



共同研究報告書

第 61 号

海岸の物理指標と 海岸の雰囲気の関係

平成3年8月

建設省土木研究所
茨城県土木部

Copyright © (1991) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

海岸の物理指標と海岸の雰囲気の関係

建設省土木研究所	海岸研究室	室 長	宇 多 高 明
	同	研究員	小 俣 篤
	同	元部外研究員	浅 対 享
		(株)フジタ 開発設計部)	
茨城県土木部土木試験所	主査兼調査課長	石 井 佐 武 郎	
	調査課 係長	富 田 成 秋	
	調査課 技師	羽 成 英 臣	
河川課	課長補佐	鈴 木 則 夫	

要 旨

三浦半島および鹿島灘の沿岸での現地調査により、海岸の物理指標と海岸の雰囲気の関係について考察した。アンケート調査データをもとにした個々の雰囲気表現に関する重回帰分析によると、海岸の雰囲気に最も影響する物理指標は天空率であること、そしてそれに平均音圧（波の音の大きさ）と波高が続くことが分かった。また、因子分析によれば、海岸の雰囲気は天空率、波高および上方照度により類型化されることが見いだされた。以上の点より、海岸の雰囲気には空間の広さ、波高および明るさ（視覚情報）と、波の音の大きさ（聴覚情報）が強く係わることが結論された。また、重回帰分析より海岸の雰囲気と物理指標との関係を表わす定量的な経験式がまとめられた。次に、海岸の雰囲気に関するアンケート調査と同時に実施した波の音の感じ方に関するアンケート調査によると、波の音の「安らぐ—いらだつ」「落ち着く—わくわくする」感じ方にとっては、平均音圧と入射波周期（波の音のリズム）が重要な影響因子となることが示され、これらの間の定量的な関係式が得られた。さらに、海岸の雰囲気と波の音の感じ方の間には良好な対応関係があり、波の音が海岸の雰囲気をもたらす重要な要素になることが見いだされた。

キーワード：海岸の雰囲気、物理指標、波の音、現地調査、多変量解析、経験式

は　じ　め　に

建設省土木研究所と茨城県土木部では、平成元年度より共同研究「海岸環境の構成要素に関する研究」を進めてきた。平成元年度には、茨城県民を対象として海岸の雰囲気および利用形態に関するアンケート調査を実施し、海岸の雰囲気と利用形態に関する県民の意識を調べた。また、マリンスポーツの活動条件を明らかにするため、ヨット、モーターボート、ボードセイリングおよびサーフィンの活動者を対象としたアンケート調査を実施し、各マリンスポーツに適した自然条件を整理した。本報告書は、以上の研究に引き続いて実施した、海岸の物理指標と海岸の雰囲気の関係に関する現地調査の結果を取りまとめたものである。

目 次

はじめに

1. ま え が き	1
2. 調 査 方 法	2
2.1 調査の目的	2
2.2 調査対象海岸	2
2.3 海岸物理指標の選定とその測定方法	3
2.4 アンケート調査の方法	5
3. 調 査 結 果	8
3.1 海岸の物理指標と海岸の雰囲気の関係	8
3.1.1 重回帰分析の結果	8
3.1.2 因子分析の結果	13
3.2 海岸の物理指標と波の音の感じ方の関係	17
4. 調 査 成 果 の 適 用 例	21
5. 結 論	24
参 考 文 献	25
付録-I 測定した音圧変動のパワースペクトル	27
付録-II 調査対象海岸の全景写真	43
付録-III 海岸の物理指標の測定値と海岸の雰囲気・波の音の感じ方の平均評価点一覧	53
付録-IV 重回帰分析の結果（海岸の雰囲気）	59
付録-V 重回帰分析の結果（波の音の感じ方）	67

1 . ま え が き

海岸環境に関する従来の研究では、海水浴などの特定の利用形態に適した自然条件が調べられてきた(例えば、堀川ほか, 1972; 佐々木ほか, 1974; 井上・島田, 1982)。しかしながら、海岸の自然条件が人々の心理に及ぼす影響についてはほとんど研究例がなく、わずかに灘岡・徳見(1988)、灘岡・玉嶋(1989)による波の音と心理との関係に関する研究が行われたのみである。近年、筆者らは良好な海岸環境を整備する際に役立つ指針を得るために、海岸環境に関する研究を進めてきており、その中で海岸環境には海岸においてのみ感じられる特徴的な雰囲気があることを指摘した(宇多ほか, 1989; 1990)。また、アンケート調査により、人々に好まれる海岸の雰囲気を抽出し、これらの雰囲気に対する意識を標本属性により類型化した(建設省土木研究所・茨城県土木部, 1990; 宇多ほか, 1991a)。また、明るさ、空間の広さおよび温熱環境に関して、快適性と心理との関係について検討した(宇多ほか, 1990; 1991b)。しかし、海岸の自然条件は様々な物理指標によって代表されるものであるから、個々の物理指標と海岸の雰囲気との間に成立する関係が解明され、そしてそれらの総合的な評価が可能にならない限り、海岸の雰囲気特性に配慮した海岸整備計画の立案は難しい。例えば、広々とした海岸に離岸堤や突堤等の構造物が設置される場合、あるいは背後地にホテル等の建築物が建設される場合、以上に述べた定式化が行われない限りこれらの構造物による開放感などの雰囲気の変化を定量的に評価することは困難である。

本研究は、海岸の物理指標と海岸の雰囲気の間関係を調べることを目的としており、現地海岸の自然条件を代表する物理指標を測定すると同時に、その海岸でアンケート調査を行い、海岸の雰囲気の評価を行う。そしてこれらのデータ分析により、海岸の物理指標と海岸の雰囲気の間関係について検討する。

2. 調査方法

2.1 調査の目的

現地調査は、海岸の物理指標の測定と、アンケート調査からなる。海岸の物理指標は、海岸の雰囲気に関連すると考えられる自然条件の中から文献調査等に基づいて予め抽出した。物理指標のうち時間的に変化しない項目はアンケート調査前に、時間的に変化する項目はアンケート調査の実施時に測定した。アンケート調査では男女ほぼ同数の被験者約30人が準備された調査表により雰囲気を評価した。

現地調査は海岸利用が盛んな夏期に行った。ただし、混雑や騒音などによる海岸の雰囲気的人為的な変化を避けるため、海水浴の混雑時期を避け、晩夏の8月28日～30日と9月4日に実施した。また、明るさの条件を変えるために、各海岸とも日昼と夕方に調査を行った。

2.2 調査対象海岸

アンケート調査により海岸の雰囲気と海岸の物理指標の関係を調べるためには、できるだけ多くの海岸で調査を実施し、種々の自然条件の下でデータを得る必要がある。これには移動が容易で、かつ異なった自然条件の海岸を選べる場所で現地調査を行うことが望ましい。そこで、比較的波浪が穏やかで多くのポケットビーチのある神奈川県三浦半島と、外洋に面した茨城県の鹿島灘沿岸を調査対象とした。さらに、事前に実施した現地踏査により、各々の場所で自然条件の異なる海岸を選定し、三浦半島の10海岸（図-2.1）と鹿島灘沿岸の3海岸（図-2.2）を選定した。調査対象海岸の一覧と各海岸での調査日時を表-2.1に示す。ケース数の合計は26である。

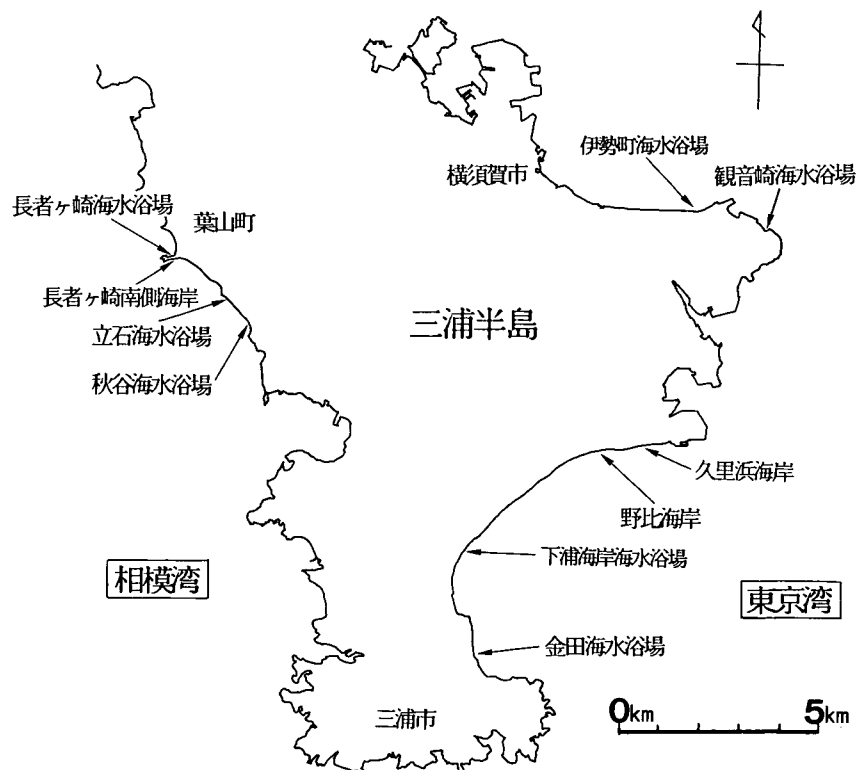
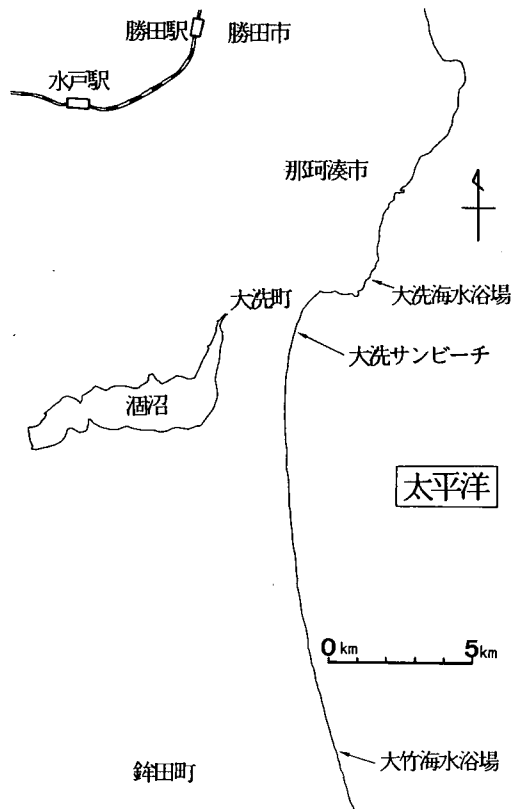


図-2.1 調査対象海岸の位置（三浦半島）

表-2.1 調査対象海岸の名称と調査日時

ケース	海水浴場・海岸名	所在地	調査日時	
1	伊勢町海水浴場	三浦半島	日昼	8月28日 14:15~14:30
2			夕方	8月29日 17:00~17:10
3	観音崎海水浴場	三浦半島	日昼	8月28日 13:50~14:05
4			夕方	8月29日 16:30~16:40
5	久里浜海岸	三浦半島	日昼	8月29日 15:15~15:30
6			夕方	8月30日 17:55~18:10
7	野比海岸	三浦半島	日昼	8月29日 14:40~15:00
8			夕方	8月30日 17:20~17:30
9	下浦海岸海水浴場	三浦半島	日昼	8月29日 14:10~14:25
10			夕方	8月30日 16:40~16:55
11	金田海水浴場	三浦半島	日昼	8月29日 13:30~13:50
12			夕方	8月30日 16:00~16:20
13	秋谷海水浴場	三浦半島	日昼	8月30日 14:15~14:25
14			夕方	8月28日 17:40~17:50
15	立石海水浴場	三浦半島	日昼	8月30日 13:50~14:10
16			夕方	8月28日 18:15~18:30
17	長者ヶ崎南側海岸	三浦半島	日昼	8月30日 12:50~13:05
18			夕方	8月28日 16:50~17:10
19	長者ヶ崎海水浴場	三浦半島	日昼	8月30日 13:10~13:20
20			夕方	8月28日 16:20~16:40
21	大洗海水浴場	鹿島灘	日昼	9月4日 13:50~14:00
22			夕方	9月4日 16:20~16:30
23	大洗サンビーチ	鹿島灘	日昼	9月4日 14:30~14:45
24			夕方	9月4日 16:45~16:55
25	大竹海水浴場	鹿島灘	日昼	9月4日 15:20~15:30
26			夕方	9月4日 16:45~16:55

図2-2 調査対象海岸の位置
(茨城県の鹿島灘沿岸)

2.3 海岸の物理指標の選定とその測定方法

海岸の雰囲気は表面感覚、聴覚、視覚、嗅覚の4感覚を介して感じられる(宇多ほか, 1989)。したがって、海岸の自然条件を代表する物理指標もこれらの感覚の対象ごとに整理して抽出するのがよいと考えられる。以下では、各感覚ごとに海岸の物理指標を抽出し、その測定方法を示す。

(1) 表面感覚

気温、湿度は屋外環境における快適性を判断する基本的な指標である。また、海岸では無風な状態は稀であり、風により暑さが和らぎ、あるいは寒さが増すことはしばしばである。このことから風速も重要な指標となる。気温、湿度、風速に支配される海岸の温熱環境は、海岸の快適性に強く影響する(宇多ほか, 1991b)ことから、これらの指標は海岸の雰囲気とも強い関連を有すると考えられる。そこで、温度、湿度、風速を測定項目とした。気温、湿度は地表から1.5mの位置で温湿度計により、風速は同じ位置でプロペラ式風速計により5分間の平均風速として測定した。

(2) 聴 覚

潮騒という言葉に表されるように、波の音は海岸の雰囲気と関連する。灘岡・徳見（1988）、灘岡・玉嶋（1989）は、波の音が海岸の大きな魅力の1つになることを明らかにした。そこで、本研究でも同様な趣旨よりアンケート調査と同時に波の音を計測し、波の音の平均音圧、音圧の変動周期等を求めた。波の音は、騒音計により汀線際の地表上1.5m位置で収録した。約3分間の音圧変動記録の1/3オクターブ分析を行い、A特性¹⁾で重み付けした平均音圧を8Hzでサンプリングし、時系列を求めた。また、約20波の入射波の平均的な波高・周期および汀線から砕波点位置までの平均距離（以下、砕波帯幅と略す）を目視により測定した。

(3) 視 覚

海岸空間の広さは、「雄大さ」や「開放感」等の雰囲気に強く影響する（宇多ほか、1991b）。また、海面や砂浜は高い輝度特性を持つことから、海岸は都市部に比べて明るい環境にある（宇多ほか、1990）。したがって、海岸の明るさもまた「開放感」や「健康感」等の雰囲気に強く影響すると思われる。そこで、空間の広さを評価する指標として汀線延長、海浜幅、海岸空間の陸側の境界を与える海岸堤防や海崖等の海浜からの仰角（以下、仰角とのみ記す）、および海岸の天空率率を取り上げた（宇多ほか、1991b参照）。砂浜幅、汀線延長は現地海岸で実測するほか国土基本図から読みとった。仰角は海岸の直背後にある堤防や山の頂点への視線が水平面となす角度とし、トランシットにより前浜上1.5mの高さで測定した。天空率は、海浜中央を中心に持つ全球面に対する天空面の占める割合とし、前浜上に設置した正射影型の魚眼レンズ付のカメラで写真を撮影し、写真の全面積と天空面積との比により算出した（小木曾・武井、1966）。各海岸で撮影した写真を付録Ⅱに示す。これらの測定はアンケート調査の前に行った。明るさに関しては、地表上1.5mの高さで照度計を上方または下方に向け、太陽光からの照度（上方照度）と地面からの反射照度（下方照度）を測定した。また、波の状況を表わす指標として入射波の波高、砕波帯幅を測定した。これらは上述のように聴覚の対象でもある。以上をまとめ、海岸の物理指標の測定項目の一覧と各々の測定時期を表-2.2に示す。

表-2.2 測定項目の一覧

測定項目	測定時期および測定回数
波の音	各ケースのアンケート調査時に測定（各海岸で2回測定）
上方照度	
下方照度	
乾球温度	
湿度	
風速	
波高	
周期	
砕波帯幅	
砂浜幅	
汀線延長	各海岸で1回測定
仰角	
天空率	

1) A特性：各周波数成分の音圧を合成する際に用いられる人間の聴覚機能を考慮した一種の周波数フィルター

2.4 アンケート調査の方法

アンケート調査は1990年8月28, 29, 30日, 9月4日の4日間で実施し, 約30人の男女(19~24歳)を被験者とした(表-2.3)。アンケート調査では, 宇多ほか(1989)より海岸の雰囲気を表わす形容詞句を予め19句抽出した(表-2.4参照)。調査では, 各々の雰囲気表現を「感じる」(4点)から「感じない」(1点)までの4段階の得点により評価した。評価は, 被験者に対象海岸を約5分間自由に散歩させた後, 汀線付近において表-2.4の調査表に回答させる方法で行った(写真-2.1参照)。また, 目を閉じて静止した状態とすれば波の音による心理変化を評価できると考え, 波の音の感じ方を表わすと考えられる語句を予め9対抽出し(表-2.4参照), 5段階の得点により評価させた。この調査は雰囲気の評価終了直後に行った。波の音の感じ方は, 3分間静止した状態で目を閉じて波の音を聞かせた後(写真-2.2参照), 表-2.4の調査表に回答させて評価した。また, 心理変化を純粋に評価できるよう, 両アンケートの回答時間は1分以内とした。

表-2.3 被験者の性別および年齢

調査月日 性別	8/28		8/29		8/30		9/4	
	18歳 ~20歳	21歳 ~24歳	18歳 ~20歳	21歳 ~24歳	18歳 ~20歳	21歳 ~24歳	18歳 ~20歳	21歳 ~24歳
男	0人	14人	1人	15人	1人	14人	1人	14人
女	0人	12人	0人	13人	0人	13人	6人	7人
合計	26人		29人		28人		28人	



写真-2.1 雰囲気に関するアンケートの回答状況
(8月30日 16:00~16:20, 金田海水浴所)



写真-2.2 波の音を聞いている状況
(8月30日 16:00~16:20, 金田海水浴所)

表-2.4 アンケートの調査表

あなたがこの海岸で感じる雰囲気について
次のことばに得点を与えて下さい。

	感 じ る	少 し 感 じ る	あ ま じ り な い	感 じ な い
1) 穏やかな	4	3	2	1
2) 荒々しい	4	3	2	1
3) のどかな	4	3	2	1
4) 自然な	4	3	2	1
5) 神秘的な	4	3	2	1
6) 雄大な	4	3	2	1
7) 開放的な	4	3	2	1
8) さわやかな	4	3	2	1
9) さみしい	4	3	2	1
10) 静かな	4	3	2	1
11) 清潔な	4	3	2	1
12) 温和な	4	3	2	1
13) 閉鎖的な	4	3	2	1
14) 圧迫感のある	4	3	2	1
15) 不潔な	4	3	2	1
16) 憂うつな	4	3	2	1
17) 暗い	4	3	2	1
18) 落ち着かない	4	3	2	1
19) 人工的な	4	3	2	1

ケース番号(), 整理番号(), / ,

この海岸で聞いた波の音はあなたの気持ちを
をどのようにすると感じましたか。該当する
ところに○をして下さい。

	感 じ る	少 し 感 じ る	ど い ち え ら な い も	少 し 感 じ る	感 じ る	
1) 安らぐ	5	4	3	2	1	いらだつ
2) 落ち着く	5	4	3	2	1	わくわくする
3) 晴々する	5	4	3	2	1	めいる
4) 明るくなる	5	4	3	2	1	暗くなる
5) 豊かになる	5	4	3	2	1	さみしくなる
6) 軽快になる	5	4	3	2	1	重くなる
7) すっきりする	5	4	3	2	1	ばやける
8) うるおう	5	4	3	2	1	かわく
9) 楽しくなる	5	4	3	2	1	苦痛になる

ケース番号(), 整理番号(), / ,

3. 調査結果

3.1 海岸の物理指標と海岸の雰囲気の関係

3.1.1 重回帰分析の結果

各々の雰囲気表現と物理指標との関係を調べるため、重回帰分析を試みた。まず、約30人の被験者により評価されたケースごとの雰囲気表現の平均得点（付録－Ⅲ参照）を目的変数とし、また、各海岸の物理指標の測定値（付録－Ⅲ参照）を説明変数として重回帰分析を行った。分析は、全物理指標を説明変数とした場合と、逐次法により物理指標を選択した場合について行った。各雰囲気表現ごとの分析の結果によると、変数選択を行わない分析では有意な検定結果がほとんど得られず、あるいは分析そのものが有意であっても、多くの変数が有意と判定されなかった（付録－Ⅳ）。一方、変数選択を行った解析のほとんどは有意と判定され、選択された説明変数の多くが有意であった。実際、変数選択を行くことにより、分析の精度を示す決定係数等の指標も向上した（付録－Ⅳ参照）。そこで、以下の考察は変数選択を行った分析結果に基づいて行うこととする。

各雰囲気表現ごとの重回帰分析の検定結果を表－3.1に示す。帰無仮説²⁾が危険率1%で棄却されるので有意と判定された解析に○、そうでない解析に×を付けた。また各説明変数についても、帰無仮説が危険率1%で棄却されるので有意と判断された変数に○および●、そうでないものには×を記した。ここで、○は回帰係数が正の値、●は負の値を持つことを表わす。表－3.1によれば、海岸の物理指標のうち気温はいずれの雰囲気表現の分析においても選択されておらず、海岸の雰囲気に気温条件はあまり関係しないようである。この理由としては、本調査が夏の一時期に限って行われたことから、調査時の気温変化が小さかったことが考えられる。

検定により有意と判定された回帰係数には、その値が小さいため雰囲気の変化に与える影響が非常に小さいものがある。そこで、選択された説明変数の回帰係数（付録－Ⅳ参照）より、雰囲気表現の評価得点を3点変化させ、ある雰囲気表現を「感じない」より「感じる」まで変えるのに要する物理指標の変化量を求めた。これより、回帰係数が小さいため物理指標の変化量を極端に大きくしなければならない指標を抽出し、表－3.1中に*印を記した。表－3.1に示すように、説明変数のうち湿度、砕波帯幅、砂浜幅、汀線延長はどの雰囲気表現に対しても与える影響が小さいと判定される。湿度は気温と同様に調査時期が限られているのであまり変化せず、影響が小さくなったと考えられる。砕波帯幅は最大・最小の差が約50mもあり、あまり偏らずに分布している（付録－Ⅲ）。それにもかかわらず海岸の雰囲気にあまり影響しない。このことは砕波帯幅が海岸の雰囲気と無関係な指標であることを表わしていると考えられる。砂浜幅と汀線延長は、海岸数が少ないにもかかわらず分散が非常に大きく（付録－Ⅲ）、まばらな分布となっている。このため影響が明瞭に表れなかったと考えられる。

2) 帰無仮説：重回帰分析の検定においては説明変数全部の値、回帰係数の検定においては当該係数の値が0でないと言えないことを帰無仮説と言う。通常、データ数 n 、説明変数の数 p 、自由度 $(n, n-p-1)$ のF分析を用いて危険率 α で帰無仮説が棄却されるかどうかを判定し、分析の有意性が決められる。

表-3.1 全説明変数を対象とした重回帰分析の検定結果（雰囲気表現）

物理指標 \ 雰囲気表現	穏やかな	荒々しい	のどかな	自然な	神秘的な	雄大な	開放的な	さわやかな	さみしい	静かな	清潔な	温和な	閉鎖的な	圧迫感のある	不潔な	憂うつな	暗い	落ち着いた	人工的な
有意性	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○
平均音圧	●	×	●	-	-	-	×	×	-	●	×	×	-	-	-	-	-	-	-
音圧変動の卓越周期	-	○	-	-	-	×	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	×	-
上方照度	-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
下方照度	×	-	×	-	×	-	-	-	●	-	×	-	-	-	-	-	×	-	-
気温	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湿度	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
風速	×	-	-	-	×	-	-	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-
波高	●	×	-	×	-	-	-	×	○	-	-	●	○	○	-	○	○	○	-
周期	×	-	-	-	○	○	○	○	-	-	○	○	●	×	-	●	●	×	-
碎波帯幅	-	○	-	-	-	×	-	-	-	-	×	×	×	×	×	×	×	-	●
砂浜幅	-	-	-	×	-	●	●	-	-	-	-	×	○	○	-	×	○	×	○
汀線延長	-	-	×	×	-	-	-	-	-	×	-	-	○	×	×	○	○	×	-
仰角	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	●	×	×	●	●	●	-
天空率	○	●	-	-	-	○	○	○	×	-	○	○	●	●	●	●	●	●	×

- ：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合
 ●：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合
 ×：解析あるいは回帰係数が有意でない場合
 -：変数選択を行う解析において選択されなかった指標
 *：評価得点を3ポイント変化させるのに必要な説明変数の変化量が、非現実的な幅となる場合

