

日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

慶應義塾大学 山口研究会
水資源班

佐久間祐綱

高藤直子

野村美木

山室俊介

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

目次

論旨

第1章 地球温暖化と日本の水需給の不安定化

1-1 地球温暖化と世界の水資源への影響

1-2 温暖化による日本の水資源への影響

第2章 経済財としての農業用水

2-1 水資源に対する国際的認識

2-2 水の適正な価格付け（プライシング）

2-3 水市場での水利権取引（トレーディング）

2-4 まとめ

第3章 日本で経済的手法は適応可能か

3-1 水の価格付けの見直し

3-2 水市場の設立

結論

ANNEX 日本の農業用水管理

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

論旨

1992年、世界の「水危機」が深刻化する中、地球環境サミットの環境と開発に関する宣言、「アジェンダ 21」において水資源問題が重要課題のひとつとして位置づけられた。以来、国際的な水資源問題への取り組みが活発に行われている。日本においても、2003年3月に世界の水危機の解決策を探る国際会議「第三回世界水フォーラム」が開催された。

この会議の議題のひとつに、現在起きている「水危機」の原因が従来の水資源管理にあり、この誤りを是正するために経済原理の導入を検討する議論がある。水資源を「経済財」として扱い、特に使用量の多い農業用水の配分に経済学的手法を導入することが、国際的な風潮として推奨されている。

では、日本の農業用水の水資源管理はどうであろうか。現在の日本の農業用水は地域共同体による水資源管理に頼るところが多く、経済原理による水利用の効率化が促進されていない。世界と同様、日本の農業用水も全体使用量の多くを占めるため、私たちは日本の農業用水において経済学的手法の導入を検討する。

第1章 地球温暖化と日本の水需給の不安定化

本章では、世界と日本の水資源の現状を述べ、近年、深刻な問題として提起されている地球温暖化による水資源に対する影響を説明する。さらに日本について、水需給による社会的影響について述べる。

1-1 地球温暖化と世界の水資源への影響

1-1-1 世界の水資源の現状

①水資源賦存量¹

地球上に存在する水、1,385,984 千km³のうち、人類にとって利用が容易な淡水²はその約0.8%にあたる10,635 千km³である。さらにこの約0.8%のほとんどが地下水であり、河川水や湖沼水として存在する量は、地球上の水の約0.01%にあたる105 千km³にすぎない。

②水使用量

世界の水の使用量は、人口増加や生活水準の向上などを反映して増加傾向にあり、1950年から1995年の45年間に約2.6倍増になっている。また、使用量の内訳は1995年で農業用水が約70%、工業用水が約20%、そして生活用水は約10%を占めている。

1-1-2 温暖化の実態と影響

①気温

IPCC³ (2001)によると、過去1000年間の地球上の平均気温の推移は19世紀まではほぼ安定していたが、20世紀に入った頃から急激に上昇し、その大きな原因は人間の活動にあると報告されている。また20世紀における世界の年平均地上気温は約0.6℃上昇している。そして、この傾向は継続し、21世紀における地球上の気温は現在よりもさらに高くなると予測されている。

