

公園整備事業の便益評価 —新しい非市場評価法の提案—

森杉壽芳¹・大野栄治²・小池淳司³・武藤慎一⁴

¹正会員 工博 岐阜大学教授 工学部土木工学科 (〒501-11 岐阜市柳戸1-1)

²正会員 工博 筑波大学講師 社会工学系 (〒305 つくば市天王台1-1-1)

³正会員 工修 岐阜大学助手 工学部土木工学科

⁴学生員 岐阜大学大学院 土木工学専攻

公園の環境資源は市場で直接取引されないので、公園整備事業（環境資源の質向上）による便益の計量化は伝統的に困難であると考えられてきた。本研究では、効用理論において等価的偏差の概念を用いて公園整備事業の便益を定義し、また環境資源の質向上をあきらめるための公園のアクセス費用と受け入れるためのそれを定義して、部分均衡のフレームで便益の定義式を展開することにより便益を公園利用における消費者余剰の増加分に近似して計測するモデルを構築した。また、事例研究を通して、本モデルの実用性を示した。

Key Words : benefit evaluation, non-market values, park improvement works

1. はじめに

多くの社会資本整備事業は、土地、交通、都市ガス、上・下水などのような市場財(Market Goods)

(市場価格をもつ財/市場で取り引きされる財)を整備対象としているため、このような事業による便益を評価する際には一般に消費者余剰の概念が用いられる。この場合、整備対象の市場財における消費者余剰に帰着させられるという点で理論的には明快である。しかし、公園整備事業の場合には、整備対象が公園の緑、水、雰囲気などの環境資源であり、これは利用者に多くの便益をもたらすにもかかわらず無料で提供される非市場財(Non-market Goods)であるため、事業による便益が明確に認識されないことが多い。また現在提案されている非市場財の価値の評価手法が理論的問題を抱えているといったことから、事業の経済的便益評価において困難が生じている。

一方、非市場財の価値は利用価値(Use Value)と非利用価値(Non-use Value)に分けられ、さらに非利用価値は存在価値(Existence Value)、随意価値(Option Value)、代位価値(Vicarious Value)に分けられる。すなわち、

①利用価値：利用することによって満足すると

いう価値

②非利用価値：利用しないが満足するという価値

(1) 存在価値：利用しないが存在することによって満足するという価値

(2) 随意価値：現在は利用しないが将来のために残すことによって満足するという価値

(3) 代位価値：自分は利用しないが他の人が利用することによって満足するという価値

のように整理される。このうち、代位価値の「他の人」が「子孫」に限定される場合、それを遺産価値と呼ぶこともある。

これらの価値のうち、現在、社会資本整備事業の主な評価項目は利用価値であり、一般に非利用価値については考慮されていない。また、それを考慮しようとする、市場財であっても非市場財的に扱われるので、その評価において前述のような手法面の困難が生じる。

このとき、環境保全や環境改善に関連する事業に対する人々の要求が近年高くなっていること、また社会資本整備事業の恩恵が長期に亘って(時には世代を超えて)人々に与えられることを考慮すると、事業の便益計測において整備対象となる財の非市場

価値(Non-market Value) (非市場財の利用価値・非利用価値および市場財の非利用価値)を計上することが今後ますます重要になるものと考えられる。そこで、本研究では、非市場財を扱う社会資本整備事業として公園整備事業を取り上げ、その便益評価手法として新しい非市場評価法(非市場価値の評価法)を提案することを目的とする。そして、山崎川(名古屋市)における公園整備事業を対象にして便益評価の事例研究を行う。

2. 既存の非市場評価法

現在提案されている非市場評価法には、再生費用法¹⁾、回避費用法²⁾、旅行費用法³⁾、資産価値法⁴⁾、労働賃金法⁵⁾、価値意識法⁶⁾などがあるが^{7), 8)}、これらのうちで比較的よく用いられる方法は旅行費用法、資産価値法、価値意識法である。

旅行費用法(Travel Cost Method)は、事業による施設・地域魅力度の向上をアクセス費用の減少に換算し(等価な訪問需要の増加をもたらすという観点より)、アクセス費用に関する施設・地域訪問の需要関数の推定を経て事業による消費者余剰の増加分を計測し、それを当該事業の便益とする方法である。この方法には、波及効果が考慮されていないこと、また便益の計測において需要がゼロになるような非現実的な価格を扱わなければならないことなどの問題が残されている。

資産価値法(Property Value Method)は、事業による便益が地価(あるいは地代)に帰着するという理論に基づき、事業による地価の変化分を当該事業の便益とする方法である。この方法は事業の直接的効果のみならず全ての波及効果を計測できるという面で優れているが、そのためには対象地域に、Small-Open 仮定の成立などの条件が必要とされる。

価値意識法(Contingent Valuation Method)は、アンケート調査により事業に対する支払意思額あるいは事業をあきらめるための受取補償額を推定し、その額を当該事業の便益とする方法である。この方法を用いると事業の評価額を直接的に容易に知ることができるが、波及効果が考慮されていないこと、また種々のバイアス(例えば、ただ乗りバイアス、情報バイアス、見栄バイアスなど)が含まれていることなどから、この方法による評価値の信頼性が低い。

以上のように、既存の評価手法は簡便性を有しているが、いくつかの問題を抱えている。本研究では、効用理論において等価的偏差の概念を適用して事業(環境質向上)による便益を定義し、部分均衡のフ