仰角については、「閉鎖的な」等の雰囲気表現で回帰係数が負になっている。すなわち、海岸空間の境界にある壁面が高いと、「閉鎖的な」雰囲気を感じにくくなる分析結果である。これは、一般に言われている建築物による閉鎖性と仰角の関係と逆の傾向である（例えば、宇多ほか, 1991b）。そこで、空間の広さに関連したもう一つの指標である天空率と仰角の関係を調べてみた。その結果、調査対象海岸では両者に相関係数0.95という高い負の相関関係があった（図-3.1）。ところで、一般に重回帰分析では従属関係にある変数をパラメータとして用いることはできない。それゆえ仰角、天空率のいずれかを除外する必要がある。天空率について考えてみると、その回帰係数は、天空率が小さくなると「閉鎖的な」雰囲気を感じ易くなる符号を持つので、建築の分野で示されている傾向と矛盾しない。また、天空率は多くの雰囲気表現で有意な変数として選択されていることから、海岸の雰囲気に影響の強い物理指標である。そこで、ここでは物理指標より仰角を除外することにした。また、汀線延長や砂浜幅も空間の広さを表わすという意味からは天空率と同様な意味を持ち、そしてそれらの回帰係数は十分小さいので物理指標から除外する。以上の点より、本研究では空間の広さを代表する物理指標として天空率のみをとりあげることにした。

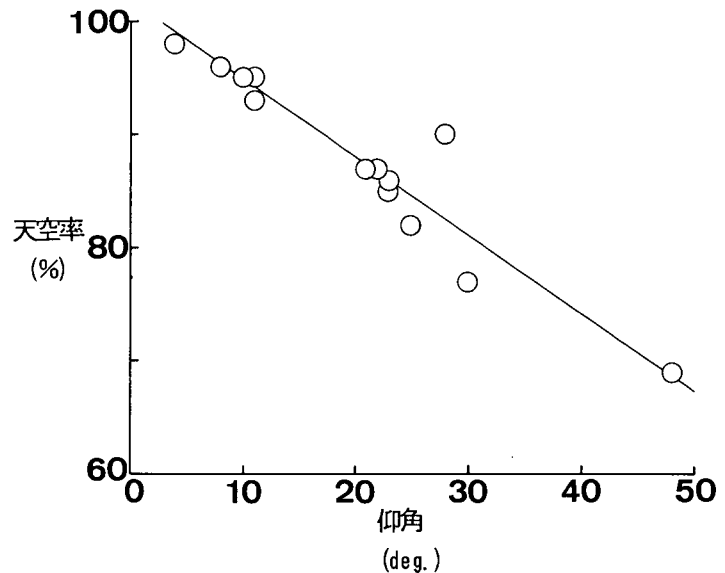


図-3.1 天空率と仰角の関係

次に、上方照度と下方照度の関係を調べると（図-3.2参照）、両者は相関係数0.92と非常に高い相関関係を有している。両者の相関関係は、主として海岸の輝度特性により支配されているので（宇多ほか, 1990）、調査した海岸では輝度特性がほぼ一定であったことを意味する。輝度特性が一定であれば、2つの変数は

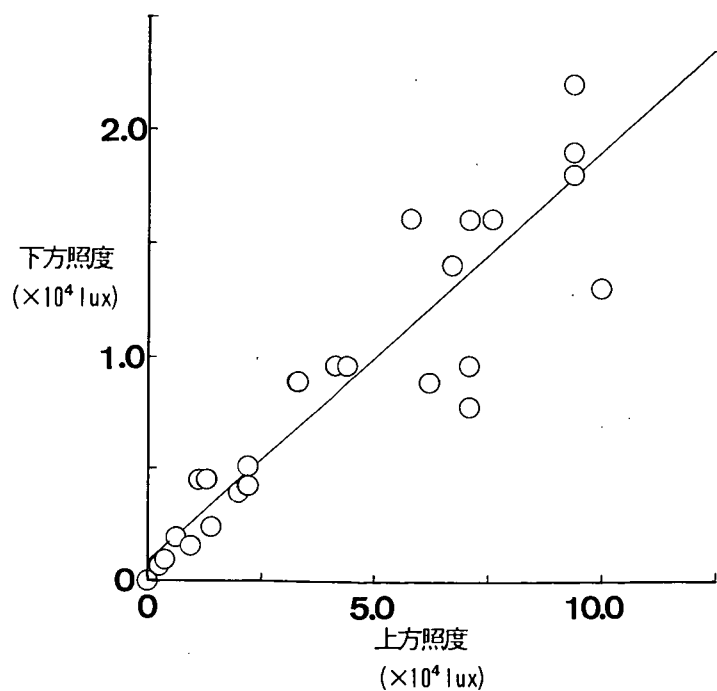


図-3.2 上方照度と下方照度の関係

同一の意味を持つので、明るさに関する指標としては上方照度のみを用いれば良い。

以上の検討により、海岸の雰囲気に影響する物理指標として平均音圧、音圧変動の卓越周期、上方照度、湿度、風速、波高、天空率が抽出された。そこでこれらの物理指標を用いて再び重回帰分析を行った。各雰囲気表現の分析の検定結果をまとめて表-3.2に示す。検定結果によると、雰囲気表現のうち、「神秘的な」「清潔な」「不潔な」「人工的な」の分析は有意とはならなかった。これらの雰囲気表現は宇多ほか(1991a)、建設省土木研究所・茨城県土木部(1990)によると、海岸ではあまり意識されない雰囲気であり、そのため有意な分析結果が得られなかったと考えられる。これらの雰囲気表現を除けば、各物理指標と各々の雰囲気表現との関係を調べることは十分意味を持つことになる。

有意な解析結果を得られた雰囲気表現について、回帰係数 β と各雰囲気表現の評価得点を1点変化させるのに必要な量 δ (回帰係数の逆数)の一覧を表-3.3に示す。以下、個々の雰囲気表現に関する分析結果について考察する。なお、測定した各物理指標の変動幅は、平均音圧 P_s が約10dB、音圧変動の卓越周期が約8 sec、上方照度 L_u が約 10^5 lux、風速 V_w が約3 m/s、波高 H が約2 m、天空率 R_s が約30%であった(付録-Ⅲ参照)。

① 穏やかな

「穏やかな」雰囲気に影響する物理指標は、平均音圧、波高、天空率であり、平均音圧および波高が低いほど、天空率が高いほどこの雰囲気を感じ易い。

② 荒々しい

「荒々しい」雰囲気に影響する物理指標は平均音圧、波高であり、平均音圧、波高が高いほどこの雰囲気を感じ易い。音圧変動と天空率の影響は比較的小さい。

③ のどかな

「のどかな」雰囲気に影響する物理指標は平均音圧、天空率であり、平均音圧が低く、天空率が高いほどこの雰囲気を感じ易い。

④ 自然な

有意な指標となったのは波高のみであるが、その回帰係数も小さく、「自然な」雰囲気の影響要因は分析できない。

⑤ 雄大な

「雄大な」雰囲気に影響する物理指標は天空率であり、天空率が大きいほどこの雰囲気を感じ易い。風速、波高の影響は比較的小さい。

⑥ 開放的な

「開放的な」は、「雄大な」と同様に天空率が高いほど感じ易い雰囲気表現である。ただし、「雄大な」雰囲気とは異なり波高は無関係である。

⑦ さわやかな

「さわやかな」雰囲気に影響する物理指標は天空率であり、天空率が大きいほどこの雰囲気を感じ易い。平均音圧、上方照度の影響は比較的小さい。

⑧ さみしい

表-3.2 抽出した説明変数を対象とした重回帰分析の検定結果（雰囲気表現）

雰囲気表現	穏やかな	荒々しい	のどかな	自然な	神秘的な	雄大な	開放的な	さわやかな	さみしい	静かな	清潔な	温和な	閉鎖的な	圧迫感のある	不潔な	憂うつな	暗い	落ち着いた	人工的な
物理指標	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	×	○	○	○	×	○	○	○	×
平均音圧	●	○	×	-	-	-	-	×	-	●	-	×	-	-	-	×	○	-	-
音圧変動の卓越周期	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
上方照度	-	-	×	-	-	-	-	○	●	-	-	○	-	-	-	×	●	-	-
風速	-	-	-	-	-	×	×	-	×	●	-	-	●	×	-	●	×	-	-
波高	●	○	×	○	×	×	-	-	○	-	-	×	○	○	-	-	-	×	×
天空率	○	×	○	-	-	○	○	○	●	×	×	○	●	●	×	×	●	●	-

○：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合
 ●：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合
 ×：解析あるいは回帰係数が有意でない場合
 -：変数選択を行う解析において選択されなかった指標

表-3.3 回帰係数とその逆数の一覧（雰囲気表現）

雰囲気表現	穏やかな	荒々しい	のどかな	自然な	雄大な	開放的な	さわやかな	さみしい	静かな	温和な	閉鎖的な	圧迫感のある	憂うつな	暗い	落ち着いた
回帰係数とその逆数															
平均音圧	β_{Pa} (1/dB)	-0.089	0.098	-0.089	—	—	—	-0.039	—	-0.079	-0.042	—	—	0.048	0.048
	δ_{Pa} (dB)	11	10	11	—	—	—	26	—	13	24	—	—	21	21
音圧変動の卓越周期	β_{Ts} (1/sec)	—	0.058	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	δ_{Ts} (sec)	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
上方照度	β_{Lu} (10^{-4} lux)	—	—	0.048	—	—	—	0.061	-0.060	—	0.046	—	—	-0.022	-0.054
	δ_{Lu} (10^4 lux)	—	—	21	—	—	—	16	17	—	22	—	—	45	19
風速	β_{Vw} (s/m)	—	—	—	—	0.18	0.14	—	-0.092	-0.19	—	-0.19	-0.14	-0.15	-0.13
	δ_{Vw} (m/s)	—	—	—	—	5.6	7.1	—	11	5.3	—	5.3	7.1	6.7	7.7
波高	β_H (1/m)	-0.62	0.70	-0.31	0.32	0.38	—	—	0.33	—	-0.34	0.37	0.70	—	—
	δ_H (m)	1.6	1.4	3.2	3.1	2.6	—	—	3.0	—	2.9	2.7	1.4	—	—
天空率	β_{Rs} (1/%)	0.028	-0.022	0.026	—	0.033	0.045	0.034	-0.022	0.013	0.027	-0.051	-0.058	-0.016	-0.021
	δ_{Rs} (%)	36	45	37	—	30	22	29	45	77	37	20	17	63	45

全ての条件の回帰係数が小さく、「さみしい」雰囲気の影響要因は分析できない。

⑨ 静かな

「静かな」雰囲気に影響する物理指標は平均音圧であり、平均音圧が小さいほどこの雰囲気を感じ易い。風速、天空率の影響は比較的小さい。

⑩ 温和な

全ての条件の回帰係数が小さく、「温和な」雰囲気の影響要因は分析できない。

⑪ 閉鎖的な

「雄大な」と同様に「閉鎖的な」雰囲気に影響する物理指標は天空率であるが、回帰係数は「雄大な」「開放的な」と逆の符号を持つ。したがって、「閉鎖的な」は天空率が小さいほど感じ易く、「雄大な」「開放的な」の対となる雰囲気表現であると推察される。また、風速、波高の影響は比較的小さい。

⑫ 圧迫感のある

波高の回帰係数が大きい点以外は「閉鎖的な」と同様の回帰係数となっている。したがって、「圧迫感のある」雰囲気は天空率が小さいほど、さらに波高が高いほど感じ易く、「雄大な」「開放的な」の対となる雰囲気表現であると推察される。

⑬ 憂うつな、暗い

両者ともに、全ての条件の回帰係数が小さく、「憂うつな」「暗い」雰囲気の影響要因は分析できない。

⑭ 落ち着かない

「落ち着かない」雰囲気に影響を及ぼす物理指標は天空率であり、天空率が小さいほど「落ち着かない」雰囲気を感じ易い。波高の影響は比較的小さい。

以上の考察によれば、多くの雰囲気表現に強い影響を持つ因子は天空率であり、それが海岸の雰囲気にとって重要な物理指標であることが分かった。天空率は、砂浜の広さや背後地の高さなどを包括する代表的な視覚情報と考えられる。すなわち、視覚情報が海岸の雰囲気と密接に関連することが分かる。さらに、多くの雰囲気表現で天空率に次いで平均音圧、波高との関係が見いだされた。平均音圧と波高の回帰係数の符号はいずれの雰囲気表現でも同一である。したがって、波高は視覚に関連した指標であると同時に、音圧の大小にも関係した指標であると言える。すなわち、平均音圧が因子として抽出された「穏やかな」「のどかな」「静かな」「荒々しい」雰囲気では、波の音の大きさが重要な因子になる。さらに、視覚を介して感じられる波高の大小が雰囲気と無関係とはいえない難く、視覚情報としての波高も影響因子として無視できないと推定される。現地観測の結果より影響因子を抽出できた雰囲気表現について、回帰式をまとめて表-3.4に示す。限られた観測条件で得られた回帰式ではあるものの、海岸の物理指標と海岸の雰囲気の関係が定量的に示された。

3.1.2 因子分析の結果

重回帰分析により求められた個々の雰囲気表現と海岸の物理指標との関係式によれば、複数の海岸の雰囲気の相違を定量的に比較することが一応は可能である。しかしながら、現地観測は限られた自然条件の下で行われたものであるから、表-3.4に示した経験式の推定精度は必ずしも十分高くない。そこで、海岸の種々の雰囲気について物理指標との係わりを比較検討するために、雰囲気表現の平均得点と物理指標

表-3.4 海岸の物理指標と海岸雰囲気の関係を表わす経験式

雰囲気表現	採用された指標	回帰式	重相関係数 r
穏やかな	P_s, H, R_s	$S_c = -0.089 P_s - 0.62 H + 0.028 R_s + 7.0$	0.89
荒々しい	P_s, T_s, H, R_s	$S_c = 0.098 P_s + 0.058 T_s + 0.70 H - 0.022 R_s - 3.4$	0.94
のどかな	P_s, L_u, H, R_s	$S_c = -0.089 P_s + 4.8 \cdot 10^{-6} L_u - 0.31 H + 0.027 R_s + 9.7$	0.83
雄大な	H, V_w, R_s	$S_c = 0.38 H + 0.18 V_w + 0.033 R_s - 0.8$	0.84
開放的な	V_w, R_s	$S_c = 0.14 V_w + 0.045 R_s - 1.4$	0.82
さわやかな	P_s, L_u, R_s	$S_c = -0.039 P_s + 6.1 \cdot 10^{-6} L_u + 0.034 R_s + 1.9$	0.72
静かな	P_s, V_w, R_s	$S_c = -0.079 P_s - 0.19 V_w + 0.013 R_s + 7.3$	0.82
閉鎖的な	H, V_w, R_s	$S_c = 0.37 H - 0.19 V_w - 0.051 R_s + 6.4$	0.89
圧迫感のある	H, V_w, R_s	$S_c = 0.70 H - 0.14 V_w - 0.058 R_s + 6.6$	0.87
落ち着かない	H, R_s	$S_c = 0.29 H - 0.041 R_s + 5.1$	0.74

S_c : 雰囲気表現の得点、 P_s : 平均音圧(dB)、 H : 波高(m)、 R_s : 天空率(%), T_s : 音圧変動の卓越周期(s)
 L_u : 上方照度(lux)、 V_w : 風速(m/s)

の測定値(付録-Ⅲ参照)を用いた因子分析を試みた。物理指標には、重回帰分析でいずれの雰囲気表現にも有意と判定された指標のうち、天空率と波高、天空率と上方照度の組み合わせを採用した。ここで平均音圧を除いたのは、その影響は間接的に波高に含まれると判断したためである。因子分析には主因子法(非反復法)を用い、各カテゴリーの因子負荷量の推定にはバリマックス法を用いた。

(1) 天空率・波高を変量とした分析

天空率と波高のカテゴリーを変量とした場合の因子負荷量を表-3.5に示す。変量には、天空率を85%未満、85%以上90%未満、90%以上の3段階に、波高を1m未満と1m以上の2段階に分割して6つのカテゴリーを設定した。このときの固有値の一覧を表-3.6に示す。第4因子の固有値は第1因子と比較して無視されるほど小さいことから、第3因子までを解釈の対象とする。各変量の因子負荷量 $a(i)$ (i は因子の次数)の大きさより、因子パターンの持つ意味は次のように解釈される(表-3.5参照)。

第1因子: 天空率が大きい海岸で感じられる。

第2因子: 波高の高い海岸で感じられる。

第3因子: 波高の低い海岸で感じられる。

第1, 2因子をⅠ, Ⅱ軸に、第1, 3因子をⅠ, Ⅲ軸にとったときの散布図をそれぞれ図-3.3, 3.4に示す。因子の持つ意味とこれらの散

表-3.5 雰囲気の表現負荷量
(カテゴリー: 天空率と波高)

変量		a (1)	a (2)	a (3)
天空率	波高			
85% 未満	1.0m 未満	0.022	-0.005	0.923
	1.0m 以上	0.014	0.985	0.052
85% 以上 90% 未満	1.0m 未満	0.975	-0.172	0.096
	1.0m 以上	0.692	0.672	-0.285
90% 以上	1.0m 未満	0.980	0.141	0.025
	1.0m 以上	0.877	0.435	-0.081

表-3.6 固有値の一覧

分析ケース	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4
変量: 天空率・波高	3.53	1.31	0.891	0.000
変量: 天空率・上方照度	3.85	1.78	0.128	0.046

- ① 天空率が大きく、波高が高い海岸で特に
感じられる雰囲気……雄大な、開放的な
- ② 天空率が大きく、波高が低い海岸で特に
感じられる雰囲気……穏やかな、静かな、
のどかな
- ③ 天空率が大きい海岸で感じられる雰囲気
……清潔な、さわやかな、自然な
- ④ 天空率が小さい海岸で感じられる雰囲気
……閉鎖的な、圧迫感のある、憂うつな、
暗い、落ち着かない、人工的な
- ⑤ 波高が高い海岸で感じられる雰囲気
……荒々しい

天空率と上方照度のカテゴリーを変量とした場合の因子負荷量を表-3.7に示す。天空率は(1)と同様3段階に、上方照度は 3×10^4 lux未満と 3×10^4 lux以上の2段階に分割し、6つのカテゴリーを設定した。このときの固有値を前出の表-3.6に示した。固有値の大きさより第3因子までを解釈の対象とした。各変量の因子負荷量 $a(i)$ の大きさより、因子パターンの持つ意味は次のように解釈される(表-3.7参照)

第1, 3因子をI, III軸に, 第2, 3因子をII, III軸にとったときの散分布図をそれぞれ図-3.5, 3.6に示す。各因子の意味とこれらの散分布図より, 海岸の雰囲気表現は以下のように類型化される。

-
- Figure 1: A 2D coordinate system with I-axis (horizontal) and II-axis (vertical). The I-axis ranges from -2 to 2, and the II-axis ranges from -2 to 2. Various personality traits are plotted as points. Traits like '荒々しい' (Rough) and '不潔な' (Unclean) are in the upper-left quadrant. '自然な' (Natural) and '雄大な' (Majestic) are in the upper-right. '開放的な' (Open) is on the right. '閉鎖的な' (Closed) and '神秘的な' (Mysterious) are on the left. '暗い' (Dark) and '憂うつな' (Depressed) are in the lower-left. '人工的な' (Artificial) is in the lower-left. '静かな' (Calm), 'さわやかな' (Cheerful), '清潔な' (Clean), '温和な' (Gentle), and '穏やかな' (Calm) are in the lower-right.

表-3.7 霧囲気の因子負荷量
(カテゴリー：天空率と波高)

— 15 —

……雄大な、開放的な

- ③ 天空率が小さく、上方照度が低い条件……さみしい
- ④ 天空率が小さい条件……閉鎖的な、圧迫感のある
- ⑤ 上方照度の低い条件……静かな、憂うつな、暗い
- ⑥ 上方照度の高い条件……穏やかな、のどかな、落ち着いた

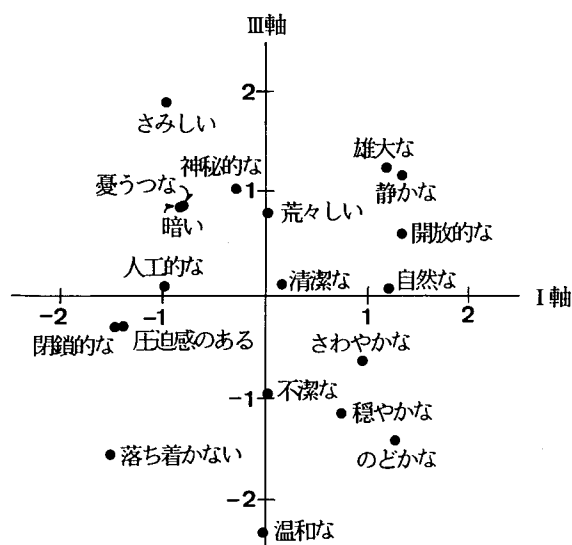


図-3.5 雰囲気表現の散分布図（天空率・波高：第1因子（I軸），第3因子（III軸））

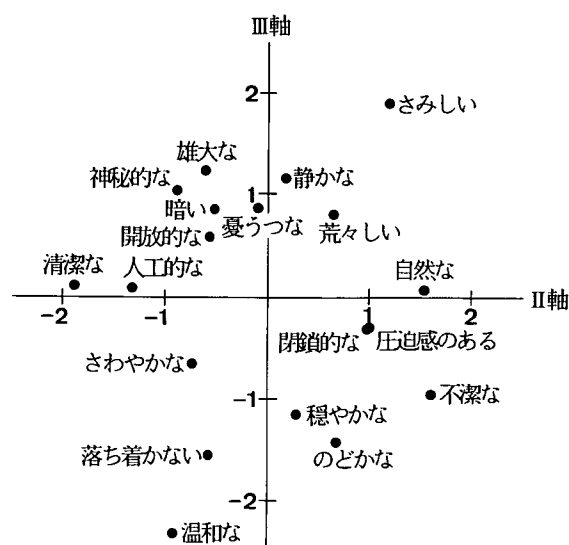


図-3.6 雰囲気表現の散分布図（天空率・波高：第2因子（II軸），第3因子（III軸））

(3) まとめ

因子分析によると海岸の雰囲気は天空率、波高および上方照度によって類型化されることが分かった。したがって空間の広さや波の状況に関する視覚情報に加えて、明るさに関する視覚情報も海岸の雰囲気に強く影響すると言える。重回帰分析では波の音の大きさも重要な因子として取り上げられたことから、海岸の雰囲気は空間の広さ、波の状況、明るさ（視覚情報）と、波の音の大きさ（聴覚情報）に強く影響されることが分かった。以上の結果をまとめて、海岸の物理指標により海岸の雰囲気表現を類型化すると図-3.7 a), b)となる。なお、平均音圧は波高とほぼ同様の意味を持つ物理指標である。

- ① 天空率が大きい海岸で感じられる雰囲気……雄大な、開放的な、さわやかな
- ② 天空率が小さい海岸で感じられる雰囲気……閉鎖的な、圧迫感のある
- ③ 波高が高い海岸で感じられる雰囲気……荒々しい
- ④ 上方照度の低い海岸で感じられる雰囲気……憂うつな、暗い
- ⑤ 上方照度の高い海岸で感じられる雰囲気……のどかな
- ⑥ 天空率が大きく、波高が低い海岸で感じられる雰囲気……穏やかな、静かな
- ⑦ 天空率が大きく、波高が高い海岸で感じられる雰囲気……雄大な
- ⑧ 天空率が大きく、上方照度が高い海岸で感じられる雰囲気……温和な、さわやかな
- ⑨ 天空率が小さく、上方照度が低い海岸で感じられる雰囲気……さみしい

図-3.7 a), b)に示された海岸の物理指標の相違を比較することにより、海岸ごとの雰囲気の差を調

べることができる。さらに、ある雰囲気を感じ易いと判定された海岸では、表-3.4に示す経験式を利用することにより、その雰囲気が当該海岸の物理指標の変化によりどのような影響を受けるのかを検討することができよう。

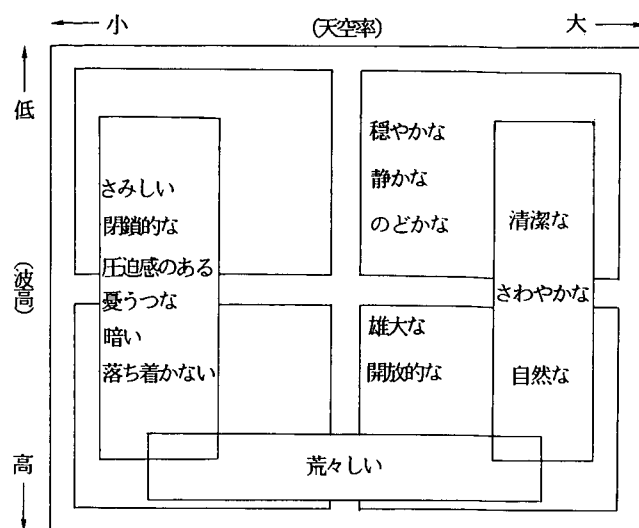
3.2 海岸の物理指標と波の音の感じ方の関係

雰囲気表現の場合と同様に、波の音の感じ方を目的変数に、海岸の物理指標を説明変数にとって重回帰分析を試みた。波の音の感じ方は表-2.4中の左欄に示した表現に近いほど高得点となるよう評価したが、ここでもこの評価得点をそのまま利用した。波の音の感じ方は、目を閉じた状態で評価したことから、視覚に関する物理指標は除き、平均音圧、音圧変動の卓越周期、気温、湿度、風速、波高、周期、砕波帯幅、汀線延長を説明変数とした。重回帰分析の方法は雰囲気表現の場合と同一である。雰囲気表現の分析と同様に変数選択をしない分析では有意な結果が得られなかった（付録-V参照）、ここでも変数選択を行った分析のみを対象とする。分析の検定結果をまとめて表-3.8に示す。表中の標記法は表-3.1の場合と同一である。

