

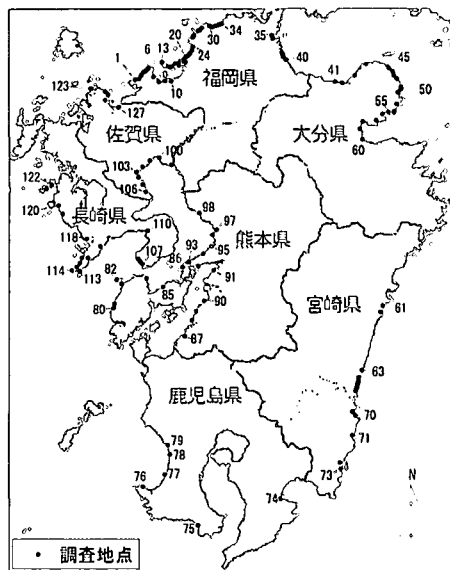
人々の総意に基づく海岸環境の評価手法に関する研究

入 江 功* ・小野 信幸**・加藤 章子***
森本剣太郎****・小島 治幸*****

1. はじめに

最近、公共事業推進の方向が住民の意思に大きく左右される事が多くなった。これは、人々の自然環境の保全・保護に対する意識が非常に高まって来たためで、今後の公共事業の在り方に新しい課題を投げかけているものである。沿岸部においては、海上都市や海上空港、廃棄物埋立て護岸など、陸域に確保することが困難な用地を海上に求める要請が増えているが、これらの埋立て用地は一般に広大で、造成後の周辺海域環境への影響には十分な配慮が要求される。特に海岸域では、海岸の侵食堆積、水質、生態系、景観など、様々な形で影響が及ぶことが予想され、場合によっては、事業の推進そのものが阻害されることも考えられる。しかし、もし埋め立て事業に付随して、様々な海岸整備補償事業が検討され、それらの代替案を市民レベルで評価できれば、市民の納得が得られるような整備方策を見出すことが出来る可能性がある。具体的には、これらの代替案を CG 化してホームページ等に公開し、現在の海岸状況との比較評価を、市民が実際に現地の海岸を訪れることなく画像の中に入ってアンケート調査に参加することで、広く市民の真意をくみ取ることが出来るのではないと思われる。このアンケート調査は、一度人々の知識経験に照らし合わせた上で評価されるため、多様な要素を含む環境の質的側面の評価に非常に有効な手法と思われる。問題は海岸整備の代替案としてつくられる海岸環境が、画像中への探訪により適正に評価できるかということであろう。

著者らは福岡県 40 海岸について、実際に海岸を歩いて調査する人に対するアンケート調査と、同じ海岸の写真を海岸に行かない人に見せて行うアンケート調査を行い、両者の海岸評価がほぼ一致することを示した(藍谷ら, 2000)。この結果を踏まえ、本研究では、1999 年に九州地区の 8 大学で行われた海岸環境調査により得られた全 127 海岸の写真画像をホームページ上に公開し、画像



図一 調査地点位置図(海岸番号は福岡県から時計回り)

上で海岸を評価するアンケート調査を実施した。これと現地調査結果との類似性を再評価するとともに、九州全域の海岸環境の相対評価を行った。

2. アンケート調査

2.1 アンケートの設問

1999 年に九州 7 県の 8 大学(日本文理大学・宮崎大学・鹿児島大学・熊本大学・長崎大学・佐賀大学・九州大学・九州共立大学)の土木系学科の海岸工学研究室によって各県の海岸調査が実施された。海岸環境を評価するためのアンケート項目については、海岸の環境要素である「自然環境」、「利用」、「防災」に関する質問内容を調査に参加する 8 大学で考え得るだけ出し合い、総数約 180 項目から各大学の意見を踏まえ、45 項目の設問を厳選した。さらに各県独特の海岸の特徴を示す 10 項目の設問を加えて、合計 55 項目をアンケートの設問とした。これらの評価項目の量及び内容の決定にあたっては、①評価項目の選定は、干潟海岸、砂浜海岸など、可能な限り多くのタイプの海岸を評価できるように行うこと、②「自

