

画像空間への探訪による海岸環境の評価

蘆谷 譲*・小野 信幸**・入江 功***
申 承 鎬****・小島 治幸*****

表-1 アンケートの設問内容

設問	
自然環境	29 一般の人が泳げる海か
1 やすらぎのある海と目えるか	30 砂遊びができる海岸か (船遊びも含む)
2 磯、岩場がある海か	31 船遊びができる海か
3 散歩ができる海岸か	32 潮干狩りができる海岸か
4 水がきれいな海か	33 釣りができる海か
5 白砂青松の海岸か	34 交通の便が良いか
6 海鳥が見られる海か	35 利便施設が整っているか (シャワー、トイレ、ベンチなど)
7 老人でも泳げる海岸か (波や流れ、地形等から)	36 レジャー施設があるか
8 自然が豊かな海岸か	37 海岸を利用する人が多いか
9 海の向こうの景色は美しいか (水平線の景観)	38 この海岸は外から入り易いか
10 潮の香りが心地よいか	47 入場料を払っても来たい海岸か
11 背後の道路がうるさいか	48 近隣に港や漁港、埋立てなどの海域利用がなされているか
12 魚介類の臭いが強い	49 港や漁港、埋立て等の海域利用に適した海岸か
13 波の音は心地よい	55 恋人と来たい海辺か
14 水際線は生態系が豊かな	防災
15 波の音が海岸林などの植生により緩衝されているか	39 砂浜の幅が狭く波が迫ってくる気がしないか
16 浜の砂の色は明るい	40 護岸、堤防を大波がすぐ越えないか
17 背後地は、民家が多いか樹木か	41 砂浜に自生植物はあるか (背の低いもの)
18 水際にはいつでも近付けられるか	42 護岸や堤防の形が険しくて、水際に行くにくい
19 汀線形状に美しさがあるか	43 水際と陸上施設との間は、緩衝緑地帯があるか (民家から防災的な観点で)
20 水平線がよく見えるか	44 海浜の背後地の地盤高は、高いか
21 海岸構造物が目障りか	45 地元住民から越波被災の経験話は聞かれないか
46 海岸にゴミが多いか	50 大波や津波を防ぐのに十分な砂丘があるか
52 海は日向か	51 防風林や防砂林は十分にあるか
53 日の出、日の入りが見られる海岸か	54 波の音に恐怖心を抱かないか
利用	
22 イベントができる海岸か	
23 キャンプができる海岸か	
24 サーフィンができる海か	
25 ビーチバレーができる海岸か	
26 ピクニックができる海岸か	
27 マリーナが整備されているか	
28 磯遊びができる海岸か	

1. はじめに

最近、公共事業の推進方向が住民投票などにより決定される事が多くなりつつある。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、今後の公共事業の在り方に新しい課題が投げかけられているものである。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、そのために、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、もし埋立事業に付随して、様々な海岸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も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 画像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代わりにその画像の中に入ってアンケート調査を実施することで、広く市民の真意をくみ取ることが出来るのではないかとと思われる。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によりつくられる海岸環境が、写真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。本研究ではまず第一段階として、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、両者の結果がどの程度の類似性を持つのかについて調べ、写真画像のみを用いたアンケート調査が海岸環境を評価する手法として成り立つのかどうかについて検討した。

2. アンケート調査概要

2.1 現地での環境評価

九州大学と九州共立大学の海岸研究室では、1999 年 7

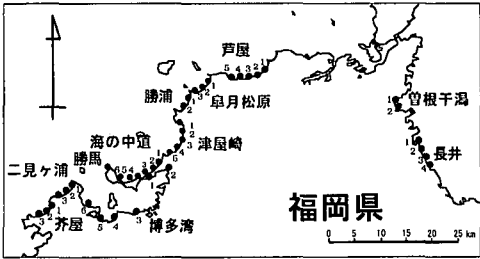


図-1 アンケート調査実施海岸

* 正会員 ジェイアール九州コンサルタンツ
** 正会員 工修 九州大学大学院 工学研究院
*** 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 工学研究院
***** 正会員 工博 九州共立大学教授

