

## 不確実性下の費用便益分析 — 渇水対策を例にして —

岐阜大学 正 員 森杉寿芳  
岐阜大学 学生員 岩瀬 広  
岐阜大学 学生員 ○大島伸弘

### 1. はじめに

生活様式の多様化にともない都市においては、生活そのものが水不足に対して非常に弱い体質になってきており、渇水が発生すると、その被害も非常に大きなものとなる傾向にある。また、その被害の及ぼす範囲は、公共部門、家計部門、各業種にわたる産業部門と複雑多岐にわたっている。

しかし、従来の研究の全ては、渇水が起こったときの被害測定であり、確実性下での評価である。しかし、これらの研究において欠落している視点であり、かつ重要なのは、渇水が起こるかもしれないという不安感の評価である。この不安感の減少の評価が従来の研究で欠落している理由は、これまでは不確実性下での便益の定義が、あいまいであったことによる。

そこで、本研究は、家計に着目し、「渇水による水不足が起こるかもしれない。」という不安感の減少、すなわち、安心感の向上を社会的便益の概念を用い、社会心理学的側面から計量し、家庭用水に対する渇水対策のもたらす効果(便益)を測定しようというものである。このため、本研究では、渇水がある確率で発生するというような不確実性下における期待効用最大化仮説に基づく。

本研究の構成としては、まず、本研究の基礎となる便益の2つの概念(補償的偏差CVと等価的偏差EV)のうち、EVを用いて、不確実性下での便益を定義し、その妥当性を論ずる。次に、渇水被害の計測に関する既往の研究をとり上げ、その問題点を上げる。次に、不確実性下の便益の1つの測定方法の提案を行う。この方法は、多属性期待効用関数のパラメータの推定方法、およびEVの計算方法からなる。そして、期待効用関数のパラメータの推定を実際のケーススタディを通して行い、どの関数型がよりデータに適合するかを

検討する。さらに、渇水の危険性が変化するときの期待効用の変化分を貨幣タームに換算する。すなわち、EVを測定し、期待効用の関数型によつての相違点を検討する。

以上の本研究の意義は、人間の効用に影響を与えるようなもののうちで、渇水の危険性のように市場化されていなくて、かつ、不確実性を有する財の評価が、費用便益分析の枠組の中に組み入れられ、種々の渇水対策のみならずダム建設等の公共施設整備計画や環境管理計画などの具体的な計画評価が可能となるという点にあると考える。

### 2. 便益の定義

#### 2.1 社会的便益(費用)の概念<sup>1)</sup>

生活環境を評価するにあたっては、従来さまざまな視点からのアプローチが試みられてきた。人間の満足度、すなわち効用に影響を与えるようなもののうちで、環境質のような市場で直接取引されない財の評価を、公共施設計画や環境管理計画等の具体的な計画の評価が可能のように費用便益分析の枠組の中に組み込むためには、環境改善(悪化)による便益(被害)を貨幣タームに換算することが不可欠であり、この貨幣換算法については、社会的便益(費用)の概念が有用である。この概念は、「ある経済主体が、ある経済活動を行ったときに、そのときに発生する外部効果(外部不効果)を他の経済主体がどのように評価するかを、なんらかの形で貨幣タームで測って、すべての経済主体について集計したもの。」<sup>2)</sup>として広義に確立されたものである。また、ミハエルスキは、社会的便益(費用)の概念の1つとして、「惹起者が第3者に与えている便益(転嫁している費用)」<sup>3)</sup>をあげている。

この社会的便益の概念には、2つの考え方（補償的偏差CVと等価的偏差EV）を適用する方法を提案してきたが、少なくとも不確実性下においては、最近の研究でEVの方が優越していることが明確になった。その理由を以下に述べる。<sup>4)</sup>

①EVは、個人の効用関数そのものである。<sup>5)</sup>

② $\Sigma EV > 0$ という判断基準は、利得者が損失者に補償して誰も損失を受けない状態をつくることができるかをテストするカルドア、ヒックスの潜在パレート基準の十分条件となる。<sup>6)</sup>