②水資源への影響

上述した地球温暖化の進行は、平均蒸発量と平均降水量にも影響を及ぼすと言われており、図表1-1は世界の表流水への影響を予測したものである。

¹ 理論上人間が最大限利用可能な量

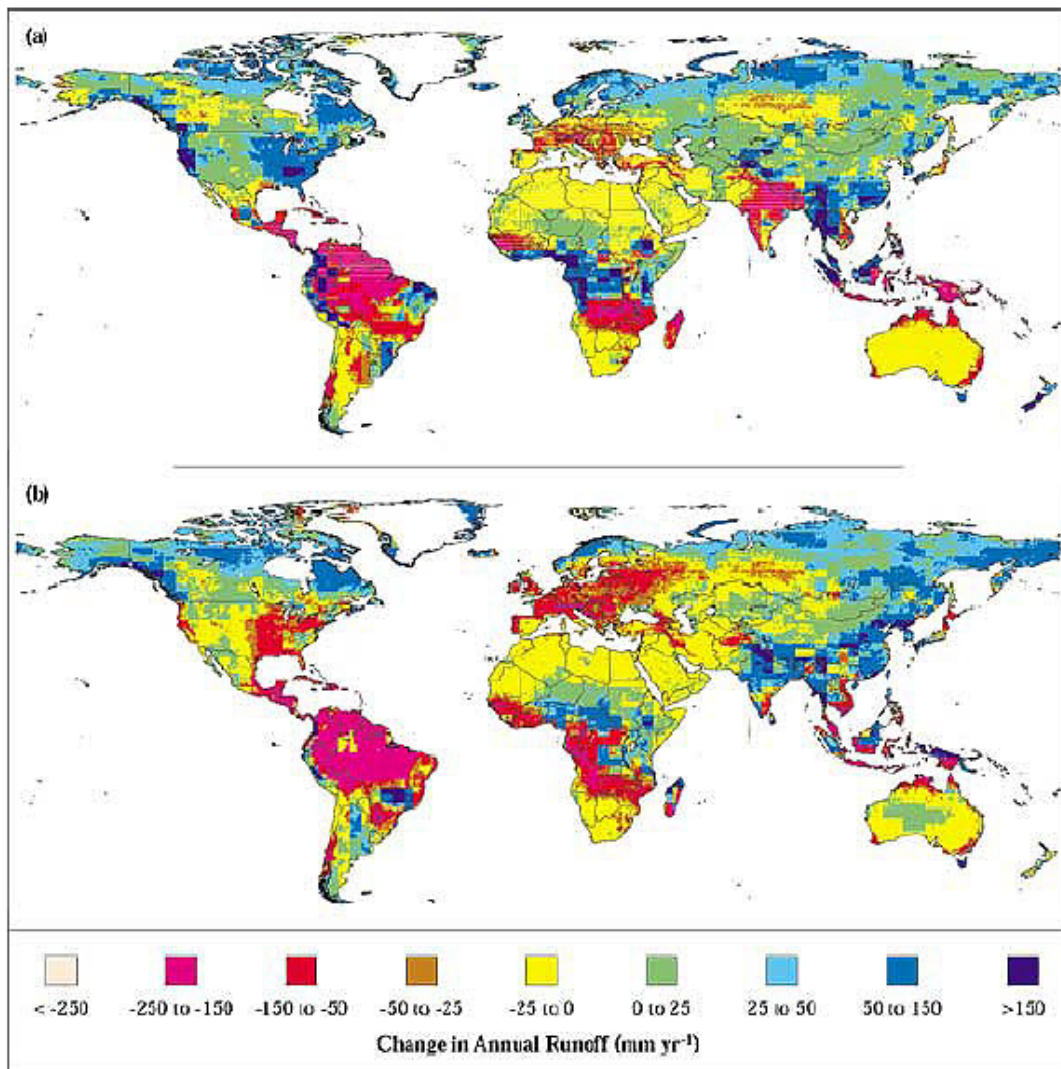
水資源賦存量 = (単位面積当り降水量 - 単位面積当り蒸発量) × 国土面積

² 河川・湖沼・地下水

³ IPCC (気候変動に関する政府間パネル) とは、気候変動の原因や影響について、最新の科学的・技術的・社会的な知見を集約し、評価や助言をおこなっている国際機関である

図表 1-1 気候変動による、2050 年時点での平均年間表流水への影響⁴

(a): HadCM2⁵ (b): HadCM3⁶



このシミュレーションによると、地球の平均蒸発量と平均降水量は多くのシナリオで 21 世紀中は増加すると予測されている。また、21 世紀後半までに北半球中・高緯度や南極で冬の降水量が増加する可能性が高く、低緯度の陸上では増加する地域と減少する地域の両方があり、平均降水量の増加する地域の多くでは降水量の年々の変動も大きくなる可能性がかなり高いと予測されている。

⁴ IPCC (2001)

⁵ HadCM2 とは、1997 年に Hadley センターで開発された、coupled atmosphere-ocean general circulation model (AOGCM) を意味する。

⁶ HadCM3 とは、2000 年に Hadley センターで開発された、coupled atmosphere-ocean general circulation model (AOGCM) を意味する。

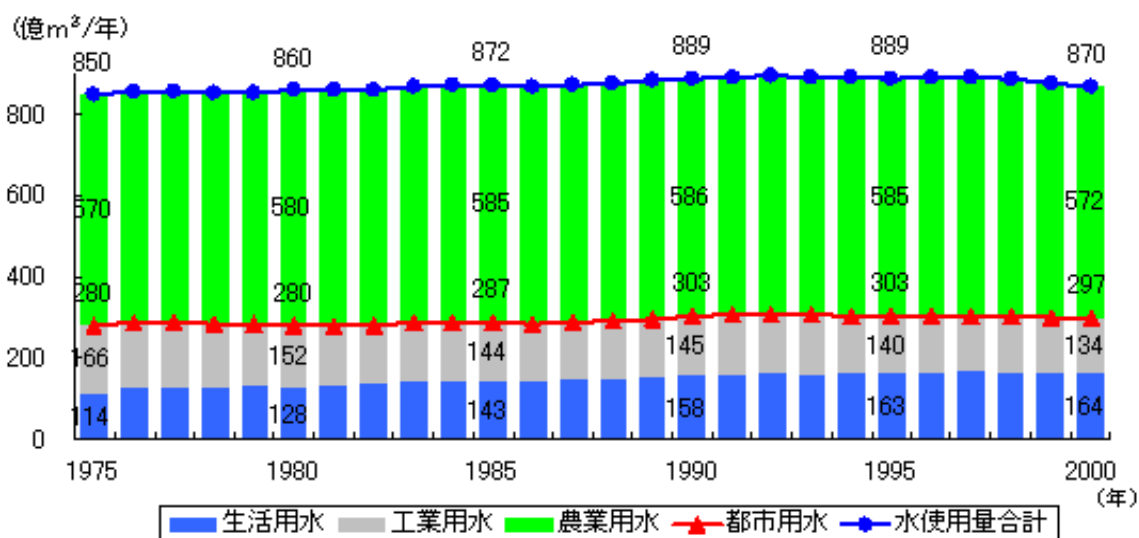
1-2 温暖化による日本の水資源への影響

前述した通り、温暖化は日本でも起こっている現象であり、その影響は日本の水資源にもおよぶ可能性がある。そこで、ここでは日本の温暖化の実態と降水量の変化による異常気象多発の恐れを考慮し、将来の日本の水資源において懸念される水需給不安定化について考察する。

1-2-1 日本の水資源の現状

年間の水資源賦存量の平均は約 4,200 億 m^3 であり⁷、年間の水使用量⁸は約 870 億 m^3 である。また図表 1-2 にあるように、農業用水は全体の約 65%にあたる約 572 億 m^3 、工業用水は約 15%にあたる約 134 億 m^3 、そして生活用水は約 20%にあたる約 164 億 m^3 を占めている。

図表 1-2 日本における水使用量の状況⁹



1-2-2 温暖化の実態と影響

①気温

気象庁(2002)によると、地上気温の変化を見ると長期的な傾向として 100 年につき約 1.0℃の割合で上昇している。そして、温室効果ガスの増大などの人為的な影響が、このような地上気温の上昇傾向に現れている可能性が高いとしている。また 1980 年代後半から急速に気温が上昇し、地上気温が顕著な高温を記録した年はおおむね 1990 年代以降に集中し

