

感性工学的手法を用いた海岸事業の便益推計に関する研究

熊谷 健蔵*・松原 雄平**

海岸整備の事業評価として海岸の価値を仮想評価法で計測する例が見られるが、受益者が海岸のどの面にどれだけの金額を支払い、保全あるいは利用する価値を認めるかは曖昧なままである。本研究においては、海岸景観の構成要素と住民の評価の因果関係について感性工学ならびに経済学的手法による検証を試み、これまで曖昧にされてきた受益者が感じる消費者余剰と海岸景観の構成要素の因果関係を明らかにすることを目的とした。アンケート調査の結果、景観評価から得られた第1主成分の因子得点と支払意思額の相関係数は0.90と高く、感性工学的手法を用いることによって海岸事業の便益推計の妥当性を評価することができた。

1. はじめに

昭和31年に海岸法が制定されて以来、我が国における海岸事業は高潮や海岸侵食などから国土や人命、資産を守ることを目的として行われてきたが、近年では面的防護方式にあわせて利用面や環境面に配慮した整備が行われるようになってきている。これら海岸事業の整備効果については笠井ら（1999）によって「国土保全」と「環境整備」の観点から整理されている。現在、海岸事業の実施に当たっては費用対効果分析を行うことが求められ、これら「国土保全」効果や「環境整備」効果を貨幣換算し、事業費と比較することによって事業実施の妥当性が判断されている。ここで、「国土保全」効果は直接的に想定される被害額を貨幣価値に置き換えることが可能である。また、利用環境便益については仮想評価法などにより、海岸のもつ利用価値や環境価値を仮定の市場価値に置き換えて計測されている。しかし、海岸のもつ利用価値や環境価値については仮想評価法で計測はされるものの、実態としては受益者が海岸空間のもつどのような面に対して評価を与え、結果として金額を支払ってまで利用するのか、また、環境を保全することを望むのかは曖昧なままである。

このように、海岸防護や利用あるいは海岸環境の価値を定量的に評価する方法が確立されていないことから、事業費の多寡に終始することが多い。本研究では海岸景観に対する利用者のさまざまな価値基準を定量的に評価し、事業効果との関係を明らかにする方法を提案する。すなわち、海岸景観の構成要素と住民の評価の因果関係について感性工学ならびに経済学的手法による検証を試みるとともに、これまで曖昧にされてきた受益者が感じる消費者余剰と海岸景観の構成要素の因果関係を検討したものである。

2. 調査内容

2.1 調査対象海岸

対象とした海岸は図-1に示す兵庫県淡路島でこれまでに海岸事業が行われてきた海岸とし、選定した海岸数は12海岸とした。なお、野島海岸については3箇所、鳥飼海岸については2箇所の整備内容の異なる区間を選定した。

2.2 アンケート内容

12海岸について、感性工学的手法による海岸の景観評価を行うとともに、写真で提示した海岸の整備事業に対する支払意思額を計測するために以下のようなアンケートシナリオを設定した。

（アンケートシナリオ）

『現在、海岸事業では国民一人あたり年間550円の税金を負担（笠井ら、1999）しています。別添図に示すような高潮や侵食災害から国土や人命、資産を守るために使われている他、海岸利用の促進を図るための整備にも使われています。』

