

岐阜大学 学生員 近藤 浩治
 岐阜大学 正 員 上田 孝行
 岐阜大学 学生員 山田 貴久

1 はじめに

近年、我が国では渇水による給水制限や断水騒動が毎年のように各地で発生している。またその一方で、戦後における経済の高度成長に伴い、水の質の問題も深刻化してきた。しかし、広域的な空間経済全体での水資源の有効利用は十分になされていない。

そこで、本研究では現在の水の利用状況等を把握し、水資源の有効利用を妨げている問題点について考察する。さらに水資源の有効利用を評価するための空間経済モデルを構築し、水市場メカニズムによる最適水資源配分が成り立つ経済(ファースト・ベスト経済)と現存の制度に近い経済(セカンド・ベスト経済)での最適料金とその社会的余剰水準の比較・分析を行うことで水資源の有効利用のあり方について検討する。

2 日本の水資源利用の現状と問題点

現在、日本の年間水使用量の約7割を農業用水が占めており、農業用水には次のような水資源の有効利用を妨げている問題点が考えられる。まず農業用水はその地域の地形や水田土壌や、天候、栽培技術の内容、さらに水利慣行などによって影響される可変的な量である。また、農業では灌漑面積に対して水利賦課金が徴収されている。水利賦課金は水の使用に対する代価の支払いという形態を取るものではなく、用水の使用量とは直接には無関係なものである。よって農業部門は経済的見地から水利用量を調節する誘因は必ずしも十分でない。

そこで本研究では経済的手段によって水資源の有効利用を推進するというアプローチから水利権の問題、農業の水利賦課金の問題を改善した空間経済において各セクター間における新しい水市場と水の量・質を管理する新しい施設を導入した空間経済モデルを構築する。

3 水資源政策のための空間経済モデルの構築

空間経済システムは、以下の前提に基づいている。

①対象とする空間経済システムは複数の都市(Zone)に分割され、河川の上流からラベル付けされている。

$$i \in I = \{1, \dots, I\}: \text{都市のラベル}$$

②空間経済システムには複数の活動(Activity)が存在しラベル付けされており、立地都市が固定されている。

$$j \in J = \{1, \dots, J\}: \text{活動のラベル}$$

③各活動は各時点において与えられた価格のもとでラベル付けされた各クラスの水質の水を需要する。

$$h \in H = \{1, \dots, H\}: \text{水質クラスのラベル}$$

3-1 水需要者側の行動モデル

④都市*i*に立地している活動*j*が時点*t*において価格*p*で水質クラス*h*の水を需要する量

$$D_{jh}^i(t) = D(t, p_{jh}^i, q_h, \alpha_j, \beta_i)$$

ただし、*t*: 時点 *p*: 水の価格 *q*: 水質のクラスを表す(ベクトル)変数 α : 活動の属性を表す(ベクトル)変数 β : 都市の属性を表す(ベクトル)変数

⑤都市*i*に立地している活動*j*が時点*t*において水質クラス*h*の水を D_{jh}^i だけ需要して、使用する前に自ら浄化等を行うための費用

$$d_{jh}^i(t) = d(t, D_{jh}^i, q_h, \alpha_j, \beta_i)$$

ただし、自ら浄化等を行った後の水質クラスは*h'*に改善されるとする。

⑥都市*i*に立地している活動*j*が時点*t*において水質クラス*h*の水を D_{jh}^i だけ需要して、使用した後に水質クラス*h''*に変質した水を排出する量

$$E_{jh''}^i(t) = E(t, D_{jh}^i, q_h, \alpha_j, \beta_i)$$

ただし、排出量は需要量に依存しているとする。

$s_{jh}^i(t)$: その時排出する際の価格(料金)

