体系であるが、公平性のような曖昧に定義された概念を対象にすることができない。公平性は社会の人々の意識や価値観に依存するため社会学や政治学に適当な主題であるが、それらの学問は効率性について経済学のような明快な解答を出すことはできない。そういった事情から、公共政策においては、効率性は経済、公平性は政治や法律、と役割を分担して対処にあたってきた。

これまでの日本の経済政策では効率性が重視され、公平性への配慮は曖昧であった。貧困から脱却して物質的に豊かな社会を築く段階では、少ない資源をどう配分して国を富ませるかが最重要課題だったからである。しかし高度成長を終え安定成長期に入って物質的豊かさがかなり行き渡るにつれ、公平性への社会的関心が高まってきた。とくに環境問題は公平性の側面が本質的に大切である。それは、加害者と被害者が時間的・地理的に離れていて相互の利害を調整しにくく、さらに被害者は社会的弱者であることが多いからである。経済学は社会全体の効率性向上には明快な処方箋を示せるが、被害の偏在に対しては歯切れ良い答えを用意できない。

環境問題を効率性の追求によって克服しようというアプローチもあるにはある。効率性を追求して資源の総消費量を減らしていけば、環境負荷の合計も小さく抑えられることになるだろう。得られた富をさらなる環境保護に使えば全体として環境が守られることになる。しかし、効率性追求の過程で不可避免的に発生する利益や環境影響の偏在に目をつぶることはできない。加害者と被害者を明確に特定し、なんらかの対策をとって公平性を担保することが政府の責務である。

環境事業の費用負担には、3つのパターンがある。公共負担、受益者負担、そして原因者負担である。原因者も受益者も広範囲で特定不能な場合には公共負担が適しているが、環境用水では原因者が特定できるので受益者負担ないし原因者負担が適当である。

受益者負担を適用するには、まず受益者を特定しなくてはならない。しかし環境事業の多くにおいて、受益者は被害者でもある。被害軽減を受益と呼べるのは、被害を受けている状態を権利配分の基準に置いたときに限られる。被害を受けない状態を基準にすれば、被害軽減は受益ではない。誰も河川水を利用していない原初状態を基準にとれば、発電なり農業なりで取水することは権利の侵害になる。環境用水の放流は被害者の被害を軽減するだけであって受益とは呼べない。逆に各種取水が行われている状態を基準にとれば、環境用水の放流は受益を生む。このとき発電者や農業者は利益を逸するため放流政策の被害

者になる。受益者は発電や農業に被害を補償すべきである。つまり、「権利の所在」をどちらに認めるかによって、各利害関係者にとって正反対の結論が導かれる。

環境用水なしの状態を権利の所在の基準にとれば環境用水確保は受益者負担の原則に従うべきであるが、環境用水有りの状態を基準にとるならば原因者負担の原則が適用されるべきである。減水区間解消型の環境用水では減水区間を引き起こしていた者が原因者となる。水力発電であれば発電者、農業用水であれば農業者、都市用水であれば都市住民、工業用水であれば工業者である。ただし、発電にしる農業にしる工業にしる消費者の需要が生産を作り出しているのであるから、真の原因は電力消費者や農作物需要者に帰される。そこで、原因者負担の原則に従った環境用水事業では、政府は発電取水や農業用水に費用負担（環境税など）を課し、その負担額は電力料金や農作物価格に上乗せされて消費者が負担する、という流れになる。

権利の所在については、原初状態を基準として自然環境に全ての権利を認める立場から、現状を基準として人間活動に全ての権利を認める立場まで幅広い認識がありうるが、現実には多くの人の賛同を得て社会的合意として成り立つのは両者の中間どこかであろう。ある程度の取水は人間の権利として認め、その状態で受ける環境被害は受忍限度とし、それ以上は環境への過度の負荷として認めないという考え方である。受忍限度以上の負荷は原因者負担で処理するが、それ以下に負荷を抑える場合には受益者負担で処理するということになる。経済学では、環境負荷の受忍限度を社会的最適負荷量として定める。これは、得られる限界便益とそのときの限界社会的費用が等しくなる水準として求めたものであり、総費用が最小になる水準でもある。そこで、環境税や環境補助金などの経済的手段によって環境用水の量が定まるメカニズムを次に整理する。



## (2) 経済的手段による環境用水量の決定

環境税のしくみは図4-5の通りである。横軸に生産量、縦軸に貨幣額をとり、限界費用曲線と需要曲線をひく。環境税がない場合、私的限界費用と私的限界便益の交わる点まで生産量が増やされる。しかしこのとき社会的限界費用は私的限界費用を上回っており、環境悪化という外部不経済が生じている。そこで私的限界費用曲線を上方にシフトさせるような税金を課し、均衡点を左にずらす。環境税の課し方には二通り考えられる。社会的限界費用を考慮した均衡点での社会的限界費用と私的限界費用との差を常に課していく方法（環境税Aとする）と、外部不経済に等しい税を課していく方法（環境税Bとする）である。もし、生産量と外部不経済が比例するならば両者に差はない。環境用水でいうと減水量とその価値が比例するならば差はない。しかし3-5では単なる比例ではなく  $1/2$  乗に比例することが示唆された。環境税Aで均衡点での社会的限界費用と私的限界費用の差を課税するということは、環境流量ポテンシャル消費量に対して一定率の税をかけるということである。環境税Bで外部不経済に応じた税をかけるということは、 $\langle \text{減少流量の } 1/2 \text{ 乗と減水区間長の積} \rangle$  に比例した税をかけるということになる。前者の場合、図4-5で私的限界費用曲線は平行に上方に移動する。後者の場合は社会的限界費用曲線に似た形になる。どちらにせよ、生産量をきっちり望ましい均衡点に移動させるには外部不経済の見積りが必要になる。しかしこれは困難である。

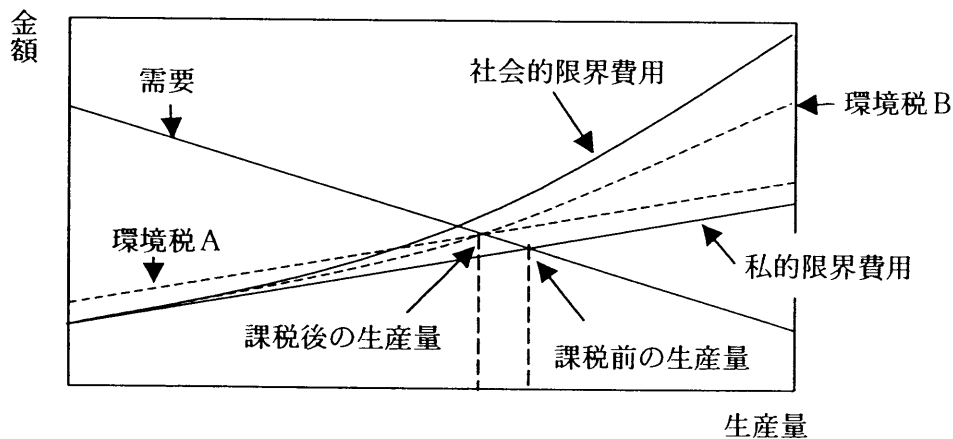


図4-5 環境税のしくみ  
(この図の場合、課税は不十分)

各取水者は、取水量の増減に伴う便益と税額の変化を見比べて、損しないように取水量を定める。図4-6に一取水者（一発電所）の意思決定曲線を示す。上の図は、横軸に取水量、縦軸に税額（取水量に応じた減水影響の大きさ）および利益をとったものである。設備は所与とし、取水量によって固定費用は上下せず、運転費の総額も変わらないとする。取水量を増やすと利益は大きくなるがその伸びは徐々に鈍る。税率一定（環境税A）ならば税額は単純に増えていくから、どこかで税額の伸びが利益の伸びを上回る。限界費用＝限界利益となった点が取水量となる。下の図は限界費用と限界利益を描いたものである。交点がどこに落ちつくかは税率に依存する。環境税Bであれば、直線が下に凸の曲線になる。交点の位置はやはり税率に依存する。

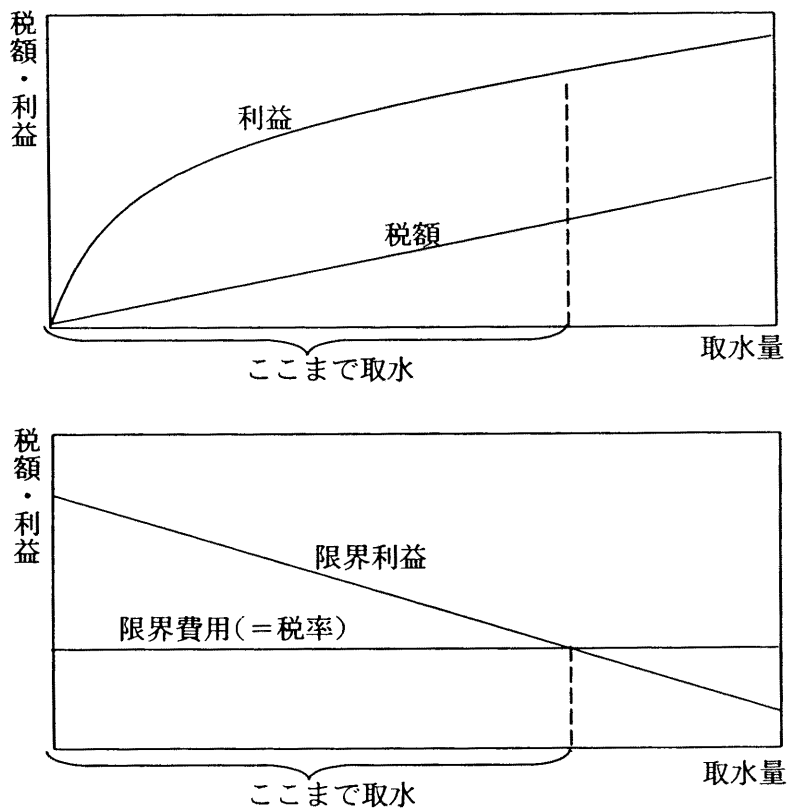


図4-6 取水者の意思決定（限界利益逡減・税率一定の場合）

図4-6では税額が取水量に比例すると仮定した。水力発電で、取水量と発電量が比例するならば下の図における限界利益の線は水平になり、限界費用線と交わらない。税率が限界便益より小さければ環境用水をゼロにしていっぱい発電するし、大きければ発電をやめる。こうなると環境税は成立しない。取水量を増やしていくと設備利用率が落ち水車発電機の効率も変化するなど発電量ときっちり比例するわけではないが、環境用水の基準値が小流量であれば大いに起こりうる。そうすると図4-7のように税率が変化しないと2曲線が交わらない。流量減少に対して環境負荷が非線形的に大きくなっていく場合である（環境税B）。3-5でみたようにこれは決して非現実的な仮定ではない。

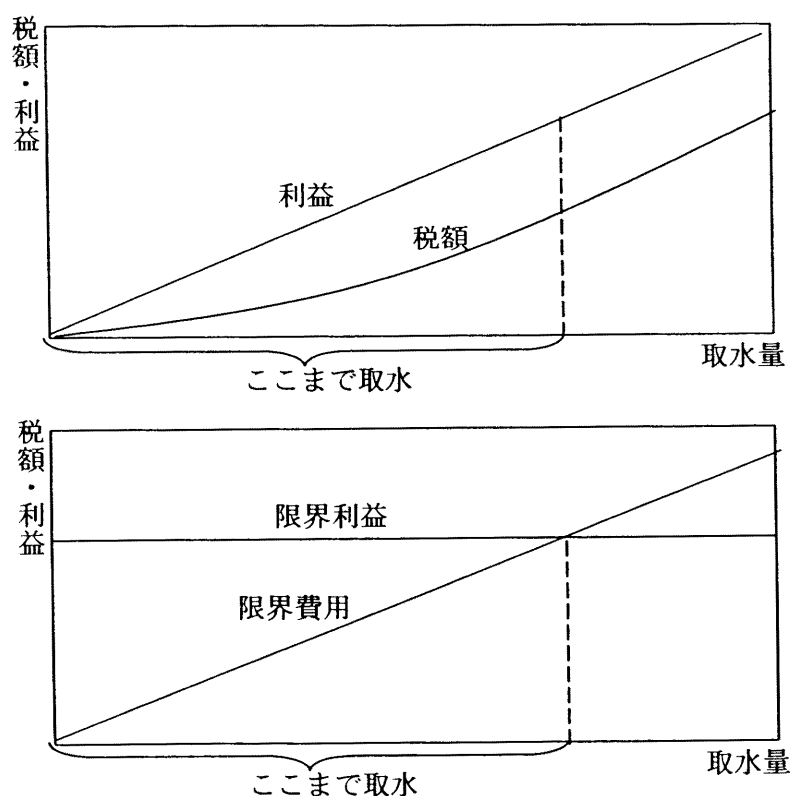


図4-7 取水者の意思決定（限界利益一定・税率逡増の場合）

減水区分間税が課される取水者は、発電にしろ水道にしろ公共料金には原価主義が適用されている。減水区分間税は経費増加として料金に上乗せされる。電力や水の需要の価格弾力性がゼロならば、料金上昇分だけ発電や水道事業者の収入は増加し、結局自らの取り分は変化しない。ミクロ経済学で想定している生産者は利潤最大化を目的として行動するから、利潤の増減に関係しない間接税は行動に影響を与えない。電力需要の価格弾力性はゼロでないにしても、通常の財に比べたら小さい。図4-8でいうと需要曲線の傾きが垂直に近い。減水区分間税によって均衡点が変わると、失われる事業者の余剰はわずかであり、失われる消費者余剰は大きい。つまり消費者が費用の大部分を負担することになる。均衡点の左側へのシフトは、社会全体として節電あるいは節水がなされたということを意味する。節電量が減水区分間軽減のための減電量に等しくなったとき、税率が最適になったといえる。そうでなく、火力発電所で代替発電をしている間は最適状態に達していない。

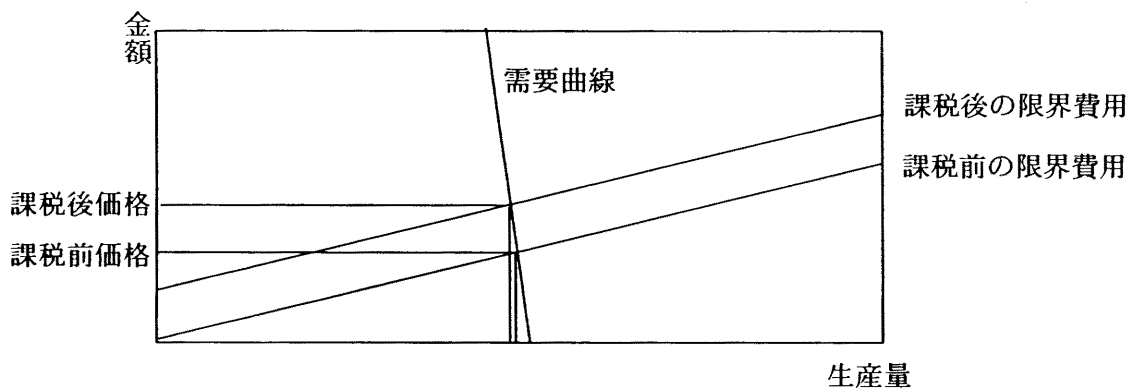


図4-8 環境税の負担者

(課税に伴う均衡点の移動によって失われる消費者余剰は、課税前価格、課税後価格、需要曲線で囲まれる台形の面積である。生産者余剰は、課税前価格と課税前の限界費用で囲まれる三角形から、課税後価格と課税後の限界費用で囲まれる三角形に変化するので、ほとんど失われない。ただし、政府が得る税収は理論的には消費者に還元されるべきである)

補助金政策も環境税と同じ環境改善効果をもたらす。減水区間を解消する放流に対して補助金を与える。放流量と環境改善効果が線形関係にあるなら、状況は図4-9のように表される。今度は横軸を放流量、縦軸を得られる補助金とそのときの逸失利益としている。逸失利益は放流量に比例し、放流の補助金は  $1/2$  乗に比例させる。補助金額が逸失利益より大きいかぎり放流量を増やしていく。このグラフの形は、図4-6を読み替えたものと同じ。

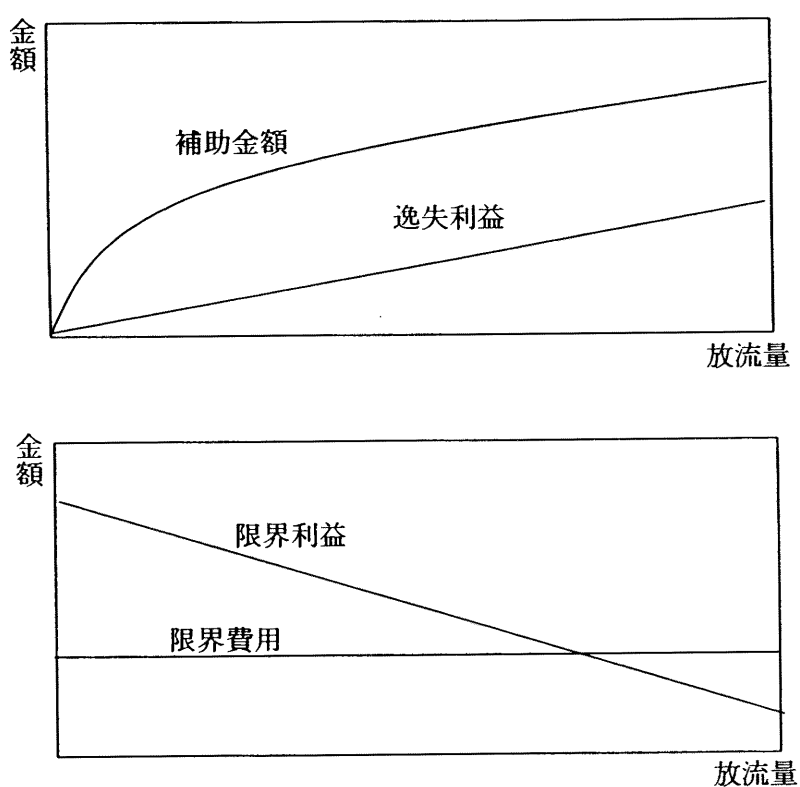


図4-9 環境補助金の場合

補助金には財源がいる。一般の税収でまかなうならば公共負担をしたことになってしまうから、特別に財源を集めることになるだろう。すると、税を納めるのは受益者か原因者である。原因者から集める場合、発電なら電力消費者、都市用水なら水利用者から集めることになるので、環境税と同じことになる。発電者は補助金をどう使うか。原価主義に忠実であれば、補助金の分だけ電力料金を引き下げるだろう。しかしその料金低下は需要量を増やす方向にはたらく。このはたらきと費用負担による所得効果が打ち消し合えば均衡点は動かない。

