

住民の水環境意識の向上を目指したCVM調査

CVM INVESTIGATION AROUSING CITIZEN'S CONSCIOUSNESS ABOUT WATER ENVIRONMENT

森尾宣紀¹・野口正人²・菊竹加良子³

Nobuki MORIO, Masato NOGUCHI and Kayoko KIKUTAKE

¹正会員 博(工) 長崎市役所 道路公園部道路維持課(〒850-0031 長崎市桜町2番22号)

²フェロー会員 工博 長崎大学教授 工学部社会開発工学科(〒852-8521 長崎市文教町1番14号)

³学生員 長崎大学大学院生産科学研究科博士前期課程(〒852-8521 長崎市文教町1番14号)

It is very important to realize a sound and sustainable water environment at urban areas. In order to attain a desirable water environment suitable methods from the standpoint of "management of the basin water" are needed and we have to embody BMPs that is suitable for the landscape and use of land in Japan.

In this paper we tried to survey the value of the attainment of sustainable water environment, by using CVM. As a result, a high WTP to the environment was estimated, while it is confirmed that there exist 20% of citizens who show the resistance to the improvement of water environment. And, the investigation at this time shows the result that WTP to the environment is largely related to 'the recognition of phenomenon of worsening environment'. Realizing the good water environment must be done under the cooperation with the residents at the stage of investigation, operation and estimation. It is also important not only to compute the expense of environment by using CVM investigation but also to raise awareness of environment.

Key Words : Sustainable water environment, Contingent Valuation Method, Non-point source, Sewage system, Urban area

1. はじめに

近年、急激な都市化の進行に伴う不浸透域の拡大によって、河川維持用水の減少・総汚濁負荷に占める非点源汚濁(non-point pollutants)負荷量の割合の増大など新たな問題が生じている。著者らは、分流式下水道を採用し下水道整備がほぼ完了している長崎市の出島川流域を対象に、水環境に関する課題を整理するとともに、晴天時・雨天時における現地観測を行い、回帰式(L-Q式)を用いた拡張KW(Kinematic Wave)法により、点源・非点源汚濁負荷流出量の定量化を試みた^{1), 2)}。その結果、長崎市における水環境に関する課題を整理すると次のとおりであった。

- ・本来下水道(汚水渠)に流されるべき一般家庭及び事業所等からの点源汚濁が未処理で河川(雨水渠)に排出されている。
- ・流域に分布している非点源汚濁が、雨天時に一気に排出される。
- ・河川流量の減少により、汚濁が滞留、堆積している。良好な水環境を実現するためには、前述した課題につ

いて「流域水管理」の立場で適切な環境施策が必要とされている。とりわけ非点源汚濁負荷に対してわが国の地形・土地利用に適したBMPs(Best Management Practices)の具体化が不可欠になっている。BMPsは従来から行われてきた行政主導型の環境施策とは異なり、住民や事業者などによる自主的な取り組みとして、注目されている。これらの取り組みを提案する上で最も重要なことは、『BMPsは、住民や事業者などが経済的に実行可能な取り組みである³⁾』こと、及び『いかにして住民の水環境に関する意識を高めていけるか』ということである。

本研究では、水環境を良好に保つことの必要性や意義を住民の視点から可能な限り定量的に評価することを試みた。具体的には、環境などの価値を金銭に換算する手法である仮想市場評価法(Contingent Valuation Method, 以下「CVM」という。)を用いて、「人々は出島川流域の水環境をどのように捉えているのか」「性別、年齢、住んでいる場所、水質悪化の状況認識度の違いでその捉え方は異なるのか」などについて評価し、BMPsを提案する上で最も重要である住民の水環境に関する意識を向上させる手法を検討した。



