

北部九州の沿岸域における音環境の快適性に関する基礎的調査

Fundamental Study of Comfort Level of Acoustic Environment in Northern Kyushu Coastal Zone

片山正敏*

Masatoshi Katayama

Waterfront areas have recently come into increasing use for various purposes, including activities by the general public, and for residency. At the same time, waterfront area environmental problems have surfaced regarding compatibility with public activities, habitability and general comfort; i.e. problems precisely attributable to the coastal location of waterfront areas.

To develop a waterfront area as an attractive space, it is essential to ensure that the area has a comfortable natural environment. In other words, it is important to study how physical factors and phenomena that greatly influence the natural environment, and human beings, are interrelated; and to compile, based on study findings, necessary concepts and techniques for realizing waterfront areas that are urban environments highly compatible with human activities.

From the above viewpoint, as a study of the waterfront environment, basic investigation was conducted in a waterfront area in Northern Kyushu, Japan, to collect data on its acoustic environmental comfort. The investigation involved a survey of local residents' awareness regarding the acoustic environment, the acoustic measurement and analysis of waves and winds along the shoreline, and the examination of the acoustic characteristics of the waterfront area.

This paper presents and discusses the results of the survey conducted in a waterfront area in Northern Kyushu.

Keywords : Waterfront Development, Field Measurement, Comfort Level of Acoustic Environment, Coastal Zone

1. はじめに

近年、沿岸域（ウォーターフロント）は不特定多数の人々を対象とする人間活動や住居の場として、その利用が活発となってきた。これにともなう、沿岸域における活動性・居住性・快適性に対して、沿岸域であるがための環境に関わる諸問題が表面化してきている。このような沿岸域の開発にあたって、魅力ある空間を作り出すためには、快適な自然環境の創出が重要である。すなわち、環境に大きく影響を与えている物理的要素や現象と人間の係わりを明らかにして、快適で住みやすく、使いやすい都市環境を実現するために必要な考え方や手法をまとめて行くことが大切である。

沿岸域での快適性に係わる環境問題として、海洋建築分野では、視環境、動揺環境、光環境、風環境について計画資料としてまとめられているが、音環境の快適性についてはこれからのようである。¹⁾ また、海洋土木分野では、海岸環境における快適性の要因としての波の音の音色・リズム性・周期と快適性の関係や徳島県沿岸における計測調査研究²⁾、人間にとっての海岸環境を構成する要素としての波の音の果たす役割や波らしさのリズム特性に関する基礎的研究³⁾、魚礁から発生する水中音に関する実験的研究⁴⁾、波により潜水着定式構造物から発生する音の特性に関する実験的研究⁵⁾ などがある。

海岸線近くでの波の音や風の音は、時として心地よく感じることもあれば、不快に感じることもある。この観点から、本調査では、これら音環境の快適性の問題について、海岸線近傍において発生する波や風による音の特性に関する基礎的な調査を行うこととした。まず、沿岸域での波の音や風の音およびその他の海洋環境に関する快適性について、北九州市近郊の沿岸地区において、住民を対象に、①属性、②波の音に関する快適性、③海風の音に関する快適性、④その他の海洋環境に関する快適性の意識について「アンケート調査」を実施した。また、同時に、北九州市近郊の海岸線近傍において発生する波や風の音の基本的な特性に関して計測調査を実施した。

本論文では、まず、アンケート調査結果について一次統計量を中心に述べるとともに、海岸線近傍で計測した波や風の音の基本的な特性について報告する。

* 正会員 九州共立大学工学部土木工学科（〒807 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8）

2. 沿岸域における快適性に関する住民の意識についてのアンケート調査

(1) アンケート調査の概要

北九州市近郊の沿岸域における住民に対するアンケート調査の概要を表-1に示す。

なお、有効回収率としては、ほぼ全項目にわたって回答しているものを有効回答とした。

調査場所は、北九州市若松区および福岡県遠賀郡芦屋町の海岸線近傍の漁業関係者や会社勤務者が比較的多い郊外の漁業・住宅地区といったところである。(図-1参照)