③効率性と公平性を考慮したいかなる社会厚生関数的アプローチにおいても、EVは使用可能である。<sup>5)</sup>

④人々の日常活動を観察することによって、EVは測定可能である。<sup>5)</sup>

⑤以上の①～④は、CVまたは $\Sigma CV > 0$ という判断基準に対しては、成立しない。

従って、本研究では、この等価的偏差EVを採用し、これに焦点をあてて研究を進める。

## 2.2 不確実性下での便益の定義（EVの定義）

漏水対策を行った場合、それにとともって漏水の発生する確率が小さくなるものとする。漏水対策による便益のEVは、漏水がいつ発生するのかわからないという不安感が減少したという効果の評価に他ならない。本研究では、ある確率で漏水が発生するという状態から、何らかの漏水対策によって環境改善がなされ、漏水が発生する確率が0となった状態に変化したとする場合に、このような不確実性を有する漏水対策による便益のEVをどのように定義するかを以下に述べる。

まず、以下のように5つの仮定を設ける。

①漏水の発生する確率をPとする。

②評価対象は、漏水の有無にかかわらず居住し続ける自宅居住者とし、漏水が発生する確率がPの場合の期待効用を $E(U_p)$ で表わすものとする。

③自宅居住者の期待効用 $E(U_p) = E(U(I, X, K))$ とする。ただし、Iは所得、Kは漏水が発生する場合を1、発生しない場合を0とし、Xはその他の属性とする。

④自宅居住者の所得Iは、漏水対策の有無にかかわらず一定とする。

⑤不確実性下では、自宅居住者は、ある状態の効用に

確率を乗じて加えた和、すなわち、期待効用 $E(U)$ を最大にするように行動するものとする。

以上の仮定のもとで、漏水対策の有無のそれぞれの自宅居住者の期待効用 $E(U_0)$ および $E(U_p)$ は、次のように仮定される。

④漏水対策がなく、漏水の発生確率がPのとき（変化前）

$$E(U_p) = P \cdot U(I, X, 1) + (1-P) \cdot U(I, X, 0)$$

⑤漏水対策があり、漏水の発生確率が $P^0 = 0$ のとき（変化後）

$$E(U_0) = P^0 \cdot U(I, X, 1) + (1-P^0) \cdot U(I, X, 0) \\ = U(I, X, 0)$$

⑥漏水対策の効果

自宅居住者の漏水対策の効果は、期待効用の変化分 $\Delta E(U)$ で測定される。すなわち、

$$\Delta E(U) = E(U_0) - E(U_p) \\ = P \cdot \{U(I, X, 0) - U(I, X, 1)\}$$

この期待効用の変化分を貨幣タームに換算したものを便益という。そして、その方法として、EVの概念を利用するが、不確実性下では以下の3つの条件をつける。

条件(1)補償してもらった後であっても最低限、変化後の期待効用 $E(U_0)$ を維持するという条件を満足するものとする。

条件(2)補償の形式として、条件付き補償を考える。すなわち、もし漏水が発生すれば、 $EV_x$ なる補償をしてもらい、漏水がない時には、 $EV_y$ なる補償をしてもらう形式とする。

条件(3)条件(1)と条件(2)を満足する $(EV_x, EV_y)$ の組合せは無数にあるが、これらの中で、期待補償額の $P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y$ を最小にする $EV_x$ と $EV_y$ の期待値を漏水対策の便益EVとする。

以上のように定義された不確実性下での便益、すなわちEVの概念を図示したものが、図-1、図-2である。

図-1において、縦軸は漏水の発生する確率、横軸は平常時の所得、右下がりの軸は漏水時の所得をとっている。漏水対策がなく、漏水の発生確率Pという状態（変化前の状態）はA<sub>p</sub>点(I, P)として、また漏水対策を行い、漏水の発生確率0という状態（変化後の状態）はA<sub>0</sub>点(I, 0)として図示されている。さらに