* 正 会 員 工博 九州大学大学院教授 工学研究院

** 正 会 員 工修 九州大学大学院助手 工学研究院

*** 正 会 員 島根県庁

**** 学生会員 工修 九州大学大学院工学府海洋システム工学専攻

***** 正 会 員 工博 九州共立大学教授 工学部土木工学科

表一 設問項目とキーワードの分類

番号	分類	設 問	クラス	固有ベクトル e >0.15	キー ワード
1	自	安らぎのある海と見えるか	c ₁	e ₁ 0.18	海岸の 魅力
19	自	汀線形状に美しさがあるか		e ₁ 0.18	
50	他	大波や津波を防ぐのに十分な砂丘があるか		e ₁ 0.16	
16	自	浜の砂の色は明るい		e ₁ 0.16	
5	自	白砂青松の海岸か		e ₁ 0.16	
31	防	船遊びが出来る海か		e ₁ 0.16	
55	他	恋人と来ない浜辺か		e ₁ 0.18	
7	自	老人でも泳げる海岸か（波や流れ、地形等から）		e ₁ 0.16	
22	利	イベントが出来る海岸か		e ₁ 0.17	
23	利	科キャンプが出来る海岸か		e ₁ 0.18	
25	利	判ビーチバレーが出来る海岸か		e ₁ 0.17	
24	利	サーフボードが来る海岸か	c ₂	e ₂ 0.2	利便性
35	利	利便施設が整っているか（シャワー、トイレ、ベンチなど）		e ₂ 0.19	
37	利	海岸を利用する人が多いか		e ₂ 0.2	
36	利	レジャー施設があるか	c ₃	e ₁ 0.17	親水性
3	自	散歩が出来る海岸か		e ₁ 0.16	
18	自	水際にはいつでも近付けるか		e ₁ 0.15	
42	防	隠れ家や堤防の形が険しくて、水際に行きにくい		e ₁ 0.19	
26	利	ピクニックが出来る海岸か		e ₁ 0.17	
29	利	一般の人が泳げる海岸か		e ₁ 0.16	
30	利	砂遊びが出来る海岸か（湯遊びも含む）		e ₂ 0.26	
34	利	交通の便が良いか		e ₂ 0.27	
38	利	この海岸は外から入り易いか			
2	自	磯、岩場がある海岸か	c ₄		海域利用
28	利	磯遊びが出来る海岸か			
27	利	マリナーが整備されているか		e ₂ 0.22	
47	他	入浴料を払って来ない海岸か		e ₂ 0.17	
48	他	近隣に港や漁港、埋立などの海域利用がなされているか		e ₂ 0.16	
49	他	港や漁港、埋立等の海域利用に適した海岸か		e ₁ 0.16	
4	自	水がきれいな海か		e ₁ 0.17	
10	自	潮の香りが心地よい		e ₁ 0.18	
13	自	波の音は心地よい		e ₁ 0.15	
12	自	魚介類の臭いが強い			
33	他	釣が出来る海か	c ₅		海岸環境と 防災
46	他	海岸にゴミが多いか			
9	自	海の向こうの景色は美しいか（水平線の景観）		e ₂ -0.18	
20	自	水平線が良く見えるか			
39	防	砂浜の風が強く波が迫ってくる感じがしないか		e ₂ -0.15	
54	他	波の音に恐怖心を抱かないか		e ₂ -0.22	
40	防	隠れ家や堤防を大波がすぐ越えないか		e ₁ 0.15	
45	防	地元住民から越波被害の経験話は聞かれないか			
44	防	海浜の背後地の地盤高は、高いか			
52	他	海は日向か			
53	他	日の出、日の入りが見られる海岸か	c ₆		自然環境
6	自	海島が見られる海岸か		e ₂ -0.16	
14	自	水際線は生憎系が豊か			
32	利	潮干狩りが出来る海岸か			
8	自	自然が豊かな海岸か		e ₂ -0.23	
21	自	海岸構造物が目障るか		e ₂ -0.24	
41	防	砂浜に自生植物はあるか（背の低いもの）		e ₂ -0.15	
11	自	背後の道路がうるさいか		e ₂ -0.15	
17	自	背後地は民家が多いか樹木		e ₂ -0.15	
15	自	波の音が海岸林などの植生により緩衝されているか		e ₂ -0.17	
51	他	防風林や防砂林は十分に有るか			
43	防	水際と陸上施設との間は、緩衝緑地帯があるか			

