

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

小島 治幸* ・武 若 聡** ・入 江 功***
片岡 治**** ・島 田 浩***** ・筒井 久喜*****

1. はじめに

近年、砂浜海岸における自然環境の保護・保全について関心が高まっている。自然環境は、多くの要素から成り立っており、海岸における開発・利用や防災とそれとを調和させるためには、自然環境の何をどのように保全して行くかが重要な課題となる。特に、砂浜の海岸の沖合いでも大規模な人工島の建設が多くの沿岸域で計画されており、それによる自然環境の改変が起こる可能性がある。このとき、より良い環境を後世に継承していくために、自然環境の保全や創造に関する基礎的な知見を得ることが重要である。

本研究は、福岡県の玄界・響灘に面する海岸を対象として、海岸における自然環境の一面を人間にとって快適な環境、すなわち海岸のアメニティとして捉え、アンケート調査によりそれがどのような項目により評価されるかを特定し、アメニティの観点から高い評価を受ける砂浜海岸の特徴を明らかにするとともにアメニティを普遍的に評価するアンケート調査法の確立を目指す。また、自然環境を考える上で重要な要素として生物資源があることから、砂浜海浜における底生生物のうちのマクロベントスと砂浜植物の生息実態を明らかにし、より良い生息環境と海岸の特徴を表す各種物理量との関係を考察する。

2. 調査地域と調査項目の概要

調査地域は、図一に示す福岡県の玄界・響灘沿岸に位置する海岸である。これらの海岸は、両端を岬や島で囲まれる延長が2 km～14 kmの弓状の海岸である。調査地域の海岸性状は、全長約83 kmの調査海岸のうち29%が自然砂浜海岸で、それと同じ割合で半自然砂浜海岸があり、人工海岸が15%、残りの27%が岩石海岸である(小島・本原, 1997)。この海域では、大島の沖合いで波浪観

測が行われており、1989年から1991年の3年間の観測データによると、年間を通してN方向からの波の頻度が31%と一番多く、次にNNE方向が24%、NE方向が6%で、これら3方向で全体の61%を占めている。

各弓状海岸に数点の測点を設け、合計23測点において現地調査を1996年7月31日から8月7日にかけて実施した。測点の位置は、簡易式GPS(Global Positioning System)により測定した。調査は、極力干潮時を狙って行った。調査項目は、海浜特性調査とアンケート調査、底生生物や砂浜海岸植物に関する生態調査である。

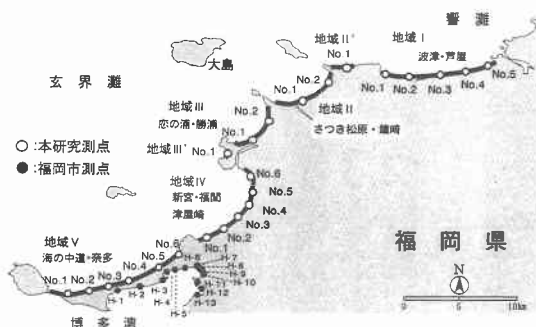
3. 海浜特性調査

3.1 調査方法

各測点においてスタッフとポール、メジャーによる簡易的な海浜の断面測量を行った。測量は水際線から砂丘の前面部、もしくは護岸までとし、水際線から勾配変化点にスタッフとポールを配置し、地盤高およびスタッフとポール間距離を計測した。調査時刻の潮位高を算出し、これより平均水面からの標高を算定した。各測点ごとに、海浜を前浜や後浜、砂丘と分けし、それぞれの幅と勾配を求め、さらに底質採取を行い粒度分析を行った。

3.2 海浜特性の結果と考察

図一2は、前浜幅、後浜幅と前浜勾配、後浜勾配および前浜部の中央粒径を各測点ごとに示したものである。図中のBは前面に離岸堤や潜堤および海浜に消波工が設置されている測点を表しており、NDは護岸や堤防等に



図一 調査海岸と測点位置

* 正 会 員 工博 九州共立大学教授 工学部土木工学科
** 正 会 員 工博 筑波大学講師 構造工学系
*** 正 会 員 工博 九州大学教授 工学部建設都市工学科
**** 学生会員 九州大学大学院 工学研究科
***** (株)関西開発エンジニアリング 設計部
***** (株)大林道路