図の曲線 $E(U_0)$ および上の $E(U_0)$ は、それぞれ $A_p$ 点、 $A_0$ 点と同じ期待効用をもつ $(X, Y, P)$ 、 $(X, Y, 0)$ の組合せを示した無差別曲線である。さらに、図の下の方の $E(U_0)$ は、上の $E(U_0)$ と等期待効用の曲線を変化前の状態 $(X, Y, P)$ 平面上に描いたものである。すなわち、図の下の方の $E(U_0)$ は、 $(X, Y, P)$ 平面上に、変化後の期待効用レベルと同じ期待効用をもつ無差別曲線を表わしたものである。この $(X, Y, P)$ 平面上を示したのが、図-2である。図-2において、横軸は渇水時の所得、縦軸は平常時の所得をとっている。変化後の期待効用レベル $E(U_0)$ を保つに必要な任意の補償額の組合せ $(EV_x, EV_y)$ は、原点を $A_p$ 点 $(I, I)$ に移動させた時の横軸および縦軸として示される。期待補償額 $P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y$ は直線として示され、これを最小にする $EV_y$ は、図に示すような接点下として決定される。また、このときの期待値 $EV$ は、移動した原点 $(I, I)$ の45°の線と直線 $P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y$ の交点として与えられる。

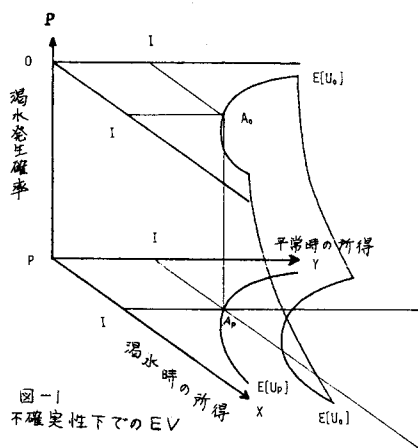


図-1  
不確実性下でのEV

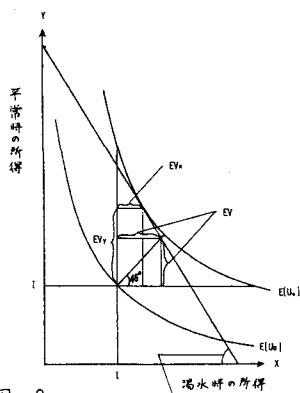


図-2  
不確実性下でのEV

( $\therefore EV = P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y = P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y$ より、点 $(EV, EV)$ は両直線を満足する。)

以上の図を式に書けば、以下に示す $EV, EV_x, EV_y$ となる。

$$\begin{cases} EV = \min \{ P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y \\ P \cdot U(I+EV_x, X, 1) + (1-P) \cdot U(I+EV_y, X, 0) \geq E(U_0) \end{cases}$$

ただし、 $E(U_0) = U(I, X, 0)$

上式の目的関数の値である $EV$ こそが、平常時の渇水対策による便益と渇水時のそれによる便益の両者を総合化した指標である $EV$ に他ならない。また、渇水対策による社会的便益は、自宅居住者の $EV$ の合計と $EV$ によって測定されることになる。

### 3. 渇水被害の計測に関する既往の研究

#### 3.1 渇水被害の特性と分類<sup>7)8)</sup>

渇水による被害は、生産やサービスの減少、労働投入費用などの直接的経済被害そのものは小さく、不便さ、不潔感などのような心理的な被害が大きい。また、台風などの自然災害は、根絶できぬが、渇水は、ある程度人為的な努力によって防ぐことが可能となる。

渇水被害を大別すると、経済的被害と心理的被害との2つに分けることができる。このうち経済的被害には、渇水被害防止のための費用、すなわち、水のくみ置き用のバケツなどの物品購入費用や、水を確保するための労働費用、井戸などの設備投資などの費用のほか、産業部門における生産、サービスの減少、廃止による被害がある。また、心理的被害とは、不潔感、時間の浪費感、不便感等の被害であり、計量化がより困難なものである。以上をまとめたものが図-3である。

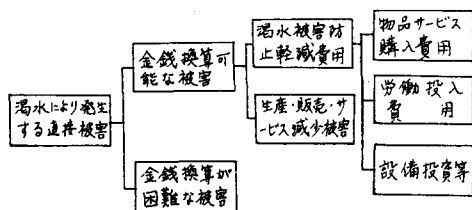


図-3 渇水被害の分類

#### 3.2 渇水被害の推定に関する既往の研究

##### 3.2.1 経済的被害の推定に関する既往の研究<sup>9)</sup>

家計部門における経済的被害の推定方法の代表的なものとしては、渇水被害防止費用の推定がある。渇水

被害防止費用は、主として、平常の家庭生活を維持するために費やされる費用である。例えば、節水率が40～50%にもなると時間給水方式がとられるために生活時間の拘束や、水確保のための労働を余儀なくされ、不便感を感じたり、バケツなどの購入等が必要となる。このときの経済的な被害には、漏水による物品購入、家事労働時間の増大が上げられる。そこで、時間あたりの労働単価を $h$ とすれば、この時の1日あたりの漏水被害 $D$ は、次式で示される。

