IV-221　　減圧給水下における家計の厚生変化に関する考察

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　小林潔司
京都大学防災研究所　正員　岡田憲夫

１．はじめに

渇水が発生し、減圧給水が行われると家計は水利用用途ごとに水・時間・一般財といった資源の再配分を行い渇水に対応する。この結果、余分な労働や支出が行われる。水利用用途の中には洗濯や炊事などのように平常時より多くの資源を投入するものや散水や洗車等のように平常時より時間・財の投入量が減少するものがある。本稿ではこのような水利用用途の特性を考慮した家計の水消費行動をミクロ経済学的な観点からモデル化する。さらに、家計が減圧給水によって被る被害を厚生の変化として捉え、各サービスの特性と厚生変化の関係について若干の考察を加える。

２、家計の水消費行動のモデル化

家計の水消費行動は、水・時間・一般財という資源を投入要素とするサービスの自己生産・自己消費活動であると解釈できる。本研究ではこのような観点より水消費行動を時間制約及び所得制約の下での効用最大化行動として定式化する。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。

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

subject to

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

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

$v(\cdot)$: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, $z=(z_1,\ldots,z_n)$
L:余暇時間,　Z:合成財
τ_i: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、$\tau_i w x_i$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。したがって、$(p+\tau_i w)x_i$は、取引費用$\tau_i w x_i$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、$(p+\tau_i w)$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、$(p+\tau_i w)x_i$を水量確保のための一般化費用と呼び、$p+\tau_i w$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）
$$\pi_i(p,\tau,w,q_i)z_i=\min_{x_i,t_i,g_i}(p+\tau_i w)x_i+wt_i+q_i g_i$$
$$\text{subject to}\ z_i=f_i(x_i,t_i,g_i) \tag{2}$$

（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。これらを解くことによって各サービスごとの水量・時間・一般財及び余暇時間・合成財の需要関数が得られる。

３．水利用用途の分類

減圧給水にともない、単位水量当たりの獲得所要時間τは増加する。τ_iの増加に伴うサービス生産に割り当てられる費用$\pi_k z_k$、水量獲得費用$(p+\tau_i w)x_k$、水以外の消費量$wt_k+q_k g_k$、サービスkの生産費用に対する水量獲得費用のシェアs^k_i（$=(p+\tau_i w)x_k/\pi_k z_k$）の増減によって各サービスは表-1のように分類できる。

表-1　水サービスの分類

	$\pi_k z_k$	$(p+\tau w)x_k$	$wt_k+q_k g_k$	s^k_i	該当例
I	＋	＋	＋	－	洗　濯
II	＋	－	＋	－	炊　事
III	－	－	＋	－	
IV	－	－	－	－	散　水
V	－	－	－	＋	
VI	－	＋	－	＋	風　呂
VII	＋	＋	－	＋	
VIII	＋	＋	＋	＋	水洗トイレ

４．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炊事・洗

濯等のようにサービス需要が非弾力的に変化するものや散水・洗車等のように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表現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、本稿では、次式のようなトランス・ログ型間接効用関数を採用し水利用行動をモデル化する。

$$\ln v(\phi)=-\alpha_0-\Sigma_i\alpha_i\ln\phi_i-(1/2)\cdot\Sigma_i\Sigma_j\beta_{ij}\ln\phi_i\cdot\ln\phi_j \quad (5)$$

ここで、$\phi=(\pi_1/Y,\ldots,\pi_n/Y,w/Y,1/Y)$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。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。

$$z_i=(a_1x_i^{r_i}+a_2t_i^{r_i}+a_3g_i^{r_i})^{1/r_i} \quad (r_i<1) \quad (6)$$

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。

$$\pi_i=\left(\left(\frac{p+\tau_i w}{a_1}\right)^{R_i}+\left(\frac{w}{a_2}\right)^{R_i}+\left(\frac{q_i}{a_3}\right)^{R_i}\right)^{1/R_i} \quad (7)$$

$$S_i=\frac{\alpha_i+\Sigma_j\beta_{ij}\ln\phi_j}{\Sigma_j\alpha_j+\Sigma_j\Sigma_k\beta_{jk}\ln\phi_k} \quad (8)$$

