

顕示選好データによる非利用価値の経済的評価とその精度

An Economic Evaluation of Non-use Value by Revealed Preference Data and Its Accuracy

林山 泰久*, 森杉 壽芳**, 小坂 和裕***

by Yasuhisa HAYASHIYAMA, Hisa MORISUGI and Kazuhiro ONUKI

The measurement of non-use value has been of particular interest to civil engineers and environmental economists concerned with the preservation of water resources and its cost benefit analysis. This paper discuss that the prevailing consensus that non-use value can only be measured by Contingent Valuation Method (CVM, we call Stated Preference model.) is questioned. In this field, Larson (1992) and Hayashiyama (1998) proposed that it is possible to evaluate non-use value by using only revealed preference (RP) data. Their papers showed that the Non-use Value of environmental quality is defined by compensating variation within the context of simple partial equilibrium model as RP model.

Accordingly, The purpose of this paper is clarified the accuracy and availability of the CVM estimates and RP model estimates by empirical analysis. These methods are applied to the demand for recreation of the Hirose River in Sendai City. To conclude, this paper indicated a method to estimate non-use value of water resources improvement projects.

Key Words: Environmental Amenity, Non-use Value, Revealed Preference, Cost Benefit Analysis

1. はじめに

近年、我が国のみならず世界的な潮流として、水環境、大気環境および土壌環境等の保全・改善に対する社会的要請が高まっており、それに応えるべく、環境政策のための判断基準となる環境の経済的評価に関する分野に注目が集まっている。この分野では、伝統的に、環境質の価値分類の議論およびこれら各種の価値を如何に計測するかという議論に終始している。特に、これまでの環境経済学の研究蓄積では、環境質の利用価値(Use Value)の計測理論に主眼が置かれ、一方、1989年のオハイオ裁判の判決以降、注目されている非利用価値(Non-use Value)に関する計測理論は、未だコンセンサスがとれていないと言え難い。

一般に、環境質の評価手法は代理市場法と擬制市場法に大別することができる。まず、代理市場法とは、市場で取引される他の財の価格を用いる方法であり、代替法(Environmental Surrogates Method)、旅行費用法(Travel Cost Method)およびヘドニック・アプローチ(Hedonic Approach)を挙げることができる。

一方、擬制市場法は、代理市場が存在しない場合に用いられる方法であり、仮想市場法(Contingent Valuation Method, 以下CVMと略す)およびコンジョイント分析(Conjoint Analysis)を挙げることができる。また、これらの評価手法は、使用データからも区別され、顕示選好データ(Revealed Preference, 以下RPと略す)および表明選好データ(Stated Preference, 以下SPと略す)に大別される(各手法の説明および分類については林山(1998)を参照されたい)。ここで、RPとは、人々の社会・経済活動から間接的に環境質の価値を評価するという考え方であり、顕在化した行動データである。一方、SPとは人々の環境質に対する意識を直接的に質問しその価値を評価するという考え方である。すなわち、RPを用いた評価手法は、顕在化した市場データを用いることから評価値に信頼性があると判断されるものの、非利用価値を評価することができないであらう。

* 正 員 工博 東北大学助教授 大学院経済学研究科(Associate Professor, Tohoku University)
(〒980-8576 仙台市青葉区川内, yhaya@econ.tohoku.ac.jp)

** 正 員 工博 東北大学教授 大学院情報科学研究科(Professor, Tohoku University)

*** 学生員 東北大学大学院情報科学研究科 博士前期課程(Graduate Student, Tohoku University)

うという問題点が多々指摘されている。一方、SPを用いた場合には、利用価値のみならず非利用価値をも評価でき得るという長所を有するものの、意識調査に基づいた評価であることから、様々なバイアスを有するため信頼性に乏しいとの指摘がある。

これに対して、Neill(1988)はRP(Revealed Preference)データのみを用いて環境質の非利用価値を推定する手法として、評価したい環境質とHicksの意味で補完または代替関係にある市場財への支出から環境質の価格を区間推定する方法を提案した。また、Larson(1992)はこの区間推定を厳密に推定し、環境質と独立な財の存在を前提にして、Neillと同じ情報量を用いることにより、環境質の価格を点推定する方法を提案した。さらに、林山(1998)はLarsonのモデルを拡張することにより、現実的な環境質の非利用価値について評価モデルの定式化を試みているものの、実証的な妥当性については論じていない。

そこで、本研究ではLarsonおよび林山の理論を取り上げ、広瀬川の水質改善事業を事例とした実証分析を行い、水質改善事業がもたらす非利用価値を定量的に計測することを第1の目的とする。ここで、本研究でいう非利用価値とはKrutilla(1967)に基づいて「資源から得られるサービスを利用して効用を得ることを期待せず、或いは、意図せずに、資源の質的・量的サービス量の変化に対する個人の支払意思額、或いは、受取補償額」と定義し、最近の環境経済学における環境質の価値分類における非利用価値を意味する。さらに、本研究は、本理論により計測された非利用価値の実証的信頼性を検討するために、過去、非利用価値を計測することができるのはCVMのみであるというコンセンサスがあることから、CVMにより計測された非利用価値と比較することを試みる。