そこで、写真に示したような海岸の整備を行う場合、下記のような税金負担（お一人一年間あたり）が生じる

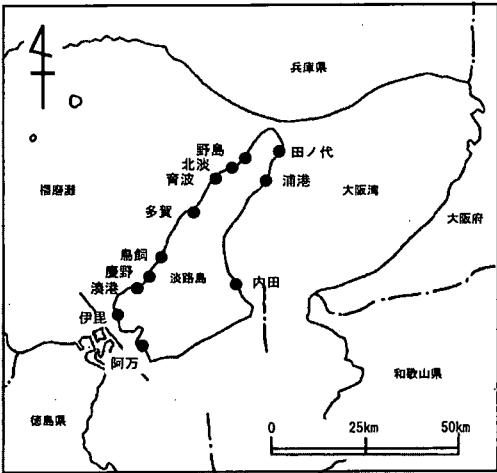


図-1 対象海岸位置図

* 正会員 工博 パシフィックコンサルタンツ㈱ 水工技術部
** 正会員 工博 鳥取大学教授 工学部土木工科

表一1 提示した各海岸の整備目的及び整備内容

No.	海岸名	整備目的	整備内容
1	鳥飼 1	侵食の防止	離岸堤, 突堤
2	多賀	利用促進	緩傾斜護岸, 養浜, 緑地
3	湊港	侵食の防止	突堤
4	内田	越波の防止	養浜, 突堤
5	阿万	利用促進	緩傾斜護岸, 養浜, 緑地
6	北淡	利用促進	緩傾斜護岸, 養浜, 緑地
7	野島 1	越波の防止	階段護岸
8	野島 2	越波の防止	緩傾斜護岸
9	野島 3	越波の防止	階段護岸
10	育波	侵食の防止	根固工
11	浦港	利用促進	緩傾斜護岸, 養浜, 緑地
12	伊弉	利用促進	緩傾斜護岸, 養浜, 緑地
13	慶野松原	侵食の防止	人工リーフ
14	田ノ代	侵食の防止	人工リーフ
15	鳥飼 2	越波の防止	直立護岸
16	鳥飼 3	侵食の防止	離岸堤, 突堤

とした場合, あなたはこの整備に賛成されますか. YES, NO でお答えください.』

支払意志額については付け値方式とし, 一人に対して 300 円, 500 円, 1,000 円, 1,500 円の金額を提示して回答を得た.

提示した各海岸の整備目的及び内容を表一1 に示す. なお, アンケート調査に当たっては, 各海岸の写真を提示する前に, 海岸事業 (高潮対策事業, 侵食対策事業, 海岸環境整備事業) の整備目的を説明した.

また, 感性工学的手法によるアンケートは海岸景観を表わすイメージ形容詞対 26 個を用意し, 各写真毎に被験者に 5 段階評価で回答を得た. なお, 鳥飼 3 については

前景の突堤の消波ブロックの影響を把握するために, 鳥飼 1 の写真から消波ブロックをはずして提示した.

2.3 サンプルング

アンケート調査は多賀における海岸利用者を被験者として実施した. 夏季の海岸利用時に, 聞き取り方式で調査を行った. サンプル数は景観評価に対しては一人 2 枚の写真を提示し, 120 名から回答を得ており, 一枚の写真に対して 15 名以上のサンプルを得るようにした. また, 支払意志額に関しては, 景観評価の回答者と同一としたが, 支払意志額を算定するためのサンプル数を増やすために支払意志額だけの聞き取りも行い, 総数約 200 名を対象とした.

3. 景観評価構造

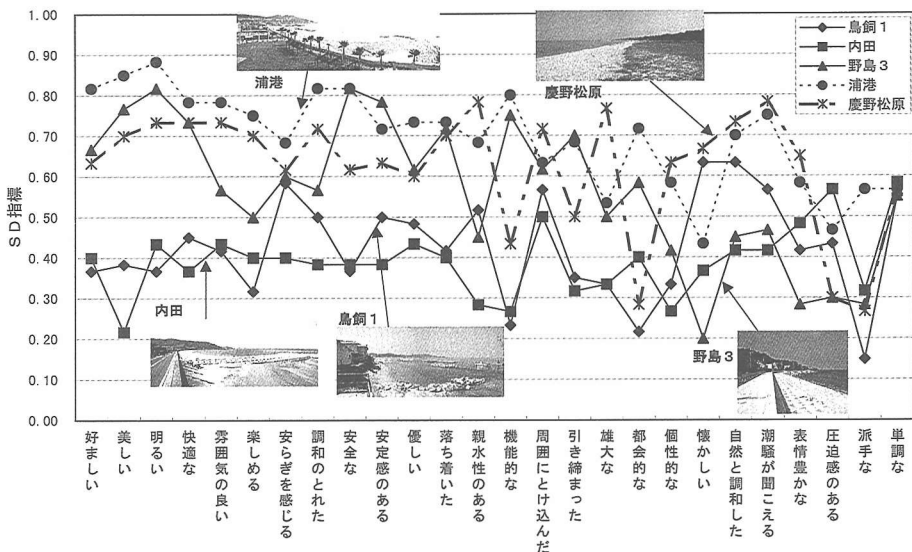
3.1 SD プロフィール

各海岸の回答結果から SD 指標を計算し, SD プロフィールを作成した. SD 指標については, 被験者が 5 段階の最高点を回答したときに 1.0, 最低点の場合に 0 となるように式 (1) を用いて重みづけ評価を行った.