$$D = \{h \times (\text{家事労働増加時間}) + (\text{物品購入費})\} / (\text{断水日数})$$

さらに、これを漏水時の不足水量(平常時使用水量－漏水時使用水量)で割れば、不足水量1 $m^3$ あたりの被害額が求められる。

### 3.2.2. 心理的被害の推定に関する既往の研究

心理的被害は、経済的被害と異なり、金銭的な評価は、困難である。しかし、住民意識や行政上、心理的被害は無視することはできない値となりうる。その点を考慮して提案された手法として、W.T.P法(Willingness to Pay法)が上げられる。W.T.P法は、住民が漏水などの災害をなくすために支払ってもよいと考えている金額を直接質問する方法であり、それには、経済的な被害分と心理的な被害分を考え合わせた額が回答されると考えられる。すなわち、この方法によれば、漏水被害の計量が、経済的被害と心理的被害を包含した形で推計できることになり、住民の意向を探るための有効な手法であるといえよう。そして、この手法は、その性質上アンケート調査によるものとならざるを得ない。しかし、このような金額を直接回答することは、極めて困難であり、その結果、推定値は非常に不安定なものとなることが確かめられている。

また、既往の研究では、いずれの場合も節水率と被害額との関係を導き出して被害額を推定し、漏水の程度に対する変化を分析している。これら既往の研究は、漏水の発生後における被害の計量であり、確実性下での評価である。しかし、漏水の頻度面、すなわち、漏水がある確率で発生するというような不確実性に対する分析は、全く行われていない。

本研究では、この漏水の頻度面から、漏水対策の効果(便益)を測定しようというのである。

## 4. 期待EVの測定方法の提案

### 4.1 本方法の概要

2.で述べたEVによる便益の定義に基づいて、漏水の有無にかかわらず居住し続ける自宅居住者のEVを測定する。このために、期待効用関数の特定化と推定を行う必要がある。漏水対策の便益を測定するための一般的な手順を示すと、次のようになる。

1) 適当な関数を期待効用関数として仮定し、特定化する。

2) アンケート調査を実施する。

3) 期待効用関数を推定する。

4) 期待EVを測定する。

この方法は、アンケート調査の結果から期待効用関数を推定する方法で、推定された期待効用関数から漏水対策の便益を知るためには、この期待効用関数は、その属性として所得(または合成財への支出)と漏水の危険性を含んだ多属性効用関数でなければならない。本研究の事例研究においては、具体的な期待効用関数型として、線型モデルと対数線型モデルの2つを採用している。次に、アンケートの実施した後の期待効用関数の推定方法の基本的な考え方は、以下のとおりである。

いま、住宅A、Bがあってそれぞれの住宅のもつ漏水の危険性、一般財等の属性ベクトルを $\alpha^A, \alpha^B$ とすると、多属性期待効用関数とは、次式のように選好関係と実数値の大小関係を対応づける実数値関数 $E[U(\alpha)]$ である。 $\alpha^A \succsim \alpha^B \iff E[U(\alpha^A)] \geq E[U(\alpha^B)]$   
(ただし、 $\succsim$ : 選好関係  $\geq$ : 実数値の大小関係)

従って、種々の組合せの一対の住宅についての、各個人の選好関係を聞くことにより、それをどうともよく再現するような $E[U(\alpha)]$ の関数型を求めることが、期待効用関数の推定方法に関する基本的な考え方である。

そして、期待効用関数が構成されたのち、漏水の危険性の改善に伴う期待EVを知ることができる。

なお、本研究の提案する測定方法の意義は、以下のとおりである。

① 本研究が対象としている漏水の危険性のように市場化されていないものに対して、その価格をどうって経済的便益を測定することは、不可能である。

②本方法は、漏水の危険性のような確率的現象による心理的な被害も測定できる。

③個人の主観による選好判断から、環境の変化に対する影響が評価できる。

通常の市場化された価格の存在する財であれば、その財の獲得(喪失)に対する限界便益(費用)、すなわち、等効用をもちたす貨幣量を示す。しかし、漏水の危険性のように市場化されていないものに対してはその価格をもって経済的便益を測定することは、不可能である。