注）表中の「番号」の並びは図-8のクラスター分析結果に対応

然環境」「利用」「防災」の3項目にほぼ同じ比重を置いた評価項目数の選定を行うこと、③評価項目の総数は、海岸踏査において、1箇所での写真撮影、海浜断面測量、マークシート記入などを行う時間や次の調査地点に移動するための時間等を考慮して決定すること、の3点に配慮した。回答方式はマークシート方式で、各設問を5段階で評価し、5が肯定的なイメージに、1が否定的なイメージとなるよう設定した。表一1に、福岡県の調査に用いたアンケート項目の内容を示す。表中の左から3列目までは海岸番号、設問の分類、設問内容であり、分類の

「自」「利」「防」は上記の「自然環境」「利用」「防災」に関する各県共通の設問、「他」として福岡県独自の設問を示した。4～6列は4.2節で類似性の高い設問群に再分類した結果を示しているが、これについては後述する。

2.2 現地調査

現地調査は各県所在の大学の学生及び職員が行い、海岸毎に写真撮影、地形測量及び海岸環境に対するアンケートを行った。図一1は全調査地点の位置図である。調査対象の海岸は、福岡県40海岸、大分県20海岸、宮崎県13海岸、鹿児島県6海岸、熊本県19海岸、長崎県16海岸、佐賀県13海岸の全127海岸である。この内、砂浜海岸は100海岸、干潟海岸は14海岸、その他（礫浜等）が13海岸であった。

2.3 写真画像によるアンケート調査

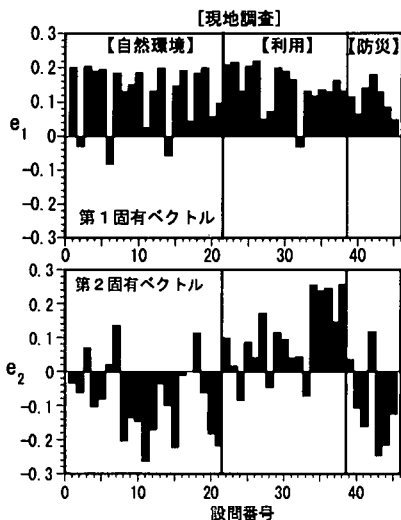
現地調査を行った際に撮影された海岸の写真は各大学の研究室のホームページに掲載された。ホームページの内容は、海岸の特徴を表す写真が1海岸につき3～7枚、前浜の地形測量結果及び調査者により作成された簡単な説明文である。本研究では、これらのホームページを収集して同一形式に統一したホームページを作成し、これを見てアンケートに回答してもらうという方法で行った。回答者は、九州大学海岸研究室の学生及び職員とし、アンケートの設問項目は福岡県の現地調査時に用いたものと全く同様の55問とした。この調査では、1海岸当たり平均17名の回答が得られた。回答者数は少ないが、同一人物が多くの海岸を同じ視点で評価できること、海岸工学を研究する職員・学生という限られたカテゴリーの集団による回答であるため、回答者集団の性質を一定に保てていることが本調査の特徴である。

2.4 アンケート結果の解析

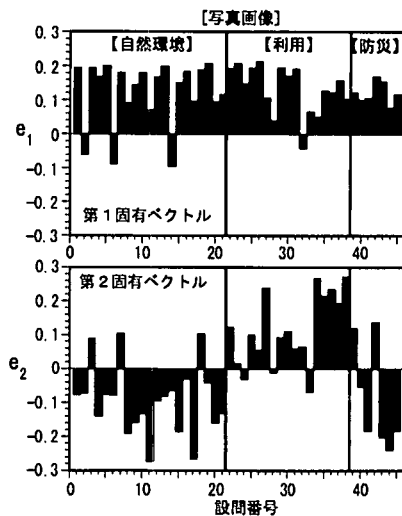
本研究では、主成分分析とクラスター分析により回答結果を分析した。分析に用いたデータは調査地点ごと設問ごとの全回答者の評価点の平均値である。

3. 写真画像による海岸評価の信頼性

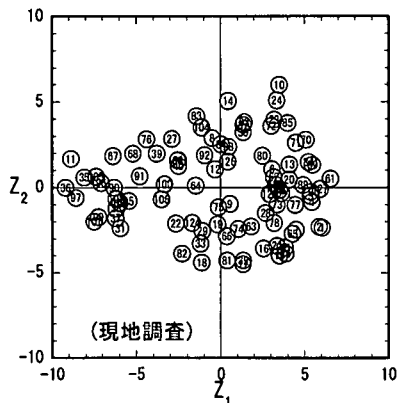
まず、アンケートに現地で回答した場合の海岸の評価結果（以下、現地回答）と写真画像を見て回答した場合の評価結果（以下、画像回答）の一致度について調べた。現地回答の分析に用いたデータは九州7県の内5県分（福岡、宮崎、鹿児島、熊本、佐賀）の91海岸のデータで、これらは1海岸平均10～20人の各大学の職員・学生による回答が得られている。これと比較するために、九州大学による画像回答でも5県分の回答結果を抽出して分析した。但し、設問46から設問55の10項目は各県独自に設問を設定しているため分析対象から除外し、共通設問の45問の回答結果を用いて現地回答と画像回答の両者に対する主成分分析を行い、第2主成分までを求めた。