2. 理論モデルの構築

(1) 非利用価値の定式化

ここでは、Neillにより定式化された利用価値と非利用価値の考え方を示し、これらの概念の数学的定義を行う。いま、消費者は n 次元ベクトルの市場財 $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ と外生的に与えられる環境質 z の下で、費用最小化行動を行うものとする。ここで、市場財の価格ベクトルを $\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_n)$ としてWeak Integrabilityを仮定することにより $n-1$ 個の財の需要システムが推定可能であるとすると(1)式および(2)式のような最適化問題が定式化できる。

$$\min_{\mathbf{x}} \quad \mathbf{p}\mathbf{x} \quad \text{s.t.} \quad u^0 = u(\mathbf{x}, z) \quad (1)$$

$$x_n \equiv y - \sum_{i=1}^{n-1} p_i x_i \quad (2)$$

ここで、 $\mathbf{x}^h = (\mathbf{p}, z, u^0)$ はヒックスの補償需要(Hicksian Demands)ベクトルを意味している。また、これらの概念を支出関数(Expenditure Function)である $e(\cdot)$ を用いて表現すると $\mathbf{x}^h = \mathbf{x}^m(\mathbf{p}, z, e(\mathbf{p}, z, u^0))$ が成立する。ここで、 $\mathbf{x}^m(\mathbf{p}, z, e(\mathbf{p}, z, u^0))$ は、マーシャルの非補償需要関数を意味する。さらに、スルツキー方程式(Slutsky-Hicks Equation)を用いると、(3)式を得ることができる。(3)式の左辺は環境質の外生的供給量が需要に与える効果を示し、右辺第1項は補償需要に与える効果という意味で代替効果(Substitution Effect)と呼ばれている。これは、補償需要は価格の上昇による実質的な所得の減少を補い、効用水準を維持するために所得が与えられたときの需要を意味するからである。また、第2項は所得効果(Income Effect)と呼ばれている。

$$\partial \mathbf{x}_i^h / \partial z = \partial \mathbf{x}_i^m / \partial z - (\partial \mathbf{x}_i^h / \partial y) (\partial e(\cdot) / \partial z), \quad i=1, \dots, n \quad (3)$$

また、代替効果の価値の総和はゼロであるというスルツキー方程式の命題に注意すると、環境質の量的・質的に一単位変化した場合の代替効果は、(4)式で表現することができる。

$$\begin{aligned}\partial x_i^h / \partial z &= \partial x_i^m / \partial z + (\partial x_i^m / \partial y) (\partial e(\cdot) / \partial z), \quad i=1, \dots, n-1 \quad \text{and} \\ \partial x_n^h / \partial z &= (-\sum_{i=1}^{n-1} p_i \partial x_i^m / \partial z) + (1 - \sum_{i=1}^{n-1} p_i \partial x_i^m / \partial y) (\partial e(\cdot) / \partial z)\end{aligned}\quad (4)$$

Neill (1988)によれば $-\partial e(\cdot) / \partial z = \mu$ を環境質の量的・質的に変化した場合の Agent's Marginal Willingness to Pay (以下, AMWTP) と定義している。

$$\begin{aligned}\mu &= (\partial x_i^m / \partial z - \partial x_i^h / \partial z) / \partial x_i^m / \partial y, \quad i=1, \dots, n-1 \\ &= (-\sum_{i=1}^{n-1} p_i \partial x_i^m / \partial z - \partial x_n^h / \partial z) / (1 - \sum_{i=1}^{n-1} p_i \partial x_i^m / \partial y)\end{aligned}\quad (5)$$

(5)式において $\partial x_i^m / \partial z$ および $\partial x_i^m / \partial y$ は、市場で観察することが可能であるものの、 $\partial x_i^h / \partial z$ は市場では観察することができないことに注意されたい。すなわち、この定式化ではAMWTPは市場で観察することはできない。ここで、市場財はHicksの意味で中立的(Hicks Neutrality)であると仮定する。すなわち、補償需要 x_i^h は環境質の供給水準により変化しない(市場財は環境質の補完財でも代替財でもないという意味で中立)と仮定すると $\partial x_i^h / \partial z = 0$ が成立する。この仮定によって、(6)式が得られる。ここで、(6)式で表現されるAMWTPのすべての変数は、市場で観察することが可能であることに注意されたい。

$$\mu \equiv -\partial e(p, z, u^0) / \partial z = \frac{-\sum_{i=1}^{n-1} p_i \partial x_i^m(p, z, y) / \partial z}{1 - \sum_{i=1}^{n-1} p_i \partial x_i^m(p, z, y) / \partial y}\quad (6)$$

いま、外生的に供給される環境質の質的・量的供給水準が z^{wo} から z^w に変化する場合を考える。さらに、ある効用水準 u が所与である場合の最低必要所得を支出関数で表現すると、環境質の利用価値は(7)式、非利用価値の変化は(8)式で表現することができ、これらを合計することにより、環境質の総価値である(9)式を得ることができる。なお、この定義は、厚生経済学の補償的偏差(Compensating Variation, 以下, CVと略す)の概念に他ならない。

$$\text{Use Value} = [e(p^*, z^w, u^{wo}) - e(p^w, z^w, u^{wo})] - [e(p^{wo*}, z^{wo}, u^{wo}) - e(p^w, z^{wo}, u^{wo})]\quad (7)$$

$$\text{Non-use Value} = e(p^{wo*}, z^{wo}, u^{wo}) - e(p^{w*}, z^w, u^{wo})\quad (8)$$

$$\text{Total Value} = e(p^w, z^{wo}, u^{wo}) - e(p^w, z^w, u^{wo})\quad (9)$$

ここで、 p^* は補償需要を意味する所与の u に対して $x^h(p, z, u)$ がゼロとなるような最小価格ベクトルであり、(10)式の解である。このような価格はChoke Priceと呼ばれている。この定義は、任意の財 i に対して、 $\partial e(p^*(t), t, u) / \partial p_i = x_i^h(p_i, t, u) = 0$ が成立することを意味する。

$$p^* \equiv \min. [p \mid x^h(p, z, u) = 0]\quad (10)$$

$$\text{Non-use Value} = \int_{z^w}^{z^{wo}} \frac{\partial e(p^*(t), t, u)}{\partial t} dt = \int_{z^w}^{z^{wo}} \frac{\sum_{i=1}^{n-1} p_i^*(t) \partial x_i^m(p^*(t), t, y) / \partial z}{1 - \sum_{i=1}^{n-1} p_i^*(t) \partial x_i^m(p^*(t), t, y) / \partial y} dt\quad (11)$$