本方法は、市場に顕現するデータにたよらずに、各財に対する選好関係を知らることによって、漏水の危険性と貨幣との限界代替率、すなわち、無差別曲線の接線の傾きを推定しようというものである。

以下に、ケーススタディを行うにあたって特定化した効用関数型、アンケート形式、期待効用関数の推定法、および期待EVの測定方法を述べる。

#### 4.2 期待効用関数の特定化

この方法を用いるにあたり、評価主体、評価属性、および期待効用関数型を次のように設定した。

1)評価主体: 漏水の有無にかかわらず居住し続ける自宅居住者

2)評価属性: 一般合成財 $X_1$ (万円)、住宅の広さ $X_2$ ( $m^2$ )  
通勤の便 $X_3$ (分)、日あたり $X_4$ (時間)  
買い物の便 $X_5$ (分)、公共サービス $X_6$ (便利1,不便0)  
漏水の危険性 $X_7$ (漏水の危険性あり1,なし0)

3)期待効用関数型として、次の2種類を考えた。  
(線型モデル)

$$E[U] = P \cdot \{W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 (A_5 - X_5) + W_4 X_4 + W_5 (A_6 - X_6) + W_6 X_6 + W_7\} \\ + (1-P) \cdot \{W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 (A_5 - X_5) + W_4 X_4 + W_5 (A_6 - X_6) + W_6 X_6\}$$

(対数線型モデル)

$$E[U] = P \cdot \{W_1 \ln X_1 + W_2 \ln X_2 + W_3 \ln (A_5 - X_5) + W_4 \ln X_4 \\ + W_5 \ln (A_6 - X_6) + W_6 \ln (A_6 + X_6) + W_7 \ln (A_7 - 1)\} \\ + (1-P) \cdot \{W_1 \ln X_1 + W_2 \ln X_2 + W_3 \ln (A_5 - X_5) + W_4 \ln X_4 \\ + W_5 \ln (A_5 - X_5) + W_6 \ln (A_6 + X_6) + W_7 \ln A_7\}$$

ただし、 $E[U]$ : 自宅居住者の期待効用(万円)

$W_i$ : 各評価項目の重み ( $i=1 \sim 7$ )

$A_5, A_6, A_7$ : 定数

$P$ : 漏水の発生確率

ここで、 $P$ の取り扱いについて述べる。T年間に1

回の割合で、漏水が発生するという確率 $P$ は、 $P=1/T$ とする。また、1年間に1回、および1年間に数回の場合は、 $P=1$ とする。

#### 4.3 アンケート調査

本方法では、仮定した期待効用関数を推定するために、アンケート調査によって一対比較法での価値意識調査を行い、また、世帯属性データの収集を行う<sup>1)</sup>。一対比較は、住宅価格と住宅属性が互いに異なる2つの仮想的な住宅代替案間での選好を尋ねるという形式をとる。例えば、世帯に対して行われる一対比較の典型的な質問は、次のようである。まず、ある立地条件をもつ仮定の住宅Aにその購入価格をつけてもらう。そして、「あなたが住宅を購入する場合を想定して下さい。ここに2つの代替案があります。1つは、住宅Aで、価格はあなたが回答された値段。しかも漏水の危険性は全くありません。(代替案A)もう1つは、5年に1回程度の漏水の危険性があるが、住宅価格はAよりも200万円安い。(代替案B)このとき、他の住宅属性が全く同じであるとすれば、あなたはAとBのどちらを購入しますか。」という質問を行う。このような比較においては、住宅価格や住宅属性の比較対に關して可能性のあるレベルや適当な組合せを考える。一対比較質問の例を表-1に示す。

表-1 一対比較質問の例

| 図 客 例 |                           |          |         |          | 住宅の広さと住宅価格                   |  |
|-------|---------------------------|----------|---------|----------|------------------------------|--|
|       | 住 宅 A                     | 住宅 A がよい | 甲乙つけがたい | 住宅 B がよい | 住 宅 B                        |  |
| 条件①   | 敷地面積 200 ㎡、値段はあなたが回答された値段 | ○        |         |          | 住宅 A より 500 万円高いが、敷地面積 230 ㎡ |  |
| 条件②   | 同 上                       |          | ○       |          | 住宅 A より 600 万円高いが、敷地面積 250 ㎡ |  |
| 条件③   | 同 上                       |          |         | ○        | 住宅 A より 600 万円高いが、敷地面積 270 ㎡ |  |