アンケート調査方式は、沿岸域住民を対象に、いわゆる、訪問・留置・回収といった方法によった。また、回答方式としては、回答者の属性については選択方式を、また、快適性については5段階評価方式をとった。

(2) 回答者の属性

a) 回答者の年齢・性別

回答者の年齢は40歳代が約39%と最も多く、続いて、50歳代、60歳以上となり、中高年層が多数を占めている。(図-2参照)

なお、性別については、男性約53%、女性約47%と男性が女性を少しだけ上回っている。

b) 回答者の職業

回答者の職業は、会社員が約40%と最も多く、続いて、専業主婦が約22%、自営業が約19%、その他が約18%となっている。

c) 回答者の居住地(海との距離)

回答者の居住地は、海(海岸線)からの距離0~200mが約45%と最も多く、続いて、201~400mが約26%、401~600mが約13%となっている。これは、海からの距離が近くなるほど、波や海風の音に接する機会が多く、アンケート調査の項目に対して回答しやすかったためであると思われる。(図-3参照)

(3) 波の音に関する快適性

波の音に関する快適性について、まず、海が穏やかな時についてみていくと、「快適」と回答している住民は、快適性に関して約49%、リズム性に関して約50%、透明感に関して約31%となっている。

一方、海が荒れている時についてみていくと、「不快」と回答している住民は、快適性に関して約30%、リズム性に関して約34%、透明感に関して約40%となっている。

(図-4参照)

続いて、波の音の大きさに関する快適性について、同様に海が穏やかな時についてみていくと、約40%の住民が「小さい」と回答しており、海が荒れている時についてみてい

表-1 アンケート調査の概要

調査対象	北九州市近郊の沿岸域住民
調査期間	平成8年11月~12月の11日間
調査方法	居住地を訪問し、調査票を配布・回収
調査項目	属性4、波の音に関する快適性12、 海風の音に関する快適性18、 その他の海洋環境に関する快適性14 (合計48)
回収数	120
有効回収数 (率)	111 (92.5%)

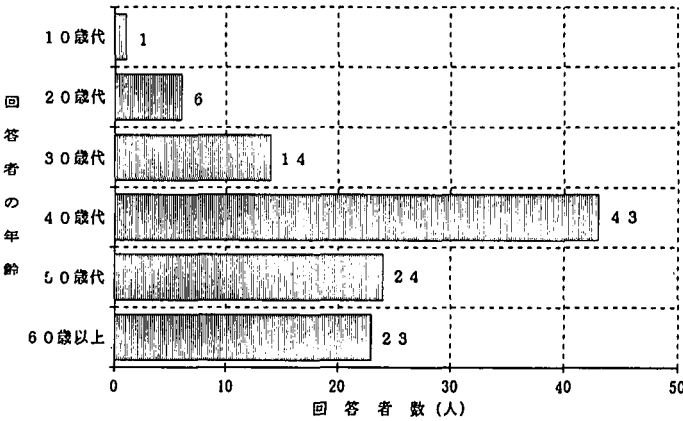
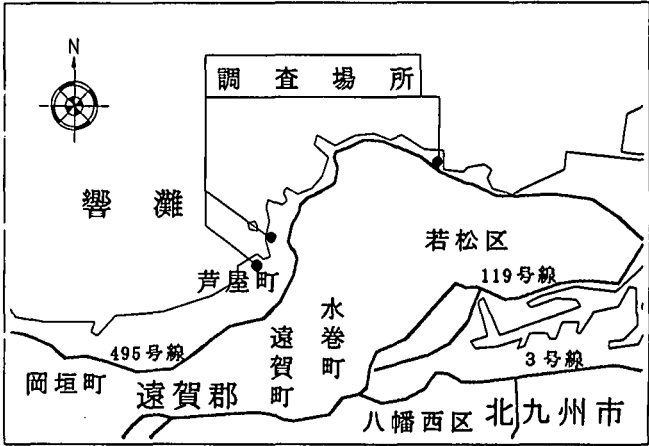


