

## 第2章 水のシャドウ・プライス

### 第1節 はじめに

この章では、生活用水、農業用水のシャドウ・プライスを推計する。現時点において生活用水と農業用水の間で水資源の取引はあまり行なわれていないので、両者の価格には乖離があると考えられる。両者の乖離は、どの程度のものであるのだろうか。

本章の構成は以下の通りである。第2節では、生活用水のシャドウ・プライス、第3節では、農業用水のシャドウ・プライスをそれぞれ計測する。第4節は結びである。

### 第2節 生活用水のシャドウ・プライス

#### (1) 需要関数のモデル

生活用水のシャドウ・プライスは、需要関数から求める。生活用水の需要関数のシフト・パラメーターとして考えられるのは、価格、消費支出、世帯人員、夏期の平均気温、年間降水量などである。

このうち、特に問題となるのは価格の捉え方である。上水道は、ほとんどの場合、使用量に応じていくつかのブロックに分かれた逦増型料金制をとっている。このような場合には、Nordin[3]が提唱したように、価格変数として、限界価格と差の変数(difference variable)を併用することが今日では一般的になっている<sup>1</sup>。差の変数とは、「全ての消費量を限界価格で支払ったと仮定し

---

<sup>1</sup> 我が国で、生活用水の需要関数を計測したものに、清水[5]、浦上[7]がある。清水[5]は、限界価格と差の変数を併用し、浦上[7]は、これに加え平均価格も併用している。

た場合の額—実際に支払う額」である。

以下、価格変数としてそれぞれ平均価格、限界価格のみを用いた場合、限界価格と差の変数を併用した場合について述べていくことにしたい<sup>2</sup>。ここでは、二段階の料金体系を考えるが、多段階の料金体系である場合も、同様に考えることができる。

最初に第一段が0 m<sup>3</sup>から20 m<sup>3</sup>までで30円/m<sup>3</sup>、第二段が20 m<sup>3</sup>から40 m<sup>3</sup>までで60円/m<sup>3</sup>の二段階の逦増型料金体系を考えてみよう（図2-1参照）。このとき、消費者の直面する限界価格は60円/m<sup>3</sup>、需要量は30 m<sup>3</sup>である。実際に支払った水道料金は、 $30 \times 20 + 60 \times 10 = 1200$ （円）、平均価格は $1200/30 = 40$ （円）となる。また、差の変数（網掛部）は、「全ての量を限界価格で支払った額—実際に払った額」であるから、 $60 \times 30 - 1200 = 600$ （円）となる。

次に、第一段の料金が変わらず、第二段の料金が80円/m<sup>3</sup>えてみよう。このとき、限界価格は80円/m<sup>3</sup>となり、需要量は25 m<sup>3</sup>に減少する。実際に支払う額は、 $30 \times 20 + 5 \times 80 = 1000$ （円）、平均価格は $1000/25 = 40$ （円）となる。差の変数は $80 \times 25 - 1000 = 1000$ （円）である。

以上を整理したものが表2-1である。料金上昇前後で需要量が減少しているにもかかわらず、平均価格は一定のままである。従って、平均価格のみを用いることは、適切ではない。限界価格を用いればいいように思えるが、例えば、限界価格が一定であっても、第一段の価格が変化することがあり得る。水が正常財であるならば、第一段階の価格が上昇すれば、需要量は減少する。つまり、