税や補助金などの経済的手法でなく、直接規制として現行政策のように放流量を定めてしまうとどうなるか。水力発電や都市用水では取水量を減らされることに相当し、水力と火力を両方もつ発電者を念頭におけば発電コストの上昇を意味する。すると、限界費用曲線の水準が変わり、均衡点は移動する。

コースの定理は、権利の所在によらず自由な取引はパレート最適な結果をもたらす、としている。しかし植田（1996）は「情報が完全で取引費用が無視できるというコースの定理の仮定が適用できる状況は、現実にはきわめて少ない」（p25）とし、「公平や公正の観点からは、いかなるルールの下で効率性を追求すべきかが重要であることを、コースの定理は逆説的に示したともいえる」（p27）と書いている。また柴田ら（1988）は、関連する財の需要に所得効果が起こらない場合に限り権利の配分は到達する資源配分パターンに影響しない、と述べている。

環境用水の現実に即して考えると、現状から出発する場合（現存施設を前提とした場合）と新規開発の場合（設備規模を自由に決められる）では異なる解が得られる可能性が大きい。現状の設備規模は環境用水なしを前提にした発電計画に基づいてつくられており、環境用水があれば最適設備規模が違ってくる。また、新たな放流は発電量減少だけでなく放流設備の建設費というコストも要求する可能性がある。権利の配分が及ぼす影響については、5-2のコストアロケーション計算を踏まえて5-3で議論する。

### （３）経済学以外のアプローチ

経済学は受忍限度（社会的最適負荷量）を定める判然とした基準を与えてくれるが、実現には多くの抵抗が予想される。留意すべきは、これまで取水が権利として認められてきたことである。発電者や農業者が取水計画を立てた時点においては河川水に環境用水の権利が認められていなかったため、発電者や農業者の計画はその権利配分を前提として立案されている。今になってその前提条件を崩すことは政府と事業者の信頼関係を揺るがすことになりかねない。経済学は均衡した静学的な枠組を解析する手だては豊富に持っているが、現状の複雑な状況から理想状態へ遷移していく動学的なプロセスの善悪を論じる道具をまだ十分に持っていないため、経済学のみでこれを解決することは不可能である。そこで自然科学、歴史、政治や法律といった他のアプローチを併用しなくてはならない。それらの手段の有効性と可能性を整理する。

自然科学からアプローチするには、河川環境において流量が果たしている役割を解明し、河川環境の持続可能性を損なわない範囲の取水を認めるようにすればよい。3-5でもふれたように、生物にとって流量は二つの役割を果たす。水量によりハビタットを確保する役割と、変動により自然攪乱を引き起こす役割である。水量が生むのは主に場としての価値であり、変動が生むのは主に機能としての価値である。これら二つの価値を評価するには自然科学の知見が必要である。ハビタット量と攪乱頻度が生物相の多様性や持続可能性に与える影響の知見が得られれば、環境用水の価値を判断することができる。長期的な生態系の変化を流量に関係づけた研究はまだ少ないが、数十年オーダーの期間であれば日本各地の減水区間を調べることでより定性的な傾向がわかるかもしれない。高水敷の樹林化、海岸侵食、河原に依存する種の減少傾向などは全国で共通してみられるが、こういった現象からは環境用水が自然科学的にみて不足していることがわかる。

歴史からのアプローチでは、3-2でみたような利水者の歴史（水力発電の使用水量が渇水流量から豊水流量へと増えてきた歴史）とそのときの流況、河川環境、そして社会状況を見比べて、どの時点が望ましくどのあたりから悪くなってきたかを判断する。そして望ましいと思える時点の利水状況を目標とする。時代背景の補正が必要だが、過去の状況はわれわれがすでに経験しているだけに判断材料となる根拠は豊富である。昔の流況データは乏しいが、現在の流況と水使用状況から推算できる。平水量が使用水量に採用されるようになってきた大正後半から昭和初期のあたりでは、年間の半分はほとんどの水を取られる状況になっていたはずである。漁業や流筏木との調整に関する通達がこの時期に出されていることから、減水区間が社会にとって看過できない問題となるのはこのあたりからかと思われる。

政治からのアプローチは、住民運動の実態、政治家の言動、政府通達や行政指導など、人々の意識を反映する動きや政府が妥当と認める基準を手がかりに妥協点を探る方法である。法律や裁判の判例も資料になる。黒部ダムの観光放流は発電者と国立公園（厚生省）の綱引きの結果であり、双方に不満は残ろうが峡谷景観について各方面が納得（妥協）で

きる線を示していると考えられるし、1988 年建設省通達の  $0.1 \sim 0.3 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$  という値は、発電者が納得できる減水区間の社会的費用を表していると考えられる。

表 4-1 に示した環境用水の利害関係者は、産業、住民、動植物の 3 種類に大別できる。産業は自らの利害を主張できるし、費用と便益を比較して最適な行動をとることができる。住民も現在では自分たちの利害を主張して行動することができるようになってきた。河川法でも市民参加が重視されており、住民が産業や政府と同じ土俵の上で交渉して利害を調整することが可能である。そうすると最も弱い立場におかれるのは動植物である。表 4-1 の項目の中で競争すれば、動植物の保護にしろよせがいきやすいだろう。動植物の保護（この言い方は不十分で、河川生態系を全体で考えてその健全性を守らねばならない）も結局は長期的な人類生存のためなのだから、代弁者をたてて交渉に加わるようにしなくてはならない。裁判の原告に自然物を認めるように、利害調整の場で自然生態系の利害を代弁する者に法的根拠を与え、産業や住民と対等にやりあう仕組みをつくることが求められる。河川整備計画や渇水調整協議会のようなシビアに利害が対立する場所にそのような代弁者が参加していないと、いつまでたっても環境用水は後回しにされてしまう。



## 4-3 環境用水の経済価値の推計

## (1) 代替費用法による推計

河川の流水をほぼいっばいに配分しつくしている現行の水利秩序のもとでは、環境用水という新たな水需要を満たすには他の利水量を犠牲にしなければならない。とくに水域生態系にとって重要な渇水時には、流量に余剰量はまず期待できない。環境用水を確保するためには他の利水量を減らすことが不可避である。環境用水と他利水はトレードオフの関係にあり、それぞれの価値を比較して最適な水量配分を見つけ出す必要がある。そこで、環境用水によって他利水量はどのように減ってその経済価値がいくらなのか、水力発電所の減水区間のケースで試算する。

「正常流量検討の手引き（案）」（建設省河川局河川環境対策室 1992）では、水力発電所における正常流量の値にいくつかの基準を示している。長年の流量データがある場合にはそれを基に決めるが、データがない場合には流域面積から推定することになっている。土木研究所が全国の河川で調べた結果では平均的に流域面積 100km<sup>2</sup> あたり 0.69m<sup>3</sup>/s であったが、1988 年の建設省通達に附随して示された値は流域面積 100km<sup>2</sup> あたり 0.1-0.3m<sup>3</sup>/s であった。設定根拠は明確にされていないが現実はこの目安に基づいて各発電所で放流が行われていることから、この値は発電者をはじめとする利害関係者が現時点で（1988 年時点）合意できる環境用水の価値を示しているといえる。この値はいったい環境用水をいくらと評価していることになるのだろうか。

利根川水系の水路式およびダム水路式発電所のすべてで環境用水を放流した場合、発電量がどれくらい減少するか推計する。流域面積 100km<sup>2</sup> あたり 0.1m<sup>3</sup>/s および 0.3m<sup>3</sup>/s を環境用水の基準として採用して年間に必要となる環境用水量の量を求める。使用水量と発電出力は、

$$\text{発電出力} = \text{重力加速度} \times \text{使用水量} \times \text{有効落差} \times \text{水車効率} \times \text{発電機効率}$$

のように関係づけられ、発電量は使用水量にほぼ比例する。実際にいくつかの発電所で使用水量と発電量の関係を月単位でプロットしてみたところ、直線上に並んだ。そこで、有効落差と効率（水車・発電機総合効率）をかけて発電減少量を求めた。水車・発電機総合効率は 85%とした。1986 年の発電水力調査では、概略計画で最大出力の算定に 84%という値を使っている（通商産業省資源エネルギー庁公益事業部 1986）。発電所の最大使用水量と最大出力から推定した総合効率は図 4-10 のように分布しており、平均して 83%である。0.3m<sup>3</sup>/s/100km<sup>2</sup> の放流をすると、発電減少量は表 4-2 のように利根川全体で 5.27 億 kWh になる。支流別にみると、利根川本川が最大で、次が吾妻川、片品川、鬼怒川の順になっている。本川の値のうち約半分は佐久発電所ひとつで占められている。また、片品川が鬼怒川より（発電力は小さいのに）大きくなっているのは、流域面積に対し発電

に使っている水量が小さいことによる。3-3(1)で説明したように、発電にとって流況が悪いのである。元々の流量が小さいのだから環境用水も小さくなるべきであるが、流域面積あたり一律で計算したためこういう結果になった。「利用率減少」とは、最大出力で年間を通して発電したときの発電量に比した比率である。設備利用率の低下分に相当する。赤谷川と渡良瀬川は元々の設備利用率が低い（平均でそれぞれ59.8%、40%）。鬼怒川の減少率が低いのは、鬼怒川発電所や栗山発電所が流域面積の割には大きな出力をもっているためである。「水量減少率」は、最大使用水量に設備利用率をかけて求めた年間使用水量の推定値に対する減少割合を示す。

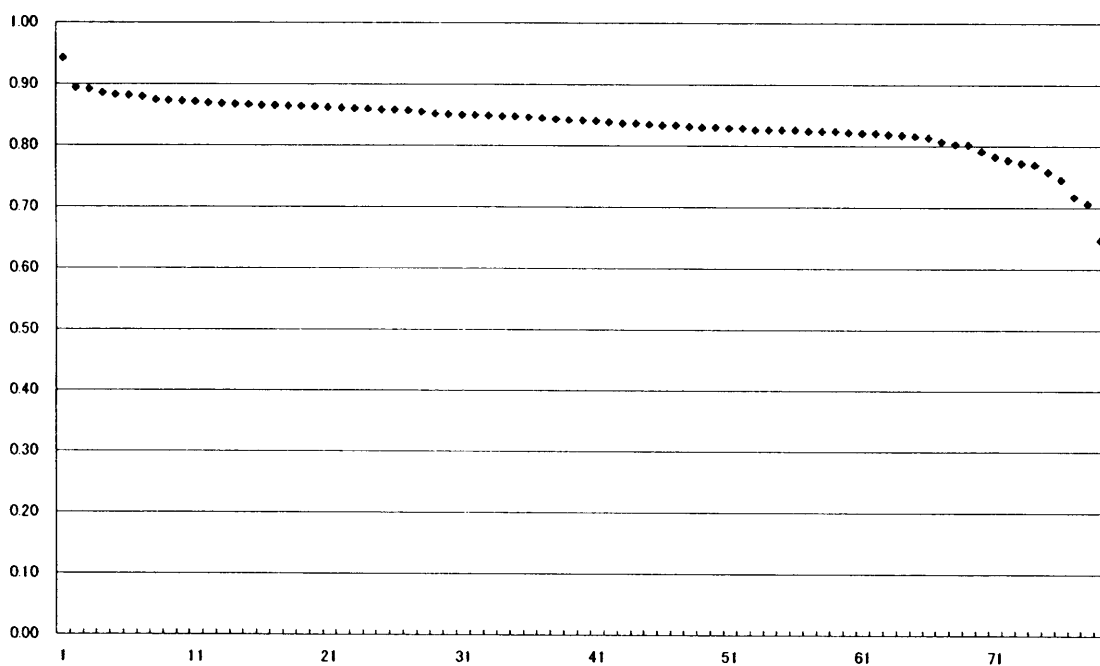


図4-10 最大使用水量と出力から推定した総合効率

表4-2 利根川水系における環境用水による減電量の推計値（支川別）

	発電減少量 (100万kWh)	総出力 (kW)	利用率減少	水量減少率	設備利用率平均 (%)
烏川	13.2	17,500	8.6%	16.1%	67.3
鬼怒川	79.5	260,955	3.5%	10.7%	68.8
吾妻川	123.3	194,200	7.3%	10.7%	66.8
赤谷川	19.5	47,000	4.7%	6.5%	59.8
渡良瀬川	32.7	90,500	4.1%	10.5%	40.8
片品川	91.3	140,570	7.4%	12.9%	60.3
利根川	166.9	219,340	8.7%	18.3%	68.3

この発電減少量はどれだけの価値をもつだろうか。電力会社が電気を売る価格は図4-11のように約20円/kwhである。しかし、水力発電所での発電減がそのまま売上減少になるわけではない。実際にはこの減電量は火力発電所等の運転を増強することで埋め合わされる。流れ込み式水力発電所はベースに当たるので、LNG火力発電所で補われると考えるのが自然であろう。多少の発電量増加は人件費に影響を与えないと仮定すれば、燃料費の増分だけを計算すればよいことになる。火力発電の発電量と経費から計算した発電単価は3.8円/kwhである。(LNGは約20,000円/トン)

単価を減電量にかけると、表4-3が得られる。利根川上流域の合計で年間約20億円となった。この計算では金額は設定流量に比例するから、 $0.1\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$ ならば約7億円、 $0.69\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$ ならば約46億円となる。(株)東京電力の年間売上高(約5兆円)の0.1%ほどにあたる。

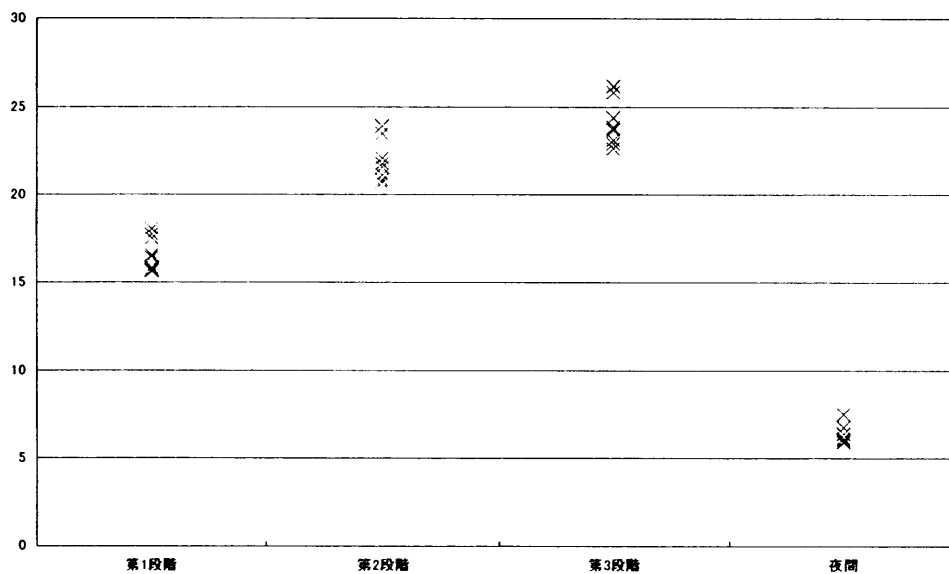


図4-11 使用電力量と電力料金の関係(九電力)

表4-3 利根川水系における環境用水による発電損失額

	発電所数	損失額(万円)
烏川	3	5,015
鬼怒川	22	30,205
吾妻川	18	46,872
赤谷川	5	7,423
渡良瀬川	6	12,419
片品川	14	34,704
利根川	11	63,426
合計	79	200,065

さて、上記の計算では年間を通じて一定の水量が発電使用水量から差し引かれて環境用水に当てられると仮定した。しかし、現実には発電用水の減少はこれより小さい。なぜなら洪水時には無効放流があり、渇水時には自然流量が環境用水量を下回ることがあるからである。減少量を正しく計算するには実流況に基づいた詳細な検討が必要である。しかし一般の水力発電所では取水点の詳しい流況はわからない。そこで、流量と発電使用水量が両方得られる多目的ダムで状況の把握を行った。ただし、多目的ダムでは発電以外の目的で放流量を調節する場合があり制限水位の制約がかかるので、ダム操作を考慮に入れた解析をしなくてはならない。

試算対象とした利根川水系赤谷川の相俣ダムは流域面積 110.8km<sup>2</sup> の多目的ダムで、ダム直下の相俣発電所（県営）に発電用水を供給している。相俣発電所で発電に使われた水はすぐにまた取水され、桃野発電所（県営）まで導水されて発電に利用される。ダムから桃野発電所放流点までの区間が相俣ダムの減水区間になっている。相俣ダムより上流にダムはないが、赤谷川第二および赤谷川第三の二つの発電所がある。二つとも調整池をもつ水路式発電所なので日流量への影響は小さいとみなせる。すなわち、ダムへの流入量は自然流量と考えることができる。多目的ダム管理年報によると、放流量のほとんどは発電を通しての放流で、ダム建設（1960 年）から 1992 年までのダム流入量の渇水流量の平均値は 1.28m<sup>3</sup>/s であった。流域面積 100km<sup>2</sup> あたりの比流量にすると、1.16m<sup>3</sup>/s となる。

このダムで環境用水を放流するとしたら発電使用水量はどう変化するか、シミュレーション計算を行った。環境用水は発電用水から分けてまかなうとし、発電使用水量の減少量を求めた。ダム流入量は実績値を用い、以下に示す操作ルールにしたがって放流量を決定する。

