

中国・黄河流域における水配分に関する一般均衡分析*

A CGE analysis on water allocations in the Yellow River Basin in China *

奥田隆明**・幡野貴之***

By Takaaki OKUDA**・Takayuki HATANO***

1. はじめに

近年急速な経済成長を遂げている中国では、今後、ライフスタイルの変化や人口増加等が原因となって農業分野を中心とした水需要が増大するものと見込まれている^{1), 2)}。また小沢ら³⁾が指摘するように、第2次、第3次産業の生産増加も水需要を増加させる大きな要因となっている。さらに、これら産業サイドの要因に加え、安価な水道料金、灌漑水の不正利用、低い節水意識などのソフト面に係る要因も水需要増大を助長する原因になっている。

こうした状況を勘案すると、今後、水資源は中国の経済成長にとって大きな制約要因となることが予想される。中でも中国の二大大河の1つである黄河流域については、下流域の急速な経済成長が原因となって慢性的な水不足の状態が続いている。その結果、近年頻繁に深刻な断流が発生しており、水不足が流域の経済発展を妨げる状況になりはじめている。これらの地域では水資源の適切な管理とその戦略的配分が喫緊の課題になってきている。

中国の水資源管理に関する既往研究を概観すると、第1次産業で水資源の70%以上が消費される現状から農業分野での研究が多数を占めている³⁾⁻⁵⁾。しかし、今後、農業分野以外でも水需要が増加していくことを考えれば、すべての産業を考慮した上で水配分のあり方を検討していくことが必要であると言える。こうした問題意識から幡野・奥田⁶⁾では、1997年の省市レベル地域間産業連関表を用いて第1次から第3次産業まで含めた11部門の仮想水分

*キーワード：水配分、黄河流域、一般均衡分析

**正員、工博、名古屋大学大学院環境学研究科

(名古屋市千種区不老町、TEL 052-789-4654)

***学生員、農修、名古屋大学大学院環境学研究科

(名古屋市千種区不老町、TEL 052-789-3223)

析(Virtual Water Analysis)を行ってきた。他方、これまで主に先進国を中心として、水資源を生産要素の一つとして捉え、市場メカニズムによりその配分を行う応用一般均衡モデルが提案されてきた⁷⁾⁻⁹⁾。後述するように中国の水配分の現状を考えると、こうした応用一般均衡モデルによって求められる水配分は、決して現状の水配分を再現するものではない。しかし、一般均衡理論のフレームワークに基づき、規範的な立場から最も効率的な水配分の状態を知っておくことは、将来の中国における水配分のあり方を考える上で一つのベンチマークを与えるものと言える。

そこで、本研究ではこれまで筆者らが開発してきた中国省市レベルの地域間産業連関表をベースにしながら、水資源を一つの生産要素とした多地域一般均衡モデルを新たに開発し、これを用いて将来の中国における水配分のあり方について検討することを目的とするものである。続く2.では中国における水分析のためのCGEモデルについてその基本的考え方を説明する。また、3.ではこのCGEモデルの具体的な定式化について簡単に説明する。さらに、4.ではこのCGEモデルの開発に用いたデータセットについて述べる。なお、紙面の都合により、CGEモデルを用いた水配分の結果については、発表会の当日に説明する予定である。

2. CGEモデルの基本概念

(1) 現状の水配分モデル

現在の中国における水供給機構は、図-1に示すように産業間でのやりとりはほとんどなされていない。すなわち、例えば農業のような水集約型産業では既得した水資源の存在が節水に対する誘因を働かなくさせ、結果的に非効率な水利用が継続してい

るのである。また当然ではあるが、地域間での配分

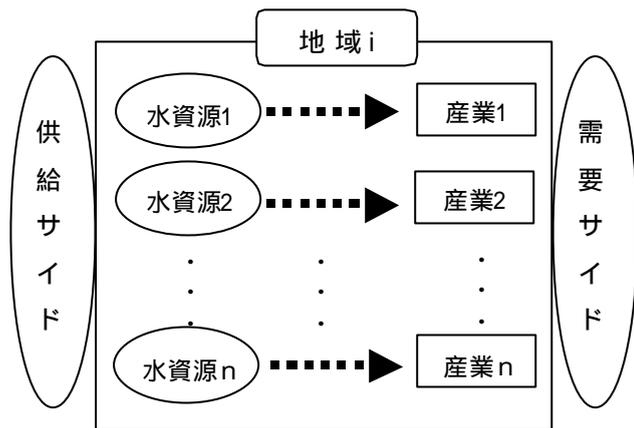


図 - 1 現状の水需給モデル(モデル)