---

<sup>2</sup> 以下の説明は、Nordin[3]、Billings and Agthe[1]をもとに記述している。

図2-1 通増型料金体系のもとでの消費者の支払いの変化

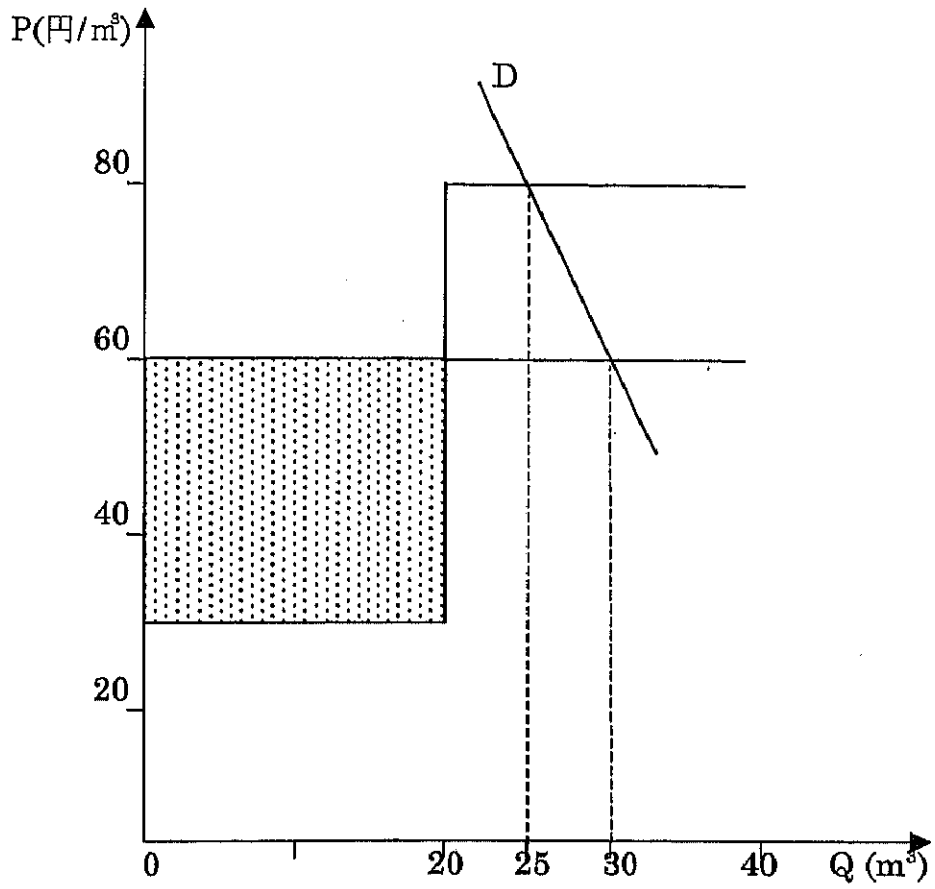


表2-1 料金体系の変化に伴う需要量と価格の変化

	需要量	実際の支払価格	MP	AP	DV
変化前	30(m <sup>3</sup> )	1200(円)	60(円)	40(円)	660(円)
変化後	25(m <sup>3</sup> )	1000(円)	80(円)	40(円)	1000(円)

限界価格が変化しなくても、需要量が減少するということが生じるのである。従って、限界価格のみを用いることも適切とはいえない。第二段の変化と第一段の変化を同時に捉えるためには、限界価格と差の変数を併用することが必要になる<sup>3</sup>。

ところで、差の変数は、どのような意味を持つ変数なのであろうか。消費者が、第一段の需要も、すべて限界価格で支払わなければならないとしたら、今までの支払いに加え、差の変数分の支払もしなければいけない。つまり、逓増型料金体系のもとでは、差の変数分の支払いを免れているわけである。このような場合、差の変数は、所得に対する補助金と同様の効果をもつといえる。従って、差の変数の係数は正であり、所得の係数と等しくなる。

以上のような準備のもと、ここでは、生活水の需要関数を、次のように定式化することにする。

$$Q = D(C, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8)$$

Q:一世帯一ヶ月当たり需要量

C:定数項

<sup>3</sup> Foster and Beattie[2]は、消費者が料金体系に関する情報を把握していないので、このモデルは非現実的であるという批判をしている。この立場に立てば、平均価格を用いることにも一定の意味がある。

X<sub>1</sub> : 限界価格

X<sub>2</sub> : 差の変数

X<sub>3</sub> : 月間消費支出金額

X<sub>4</sub> : 世帯人員

X<sub>5</sub> : 6-8月の平均気温

X<sub>6</sub> : 年間降水量

X<sub>7</sub> : プラスの残差ダミー

X<sub>8</sub> : マイナスの残差ダミー

ここで、プラスの残差ダミー、マイナスの残差ダミーというのは、一度推計してみても、残差が非常に大きいサンプルを処理する為のものである。

関数形は、対数線形を採用した。

## (2) データ

サンプルは、各県の県庁所在地に川崎市と北九州市の2市を加えた49都市である。期間は、1993年から1997年の5年間である。水は、地域ごとに賦存量が違っているので、価格も地域ごとに異なっていると考えられる。しかし、地域ごとに推計を行なうにはサンプルが少ないこと、また、上水道事業体の規模には大きな差があり、地域ごとに少ないサンプルで推計すると異常値の影響を抑えることができないという問題が生じる。その為、ここでは、全国のデータをプールして推計を行なうことにした。

上水道の料金体系は、用途別と口径別とに分かれる。用途別の場合は、家庭用有収水量を世帯数で割ったものを、口径別の場合は、標準的な家庭で用いられている口径13mmの有収水量を契約数で割ったものを需要量とみなす。これ