⑦都市*i*に立地している活動*j*が時点*t*において水質クラス*h*の水を D_{jh}^i だけ需要して、使用後に水質クラス*h''*に変質した水を自ら浄化等を行うための費用

$$e_{jh''}^i(t) = e(t, E_{jh''}^i, D_{jh}^i, q_h, \alpha_j, \beta_i)$$

ただし、自ら浄化等を行った後の水質クラスは*h'''*に改善されるとする。

3-2 政府(水供給者)側の行動モデル

⑧時点*t*において都市*i*に立地している政府が河川から取水した水の水質*rⁱ*を水質クラス*h*の水に改善して供給する費用

$$C_h^i(t) = C(t, Q_h^i, Z^i, r^i, \gamma_h^i) \\ Z^i < \max Z(t)$$

ただし、 Q_h^i : 水質クラス*h*の水の供給量 Z^i : 都市*i*での取水量 r^i : 都市*i*での取水時の水質 γ_h^i : 都市*i*で水質クラス*h*の水を供給する際の技術的条件 $\max Z(t)$: 都市に設けられた時点別最大取水量

⑨時点*t*において都市*i*の政府が自都市に立地している各活動*j*の排出する水を水質クラス*m'*に改善して排水量*E'*を河川に排出する費用

$$R^i(t) = R(E^i, m^i, E_{j1}^i, \dots, E_{jh}^i, \dots, E_{jH}^i, q_1, \dots, q_h, \dots, q_H, \delta^i)$$

ただし、 δ : 都市*i*の水質クラス*m'*の水を排出する際の技術的条件

キーワード: 空間経済システム、社会的余剰

〒501-11 岐阜市柳戸1-1 TEL 058-293-2447 FAX 058-290-1248

3-3 河川の浄化作用

流水中のある物質の濃度 C の時間変化は次のように表現できる。

$$C = C_0 \cdot e^{-kt}$$

ただし、 t $\left(-\frac{z}{u}\right)$: 流下時間 z : 基点からの距離 u : 流速 k : 反応速度

定数 C_0 : 基点でのある物質の濃度

以上から図1の濃度 C_A は次のように表現できる。

$$C_A = \frac{Q_0 \times C_0 \cdot e^{-k t_0} - Z \times r \cdot e^{-k t_1} + E \times m \cdot e^{-k t_2}}{Q_0 - Z + E}$$

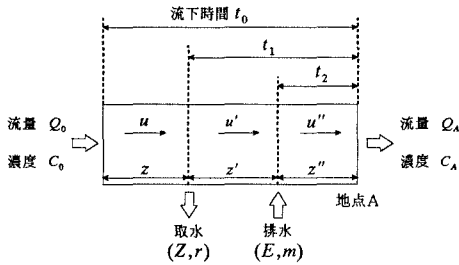


図1 河川の浄化作用

したがって、ある都市が取水する際の水の量と質は上流の都市の各活動の各水質の水の価格の影響を受ける。

4 社会的余剰の定義

4-1 ファースト・ベスト経済での社会的余剰

社会的余剰は各活動の消費者(生産者)余剰と各政府の余剰の2つの構成要素からなる。

よって社会的余剰 $SW(t)$ を次のように表現する。

$SW(t)$

$$\begin{aligned} & - \sum_i \left[\int_{p_{iA}^i(t)}^{p_{iB}^i(t)} D(p_{iB}^i(t), \cdot) dp_{iB}^i(t) - d(D(p_{iA}^i(t), \cdot)) \right] \\ & - \sum_{j \in A} \{ s_{jA}^i(t) E(D(p_{jA}^i(t), \cdot)) + e(E(D(p_{jA}^i(t), \cdot))) \} \\ & + \sum_i \left[\int_{p_{iA}^i(t)}^{p_{iB}^i(t)} D(p_{iB}^i(t), \cdot) dp_{iB}^i(t) + \sum_{j \in A} s_{jA}^i(t) E(D(p_{jA}^i(t), \cdot)) \right] \\ & - \sum_k C_k \{ D(p_{kA}^i(t), \cdot) r^i (\sum_{j \in A} D(p_{jA}^i(t), \cdot)) \} - R^i \{ \sum_{j \in A} E(D(p_{jA}^i(t), \cdot)) \} \end{aligned}$$

