

CVMによる河川環境整備事業の便益評価—WTPとWTWの比較—*

Benefit Evaluation of River Environmental Improvement Project by CVM - A Comparison between WTP and WTW -

大野栄治**
by Eiji OHNO

1. はじめに

近年、公共事業の費用便益分析において環境変化による便益あるいは被害額を計測する際に、直接支出法、旅行費用法、ヘドニック価格法、仮想市場評価法、コンジョイント分析などの適用が試みられているが、特に仮想市場評価法(CVM: contingent valuation method)がしばしば用いられている。CVMでは、環境変化に対する人々の支払意思額(WTP: willingness to pay)あるいは受取補償額(WTA: willingness to accept compensation)を直接質問することによって環境変化の金銭評価を行なうが、早くから質問の仕方によって評価額が変動するというバイアス問題が指摘されている¹⁾。そして、様々なバイアスを回避するための調査方法や分析方法の開発に多くの力が注がれてきた。

著者の経験によると、特に支払手段バイアスが顕著である。具体的には、WTPを聞くこと自体に対する拒否反応が消極的な反応(0回答あるいは無記入)だけでなく積極的な反応(アンケート票への抗議文の記入あるいは新聞への投書)として顕在化しており、WTP(あるいはWTA)に代わる新たな支払形式の提案が必要であると思われる。

一方、1995年に発生した阪神・淡路大震災や1997年に発生したロシア国籍タンカー・ナホトカ号重油流出事故における災害復旧の場面において、被災地に対して全国各地から救援物資や義援金が送られるとともに、多くのボランティアが集まった。これは、協力(willingness)の形態として金銭(pay)だけではなく労働(work)もあることを示唆している。

本研究では、CVMにおいてWTPに代わる新たな支払形式が必要であるとの問題意識より、著者²⁾が発展途上国における公共事業の便益評価のために提案した奉仕労働量(WTW: willingness to work)による評価方法を採用する。そして、北海道静内町を流れる古川の河川環境整備事業の便益評価を通じて、新たに提案したWTWの分布特性と従来のWTPの分布特性を比較することから、WTWによる便益評価の優位性を示す。

2. 環境変化による便益の定義³⁾

WTPとWTWの経済学的意味を理解するために、次のような消費者行動(所得制約・時間制約付き効用最大化行動)を考える。

$$\max_{\ell, x, y, z} u[x, y, z; \varepsilon] \quad (1.a)$$

$$s.t. \quad px + y \leq w\ell \quad (1.b)$$

$$\ell + z = T \quad (1.c)$$

ここで、 $u[\bullet]$: 効用関数

ℓ : 労働時間

x : 価格 p の財の消費量

y : ニューメレール財の消費量

z : 余暇時間

ε : 環境水準

p : 財 x の価格

w : 賃金率

T : 総時間

式(1.b)は所得制約、式(1.c)は時間制約を表すが、これらより労働時間 ℓ を消去して1つの制約式とすることができる。

$$s.t. \quad px + y \leq w(T - z) \quad (1.d)$$

式(1.a)(1.d)の効用最大化問題を解くと、最大効用は次のような間接効用関数で与えられる。

$$v = v[p, w, wT; \varepsilon] \quad (2)$$

次に、環境改善($\varepsilon^a \rightarrow \varepsilon^b$)によって効用水準が上昇する場合($v^a \rightarrow v^b$)を考えると、その環境改善は補償的偏差(CV: compensating variation)の概念より次式のWTPで金銭評価される。

$$v[p^a, w^a, w^a T; \varepsilon^a] = v[p^b, w^b, w^b T - WTP; \varepsilon^b] \quad (3)$$

一方、金銭ではなく労働による支払いを考えると、その環境改善は次式のWTWで評価される。

* キーワード: 公共事業評価法, 整備効果計測法, 意識調査分析

**正員, 博士(工学), 名城大学都市情報学部

(〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘 4-3-3 Tel&Fax.0574-69-0132)

$$v[p^a, w^a, w^a T; \varepsilon^a] = v[p^b, w^b, w^b (T - WTW); \varepsilon^b] \tag{4}$$

