



…平成21年度助成研究より…

波浪音を用いた 海象観測手法の開発

京都大学防災研究所

流域災害研究センター白浜海象観測所

助教 博士（工学）

鈴木 崇之

1. はじめに

海岸に立つと、波が碎ける音や水際で波が遡上流下する音が周期的に聞こえてくる。穏やかな波の音はリラクゼーション効果があるとされ、BGMなどとして販売もされている。一方、海岸工学の面から見ると、波高や周期、波の碎波形態などはその時々波浪状況を表す重要な評価指標となる。これらを把握することは海岸侵食の危険性や沿岸地域の災害発生などを予測する1つの手段となりえる。

海岸工学における音の研究では、波の碎ける音を直近にて収録し、波の音の物理的特性や発生機構などについての研究成果が報告されている^{1)~3)}。しかし、汀線位置から離れた地点での波の音を用いた波浪諸元の推定を行った例はな

い。そこで、本研究では海岸全体に響き渡る音を“波浪音”と定義し、この音による波高の推定を試みた。

2. 波浪音の観測

波浪音の観測は、茨城県波崎海岸に位置する（独法）港湾空港技術研究所所有の波崎海洋研究施設（以下HORS）にて実施した（図1）。波崎海岸の底質は岸沖方向にほぼ均一の細粒砂であり、その中央粒径は約0.18mmである。また、海底勾配は約1/50である。

波浪音観測のため、騒音計（NL-21、リオン(株)）を単管パイプで作成した小型アレイの上部に固定し、研究施設新館の屋上に設置し計測を行った（写真1）。設置位置は平均汀線位置

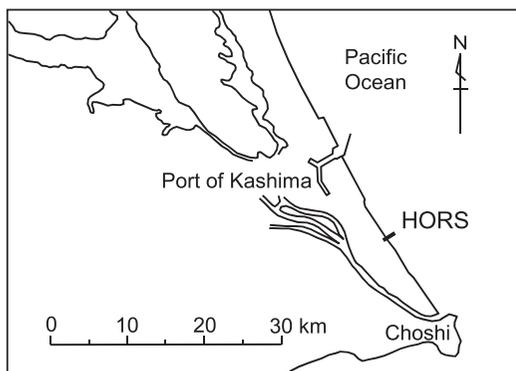


図1 波崎海洋研究施設（HORS）の位置



写真1 研究施設新館屋上に設置された騒音計。奥に見えるのは長さ427mの観測栈橋

から陸側に120.5m、平均海面から11.9mである。計測器からの信号はケーブルにより研究施設内にまで引き入れており、また、騒音計には風雨からの影響を極力受けないよう、全天候型防風スクリーンを設置した。

観測は、2009年7月30日12時50分から9月14日12時10分までの計46日間実施した。データの収録は5分間ごとの平均値が記録されるモードを使用し、周波数補正回路は平坦特性とした。解析では正時を挟む20分間の平均値を使用することとした。

比較検討に用いる波浪データは、観測栈橋先端（平均汀線位置より357.5m、水深約5m）に設置された超音波式波高計にて計測され、正時を挟む20分間のデータを用いて算出された有義波高と有義波周期を使用した。観測期間中、有義波高は0.51mから3.31m、有義波周期は4.45sから11.95sまで変化し、両者の平均値はそれぞれ1.19m、8.00sであった。ただし、高波浪時には栈橋先端よりも沖の地点において碎波が発生しているため、沖合ではさらに高い波浪が発生していることとなる。また、風向風速データは、栈橋先端にてプロベラ式風向風速計により計測されており、正時前10分間の平均値を解析に使用した。

3. 観測結果および考察

計測された46日間のデータを用いた波浪音と有義波高の関係を図2に示す。全体的な傾向と

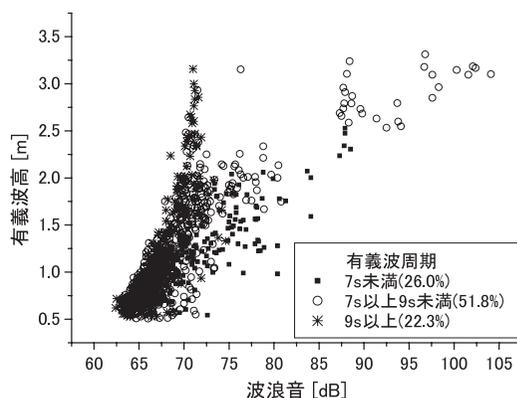


図2 波浪音と有義波高の関係

しては、波浪音が大きくなるほど波高も大きくなる傾向が見られる。しかしながら、一律に増加するのではなく、70dBや88dB辺りにおいて波浪音あまり変化しないにも関わらず波高が変化する箇所が見られた。