表一2 固有ベクトルの大きい設問 (A)

		設問	$ e_1 > 0.15$			設問	$ e_2 > 0.15$
娯楽	利用	(26) ピクニックができる海岸か	0.20834	人工的	利用	(34) 交通の便が良いか	0.27097
娯楽	利用	(29) 一般の人が泳げる海か	0.20282	人工的	利用	(38) この海岸は外から入り易いか	0.25929
娯楽	利用	(23) キャンプができる海岸か	0.20056	人工的	利用	(49) 港や漁港、埋立て等の海域利用に適した海岸か	0.20884
娯楽	利用	(55) 恋人と来たい海辺か	0.19932				
景観	自然環境	(1) やすらぎのある海と目えるか	0.19711	人工的	利用	(36) レジャー施設があるか	0.20128
娯楽	利用	(3) 散歩ができる海岸か	0.19413			(35) 利便施設が整っているか (シャワー、トイレ、ベンチ) 0.19167	
娯楽	利用	(47) 入場料を払っても来たい海岸か	0.1927	人工的	利用	(27) マリーナが整備されているか	0.18804
景観	自然環境	(5) 白砂青松の海岸か	0.19053				
娯楽	利用	(22) イベントができる海岸か	0.19017	人工的	利用	(48) 近隣に港や漁港、埋立てなどの海域利用がなされているか	0.17529
景観	自然環境	(19) 汀線形状に美しきがあるか	0.18945				
景観	自然環境	(16) 浜の砂の色は明るい	0.18636	自然	防災	(50) 大波や津波を防ぐのに十分な砂丘があるか	-0.15327
	自然環境	(18) 水際にはいつでも近付けるか	0.18587				
	自然環境	(7) 老人でも泳げる海岸か (波や流れ、地形等から)	0.18471	自然	自然環境	(15) 波の音が海岸林などの植生により緩和されているか	-0.1728
景観	自然環境	(4) 水がきれいな海か	0.18307	自然	自然環境	(12) 魚介類の臭いが強い	-0.17799
娯楽	利用	(25) ビーチバレーができる海岸か	0.18179	自然	自然環境	(8) 自然が豊かな海岸か	-0.18075
娯楽	利用	(31) 船遊びができる海か	0.18116	自然	自然環境	(20) 水平線がよく見える	-0.18202
	自然環境	(13) 波の音は心地よい	0.17724	自然	防災	(51) 防風林や防砂林は十分に	-0.19436
娯楽	利用	(30) 砂遊びができる海岸か (潟遊びも含む)	0.16201	自然	防災	(43) 水際と陸上施設との間は緩衝緑地帯があるか	-0.21104
景観	防災	(50) 大波や津波を防ぐのに十分な砂丘があるか	0.15052	自然	自然環境	(11) 背後の道路がうるさい	-0.23208
				自然	自然環境	(17) 背後地は民家が多いか樹木	-0.23732
				自然	防災	(44) 海浜の背後地の地盤高は高いか (民家から防災的な視点で)	-0.23899

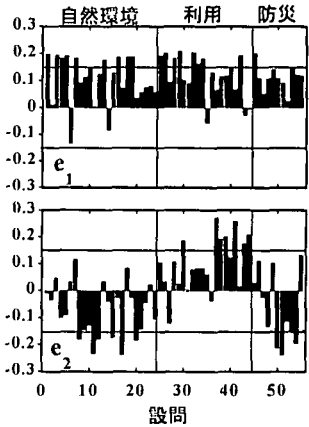
月下旬から8月上旬にかけて福岡県内の海岸踏査を行った。調査範囲は図一1に示す福岡県東部の芥屋海岸から福岡県西部の長井海岸までの全40海岸である。これらの海岸は自然海岸が37地点(内、砂浜海岸31、礫浜海岸3、干潟3)、人工海岸が3地点である。海岸ごとに写真撮影、地形測量、海岸環境に対するアンケート調査を行った。アンケートの設問は全55問で、海浜の自然環境面・利用面・防災面を問う内容になっており、踏査に参加した学生及び職員(1地点あたり平均約20名)が回答した。アンケートの回答方式はマークシート方式で、各設問を5段階で評価した。回答の評価は全般に5が肯定的なイメージに、1が否定的なイメージになるよう設定した。表一1にアンケート項目の詳細を示す。