ここで、本研究でいう非利用価値を図的に表現したものが図-1である。いま、環境質が向上するというプロジェクトを想定する。まず、プロジェクトが実施される以前の場合には予算制約下の効用最大化問題から点Aにおいて均衡する。ここで、環境質が向上するというプロジェクトが実施された場合には、予算制約は変化しないものの、弱補完性を有する需要は変化するために均衡点は点Bに移動する。さらに、本研究における非利用価値の定義から、プロジェクトの有無比較における弱補完性を有する財の需要量 q^m がゼロとなる価格であるChoke Priceの差、すなわち、縦軸の垂直距離である点Cと点Dの差こそが非利用価値の貨幣換算値となる。

さらに、(6)式を用いて(8)式を積分形で表現すると(11)式を得ることができる。(11)式をみると、(11)式の右辺はすべてマーシャルの非補償需要関数で表現されていることが分かる。すなわち、市場財の補償需要 x_i^h は環境質の供給水準により変化しないというHicksの中立性を仮定し、さらに、補償需要を意味する $x^h(p, z,$

u)がゼロとなるような最小価格ベクトルであるChoke Priceを算出することができれば、環境質の非利用価値は、市場で観察可能であることを意味している。換言すれば、環境質と市場財の一部に弱補完性(Weak Complementarity)を有する財が存在するならば、弱補完性を有する財・サービスの市場を観察することによって環境質の非利用価値を評価することが可能であることを意味している。

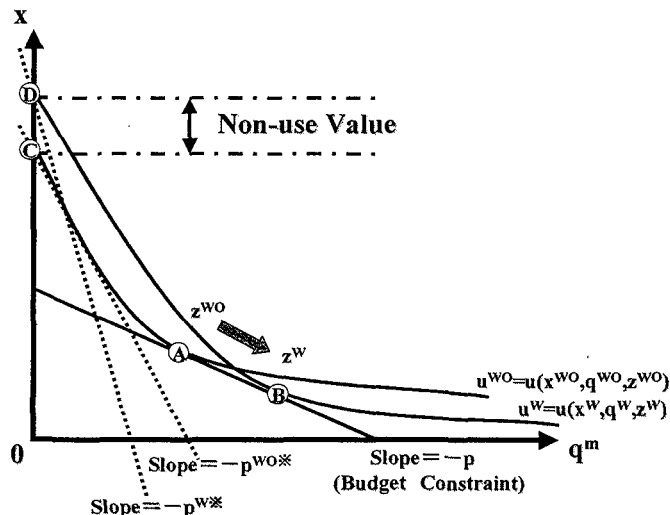


図-1 非利用価値の図的表現

(2) マーシャルの非補償需要関数の特定化と非利用価値

ここでは、実際的な環境質の整備として、河川の水質改善事業を例とした、非利用価値の評価モデルを定式化することを試みる。例えば、市場で観察できる需要としては、河川の水質改善がなされた場合に考えられる釣り行動の需要量の増加を考えれば理解し易いであろう。なお、ここでは、家計内生産モデル(Household Production Model)の概念を導入する。

いま、世帯は、予算制約式の制約下で(12)式のような効用最大化行動を行うものとする。

$$\begin{aligned} \max_{x, q} \quad & u(x, q, z) = u[f(x, q), z] \\ \text{s.t.} \quad & y = x + pq \end{aligned} \quad (12)$$

ここで、 p は河川までの単位当たりアクセス費用、 q は釣り行動量を示す。なお、 $f(x, q)$ は、釣り行動量と合成財との弱補完性を意味する家計内生産関数であり、 $df(x, q) = 0$ とする。

この最適化問題を解くと、環境質の供給水準に依存した市場財の需要関数 $x^m = x(p, z, y)$ 、および釣り行動需要関数 $q^m = q(p, z, y)$ が得られる。ここで、釣り行動需要関数として以下を特定化する。

$$\ln q^m = \alpha + \beta p + \gamma z + \delta y \quad (13)$$

ある価格変化に対して所与の効用水準 u に留まることを想定すると、間接効用関数 $V(\cdot)$ は $V(p(t), z(t), y(t), f(p(t), z(t), y(t))) = u$ が成立する必要がある。したがって、当初の無差別曲線に留まるために、価格変化の経路に沿って次式が成立しなければならない。

$$\frac{\partial V}{\partial p} dp + \frac{\partial V}{\partial y} dy + \frac{\partial V}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial p} dp + \frac{\partial V}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial y} dy = 0 \quad (14)$$