図-1 出島川流域図



写真-1 長崎水辺の森公園内水路

2. アンケート調査の概要

(1) 出島川流域の状況

長崎市の市街地は、港に面した埋立地に商業施設や港湾施設が密集しており、その背後地は三方を山に囲まれている。今回取りあげている出島川流域には、新地中華街、オランダ坂、湊公園といった長崎市の観光拠点が含まれている。流域は、急な斜面に家屋が密集している上流域(24.1ha)と、居留地時代に埋め立てられた土地に中華レストランや製造業等の施設が建ち並び、長崎の観光名所“新地中華街”として賑わっている下流域(13.3ha)の大きく2つの流域に分けられる(図-1)。また、下流域の河川(雨水渠)は、ほとんどが暗渠化されている。

この出島川は、長崎港を埋め立てて建設された『長崎水辺の森公園』内水路(以下「公園内水路」という。)に排出されている。『長崎水辺の森公園』は、市民や観光客の憩いの場を創造することを目的に、水辺のプロムナード、海浜公園、県立美術館などの整備が進められて

表-1 主な質問内容

設問	アンケート内容
1	「長崎水辺の森公園」内水路について
1-1	長崎水辺の森公園に、行ったことがあるか。
1-2	公園内水路の水質をどのように思うか。
1-3	公園内水路にたまっているゴミをどう思うか。
1-4	公園内水路で不快な臭いを経験したことがあるか。
1-5	公園内水路の水質を良好に保つためには、出島川の管理が重要であると思うか。
2	「出島川」について
2-1	出島川を知っているか。
2-2	出島川の水質をどのように思うか。
2-3	出島川にたまっているゴミをどう思うか。
2-4	出島川で不快な臭いを経験したことがあるか。
2-5	出島川の水環境整備に対する意見・提案(叙述式)
3	「長崎水辺の森公園」内水路の水質を良好に保つための基金について(CVM調査)
4	回答者の属性に関すること
4-1	性別
4-2	年齢
4-3	年収

表-2 地区毎の回収状況

地区名	配布 部数	回収 部数	回収率 (%)
下流域	94	59	62.8
上流域	268	181	67.5
出島川流域計	362	240	66.3
西部地区	249	152	61.0
東部地区	106	94	89.6
南部地区	120	92	76.7
北部地区	175	101	57.1
出島川流域外計	650	439	67.5
合 計	1,012	679	67.1

いる(写真-1)。しかし、新聞でも取りあげられるように『公園内水路』の水質悪化が、問題となっている。

(2) アンケート調査の概要

長崎市の東西南北の4地区と出島川上下流域の2地区、計6地区の住民を対象に、『公園内水路』と『出島川』の水環境に関するアンケート調査(CVM調査を含む)を行った。

アンケートの内容を表-1に示す。

調査票の作成に当たっては、栗山^(4),5)や鷲田⁽⁶⁾らの文献を参考にした。

2004年11月に長崎市の協力を得て配布、同様のルートで回収した。配布数は、表-2に示すとおり、1,012票(出島川流域362票、その他の地域650票)で、回収率は67.1%(出島川流域66.3%、その他の地域67.5%)であった。

表-3 回答者の属性（回答割合：%）

		出島川 下流域	出島川 上流域	西部 地区	東部 地区	南部 地区	北部 地区	合計
性別	男性	59.6	40.2	32.1	53.3	36.0	43.0	42.0
	女性	40.4	59.8	67.9	46.7	64.0	57.0	58.0
	合計	100	100	100	100	100	100	100
年齢	10歳代	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	20歳代	1.7	0.6	1.4	0.0	1.1	5.0	1.5
	30歳代	12.1	3.4	8.0	18.7	8.0	9.0	8.8
	40歳代	25.9	12.0	13.8	12.1	19.3	11.0	14.5
	50歳代	19.0	18.3	32.6	18.7	27.3	26.0	23.8
	60歳以上	41.3	65.7	44.2	50.5	44.3	49.0	51.4
	合計	100	100	100	100	100	100	100