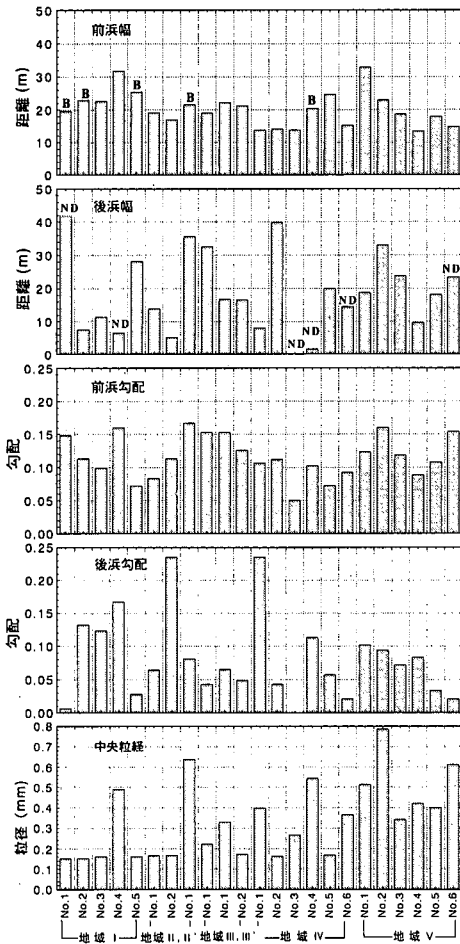


図-2 各測点における海浜特性値

表-1 各弓状海岸の海浜特性値と特徴

	前浜幅 (m)	後浜幅 (m)	前浜勾配	後浜勾配	最大湾入率	自然海岸率 (%)
地域 I	24.5	19.2	0.118	0.091	0.227	35(26)
地域 II	18.1	9.6	0.098	0.150	0.385	48(31)
地域 II'	21.6	35.6	0.167	0.081	0.154	40(11)
地域 III	21.8	16.7	0.140	0.056	0.357	55(33)
地域 III'	19.0	32.5	0.153	0.043	0.222	100(15)
地域 IV	17.0	14.0	0.089	0.078	0.278	31(29)
地域 V	20.0	21.1	0.125	0.068	0.208	84(68)

表-2 アンケート設問の内容

設問	アンケート設問の内容
1	海浜に大波が来ても大丈夫か？(砂浜の豊かさ)
2	砂の色は明るい？(色の暖かみ)
3	背後地は開発されているか？(民家が多いか、森林等)
4	子供が自由に遊べるか？(砂浜の柔らかさ、自然の海浜勾配度)
5	老人でも泳げるか？(波、海浜流の制御、又は遮蔽地形)
6	浜に人が来るか？(現在を含め)
7	磯、岩場があるか？(釣、磯遊び)
8	この海岸へのアクセスは？(容易に来れるか)
9	親水遊歩道あるいは遊歩道は？(階段式遊歩・サイクリング道路等)
10	「白砂青松」がふさわしい海岸か？(日本人の心の故郷)
11	汀線形状は美しさがあるか？(螺旋型、円弧状の海岸線等)
12	水平線がよく見えるか？(広さ、雄大さ)
13	波の音が楽しめるほど「静か」か？(車などの騒音)
14	恋人が行ける海辺か？

より砂丘がない測点を表している。これらの各特性値を地域ごとに平均したものと弓状海岸の特徴を表す最大湾入率(土屋ら, 1978)や自然海岸の割合を表-1に示す。最大湾入率が大きいほど円弧状の海岸線の曲率が大きいことを表し、自然海岸率の括弧内の数値は砂浜の自然海岸の割合を示している。

全地域において前浜幅は14 m~33 mの範囲でそれほど大きな差は見られないのに対し、後浜幅は0 m~42 mの範囲でかなりのばらつきが見られる。後浜幅が狭い海岸は地域 I と IV で多い。海浜勾配についても同様の傾向が見られ、前浜勾配が0.050~0.167に対して後浜勾配は0.007~0.235と変化が大きい。また、前浜部での中央粒径は、全体的に地域 IV と V で粒径が大きく、粗い海浜である。地域 II と III は比較的に粒径が小さく、地域 I は No. 4 以外は粒径が小さい。

