

# 費用—便益分析 —特に便益の測定について—

萩原清子

## Cost-Benefit Analysis: With Emphasis on Benefit Measures

Kiyoko Hagihara

### 1. はじめに

環境問題への経済理論的接近の基本的考え方は、環境汚染が市場の失敗として発生するというものである。パレート最適性は各個別主体が互いに独立で、直接の相互干渉関係がない場合に達成されるが、この条件が満たされていないときには、直接的相互影響が市場に歪みをもたらし市場の失敗が生じる。この影響が負の場合に外部不経済と呼ばれている。このような外部不経済を市場化するための試みとしてピグー的政策、すなわち私的限界費用と社会的限界費用の差に相当する税（汚染税とか排出税と呼ばれる）を課することが理論的に望ましいとされている。

Kneese and Bower [5] はこの課税問題を水環境問題に適用し、水質の悪化

による被害関数と水質改善のための費用を比べて最適な税を求めようとした。彼らに続いて多くの研究者が被害関数や費用関数を求めるための努力を行ってきた。とりわけ、被害関数に関しては様々の議論がなされている。

本考察では、被害関数を用いる考え方の基となっている費用－便益分析理論について水環境問題への適用という観点から考察を行う。

まず、2.では費用－便益分析理論の概観といくつかの問題点を考察する。特に、多くの議論の対象となっている被害額の測定、すなわち、反対に考えれば便益の測定の問題に焦点を当てる。ついで、3.では、水環境での便益の測定の方法や問題を考察し、費用－便益分析を実際に適用する際には対象となる水環境の利用状態に応じて便益の測定を行うべきであるということが示される。

## 2. 便益の測定

### 2-1. 費用－便益分析

費用－便益分析は、公共部門の投資プロジェクトの経済計算を民間部門の経済計算と同じように行おうとするものである。

不確実性がないとして、期首の投資支出、 $K_0$ が民間部門において行われたとする。この場合の経済計算は、その現在価値、すなわち、

$$\frac{R_1 - C_1}{(1+i)} + \frac{R_2 - C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R_t - C_t}{(1+i)^t} + \dots + \frac{R_N - C_N}{(1+i)^N} - K_0 \quad (2.1)$$

の正・負によってその投資プロジェクトの採用・不採用を決めるのである。ただし、 $R_t$ はこのプロジェクトを採用した場合に生じると期待される第 $t$ 期の収入、 $C_t$ は第 $t$ 期の費用、 $i$ は市場利子率、 $N$ はプロジェクトの耐久期間、をそれぞれ表している。ここで、現在価値 $>0$ ならば、投資プロジェクトを採用し、現在価値 $<0$ ならば、不採用という決定を下す。同様にして、公共投資プロジェクトの現在価値、すなわち

$$\frac{B_1 - C_1}{(1+r)} + \frac{B_2 - C_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} + \cdots + \frac{B_N - C_N}{(1+r)^N} - K_0 \quad (2.2)$$

の正・負によって投資プロジェクトの採用・不採用の決定を下す。ただし、 $B_t$ はこのプロジェクトを採用した場合に生じると期待される第  $t$  期の便益、 $r$ は割引率、を表している。

つぎに、公共投資プロジェクトの優先順位をつけるための基準について考察する<sup>(1)</sup>。毎年の便益の流れを  $B$  によって表し、それを生み出す固定施設の償却期間を  $T$ 、割引に用いられる利率を  $i$  とすれば、総便益の現在価値は、

$$\sum_{t=1}^T \frac{B}{(1+i)^t} \quad (2.3)$$

である。また、この施設に対する固定投資を  $K$ 、施設の維持補修や運営のために年々支出を要する費用を  $E$  とすれば、総費用の現在価値は、

$$\sum_{t=1}^T \frac{E}{(1+i)^t} + K \quad (2.4)$$

となる。便益・費用比率は、(2.3)式/(2.4)式、すなわち、

$$\frac{\sum_{t=1}^T \frac{B}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{E}{(1+i)^t} + K} = \frac{B}{E + K \left[ \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+i)^t} \right]^{-1}} \quad (2.5)$$

として定義される。ここで、 $\left[ \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+i)^t} \right]^{-1} = a_{i,T}$  は、利率  $i$  で割引した現在価値が1に相当する年金の  $T$  年間にわたる毎年の納付金額をあらわすことになるから、 $a_{i,T}K$  は、利率  $i$  のもとで、当初の固定投資額  $K$  を  $T$  年間にわたって均等に割り振った場合における、1年当りの資本費負担をあらわしていることになる。運営費用と資本費用とを合わせた1年当りの費用を  $C$  であらわすことにすれば、年間ベースに直した便益・費用比率は、