2.2 写真を用いた環境評価

現地踏査を行った際に、各海岸で30枚から40枚の海岸写真を撮影した。その中から、各海岸の環境をよく表していると思われるものを1地点につき6枚選択した。写真は主に海側を3点(右手、正面、左手)、背後地を1点、生物や植生に関して2点を選択し、海岸の特徴を簡単にまとめた説明文とともにホームページに掲載した。アンケートの回答は九州大学の建設都市工学科に所属する学生を対象に、ホームページを見ながら回答してもらうという方法で行った。アンケートの回答者はのべ267人で、1地点につき約7名の回答を得た。また、アンケートの設問項目は現地踏査の際に用いたものと全く同様のものを用いた。

2.3 アンケート結果の解析

本研究はアンケートの実施方法の違いが回答結果に与える影響を評価しようとするものである。そこで、アン



図一2 固有ベクトル (A)

ケート回答者の集団を (A) 九州大学の学生で現地回答した集団、(B) 九州共立大学の学生で現地回答した集団、(C) 写真画像を見ながら回答した集団、の3つに分け、回収されたアンケートの回答を評価点として集計結果を分析した。分析法には主成分分析を用い、第1主成分 Z_1 、第2主成分 Z_2 まで求めた。

$$Z_1 = e_{11}x_1 + e_{12}x_2 \cdots e_{155}x_{55}$$

$$Z_2 = e_{21}x_1 + e_{22}x_2 \cdots e_{255}x_{55}$$

ここに

Z_1 : 第1主成分

Z_2 : 第2主成分

$e_{11}, e_{12}, \dots, e_{155}$: 第1固有ベクトル

$e_{21}, e_{22}, \dots, e_{255}$: 第2固有ベクトル

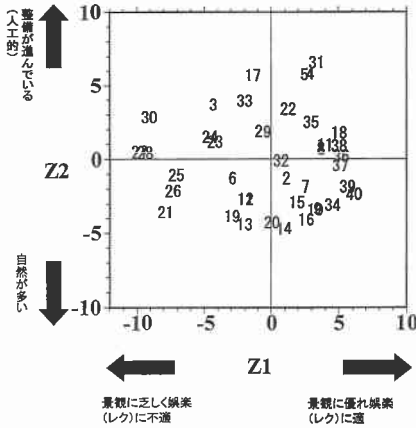


図-3 主成分得点散布図

$\bar{x}$: 標準化された評価点の平均点である。

3. 調査海岸の特性

ここでは集団 (A) のアンケートの結果を用いて調査海岸の特性について述べる。

3.1 固有ベクトルからみた主成分の意味

図-2 は横軸に設問、縦軸に固有ベクトルの値をとったものである。第 1 固有ベクトルでは設問 6, 12, 14, 32, 48, 49 を除いた 49 の設問で固有ベクトルの値は正となった。また第 2 固有ベクトルでは、自然環境と防災に関する設問で固有ベクトルの値は負値をとり、利用に関

表-3 海岸番号対応表

No.	海岸名	No.	海岸名
1	松原 1	23	長井 1
2	松原 2	24	長井 2
3	松原 3	25	長井 3
4	津屋崎 1	26	長井 4
5	津屋崎 2	27	曾根 1
6	津屋崎 3	28	曾根 2
7	津屋崎 4	29	博多湾 1
8	津屋崎 5	30	博多湾 2
9	勝浦 1	31	博多湾 3
10	勝浦 2	32	博多湾 4
11	勝馬	33	博多湾 5
12	海の中道 1	34	博多湾 6
13	海の中道 2	35	二見ヶ浦 1
14	海の中道 3	36	二見ヶ浦 2
15	海の中道 4	37	二見ヶ浦 3
16	海の中道 5	38	芥屋 1
17	海の中道 6	39	芥屋 2
18	芦屋 1	40	芥屋 3
19	芦屋 2		
20	芦屋 3		
21	芦屋 4		
22	芦屋 5		