4. アンケート調査

4.1 アンケート調査の方法

アンケートは14の質問からなっており、海浜の外観、海浜へのアクセス、海に対するイメージなどを問う内容になっている(表-2)。アンケートの回答方式はマークシート方式で各質問を5段階で評価する。回答の評価は、全般に1が肯定的なイメージに、5が否定的なイメージとなる設定とした。アンケートは海岸踏査を実施した際に各測点で回答した。回答者は九州大学ならびに九州共立大学の海岸研究室に所属する学生と教員である。1地点につき平均12名が回答した。

4.2 アンケート結果の解析と考察

本研究ではアンケートの回答を評点とし、アンケートを行った地点毎に各質問についての全回答者の評点の平均と分散を求めた。ここで、質問に対する評点の平均が小さいということは、その項目が肯定的に評価されていることを意味する。また質問に対する評点の分散値が小さいということは、その質問が客観的に答え得るものであったと考えられる。

アンケート調査の結果は多変量解析(クラスター分析、主成分分析)により分析した。調査海岸の類似性を調べるため、クラスター分析より樹形図を求め、図-3に示す。縦軸の小さいところ(早い段階)で結び付いている測点ほど類似性があり、図中の切断線を境界に分割すると、調査海岸は大きく4つのグループに分類できる。各グループの特徴や類似性については次に述べる主成分分析の結果を踏まえて説明する。

主成分分析は上述のクラスター分析の結果がどの設問による影響を大きく受けるかを明らかにするために行った。結果を散布図として図-4に示す。水平軸は第一主成分得点、鉛直軸は第二主成分得点である。第一主成分の

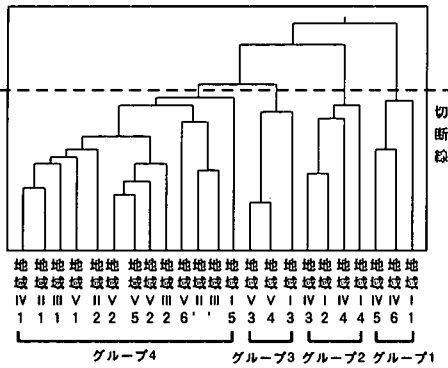


図-3 クラスター分析による樹形図

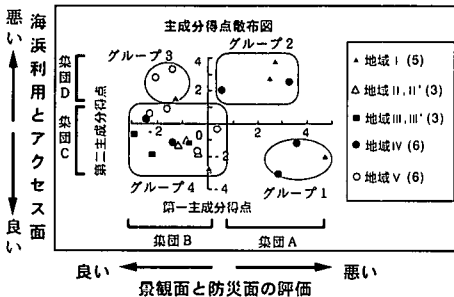


図-4 主成分得点散布図

観点からは、グループ1と2から成る集団A、グループ3と4から成る集団Bに調査対象の海浜を大別することが可能である。第一主成分の固有ベクトルの大きさ(絶対値)から考えると、第一主成分得点は設問の1, 10, 11による影響を大きく受けている。集団Aは「浜幅が狭く、景観・形状の美しさに乏しい海岸」、集団Bは「浜幅が広く景観・形状の美しさに優れた集団」と位置づけられた。同様に考察した結果、第二主成分については設問項目4, 5, 6, 8の影響が大きかった。集団Cが「海水浴等の娯楽に適し、海浜へのアクセスが容易な海岸」、集団Dは「海水浴等の娯楽に適さず、アクセスが困難な海岸」である。上記の設問に対する評価の高かったのはグループ4である。このグループに含まれる海岸は、地域II, III, Vの大部分の測点で、アメニティの高い海岸であると言える。グループ4の対極にあるのがグループ2に属する海岸で、地域IとIVのいくつかの測点のみで構成されている。図-2や表-1から、これらの海岸における共通の特徴は、後浜幅が比較的狭いこと、砂丘がないか何らかの構造物が設置されていること、自然海岸率が小さいこと等が上げられる。従って、海岸のアメニティを高める環境要素は、後浜の幅と砂丘の存在およびそれに伴う植生と海岸林が重要であると考えられる。

主成分得点に大きな影響を与えたアンケートの設問は

1, 4, 5, 6, 8, 10, 11であり、これらの設問で問う内容は砂浜海岸のアメニティを評価する際の重要な項目であると判断される。また、設問項目に対してクラスター分析を行った結果、項目4と5および項目6と8はユークリッド距離の小さい位置で組になっていることから、これらの組の設問が類似していることを示唆している。

