

地域間取引を考慮した日本の水資源－経済モデルに関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○大島 竜二

京都大学大学院工学研究科 正会員 堀 智晴

京都大学大学院工学研究科 正会員 椎葉 充晴

京都大学大学院工学研究科 正会員 市川 温

1. はじめに

近年の日本における水需要を見直してみると、節水意識の向上や水の有効利用により、水使用量は漸減状態にあるが、年降水量の平均値は低減傾向にあり、気候変動の可能性を考えると、我が国においても、渇水の影響把握や、その被害軽減は重要な課題である。

渇水被害を考えるに際しては、その影響を予測し、対応を前もって考え、被害を最小限に抑えることが重要である。そのためには、水資源の増減と人間活動との関係性を計量的に表すことが重要である。

そこで本研究では、水資源の偏在性と有限性を考慮に入れた上で、地域間経済の相互関係をモデル化し、各地域の利用可能水量を変化させた場合の影響を分析することを目的とする。

2. 水資源－経済モデルの構造

本研究では企業、水供給事業、家計、政府、投資、貯蓄、外国を考慮に入れたモデルを用いる。以下では水供給事業の定式化と家計および市場均衡条件の説明を記す。

水供給事業者は、(3)式という利用可能な水量に関する制約のもと、与えられた生産技術により労働と資本を用いて財としての水を生産するが、その目的は(1)式で表される自らの利潤を最大化することにある。水の生産には中間投入がないものとし、また、地域間における取引もないものとする。生産技術を表す関数として、1次同次のコブ＝ダグラス型生産関数((2)式)を仮定する。

$$\text{maximize } \pi_{s,w} = (1 + \chi_s) p_{s,w} Z_{s,w} - \omega_s L_{s,(s,w)} - \rho_s K_{s,w} \quad [\forall s] \quad (1)$$

$$\text{subject to: } Z_{s,w} = b_{s,w} \cdot L_{s,w}^{\alpha_{L,(s,w)}} \cdot K_{s,w}^{\alpha_{K,(s,w)}} \quad [\forall s] \quad (2)$$

$$\begin{cases} W_s - Z_{s,w} > 0, & \chi_s = 0 \\ W_s - Z_{s,w} = 0, & \chi_s \geq 0 \end{cases} \quad [\forall s] \quad (3)$$

ここで、 $Z_{s,w}$ は地域 s での水の生産量を、 $\pi_{s,w}$ は地域 s での水の取引により生じる利潤を表し、 $L_{s,(s,w)}$ 、

$K_{s,w}$ はそれぞれ地域 s の水の生産に投入される労働力および資本量を表す。また、 ω_s は地域 s での労働 1 単位に対する賃金を、 ρ_s は地域 s での資本 1 単位に対する価格(資本レント)を、 $p_{s,w}$ は地域 s での水の供給者価格を表し、 χ_s は、地域 s の供給者価格と需要者価格の乖離分を表す係数(限界レント)を表す。これらは全て内生変数である。係数については、 $b_{s,w}$ は地域 s の水における生産関数の規模係数、 $\alpha_{L,(s,w)}$ 、 $\alpha_{K,(s,w)}$ は、それぞれ地域 s の水の生産に対する労働と資本の投入割合係数を表す。 W_s は地域 s における利用可能水量[m³]を表す外生変数である。

また、家計については与えられた資本と労働という生産要素を売って所得を得るものとする。その所得を用いて財を消費し、自らの効用を最大化するように行動する。この効用はコブ＝ダグラス型効用関数で表す。

また、それぞれの財や生産要素の、需要と供給が市場において一致するように、市場均衡条件を導入する。ただし、労働については地域内での労働の初期賦存量を上回らない、資本については各産業における資本の初期賦存量を上回らないものとする。

3. 社会会計表の作成

定式化した式に含まれる係数は、具体的な年の社会会計表を用いて同定を行う。社会会計表とは基準となる年を選び、その年が均衡状態にあると仮定した上で、各部門(経済主体)間での財と資金の取引を表したものである。本研究では基準年を 1995 年とし平成 7 年版地域産業連関表¹⁾をもとに社会会計表の作成を行った。地域産業連関表では日本を 9 地域(北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄)に分けているが、それらを東日本と西日本の 2 つの地域に統合した。一般企業として農業、工業、サービス業の 3 部門を考える。また、水供給事業(水部門)については産業連関表からその値は

得ることができないため、その取引額については、他の統計資料から推計を行い、社会会計表に修正を行った。

4. 適用と結果

4.1 シナリオの設定

社会会計表を用いて、係数の同定を行った。その後、水資源の変動が産業や家計消費に与える影響を分析するために、本モデルに対して次のシナリオを与えて数値計算を行った。なお、基準年には1995年を選定した。