したがって、次の関係式が成り立つ。

$$\begin{aligned} v^a &= v[p^b, w^b, w^b T - WTP; \varepsilon^b] \\ &= v[p^b, w^b, w^b (T - WTW); \varepsilon^b] \end{aligned} \tag{5}$$

このとき、式(5)が成立する十分条件として次の関係式が成り立つ。

$$WTP = w^b \times WTW \tag{6}$$

式(6)は、ボランティア（労働による援助）の消費時間を賃金率で貨幣換算したものと金銭による援助が等しくなることを示している。本研究では、WTW に賃金率を掛けたものと WTP が同義であるとの考え方に基づいて、両者による便益評価の違いを比較・検討する。

3. CVM 調査の概要

(1)評価対象

本研究は北海道静内町を流れる古川の河川環境整備事業を評価対象とした。静内町は北海道日高管内のほぼ中央に位置し（図 1）、当該地域の中核都市として経済・文化の中核的な役割を果たしている。



図 1 古川（北海道静内町）の位置

古川の現状	目指している「川づくり」の姿とおもな効果
○川の水が少ない（市街部の干潮時水深が 0～10cm 程度）。 ○水が汚れている（水浴が困難）。 ○嫌なにおいが発生する時期や場所がある。	○川の水の量が増える（市街部の干潮時水深が 30cm 程度）。 ○水がきれいになる（エビ取りや川に足を浸す等のレクリエーションが可能）。 ○嫌なにおいが少なくなる。
○川中の植物生息範囲が狭く、魚の種類・数が少ない（コイ・フナ・ドジョウ・ウグイ等が生息しているが、ウグイ等の産卵には不適当）。	○川中の植物生息範囲が広がり、多様な魚種・草食性鳥類の生息が可能になる（水温等に問題はあるものの、アユ・ヤマメ・サケ等が適応できる程度にきれい）。
○川の周辺に樹木等の緑が少なく、景観に潤いが感じられない。	○川の周辺に樹木・草地・芝生・花壇・散策路が整備され、季節折々の風景が楽しめるようになる。
○川に近づきにくく、水に親しむことができない。 ○平坦で変化のない流れになっている。	○川に近づきやすくなり、水に触れることができる。 ○瀬や淵ができ、多様な流れになる。

図 2 古川の現状と「川づくり」の概要

古川はこのような静内町の市街地を貫流する静内川の支流であり、流域面積 5.71km^2 、流路延長 5.1km^2 の小河川である。また、生活環境に密着しており、人々にとって身近な川である。しかし、古川では幾度も氾濫が繰り返されており、それに加えて次のような環境問題が指摘されている。

- ①緑が少ない
- ②動植物の生息・生育範囲が限られている
- ③生活排水等により水質が悪化している
- ④平瀬化していて流れに変化がない
- ⑤河川空間にゆとりがない

静内町では、過去の氾濫を契機とした治水計画の見直しに合わせ、水辺環境の向上を目指して「緑の充実」「生態系への配慮」「水質の改善」「景観への配慮」「親水性の確保」を基本方針とした「ふるさとの川整備計画」を策定し、静内町の顔としてふさわしい川づくりが進められている（図2）。

本研究では、「ふるさとの川整備計画」によって改善される古川の水辺環境のうちで（水量および水質による部分を除く）水辺空間の改善を対象として、その経済価値を CVM で計測する。

(2)調査票の設計

質問票には、古川に対する利用状況・イメージ・満足感のほかに、古川の河川環境整備事業の実施に対する WTP および当該事業の中止を補填する WTW を知るために、図3および図4に示すシナリオを提示した。