---

(1) 以下は、参考文献 [2] に依る。

$$\frac{B}{C} = \frac{B}{E + a_{it}K} \quad (2.6)$$

となる。

便益・費用比率によって公共投資プロジェクトの優先順位を決めることは、当初の固定的投資のみならず、年々の運営費をも含めた予算を制約条件として、それから得られる便益の総額をできるだけ大きくしようとするのである。これに反して、運営費が投資予算上の制約に加えられないときには、プロジェクトの順位付けは、投資の限界効率によっておこなわれうる。

$$K = \sum_{t=1}^T \frac{B-E}{(1+r)^t} \quad \text{あるいは} \quad K = \frac{B-E}{a_{rT}} \quad (2.7)$$

を成立させる  $r$  が投資の限界効率であり、限界効率  $r$  の高い投資プロジェクトから順に選択が可能になる。ただし、 $a_{rT} = \left[ \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} \right]^{-1}$  である。

(2.6)式と(2.7)式より

$$\frac{B}{C} = \frac{a_{rT}K + E}{a_{it}K + E}$$

これより

$$a_{rT} = a_{it} \left( \frac{B}{C} \right) + \frac{E}{K} \left( \frac{B}{C} - 1 \right) \quad (2.8)$$

ここで、もし  $E/K=0$  であれば、費用・便益比率と限界効率という二つの基準は一致する。また、 $E/K$  の値が小さいときには、投資の限界効率による順序付けに比べて便益費用比率による順序付けの方が有利になる。

## 2-2. 便益測定の理論的基礎

便益の測定の理論的基礎は消費者余剰の概念に基づいている。消費者余剰の測定の仕方はいくつかあるが、以下では三つの方法について述べることにす

る<sup>(2)</sup>。

水質,  $q$  と合成財としての貨幣,  $M$  に関する無差別曲線が図 2.1 に描かれている。

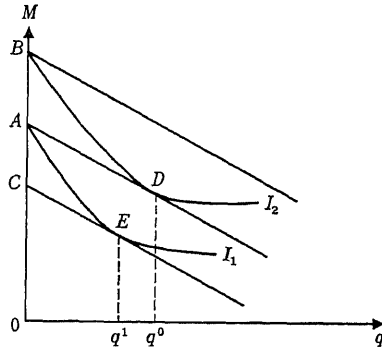


図 2.1

$OA$  は消費者の所得をあらわしている。 $OA$  という所得のとき消費者は無差別曲線  $I_2$  上の  $D$  点にいるとする。 $D$  点ではこの消費者は、 $q^0$  という水質を享受している。ここで、もし  $q$  を全く享受できないとなれば、この消費者は  $I_2$  より低い無差別曲線  $I_1$  上の  $A$  点にとどまることになる。もとの水準  $I_2$  を保つためには  $AB$  額だけの所得追加が与えられればよい。この追加額は、compensating income variation (CV) とあらわされ、消費者余剰の一つの尺度である。

また、この消費者が  $q$  を全く享受できないよりも  $AC$  額の支払いをして  $E$  点であらわされる  $q^1$  という水質を享受するという場合を想定する。 $E$  点は  $A$  点と同じ無差別曲線  $I_1$  上にある。このときの  $AC$  は equivalent income variat-

(2) ここでの説明は Henderson and Quandt [4] に依る。

ion(EV)と呼ばれ、消費者余剰のもう一つの尺度である。

3つ目の尺度はマーシャルに依るもので、図 2.2 に水質に対する需要曲線を示している。

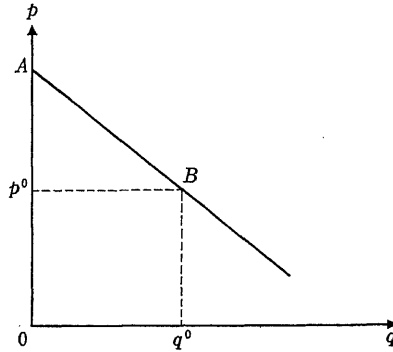


図 2.2

図 2.2 の横軸は水質をあらわし縦軸は水質 1 単位当りの価格をあらわしているものとする。価格が  $P^0$  のときの消費者余剰, consumers' surplus (CS), は消費者が支払ってもよいと考えている額, つまり,  $0ABq^0$  から消費者の支出,  $0P^0Bq^0$  を差引いた  $ABP^0$  で示される。Willig [14] は,  $CV \geq CS \geq EV$  となることを示している。所得効果がゼロのときには等号が成立する<sup>(3)</sup>。しかし, 所得効果がゼロでないときには, 不等号が成立する。したがって, CS は,  $q$  の価格下落による便益を過小評価し,  $q$  の価格上昇による便益を過大評価することになる。にもかかわらず, CS による便益の測定が行なわれてきたのは, CV や EV の計算のためには補償された需要関数の推定が必要となるのに対

