

コンジョイント分析による有明海の環境改善 に対する支払意思の推定

鈴木武¹・滝川清²

¹正会員 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)
E-mail:suzuki-t92y3@ysk.nilim.go.jp

²正会員 熊本大学教授 沿岸域環境科学教育研究センター (〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1)
E-mail: takikawa@gpo.kumamoto-u.ac.jp

有明海は、日本一の干満差と干潟面積を持つ九州中西部に位置する閉鎖性海域である。近年、有明海の環境が大きく変化し、社会問題となっている。この問題を考えていくため、熊本県熊本市、本渡市、菊池市の住民を対象に、有明海の環境属性の変化と費用負担の関係を調べるコンジョイント分析を行った。何の対策もとらないケースを最悪としなかった集団では、各環境属性の10%改善に対する支払意思額中央値は1家庭1月あたり「水質・底質」が190円、「魚介類の生息量」が120円、「干潟の面積」が61円、「ノリ生産量」が54円であった。「対策をとる行為自体」に対する支払意思額中央値は1,100円であり、各環境属性の10%改善に対する値と比べて大きな値であった。

Key Words: Ariake Sea, marine environment, conjoint analysis, willingness to pay

1. はじめに

有明海は、日本一の干満差（最大で約6m）と日本一の干潟面積（2400km²）を持つ島原半島、天草諸島、宇土半島に囲まれた湾で、魚、エビ、カニ、タコ、貝などが豊富な海域である。ノリ養殖が盛んで、生産量は日本一である。特異な海域環境のため、有明海でしか見られない生物も多くいる。また、周辺には元寇以後造られてきた広い干拓地があり、主に農業に使われている¹⁾。

そのような有明海で2000年12月に大規模なノリの色落ちが発生した。そのため、ノリ漁業者らは、諫早湾干拓堤防の水門の開放を求めて、2001年1月に海上デモと干拓工事現場での座り込みを行った。それらが全国に報道され、有明海の環境悪化は社会問題となった。こうした状況を受け、農林水産省は、有明海の漁業生産の不振の原因究明と対策を提言するため、「農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会」を2001年3月に設置し、2003年3月に最終とりまとめを出した。この間、有明海等の環境の保全・改善と水産資源の回復等を目的に、「有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律」が制定され、2002年11月に施行された。この法律に基づき、「有明海・八代海総合調査評価委員会」が2003年2月に設置され、評価作業が始められた。

諫早湾干拓工事差止め訴訟とその仮処分申立が、2002年11月漁業者らによって起こされた。2004年8月佐賀

地裁は工事差止め仮処分命令を出したが、2005年5月福岡高裁は仮処分決定を取り消した。2005年6月原告側は最高裁に抗告を行った²⁾が、2005年9月最高裁は抗告を退けた。そのため、2005年10月漁業者は排水門の常時開門、開門調査および工事の一時凍結の新たな仮処分を申し立てた³⁾。2006年1月福岡県有明海漁連は、排水門を開き、干拓事業と不漁の関係を調査するよう国に求める訴訟を起こした⁴⁾。

工事差止め提訴の後の2003年4月、漁業者らは諫早湾干拓事業と漁業被害の因果関係の認定を求める原因裁定の公害調停を申請した。2005年8月公害等調整委員会は、湾閉め切り以降に漁業被害が発生したことを認めたが、両者の関連を認定するのは困難とした⁵⁾。

こうした有明海の環境問題に取り組んでいくには、自然科学的な分析に加え、人々の認識を把握することが重要である。そのため、熊本県熊本市、本渡市、菊池市の住民を対象に、有明海の環境属性の変化と費用負担の関

表-1 対象地域の面積・人口

項目	熊本	本渡	菊池
面積	267km ²	145km ²	183km ²
人口	656千人	40千人	27千人
1次産業人口	3.6%	6.9%	17.9%
2次産業人口	18.6%	19.9%	28.6%
3次産業人口	76.0%	73.1%	53.5%