さらに、ロアの恒等式(Roy's Identity)を用いると、(15)式を導くことができる。

$$dy/dp = q^m = \exp(\alpha + \beta p + \gamma z + \delta y) \quad (15)$$

この常微分方程式を解くと、(16)式が得られる。ここで、Cは積分定数である。

$$y = -\frac{1}{\delta} \left(\alpha + \gamma z + \ln \left(-\frac{\exp(\beta p) \cdot \delta - C}{\beta} \right) \right) \quad (16)$$

さらに、LaFrance(1985)による疑似的支出関数(Quasi-expenditure Function)の概念を導入すると、積分定数Cは間接効用水準を示す u^0 を意味していることになり、(17)式を導くことができる。

$$e(p, z, u) = -\frac{1}{\delta} \left(\alpha + \gamma z + \ln \left(-\frac{\exp(\beta p) \cdot \delta - u}{\beta} \right) \right) \quad (17)$$

この時、理論的背景にある釣り行動の補償需要関数は、シェファードの補題から(18)式が導かれる。さらに、このモデルにおけるChoke Priceである p^* は(19)式となり、無限大であることが分かる。

$$q^h(p, z, u) = -\frac{\exp(\beta p) \cdot \beta}{\exp(\beta p) \cdot \delta - u} \quad (18)$$

$$p^*(z, u) = -\frac{\infty}{\beta} \quad (19)$$

ここで、(12)式で定式化したモデルでは釣り需要の費用 p およびニューメレールのみが価格変数であるため、(11)式における消費財の価格ベクトルを2次元ベクトル($n=2$)として書き改めると(20)式となる。さらに、(20)式を変形すると(21)式を導くことができ、(19)式よりChoke Priceである p^* が無限大であることから(21)式の分母の第1項はゼロに近似するため(22)式を得ることができる。

$$\text{Non-use Value} = \int_{z^w}^{z^{wo}} \frac{p^*(t) \partial q^m(p^*(t), t, y) / \partial z}{1 - p^*(t) \partial q^m(p^*(t), t, y) / \partial y} dt \quad (20)$$

$$= \int_{z^w}^{z^{wo}} \frac{\partial q^m(p^*(t), t, y) / \partial z}{(1/p^*(t)) - \partial q^m(p^*(t), t, y) / \partial y} dt \quad (21)$$

$$= \int_{z^w}^{z^{wo}} \left(-\frac{\gamma}{\delta} \right) dt = -\frac{\gamma}{\delta} (z^w - z^{wo}) \quad (22)$$

(22)式の意味している点は、本稿で主張しているように、河川の水質改善事業がもたらす非利用価値は、直接的に観察可能な河川利用者の需要関数を推定することにより評価が可能であるということである。

3. 非利用価値計測のための調査設計と調査概要

本研究では、定式化した理論モデルによる非利用価値の計測可能性とその計測精度を検討するために、2種類の実態調査を実施した。まず、その第1は、本研究において定式化した非利用価値を計測するための顕示選好調査であり、第2は、CVMによって非利用価値を計測するために必要な表明選好調査である。ここでは、調査票の設計と調査概要について述べる。

(1) 顕示選好調査

① 財の定義

本研究において分析対象財とした環境質は、広瀬川の水質とした。広瀬川は、仙台市の最西部に位置する関山峠に端を発し、中・下流域は仙台市の都市部を流れ、関上港手前で名取川に合流する一級河川である。また、広瀬川は、都市部を流れる河川としては唯一名水百選に選ばれており、現在も清流を保っていることで知られている。しかし、30余年ほど前は濁度・臭度が高く非常に汚い河川であったが、下水処理施設により、現在のような清流となったと言われている。

② 母集団の設定

本研究において評価対象とする母集団、すなわちアンケート調査の被験者は、仙台市に居住する世帯とし

た。これは、平成4年仙台都市圏パーソントリップ調査の私事目的交通の行動圏域をみると、その80%が仙台市内で閉じているという結果に基づいている。さらに、本研究では、母集団を上記のように設定したため、調査対象範囲が広範となるため、調査を郵送配布郵送回収とした。

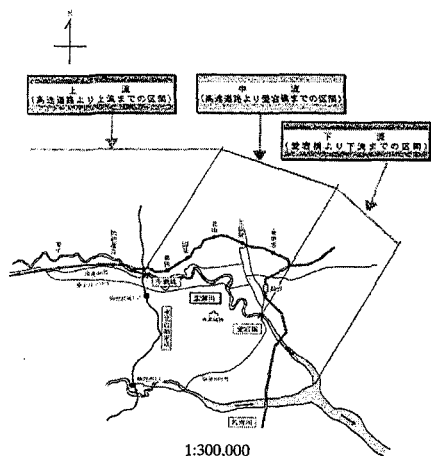


図-2 調査対象地域

③質問形態

本研究における顕示選好調査は、広瀬川の利用実態を調査したものであり、(13)式のように特定化したマーシャルの非補償需要関数を推定するための調査である。本研究では、広瀬川の利用目的として、「水遊び」、「町内会活動による利用」および「釣り」といった利用目的別に、利用の際に用いた交通機関、同伴者数、訪問回数および利用した具体的場所を設問として設定した。さらに、自宅から広瀬川の距離および世帯の年収等の世帯属性を設問として設定している。なお、利用した具体的場所については、河川は線的に広範な地域を対象とするため、利用者毎に多様な箇所において利用されていることが想定されるものの、地点毎の水質データの制約から図-2に示すように上流、中流および下流の3エリアに分類した。