(3) Feenberg and Mills [3] では, 普通需要曲線と補償された需要曲線を用いて, 上述の説明がより詳しくなされている。

して、 $CS$  の計算には普通需要関数の推定をすればよいからである。また、所得効果をゼロとみなすことは、消費者の支払おうとする対価が、需要曲線の下領域と等しい、すなわち、消費者余剰支出額の概念に対応することを保証する重要な条件である。対象プロジェクトよりの  $CS$  が所得に比べて非常に小さいものとなるようなプロジェクトを問題にする場合には、 $CS$  が  $CV$  や  $EV$  の近似として有効であることが Willig [14] によって示されている。

以下では、いくつかの例によって便益の測定を示すこととする。

### 2-3. 便益の測定

灌漑用の水資源開発プロジェクトに対する需要曲線が、図 2.3 に描かれている<sup>(4)</sup>。仮に、財政当局が、 $0q$  だけの水量を供給する投資プロジェクトを立てたとすると、この場合、消費者の支払おうとする対価は  $0qAD$  で示され、市場価格が  $p$  であれば、消費者余剰は  $pDA$  で示される。市場価格は、需要曲

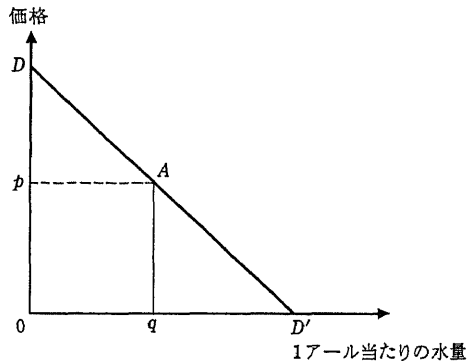


図 2.3

(4) 以下の説明は、Maass et al. [7] 中の S. A. Marglin の論文 “Objectives of Water-Resource Development: A General Statement” に依る。

線が水平なときにのみ対価と一致するが、水資源開発体系の産出物の需要曲線が常に水平であると仮定するのは妥当ではない。たとえば、灌漑の場合、需要曲線が水平なことは、水系産出物の生産規模が利用可能な全給水量に対しわずかしき追加できないことであり、灌漑の生産性、すなわち、受益者が支払おうとする1アール当たりの価格に影響を及ぼさないことを意味する。実際には、新しい灌漑組織は通常、たとえ唯一の水源からではなくとも、少なくとも利用可能な灌漑用水の供給量の追加として重要な意味をもつ。したがって、供給量を連続的に増加した結果、一般に、作物収穫の方は増大したとしてもかなり小さい。したがって、水系の灌漑用水の規模が増大するにつれて受益者の提供する価格は相対的に小さくなる。水系の灌漑用水の力によって生育した作物の量は、余りにも小さくて穀物の価格に影響を及ぼさないと考えられるから、灌漑用水そのものの市場価値と対価とが等しくなることはないのである。

生産物やサービスのコストを減らす目的を有する投資による便益を考えることとする<sup>(5)</sup>。

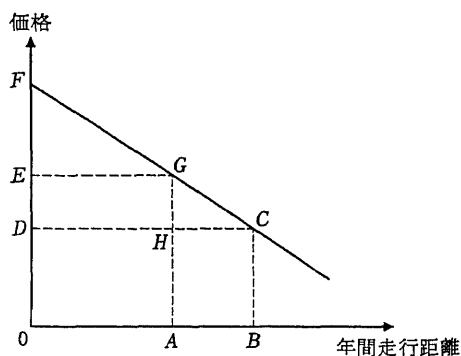


図 2.4

(5) Mishan [10] に依る。



図 2.4 では高速道路拡張のための財政支出が行なわれるときの便益を測定しようとするものである。縦軸には高速道路 1 キロを走行しうるというサービスに対して消費者が支払ってもよいと思う価格を、横軸には、年間走行距離をとっている。ここで、既存の高速道路は、 $OA$  の交通量を吸収しているが、道路の改良拡張によって走行に要する費用が  $OE$  から  $OD$  にまで下がり、 $AB$  だけの新規の交通量を吸収するとする。既存の道路を使うことによる消費者余剰は  $EFG$  である。新しい道路により走行費用が下がると、消費者余剰は  $EFG \rightarrow DFC$  へと  $DEGC$  だけ増える。つまり、道路拡張に伴う便益は、 $DEGC$  で示される。この消費者余剰は、次の二つの部分から構成されている。第一は、費用節約部分、すなわち、 $DEGH$ 、と第二は、追加的な走行が行われることによる消費者余剰部分、すなわち、 $HGC$  である。第一の費用節約分は、便益の最小推定値として用いられうる。