ここで、WTP が二段階二項選択（ダブルバウンド）方式、WTW が自由回答方式ということで、両者の質問方式が異なっている。本来は両者を統一して、個人レベルで WTP と WTW の関係を分析できるようにするのが望ましい。しかし、両者を自由回答方式に統一すると、バイアス問題が懸念される。これを避けるために両者をダブルバウンド方式に統一すると、調査票が煩雑になって回答拒否や無責任回答が懸念される。一方、古川周辺では一部（10～20%）の地域住民による緑化活動や清掃活動が実際に個別に年数回ほど行なわれているため、自由回答方式による WTW のバイアスは WTP の質問で懸念されているような種々のバイアスに比べて十分に小さいと考えられる。そこで、本調査ではバイアス問題の回避と回答拒否の回避を優先して、WTP をダブルバウンド方式、WTW を自由回答方式とした。

(3)プレ調査の実施

1999 年 9 月上旬に郵送方式でプレ調査を実施した。配布数は 900 票（静内町、新冠町、門別町に各 300 票）、回収数は 223 票、回収率は 24.8%であった。プレ調査では、本調査の範囲と本調査の WTP に関する質問（ダブルバウンド方式）で提示する金額を検討することを主な

参考資料（図2）で説明したような「川づくり」は、実際には税金で行なわれますが、仮に、住民の負担（毎年）によって行なうと想定してお答え下さい。このような「川づくり」のために1世帯当たりのご負担が年間 2,000 円だけ増えるとします。あなたはこの計画に賛成ですか、それとも反対ですか。あてはまるものを1つに○を付けて下さい。なお、この負担額だけ、あなたの家計が購入できる別の商品やサービスが減ることを十分考慮してお答えください。

1)賛成 2)反対 3)わからない

補問1. 主問で「賛成」と答えた方にお伺いします。もし、年間 3,000 円だけ増えるとする案が示されたら、あなたはこの計画に賛成ですか、それとも反対ですか。

1)賛成 2)反対

補問2. 主問で「反対」と答えた方にお伺いします。もし、年間 1,000 円だけ増えるとする案が示されたら、あなたはこの計画に賛成ですか、それとも反対ですか。

1)賛成 2)反対

図3 WTPに関する質問（ダブルバウンド方式）

仮に、北海道などの公的機関が財政難などの理由で古川をきれいにすることができなくなった場合、あなたあるいはご家族の誰かが「古川をきれいにするための清掃活動などの奉仕活動」をどの程度まで行なってもよいとお考えですか。数字を記入して下さい。なお、行ないたくない方は0を記入して下さい。

家族合計で、

（1年間に____回程度、1回当たり____分程度）

図4 WTWに関する質問（自由回答方式）

目的とした。

その結果、3町（太平洋に面して静内町→新冠町→門別町の順に位置する）における評価値に有意な差が見られなかったことから、本調査では静内町のみ配布することとした。また、WTP を支払いカード方式で質問したところ、有効回答における最大支払意思額が 20,000 円、中央値が 1,227 円、平均値が 2,611 円であったことから、本調査の WTP に関する質問では 200, 500, 1,000, 2,000, 3,000, 5,000, 10,000, 20,000, 30,000 円を組み合わせ提示することとした。

一方、プレ調査における WTP と WTW に関する質問の抵抗回答について、0 回答が WTP : 16%, WTW : 16%（全く同じ）、無記入が WTP : 27%, WTW : 38%であった。WTW は、WTP への抵抗回答に対処するための対案として採用された支払手段であるが、この結果を見る限りにおいて WTP より不利であるかも知れない。

(4)本調査の実施

1999 年 11 月中旬に古川周辺（静内町）の 360 世帯を訪問して、面接方式の CVM 調査を実施した。調査対象者は基本的に世帯主であることと、調査対象者の在宅可能性の問題により、被験者は中高年層に偏っていた（10 歳代：0.6%，20 歳代：9.2%，30 歳代：14.4%，40 歳代：20.3%，50 歳代：17.5%，60 歳以上：38.1%）。

4. 河川環境整備に対する住民意識

本論に入る前に、アンケート調査から読み取れる河川環境整備に対する住民意識について述べる。まず、一般論としての河川環境整備事業について、住民は次のように考えている。