注1) 人口は2003年3月末の住民基本台帳人口である。

注2) 産業別人口の割合は2000年10月1日の国勢調査による。

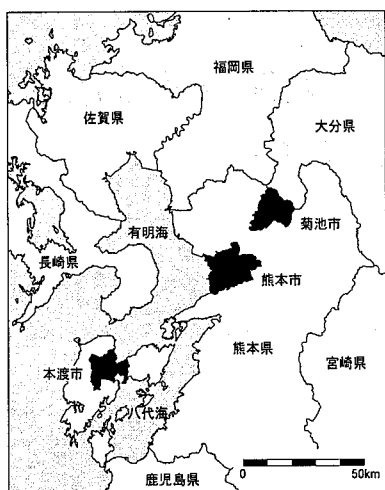


図-1 調査対象地域

表-2 質問票の送付・回答数

項目	熊本	本渡	菊池	未答	Total
A: 発送数	800	800	800	—	2400
B: 配達数	721	751	735	—	2207
C: 回答数	90	129	88	5	312
回答率(B/C)	12.5%	17.2%	12.0%	—	14.1%

係を調べる質問票調査を実施した。そして、その結果を使い、ランダム効用モデル⁷⁾により有明海の各環境属性の変化に対する支払意思額を推計した。

2. 質問票調査の概要

(1) 対象地域と対象者

質問票調査は、熊本県熊本市、本渡市および菊池市の住民を対象とした。熊本市は有明海中部に面し、干拓堤防の外側に干潟が広がる地域で、熊本県の県庁が所在する地域である。本渡市は有明海の湾口部に面し、岩礁型海岸の多い地域であり、天草の政治、経済、教育、交通の中心的地域である。菊池市は熊本市の北東22kmの内陸部に位置し、酪農や施設園芸や観光が盛んな地域である。また、菊池市内を流れ有明海に注ぐ菊池川(延長396km)は、熊本県第二の延長を持つ河川である⁸⁾。

対象者は、各市ごとに住宅地図から無作為に800戸、全体で2,400人を抽出した。質問票は2005年9月10日を回答期限として2005年8月5日に発送した。未達分を除いた配達数は2,240で、それに対して回答のあった数は全体で312であった(表-2)。

回答者の地域、性別および年齢の構成は、表-3のとおりである。回答者には、10%の性別未回答者いる。男性には性別回答をこぼす誘因が考えにくいことからすると、性別未回答者の多くは女性であると考えられる。そのた

表-3 回答者の地域・性別・年齢

年代	熊本	本渡	菊池	未答	男性	女性	未答	Total	N
未回答	0	2	0	50	0	0	16	2	5
10代	1	1	0	0	0	3	0	1	2
20代	7	3	2	0	3	8	0	4	12
30代	12	11	5	0	8	15	0	9	29
40代	20	26	22	17	22	25	19	23	71
50代	20	27	26	0	24	27	19	24	76
60代	21	14	22	0	21	10	19	18	56
70代	17	10	22	33	17	10	22	16	49
80代	2	6	2	0	4	3	6	4	12
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	
N	90	128	88	6	201	79	32		312

単位: Nはサンプル数, その他は%。

め、ここでは、女性と性別未回答者を1つのグループとし、女性と表記する。

(2) 質問の内容

有明海の環境問題の主要な環境属性を指標すると考えられる変数は、①魚介類の生息量、②干潟の面積、③ノリ生産量、④水質・底質である。これに、環境問題を議論する際に暗黙に考慮されている場合がある⑤海や流域での公共事業額を加え、それら変数の変化率を属性変数とした。これに、犠牲性として⑥それら改善を実現するために1家庭が新たに負担する必要がある金額を加え、比較ケースを構成する変数とした。

次に、各変数の変化量を設定した。①～⑤の変数については、回答者が有意な変化であると感じることができ、変化量の違いを容易に識別できる変化量として-30%、-10%、0%、10%、30%を設定した。家庭の負担額は、支払に抵抗を感じる最低の金額として10円を設定し、最大の金額に支払を許容することができないであろう金額として10万円を設定した。そして、その間の 1×10^4 および 5×10^4 の数字をとりうる中間の値として設定した⁹⁾。