次に、中間生産物に伴う便益は、販売額 + 中間生産物に基く最終生産物に関する消費者余剰の増加分によって測られるが<sup>(6)</sup>、大筋では、上述の方法と差異はない。

ついで、便益の分類を簡単に行っておくこととする。

一般に、公共投資による便益は次の様に 3 つに分けられる<sup>(7)</sup>。

#### ①直接的便益 (direct benefit)

これは、公共投資が直接に生みだす生産物ないしサービスによるものである。

#### ②間接的便益 (indirect benefit)

これは、公共投資の第 2 次的、外部経済諸効果のうち、なんらかの操作によって貨幣的評価が可能とされる性質のものを含む。たとえば、水資源開発によ

(6) Prest and Turvey [13] を参照。

(7) Eckstein [2], Mishan [10], Peskin and Seskin [12] 等を参照。

るダムの建設によって、洪水の危険がなくなり、また、水の便が良くなることによって作物の収穫が増加することが予想されるときには、洪水が起こったときの損害額や収穫増加額によって貨幣的評価が可能であると考えられる。

### ③無形の便益 (intangible benefit)

これは、貨幣タームによる評価が非常に難しい種類であり、後の節でも考察するが健康、景観などが挙げられる。

さて、水資源開発の建設に用いられた資源の価格がそれらの限界機会費用より多いか少ないかに応じて、貨幣費用は経済全体を構成する個人が計画を実現するために払わねばならぬ犠牲と水資源開発の建設に前もってする対価を過大評価するか過小評価することになる。このように、公共支出の便益あるいは費用に直接関係のある財・サービスについてのみ最適条件がみたされていないときには、これを修正して資源配分の観点からみて妥当な機会費用を求めればよいが、直接関係のない他の部門で最適条件がみたされていないときは、費用—便益分析は意味を失うと考えられ<sup>(8)</sup>、さらに、この条件がみたされていない、つまり、どこかの部門でパレート最適の条件がみたされていないとすると、他の部門で最適条件をみたしても次善の最適配分が達成されないことが指摘された<sup>(9)</sup>。しかし、意思決定単位——たとえば、個々の企業や個人——が他の意思決定単位の変数の水準から独立している場合には、他の意思決定単位の最適条件がみたされなくとも、それ自身の最適条件をみたすように行動すれば、次善の最適配分が達成されることが示された<sup>(10)</sup>。したがって、最適条件がみたされていない他の意思決定単位との相互依存関係が直接あるか否かを検討することによって、セカンド・ベストの原則が有効であるか否かが判定される。

---

(8) Maass et al. [7] の Marglin の論文を参照。

(9), (10) 貝塚 [6] を参照。

最後に、外部効果の扱い方を考察することとする<sup>(11)</sup>。水資源開発の例をとることにする。まず第一に、年間の一つの期間における一つの生産物の供給が不可避免的に他の期間におけるその供給を含むならば、異なる期間に産出を受け取る個人の間には外部効果がある。生産物が貯蔵されない場合にはこの事は真であろう。たとえば、リクリエーションについて考えてみよう。ここにAとBという二人の人間がいるとする。たとえば、Aは夏だけ特定の水資源開発によって与えられるキャンプやボート遊びや魚釣りのような娯楽施設を利用したいと望み、Bは冬だけそれらを利用したいと望むと仮定する。この場合、Aのためのリクリエーション生産物の支給は同様にBのためのリクリエーションを意味する。ただ、冬のリクリエーションの特別の管理費用のみがAのための夏のリクリエーションの支給から得たBの経済的利得から差引かれる。一方の生産は他方を生産することにより自動的に割安にできるのであるから、夏と冬のリクリエーション各々の費用で比較するのではなく夏と冬のリクリエーションの合計費用を用いるべきである。

次に、公共財の生産と結びついた外部効果を考察する。貯水池による洪水調節は水源開発体系と結びついた公共財の例として考えられる。保護領域内では、すべての便益はこの型の洪水調節から生ずる。1人に対する保護の供与は自動的にその領域内の他のすべての人をも保護する。公共財に対する総需要曲線の導き方が私的財に対するものと違う点をここで思い起こせばよい。一需要期間における灌漑用水を想定して、図 2.5 における  $D_1D_1$ ,  $D_2D_2$  のような個別需曲線をもった2人の受益者だけがいると仮定すれば、灌漑用水に対する総需要曲線は  $D_2DD$  である。図 2.6 では、洪水調節のための総需要曲線が示されているが、 $D_1D_1$ ,  $D_2D_2$  は洪水調節への個別需要をあらわしている。両方の受益者が洪水保護を同時に消費するから、洪水調節に対する総需要曲線は