$$P=0.25 \times (4N_5 + 3N_4 + 2N_3 + N_2 + 0N_1) / \sum N_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで, N_i は 5 段階の i と評価した被験者の数である.

図一2 に鳥飼 1, 内田, 野島 3, 浦港, 慶野松原の SD プロフィールを示した. 浦港については「好ましい」, 「美しい」など海岸の調和性を表す形容詞の SD 値が全体的に高くなっており, 自然海岸の慶野松原とほぼ同じような傾向を示し, 利用促進を図った人工海岸においても十分高い評価を受けていることが分かる. 反面, 内田につ



図一2 SD プロフィール

いてはほとんどの形容詞のSD値が低くなっており、これは、養浜によって砂浜が回復したものの、前景にある突堤の被覆材であるコンクリートブロックによって評価が悪くなったものと考えられる。また、野島3では砂浜が存在しないにもかかわらず調和性を示す形容詞のSD値が高くなっており、曲線形状の階段護岸の形状が高い評価を与えている。

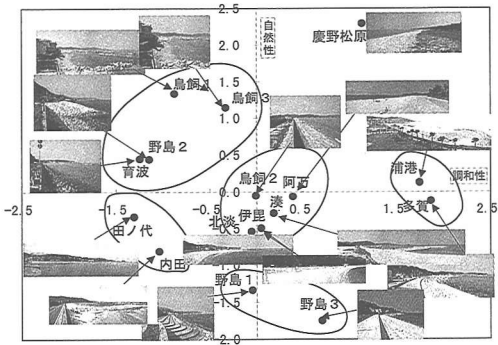
このように、それぞれの特性を持った海岸を図示したが、SDプロフィールをみても特徴的なプロフィールを示しており、海岸の景観要素が被験者の感性に対して影響を与えていることがわかる。

3.2 海岸景観の支配因子

海岸景観の評価構造を把握するために、各写真のSD指標を用いて主成分分析を行った。主成分分析結果を表一2に示す。主成分分析の結果をみると、海岸景観の支配因子として、「好ましい」、「美しい」等の「調和性」因子、「なつかしい」、「自然と調和した」等の「自然性」因子、以下「意匠性」因子、「単調性」因子の4因子が抽出された。被験者全員の主成分分析結果から、累積寄与率が80%を確保することと、固有値が1.0以上という条件から4成分が有意であることがわかった。

表一2 感性形容詞と主成分分析結果

感性形容詞	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	因子名
好ましい	0.956	-0.143	0.118	-0.010	調和性
美しい	0.949	-0.125	-0.149	-0.162	
明るい	0.944	-0.187	-0.042	0.119	
快適な	0.938	-0.109	-0.208	-0.025	
雰囲気の良い	0.935	0.174	0.143	0.000	
楽しめる	0.930	0.000	0.091	0.199	
安らぎを感じる	0.910	0.149	-0.109	-0.025	
調和のとれた	0.901	0.109	0.144	0.133	
安全な	0.890	-0.323	-0.185	-0.027	
安定感のある	0.874	-0.204	-0.108	-0.078	
優しい	0.863	-0.173	-0.138	-0.072	
落ち着いた	0.838	-0.132	-0.358	-0.072	
親水性のある	0.819	0.418	0.020	0.022	
機能的な	0.813	-0.469	0.112	-0.096	
周囲にとけ込んだ	0.781	0.335	-0.214	-0.226	自然性
引き締まった	0.776	-0.394	0.198	-0.002	
雄大な	0.724	0.250	-0.339	0.092	
都会的な	0.648	-0.403	0.544	-0.082	
個性的な	0.614	0.324	0.560	-0.166	
懐かしい	-0.045	0.910	0.084	0.220	意匠性
自然と調和した	0.504	0.771	-0.157	-0.121	
潮騒が聞こえる	0.589	0.670	0.070	-0.176	
表情豊かな	0.550	0.572	0.436	0.286	
圧迫感のある	-0.469	-0.024	0.748	0.035	単調性
派手な	0.556	-0.249	0.690	-0.001	
単調な	0.442	-0.233	-0.188	0.831	
固有地	15.464	3.647	2.457	1.088	
累積寄与率(%)	59.5	73.5	83.0	87.1	