レームで定義式を展開し、便益を環境質の代理市場における消費者余剰の増加分に近似して計測するモデルを構築する。この展開は、交通整備事業などを評価する際、しばしば用いられ、その便益を整備対象とする市場財における消費者余剰の増加分に帰着させている⁹⁾。本研究では、この展開を応用することによって、非市場財である環境質の評価が、代理市場を用いることで可能になることを示している。また、本モデルは旅行費用法の評価の簡便性を維持したまま、その問題点であった需要がゼロになるような非現実的な価格を扱わなくてもよい構造に改良したものである。

3. 公園整備事業による便益の定義と計測モデル

本研究では、公園の整備により便益を受けるのは世帯のみであると考え、世帯の行動を以下のように定式化する。ただし、世帯は、予算制約と時間制約の下で効用最大化行動をとるものとし、公園整備レベルに応じて効用が変化するものと考え効用関数中にダミー変数として公園整備レベル r を含めることにする。

$$\begin{aligned} \max_{x_{i1}, x_{i2}, s_i} & u_i(x_{i1}, x_{i2}, s_i, r) & (1) \\ \text{s.t.} & x_{i1} + p_2 x_{i2} = p_3 x_{i3} + y_i \\ & s_i + t x_{i2} + x_{i3} = T \end{aligned}$$

ただし、 x_{i1} : 世帯 i の財消費量、
 x_{i2} : " 公園利用回数、
 x_{i3} : " 労働供給量(時間)、
 s_i : " 公園利用時間を除いた余暇時間、
 r : 公園整備レベル、
 p_k : x_k の価格(ただし $p_1 = 1$)、
 y_i : 私企業利潤の世帯 i への配分額、
 t : 公園利用一回あたりの時間、
 T : 総利用可能時間。

式(1)を解くと、世帯の間接効用関数は $v_i(p_2 + t p_3, p_3, r, p_3 T + y_i)$ と書ける。ここで、 $p_3 T + y_i = \Omega_i$ 、 $p_2 + t p_3 = q$ とおくことにする。なお、 Ω_i は一般化可処分所得、 q は公園利用の一般化価格を示している。

政府が公園整備事業を実施して公園整備レベルを r^A から r^B に向上させるような場合を考える。本論文では公園整備レベルに関する部分均衡を考えているため、公園整備事業の実施による q 、 p_3 および Ω の変化は考えていない。よって世帯の効用水準は

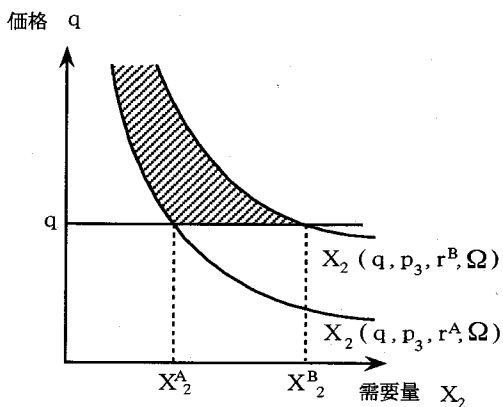


図-1 ΣEVの計測

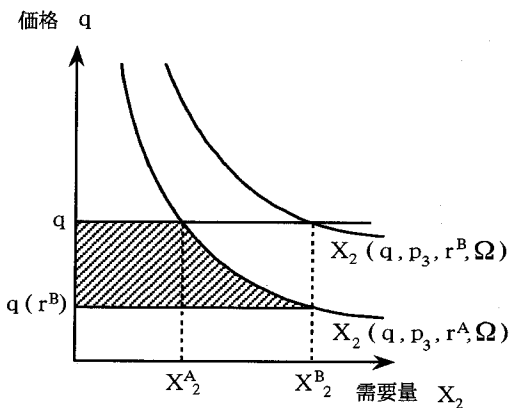


図-2 $N\Omega^A, \{r^B - r^A\}$ の計測

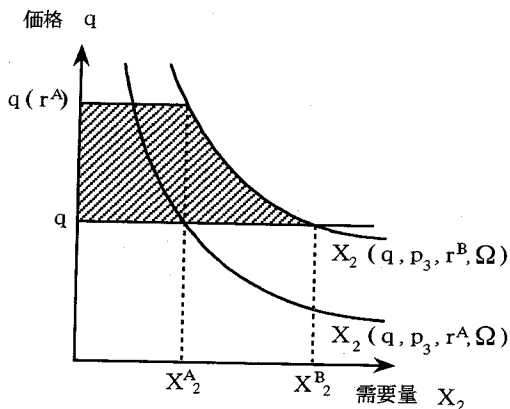


図-3 $N\Omega^B, \{r^B - r^A\}$ の計測

$v^A_i = v_i(q, p_3, r^A, \Omega_i)$ から $v^B_i = v_i(q, p_3, r^B, \Omega_i)$ に変化すると考えられる(右上添字A, Bはそれぞれ公園整備なし, ありを示す). このとき, 社会資本整備の効果は社会経済フレームを通じて世帯の効用の増大として捉えることができるので⁹⁾, 公園整備による便益 EV_i を次式で定義する.

$$v_i(q, p_3, r^A, \Omega_i + EV_i) = v_i^B \quad (2)$$

式(2)は, 公園整備と等価な所得額が, 公園整備によって達成される効用水準を維持するという条件の下で世帯が公園整備をあきらめるために必要と考える最低補償額 EV で求められることを意味している. 世帯の間接効用関数より導いた支出関数 $e_i = e_i(q, p_3, r, v_i)$ を用いて式(2)を EV_i について解くと, 次式が得られる.

$$EV_i = e_i(q, p_3, r^A, v_i(q, p_3, r^B, \Omega_i)) - e_i(q, p_3, r^A, v_i(q, p_3, r^A, \Omega_i)) \quad (3)$$