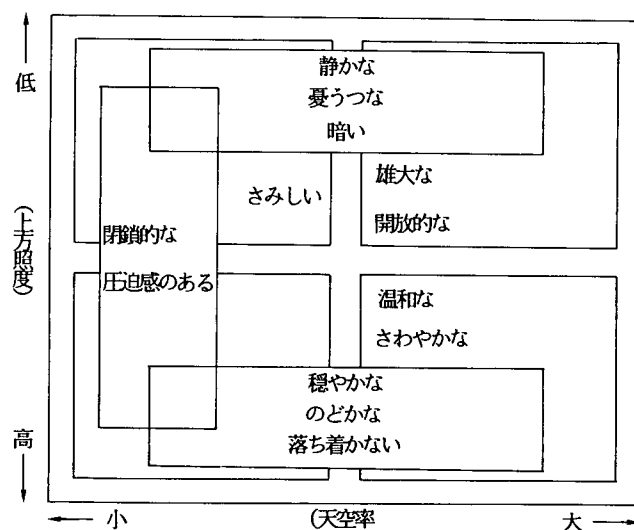
また、雰囲気表現の場合と同様に、回帰係数が小さく波の音の感じ方の評価得点を4点変化させるのに必要な各変量の幅が非現実的となる場合には*印を付けた。表-3.8に明らかなよう

に、重回帰分析では湿度、砕波帯幅は有意な指標として全く選択されなかった。また、気温、砂浜幅および汀線延長は一部の波の音の感じ方で選択されているものの、回帰係数が小さいために（表-3.8の*印）波の音の感じ方に及ぼす影響は小さい。また、調査時の風速範囲では波の音に与える風速の影響はほとんどない。砂浜幅および汀線延長は音の減衰や反響に関与すると考えられるが、被験者の位置を汀線際に固定したためか、ほとんど影響しなかった。

以上の物理指標を除くと、残りは平均音圧、音圧変動の卓越周期、入射波の波高、周期となる。これらのうち波高は有意な選択変数となっておらず、また、波の音という点からはその影響は平均音圧と同義になると考えられるのでここでは除外した。音圧変動の卓越周期は有意な変数として選択されていないが、



a) 天空率と波高



b) 天空率と上方照度

図-3.7 海岸の物理指標による
海岸の雰囲気の類型化

波の音の特性と関連が深いのでここでは残すこととし、平均音圧、音圧変動の卓越周期、入射波の周期を変数として重回帰分析を行った。

変数を絞った分析の検定結果をまとめて表-3.9に示す。「軽快になる-重くなる」「うるおう-かわく」という感じ方の分析は有意と判定されなかった。そこで、分析結果が有意であった波の音の感じ方について、回帰係数 β と波の音の感じ方の評価得点を1点変化させるのに必要な量 δ （回帰係数の逆数）の一覧を表-3.10に示す。以下には、回帰分析の結果を波の音の感じ方ごとに考察する。なお、測定時の各物理指標の変動幅は、平均音圧 P_s が約10dB、音圧変動の卓越周期 T_s が約8s、入射波周期 T_w が約10sであった（付録-Ⅲ参照）。

① 安らぐ-いらだつ、落ち着く-わくわくする

「安らぐ-いらだつ」，「落ち着く-わくわくする」感じ方に影響を及ぼす物理指標は平均音圧であり、続いて入射波周期が影響する。これらの感じ方は平均音圧が低いほど、続いて入射波周期が長いほど感じられ易い。

表-3.8 全説明変数を対象とした重回帰分析の検定結果（波の音の感じ方）

波の音の 感じ方 物理指標	有意性	安らぐ- いらだつ	落ち着く- わくわく する	晴々する- めいる	明るくな- る-暗く なる	豊かにな- る-さみ しくなる	軽快にな- る-重く なる	すっきり する-ぼ やける	うるおう- かわく	楽しくな- る-苦痛 になる
平均音圧		●	●	-	-	-	-	-	-	-
音圧変動の卓越周期		-	-	-	-	-	-	×	-	-
気温		-	● *	-	-	-	-	-	-	-
湿度		-	-	-	-	-	-	-	-	-
風速		-	-	×	-	-	-	-	-	-
波高		-	-	×	×	-	×	-	-	×
周期		×	○	○	○	○	○	○	-	○
碎波帯幅		-	-	-	-	-	-	-	-	-
砂浜幅		-	-	-	-	-	×	-	×	-
汀線延長		○ *	-	-	-	×	-	×	×	-

○：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合

●：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合

×：解析あるいは回帰係数が有意でない場合

-：変数選択を行う解析において選択されなかった指標

*：評価得点を4ポイント変化させるのに必要な説明変数の変化量が、非現実的な幅となる場合

表-3.9 抽出した説明変数を対象とした重回帰分析の検定結果（波の音の感じ方）

波の音の 感じ方 物理指標	有意性	安らぐ－ いらだつ	落ち着く－ わくわく する	晴々する－ めいる	明るくなる－ 暗くなる	豊かになる－ さみしくなる	軽快になる－ 重くなる	すっきり する－ぼ やける	うるおう －かわく	楽しくな る－苦痛 になる
平均音圧	○	○	○	○	○	○	×	○	×	○
音圧変動の卓越周期	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—
周期	×	×	○	○	○	○	×	○	×	○

○：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合

●：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合

×：解析あるいは回帰係数が有意でない場合

—：変数選択を行う解析において選択されなかった指標

表-3.10 回帰係数とその逆数の一覧（波の音の感じ方）

波の音の感じ方 回帰係数とその逆数		安らぐ－ いらだつ	落ち着く－ わくわく する	晴々する－ めいる	明るくなる－ 暗くなる	豊かになる－ さみしく なる	すっきりす る－ぼやけ る	楽しくなる －苦痛にな る
平均音圧	β_{Ps} (1/dB)	-0.087	-0.10	—	—	—	—	—
	δ_{Ps} (dB)	11	10					
音圧変動の卓越周期	β_{Ts} (1/sec)	—	—	—	—	—	0.037	—
	δ_{Ts} (sec)						27	
入射波周期	β_{Tw} (1/sec)	0.063	0.064	0.073	0.065	0.069	0.062	0.046
	δ_{Tw} (sec)	16	16	14	15	14	16	22

② 晴々する－めいる，明るくなる－暗くなる，豊かになる－さみしくなる，すっきりする－ぼやける，楽しくなる－苦痛になる

入射波周期，音圧変動の卓越周期は，回帰係数が小さく波の音の感じ方に与える影響が小さい。したがってこれらの波の音の感じ方については，現地観測の結果より明瞭な影響因子を抽出できない。

以上の考察により，「安らぐ－いらだつ」「落ち着く－わくわくする」感じ方にとって平均音圧と入射波周期が重要な影響因子であることが分かった。平均音圧は波の音の大きさ，入射波周期は波の音の繰り返しの時間間隔，すなわちリズムに関係すると考えられる。この点は，波の音のリズムが波の音らしさと密接に関係するという灘岡・徳見(1988)の研究と一致する。波の音の繰り返しの時間間隔をより直接的に表わすと考えられる音圧変動の卓越周期が影響因子とならなかったのは，音圧変動のパワースペクトルのピークが被験者に強く感じられる波の音のリズムとは必ずしも一致していないためと考えられる。すなわち，目視により測定した入射波の周期のように，視覚により感じられる波の繰り返し時間が，波の音の面で最も強く感じられる繰り返し時間となるものと推定される。

現地観測の結果より影響因子を抽出できた「安らぐ－いらだつ」「落ち着く－わくわくする」について，回帰式をまとめて表-3.11に示す。限られた観測条件で得られた回帰式ではあるものの，波の音の感じ方

表－3.11 波の音の感じ方と海岸の物理指標との関係を表す経験式

波の音の感じ方	採用された指標	回帰式	重相関係数 r
安らぐ－いらだつ	P_s 、 T_w	$S_c = -0.087 P_s + 0.063 T_w + 9.3$	0.61
落ち着く－わくわくする	P_s 、 T_w	$S_c = -0.10 P_s + 0.064 T_w + 10.0$	0.65

S_c ：表-2.4に示す左欄の表現の得点、 P_s ：平均音圧(dB)、 T_w ：入射波の周期(s)

と海岸の物理指標との関係が定量的に表現されている。

図－3.7に示した海岸の物理指標と海岸の雰囲気との関係によると、波高が低いほど「穏やかな」「静かな」雰囲気が感じられ易い。これは、平均音圧が低いほど「安らぐ」「落ち着く」という波の音の感じ方が強くなることとよく対応する。また、図－3.7では波高が高いと「荒々しい」雰囲気が感じられるが、これは平均音圧が高くなると「いらだつ」感じ方が強くなることと対応すると考えられる。以上の点は、波の音の感じ方と海岸の雰囲気との間にかなり良好な対応関係が成立することを意味する。

4 . 調査成果の適用例

海岸環境の変化が海岸の雰囲気及び影響を、海岸の直背後にマンション等の高層建築物が建設される場合と、海岸の沖合に消波構造物が設置される場合とで検討してみる。

(1) 海岸背後にマンション等の高層建築物が建設される場合

海岸の背後地が平地で、防砂林や人家等のみがある場合（図－4.1 参照）では、天空率が非常に大きく、「雄大な」「開放的な」「さわやかな」等の雰囲気が感じられ易い（表－3.4 参照）。また、宇多ほか（1991a）によると、これらの雰囲気は多くの人々が良いと思う海岸の雰囲気である。このような海岸の背後に、マンション等の高層建築物が沿岸方向の比較的長い区間に建設されると、海岸の天空率がかなり小さくなるので、「閉鎖的な」「圧迫感のある」雰囲気が感じられ易くなるはずである（表－3.4 参照）。例えば、天空率が20%低下したとすると、経験式（表－3.4）より海岸の雰囲気の評価得点は次のように変化する。

・ 天空率が大きいと感じられ易い雰囲気

「雄大な」 : -0.7点

「開放的な」 : -0.9点

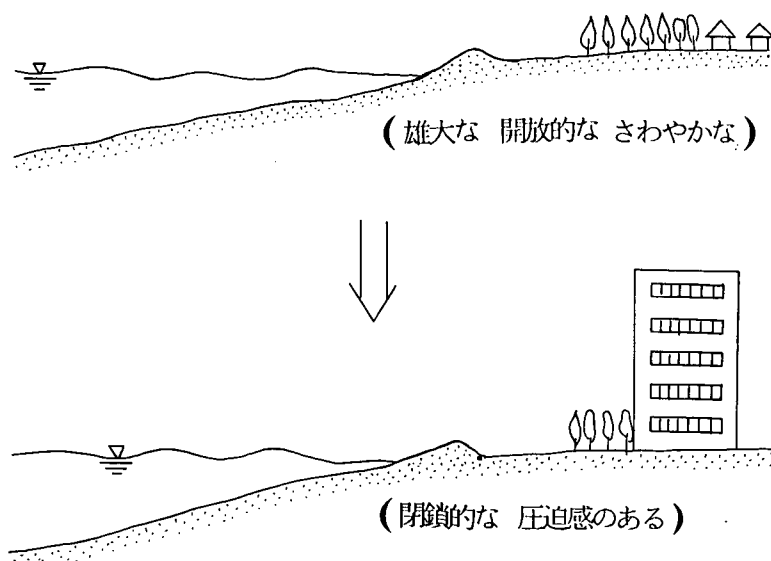
「さわやかな」 : -0.7点

・ 天空率が小さいと感じられ易い雰囲気

「閉鎖的な」 : +1.0点

「圧迫感のある」 : +1.2点

このように、0.7 ～1.2 点の変化がもたらされることから、天空率の20%の低下は海岸の雰囲気にかなり大きな影響を持つことが分かる。



図－4.1 海岸の背後に高層建築を建設する場合における雰囲気変化の模式図

(2) 海岸の沖合に消波構造物が設置される場合

外洋に面し入射波高が高い海岸では、沖合の消波構造物により高波や侵食から海岸を守ることが多い（図－4.2）。このような海岸では、消波構造物が設置されていないと波高が高いため、波の音は「いらだつ」「わくわくする」と感じられ（表－3.11参照）、さらに「荒々しい」雰囲気を感じられ易いと考えられる（表－3.4参照）。一方、沖合に消波構造物が設置され入射波高が低減されると、波高の低下に伴い「安らぐ」「落ち着く」というように波の音を感じられ（表－3.11参照）、「穏やかな」「静かな」雰囲気が感じられ易くなると予想される（表－3.4参照）。例えば、消波構造物により入射波の波高が1 m、波の音の平均音圧が5 dBそれぞれ低下するものとする。この場合、モデル式（表－3.4）により海岸の雰囲気の評価得点は次のように変化する。

・波高（平均音圧）が高い場合に感じられ易い雰囲気

＜波の音の感じ方＞

「いらだつ」 : -0.4点

「わくわくする」 : -0.5点

＜海岸の雰囲気＞

「荒々しい」 : -1.2点

・波高（平均音圧）が低い場合に感じられ易い雰囲気

＜波の音の感じ方＞

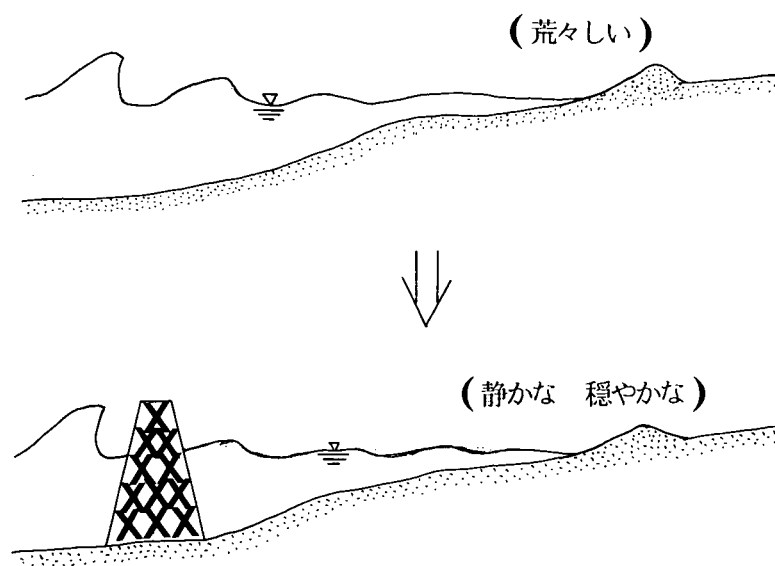
「安らぐ」 : +0.4点

「落ち着く」 : +0.5点

＜海岸の雰囲気＞

「穏やかな」 : +1.1点

「静かな」 : +0.4点



図－4.2 沖合に消波構造物を設置する場合における雰囲気変化の模式図

このように波高1.0m, 平均音圧 5 dBの低下に伴い, 海岸の雰囲気は明瞭に変化するが, 波の音の感じ方は海岸の雰囲気ほどには変化しないことが分かる。すなわち, 聴覚のみを介して感じられる波の音の変化に比べ, 視覚をも介して感じられる波高の変化の方が, 雰囲気の変化により明瞭に寄与することが分かる。

5 . 結 論

本研究の主要な成果は以下のように要約される。

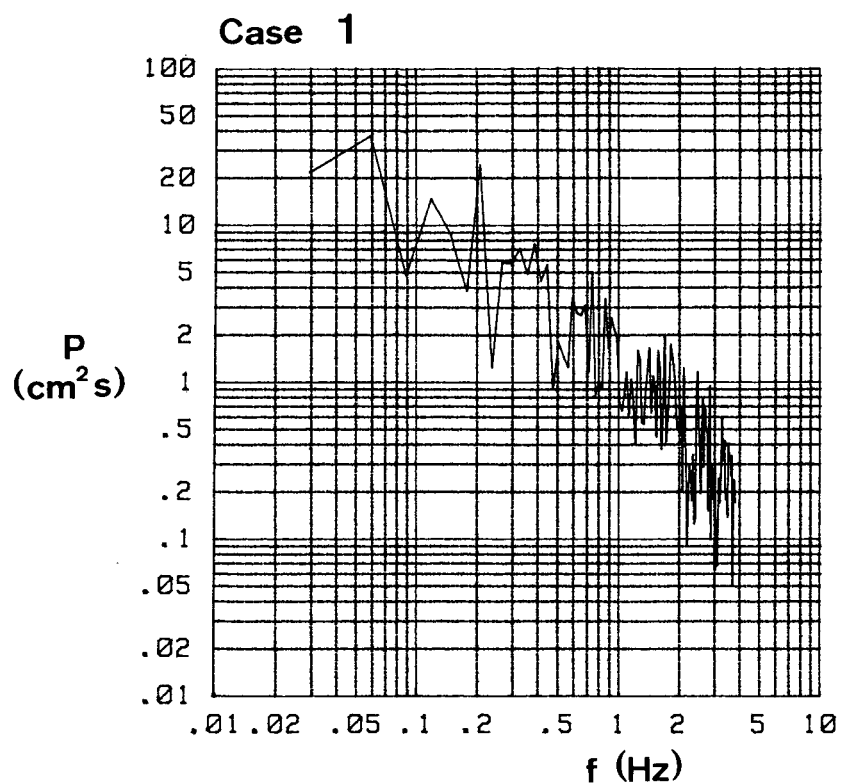
- ① 海岸の個々の雰囲気に関する重回帰分析によると、海岸の雰囲気に最も影響する物理指標は天空率であること、それに平均音圧と波高が続くことが見いだされた。特に、「穏やかな」「のどかな」「静かな」「荒々しい」雰囲気では、平均音圧が重要な因子となる。また、因子分析によれば、海岸の雰囲気は天空率、波高および上方照度に大きく依存することが分かった。以上を要約すると、海岸の雰囲気には空間の広さ、波高および明るさ（視覚情報）と、波の音の大きさ（聴覚情報）が強く影響すると言える。
- ② 限られた観測条件で得られた回帰式ではあるものの、海岸の雰囲気と海岸の物理指標との関係が表－3.4 に示す定量的な経験式としてまとめられた。
- ③ 海岸の雰囲気表現は、天空率、波高、上方照度により図－3.7 のように類型化された。このときの波高は平均音圧の意味も含んだ指標である。
- ④ 波の音の「安らぐ－いらだつ」「落ち着く－わくわくする」感じ方にとっては、平均音圧（波の音の大きさ）と入射波周期（波の音のリズム）が重要な影響因子となる。また、これらの感じ方と海岸の物理指標との関係を結ぶ定量的な経験式（表－3.11）が提案された。
- ⑤ 波高が低いほど「穏やかな」「静かな」雰囲気が感じられ易い。これは、平均音圧が低いほど「安らぐ」「落ち着く」という波の音の感じ方が強くなることとよく対応する。また、波高が高いと「荒々しい」雰囲気が感じられるが、これは平均音圧が高くなると「いらだつ」波の音の感じ方が強くなることと対応する。以上のように、海岸の雰囲気と波の音の感じ方との間には良好な対応関係があり、波の音が海岸の雰囲気をもたらす重要な要素となりうることが分かった。

参 考 文 献

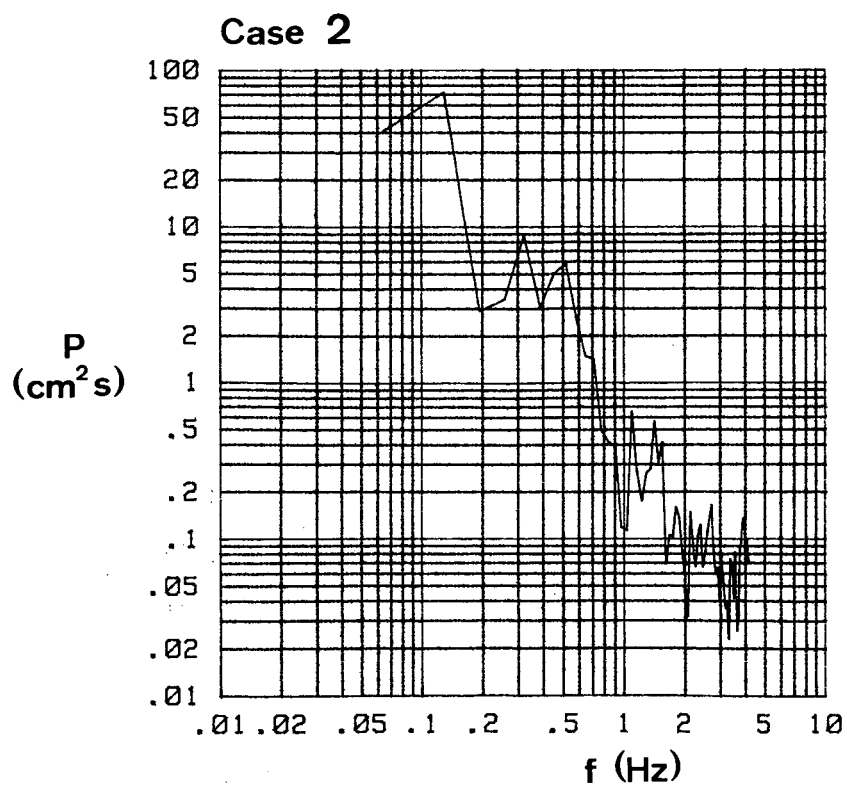
- 井上雅夫・島田広昭(1982) : 海水浴場に関する海岸工学的研究 (第2報), 第29回海岸工学講演会論文集, pp. 633~637.
- 宇多高明・小俣 篤・浅対 亨(1989) : 海岸環境の構成要素および海岸の利用形態に関する研究, 土木研究資料, 第2807号, 51p.
- 宇多高明・小俣 篤・浅対 亨(1990) : 明るさと海岸環境の関係, 海岸工学論文集, 第37巻, PP. 888~892.
- 宇多高明・小俣 篤・浅対 亨 (1991a) : 海岸の雰囲気および利用形態に関する全国調査報告書, 土木研究所資料, 第2925号, 213p.
- 宇多高明・小俣 篤・浅対 亨 (1991b) : 温熱環境の快適性および海岸の空間規模に関する研究, 土木研究所資料, 第2939号, 64p.
- 小木曾定彰・武井正昭(1966) : 正射影型魚眼撮影装置「O T スコープ」の考察, 日本建築学会論文報告集, 第119号, pp. 57~65.
- 建設省土木研究所・茨城県土木部(1990) : 海岸の雰囲気・利用形態およびマリンスポーツに適した自然条件に関する研究, 共同研究報告書, 第49号, 123p.
- 佐々木民雄・堀田新太郎・五十嵐 元・久保田 進(1974) : 海洋性レクリエーションに関する研究 (第2報), 第21回海岸工学講演会論文集, pp. 471~475.
- 灘岡和夫・徳見敏夫(1988) : 海岸の音環境に関する基礎的研究, 第35回海岸工学講演会論文集, pp. 757~761.
- 灘岡和夫・玉嶋克彦(1989) : 海岸環境要素としての波の音の特性について, 海岸工学論文集, 第36巻, pp. 869~873.
- 堀川清司・佐々木民雄・五十嵐 元(1972) : 海洋性レクリエーションとその環境, 第19回海岸工学講演会論文集, pp. 83~91.