図一3 因子得点の意味空間

3.3 海岸景観の意味空間

主成分分析により算出される因子得点を主成分の空間内で配置し、海岸の景観の評価構造を視覚的に把握する。第1主成分である「調和性」因子の得点をみると、得点が高かった海岸は多賀、浦港で、ともに養浜や階段護岸が整備され、その背後に緑地が広がる人工海岸である。また、沖側に人工リーフが設置され自然的風景を維持している慶野松原も評価が高かった。また、第2主成分である「自然性」因子の得点が最も高かった海岸は慶野松原であった。

ここで、第1主成分である「調和性」因子、第2主成分である「自然性」を軸として因子得点をプロットし、海岸景観の因子得点の意味空間を調べる。図一3にその結果を示す。海岸景観の意味空間を整理すると「調和性の高い人工海岸」「自然性の高い海岸」「人工的な海岸」等の5つの区分に分類することができる。

3.4 数量化理論1類による景観要素と評価の因果関係

景観要素と評価の因果関係を調べるために数量化理論

表一3 アイテム・カテゴリと感性形容詞（好ましい）の関係

アイテム	カテゴリ	偏相関係数	レンジ	スコア
海岸線の構造	護岸なし	0.6989	0.2250	0.0352
	直立壁直線			-0.0507
	緩傾斜直線階段			-0.0138
	緩傾斜護岸直線			-0.1501
	緩傾斜護岸曲線			0.0749
前浜の材質	砂浜なし	0.3689	0.0632	0.0238
	砂浜が狭い			0.0085
	砂浜が広い			0.0076
	トンボロ形成			-0.0395
構造物	構造物無し	0.7170	0.1694	0.0208
	構造物有り			0.0553
	消波ブロック			-0.1141
緑地	緑地無し	0.4962	0.1461	-0.0065
	狭い緑地			-0.0126
	広い緑地			0.1336

I類による分析を行った。表-3は数量化理論I類から得られた被験者全員の結果であり、主成分分析結果から最も固有ベクトルの高かった形容詞である「好ましい」海岸について、「海岸線の構図」「前浜の材質」「構造物(海岸線付近の突堤、離岸堤等)」「緑地」のアイテム・カテゴリーとの相関を示した。偏相関係数は、各アイテムに対応する影響の大きさを表し、数値が大きいほどそのアイテムは「好ましい」というイメージ形容詞にとって重要な要素であることを示す。解析結果においては、偏相関係数が高い順でみると「構造物(海岸線付近の突堤、離岸堤等)」「海岸線の構造」「緑地」「前浜の材質」の順である。また、スコアをみると海岸線付近の「広い緑地」は海岸の景観にとって「好ましい」というイメージを与えており、レンジの値からは「海岸線の構造」が「好ましい」という形容詞に対して影響が強いことがわかる。

このように、被験者に対して提示した海岸景観に対する評価をみると、高い評価を与えている海岸景観の要素を明らかにすることができ、緩やかな曲線をもった護岸法線で、自然石やすっきりとした構造物で区切られた背後に広い緑地をもつ海岸が高い評価を得ていることがわかった。

4. 海岸景観構成要素と支払意志額の関係

4.1 支払意志額の推計

支払意志額はランダム効用関数の理論を用い、分布関数をロジスティック分布に従うと仮定した(栗山,1997)。支払意志額の計算結果を表-4に示すが、表中のa、bは最尤法によって求めた対数線形モデルのパラメータを示す。