- | | |
|-------------------|---------|
| ①最優先で実施すべき | … 24.7% |
| ②財源に余裕があれば優先度は高い | … 51.7% |
| ③特に考えはない | … 16.7% |
| ④財源に余裕があっても優先度は低い | … 5.6% |
| ⑤この種の事業は必要ない | … 1.4% |

以上より、住民の約 8 割が河川環境整備事業の重要性を認識していることがわかる。次に、古川の清掃活動について、住民は次のように考えている。

- | | |
|-------------------|---------|
| ①道や町などの公的機関が行なうべき | … 45.5% |
| ②静内町民が協力して行なうべき | … 41.9% |
| ③古川の近くの住民が行なうべき | … 7.2% |
| ④清掃活動は必要ない | … 0.4% |
| ⑤その他 | … 0.4% |
| ⑥わからない | … 4.7% |

以上より、住民の約半数が住民自ら清掃活動を行なうべきであると認識していることがわかる。プレ調査では WTW に関する質問の抵抗回答が WTP のそれよりも若干多くなったが、この結果を見る限りにおいて便益評価における WTW という支払手段が住民に受け入れられるものと思われる。

5. 河川環境整備事業の便益評価

(1)評価方法

本調査において WTP と WTW の質問方式が異なっていることから、非集計分析より WTP と WTW の関係を見出すことは困難である。本研究では、集計データを用いて両者の分布特性を比較することから、WTP と WTW による便益評価の違いを検討する。

(2)WTP と WTW の累積分布

図 3 および図 4 の質問に関する回答を集計する。ここで、WTW に関する回答は自由回答方式で得られたものであるが、11 パターン（30, 60, 90, 120, 180, 240, 300,

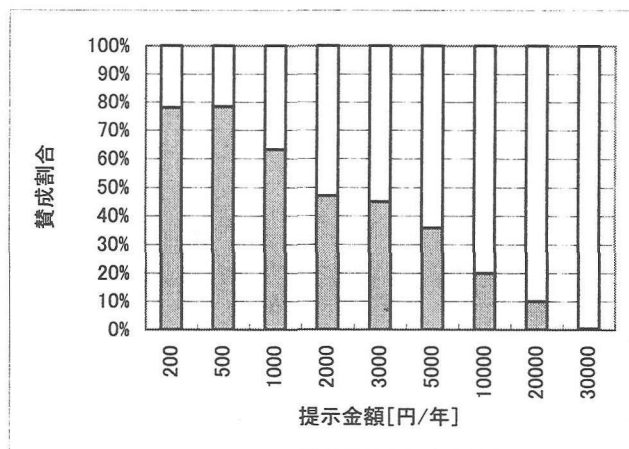


図 5 WTP の累積分布

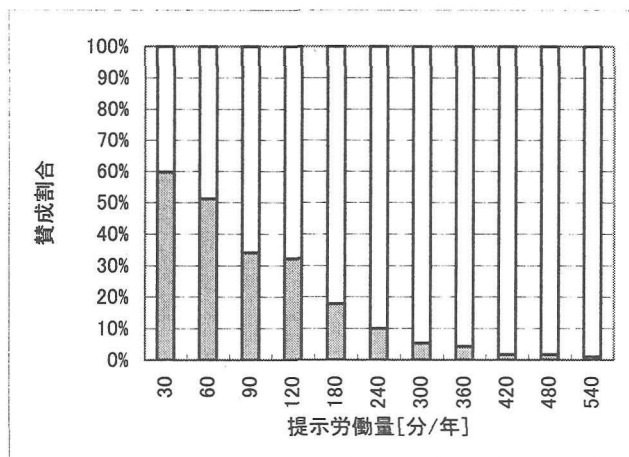


図 6 WTW の累積分布

360, 420, 480, 540 分) に集約されたので、これらのパターンを提示労働量とする多段階二項選択（マルチバウンド）方式の回答に読み替えて賛成割合を集計した。その結果を図 5 および図 6 に示す。これらの図は、古川の河川環境整備事業に対する WTP および WTW の累積分布を表している。

