地域間の公平性を考慮した湯水調整ルールの検討

岐阜大学 正会員 高木朗義, 武藤慎一 (株)名光コンサルタント 濱平涼子

1. はじめに

日本では毎年のようにどこか地域が湯水にみまわられている。特に1994年には水道水の断水、工場の操業停止、農作物の枯死など生活や産業に多大な被害を及ぼした。その際、明らかになった問題点として自然以外の要因によって湯水被害に地域較差が生じたことである。すなわち、同じ水源の水を利用している地域でも歴史的な経緯から水利権に対する優先順位が存在し、断水した地域としなかった地域が存在した。この経験を生かして湯水時における調整を行うことが河川法に盛り込まれたが、その具体的な方法については未だ確立していない。

そこで本研究では、複数主体の水消費行動¹⁾、および湯水時の水不足による不均衡経済状態²⁾を捉えた応用一般均衡モデルを構築した上で、地域間の公平性を考慮したいいくつかの湯水調整ルールを考え、社会的厚生を評価指標としてルールの良否を検討することを目的とする。

2. 応用一般均衡モデルの構築

(1) 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コントロールする。

$$E^j(V_i^j) = \max_{z_i^{jj}, x_i^{jj}, a_i^j, s_i^j} E^j(U(z_i^{jj}, x_i^{jj}, a_i^j, s_i^j, H_i^j)) \quad (1)$$

$$st. \sum_{j \in J} p_i^j z_i^{jj} + \sum_{j \in J} q_i^j x_i^{jj} + r_i^j a_i^j + ws \leq w_i^j \Omega_i^j + y_i + y_i^j - T_i^j + g_{A_i^j} \quad (\forall i \in I, \forall j \in J, \forall j' \in J) \quad (2)$$

ここで、 $E^j(V_i^j)$ ：期待効用水準、 $U(\cdot)$ ：効用水準、 z_i^{jj} ：工業財需要量、 x_i^{jj} ：農産物需要量、 a_i^j ：生活用水需要量、 H_i^j ：環境質、 p_i^j ：工業財価格、 q_i^j ：農産物価格、 r_i^j ：生活用水価格、 w_i^j ：賃金率、 $\Omega - s = l_i^j$ ：労働供給量、 s ：余暇時間、 Ω ：総利用可能時間、 y_i ：企業からの配当所得、 y_i^j ：農業からの配当所得、 T_i^j ：税、 $g_{A_i^j}$ ：地方政府の合成財需要による配当所得。

(2) 工業の行動モデル

工業は生産技術制約の下で工業財を生産し、期待利潤を最大にするように行動する。

$$E(\Pi_i^j) = \max_{Z_i^j, L_i^j, d_i^j, C_i^j} E\{p_i^j Z_i^j - w_i^j L_i^j - R_i^j d_i^j - \lambda_i^j C_i^j\} \quad (3)$$

$$st. Z_i^j = Z(L_i^j, d_i^j, C_i^j, H_i^j) \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \quad (4)$$

ここで、 Π_i^j ：利潤、 Z_i^j ：工業財供給量、 L_i^j ：労働需要量、 d_i^j ：工業用水需要量、 C_i^j ：資本量、 R_i^j ：工業用水価格、 λ_i^j ：資本利子率。

(3) 農業の行動モデル

農業は生産技術制約の下で農作物を生産し、期待利潤を最大にするように行動する。

$$E(\Theta_i^j) = \max_{X_i^j, L_i^j, f_i^j, C_i^j} E\{q_i^j X_i^j - w_i^j L_i^j - R_i^j f_i^j - \lambda_i^j C_i^j\} \quad (5)$$

$$st. X_i^j = X(L_i^j, f_i^j, C_i^j, H_i^j) \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \quad (6)$$

ここで、 Θ_i^j ：利潤、 X_i^j ：農産物供給量、 L_i^j ：労働需要量、 f_i^j ：農業用水需要量、 C_i^j ：資本量、 R_i^j ：農業用水価格、 λ_i^j ：資本利子率。