⁷ 渇水年においては約 2,800 億 m^3 である

⁸ 2000 年取水量ベース

⁹ 国土交通省ホームページより

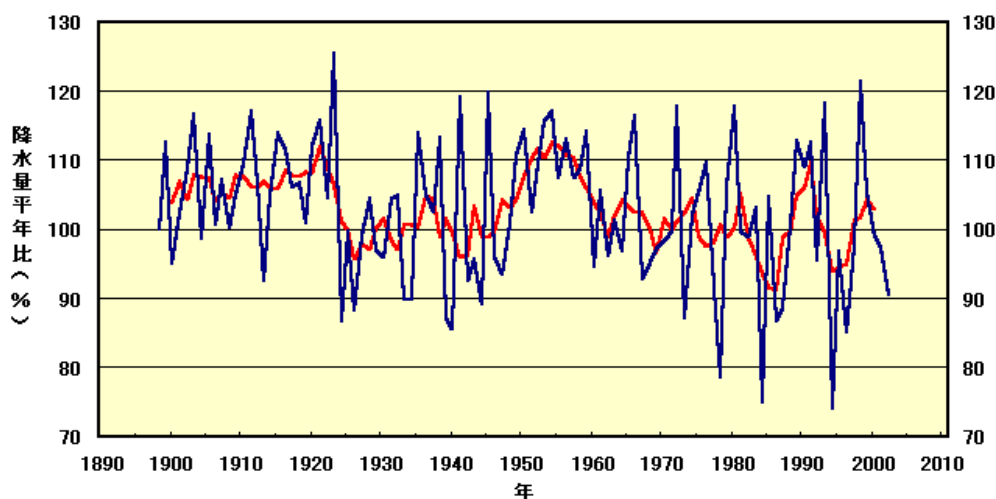
ている。

②降水量の変化と異常気象

降水量に関しては、図表 1-3 から、その変化は長期的に緩やかに減少しており、また年ごとの変動が大きくなっている。特に、1970 年代以降はその振れ幅大きくなっていることが分かる。

この降水量の変化は、将来、異常気象が多発することを示唆していると考えられる。異常気象には、集中豪雨や早魃などが挙げられ、事実、近年の日本の天候に異常高温と異常少雨の発生件数が増加傾向にあるとされている。

図表 1-3 日本における年降水量の経年変化¹⁰ (1898~2002 年)



青線は、国内 51 地点での年降水量の平年比（平年値に対する比）を平均したものを示す。赤線は、平年比の 5 年移動平均を示す。

1-2-3 水需給不安定化の懸念

以上、現時点での日本の温暖化の実態と、それによる影響について述べてきたが、気温に関しては 100 年間で約 1.0℃であり、これは地球平均の約 0.6℃を上回っている。また降水量の変化は、現在までの動向として緩やかに減少しており、さらに年々その変動幅が大きくなっている。この影響は、現在異常気象の発生が増加傾向にあるという形で顕在化しつつあり、この傾向は今後も続くと予測されている。将来的に気温上昇に伴い、降水量、蒸発量の増加による河川流量の減少、また異常気象の多発の可能性があり、水需給の不安定化が起こると予測される。つまり、供給面では取水量の削減を迫られる一方、需要面では気温上昇に伴う需要増加が想定されるのである。これに対し、山口研究会論文（2002）において、その適応方法を論じているので、Box1 を参照されたい。

¹⁰ 気象庁（2002）

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

1-2-4 懸念解消に関する手法

以上、水需給不安定化の懸念に対して、全水使用量の約 65%を占めている農業用水を更に効率よく利用することが、水資源管理を安定化させることに繋がると考えられる。現在は、農家の共同管理での番水や反復利用などにより農業用水の取水量削減が促され、効率的利用に繋がっていると言われている¹¹。

しかし、私たちは視点を変え、農業用水の効率的な利用手法として経済学的手法の導入を提唱し、その適応可能性を第2章以降論じていく。

¹¹ 詳細はANNEX参照

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

Box 1 適応方法

水需給の不安定化を和らげるために、いかに水資源を確保するかがその適応方法として重要である。そのため、供給面と需要面という二つの視点から解決策を講じる。供給面からの解決策とは、水資源開発を促進し取水可能量を確保することであり、それに対し、需要面からの解決策とは、水利用の効率化を図り、その取水量を抑制することである。

供給面からの解決策は、その中心がダム建設である。しかし、環境意識の高まりやダム建設を無駄な公共事業と考える風潮により、供給面からの取り組みは今後困難であると言われている。そのため、もう一つの解決策である需要面からの水資源確保に焦点を置く。以下の図表 a は、取水量削減の可能性を、生活用水、工業用水、農業用水の三つに分け表している。

図表a 取水量削減の可能性¹

	取水量の現状	水利用効率化のための現在の取組	取水量削減の可能性
生活用水	約 20%	・節水の促進 ・雑用水の利用	あり
工業用水	約 15%	・回収水が約 8 割利用され、需給バランスが安定	なし
農業用水	約 65%	・歴史的な取組 ・農業用水再編対策事業 ・慣行水利権の透明化	あり

生活用水と工業用水に関して、前者は現状のままで取水量削減の可能性があり、後者は現時点でかなりの効率化が図られており、削減の余地はあまりないと考えられる。それに対し、農業用水は取水量削減の余地がある。全水使用量の約 65%を占めていることから、農業用水利用の更なる効率化を図れば、今後の日本の水資源管理の安定化に大きく寄与する。具体的には、従来から取り組まれてきた番水や反復利用の増加、農業用水再編対策事業の拡大、慣行水利権の透明化を図ることで取水量削減の達成可能であると考えられる。

第2章 経済財としての農業用水

第1章では、地球温暖化による水需給の不安定化について説明した。日本でも着手すべき問題であり、特に農業用水の効率的利用が必要である。近年、世界では農業用水に経済原理を導入することが活発に議論されている。そこで私たちは、日本の農業用水管理への経済学手法の導入に着目した。果たして、日本に適応可能であろうか。この答えを導くための前提知識という位置付けで、第2章では、水を「経済財」として扱う世界の流れを述べ、農業用水に経済原理を導入する手法を説明する。