(3)累積分布関数のあてはめ

図 5 および図 6 の累積分布に対して次のような関数を仮定する。

$$F[t] = \frac{1}{1 + \exp[a + b \cdot \ln(t)]} \quad (7)$$

ここで、 $F[t]$ ：提示金額 t に対す賛成割合

t ：提示金額（あるいは提示労働量）

a, b ：未知のパラメータ

式(7)に図 5 および図 6 のデータを適用し、回帰分析によってパラメータ推定した結果を表 1 および表 2 に示す。推定パラメータの t 値について、表 1 では 3.499（自由度 7 の t 臨界値）以上、表 2 では 3.250（自由度 9 の t

臨界値) 以上であり, 両者とも帰無仮説が有意水準 0.005 で棄却されることがわかる. また, 重相関係数は 0.9 前後の十分な値である.

(4)評価結果

古川の河川環境整備事業に対する WTP および WTW の中央値 *Median* および平均値 *Mean* は, 統計学の定義より次式で与えられる.

$$F(Median) = 0.5 \tag{8}$$

$$\begin{aligned} Mean &= - \int_0^\infty t \cdot dF(t) \\ &= -[t \cdot F(t)]_0^\infty + \int_0^\infty F(t) \cdot dt \end{aligned} \tag{9}$$

ここで, 式(9)の ∞ は無有限大を意味するが, t に上限値を設定しないと平均値が無有限大になるので, 賛成割合が 1%となる提示金額 (90,700 円) および提示労働量 (756 分) を上限値とした. また, サンプルの平均年収が 537 万円であることから, 賃金率 w を毎分 46.6 円 (=537[万円/年]/240[日/年]/8[時/日]) とした. 以上の仮定に基づく計算の結果を表 3 に示す.

(5)考察

表 3 より, WTP による評価額と WTW による評価額の違いについて, 中央値でみると前者 (1,500 円) は後者 (2,682 円) の約半分 (0.56 倍), 平均値でみると前者 (4,197 円) は後者 (4,002 円) とほぼ同値 (1.05 倍) であることがわかる. さらに, 平均値については式(6)の関係「WTP 評価額=WTW 評価額」がほぼ成立しているが, 中央値については「WTP 評価額<WTW 評価額」となっている. 後者の原因を調べるために, WTP と WTW の累積分布曲線の形状 (図 7), さらにこれらを微分して求められる確率密度曲線の形状 (図 8) を見ると, 最頻値の違い (WTP の最頻値: 100 円, WTW の最頻値: 1,300 円) のみならず, 尖度の違い (WTP の尖度>WTW の尖度) が認められる.

以上より, WTP と WTW による便益評価はともに「最頻値<中央値<平均値」となるが, WTP についてはその差が著しく, かつ分布が最頻値付近に集中しており, 極端に左に偏った分布形であるといえる. したがって, 一人あたりの評価値における中央値 vs 平均値の議論が未決着である現状において, WTP による評価では中央値と平均値のどちらを採用するかによって評価結果が大きく異なると予想される. この意味において, WTW による評価の方が比較的安定した評価値を得ることができると考えられる. また, 環境改善便益を WTP の平均値や中央値で評価すると, 不満を表明する人数は WTW のそれに比べてかなり多くなり, 住民投票になったときにプロジェクト評価 (費用便益分析) の結果とは逆の結果

表 1 WTP 累積分布関数のパラメータ推定結果

説明変数	パラメータ
定数項	-8.193 (-4.564)
提示金額	1.120 (5.088)
重相関係数	0.887
標本数	9
自由度	7

注) ()内の数値は t 値を示す.

表 2 WTW 累積分布関数のパラメータ推定結果

説明変数	パラメータ
定数項	-7.239 (-8.788)
提示労働量	1.786 (11.508)
重相関係数	0.968
標本数	11
自由度	9

注) ()内の数値は t 値を示す.