付録一 I

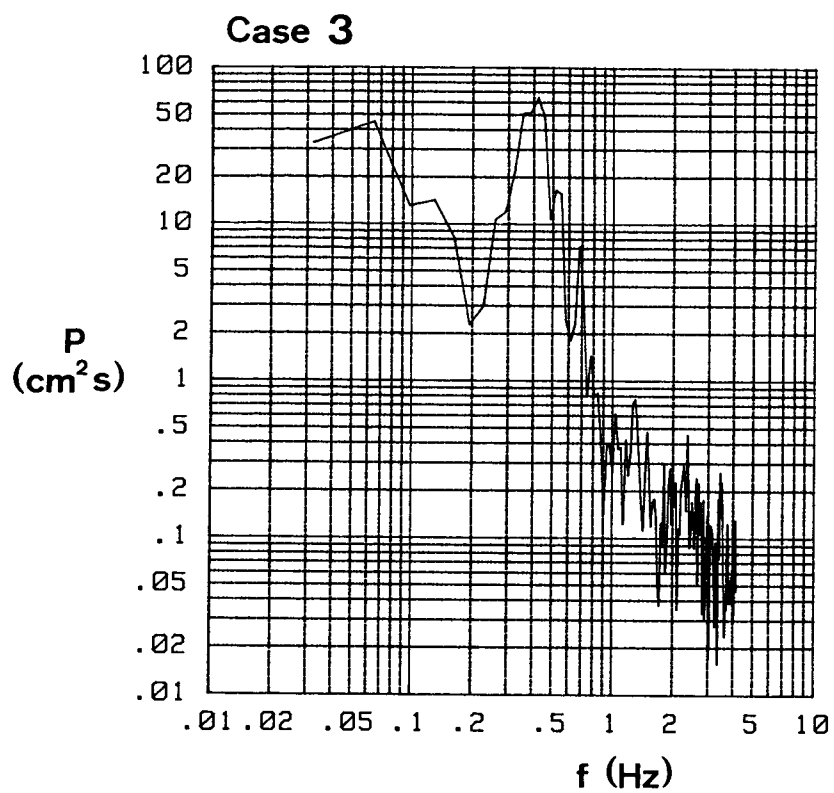
測定した音圧変動のパワースペクトル



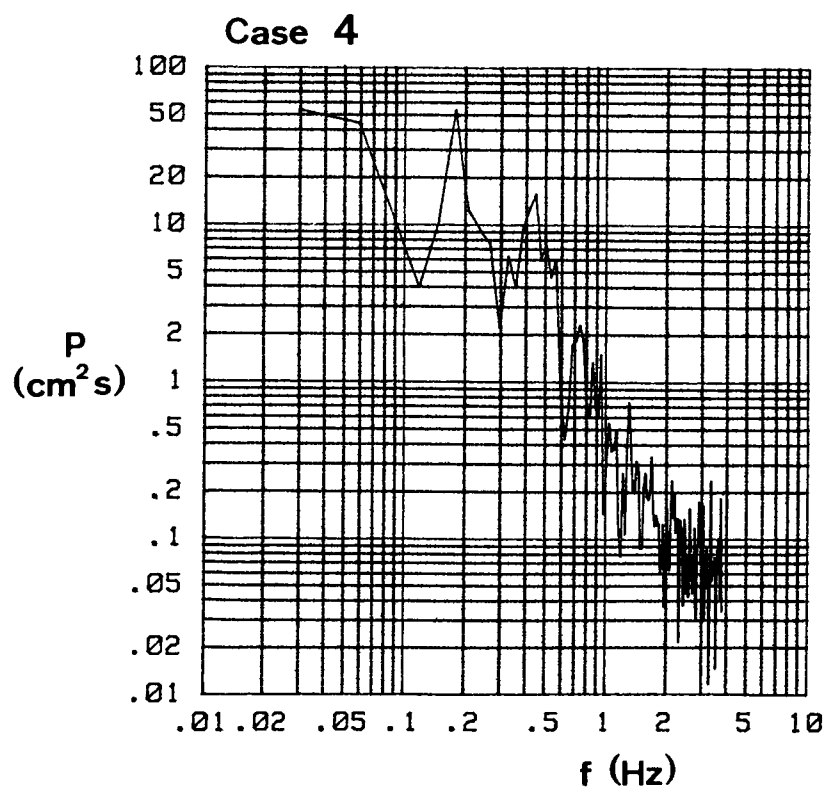
付図-1 音圧変動のパワースペクトル (ケース1)



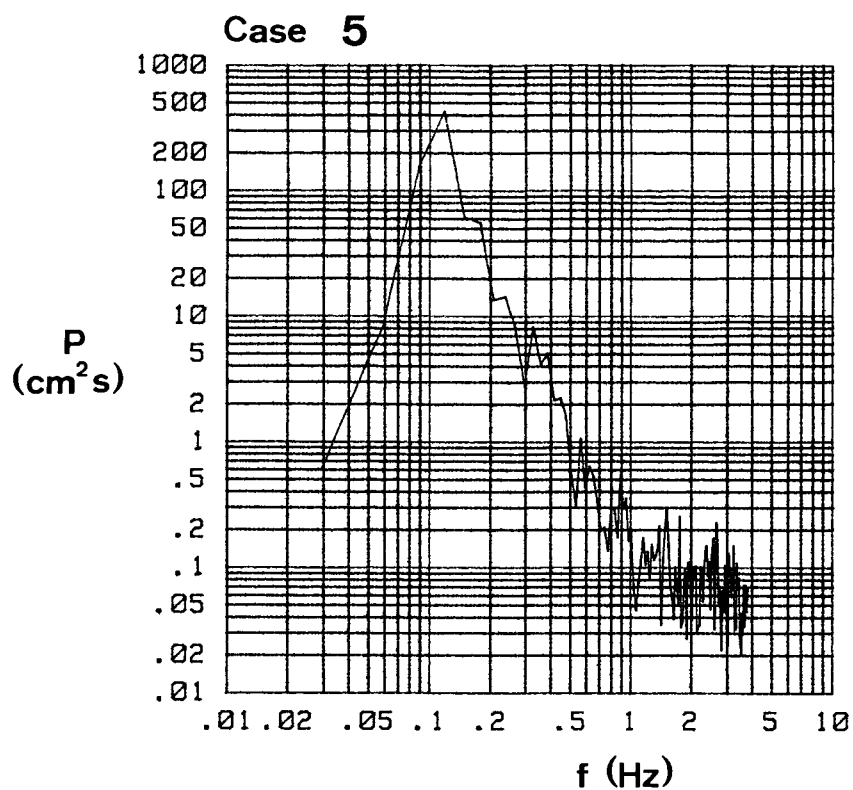
付図-2 音圧変動のパワースペクトル (ケース2)



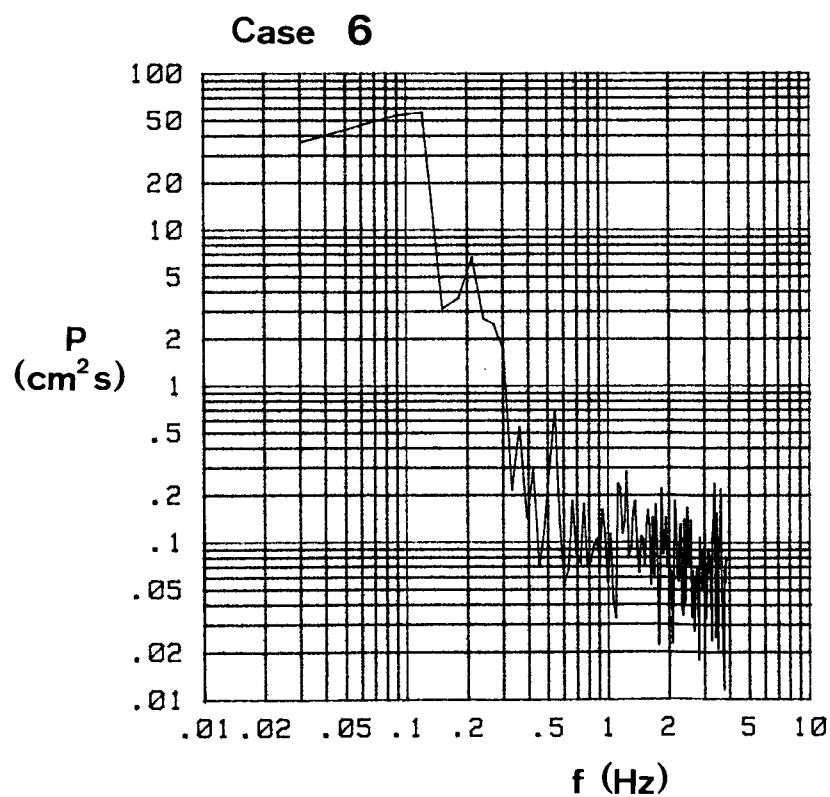
付図-3 音圧変動のパワースペクトル (ケース3)



付図-4 音圧変動のパワースペクトル (ケース4)

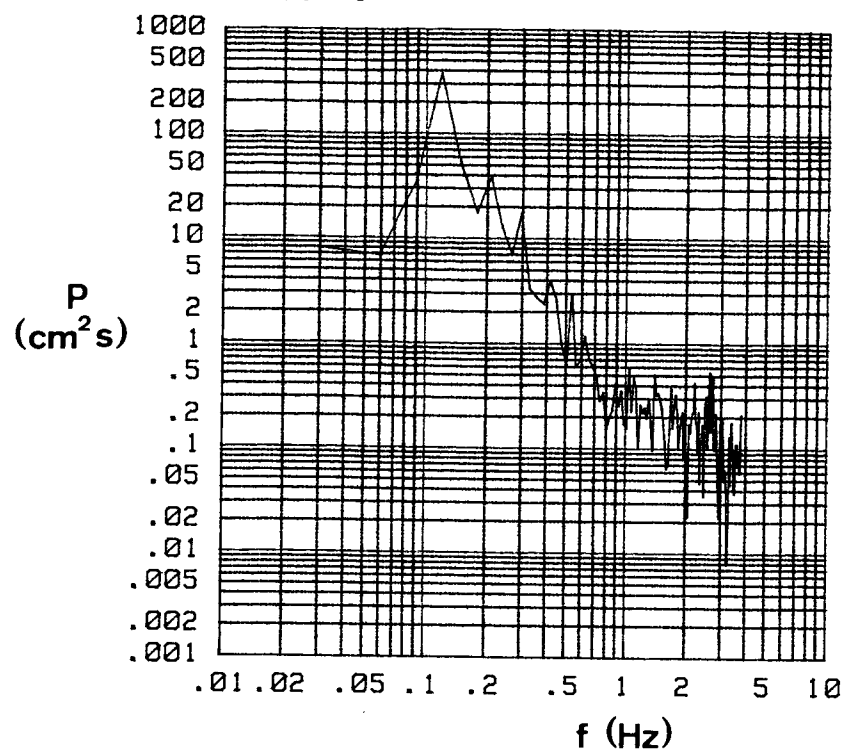


付図-5 音圧変動のパワースペクトル (ケース5)



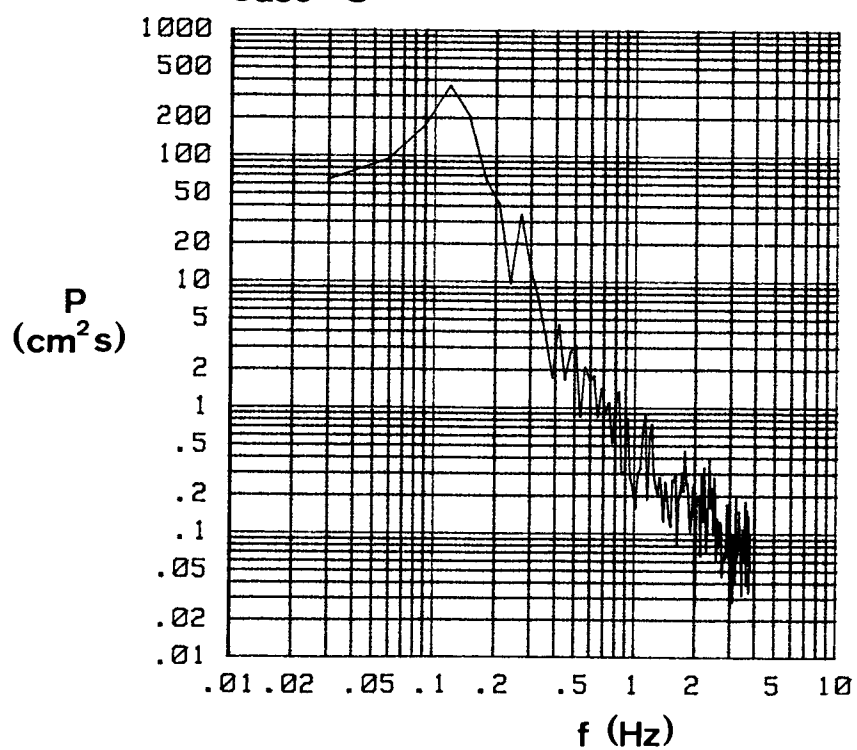
付図-6 音圧変動のパワースペクトル (ケース6)

Case 7



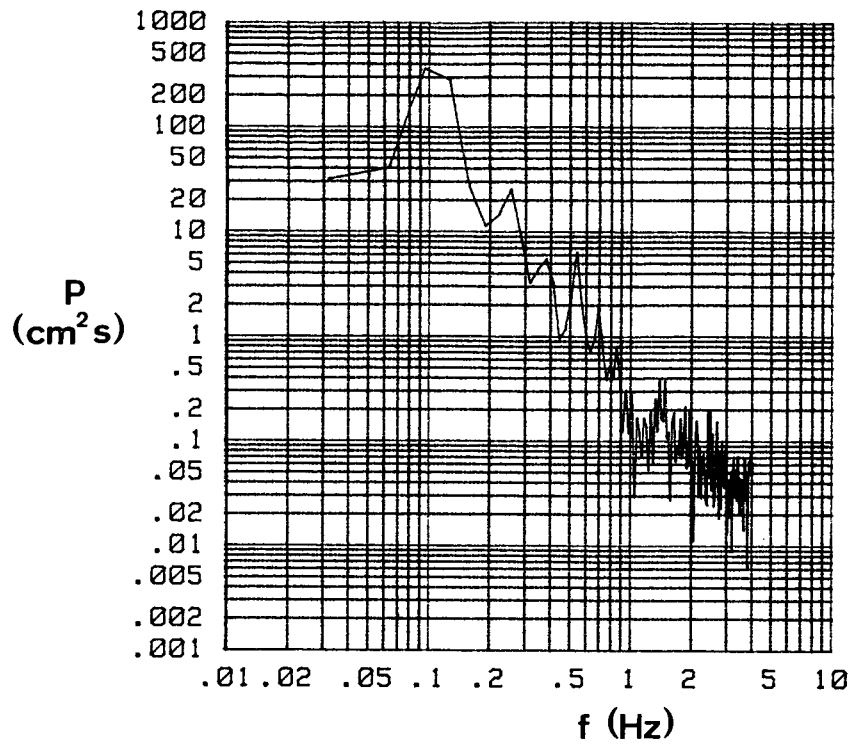
付図-7 音圧変動のパワースペクトル (ケース7)

Case 8



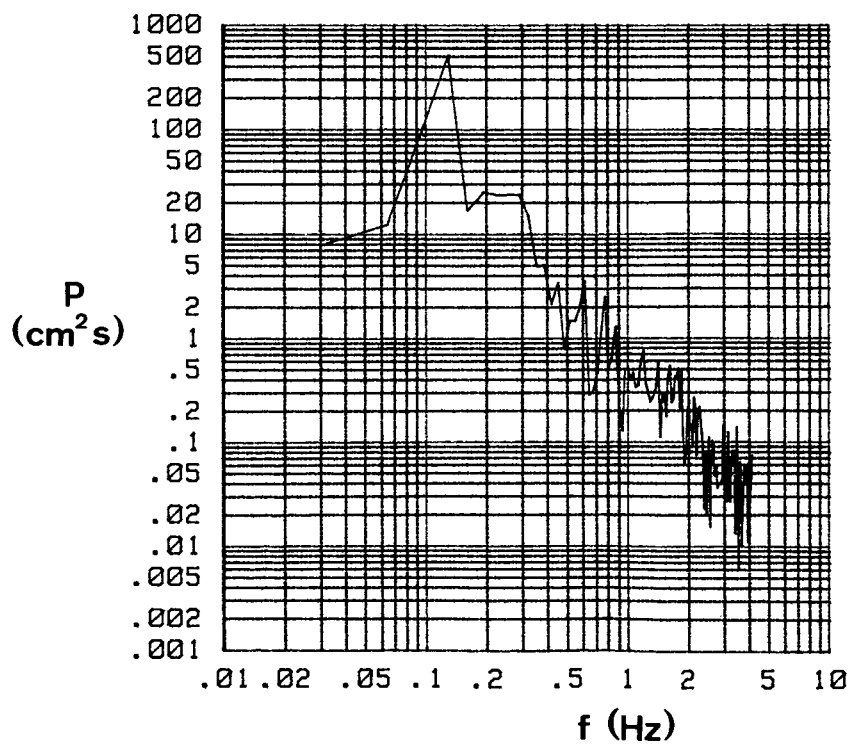
付図-8 音圧変動のパワースペクトル (ケース8)

Case 9

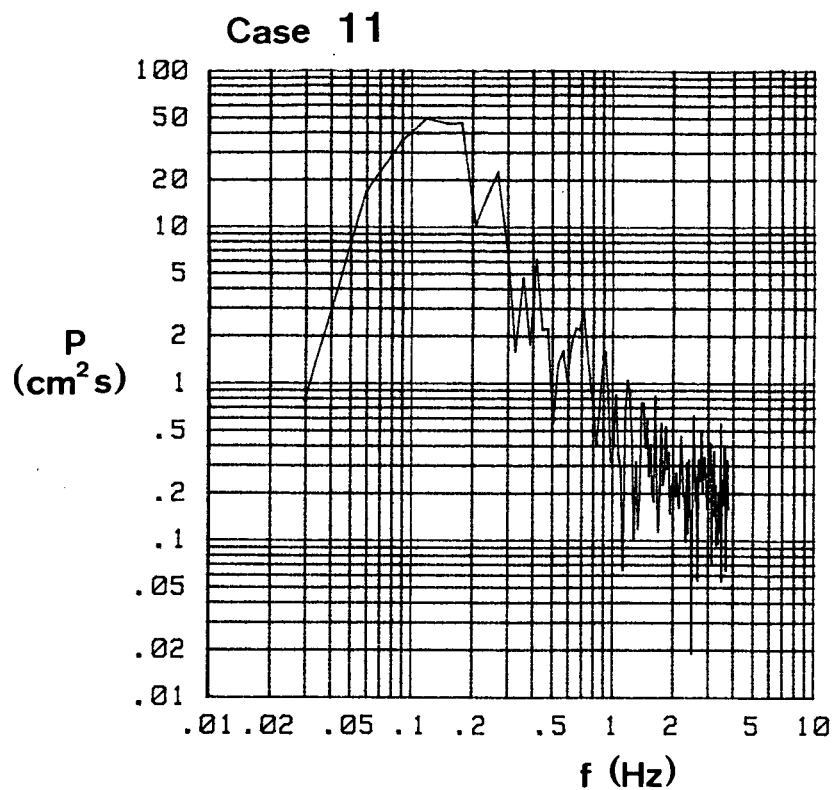


付図-9 音圧変動のパワースペクトル (ケース9)

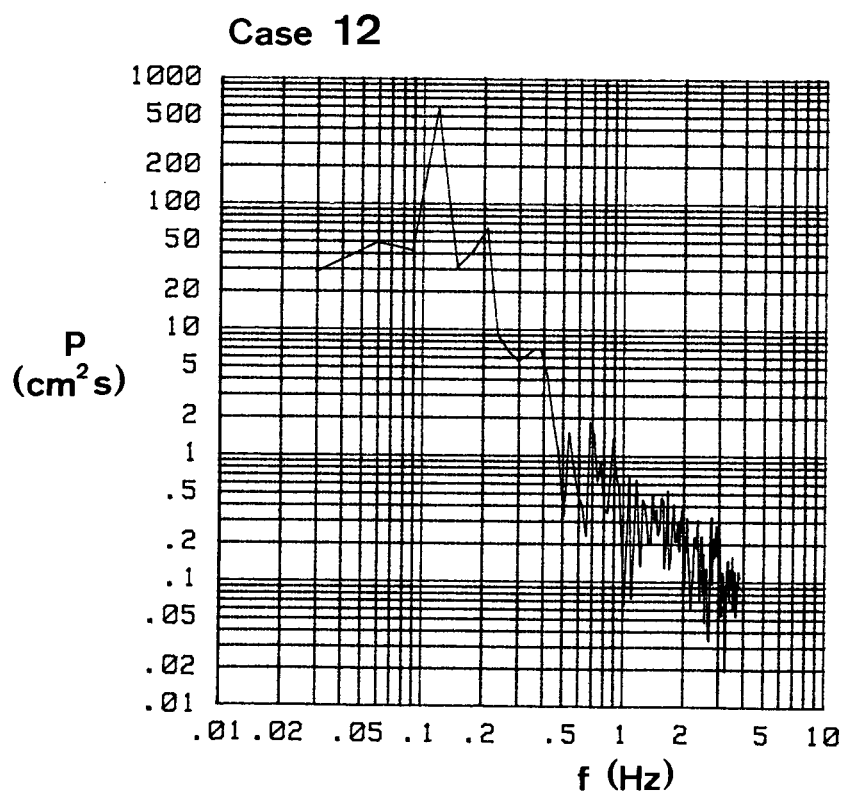
Case 10



付図-10 音圧変動のパワースペクトル (ケース10)

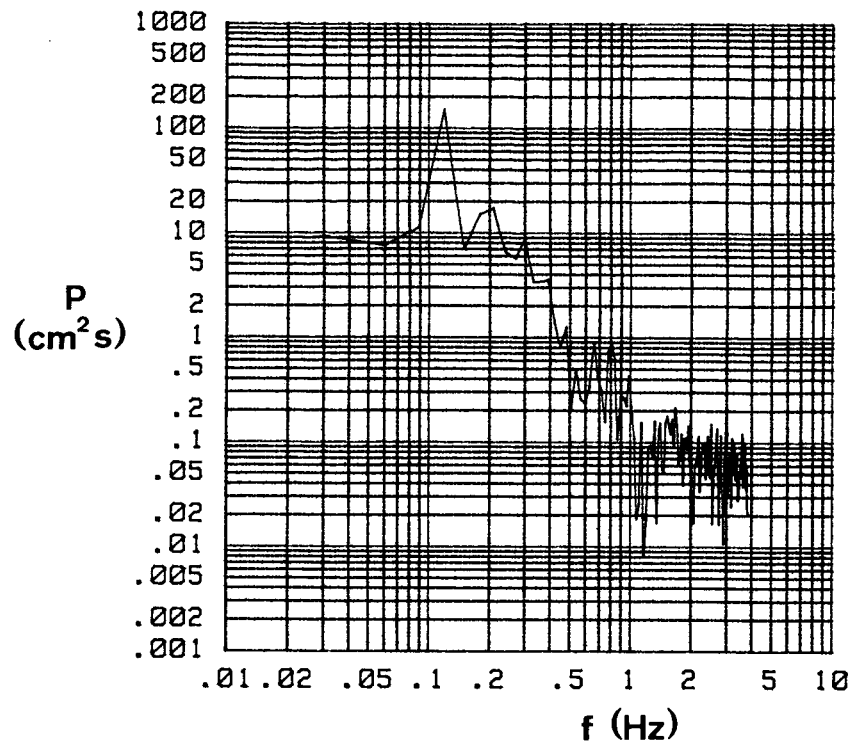


付図-11 音圧変動のパワースペクトル (ケース11)



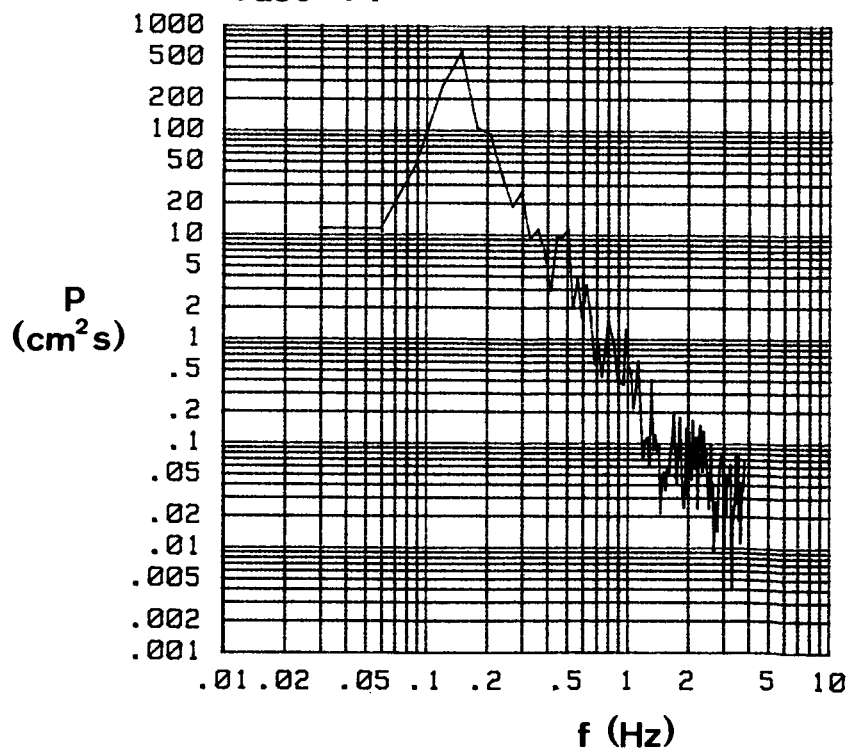
付図-12 音圧変動のパワースペクトル (ケース12)