- 条件 1：最低水位を下回らないようにする。下回るときは放流しない。
- 条件 2：常時満水位を上回らないようにする。上回るときは放流する。
- 条件 2'：7 月～9 月は夏期制限水位を上回らないようにする。上回るときは放流する。
- 方針 1：4 月にはできるだけ水をためて満水位まで上昇させるようにする。
- 方針 2：6 月には放流して夏期制限水位まで下降させるようにする。
- 操作 1：正常流量は、条件 1 を満たす限り放流しつづける。
- 操作 2：正常流量  $\geq$  流入量 のときは、流入量をそのまま放流する。
- 操作 3：正常流量  $<$  流入量 のときは、流入量 - 正常流量 の分を発電にまわす。
- 操作 3'：流入量 - 正常流量 の値が発電最大使用水量を上回るときには、上回った分を正常流量に上乗せして放流する。

洪水調節や渇水調整は捨象されている。以上のルールに従い、環境用水をゼロにして（実績に相当）放流量を計算した結果（月別発電使用水量）を図 4-12 に示す。対象年度は 1984 年から 1992 年までの 9 年間である。実績に比べると、冬季に水位があまり下がらない。年間発電使用水量は図 4-13 のようにほぼ一致した。

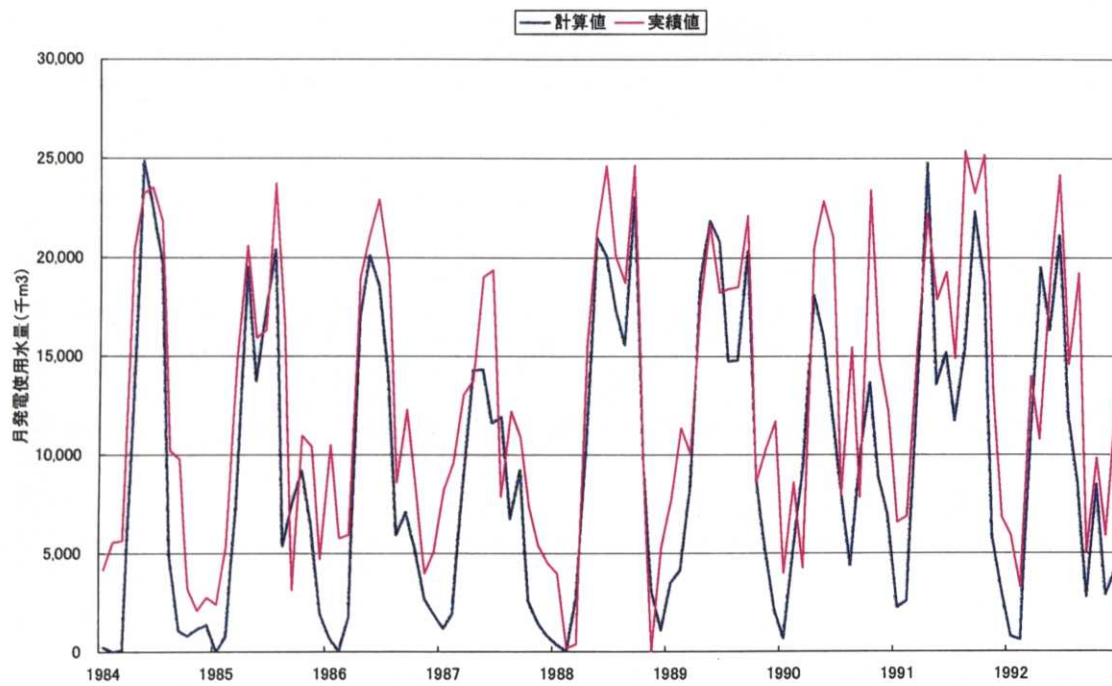


図 4 - 1 2 月発電使用水量の計算値と実績値の比較

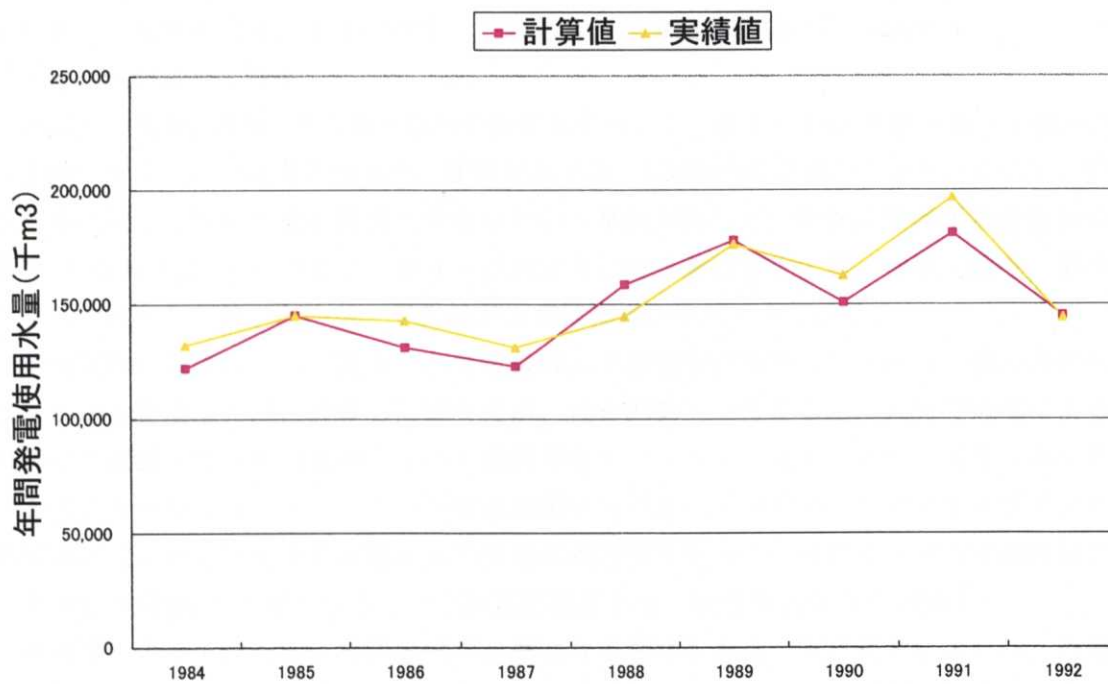


図 4 - 1 3 年間発電使用水量の計算値（環境用水なし）と実績値の比較

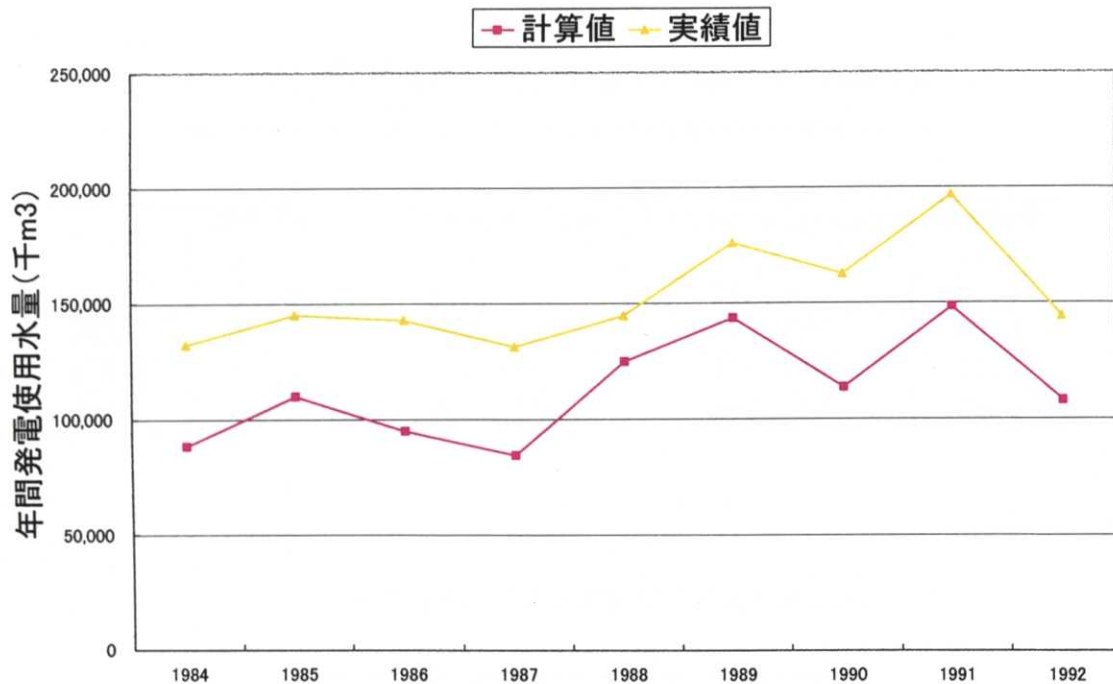


図4-14 年間発電使用水量の計算値（環境用水あり）と実績値の比較

環境用水の値として、先ほど数値を挙げたダム流入量の平均渇水量（ $1.28\text{m}^3/\text{s}$ ）をとって計算した結果を図4-14に示す。このとき、発電使用水量は約26%減少した。この計算法を「流況法」と呼ぶ。

同様の計算を、菌原・下久保・草木の各ダムで行った（表4-4）。発電水量は15%～25%ほど減少するという結果になった。菌原ダムでは、1988年の2月から3月にかけて、貯水池が空になって正常流量を確保できないという事態が生じた。単純に環境用水量を求めた場合（「単純法」）と比べると、表4-5のように減少量は変化する。相俣、菌原、草木の3ダムでは大きな差がないが、下久保ダムでは相当な差ができています。

環境用水の放流によって減少した発電量は火力発電等で埋め合わされる。埋め合わせるのにかかる費用は先ほど計算した通りだが、社会的費用を考えると、火力発電増による大気汚染や温暖化ガス排出量増大なども環境用水のコストといえる。また、国産エネルギーであることのセキュリティメリットや送変電ロスの少なさ（系統へのアクセスポイントが需要地に近いから）も水力発電が火力発電に優る点である。送変電のロス発電原価にして0.96円/kwh円の差になるという試算結果がある（地域開発研究所2000）。

発電所によっては新たに放流設備が必要になる場合もある。東京電力によれば、設備の改造が必要ないケースは全体の約半分で、残りはなんらかの改造が必要になるという。しかし改造にかかる費用は小さい（平均して数百万円のオーダー）ということである。

表4-4 4ダムでの発電使用水量減少量（実績値に対する減少割合）

（1984～1992年の平均値，環境用水量はダム流入量の平均濁水量とした）

ダム名	環境用水 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	発電使用水量(計算) ( $\text{m}^3$ )	発電使用水量(実績) ( $\text{m}^3$ )	減少割合 (%)
相俣	1.28	112,710	152,862	26.3
藺原	1.97	209,952	263,389	20.3
下久保	1.14	132,275	156,334	15.4
草木	2.48	219,247	297,310	26.3

表4-5 計算方法による発電使用水量減少量の違い

ダム名	流況法	単純法
相俣ダム	26.3%	26.4%
草木ダム	27.5%	26.3%
下久保ダム	15.4%	23.0%
藺原ダム	20.3%	23.6%

## (2) 表明選好法による推計

人々が環境用水についてどのように考えているか、表明選好法で調査した。

調査は図4-15のフローにのっとって行った。まず利根川流域の2ヵ所で、アンケート調査に対する人々の反応を確かめるとともに旅行費用法と仮想評価法の適用可能性を探った。結果として旅行費用法の適用は難しいことがわかり、2回目の調査は仮想評価法にしばって実施した。サンプル数はいずれも100前後である。結果の分析からこれ以上サンプル数を増やしても努力の割に得るものは少ないと判断して調査終了とした。

調査目標として、環境用水に対する人々の支払意思額を得ることのほかに人々の河川環境（とくに流量）に対する意識を調べることも重要なことと位置づけた。人々の反応をじかに知るために面接調査法が望ましいと思い、抽象的な概念上のやりとりにならないよう、自宅訪問形式でなく現地インタビュー形式で行うこととした。現地で調査する場合には目の前の現実に影響されるバイアスが生じやすいため、現地密着型の質問と一般的な質問を両方試した。河川環境の調査なので川のそばが良いと考えたが、短時間で多くのサンプル数を集めるには人が集まる場所でなくてはならない。減水区間について実感を持って考えてもらうには上流域がよからうということで、利根川上流域で何ヶ所か候補地を選び下見をしてまわった結果、吹割の滝と奈良俣ダムを調査地に選んだ。

吹割の滝は利根川上流域でも最大規模の滝で、交通の便も悪くないことから多くの観光客が訪れる。道路から滝に降りて行く入口には土産物屋や食堂が立ち並び、付近の老神温泉と連繋した観光地となっている。奈良俣ダムは1991年に竣工したロックフィルダムで、観光地としての整備がなされている。傾向としては、吹割の滝はバスツアーでまわる団体観光客やドライブがてらに立ち寄るカップルが多く、奈良俣ダムはドライブでやってくるカップルや家族連れが多い。吹割の滝は紛れもなく観光地だが奈良俣ダムはむしろ自然を楽しむ場所というイメージが強いため、旅行費用法に適するのは吹割の滝だと判断した。

質問項目は、主となる金額の質問を真ん中に置き、誘導の意味で河川環境に関する意識を問う設問を前に並べた。河川との関わりなど個人属性を調べる質問を後半に置いた。図4-16に吹割の滝で用いた質問用紙を、図4-17に奈良俣ダムで用いた質問用紙を示す。いずれもA4表裏の1枚である。調査をしてみると、A4表裏は少し長いと感じる人が多かった。吹割の滝の設問3のような曖昧な質問はよくなかった。設問4は項目の配置のしかたに問題があってbとdを飛ばしてしまう人が多かった。選択肢のつけかたもわかりにくかったようである。

吹割の滝は下見のときに減水していたことから、水が豊富に流れている観光パンフレットのきれいな写真を拡大して持参し、現実の渇水状態と比較してもらおうとした。ところが調査の前日に現地を台風が襲い、調査当日は満々たる水が流れていて迫力があつた。そのため急遽予定を変更し、下見の際に撮った減水時の写真と現実を比較して答えてもらうことにした。



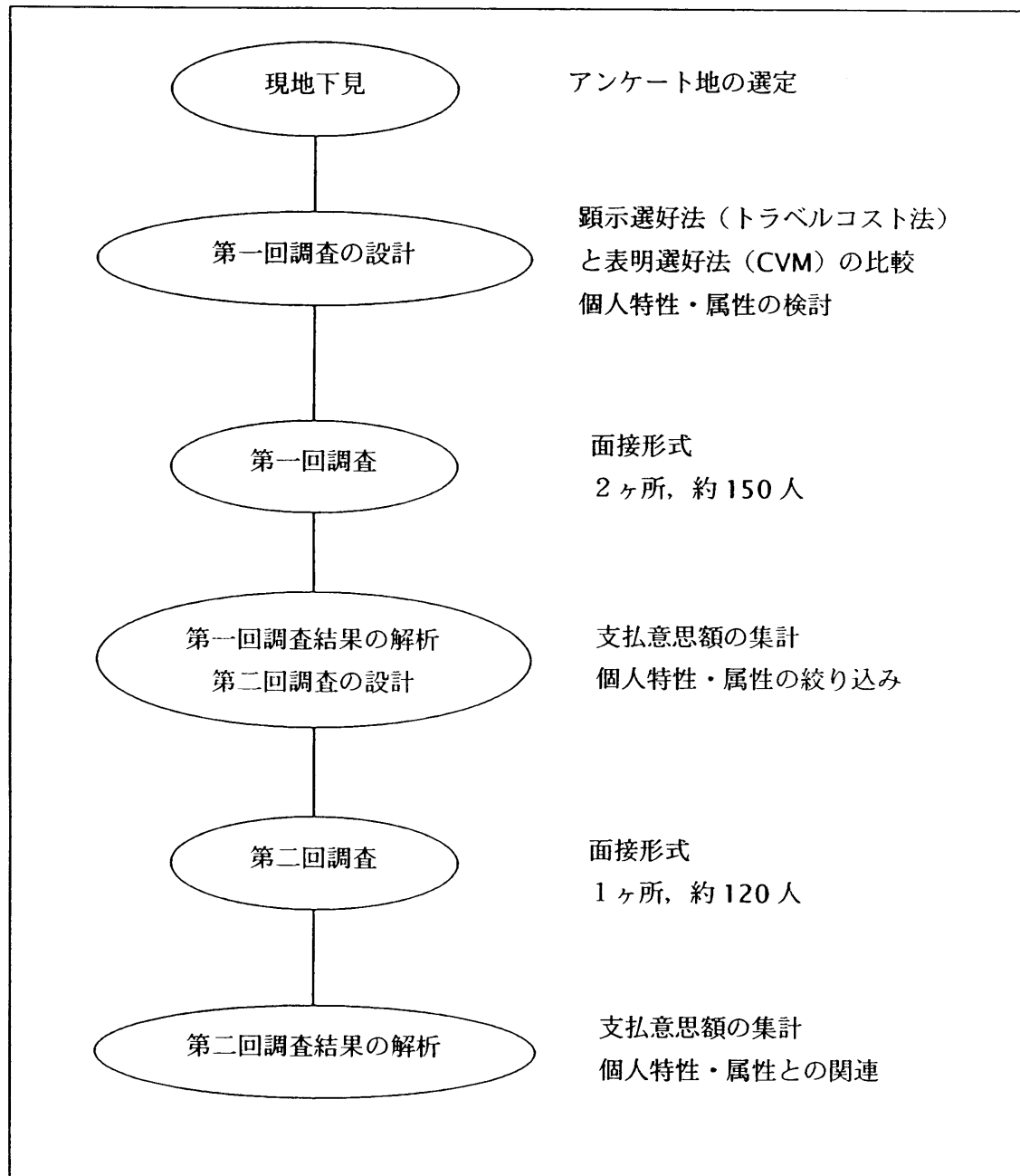


図4-15 調査フロー

## 河川環境に関するアンケート

東京大学工学部 河川／流域環境研究室 東京都文京区 7-3-1

わからない質問は「わからない」と書いてくだされば幸いです。

1. あなたは今回の訪問の前から吹割の滝を知っていましたか？

- a. 知っていた（これまで\_\_\_\_\_回来たことがある）      b. 知らなかった

2. これまで吹割の滝のほかに、滝を見たことがありますか？

- a. ある（\_\_\_\_\_個所くらい、たとえば\_\_\_\_\_の滝）      b. ない

3. 吹割の滝の全体的な印象はどうですか？

- a. とてもよい      b. よい      c. やや物足りない      d. つまらない

4. この場所の河川環境をどう思いますか？ 項目ごとにA-Dの4段階評価をしてください。

(A:とてもよい B:よい C:あまりよくない D:わるい)

- a. 空気のきれいさ {A・B・C・D}    b. 水のきれいさ {A・B・C・D}  
c. 水の量 {A・B・C・D}    d. 人工物（道や橋）{A・B・C・D}  
e. 動物・植物 {A・B・C・D}

5. 水の量(流量)についてお聞きします。パンフレットの写真をご覧ください。現在の状態とは流量が異なります。

この地点の現在の流量と写真の状態の流量とではどちらがよいと思いますか？

- a. 現在の流量がよい      b. どちらでも変わらない      c. 写真の状態の方がよい

c「写真の状態の方がよい」と答えた方にお聞きします。

現在この滝では入場料をとっていません。流量を写真の状態にするため

に、上流で水を補給したとします。その費用として入場一回あたり\*\*

\*円の基金を求めたら、あなたは負担してもよいと思いますか？

- a. 負担してもよい

- b. 負担しない→その理由：a. 高すぎる（\_\_\_\_\_円が適当）

- b. 国や県が税金で負担すべき

6. 今日は吹割の滝に何分ほど滞在しましたか？

\_\_\_\_\_分

7. 流量が調節されて写真のような状態になれば、前問の滞在時間は変化しますか？

a. 変化しない      b. 変化する（\_\_\_\_\_分になる）

8. あなたの今回の旅行についてお尋ねします.

