給水制限下の家計の水消費行動モデルに関する基礎的研究

鳥取大学大学院　学生員 ○並河　光夫　　鳥取大学工学部　正員　多々納裕一
鳥取大学工学部　正員　　岡田　憲夫　　鳥取大学工学部　正員　小林　潔司

1．概要

本研究では、減圧給水が行われた時の家計の水消費行動をミクロ経済学的見地からモデル化する。具体的には、家計の水消費行動を水･時間･一般財を投入して生産されるサービスの自己消費活動であると考え、時間及び所得制約下での効用最大化行動として定式化する。さらに、渇水の発生に伴う単位水量当りの獲得所要時間(τ)の増加が要素需要に与える変化に関して比較静学分析を通じて考察する。

2．家計の水消費行動のモデル化

家計は、水量･時間･一般財という資源を投入して各用途毎にサービスを生産し、自ら消費することによって効用を得ている。従って、家計の水消費行動は、サービスの自己生産･自己消費活動を通して行われる時間制約及び所得制約の下での効用最大化行動として解釈できる。モデルの定式化にあたり以下のような仮定を設ける。①再利用水などの同一投入要素が複数のサービスの生産に供せられることはない(結合生産はない)。②家計の利用可能時間が一定の賃金率(w)で所得と代替可能であるとする(full income－full cost仮説)。これらの仮定より、家計の水消費行動は以下のように定式化できる。

$$v(p,\tau,w,q,Y)=\max_{z,L,Z}\ u(z,L,Z)$$

subject to

$$(p+\tau w)\Sigma_i x_i+w\Sigma_i t_i+\Sigma_i q_i g_i+wL+Z=Y$$

$$z_i=f_i(x_i,t_i,g_i)\quad(i=1,2,..,n)\tag{1}$$

$v(\cdot)$:間接効用関数,　$u(\cdot)$:直接効用関数

$f_i(\cdot)$:家計生産関数

x_i:サービスiの生産に投入される水量

t_i:サービスiの生産に投入される時間

g_i:サービスiの生産に投入される一般財の量

p:水の価格,　w:賃金率,　q_i:一般財g_iの価格

z_i:サービスiの需要量, $z=(z_1,...,z_n)$

L:余暇時間,　　Z:合成財

τ:単位水量当りの獲得所要時間

Y:full income$(=y+wT)$

y:固定収入,　　T:総利用可能時間

ここで、τwx_iは、サービスの生産に投入される水量x_iを確保するために費やされる時間を金銭タームで評価した額であり、一種の取引費用とみなすことができる。従って、$(p+\tau w)x_i$は、取引費用τwx_iを含むという意味で、一般化された獲得コストを表わしている。

また、$(p+\tau w)$は単位水量当りの一般化された獲得費用を表わす。そこで、以下、$(p+\tau w)x_i$を水量確保のための一般化費用と呼び、$p+\tau w$を一般化価格と呼ぶことにする。

さらに、サービス生産技術が規模に関して収穫一定であると仮定すると、式(1)の問題は、以下のような2段階問題に展開できる。

(Ⅰ)　$\pi_i(p,\tau,w,q_i)z_i$

$$=\min_{x_i,t_i,g_i}\ (p+\tau w)x_i+wt_i+q_i g_i$$

$$\text{subject to } z_i=f_i(x_i,t_i,g_i)\tag{2}$$

(Ⅱ)　$$v(p,\tau,w,q,Y)=\max_{z,L,Z}\ u(z,L,Z)$$

$$\text{subject to } \Sigma_i\pi_i z_i+wL+Z=Y\tag{3}$$

ここで、π_iはcommodity priceを表し、$\pi_i z_i$はサービスiの生産に費やされるfull costを表している。

3．モデルの特定化

渇水が発生すると、水利用の用途によってはサービス需要が弾力的に変化するものや非弾力的に変化するものがある。モデルの特定化にあたっては、このようなサービス需要の多様性を包含できるようなモデルを構成することが必要である。そこで、本研究では、間接効用関数として次式のようなトランス・ログ型間接効用関数を採用する。

$$\ln v(\phi)=-\alpha_0-\Sigma_i\alpha_i\ln\phi_i-(1/2)\cdot\Sigma_i\Sigma_j\beta_{ij}\ln\phi_i\cdot\ln\phi_j\tag{4}$$