条件①において住宅Aの方が住宅Bより好ましいと思われたら、上記のように「住宅Aがよい」の欄に○印をつけて下さい。条件②、③についても同様にお答え下さい。同比較される住宅Bについて、記されていない他の属性は住宅Aと同じであるとします。

#### 4.4 期待効用関数の推定方法

4.3で述べた選好結果は、2つの代替案のうちで、期待効用関数 $E[U(X_i)]$ の値が大きい方を選択したとみなすことができる。ところで、全く同一の世帯属性においても、人々の期待効用関数は全く同一ではないと思われるので、本研究では、期待効用関数 $E[U(X_i)]$ に加法型で誤差項を導入する。すなわち $E[U_i] = E[U(X_i)] + \varepsilon_i$ ただし、 $\varepsilon_i$ は一定の分布をする確率変数を示す。この

とき、任意の代替案AとBの比較において、AおよびBを選択する確率 $P_A$ および $P_B$ は、それぞれ、

$P_A = \text{Prob}(E(U_A) \geq E(U_B))$ ,  $P_B = \text{Prob}(E(U_B) \leq E(U_A))$  となる。そして、データは、この選択確率の実現値とみなすことができる。 $P_A$ は、もし $\varepsilon_i$ を平均0、分散 $\sigma^2$ のワイブル分布に従うと仮定すると、ロジットモデルが誘導され、 $P_A = 1 / (1 + e^{\alpha(E(U_A) - E(U_B))})$  となる。ただし $\alpha = \pi / 6\sigma$  また、 $\varepsilon_i$ を平均0、分散 $\sigma^2$ の正規分布に従うと仮定すると、いわゆるプロビットモデルが誘導される。これまでの研究において、両者とも精度が同じ程度なので、本研究では、関数型の簡単なロジットモデルを採用する。そして、これらのパラメータ推定には、最尤法が使用され、非集計モデルとして周知の方法であるので、省略する。

#### 4.5 期待EVの測定方法

2.2の不確実性 での便益に従って、湯水の有無にかかわらず居住し続ける自宅居住者の期待EVの測定方法について述べる。

求めるべきEVは、2.2で示したように次の制約条件付きの最小化問題を解き、 $EV_x$ ,  $EV_y$ を求め、次式に代入した値となる。

$$\begin{cases} EV = \min \{ P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y \\ P \cdot U(I + EV_x, X, 1) + (1-P) \cdot U(I + EV_y, X, 0) \geq E(U_0) \\ \text{ただし、} E(U_0) = U(I, X, 0) \end{cases}$$

上記の最小化問題を解くのに、ラグランジェ未定乗数法を用いる。以下に、線型モデルと対数線型モデルの場合のEVの算出式を示す。

(線型モデル)

$$\begin{cases} EV = \min \{ P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y \\ P \cdot \{ W_1(I + EV_x) + W_2X_2 + W_3(a_3 - X_3) + W_4X_4 + W_5(a_5 - X_5) + W_6X_6 + W_7 \} \\ + (1-P) \cdot \{ W_1(I + EV_y) + W_2X_2 + W_3(a_3 - X_3) + W_4X_4 + W_5(a_5 - X_5) + W_6X_6 \} \\ \geq W_1I + W_2X_2 + W_3(a_3 - X_3) + W_4X_4 + W_5(a_5 - X_5) + W_6X_6 \end{cases}$$