(1)あなたの住所(市町村名のみ) \_\_\_\_\_市・町・村・区

(2)けさの出発地 \_\_\_\_\_市・町・村・区

(3)今夜の宿泊予定地 \_\_\_\_\_

(4)今回の旅行の吹割の滝以外の目的地 \_\_\_\_\_

(5)吹割の滝へ来るために利用した交通機関は何ですか？(該当するものすべて)

a. 自動車（あなたを含む同乗者数\_\_\_\_\_人）      b. 鉄道      c. 路線バス

d. 観光バス      e. 自転車      f. 徒歩

(6)性別      a. 女      b. 男

(7)年齢

a. 30才未満    b. 30-39才    c. 40-49才    d. 50-59才    e. 60-69才    f. 70才以上

(8)あなたの家族すべての合計年収(税込)

a. 400万円未満    b. 400-699万円    c. 700-999万円    d. 1000-1499万円

e. 1500万円以上

9. ご意見、ご感想があればお聞かせください.

ありがとうございました.

なお、この調査は河川環境とくに水量をお金の単位で評価しようとするもので、\*\*\*円の基金というような架空の設定に根拠はありません.

## 河川環境（とくに水量）に関するアンケート

東京大学工学部 河川／流域環境研究室 東京都文京区 7-3-1

わからない質問は「わからない」と書いてくださればけっこうです。

1. あなたは今回の訪問の前から奈良俣ダムを知っていましたか？
- a. 知っていた（これまで\_\_\_\_回来たことがある）      b. 知らなかった
2. これまで奈良俣ダムのほかに、ダムを見たことがありますか？
- a. ある（\_\_\_\_個所くらい、たとえば\_\_\_\_ダム）      b. ない
3. ダムは、わたしたち人間が、生活に必要な電気や水を得るためにつくったものです（災害を防ぐ目的もあります）。ただ、人間がダムで水を取りすぎると下流の川の水が少なくなり、自然環境に悪影響を与えます。川の水が少なくなることで次のような影響がありますが、あなたはどの問題が最も気になりますか？ 一つだけ選んでください。
- a. 魚がすめなくなること
- b. 水がきたなくなること（よごれが薄まらないためです）
- c. 岸辺での水遊び・水泳・ボート遊びができなくなること
- d. 景色が悪くなること
- e. 上記のような具体的なことでなく、川本来の姿が変えられてしまうこと
- f. その他（\_\_\_\_\_）
- g. 特に気になる問題はない
4. 全国各地で、前問のように、水量が減ったためさまざまな問題がおこっています。ダムから人間が取る水を減らし、前問であなたが選んだ問題点を解決するという政策があるとしたら、あなたはこの政策を支持してその費用を負担しますか？ この政策を実行するための負担は世帯あたり年間\*\*\*円であったとします。
- a. 負担してもよいと思う
- b. 負担したくないと思う      →その理由：a. 高すぎる（\_\_\_\_\_円が適当）
- b. 金額の問題ではなく、政策に反対

## 5. あなたと河川との関係をお尋ねします.

(1)あなたが川に行く場合、何をしに行くことが多いですか、いくつでも選んでください.

- a. 散歩 b. 釣り c. ジョギング d. 自転車 e. 犬の散歩 f. 野球 g.  
サッカー h. 水泳 i. ボート j. その他 ( )

(2)あなたの現住所にいちばん近い川はどこですか. 川

(3)遊び・散歩などでその川に行くことは年に何回くらいありますか. 回/年

## 6. あなたの今回の旅行についてお尋ねします.

(1)あなたの住所(市町村名のみ) 市・町・村・区

(2)今日の朝の出発地 市・町・村・区

(3)今夜の宿泊予定地

(4)今回の旅行の奈良俣ダム以外の目的地

(5)奈良俣ダムへ来るために利用した交通機関は何ですか？(該当するものすべて)

- a. 自動車(あなたを含む同乗者数 人) b. 鉄道 c. 路線バス  
d. 観光バス e. 自転車 f. 徒歩

(6)性別 a. 女 b. 男

(7)年齢

- a. 30才未満 b. 30-39才 c. 40-49才 d. 50-59才 e. 60-69才 f. 70才以上

(8)あなたの世帯すべての合計年収(税込)

- a. 400万円未満 b. 400-699万円 c. 700-999万円 d. 1000-1499万円  
e. 1500万円以上

## 7. ご意見、ご感想があればお聞かせください.

ありがとうございました.

なお、この調査は河川環境とくに水量をお金の単位で評価しようとするもので、水量回復のための政策もその負担額も架空のもので現実とは異なります.

各質問項目に対する回答を図4-18と図4-19にまとめる。吹割の滝では中高年のツアー客が多く、彼らの多くに回答を拒否された。訪問者は他にも目的地をもつ人が多く、泊りがけの旅行者もいて旅行費用法の適用が難しい。設問4で水量に不満をもってもらい次につなげたかったのだが、回答分布をみてわかる通り不満をもつ人はほとんどいなかった。

奈良俣ダムは自然豊かな地にあり、ドライブで訪れる客が多く、皆開放的な気分になっているようで快く調査に応じてくれた。設問2に対しては黒部ダムが断然トップであり、これだけ観光地として定着していることから黒部ダムの観光放流には大きな価値があると推測される。設問3では魚と水質を挙げる人が多かった。設問5では、川と一般の人々との関わりは散歩と釣りがメインであることがわかったが、多くの人はわざわざ近所の川に出掛けていくことは少ないようである。

中心となる設問は、吹割の滝では流量を写真（ないしは現実）の状態にするという具体的な効果に対する支払意思額、奈良俣ダムでは「あなたの選んだ問題を解決する」という抽象的な政策に対する支払意思額を問うている。金額は、吹割の滝では訪問1回あたりの基金額、奈良俣ダムでは年間世帯あたりの支払額である。

## 河川環境に関するアンケート（吹割の滝）実施結果

- ・実施場所：吹割の滝、滝のすぐ前の岩場  
期日：1997年7月27日（日曜日）  
時間：8:30～15:00  
訪問者数：（最初の1時間で約150人）  
回答者数：80人（回答拒否率数十％？）

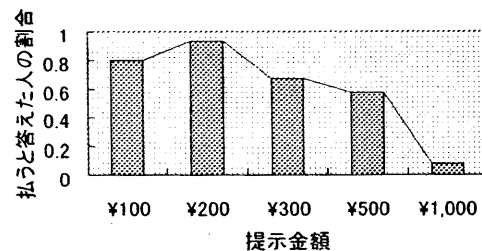
- ・質問1（吹割の滝を知っていたか）  
知っていた59%，知らなかった41%，初めて来た人は全体の11%（～36%）

- ・質問2（滝を見たことがあるか）  
ある90%（華厳22，袋田8，白糸6など），ない6%

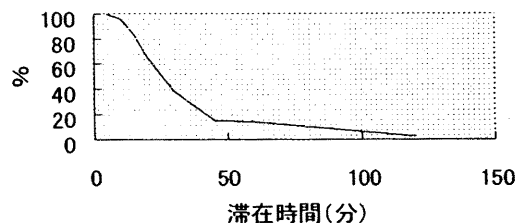
- ・質問3（吹割の滝の印象）  
とてもよい60%，よい34%，やや物足りない5%，つまらない0%，無回答1%

- ・質問4（河川環境の評価）  
 空気のきれいさ・・・A61%，B33%，C1%，D0%，無回答5%  
 水のきれいさ・・・A25%，B39%，C24%，D0%，無回答13%  
 水の量・・・A45%，B43%，C5%，D1%，無回答6%  
 人工物（道や橋）・・・A16%，B48%，C16%，D3%，無回答18%  
 動物・植物・・・A33%，B44%，C13%，D1%，無回答10%

- ・質問5（支払意思額）  
 100円・・・払う80%，払わない20%  
 200円・・・払う93%，払わない7%  
 300円・・・払う40%，払わない60%  
 500円・・・払う57%，払わない43%  
 1000円・・・払う8%，払わない92%



- ・質問6（滞在時間）  
平均値27分，最頻値20分，中央値20分



- ・質問7（滞在時間の変化）  
変化しない49%，変化する21%，無回答30%

- ・質問8（個人情報）  
 (1) 現住所：東京21%，埼玉19%，千葉14%，群馬13%，栃木，神奈川など  
 (2) 旅行日数：日帰り14%，一泊48%，二泊以上6%，不明33%  
 (3) 他の目的地：なし13%，尾瀬，日光，玉原ラベンダ畑など  
 (4) 交通手段：自動車80%，観光バス8% 自動車：二人30%，三人20%，四人30%  
 (5) 性別：男51%，女48%  
 (6) 年齢：30未満31%，30代20%，40代28%，50代13%，60代5%，70以上0%  
 (7) 年収：400万未満14%，700万未満16%，1000万未満16%，1500万未満6%，1500万以上5%，無回答43%

図4-18 吹割の滝での調査結果

## 河川環境に関するアンケート（奈良俣ダム）実施結果

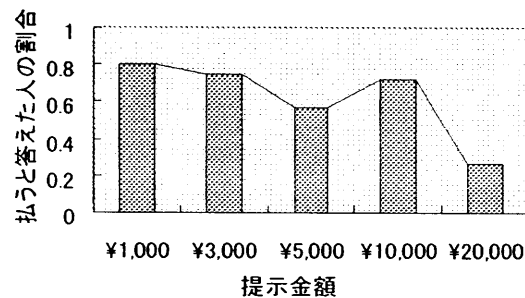
- ・実施場所：奈良俣ダム，駐車場脇の広場  
期日：1997年7月27日（日曜日）  
時間：11:00～14:30  
訪問者数：約300人（3時間で）  
回答者数：79人（回答拒否率約5%）

- ・質問1（奈良俣ダムを知っていたか）  
知っていた43%，知らなかった57%，初めて来た人が全体の19%

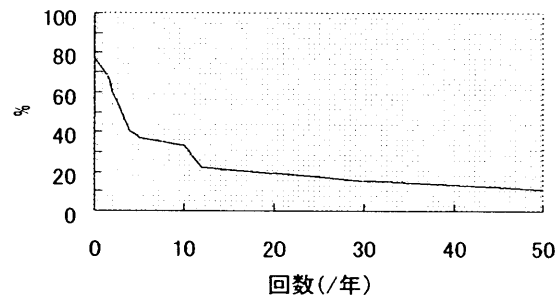
- ・質問2（他のダムを見たことがあるか）  
ある86%（黒部8，黒部第四6，矢木沢6，奥只見5，藤原4など），ない14%

- ・質問3（減水により生じる問題のうち最も気になるもの）  
魚37%，水質34%，水遊び4%，景色3%，川本来の姿18%，その他1%，なし4%

- ・質問4（支払意思額）  
1000円・・・払う80%，払わない20%  
3000円・・・払う75%，払わない25%  
5000円・・・払う57%，払わない43%  
10000円・・・払う72%，払わない28%  
20000円・・・払う27%，払わない73%



- ・質問5（川との関係）  
（1）なにをしに行くか（複数回答）  
散歩54%，釣り52%，自転車5%，犬の散歩5%，ジョギング3%，水泳，ボート，水遊び，バーベキュー，山菜取り，ラジコン，ドライブ，行かない5%  
（2）一番近い川  
利根川（25%），多摩川（14%），荒川（11%）など  
（3）その川へ行く頻度  
平均値50回，最頻値10回，中央値4回



- ・質問6（個人情報）  
（1）現住所：群馬32%，東京29%，埼玉14%，神奈川，千葉，新潟など  
（2）旅行日数：日帰り25%，一泊51%，二泊以上18%，不明6%  
（3）他の目的地：なし18%，谷川，吹割の滝，水上温泉，矢木沢，尾瀬など  
（4）交通機関：自動車85%，観光バス9% 自動車：二人24%，三人22%，四人28%  
（5）性別：男66%，女30%  
（6）年齢：30未満24%，30代14%，40代15%，50代16%，60代19%，70以上8%  
（7）年収：400万未満16%，700万未満20%，1000万未満15%，1500万未満28%，1500万以上3%，無回答19%

図4-19 奈良俣ダムでの調査結果



結果は次のような方法で解析した。

提示額を支払って便益があったときの効用水準と、支払わずに便益がないときの効用水準の差を  $dV$  とする。  $dV$  は支払額のほか個人特性および個人属性に依存する。 ロジットモデルを用いると、提示額を支払うかどうかの質的選択モデルは

$$Pr_{yes} = \{1 + \exp(-dV)\}^{-1}$$

と定式化される。  $Pr_{yes}$  は、支払う場合は1、支払わない場合は0となる変数である。 調査結果から  $dV$  の関数型を確定すると、平均支払い意志額（平均 EWTP）は

$$\text{平均 EWTP} = \int \{1 + \exp(-dV)\}^{-1} dA \quad (0 \text{ から } \infty \text{ まで積分})$$

として推定できる。

個人特性および個人属性を考慮しないで次のような対数型の  $dV$  を考える。

$$dV = a + b \ln(A)$$

$A$  は提示額（円）、 $a$  および  $b$  は定数である。 吹割の滝の調査結果から  $a$  および  $b$  を推定すると、 $a = 10.87$ 、 $b = -1.80$  となった。 これに基づくモデル曲線は図4-20のようになる。 最高提示額の1,000円で裾切りを行い、平均支払意思額を求めると521円、メディアン支払意思額は414円となった。 メディアンは賛同率50%に相当する。

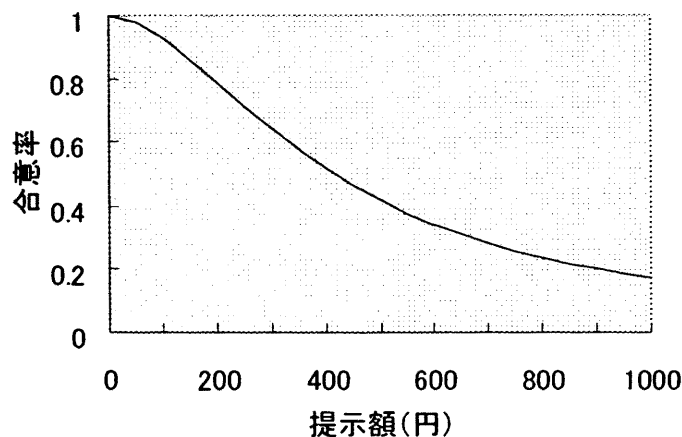


図4-20 吹割の滝における合意率曲線（金額は訪問1回あたり）

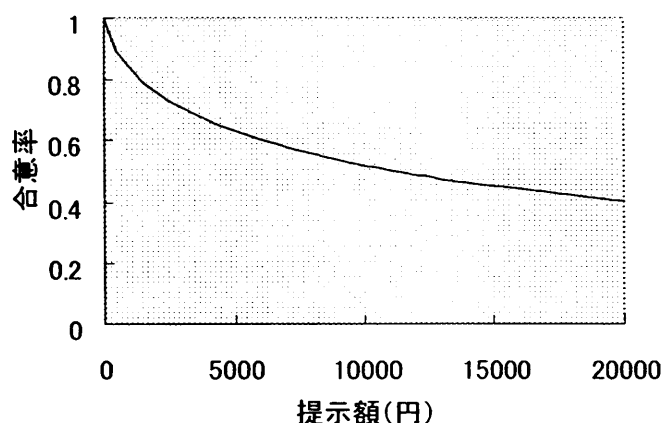


図4-21 奈良俣ダムにおける合意率曲線（金額は年間世帯あたり）

同様に奈良俣ダムの結果からは  $a = 6.23$ ,  $b = -0.668$  と推定され、図4-21のモデル曲線が描かれた。こちらで最高提示額の20,000円で裾切りして平均値を求めると11,505円、メディアンは11,182円となった。

この結果をもとに、第2回調査を計画した。奈良俣ダムの調査票を元にしてA4表のみに収まるよう質問を縮小した。図4-22にその質問票を示す。質問1の(3)に水量に関する誘導質問を加えた。提示額は、奈良俣では20,000円でも合意率があまり低くならなかったことから30,000円を加えた。