(3) 回答者の属性

回答者の属性を、表-3に示す。

性別でみると、出島川下流域及び東部地区が男性の割合が多いが、その他の地区は女性の割合が60%程度を占めている。年齢については、30歳代以下の年齢層の割合が10%程度と少なく、50歳代以上の年齢層が回答者全体の75%程度を占めている。

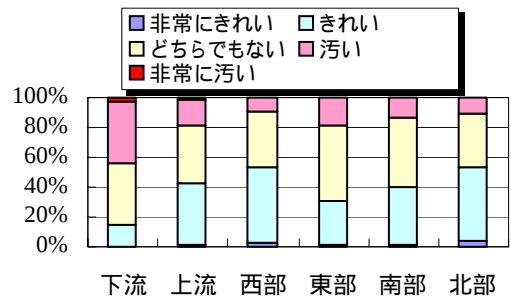
これらの標本が母集団（平成12年度の国勢調査結果）を反映しているかを確認するため、「性別」「年齢」についてカイ二乗適合度検定を行った。その結果、上流域、西部、南部、北部の性別については、ずれがあるとは認められなかったが、下流域と東部の性別及び全ての地域の年齢については、ずれがあると認められた。

(4) 意識調査結果

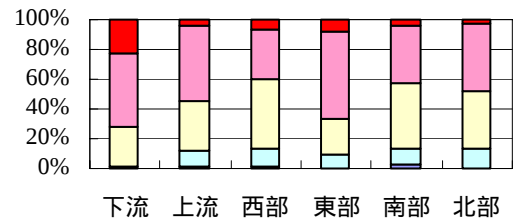
公園内水路と出島川の水質に関するアンケート結果をそれぞれ図-2(a)、(b)に示す。公園内水路については、下流域の40%の回答者が「汚い」「非常に汚い」と回答したのに比べ、上流域を含む他の地域の回答者は、20%弱であった。これは、下流域の回答者が水辺の森公園を頻繁に訪れ、公園内水路の水質の状況をよく把握していることを示すものと考えられる。一方、出島川については、「汚い」「非常に汚い」と回答した割合は、出島川下流域で70%以上、その他の地域においても50%程度を占め「出島川」の水質悪化は、多くの住民が感じていることがわかる。

「公園内水路」と「出島川」にたまっているゴミに関する結果をそれぞれ図-3 (a)、(b)に示す。全ての地区で「気になる」「非常に気になる」と答えた割合が70%から90%と高い値を示しており、ゴミに関する不快感は顕著に表れている。特に、出島川上流域、下流域は、ともに「非常に気になる」と答えた割合が、20%を超えており、他の地区の2倍以上を示している。