これを解くと、 $EV = -PW_7/W_1$  ( $EV_x$ ,  $EV_y$ は、

$P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y = -PW_7/W_1$  を満足する全ての値) (対数線型モデル)

$$\begin{cases} EV = \min \{ P \cdot EV_x + (1-P) \cdot EV_y \\ P \cdot \{ W_1 \ln(I + EV_x) + W_2 \ln X_2 + W_3 \ln(a_3 - X_3) + W_4 \ln X_4 \\ + W_5 \ln(a_5 - X_5) + W_6 \ln(a_6 + X_6) + W_7 \ln(a_7 - 1) \} \\ + (1-P) \cdot \{ W_1 \ln(I + EV_y) + W_2 \ln X_2 + W_3 \ln(a_3 - X_3) + W_4 \ln X_4 \\ + W_5 \ln(a_5 - X_5) + W_6 \ln(a_6 + X_6) + W_7 \ln a_7 \} \\ \geq W_1 \ln I + W_2 \ln X_2 + W_3 \ln(a_3 - X_3) + W_4 \ln X_4 \\ + W_5 \ln(a_5 - X_5) + W_6 \ln(a_6 + X_6) + W_7 \ln a_7 \end{cases}$$

これを解くと、 $EV = EV_x = EV_y = I(a_7^{PW_7/W_1} - 1)$

### 5. ケーススタディ (事例研究)

#### 5.1 ケーススタディの概要

ここでは、4.で述べた期待EVの測定方法に基づいて、期待効用関数型(線型, 対数線型)を適用し、大阪府池田市南部でアンケート調査された一対比較質問法によるデータを使用して、特定化された期待効用関数のパラメータを推定し、それぞれの適合性を比較検討する。また、推定された期待効用関数を用いて、期待EVを算出し、それについて考察する。

なお、使用するデータは、大阪府池田市において、昭和55年12月上旬にアンケート調査を行い、得られたものである。調査対象は、池田市南部の自宅居住者で、標本数は40票である。そして、調査方法は、訪問回収方式によるものである。

#### 5.2 推定結果と検討

4.2で提案したモデルによる多属性期待効用関数のパラメータの推定結果は、表-2のとおりである。

表-2で、相関係数、適中率、七値をみると、このパラメータ推定が、線型、対数線型のいずれの場合も信頼のおけるものと言える。

理論的には、無差別曲線が原点に対して凸となる対数線型モデルの方が現実と一致していると思われるが、

表-2 推定結果

|            | $a_3$ | $a_5$ | $a_6$ | $a_7$ | $W_1$ | $W_2$ | $W_3$ | $W_4$ | $W_5$ | $W_6$  | $W_7$   | HIT R | COR   | $\sigma^2$ |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|------------|
| Linear     | 150   | 20    |       |       | 0.045 | 0.065 | 0.053 | 0.267 | 0.111 | 3.380  | -4.086  | 0.759 | 0.860 | 812.3      |
| t-value    |       |       |       |       | 7.045 | 8.266 | 8.746 | 8.050 | 6.616 | 9.668  | -10.262 |       |       |            |
| Log-Linear | 85    | 20    | 5     | 2     | 4.879 | 5.366 | 1.420 | 1.719 | 0.625 | 16.084 | 4.567   | 0.723 | 0.831 | 0.0691     |
| t-value    |       |       |       |       | 3.634 | 6.064 | 2.222 | 6.417 | 4.500 | 32.875 | 5.464   |       |       |            |

(Hit R: 適中率 COR: 相関係数  $\sigma^2$ : 分散)

相関係数をみると、線型モデルで0.860、対数線型モデルで0.831となり、また、適中率をみても、線型で0.759、対数線型で0.723と、線型モデルの方がやや適合性がよくなる。このことから、真の期待効用関数が線型に近い対数線型だと考えられる<sup>9)</sup>。

表-3 EVの推定結果 (万円/年戸)

| P                     | $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{5}$ | 1     |
|-----------------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| Linear                | 4.5            | 9.1            | 18.2          | 90.8  |
| Log-Linear<br>(I=250) | 8.2            | 16.8           | 34.6          | 228.3 |
| Log-Linear<br>(I=500) | 16.5           | 33.5           | 69.3          | 456.6 |

表-4 EVの推定結果 (円/月戸)

| P                     | $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{5}$ | 1      |
|-----------------------|----------------|----------------|---------------|--------|
| Linear                | 3800           | 7600           | 15200         | 75700  |
| Log-Linear<br>(I=250) | 6900           | 14000          | 28800         | 190000 |
| Log-Linear<br>(I=500) | 13800          | 27900          | 57800         | 381000 |