調査地は、奈良俣ダムよりも近い場所を検討した結果、相模川の宮ヶ瀬ダムを選んだ。完成間もない新しいダムであり、周辺は積極的に観光地化されている。調査は2度にわたって実施し、117人の回答を得た。結果は図4-23のとおりである。奈良俣ダムに比べ、地元住民の割合が高かった。川との関わりは釣りも多かったが散歩が断然多かった。水量を意識したことがある人もかなりいるということもわかった。減水により生じる問題では、魚と水質がやはり多かった。

## 河川環境に関するアンケート

東京大学工学部 河川／流域環境研究室

## 1. あなたと川との関わりについてお聞きします。

(1)あなたが川に行く場合、何をしに行くことが多いですか。いくつでも選んでください。

- a.散歩      b.釣り      c.ジョギング      d.自転車      e.犬の散歩  
f.その他( )      g.行かない

(2)遊び・散歩などで年に何回くらい川に行きますか。 \_\_\_\_\_ 回／年

(3)川の水が少なすぎると感じたことがありますか。      a.ある      b.ない

## 2. ダムの多くは、生活に必要な電気や水を得るためにつくられたものです(災害を防ぐ目的もあります)。

しかしダムで水を取りすぎると下流の川の水が少なくなり、自然環境に次のような悪影響を与えます。

あなたはどの問題が最も気になりますか？ 一つだけ選んでください。

- a. 魚がすめなくなること  
b. 水がきたなくなること  
c. 川での遊びができなくなること  
d. 景色が悪くなること  
e. 上記のような具体的なことでなく、川本来の姿が変えられてしまうこと  
f. その他( )  
g. 特に気になる問題はない

3. 全国各地で、前問のように、水量が減ったためさまざまな問題がおこっています。前述の問題点を解決するために、ダムから下流に流す水を増やすという政策があるとしたら、あなたはこの政策を支持してその費用を負担しますか？ この政策を実行するための負担は世帯あたり年間 1,000 円であったとします。

- a. 負担してもよい  
b. 負担しない → その理由： a. 高すぎる( )円が適当)  
b. 金額の問題ではなく、政策に反対

## 4. (1)住所 \_\_\_\_\_ 市・町・村・区

(2)性別      a.女      b.男

(3)年齢      a. 30 才未満      b. 30-39 才      c. 40-49 才      d. 50-59 才      e. 60-69 才      f. 70 才以上

## 5. ご意見、ご感想があればお聞かせください。

ご協力ありがとうございました。

図 4-22 宮ヶ瀬ダムで用いた調査票

## 河川環境に関するアンケート（宮ヶ瀬ダム）実施結果

## 質問1（川との関わり）

## （1）（何をしに行くか）

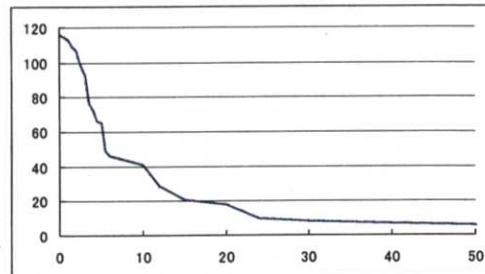
	散歩	釣り	ジョギング	自転車	犬の散歩	キャンプ	バーベキュー	川を観る、景色を見る	その他	行かない
計	79	32	3	3	2	8	10	4	6	6

## （2）（頻度）

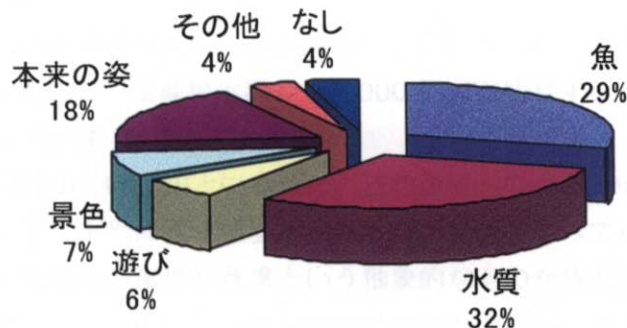
平均値 55 回, 最頻値 3 回および 5 回,  
中央値 5 回 （→右図）

## （3）（水が少なすぎると感じたこと）

ある 100 人, ない 15 人, 無回答 2 人



## 質問2（減水による問題のうち最も気になるもの）

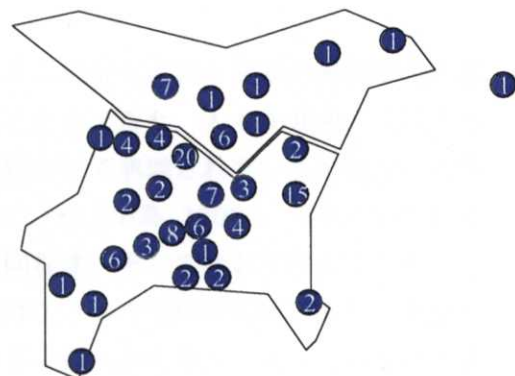


「その他」で挙げたもの

- \* 海岸侵食
- \* 生態系
- \* 環境全体
- \* 植物
- \* 人との関わりが薄くなる

## 質問3（支払意思額）

提示額（円）	Yes	No	合意率
1,000	13	5	72.2%
3,000	14	5	73.7%
5,000	10	9	52.6%
10,000	11	9	55.0%
20,000	10	10	50.0%
30,000	6	14	30.0%



## 質問4（個人属性）

（1）住所：相模原 20, 横浜 15, 厚木 8, 座間 7, 八王子 7, 海老名 6, 秦野 6, 町田 6 等

（2）性別：男 73 人, 女 40 人

（3）年齢：30 未満 12, 30 代 21, 40 代 31, 50 代 35, 60 代 12, 70 以上 2

図4-23 宮ヶ瀬ダムでの調査結果

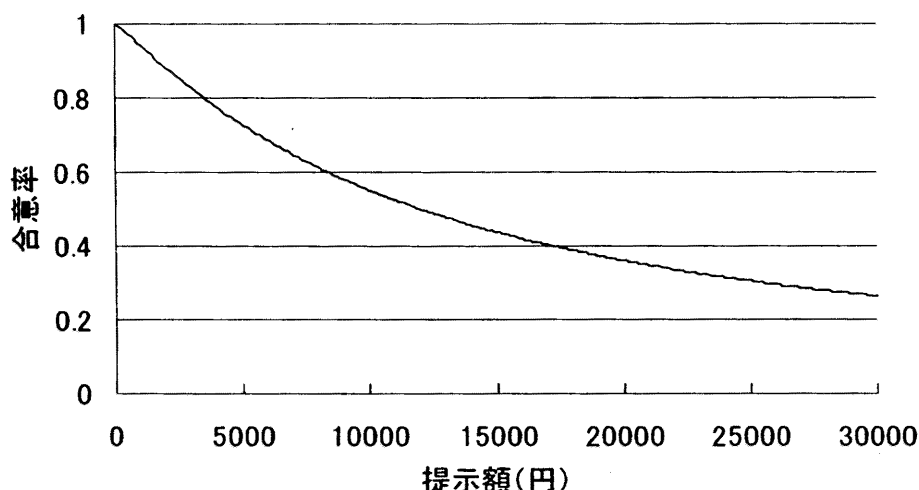


図4-24 宮ヶ瀬ダムにおける合意率曲線（金額は年間世帯あたり）

支払意思額は奈良俣ダムと同様にして求め、 $a = 4.52$ 、 $b = -0.49$  から図4-24の曲線を描いた。最高提示額の30,000円で裾切りすると、平均支払意思額は15,250円、メディアンは10,985円になった。

年間約10,000円という値は、自然環境へのCVMの適用例をみるとしばしば出てくる結果である。本当に自然環境がそれだけの価値をもっていると人々が判断しているのか、あるいは環境への配慮や意識という抽象的なものが現れているだけであって個別の環境要素には関係がないのか、今の段階では明らかでない。人々の意識構造を明らかにするにはもっと大規模で複雑な調査が必要になる。

3つの調査ではそれぞれ自由回答欄があったが、そこに記入された文章や調査中の会話から、河川環境に多くの人々が持っている関心を知ることができた。人々が共通に気にするのは水質、そして魚をはじめとする生物である。水質として意識されているのはとくに臭いとゴミの問題であることがその後の調査で示されている（小島 2000）。川とのかかわりでは散歩と釣りが多く、訪問頻度は月1回から年数回程度、そして水質や魚を気にするという回答結果から、河川環境に人々が求めているのは主として空間場価値であり、気分を日常から解き放ってくれる場所、心の楽しみや安らぎを得られる場所であってほしいとする希望がうかがえる。水量という地味な問題を取り上げた調査であったが、実は多くの人々が潜在的に意識していた問題であったようで、「そういえば気になっていた」という回答者も何人もいた。また、「こういう問題があることを初めて知った」という人もいて、調査そのものが啓蒙的な意義を持ちうることもわかった。

## 4-4 まとめ

自然環境の価値を人間との関わりで考えると、身体的接触から生まれる価値、心情的接触から生まれる価値、経済的接触から生まれる価値に分類される。また、自然環境をモノとしてみた場合、場としてみた場合、機能としてみた場合、存在としてみた場合のそれぞれに応じた価値にも分類できる。それぞれをここでは消費資源価値、空間場価値、基盤価値、心情価値と呼んだ。また自然環境の不確定性や社会の変動に応じた可能性価値、将来世代のための遺贈価値もある。環境経済学では代替法、顕示選好法、表明選好法の3種類が環境評価手法として研究されているが、代替法は消費資源価値、顕示選好法は空間場価値、表明選好法は心情価値をそれぞれ計測するのに適している。残る基盤価値は自然科学的な評価に頼らざるを得ないし、可能性価値や遺贈価値を含めて結局は評価者の個人的資質に依存するところが多い。しかしそれは評価の意味を減ずるものではなく、社会的受容性の高い評価をすることこそが重要なのである。そのため、意思決定者は環境倫理や社会状況の認識、未来への洞察などの個人的資質を高めるよう努力しなければならないし、評価にあたっては自らの立脚点を明らかにすることが重要である。自然環境の評価に絶対的な正しさを求めてはならない。

環境用水の費用負担は原因者負担の原則に従うべきだが、これまでの経緯（権利の所在など）に配慮することが現実的な対応として必要だろう。環境税や補助金といった経済的手段も将来の選択肢になりうるし、経済学以外のアプローチ（歴史や自然科学など）も有用である。

発電減水区間を軽減する環境用水の価値を代替法で推定したところ、利根川水系で年間約20億円となった。また表明選好法では1世帯あたり年間約10,000円という結果が得られた。表明選好法の結果にはさまざまなバイアスがかかっていると思われるが、人々は水量問題に対してもある程度の支払意思をもっていることがわかった。

## 5. 環境用水が社会経済に与える影響

### 5-1 水力発電量減少の波及効果

水力発電はランニングコストの安い電源である。環境用水確保によって減らされた水力発電量を火力発電等コストの高い電源で代替すると、総発電コストが上昇することになる。原価主義に基づけばコスト増は発電者内部で処理されず料金に反映する。電力はあらゆる産業で使用される資源なので、料金が上がったなら広範囲に影響が及ぶだろう。そこで、社会経済全体でみたらどの程度の影響が見込まれるか、産業連関分析を用いて調べることにする。

環境用水による発電コストの増分は4-3(1)で調べたとおりである。これを関東地域に限り、地域産業連関表を用いて影響を分析する。産業連関分析には均衡産出高モデルと均衡価格モデルがあるが、発電料金の上昇を扱うのは后者である。電力料金が何%か上昇した場合に、他の産業の価格体系がどう変化するかを、1990年の関東地域産業連関表(46部門)を用いて計算した。投入係数行列を $A$ 、単位行列を $I$ 、価格列ベクトルを $p$ 、粗付加価値率列ベクトルを $v$ とすると、

$$p = A^T p + v$$

と表せる。 $\tau$ は転置行列を表す。これを変形した

$$p = [(I-A)^{-1}]^T v$$

が均衡価格モデルの基本式となる。 $(I-A)^{-1}$ をレオンチェフの逆行列といい、産業連関表では「逆行列係数表」として与えられている(均衡産出高モデルの基本式は $X=(I-A)^{-1}(F-M)$ 、 $F$ は最終需要列ベクトル、 $M$ は輸入列ベクトル)。ただし、現実には $(I-A)^{-1}$ ではなく、輸出・移出を考慮に入れて $[I-(I-M^A-N^A)A]^{-1}$ という形の逆行列係数表が提供されている( $M^A$ は輸入係数対角行列、 $N^A$ は移入係数対角行列)。

財 $i$ の価格は、レオンチェフの逆行列の第 $i$ 列(転置行列の第 $i$ 行)に粗付加価値率列ベクトルをかけ合わせて決まる。一方財 $i$ の粗付加価値率は、レオンチェフの逆行列の第 $i$ 行(転置行列の第 $i$ 列)を通して各財の価格に影響を与える。財 $i$ の粗付加価値が1単位だけ上昇すれば、各財の価格はレオンチェフの逆行列の第 $i$ 行(転置行列の第 $i$ 列)の値だけそれぞれ上昇することになる。このとき、レオンチェフの逆行列の第 $i$ 行第 $i$ 列の値を $b_{ii}$ とすると、粗付加価値率1単位の上昇が財 $i$ の価格を $b_{ii}$ だけ上昇させることになったので、財 $i$ の価格を1単位だけ上昇させるには粗付加価値率が $1/b_{ii}$ だけ上昇すればよ

いことになる。そのとき、他財の価格はレオンチェフの逆行列の第  $i$  行（転置行列の第  $i$  列）に  $1/b_{ii}$  をかけた値だけそれぞれ上昇する。

4-3(1)で計算した年間の発電費用増 20 億円（表 4-3）を環境用水の費用とし、電力料金がそれだけ増加したと考える。（株）東京電力の年間販売電力量は 1999 年度で約 2,742 億 kWh、電気料収入が同じく 49,425 億円、電灯電力総合単価は 20.34 円/kwh（1990 年は 19.34 円/kwh）であった。表 4-3 で計算したのは利根川水系だけである。1996 年 3 月末時点で利根川水系の水力発電所の認可出力の合計が 754,000kw（揚水式を除く）であり東京電力全体の 2,096,080kw（揚水式を除く）の 36.0%を占める。この比率で表 4-3 の結果を割増すと 55.6 億円となる。発電費用増が電気料収入に占める割合の 0.11%を電力料金上昇率として計算した。ちなみにこの発電費用増は、為替レート（円／ドル）が 1.5～2.0 円変化した影響とほぼ等しい。産業連関表から、電力産業の粗付加価値率 1 単位の上昇は電力の価格を 0.38%上昇させる。波及効果の大きい順に産業部門を並び替えたのが表 5-1 である。表 5-1 の 3 列目は電力価格 1 単位あたりの他産業価格の変化率を示している。鉄鋼製品と水道・廃棄物処理で変化率が大きく、鉄、化学、商業等で変化額が大きい。関東全域で 101 億円の影響があると見積もられる。1990 年度の関東地域の合計生産額は 3,681,294 億円なので、その 0.0027%にあたる。



表5-1 環境用水確保にともなう各産業の価格変化

生産額(億円)	産業部門	1単位あたりの変化率	生産額変化(百万円)
41,867	電力	100.00%	4,709.8
82,644	鉄	4.12%	383.4
117,544	化学	2.83%	374.8
349,691	商業	0.92%	363.6
215,050	個人サービス	1.45%	351.0
139,364	運輸	1.81%	283.4
277,692	建築	0.87%	273.0
164,872	自動車	1.43%	265.0
169,171	電子	1.37%	259.8
285,375	対事業	0.75%	241.8
124,713	教育	1.59%	223.7
136,642	食料品	1.20%	184.0
80,707	医療	2.00%	181.9
113,474	機械	1.40%	178.2
65,468	金属	1.95%	143.3
26,705	水道	4.69%	140.7
43,719	プラスチック	2.58%	126.7
35,587	紙	3.13%	125.5
76,576	公務	1.21%	104.1
245,489	不動産	0.34%	93.5
31,346	窯業	2.58%	91.1
70,075	印刷	1.13%	88.7
54,672	他電機	1.41%	86.5
34,073	非鉄	2.17%	83.1
65,965	公共事業	1.10%	81.7
54,200	民生機械	1.23%	75.0
32,917	その他	1.90%	70.3
161,102	金融	0.38%	68.4
46,796	他土木	1.05%	55.5
46,536	通信	0.94%	49.2
29,295	繊維	1.47%	48.3
30,318	精密機械	1.19%	40.5
43,793	石油	0.70%	34.4
26,610	他製造	1.11%	33.3
23,865	事務機械	1.16%	31.3
12,487	ゴム	2.02%	28.3
16,491	輸送機械	1.49%	27.6
37,802	農業	0.53%	22.7
14,905	家具	1.17%	19.6
10,096	木	1.49%	16.9
6,062	鉱業	1.97%	13.5
8,128	ガス	1.39%	12.7
18,647	他公共	0.51%	10.7
5,848	皮革	0.91%	6.0
3,945	漁業	0.67%	3.0
2,967	林業	0.58%	1.9
	総合	1.07%	10,107.3

## 5-2 水資源開発事業への影響—多目的ダムのコストアロケーションの再計算—

## (1) 実績コストアロケーション

1967年「新アロケーション方式要綱」が決定され、それまでの「身替り妥当支出法」に代わって「分離費用身替り妥当支出法」が多目的ダムのコストアロケーションの基準方式になった。利根川上流7ダムのうち藤原や相俣など6ダムは旧方式で計画され、1973年着工の奈良俣ダムのみが新方式に基づいている。分離費用身替り妥当支出法は日本式 SCRB 法とも呼ばれ、アメリカ合衆国で提案された SCRB 法を日本の事情に適合するよう改良したものである。この方式では各事業用途はそれぞれの専用費のほかに分離費用と残余共同費の一部を負担することになる。その概要は図2-4に示したとおりである。それぞれの用途は、少なくとも分離費用を負担することになる。旧方式（身替り妥当支出法）では分離費用を考慮しなかった。新方式はその後係数など細部の改正を重ねて今日も使われている。妥当投資額の算出方法は図2-5に示した。発電の場合、身替り建設費は一般に妥当投資額を上回るので計算されない。単価は火力発電所の燃料費を基準に算出されるため妥当投資額は代替施設建設費とほぼ等しくなる(1997年度適用単価はkw単価が32,864円/kw, kwh単価が12.20円/kwh—新エネルギー財団水力本部2000)。分離費用は、発電独自容量がない場合は調整使用の実態から評価され、揚水発電で独自容量がある場合はその容量を差し引いたダムの建設費を共同施設費から引いて評価される。