する設問で正値をとる傾向にあった。この図から、第 1・第 2 固有ベクトル, e_1, e_2 の絶対値が図のように 0.15 より大きい設問を抜き出して、それらの値の大きい方から示したものが表-2 である。各表の左欄には、表-1 で仕分けした「自然環境」「利用」「防災」の用語が記入してある。図-2, 表-2 から、第 1 固有ベクトルは、海岸の楽しさ、快適さを意味する設問が抽出されており、また第 2 固有ベクトルは便利施設のような人工的な要素と極



Z₁ の小さい海岸 (曾根干潟 No. 2)



Z₁ の小さい海岸 (二見ヶ浦 No. 2)



Z₂ の小さい海岸 (海の中道 No. 3)



Z₂ の小さい海岸 (博多湾 No. 3)

図-4 アンケート調査実施海岸の写真

めて自然的な要素を含んだ設問が抽出されている。そこで、各設問の内容からより適切なキーワードを当てはめたものが表中の「娯楽」「景観」「人工的」「自然」の用語である。

3.2 主成分得点からみた海岸の特徴

図-3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。図中の数字は調査対象地点を表しており表-3の海岸と対応している。前節の固有ベクトルからみた主成分の意味より、 Z_1 軸の正の方向に位置する海岸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ことがわかる。同様に、 Z_2 軸の正の方向に位置する海岸ほど整備が進み人工的な海岸であり、負の方向に位置する海岸ほど人工構造物のない自然海岸であることがわかる。以下、具体例を挙げると、 Z_1 の値が大きい海岸には芥屋1, 2, 3, 二見ヶ浦2, 3がある。これらの海岸は、海水浴場として適度に整備されており、かつ自然が多く残っている海岸であるといえる。逆に Z_1 の値が小さい海岸は長井3, 4, 芦屋4, 曾根1, 2, 博多湾2となっている。長井3, 4は磯浜海岸、曾根1, 2, 博多湾2は干潟、芦屋4は砂浜にテトラポットのある海岸であり、これらの海岸は優美な景観に欠け海岸のレクリエーション目的の利用度が低いといった共通点がある。 Z_2 の値が大きい海岸は津屋崎4, 5, 博多湾3(マリゾン)となっている。これらの海岸は海水浴場として開発され、海岸周辺は自然に乏しく人工的な海岸といえる。逆に Z_2 の値が小さい海岸は芦屋2, 3, 海の中道2, 3, 5となっている。これらの海岸の周辺には自然が多く

残っており、人工的なものが殆どない海岸といえる。これらの海岸の代表的な写真を図-4に示す。

4. アンケート結果の比較

4.1 集団(A), (B), (C)間の固有ベクトル比較

アンケート調査の実施法が回答結果に与える影響をみるため、集団(B), (C)にも同様の主成分分析を用いた。図-5は主成分分析で得られた第1, 第2固有ベクトルを各集団ごとに示したものである。図-5から各集団の第1固有ベクトルはいずれもほぼ正値をとり、第2固有ベクトルではいずれも、自然環境と防災に関する設問で負値、利用に関する設問で正値をとる傾向にあり、固有

