

タイを対象とした水勘定表の作成とそれを利用した水需給シナリオの評価

An Assessment of Thailand's Water Supply-Demand Scenarios
Based on Water Balance Sheet

02_0603_2 小野塚智大 Tomohiro Onozuka
指導教員 増井 利彦 Adviser Toshihiko Masui
日引 聡 Akira Hibiki

1 はじめに

私達が生活していく中で、無くてはならない資源の一つに水がある。しかしながら、世界全体で見ると、依然としてすべての地域で水需要を満たすだけの供給は達成されておらず、世界の人々のうち 20% の人々は生活するうえで必要な改善された水源を利用できない状態にある。このような現状を受けて、国連ミレニアム開発目標 (MDGs) のターゲット 10 において「2015 年までに、安全な飲料水と基礎的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減する」という目標が設定されており、衛生的な水供給の達成が求められている。アジア地域においても優先すべき環境課題として改善された水供給が求められている。

本研究で取り上げるタイは、発展途上国の中では比較的水供給の達成率は高く 2000 年において 84% の人々が改善された水源を利用する事が出来ている。これは、水資源の大量消費をまかなうだけの供給があったことを示唆している。しかし、水資源の管理に対する考慮がなされて来なかったため、今までの大量消費の影響が出てきており、近年では水資源が欠乏してきている。タイでは未だ十分効率的に水資源が使われていない上に、排水の処理が適切に行われていないことで地下水源や河川の汚染が進行し、利用が難しくなっている。また、地下水を多量に汲み上げることによる地下水位の低下は、地下水が枯渇するというだけではなく地下水の塩害化も招いている。

今後も急激な経済発展が進行すると考えられる中で、水資源への負荷はますます大きくなり、水供給は行き詰まりを見せている。特に、農業部門はタイ全体の水使用の 90% をも占め、水供給を逼迫させる原因となっており、農業用水への政策提言が求められている。

本研究では、今後経済成長を維持していく上で水需給に対してどのようなシナリオを描けば水不足を回避しうることについて定量的に評価する。特に農業用水に対してどのような政策を行えば良いかを評価することを目的とする。評価にあたって、タイの水需給の現状を定量的にとらえるための水勘定表を作成し、これを応用一般均衡モデル (CGE) に組み込んだ水・経済モデルの提案を行う。

2 既往研究

水を取り入れた応用一般均衡分析としては、Berritella ら (2005) による研究がある。この研究は多国間の CGE である GTAP モデルを用いて、水への課税が他国に与える影響について定量的に評価している。また、水勘定表について取りまとめたものとして EUROSTAT (2002) がある。経済と水の量と環境質の勘定の方法について詳細に述べられているが、データの乏しい発展途上国への適用は行われていない。

本研究では、発展途上国であるタイを対象に水勘定表を作成し、これを応用一般均衡モデルに組み入れることによって、水のフローと経済活動の動きを詳細に分析し、国内における水需給の逼迫の可能性と、対策の効果を分析する点がこれまでの研究と異なっている。

3 水勘定表の作成

タイの水需給について評価する上で、一国全体の水のフローバランスをつかむ必要がある。本研究では EUROSTAT の水勘定表を基に、タイにおける水勘定表を作成した。

水勘定表は、経済活動に関連のある産業部門に加えて環境部門を設定し、各部門間において水がどのように需給されているかをとりまとめたものである。産業部門等の経済活動以外について、水の source 及び sink となる環境部門として、空 (雨)、河川、地下、海洋を想定する。また、取り扱う水の種類は、雨水、河川水、地下水、水道水、汚水、処理水の 6 種類である。勘定表は 2 つの表からなり、環境部門及び経済部門への水の sink を表現した水使用表と、環境部門及び経済部門からの水の source を表した水生産表で構成される。この 2 つの表により、タイの全体的な水の流れを統合的に表現することができる。また、上記の水勘定表を社会勘定表に組み入れることによって、水の需給を含めた経済活動を示すことができる。

水勘定表の作成に必要なデータは、タイ政府や AQUASTAT などの国際機関によるデータを基礎にした。なお、水勘定表作成の過程においてデータが不十分な箇所については様々な想定を置いて、部門間及び各種類の水のバランスが合うように調整している。

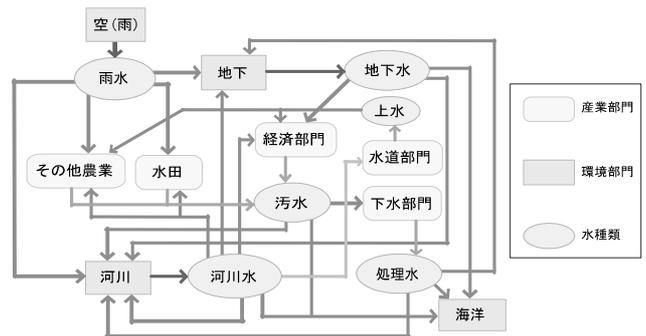


図 3.1: 水勘定表でのフローイメージ

4 モデルの構造

前項で作成した水勘定を含む社会勘定表をもとに、CGE を構築する。このモデルの特徴は、経済活動とともに水の需給バランスを評価できることである。なお、モデルで取り扱う水は、経済財として取引される上水と、現時点において価格を伴わずに取引される非市場財としての水 (雨水や河川水等) を大きく区分している。モデルの構造を図 4.1 に示す。

