

中国，張掖市における水利用料金改定の応用一般均衡分析

鳥取大学 正会員 小池 淳司
(株)地域未来研究所 正会員 ○糸賀 文映
中国科学院寒区旱区環境工学研究所 非会員 徐 中民

1. はじめに

張掖市は中国の北西部の甘肅省にあり、黒河流域に位置する。張掖市は乾燥帯に属するため黒河の水資源が生態系、社会活動、そして、地域経済の基盤となっている。しかし、1970 年頃からの急速な人口増加と経済発展に伴う水需要量の急増により、下流域の砂漠化や塩類化が問題となっている。それらの対策として、張掖市では水の需要量を抑えるため水利用料金制度が実施されている。その現行の料金では、水不足問題を解決するには至っていない。

そこで、本研究では張掖市を対象にした、生産要素として水を考慮した社会会計表(SAM)を基に水利用料金改定分析のための応用一般均衡(CGE)モデルを構築し水利用料金の改定が水の保存量や張掖市の経済へ与える影響を分析する。

2. 既存研究

CGE モデルを水資源の分析に適用した既存研究は数多く存在する。Peter Berck *et al.*¹⁾は CGE モデルをカリフォルニア州のサンウォーキン溪谷の水資源の再分配の分析に適用している。また、Chang K. Seung *et al.*²⁾はネバダ州のチャーチルカントリーの水資源を灌漑用水からレクリエーションでの利用に移転させる時の影響を分析している。奥田・幡野³⁾は中国の黄河流域を対象に仮想水概念を取り入れた CGE モデルを用いてキャップ&トレード方式の水利権取引の影響の事前評価を行っている。これらの研究の特徴として、水を生産要素として考慮した CGE モデルを用いていることがあげられる。

本研究ではこれらのモデルと同様に水を生産要素として考慮した CGE モデルを構築する。張掖市では産業ごとに水利用料金(水価格)が異なるため、それぞれの水価格を一定の増加額で変化させる場合や一定の増加率で変化させる場合など、水価格の改定方法によって張掖市経済へ与える影響が異なる。本研究では、水価格の改定方法によって水の保存量や張掖市の経済へ与える影響の違いを比較する。

3. スタディサイト

スタディサイトの張掖市は黒河の中流域に位置し、人口は 126 万人で黒河流域の人口の約 80%を占める。年間降水量は 100~300mm、年間蒸発散量は 2,000mm の乾燥帯に属する。張掖市の水利用量の 93%は黒河の水である。張掖市においては、農業が非常に盛んであるため、張掖市の水利用量の 94%を農業で利用

している。また、張掖市の水利用量の約 80%を灌漑農業が利用しており、水利用効率は低く多くの水資源が無駄になっている。張掖市では近年、1970 年代後半から鉱業や製造業などの新たな産業が生まれたことなどにより、甘肅省統計局によると、2002 年から 2004 までは 10%を超える GDP の成長率で経済が発展している。このような経済発展やそれに伴う人口増加により、水需要がさらに増加している⁴⁾⁵⁾。そこで、水利用料金制度が水資源の需要と供給を調節するうえで、また水の保存を促進する重要な制度となっている⁵⁾。

4. 水利用料金改定分析のための SAM

水利用料金改定分析のための SAM は、中国科学院寒区旱区環境工学研究所の生態経済学研究グループが作成した 2007 年 SAM を使用する。この SAM は農業、林業、家畜、水産業、農林水産業サービス(農業サービス)、鉱業、製造業、電力、建設業、その他の 10 産業を考慮する。また、SAM の中間投入量、移入量、移出量は中国科学院寒区旱区環境工学研究所の生態経済学研究グループが行ったアンケート調査によって作成している。SAM の水利用量は 2007 年張掖市水統計報告書⁶⁾で公表されている水利用量と張掖市水管理機構で公表されている水利用料金⁶⁾を掛け合わせることで算出している。その他のデータは張掖市が公表する張掖統計年報⁷⁾から作成した。