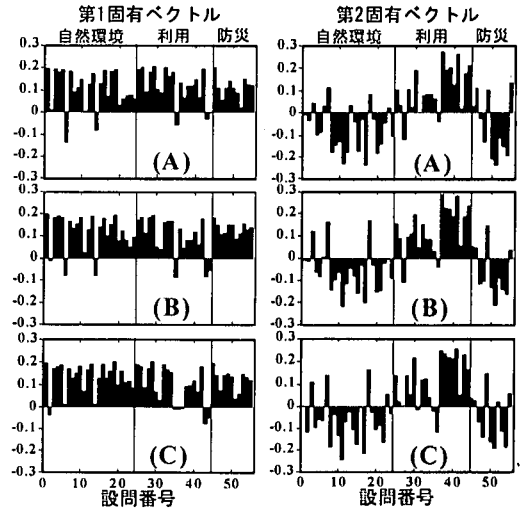


図-5 各集団間の固有ベクトル比較

表-4 各集団間の固有ベクトルの大きい設問比較

集団(A)		集団(B)		集団(C)	
設問	$ a > 0.15$	設問	$ a > 0.15$	設問	$ a > 0.15$
(26) ピクニックができる海岸か	0.20834	(1) やすらぎのある海と見えるか	0.19804	(26) ピクニックができる海岸か	0.2031
(29) 一般の人が泳げる海か	0.20282	(19) 汀線形状に美しさがあるか	0.19344	(19) 汀線形状に美しさがあるか	0.20122
(23) キャンプができる海岸か	0.20056	(26) ピクニックができる海岸か	0.19106	(1) やすらぎのある海と見えるか	0.19526
(55) 恋人と来たい海辺か	0.19932	(13) 波の音は心地よいか	0.18996	(55) 恋人と来たい海辺か	0.19371
(1) やすらぎのある海と見えるか	0.19711	(4) 水がきれいな海か	0.18917	(13) 波の音は心地よいか	0.1923
(3) 散歩ができる海岸か	0.19413	(23) キャンプができる海岸か	0.18462	(16) 浜の砂の色は明るい	0.18965
(47) 入場料を払っても来たい海岸か	0.1927	(10) 潮の香りが心地よい	0.18361	(22) イベントができる海岸か	0.18939
(5) 白砂青松の海岸か	0.19053	(25) ビーチバレーができる海岸か	0.18218	(5) 白砂青松の海岸か	0.1888
(22) イベントができる海岸か	0.19017	(5) 白砂青松の海岸か	0.18181	(29) 一般の人が泳げる海か	0.18867
(19) 汀線形状に美しさがあるか	0.18945	(55) 恋人と来たい海辺か	0.1808	(47) 入場料を払っても来たい海岸か	0.18134
(16) 浜の砂の色は明るい	0.18636	(3) 散歩ができる海岸か	0.17978	(10) 潮の香りが心地よい	0.18104
(18) 水際にはいつでも近付けろ	0.18587	(16) 浜の砂の色は明るい	0.17815	(23) キャンプができる海岸か	0.18046
(7) 老人でも泳げる海岸か	0.18471	(47) 入場料を払っても来たい海岸か	0.17455	(4) 水がきれいな海か	0.17641
(4) 水がきれいな海か	0.18307	(22) イベントができる海岸か	0.17008	(3) 散歩ができる海岸か	0.17416
(25) ビーチバレーができる海岸か	0.18179	(31) 船遊びができる海か	0.16667	(7) 老人でも泳げる海岸か (波や流れ、地形等から)	0.16871
(31) 船遊びができる海か	0.18116	(7) 老人でも泳げる海岸か (波や流れ、地形等から)	0.16514	(30) 砂遊びができる海岸か(船遊びも含む)	0.1675
(13) 波の音は心地よい	0.17724	(30) 砂遊びができる海岸か(船遊びも含む)	0.16487	(25) ビーチバレーができる海岸か	0.16608
(30) 砂遊びができる海岸か	0.16201	(29) 一般の人が泳げる海か	0.15797	(12) 魚介類の臭いが強い	0.16594
(50) 大波や津波を防ぐのに十分な砂丘があるか	0.15052	(50) 大波や津波を防ぐのに十分な砂丘があるか	0.15609	(18) 水際にはいつでも近付けろ	0.16321
		(9) 海向こうの景色は美しいか (水平線の景観)	0.15256	(21) 海岸構造物が目障り	0.16153
		(43) 水際と陸上施設との間は、緩衝緑地帯があるか(民家から防災的な視点で)	0.15154	(9) 海向こうの景色は美しいか (水平線の景観)	0.15092