設定した変数の値をすべて同じ確率で無作為に抽出して比較ケースを作り、数人に回答してもらった。その結果、比較作業の心理的な負荷が大きいことが分かったため、①～⑤の変数は、変化率が0%となる確率が他の値をとる確率の2倍となるように修正し、考慮する変数の種類が少なくなるようにした。

そのような方法で調査票ごとに5個の比較ケースを作成し、それに「何の対策もとらないケース」を加えた6個の比較ケースを示し、6個の比較ケースの優先順位を選択してもらった形で回答を求めた。

3. 分析の方法

(1) 効用関数

効用関数を構成するために使用できる属性変数は、質問で提示した6個の変数で、「魚介類の生息量」 x_1 、「干

潟の面積」 x_2 , 「ノリ生産量」 x_3 , 「水質・底質」 x_4 , 「海や流域での公共事業額」 x_5 , 「それらのために1家庭が新たに負担する金額」 x_6 である。これに、何の対策もとらないときに0, 何らかの対策をとるときに1をとる「対策実施ダミー」 x_7 を加えてモデルを構築する。

効用関数はランダム効用モデルを使う⁹⁾。 $x_1 \sim x_5$ は各変数に1を加えた値を、 x_6 は現状の負担感 b_6 を加えた値を対数変換して用いる。

以上より、第 i 番目の比較ケースが持つ効用 U_i は次のとおりとなる。

$$U_i = V_i + e \quad (1)$$

$$V_i = \sum_{k=1}^6 a_k \cdot \ln(x_{k,i} + b_k) + a_7 \cdot x_{7,i} \quad (2)$$

ここで、 V_i は第 i 番目の比較ケースが持つ間接効用関数、 e は分散項、 $x_{k,i}$ は第 i 番目の比較ケースにおける第 k 番目の属性の値、 a_k はある値をとる定数、 b_k は $k=1 \sim 5$ のとき1、 $k=6$ のときある値をとる定数である。

(2) モデルの同定

選択モデルは、説明変数と選択確率の関係が明快で、取り扱いが容易なLogitモデルを使用する。このとき、第 i 番目と第 j 番目の比較ケースを比較したときに第 i 番目の比較ケースを選択する確率 $P(i|j)$ は次式のとおりとなる。

$$P(i|j) = \exp V_i / (\exp V_i + \exp V_j) \quad (3)$$

質問票調査によって得られたデータを基に、最尤推定法で効用関数のパラメータ a_k および b_6 を推定する。推定に用いる対数尤度は次の通りである。

$$\ln L = \sum_s \ln(P(i|i,j)) \quad (4)$$

ここで、 s は比較ケースの比較対 (i,j) のうち i を選択する比較対の集合である。

質問票調査の回答者の中には、ネガティブな効果が優越するケースがあっても、何の対策もとらないケースを最悪とした者がかなりいる。そのため、全サンプルをAll、何の対策もとらないケースを最悪としなかった群をModerate、何の対策もとらないケースを最悪とした群をDeepとして、パラメータを推計する。また、Moderateのサンプルを使って熊本、本渡、菊池ごとにパラメータ推定を行う。

推定結果は、表-4のとおりである。

表-4 パラメータの推定値

	All	Moderate	Deep	熊本	本渡	菊池
a_1	1.746	1.651	2.373	2.083	2.045	0.908
a_2	1.001	0.874	1.375	1.014	1.198	0.675
a_3	0.609	0.783	0.347	1.849	0.164	1.503
a_4	2.104	2.339	2.110	2.054	2.910	1.581
a_5	-0.508	-1.161	-0.118	-0.651	-1.657	-0.997
a_6	-0.377	-0.489	-0.321	-0.497	-0.445	-0.536
a_7	1.679	0.703	17.443	0.962	0.931	0.000
b_6	724	328	1996	343	229	269
$\ln L$	-1351	-624	-495	-194	-281	-125
N	2415	1170	1245	375	540	240
$\ln L/N$	-0.56	-0.53	-0.40	-0.52	-0.52	-0.52