5. 水利用料金改定分析のための CGE モデル

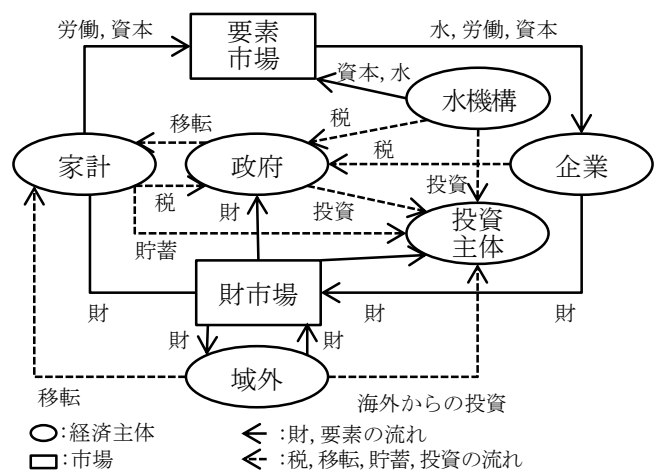


図1 水利用料金改定分析 CGE モデルの概要

水利用料金改定分析のための CGE モデルは SAM

の構造を基に作成する。図 1 は水利用料金改定分析のための CGE モデルの概要を表している。図 1 の実線矢印は財、要素の流れを表しており、その反対方向に対価としての資金の流れを表している。一方、破線矢印は税、所得移転、貯蓄、投資の流れのみを表している。

(1) モデルの前提条件

- ①本モデルは 2007 年張掖市 1 地域の経済を対象としている。
- ②経済主体は 10 産業、家計、政府、水機構、投資主体、そして域外を考慮する。
- ③市場は財市場と要素市場が存在し、すべての市場は完全競争的であり、長期均衡状態にあるとする。

(2) 各経済主体の行動

各経済主体の行動を以下のように仮定する。図 3 は消費と生産の構造を表す。

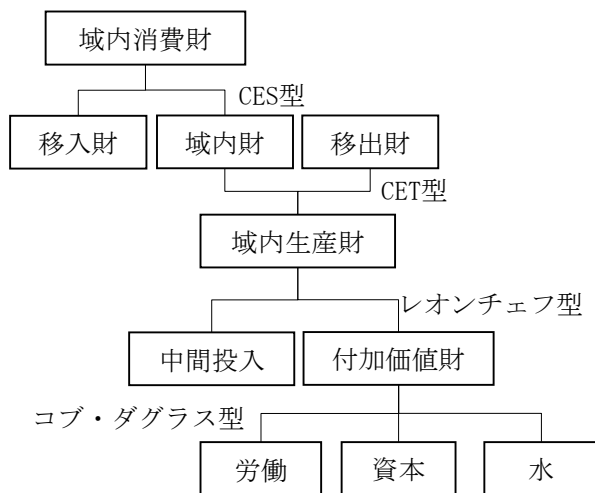


図 2 消費と生産の構造の概要

(a) 産業の行動

各産業は水、労働、資本の生産要素を使って財を生産し、それらを供給する。また、政府に付加価値税を支払うと仮定する。

財の種類は生産要素を合成することで生産される付加価値財、張掖市の域内で生産される域内生産財、域内生産財から移出財を除いた域内財、域内財と移入財を合わせた域内消費財が存在すると仮定する。各産業は生産技術制約の下で財を生産し、利潤を最大にするように行動する。図 2 より、付加価値財は労働、資本、そして水を生産要素として、コブダグラス型の生産関数で合成すると仮定する。域内生産財は中間投入と付加価値財をレオンチェフ型の生産関数で合成すると仮定する。

(b) 家計の行動

家計は労働と資本を保有しており、それらを供給することで得られる収入すべてを税、貯蓄、消費に支出するとする。家計の消費行動は予算制約の下で

効用が最大となるように各需要量を制御する。このとき、家計の効用関数はコブダグラス型を仮定する。

図 2 より、域内生産財は CET 型関数で域内財と移出財の割合を決定する。最後に、域内消費財の輸入財と域内財の割合は CES 型関数で決定すると仮定する。家計は域内消費財を消費する。

(c) 政府の行動

政府は家計、産業、水機構から税を集め、それらすべてを投資と消費に支出すると仮定する。政府は家計と同様に域内消費財を消費する。

(d) 水機構の行動

水機構は、張掖市政府に管理され、水を供給する公的な機構であり、水と資本をもともと保有しておりそれらを要素市場へ供給すると仮定する。また、その収入のすべてを税と投資に支出すると仮定する。このとき、水機構は収入以上に支出はしない、つまり、水機構が赤字となるような水利用料金は実行不可能とする。

