

IV-30

閉鎖性水域における水質改善政策の経済分析

中日本建設コンサルタント 正会員 高木朗義 東京工業大学 正会員 上田孝行
岐阜大学 正会員 武藤慎一 中央建設コンサルタント 正会員 橋本直也

1. 背景・目的

近年、公共用水域における水質汚濁問題の1つとして、窒素やリンなどによる富栄養化問題が取り上げられている。特に、内湾、内海、湖沼などいわゆる閉鎖性水域においては汚濁物質が拡散されにくいため、一度汚濁物質が溜まるとその改善が非常に困難となってくる。そのため、閉鎖性水域の水質改善に関わる政策としては、汚濁物質の除去をいかに行うかという問題とともに、その流入をいかに防ぐかという問題も併せて考えていく必要がある、その場合には費用負担の問題も含めた水質改善政策の総合的な評価が必要となってくる。

そこで本研究では、取水と排水に関わる行動を明示的に組み入れた空間経済モデルを構築し、閉鎖性水域における水質改善政策実施による効果と費用負担問題を同時に分析した上で、政策の有効性を検討できる枠組みを提示することを目的とする。

2. 空間経済モデルの概要

2.1 空間経済モデルの前提条件

本研究で構築する空間経済モデルは、以下の前提条件に基づいている。

- 1)一つの流域を対象とし、上流に位置する都市(都市1)と下流に位置する閉鎖性水域沿岸都市(都市2)の2都市からなるものとする。
- 2)都市1には、農業、工業やサービス業などの企業および家計が存在し、都市2には、漁業、レクリエーション企業および家計が存在する。また、社会には政府が存在するものとする。
- 3)家計への水供給および排水処理は、政府が一括して行うものとする。

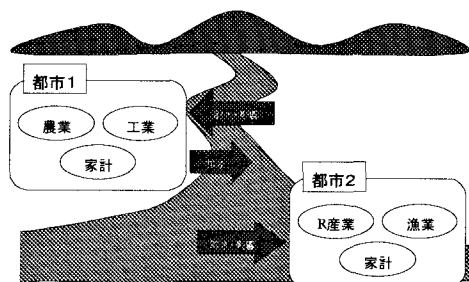


図-1 空間経済モデルの全体構成

キーワード：閉鎖性水域、水質改善政策、空間経済モデル
〒460-0003 名古屋市中区錦1-8-6, TEL052-232-6035, FAX052-221-7833

2.2 都市1産業の行動モデル

都市1の各産業は通常の生産要素に加え、水も投入して財の生産を行い、生産された財はより大きな経済システムで取引が行われる市場へ供給されるものとする。水の取水と排水については、産業が直接川から取水し、使用の前後に自己浄化するものとする。以上の産業の生産活動を、以下のような利潤最大化行動の枠組みにて定式化する。

$$\pi_{1j} = \max_{L_{1j}, K_{1j}, H_{1j}} p_{1j} Y_{1j} - w L_{1j} - r K_{1j} - a_1 H_{1j} - (p_{1j}^w x_{1j}^w + \psi_{1j}) - (s_{1j}^w z_{1j}^w + \phi_{1j}) \quad (1.a)$$

$$\text{s.t. } Y_{1j} = F_{1j}(L_{1j}, K_{1j}, H_{1j}, x_{1j}^w, z_{1j}^w) \quad (1.b)$$

ここで、添字1j:都市1のj産業を表す、 π :産業の利潤、 Y :財生産量、 L, K, H :労働、資本、土地投入量、 p :財価格、 w :賃金率、 r :利子率、 a :地代、 x^w :水需要量、 z^w :排水量、 F :生産関数、 p^w :水一単位あたりの浄水費用、 s^w :水一単位あたりの浄化費用、 ψ, ϕ :取水、排水に関わる固定費用。

2.3 都市2産業の行動モデル

都市2の各産業も基本的な行動は都市1の産業と同じである。ただし、この産業は、生産活動において閉鎖性水域の環境質 Q の影響を直接的に受けるものと想定する。なお Q は、都市1の産業による排水量に依存して決定されるとする。また、都市2の産業については、水の投入は行わないものとして、以下のように定式化する。

$$\pi_{2j} = \max_{L_{2j}, K_{2j}, H_{2j}} p_{2j} Y_{2j} - w L_{2j} - r K_{2j} - a_2 H_{2j} \quad (2.a)$$

$$\text{s.t. } Y_{2j} = F_{2j}(L_{2j}, K_{2j}, H_{2j}, Q) \quad (2.b)$$

ここで、添字2j:都市2のj産業を表す、 Q :環境質。

2.4 家計の行動モデル

都市1、都市2の家計は、ともに同様の行動をとるものとする。すなわち、生産要素を提供して所得を得、予算制約と時間制約の下で効用を最大化するように財・サービス消費を行うものとする。なお、家計のレクリエーション消費に関しては、家計自らがレクリエーション財を生産し、消費するという枠組みにて定式化する。これより、家計の行動は、二段階の最適化行動として定式化される。

【レクリエーションサービス生産行動】

$$c^i \cdot u_R^i = \min_{x_R^i, t_R^i} p_R x_R^i + w t_R^i \quad (3.a)$$

$$\text{s.t. } u_R^i = f_R^i(x_R^i, t_R^i, Q) \quad (3.b)$$

ここで、添字i:都市を表す、 u_R :単位トリップあたりのレク

レーションサービス消費, x_R : レクリエーション財の投入量,
 t_R : レクリエーションに関わる時間投入量, p_R : レクリエーション財価格, f : 生産関数.