注1) 行は推定パラメータ、列は推定に使用したサンプルの範囲である。

注2) $\ln L$ は対数尤度、 N はデータ数である。

パラメータの符号は、 $a_1 \sim a_4$ および a_7 が正、 $a_5 \sim a_6$ が負である。これより、 $x_1 \sim x_4$ および x_7 は値が増加すると効用が増大し、 $x_5 \sim x_6$ は値が増加すると効用が減少することが分かる。

$x_1 \sim x_4$ および x_7 は「魚介類の生息量」、「干潟の面積」、「ノリ生産量」、「水質・底質」および「対策実施ダミー」であり、 x_6 は「それらのために1家庭が新たに負担する金額」であるため、その増減による効用の増減傾向は、社会通念として受入可能である。

x_5 は「海や流域での公共事業額」である。推定されたパラメータの符号は、その値の増加が効用の低下をもたらすことを表している。これについては、深刻な問題は何かについての回答者の記述から、周辺地域開発によって有明海的环境が悪化しているという認識がかなりあることが分かることや、有明海的环境に関心を持つ最大の理由として「むだな開発による環境破壊を止めたい」を選んだ者の割合が全体の23%で、それが第2位の理由であることを考えると、有明海的环境を悪化させないために、それら開発と連動する公共事業を減少させることが望ましいと考えた回答者が相当数いるのではないかと考えられる。関係当局はこの結果を現状の反省として真摯に受け止める必要があろう。

ところで、「海や流域での公共事業額」という項目は、海や流域での社会資本サービスが増加した方がよいのか、あるいは減少した方がよいのかをみようと考え、それを代理する指標として調査項目としたものである。しかし、「海や流域での公共事業額」の増加は「政府の負担額が増加する」ことを意味し、「費用を負担する」という側面で受け止められていることも考えられる。そのため、「海や流域での公共事業額」をサービスの改善と考えて分析することに妥当性を確信することができない。そのため、ここでは「海や流域での公共事業額」を分析の対象としない。

効用関数から支払意思額中央値 WTP_{med} を求めると次式の通りとなる。

$$WTP_{med} = b_6 \cdot \left[\exp \left(- \frac{\Sigma^* + a_7 \cdot x_7}{a_6} \right) - 1 \right] \quad (5a)$$

$$\Sigma^* = \sum_{i=1}^5 a_i \cdot \ln(x_i + 1) \quad (5b)$$

この式を使い、 WTP_{med} を推計する。

(3) 推計結果と考察

まず、対策実施ダミーだけが変化した場合の WTP_{med} を求めた (表-5)。対策実施ダミーは、効用関数に使われていない環境状態の変化や環境状態の変化では説明できない諸々の効果を代理している。ここで設定した環境状態を指標する変数は、深刻な問題は何かについての回答者の記述などからみて、有明海の環境問題を考える上で必要な変数を概ね網羅していると考えられる。そのため、対策実施ダミーは、それ以外の効用を説明していると考えることができ、ここではそれを「対策をとる行為自体に対する効用」として整理する。

対策をとる行為自体に対する WTP_{med} は、All ではかなり大きな値、Deep では天文学的な値となっている。これらの群では、「何の対策もとらないことは許されない。」と回答者が強く考えているためではないかと考えられる。それに対し、何の対策もとらないことがあり得ると考えている回答者の群、つまり Moderate では、対策をとる行為自体に対する WTP_{med} は 1,100 円で、実際に支払うことが可能な水準になっている。

対策をとる行為自体に対する WTP_{med} を地域別にみると、熊本が 2,000 円、本渡が 1,600 円、菊池が 0 円で、熊本が最大で、菊池ではないということが分かる。

得られた効用関数から、ある環境属性が 10%~30%改善することに対する WTP_{med} を求めた (図-2~6)。ここでは、対策をとる行為自体に対する効用を除外し、環境属性の変化そのものに対する WTP を対象にしている。また、着目する環境属性以外の属性は変化しないものとして WTP_{med} を求めている。

集団別にみると、 WTP_{med} が大きいのは、All および Moderate では「水質・底質」の改善、「魚介類の生息量」の増加、「干潟面積」の増加の順であり、Deep では「魚介類の生息量」の増加、「水質・底質」の改善、「干潟面積」の増加の順である。「ノリ生産量」の増加はいずれのケースでも最下位である。