(2) 表明選好調査

①財の定義と母集団

本研究における表明選好調査は、財の定義および母集団とも顕示選好調査と同一とした。すなわち、本研究では、一つの調査票に顕示選好と表明選好の2つの質問を同時に行うものとした。このことにより、本調査は、同一被験者による回答が得られることから、CVMにおいて問題となる被験者のFree Rider的な意識を検討することが可能となる。

②支払形態

CVMの既存研究では、支払形態はCVMの結果に大きな影響を与えることが指摘されており、さらに、支払形態の決定基準としては、実際の支払形態としての現実性および調査票設計者の意図を排除するような中立性が重要であると指摘している。また、本研究が対象としている公共事業に対する支払については、支払抵抗(Protest No)が多いことから、ここでは、被験者に以下のような状況を想定することにより負担金方式による支払意志額(Willingness to Pay, 以下、WTPと略す)を調査するものとした。調査票では、まず、仮想的に水質が悪化した状況を仮定し、これに対する水質改善事業を進める計画が提案されている。このような環境改善の場合には、WTPは厚生経済学的概念であるCVであることから、本研究で定式化した理論モデルにおける非利用価値の定式化の概念と同一であり、各々の計測値は比較対象となるものと考えられる。

③質問方法

本研究における質問方法は、予算制約の効用最大化行動を仮定しているため、Closed-endタイプの質問法として一対比較質問法(Dichotomous Choice)を採用した。すなわち、被験者に対して、図-3を提示したうえで、「もし、みなさんのお宅で毎年〇〇〇円の負担となった場合、水質をきれいにする計画に賛成しますか?」という質問に対して提示金額を変化させて多段階に渡り質問するという方法である。なお、本研究における提示金額は、「0円、200円、500円、1,000円、3,000円、5,000円、10,000円、20,000円、30,000円、50,000円」の10段階を設定した。

さらに、調査票は、回答者が広瀬川の非利用価値のみに対して支払意志額を表明できるようにするため、利用することを前提とせず金額を回答するよう注意書きが加筆されていることに注意されたい。

(3) 調査概要

本研究では、平成4年仙台都市圏パーソントリップ調査の大ゾーン別の人口比率を用いて、大ゾーン別に無作為抽出によりサンプリングを行った。これらの概要を表-1に示す。

さらに、有効回答が得られた506世帯について、年収および家族人数の分布を検証した結果、仙台市全体の分布と同様であり、今回のアンケート調査は歪んだサンプリングではないものと推測される。なお、紙面の関係上、世帯の属性等に関するクロス集計表は割愛した。

表-1 アンケート調査結果

アンケート票配布数	アンケート票回答数	有効回答数
991	513 (回答率:51.8%)	506 (有効回答率:51.1%)

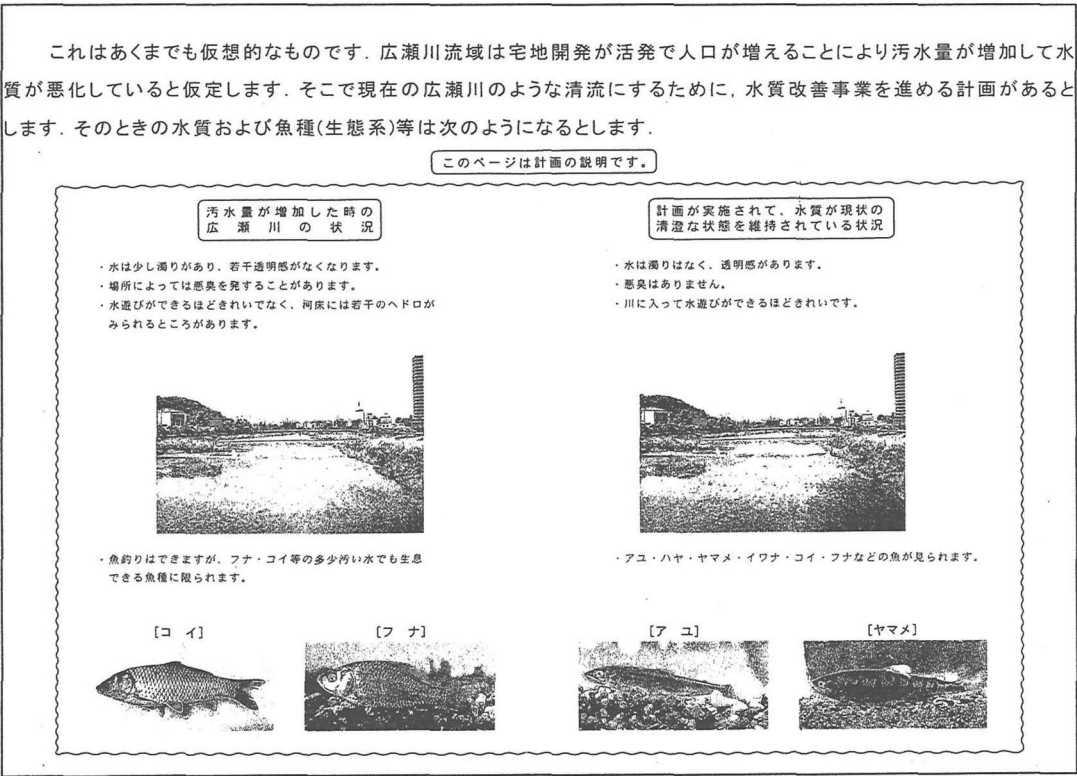


図-3 調査票の概要(実物はカラー)