(e) 投資主体の行動

投資主体は家計、政府、水機構、域外から貯蓄や投資を受け入れそれらすべてを財の消費に支出すると仮定する。投資主体は家計、政府と同様に域内消費財を消費する。

(f) 域外の行動

域外は張掖市以外の地域すべてを意味し、家計への所得の移転、投資主体への投資があると仮定する。このとき、家計への所得移転は 2007 年 SAM の値に外生的に設定する。移出財価格は域内消費財価格、移入財価格は外生的に 1 と設定する。

6. シナリオの設定

生産要素の労働と資本は張掖市で閉じている、一方、水は解放されていると仮定する。それに対して水利用料金を外生的に与えるとする。そのため、現状の水利用料金と改定後の水利用料金における水利用量から水利用料金改定後の水節約量が計算できる。

また、水利用料金改定後の社会厚生の変化は等価変分 (EV) と仮定する。水利用料金改定による水節約量、社会厚生の変化、域内生産量の変化を水利用料金の改定方法によって比較することで分析を行う。

図 3 は、各産業の現状の水利用料金を示す。これより、現状で産業によって水利用料金は異なるため、水利用料金の改定方法は表 1 のように 3 つのシナリオを設定する。

表 2、表 3 は、それぞれシナリオ 1、2 の水利用料金の変化を示す。これらの水利用料金の変化をみると、シナリオ 1 は水利用料金に一定の増加率で課金するため、現状の水利用料金の低い農林水産業に比較的課金額が少ないシナリオであるといえる。一方、シナリオ 2 は水利用料金に一定の増加額で課金するため、シナリオ 1 と比べて現状の水利用料金の低い農林水産業にも課金額が多いシナリオであるといえる。これらに対してすべての水利用料金を一定にするシナリオ 3 は農林水産業の水利用料金を増加させ、

その他の産業の水利用料金を減少させるシナリオとなっている。

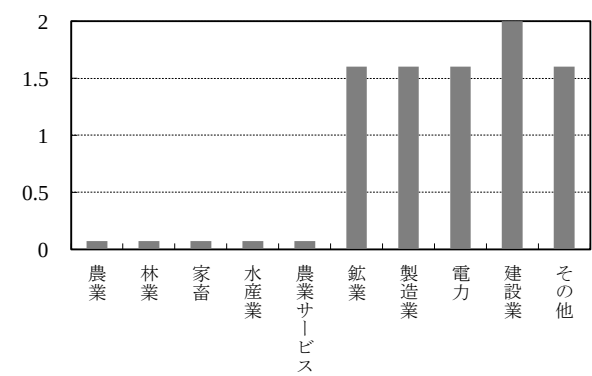


図3 現状の水利用料金(元/m³)

表1 水利用料金改定シナリオ

シナリオ1	一定増加率で課金
	$P_a^W \Rightarrow (1+\alpha)P_a^W$
シナリオ2	一定増加額で課金
	$P_a^W \Rightarrow P_a^W + P$
シナリオ3	すべての産業の価格を統一
	$P_a^W \Rightarrow P^W$

ただし、

P^W : 水利用料金
 α : 水利用料金増加率
 P : 水利用料金増加額
 a : 産業を表すサフィックス

表2 シナリオ1の水利用料金の変化

	現状料金	水利用料金変化率				
		120%	140%	160%	180%	200%
農業,林業,家畜, 水産業,農業サービス	0.07	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14
鉱業,製造業, 電力,その他	1.60	1.92	2.24	2.56	2.88	3.20
建設業	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00

表3 シナリオ2の水利用料金の変化

	現状料金	水利用料金変化額(Yuan/m3)				
		0.4	0.8	1.2	1.6	2
農業,林業,家畜, 水産業,農業サービス	0.07	0.47	0.87	1.27	1.67	2.07
鉱業,製造業, 電力,その他	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60
建設業	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00

7. 分析結果

まず、水利用料金改定が地域の厚生に与える影響を見る。図4は、以上の3つのシナリオにおける現

状の水使用量に占める水節約量の割合に対する厚生損失額を表した図である。これを見ると、水節約量の占める割合が同じとき、シナリオ3が最も厚生損失が少ない。しかし、図4のシナリオ3の破線部分は水機構が収入以上に水を供給し、水機構が赤字となるため現実には実行できない。また、シナリオ3の実線部分であっても水節約量の占める割合が80%を超えるため、シナリオ3は現実には実行できないシナリオであるといえる。つまり、実行可能なシナリオの内、水節約量の占める割合が同じとき、シナリオ2が最も厚生損失が少ないといえる。