---

(11) Maass et al. [7] の Marglin の論文を参照。

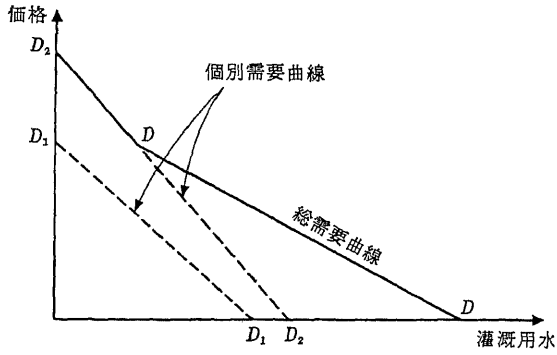


図 2.5

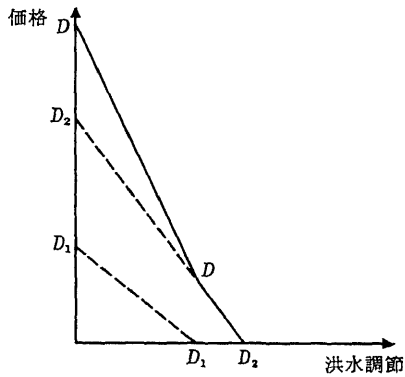


図 2.6

$DDD_2$  である。

#### 2-4. いくつかの問題点

便益の測定に関して注意を要する問題について以下で簡単に考察する。

公共投資の評価に適用し得る利子率は当然市場利子率と異なるであろう。ま

ず、何故、市場利子率とこの社会的割引率が異なるかを考察することとする。公共投資においては各人は消費の心理的価値を彼自身の現在の投資のみと比較するのではなく、公共投資の及ぼす犠牲のうち彼の負担分プラス、彼の同時代の人の犠牲による心理的快感と比較するのである。

たとえば、同時代の人の消費する各1万円が彼自身の消費の1,500円と同等であるとすると、この限界時間選択は、彼自身の投資の1万円と社会の他の $n-1$ 人のメンバーそれぞれによる1万円の消費の心理的価値合計額の消費の心理的価値に対する比率である。この比率は $n$ が非常に大きくなるにつれて小さな値をとるようになる。すなわち、自分自身の犠牲はとるにたらないほどのものであると考えられるようになる<sup>(12)</sup>。

したがって、市場における個人的関係からみて将来の個人の消費より以上に現在の消費に高い時間選好をもつことで、将来の世代のためだけの投資を正当化することはできないかもしれない。しかし、公共投資という観点から、各個人は他人も投資の負担を担っていることを知っており、将来の世代のための公共投資も正当化できることになる。さらに、将来の世代への関心の度合は、一般に非常に低くて市場が効力をもつほどでない。しかしながら、将来の世代と同様、彼の同時代の人による消費に関する選好も、人の公共投資に対する態度の中に表明され得るのである。それ故、公共投資に関する限界時間選好が市場利子率と異なることになる。

ここで、社会的割引率をどのようにして決定するかという問題がある。この問題に関しては、市場機構は時間選好を的確に反映しえないから、なんらかの民主的な政治過程で社会的割引率が決定されるとする考えもある<sup>(13)</sup>。また、市場利子率の一番低い値を採用すればいいという意見もある。しかしながら、市

---

(12) Maass et al. [7] と Marglin [8] を参照。

(13) Marglin [8] を参照。

場利子率に関しては、税の存在によるゆがみやインフレーションの考慮の問題などがある<sup>(14)</sup>。

つぎに便益の評価で注意しなければならないのは、非利用者便益 (nonuser benefits) あるいはオプション評価 (option value) の考慮である。レクリエーションの便益を評価する際に、これまではその場所へ行ったことはないが今後、行くかも知れないという人の便益、あるいは、実際には行かなくともきれいな場所があってほしいと思う人々の便益をどう扱うかということがある。

また、人の健康への影響をどのように扱うかという事も問題であるが、これらの問題については決定的な解が出されないまま実際に便益評価がなされており、議論の続いている状態である。

以上、費用－便益分析の概観と問題点を考察してきたが、次節では、水環境への適用方法を考察することとする。

### 3. 水質改善に伴う便益の測定

#### 3-1. 水環境の利用形態

水環境の利用としては、レクリエーション (釣、水泳、ボート等) のように、水に直接、触れて利用する形態と工業用水、農業用水、都市用水、漁業等のように、水を何らかの生産のために利用する形態が考えられる<sup>(15)</sup>。