も現在ではなされていない。しかしながら、今までの議論を集約すれば以下に示す事項が水需要戦略には必要である。

産業間・地域間での適正配分が重要である
市場メカニズムの原理を応用すべきである

(2) 望ましい水配分モデル

上記 および の条件を勘案して現状の水配分モデルを発展させると以下に示すモデルが考えられる。

a) 地域内で仮想の水取引市場を形成し、各産業間に適正配分する段階(モデル、図-2)

b) モデルを多地域間で適正配分する段階(モデル、図-3)

へと段階的に拡大設計することが望ましい。

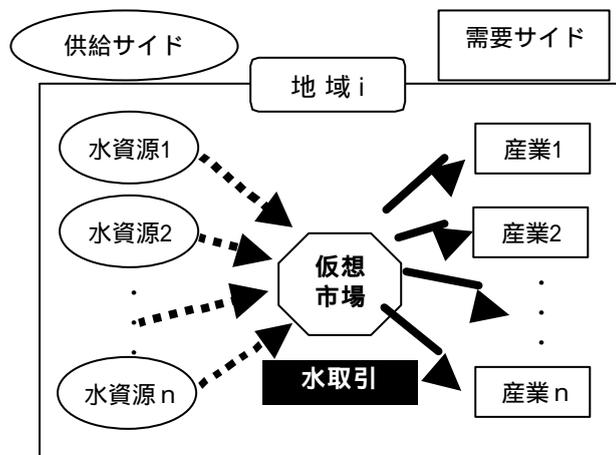


図 - 2 域内・産業間水需給モデル(モデル)

また、水資源は財生産の制約要因であることから、資本や労働と同等の付加価値生産要素とみなすことができる。上記 ~ までの条件を満たすにはCGEモデルでの分析が適しており、特にモデルは地域間での水配分を考慮していることから、国連などが提唱する黄河等の渇水河川の流域全体を視野に入れた水資源管理に迎合すると言える。

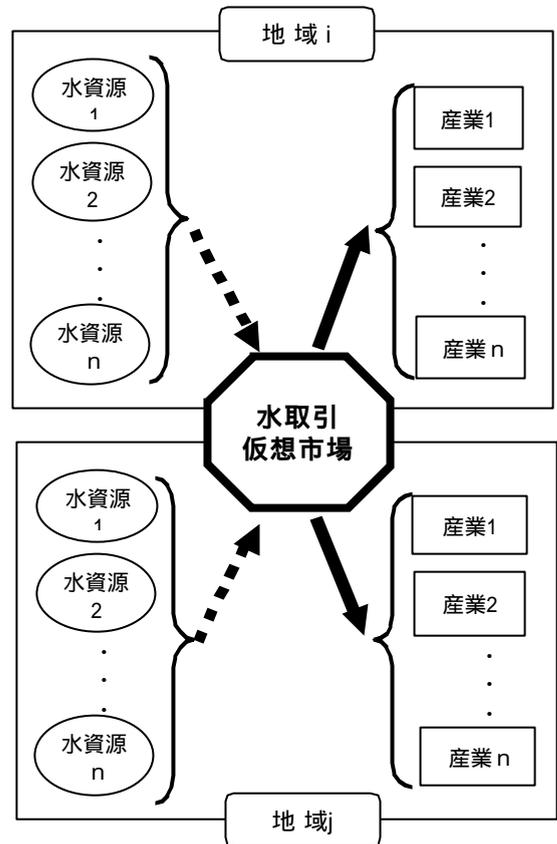


図 - 3 多地域・産業間水需給モデル(モデル)

3. CGEモデルの定式化

(1) モデルの枠組み

当モデルでは、各地域で行われる経済活動を数学モデルを駆使して記述し、これを用いて各産業への水配分が変化した際の各地域の経済活動にどのような影響を与えるかを分析する。

各地域には生産活動を行なう生産者と、消費活動を行なう家計がそれぞれ立地しているとする。複数の生産財はさらに生産者がいくつかに分類されるものとする。その際、各地域で生産された財はそれぞれ異なるものとして定式化を行なうものと仮定する(Armingtonの仮定)。そして生産者が生産活動のた