らのデータは、『水道統計』のものを使った。

限界価格と差の変数は、前述の一世帯一ヶ月当たり需要量のデータを『水道料金表』にあてはめて算出した。これは、『家計調査年報』の消費者物価指数水でデフレートした。尚、事業体のうちには、使用量の如何に関わらず、定額の契約料を徴収するという料金体系をとっているところもある。この場合の契約料は、差の変数を算出する時の実際の支払い額のうちには含めていない。

月間消費支出金額は、『家計調査年報』のものを用いた。これは、消費者物価指数総合でデフレートした。

世帯人員は、『水道統計』の現在給水世帯数を現在給水人口で除して求めた。

6-8月の平均気温と年間降水量は、『日本統計年鑑』のものを使用した。

異常値の影響を受けないようにする為、一度推計し、残差の大きい事業体には、それぞれプラスの残差ダミー、マイナスの残差ダミーを用いて処理することにした。プラスの残差ダミーを用いたのは、水戸、那覇、マイナスの残差ダミーを用いたのは、千葉、鹿児島である。

予想される符号条件は、差の変数、月間消費支出金額、世帯人員、水洗便所普及率、6-8月の平均気温、年間降水量、プラスの残差ダミーが正、限界価格、マイナスの残差ダミーが負である。

計測はOLSで行なった。

### (3) 計測結果

生活用水の需要関数の計測結果は、表2-2の通りである。ホワイト検定を行ない、不均一分散が検出されたので、t値にホワイト修正を行なっている。

表2-2 計測結果

説明変数	推定値 (t値)
定数項	-0.166 (0.173)
限界価格	-0.241 (-6.748***)
差の変数	0.052 (3.085***)
月間消費支出	-0.093 (-1.638)
世帯人員	1.150 (10.487***)
6-8月の平均気温	0.952 (7.146***)
年間降水量	0.091 (3.030***)
プラスの残差ダミー	0.438 (5.891***)
マイナスの残差ダミー	-0.299 (-6.619***)
サンプル数	241
自由度修正済み決定数	0.554

(註) \*\*\*1%水準で有意。 \*\*5%水準で有意。 \*10%水準で有意。

月間消費支出金額と定数項以外は、有意であり、符号条件も満たしている。自由度修正済決定係数も0.554である。

この他に、月間消費支出金額と差の変数のパラメーターが等しいという制約をかけた式も推計した。検定の結果、制約がみたされるという帰無仮説が棄却されたので、この式はここでは採用していない。

限界価格の弾性値は-0.241、差の変数の弾性値は0.052である。

差の変数の弾性値が表しているのは、逓増型の料金体系においては、最終段階を除いた部分の料金が1%低下したときの需要の増加率である。ここでは、差の変数の弾性値の方が、限界価格の弾性値よりも低くなっている。このことは、最終段階までの価格よりも、最終段階の価格の方に、消費者は大きく反応するということである。逓増型の料金体系をとっていることの目的は、需要を抑えるということであるので、限界価格の弾性値の方が大きくなっているということは、この目的を達しているといつてよい。

限界価格の弾性値を既存研究のものと比べてみたい。清水[5]は、線形の需要関数を用い、弾性値を-0.319としている。浦上[7]は、線形の需要関数を用いた推計では、-0.127~-0.190の弾性値を、対数線形においては、-0.125~-0.140の弾性値を得ている。本章で得た弾性値は、両者の中間に位置する。既存研究と比べても、妥当な値であるといえるであろう。

尚、ここで得たパラメーターを用いて水のシャドウ・プライスを求めると、表2-3のようになる。シャドウ・プライスの最低は、100.90円/m<sup>3</sup>、最高は159.26円/m<sup>3</sup>、平均は131.87円/m<sup>3</sup>であった。



表2-3 生活用水のシャドウ・プライス

年	シャドウ・プライス (円/m <sup>3</sup> )
1993	100.90
1994	134.9
1995	129.42
1996	134.90
1997	159.26
平均	131.87

### 第3節 農業用水のシャドウ・プライス

#### (1) 農業用水のシャドウ・プライス

農業用水のシャドウ・プライスは、理論的には、米の生産関数から水の要素需要関数を求めることで導出できる。しかし、実際の計測にあたっては、農業用水の料金体系という問題に直面する。農業用水は単位面積当たり一定の水利費が賦課されることが多く、この料金体系のもとでは、実際の使用量と料金は無関係となる。このような場合、要素需要関数の計測は困難である。また、この他に、実務的な問題として、農業用水の投入量のデータを入手するのが難しいということもある。