5. 生態調査

5.1 底生生物

調査は、各測点ごとに前浜部2箇所まで底生生物を採取した。採取方法は、直径20cmの円内をシャベルにより約5cmの深さで砂をすくい、1mmのふるいにかけて、ふるいに残った底生生物(マクロベントス)を採取し、生物の種名を同定し、種ごとの個体数を求め1m²における個体数に換算した。

図-5は各測点における生物門別の個体数の分布を表している。調査地域では節足動物(アミ科, スナホリムシ科等)と軟体動物(マルスダレガイ科, フジノハナガイ科), 環形動物(スナゴカイ科)が見られ、この順で個体数が多かった。底生生物の生息個体数が地域により非常に異なる結果が得られた。地域II(さつき松原)や地域IIIのNo.1, No.2(勝浦)において、総個体数が796個/m²~3,185個/m²の範囲で非常に多い。これらの測点では、軟体動物の個体数は測点によりかなりばらつきが見られるが、節足動物の個体数は411個/m²~1,202個/m²の範囲で多さが著しい。これに対して他の測点では、総個体数が0個/m²~300個/m²の範囲にとどまった。また、大半の測点で二枚貝類のナミコガイの生息が確認され、調査地域の環境がこのベントスの生息に適応していると思われる。また比較のため、福岡市港湾局(1996)によって調べられた博多湾内(海の中道から香椎浜までの砂浜・干潟計13測点)の門別個体数を図-6に示す。響・玄界灘の外海の砂浜と比べ博多湾内の海浜には414~7,308(個/m²)と全体的に非常に多くのマクロベントスが生息しているのが分かる。さらに生息種も全く違い、外海の大半の測点で確認されたナミコガイが湾内では生息が確認されず、ウミナヤやホトトギスガイが多く見られ、生息環境の違いにより生息種の相違が表れていると思われる。

生物は、一般的に種類と個体数のいずれも豊富であるほうが、質の高い環境を保持しているといえる。これを定量的に示す指標として次式で表される多様度指数(木元, 1976)が用いられる。

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 n_i は*i*番目の出現種の個体数、 N は総個体数で