利根川上流域の多目的ダムの実績コストアロケーションを表5-2に示す。ただし、分離費用身替り妥当支出法が適用されたのは奈良俣ダムのみで、その他のダムは旧方式で実施されている。このコストアロケーション方式にはさまざまな角度から改善案が提案されている。ここでの検討はアロケーション方式の改善というより環境用水の及ぼすインパクトの分析が目的なので、金額配分の変更にあたっては各ダム建設当時の方式に従うことにした。

表5-2 利根川の多目的ダムの実績コストアロケーション  
(建設省河川局監修 1990 より)

ダム名 (完成年度)	建設費負担(単位:百万円)			
藤原 (1957)	治	水	1,701	(41.6%)
	不	特	660	(16.1%)
	発	電	819	(20.0%)
	発	電 (玉原)	918	(22.5%)
相俣 (1959)	治	水	405	(22.2%)
	不	特	975	(53.4%)
	発	電	445	(24.4%)
藺原 (1965)	河	川	4,544	(90.7%)
	農	業	316	( 6.3%)
	発	電	150	( 3.0%)
矢木沢 (1977)	治	水	1,947	(16.2%)
	不	特定かんがい	1,896	(15.8%)
	特	定かんがい	1,691	(14.1%)
	発	電	3,500	(29.2%)
	上	水	2,966	(24.7%)
奈良俣 (1990)	河	川	39,549	(32.4%)
	特	定かんがい	3,407	( 2.8%)
	都	市用水	78,733	(64.5%)
	発	電	311	( 0.3%)
下久保 (1968)	治	水	7,577	(37.0%)
	か	んがい	2,109	(10.3%)
	都	市用水	10,690	(52.2%)
	発	電	102	( 0.5%)
草木 (1976)	治	水	12,726	(40.4%)
	不	特定かんがい	1,418	( 4.5%)
	特	定かんがい	220	( 0.7%)
	都	市用水	16,821	(53.4%)
	発	電	315	( 1.0%)

## (2) 発電減方式による再計算

4-3 (1) で求めた発電減少量を使って各ダムのコストアロケーションを再計算してみた。現実に行われた費用割り振りに比べ、発電部門の妥当投資額のみが変化し、残りの部門がそれぞれ負担増となる。発電の妥当投資額の変化は、使用水量の変化が有効電力および有効電力量にそのままの割合で影響するとして計算した。相俣ダムや藺原ダムでは複数の発電所に用水を供給しているが、減水区間の生じない発電所については妥当投資額を変化させない。また、発電量の減少による専用費の変化はないものとした。計算結果を表5-3に示す。これらのダムは身替り妥当支出法で計画されていたのでその方式で計算している。草木ダムでは資料がそろわず計算できなかったが、藺原ダムと下久保ダムでは妥当投資額が専用費を下回った。そうすると建設費負担はゼロとなる。

この方式では、環境用水の放流は発電部門の犠牲のみによってまかなわれている。言い換えれば、ダム建設時から現在まで発電部門が環境用水を横取りしていた、との認識に基づいている。しかしその横取りも、コストアロケーション実施の際には当然使ってもかまわない水量とみなされていたわけで、発電部門は便益を過大に評価されていたことになる。環境用水を考慮したコストアロケーションが最初から行われていれば、便益が小さいために発電部門が参加しないダムもあったかもしれない。環境用水に水を使うのであれば発電できる量が少なく、わざわざ設備投資するだけの価値がない、と判断された場合である。上記の計算例はそのような事態が発生しうることを示唆している。

表5-3 環境用水を考慮したコストアロケーション変更（発電減方式）

ダム名	建設費負担(単位:百万円)			
相俣	治	水	459	(25.1%)
	不	特	1,105	(60.5%)
	発	定電	263	(14.4%)
藺原	河	川	4,684	(93.5%)
	農	業	326	(6.5%)
	発	電	0	(0.0%)
下久保	治	水	7,618	(37.2%)
	か	ん	2,109	(10.3%)
	都	市	10,751	(52.5%)
	発	用電	0	(0.0%)

### (3) 新規参入方式による再計算

一方、環境用水を新たな水需要部門とみなす考え方もありうる。都市用水や農業用水と同格に扱うのである。都市用水は都市の人間活動を支える水使用、農業用水は農業生産を支える水使用であるが、環境用水も川の生物、親水性、水質保全など川の環境を保つための水使用であって同じように大切であるから対等な立場で多目的ダムに参加することが可能である。従来でも正常流量の概念を含んだ「不特定用水」部門が（治水と合わせて「河川」部門とする場合もある）多目的ダムに参加しているので、環境用水が独立部門としてコストアロケーションに加わることは不自然ではない。ただし、従来の「不特定用水」での正常流量の概念が河川環境保全の役割を果たせなかったことは前述の通りである。環境用水を独立部門として参加させることにより、明示的に河川環境保全のための水量が確保され、縦断方向の連続性が保たれると期待できる。

そこで、環境用水を独立した用途として参加させた場合の試算を行った。特定用水と同様に、環境用水としてダム直下流で一定流量を確保するとした。その結果が表5-4である。下久保ダムの発電部門が負担率 0.0%となっているが、表5-3の場合とは異なり、ごく小さい値になるだけでゼロにはならない。矢木沢ダムでは東京都上水に  $4.0\text{m}^3/\text{s}$  の特定用水がある。奈良俣ダムは  $8.05\text{m}^3/\text{s}$  の上水道と  $0.65\text{m}^3/\text{s}$  の工業用水を都市用水としている。下久保ダムは上水道  $14.2\text{m}^3/\text{s}$ 、工業用水  $1.8\text{m}^3/\text{s}$ 、草木ダムは上水道  $7.04\text{m}^3/\text{s}$ 、工業用水  $1.88\text{m}^3/\text{s}$  である。環境用水もこれらの特定用水に比較して無視できない大きさであり、それゆえ負担額も小さくない。

表5-4 環境用水を独立部門として参加させた場合のコストアロケーション

ダム名 (環境用水)	建設費負担率		
矢木沢 (2.70m <sup>3</sup> /s)	治	水	14.8%
	環	水	8.5%
	不	かんがい	14.5%
	特	かんがい	12.9%
	発	電	26.7%
	上	水	22.6%
奈良俣 (0.13m <sup>3</sup> /s)	河	川	32.2%
	環	水	0.6%
	特	かんがい	2.8%
	都	水	64.2%
	発	電	0.3%
下久保 (1.14m <sup>3</sup> /s)	治	水	35.9%
	環	水	3.6%
	か	かんがい	9.9%
	都	水	50.6%
	発	電	0.0%
草木 (2.48m <sup>3</sup> /s)	治	水	35.2%
	環	水	12.9%
	不	かんがい	3.9%
	特	かんがい	0.6%
	都	水	46.5%
	発	電	0.9%

## (4) コストアロケーション方式の比較

下久保ダムについて、従来方式（身替り妥当支出法）を含めた三通りのアロケーション結果を表5-5で比較する。従来方式と比べ負担が増加している部門は太字（+）で、減少している部門はイタリック（-）で示している。表5-4のアロケーション（「発電減方式」と呼ぼう）が発電部門のみを減らして環境用水分を他部門に振り分ける結果となったのに対し、表5-5のアロケーション（「新規参入方式」と呼ぼう）は環境用水を参加させて他部門の負担を減らす結果となっている（発電減が生じるところでは発電部門はさらに負担減）。つまり、上水や農業用水などの部門にとっては負担増か負担減か正反対の結果となる。「ある用途が参加することによって他部門が負担増となつてはならない」というコストアロケーションの原則があるが、環境用水は新規用途ではなく最初に確保されるべき用途（環境用水が確保されないのならダムはない方がよいかもしれない）なのだから、上の原則をもって発電減方式を否定することはできない。負担増、負担減というのはあくまでも環境用水を無視した方式との比較である。

二つの方式による違いを図5-1と図5-2に表現した。もともと発電部門の割合が小さかった藪原や下久保では発電部門のメリットが消えてしまったし、相俣でも大きく減少した。環境用水を独立用途として加えた場合、矢木沢や草木にみるように発電部門よりむしろ都市用水等の他部門の負担が緩和される。環境用水を他用水と同等に位置付けるからには図5-2の新規参入方式が適していよう。そうすることにより環境用水も応分の費用を負担する義務が発生し費用に応じた権利を主張することも受け入れられるようになる。

表5-5 下久保ダムのケース

部門	従来方式	発電減方式	新規参入方式
治水	37.0	37.2 (+)	35.9 (-)
環境用水	—	—	3.6 (+)
かんがい	10.3	10.3 (+)	9.9 (-)
都市用水	52.2	52.5 (+)	50.6 (-)
発電	0.5	— (-)	0.0 (-)

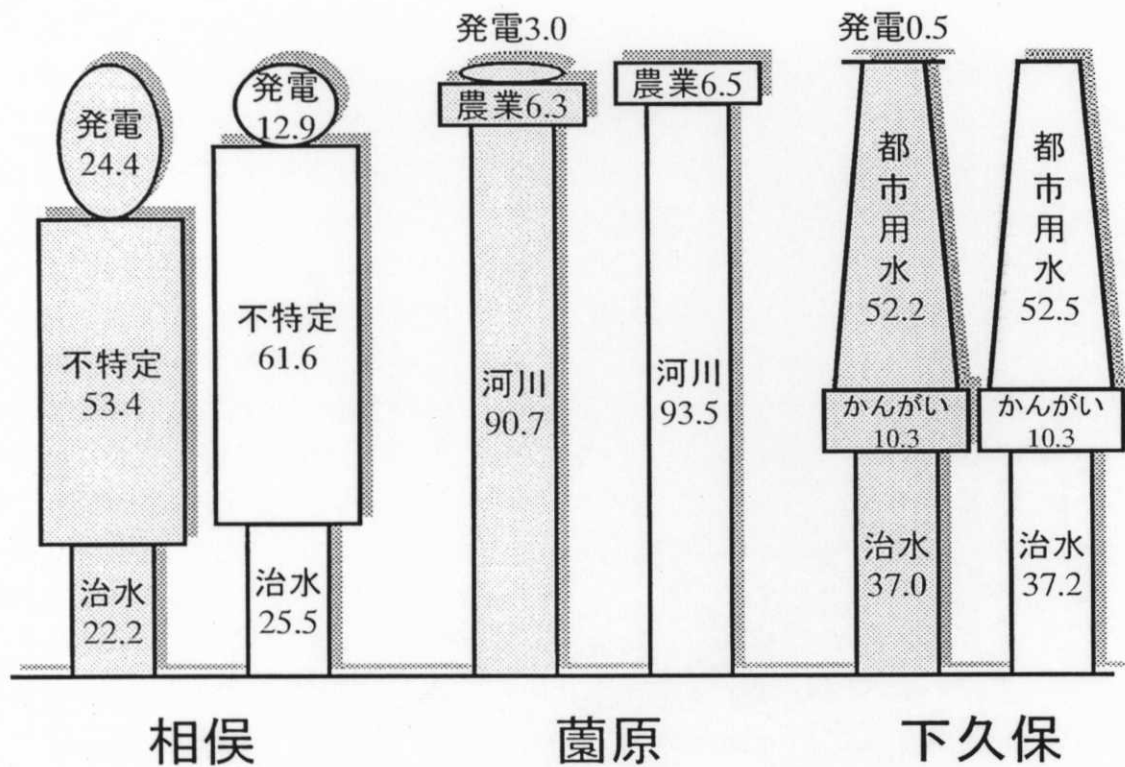
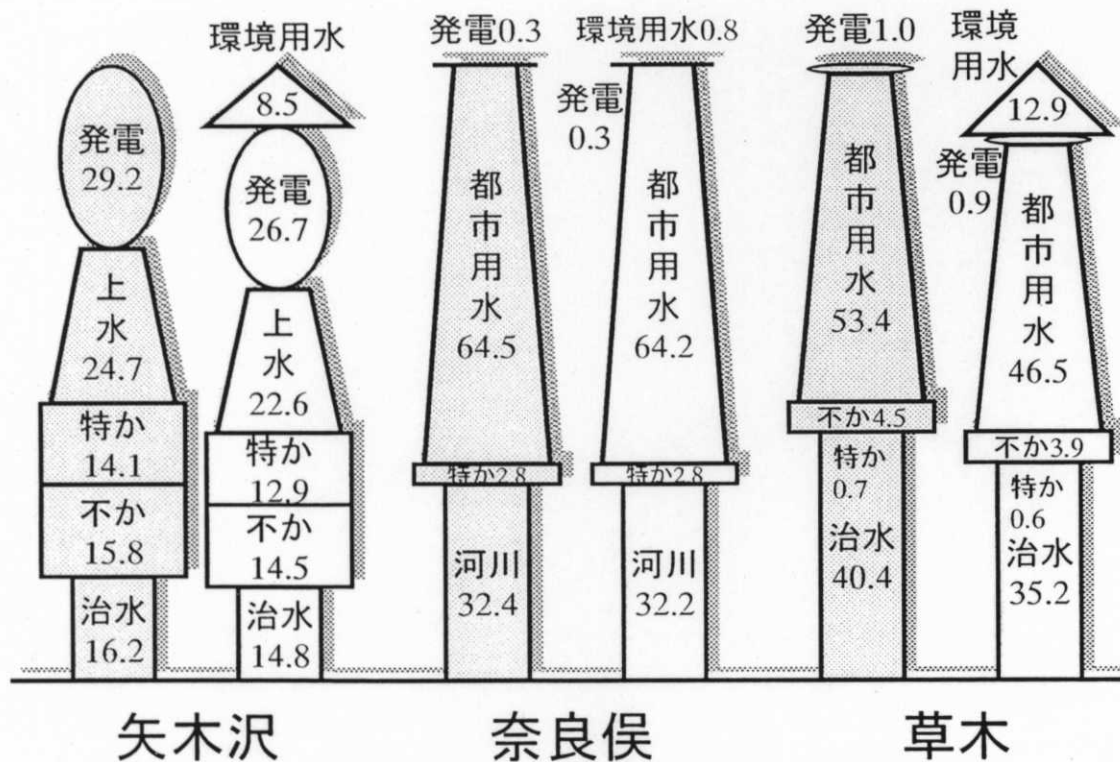


図5-1 発電便益のみを減少させたアロケーションと実績の比較（左が実績）



（「特か」は特定かんがい、「不か」は不特定かんがい）

図5-2 環境用水を独立用途として参加させた場合と実績の比較（左が実績）



#### (5) コストシェアリングとアロケーション方式

環境用水に費用負担の責任が生じるとなると、コストシェアリング（実際に誰が費用を支出するか）の段階に議論が移る。コストアロケーションとコストシェアリングは別問題で、アロケーションで割り振られた費用をどの主体（国、地方自治体、利用者など）が負担するかが次の焦点になる。新規参入方式では治水部門と環境用水部門が別用途として明示されているが、これらを同一主体がまかなうという事態は十分考えられる。環境用水とは河川が自然にもつべき流量だと考えるならば、環境用水に対して費用を払うということ自体がおかしい（ダム建設前からあったのに、建設費用を負担させていいのか）という立場になり、発電減方式が妥当となるだろう。しかし明治以来の河川開発の経緯からいうと現実にその立場はとり難い。4-2でも触れたように、発電や農業部門は環境用水がないという前提で（いわば政府のお墨付きをもらって）利水計画を立てていたからである。

基本的には原因者負担の原則をとり、新規参入方式において環境用水負担分とされた費用を減水の原因をつくっている取水者に按分する。図5-2でいえば発電と都市用水とかんがい部門に再配分する。その配分割合は、発生する減水区間の程度、すなわち環境流量ポテンシャル消費量に量-効果関係を加味して決定するのがよいだろう。特定の関係者が特に大きな利益を得る場合（観光、漁業など）には受益者負担の原則も併用して利益の増分に応じた費用支出を求め、その残額を再配分すればよい。

環境用水を確保した再計算の結果発電が成り立たなくなってしまう場合、過去の経緯（環境用水が義務とされていない時代に計画を立案した）を意識した特別の対応が必要になろう。発電開始後40年（平均法定耐用年数）あたりを目安にとって、発電開始後それ未満のものについては損失額を補填するなどの対策をすべきである。

## 5-3 水利秩序における環境用水

環境用水は新しい水使用者である。これまで水利用の歴史では、新規参入者が現れるたびに既存水利秩序と摩擦を引き起こしてきた。環境用水は新しく導入される水利用なので、既存の水利用秩序に動揺を与えずにはおかない。ましてや、農業用水や都市用水と同格に位置付けようとすればなおさらである。

新参者が加わると、既存秩序に参加していた者は権益をいくらかつつ失う。都市用水の需要が拡大した時代には、それまで河川水をほぼ独占的に利用していた農業用水が水を譲らされた。水力発電が農業用水等としばしば衝突したことは3-2でふれた通りである。パイの大きさは変わらないのにプレイヤーが一人増えるのであるから、既得権益が脅かされる先行プレイヤーは面白くないのが当然である。しかし、環境用水というプレイヤーは、これまで河川利水に加わってきた新規参入者とは異なる。原理原則をいえば、環境用水はこれまで不当に締め出されていたのであって、そのあるべき席に復帰するにすぎない。利害を主張する代弁者がいなかったがためにその権利を侵害されてきたのであって、むしろこれまでの秩序こそが不適当だったということである。