式(7), (8)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。

$$z_i=(\pi_i/Y)^{-1}\cdot S_i \quad (i=1,2,\ldots,n) \quad (9)$$

$$L=(w/Y)^{-1}\cdot S_{n+1} \quad (10)$$

$$Z=(1/Y)^{-1}\cdot S_{n+2} \quad (11)$$

$$x_i=(p+\tau_i w)^{R_i-1}\pi_i^{-R_i}Y\cdot S_i \quad (12)$$

$$t_i=w^{R_i-1}\pi_i^{-R_i}Y\cdot S_i \quad (13)$$

$$g_i=q_i^{R_i-1}\pi_i^{-R_i}Y\cdot S_i \quad (14)$$

ただし、$R_i=r_i/(r_i-1)$

5．家計の厚生変化

減圧給水によってもたらされる家計の厚生変化を測る方法として本稿では等価変分を用いる。等価変分EVとは財kの平常時の commdity price π_k^0を基準にして減圧給水後の commdity price π_k^1のもとでいくらの貨幣額を補償してやると平常時と同等になるかを測るものである。EVは通常間接補償関数を用いて導出するが、トランスログ型間接効用関数から解析的に間接補償関数を求めることは困難なため以下のような近似式を用いることにする[1]。

$$EV=\Sigma_i\Delta CS_i+\hat{\varepsilon}\,|\,\Sigma_i\Delta CS_i\,| \quad (15)$$

ただし、$\hat{\varepsilon}=(\hat{\eta}\,|\,\Sigma_i\Delta CS_i/N\,|)/2$、$\hat{\eta}=\Sigma_i\eta_i/N$ である。ここで、η_iはサービスiの所得弾力性であり、$\eta_i=\partial z_i/\partial Y\cdot Y/z_i$である。また、$\Delta CS_i$は commdity price が$(\pi_1^1,\ldots,\pi_{i-1}^1,\pi_{i+1}^0,\ldots,\pi_N^1,w,1)$のとき$\pi_i^0\to\pi_i^1$に変化したときの消費者余剰である。

6．数値計算事例

４．で特定化した関数形を使ってEVがどのように変化するかを分析した。計算に際して家計が生産するサービスとして洗濯・風呂・散水・炊事の４つを想定した。計算結果の一部を図-１に示す。この図は各サービスごとの単位水量当たりの獲得所要時間τ_iの増加に対応するEVの変化を示したものである。各サービスともτ_iが大きくなるにつれてEVが増加していることがわかる。このことは渇水の規模が大きくなると補償すべき貨幣額が増加することを示している。τ_iに対するサービス需要の弾力性が高い散水等のサービスではそれほど平常時との差が大きくない。一方、τ_iに対するサービス需要が非弾力的である炊事、洗濯等は他のものに比べて比較的大きな補償が必要となることがわかる。すなわち、家計が自己の渇水被害を最小にしようと被害の小さい水利用用途の需要を抑えていくことを裏付ける結果となっている。

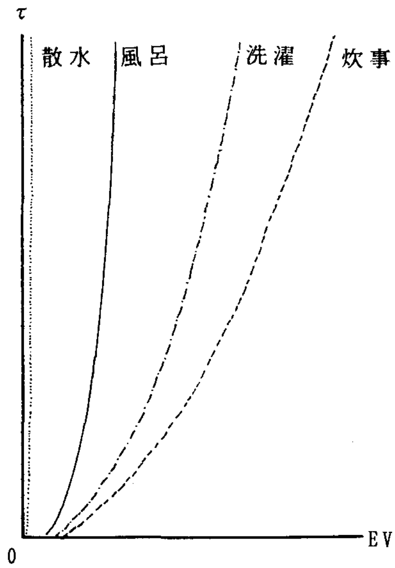

図-１　単位水量当たりの獲得所要時間（τ）と等価変分（EV）との関係

＜参考文献＞

1)Richard E. Just, Darrell L. Hueth, Andrew Schmitz, Applied Welfare Economics and Public Policy, Englewood Cliffs , New Jersey :Prentice Hall.1982