図-2 回答者の年齢

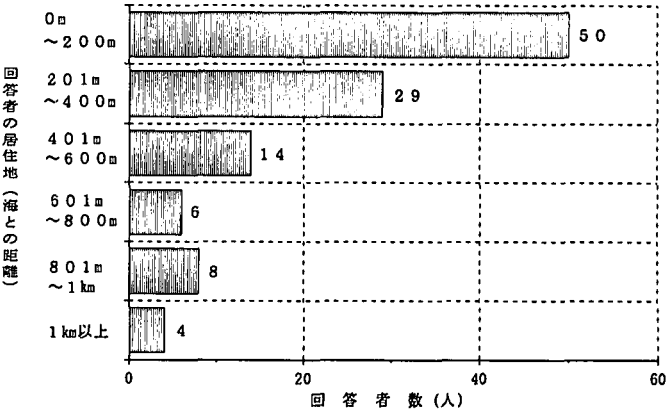


図-3 回答者の居住地(海との距離)

くと、約58%と過半数の住民が「大きい」と回答している。また、海が荒れている時に波の音が大きいから不快につながると回答した住民ばかりではないことがわかる。

また、波の音の迫力に関する快適性については、海が穏やかな時については、「迫力がない」と約41%の住民が回答しているが、海が荒れている時については、約64%と比較的多くの住民が「迫力がある」と回答している。

波の音の響きに関する快適性については、海が穏やかな時については、約37%の住民が「音の響きがない」と回答しているが、海が荒れている時については、約51%の住民が「音の響きがある」と回答している。

(4) 海風の音に関する快適性

海風の音に関する快適性については、夏の穏やかな季節についてみていくと、岩（海岸）や木々にあたった時の快適性やリズム性については、約40%近くの住民が「快適」と回答しており、電線にあたった時の快適性やリズム性で、約20～26%の住民が「不快」と回答している。（図-5参照）続いて、冬の荒れている季節では、木々や電線にあたった時の快適性やリズム性について、かなりの住民が「不快」と回答している。また、岩（海岸）にあたった時の快適性やリズム性については、約31～32%の住民が「快適」と回答している。（図-6参照）

これらのことより、海風の音によって生じる快適度は季節によって異なるものであることがわかる。なお、海風の音の大きさについては、冬の岩（海岸）や木々にあたった時が比較的大きいと回答し、続いて、冬の電線にあたった時となっている。

(5) その他の海洋環境に関する快適性

その他の海洋環境に関する快適性について、不快適性についてみていくと、「冬の海風の冷たさ」、「冬の海風の強さ」が約70%近くと最も多く、続いて、「夏の湿気」、「夏の潮風のべとつき」が約50%近くとなっており、比較的多くの住民が不快と感じている。

以上のような物理的な面で生じる不快適性は、夏や冬といった季節の変化によって異なってくるものであることがわかる。

一方、「夏の潮の香り」、「夏の海辺の景色」、「夏の海岸線を歩いている時の潮風」は約60%近くが快適と、また「冬の潮の香り」、「冬の海辺の景色」が同様に約41%と心理的、情緒的な面では、季節に関係なく比較的多くの住民が快適と感じていることがわかる。（図-7、図-8参照）