ここで, 世帯の間接効用関数について所得に関する線型関数を仮定し, 付録【1】に示す方法で変形すると, 世帯の総便益 ΣEV は次のようになる.

$$\Sigma EV = \int_{q^*}^{q^\infty} [\phi(q, p_3, r^B)X_2(q, p_3, r^B, \Omega) - \phi(q, p_3, r^A)X_2(q, p_3, r^A, \Omega)]dq + NE_A \quad (4.a)$$

ただし, $E_A = e[q, p_3, r^A, v(q^\infty, p_3, r^B, \Omega)]$

$$- e[q, p_3, r^A, v(q^\infty, p_3, r^A, \Omega)] \quad (4.b)$$

式(4.a)中の X_2 は財の総需要量(= Nx_2)を意味する. ここで, 式(4.a)の第1項は図-1の斜線部の面積で表され, 財の需要における環境質の変化に対する消費者余剰の増加分(利用者便益)を意味し, また第2項(すなわち式(4.b))は価格が無限大のときの便益(存在便益)を意味していると解釈される.

しかし, この計測法では需要がゼロになるような非現実的な価格 q^∞ を設定しなければならず, それには困難を伴う. そこで, 次のようなアプローチを提案する.

まず, 式(3)を付録【2】に示す方法で変形すると, ΣEV は次のようになる.

$$\Sigma EV \cong \frac{1}{2}N(\Omega_i^A + \Omega_i^B)(r^B - r^A) \quad (5)$$

次に、次式を満足する $q(r^B)$ という、公園利用の価格を求めることができるものとする。

$$v(q(r^B), p_3, r^A, \Omega) = v(q, p_3, r^B, \Omega) \quad (6)$$

すなわち、 $q(r^B)$ は環境質変化後 r^B の効用水準を維持するという条件の下で世帯が $r^A \rightarrow r^B$ の変化をあきらめるために妥当と考える公園利用費用を表している。

このとき、式(5)中の $N\Omega_r^A(r^B - r^A)$ を、式(26)ならびに $r^A \rightarrow r^B$ を $q \rightarrow q(r^B)$ と捉えることにより変形すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} N\Omega_r^A(r^B - r^A) &= \int_{r^A}^{r^B} N\Omega_r^A dr \\ &= \int_{q(r^B)}^q X_2(q, p_3, r^A, \Omega) dq \quad (7) \end{aligned}$$

式(7)より、 $N\Omega_r^A(r^B - r^A)$ は図-2の斜線部の面積で表されることがわかる。

同様に、環境質 r^A のときの効用水準を維持するという条件の下で世帯が $r^A \rightarrow r^B$ の変化を受け入れるために妥当と考える財の価格 $q(r^A)$ を用いて式(5)中の $N\Omega_r^B(r^B - r^A)$ を、式(7)と同様に変形すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} N\Omega_r^B(r^B - r^A) &= \int_{r^A}^{r^B} N\Omega_r^B dr \\ &= \int_{q(r^A)}^q X_2(q, p_3, r^B, \Omega) dq \quad (8) \end{aligned}$$

式(8)より $N\Omega_r^B(r^B - r^A)$ は図-3の斜線部の面積で表されることがわかる。よって式(7)(8)を式(5)に代入すると、世帯の価値 $1/2 N(\Omega_r^A + \Omega_r^B)(r^B - r^A)$ は図-2と3の斜線部の面積の平均で表される。

4. 事例研究

(1) 事例研究の概要

本研究では、山崎川(名古屋市)における河川公園・親水公園の整備事業(新設)を対象にして便益評価の事例研究を行う。ここで、河川公園とは景観面に十分配慮して修景護岸や散策路などを備えた水際公園のことであり、親水公園とは河川公園施設に加えて水質の改善を行った公園のことである。なお、本整備事業は、山崎川における鼎橋から山下橋まで(1,100m)を対象に、導水にともなうポンプ施設や用水路等の整備、護岸や河川敷等の整備を行うもので

ある。その事業費は、河川公園整備の場合約40億円、親水公園整備の場合約164億円となる。ただし、事業費の中には工事費、用地費、維持管理費を含んでいる。

使用するデータは、環境用水導入の目的で昭和61年11月に山崎川周辺のマンション居住世帯を対象に実施されたアンケート調査(公園利用実態調査)より得られた2026個のデータであり、公園整備前の利用頻度、公園整備後の利用意向、利用目的、世帯属性等が含まれる。

公園整備の便益評価に際し、ここで扱う環境質の代理市場は公園利用とし、この需要は世帯のみにおいて発生するものと仮定する。また、この事業による市場への影響は代理市場のみにとどまるものと仮定し、部分均衡によって便益を評価する。

(2) 世帯の間接効用関数の特定化

世帯構成員の特性を考慮し、以下のように、世帯主と被扶養者(配偶者と子供)に分けて間接効用関数 V を特定化する。

【世帯主の間接効用関数】

$$\textcircled{1} V_1 = -\eta \frac{\alpha_2}{2} q_1^2 - \eta(\alpha_1 + \alpha_3 r_K + \alpha_4 r_S) q_1 + \eta \Omega_1 \quad (9.a)$$

$$\textcircled{2} V_1 = -\eta \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \exp(\alpha_2 q_1) \exp(\alpha_3 r_K) \exp(\alpha_4 r_S) + \eta \Omega_1 \quad (9.b)$$