表-4 支払意志額の推計結果

No.	海岸名	係数 a	係数 b	支払意志額
1	鳥飼 1	22.224	-3.802	382 円
2	多賀	31.776	-4.924	654 円
3	湊港	16.785	-2.757	486 円
4	内田	18.565	-3.206	372 円
5	阿万	20.330	-3.180	609 円
6	北淡	26.564	-4.274	529 円
7	野島 1	16.897	-2.637	609 円
8	野島 2	14.902	-2.512	435 円
9	野島 3	16.158	-2.651	533 円
10	育波	10.308	-1.659	443 円
11	浦港	16.484	-2.447	753 円
12	伊弉	16.785	-2.757	521 円
13	慶野松原	21.284	-3.349	594 円
14	田ノ代	17.395	-2.992	384 円
15	鳥飼 2	19.115	-3.066	553 円
16	鳥飼 3	31.701	-5.225	456 円

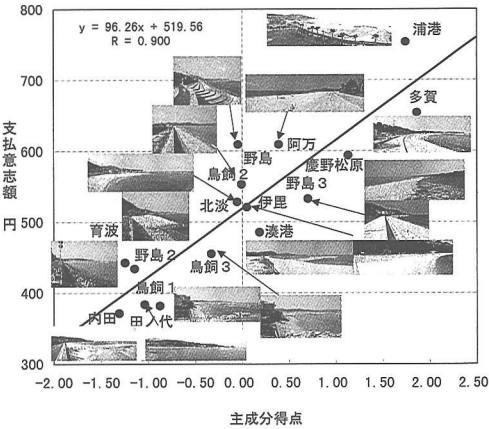


図-4 主成分得点と支払意志額の相関係

被験者に提示した海岸整備に対する税金負担の回答結果をみると、拒否回答の最も多かったのは鳥飼1、内田、野島2、田ノ代で4割の人が税金負担に対して拒否回答を示した。逆に、最大提示額である1,500円に対しyesの回答を示したのは浦港が最も多かった。また、支払意志額の結果をみると372~753円/年/世帯の間で分布しており、最も支払意志額が高かった海岸は浦港で、ついで、多賀、阿万、野島1の順で金額が高かった。最も低かった海岸は内田であった。

4.2 主成分得点と支払意志額の相関

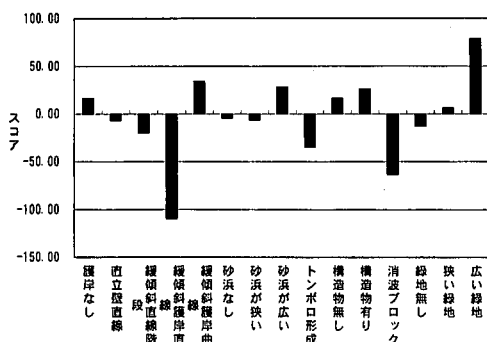
被験者に提示した海岸の写真に対する評価をみると、感性工学による評価順位と支払意志額の評価順位は同じような傾向がみられる。そこで、図-4に示した調和性を表す第1主成分の因子得点と支払意志額との相関図をみると、相関係数が0.90と非常に高い相関関係を示している。このことから、調和性の高い海岸整備に対して支払意志額が高く、より積極的な整備を望んでいることがわかる。逆に、調和性の低い海岸に対しては支払意志額も低く、整備をあまり強く望んでいないことがわかる。第2主成分については自然性の因子得点と支払意志額との相関は認められず、「懐かしい」「自然と調和した」といった形容詞でイメージされる自然性の高い海岸ほど支払意志額が高くなるという傾向はみられなかった。これは提示した写真の中で自然海岸に近い海岸が少なかったことが影響していると考えられるが、今回のアンケートシナリオでは自然海岸の保全といったシナリオを想定しておらず、防護面や利用面といった観点から被験者が評価を与えていることが影響しているものと考えられる。