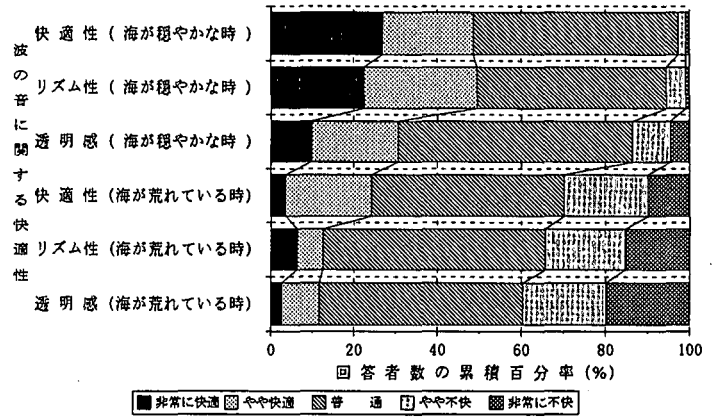


図-4 波の音に関する快適性

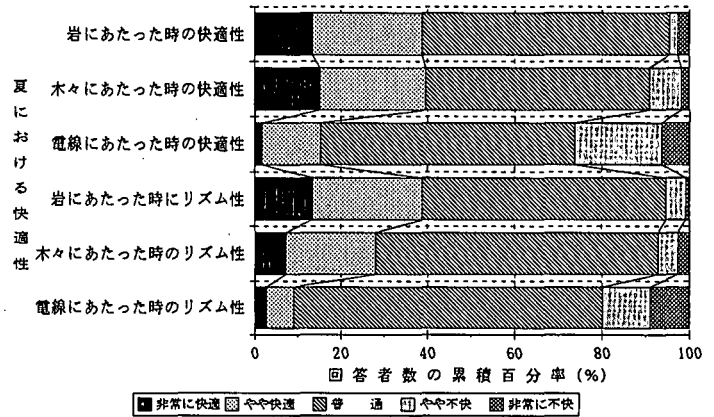


図-5 海風の音に関する快適性（夏）

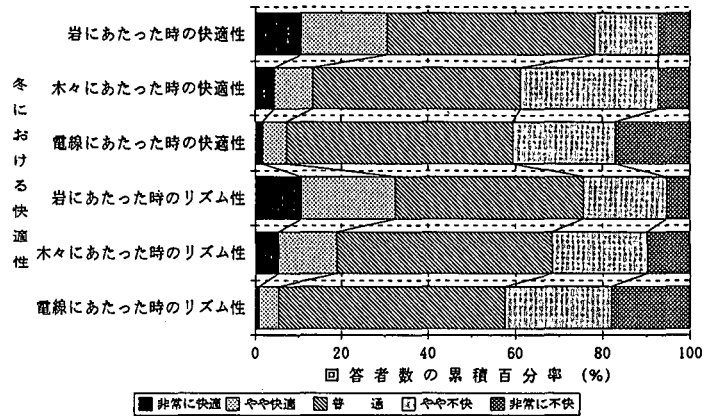


図-6 海風の音に関する快適性（冬）

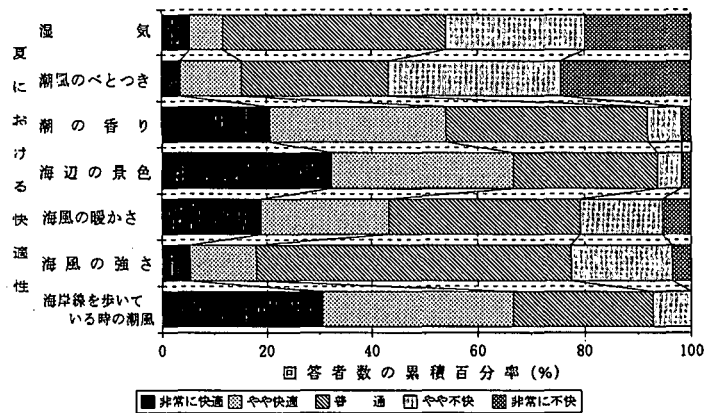


図-7 海洋環境に関する快適性（夏）

3. 沿岸域における音環境の快適性に関する基礎的計測調査

(1) 計測調査方法の概要

a) 計測調査の概要

北部九州（北九州市若松区）の沿岸域（自然海岸の海岸線近傍）において、海象条件（波浪）、気象条件（気温、湿度、風速）、音環境（強さ、周波数特性）について計測を行って、海岸形態とその相互関係を調査した。

b) 計測調査地点の概要

沿岸域における快適性に関する住民の意識についてのアンケート調査の場所に比較的近いところを音環境に関する計測調査地点として選んだ。すなわち、計測調査地点として、北九州市若松区岩屋の海水浴場、玄海国定公園内の遠見ヶ鼻（妙見崎、註：九州最北端の灯台がある）を選定した。（図-9参照）