めに必要とする付加価値生産要素には労働と資本に加え水資源を計上する。これら生産要素はすべて家計が保有し、家計はこれら要素を市場に供給することで所得を得て消費活動を行なっているものとする。そしてこれら主体行動の大半が地域単位で営まれていると考えれば、資本については広域的に、労働および水資源はその大半が域内市場でやり取りされていると考えられる。そこで、資本については全国に1つの市場が成立し、労働および水資源は地域毎に市場が成立するものとする。ただし、この概念はモデルに該当するものであり、モデルにおいては水資源市場は分析対象とする地域全体に1つの市場が成立するものとする。そしてこのような制約を設けることで各地域の家計の効用に格差が生まれ、各種政策が各々の地域に及ぼす影響を与えるかを把握することが可能となる。

(2) 生産者の行動モデル

生産者は生産技術制約の下で財を生産し、期待利潤を最大にするよう行動する。図-4では生産者の生産関数を概説する。生産者はまず各産業から中間財と付加価値要素を一定量投入して(Leontief関数)生産を行なうものとする。この時、付加価値要素は資本、労働がCobb-Douglas関数で合成され、更に当合成要素が水とCES関数で合成されるものとする。中間財は国内財と海外からの輸入財がCES関数で合成され、さらに国内財は各地域からの移入財がCES関数で合成されるものとする。

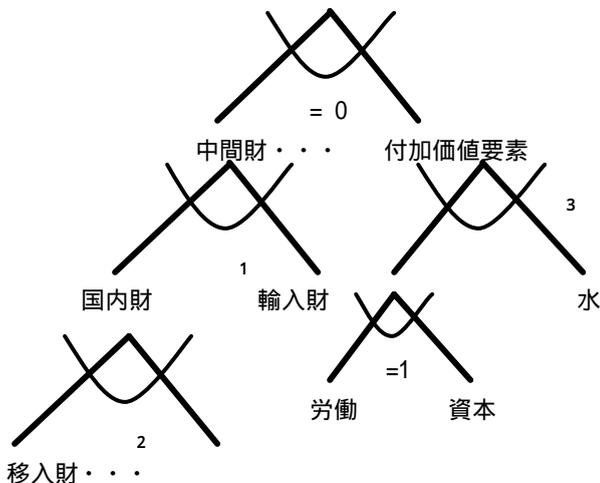
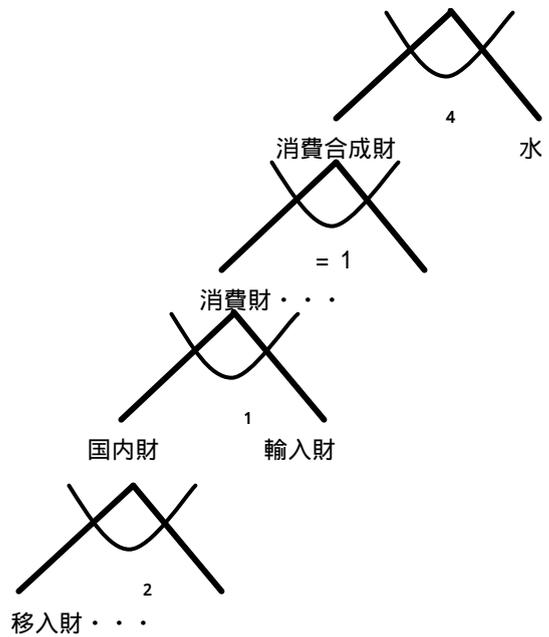


図-4 生産関数

(3) 家計の行動モデル

家計は予算制約と各財取引可能量の制約下で期待効用が最大になるように各需要量を制御する。各地域の家計は資本、労働および水を持ち、これを市場に供給することで得た所得で消費活動をしているものとする。この時、家計は図-5に示すような効用関数を持つとする。すなわち、消費財と水がCobb-Douglas関数で合成され、また合成消費財は各産業からの消費財もCobb-Douglas関数で合成されているものとする。また生産者の場合と同様に各産業からの消費財は国内財と輸入財の合成財と定義され、更に国内財は各地域からの移入財の合計財として定義され