(4) 地方政府の行動モデル

地方政府は河川から取水した水を家計、企業、農業に供給し、各主体から水費用分の合成財を需要する。

$$M_i^j = A_i^j + D_i^j + F_i^j \quad (7)$$

$$g_{A_i^j} + g_{D_i^j} + g_{F_i^j} = A_i^j r_i^j + D_i^j R_i^j + F_i^j R_i^j + T_i^j \quad (8)$$

ここで、 M ：取水量、 A_i^j ：生活用水供給量、 D_i^j ：工業用水供給量、 F_i^j ：農業用水供給量、 $g_{D_i^j}$ ：工業からの合成財需要分、 $g_{F_i^j}$ ：農業からの合成財需要分。

(5) 精算条件と財の割り当てメカニズム

不均衡経済状態を表現するために、各市場で集計された需要量の表現値が供給量と一致して清算される条件、各主体への財の割り当てメカニズムを定義する。

a) 清算条件

$$\text{生活用水： } a_i^j = A_i^j \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \quad (9)$$

$$\text{工業用水： } d_i^j = D_i^j \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \quad (10)$$

$$\text{農業用水： } f_i^j = F_i^j \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \quad (11)$$

$$\text{労働： } L_i^j + L_i^j = l_i^j \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \quad (12)$$

$$\text{合成財： } \sum_{j \in J} (z_i^{jj}) + \sum_{j \in J} (x_i^{jj}) = Z_i^j + X_i^j \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \quad (13)$$

b) 財の割り当てメカニズム²⁾

財の集計取引量は、集計需要量と集計供給量、および外生的制約量の最小量に一致するものとする。以下では生活用水、工業用水、農業用水についてのみ示すが、労働、工業財、農産物、余暇時間についても同様の割り当てメカニズムで表される。

$$\text{生活用水： } a_i^j = \min\{q_i^j(p_i^j, Y_i^j), \tilde{a}_i^j\} \quad (14)$$

$$\text{工業用水： } d_i^j = \min\{d_i^j(q_i^j, w_i^j, R_i^j, H_i^j), \tilde{d}_i^j\} \quad (15)$$

$$\text{農業用水： } f_i^j = \min\{f_i^j(p_i^j, w_i^j, R_i^j, H_i^j), \tilde{f}_i^j\} \quad (16)$$

ここで、 $\tilde{a}_i^j$ 、 $\tilde{A}_i^j$ ：生活用水需要量、供給量の割り当て上限値、 $\tilde{d}_i^j$ 、 $\tilde{D}_i^j$ ：工業用水需要量、供給量の割り当て上限値、 $\tilde{f}_i^j$ 、 $\tilde{F}_i^j$ ：農業用水需要量、供給量の割り当て上限値。

キーワード：湯水、公平性、応用一般均衡分析

〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1, E-mail: a_takagi@cc.gifu-u.ac.jp

3. 湯水調整ルールの比較検討

(1) 計算条件

木曾川を水源に持つ木曾川用水系、濃尾用水系、愛知用水系の3地域を対象に、1994年の湯水状況を踏まえた数値シミュレーションを行って、湯水調整ルールについて検討する。各用水系の水需要量、水価格、1994年の平均節水率は、各種統計書などから表1～表3に示すようにセットした。

表1 各用水系の水需要量 (単位: 千 m³)

	生活用水	工業用水	農業用水
木曾川用水	170,506	151,880	168,294
濃尾用水	604,758	26,560	239,232
愛知用水	145,681	242,117	355,645

表2 各用水系の水価格体系 (単位: 円)

	生活用水		工業用水		農業用水
	基本料金	超過料金	基本料金	超過料金	
木曾川用水	1054	107	45	90	8322
濃尾用水	387	86	30	60	
愛知用水	339	107	29.5	59	