【被扶養者の間接効用関数】

$$\textcircled{1} V_2 = -\eta \frac{\beta_2}{2} q_2^2 - \eta(\beta_1 + \beta_3 A \delta + \beta_4 r_K + \beta_5 r_S) q_2 + \eta \Omega_2 \quad (9.c)$$

$$\textcircled{2} V_2 = -\eta \frac{\beta_1}{\beta_2} \exp(\beta_2 q_2) \exp(\beta_3 A \delta) \exp(\beta_4 r_K) \exp(\beta_5 r_S) + \eta \Omega_2 \quad (9.d)$$

ただし、 q_1, q_2 : 世帯主、被扶養者の公園へのアクセス費用 [円]

(= 時間価値 × 公園到達距離 / 徒歩速度),

A : 年齢 [才],

δ : 年齢ダミー (15才以上1, 15才未満0),

r_K : 河川公園ダミー (有1, 無0),

r_S : 親水公園ダミー (有1, 無0),

η : 所得の限界効用,

Ω_1, Ω_2 : 世帯主、被扶養者の所得,

α_i, β_i : 未知のパラメータ。

表-1 世帯主の需要関数の推定結果

	α_1	時間価値 α_2	河川公園 α_3	親水公園 α_4	相関係数 R
線型	3.2308 (13.16)	-1.49×10^{-2} (-3.735)	2.4433 (4.380)	3.3307 (95.835)	0.784
片側対数	1.9389 (15.94)	-4.47×10^{-3} (-4.731)	1.2087 (9.154)	1.3528 (10.01)	0.906

表-2 被扶養者の需要関数の推定結果

	β_1	時間価値 β_2	年齢 β_3	河川公園 β_4	親水公園 β_5	相関係数 R
線型	6.3273 (15.73)	-5.51×10^{-2} (-7.200)	-5.23×10^{-2} (-2.351)	3.8572 (4.937)	4.7619 (96.095)	0.814
片側対数	4.5594 (22.08)	-1.60×10^{-2} (-12.34)	-7.88×10^{-3} (-2.091)	0.9567 (7.233)	1.2283 (9.287)	0.910

(3) 公園需要関数の誘導

間接効用関数にロアの定理を適用して公園需要関数 X を導くと、以下のように、①のケースは線型、②のケースは片側対数線型となる。

【世帯主の公園需要関数】

① $X_1 = \alpha_1 + \alpha_2 q + \alpha_3 r_K + \alpha_4 r_S$ (10. a)

② $X_1 = \alpha_1 \exp(\alpha_2 q) \exp(\alpha_3 r_K) \exp(\alpha_4 r_S)$ (10. b)

【被扶養者の公園需要関数】

① $X_2 = \beta_1 + \beta_2 q + \beta_3 A\delta + \beta_4 r_K + \beta_5 r_S$ (10. c)

② $X_2 = \beta_1 \exp(\beta_2 q) \exp(\beta_3 A\delta) \exp(\beta_4 r_K) \exp(\beta_5 r_S)$ (10. d)

ここで、公園需要の単位は「訪問回数/月」とする。

(4) 公園需要関数のパラメータ推定結果

需要関数の推定結果は表-1 および 2 に示すとおりであり、推定パラメータの t 値はどれも満足な値を得ている。相関係数については、世帯主、被扶養者ともに片側対数線型関数の方が大きく、データに対する適合性がよい。したがって、以下の便益計測には片側対数線型関数を採用する。

(5) 公園整備便益の計測手順と計測結果

ここでは、計測手順は世帯主の河川公園整備便益のみについて示し、被扶養者の河川公園整備便益、世帯主・被扶養者の親水公園整備便益については計測結果のみを示す。なお、アンケート調査結果に基づき、世帯は世帯主、配偶者(年齢38.3才)、子供(14才以下)1人の合計3人によって構成される標

準的世帯を仮定する。

まず、事業による公園整備レベル r^B の効用水準を維持するという条件の下で、世帯が $r^A \rightarrow r^B$ の変化をあらためるために妥当と考えるアクセス費用 q (r^B) を求める。ここで、 $q(r^B)$ は次式を満足する。

$$v(q(r^B), r^A, \Omega) = v(q_3, r^B, \Omega) \quad (11)$$

なお、部分均衡を仮定しているため、(11)式中の所得 Ω は変化しない。実際のアクセス費用 q も変化しない。また、前項において片側対数線型の需要関数を採用し、世帯主の河川公園整備便益のみを対象にしているため、間接効用関数は次式で与えられる。

$$V_1 = -\eta \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \exp(\alpha_2 q) \exp(\alpha_3 r_K) + \eta \Omega \quad (12)$$

式(11)(12)より、 $q(r^B)$ が得られる。

$$q(r^B) = q + \frac{\alpha_3}{\alpha_2} \quad (13)$$

ここで、時間価値 = 1,000 [円/時]、公園到達距離 = 100 [m]、徒歩速度 = 65 [m/分] と仮定する。なお、レクリエーションに関する時間価値は賃金率より小さくなるといわれているので^{10)、11)}、

例えば、世帯主および被扶養者の時間価値はそれぞれの賃金率 2,000 および 936 [円/時] の 1/2 とする。このとき、

$$q = 25.6 \text{ [円]}, \quad q(r^B) = -244.8 \text{ [円]}$$

となる。この数値は、世帯主が河川公園整備をあらためるために1回の公園訪問について244.8円の補償額を受け取ることが妥当であると考えていることを意味する。

次に、公園整備事業がない場合の世帯主の公園需要関数は次式で与えられる。

$$X_1 = \alpha_1 \exp(\alpha_2 q) \quad (14)$$

(14)式および先に求めた q 、 $q(r^B)$ より、図-2の斜線部の面積 S^A は次式によって計算される。

$$\begin{aligned} S^A &= \int_{q(r^B)}^q \alpha_1 \exp(\alpha_2 q) dq \quad (15) \\ &= 908.6 \text{ [円/月]} \\ &= 1.09 \text{ [万円/月]} \end{aligned}$$