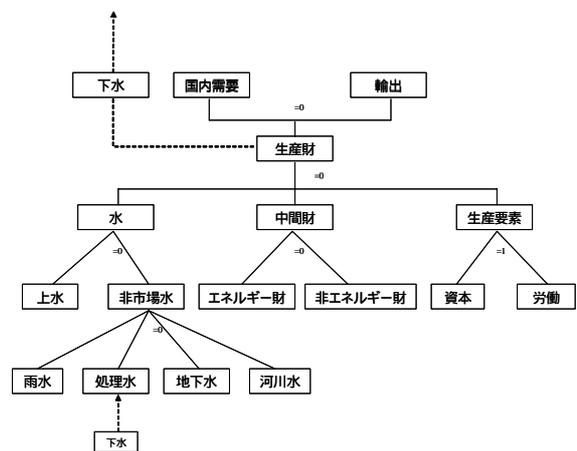


図 4.1: モデル構造

現実の社会においては、質が同じであれば市場で取引される水も市場で取引されない水も同じ水として取り扱われる。しかしながら、実際には水質の違いや供給可能量の変動等によって、価格のみによって様々な種類の水の需要が決定されているわけではない。そこで、本モデルにおいては、各経済部門において消費される水については、水源ごとにシェアを固定することとし、様々な技術の導入によりそのシェアが変化すると仮定した。

動学化においては、上水施設の処理能力の向上、各年度の漏水率、下水処理能力の向上、水利用効率改善をシナリオとして与え、タイにおける水需給が経済活動にどのような影響を及ぼすかについて評価する。

5 モデルを用いたシナリオ分析

本研究では2000年を基準に2015年までを分析する。経済活動については、タイを対象とした2000年産業連関表を使用した。2000年の産業連関表は180部門からなるが、分析に合わせて31部門に統合したものをを用いている。

動学化にあたり、上水施設の処理能力の向上、各年度の漏水率、下水処理能力の向上、水利用効率改善をシナリオで与えている。水利用効率改善とは、作物の水要求量の減少や水のリサイクル率の増加、水集約度の増加を表したものである。また、今回の分析においては、こうした改善にかかるコストについては考慮していない。

また、各年における降雨量や自然界における各部門間の水のやりとり（河川と地下間の流入、流出量等）については変化しないものとしている。

ケース1：水の種類別に水利用改善を固定した場合の水需給

本モデルでは、水を生産において必要な財として想定していることから、水の供給量を超えて活動することは不可能である。そのため、経済活動を維持するためには、水の供給量を増加するか水の利用効率性を年々向上させていかなければならない。

ケース1では、水の供給量は基準年と同じで、水の種類別に水利用効率の改善性の違いは考慮に入れず、どの種類の水にも一律に改善性が上昇すると仮定した。各生産部門の水利用効率を毎年1%改善するケースをベースシナリオとして、毎年水利用効率の改善をそれぞれ2%、4%、6%のときに比較分析を行った。