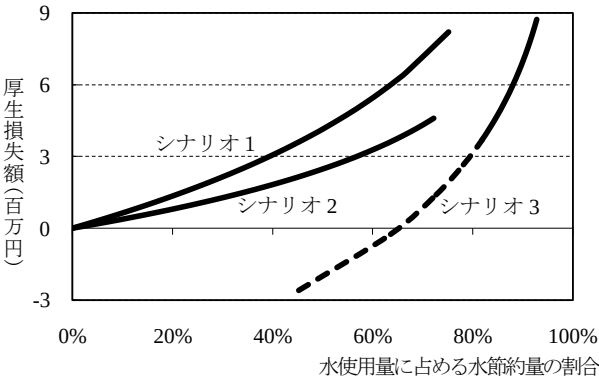


図4 シナリオ別の厚生損失額と水節約量の関係

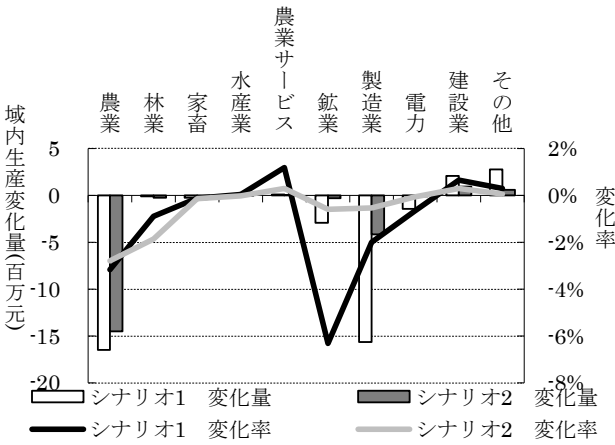


図5 50%の水を節約する時の域内生産量の変化

次に、水利用料金改定が地域経済へ与える影響を見る。図5は、現状から50%の水を節約する時の域内生産量の変化を表した図である。これを見ると、水利用料金の改定はシナリオ2のほうが各産業の域内生産量に与える影響が少ない。続いて、各産業に与える影響を見ると、シナリオ1は農業と製造業で域内生産量の減少が大きくなっている。これに対して、シナリオ2は農業のみで域内生産量の減少が大きくなっている。域内生産量に与える影響を詳しく見ると、農林水産業に比較的課金額の少ないシナリオ1のほうがシナリオ2より域内生産量の減少が大きい。図6の家計最終需要量の変化を見ると、農業はシナリオ1の減少が少ない。これに対して図7の中間需要量の変化を見ると、農業はシナリオ2の減少が少ない。つまり、域内生産量の変化は中間投入需要量の変化が影

響している。以下では中間投入需要量の変化を明らかにする。図5より、シナリオ1の製造業の域内生産量は大きく減少している。そのため、製造業の中間投入需要量も同じ割合で減少する。このとき、中間投入需要量の減少は製造業の投入係数(図8)に依存し、農業の投入係数が大きいいため農業の中間投入需要量が大きく減少していることがわかる。