一方、図-3の斜線部の面積 S^B は、以下のようにして求められる。まず、公園整備レベル r^A の効用水準を維持するという条件の下で、世帯が $r^A \rightarrow r^B$

の変化を受け入れるために妥当と考えるアクセス費用 $q(r^A)$ は、次式を満足する。

$$v(q, r^A, \Omega) = v(q(r^A), r^B, \Omega) \quad (16)$$

式(16)より、 $q(r^A)$ が得られる。

$$q(r^A) = q - \frac{\alpha_3}{\alpha_2} \quad (17)$$

式(17)より、 $q(r^A) = 296.0$ [円] が計算される。この数値は、世帯主が河川公園整備を受け入れるために1回の公園訪問について296.0円の支払意思があることを意味する。次に、公園整備事業がある場合の世帯主の公園需要関数は次式で与えられる。

$$X_1 = \alpha_1 \exp(\alpha_2 q + \alpha_3) \quad (18)$$

式(18)および先に求めた q 、 $q(r^A)$ より、図-3の斜線部の面積 S^B は次式によって計算される。

$$\begin{aligned} S^B &= \int_q^{q(r^A)} \alpha_1 \exp(\alpha_2 q + \alpha_3) dq \quad (19) \\ &= 908.6 \text{ [円/月]} \\ &= 1.09 \text{ [万円/年]} \end{aligned}$$

ここで、式(15)と式(19)は数式的に全く同じ計算をしている。これより、式(9.a)~(9.d)のような間接効用関数、あるいは式(10.a)~(10.d)のような需要関数を設定すると、 $S^A = S^B$ であることがわかる。したがって、公園整備の便益を計測するためには、 S^A を計算すればよい。

$$\begin{aligned} EV_1 &= 908.6 \text{ [円/月]} \\ &= 1.09 \text{ [万円/年]} (= S^A) \end{aligned}$$

ここで、従来の旅行費用法との比較を行う。すなわち、式(4)に式(10.a)の需要関数を代入し便益を計測すると、

$$EV_1' = 1.09 \text{ [万円/年]}$$

となり、本モデルで計測されたものと同じ結果となった。

このことより、従来の旅行費用法の特徴を保ったままで、需要がゼロとなるような非現実的な価格の設定を行わなくてもよい構造に改良した本モデルの妥当性が示せたといえる。

同様に、配偶者および子供の便益 (EV_2^w および EV_2^c) を計算すると、

$$EV_2^w = 278.8 \text{ [円/月]} = 0.33 \text{ [万円/年]}$$

$$EV_2^c = 377.0 \text{ [円/月]} = 0.45 \text{ [万円/年]}$$

となる。配偶者の便益と子供の便益に違いが生まれ

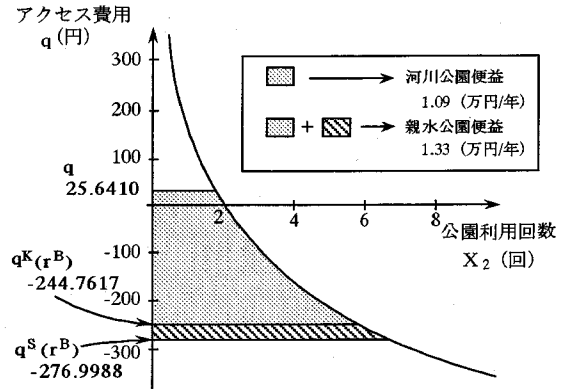


図-4 世帯主の公園整備の便益

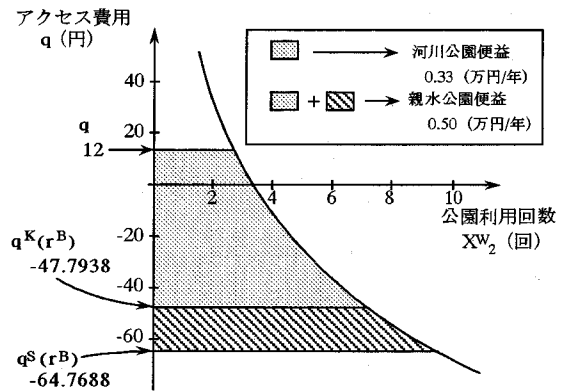


図-5 配偶者の公園整備の便益

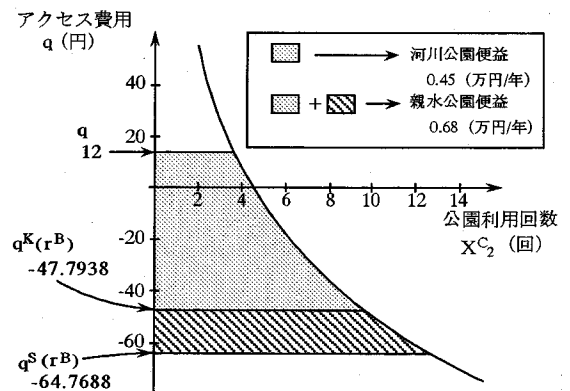


図-6 子供の公園整備の便益

表-3 河川公園整備による便益 [万円/年]