表 3 古川の河川環境整備事業の便益

	WTP [円/世帯/年]	WTW [分/世帯/年]	$w \times$ WTW [円/世帯/年]
中央値	1,500	57.56	2,682
平均値	4,197	85.89	4,002

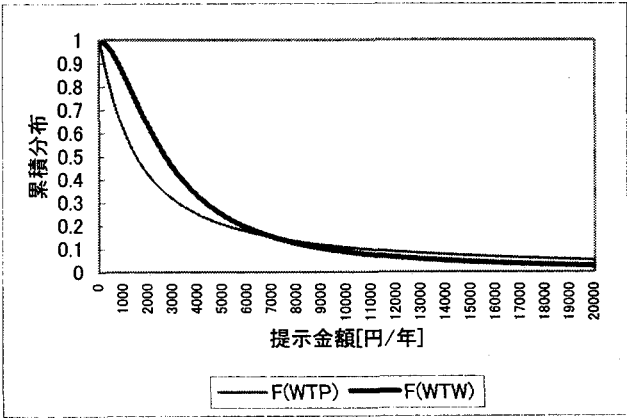


図 7 WTP と WTW の累積分布曲線

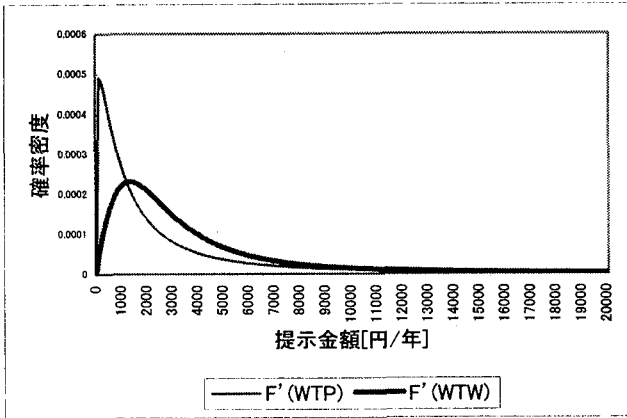


図 8 WTP と WTW の確率密度曲線

になる可能性がWTWで評価した場合に比べて高くなると考えられる。

一方、中央値と平均値のどちらを採用すべきかについて、次のように考える。その値 X に対象範囲の家計数 N を掛けて全体便益 B を評価するという観点からは、平均値の方が望ましい。すなわち、 $X \cdot N = B$ のとき $X = B/N$ となるので、 X は平均値を意味する。また、その値 X を費用便益分析に用いるのであれば、Kaldor-Hicks 基準（潜在的補償原理）に矛盾しない平均値の方が望ましい。一方、個々の人が好きな量を負担すればよいというシナリオではなく、全ての人が一律に負担しなければならないというシナリオでは、住民投票における合意条件という意味において中央値の方が望ましい。さらに、中央値は累積分布関数の設定方法に大きく左右されずに安定的であること（平均値は不安定である）、米国商務省海洋大気管理局 NOAA⁴⁾による CVM ガイドラインの「控え目な評価」に合致すること（平均値には過大評価の危険性がある）などから、中央値と平均値の論争が起きている⁵⁾。今回は、税金（全ての人が一律に負担しなければならない）ではなく負担金（個々の人が好きな量を負担すればよい）のシナリオで WTP と WTW を質問していること、また将来的にはその値 X を費用便益分析に用いることを想定していることから、平均値の方が望ましいと考える。

6. おわりに

本研究では、CVM において支払意思額 WTP に代わる新たな支払形式が必要であるとの問題意識より、著者が発展途上国における公共事業の便益評価のために提案した奉仕労働量 WTW による評価方法を採用し、北海道静内町を流れる古川の河川環境整備事業の便益評価を通じて、WTP と WTW による便益評価の違いを比較・検討した。その結果、WTP による評価よりも WTW による評価の方が比較的安定した平均値を得られることがわかった。また、WTP の平均値や中央値で評価すると、不満を表明する人数が WTW のそれに比べてかなり多く、住民投票になったときにプロジェクト評価の結果とは逆の結果になる可能性が高くなることがわかった。しかし、以下の課題が残されている。