るものとする。

図-5 効用関数

(4) 水取引市場の定式化

図-1~3で示した水取引市場モデルは、それぞれ式(1)~(3)のように定式化できる。

モデル

$$W_j^s = \dot{W}_j^s, W^s = \dot{W}^s \quad (1)$$

モデル

$$W_j^s + W^s = \dot{W}_j^s + \dot{W}^s \quad (2)$$

モデル

$$W_j^s + W^s = \dot{W}_j^s + \dot{W}^s \quad (3)$$

W_j^s : 地域s・産業jの水需要量

\dot{W}_j^s : " への水供給量

W^s : 地域sの家計の水需要量

\dot{W}^s : " への水供給量

表 - 1 産業区分

No	産業名	対象となる産業
1	農林水産業	農業・畜産業・林業・水産業
2	鉱業	金属鉱業・非金属鉱業・石油・天然ガス・石炭
3	食料品	食料品
4	化学	化学・石油石炭製品
5	金属	鉄鋼・非鉄金属・金属
6	機械	一般機械・輸送機械・電気機械・電子機械・事務機械・機械修理
7	その他製造業	繊維・衣服・木材・木製品・パルプ・紙加工品・窯業・土石・その他手工業
8	建設業	建築
9	公益事業	電力・熱供給・ガス・水道
10	商業・運輸	商業・運輸
11	サービス	飲食業・金融保険・教育文化・その他サービス

4. データセットの作成

中国国家统计局が公表した1997年地域産業連関表(29省市區、38産業)を、競争移入型地域間表として推計した¹⁰⁾、¹¹⁾。なお、今回の解析では産業分類を11産業として行なった。表 - 1 に産業分類を、表 - 2 には地域区分を示す。

表 - 2 地域区分

No	省市区名	No	省市区名	No	省市区名
1	北京市	11	浙江省	21	重慶市
2	天津市	12	安徽省	22	四川省
3	河北省	13	福建省	23	貴州省
4	山西省	14	江西省	24	雲南省
5	内モンゴル自治区	15	山東省	25	陝西省
6	遼寧省	16	河南省	26	甘肅省
7	吉林省	17	湖北省	27	青海省
8	黒龍江省	18	湖南省	28	寧夏回族自治区
9	上海市	19	広東省	29	新疆維吾爾自治区
10	江蘇省	20	広西壮族自治区	30	その他地域

参考文献

- 1) Tao, F., Yokozawa, M., Hayashi, Y. and Lin, E. : Future climate change, the agricultural water cycle, and agricultural production in China, *Agric. Ecosys. Environ.*, 95, 203-215, 2003.
- 2) 沈金虎 : WTO加盟と中国農業への影響、農業と経済、第68巻 第5巻、72-85、2002.
- 3) 小沢亮輔、小川茂、方偉華、井村秀文 : 中国黄河流域の水資源需要将来予測に関する研究、第31回環境システム研究論文発表会講演集、295-302、2003.
- 4) Wang, H., Zhang, L., Dawes, W. and Liu, C : Improving water use efficiency of irrigated crops in the North China Plain-measurements and modeling, *Agric. Water Manage.*, 48, 151-167, 2001.
- 5) Shanguan, Z., Shao, M., Horton, R., Lei, T., Qin, L. and Ma, J. : A model for regional optimal allocation of irrigation water resources under deficit irrigation and its application, *Agric. Water Manage.*, 52, 139-154, 2002.
- 6) 幡野貴之、奥田隆明 : 中国地域間産業連関表を利用した仮想水分析、土木学会第59回年次学術講演会(投稿中)、2004.
- 7) 土木学会土木計画学委員会 : 応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用、土木計画学ワンデーセミナー 15、1998.
- 8) 高木朗義、武藤慎一、濱平涼子 : 地域間の公平性を考慮した湧水調整ルール検討、土木学会第56回年次学術講演会講演概要集第4部、Vol.56、386-387、2001.
- 9) 川崎研一 : 応用一般均衡モデルの基礎と応用、日本評論社、1999.
- 10) 奥田隆明、橋本浩良 : 地方生活圏レベルの地域間産業連関表の推計、第28回土木計画学研究発表会・講演集、2003.
- 11) 奥田隆明、種蔵史典、幡野貴之、齊舒暢 : 中国省市區レベルの地域間産業連関表の推計とその分析、第28回土木計画学研究発表会・講演集、2003.