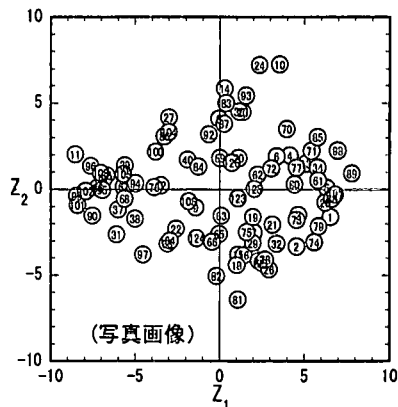
図一2 現地回答における固有ベクトル



図一3 画像回答における固有ベクトル



図一4 現地回答における主成分得点散布図



図一5 画像回答における主成分得点散布図

3.1 固有ベクトルの比較

図一2, 3は横軸に設置番号, 縦軸に第1固有ベクトル(e_1)または第2固有ベクトル(e_2)の値をとったもので, それぞれ現地回答と画像回答の分析結果である。図より各設置に対する第1, 第2固有ベクトルの大きさは現地回答と画像回答で非常に類似しており, 分析結果の主成分の持つ意味合いは両者で同じであるといえる。

3.2 主成分得点の比較

図一4, 5は横軸に第1主成分得点 Z_1 , 縦軸に第2主成分得点 Z_2 をとった主成分得点の散布図であり, それぞれ現地回答と画像回答の場合を示した。図中の数字は海岸番号である。2つの図を比べると, 同一の海岸番号のプロットは現地回答と画像回答でほぼ同じ座標にあることが確認できる。前述したように, 固有ベクトルから判断される主成分の意味合いはほぼ等しいため, 現地回答と画像回答の両者の評価はほぼ等しいといえる。

図一6は, 現地回答と画像回答の海岸評価の違いを比較するため, 図一4, 5の散布図上の同一海岸について Z_1 - Z_2 座標上の距離 r を以下の式で求め, 海岸毎にプロットしたものである。

$$r = \sqrt{(\Delta Z_1)^2 + (\Delta Z_2)^2} \dots\dots\dots (1)$$

ここで, ΔZ_1 , ΔZ_2 は同一海岸のデータに対する現地回答と画像回答の Z_1 および Z_2 同志の差である。図一6は調査地点毎に距離 r を求めたものである。図中●印は, 九州全域の調査において現地回答と画像回答の結果から求められた r である。○印は, 福岡県の海岸を九州大学と九州共立大学の2大学合同現地踏査した場合を示し, 回答者集団を大学別に2つに分け, 互いの比較から求められた r である。図より, 共に現地で回答した2集団の r は全て3未満であり, この $r < 3$ を一致度の尺度とすると, ●印もほとんどが3未満であるため, 現地回答と画

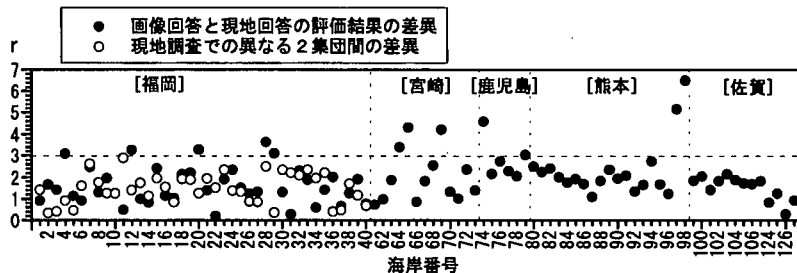


図-6 現地回答と画像回答の比較（主成分得点散布図上の距離）

像回答の海岸評価の差異はほとんどないとみなせる。 $r < 3$ で評価された海岸は、91海岸中79海岸であり（87%）、写真画像を用いたアンケートによって海岸を評価することは十分可能といえる。