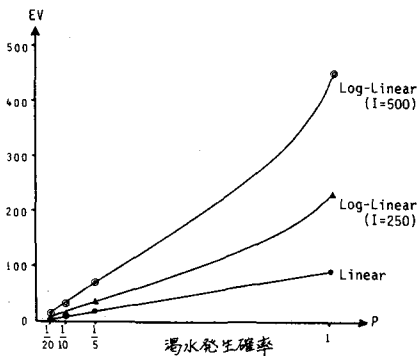


図-4 EVの推定結果

2つのモデルでのEVの推定結果を表にしたものが表-3で、それをグラフに示したものが図-4である。また、EVの推定結果を月額にしたものが表-4である。図-4において、線型モデルと対数線型モデルでは、かなりの違いがみられる。線型モデルでは、渇水の危険性に対する便益の増加率が一定であるが、実際には、渇水の危険性が高いほどその増加率は大きくなると考えられるので、やはり、対数線型モデルの

方が現実的と思われる。また、表-3、表-4をみると、たとえば、5年に1度ぐらいある渇水被害を全くなくする対策の便益を考えると、対数線型では、35～70万円/年・戸(3万円～6万円/月・戸)という値を得ている。これは、渇水対策の便益が非常に大きいことを示している。

## 6. おわりに

渇水による被害は、渇水発生そのものによって生じる直接的被害だけでなく、「渇水が起こるかもしれない。」という渇水の危険性に対する心理的不安感も測定すべきである。本研究では、この心理的不安感の測定を目的とし、渇水対策の便益を測定することを提案した。

まず2.では、社会的便益の概念、不確実性下での便益、すなわち、期待EVをどのように定義するかを示した。これにあたり、いくつかの仮定を設け、期待効用最大化仮説を用いた。また、このEVを制約条件付きの最小化問題として定式化した。

3.では、渇水被害の計測に関する既往の研究を取り上げ、その概要と問題点について述べた。

4.では、期待EVを測定する手順として、2つの期待効用関数の特定化、アンケート調査の実施、期待効用関数の推定方法、期待EVの測定方法を示した。

5.では、ケーススタディを行い、期待効用関数の推定結果と期待EVの測定結果を示し、それを検討した。相関係数、適中率が線型モデルの場合よりも、理論的には正しいと思われる対数線型モデルの方が、若干低下したが、ほぼ等しい値を得た。また、4.5の線型モデルでの期待EVの算出式をみると、所得の影響がないので、やはり対数線型モデルの方が適合性があると思われる。

最後に、本研究では、渇水の発生する頻度、および渇水の危険性による不安感の有無を考慮して関数形を構成しており、発生する渇水の規模(程度)については何も考慮しなかったため、この点が今後の課題となる。

## 参 考 文 献

- 1) 森形寿芳・宮武信春・吉田哲生：騒音の社会的費用  
の計測方法に関する研究，土木学会論文報告集  
NO. 302，pp. 113～123，1980-10
- 2) 宇沢弘文：自動車の社会的費用，岩波書店，  
昭和49年
- 3) Michalski, W: Grundriss eines Operationalen.  
Konzeptes Der "Social Cost", 1965
- 4) Hisayoshi Morisugi: A Basic Definition of Transport  
Benefits -Advocating Equivalent Variation-,  
Submitted to the World Conference on Transport  
Research, held on April 26-29, 1983, Hamburg
- 5) McKenzie, G.W: Measuring Economic Welfare:  
New methods, Cambridge University Press, 1983
- 6) Morisugi, H: Welfare implications of cost benefit  
analysis, in International and Regional Conflict,  
eds. W. Isard and Y. Nagao, Ballinger, pp. 161-185, 1983
- 7) 今村瑞穂・関正和・中村昭：渇水の構造分析と流水  
管理への適用，土木技術資料 NO. 21-9，1979
- 8) 建設省土木研究所：渇水被害の計測について，  
土木研究所資料 NO. 1502，1979
- 9) 森形寿芳・岩瀬広：住宅立地行動の予測と住環境の  
便益評価の統合手法の提案，土木計画学研究—  
論文報告—，1984
- 10) McFadden, D: Quantitative methods for analysing  
travel behaviour of individuals, some recent  
developments, in Behavioural Travel Modelling  
eds. D.A. Hensher, P.R. Stopher, Croom Helm, 1979
- 11) 三菱総合研究所：渇水対策の便益評価に関する検討  
業務報告書，昭和56年2月