4. データの作成と構造推定

(1) データの作成

① アクセス費用(p)の設定

本研究では、広瀬川へのアクセス費用として走行経費や公共交通機関の料金等の直接的経費以外に機会費用を含めた一般化費用の概念を用いることとした。なお、広瀬川利用者iの一般化費用は一般に(23)式で表現することができる。

$$p(\text{一般化費用}) = C_s(\text{料金あるいは走行費用}) + t_s(\text{所要時間}) \times w(\text{時間価値}) \quad (23)$$

なお、ここでの前提は、広瀬川を利用するにあたり入場料や漁業権等の料金は存在しないものとし、時間価値は40.0(円/分)を用いるものとした。また、本研究で用いた調査票では、「自宅から広瀬川の距離(カテゴリー・データ)」という設問しか設定していないために、所要時間の情報が得られていない。そこで、本研究では、自宅と広瀬川の距離というカテゴリー・データを表-2のように設定し、「自宅から広瀬川の距離が1Km以上」と回答しているデータについては、仙台都市圏パーソン・トリップ調査による交通手段別平均トリップ長を用いてその値を代替した。さらに、交通手段別の平均走行速度、交通手段別燃費および単位走行費用を設定することにより、一般化費用の算出が可能となる。

表-2 自宅と広瀬川までの距離の設定方法

広瀬川までの距離 (カテゴリー・データ)	100m以内	100m ～200m	200m ～500m	500m ～1Km	1Km以上	
					交通手段	平均トリップ長
本研究において 設定した距離データ	50m	150m	350m	750m	徒 歩	1,500m
					自 転 車	3,000m
					自 動 車	10,000m
					バ イ ク	5,000m
					バ ス	5,000m

表-3 水質レベルの設定

エリア	BOD値(mg/l)
上 流	0.8
中 流	1.0
下 流	1.3

②環境水準(z)の設定

本研究では、広瀬川の水質改善事業による広瀬川の非利用価値を計測するため、目的別利用量、すなわち、仙台市民が広瀬川を利用するというレクリエーション需要は、広瀬川の環境水準によって変化するものと仮定した。一般に、河川の環境水準を示す指標は、いくつか存在するものの、本研究では水質レベルを示す指標であるBOD(mg/l)を採用するものとした。ここで、BOD(Biochemical Oxygen Demand: 生物化学的酸素要求量)とは、水中の有機物量を表す指標

の1つであり、生活排水、または工場排水等により汚染された水質では高い値を示す。このため、本研究では、世帯はBODの低い水質をより好むものと考えたこととした。なお、本研究で用いたエリア別のBODを表-3に示す。

(2)構造推定

①顕示選好モデルの構造推定

(1)で作成したデータを用いて、(13)式の構造推定を行う。なお、有効回答数は506票であったが、これらの中には顕示選好分析のために必要な項目が無記入のものがあったため、構造推定に用いたサンプル数は202となっている。ここでは、記号法と変数を明確にするために再記するものとする。さらに、本研究では、広瀬川の利用目的を3分類としているため、これら利用目的別の需要の差を明示的に表現するために、目的別ダミーを設定した。この構造推定結果を表-4に示す。この構造推定結果をみると、 δ および γ は十分な統計的有意性を示しておらず、統計的適合度は必ずしも高いとは言えないものの、いずれのパラメータも有意水準90%程度を有しており、本研究ではこの推定結果を採用するものとした。なお、河川のレクリエーション需要は、水質のみならず堤防等の整備状況、および地形にも大きく依存するものと考えられるが、本研究では水質をこれら状況の総合指標と解釈せざるを得なかった。この問題については、本研究における

実証分析の大きな課題であることは言うまでもない。

$$\ln q^m = \alpha + \beta p + \gamma z + \delta y + \varepsilon \text{Dum}_p + \zeta \text{Dum}_r \quad (24)$$

ここに、 q^m ：広瀬川へのレクリエーション需要量(回/世帯・年)

p ：広瀬川へのアクセスに要する一般化費用(円/世帯・回)

z ：広瀬川の水質レベル(BOD(mg/l))

y ：世帯の年間所得(円/世帯・年)

Dum_p ：町内会活動利用ダミー(町内会活動利用の場合は1，その他目的は0)

Dum_r ：釣り目的ダミー(釣り目的利用の場合は1，その他目的は0)

②表明選好モデルの構造推定

3. で述べたように、本研究におけるCVMの質問方法は、世帯の予算制約下における効用最大化行動を仮定しているために、理論に整合的な調査方法であると考えられる一対比較法を採用している。この際、本研究においてWTPを算出する方法は、ランダム効用理論に基づくLogit Modelによる推定方法である。

そこで、本研究では、世帯の効用関数 $u(j, y; s)$ は、水質改善を望むか否か $j(j=1:\text{Yes}, j=2:\text{No})$ ，所得 y ，その他の観察可能な個人属性ベクトル s で構成されているものとする。したがって、個人の効用関数は(25)式で表現される。

$$u \equiv u(j, y; s) \quad (25)$$

この前提の下で、ランダム効用理論を適用する。すなわち、各々の式の確定値を $v(\cdot)$ で表現すると(26)式のように表現することができる。なお、 ε_j は平均0のランダム項を示す。

$$u(j, y; s) = v(j, y; s) + \varepsilon_j, j=1,2 \quad (26)$$

ここで、仮に水質改善にA円の価値があるとしたならば、(27)式の場合には改善を望み、そうでない場合には整備を拒絶するであろう。

$$v(1, y-A; s) + \varepsilon_1 \geq v(2, y; s) + \varepsilon_2 \quad (27)$$

さらに、確率分布を与え、個人の効用最大化行動を仮定すると、(28)および(29)式が導かれる。

$$P_1 \equiv \text{Prob.}[v(1, y-A; s) + \varepsilon_1 \geq v(2, y; s) + \varepsilon_2] \quad (28)$$