---

(14) Feenberg and Mills [3] 参照。

(15) Feenberg and Mills [3] や Freeman in [12] では、利用形態を instream use と withdrawal use に分けている。前者には、航行、水泳、釣り、ボート、ピクニック等が含まれ、後者には、農業、工業、都市用水供給等が含まれる。また、中杉・西岡[11]は、水利用を利用の対象別に分類している。すなわち、①水の利用 (フローの利用) として、浄水、工業用水、農業用水、②水塊の利用 (ストックの利用) として、漁業、舟運、水浴、ボート、③水辺の利用 (ストックの利用) として、レクリエーション、④水位差の利用として発電、⑤浄化機能の利用として廃物の棄て場、の5つに分類している。

このような様々の利用の仕方に対応して便益の測定は考えられなければならない。

特殊な場合を除いて、水環境の質、すなわち水質は公共財として効用関数あるいは生産関数に入ってくると考えられる。すなわち、個人  $i$  の効用関数は、

$$u_i = u_i(x_{ij}, y_{ik}, Q) \quad (3.1)$$

$$i=1, \dots, I, \quad j=1, \dots, J, \quad k=1, \dots, K$$

と表される。ただし、 $x_{ij}$  は個人  $i$  が消費する財  $j$  の消費量、 $y_{ik}$  は個人  $i$  が供給する生産要素量、 $Q$  は水質をあらわしている。このように効用関数に  $Q$  が表れるのは、先に挙げたレクリエーション利用のように、直接、水に接触する形で水環境を利用することによる。

一方、先の例の工業用水等は、水質が生産関数に表れる利用である。 $n(n=1, \dots, N)$  企業の生産関数は、

$$F_n(X_{nj}, Y_{nk}, Q) = 0 \quad (3.2)$$

と表される。ただし、 $X_{nj}$  は  $n$  企業の財  $j$  の生産量、 $Y_{nk}$  は  $n$  企業の投入物  $k$  の使用量である。

効用関数(3.1)と生産関数(3.2)に  $Q$  が公共財として入っていない場合、すなわち、

$$u_i = u_i(x_{ij}, y_{ik}) \quad (3.3)$$

$$F_n(X_{nj}, Y_{nk}) = 0 \quad (3.4)$$

の場合には、パレート最適な資源配分は以下の三つの条件が成立するときに達成される。

$$(i) \quad RCS_1(x_{1j}, x_{1l}) = \dots = RCS_I(x_{Ij}, x_{Il}) \\ = RPT_1(X_{1j}, X_{1l}) = \dots = RPT_N(X_{Nj}, X_{Nl}) \\ j, l=1, \dots, J \quad (3.5)$$

ただし、 $\sum_{n=1}^N X_{nj} = \sum_{i=1}^I x_{ij}$ 、 $RCS_i(x_{ij}, x_{il})$  は個人  $i$  の財  $j$  と財  $l$  の間の財代替率(rate of commodity substitution)である。 $RPT_n(X_{nj}, X_{nl})$  は、生産者  $n$  の財  $j$  と財  $l$  の間の生産物変換率(rate of product transformation)である。

$$\begin{aligned} \text{(ii)} \quad RCS_1(y_{1j}, y_{1l}) &= \cdots = RCS_I(y_{Ij}, y_{Il}) \\ &= RTS_1(Y_{1j}, Y_{1l}) = \cdots = RST_N(Y_{Nj}, Y_{Nl}) \\ j, l &= 1, \dots, K \end{aligned} \quad (3.6)$$

ただし、 $RTS_n(Y_{nj}, Y_{nl})$  は技術的代替率(rate of technical substitution)である。

$$\begin{aligned} \text{(iii)} \quad RCS_1(x_{1j}, y_{1l}) &= \cdots = RCS_I(x_{Ij}, y_{Il}) \\ &= \frac{F_1 / \partial X_{1j}}{F_1 / \partial Y_{1l}} = \cdots = \frac{F_N / \partial X_{Nj}}{F_N / \partial Y_{Nl}} \\ j &= 1, \dots, J \quad l = 1, \dots, K \end{aligned} \quad (3.7)$$

これに対して、 $Q$  が公共財として効用関数、生産関数に含まれる場合には、次の条件が成立する。

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^I RCS_i(x_{ij}, Q) &= RPT_n(X_{nj}, Q) \\ j &= 1, \dots, J, \quad n = 1, \dots, N \end{aligned} \quad (3.8)$$

個人  $i$  の予算制約式を

$$\sum_{j=1}^J P_j x_{ij} + P_0 Q = I_i \quad (3.9)$$

と表わす。ただし、 $P_j$  は財  $j$  の価格であり、 $P_0$  は水質  $Q$  1 単位の価格と考えている。 $I_i$  は個人  $i$  の所得である。