ここで、$\phi=(\pi_1/Y,...,\pi_n/Y,w/Y,1/Y)$である。また、任意のi, jに対して、$\beta_{ij}=\beta_{ji}$である。なお、規格化条件としては、$\Sigma_i\Sigma_j\beta_{ij}=0$を用いた。さらに、議論を単純化するために、サービスiの需要が他のサービスの実質価格$\phi_j(j\neq i)$に影響されないとして、$\beta_{ij}=0(j=1,...,n)$と仮定した。また、家計生産関数は、次式に示すように、サービス毎に異なる投入要素間の代替可能性を表現できるCES型を用いることにする。

$$z_i=(x_i^{a_i}+t_i^{a_i}+g_i^{a_i})^{1/a_i}\quad(a_i<1)\tag{5}$$

以上のような特定化により、サービスｉのcommodity price(π_i)(式(6))、及び full income(Y)に対するサービスiに費やされる full cost$(\pi_i z_i)$のシェアS_i(式(7))は以下のように求められる。

$$\pi_i=\{(p+\tau w)^{r_i}+w^{r_i}+q_i^{r_i}\}^{1/r_i}\tag{6}$$

$$S_i=\frac{(\alpha_i+\Sigma_j\beta_{ij}\ \ln\phi_j)}{\Sigma_j\alpha_j+\Sigma_j\Sigma_k\beta_{jk}\ln\phi_k}\tag{7}$$

式(6), (7)を用いて各々のサービス及び財の需要関

数が以下のように求まる。

$$z_i=(\pi_i/Y)^{-1}\cdot S_i \quad (i=1,2,\dots,n) \tag{8}$$

$$L=(w/Y)^{-1}\cdot S_{n+1} \tag{9}$$

$$Z=(1/Y)^{-1}\cdot S_{n+2} \tag{10}$$

$$x_i=(p+\tau w)^{r_i-1}\pi_i^{-r_i}Y\cdot S_i \tag{11}$$

$$t_i=w^{r_i-1}\pi_i^{-r_i}Y\cdot S_i \tag{12}$$

$$g_i=q_i^{r_i-1}\pi_i^{-r_i}Y\cdot S_i \tag{13}$$

ただし、$r_i=a_i/(a_i-1)$

4．単位水量当りの獲得所要時間（τ）の変化に関する比較静学分析

ここでは、渇水の発生に伴ってτが増加した場合に、サービスkの要素需要(水量･時間･一般財)が、どのような影響を受けるかについて考察する。

サービスkの需要の自己価格弾力性ρ_{kk}は、次式によって定義される。

$$\rho_{kk}=-\frac{\partial z_k}{\partial \pi_k}\frac{\pi_k}{z_k} \quad (k=1,2,\dots,n) \tag{14}$$

ここで、ρ_{kk}はサービスKの生産に費やされる full cost($\pi_k z_k$)と密接な関係にある。渇水の発生に伴って commodity price π_kが増加すると、$\rho_{kk}<1$の時は、$\pi_k z_k$は増加するが、$\rho_{kk}>1$の時、減少するのである。

また､条件付き要素需要の代替の弾力性をε^kと定義するとε^kは、サービスkの生産技術が弾力的か、非弾力的かの度合を測っており、次式のように定義される。

$$\varepsilon^k=-\frac{\partial (h^k_j/x_k)}{\partial \{p^k_j/(p+\tau w)\}}\frac{p^k_j/(p+\tau w)}{h^k_j/x_k} \quad (j=2,3) \tag{15}$$

ただし, $h^k_j\in\{x_k,t_k,g_k\}$; $p^k_j\in\{p+\tau w,w,1\}$である。$\varepsilon^k>1$の時、水の一般化価格$(p+\tau w)$の増大に伴ってサービスkの生産に費やされるfull cost($\pi_k z_k$)に対する水量確保のために費やされる一般化費用($(p+\tau w)x_k$)のシェア($s^k{}_1=(p+\tau w)x_k/(\pi_k z_k)$)は減少し、$\varepsilon^k<1$の時、このシェアは増加する。