とはいうものの、利害の代弁者がいないという弱点は解消されたわけではない。環境用水は長期的に人類が存続していくために必要不可欠な利水であるが、目に見える短期的な利益を生まないために、他の利水者の利害に圧されてしまうおそれがある。また、いくら不当におしのけられていたといっても、復帰するにあたって既成の秩序を無視することはできない。前節で調べた多目的ダムのコストアロケーションの事例は、これらの課題を浮き彫りにしている。

まず、環境用水をダムに付属のものとするか独立した水需要者とするかによって他者に与える影響が異なった。そもそも水力発電と都市用水と農業用水は、同じ多目的ダムに参加するといっても水利用の場所が異なる。水力発電はダムサイトのすぐ近くであるし、農業や都市はその発電用水が川に戻ってから下流で使う。環境用水の立場からみると、水力発電は流量の小さいところで行われるから減水割合が高いが全量が川に戻される、都市用水は取水点と放流点が遠く離れる上に時間差があって流況に影響を与える、農業用水はその中間だが、水田などでは湛水中に蒸発で多量の水が失われて下流には戻らない、といった特徴があって影響の現れ方に差がある。環境用水と一口にいても、水力発電の減水区間対策としての用水と都市用水対策としての用水を同じに扱うことはできない。

もうひとつ重大な現象は、環境用水を入れることによって事業が成り立たなくなる場合がみられたことである。このとき強引に環境用水を導入すると事業が採算割れを起こす。いくら環境が重要といい、社会的費用と便益を比較して計算上プラスが出たとしても、これまで成り立っていた事業を問答無用で取り潰すのは公平性の観点からはすんなり肯んじ得ない。既存の水利秩序の尊重が必要であり、具体的には前節の最後で挙げたような特例としての損失補償をせざるをえないだろう。このあたりが経済学的効率性のみでは解決で

きない点のひとつである。

多目的ダムでなく水力発電所単独の減水区間では、発電者が無効放流を増やすことにより環境用水が確保される。これは発電者がコストを負担していることに相当する。その結果電力料金が上昇するかもしれないが、電力消費者が減水区間の原因をつくっているということで社会の合意は得られよう。都市用水の場合はどうか。今度は水道料金が上昇することになる。このとき、下水道の対策によって減水区間を軽減することが可能である。放流点を上流に持ち上げて減水区間長を短くするという対策がその一つで、分散型の処理をして細切れに流していくか、処理場からパイプを長く伸ばして上流にポンプアップすればよい。逆に取水点をできるだけ下流にもっていくことも考えられる。究極には、取水した地点に排水するようなシステムを目指せばよい。ただし、水道は電力と違って代替生産がきかない資源であるし、生活のより基礎的な部分を支える資源でもある。そのため費用負担や料金設定には効率性よりも公平性が（電力に比べ）求められる度合いが強く、環境税や環境補助金の導入は電力にも増して難しいだろう。しかし都市用水が河川環境に与えている負荷を見逃すわけにはいかない。なんらかの方法で経済システムに内部化することを目指していくべきである。

水の需給がほぼ飽和している現代の日本で、環境用水をめぐる状況は厳しい。水力発電所は正常流量を放流しているが、火力発電所で代替できる程度の発電量だから可能なのであって、今以上に増やせるかどうかは定かでない。都市用水は代替さえもきかない。環境用水の増強には、節水節電型の社会・経済・産業をつくっていくことがいずれ不可欠になる。

次節では、環境用水を水質等の他の環境要素と比較し、さらに経済活動とも比較して河川環境政策に反映させるための意思決定支援ツールを考える。

## 5-4 河川環境の総合的評価手法—環境経済統合勘定

環境用水は河川環境をかたちづくる一つの要素にすぎない。また河川環境も人間の社会経済の中の一つの要素にすぎない。そんな中で、環境用水の重要さを客観的に他の要素と比較し総合的な河川政策を考えるためには、河川環境や社会経済活動を包括的に扱える意思決定支援ツールが必要である。

そこで、環境経済統合勘定の枠組に注目した。環境経済統合勘定（SEEA, System for Integrated Environmental and Economic Accounting）は国民経済計算体系（SNA, A System of National Accounts）のサテライト勘定と位置付けられている。SNA 中枢体系から環境関連部門を抽出・分類変更し、概念を拡張して環境と経済を同一の枠組みで分析できるよう工夫されたもので、国連が精力的にそのマニュアルをまとめている。1998年には経済企画庁によって日本の環境経済統合勘定（JSEEA）が試算された。SNA で求められる経済成長率や GNP といったマクロ経済指標は経済活動の重要な目安とされるが、これらの指標には経済活動に伴う自然資源の枯渇や環境悪化といった項目は含まれていない。自然資源や環境を項目として計算過程にとりこむことにより、環境へのインパクトを経済活動と同時に把握できるようになる。環境経済統合勘定には、①経済活動の中から環境関連のものを分離して記録する、②ストックとしての自然環境の変動をとらえる、③自然環境を考慮した持続可能な経済成長をチェックする、の三つのねらいがある（白川・井野 1994）。河川環境を対象とすると、環境経済統合勘定は有用な分析手段である。第一に、流域単位を包括して対象とできる。第二に、物量表をつくり貨幣換算するというステップに無理がない。これらは費用便益分析や応用一般均衡分析にまさる点である。

環境経済統合勘定は、環境勘定の部分と経済勘定の部分をもつ。環境勘定の部分は自然資源勘定や環境資源勘定等と呼ばれる。まずは河川環境を対象に自然資源勘定を作成し、それを経済勘定と連結することで環境経済統合勘定が構築できる。環境経済統合勘定の枠組は図 5-3 のようになっており、この中の自然資源に関する部分が自然資源勘定となる。

		国内生産 (投入先産業)	最終消費	非金融資産		域 外	計
				生産資産	非生産資産		
期首ストック							
生産物の使用 (投入元産業)	下水処理業						
	水道業						
	工業						
	農業						
	電力事業						
	その他						
非生産自然資 産の使用	水質						
	水量						
	大気						
	森林						
	その他						
生産固定資産の使用							
エコ付加 価値	エコマージン						
	純付加価値／ 国内純生産						
産出							
その他の資産量変動							
再評価							
期末ストック							

図 5 - 3 環境経済統合勘定の枠組

河川環境に関連の深い自然環境要素として水量と水質、一般的に重要な自然環境要素として森林、人間の生産活動に関係するものとして農業資源と漁業資源を特記して、利根川上流域において試算した自然資源勘定表を表 5 - 6 に示す（白川・玉井・吉田 2000）。生態系の観点からみて人工林や養殖魚のような人造自然物と天然林や天然魚のような自然物は全く違うが、経済資産としてみても前者は人間が育成するのに対して後者は自然環境の中で増減するという違いがあるため分類を分けた。畜産資源として乳牛、農産資源として果樹を計算に入れた。流量は環境流量ポテンシャル消費量（EFP と表記）、水質は BOD 負荷量を指標として採用した。

自然資源勘定表からは産業ごとの自然環境要素への影響の大きさが把握できる。生産額等と見比べれば、環境負荷の少ない産業と多い産業をある程度判断することができる。そして、環境改善のためにはどういう対策をとればよいか、どの産業に改善を求めればよいかといった政策判断が可能になる。河川環境に関しても、各環境要素を横並びに比較できるので状況の客観的把握ができ意思決定の助けになるだろう。

表5-6 利根川上流域での自然資源勘定表(1993年度)

	人工的に生産される資産					自然が生産する資産			
	養殖魚 ton	人工林		乳牛 頭	果樹 ha	天然魚 ton	天然林 千 ha	EFP(水量) 億 km <sup>3</sup>	BOD 負荷 千 ton
		千 ha	千 m <sup>3</sup>						
期首ストック	0	183.5		69,000	2,685	?	212		
下水道									- 29.8
水力発電								- 1139	
養殖業	-2,284								
漁業						- 380			
林業			- 293						
造林		0.637							
農業								- 225	
果樹					6				
畜産業				-2,800					
家計								- 213	40.9
自然回復	2,284	- 0.045	1316	0	0	?			
期末ストック	0	184.1		66,200	2,691	?	212		

表5-6は物量単位でできている。これを金額換算すれば経済勘定との統合も容易となる。ただし金額換算はできるものとできないものがある。代替法や表明選好法で換算可能な消費資源価値や心情価値は換算して金額表にしてもかまわないが、基盤価値等金額化できない価値が残存していることに留意して分析に用いるべきである。物量表のみでも十分に意思決定に有用である。

河川計画には、表5-6はいささか使いにくい意味もある。これは国や地域全体で意思決定することを念頭に置いた枠組であって河川環境とは関わりのない要素が多く含まれている反面、河川環境で重要とされる要素が簡易にしか扱われていないからである。そこで河川環境に特化した表をつくと、表5-7のような枠組ができる。河川管理では、目的がバイオマスにあらうとも操作可能な変数はハビタットである。そこでハビタット要素を基本的な構成要素とし、効果を確認する意味でバイオマスも計測する。ハビタットとしてはできるだけ複合的かつ把握容易な要素を取り上げる。自然河岸延長や自然な河川敷面積は地図上から読み取ることもできるし、縦断障害は堰等の様子を調べれば判断できる。ハビタットの基本要素として水量、水質、土砂を別に置いた。水量は脈動も含めて評価する。自然資源とはいえないが歴史文化遺産も列に掲げた。これには流域にある建造物や史跡のほか河川内にある土木構造物や自然物も含まれるため、自然環境の一部とみてもよいだろう。これらの要素を物量単位で計上する。歴史文化遺産などは数量(件数)だけでなく個別に詳しい特性を記述するべきである。数値として扱うのが目的ではなく、さまざまな要素を包括的に扱って意思決定に資することが目的だからである。

表5-7 河川環境を念頭においた自然資源勘定表の枠組

	バイオマス					ハビタット						水量	水質	土砂	歴史文化遺産
	魚	底生生物	藻類	森林	その他	自然河岸	自然な河川数	瀬淵	産卵場	縦断障害	他				
期首ストック															
河川事業部門						+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
上水道													+		
下水道													+		
水力発電										-		-			
養殖業	+	-													
漁業	-														
林業				+	-								-		
農業										-		-	-		
その他の産業															
家計												-	-		
自然変動	+	-	+	-	+	+	+					+	+		
期末ストック															

表5-7の+や-の記号は、想定される変化を表している。河川事業部門を独立させているのも河川計画の意思決定を意識しているからで、多自然型川づくりなどでハビタットを整備し、その結果はバイオマスの自然回復として顕れることを期待している。ダム建設を考えてみよう。水没地域の森林は減少するし、魚類相も変化するだろう。これらの変動はバイオマス項目に記録される。ハビタットも大きく変わり、自然河岸や自然な河川数は減少する。また縦断方向の障害物となって縦断障害の欄にマイナスが計上される。歴史資産や文化資産が影響を受けることもありうる。水力発電があれば減水区間が生じるかもしれない。こういったインパクトが物量的にかつ総合的に把握され、ダム建設による各部門の経済的便益および建設コストとの比較により代替案の定量的な検討が可能となる。また、水質改善事業として流域下水道と各家庭の個別処理・排出を比較して考えてみよう。流域下水道の方がBOD除去率は高いだろうから、水質面では流域下水道が有利になる。しかし、取水点から放流点までの距離が長くなるため水量面では不利になる。水量のインパクトを小さくしようと放流点を上流に引っ張り上げると、コストがかかる。物量表では水質改善と水量のトレードオフに直接最適解を与えることはできないし、コストとの間のトレードオフも解決できないが、各代替案に対して影響を定量的に示すことができる。物量表の長所は、価値判断を介在させることなく自然科学だけで計算できることである。前提条件を何もおらずに基礎データとして意思決定に供することができる。

表5-7は、河川流域における物質循環を総合的に把握できる枠組である。物量データのみから成っているため価値判断から独立であり、客観的な基礎資料となる。経済勘定表が経済政策当局にとって必要不可欠な資料であるのと同様に、これからは表5-7のような自然資源勘定表が河川管理者にとって必要不可欠な資料とされるようになるだろう。

## 5-5 まとめ

水力発電所で減水区間軽減のために環境用水を放流すると、それだけ発電量が失われる。失われた発電量は少量ならば火力発電所等で代替発電される。火力発電のランニングコストは水力よりも高いから、総発電コストは上昇することになる。この上昇が社会にどの程度影響を及ぼすか産業連関分析で調べたが、関東地方ではそれほど影響が出ないという結果になった。日本ではもはや水力の占める役割が小さくなっていることも原因の一つだろう。

環境と利水のバランスが問われる場面の一つとして多目的ダムのコストアロケーションを取り上げ、環境用水を導入した場合の試算を行った。環境用水の考慮方法に2つあり、どちらを採用するかによって正反対の結果になる。とくに発電部門は大きな影響を受ける。2つの方法にはそれぞれ根拠があり、社会情勢によって採否が決まるだろう。

環境用水は利水秩序への新たな参加者であるが、単なる新参者ではなく固有の権利をもっているため対応が厄介である。既存の利水者が痛みを受けることは避けられないが、過去の経緯や既成秩序を踏まえた対応が求められる。経済的効率性や公平性といった単一の基準を押し通すことは認められない。長期的には消費者（生活者）が節水型（省エネルギー型）社会をつくっていかないと行き詰まるだろう。

治水・利水・環境を総合的にみて河川計画の意思決定をするには、それらを統合して眺められる枠組があると便利である。環境経済統合勘定は環境と経済を同時に扱える構造をもち、河川計画にも有用と思われる。一般的な勘定表の項目を差し替えることで河川に特化した勘定表となりえよう。河川流域を単位に集計を試みるとともに、河川版勘定表の枠組も提案した。



## 6. 環境用水を取り入れた河川計画意思決定支援システムへの提言

2章から5章まで、環境用水のさまざまな面をみてきた。2章では歴史と現行の河川計画の仕組みを踏まえて環境用水の意義とあるべき位置付けを論じた。3章では環境用水量を効果と関連づけて表す指標を提案した。4章では環境用水の価値をどう考えるべきか論じ、評価方法を提案した。そして5章では環境用水を定量化する際に考えておくべき要素を挙げ、5-4では河川環境を包括的に扱う枠組を提案した。最後に本論文のまとめとして、環境用水を取り入れた河川計画意思決定支援システムの総枠を提示する。

環境用水は、最低限必要とされる固定量の部分と、増強に応じて環境改善効果が高まっていく部分とから成る。固定量の部分はこれまで正常流量と呼ばれてきた部分に相当する。環境用水を固定値として考えている限り、経済利害のからんだ他の利水との競争に勝つことはできない。他の利水が量を決定している経済効率性の論理は人間の行動に極めて強い支配力をもつからである。それに対抗できるだけの論拠を持たないと、曖昧で恣意性の強い方法によって環境用水量が規定されてしまう。環境用水は長期的に人類の利益にかなう水使用である。短期か長期かの違いがあるだけで、人間の豊かさを支えるという意味では他の水利用となんら変わりがない。であるから、他の水利用と同じ量決定の論理を持ってよく、また持つべきである。きちんと計算をして効果を見積もれば、固定量の部分をはるかに上回る流量が確保されるはずである。2-3では河川砂防技術基準（案）と治水経済調査を例にとって環境用水のあるべき位置付けを論じた。

環境用水には量と変動の二つの性質がある。3-3では変動も検討したが、3-4以降の議論は主として量を念頭において議論をすすめた。量には流量と区間長の二つが関係する。また、効果は流量の $1/2$ 乗に比例すると近似できる。そこで、環境用水の効果を評価するには、水文統計から得られた潜在的な自然流量を目標値とし、流量ゼロを悪い方の基準値としてその間を $1/2$ 乗に比例する関数で結んで達成度とすればよい。そして区間長との積をとって環境用水の評価値とする。

環境用水の価値を費用等と比較するには、複数の手法を併用しなくてはならない。環境用水の価値には自然環境のもつ価値の特徴がそのままあてはまり、それぞれの価値分類に応じて評価手法を使い分ける。消費資源価値は代替法で計測し、空間場価値は顕示選好法または表明選好法、心情価値は表明選好法で計測するのが現時点では最も有力である。基盤価値は環境経済学的手法では扱えないため、自然科学的な物量データで評価するよりない。可能性価値と遺贈価値は、社会情勢を慎重に見極めながら個人の資質に基づいて判断を下さなくてはならない。その価値判断をベースにして行われる河川計画の意思決定を支援するツールとして、環境経済統合勘定の枠組が有用である。とくに自然資源勘定を物量データで構築したものは、価値判断の介在しない客観的な基礎材料として汎用性が高い。河川計画に特化した枠組として表5-7のようなマトリックスが考えられ、水量、水質、