公園到達距離	100m	300m	500m	700m	1000m
世帯主	1.09	0.87	0.69	0.55	0.39
配偶者	0.33	0.23	0.16	0.11	0.06
子供	0.45	0.31	0.21	0.14	0.08
世帯あたり	1.87	1.41	1.06	0.80	0.53

時間価値=賃金率×(1/2)

公園到達距離	100m	300m	500m	700m	1000m
世帯主	1.15	1.03	0.92	0.82	0.69
配偶者	0.37	0.30	0.25	0.21	0.16
子供	0.50	0.41	0.34	0.28	0.21
世帯あたり	2.02	1.74	1.51	1.31	1.06

時間価値=賃金率×(1/4)

表-4 親水公園整備による便益 [万円/年]

公園到達距離	100m	300m	500m	700m	1000m
世帯主	1.33	1.06	0.84	0.67	0.47
配偶者	0.50	0.34	0.23	0.16	0.09
子供	0.68	0.46	0.32	0.22	0.12
世帯あたり	2.51	1.86	1.39	1.05	0.68

時間価値=賃金率×(1/2)

公園到達距離	100m	300m	500m	700m	1000m
世帯主	1.45	1.26	1.12	1.00	0.84
配偶者	0.55	0.46	0.38	0.31	0.23
子供	0.75	0.62	0.51	0.42	0.32
世帯あたり	2.71	2.34	2.01	1.73	1.39

時間価値=賃金率×(1/4)

表-5 公園整備による社会的便益 [百万円/年]

時間価値	賃金率×(1/2)	賃金率×(1/4)
河川公園	629.7	849.3
親水公園	834.9	1133.1

るのは年齢ダミーδによる影響であるが、子供の便益の方が大きくなるのは子供の公園需要の方が大きいことによるものと考えられる。

以上より、世帯あたりの便益は、

$$E V = E V_1 + E V_2^w + E V_2^c = 1.87 \text{ [万円/年]}$$

となる。また、親水公園整備の便益についても全く同じ方法で求められ、これらの計測結果を図-4、5、6に示す。これらの表より、河川公園整備の便益と親水公園整備の便益を比較すると、世帯主、配偶者、子供のいずれにおいても後者の方が大きいことがわかる。

さらに、公園到達距離を300、500、700、1,000 [m]と変えた場合、時間価値を賃金率の1/4とした場合を計測し、これらの結果を表-3、

表-6 内部収益率(EIRR)

時間価値	賃金率×(1/2)	賃金率×(1/4)
河川公園	18.674 %	26.940 %
親水公園	5.364 %	7.421 %

4に示す。これらの表より、いずれの場合も以下のことが言える。

①世帯主の便益>子供の便益>配偶者の便益

②親水公園整備の便益>河川公園整備の便益

③近距離地域の便益>遠距離地域の便益

④時間価値が小さいときの便益

>時間価値が大きいときの便益

(なお、③と④は距離抵抗の観点から次のようにまとめられるであろう。)

⑤距離抵抗が小さいときの便益

>距離抵抗が大きいときの便益

以上より、本モデルで常識的な結論が導けることがわかった。

最後に、河川・親水公園整備の社会的便益を計測し、結果を表-5に示す。ここでは、事業の影響範囲を半径1 km、その中の世帯数を55,627世帯と設定している。この表より、河川公園整備による便益は6~8億円/年、親水公園整備による便益は8~11億円/年であることがわかる。各々の事業費が40億円および164億円であることから、それぞれ内部収益率(EIRR)を求めると、表-6のような結果が得られた。よって、社会的割引率が5%以内の場合、本計測結果によると本事業は十分実行に値すると考えられる。

5. おわりに

本研究では、市場価格をもたない環境質の便益評価に対し、効用理論において等価的偏差の概念を適用して環境質向上による便益を定義し、部分均衡のフレームで定義式を展開し、便益を環境質の代理市場における消費者余剰の増加分に近似して計測するモデルを構築した。本モデルは旅行費用法の改良版であり、簡便性は維持されているが、部分均衡のフレームで構築されているので波及効果については考慮されていない。ただ、一般均衡のフレームで便益の定義式を展開した場合にも、ショートカット理論[価格が市場均衡で決まる場合には消費者余剰と生産者余剰がキャンセルされるので、事業の社会的純便益は価格が外生的に与えられる市場の消費者余

剩のみで計測される] ⁹⁾より、ここで得られるモデルと同じ形のモデルが導かれる。両者の違いは、モデルに組み込まれている種々の市場財の価格が固定されているか、一般均衡によって変動するかの違いであるので、一般均衡のフレームで構築された社会経済モデルを用いて市場財の価格の変化を計測し、それを本モデルに入力することによって、効果の二重計測や計測漏れといったことのない計測が可能になる ⁹⁾。

事例研究では、本研究で構築した便益評価モデルを用いて山崎川における公園整備事業の便益評価を行った結果、常識的な結論が導け、本モデルの妥当性が示せたといえる。すなわち、旅行費用法において問題であった、需要がゼロとなるような非現実的な価格を扱わなくてはならないという、いわゆる外挿問題を式(13)および式(17)のような補償アクセス費用、支払アクセス費用を用いることにより解決した本モデルが、現実の公園整備事業の評価に対しても十分適用可能であることがわかった。また、山崎川の河川、親水公園整備事業の社会的便益はそれぞれ6～8億円/年、8～11億円/年となり、これらの事業費がそれぞれ40億円、164億円であることから内部収益率を求めると、社会的割引率が5%以内の場合、本事業が実行に値することがわかった。また、表-6より、河川公園整備と親水公園整備との内部収益率を比較検討すると親水公園整備の方が大幅に低くなっている。これは、親水公園整備にかかる費用が河川公園整備にかかる費用の約4倍となっているのに対し、親水公園整備による便益は河川公園整備による便益に比べそれほど増加していないためであろう。すなわち、費用と便益の比較という観点からは、親水公園の整備より河川公園の整備の方がより効率的であるといえる。