そこで、ここでは要素需要関数を求める代わりに農業用水の純付加価値から、他の生産要素への帰属分を差し引いたものを農業用水の帰属価値と考えるという方法をとることにする。一次同次の稲作の生産関数を仮定した場合、農業経

営体の利潤最大化行動を前提にすると、収穫がすべての生産要素に配分されることになる。従って、純付加価値から、用水以外の生産要素の寄与分を控除した残差が用水の帰属分であると解釈できるのである<sup>4</sup>。

具体的には、次式のようになる。

農業用水の帰属価値

$$\begin{aligned} &= (\text{農業純付加価値}) - (\text{他の生産要素への帰属分}) \\ &= \{ (\text{農業粗収益}) - (\text{物財費}) - (\text{減価償却費}) - (\text{水利費}) \} \\ &\quad - (\text{賃金}) - (\text{地代}) - (\text{帰属利子}) \end{aligned}$$

このような式で農業用水の帰属価値を求めることができるのであるが、これでは、農業用水の帰属価値の項に、誤差も含めてしまうことになる。そこで、ここでは、農業用水の帰属価値が農業粗収益に占める割合の平均値を求め、それを各年の農業粗収益にかけ、改めて農業用水の帰属価値を求めるという方法をとった。このような方法をとることで、誤差の影響を免れることができるわけではないが、各年の変動の影響をなるべく抑えることができるようになる。

## (2) データ

計測の期間は、1993年から1997年の5年間である。農業粗収益、物財費、減価償却費、土地改良及び水利費、地代、帰属利子については、『米及び麦類の生産費』の販売農家の10a当たり米生産費全国平均値を用いた。

それぞれの数値は、『農村物価統計』の対応するデフレーターでデフレートした。

---

<sup>4</sup> 生源寺・杉本[6]は、同様の方法で、工業用水のシャドウ・プライスを計測している。

### (3) 計測結果

計測結果は、表2-4の通りである。予想通りに、水に帰属する価値は、最低の2,061円/10aから最低の34,044円/10aまでと幅が広い。水帰属分の粗利益に占める割合も、1.42%から22.49%まで幅がある。そこで、前項で述べたように、この間の水帰属分の粗利益に占める割合の平均値14.07%を各年の粗利益にかけたものを水帰属分とみなすことにする。このようにすると、水帰属分は、最低が13,464円/10a、最高が14,518円/10a、平均が14,041円/10aとなる。これを生活用水のシャドウ・プライスと比較可能にする為には、1m<sup>3</sup>あたりに換算する必要がある。10a当たり1940m<sup>3</sup>の水を使用すると仮定して換算すると平均で7.24円/m<sup>3</sup>となる<sup>5</sup>。

### 第4節 むすび

本章では、生活用水と農業用水のシャドウ・プライスをそれぞれ計測した。

生活用水のシャドウ・プライスは、平均で131.87円/m<sup>3</sup>、農業用水のシャドウ・プライスは、平均で7.24円/m<sup>3</sup>となった。生活用水と農業用水では、シャドウ・プライスに約18倍の乖離がある。

これだけの乖離があるということは、生活用水には農業用水から水を購入

---

<sup>5</sup>この数値は、国土庁が推計した1989年の農業用水の需要量を同年の水田面積で除したものである。水資源協会[4]p74-77参照。

表2-4 農業用水のシャドウ・プライス  
(単位 円/10a)

	粗収益	物財費	減価 償却費	水利費	純付加 価値	地代	資本利子	労働費	水帰属分	(水帰属分 /粗収益) (%)	水帰属分 平均値	1m <sup>3</sup> 当 シャドウ プライス
1993	144,771	81,660	27,511	9,082	99,704	27,701	8,863	61,078	2,061	1.42	13,464	6.94
1994	151,011	76,268	22,765	8,920	106,428	28,129	7,315	56,049	14,934	9.89	14,044	7.24
1995	156,105	73,705	23,252	8,522	114,174	26,542	7,872	54,580	25,180	16.13	14,518	7.48
1996	151,601	65,098	24,342	8,211	119,056	25,026	8,169	54,906	30,956	20.42	14,099	7.27
1997	151,382	65,479	24,128	7,756	117,787	24,192	7,974	51,577	34,044	22.49	14,079	7.26
平均	150,974	72,442	24,400	8,498	111,430	26,318	8,039	55,638	21,435	14.07	14,041	7.24

するインセンティブがあるということである。それにもかかわらず、水の再配分が進まないのは、どのような理由によるのであろうか。以下、第3章から第5章でこのことを明らかにしていきたい。