

Ⅱ-21 快適評価指数による河川および海岸音場空間の評価

足立 圭太郎¹岡林 隆敏²木場 俊郎³奥松 俊博²

Keitarou Adachi Takatoshi Okabayashi Toshio Koba Toshihiro Okumatsu

【抄録】これまで土木工学の分野では、「音」は騒音の見地から取り上げられてきた。騒音低減を目的とする研究・開発が行われてきたが、音の質そのものに対する研究は行われてこなかった。聴覚情報としての環境音は、視覚情報とともに、景観の印象を形づくる重要な要因である。本研究は特に音の質に関係する、河川及び海岸周辺の環境音を収録・分析し、環境指標としての評価を確立することを目的としたものである。本論文では、長崎県諫早市を流れる本明川と、長崎市の白浜海岸の環境音を収録・解析した事例について説明する。

1. はじめに

近年、土木工学分野において快適な空間作りが要求されている。これまで快適環境の創造が進められてきたが、その多くは視覚情報のみに依存した設計法が主体であり、聴覚情報を考慮した景観設計は行われていなかった。一方で、音に関する土木工学分野での研究開発は、主に騒音低減を目的としており、音の質そのものが問題になることはあまりなかった。これからの時代の景観設計を考える上で、空間を構成する一つの要素である音について考慮していく必要があると考えられる。本研究は、音質的研究の基礎を土木工学分野に定着させるために、収録方法、物理学的分析方法についてまとめ、河川・海岸音場空間を視覚的に表現したものである。

2. 環境音収録場所の選定

本研究では、諫早市を流れる一級河川である本明川と、長崎市の白浜海岸を対象として環境音収録を行った。本研究では本明川では、上・中・下流のそれぞれの流域で、測定距離を1m～15mの範囲で変化させた場合の環境音の収録を行った。また、白浜海岸では、海岸と岩場に収録場所を分け、海岸部では測定距離を1m～15mとし、岩場では、打ち寄せる波の音になるべく入らないよう、測定距離を1m～7mとして収録を行った。図-1に本明川の位置及び収録場所を示す。図-2に白浜海岸の位置及び収録場所を示す。

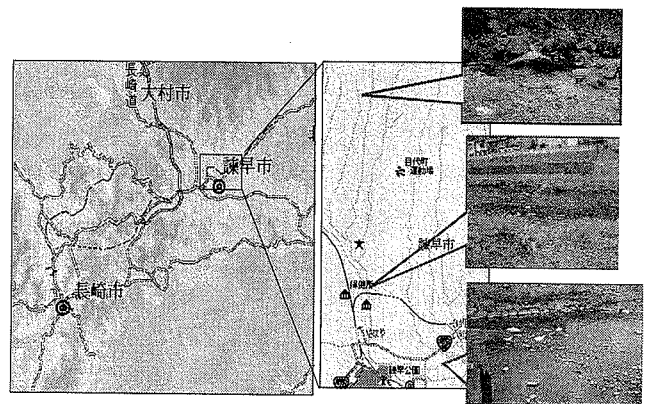


図-1 本明川の上・中・下流の写真

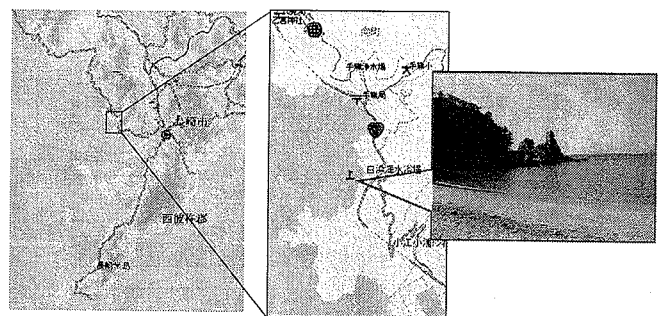


図-2 白浜海岸の海岸の写真

3. 河川及び海岸環境音の収録方法

本研究では、河川及び海岸の環境音の収録方法を確立した。河川・海岸環境音の収録には、DAT、マイクおよびマイクカバー、三脚を設置する。マイクの高さは、地上から約1mとした。本明川の収録状況の写真を図-3に示す。収録システムの設置状況を図-4に、使用した主な機材の仕様を表-1に示す。収録した河川・海岸環境音は、アナログデータで