一方、本研究で構築した公園整備事業の便益評価モデルには以下のような問題がある。まず、公園に対する代替施設(例えば、大規模ショッピングセンターや遊園地などのレクリエーション施設)の存在を考慮していないため、便益が過大に評価される可能性がある。また、公園利用費用の算出に用いる時間価値の設定方法が曖昧であり、かつ公園訪問目的の違いやトリップの周遊特性を考慮していないので、時間価値の数値的信頼性に欠けている。さらに、本モデルによって計測される便益は公園の利用価値と非利用価値(存在価値、随意価値、遺産価値)の合計値であるが、これらの内訳が不明である。今後、これらの問題を克服するためにモデル構造を再検討するとともに、感度分析および既存の評価手法による評価結果との比較を通じてモデルの信頼性を検討

する必要がある。

付録【1】

式(3)を次のように変形する。

$$EV_i = e_i(q, p_3, r^A, v_i(q, p_3, r^B, \Omega_i)) - e_i(q, p_3, r^A, v_i(q, p_3, r^A, \Omega_i)) \quad (20. a)$$

$$= \int_{A \rightarrow B} \left[\frac{\partial e_i}{\partial v_i} \cdot \frac{\partial v_i}{\partial r} \cdot dr \right] \quad (20. b)$$

$$= \int_{A \rightarrow B} e_{i\Omega_i} \cdot \Omega_{ir} dr \quad (20. c)$$

ただし、

$$e_{i\Omega_i} = \left(\frac{\partial e_i}{\partial v_i} \right) \cdot \left(\frac{\partial v_i}{\partial \Omega_i} \right) \quad (20. d)$$

$$\Omega_{ir} = \left(\frac{\partial v_i}{\partial r} \right) / \left(\frac{\partial v_i}{\partial \Omega_i} \right) \quad (20. e)$$

ここで、記号 f は線積分を示し、 $A \rightarrow B$ は $(q, p_3, r^A, \Omega_i) \rightarrow (q, p_3, r^B, \Omega_i)$ を示す。

次に、世帯の効用関数を Gorman 型関数、すなわち一般化所得 Ω_i に関する線形関数

$$v_i(q, p_3, r, \Omega_i) = \xi_i(q, p_3, r) + \eta(q, p_3, r) \cdot \Omega_i \quad (21)$$

と仮定する。このとき、所得の限界効用

$$\frac{\partial v_i}{\partial \Omega_i} = \eta(q, p_3, r)$$

は全ての世帯に対して同一となる。この仮定において支出関数 e_i は、 $u_i = v_i(q, p_3, r, \Omega_i)$ において q, p_3, r 及び u_i の値を与えたときの Ω_i に関する逆関数であるから、

$$\begin{aligned} e_i \{ q, p_3, r^A, v_i(q, p_3, r, \Omega_i) \} \\ = \frac{v_i(q, p_3, r, \Omega_i) - \xi_i(q, p_3, r^A)}{\eta(q, p_3, r^A)} \\ = \frac{\xi_i(q, p_3, r) + \eta(q, p_3, r) \Omega_i - \xi_i(q, p_3, r^A)}{\eta(q, p_3, r^A)} \quad (22) \end{aligned}$$

となる。また式(22)より、 e_i を Ω_i で微分すると、

$$\frac{\partial e_i}{\partial \Omega_i} = \frac{\eta(q, p_3, r)}{\eta(q, p_3, r^A)} \equiv \phi(q, p_3, r) \quad (23)$$

となり全世帯に共通している。したがって、世帯 (N世帯)の総便益 ΣEV は、次式で与えられる。

$$\Sigma EV = \int_{A \rightarrow B} N \cdot \phi(q, p_3, r) \Omega_r dr \quad (24)$$

一方、式(3)は次のようにも変形できる。

$$EV_i = e_i(q, p_3, r^A, v_i(q, p_3, r^B, \Omega_i)) - e_i(q, p_3, r^A, v_i(q, p_3, r^A, \Omega_i)) \quad (25. a)$$

$$= e_i[q, p_3, r^A, v_i\{q, p_3, r^B, \Omega_i\}] - e_i[q, p_3, r^A, v_i\{q^\infty, p_3, r^B, \Omega_i\}] + e_i[q, p_3, r^A, v_i\{q^\infty, p_3, r^B, \Omega_i\}] - e_i[q, p_3, r^A, v_i\{q^\infty, p_3, r^A, \Omega_i\}] + e_i[q, p_3, r^A, v_i\{q^\infty, p_3, r^A, \Omega_i\}] - e_i[q, p_3, r^A, v_i\{q^\infty, p_3, r^A, \Omega_i\}] \quad (25. b)$$

ここで、式(20. e)とロアの定理より

$$\Omega_r dr = -x_2 dq \quad (26)$$

の関係が得られる。したがって、式(20. a)の合計 (N倍)で与えられる ΣEV が式(24)に変形されると同様に、式(25. b)の合計で与えられる ΣEV は次のように変形される。

$$\Sigma EV = \int_q^{q^\infty} [\phi(q, p_3, r^B) X_2(q, p_3, r^B, \Omega) - \phi(q, p_3, r^A) X_2(q, p_3, r^A, \Omega)] dq + NE_A \quad (27. a)$$

$$\text{ただし、} E_A = e[q, p_3, r^A, v\{q^\infty, p_3, r^B, \Omega\}] - e[q, p_3, r^A, v\{q^\infty, p_3, r^A, \Omega\}] \quad (27. b)$$