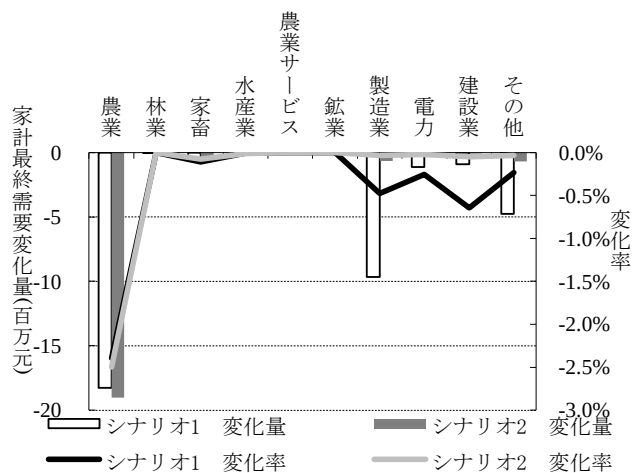


図6 50%の水を節約するときの家計最終需要量の変化

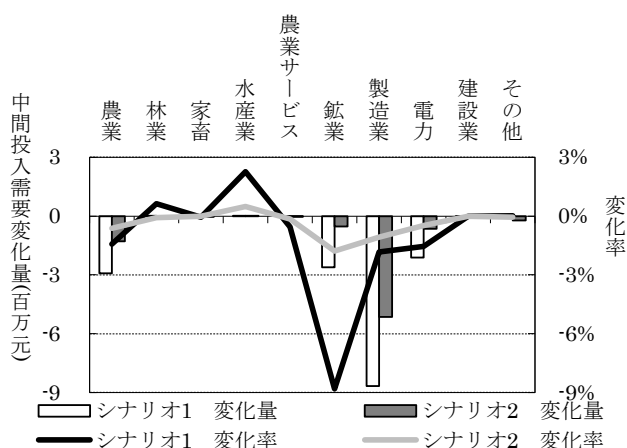


図7 50%の水を節約するときの中間投入需要量の合計の変化

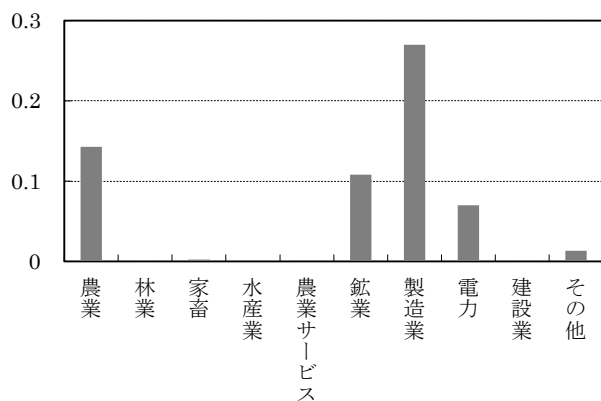


図8 製造業の投入係数

8. まとめ

本研究では、張掖市の水利用料金改定が張掖市経済へ与える影響を分析するための社会会計表と応用一般均衡モデルを構築し、水利用料金改定が張掖市経済へどのような影響を与えるか、また、水利用料金の改定方法による影響の違いの比較を行った。

水利用料金改定が地域の厚生に与える影響を見ると、シナリオ3が最も厚生損失が少ないシナリオであるといえる。しかし、シナリオ3は水機構が赤字となるか、水機構が赤字にならない水利用料金であっても水節約量が80%を超え、現実では実行できない。つまり、シナリオ3は実行不可能な水利用料金である。実行可能なシナリオ1とシナリオ2の内、水節約量の占める割合が同じとき、シナリオ2が最も厚生損失が少ないといえる。

また、水利用料金改定が地域経済へ与える影響を見ると、シナリオ1は農業と製造業の域内生産量が大きく増加し、シナリオ2は農業のみで大きく減少する。これらをまとめると、シナリオ1は厚生損失の減少が大きい、域内生産量の減少を農業と製造業に負担させる水利用料金改定方法であり、シナリオ2は厚生損失の減少が小さい、域内生産量の減少を農業のみに負担させる水利用料金改定方法であるといえる。

参考文献

- 1) Peter Berck, Sherman Robinson, George Goldman : *The Use of Computable General Equilibrium Models to Assess Water Policies*, California Agricultural Experiment Station Giannini Foundation of Agricultural Economics, Working Paper No.545, 1990.
- 2) Chang K. Seung, Thomas R. Harris, MacDiarmid: *Economic impacts of surface water reallocation policies : A comparison of supply-determined SAM and CGE models*, The Journal of Regional Analysis and Policy, 27, pp.55-76, 1997.
- 3) 幡野貴之・奥田隆明：中国黄河流域における水配分の応用一般均衡分析，第33回環境システム研究論文発表会講演集，pp.65-72, 2005.
- 4) Hanemann M: *ricing as a tool for demand management*, Workshop water for the city: strategic planning, demand management and network losses control, Athens, National Technical University of Athens, University of the Aegean, Water Supply and Sewerage Company of Athens, 2000.
- 5) Yan Chen, Dunqiang Zhang, Yangbo Sun, Xinai Liu, Nianzhong Wang, Hubert H.G. Savenije: *Water demand management: A case study of the Heihe River Basin in China*, Physics and Chemistry of the Earth 30, pp.408-419, 2005.
- 6) Bureau of Statistics of Zhangye: *Zhangye Statistical Yearbook*. Zhangye, 2007.
- 7) Water Authority of Zhangye: *Water Management Practices in Zhangye*, 2007.