$$P_2 \equiv 1 - P_1 \quad (29)$$

また、 $\eta \equiv \varepsilon_2 - \varepsilon_1$ とし、確率分布関数を $F_\eta(\cdot)$ とすると、(30)式が導かれる。

$$P_1 = F_\eta(\Delta v), \Delta v \equiv v(2, y; s) - v(1, y-A; s) \quad (30)$$

ここで、確率分布として一般的なLogistic曲線を考えると、(31)式となる。

$$P_1 = F_\eta(\Delta v) = (1 + \exp(\Delta v))^{-1} \quad (31)$$

(31)式および(32)式は、被験者が環境質の整備を望む確率を示している。

$$\text{Prob. (Yes)} = (1 + \exp(\Delta v))^{-1}$$

$$\Delta v = v(\text{No}) - v(\text{Yes}) \quad (32)$$

ここで、 $v(1, y-A; s) = \alpha_1 + \beta(y-A)$ および $v(2, y; s) = \alpha_2 + \beta y$ とすると、 $\Delta v = (\alpha_2 - \alpha_1) - \beta A$ が成立する。さらに、 $\Delta v = \alpha - \beta A$ として、(31)式を推定すれば良いことになる。その構造推定結果を表-5に示す。なお、本研究で行った表明選好調査は、多段階一対比較質問法を採用しており、提示金額は10段階に変化させてある。すなわち、1人の被験者に対して10個の質問が用意されているため、サンプル数は5,060となっている。この構造推定結果をみると、統計的適合度は良好であると判断される。

5. 非利用価値の計測

本研究の第1の目的は、顕示選好データのみを用いて環境質の非利用価値を定量的に計測することである。さらに、その計測値を表明選好モデルによる計測値と比較することが第2の目的である。ここで、重要な点

表－４ 顕示選好モデルの構造推定結果

Parameters	Estimates (t-value)
α	3.825 (5.6)
β	-4.21×10^{-4} (-2.5)
γ	-2.280 (-4.0)
δ	3.6×10^{-3} (1.8)
ε	-0.645 (-2.8)
ζ	0.526 (1.6)
N. of Samples	202
Adj.-R Square	0.421

表－５ 表明選好モデルの構造推定結果

Parameters	Estimates (t-value)
α	1.104 (21.4)
β	4.0×10^{-4} (23.1)
N. of Samples	5,000
-2 Log Likelihood	6,539.9
Hit Ratio (%)	86.3

は、顕示選好モデルおよび表明選好モデルの構造推定が終了した段階では、顕示選好モデルは、個人の選好が外挿可能な範囲という意味において基本的に如何なる政策変数の外的変化にも対応可能であるにも関わらず、表明選好モデルは政策のWith/Withoutを提示した上での回答値に基づいているため、政策は固定である。したがって、本研究の第２の目的を鑑みれば、表明選好モデルにおいて前提とした政策を基準として両者の計測値を比較しなければならない。そこで、本研究では図－３に示した水質改善事業のWith/Withoutの両状況についてこれらの水質レベルはどの程度であるかを専門家にヒアリングするものとした。その結果、水質レベルが改善した場合はBOD:1.0(mg/l)程度であり、悪化した場合(仮想的に現在の状況)はBOD:5.0(mg/l)程度であるとのコメントを受け、本研究における水質改善事業の政策変数は「BOD:5.0(mg/l)からBOD:1.0(mg/l)への変化」とした。

なお、本研究においては、このように設定された政策変数の下で顕示選好分析を行うため、水質に関して外挿可能であるという強い仮定をおいていることには注意されたい。

(１) 顕示選好モデルによる非利用価値

顕示選好モデルによる非利用価値は、(22)式に表－４に示した構造推定結果で得られたパラメータを代入すればよい。その結果、顕示選好モデルによる非利用価値は年間世帯当たり2,500円と計測された。

$$\begin{aligned}
 \text{Non-use Value} &= \int_{z^w}^{z^{wo}} \left(-\frac{\gamma}{\delta} \right) dz = \frac{\gamma}{\delta} (z^w - z^{wo}) \\
 &= -2.280 / (3.6 \times 10^{-3}) \times (1.0 - 5.0) \\
 &= 2,533 \approx 2,500 (\text{円/世帯} \cdot \text{年})
 \end{aligned} \tag{33}$$

(２) 表明選好モデルによる非利用価値

一方、表明選好モデルによる非利用価値は、表－５に示した構造推定結果で得られたパラメータを(34)式および(35)式に代入することにより、各々、WTP平均値およびWTP中央値を得ることができる。この結果、表明選好モデルによる非利用価値は、平均値で年間世帯当たり3,500円および中央値で年間世帯当たり2,800円と計測された。一般に表明選好モデル、すなわち、CVMにおけるWTPの分布型は正規分布ではなく、下方に歪む分布型を有するため、中央値よりも平均値の方が大きな値を示すという傾向が現れていると言えよう。

$$\text{Mean WTP} \equiv E[\text{WTP}] = -\frac{1}{\beta} \ln[1 + \exp \alpha] = 3,476 \approx 3,500 (\text{円/世帯} \cdot \text{年}) \tag{34}$$

$$\text{Median WTP} = \alpha / \beta = 2,760 \div 2,800 (\text{円/世帯・年}) \quad (35)$$