4-2 セカンド・ベスト経済での社会的余剰

社会的余剰 $SW(t)$ に水利権の問題、農業部門の水利賦課金の問題を考慮してセカンド・ベスト経済での社会的余剰 $SW(t)'$ を定式化する。

$SW(t)'$

$$\begin{aligned} & - \sum_i \left[\int_0^{0.7Z^i} p(D_{iA}^i(t), \cdot) dp(D_{iA}^i(t), \cdot) - p^i \cdot M^i \right] \\ & + \int_{p_{iB}^i(t)}^{p_{iA}^i(t)} D(p_{iA}^i(t), \cdot) dD(p_{iB}^i(t), \cdot) - d(E(D(p_{iB}^i(t), \cdot))) \\ & - s_{iB}^i(t) E(D(p_{iB}^i(t), \cdot)) - e(E(D(p_{iB}^i(t), \cdot))) \\ & + \sum_i \{ p^i \cdot M^i + p_{iB}^i(t) D(p_{iB}^i(t), \cdot) + s_{iB}^i(t) E(D(p_{iB}^i(t), \cdot)) \} \\ & - R^i \{ \sum_{j \in A} E(D(p_{jA}^i(t), \cdot), \pi^i \cdot M^i) \} \\ & - C_3^i - C_1^i \{ D(p_{iB}^i(t), \cdot), r^i (p_{iB}^i(t), \pi^i \cdot M^i) \} \end{aligned}$$

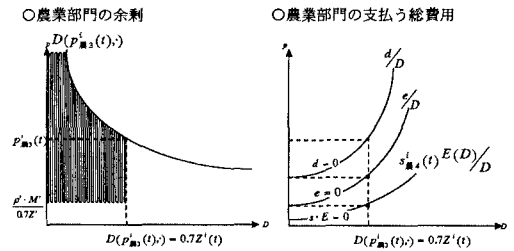
$p^i \cdot M^i$: 都市 i の水利賦課金 $\times$ 都市 i の水田面積

$\pi^i \cdot M^i$: 都市 i の水田 1 ha あたりに必要な水量 $\times$ 都市 i の水田面積

ただし、農業部門が必要とする水質クラスを 3、都市部門が必要とする水質クラスを 1、都市部門が排出する際の水質クラスを 2 とする。

5 水資源政策の厚生分析

両経済の社会的余剰の最大化問題を各都市の政府の余剰の和がゼロ以上、河川と空間経済の関係を制約条件としてラグランジュ関数を解く。そこで農業部門の最適料金の決定方法について比とセカンド・ベスト経済での農業部門では需要量に関係なく水利賦課金が課せられているので農業部門だけに多大な余剰が生じる。よって部門間での余剰分配のアンバランス並びに社会的な不効率が生じている可能性があると考えられる(図2)。



○農業部門に対する各政府の取入

○農業部門に対する各政府が負担する総費用

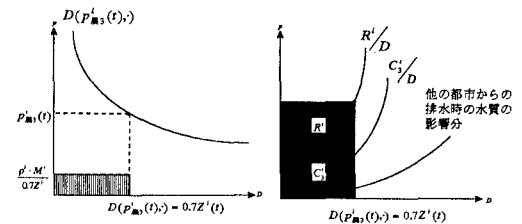


図2 セカンド・ベスト経済での農業部門の最適料金の決定方法

6 おわりに

本研究では、まず水資源の有効利用を妨げている問題を整理した。その結果、水利権の問題と農業の水利賦課金の問題が水資源の有効利用に大きく影響していると考察できた。そこで空間経済モデルを構築し、ファースト・ベスト経済とセカンド・ベスト経済の比較・分析することで農業部門の水利賦課金、水利権水量の比率の固定が水資源利用に関する社会的余剰の水準に影響を及ぼしえることを確かめた。

今後の課題としては、モデルの信頼性を高めるとともに適当なデータの収集状況によって数値シミュレーションを行いたい。また、本研究で示したモデルを水資源に関する他の問題に応用していくことを考えていきたい。

【参考文献】

- 1) 国土庁長官官房水資源部：日本の水資源～水資源の有効利用～、大蔵省印刷局、1996