2-1 水資源に対する国際的認識

現在、世界で活発に議論が交わされている水資源管理に関して、その重要な指針となっているのが「ダブリン宣言」である。同宣言は、1992年にアイルランドのダブリンで開催された「水と環境に関する国際会議（IWCE）」において採択された。同宣言は、水資源管理を改善するためには、当時の水資源に関する基本的概念と水資源管理の実践手段を変革する必要があるとして、そのために必要な4つの理念を示した。そのうちの一つに、「水はすべての競合する利用において、経済的価値を持つものであり、経済的な財として認識されるべきものである」と記された。これを受けて、1997年の国連環境開発特別総会では、「水保全の促進を含む費用回収および公平で効率的な水配分を適応させるために、斬新的な料金政策の適用を考慮すること」と提言された。また、1992年に行われた「地球サミット」において採択された「アジェンダ21」の第18章「淡水資源の質と供給の保護：水資源の開発、管理及び利用への統合的アプローチの適用」にも水問題の改善策として水が経済財として扱われるべきことが提示されている。さらには、経済財としての水は世界水フォーラムの掲げる水資源管理の目標である「世界水ビジョン」にも登場する理念である。この「世界水ビジョン」で示されている水資源管理において、「全費用負担：Full Cost Pricing」¹²（FCP）という概念が使用者の水に対する意識を高め、水の利用効率を向上させるとして推奨されている。

特に農業用水は世界の水使用量の約7割を占め、その効率化が課題とされている。水資源は、土地や石油などの原材料と同様であり、経済活動に投入される希少な資源の一つとして捉えることが、需給の不安定化が深刻となってきた現代社会において重要なのである。以下、農業用水への経済原理の導入の手段として議論されている①プライシングと②トレーディングについて詳しく述べる。

2-2 水の適正な価格付け(プライシング)

¹² 「全費用」については2-2-2で説明する

2-2-1 プライシングとは

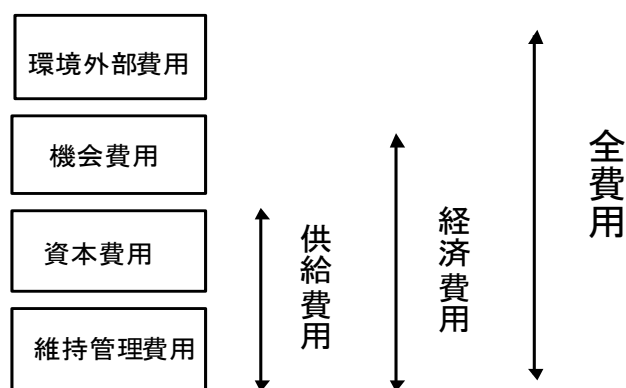
水資源はその用途によって料金体系が異なり、その中でも農業用水は他に比べて一般的に安い料金で提供されている。そのため、水利用の削減インセンティブが働かず水を浪費していると懸念されている。その是正策の一つにプライシングがある。それは、現行の水使用料金を経済学の理論を用いて、適正化することである。まだ議論が始まった初期段階ということもあり、「適正な価格付け」に対する世界共通の定義は存在しない。そこで、この論文では、現行の水使用料金と新たな価格設定を区別するために、前者を現在の水価格、後者をプライシングと称し話を進める。

2-2-2 プライシングによって回収する費用の対象

水資源を経済財として扱い経済原理を導入するのであれば、その使用価格には水が供給されるまでのすべて費用が含まれなければならない。しかし、現実的に全費用を反映したプライシングを行うことは極めて不可能に近い。以下、OECDが提唱している受益者負担原則 (User Pays Principle)¹³に則ったプライシングが回収すべき全費用について説明する。

図表 2-1 で示されているように、水供給の費用には三つの概念があり、それは供給費用、経済費用、そして全費用である。

図表 2-1 価格設定の範囲¹⁴



供給費用は維持管理費用と資本費用から成っており、前者には施設の維持管理のための人件費、材料費などが含まれ、後者には灌漑施設建設の減価償却、および利子支払いが含まれる。経済費用は供給費用に機会費用を加えたものである。機会費用はある者の水利用

¹³ 水管理方針に関する勧告 (OECD 1989)

¹⁴ Rogers et al. (1998) をもとに作成

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

によって、他者がその水を使えないことで生じるロスを表す。妨げられた者の水の限界生産性が、妨げた者の水の限界生産性を上回っていた場合にのみ発生するもので、その値は限界生産性の差となる。例えば、農業用水は工業用水に比べて生産性が低く、一単位あたりの水によって生み出せる付加価値額は小さいため機会費用が生じると考えられる。最後に、全費用（フルコスト）は、経済費用に環境外部費用（または便益）を加えたものであり、これは水利用によって生じる環境や生態系に対する影響、あるいは人間の健康に対する影響など貨幣的に計測が困難な費用である。例えば、損害として水質汚濁や塩害集積、便益としては地下水の涵養や土壌の生態系保全などが挙げられ、これらも考慮に入れた価格が設定されるべきだ。環境外部費用（または便益）は算定しにくいことは先に述べたが、限りなく全費用に近い水準で価格が設定されることによって社会的に最適な水需給が行われ、水資源の持続可能な利用が達成されると言われている。

UPP(User Pays Principle)の観点からは、理想的には水使用者が上記で述べたすべての費用を負担するべきである。しかし、農業用水への補助金や環境外部費用の貨幣的な算定が困難などといった緒問題から、現実には全費用が回収されている国¹⁵は稀である。全供給費用でさえ回収できている国は少ない。農家は維持管理費用を60%～100%の範囲で負担し、資本費用については一部もしくは全く負担していないのが現状だ¹⁶。

だが、近年水利用の効率化や財政負担の軽減を目的に、水使用料の徴収または値上げが行われ始めている。世界的には最低限、維持管理費用を水使用者に負担させるプライシングに向かっている。水道事業の民営化が議論されているのも、費用回収の観点からである。民営の水道事業は政治的な諸要素に影響されにくく、公営の場合より全費用を反映した料金回収の可能性が高いと考えられている。