岩屋海水浴場は、30～50m程度の幅の自然砂浜海岸であり、遠見ヶ鼻は風光明媚な自然岩場海岸で、高さ10～20mの岩壁があって、その背後には防風林（植栽）がある。

具体的な計測地点と計測項目は次のとおりである。

岩屋海水浴場：自然砂浜海岸における波の音の計測

遠見ヶ鼻：自然岩場海岸における波の音および岩壁・防風林における風の音の計測

c) 計測方法

○ 海象条件（波浪）

事前に天気予報を調べて置き、波高は目測にて、波周期はストップウォッチによった。

○ 気象条件（気温、湿度、風速）

気温、湿度は、デジタル温湿度計にて、瞬時値を読みとった。また、風速は、手持式風向・風速計にて、瞬時値を読みとった。

○ 音環境

音環境は、リオン㈱製の1/3オクターブ実時間分析器（SA-27）および積分形普通騒音計（NL-05）をともにF特性にて接続して、1回の計測にて、0.1秒間隔の瞬時値を連続1000個（100秒間）計測・収録した。また、波の音の計測位置は、汀線から陸地へ約5m、地面からの高さ約1.2mとした。

○ 解析方法

リオン㈱作成のSA-27用三次元解析・表示ソフトを用いて、1回の計測にて収録した連続1000個のデータのパワー平均演算をA特性にて行った。

(2) 計測結果

a) 波の音

自然砂浜海岸および自然岩場海岸における波の音の音圧スペクトルを図-10、11にそれぞれ示す。

b) 風の音

岩壁および防風林における風の音の音圧スペクトルを図-12、13にそれぞれ示す。

(3) 計測結果に対する考察

a) 波の音に関する波高と音圧レベルの関係

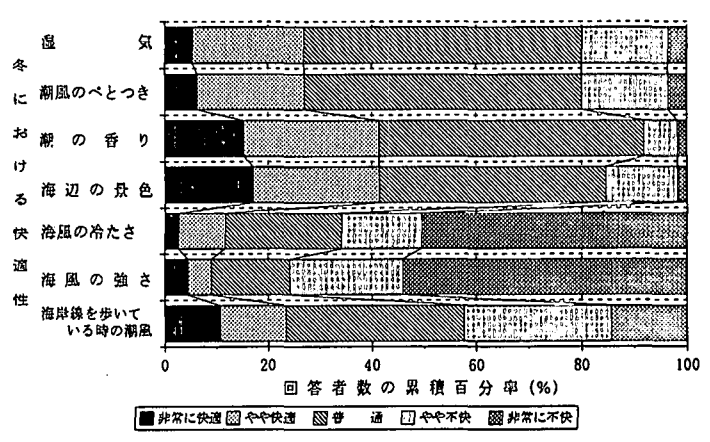


図-8 海洋環境に関する快適性（冬）

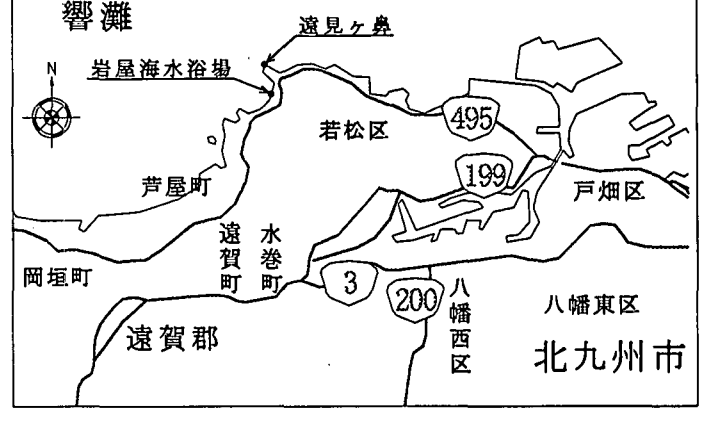


図-9 計測調査地点

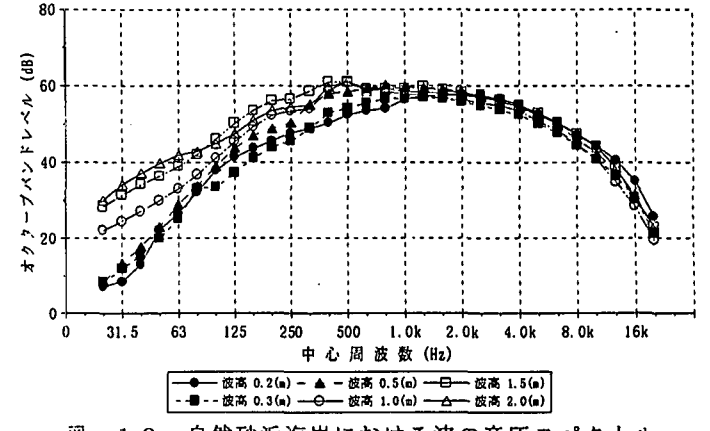


図-10 自然砂浜海岸における波の音圧スペクトル

灘岡らによると、海岸での波の音の主要な発生原因は、砕波による乱れの生成にともなう気泡の連行ならびにその後の水面からの気泡の消滅によるものと考えられている。砕波による乱れ、とくに大規模渦の生成は、ボア (bore) の波峰 (crest) 付近に集中するため、当然ながら音源分布としても、波峰付近に集中した形状になるものと考えられている。³⁾