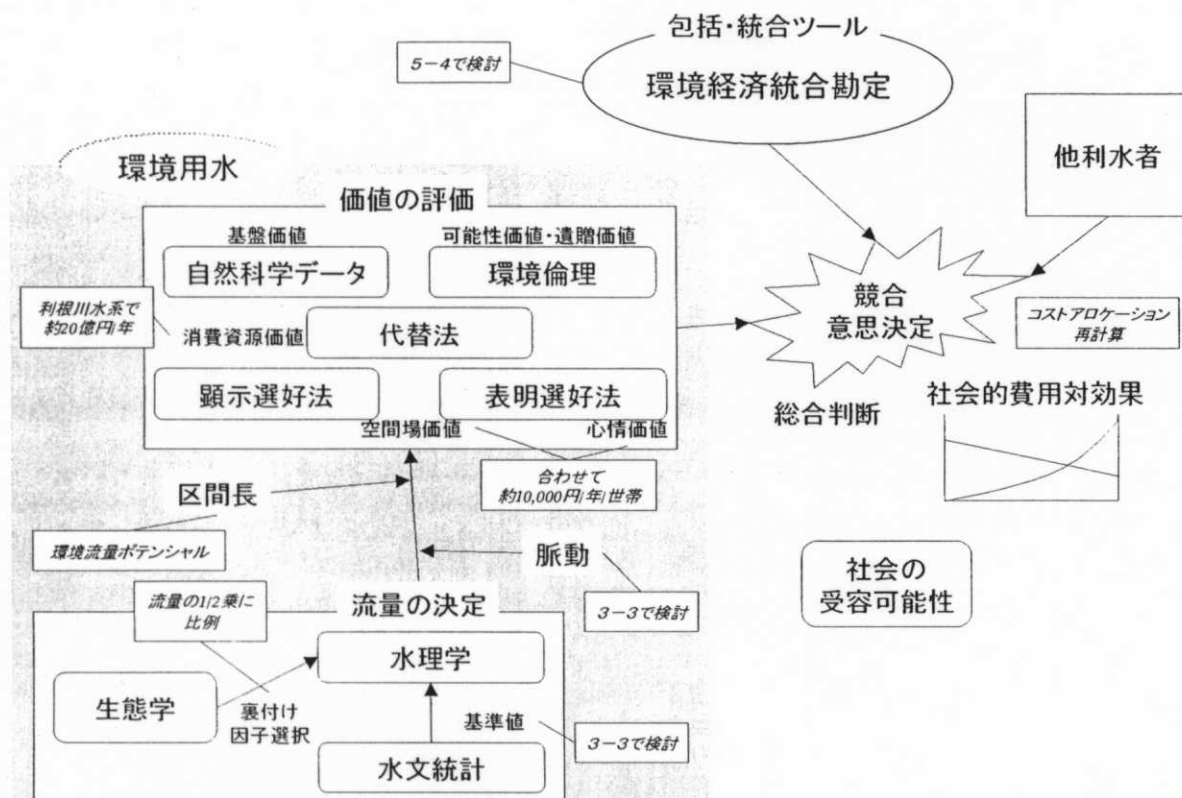


図6-1 環境用水量決定システム

生息域、歴史文化遺産等を視野に収めた水 環境保全計画の策定が可能になる。

本論文で論じてきたことをまとめると、図6-1のようなシステムができあがる。全体は環境用水を他の河川環境要素および他利水者や経済活動と総合して扱う意思決定システムであるが、環境用水内部の価値基準を詳しく検討したのが特徴である。

第1段階は環境用水の流量を決定するプロセスである。環境用水には最低限必要な固定値（これを維持流量と呼ぶ）の部分とそれ以上の部分がある。維持流量は生態学の知識から設定されるが、のちに社会的費用対効果で評価すればより大きな流量が確保されるはずである。維持流量以上の部分については、水文統計のデータを利用して潜在的な自然流量を求め、これを100点満点の上限値とする。上流域の水力発電地帯では、水力発電所の使用水量を河川流量に加えたものが潜在的な自然流量になる。そして維持流量から潜在的な自然流量（上限値）までの間を流量－評価点数曲線で結ぶ。流量－評価曲線は水理計算で求められるが、適切な水理量の選択には生態学の知識の裏付けが必須である。本論文では流量の1/2乗に比例するような流量－評価曲線が適切であろうと推定した。

第2段階では、流量の脈動と減水区間長を考慮に入れる。脈動に関しては本論文では定

性的にしか扱わなかった。減水区間長は、流量と掛け算をした環境流量ポテンシャルという量を考え、この消費量を扱うことで地域全体での環境負荷を計算できることを示した。

第3段階は環境用水の価値を評価する。一つの方法でまとめて評価することはできず、評価値もただ一つの値で表されるものではない。自然環境の多面性に応じてそれぞれ得意な手法を組み合わせなければならない。消費資源価値は代替法、空間場価値は顕示選好法と表明選好法、心情価値は表明選好法で金銭評価し、基盤価値は自然科学的なデータの評価にとどめる。本論文では、利根川水系の減水区間の発電資源としての消費資源価値は年間約20億円、心情価値と空間場価値を合わせると世帯あたり年間約10,000円の価値があると推定した。そして可能性価値と遺贈価値を含めた総合判断は意思決定者に委ねられる。意思決定者は正当な判断が下せるよう、洗練された環境倫理を持つことが求められる。

第4段階は他利水者との競合の場である。本論文では、他利水と競合する例として多目的ダムのコストアロケーションを再計算した。環境用水量と価値の関係が第3段階までに求められているので、他利水と比較の上で環境用水量が決められる。その際、環境負荷を包括的にみるために環境経済統合勘定の枠組が有用である。経済論理で動いている他利水者と違う次元で争ってはならず、環境用水の価値と水量の環境負荷を考慮にいった社会的な費用対効果を考えて環境用水量を決定すべきである。

## 参考文献

- ・青木勇（1964）新河川法と発電水力．水経済年報 1965 年度版 72-87．水利科学研究所．
- ・有賀圭司（1999）河川環境を含む環境経済統合勘定表の構築．東京大学卒業論文．
- ・M. Collier, R. H. Webb & J. C. Schmidt (1996) Dams and Rivers – A Primer on the Downstream Effects of Dams. U.S. Geological Survey Circular 1126. 94p.
- ・江川太朗（1979）河川流出の標準逓減曲線とその適用に関する研究．132p.
- ・江村敏（1997）貯水池の建設が河川流況に及ぼす影響と総合運用による流況改善．東京大学修士論文．
- ・江村敏・玉井信行・松崎浩憲（1997）生態的なフラッシュ流量に関する考察と貯水池の連結操作による流況の改善について．環境システム研究論文集 25:415-420.
- ・後藤宏行・水野順一郎・馬淵一彦（1999）久々野水力（発）維持流量放流設備の設置．電力土木 280:17-21.
- ・平山修一・北村邦雄（1991）黒谷発電所の計画概要．電力土木 234:21-25.
- ・星野勉・三嶋輝夫・関根清三編（1997）倫理思想辞典．山川出版社．312p.
- ・稲元勝彦（1991）新川原発電所の計画概要．電力土木 231:93-98.
- ・井上和敏・内村文雄・鶴岡政司（1997）新湯山発電所の工事計画概要．電力土木 271:32-37.
- ・関西電力株式会社編集（1966）黒部川第四発電所工事誌．土木学会．1326p.
- ・薫祥哲（1999）リスクの認識と情報提供．環境評価ワークショップ（鷲田豊明・栗山浩一・竹内憲司編，築地書館）118-134.
- ・経済企画庁総合開発局国土調査課（1961）全国流量観測所台帳．154p.
- ・建設省河川研究会編（1957）河川法（河川全集第二巻）．港出版合作社．414p.
- ・建設省河川局編，流量年表．日本河川協会．
- ・建設省河川局監修（1977）多目的ダムの建設．
- ・建設省河川局監修（1990）日本の多目的ダム（付表編）．
- ・建設省河川局監修（1997a）改訂新版建設省河川砂防技術基準（案）同解説．計画編．日本河川協会編．山海堂．222p.
- ・建設省河川局監修（1997b）改訂新版建設省河川砂防技術基準（案）同解説．調査編．日本河川協会編．山海堂．591p.
- ・建設省河川局開発課監修，多目的ダム管理年報．中国建設弘済会．
- ・建設省河川局河川環境対策室（1992）正常流量検討の手引き（案）．75p.
- ・建設省河川局河川計画課（1985）治水経済調査要綱．78p.
- ・鬼頭秀一（1996）自然保護を問いなおす．ちくま新書．254p.
- ・小出博（1970）日本の河川－自然史と社会史－．東京大学出版会．248p.
- ・小出博（1972）日本の河川研究－地域性と個性－．東京大学出版会．377p.
- ・小島昌太郎（2000）河川環境に対する意識と整備事業の重要度評価に関する研究．東京大学卒業論文．
- ・近藤純正（1989）気象学．土木工学ハンドブック第4版（土木学会編，技報堂出版），第13編（水文学・気象学）第7章，560-566.
- ・久保田英夫・原洋平・藻谷みつ代（1999）稲核発電所新設工事の概要．電力土木 280:14-16.
- ・栗原東洋編（1964）現代日本産業発達史Ⅲ 電力．現代日本産業発達史研究会．518p.
- ・H. Mader (2000) Determination of ecological instream flow requirements at Austrian rivers via minimum flow tests. Proceedings of an International Conference on New Trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life (CD-ROM), July 2000, Capri, Italy.

- ・三島次郎(1997)生態系の代謝を測るータイドプールでの事例ー. 桜美林論集 24:41-57.
- ・水資源開発公団, 水資源開発公団施設管理年報.
- ・虫明功臣(1974)河川の低水流出現象とその特性に関する研究. 東京大学学位論文. 295p.
- ・虫明功臣・高橋裕・安藤義久(1981)日本の山地河川の流況に及ぼす流域の地質の効果. 土木学会論文報告集 309:51-62.
- ・中川信矢・佐々木豊・吉村幸治(2000)神野瀬発電所高暮ダム維持流量放流設備の設計と施工. 電力土木 286:44-46.
- ・野田昭一・田村良一・安部鐘一(1992)奥沙流発電所の計画概要. 電力土木 237:65-70.
- ・岡敏弘(1997)厚生経済学と環境政策. 岩波書店. 198p.
- ・佐々木才朗(1992)多目的ダムのコストアロケーションに関する研究. 東京大学学位論文. 268p.
- ・柴田弘文・柴田愛子(1988)公共経済学. 東洋経済新報社. 304p.
- ・新エネルギー財団水力本部(2000)中小水力発電ガイドブック. 新訂3版.
- ・新沢嘉芽統(1962)河川水利調整論. 岩波書店. 511p.
- ・新沢嘉芽統(1964)新河川法と農業用水. 水経済年報 1965 年度版 59-71. 水利科学研究所.
- ・新沢嘉芽統・岡本雅美(1985)利根川の水利. 岩波書店. 262p.
- ・白川一郎・井野靖久(1994)ゼミナール SNA統計 見方・使い方. 東洋経済新報社. 194p.
- ・白川直樹・有賀圭司・玉井信行(1999)河川環境を対象とした環境経済統合勘定表の構築. 環境システム研究論文集 27:787-792.
- ・N. Shirakawa & N. Tamai (2000) Evaluation of environmental impacts of water use - environmental flow potential. Proceedings of Xth World Water Congress, March 2000, Melbourne, Australia.
- ・白川直樹・玉井信行・松崎浩憲(1997)環境用水を考慮した多目的ダムのコストアロケーション. 第20回土木計画学研究. 135-138.
- ・白川直樹・玉井信行・吉田昌平(2000)河川事業の影響を包括的にとらえる自然資源勘定. 河川技術に関する論文集 6:243-248.
- ・N. Shirakawa, N. Tamai & S. Yoshida (2000) Characteristic features of an urban river through environmental resources accounting. Proceedings of an International Conference on New Trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life (CD-ROM), July 2000, Capri, Italy.
- ・白川直樹・松崎浩憲・玉井信行(1997)環境用水のコストとその環境経済的評価. 環境システム研究論文集 25:629-632.
- ・水利科学研究所編(1962)水利河川学. 水利学大系第2巻. 地人書館. 270p.
- ・鈴木富二男・武田亀次(1990)実川発電所の計画概要. 電力土木 228:72-76.
- ・高橋修・土井義雄・小松及十(1997)新高津尾水力発電所建設工事の概要. 電力土木 271:20-25.
- ・高谷武助(1920)最近 水力電気. 博文館. 536p.
- ・竹内俊雄(1996)河川応用水文学序説. 河川情報センター. 359p.
- ・多摩川誌編集委員会(1986)多摩川誌. 河川環境管理財団. 1992p.
- ・玉井信行(1990)流量の変化が河況に及ぼす影響. 魚を育む豊かな流れ(河川生物資源保全流量調査報告書) 14-16.
- ・N. Tamai & Y. Emura (1996) Changes in flow regime by reservoir construction. Proc. Int. Conf. on Aspects of Conflicts in Reservoir Development & Management, London, 1996. 641-649.

- N. Tamai, Y. Emura & H. Matsuzaki (1997) A Network Operation of Reservoirs for Enhancement of the Ecological Flushing Discharge. The 27th Congress of IAHR, 1997, San Francisco. 507-512.
- 玉井信行・奥田重俊・中村俊六編(2000) 河川生態環境評価法. 東京大学出版会. 270p.
- 玉井信行・白川直樹(1999) 環境経済統合勘定の河川計画における意義について. 河川技術に関する論文集 5:13-18.
- 玉井信行・白川直樹(2000) 仮想市場法を用いた環境用水の便益評価について. 水環境学会誌 23(8):461-465.
- 玉井信行・白川直樹・松崎浩憲(1997) 発電ダムにおける環境用水のコストと環境経済. 第5回水資源に関するシンポジウム論文集. 401-406.
- N. Tamai, N. Shirakawa & H. Matsuzaki(1998) Economic Evaluation of Environmental Flow. Proceedings of the International Conference on Integrated Water Resources Management, October 1998, Alexandria Egypt, 75-80.
- 玉井信行・白川直樹・松崎浩憲(1998) 自然復元を目指す河川計画における費用・便益分析について. 水工学論文集 42:271-276.
- 玉井信行・水野信彦・中村俊六編(1993) 河川生態環境工学. 東京大学出版会. 309p.
- 逓信省(1925) 水力調査書. 第1～7巻. 電気協会.
- 地域開発研究所(2000) 水力発電の総合評価手法策定業務(その2) 報告書.
- 利根川百年史編集委員会(1987) 利根川百年史. 建設省関東地方建設局. 2304p.
- 東京電力株式会社(1983) 東京電力三十年史. 1163p.
- 東京電力株式会社(1996) 水力発電所マップ.
- 東京電力株式会社建設部(1992) 利根川水力開発の歴史. 電力土木 236:135-145.
- 東京都下水道局下水道本部(1994) 多摩の下水道マップ.
- 東京都水道局, 事業年報.
- 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部(1986) 水力開発地点計画策定調査報告書(第5次発電水力調査). 総括編および地域編Ⅰ～Ⅲ.
- 植田和弘(1996) 環境経済学. 岩波書店. 220p.
- 鷲田豊明(1994) エコロジーの経済理論. 日本評論社. 317p.
- 鷲田豊明(1999a) 環境問題と環境評価. 環境評価ワークショップ(鷲田豊明・栗山浩一・竹内憲司編, 築地書館) 2-24.
- 鷲田豊明(1999b) 環境評価入門. 勁草書房. 340p.
- 渡辺紹裕(1998) 水田灌漑. 水利環境工学(丸山利輔・中村良太他著, 朝倉書店) 58-74.
- 山口修(1993) 既設発電所における河川維持流量の確保. 河川 564:97-102.
- 山路哲夫(1993) 新五木川発電所の計画概要. 電力土木 247:64-71.
- 山本三郎(1992) 河川法全面改正に至る近代河川事業に関する歴史的研究. 東京大学学位論文. 450p.
- 吉田文和(1997) A. センの潜在能力アプローチと環境問題. 環境倫理と市場経済(環境経済・政策学会編, 東洋経済新報社) 97-108.
- 吉田昌平(2001) 東京都の環境・経済統合勘定を用いた多摩川の環境評価. 東京大学修士論文.

## 謝辞

東京大学大学院玉井信行教授には、研究の端緒から本論文をまとめるまで一貫して丁寧なご指導をいただきました。心より感謝しております。研究室に配属になって以来、常に長期的かつ大局的な視点に立った数多くの助言・叱咤・激励でここまで引っ張ってくださり、ありがとうございます。

小池俊雄教授には、本研究の内容ももちろんですが、研究室での日常からも研究者の先達としてさまざまなことを教えていただきました。生産技術研究所の虫明功臣教授、沖大幹助教授には、修士課程時代から顔を合わせるたびに言葉をかけていただき、たいへん励まされました。虫明先生には修士論文の際にも副査としてお世話になりましたし、沖先生には折々の機会に研究への刺激を与えてくださったことを感謝しています。竹内佐和子助教授には最後の段階で審査委員に加わっていただき、経済・政策面で貴重なコメントを頂戴いたしました。審査委員の先生方から受けたご指摘はいずれも広い視野からみた重要な点ばかりで、たいへん有益かつ勉強になりました。本論文で対応しきれなかった部分もありますが、今後研究を進めていくべき方向も示唆してくださいました。吉田恒昭教授には中間審査の際に有益なご意見を頂いたことを感謝しております。

香川大学河原能久教授には、初めて研究というものに触れたときからあらゆる面でたいへんお世話になりました。数々のご迷惑をかけたことを申し訳なく思っています。前助手の松崎浩憲博士は具体的な指導をつきっきりでしていただくとともに、仕事に対する姿勢も示してくださいました。特に研究の初期段階で手厚いバックアップをいただき、滑り出しの不安が一掃されたのはたいへん有難かったです。森田正人技官には学生時代も助手になってからも、研究室でも実験室でも現地観測でも、昼夜を問わず数々の困難から助けてもらいました。金沢大学黄光偉助教授にはいろいろと立場を変えながらお世話になりました。ありがとうございます。

研究を進展させていくにあたっては、研究室の学生たちが大きな力になってくれました。環境経済統合勘定のテーマに一から取り組んだ有賀圭司君、それを引き継いで大量の資料分析に根性を見せた吉田昌平君、環境意識の調査という難しい課題に挑戦した小島昌太郎君、経済的誘導策の分析をスマートにまとめた武市格人君と、それぞれに優秀な能力を発揮して卒論・修論に取り組んでくれました。それらの結果および過程が本研究の血肉になっています。また、直接本論文の主題と関わらなかったにしても研究室代々の先輩方にはお世話になりましたし、同輩はもちろんのこと博士課程の知花武佳君をはじめとする後輩たち、そして留学生の方々にもさまざまな刺激を受け力をもらいました。研究室の歴代秘書の方々にも、円滑な日常と雑務の軽減を実現し仕事や研究の場を快適に保っていただいたことを深く感謝いたします。

本論文で使用したデータの一部は、東京電力株式会社および建設省利根川ダム統合管理事務所から提供していただきました。ここに御礼申し上げます。データ取得に際しては㈱建設技術研究所の方々にもお世話になりました。

最後に、ここまでの研究生活を支えてくれた家族と新旧の友人・知人たちに感謝し、幸せを祈りたいと思います。ありがとうございました。

白川 直樹