全費用の回収が困難な原因として、補助金と環境外部費用の算定の難しさに触れた。ここで、それらをもう少し詳しくみることにする。

2-2-3 補助金について

多くの国において農業は、食糧安定供給確保とそのための低価格政策により水の利用料は、補助金などによって農業用水の利用料は安価に抑えられてきた。これによって、農業用水の価格は理想とされているものから乖離している。補助金がない場合と比べて生産費用が低くなり、適正水準以上の農産物が生産されて水需要の増加をもたらす。一般的に農産物の水の限界生産性は生産量とともに減少するため、単位当たりの水投入量は増加してしまう。さらに、補助金によって可能となる水利用が塩分集積などを引き起こし環境外部費用を伴う場合、補助金は環境破壊的となる。適正な価格付けによる水の効率化には、水補助金の削減もしくは廃止が重要な課題となってくる。

¹⁵ 水事業の民営化がすすんでいる国もあるため、正しくは水供給者。しかし、日本を含め世界の9割は国が水の供給を行っている。

¹⁶ 吉永建治（2000）

2-2-4 環境的外部費用の算定にあたって

国の社会的・経済的そして水文的条件によって、費用回収の程度が異なる中、共通の課題として農業用水による環境外部費用（便益）の貨幣的評価の算定は難しく、全費用の回収は困難とされている。図表 2-4 で農業用水の有する多面的機能の貨幣的な評価を示したが、これはあくまでひとつの評価に過ぎない。近年、このように環境を評価する研究が盛んに行われているが、いまだに万人が納得のいく信頼性のある手法は提示されていない。

2-2-5 費用回収の方法

水利用の料金体系は、主に面積割り価格方式、従量制価格方式、二元価格方式などがある。ここでも、回収する費用の対象と同様、その料金体系は国によって様々である。各々の価格設定方式に関しては、図表 2-2 を参照されたい。

図表 2-2 価格設定方式¹⁷

水価格設定方式	内容
面積割り価格方式	灌漑面積当たりの料金体系（定額）
従量制価格方式	使用量、あるいは使用時間に応じた料金体系
二元価格方式	基本料金と使用料金の2つからなる料金体系
特典付き従量制価格方式	従量制に加え決められた水量を超えた場合の超過料金、ある量を節約した場合の特典を与える料金制度

価格方式は、料金回収の目的によって採用すべき方式が異なる。例えば、面積割り価格方式ならば使用量に関係なく一定の費用回収をするため収入が安定して得られる。従量制価格方式ならば、農家に水の使用量に対する価格シグナルが届くので節水を促すことに有効である。

2-3 水市場での水利権取引（トレーディング）

2-3-1 トレーディングとは

経済学的手法として、プライシング以外にトレーディングという方法が考えられる。このアプローチは、ある一定の経済活動を行う権利または義務を設定し、その権利・義務の市場取引を認める制度である。こうした例としては、最近京都議定書とともに注目を浴びている温暖化ガスの排出権、取水権、漁業権取引などがあり、海外では既に様々な制度が実施されている。

¹⁷ OECD (1999a)

2-3-2 取水権取引の手法

ここでは、水資源を市場を通して取引するメカニズムについて説明する。取水権とは、河川より一定量の水を取水する権利である。この市場を通じた取引は、水の利用者にある量の取水権を保有させた上で、その取水権を市場において自由に売買させる手法である。このとき、水による限界生産性の高い主体が低い主体から取水権を購入することにより、両者の限界生産性が等しくなる量まで取引が行われ、水資源の最も効率的な配分がなされる。これは一定量の資源を配分する際に、社会全体としての生産性を最大にするために効果的な手法である。

その取水権の利水者への割り当ての方法は、これまでの使用実績や一定の基準によって無償で割り当てが行われる無償割当方式、使用者が取水権を有料で競り落とすオークション方式がある。どちらの場合も取引価格は理論上同じになるが、オークション方式においては水の管理者に所得が移転するという点が異なる。無償割当方式の場合、取水権の割り当てに関しては既得権益でもありうるので政治的な要素によって決められる可能性も高い。

これらを踏まえて、無償割当方式とオークション方式、二つのケースを想定して水市場に求められる条件を述べる。

2-3-3 水市場の条件

水市場が効率的に運用されるためには必要な条件がある¹⁸。条件として、①所与の取水権の設定が明確であること ②水輸送・貯水のインフラ ③環境外部費用の算出 ④水質等に関する売り手・買い手間の情報の透明化 ⑤将来の降水量等に関する不確実性の解消の5つが求められる。

まず、第一の取水権の確立については、無償割当方式により水の利用者同士で取水権の取引を行う際には取水権の所与の割り当てが必要となる。現実的な方法として、これまでの利用実績に応じて割り当てる無償割当方法が考えられるが、新規水利用者に対する配慮が必要となる。オークション方式の場合には入札により取水権の割り当てを決定することとなるが、所得の移転への対処の方法が論点となる。

第二の水輸送、貯留のインフラとは、市場での取引において獲得した水を使用する場所まで輸送するため、および貯留のために必要なインフラ設備のことである。規模の大きい方からそれぞれ、河川そのものから水道、灌漑施設まで、ダムから貯水槽まで考えられる。

第三の環境外部費用の算出であるが、これは水市場においては反映されない水の使用に伴う環境外部経済・不経済を取引に反映させるために必要なものである。利用者が変わることによって、外部性を引き起こす場合も可能性としてあり、その時の第三者への影響も懸念される。

第四の水質等に関する売り手、買い手間の情報の透明化に関しては、農業、工業、生活のそれぞれの部門、もしくは部門内でも、求められる水質等の基準が異なるため、売り手、

¹⁸ 吉永健治(2000)

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

買い手の双方で水質等に関する情報の非対称性の排除が求められる。

最後に、第五の将来の降水量等に関する不確実性の解消である。将来の降水量が予測できない状況下では、利水者は保守的な行動をとり、なかなか取水権を売りに出そうとはしない。取水権が適正な価格で取引されるには、将来の降水量等に関する不確実性の排除が重要となる。