地域別にみると、「 $x_1 \sim x_4$ の四項目」の同率改善に対する WTP_{med} は、熊本、本渡、菊池で大きさの比率が約 9 : 6 : 2 である。

「水質・底質」の改善に対する WTP_{med} は、どの地域も環境属性の中で最高水準で、本渡、熊本、菊池での WTP_{med}

表-5 対策をとる行為自体に対する WTP_{med}

	All	Moderate	Deep	熊本	本渡	菊池
WTP_{med}	61,000	1,100	9.9×10^{36}	2,000	1,600	0

注) WTP_{med} の単位は、円/家庭/月である。

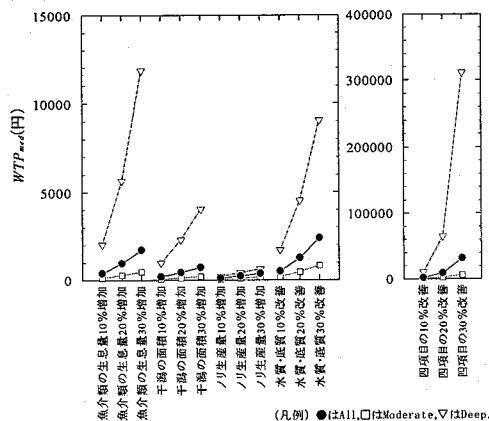


図-2 環境属性の変化に対する WTP_{med} (集団別)

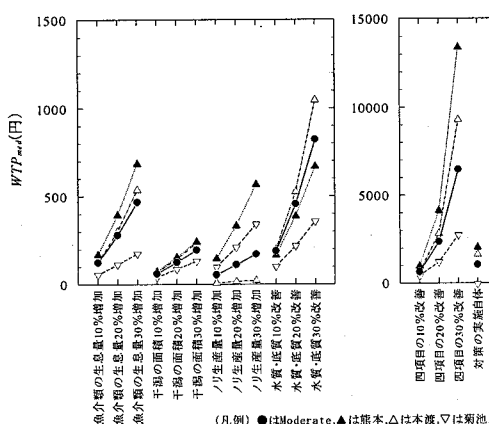


図-3 環境属性の変化に対する WTP_{med} (地域別)

の大きさの比率は約 5 : 4 : 2 である。本渡では「水質・底質」の改善に対し、他の環境属性の改善に比べて高い WTP_{med} を持っている。「魚介類の生息量」の増加に対する WTP_{med} は、熊本では環境属性の中で第 1 位、本渡では第 2 位、菊池では第 3 位で、熊本、本渡、菊池での WTP_{med} の大きさの比率は約 4 : 3 : 1 である。「ノリ生産量」の増加に対する WTP_{med} は、菊池では環境属性の中で第 2 位、熊本では第 3 位、本渡では第 4 位で、熊本、菊池、本渡での WTP_{med} の大きさの比率は 20 : 10 : 1 である。本渡では「ノリの生産量」の増加に対する WTP_{med} がほとんど 0 である。本渡地域は水産業が盛んであるが、ノリ養殖は行っていないので、このような傾向になることは容易に

想像できる。

男女別にみると、「 $x_1 \sim x_4$ の四項目」の同率改善に対する WTP_{med} は、男性の方が大きく、女性の 1.5~2 倍である。男女とも「水質・底質」の改善に対する WTP_{med} が環境属性のなかで最も大きい。女性は、「干潟面積」の増加に対する WTP_{med} が男性よりかなり大きい。一方、「ノリ生産量」の増加に対する WTP_{med} は 9~25 円と非常に小さい。

環境属性の改善に対する WTP_{med} を年代間で比較すると、Low (10~30 代) が大、Middle (40~50 代) が中、High (60 代以上) が小である。全ての年代で、「水質・底質」の改善に対する WTP_{med} が環境属性のなかで最大である。High では、「干潟の面積」の増加に対する WTP_{med} が、絶対値は小さいものの負値となっている。