自然砂浜海岸における波の音は、波高が高くなるにつれて、25 Hz～1.0 kHz までの低周波数帯域で音圧レベルが大きくなる傾向がみられるが、1.0～20 kHz までの中高周波数帯域ではあまり波高にともなう変化がみられない。

この原因として、自然砂浜海岸の地形から、比較的水深が深いところ、すなわち、沖波の砕波点からボア (bore) 領域にかけて低周波数帯域の波の音を発生し、比較的水深が浅いところ、すなわち、ボア領域から汀線にかけて中高周波数帯域の波の音を発生していることによると思われる。(図-10 参照)

自然岩場海岸における波の音は、全周波数帯域 (25 Hz～20 kHz) で、波高が高くなるにともなって音圧レベルが、わずかながら大きくなっている。

この原因として、波が岩場にあたった時の砕波により比較的幅広い周波数帯域の音を発生しているためと思われる。(図-11 参照)

なお、波周期の計測値は、4.0～10秒程度であり、村上らによれば、波周期と快適性の間に密接な関係があるようであるが²⁾、今後の検討課題としたい。

b) 風の音に関する風速と音圧レベルの関係

岩壁における風の音は、風速が早くなるにつれて音圧レベルが大きくなっている。

自然砂浜海岸における波の音 (図-10 参照) と異なって、全周波数帯域において大きくなっているが、これは、ほぼ垂直な岩壁という地形的な特性によることも一因であると思われる。(図-12 参照)

防風林における風の音も、風速が早くなるにつれて、岩壁における風の音と同様に、音圧レベルは大きくなる傾向にあるが、比較的低周波数帯域 (125～500 Hz 程度) では、それ程でもない。植栽の影響もその一因であろうと思われる。(図-13 参照)

なお、気温の計測値は、13～28℃程度、湿度の計測値も、41～73%程度であったが、今回の計測範囲の中では、いずれも音圧レベルなどとの間に有意な関係は認められない。

c) リズム性についての検討

灘岡らは、人間にとっての海岸環境を構成する要素として、波の音の果たす役割が意外と大きいこと、そして”波らしさ”が主として、次式にて定義される、リズム性に依存していることなどを示している。³⁾