以上の変形より、式(4)が得られる。

付録【2】

式(3)から式(5)の誘導を示す。

式(24)で与えられる ΣEV について、これを計算するためには関数 $\phi(\cdot)$ を推定する必要がある。しかし、以下のようにしてそれを避けることができる。まず、環境改善無 (p, r^A, Ω) から環境改善有 ($p,$

r^B, Ω) までの任意の積分経路を ($p, r(\sigma), \Omega \mid 0 \leq \sigma \leq 1$) で表す。すると、式(24)は、

$$\Sigma EV = N \int_0^1 \phi(q, p_3, r(\sigma)) \left[\Omega_r \frac{dr}{d\sigma} \right] d\sigma \quad (28)$$

となる。式(28)の値は積分経路に依存しないので、直線経路を設定すると、式(28)は次のように書き換えられる。

$$\Sigma EV = N \int_0^1 \phi(q, p_3, r(\sigma)) [\Omega_r (r^B - r^A)] d\sigma \quad (29)$$

この式(29)を、環境改善無の状態Aのまわりでテラー展開し、第2項までを示すと次のようになる。

$$\begin{aligned} \Sigma EV &= N(r^B - r^A) \int_0^1 \left\{ \phi^A \Omega_r^A + \sigma \frac{d[\phi^A \Omega_r^A]}{d\sigma} \right\} d\sigma \\ &= N(r^B - r^A) \left\{ \phi^A \Omega_r^A + \frac{1}{2} \frac{d[\phi^A \Omega_r^A]}{d\sigma} \right\} \\ &= N(r^B - r^A) \left[\phi^A \Omega_r^A + \frac{1}{2} \left\{ \frac{d\phi^A}{d\sigma} \Omega_r^A + \phi^A (\Omega_r^B - \Omega_r^A) \right\} \right] \end{aligned} \quad (30. a)$$

(ここで、(23)式より $\phi^A = 1, \therefore \frac{d\phi^A}{d\sigma} = 0$)

$$\begin{aligned} &= N(r^B - r^A) \left\{ \Omega_r^A + \frac{1}{2} (\Omega_r^B - \Omega_r^A) \right\} \\ &= \frac{1}{2} \{ \Omega_r^A + \Omega_r^B \} (r^B - r^A) \end{aligned} \quad (30. b)$$

以上の変形により、式(5)が得られる。

参考文献

- 1) Environmental Protection Agency, United States: *Costs and Benefits of Reducing Lead in Gasoline. Final Regulatory Impact Analysis, EPA-230-05-85-006, Washington DC, 1985.*
- 2) Dickie, M., S. Gerking and M. Agee: *Health Benefits of Persistent Micropollutant Control: the Case of Stratospheric Ozone Depletion and Skin Damage Risks, in J.B. Opschoor and D.W. Pearce (eds), Persistent Pollutants: Economics and Policy, Kluwer, Dordrecht, 1991.*
- 3) Willis, K.G. and J.F. Benson: *Valuation of Wildlife: a Case Study on the Upper Teesdale Site of Special Scientific Interest and Comparison of Methods in*

- Environmental Economics, in R.K.Turner (ed), *Sustainable Environmental Management Principles and Practice*, Belhaven Press, 1988.
- 4) Willis,K.G. and G.D.Garrod: *The Hedonic Price Method and the Valuation of Countryside Characteristics*, ESRC Countryside Change Initiative Working Paper 14, 1991.
- 5) Marin,A. and G.Psacharopoulos: The Reward for Risk in the Labor Market: Evidence from the United Kingdom and a Reconciliation with Other Studies, *Journal of Political Economy*, Vol.90, 1982.
- 6) Mitchell,R. and R.Carson: *Using Surveys to Value Public Goods: the Contingent Valuation Method*, Resources for the Future, Washington DC, 1989.
- 7) Department of Environment, United Kingdom: *Policy Appraisal and the Environment*, HMSO Publications, 1991.
- 8) Environmental Department, The World Bank: *Environmental Assesment Sourcebook Volume 1 - Policies, Procedures, and Cross-sectional Issues*, World Bank Technical Paper, 1991.
- 9) 森杉壽芳：プロジェクト評価に関する最近の話題，土木計画学研究・論文集，No.7，pp.1-30，1989.
- 10) Cesario,F.J.: Value of Time in Recreation Benefit Studies, *Land Economics*, Vol.52, No.1, 1976.
- 11) 松田洋：レクリエーション便益研究における時間価値（参考文献 10）の訳），高速道路と自動車，Vol.28, No.6, 1985.
- (1994. 7. 27受付)

BNEFIT EVALUATION FOR THE PARK IMPROVEMENT WORKS -PROPOSAL OF A NEW NON-MARKET VALUATION METHOD-

Hisayoshi MORISUGI, Eiji OHNO, Atsushi KOIKE and Shin-ichi MUTOH

Because environmental resouces of the park are not directly trade in the market, it has been traditionally considered difficult to quantify non-market values, that is, benefits derived from the improvement of environmental quality of the park. In this study, a new non-market valuation method is proposed, where a benefit measurement model for the park improvement works is constructed within the framework of partial equilibrium by defining the benefits by the equivalent valuation in the utility theory and defining the travel cost of access to the park as the price level needed by people in order to give up or accept the improvement. The practicality of this method is shown through a case study.