1: 長崎大学大学院

〒850-0035

長崎市文教町 1-14

TEL (095) 819-2626

2: 長崎大学工学部社会開発工学科

〒852-8521

長崎市文教町 1-14

TEL (095) 819-2626

3: 復建調査設計(株)環境技術部

〒732-0052

広島市東区光町 2-10-11

TEL (082) 506-1838



図-3 本明川下流の収録状況



図-4 収録システム設置状況

表-1 使用した主な機材の仕様

DATレコーダ	
量子化ビット数	16ビットリニア
サンプリングレート	48kHz
チャンネル数	2チャンネル
周波数特性	20～20000Hz 0.5dB
S/N比	90dB以上
ダイナミックレンジ	90dB以上
マイクロフォン	
ステレオアングル	110°
サンプリングレート	40～18000Hz
感度	47dB
最大入力音圧レベル	126dB・SPL
S/N比	67dB以上

あるため、モノラル、16bit、44.1kHz の wav 形式でデジタル化して、解析を行った。

4. 環境音に対するゆらぎ解析^{1),2)}

ゆらぎとは予測できない時間的・空間的なものの変化や、その不規則な変化の仕方の総称をいう。人体の各部の知的活動、感情表現などは脳からの情報伝達によって管理されており、電気パルスによる制御作用が働いている。そのため、心拍数やその他の器官、行動までに 1/f リズムがみられる。今日まで

人間が感じる快・不快は主観に左右され、個人差があるものと考えられてきたものが、近年、ある程度までは一般化することが可能になってきた。これは 1/f ゆらぎとよばれるもので、人間がもっている 1/f ゆらぎと合致した刺激を感じた時、人間は心地よいと感じる傾向がある。本研究では、河川環境音のゆらぎ解析を行う。収録した環境音のパワースペクトル解析をし、両対数グラフの横軸を周波数 (Hz)、縦軸をパワースペクトル密度 (dB) とした時の、パワースペクトル密度の線形近似を行う³⁾。ソフトウェア LabVIEW (National Instruments 社製) を使用し、解析のためのプログラムを作成した。線形近似された直線の傾きが、河川環境音に含まれている周波数分布の全般的な特徴を統合的に表している。この傾きは含まれている低周波と高周波のバランスを表現しているものであり、このようなバランスのことを「ゆらぎ」という。ゆらぎの型は大別してスペクトルの分布の傾きが 0、-1、-2 のものの 3 つに分類される。ここで、1/f ゆらぎの値は、傾きが -1 で表され、-1 に近いほど心地よさを感じるとされている。解析は、可聴域の 20～20kHz を選択

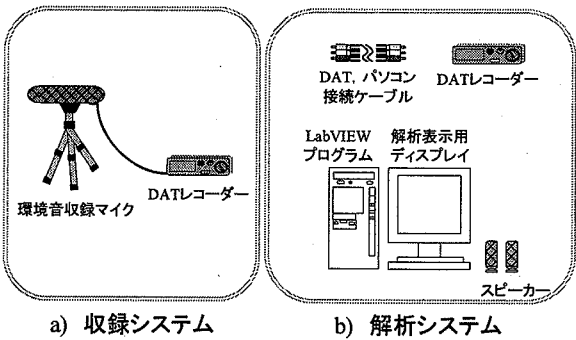


図-5 収録システムの概要

した。収録システムの概要を図-5に、LabVIEWで作成した環境音解析プログラムのダイアグラムを図-6に示す。また、解析プログラムの表示画面を図-7に示す。

5. 河川環境音の解析及び評価

上・中・下流の1mにおけるスペクトル波形を図-8、図-9、図-10に示す。図に示す直線は、計測したスペクトルの線形近似結果を表している。上流・中流・下流について特徴の違いを比較する。

上流におけるゆらぎの値は、 -1.343 である。スペクトル分布を見ると200Hz~2000Hz付近の音が多く含まれており、中音域のパワーが大きい。比較的ゆるやかに分布していた。中流におけるゆらぎ

の値は、 -1.376 である。スペクトル分布を見ると上流と同様に200Hz~2000Hz付近の音が多く含まれている。しかし、4000Hz~20000Hzの高音域が小さく、スペクトル分布の変化が比較的激しい特徴があった。下流におけるゆらぎの値は、 -1.133 である。スペクトル分布を見ると、目立った特徴はなく、直線的に分布しているといえる。ゆらぎの値を見ても、きわめて $1/f$ ゆらぎに近い値を表している。このように河川環境音の解析を行うことにより、上・中・下流それぞれの流域が有する周波数上の特性を可視化することができた。さらにスペクトルを線形近似して得られる直線の傾きをゆらぎ値とし、客観的な評価指標とすることができた。上・中・下流に発生する音は、それぞれ周波数に特徴をもって