対策費用を負担すべき主体についての考え方にみると、「 $x_1 \sim x_4$ の四項目」の同率改善に対する WTP_{med} は、群間で比較すると、「ほとんどを国が負担すべき」の群（以下、「国負担」という。）が大、「有明海周辺地域と他地域が同等に負担すべき」の群（以下、「折半」という。）が中、「ほとんどを地域で負担すべき」の群（以下、「地域負担」という。）が小である。「国負担」と「地域負担」では、「水質・底質」の改善に対する WTP_{med} が環境属性の中で最も大きい。「折半」では「魚介類の生息量」の増加と「水質・底質」の改善に対する WTP_{med} がほぼ並んで最大である。「国負担」では「ノリ生産量」の増加に対する WTP_{med} が第 2 位である。「地域負担」では「魚介類の生息量」の増加に対する WTP_{med} が第 2 位である。「折半」と「地域負担」では「ノリの生産量」の増加に対する WTP_{med} が 41~210 円とかなり小さい。

図-2~6 をみると、「四項目の改善」以外は属性変数の変化に対して、 WTP_{med} がかなり直線的に変化をしていることが分かる。このように、属性値の変化に対して WTP_{med} が線形に変化するのであれば、効用関数を線形型としても実務上問題がないかもしれない。このことは、今後、多くの事例によって検証されることが必要である。

4. まとめ

有明海の問題を考えていくため、熊本県熊本市、本渡市、菊池市の住民を対象に、有明海の環境属性の変化と費用負担の関係を調べる質問票調査を実施し、その結果をもとに対数線形型効用関数を仮定したランダム効用モデルにより有明海の各環境属性の変化に対する支払意思額を推計した。

回答者の中には、ネガティブな効果が優越するケースがあっても、何の対策もとらないケースを最悪とした者がかなりいた。このため、何の対策もとらないケースを

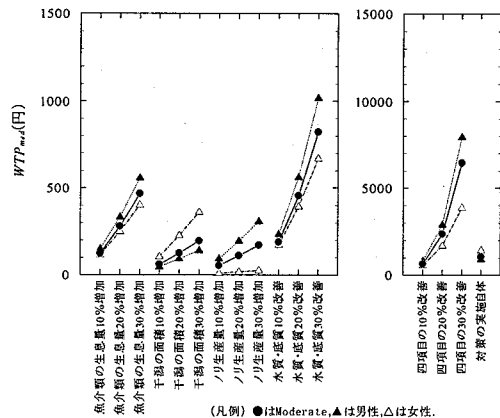


図-4 環境属性の変化に対する WTP_{med} (男女別)

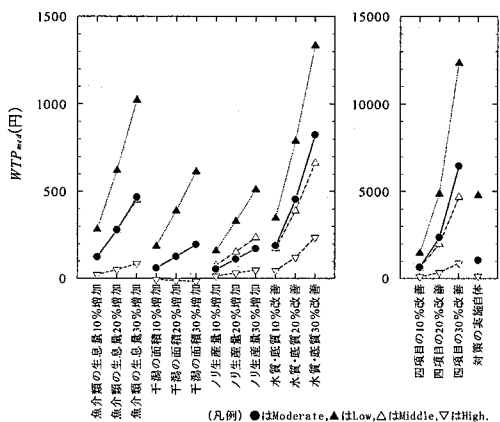


図-5 環境属性の変化に対する WTP_{med} (年代別)

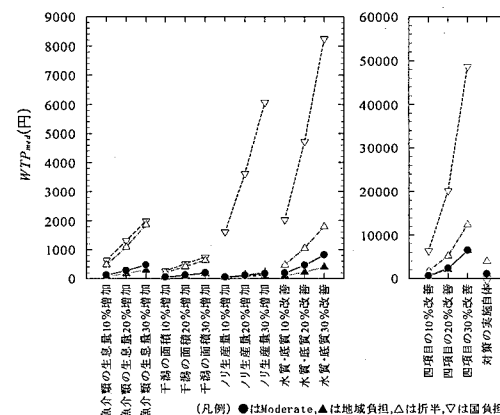


図-6 環境属性の変化に対する WTP_{med} (費用負担別)