2-4 まとめ

以上、適正なプライシングにむけて対象とすべき費用とその手法、水市場での水利権取引について述べた。ここで再度留意すべき点を挙げる。

回収する費用の対象として、全費用を水利用によるコストに反映させ回収することが一番の理想であると説明した。全費用回収にすることによって、そこで得た資金を、施設の老朽化、漏水防止の整備、また点滴灌漑¹⁹のような灌漑方法の改良や少量の水でも栽培が可能な作物の品種改良など、節水につながる技術開発にもあてることが出来る。しかし、全費用回収を目的としたプライシングは農業用水に対する補助金や環境的外部費用の算出などの課題も絡み困難であると考えられる。

但し、不当に低い料金は将来を見据えて見直されるべきである。また、日本を含め多くの国の農業用水で採用されている面積割り価格方式も、節水の動機付けが低いため改善されるべきである。そのため、私たちはこれらの経済的手法の中から農業用水の取水量削減を促す効率的手法を検討する必要があると考えた。そこで、その目的を達成する方法として従量制価格方式と水市場方式を選択し、第3章でそれらの導入に当たっての検証を行う。

¹⁹ 点滴灌漑とは、地上から水を撒くのではなく地中に灌水設備を埋め込み、点滴のように水を撒く方法である。この利点は水を必要としている根の部分だけに、直接、無駄なく、灌水をすることができる点である。

第3章 日本で経済的手法は適応可能か

第2章では、農業用水の効率化を図るために経済原理を導入する手段として、①プライシング ②トレーディングについて述べた。第3章では、日本の農業用水にこれらの経済的手法が適応可能かどうか検討する。

3-1 水の価格付けの見直し

水を経済財として扱うのであれば、プライシングには全費用を反映するのが理想的であり、コスト回収に関しては水の使用量当たりの従量制価格方式が望ましい。このような価格体系のものとは、農家は自分の利潤最大化のため生産コスト削減に努め水使用量の効率化が進められる。多くの先進国などで、莫大の水を使う水田灌漑においては全費用を従量制価格方式によって回収されるべきという主張が広まっており、農業用水の効率的利用のために注目すべき手法である。

では、日本に導入する際の注意点とは何であろうか。

第一に、従量制価格方式に必要な計量メーター設置である。農業用水にはメーターが設置されておらず、水利用量が計測されないため面積割り価格方式に応じて料金が決まることが多い。現在の日本の水使用料金の回収方法は面積割り価格方式であるため、水使用量の測定には各々に計量メーターを設置しなければならない。しかし、農業用水をメーターで計量するには、メーター設置の初期コストやその後のモニター費用が高くつき、場合によっては費用が便益を上回ってしまう可能性が考えられる。これに関する研究²⁰によると、従量制を導入するために水使用を計量するメーター設置費が徴収料金の10%を超える場合、面積割りで価格を回収した方が効率的だとの指摘もある。使用量測定のためのメーター設置を行う際には、初期コスト、維持費と収入のバランスを十分に分析する必要がある。

第二に、日本の水田灌漑においては、全費用に含まれる環境外部費用(便益)の算出が他の農業形態に比べてはるかに困難である点を留意すべきである。日本の水田灌漑には作物生産以外に多くの機能を持っている²¹。その機能は、農業活動だけに留まらず、その地域社会へも多くの利点を与え、灌漑のもつ外部経済と言える。このような多面的機能の貨幣評価は、極めて複雑である。貨幣評価を提示しているものの、評価方法の違いなどから信頼性は低く、万人に認められるまでには至っていない。適正な水使用価格を提示するためにも今後更なる研究が必要であると考えられる。

第三に、日本の気候の特徴による水価格の変動が挙げられる。モンスーン・アジア地域に位置するため降水量の変動が著しく、河川から取水している農業用水の供給量もそれに応じて大きく変動する。しばらく降雨に恵まれず晴天が続けば水需給が逼迫し、一度雨が

²⁰ OECD (1999a)

²¹ 詳細はANNEX参照

降れば水需給は緩和される。このような季節的、短期的な天候の変化に応じて水需給が左右し水価格が激しく変動すると考えられるため、価格変動を考慮し対応可能な手法を考えるべきである。

3-2 水市場の設立

2-3-3 で述べたとおり、水市場確立のための条件は以下の通りである。

- ① 明確な取水権の確立
- ② 水輸送・貯留のインフラの整備
- ③ 売り手と買い手の間の情報の透明化（水量、水質）
- ④ 環境外部費用（便益）の算出
- ⑤ 将来の水利用に関する不確実性の排除

これら 5 つの必要条件を振り返りながら、果たして日本で水市場を確立することが可能であるか考察する。

日本に水市場を確立する際の、①、②、③、④の条件を満たすには主に既存の社会制度が障壁になっており、特に①に関しては利害関係者の衝突が予想されるため慎重な議論が必要とされる。しかし、それを調整した上で、時間と費用を投入すれば日本でも達成可能な項目であると考えられる。以下、その内容を述べる。

- ① 明確な取水権の確立：現在、河川法によって成り立っている農業水利権には慣行水利権と許可水利権がある施設の 4 分の 3 は慣行水利権を持っており、残りは許可水利権である²²。慣行水利権は、内容が不明確で取水量限度の明示がないものが多く、また取水の実績記録がないと言われているため、透明性に欠けている。しかし近年、許可水利権への切り替えが進んでおり、その動きに期待したい。透明性のある許可水利権への転換、そして取引が可能な水利権の確立が必要不可欠となる。
- ② 水輸送・貯水のインフラの整備：厳格な費用便益分析を行い、インフラの整備によって可能となる取引の便益が、建設のコストを上回る必要がある。時に、無駄な公共事業に成りかねない。
- ③ 売り手と買い手の間の情報の透明性：米国カリフォルニア州の水市場では電子取引を行っている。電子化することによって、取引主体間の情報を充実することができ、情報の非対称性による市場の失敗を引き起こさずに、スムーズな取引を実施することに成功している。また、取引費用も安価に抑えることができる。
- ④ 環境外部費用（便益）の算定：第 2 章でも述べたように、環境の貨幣的評価法の研究は現在進行形であり、今後の発展に期待したい。特に日本の灌漑用水は地域の水環境保全、地下水涵養などの社会的便益が大きい。これらの多面的機能を的確に貨幣的な評価をし、環境外部便益として価格に内部化するのが重要である。信頼性、透明性のある評価方法