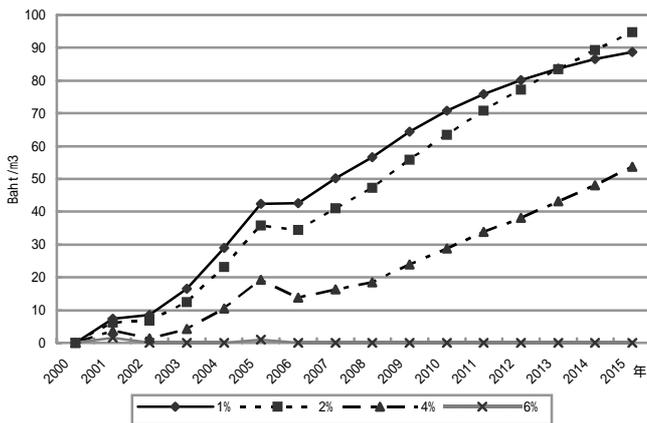


図 5.1：雨水に対する価格

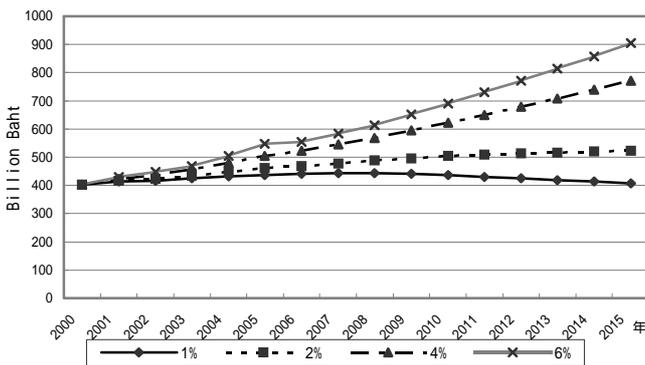


図 5.2：農業生産額の推移

シミュレーションの結果、水利用効率改善性が低いケースでは、雨水の需要が増加し、現時点ではコストなしに消費されている雨水に価格が発生する。つまり、雨水の不足が起こっていることが分かる。しかし、改善率が6%に達すると価格はほとんど発生していない。このことから、農業部門において現状と同じ手法で雨水を使用する場合、雨水の制約を回避するためには、雨水を使用する効率を毎年6%程度改善する必要があることがわかる。

また、農業生産では効率による格差が大きく4990億 Baht もの差が生じる。さらに、農業部門から機械、商業部門へ生産のシフトが起こっている。

ケース2：農業部門において河川水と雨水の代替性を考慮した場合

本モデルでは、各水のシェアを固定しているために、ある水が十分に存在していても、別の水の需給が逼迫しているとその影響を大きく受ける。そこで、ケース1に対して、雨水の効率改善を緩和し、代わって河川水を使用する場合をケース2として想定する。下図は、雨水の効率改善が年間4%の場合について、雨水の一部を河川水に置き換える場合を想定した結果である。

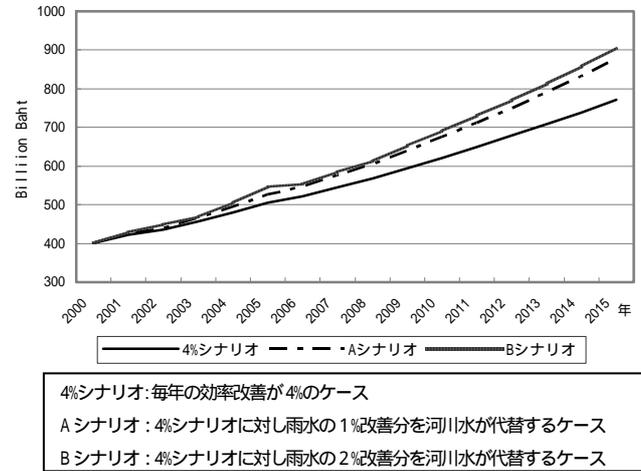


図 5.3：河川水を移転した時の農業生産額

4%シナリオでも、河川水は十分に水の利用効率が改善されているため、河川水の効率を下げることに伴う河川水への需要効果よりも、雨水が供給される効果のほうがはるかに高い。Bシナリオのように河川水の効率改善を雨水へ移転することによってケース1の全体で6%効率改善したときと変わらない農業生産を実現している。これより、全体的として少ない効率改善でも農業生産を達成することが出来るが見取れる。

次に、河川水量を見てみる。ケース1の6%シナリオでは河川水の使用量は減少する結果となった。しかし、Bシナリオでは年々増加を示し、6%シナリオと比較して2015年では41.3 km³も余計に河川水を利用しなければならないことが分かった。これは、将来的に河川水の余裕がなくなると、水需給を達成出来なくなる可能性を示唆している。

6 結論

- ・ タイでは水需要における農業部門の影響が大きく、水利用効率が上昇しない時には、農業生産が減少してしまう。
- ・ 水効率が低いケースでも水源間で適切な水の移転を行えば、農業生産を達成することが出来る。しかし、河川水を雨水に移転させると河川水の使用量を増大させることにつながり、全体の水使用は増大する。
- ・ 効率改善が少ないときには工業部門やサービス業へ水使用がシフトする。特に重工業部門において、生産に対する水の消費が少なくないため効率改善が少ない時に積極的に水の移転が行われる。そのため生産額への影響は少ない

7 今後の課題

1. 水源間での代替性が想定されていなかったため一つの水源が不足すると生産が硬直化してしまっていた部分を改善する必要がある。
2. 汚水をモデルで扱っているが、生産に及ぼす影響を考えていない。汚水の外部効果についてもモデル上で評価したい。

主な参考文献

- [1] Eurostat, 2002, Water accounts – Result of pilot studies.
- [2] FAO(2005), AQUASTAT
- [3] NESDB (2004). Input-Output Data of Thailand: 2000 Edition
- [4] AIM/CGE [Country] Data and Program Manual (2005)
- [5] Barritella et al.(2005) THE ECONOMIC IMPACT OF RESTRICTED WATER SUPPLY: A COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM ANALYSIS