シナリオ 1：西日本の水の生産額に対する制限値を、基準年に対して約44.5%とする。

シナリオ 2：東日本の水の生産額に対する制限値を、基準年に対して約68.7%とする。

シナリオ 3：東日本・西日本ともに水の生産額に対する制限値を基準年に対して80%ずつにする。

シナリオ 1・2・3 ともに日本全体でみれば、水の総生産額は基準年に対して80%となる。

4.2 シミュレーション結果

各部門における生産額の基準年からの変化の割合については、図4.1が示すように、各シナリオともにサービス業における変化の割合が最も大きく減少している。また、東日本では自地域に水生産制限があるときに最も大きく変化割合が減少していることに対して、西日本の農業・工業部門では、他地域にも水生産制限がある場合に最も大きく変化割合が減少していることがわかる。

図4.2が示すように、総生産額の減少量は、両地域ともに、自地域の水生産にのみ制限がある場合が最も大きく減少している。それとともに他地域に水生産制限があ

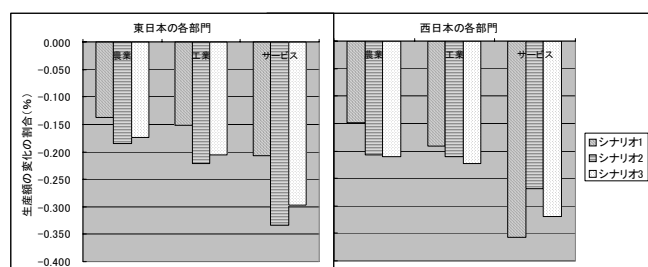


図4.1：各部門における生産額の変化の割合

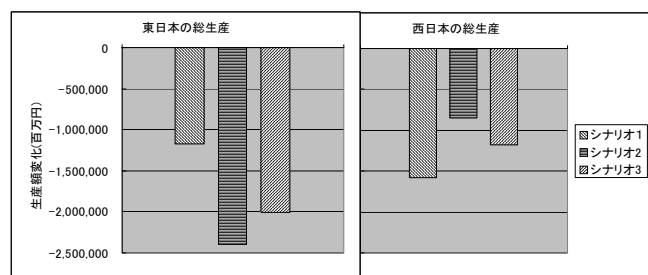


図4.2：各シナリオにおける総生産額の減少量

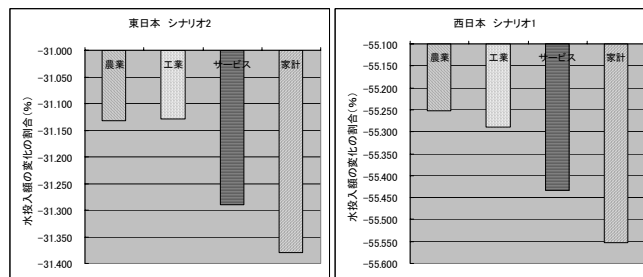


図4.3：各部門における水投入額の変化の割合

る場合でも生産額が減少していることから、ある地域の水生産制限の影響が、他地域での各部門の生産に波及していき、その生産額を減少させるということがわかる。

各部門で使用される水の消費額の比較を行うと、図4.3が示すように水生産制限が加わった場合は、家計に対する減少の割合が最も大きくなり、家計への投入をより大きな割合で減少させる傾向があるといえる。これは、水に対する効用が低いことによるものである。しかし、現実には、水不足の際に家計に対する水の投入を一番大きく減少させるとは考えにくい。現在の家計行動の定式化では、財の購入に対して多くの費用をかけるほど効用が高くなる。日本の水供給事業においては、水の価格は意図的に低く抑えられているため、この定式化では、水に対する効用が低くなってしまいう問題がある。

5. おわりに

本研究で得られた成果を以下に示す。

- ・ 水の生産額を外生変数化し、応用一般均衡モデル内に組み込んだ。
- ・ 地域間における産業の相互関係を組み込んだ定式化を行った。
- ・ ある地域における水の生産制限は他地域の生産に対しても影響を与え、各地域における各部門の生産額はそれぞれ減少した。
- ・ 各部門への水投入額については、家計部門への投入をより大きく減らす傾向にあった。

今後、水部門の定式化については、利潤最大化とは異なる現実性に即したものに改良するとともに、家計においても、水不足時に水の購入が極端に減少する点について、改善を進める予定である。

参考文献

- 1) 経済産業調査会統計情報センター(2000)：平成7年地域産業連関表