4.3 景観要素と支払意志額の因果関係

被験者は海岸の写真とアンケートシナリオから価値が高いと判断したものに対して、事業への税負担を認めている。被験者は海岸の写真および整備目的から判断して

表一5 アイテム・カテゴリーと支払意思額の関係

アイテム	カテゴリー	偏相関係数	レンジ	スコア
海岸線の構造	護岸なし	0.6590	143.7875	16.6346
	直立壁直線			-6.8964
	緩傾斜直線階段			-20.0883
	緩傾斜護岸直線			-109.5766
	緩傾斜護岸曲線			34.2109
前浜の材質	砂浜なし	0.4828	63.0866	-4.4410
	砂浜が狭い			-6.3877
	砂浜が広い			28.2886
	トンボロ形成			-34.7981
構造物	構造物無し	0.6560	90.0746	16.5139
	構造物有り			26.1215
	消波ブロック			-63.9531
緑地	緑地無し	0.4514	91.8754	-13.0588
	狭い緑地			6.4522
	広い緑地			78.8166



図一5 景観要素と支払意思額の因果関係

いるが、海岸全体が被験者に与える雰囲気の影響している。しかし、これらの景観はそれぞれの海岸の構成要素が重なり合っていてできているものであり、これらの構成要素がどのように支払意思額に影響を与えているかを知ること重要と判断される。

そこで、景観要素と支払意思額の因果関係を調べるために数量化理論Ⅰ類による分析を行った。表一5は数量化理論Ⅰ類から得られた結果であり、主成分分析結果から最も固有ベクトルの高かった形容詞である「好ましい」海岸について、「海岸線の構造」「前浜の材質」「構造物(海岸線付近の突堤、離岸堤等)」「緑地」のアイテム・カテゴリーとの相関を示した。解析結果においては、偏相関係数が高い順でみると「海岸線の構造」「構造物」「前浜の材質」「緑地」の順である。また、スコアをみると海岸線付近の「広い緑地」は海岸の整備において「好ましい」というイメージを与えており、レンジの値からは「海岸線の構造」が「好ましい」という形容詞に対して影響が強く、支払意思額への影響が強いことがわかる。

このように、本研究において支払意思額の高い海岸の

景観要素を明らかにすることができ、緩やかな曲線をもった護岸法線や海岸線付近の「広い緑地」は海岸整備において「好ましい」というイメージを与えるとともに、住民がより積極的な整備を望んでいることが分かった。

5. ま と め

本研究で得られた主な結論は以下のとおりである。

- ①岸景観の支配因子として、「調和性」因子、「自然性」因子、「意匠性」因子、「単調性」因子の4因子が抽出された。
- ②主成分分析より算出される因子得点について、第1因子の調和性は、緩やかな曲線の法線形状をもった階段護岸や養浜の背後に緑地が整備された人工海浜の評価が高く、次いで、護岸のない自然海岸であった。
- ③数量化理論Ⅰ類による景観構成アイテムと景観の支配因子の関係から、緩やかな曲線をもった護岸法線で、自然石やすっきりとした構造物で区切られた背後に広い緑地が整備された海岸が高い評価を得ていた。
- ④海岸整備に対する支払意思額(税金による負担)は各海岸の整備に対して、年間あたり372~753円/年/世帯となり、400円程度の差が生じており、今回のように写真を用いたシナリオ説明においても支払意思額を算出することが十分可能であることがわかった。
- ⑤景観評価から得られた第1主成分の因子得点と支払意思額の相関関係をみると相関係数は0.90と高く、強い相関関係が認められた。このことから、調和性の高い海岸整備に対して支払意思額が高く、より積極的な整備を望んでいることがわかった。

- ⑥景観要素と支払意思額の因果関係について数量化理論Ⅰ類を用いて分析した結果、曲線形状の緩傾斜護岸や海岸線付近の「広い緑地」などは海岸整備において「好ましい」というイメージを与え、住民がより積極的な整備を望んでいることが分かるなど、支払意思額の高い海岸の景観要素を明らかにすることができた。このように感性工学的手法を用いることによって海岸事業の便益推計の妥当性を評価することができ、これまで曖昧にされてきた受益者が感じる消費者余剰と海岸景観の構成要素の因果関係について明らかにすることができた。

参 考 文 献

- 笠井正広・佐藤慎司・今井能之・原文宏・平野宜一(1999): CVMによる海岸空間の価値に関する意識調査, 海岸工学論文集, 第46巻, pp. 1286-1290.
- 栗山浩一(1997): 公共事業と環境の価値—CVMガイドブック, 築地書館, pp. 88-89.