公園内水路や出島川の水環境については、水質が悪化している状況よりも、ゴミの滞留のほうがより不快感を持っていることが示された。また、当然ではあるが出島

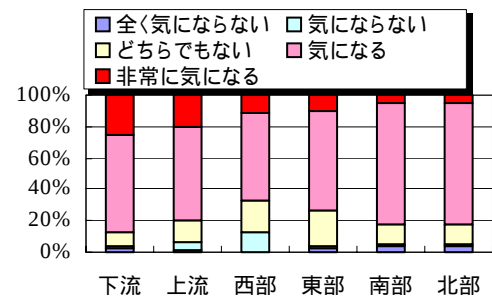


(a) 公園内水路

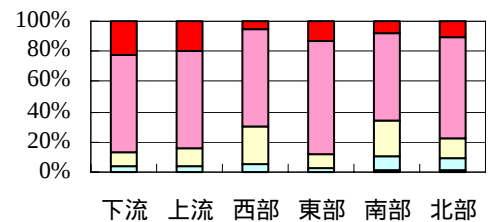


(b) 出島川

図-2 水質について



(a) 公園内水路



(b) 出島川

図-3 たまっているゴミについて

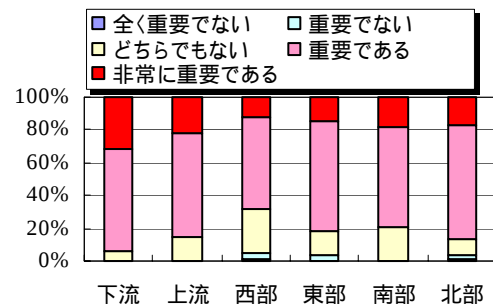


図-4 出島川の管理が重要であると思うか。

川流域の回答者が、他の地区の回答者に比べ高い値を示している。公園内水路の水質を良好に保つためには、出島川の河川管理が重要であると思うかという問いについては、全ての地区で「非常に重要である」「重要である」と答えた割合が80%以上を示しており、出島川の水環境整備が必要であることを認識していることがわかった（図-4）。

以上のように、出島川の水環境の悪化状況をよく認識している回答者とそれ以外の回答者では、回答の仕方に明らかな違いがみられた。

次に、出島川に関する水環境改善について叙述式回答を求めたところ、次のような意見が寄せられた。

- ・ 近隣に住んでいながら、出島川のこと、その現状を全く知らなかった。私たち住民ができる対策を具体的に示して欲しい。
- ・ 学校における環境教育や住民による道路の清掃活動等を通して、意識の向上を図れるのではないか。
- ・ 河川が暗渠化されていることから、水環境への関心が低い。河川を開渠化し住民の目にふれるようにすることで、意識は向上していくのではないか。

重要なことは、水環境が悪化している現状を住民が身近な問題として捉えるような情報の提供や教育が、行政に求められているということである。今回のアンケートを実施したことで、回答者が出島川の水質に興味を持ち、わざわざ現地まで行って確認したとの意見も寄せられており、情報を提供するという当初の目的を果たせたものと考えている。

3. 良好な水環境を実現するための価値の評価

(1) CVMの概要

CVMとは、市場で金銭取引されていない価値について、仮想的に市場をつくらせて価値を考えようとする方法である。仮想的な状態の内容を調査対象者に説明した上で、その状態を向上させるために費用を支払う必要がある場合に、支払ってもよい金額(支払意思額WTP: Willingness to Pay)、あるいは状態が悪化してしまった場合に、もとの効用水準まで戻すために保証してもらいたい金額(受入補償額, WTA: Willingness to Accept compensation)をたずねることで外部経済の価値を直接的に評価する方法である。

CVM調査では、実際にある価値だけでなく、仮想的な現実には存在しない環境や状態に関する経済的評価が可能であること。つまり、仮想的な状況を想定したアンケートをもとに、防災・治水上の変化や環境の変化に対する、人々の金銭的な意識を直接的に聞き出すことができることに特色がある^{7), 8), 9)}。

(2) 仮想市場の設定

CVM調査票において、評価額の質問方式には2段階2

肢選択方式、支払形態には基金を設定した。WTP(支払意思額)質問文の一部は次のとおりである。

『長崎市の新しい観光拠点とともに市民のレクリエーションの場として整備された「長崎水辺の森公園」の水路の水質を良好に保つために、最も水質の悪化に影響を及ぼしている雨天時の汚濁負荷抑制施設を建設するとします。その場合の建設・維持管理のために基金をつくり、1世帯あたりの負担額を年間1,000円とします。あなたは、出島川の水質を改善し、「長崎水辺の森公園」の水路の水質を良好に保つために年間1,000円を支払うことに賛成ですか?』

ここでは、「水辺の森公園内水路の水質を良好に保てなくなった状態」を想定しそのような事態を避け、現状、つまり事前の水準を維持するためのWTPを尋ねた。

前述の第1段階の質問に続けて『では、Yesの場合年間の負担額が3,000円(またはNoの場合500円)であれば、この基金に協力しますか?』という第2段階の質問を設けた。