Case 13



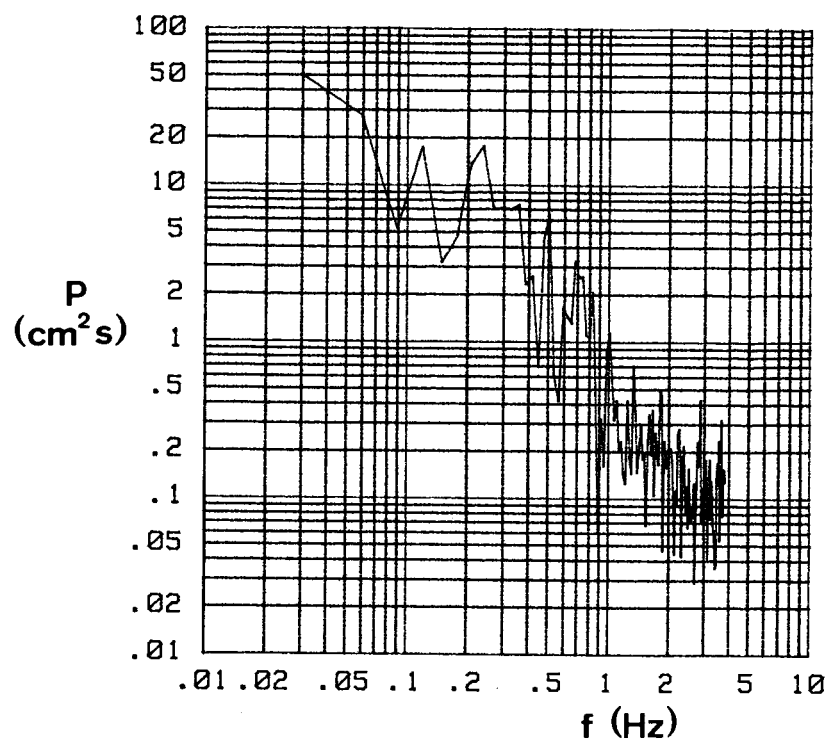
付図-13 音圧変動のパワースペクトル (ケース13)

Case 14



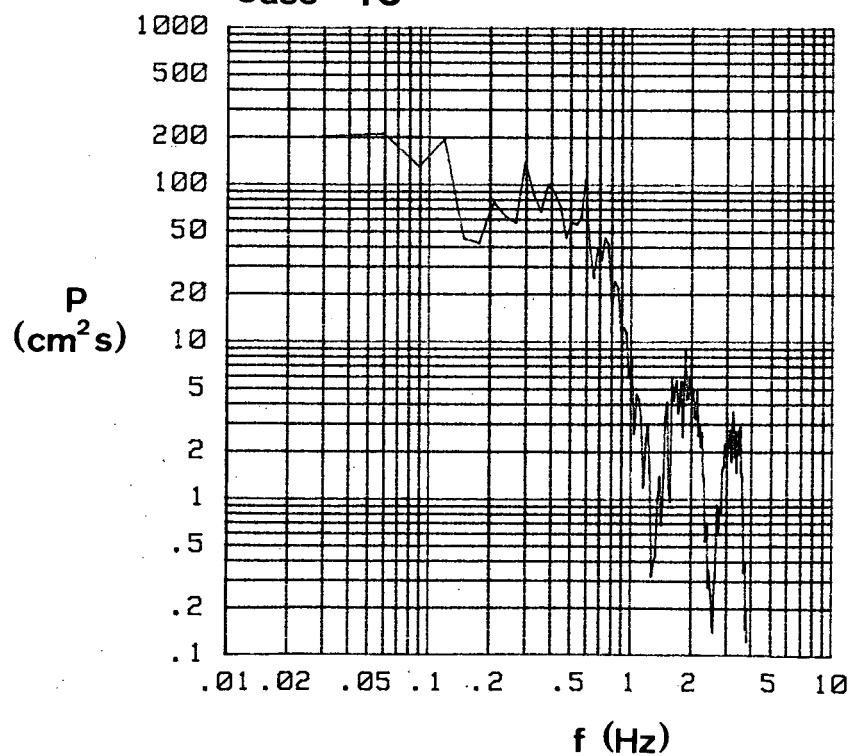
付図-14 音圧変動のパワースペクトル (ケース14)

Case 15



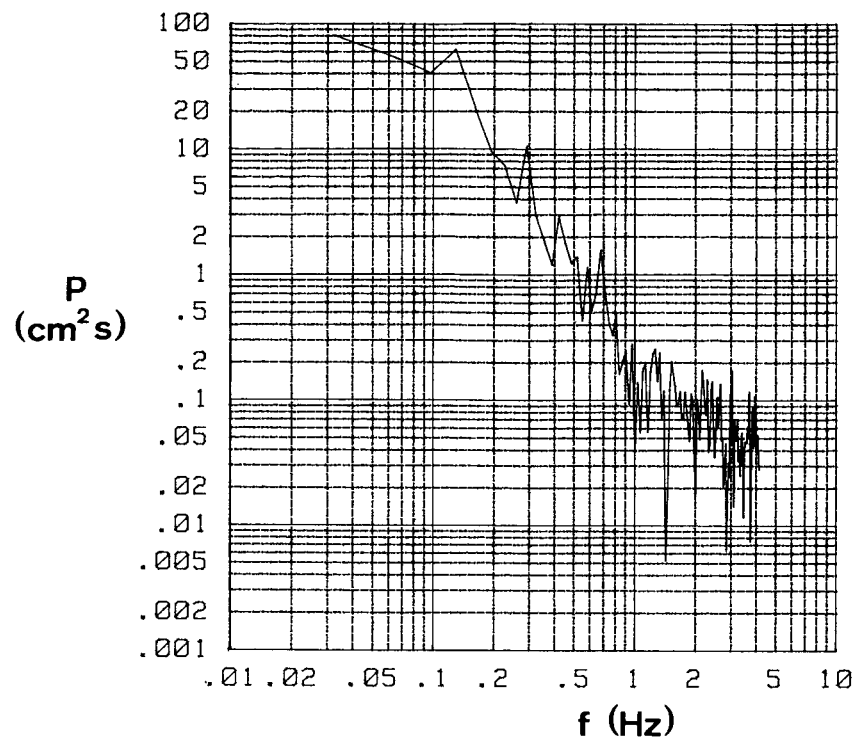
付図-15 音圧変動のパワースペクトル (ケース15)

Case 16



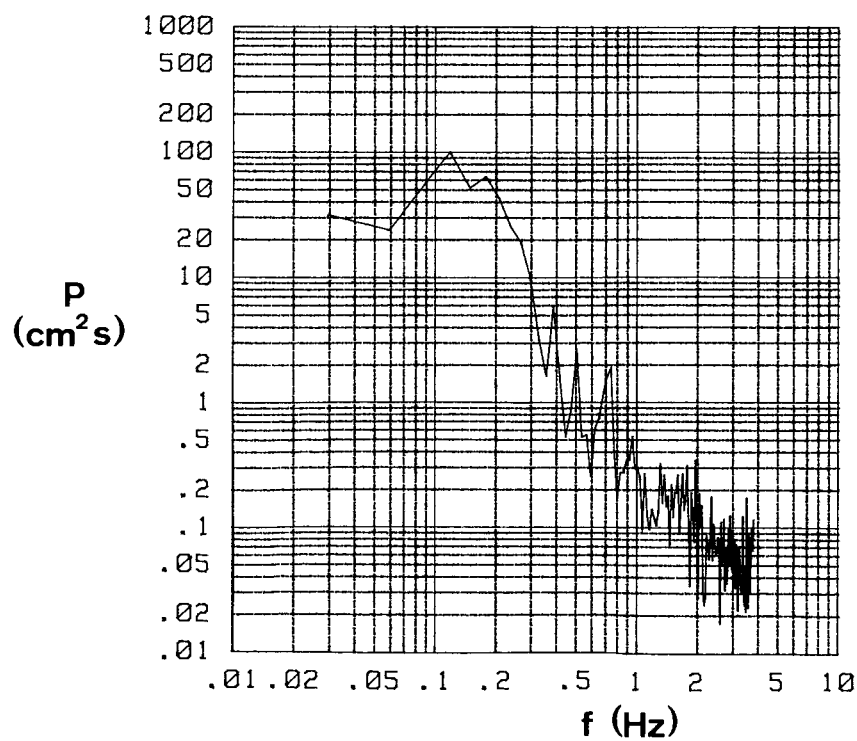
付図-16 音圧変動のパワースペクトル (ケース16)

Case 17

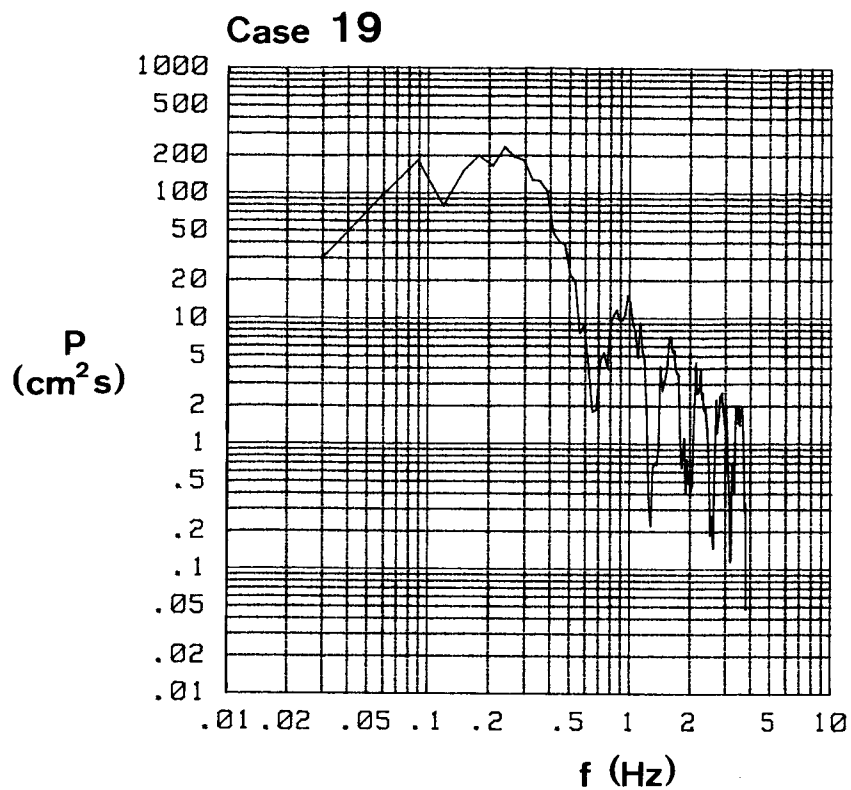


付図-17 音圧変動のパワースペクトル (ケース17)

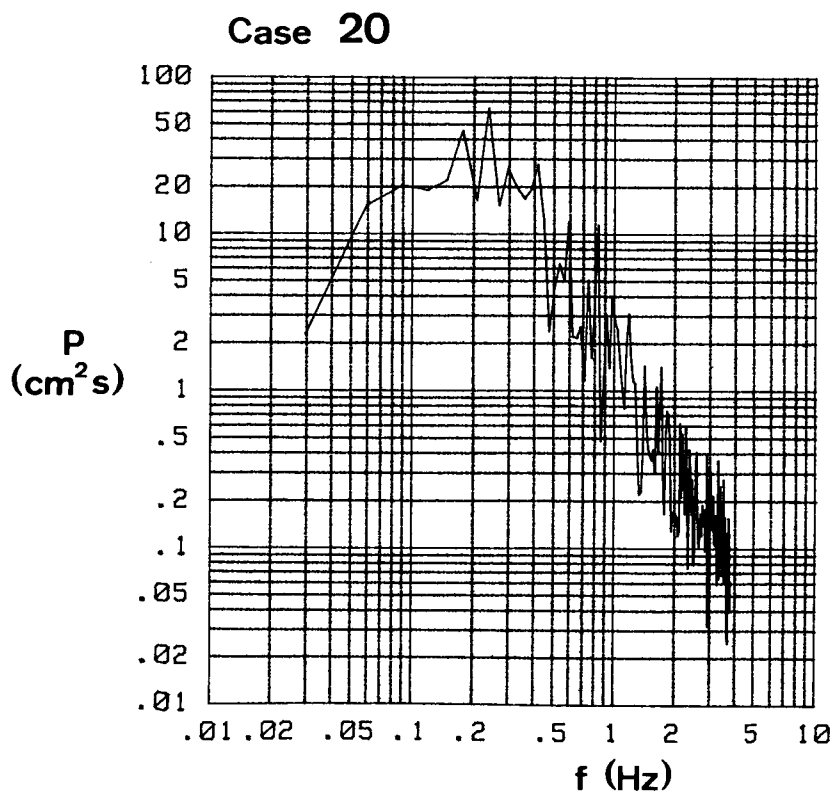
Case 18



付図-18 音圧変動のパワースペクトル (ケース18)

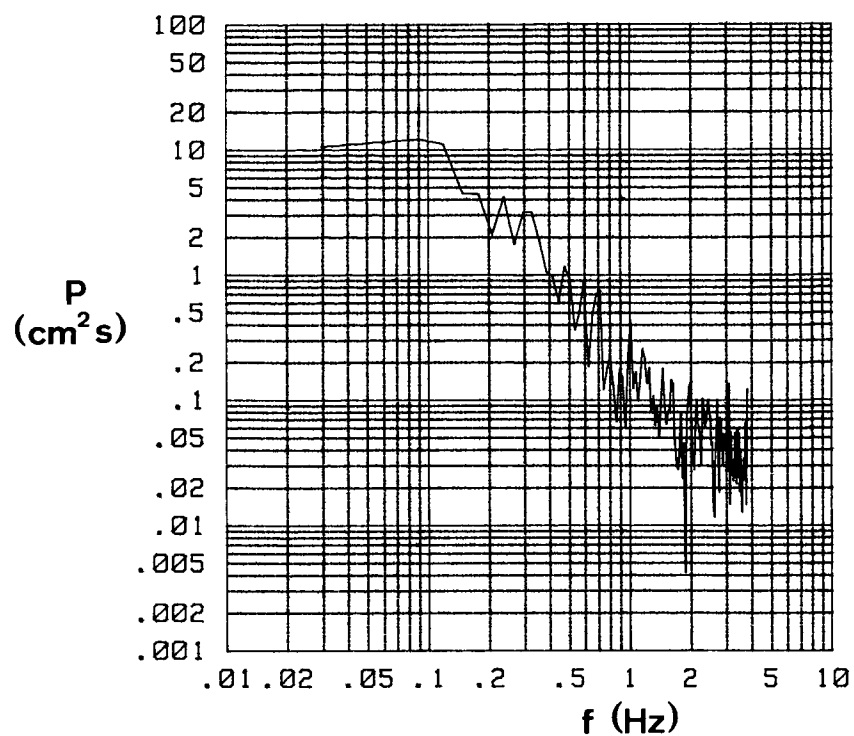


付図-19 音圧変動のパワースペクトル (ケース19)



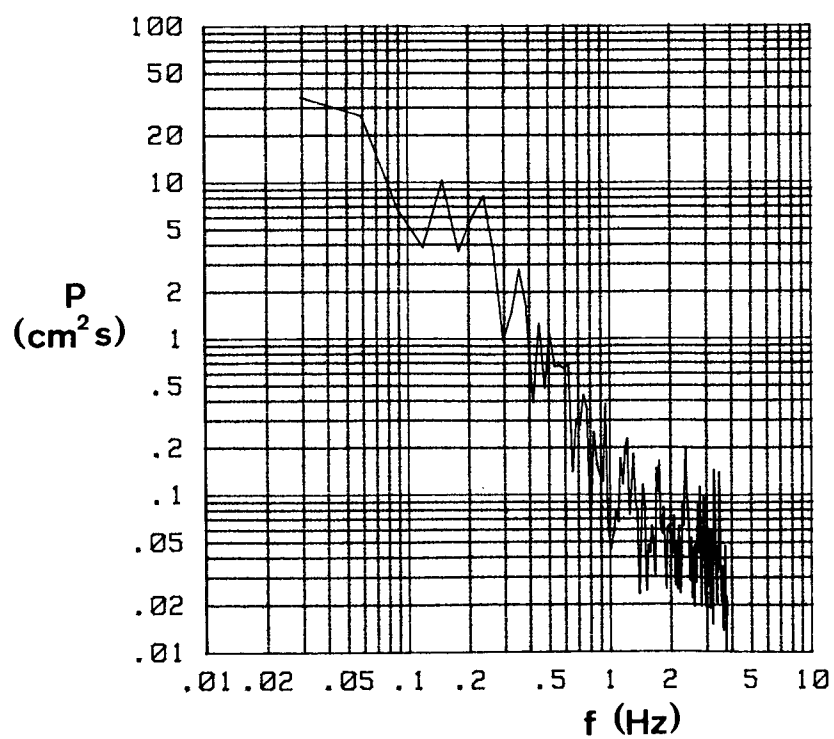
付図-20 音圧変動のパワースペクトル (ケース20)

Case 21

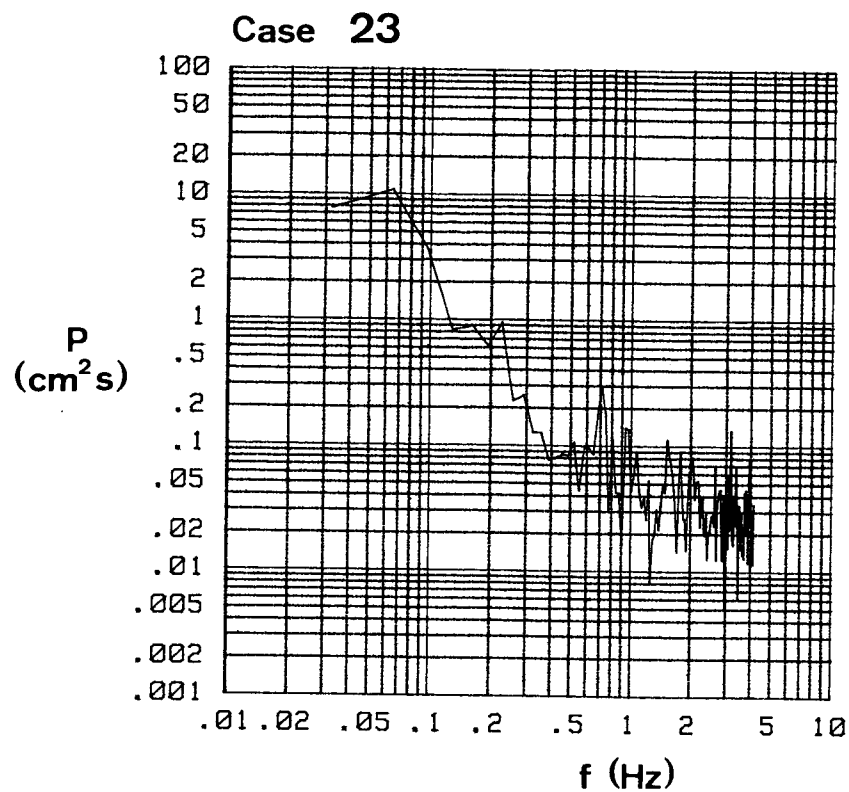


付図-21 音圧変動のパワースペクトル (ケース21)

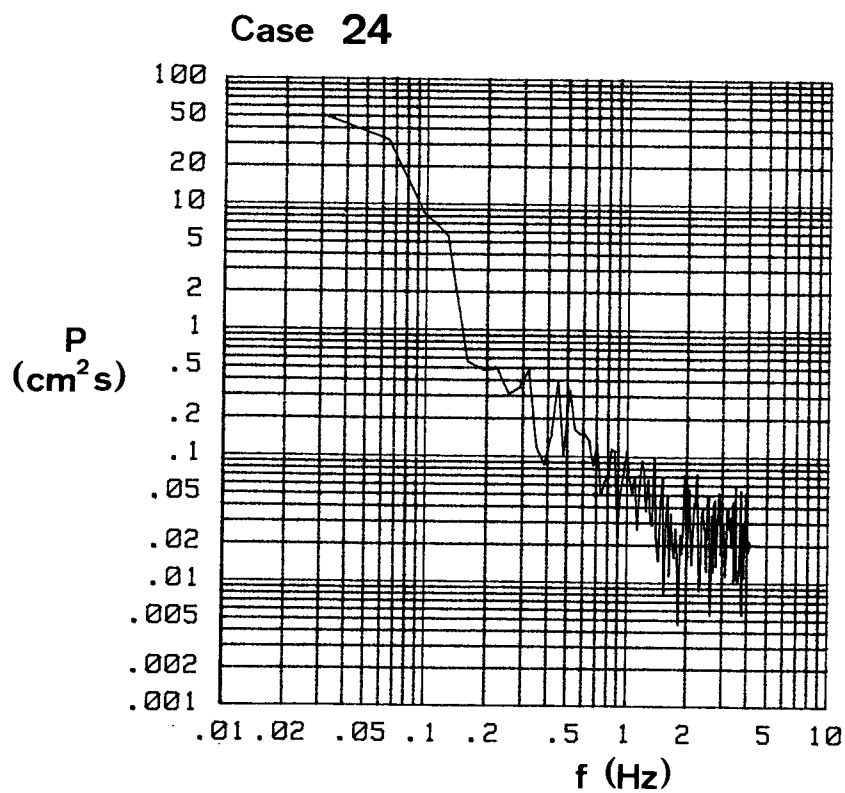
Case 22



付図-22 音圧変動のパワースペクトル (ケース22)

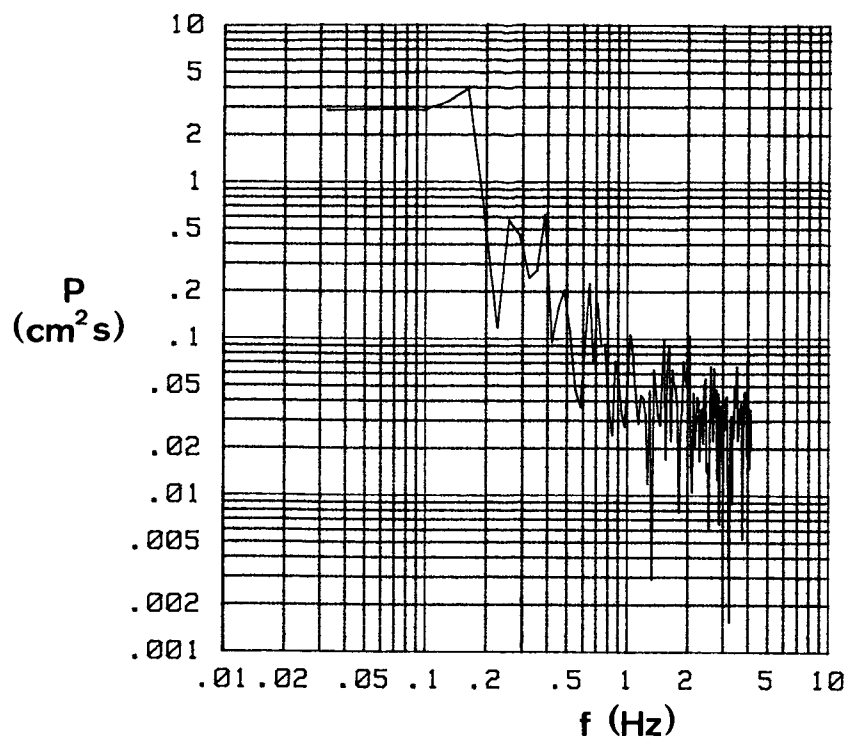


付図-23 音圧変動のパワースペクトル (ケース23)



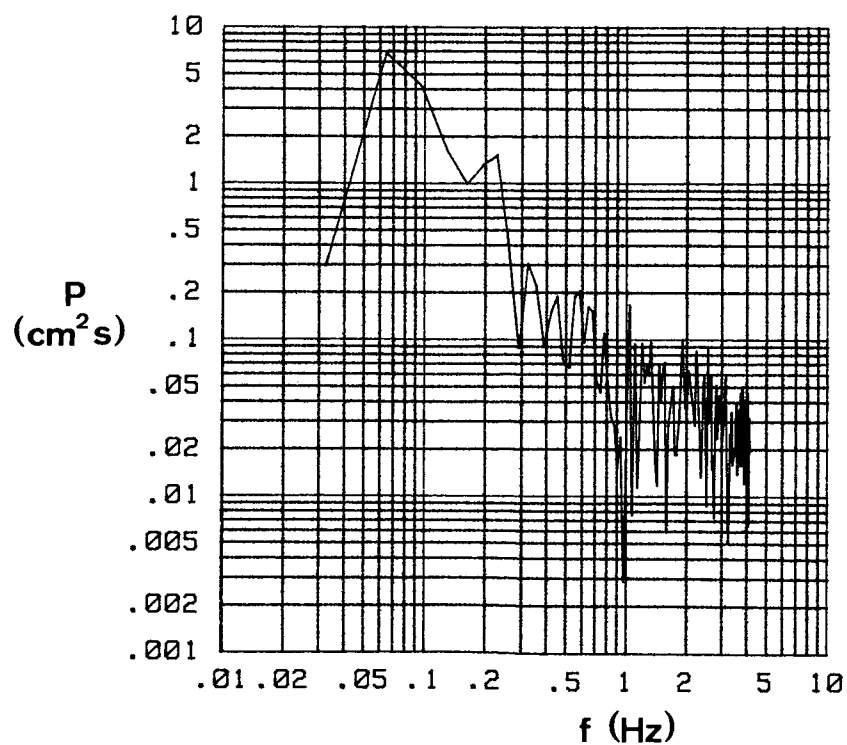
付図-24 音圧変動のパワースペクトル (ケース24)

Case 25



付図-25 音圧変動のパワースペクトル (ケース25)

Case 26



付図-26 音圧変動のパワースペクトル (ケース26)