このとき、個人  $i$  の水質に対する需要関数は、

$$Q = Q_i(P, P_0, I_i) \quad i = 1, \dots, I \quad (3.10)$$

と表される。ただし、 $P$  は  $P_1, \dots, P_J$  を表記している。



### 3-1. 便益の測定

水質が効用関数に表れる場合には、消費者余剰の概念を用いた便益の測定のためには、(3.10)式で示されるような水質に対する需要曲線を求めなければならない。

一方、水質が生産関数に表れる場合には、効用関数を考慮することに比べて比較的容易に便益の測定を行うことが可能となる。しかしながら、都市用水供給や漁業などのように生産物が消費者にとって、量と質の両方を備えているような場合には、便益の測定は難しくなる。

効用関数が(3.1)式のように表される場合の例としてレクリエーションにおいての水質改善の便益の求め方を考察することとする。

水泳や釣等のレクリエーションにおいての水質改善の便益の求め方を考察することとする。水泳や釣等のレクリエーションにおいては、水質が良くなれば、する人が増え、悪くなれば減るという点で、水質は水泳や釣を行なう場所と補完財と考えられる。この場合には、Clawson and Knetsch [1] による測定の例がある。彼らは、旅行費用からレクリエーションを行なう場所に対する需要を求めた。つまり、レクリエーションの場所へ行く回数に旅行費用は依存するということから需要曲線の推定を行った。もし、その場所の水質が改善するにつれて訪問回数が増えるならば、水質改善による消費者余剰の増加分は需要曲線の下の部分に相当する。この手法に対しては、先に挙げた nonuser benefits を考慮していない等いくつかの点で批判がなされている<sup>(16)</sup>。

水質が住宅地等の評価に影響する場合には地価の変化によって水質改善の便益を測ることが考えられるが (property value approach あるいは hedonic price approach), 大気汚染と違って、水質の場合には水質のみによる地価の変

---

(16) 詳しくは Peskin and Seskin [12] を参照せよ。

化かどうか判定しにくい点もあり，この手法は水環境に関してはあまり有用ではない。

もっと直接的には，インタビュー等による方法があるが，正確な答を言うインセンティブがない点や戦略的行動をとるかも知れないという点で問題がある。

つぎに，生産関数が(3.2)式のように表される場合についての考察を行うこととする。この場合には生産者余剰の概念を使う。また，完全競争を仮定する。

図3.1には生産物  $X$  を生産する企業の限界費用曲線と  $X$  に対する需要曲線が描かれている。水質の改善による影響を1企業だけが受ける場合を想定している。したがって，価格は影響を受けない。水質改善前の限界費用曲線は  $MC_1$

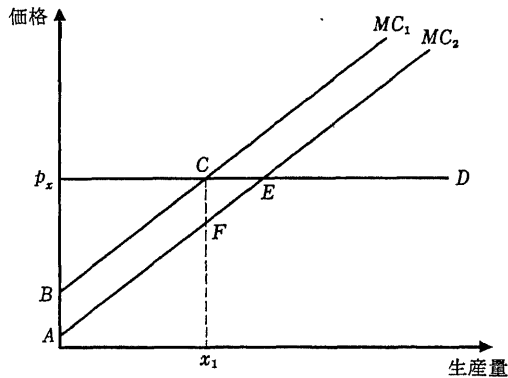


図 3.1

であり，水質改善後は右へシフトして，改善後の限界費用曲線は  $MC_2$  である。水質改善前の生産者余剰は  $BP_xC$  で囲まれる部分である。一方，改善後の生産者余剰は， $AP_xCE$  で囲まれた部分である。したがって，水質改善に伴

う生産者余剰の増加分は  $ABCE$  で囲まれた部分である。

ついで、図 3.2 には規模に関して収穫一定である産業の供給曲線と需要曲線が描かれている。水質の改善により、供給曲線は  $S_1$  から  $S_2$  ヘシフトする。この場合には生産者余剰はなく、消費者に帰属する便益は初期の需要量  $X_1$  に関する支出減の部分、すなわち  $P_2P_1AB$  で囲まれた部分と需要量の増大に伴う消費者余剰の増加分、すなわち  $ABC$  で囲まれた部分の和で示される。