²² 明治 29 年に制定、数回にわたる河川法改正によって、現在の水利権が制定されている

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

の開発が急務である。

上記のうち、日本に水市場を導入する際に、最も障壁になる条件は⑤将来の降水量等に関する不確実性の排除である。水市場の運営が上手に行われているカリフォルニア州では、夏場の需要期には降水量がほとんどなく、春の貯水量の多寡によって夏場の利用可能な水資源が決定されている。この場合、各農家は耕作計画を立てそれに必要な水利権を市場から調達できる。

しかし、日本では、農業用水の需要期と多雨期が重なっているため、需要期より前に需要期の降雨や貯蓄量を予想し、一年の耕作計画を立て必要な取水権を市場から調達することは行いにくいと考えられる。

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

結論

私たちは、日本の地域共同管理を非難しているのではない。日本の地理的・歴史的・文化的背景から、現行の管理体制が有効であるとも考えられる。しかし、さらに深刻化するだろう水需給の不安定化に対応しきれるであろうか。私たちは、異なる視点からの効率化を検証すべきだと考え経済的手法の導入を検証した。その結論としては、いくつか克服すべき問題点があり、導入に際してはその費用と外部性の算出、制度の確立など多岐にわたる研究が必要であるという見解にいたった。

現在の取り組みでは共同管理の強化を推進しているが、より効率的な水使用を考えるためには様々な管理体制を比較し検証する必要がある。そのための今後の課題としては、この論文で私たちが述べた経済的手法の研究に加えて、現行の共同体管理のモニタリングや経済的評価分析を積極的に行い、両者を同じ土台で比較し日本にとって最適な制度を考察していくべきであると考えます。

ANNEX 日本の農業用水管理

ANNEX では、現在の農業用水管理について述べる。農業用水の大部分を占める水田灌漑の特徴を述べ、日本で実施されている農業用水の管理制度と新たな取り組みを説明する。

1 日本の水田灌漑

1-1 日本の気候と水田灌漑

日本は、多雨地帯に位置しており、年平均降水量は約 1,700mmで世界の年平均降水量約 970mmの約 2 倍に相当する。気候、国土の特徴としては、河川流量の季節的、短期的変動が激しいこと、急流河川が多いため海への流出が早く、また洪水も多いことが挙げられる。

このような条件下、水資源の豊富な雨季を有効的に利用した農業形態が水田灌漑である。湛水下で稲を栽培することによって、灌漑用水による肥料成分の供給、雑草繁茂の抑制等の利点があり、安定的な生産力を維持することができる。

1-2 水田灌漑の多面的機能

水田灌漑の重要な特徴に、水田灌漑が与える多面的機能がある（図表A参照）。多面的機能とは、水田灌漑による作物生産以外の機能を意味する。豪雨の際、水田における降雨の貯水は、傾斜地における土壌浸食や低平地における洪水の防止に関して有効である。また、水田から涵養された地下水が、下流で生活用水や工業用水として使用されている例²³も報告されている。

図表A 農業の有する多面的機能²⁴

1. 持続的食料供給が国民に与える将来に対する安心
2. 農業的土地利用が物質循環系を保管することによる環境への貢献
①農業による物質循環系の形成 洪水防止、土砂崩壊防止、地下水涵養、有機廃棄物分解など
②二次的（人口の）自然の形成・維持 生物生態系保全、みどり空間と提供、日本の原風景の保全など
3. 生産・生活空間の一体性と地域社会の形成・維持
①地域社会・文化の形成・維持 地域社会の振興、伝統文化の保存
②都市的緊張の緩和 人間性の回復、体験学習と教育

これらの水田灌漑の多面的機能の経済的評価も行われている。図表 B は多面的機能を賃

²³ 石川県の手取川扇状地、熊本県の白川水系

²⁴ 日本学術会議(2001)

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

幣評価で表している。

図表B 農業用水の有する多面的機能の評価額²⁵

機能の種類	評価手法	評価額
洪水防止機能	代替法 ²⁶	3兆4988億円
河川流況安定機能	代替法	1兆4633億円
地下水涵養機能	直接法 ²⁷	537億円
土壌浸食（流出）防止機能	代替法	3318億円
土砂崩壊防止機能	直接法	4782億円
有機性廃棄物処理機能	代替法	123億円
気候緩和機能	直接法	87億円
保健休養・安らぎ機能	トラベルコスト法 ²⁸	2兆3758億円

2 農業用水管理システム

2-1 土地改良区とは

土地改良区は、水系をもとに区切られる灌漑管理地域である。その地域区分を意味すると共に、農業用水の利用者である農家の人々によって構成される管理組織であり、土地改良事業の中核的な実施主体として位置付けられている。現在全国に6,559地区あり、農地にして約300万ha²⁹になる。日本の農業用水の用排水等の灌漑施設は、約7割が土地改良区に管理されている³⁰。

2-2 土地改良区の役割

土地改良区は、その特定地域の灌漑施設の管理と運営を行う。組合員である農家は、用水の安定供給や排水機能の確保のため、賦課金を支払い、また水路の清掃などの労働力も提供する。農家によって支払われる賦課金は、土地改良区やその中の地域によっても異なり、耕地面積10a当り1300円～6500円と幅がある³¹。土地改良区の予算収入のうち、水利用者である農家からの賦課金の占めている割合は様々であるが、賦課金、交付金、補助