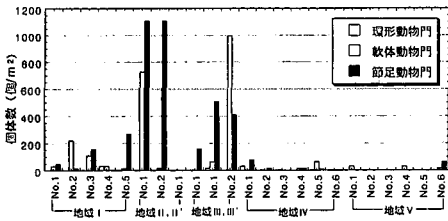


図-5 各測点における門別マクロベントス個体数

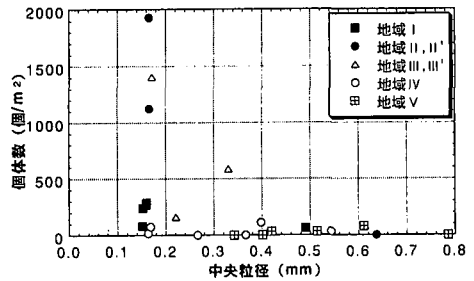


図-9 各測点のマクロベントスの個体数と中央粒径

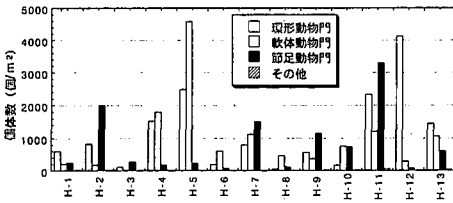


図-6 博多湾におけるマクロベントスの個体数

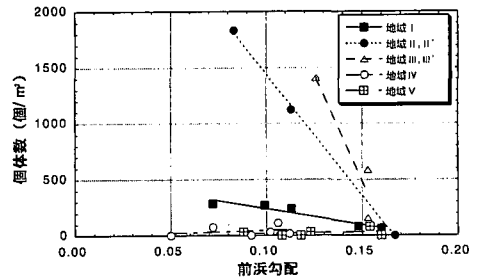


図-10 各測点のマクロベントスの個体数と前浜勾配

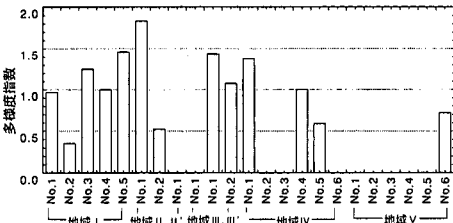


図-7 各測点におけるマクロベントスの多様度指数

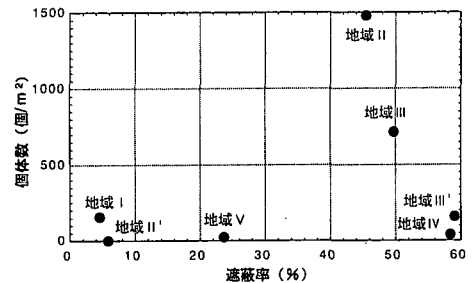


図-11 各地域の遮蔽率とマクロベントスの平均個体数

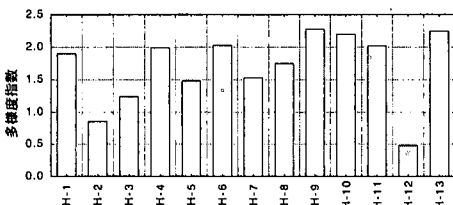


図-8 博多湾におけるマクロベントスの多様度指数

ある。図-7, 8 は、それぞれ今回の調査海岸と博多湾内におけるマクロベントスの多様度指数を表している。外海に面した海岸のほうが、内湾より全体的に低い値となっており、一種が優占的に生息している測点もいくつか見られる。

地域により個体数が大きく異なる要因を検討するため、海浜特性などの各種物理量と個体数との相関を調べた。図-9 は、底質特性の中央粒径と個体数との関係を示す。個体数が非常に多い地域 II, 地域 III では 0.165~0.330 mm と粒径が比較的小さく、特に 0.160 mm 前後に集中している。図-10 は、前浜勾配との関係を見たもので、全体的にみると前浜勾配に対して個体数

がかなりばらつくが、地域別に考察すると勾配が大きくなるにつれ個体数が減少する傾向が認められる。また、前述したように地域により個体数にかなりの違いが生じる。この違いは波の強さが影響していると考えられ、これを示す指標として各海岸における来襲波に対する遮蔽率を用いた。遮蔽率の計算にあたっては、沖からの卓越した 3 種類の入斜波向を選定し屈折や回折はないものとし、それらの発生頻度を考慮して各弓状海岸における島と岬で遮蔽された海岸の距離と全海岸延長との比率を遮蔽率とした。図-11 に地域別の遮蔽率と地域平均の個体数を示す。地域 II, III, IV は遮蔽率が 45.4~58.3% と非常に高く、他の地域より波が小さいと考えられる。それに対し、地域 I はそれが最も小さい値を示した。これらのことから、波の強さの小さい環境がマクロベントスの生息に適している傾向が認められる。以上よりマクロベントスの生息に適した環境は、海浜の形態と底質、波の強

表-3 各測点における植生生育状況

番号	分類	植物名	地域 地名 測点	地域Ⅰ 苅屋					地域Ⅱ 地域Ⅱ'		地域Ⅲ 地域Ⅲ'		地域Ⅳ 地域Ⅳ'	
				被津	新 松	原	芦 屋	さつき松原	鶴崎	忍浦	勝 浦	勝 浦	勝 浦	勝 浦
				No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 1	No. 2	No. 1	No. 1	No. 1	No. 2
1	アカバナ科	コマツヨイグサ	△											
2	イネ科	オニシバ	◎			○		○						
3		ケカモノハシ	△	◎	○	◎		◎	◎			◎		
4		ダンチク												
5		チガヤ									◎	◎		
6	カヤツリグサ科	コウボウムギ	◎	○	○	○	◎	○			○	○	◎	
7	キク科	カワラヨモギ		△	○						○			
8		ハマニガナ			△		△							
9	クマツヅラ科	ハマゴウ				◎	○		○		◎	◎	○	
10	セリ科	ハマボウフウ												
11	トベラ科	トベラ					○							
12	バラ科	ネコノシタ												
13	ヒガンバナ科	ハマユウ											△	
14	ヒルガオ科	ハマヒルガオ	△	○	○		◎						△	
15	フジシコ科	フジナデシコ		△										
16	ムラサキ科	スナビソウ											△	
17	ユリ科	クサスギカズラ									△			
種 数				4	5	5	3	6	3	2	0	5	4	5