本論では、CVM専用のアプリケーション・ソフトCVM2002¹⁰⁾を使用して、ワイブル回帰及びターンプル法により支払意思額の代表値を推定した。

a) ワイブル回帰による支払意思額推定の考え方

二肢選択式の場合に受諾率曲線を求める方法で、生存分析の一手法である。受諾率曲線Sの定義式は次のようにあらわされる。 T は提示額である。

$$S(T) = \exp \left[- \exp \left[\frac{\ln T - \mu}{\sigma} \right] \right] \quad (1)$$

ここで、 T は提示額、 μ 、 σ はパラメーターである

b) ターンプル法の考え方

二肢選択式の場合に各提示金額に対する母集団受諾率(母集団内で支払に同意する人の割合)を求める方法で、生存分析の一手法である。対数尤度関数LLは、以下の式で表される。

$$LL = \sum_{i \in yy} \ln p(T_{hi}) + \sum_{i \in nn} \ln [1 - p(T_{li})] + \sum_{i \in yn \text{ or } ny} \ln [p(T_{li}) - p(T_{hi})] \quad (2)$$

$$\text{s.t. } T_i > T_j \text{ ならば } p(T_i) \leq p(T_j)$$

ここで T_{hi} は個人 i に対する2回の提示額のうち高い方、 T_{li} は低い方である。また、 yy は2回の提示額に対してともに「はい」と答えた者、 nn は2回とも「いいえ」を選んだ者、 yn は最初が「はい」で2回目が「いいえ」である者、 ny はその逆の者を指している。さらに、提示額 T の受諾確率を $p(T)$ で表す。

表-4 年齢層，地区別の回答反応（回答割合：％）

	Yes-Yes	Yes-No	No-Yes	No-No	合計	抵抗回答
全体	11.0	33.1	23.2	32.7	100	19.0
性別						
男性	20.9	31.9	17.6	29.7	100	21.6
女性	4.8	35.2	26.7	33.3	100	17.2
年齢別						
20～30	8.3	27.1	27.1	37.5	100	22.6
40代	11.4	37.1	22.9	28.6	100	19.5
50代	8.6	34.3	25.7	31.4	100	22.8
60以上	12.8	32.9	21.4	32.9	100	16.1
地区別						
下流域	25.6	43.6	17.9	12.8	100	26.4
上流域	12.0	41.6	24.0	22.4	100	20.4
西部	5.5	37.4	22.0	35.2	100	16.5
東部	6.1	21.2	21.2	51.5	100	19.5
南部	9.0	17.9	26.9	46.2	100	9.3
北部	15.2	34.8	24.2	25.8	100	24.1

表-5 回答者属性によるワイブル回帰分析結果

係数名	係数	漸近値	p値
シグマ(σ)	0.96	17.30	0.00
水辺の森公園に行ったことがある	0.08	1.42	0.16
出島川を知っているか	0.11	1.87	0.06
性別	-0.21	-3.44	0.00
年齢	-0.01	-0.19	0.85
年収	0.14	2.13	0.03
地区	-0.09	-1.55	0.12
定数項	7.20	124.00	0.00