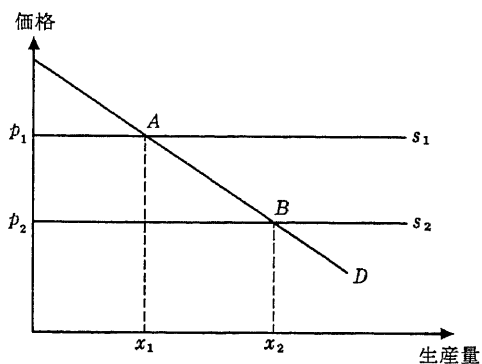


図 3.2

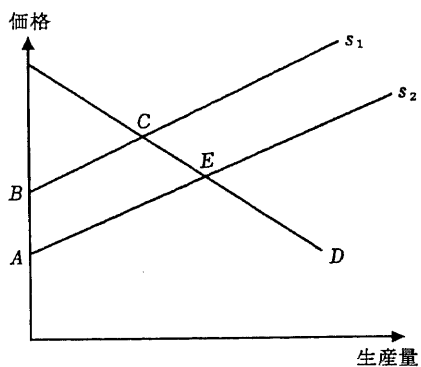


図 3.3

最後に、より一般的な場合、産業の供給曲線は右上りとなり図 3.3 のように描かれる。

水質改善に伴う便益は  $ABCE$  で囲まれる部分であり、消費者余剰と生産者余剰から構成される。

### 3-3. 都市用水供給における便益の測定

水質の悪化が都市用水供給に及ぼす影響としては、取水地点の変更、浄水処理方式の変更（緩速ろ過方式から急速ろ過方式）、薬品・動力費の増大、配水施設や家庭の器具の腐蝕等が考えられる。この中で、薬品・動力費の増大は長期・短期の両観点から考察可能であるのに対して、他の影響は長期的観点からの考察が必要となる。

まず、薬品・動力費への短期的影響は、図 3.1 を用いて考えることができる。水質が悪化すれば他の投入物（薬品・動力）を増やすというように水質と他の投入物が完全代替財であれば、水質の改善は生産要素費用を減少させる。そして総費用の変化が限界費用と生産量に影響を及ぼさない場合には、生産費の節減分が水質改善による便益となる。したがって、水質の改善によって、供給される水の水質や価格が変化しないならば、薬品・動力費等の処理費用の減少額が便益を表すこととなる。すなわち、図 3.1 で  $ABCF$  で囲まれる部分に相当する。しかしながら、供給される水の水質や価格が変化する場合には、図 3.3 を用いることとなる。

また、取水地点の変更等の長期的影響を考慮する場合には、やはり図 3.3 に基づいて考察しなければならない。図 3.3 に示されるような長期の供給曲線  $S_1$  と  $S_2$  を求めるには、取水地点変更や浄水処理方式変更のための施設費を考慮することが必要となる。

#### 4. おわりに

本考察では環境問題へのアプローチの一手法として用いられる費用—便益分析を簡単に考察した。

環境汚染が市場の失敗から生じてきているという認識から環境汚染防止に対して公共部門の果たす役割が期待されている。公共部門としては課税や汚染防止投資等の手段をとることが可能であるが、この税額や投資基準決定のために費用—便益分析が用いられている。

本考察ではこの費用—便益分析の中で特に便益の測定問題に焦点を当てて考察を行った。便益は様々の状況に対応して注意深く測定されるべきであるが、環境汚染は特に人の生命や健康に関わっているため、これらをどのように扱うかという点が大きな問題として残されている。また、便益曲線（被害関数）の形状によって、all or nothing の解の出る可能性もあり、この問題は、今後の課題として残されている。

#### 参 考 文 献

- [1] Clawson, M. and J. Knetsch, *Economics of Outdoor Recreation*, Johns Hopkins Univ. Press, 1966.
- [2] Eckstein, O., *Water Resource Development*, Harvard 1961.
- [3] Feenberg, D. and E. S. Mills, *Measuring the Benefits of Water Pollution Abatement*, Academic Press, 1980.
- [4] Henderson, J. M. and R. E. Quandt, *Microeconomic Theory*, McGraw-Hill, 1980.
- [5] Kneese, A. and B. Bower, *Managing Water Quality: Economics, Technology, Institutions*, Johns Hopkins Univ. Press for Resources for the Future, 1968.
- [6] 貝塚啓明, 「財政支出の経済分析」, 創文社, 1971.
- [7] Maass, et. al., *Design of Water-Resource Systems*, Macmillan, 1968.
- [8] Marglin, S. A., *The Social Rate of Discount and the Optimal Rate of Invest-*

ment, *Quarterly Journal of Economics*, February 1963.

- [ 9 ] Marglin, S. A., The Opportunity Costs of Public Investment, *Quarterly Journal of Economics*, May 1963.
- [10] Mishan, E. J., *Cost-Benefit Analysis*, George Allen & Unwin, 1975.
- [11] 中杉修身, 西岡秀三, 「環境資源としての水域の評価」, 水資源問題シンポジウム予稿集, 1982.
- [12] Peskin, H. M. and E. P. Seskin, *Cost Benefit Analysis & Water Pollution Policy*, The Urban Institute, 1975.
- [13] Prest, A. R. and R. Turvey, Cost-Benefit Analysis: A Survey, *Economic Journal*, December, 1965.
- [14] Willig, R., Consumer's Surplus without Apology, *American Economic Review*, September 1976.