$$R = \frac{L_{\text{peak}} - L_{\text{ave}}}{L_{\text{ave}}}$$

ここで、R：波の音 (風の音) のリズム性

L_{peak} ：音圧レベルの最大値

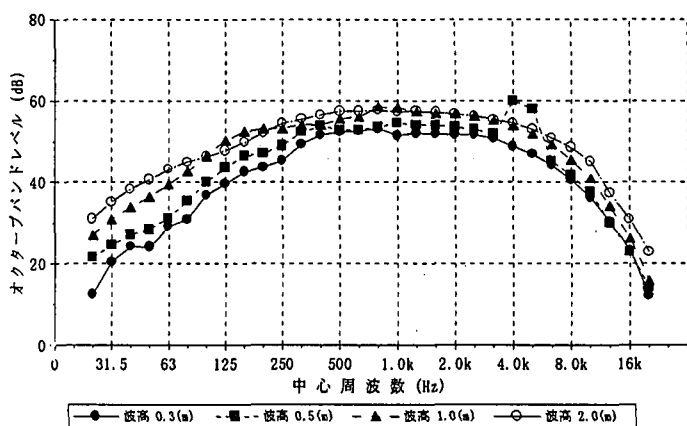


図-1 1 自然岩場海岸における波の音圧スペクトル

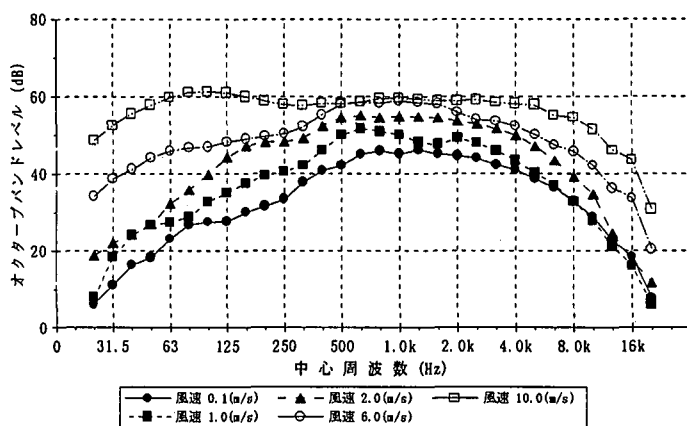


図-1 2 岩壁における風の音圧スペクトル

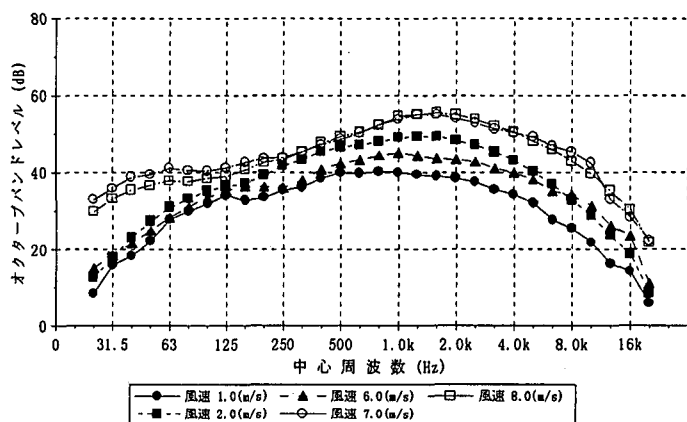


図-1 3 防風林における風の音圧スペクトル

Lave : 音圧レベルの平均値

今回の波の音（2地点）および風の音（2地点）の合計4地点（自然海岸）での計測結果から、前記の式により、リズム性について解析した結果を図-14に示す。

25～63 Hzの低周波数帯域と16～20 kHzの高周波数帯域でリズム性が卓越している（ $R \geq 0.2$ ）ことがわかる。

これらのリズム性については、海岸形態（地形）によってその特性が変わってくるものであり、今後さらに計測データを積み重ねることにより、検討を続けて行きたい。

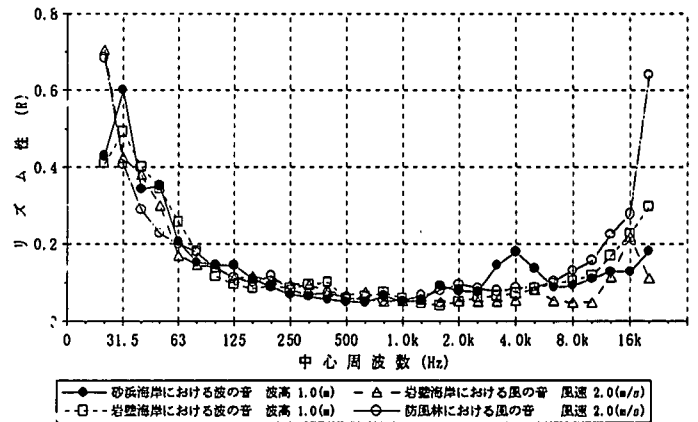


図-14 波および風の音のリズム性

4. ま と め

北部九州の沿岸域における音環境の快適性に関する基礎的調査として実施した、北九州市の沿岸域での波の音や風の音およびその他の海洋環境に関する住民意識についてのアンケート調査結果、ならびに、北九州市近郊の自然海岸の海岸線近傍において発生する波や風の音の基本的な特性に関する計測調査結果についてまとめると、以下のとおりである。

(1) 沿岸域における快適性に関する住民の意識についてのアンケート調査結果

- 波の音に関する快適性については、海が穏やかな時には、約半数近くの住民が、快適性・リズム性について快適と感じている。海が荒れている時には、同様に約1/3近くの住民が不快と感じている。
- 海風の音に関する快適性については、夏の穏やかな季節では、約40%近くの住民が、岩（海岸）や木々にあたった時の快適性・リズム性について快適と感じている。冬の荒れている季節では、同様に約30%余りの住民が、岩（海岸）にあたった時の快適性・リズム性について快適と感じている。