可能性のある受諾率曲線のうち最も受諾率が低いものを下限推定，最も高いものを上限推定，その中間を中位推定として求める。

(3) 回答者属性による回答反応

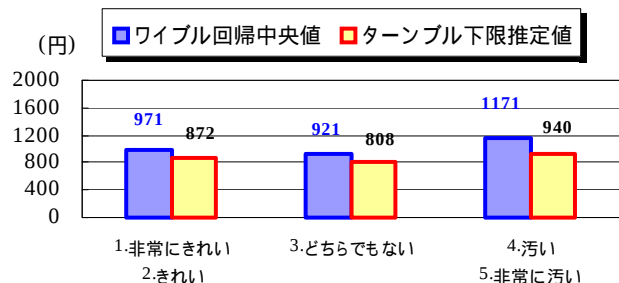
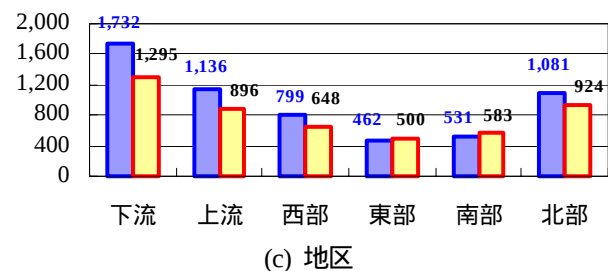
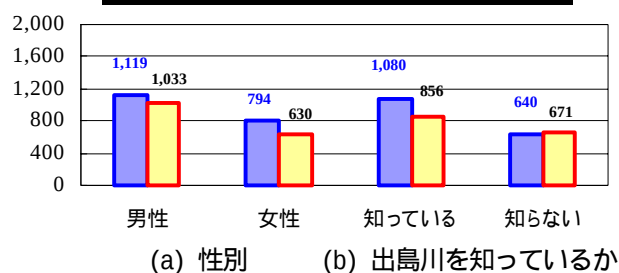
回答者の属性別の回答反応を表-4に示す。

支払意思額をゼロとした回答の中には，実際に支払意思が無い場合と，回答者が示されたシナリオに納得できない，あるいはシナリオの詳細が不明といった理由から支払意思額をゼロと答えた場合（抵抗回答 = Protest No）がある。本研究では，抵抗回答としては，2回の提示額のどちらにも「いいえ」を選択した上で，拒否理由として，「公費負担だから」と「その他（自由回答）」を対象としている。

(4) 支払意思額に影響を与える要因

WTPの回答に対して，回答者属性がどの程度影響しているかを知るために抵抗回答および無効回答を除いたサンプルについてワイブル回帰分析を行った。表-5に示すとおりp値は，「性別」「年収」「出島川を知っているか」が有意であり，これらの変数が支払意思額に影響を与えていることが推定される。一方「地区」「水辺の森公園に行ったことがある」「年齢」のp値は，10%有意水準を満たしておらず，支払意思額との関係は明確とは言えない。

(円) ■ ワイブル回帰中央値 ■ ターンブル法下限推定値



(d) 公園内水路の水質悪化の状況認識度

図-5 回答者の属性別の支払意思額の推定

(5) 結果と考察

「性別」「出島川を知っているか」「地区」「公園内水路の水質悪化の状況認識度」について支払意思額の代表値の算定結果をそれぞれ図-5(a)，(b)，(c)，(d)に示す。一般的にワイブル法の中央値を支払意思額として捉えており，ターンブル法では，下限推定値がほぼ同様の値を示している。

図-5(a)に，性別による支払意思額の代表値を示す。女性に比べて男性の支払意思額が高い値を占める。これは，図-6に示すとおり男性と女性では水質悪化の状況認識に大きな隔たりがあることが，支払意思額に大きな影響を与えていることが考えられる。

図-5(b)に，出島川の認知度による支払意思額の代表値を示す。知らない人に比べて知っている人が高い値を示している。このことは，様々な水環境に関する課題を認識しているかどうかで，支払意思額，言い換えれば環境への関心の度合いに大きな影響を与えていることが考えられる。

図-5(c)に，地域による支払意思額の代表値を示す。出島川と直接関係がない「西部地区」「東部地区」「南

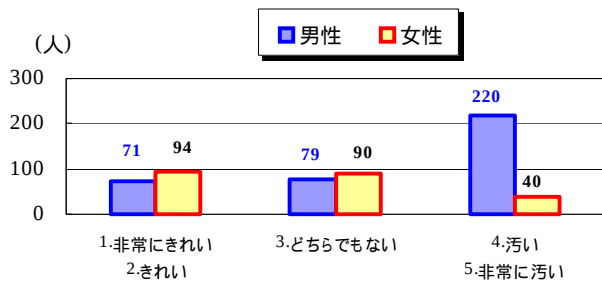


図-6 公園内水路の水質について (男性・女性の比較)