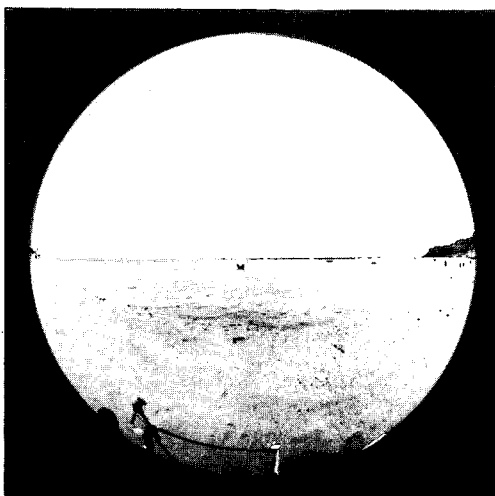
付録一Ⅱ

調査対象海岸の全景写真

(魚眼レンズを搭撮したカメラによる撮影)



海側



海側



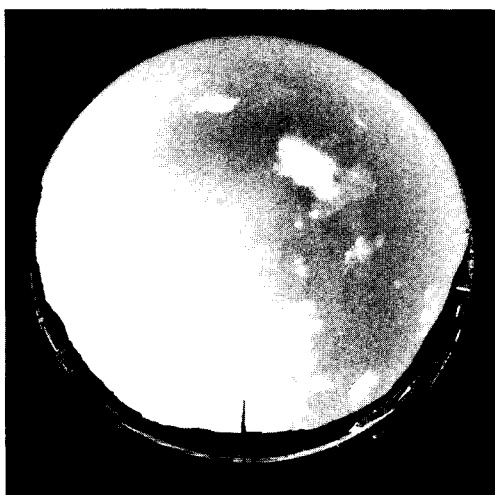
陸側



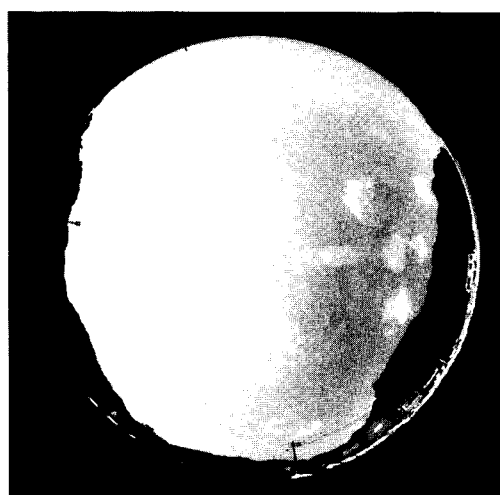
陸側



天空



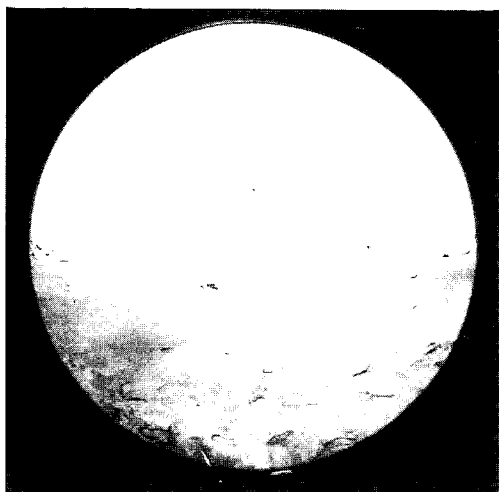
天空



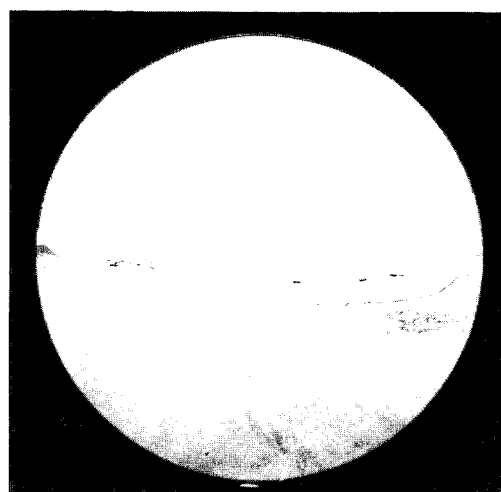
付写真-1 伊勢町海水浴場の全景

付写真-2 観音崎海水浴場の全景

海側



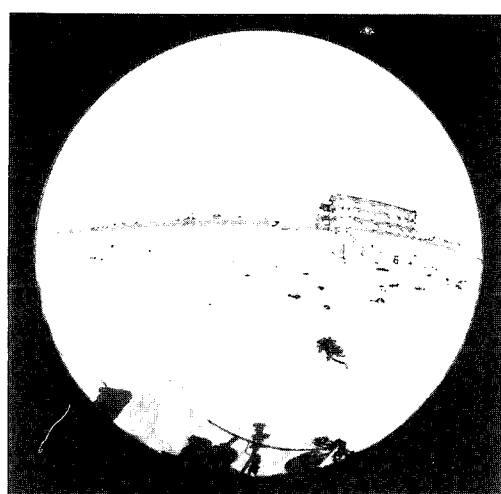
海側



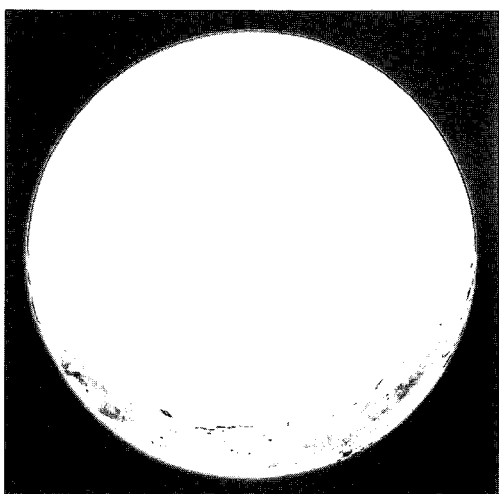
陸側



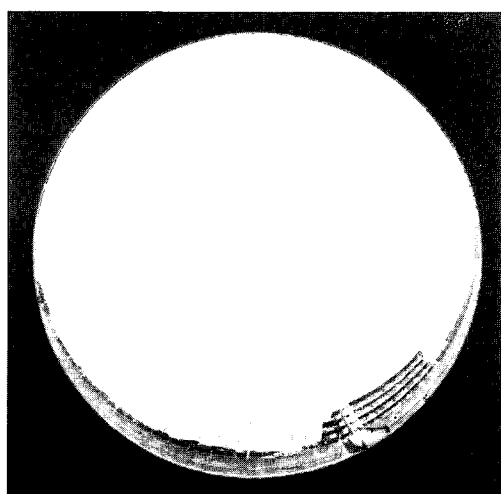
陸側



天空



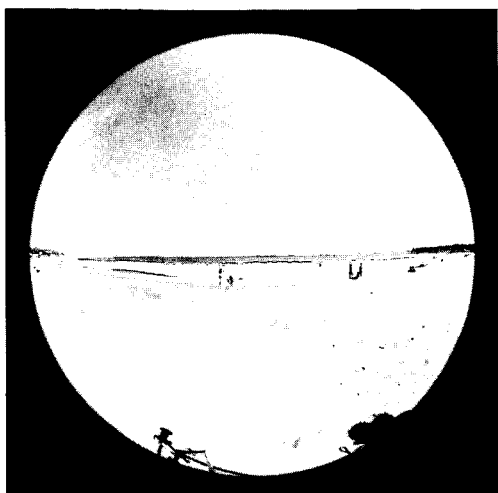
天空



付写真-3 久里浜海岸の全景

付写真-4 野比海岸の全景

海側



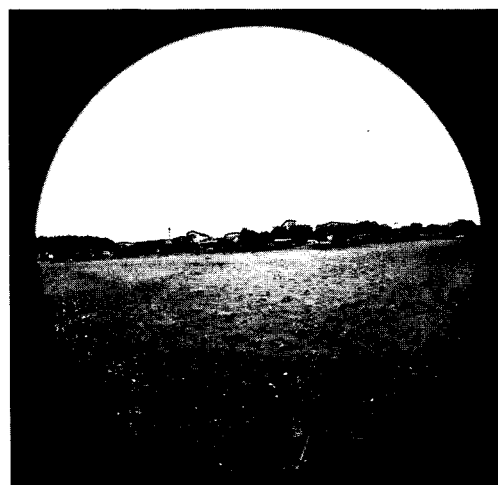
海側



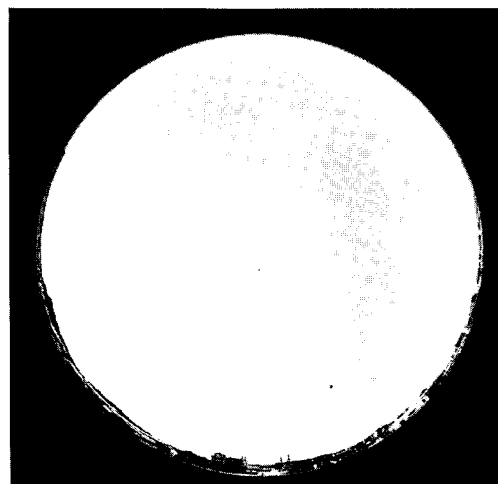
陸側



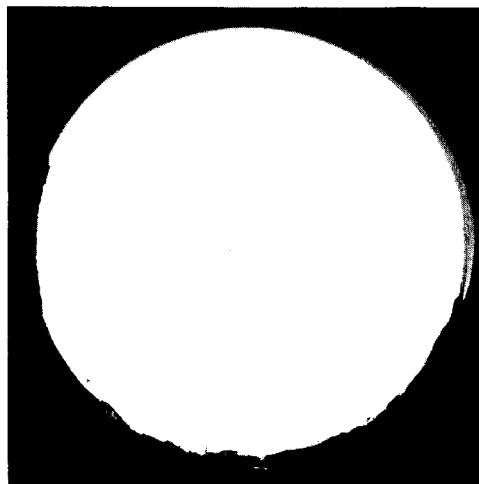
陸側



天空



天空



付写真-5 下浦海岸海水浴場の全景

付写真-6 金田海水浴場の全景

海側



海側



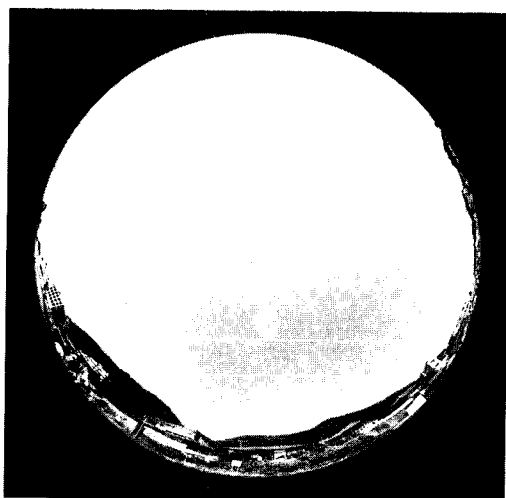
陸側



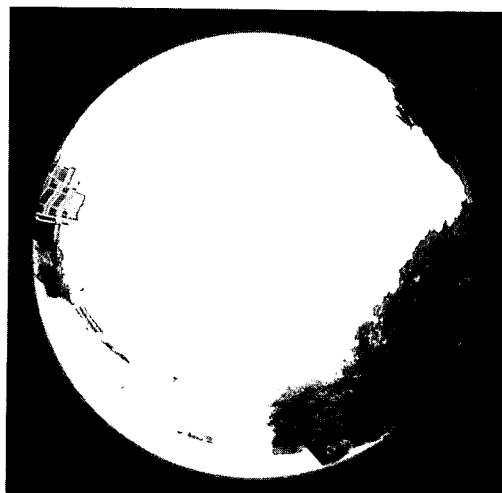
陸側



天空



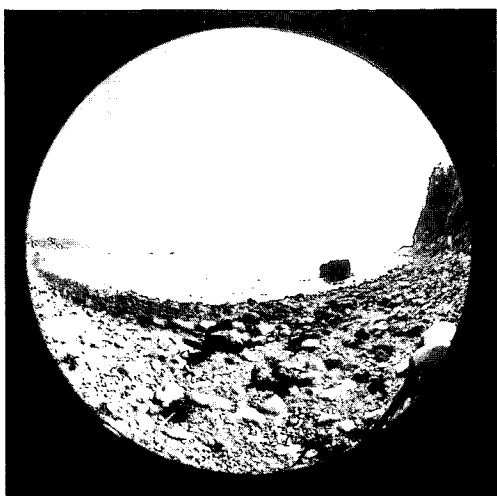
天空



付写真-7 秋谷海水浴場の全景

付写真-8 立石海水浴場の全景

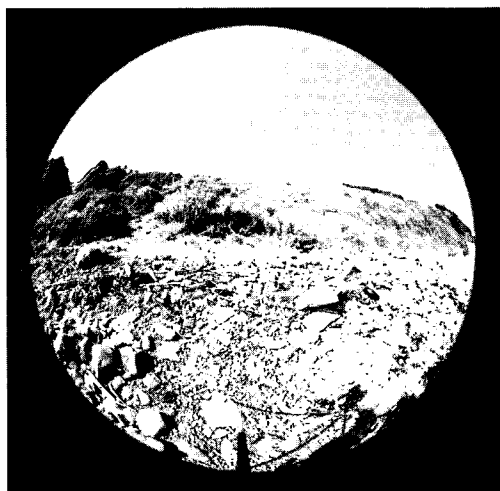
海側



海側



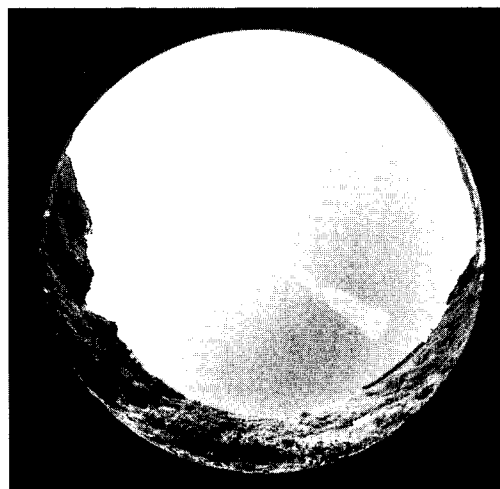
陸側



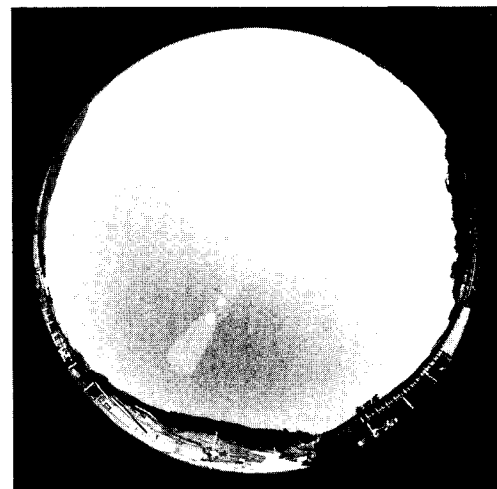
陸側



天空



天空



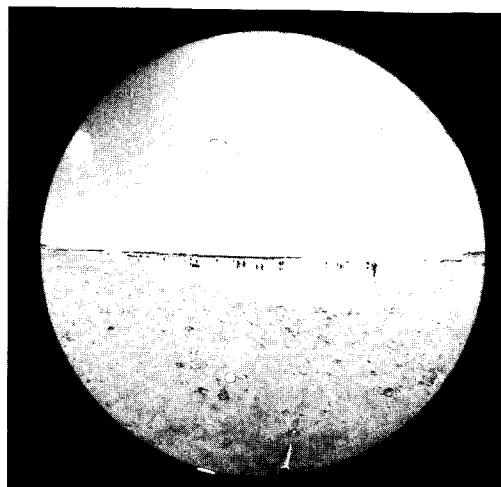
付写真-9 長者ヶ崎南側海岸の全景

付写真-10 長者ヶ崎海水浴場の全景

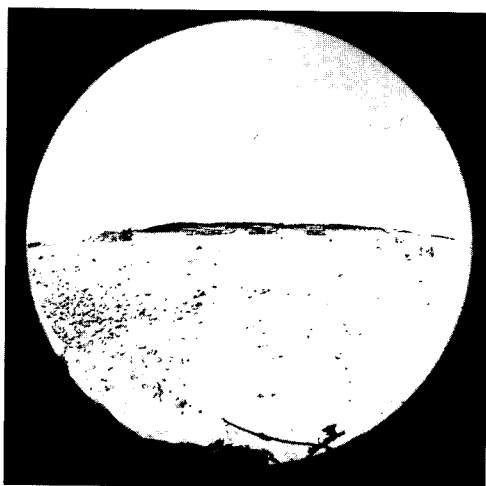
海側



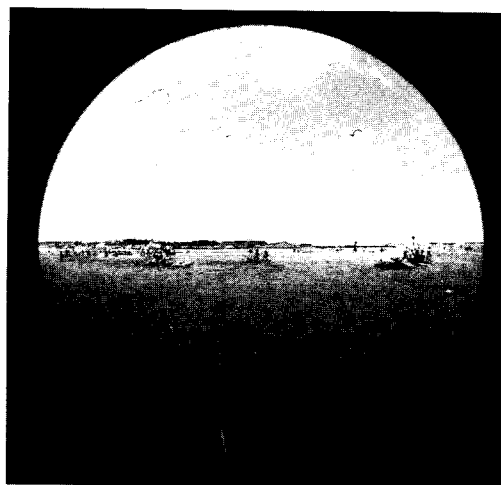
海側



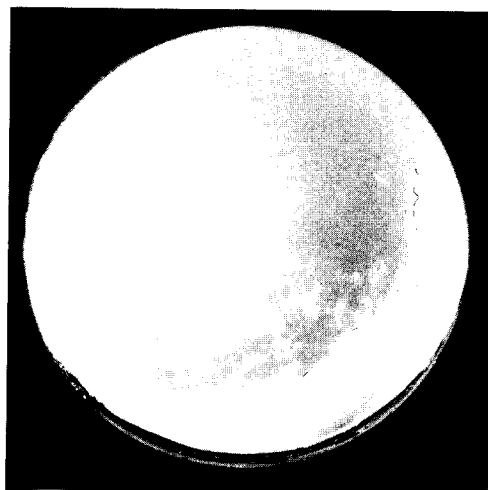
陸側



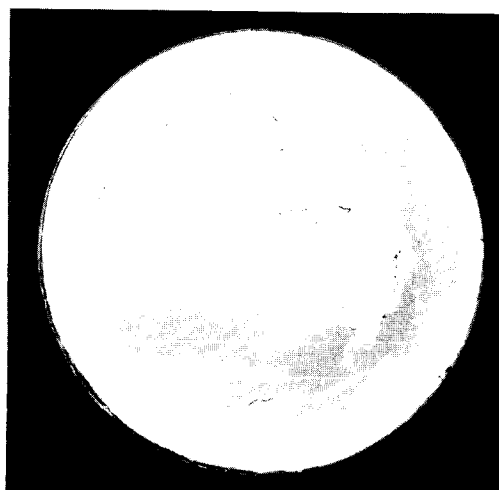
陸側



天空



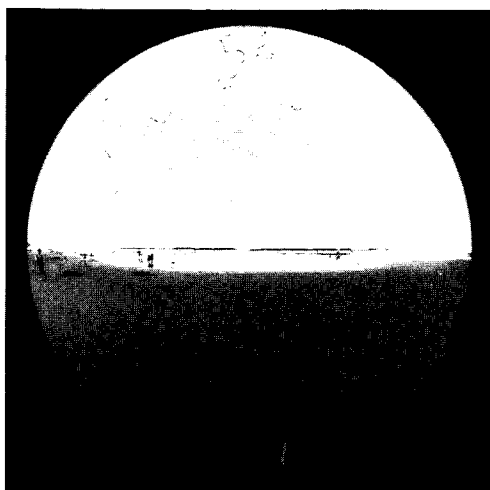
天空



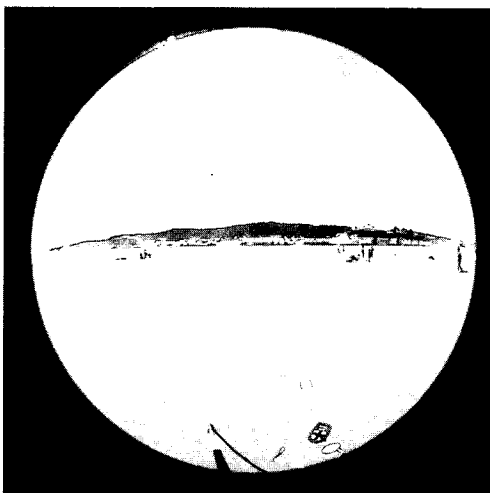
付写真-11 大洗海水浴場の全景

付写真-12 大洗サンビーチの全景

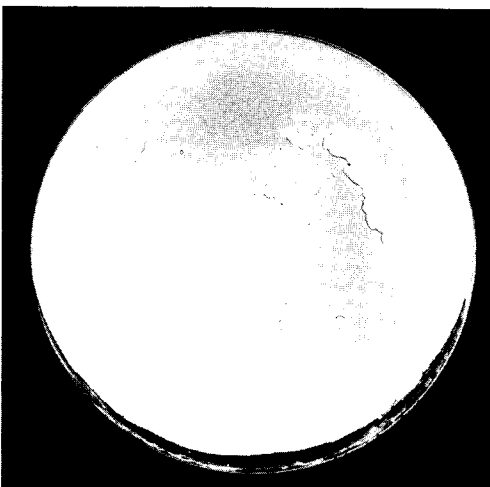
海側



陸側



天空



付写真-13 大竹海水浴場の全景

付録一Ⅲ

海岸の物理指標の測定値と
霧囲気・波の音の感じ方の平均得点一覧



付表-1 海岸の物理指標の測定結果一覧

調査 対象海岸	測定項目 ケース	平均 音圧 (dB)	ピーク 周期 (s)	照度($\times 10^3 \ell x$)		乾球 温度 ($^{\circ}C$)	湿度 (%)	風速 (m/s)	波高 (m)	周期 (s)	碎波 帯幅 (m)	砂浜幅 (m)	汀線延長 (m)	仰角 (deg.)	天空率 (%)
				上方	下方										
伊勢町海水浴場	1	61.7	4.8	41.0	9.6	27.1	71	1.3	0.05	3.8	0.2	20.2	* 1040.0	21	87
	2	62.0	3.2	13.0	4.5	27.6	72	1.0	0.2	4.5	0.5				
観音崎海水浴場	3	65.4	2.4	44.0	9.6	27.4	58	0.8	0.2	2.8	1	26.0	83.7	25	82
	4	66.8	5.6	20.0	3.9	25.6	85	0.7	0.5	4.8	1				
久里浜海岸	5	72.1	8.3	76.0	16.0	28.0	78	1.7	1.5	11.5	10	17.6	* 452.5	23	85
	6	72.4	4.8	3.9	0.97	27.6	85	3.2	2.0	11.3	40				
野比海岸	7	70.1	8.3	94.0	18.0	28.6	72	2.4	1.5	11.3	10	26.9	* 2380.0	28	90
	8	72.8	8.3	11.0	4.5	27.0	85	3.8	2.0	12.5	30				
下浦海岸海水浴場	9	71.4	10.5	33.0	8.9	27.2	78	3.7	1.5	11.5	20	67.9	* 1040.0	10	95
	10	71.9	8.3	62.0	8.9	28.6	72	3.8	1.5	12.0	30				
金田海水浴場	11	68.4	8.3	67.0	14.0	26.0	85	2.9	0.5	10.5	5	42.9	* 1950.0	11	93
	12	70.5	8.3	71.0	7.8	26.8	85	3.2	1.0	11.5	10				
秋谷海水浴場	13	70.3	8.3	94.0	22.0	27.4	93	4.0	1.0	11.5	30	25.1	* 535.0	22	87
	14	69.7	7.1	2.7	0.69	26.9	65	1.7	0.5	6.5	2				
立石海水浴場	15	69.2	4.3	94.0	19.0	28.0	82	1.2	0.5	13.8	2	7.7	56.8	48	69
	16	62.0	3.3	0.24	0.057	26.2	78	0.2	0.2	5.5	0.5				
長者ヶ崎南側海岸	17	71.6	3.3	71.0	16.0	28.2	85	2.2	1.5	10.5	40	10.8	82.4	30	77
	18	70.6	8.3	14.0	2.4	27.1	71	1.9	0.6	4.3	2				
長者ヶ崎海水浴場	19	67.5	4.3	100.0	13.0	27.4	85	2.4	0.5	12.8	1.5	9.2	* 405.0	23	86
	20	62.4	4.3	22.0	5.1	27.5	66	1.9	0.3	4.5	0.5				
大洗海水浴場	21	66.6	4.3	94.0	19.0	26.2	100	2.2	1.0	9.0	50	157.9	** 1300.0	8	96
	22	70.4	6.2	22.0	4.2	25.5	85	0.8	1.5	9.0	50				
大洗サンビーチ	23	70.2	4.5	58.0	16.0	26.0	92	2.8	1.0	8.0	40	195.0	** 1250.0	4	98
	24	67.6	3.2	6.3	1.9	25.4	100	1.2	1.5	8.5	50				
大竹海水浴場	25	70.2	2.5	71.0	9.6	24.0	92	0.7	1.0	8.5	50	59.2	***	11	95
	26	69.8	4.5	9.6	1.6	23.8	92	1.0	1.5	8.3	50				