番号	分類	植物名	地域 地名 測点	地域Ⅳ 苅屋 崎					地域Ⅴ 西戸 崎				
				新 宮	浜	花見	福岡	津 屋 崎	海 の 中 道	奈 多	奈 多	奈 多	奈 多
				No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 1	No. 2	No. 4	No. 5
1	アカバナ科	コマツヨイグサ								△			
2	イネ科	オニシバ		○									
3		ケカモノハシ	◎	◎			○		○	○		○	
4		ダンチク		○									
5		チガヤ											
6	カヤツリグサ科	コウボウムギ	○	◎					○	○	△	◎	
7	キク科	カワラヨモギ								△			
8		ハマニガナ											
9	クマツヅラ科	ハマゴウ					○						
10	セリ科	ハマボウフウ								△			
11	トベラ科	トベラ											
12	バラ科	ネコノシタ							○	○	△		
13	ヒガンバナ科	ハマユウ						△					
14	ヒルガオ科	ハマヒルガオ	○	○				○		○	△	○	
種 数				3	5	0	0	4	0	3	7	3	0

◎群生もしくは多数生育, ○や群生もしくは少数生育, △点在

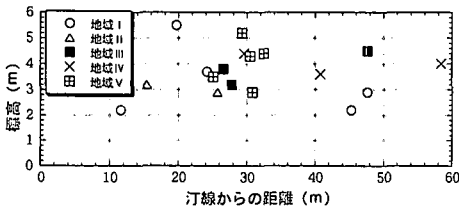


図-12 各測点の植生生育限界点

さの3条件と非常に深い関係があることを明らかにした。なお、地域Ⅳの多くの測点では3条件をある程度満足しているが、生息個体数が小さいのは、他の要因が影響していると推測される。

5.2 砂浜海岸植物

植生調査は、全測点で実施し、砂浜における海側の植生生育限界点から砂丘の前面部に生育している植物を対象とした。調査方法は、植物の写真撮影と生育限界点の標高および汀線からの距離の測定である。撮影した写真と図鑑(林, 1983)により植物の種類を同定し、種類別による生育場所の標高、海浜勾配、汀線までの距離などから分布状況を明らかにし、各砂浜海岸の植生分布地域を種類別の分類で整理した。

表-3は各測点の植生状況を示したものである。各測点において海浜の生育限界付近に植生する植物はカヤツ

リグサ科のコウボウムギ、イネ科のケカモノハシ、ヒルガオ科のハマヒルガオが最も多く見られ、全測点で生育限界は、図-12に示すように汀線から12m~58m離れた地点から植生し、特に24m~32mの付近が多く、標高3m~4mに集中している。また、海浜に植生が群生を形成している測点では、群生している地点から海浜の勾配が変化することや、浜崖から突き出した根が見られるように、砂浜海岸植物は地中深く根を下ろすか、もしくは横に根を張っていく性質があることから、飛砂や海岸侵食防止の効果が確認できる。

6. あとがき

本研究によりつぎのことを明らかにした。

(1) 調査地域の海岸は、海浜幅の大小が見られるが、比較的幅の広い数多くの砂浜海岸が現存し、アメニティ評価の高い優良な海岸が多い。

(2) 砂浜海岸のアメニティを高める環境要素として、後浜の幅と砂丘の存在およびそれに伴う植生と海岸林が重要である。また、アンケート調査によりアメニティを評価する上で重要となる設問内容を抽出した。

(3) 夏期における外海に面した海浜でのマクロベントスの生育種や個体数が把握できた。多種類かつ個体数の多いマクロベントスの生息環境は、前浜の勾配と底質の粒径、波の強さと非常に深い関係がある。

謝辞: 環境テクノス(株)の岩本浩、上杉年正、松原修の諸氏には、底生生物調査に多大な協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 木元新作(1976): 生態学研究法講座14 動物群集研究法Ⅰ, 共立出版, 192 p.
- 小島治幸・本原弘也(1997): 九州北部沿岸における海岸性状の改変について, 九州共立大学工学部研究報告(投稿中).
- 土屋義人ほか(1978): Pocket Beachの平面形状について, 第25回海岸工学講演会論文集, pp. 209-212.
- 林 弥栄(1983): 山溪カラー名鑑 日本の野草, 山と溪谷社.
- 福岡市港務局(1996): アイランドシティ整備事業環境監視結果(平成7年度), pp. 51-59.