表3 1994年における各用水系の平均節水率

	生活用水	工業用水	農業用水
木曾川用水	24.2%	45.4%	45.4%
濃尾用水	未調査	未調査	未調査
愛知用水	22.8%	42.9%	42.9%

(2) 湯水調整ルールの設定

湯水調整ルールは、中央政府により強制的に実施されると想定し、表4に示す実現可能なルールを考えた。なお、ここでの湯水調整ルールは地域間の公平性のみに着目し、主体間の調整は行わないこととする。

表4 湯水調整ルールの設定

	湯水調整方法
ルール1	地域間で水価格を統一する
ルール1-1	木曾川用水の水価格で統一する
ルール1-2	濃尾用水の水価格で統一する
ルール1-3	愛知用水の水価格で統一する
ルール1-4	各用水系の平均水価格で統一する
ルール2	地域間で節水率を統一する
ルール2-1	木曾川用水の節水率で統一する
ルール3	地域間で水価格、節水率を統一する
ルール3-1	濃尾用水の水価格、木曾川用水の節水率で統一する

(3) 数値シミュレーションの結果と考察

数値シミュレーションの結果を表5～表6に示す。ここで社会的厚生とは、各用水系の期待効用水準に世帯数を乗じて合計したものであり、社会全体における効率性を示した指標である。

ルール1では、どれも湯水調整しない場合に比べて期待効用水準の格差がわずかながら小さくなった。最も期待効用水準の格差が小さくなったのは、ルール1-2(濃尾用水の価格に統一)であり、このとき社会的厚生も最

表5 1家計当たりの期待効用水準

	木曾川	濃尾	愛知
湯水調整なし	0.119919	0.154709	0.158293
ルール1-1	0.119919	0.154651	0.158292
ルール1-2	0.120000	0.154709	0.158309
ルール1-3	0.119923	0.154651	0.158293
ルール1-4	0.119948	0.154672	0.158298
ルール2-1	0.119919	0.154567	0.158004
ルール3-1	0.120000	0.154567	0.158021

表6 社会的厚生

湯水調整なし	757,611
ルール1-1	757,479
ルール1-2	757,691
ルール1-3	757,482
ルール1-4	757,555
ルール2-1	756,661
ルール3-1	756,741

大となっている。このことから、ルール1-2が地域間で最も公平であり、かつ社会全体でも最も効率的である。ルール2では、最も厳しい木曾川用水の節水率に統一させたため、湯水調整しない場合に比べて期待効用水準、社会的厚生とも小さくなり、社会全体としては不効率となったが、地域間の格差は小さくなり、地域間で公平になることが示された。ルール3でも、同様に期待効用水準、社会的厚生とも小さくなったが、地域間の格差は小さくなり、地域間で公平になることが示された。また、ルール3はルール2よりも地域間の格差が小さくなり、社会的厚生も大きくなっている。

以上のことから、湯水調整しない場合に比べて価格、節水率を統一させるという調整を行うことにより地域間の格差は小さくなることを確認できた。また、価格を統一させることよりも節水率を統一させることの方が期待効用水準の変化が大きい。しかし、湯水調整しない場合に比べて社会的に厚生が大きくなっているのは、ルール1-2(価格を濃尾用水に統一)のみである。

4. おわりに

本研究では、湯水による社会経済への影響を分析できる応用一般均衡モデルを構築し、地域間で価格、節水率を統一する湯水調整ルールが地域間の公平性を高めることを確認した。しかし、そのルールが必ずしも社会全体の効率性が高まるとは限らないことも同時に示した。今後は最適な湯水調整ルールを探索していきたい。

参考文献

- 1) 山田貴久: 水資源政策の厚生分析, 岐阜大学修士論文, 1997.
- 2) 長谷川俊英: 不均衡経済状態を考慮した防災投資の便益評価, 岐阜大学修士論文, 1997.