(1) WTP は当該事業の実施に対するものであるのに対し、WTW は当該事業の中止を補填するものであることから、同じ環境変化を評価しているわけではないとの批判が予想される。アンケート票の設計段階では、両者を統一するために「当該事業の実施に対するボランティア活動としての WTW」も発案したが、(発展途上国では考えられなくないが) わが国では非現実的な質問であるため却下したという経緯がある。したがって、WTW による評価はボランティア活動として人々に受け入れられる

ものに限定されることを確認した上で、WTW の質問方法についてさらに検討しなければならない。

(2) WTW を貨幣換算する際、式(6)に基づいて賃金率 w を掛けたが、このことは労働時間を削ってボランティア活動に参加している状況を想像させ、実際には考えにくい状況である。この疑問を解決するためには、「時間価値として何が適当であるか」という問いに対して答えなければならない。この課題は、本研究のみならず交通行動モデルや便益計測モデル（例えば、消費者余剰法や旅行費用法）において扱われる時間価値の課題と共通であり、理論的に追求する必要がある。

(3) 今回の調査では、WTP と WTW の質問方式が異なったために、個人レベルで WTP と WTW の関係を分析することができなかった。両者を統一して、どのような属性の個人における WTW の信頼性が WTP の信頼性を上回るのかなどについて分析する必要がある。

(4) 今回調査した WTP と WTW は独立した形で質問しているが、両者を融合した WTP&W (willingness to pay and work) の可能性も考えられる。これに対応した新たな評価モデルを開発する必要がある。

謝辞：本研究は北海道室蘭土木現業所門別出張所静内総合治水事務所より CVM 調査データの提供を受けて行ったものであることを付記するとともに、関係各位に謝意を表したい。

参考文献

- 1) Mitchell, R.C. and Carson, R.T.: Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method, Resources for the Future, Washington, D.C., 1989.
- 2) Ohno, E., Mimura, N. and Yamada, K.: Measurement of Household's Benefit from Countermeasures against Sea Level Rise in Small Island Country, Paper Presented at the 5th World Congress of the Regional Science Association International, 1996.
- 3) 大野栄治：WTW による海面上昇対策便益の計測，都市情報学研究，名城大学都市情報学部，No.4，pp.41-45，1999.
- 4) NOAA: Oil Pollution Act of 1990: Proposed Regulations for Natural Resource Damage Assessments, US Department of Commerce, 1994.
- 5) 竹内憲司：環境評価の政策利用－CVM とトラベルコスト法の有効性－，勁草書房，1999.

本研究では、CVMにおいて支払意思額 WTP に代わる新たな支払形式が必要であるとの問題意識より、著者が発展途上国における公共事業の便益評価のために提案した奉仕労働量 WTW による評価方法を採用し、北海道静内町を流れる古川の河川環境整備事業の便益評価を通じて、WTP と WTW による便益評価の違いを比較・検討した。その結果、WTP による評価よりも WTW による評価の方が比較的安定した平均値を得られることがわかった。また、WTP の平均値や中央値で評価すると、不満を表明する人数が WTW のそれに比べてかなり多くなり、住民投票になったときにプロジェクト評価の結果とは逆の結果になる可能性が高くなることがわかった。

Benefit Evaluation of River Environmental Improvement Project by CVM

- A Comparison between WTP and WTW -

by Eiji OHNO

From the viewpoint of necessity of a new method instead of WTP (willingness to pay) in the CVM, this study adopts the benefit evaluation method by WTW (willingness to work). And it examines the difference between results derived by WTP and WTW through the application to the Furukawa-river environmental improvement project in Shizunai-town, Hokkaido-prefecture. The results indicate that the evaluation by WTW is more stable than the evaluation by WTP, and that the latter has higher numbers of unsatisfied people to the evaluation than the former.