4. 全海岸の相対評価

4.1 主成分分析結果

前節のように、写真画像を用いたアンケートで海岸評価が十分可能であることが確認されたため、これ以降では画像回答の結果を用いて全海岸を評価した。評価に用いたアンケートの設問項目は各県共通項目の45間に福岡県独自の10問を加えた55問である（表-1）。

図-7は、横軸に第1主成分得点 Z_1 、縦軸に第2主成分得点 Z_2 をとった散布図である。主成分軸の意味は、固有ベクトルの絶対値が大きい設問の意味合いを総合して判断した。表-1中には、第1または第2固有ベクトル(e_1, e_2)の絶対値が0.15より大きい設問についてその値を表示してある。表より、 e_1 の大きい設問には海岸の楽しさ、快適さを意味する設問が抽出され、 e_2 については、正の値は便利施設のような人工的な要素を表す設問、負の値は極めて自然的な要素を含んだ設問が抽出されていることがわかる。図-7では、 Z_1 軸の正の方向に位置するほど景観に優れレクリエーション目的の利用に適しており、負の方向に位置する海岸ほど景観に乏しくレクリエーション目的の利用に不適な海岸であるといえる。同様に、 Z_2 軸の正の方向に位置する海岸程整備が進み人工的な海岸であり、負の方向位置する海岸ほど人口構造物のない自然海岸であるといえる。

図-7のプロットのマーカーの違いは、クラスター分析により全127海岸を類似性の高い4つ海岸群（グループA～グループD）に分類した結果を示している。4グループは全て Z_1 軸または Z_2 軸を中心に分布しており、グループAとDは Z_1 軸の意味合いで弁別され、グループBとCは Z_2 軸の意味合いで弁別されることがわかる。また、各グループの特徴は図中に示す通りであった。

4.2 海岸特性キーワードの抽出

前節では、主に海岸の特徴について抽出した。ここで

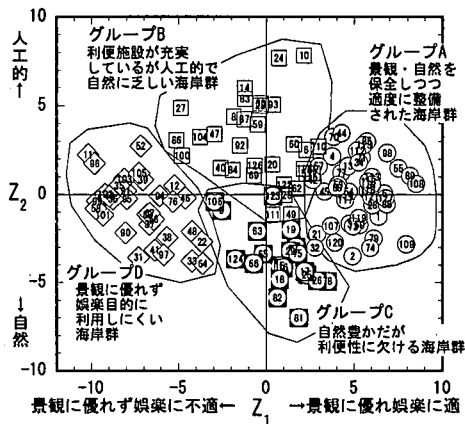


図-7 主成分得点の散布図

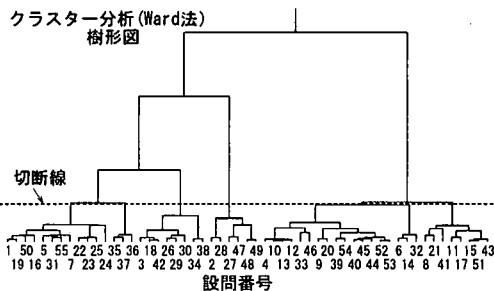


図-8 設問のクラスター分析結果

は、全55問の設問についてクラスター分析を行って類似性の高い設問に分類し、各設問群の内容から海岸を評価する際に重要と思われる要素を抽出した。図-8は、クラスター分析結果の樹形図である。図中の切断線により6つに分類された設問は表-1に $c_1 \sim c_6$ として示してある。表-1の右端には、各設問群中に含まれる e_1, e_2 の大きい設問を基に各グループの内容を的確に表現できるとと思われるキーワードを設け、表の右端に示した。これらのキーワードは以下のような理由から定めた。

設問群 c_1 は景観や娯楽に関する設問が多く、利用したくなる海岸のイメージなので「海岸の魅力」とした。 c_2 は海岸を利用する際の施設の利便性に関する設問のため