このように、ρ_{kk}とε^kは、各々のサービスkの生産に費やされるfull cost $\pi_k z_k$、及びシェア$s^k{}_1$と密接な関係にあり、ρ_{kk}及びε^kの値によってτの増加に伴う要素需要の変化の傾向が規定される。

ここで、水の一般化価格$(p+\tau w)$に対する、水、及び他の投入財(時間･一般財)の需要の弾力性を、$\sigma^k{}_{11}$、$\sigma^k{}_{1j}$とおこう。これらは式(16),(17)のように定義され、ρ_{kk}, ε^k, $s^k{}_1$を用いて式(18),(19)のように変形される。

$$\sigma^k{}_{11}=-\frac{\partial x_k}{\partial (p+\tau w)}\frac{p+\tau w}{x_k} \tag{16}$$

$$\sigma^k{}_{1j}=\frac{\partial h^k_j}{\partial (p+\tau w)}\frac{p+\tau w}{h^k_j} \quad (j=2,3) \tag{17}$$

$$\sigma^k{}_{11}=(1-s^k{}_1)\,\varepsilon^k-s^k{}_1\rho_{kk} \tag{18}$$

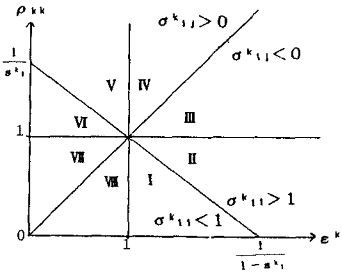
$$\sigma^k{}_{1j}=s^k{}_1\,(\varepsilon^k-\rho_{kk}) \tag{19}$$

ここで、$\sigma^k{}_{11}<1$の時、水量確保のための一般化費用$(p+\tau w)x_k$が増加し、水量確保のための家事労働時間τx_kが増加する。$\sigma^k{}_{11}<1$の時、$(p+\tau w)x_k$は減少し、τx_kも減少することとなる。一方、$\sigma^k{}_{1j}>0$の時は、サービス生産のために時間、あるいは一般財の投入量(t_k,g_k)が増加し、$\sigma^k{}_{1j}<0$の時、減少する。

従って、渇水の発生に伴ってτが増加すると水の需要x_kは減少するが、水量確保のための家事労働時間τx_kや、他の投入財の投入要素の需要(t_k,g_k)が増加するか、減少するかは、ρ_{kk}及びε^kの大きさによって左右されることがわかる。

図－1に$(\rho_{kk},\varepsilon^k)$の値と要素需要の関係を示す。この図は、これらの指標によってⅠ～Ⅷの8領域に分割される。これらの領域に属するサービスの要素需要の特性と該当するサービス種別を表－1に整理しておく。

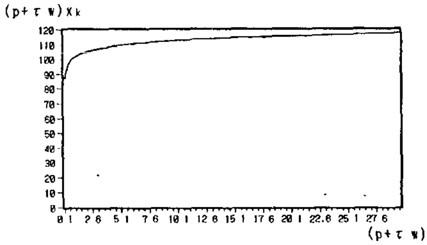
紙面の都合により、分析の詳細については講演時に譲るが、図－2に分析結果の一部を示しておく。この結果は、パラメータ地が領域Ⅰに属す時、$(p+\tau w)x_k$はτの増加にともなって増加し、領域Ⅴに属すときは減少するという結果を示しており、表－1の結論を裏付ける結果となっている。



図－1　$(\rho_{kk},\varepsilon^k)$の値と要素需要の関係

表－1　図－1の領域の意味

	$\pi_k z_k$	$s^k{}_1$	$(p+\tau w)x_k$	t_k,g_k	該当例
Ⅰ	増加	減少	増加	増加	洗濯
Ⅱ	増加	減少	減少	増加	
Ⅲ	減少	減少	減少	増加	炊事
Ⅳ	減少	減少	減少	減少	
Ⅴ	減少	増加	減少	減少	散水
Ⅵ	減少	増加	増加	減少	
Ⅶ	増加	増加	増加	減少	風呂
Ⅷ	増加	増加	増加	増加	水洗トイレ



—— 領域Ⅰに属すサービス ----- 領域Ⅴに属すサービス

図－2　水の一般化価格の変化が水量確保のために費やされる一般化費用に与える影響