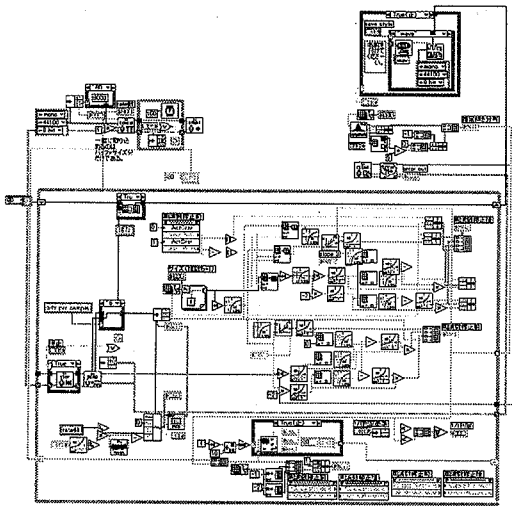


図-6 環境音解析プログラムのダイアグラム

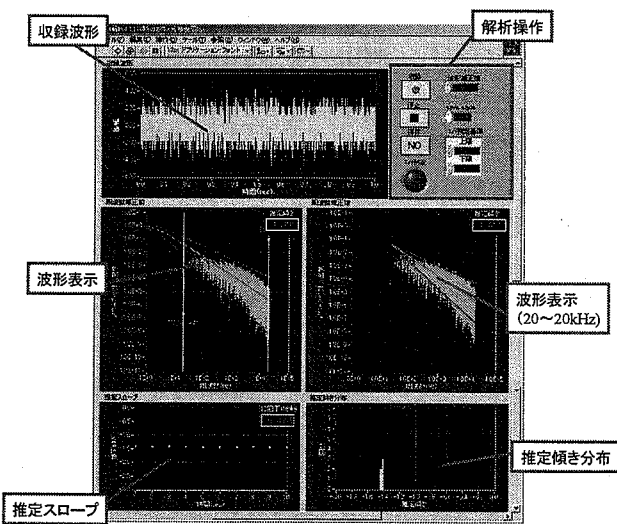


図-7 解析プログラムのフロントパネル画面

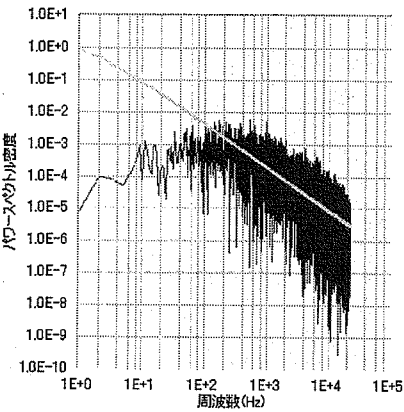


図-8 上流のスペクトル波形

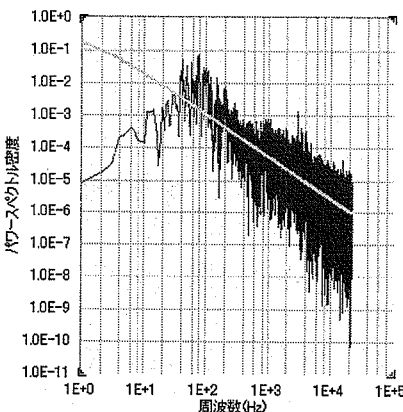


図-9 中流のスペクトル波形

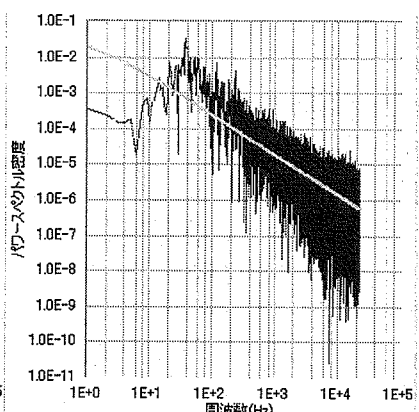


図-10 下流のスペクトル波形

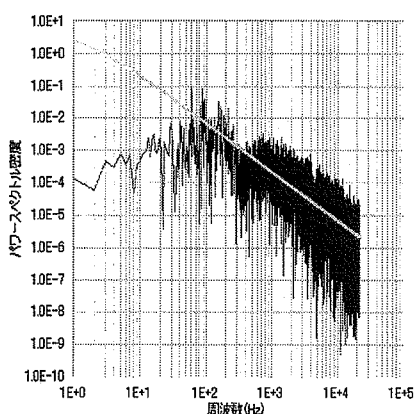


図-11 海岸のスペクトル波形
(波あり)