そこで、周期を7秒未満、7秒以上9秒未満、9秒以上の3つに分類した。それぞれの区分が占める全データへの割合は、それぞれ26%、52%、22%であった。図より、周期が9秒以上の場合、波高が2.0m以上の高波浪時はすべて70dB辺りにプロットされていることがわかる。また、周期が7秒以上9秒未満の波についても、70dB、88dB辺りで波高が2.0m以上の高波浪が記録されていることがわかる。このように、波浪音が比較的小さい70dBにも関わらず波高が大きいケースについては、うねり性波浪の来襲によるものと考えられる。また、波浪音が大きく、かつ波高も大きいケースについては風波により発達した波浪が来襲したものと考えられる。

この結果から、うねり性の（周期が長い）波浪が来襲した場合は、波浪音のみによる波高の推定には誤差が生じてしまうことが分かった。しかし、これは波浪音に加えて来襲した波浪の周期を把握することができれば、より高い精度

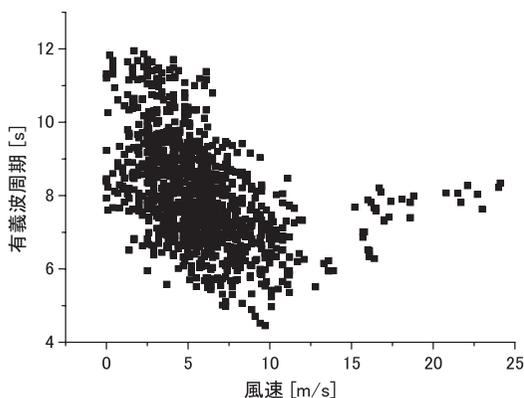


図3 風速と有義波周期の関係

で波高を推定できることを意味している

次に、風速と有義波周期の関係を図3に示す。風速15m/sまでにかけては、風速が強くなるほど周期が短くなる傾向が見られ、風速が15m/s以上になると周期は7.5秒あたりで一定となることがわかる。これより、風速から周期を推定することも可能ではあるけれども、風速15m/s以下についてはばらつきが大きいいため、この値を用いて波高の推定に使用するならば波高の精度も低くなってしまうことになる。

今回は、波浪音を汀線位置から陸側に離れた地点において5分間の平均値として収録したけれども、騒音計を汀線位置付近に設置し、波の周期よりも短い時間間隔で収録すれば周期についても把握することができる。この値を図2に当てはめることにより、波高の推定精度を上げることができる考える。

4. まとめと今後の展望

本観測により、周期が長いうねり性波浪については推定誤差が生じてしまうものの、波浪音により昼夜を問わず波高を大まかには把握することが示された。今後は、今回収録したデータや、新たな方法による周期の推定について検討を行う予定である。さらに今後の展開としては、

本研究結果を応用し、複数の騒音計を用いた面的海象状況の把握を行いたいと考えている。簡易面的観測手法が確立されたならば、昼夜を問わず海象変化を迅速にかつ面的にモニタリングすることが可能となり、例えば、海岸侵食対策などに対して試行錯誤的にモニタリングしながら施工する必要がある場合などに活用することができ、事業の効率化を高めることが可能となるのではないかと考える。加えて、近年、小中学校等に対して実施されている出前講座などにも、身近な海を題材として海岸工学のおもしろさを“音”という角度から提供できるのではないかと考えている。

謝 辞

本研究に対して、研究助成を賜りました(財)サウンド技術振興財団に心より感謝申し上げます。また、(独法)港湾空港技術研究所沿岸土砂管理研究チームには地形データ、波浪データ、および風向風速データの提供などで便宜を図って頂いた。さらに、研究を進めるにあたり、波崎海洋研究施設常駐の坂本光補助員にはご協力頂いた。ここに記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 灘岡和夫, 徳見敏夫:「海岸の音環境に関する基礎的研究」, 海岸工学論文集, 35, pp. 757-761, 1988.
- 2) 灘岡和夫, 玉嶋克彦:「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, 36, pp. 869-873, 1989.

3) 村上仁士, 伊藤禎彦, 細井由彦, 荒木秀夫,

小川慶樹, 小薮剛史: 「音環境としての波の音の発生機構に関する考察」, 海岸工学論文集, 41, pp. 1041-1045, 1994.