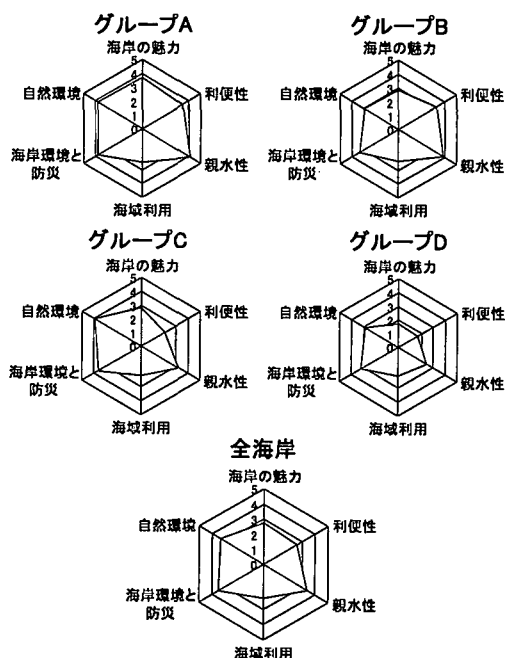


図-9 各設問群に対する平均得点のレーダーチャート

「利便性」とした。 c_3 は海岸への入りやすさ、水際への近付きやすさに関する設問が多いため「親水性」とした。 c_4 は、周辺海域の利用に関する設問が多いため「海域利用」とした。 c_5 は、海岸周辺の様子、防災面に関する設問が多いため「海岸環境と防災」とした。 c_6 は、自然や海浜周辺の植生に関する設問が多いため「自然環境」とした。

4.3 海岸の特徴の分類とランキング

各海岸の特徴を明確にするため、前節で抽出した6つのキーワードに対するアンケート回答の平均値を求めて得点化した。図-9は、4.1で4グループに分類された海岸群に対し、6つのキーワードに含まれる設問に対するアンケート回答の平均点を用いてレーダーチャートを作成したものである。図より、グループAは全ての要素において評価が高く、自然環境、利便性、親水性に優れた魅力ある海岸であり、グループBは自然環境には乏しいが利便性、親水性に優れている海岸、反対にグループCは利便性、親水性には欠けるが、自然環境が豊かな海岸で、グループDは全ての要素において値が小さく、海岸利用に不向きな海岸であることが読み取れる。これは主成分分析から読み取った海岸の特徴とも一致している。

次に、各キーワードに対する要素の評価平均値を海岸ごとに求め、図-9の様なレーダーチャートを全127海岸について作成した。この6つの評価値の平均点が高い順に全海岸のランク付けを行った結果を図-10に示す。これは全調査地点に対する総合順位を5段階に分けて九

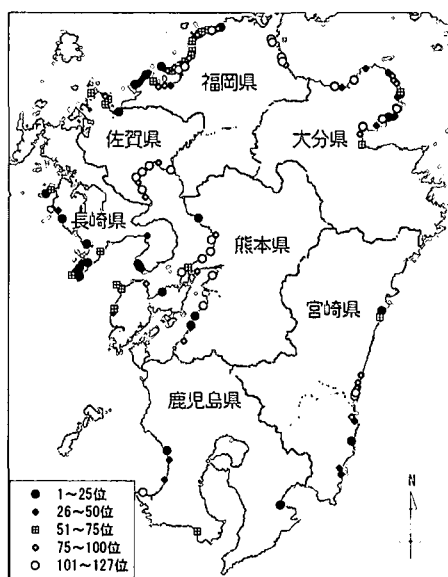


図-10 海岸環境の評価マップ

州の地図上にプロットしたものである。図より、本研究の調査において相対的に評価が高い海岸は長崎県西部に多く、逆に低い海岸は有明海などの干潟海岸に多かった。

5. ま と め

現地に赴いて回答した場合の環境評価と写真画像を見て回答した場合の環境評価は全海岸の87%で一致した。従って、画像情報を用いたアンケート調査で海岸の評価が十分抽出可能であり、この調査方法は、広く市民の意見を取り入れたい場合には非常に有効であると考えられる。また、今回の調査において、海岸環境を特徴付ける6つのキーワードを抽出し、九州各地の海岸の特徴を明確にすることができた。しかし、今回の調査はあくまで人間の目で見えた景観が主な評価点となっているため、グループDの様な干潟海岸に対しては低い評価しか得られていない。従って、今後は人間以外の生態環境も含めた海岸環境の総合評価を行う必要があると考えられる。

謝辞：本研究の遂行において、文部省科学研究費（基盤研究(B) (1)、課題番号 10450184)の補助を受けた。ここに記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 蔵谷 譲・小野信幸・入江 功・申 承鈴・小島治幸 (2000): 画像空間への探訪による海岸環境の評価, 海岸工学論文集 47巻, pp. 1281-1285.
- 小島治幸・片平誠一郎・入江 功・小野信幸 (2000): 海岸の環境ポテンシャルに関するアンケート調査法, 海岸工学論文集 第47巻, pp. 1296-1300.