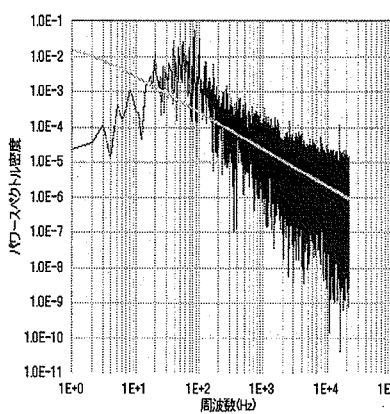


図-12 海岸のスペクトル波形
(波なし)

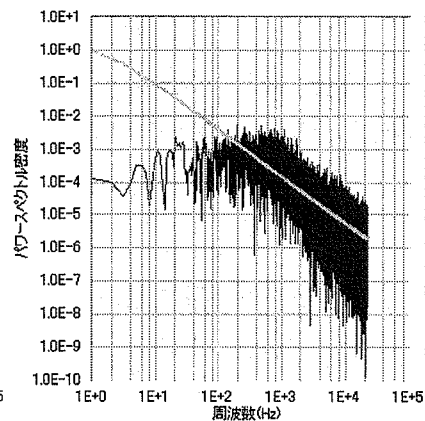


図-13 岩場のスペクトル波形

いる。得られた結果について評価すると、上流域・中流域においては、ゆらぎの値が -1.3 以上であり、あまり心地よい音とはいえない。下流域では、極めて $1/f$ に近いゆらぎの値をとっており、心地よい音といえる。しかし、河川の音が小さいため、音源から離れるにつれて、ゆらぎの値がホワイトノイズに近づくことを確認した。

6. 海岸環境音の解析及び評価

海岸の波のある時・ない時、また岩場の 1m におけるスペクトル波形を図-10、図-11、図-12に示す。海岸の環境音については、波がある時のゆらぎの値は、 -1.509 であった。 $300\text{Hz}\sim 2000\text{Hz}$ 付近の音が多く含まれていることが、図-11から読み取ることができる。これは、波が海岸に打ち寄せてきた時の「ザー」という音とその低周波から中周波の音と考えられる。これが、ゆらぎの値を下げる要因であり、音の中に力強さを感じるため、あまり良い音とはいえない。波がない時のゆらぎの値は、 -1.051 であった。図-12のスペクトル分布をみても高周波と低周波のバランスが取れており、非常に $1/f$ ゆらぎに近い音といえる。

岩場のゆらぎの値は、 -1.470 であった。スペクトルの形状を見ると $100\text{Hz}\sim 1000\text{Hz}$ 付近のパワーが大きいことが分かる。この低周波から中周波成分が大きいことが、ゆらぎの値を下げる要因であり、又岩場に打ち寄せてくる波の音の特徴ともいえる。

全体的に評価すると、海岸に関しては、直接波の音が聞こえるような位置でなく、波の音とともに他の環境音も入ってくるような位置が最も快適性を感じ

ることのできる地点と考えられる。岩場の海岸環境音は、距離の違いによるゆらぎの値の変化からは、明確な結果が得られなかった。しかし、岩場においては、 $100\text{Hz}\sim 1000\text{Hz}$ 付近の低周波が多く発生することが特徴として分かった。

7. まとめ

本研究では、河川・海岸景観を総合的に捉えるために、河川環境音・海岸環境音を解析し、評価した。河川・海岸とも様々な音場において一連の特徴を掴むとともに、物理的に良い音・悪い音を判断し、人間に安らぎ与える音かどうかを評価することができた。さらに、河川環境音・海岸環境音の収録方法、各音場を物理的に評価を行うことができる解析方法を確立することができた。今後の課題としては、(1)パソコンとDATを直接接続した現位置解析システムの構築、及び(2)各音場の特徴ある周波数だけを抽出し、音として再現するための解析プログラムの開発が挙げられる。さらに、土木環境音に関わる環境評価指標を確立し、景観設計を行う上での、一つの基礎とすることが今後の課題である。

参考文献

- 1) 森下栄蔵・亀井栄治：癒しの音楽，久美出版社，2000.12
- 2) 山崎芳男・金田豊：音・音場のデジタル処理，コロナ社，2002.12
- 3) 金井浩：音・振動のスペクトル解析，コロナ社，1999.3