- 海洋環境に関する快適性については、物理的な面（冬の海風の冷たさ・強さ、夏の湿気・潮風のべとつきなど）での不快適性は季節の変化によって異なってくる。また、心理的・情緒的な面（夏の潮の香り・海辺の景色など）では、比較的多くの住民が季節に関係なく快適と感じている。

(2) 沿岸域（自然海岸）における音環境の快適性に関する基礎的計測調査結果

- 波の音に関する波高と音圧レベルの関係については、自然砂浜海岸では低周波数帯域（25 Hz～1.0 kHz）で波高が高くなると音圧レベルも大きくなる傾向にあるが、それ以上の中高周波数帯域ではそれ程変化が認められない。自然岩場海岸では全周波数帯域で波高が高くなるとわずかながら音圧レベルも大きくなる傾向にある。
- 風の音に関する風速と音圧レベルの関係については、岩壁および防風林ともに風速が早くなるにつれて全周波数帯域で音圧レベルが大きくなる傾向にある。
- 波および風の音のリズム性については、今回の計測地点（北九州市の自然海岸の海岸線近傍）においては、低周波数帯域（16～63 Hz）と高周波数帯域（16～20 kHz）でリズム性が卓越している。

今後の課題として、沿岸域の快適性に関する住民の意識については、海岸形態や地域別のアンケート調査ならびに音環境の快適性に関する基礎的な計測調査については、他の海岸形態（人工海岸など）での計測などを実施して行く必要があると考える。

最後に、今回の調査・計測にあたって御協力頂いた九州共立大学の関係者に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 日本建築学会：海洋建築と環境、一計画のための環境の視点一、pp.65-129、1991.
- 2) 村上仁士・細井由彦・上月康則・木下 保：海岸環境における快適性の要因－波の音－に関する一考察、海洋開発論文集、Vol.7、pp.377-380、1991.
- 3) 灘岡和夫・徳見敏夫：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、1988.
- 4) 松原雄平・野田英明：魚礁から発生する水中音に関する実験的研究、海洋開発論文集、Vol.9、pp.391-396、1993.
- 5) 水谷法美・小島 航・金 俊圭・岩田好一郎：波により潜水着定式構造物から発生する音の特性に関する実験的研究、海洋開発論文集、Vol.12、pp.67-72、1996.