(3) 顕示選好モデルと表明選好モデルによる非利用価値の比較

円/世帯・年

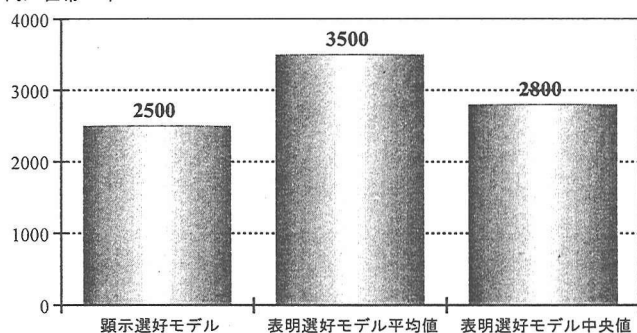


図-4 計測された非利用価値の比較

本研究では、顕示選好モデルと表明選好モデルを用いて、非利用価値を計測した。それらを計量的に比較したものが図-4である。これを見ると、何れの計測値もオーダー的に一致していることは極めて興味深い。

個別計測値を比較するうえで、まず、表明選好モデルから計測された非利用価値として、平均値を採用するか中央値を採用するかという問題がある。これに対して、本研究では、まず、便益評価とい

う立場からでは平均値を用いるべきであり、一方、実際に負担金を徴収して水質改善事業を実施するという意味での住民投票であるならば、公共財の供給ルールの一つである中位投票ルール (Median Voting Rule) に基づき、中央値を採用すべきであると考えられる。したがって、本稿の目的を勘案するならば、ここでは表明選好モデルから算出された非利用価値は平均値を用いるべきであろう。ここで、顕示選好モデルと表明選好モデル平均値を比較すると表明選好モデルで計測された非利用価値は、顕示選好モデルの計測値に対して、1.4倍という大きな値を示していることが分かる。このことは、Schulzeら (1996) の研究成果と一致した傾向を見せており、SchulzeらはCVMの調査結果と実際の支払額を比較し、これら両者の乖離度の範囲は0.8~9.1であり、平均値としてCVMの結果は現実値の2.34倍であったとしている。すなわち、表明選好モデルは過大評価傾向にあるという解釈が可能となる。

しかし、上記のような解釈は必ずしも正確でない場合が存在する。すなわち、表明選好調査において被験者は図-3に示した水質改善事業のWith/Withoutの両状況について、本研究で想定した水質改善事業が「BOD:5.0 (mg/l) からBOD:1.0 (mg/l) への変化」であるということを理解し得たか否かという問題が残されており、この問題については、実証分析の蓄積により明確にしていきたい。

6. おわりに

本研究は、これまで環境質の非利用価値を計測することができる便益評価手法は、SPデータに依拠したCVMのみであるというコンセンサスに対して、RPデータのみで環境質の非利用価値が計測可能な理論を提示し、実証的にも適用可能であることを示した。さらに、同一の分析対象財に対してCVMを適用し、SPデータで計測された非利用価値とRPデータで計測された非利用価値を定量的に比較した。その結果、計測された非利用価値のオーダーは同一であるものの、若干ではあるが、SPデータを用いたCVMによる計測結果の方が大きな値を示したことは興味深い。

Arrowら (1993) によるNOAAレポートでは、「CVMを自然資源損害評価の手法として認める」との記述があるものの、実際にCVMを適用する際には膨大な時間と費用をかける必要性が説かれており、実務的、或いは、政策的に適用するためには、極めて厳しい制約条件が課せられていると言っても過言ではない。これに対して、本研究の知見は、詳細な実態調査を実施することにより、環境質の非利用価値を計測できることを意味しており、実務的に有益な情報を与えたものと判断される。

一方、本研究で残された課題としては、第1に、マーシャルの非補償需要関数の特定化の際に発生する恣意性の問題であり、この点が非利用価値の計測結果に及ぼす影響については、さらなる検証が必要である。

第2に、本稿では対象としなかった問題として、環境質を利用している際の時間、すなわち、滞在時間等を如何に理論モデルに内生化するかという課題も残されている。

【参考文献】

Arrow,K., Solow,R., Portney,P.R., Leamer,E.E., Rander,R. and Schuman,H. (1993) : Report of NOAA Panel on Contingent Valuation, 58 Federal Register 4601.

道路投資の評価に関する指針検討委員会 (1998) : 道路投資の評価に関する指針 (案), 財団法人 日本総合研究所, pp.1-176.

林山泰久 (1998) : 非市場財の存在価値, 土木計画学研究・講演集, No.21 (2), 招待論文, pp.35-48.

Krutilla,J.V. (1967) : Conservation Reconsidered, American Economic Review, Vol.57, pp.777-786.

LaFrance,J.T. (1985) : Linear Demand Function in Theory and Practice, Journal of Economic Theory, No.37, pp.147-166.

Larson,D.M. (1992) : Further Results on Willingness to Pay for Nonmarket Goods, Journal of Environmental Economics and Management, No.23, pp.101-122.

Neill,J.R. (1988) : Another Theorem on Using Market Demands to Determine Willingness to Pay for Non-traded Goods, Journal of Environmental Economics and Management, No.15, pp.224-232.

Schulze,W., McClelland,G.D.W. and Lazo,J. (1996) : Sources of Bias in Contingent Valuation, in The Contingent Valuation of Environmental Resources, eds., Bjornstad,D.J. and Kahn,J.R., Edward Elgar, pp.97-116.