なお, レクリエーション財生産には, 式(2.b)と同様閉鎖性水域の環境質 Q が直接影響を与えるものとする.

【財消費行動】

$$V^i = \max_{x_{ij}^i, s^i, H_h^i, u_R^i, x_T^i, z_h^i} U^i(x_{ij}^i, s^i, H_h^i, u_R^i, x_T^i, z_h^i) \quad (4.a)$$

$$\text{s.t.} \sum_j p_j x_{ij}^i + w s^i + a_h^i H_h^i + (p_T + w t_T^i + c^i u_R^i) x_T^i + p_h^w x_h^i + s_h^w z_h^i = w \Omega + \sum_j y_{ij} + y_L - \tau^i \quad (4.b)$$

ここで, x_{ij} : 都市 i の産業の生産財 j の消費量, s : 余暇消費, H_h : 居住用土地消費, x_T : レクリエーションのための交通トリップ消費, a_h : 居住用地代, p_T : 交通トリップ価格, Ω : 総利用可能時間, y_{ij} : 都市 i の産業 j からの配当収入, y_L : 土地所有者からの配当収入, τ : 一括税.

2.5 政府の水供給行動モデル

政府は, 各都市の家計に対して水供給と排水処理を行う. その費用関数は以下のように定式化する.

【取水・浄水費用】

$$C^i = C^i(\gamma^i, Q_i^i, x_h^{wi}, K^i) \quad (5.a)$$

ここで, C^i : 浄水費用, γ : 浄水施設の技術力, Q_i : 取水時の水質, x_h^{wi} : 家計への水供給量, K : 浄水施設の施設規模.

【排水処理費用】

$$R^i = R^i(\delta^i, Q_i^i, z_h^{wi}, G^i) \quad (5.b)$$

ここで, R^i : 浄水費用, δ : 処理施設の技術力, Q_i : 排水時の水質, z_h^{wi} : 家計からの水排水量, G : 処理施設の施設規模.

2.6 土地所有者の行動モデル

土地所有者は, 所有している土地を家計, 産業に対し提供して, 地代収入を得る. その地代収入については, 式(4.b)のとおり家計に配分されるものとする.

$$\pi_L = \sum_j a_{ij} \bar{H}_{ij} + \sum_i a_h^i \bar{H}_h^i \quad (6)$$

ここで, π_L : 地代収入, $\bar{H}$: 各用途の利用可能土地面積.

2.7 均衡条件

資本市場, 一般財市場はオープンであるとしているため, 政策によってそれらの価格は変化しないといえる. 対象とする空間経済システムにおいて閉じている市場は以下になる.

$$\text{労働市場: } \sum_i \sum_j L_{ij} = L_S$$

$$\text{土地市場: } \sum_j H_{ij} = \bar{H}_{ij}, \quad H_h^i = \bar{H}_h^i$$

$$\text{レクリエーション財市場: } u_R x_T = Y_R$$

ここで, L_S : 労働供給量であり, 以下の関係式が成立する.

$$L_S = \Omega - s^i - (t_T^i + u_R^i t_R^i) x_T^i \quad (7)$$

3. 政策シミュレーション

3.1 政策の設定

都市 1 の産業および家計からの排水による汚濁物質の流出を規制する政策を想定し, 本研究で構築したモデルにより影響を分析した. なお, 単純化のため, 水需要量と排水量は比例関係にあるものとし, 1 例として, 取水価格を 20% 上昇させ, 水需要を減少させることにより, 間接的に排水を規制する政策を実施した場合についてシミュレーション分析を行った. ここでは便宜的に, 都市 1 の産業も政府より水供給を受けているものとし, 取水価格の上昇による影響を受けるものとする.

また, モデルのパラメータについては, 愛知県の経済, 水循環データを用いて推定した.

3.2 シミュレーション結果

シミュレーション結果は, 表-1 の便益帰着構成表に示す.

表 1 便益帰着構成表 (単位: 億円)

	家計	都市1産業	都市2産業	政府	合計
レクリエーション効用の増大	3,294	0	0	0	3,294
レクリエーション財の価格変化	-6,182	0	6,182	0	0
水消費に関する収支変化	-1,538	-268	0	-14	-1,820
環境変化による直接的生産増大	0	0	1,070	0	1,070
賃金所得変化	12,670	-10,356	-2,314	0	0
配当所得変化	-5,686	10,624	-4,938	0	0
税の再分配	-14	0	0	14	0
合計	2,544	0	0	0	2,544

表-1 における第一行のレクリエーション効用の増大とは, 環境質の改善に伴う家計におけるレクリエーションサービスの生産効率上昇による便益, 第四行の直接的生産増大とは, 同様に環境質の改善に伴う都市 2 の産業の生産効率上昇による便益である. また, 第三行の水消費に関する収支変化とは, 取水価格上昇に伴う不便益を表している. なお, 本研究で想定した政策例による純便益は, 水質改善効果が高いことから正となる結果となった.

4. 結論

本研究では, 閉鎖性水域における水質改善政策の影響を, 水質改善効果のみならず費用負担に伴う影響まで含めて分析するために空間経済モデルの構築を行い, それによる政策分析を便益帰着構成表の形で明らかにした.

今後は, 他の政策についても分析できる枠組みへの拡張とともに実際にそれらのシミュレーション分析を行っていく予定である.

【参考文献】

- 1) 近藤浩治・上田孝行・山田貴久: 水資源政策の空間的分析の試み, 土木学会第 52 回年次学術講演会, pp.120-121, 1997.