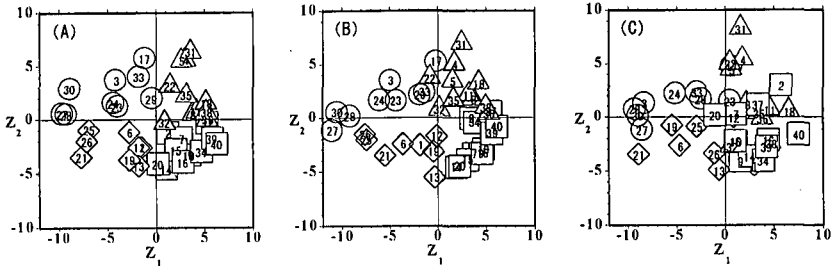


図-6 各集団間の主成分得点比較

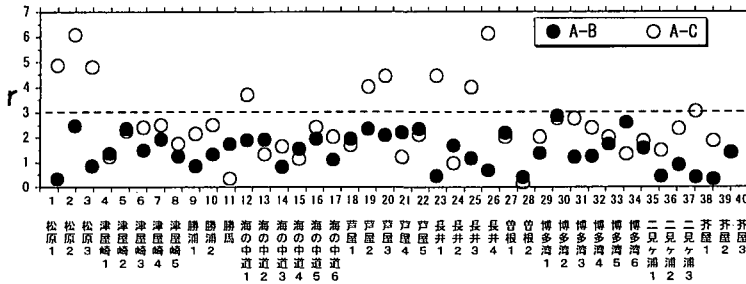


図-7 散布図上の各海岸座標の集団間距離

ベクトルの値は各集団間で非常に類似していることがわかる。また表-4に各固有ベクトルの絶対値の大きい設問を示す。固有ベクトルの絶対値が大きい設問は主成分得点に大きく影響を与え、また主成分得点の持つ意味合いを解釈する際にも大きく影響を与えることは既に述べたが、それらの設問を個々に比較したところ、これも非常に類似した結果となった。このことから、各集団においてその主成分の持つ意味合いは同じであるといえ、主成分得点を基準にした各集団間での環境評価の比較が可能であることが確認できる。

4.2 主成分得点比較

次に、集団 (A)、(B)、(C) における主成分得点の散布図 (図-6) を作成し各集団での海岸評価を比較した。集団 (A) の主成分得点を基準に各海岸を象限ごとに異なる4つのマーキング (○, △, ◇, □) に分けて示したところ、集団 (B) については、各海岸はほぼ集団 (A) の海岸と同じ象限に収まっていることがわかる。また、集団 (C) では第1、第2象限でいくつか評価が異なる海岸があるものの、ほぼ集団 (A) と同様の結果が得られた。このことをより詳しくみるために、集団 (A) の主成分得点を基準に集団 (B)、集団 (C) の主成分得点による座標との距離 r を求めた (図-7)。ここで $r = \sqrt{(\Delta Z_1)^2 + (\Delta Z_2)^2}$ であり、 ΔZ_1 , ΔZ_2 は (A) における Z_1 , Z_2 の値と (B)、(C) における値との差である。

2つの大学が共に現地でアンケート調査を行った (A) - (B) 間の主成分得点の距離は全ての海岸において3未満となっており、このことからアンケートに回答する集

団の違いは海岸評価に影響を及ぼさないことがわかる。また、異なる方法でアンケートに回答した (A) - (C) 間の主成分得点の距離は全40海岸中31海岸が3未満であった。このことは対象とする海岸環境の情報の大部分 (78%) が写真からでも得られることを示していると思われる。

5. おわりに

今回行ったアンケート調査では、全海岸の約78%で現地での環境評価と写真画像を用いた環境評価が一致した。また、評価の異なる海岸は9地点であったが、その原因が明らかな海岸については、写真の選び方を改善することや、海岸の特徴をまとめた説明文を読んで上でアンケートに答えることにすれば、評価の結果はさらに一致していくことが予想され、写真画像を用いて海岸環境を評価することが充分可能であると思われる。

参考文献

- 小島治幸・安部真一・武若 聡・入江 功・片岡 治・島田 浩・筒井久喜 (1996): 砂浜海岸における自然環境の保護・保全に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第44巻, pp. 1186-1190.
- 小島治幸・安部真一・海老正陽・豊原弘之 (1998): 砂浜海岸におけるアメニティと環境価値に関する研究, 海岸工学論文集, 第46巻, 1281-1285.
- 片平誠一郎・小島治幸・入江 功 (1999): 福岡県海岸における環境ポテンシャルに関する研究, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 第2分冊, pp. 368-369.