部地区」は低い値を示すが、「北部地区」は高い値を示す。「北部地区」は、その他の地区と「性別」「年齢層」「出島川を知っているか」について明らかな違いは見当たらず、高い値を示す理由については現時点では不明である。一方、出島川流域では、「悪臭」「ごみ」の不快感に悩まされていることから支払意思額は高額となっている。特に、下流域が顕著にあらわれている。

図-5(d)に、公園内水路の水質悪化の状況認識度による支払意思額の代表値を示す。「非常にきれい」「きれい」「どちらでもない」と回答した人に比べ「汚い」「非常に汚い」と回答した人が高い値を示している。極論すると、公園内水路の水質悪化の状況を正しく認識し、それらの状況を身近な問題と捉えるか、他人事として捉えるかで、支払意思額に大きな影響を与えていることが推測される。

4. おわりに

本論では、住民が水環境に対してどのような意見や意義を持っているかを評価するために、長崎市の出島川をとりあげてアンケート調査 (CVM調査を含む) を実施し、住民の水環境意識を向上させる手法を検討した。その結果、以下のことが結論としてあげられる。

- 出島川の水環境の改善が、「非常に重要である」「重要である」と答えた割合は、全ての地区で70%から95%程度を示しており、出島川の水環境整備が重要であると認識していることがわかった。

- 従来のCVM調査では、支払意思額の推定を大きな目的としているが、今回の調査では回答者の属性や水環境悪化の認識度によって支払意思額に差がみられるかを検証した。結果として、水環境の悪化を自分に身近な問題として捉えられているかによって、支払意思額に大きく影響を与えることがわかった。

今回のCVM調査では、情報の提供という目的の一つは達成できたと考えているが、これからの水環境について真剣に考えていかなければならない若年層の回答者の割合が低かったことが課題としてあげられる。2 (4)の叙述式回答にも意見が述べられているように、今後は学校教育や住民向け説明会の中で、環境の現状をわかりやすく説明することで、身近な問題として捉えられるようにすることが求められている。



写真-2 住民向け説明会の状況

これらの結論をもとにBMPsを提案する上で、水環境に関する住民の意識を高めることが最も重要であると考え、流域水管理研究会 (代表: 野口正人長崎大学教授) 主催による出島川流域の住民を対象とした説明会を開催している (写真-2)。この中で、住民が経済的に無理なく実行できるBMPsについて意見交換を行うとともに、行政が果たすべき役割についても今後検討していくようにしている。

謝辞: 本論文におけるアンケート調査は、長崎市と長崎大学による技術連携事業として実施された。アンケートの配布・回収においては、ご協力いただいた地元住民・長崎市役所上下水道局下水道部・道路公園部河川課の担当者の方々に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 森尾宣紀, 野口正人: 都市域の点源及び非点源汚濁負荷流出 - 長崎市の事例 -, 水工学論文集, 第 48 巻, pp.1441-1446, 2004.
- Masato Noguchi, Nobuki Morio, Wataru Nishida and Masakazu Furue: Pollutant runoff under wet weather conditions from diffuse pollution in an urban area, Sustainable Water Management Solutions for Large Cities, 7th IAHS Scientific Assembly, pp. 185-195, 2005.
- 東京海上火災保険: 環境リスクと環境法 (EPA へのヒアリング), 1992.
- 栗山浩一: 「公共事業と環境の価値 - CVM ガイドブック -」築地書館, 1997.
- 栗山浩一: 「環境の価値と評価手法 CVM による経済評価」北海道大学図書刊行会, 1998.
- 鷲田, 栗山, 竹内: 「環境評価ワークショップ 評価手法の現状」菊池書館, 1998.
- R.K.ターナー, D.ピアス, I.ペイトマン: 「環境経済学入門」東京経済新報社, pp.117-119, 2001.
- 国土交通省: 外部経済評価の解説 (案), 2004.
- 栗山浩一: 図解 環境評価と環境会計, 2000.
- 使用プログラム: 「CVM2002」, RICOM.

(2005.9.30受付)