注) * : 汀線延長を 1/2,500 国土基本図より読み取ったケース。

** : 汀線延長を 1/25,000 地形図より読み取ったケース。

*** : 汀線延長が長大で読み取れないケース。

付表-2 海岸の雰囲気の評価得点

質問項目 調査対象海岸	ケース	穏やかな	荒々しい	のどかな	自然な	神秘的な	雄大な	開放的な	さわやかな	さみしい	静かな	清潔な	温和な	閉鎖的な	圧迫感 のある	不潔な	憂うつな	暗い	落ち着 かない	人工的な
伊勢町海水浴場	1	3.7	1.1	3.5	2.6	1.7	2.3	2.7	2.7	2.0	3.3	2.3	2.8	1.8	1.5	2.3	1.8	1.9	1.7	2.0
	2	3.7	1.1	3.6	3.0	1.9	2.3	2.9	2.6	2.6	3.3	2.3	2.9	1.6	1.2	2.3	1.9	1.8	1.5	1.9
観音崎海水浴場	3	3.5	1.2	3.3	2.4	1.5	1.3	1.8	2.0	2.7	3.1	1.5	2.6	2.2	1.7	2.9	2.1	2.3	1.7	2.1
	4	3.3	1.6	2.9	2.4	1.7	1.6	2.0	2.1	2.8	2.9	1.8	2.5	2.5	2.0	2.9	2.3	2.3	2.1	2.2
久里浜海岸	5	2.1	3.3	2.2	3.5	2.4	3.1	2.8	2.3	2.4	2.0	2.1	2.0	2.2	2.9	2.7	2.1	2.0	2.2	1.5
	6	1.6	3.6	1.8	3.5	2.2	3.2	2.7	2.1	3.1	2.0	2.2	1.9	2.3	2.7	2.2	1.9	2.3	2.1	1.4
野比海岸	7	2.3	3.1	2.8	3.3	2.1	3.4	3.2	2.8	1.9	2.3	2.3	2.3	1.6	1.8	2.4	1.8	1.7	1.7	1.6
	8	1.7	3.5	2.2	3.2	2.4	3.6	3.2	2.3	2.7	2.0	2.3	1.8	1.7	2.1	2.2	1.8	1.9	1.7	1.7
下浦海岸海水浴場	9	2.2	3.0	2.5	2.8	1.8	3.2	3.3	3.0	1.8	1.7	2.0	2.3	1.4	1.5	2.6	1.6	1.5	1.6	2.0
	10	2.3	3.2	2.7	3.3	2.1	3.7	3.5	2.9	2.6	2.4	2.5	2.2	1.5	1.5	2.2	1.7	1.7	1.6	1.5
金田海水浴場	11	2.9	2.5	2.9	3.0	1.9	3.1	3.2	2.7	2.1	2.4	2.2	2.5	1.6	1.6	2.5	1.7	1.7	1.6	1.6
	12	3.4	2.1	3.5	3.3	2.3	3.4	3.3	3.2	2.4	3.0	2.9	2.8	1.4	1.4	1.8	1.7	1.6	1.4	1.5
秋谷海水浴場	13	2.5	3.0	3.0	3.3	2.2	3.4	3.5	3.1	1.8	2.2	2.6	2.6	1.2	1.5	2.2	1.5	1.2	1.4	1.6
	14	3.1	2.4	2.9	3.0	2.2	3.2	3.1	2.8	2.5	2.8	2.9	2.4	1.5	1.4	1.7	1.8	1.8	1.3	1.8
立石海水浴場	15	2.8	2.2	3.2	2.9	2.4	2.1	2.3	2.7	2.5	2.7	2.3	2.4	2.8	2.7	2.5	1.9	1.8	2.0	2.0
	16	3.4	1.7	3.1	2.9	2.2	1.7	1.8	2.1	2.8	3.3	1.8	2.0	2.9	2.8	2.7	2.2	2.5	2.2	2.1
長者ヶ崎南側海岸	17	1.7	3.4	2.0	2.9	1.7	2.6	2.2	1.9	2.7	1.9	1.2	1.5	2.8	2.8	3.4	2.7	2.2	2.5	1.8
	18	1.6	3.3	1.6	2.7	1.6	2.2	1.8	1.2	2.6	1.9	1.1	1.3	2.9	3.0	3.8	2.7	2.8	3.1	1.9
長者ヶ崎海水浴場	19	3.2	1.7	3.5	3.0	2.3	2.9	3.1	3.2	1.7	2.7	2.6	3.0	1.4	1.3	2.1	1.6	1.4	1.5	1.9
	20	3.6	1.5	3.4	3.3	2.5	3.0	2.9	2.9	2.2	3.0	2.7	2.6	1.7	1.4	1.7	1.5	1.4	1.3	1.7
大洗海水浴場	21	2.6	2.4	3.0	3.4	2.1	2.9	2.9	2.7	2.0	2.1	1.8	2.5	1.6	1.7	2.5	1.7	1.5	1.5	1.5
	22	2.4	3.2	2.5	3.5	2.7	3.3	3.0	2.3	2.8	2.8	2.4	1.9	1.9	2.1	2.4	2.1	2.1	1.5	1.6
大洗サンビーチ	23	2.8	2.3	2.9	2.5	1.9	2.8	3.0	2.8	1.8	2.5	2.1	2.4	1.7	1.7	2.4	1.7	1.6	1.5	2.5
	24	3.0	2.2	3.0	2.7	2.0	2.9	3.0	2.8	2.6	3.1	2.4	2.3	2.0	1.9	2.3	2.1	2.1	1.7	2.4
大竹海水浴場	25	2.9	2.5	3.2	3.4	2.2	3.4	3.6	3.0	2.0	2.9	2.1	2.5	1.6	1.6	2.7	1.7	1.6	1.5	1.5
	26	2.8	2.4	3.0	3.4	2.3	3.3	3.3	2.8	2.7	2.9	2.2	2.1	1.8	1.7	2.6	2.1	2.0	1.5	1.6

付表-3 波の音の感じ方の平均評価得点

質問項目 調査対象海岸	ケース	安らぐ	いらだつ	落ち着く	わくわくする	晴々する	めいる	明るくなる	暗くなる	豊かになる	さみしくなる	軽快になる	重くなる	すっきりする	ぼやける	うるおう	かわく	楽しくなる	苦痛になる
伊勢町海水浴場	1	4.2		3.9		3.0		3.0		2.9		2.8		3.1		3.3		3.1	
	2	4.4		4.4		3.1		2.9		3.0		2.8		3.0		3.6		3.1	
観音崎海水浴場	3	3.8		3.8		3.2		3.0		3.1		3.1		3.0		3.5		3.2	
	4	4.0		4.0		3.0		2.8		3.0		2.8		3.1		3.4		3.1	
久里浜海岸	5	3.5		3.3		3.5		3.5		3.7		3.2		3.7		3.5		3.5	
	6	3.4		3.2		3.1		2.9		3.0		2.4		3.3		3.1		3.0	
野比海岸	7	4.1		3.6		3.9		3.7		3.7		3.4		4.1		3.6		3.7	
	8	3.6		3.3		3.6		3.1		3.4		2.7		3.5		3.4		3.2	
下浦海岸海水浴場	9	3.7		3.6		3.9		3.6		3.8		3.6		4.0		3.6		3.7	
	10	4.0		3.9		3.5		2.9		3.5		3.1		3.7		3.4		3.2	
金田海水浴場	11	4.0		3.9		3.4		3.1		3.8		3.2		3.6		3.5		3.4	
	12	4.3		4.2		3.6		3.2		3.6		3.2		3.7		3.9		3.3	
秋谷海水浴場	13	4.2		3.9		4.1		4.0		3.9		3.7		4.0		3.7		3.7	
	14	4.0		3.7		3.4		3.0		3.3		3.0		3.7		3.5		3.2	
立石海水浴場	15	3.7		3.9		3.5		3.4		3.2		3.2		3.5		3.3		3.4	
	16	3.9		4.1		2.8		2.7		2.7		2.7		2.9		3.2		2.9	
長者ヶ崎南側海岸	17	3.4		3.3		3.6		3.2		3.4		3.0		3.5		3.2		3.2	
	18	2.8		2.7		2.7		2.7		2.7		2.5		2.9		3.0		2.7	
長者ヶ崎海水浴場	19	4.3		4.2		3.8		3.6		3.7		3.4		3.6		3.7		3.6	
	20	4.0		4.0		3.4		2.9		3.3		3.0		3.5		3.4		3.2	
大洗海水浴場	21	3.9		4.1		3.5		3.3		3.5		3.2		3.6		3.7		3.2	
	22	3.9		3.8		3.1		2.9		3.2		2.9		3.3		3.6		3.0	
大洗サンビーチ	23	3.9		3.8		3.5		3.1		3.6		3.2		3.5		3.6		3.4	
	24	4.1		4.1		3.1		3.0		3.5		3.1		3.4		3.6		3.1	
大竹海水浴場	25	4.1		4.2		3.6		3.3		3.8		3.4		3.7		3.5		3.5	
	26	4.1		4.1		3.0		2.9		3.1		3.0		3.8		3.6		3.0	

付録一IV

重回帰分析の結果(海岸の雰囲気)



付表-4 海岸の雰囲気重回帰分析の検定結果(全変数の場合)

物理指標	雰囲気表現		穏やかな		荒々しい		のどかな		自然な		神秘的な		雄大な		開放的な		さわやかな		さみしい		静かな		清潔な		温和な		閉鎖的な		圧迫感のある		不潔な		憂うつな		暗い		落ち着いた		人工的な		
	変数選択		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	
	有意性		○	○	○	○	○	○	×	○	×	×	○	○	○	○	×	○	×	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
平均音圧	×	●	×	×	×	●	×	-	×	-	×	-	×	×	×	×	×	×	-	×	●	×	×	×	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	
音圧変動の卓越周期	×	-	×	○	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	
上方照度	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	
下方照度	×	×	×	-	×	×	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	●	×	-	×	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-
気温	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	
湿度	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	
風速	×	×	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	
波高	×	●	×	×	×	-	×	×	×	-	×	-	●	-	×	×	×	○	×	-	×	-	×	-	×	●	○	○	×	○	×	-	×	○	×	○	×	○	×	-	
周期	×	×	×	-	×	-	×	-	×	○	×	○	○	○	×	○	×	-	×	-	×	-	×	○	×	○	×	●	×	×	×	-	×	●	×	●	×	×	×	-	
砕波帯幅	×	-	×	○	×	-	×	-	×	-	×	×	○	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	-	×	●	
砂浜幅	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	●	●	●	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	○	○	×	○	×	-	×	×	×	×	○	×	×	○	
汀線延長	×	-	×	-	×	×	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-	×	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○	×	×	×	×	-	
仰角	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	●	●	×	×	×	×	×	×	×	●	×	●	×	-	
天空率	×	○	×	●	×	-	×	-	×	-	×	-	×	○	○	○	×	○	×	×	×	-	×	○	×	○	●	●	●	●	×	●	●	●	●	●	●	●	×	×	

変数選択「ナシ」: 全物理指標を説明変数に用いた分析

変数選択「アリ」: 逐次法により変数を選択をした分析

○: 解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合

●: 解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合

×

-: 変数選択を行う解析において選択されなかった指標

*: 評価得点を3ポイント変化させるのに必要な説明変数の変化量が、非現実的な幅となる場合

付表-5 海岸の雰囲気重回帰分析結果(全変数の場合)

変量	質問項目 変数選択	①穏やかな		②荒々しい		③のどかな		④自然な		⑤神秘的な		⑥雄大な		⑦開放的な		⑧さわやかな		⑨さみしい		⑩静かな	
		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ
決定係数 R^2		0.89	0.89	0.94	0.93	0.86	0.72	0.70	0.41	0.61	0.39	0.90	0.84	0.95	0.86	0.82	0.76	0.78	0.74	0.82	0.68
自由度調整係数 R^2		0.76	0.81	0.86	0.91	0.69	0.67	0.32	0.33	0.11	0.30	0.77	0.80	0.88	0.84	0.59	0.72	0.50	0.68	0.58	0.64
赤池の情報量基準 AIC		24.63	15.97	19.77	6.48	20.66	19.24	18.51	13.98	18.93	8.73	22.40	16.37	-3.98	0.72	20.69	8.09	16.42	2.56	24.19	16.38
分散比 F_0		6.59	19.2	11.56	41.66	4.96	13.55	1.84	5.17	1.22	4.60	6.95	20.86	14.17	33.41	3.62	16.90	2.79	11.50	3.50	15.84
P.	β (10^{-2} /dB)	-8.7	-9.5	10	7.3	-6.9	-13	-3.8		-1.9		2.9		2.4	-3.2	-4.5	-5.9	1.9		-3.6	-8.4
	γ	-0.42	-0.57	0.51	0.52	-0.37	-0.83	-0.22		-0.11		0.16		0.22	-0.36	-0.25	-0.44	0.12		-0.19	-0.64
	F	2.4	9.3	3.9	7.2	1.8	46	0.58		0.15		0.28		0.55	3.1	0.74	4.9	0.16		0.41	15
T.	β (10^{-2} /s)	-9.4		16	15	-7.5		9.3		4.3		10	5.9	4.6		-2.0		-1.4		-5.6	
	γ	-0.43		0.68	0.69	-0.38		0.48		0.24		0.49	0.37	0.38		-0.11		-0.084		-0.28	
	F	2.6		9.5	17	1.9		3.2		0.66		3.4	3.2	1.9		0.14		0.079		0.95	
L _u	β (10^{-6} /lx)	1.6		-1.0		3.4	13	4.2		1.6		-0.53		-6.4		-0.66		-3.6		1.3	
	γ	0.067		-0.047		0.15	0.50	0.19		0.072		-0.023		-0.42		-0.029		-0.17		0.054	
	F	0.050		0.025		0.26	7.0	0.42		0.057		0.058		2.4		0.0095		0.34		0.032	
L _d	β (10^{-6} /lx)	-9.7	-17	-4.3		-11	-40	-32		-22	-14	-29		7.1		2.3		-28	-33	-34	
	γ	-0.090	-0.34	-0.044		-0.11	-0.33	-0.32		-0.23	-0.31	-0.28		0.11		0.023		-0.29	-0.71	-0.30	
	F	0.090	2.5	0.021		0.14	2.6	1.2		0.61	2.4	0.91		0.14		0.0057		1.0	21	1.1	
A _i	β (10^{-1} /°C)	-1.7		1.8		-0.75		1.4		-0.37		2.3		1.9		-0.68		1.5		0.48	
	γ	-0.25		0.29		-0.12		0.23		-0.063		0.35		0.44		-0.11		0.27		0.074	
	F	0.71		1.0		0.17		0.64		0.044		1.5		2.7		0.14		0.85		0.060	
A _s	β (10^{-2} /%)	-0.70		0.31	-0.97	-0.58		0.23		-0.46		0.56		0.84		-0.64		0.36		-0.20	
	γ	-0.11		0.055	-0.32	-0.10		0.043		-0.083		0.095		0.23		-0.11		0.068		-0.033	
	F	0.14		0.033	2.2	0.12		0.020		0.077		0.10		0.61		0.14		0.051		0.012	
V _w	β (10^{-2} /m/s)	-1.7	-12	-8.8		-0.40		-18		-13	-9.3	-10		-14		-0.24		-12	-7.4	-15	-17
	γ	-0.035	-0.37	-0.19		-0.0089		-0.38		-0.29	-0.32	-0.21		-0.43		-0.0052		-0.27	-0.32	-0.30	-0.49
	F	0.014	3.0	0.43		0.00086		1.8		0.99	2.5	0.49		2.5		0.00030		0.90	2.3	1.1	6.9
H	β (10^{-1} /m)	-3.4	-8.2	0.11	3.1	-5.7		-2.5	2.9	-3.3		-7.8		-10		-6.0	-4.4	1.4	3.7	-4.7	
	γ	-0.21	-0.70	0.0075	0.36	-0.36		-0.18	0.50	-0.23		-0.46		-0.74		-0.38	-0.52	0.10	0.66	-0.29	
	F	0.52	19	0.00061	2.9	1.6		0.35	7.3	0.60		2.9		13		1.8	7.9	0.11	15	0.99	
T _w	β (10^{-2} /s)	7.3	8.6	-1.1		8.8		5.3		9.6	7.9	8.9	6.6	11	8.3	15	13	1.1		5.8	
	γ	0.37	0.53	-0.072		0.47		0.31		0.51	0.62	0.46	0.54	0.73	0.70	0.66	0.79	0.074		0.31	
	F	1.8	7.6	0.057		3.1		1.2		3.9	14	2.9	8.3	13	20	8.3	36	0.060		1.15	
W _s	β (10^{-2} /m)	-1.6		2.8	2.3	-0.29		2.4		1.5		3.0	1.2	2.2		0.58		0.22		-0.15	
	γ	-0.38		0.62	0.63	-0.082		0.59		0.39		0.63	0.48	0.71		0.16		0.068		-0.040	
	F	1.9		6.9	12	0.074		5.8		2.0		7.4	6.0	11		0.30		0.051		0.017	
W _i	β (10^{-3} /m)	-0.20		-0.73		-0.73		-4.6	-1.5	-2.0		-5.5	-5.2	-6.4	-3.8	-2.8		0.32		0.94	
	γ	-0.023		-0.090		-0.088		-0.50	-0.29	-0.24		-0.54	-0.57	-0.78	-0.63	-0.32		0.042		0.11	
	F	0.0057		0.090		0.086		3.7	2.1	0.70		4.6	9.8	17	14	1.2		0.020		0.13	
L _u	β (10^{-3} /m)	-0.09		0.05		-0.01	0.19	-0.02	0.12	-0.21		0.01		-0.01		-0.15		0.13		0.10	0.12
	γ	-0.14		0.082		-0.014	0.49	-0.040	0.35	-0.35		0.024		-0.042		-0.26		0.23		0.17	0.36
	F	0.24		0.075		0.0021	6.8	0.018	3.2	1.5		0.0061		0.019		0.80		0.64		0.32	3.3
A _s	β (10^{-2} /度)	0.69		0.62		2.5		1.7		4.6		3.4		3.2		3.0		-3.0	-2.0	0.60	
	γ	0.067		0.066		0.26		0.18		0.45		0.33		0.47		0.30		-0.32	-0.34	0.059	
	F	0.050		0.048		0.77		0.37		2.8		1.3		3.2		1.1		1.3	2.5	0.038	
R _i	β (10^{-2} /%)	5.4	3.5	-2.4	-4.1	7.2		4.2		8.2		11	5.3	13	6.8	10	4.2	-6.4	-5.2	2.2	
	γ	0.28	0.69	-0.14	-0.73	0.38		0.24		0.44		0.51	0.72	0.76	0.89	0.51	0.80	-0.37	-0.53	0.12	
	F	0.90	18	0.21	22	1.9		0.70		2.6		3.8	22	15	80	3.8	37	1.7	7.6	0.15	

*) R^2 , R^2 , F_0 は大きくなるほど、AIC は小さくなるほど回帰モデルの推定精度が高くなることを示す基準値。**) β : 回帰係数, γ : 偏相関係数, F : 回帰係数の検定統計量***) P_i : 平均音圧, T_w : 音圧変動の卓越周期, L_u : 上方照度, L_d : 下方照度, A_i : 気温, A_s : 湿度, V_w : 風速, H : 波高, T_w : 波の周期, W_s : 碎波帯幅, W_i : 砂浜幅, L_i : 汀線延長, A_s : 仰角, R_i : 天空率

付表-5 (つづき) 海岸の雰囲気重回帰分析結果 (全変数の場合)

変 量	質問項目 変数選択	①清潔な		②温和な		③閉鎖的な		④圧迫感のある		⑤不潔な		⑥憂うつな		⑦暗い		⑧落ち着かない		⑨人工的な	
		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ
決定係数 R^2		0.73	0.56	0.89	0.86	0.96	0.96	0.90	0.88	0.74	0.44	0.87	0.81	0.89	0.88	0.87	0.79	0.76	0.58
自由度調整済決定係数 R^2		0.38	0.45	0.77	0.81	0.92	0.94	0.78	0.83	0.41	0.33	0.70	0.74	0.76	0.83	0.70	0.72	0.45	0.50
赤池の情報量基準		29.07	23.60	-0.25	-6.75	-17.48	-27.45	13.84	5.07	29.49	29.87	-8.27	-13.24	-4.42	-13.92	6.43	3.61	4.14	-1.51
分散比 F_0		2.11	5.10	6.85	16.16	21.18	59.00	7.27	18.97	2.26	4.05	5.14	11.14	6.55	15.89	5.10	9.96	2.44	7.15
P.	β (10^{-2} /dB)	2.5	-6.7	-2.1	-3.4	-0.85		-0.41		1.7		3.1		1.8		2.8		2.4	
	γ	0.12	-0.45	-0.18	-0.34	-0.10		-0.027		0.082		0.30		0.17		0.21		0.19	
	F	0.16	4.9	0.36	2.3	0.12		0.0080		0.074		1.1		0.32		0.50		0.40	
T.	β (10^{-2} /s)	1.1		-7.4	-6.6	-1.0		4.6		4.7		2.9		1.1		3.9	6.1	-9.1	
	γ	0.053		-0.53	-0.49	-0.12		0.28		0.21		0.27		0.095		0.27	0.51	-0.57	
	F	0.031		4.2	5.7	0.16		0.92		0.53		0.88		0.10		0.88	6.5	5.3	
L _u	β (10^{-8} /lx)	-4.6		0.31		1.1		1.6		5.0		0.66		2.1		4.8		-6.5	-1.7
	γ	-0.17		0.021		0.10		0.081		0.19		0.051		0.15		0.27		-0.37	-0.30
	F	0.34		0.0047		0.12		0.073		0.40		0.029		0.26		0.89		1.8	2.1
L _d	β (10^{-8} /lx)	-24	-22	4.8		0.71		4.0		14		-7.2		-22	-11	-20		32	
	γ	-0.21	-0.39	0.073		0.015		0.046		0.12		-0.13		-0.34	-0.39	-0.25		0.41	
	F	0.48	3.7	0.059		0.0024		0.023		0.17		0.18		1.4	3.0	0.75		2.2	
A _i	β (10^{-1} /°C)	1.9		-0.16		-0.55		-0.27		-0.61		1.5		0.40		1.2		-1.2	
	γ	0.26		-0.039		-0.18		-0.051		-0.085		0.39		0.11		0.26		-0.25	
	F	0.79		0.017		0.39		0.028		0.081		1.9		0.12		0.79		0.75	
A _n	β (10^{-2} /%)	1.2		0.70		-0.19		0.29		0.022		1.4		0.36		1.8		0.15	
	γ	0.17		0.18		-0.070		0.058		0.0033		0.39		0.10		0.39		0.035	
	F	0.35		0.37		0.054		0.038		0.00012		2.0		0.12		2.0		0.014	
V _w	β (10^{-2} /m/s)	-17		-1.1		-1.2		-6.0		-1.1		-14		-3.9		-0.18		11	
	γ	-0.30		-0.035		-0.054		-0.15		-0.021		-0.46		-0.14		-0.0051		0.32	
	F	1.1		0.014		0.032		0.25		0.0050		3.0		0.21		0.00028		1.2	
H	β (10^{-1} /m)	-10		-4.3	-4.5	7.6	6.0	9.7	9.2	7.2		3.2	5.4	5.6	6.6	6.1	4.5	2.1	
	γ	-0.52		-0.40	-0.59	0.73	0.86	0.60	0.81	0.38		0.35	0.76	0.53	0.80	0.48	0.70	0.19	
	F	4.1		2.1	9.8	13	51	6.2	34	1.9		1.6	24	4.2	30	3.3	17	0.42	
T _w	β (10^{-2} /s)	14	12	6.0	8.3	-4.9	-5.0	-4.9	-2.7	-13		-7.5	-5.3	-8.3	-6.9	-11	-4.8	-1.2	
	γ	0.57	0.63	0.47	0.77	-0.52	-0.76	-0.31	-0.32	-0.56		-0.62	-0.68	-0.63	-0.71	-0.67	-0.51	-0.10	
	F	5.3	13	3.1	26	4.0	25	1.2	2.1	5.0		6.8	16	7.1	17	9.0	6.4	0.11	
W _s	β (10^{-2} /m)	0.89	-0.99	-0.94	-0.82	-1.1	-0.75	-0.71	-0.94	-0.42	0.74	-0.33	-0.70	-0.77	-0.95	-0.96		-2.2	-0.92
	γ	0.21	-0.45	-0.37	-0.38	-0.53	-0.54	-0.22	-0.40	-0.099	0.32	-0.16	-0.42	-0.33	-0.54	-0.34		-0.65	-0.57
	F	0.51	5.0	1.7	3.0	4.2	7.5	0.58	3.4	0.11	2.4	0.29	3.8	1.3	7.1	1.4		8.1	10
W _s	β (10^{-3} /m)	-3.8		-3.0	-1.6	5.2	5.4	4.9	5.7	2.6		1.6	2.8	3.1	3.3	2.7	2.0	5.1	5.4
	γ	-0.36		-0.48	-0.33	0.79	0.85	0.56	0.67	0.26		0.32	0.53	0.52	0.62	0.39	0.34	0.65	0.72
	F	1.7		3.3	2.2	19	45	5.1	14	0.80		1.3	7.0	4.2	10	2.0	2.4	8.0	23
L _s	β (10^{-3} /m)	-0.23		-0.17		0.20	0.26	0.18	0.25	0.27	0.22	0.22	0.23	0.19	0.21	0.24	0.17	-0.03	
	γ	-0.33		-0.41		0.60	0.76	0.33	0.51	0.37	0.32	0.55	0.62	0.48	0.61	0.49	0.42	-0.069	
	F	1.3		2.3		6.1	24	1.4	6.5	1.8	2.4	4.8	11	3.2	10	3.4	3.8	0.053	
A _s	β (10^{-2} /度)	6.1		2.0		-5.2	-5.4	-4.3	-5.0	-6.3	-6.4	-4.5	-5.5	-3.7	-4.5	-4.6	-4.8	0.19	
	γ	0.48		0.30		-0.75	-0.80	-0.46	-0.56	-0.49	-0.48	-0.63	-0.72	-0.53	-0.67	-0.53	-0.59	0.028	
	F	3.3		1.1		14	32	2.9	8.2	3.4	6.2	7.4	19	4.4	14	4.4	9.4	0.0086	
R _s	β (10^{-2} /%)	16	3.5	9.3	4.9	-16	-17	-16	-17	-16	-14	-10	-13	-10	-12	-13	-13	-0.94	-1.9
	γ	0.62	0.61	0.62	0.84	-0.89	-0.93	-0.72	-0.80	-0.61	-0.57	-0.71	-0.81	-0.70	-0.81	-0.70	-0.75	-0.074	-0.50
	F	6.8	12	7.0	44	43	111	12	31	6.4	10	11	35	10	32	11	24	0.060	7.1