²⁵ 日本学術会議(2001)より

(株)三菱総合研究所「地球環境・人間生活に関わる

農業及び森林の多面的機能の評価に関する調査研究報告書」(2001年11月)

²⁶ 評価対象を、同等な機能を持つほかの市場財で代替した場合に必要とされる費用によって評価する手法

²⁷ 災害被害の軽減額や生産費用の削減額の見込みを直接的に評価する手法

²⁸ 対象となる地域への旅行費用と訪問頻度の関数を推定し、その地域の状況が変化することに伴う旅行費用を便益の増減と見なし評価する手法

²⁹ 日本の作付面積の60%以上を占める

³⁰ 農林水産省農村振興局計画部事業計画課(2003b)

³¹ 各地域の土地改良区ホームページより

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

金などの収入を灌漑施設の管理に当てて運営している。農業用水の維持管理は、農家主体で円滑な用水の供給が行われており、渇水などの非常事態にも、番水や反復利用といった柔軟な対応により農業用水の適切な供給・配分が図られている。

2-3 土地改良区の新たな取り組み

日本の灌漑は、農村地域の歴史と特性を活かし、土地改良区のような農家主体の管理によって世界的に見ても極めて良好に管理してきたと言われている³²。しかし、社会情勢の変化や灌漑施設の老朽化などの問題も包含している。

作付面積、農家戸数の減少、農村地域の都市化・混住化などの社会変化により、土地改良区において重要な役割を持つ農家の結束力や運営意識が低下しつつある。それに伴い、農業用水に求められる役割も変化している。本来の農業活動のための水資源に加えて、水質浄化対策や廃棄物の処理などの都市的利用の機能へと役割の比重が高まっている。

また、灌漑施設の老朽化も問題とされている。耐用年数の経過により 2002 年～2010 年にかけて更新時期を迎える施設が増加すると見込まれており、現在管理されている灌漑施設を適切に管理するとともに、次世代に承継するために効率的な保全と更新が必要とされている。

このような課題を背景に、新たな取り組みが進められている。全国の土地改良事業団体が 2001 年度より取り組んでいる「21 世紀土地改良区創造運動」と政府による土地改良区組織の見直しである。それは、土地改良区の役割を適切に果たすことを目的とした小規模土地改良区の統合整備である。その実績が図表 C である。土地改良区数が統合により年々少なくなっていることがわかる。

図表C 土地改良区統合整備による土地改良区数の変化³³

	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年
土地改良区数	7,681	7,573	7,414	7,297	7,137	7,004	6,783	6,559

土地改良区は、食糧の安定供給の基礎となる農地や農水利施設を整備するとともに造成された施設の維持管理を通じて、農業の発展や国土環境保全等において重要な役割を担っている。そのため、土地改良区の事業運営基盤強化や活性化は極めて重要である。土地改良区が行う推進運動に加え政府による統合整備によって、農業水利施設管理水準の均等化と効率化が図られている。

参考文献

³² OECD (1999a)

³³ 農村振興局土地改良企画課 (2003)

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

日本語文献

- 今村奈良臣 (1996) 『水資源の枯渇と配分』 社団法人農山漁村文化協会
大沼あゆみ訳 (2002) 『環境経済学入門』 東洋経済新報社
気象庁 (2002) 「気候変動監視レポート 2002」
国際協力事業団国際協力総合研究所 (2002) 「水分野援助研究会報告書」
国土交通省土地水資源局水資源部 (2003) 平成 15 年版「日本の水資源」2003 年 8 月
財団法人日本農業土木総合研究所 (2002a) 『水土の地を語る vol.1』 2002 年 3 月
財団法人日本農業土木総合研究所 (2003b) 『水土の知を知る vol.3』 2003 年 3 月
世界水ビジョン川と水委員会編 (2001) 「世界水ビジョン」山海堂
日本学術会議 (2001) 「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の
多面的な機能の評価について(答申)」2001 年 11 月 1 日
農林水産省農村振興局土地改良企画課 (2003)
「土地改良区組織の見直し 政策評価結果書」2003 年 3 月 31 日
農林水産省農村振興局計画部事業計画課 (2003a) 「世界のかんがいの多様性」2003 年 3 月
農林水産省農村振興局計画部事業計画課 (2003b)
農業農村整備部会企画小委員会報告「世界の水資源とわが国の農業用水」2003 年 2 月
山口研究会論文 (2001) 「都市環境と水 1」
山口研究会論文 (2002) 「気候変動による日本の水資源への影響と、その適応方法
～取水量の削減可能性」
吉永健治 (2000) 「水価格の決定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 2000 年 10 月

外国語文献

- Dinar, Ariel (2000) “The Political Economy of Water Pricing Reform”
Economist (2003) “Survey: Water” July 17th Print Edition”
IPCC (2001) ” IPCC Third Assessment Report “Climate Change 2001:
Impacts, Adaptation and Vulnerability”
OECD (2003) “Improving Water Management, Recent OECD Experience”
OECD (2001) “Transition to Full-Cost Pricing of Irrigation Water
for Agriculture in OECD Countries”
OECD (1999a) “Agricultural Water Pricing in OECD Countries”
OECD (1999b) “The Price of Water, Trends in OECD Countries”
Perry, C. J., Rock, Michael, Seckler, D. (1997)
“Water as an Economic Good: A Solution, or a Problem?”
International Irrigation Management Institute
Rogers, P., Bhatia, R., Huber, A. (1998)

水資源パート
日本の農業用水の効率化
～経済学的手法の検討～

“Water as a Social and Economic Good : How to Put the Principle into Practice”
Global Water Partnership Technical Advisory Committee

参考URL

国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/>

世界銀行 <http://rru.worldbank.org/Resources.asp?results=true&stopicids=54>

全国水土里ネット <http://www.inakajin.or.jp/tochiff.html>

農林水産省 <http://www.maff.go.jp/>

農林水産省農村振興局 <http://www.maff.go.jp/nouson/nouson.htm>