最悪としなかった群を中心に分析を行った。

その結果、対策をとる行為自体に対する 1 家庭 1 月あたりの支払意思額中央値 WTP_{med} は 1,100 円であった。地

域別では、熊本が 2,000 円、本渡が 1,600 円、菊池が 0 円であった。

各環境属性の 10%改善に対する WTP_{med} は、「水質・底質」が 190 円、「魚介類の生息量」が 120 円、「干潟の面積」が 61 円、「ノリ生産量」が 54 円であった。

地域別では、熊本、本渡、菊池の順で WTP_{med} が大きかった。熊本は、「ノリ生産量」の WTP_{med} が大きく、「水質・底質」や「魚介類の生息量」と同程度であった。本渡は、「ノリ生産量」の WTP_{med} がほとんど 0 であった。

男女別では、男性の WTP_{med} が女性より大きかった。女性は「干潟の面積」の WTP_{med} が第 2 位の「魚介類の生息量」と同程度である一方、「ノリ生産量」の WTP_{med} がほとんど 0 であった。

年齢別では、Low (10~30 代)、Middle (40~50 代)、High (60 以上) の順で WTP_{med} が大きかった。High では「干潟の面積」の WTP_{med} がほとんど 0 であった。

対策費用を負担すべき主体についての考え方別では、「国負担」、「折半」、「地域負担」の順で WTP_{med} が大きかった。「国負担」では、「水質・底質」と「ノリ生産量」が他の群、他の項目に比べて著しく大きかった。

推計された WTP_{med} は、いずれの環境属性の変化に対しても直線的に変化していた。このように変化するのであれば、効用関数を線形型としても良いことになるが、このことは、今後、多くの事例によって検証される必要がある。

謝辞：アンケートの実施にあたり、熊本大学大学院自然科学研究科環境共生科学専攻森本剣太郎氏には有益な助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国際エメックスセンター：日本の閉鎖性海域（88 海域）環境ガイドブック、国際エメックスセンター、2001.
- 2) 佐賀新聞社：諫早差し止め取り消しー福岡高裁決定ー、佐賀新聞 5 月 17 日、2005.
- 3) 読売新聞社：諫早湾干拓 漁業者 17 人、新たな仮処分申請、読売新聞 11 月 1 日、2005.
- 4) 西日本新聞社：開門調査求め国提訴 福岡県有明海漁連 「不漁の原因解明を」 諫干、西日本新聞 2 月 1 日、2006.
- 5) 公害等調整委員会：平成 16 年度公害等調整委員会年次報告、2004.
- 6) 毎日新聞社：諫早湾干拓 不漁との因果関係認定の申請棄却、毎日新聞 8 月 31 日、2005.
- 7) McFadden, D.: Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior, in Zarembka, ed., *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, 1974.
- 8) 熊本県：熊本県統計年鑑、熊本県、2004.
- 9) 鈴木武：ペイメントカード CVM の推定精度 —三河湾の干潟・浅場造成を事例として—、国土技術政策総合研究所資料、No.143、国土技術政策総合研究所、2004.

ESTIMATION OF WILLINGNESS TO PAY FOR ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT OF ARIAKE SEA WITH CONJOINT ANALYSIS

Takeshi SUZUKI and Kiyoshi TAKIKAWA

Ariake Sea, which has the largest tidal range and area of tidal flats in Japan, is enclosed sea and is located middle west side of Kyusyu. The environment of Ariake Sea has been deteriorating and that became a social problem in late years. To consider the problem, the author conducted questionnaire survey to residents around Ariake Sea to ask relationship between improvement of environmental attributes of Ariake Sea and payment of the cost. In the results, willingness to pay (WTP) of 10% improvement by the respondents that did not give the lowest rank to the no action case was ¥190 for “water quality”, ¥120 for “mass of fish and shellfish”, ¥61 for “area of tidal flat” and ¥54 for “production of laver” per household each month. And, WTP of “action per se as taking measures” was ¥1000, which was more than that of 10% improvement of each environmental attribute.