*) R^2 , R^2 , F_0 は大きくなるほど、AIC は小さくなるほど回帰モデルの推定精度が高くなることを示す基準値。

**) β : 回帰係数、 γ : 偏相関係数、F : 回帰係数の検定統計量

***) P_s : 平均音圧、T_s : 音圧変動の卓越周期、L_u : 上方照度、L_d : 下方照度、A_i : 気温、A_n : 湿度、V_w : 風速、H : 波高、T_w : 波の周期、W_s : 碎波帯幅、W_s : 砂浜幅、L_s : 汀線延長、A_s : 仰角、R_s : 天空率

付表-6 海岸の雰囲気重回帰分析の検定結果(変数を抽出した分析)

物理指標	穏やかな		荒々しい		のどかな		自然な		神秘的な		雄大な		開放的な		さわやかな		さみしい		静かな		清潔な		温和な		閉鎖的な		圧迫感のある		不潔な		憂うつな		暗い		落ち着いた		人工的な	
	変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択		変数選択	
	有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性	
平均音圧	×	●	×	○	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	-	×	●	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	×	×	○	×	-	×	-
音圧変動の卓越周期	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-
上方照度	×	-	×	-	×	×	×	-	×	-	×	-	×	-	×	○	●	●	×	-	×	-	×	○	×	-	×	-	×	-	×	×	●	●	×	-	×	-
風速	×	-	×	-	×	-	×	-	×	-	×	×	×	×	×	-	×	×	×	●	×	-	×	-	×	●	×	×	×	-	×	●	×	×	×	-	×	-
波高	×	●	○	○	×	×	×	○	×	×	×	×	×	-	×	-	×	○	×	-	×	-	×	×	×	○	○	○	×	-	×	-	×	-	×	×	×	×
天空率	×	○	×	×	○	○	×	-	×	-	×	○	○	○	○	○	●	●	×	×	×	×	○	○	●	●	●	●	×	×	×	×	●	●	●	●	×	-

変数選択「ナシ」: 全物理指標を説明変数に用いた分析

変数選択「アリ」: 逐次法により変数を選択をした分析

○: 解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合

●: 解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合

×: 解析あるいは回帰係数が有意でない場合

-: 変数選択を行う解析において選択されなかった指標

付表-7 海岸の雰囲気重回帰分析結果(変数を抽出した分析)

変 量	質問項目 変数選択	①穏やかな		②荒々しい		③のどかな		④自然な		⑤神秘的な		⑥雄大な		⑦開放的な		⑧さわやかな		⑨さみしい		⑩静かな	
		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ
決定係数 R^2		0.81	0.79	0.88	0.88	0.71	0.70	0.37	0.30	0.15	0.11	0.72	0.70	0.71	0.68	0.54	0.51	0.70	0.68	0.71	0.67
自由度調整済決定係数 ²		0.74	0.76	0.85	0.86	0.62	0.64	0.18	0.27	-0.12	0.07	0.64	0.66	0.61	0.65	0.40	0.45	0.60	0.62	0.61	0.63
赤池の外推量基準 AIC		24.2	19.9	19.7	15.8	24.1	21.4	21.7	14.7	23.3	14.4	32.4	28.2	24.8	19.2	29.1	24.8	8.8	6.4	20.5	17.2
分散比 F_0		13.2	28.1	23.8	39.4	7.8	12.0	1.9	10.1	0.5	2.9	8.3	17.5	7.6	24.2	3.8	7.8	7.3	11.0	7.6	15
P.	β (10^{-2} /dB)	-7.4	-8.9	9.7	9.8	-7.1	-8.9	-3.8		-1.7		0.57		-0.70		-4.0	-3.9	2.6		-3.7	-7.9
	γ	-0.39	-0.52	0.52	0.55	-0.38	-0.50	-0.23		-0.10		0.028		-0.040		-0.21	-0.35	0.20		-0.22	-0.62
	F	3.5	8.1	7.2	9.2	3.2	6.8	1.0		0.20		0.015		0.031		0.84	3.2	0.79		1.0	13
T.	β (10^{-2} /s)	-2.1		5.9	5.8	-3.4		3.0		1.6		4.1		1.5		-0.62		-2.9		-3.5	
	γ	-0.11		0.33	0.38	-0.18		0.17		0.088		0.19		0.079		-0.031		-0.21		-0.20	
	F	0.24		2.4	3.7	0.66		0.55		0.15		0.69		0.12		0.018		0.86		0.80	
L.	β (10^{-8} /lx)	0.72		0.14		4.7	4.8	2.7		1.6		1.8		2.9		5.2	6.1	-6.6	-6.0	-1.4	
	γ	0.076		0.016		0.44	0.46	0.29		0.17		0.15		0.29		0.44	0.53	-0.68	-0.66	-0.16	
	F	0.11		0.0047		4.6	5.7	1.7		0.53		0.46		1.7		4.6	8.5	16	16	0.50	
V.	β (10^{-2} /m/s)	-5.1		-0.60		0.013		-4.8		-5.8		10	18	9.1	14	9.7		-6.5	-9.2	-14	-19
	γ	-0.13		-0.016		0.00032		-0.13		-0.15		0.22	0.46	0.22	0.44	0.22		-0.22	-0.35	-0.36	-0.53
	F	0.32		0.0052		0.00000		0.31		0.41		0.94	5.8	0.97	5.5	0.93		0.93	3.0	2.9	8.5
H.	β (10^{-1} /m)	-6.2	-6.2	7.0	7.0	-3.6	-3.1	4.9	3.2	2.9	1.7	3.7	3.8	0.63		-0.86		2.2	3.3	-2.7	
	γ	-0.54	-0.56	0.62	0.64	-0.35	-0.31	0.47	0.54	0.29	0.33	0.31	0.46	0.064		-0.080		0.29	0.58	-0.29	
	F	7.8	10	12	15	2.6	2.3	5.4	10	1.7	2.9	2.0	6.0	0.079		0.12		1.7	11	1.8	
R.	β (10^{-2} /%)	3.0	2.8	-2.2	-2.2	2.8	2.6	0.17		-0.021		3.3	3.3	4.5	4.5	3.3	3.4	-2.1	-2.2	1.7	1.3
	γ	0.59	0.56	-0.50	-0.50	0.56	0.54	0.043		-0.0051		0.57	0.56	0.73	0.75	0.59	0.64	-0.56	-0.59	0.40	0.32
	F	10	10	6.2	7.1	8.9	8.7	0.036		0.00050		8.9	9.9	22	29	10	15	8.8	11	3.7	2.6

変 量	質問項目 変数選択	⑪清潔な		⑫温かな		⑬静謐な		⑭土地感のある		⑮不潔な		⑯憂うつな		⑰暗い		⑱落ち着かない		⑲人工的な	
		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ
決定係数 R^2		0.24	0.15	0.72	0.69	0.80	0.78	0.76	0.75	0.34	0.15	0.56	0.55	0.70	0.69	0.60	0.54	0.26	0.16
自由度調整済決定係数 ²		5.68	0.11	0.63	0.63	0.74	0.75	0.69	0.71	0.13	0.12	0.42	0.46	0.60	0.63	0.47	0.50	0.03	0.12
赤池の外推量基準 AIC		39.7	32.8	10.2	8.3	10.8	7.3	20.7	16.4	38.1	34.4	7.0	3.5	6.5	3.1	19.2	14.5	16.9	10.4
分散比 F_0		1.0	4.2	8.0	11.0	13.0	26.6	19.3	21.9	1.6	4.4	4.0	6.4	7.3	11.8	4.7	13.6	1.1	4.5
P.	β (10^{-2} /dB)	-3.1		-4.4	-4.2	3.1		2.7		5.9		3.4	4.8	3.3	4.8	3.0		1.3	
	γ	-0.13		-0.31	-0.33	0.23		0.17		0.25		0.27	0.54	0.26	0.54	0.19		0.088	
	F	0.33		2.1	2.5	1.0		0.55		1.3		1.5	8.5	1.4	8.7	0.71		0.15	
T.	β (10^{-2} /s)	2.9		-1.8		-2.2		1.9		0.71		0.34		0.47		2.3		-3.4	
	γ	0.12		-0.13		-0.15		0.11		0.030		0.026		0.036		0.14		-0.21	
	F	0.27		0.31		0.46		0.23		0.017		0.013		0.025		0.36		0.87	
L.	β (10^{-8} /lx)	0.35		3.9	4.6	-2.1		-0.25		0.69		-1.9	-2.2	-5.1	-5.4	-1.5		-2.4	
	γ	0.027		0.47	0.54	-0.27		-0.028		0.055		-0.26	-0.33	-0.60	-0.65	-0.17		-0.28	
	F	0.014		5.4	8.5	1.5		0.014		0.058		1.4	2.5	11	15	0.55		1.6	
V.	β (10^{-2} /m/s)	8.7		8.7		-16	-19	-18	-14	-19		-15	-15	-14	-13	-7.7		2.1	
	γ	0.16		0.27		-0.45	-0.61	-0.43	-0.43	-0.35		-0.48	-0.53	-0.45	-0.49	-0.21		0.060	
	F	0.50		1.6		4.9	13	4.4	4.9	2.6		5.6	8.2	4.7	6.6	0.85		0.069	
H.	β (10^{-1} /m)	-0.86		-3.8	-3.4	2.2	3.7	5.8	7.0	0.23		0.98		1.1		1.7	2.9	-2.4	-2.0
	γ	-0.066		-0.45	-0.42	0.28	0.61	0.54	0.77	0.018		0.14		0.16		0.19	0.48	-0.27	-0.40
	F	0.082		4.9	4.5	1.6	13	7.8	33	0.0063		0.38		0.47		0.73	6.9	1.5	4.5
R.	β (10^{-2} /%)	2.1	2.1	2.6	2.7	-4.9	-5.1	-5.6	-5.8	-2.1	-2.2	-1.8	-1.6	-2.3	-2.1	-3.9	-4.1	0.13	
	γ	0.36	0.39	0.64	0.65	-0.84	-0.84	-0.82	-0.83	-0.37	-0.39	-0.51	-0.51	-0.62	-0.62	-0.72	-0.73	0.035	
	F	2.8	4.2	13	15	46	55	40	49	3.0	4.4	6.9	7.2	12	13	20	27	0.024	

*) R^2 , R^2 , F_0 は大きくなるほど、AIC は小さくなるほど回帰モデルの推定精度が高くなることを示す基準値。

**) β : 回帰係数, γ : 偏相関係数, F: 回帰係数の検定統計量

***) P.: 平均音圧 T.: 音圧変動の卓越周期 L.: 上方照度 V.: 風速 H.: 波高 R.: 天空率

付録一 V

重回帰分析の結果(波の音の感じ方)



付表-8 波の音の感じ方の重回帰分析の検定結果(全変数の場合)

物理指標	波の音の感じ方		安らぐーい らだつ		落ち着くー わくわくする		晴々するー めいる		明るくなる ー暗くなる		豊かになる ーさみしく なる		軽快になる ー重くなる		すっきりす るーぼやけ る		うるおうー かわく		楽しくなる ー苦痛にな る	
	変数選択		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ
	有意性		×	○	○	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	×	×	○
平均音圧	×	●	×	●	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—
音圧変動の卓越周期	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	×	×	—	×	—
気温	×	—	×	● *	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—
湿度	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—
風速	×	—	×	—	×	×	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—
波高	×	—	×	—	×	×	×	×	×	×	×	—	×	×	×	—	×	—	×	×
周期	×	×	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	—	×	○
碎波帯幅	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—
砂浜幅	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	×	×	—	×	×	×	—
汀線延長	×	○ *	×	—	×	—	×	—	×	—	×	×	×	—	×	×	×	×	×	—

変数選択「ナシ」：全物理指標を説明変数に用いた分析

変数選択「アリ」：逐次法により変数を選択をした分析

○：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合

●：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合

×

—：解析あるいは回帰係数が有意でない場合

—：変数選択を行う解析において選択されなかった指標

*：評価得点を4ポイント変化させるのに必要な説明変数の変化量が、非現実的な幅となる場合

付表-9 波の音の感じ方の重回帰分析結果(全変数の場合)

変量	質問項目 変数選択	①安らぐ いらだつ		②落ち着く おどろく		③晴々する めいる		④明るくなる 暗くなる		⑤豊かになる おどろく		⑥軽快になる 重くなる		⑦おどろく おどろく		⑧うるおう かわく		⑨楽しくなる 苦痛になる	
		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ
決定係数 R^2		0.62	0.55	0.74	0.65	0.65	0.58	0.57	0.46	0.62	0.49	0.52	0.43	0.69	0.63	0.45	0.25	0.51	0.42
自由度調整済決定係数 R^2		0.36	0.49	0.57	0.60	0.42	0.53	0.28	0.41	0.37	0.45	0.21	0.35	0.48	0.58	0.09	0.19	0.19	0.37
赤池の情報量基準 AIC		16.24	6.28	13.45	7.32	14.85	5.47	17.26	6.91	16.32	8.24	17.94	8.50	10.36	0.70	-1.31	-9.08	7.24	-4.23
分散比 F_0		2.41	9.06	4.29	13.57	2.82	10.33	1.95	9.81	2.50	11.10	1.65	5.59	3.34	12.71	1.25	3.86	1.59	8.37
P.	β (10^{-2} /dB)	-7.8	-9.4	-8.9	-12	1.0		1.2		1.8		0.57		-0.57		-1.2		0.59	
	γ	-0.48	-0.70	-0.55	-0.77	0.074		0.082		0.12		0.039		-0.045		-0.11		0.049	
	F	4.5	21	6.5	31	0.084		0.10		0.23		0.022		0.030		0.20		0.036	
T.	β (10^{-2} /s)	-0.85		-2.5		0.30		4.4		0.64		3.9		5.2	3.5	1.3		-0.30	
	γ	-0.046		-0.14		0.017		0.23		0.034		0.20		0.30	0.34	0.099		-0.019	
	F	0.031		0.31		0.0041		0.81		0.017		0.62		1.5	2.8	0.15		0.0055	
A.	β (10^{-1} /°C)	-0.36		-1.2	-1.6	1.0		1.8		0.27		0.59		0.17		0.15		0.43	
	γ	-0.083		-0.29	-0.63	0.23		0.38		0.061		0.13		0.044		0.048		0.12	
	F	0.10		1.3	14	0.85		2.6		0.055		0.25		0.029		0.034		0.20	
A _h	β (10^{-2} /%)	-0.64		-0.92		-0.18		1.4		0.039		-0.35		-0.82		0.15		-0.037	
	γ	-0.13		-0.20		-0.039		0.27		-0.0081		-0.070		-0.19		0.045		-0.0093	
	F	0.27		0.62		0.023		1.2		0.00099		0.074		0.55		0.030		0.0013	
V _w	β (10^{-2} /m/s)	4.1		3.0		8.9	12	-5.4		7.6		-2.1		1.8		1.6		3.4	
	γ	0.11		0.086		0.24	0.43	-0.14		0.20		-0.055		0.054		0.059		0.11	
	F	0.18		0.11		0.94	5.0	0.32		0.64		0.046		0.044		0.053		0.18	
H	β (10^{-1} /m)	-2.1		-3.2		-4.0	-1.7	-4.2	-1.7	-3.4		-6.3	-3.3	-2.7		-1.6		-2.1	-1.6
	γ	-0.22		-0.33		-0.39	-0.31	-0.39	-0.30	-0.33		-0.53	-0.50	-0.30		-0.23		-0.25	-0.34
	F	0.73		1.8		2.7	2.4	2.7	2.3	1.8		5.8	7.2	1.4		0.84		1.0	3.0
T _w	β (10^{-2} /s)	7.5	5.7	10	8.8	6.4	6.6	4.3	8.4	5.9	6.2	7.7	8.0	7.1	5.4	2.6		5.2	6.4
	γ	0.44	0.50	0.58	0.64	0.40	0.55	0.27	0.66	0.37	0.62	0.44	0.63	0.47	0.60	0.24		0.38	0.64
	F	3.7	7.2	7.6	15	2.8	9.3	1.2	17	2.3	14	3.7	15	4.2	13	0.89		2.5	16
W _B	β (10^{-2} /m)	0.062		0.35		0.70		0.76		0.27		1.0		1.0		0.030		-0.11	
	γ	0.018		0.11		0.20		0.21		0.079		0.27		0.31		0.012		-0.038	
	F	0.0049		0.18		0.65		0.69		0.094		1.2		1.6		0.0023		0.021	
W.	β (10^{-3} /m)	1.3		1.3		-0.04		-0.94		1.4		1.3	2.1	-0.27		1.5	1.0	0.58	
	γ	0.22		0.22		-0.0080		-0.16		0.23		0.22	0.42	-0.053		0.34	0.30	0.12	
	F	0.79		0.78		0.00095		0.38		0.88		0.75	4.7	0.042		1.9	2.3	0.22	
L.	β (10^{-3} /m)	0.16	0.16	0.10		0.11		0.10		0.13	0.11	0.08		0.12	0.12	0.09	0.07	0.10	
	γ	0.38	0.53	0.26		0.29		0.26		0.33	0.36	0.20		0.33	0.45	0.32	0.34	0.29	
	F	2.6	8.6	1.1		1.4		1.1		1.8	3.3	0.63		1.9	5.6	1.7	3.1	1.4	

*) R^2 , R^2 , F_0 は大きくなるほど、AIC は小さくなるほど回帰モデルの推定精度が高くなることを示す基準値。**) β : 回帰係数、 γ : 偏相関係数、 F : 回帰係数の検定統計量***) P. : 平均音圧、T. : 音圧変動の卓越周期、A. : 気温、A_h : 湿度、V_w : 風速、H : 波高、T_w : 波の周期、W_B : 碎波帯幅、W. : 砂浜幅、L. : 汀線延長

付表-10 波の音の感じ方の重回帰分析の検定結果(変数を抽出した分析)

波の音の 感じ方	安らぐーい らだつ		落ち着くー わくわく		晴々するー めいる		明るくなる ー暗くなる		豊かになる ーさみしく		軽快になる ー重くなる		すっきりす るーぼやけ る		うるおうー かわく		楽しくなる ー苦痛にな る	
	変数選択		ナシ		アリ		ナシ		アリ		ナシ		アリ		ナシ		アリ	
	有意性		×	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	×	×	○	○
物理指標	平均音圧		×	●	●	●	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	—
	音圧変動の卓越周期		×	—	×	—	×	—	×	—	×	—	×	×	×	—	×	—
	周期		×	×	×	×	○	○	○	○	×	○	×	×	○	○	×	×

変数選択「ナシ」：全物理指標を説明変数に用いた分析

変数選択「アリ」：逐次法により変数を選択をした分析

○：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ正の回帰係数を持つ場合

●：解析あるいは回帰係数が有意であり、かつ負の回帰係数を持つ場合

×：解析あるいは回帰係数が有意でない場合

—：変数選択を行う解析において選択されなかった指標

付表-11 波の音の感じ方の重回帰分析結果(変数を抽出した分析)

質問項目	変数選択	①安らぐー いらだつ		②落ち着くー わくわく		③晴々するー めいる		④明るくなる ー暗くなる		⑤豊かになる ーさみしく		⑥軽快になる ー重くなる		⑦すっきり するーぼやける		⑧うるおう かわく		⑨楽しくなる 苦痛になる	
		ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ	ナシ	アリ
決定係数 R^2		0.38	0.38	0.46	0.42	0.49	0.46	0.44	0.41	0.43	0.42	0.25	0.20	0.54	0.54	0.13	0.08	0.40	0.35
自由度調整済決定係数 R^2		0.29	0.32	0.30	0.37	0.42	0.44	0.37	0.38	0.35	0.39	0.14	0.17	0.48	0.50	0.01	0.04	0.32	0.32
赤池の情報量基準 AIC		14.9	12.9	18.7	18.5	11.0	8.2	9.8	7.4	13.3	9.8	15.9	13.3	6.6	4.6	-3.2	-5.7	-1.4	-3.1
分散比 F_0		4.5	7.0	6.1	8.3	7.0	20.6	5.8	16.5	5.5	17.2	2.4	6.2	8.6	13.5	1.1	2.1	5.0	12.7
P_s	β (10^{-2} /dB)	-8.8	-8.7	-9.2	-10.4	-1.9		-2.6		-0.35		-2.8		0.12		-2.1		-2.5	
	γ	-0.59	-0.61	-0.58	-0.64	-0.17		-0.23		-0.030		-0.23		0.011		-0.23		-0.27	
	F	12	14	11	16	0.66		1.2		0.020		1.2		0.0029		1.3		1.8	
T_s	β (10^{-2} /s)	0.19		-3.9		2.5		2.1		1.8		1.3		3.7	3.7	1.1		2.2	
	γ	0.014		-0.25		0.19		0.16		0.13		0.089		0.30	0.32	0.11		0.21	
	F	0.0043		1.5		0.80		0.59		0.38		0.18		2.1	2.6	0.27		1.0	
T_w	β (10^{-2} /s)	6.3	6.3	6.7	6.4	8.0	7.3	7.7	6.5	6.6	6.9	6.1	4.4	6.1	6.2	3.0	1.8	5.8	4.6
	γ	0.47	0.48	0.47	0.44	0.59	0.68	0.59	0.64	0.50	0.65	0.46	0.45	0.52	0.62	0.34	0.28	0.56	0.59
	F	6.3	6.7	6.2	5.6	12	21	12	16	7.5	17	5.8	6.2	8.2	14	2.8	2.1	10	13

*) R^2 , R^2 , F_0 は大きくなるほど、AIC は小さくなるほど回帰モデルの推定精度が高くなることを示す基準値。**) β : 回帰係数、 γ : 偏相関係数、F : 回帰係数の検定統計量***) P_s : 平均音圧、 T_s : 音圧変動の卓越周期、 T_w : 波の周期

海岸の物理指標と海岸の
霧囲気の関係

ISSN 0386-5878

共同研究報告書 第61号

平成3年8月(1991年)

河川部海岸研究室

要旨 三浦半島および鹿島灘の沿岸での現地調査により、海岸の物理指標と海岸の霧囲気の関係について考察した。アンケート調査データをもとにした個々の霧囲気表現に関する重回帰分析によると、海岸の霧囲気に最も影響する物理指標は天空率であること、そしてそれに平均音圧(波の音の大きさ)と波高が続くことが分かった。また、因子分析によれば、海岸の霧囲気は天空率、波高および上方照度により類型化されることが見いだされた。以上の点より海岸の霧囲気には空間の広さ、波高および明るさ(視覚情報)と、波の音の大きさ(聴覚情報)が強く係わることが結論された。また、重回帰分析より海岸の霧囲気と物理指標との関係を表わす定量的な経験式がまとめられた。次に、海岸の霧囲気に関するアンケート調査と同時に実施した波の音の感じ方に関するアンケート調査によると、波の音の「安らぐーいらだつ」「落ち着くーわくわくする」感じ方にとっては、平均音圧と入射波周期(波の音のリズム)が重要な影響因子となることが示され、これらの間の定量的な関係式が得られた。さらに、海岸の霧囲気と波の音の感じ方の間には良好な対応関係があり、波の音が海岸の霧囲気をもたらし重要な要素になることが見いだされた。

キーワード：海岸の霧囲気, 物理指標, 波の音, 現地調査, 多変量解析, 経験式

郵便はがき

305-□□

41円切手
をはいて
下さい

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

河川部海岸研究室 行

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



共同研究報告書 第 61 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属(住所)

氏 名

印

共同研究報告書第 61 号

