

日本沿岸における波パワーの特性に関する研究

九州大学工学部 学生会員 ○友清 裕介
 九州大学大学院工学府 学生会員 山本 健太郎
 九州大学大学院工学研究院 フェロー 橋本 典明

1. はじめに

エネルギー資源の多くを輸入に依存している我が国にとって、安定したエネルギー供給を確保するために、国内において、資源開発を進めることは必要不可欠である。長大な海岸線を有する島国である我が国では、海洋エネルギーは貴重な資源でありその開発・利用が期待されている。我が国周辺の波エネルギーの特性に関しては、以前から高橋ら¹⁾や田端ら²⁾によって研究が行われてきたが、現在ではそれらの研究から数十年経過しており、観測地点が増え、波浪観測データがさらに蓄積されている。本研究では全国港湾海洋情報網(NOWPHAS)の観測データをもとにスペクトル解析を行い、波エネルギーの特性について高橋らの研究の再検討を行った。

2. 解析方法

対象地点は、海象計で 20 分ごとの連続観測が行われており、水深 30m 以上である図-1 に示す計 17 地点とし、解析対象期間は 2011~2015 年の 5 年間とした。単位時間に入射する波エネルギーは波エネルギーの輸送率で表され、これを波パワーと呼ぶ。不規則波である海の波について波パワーを求めるには、本来スペクトル解析を行い以下の式によって求める。



図-1 解析対象の地点図

$$\bar{W}_1 = \rho_w g \int_0^\infty S(f) C_g(f) df \quad (1)$$

ここで、 ρ_w は水の密度、 g は重力加速度、 $S(f)$ は周波数スペクトル、 C_g は群速度である。しかし高橋らは、有義波高と有義波周期を用いた式や有義波高・有義波周期の平均値を用いた式から波パワーを算出している。

$$\bar{W}_1 = 0.5 H_{1/3}^2 T_{1/3} \quad (2)$$

$$\bar{W}_1 = 0.5 r_s \bar{H}_{1/3} H_{dev} \bar{T}_{1/3} \quad (3)$$

ここで、 $H_{1/3}$ は有義波高、 $T_{1/3}$ は有義波周期、 $\bar{H}_{1/3}$ は有義波高の平均値、 $\bar{T}_{1/3}$ は有義波周期の平均値、 H_{dev} は有義波高の標準偏差、 r_s は波パワーと $\bar{H}_{1/3}$ および $\bar{T}_{1/3}$ との関係を決める係数である。高橋らの研究を再検討するにあたり、はじめに $H_{1/3}$ と $T_{1/3}$ から波パワーを算出することの妥当性を確認し、その後上記の 3 式を用いて波パワーを算出した。

3. 解析結果

図-2 は 2011~2015 年の輪島における $\int_0^\infty S(f) C_g(f) df$ (SCG 積分値と呼ぶ)と $H^2 T$ の相関関係を示す。相関係数はほぼ 1 となっており、非常に強い正の相関を示すことが確認できる。ここでは示していない他地点においても、SCG 積分値と $H^2 T$ は非常に強い正の相関を示した。図-3 は 2015 年における日本海側の輪島と太平洋側の常陸那珂での波パワーの時系列を示す。グラフの縦軸は対数軸であり、波パワーの変動幅は非常に大きいことが分かる。これは、波パワーが波高の 2 乗に比例するためだと考えられる。夏季の輪島では波パワーが 1 を下回るほど小さくなる一方、冬季

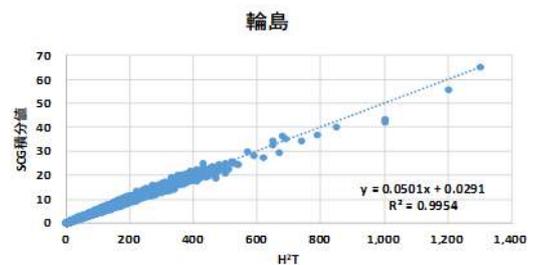


図-2 相関関係グラフ

では 100 を超えるほど大きくなる期間がある。これは、日本海側では冬季に季節風が強く吹くためである。一方常陸那珂は、一年を通して波パワーが夏季の輪島ほどは小さくなく、100 を超えるような大きな値をとることも少ない。すなわち太平洋側は日本海側に比べて波パワーの季節変動が小さいといえる。図-4 は 2011~2015 年の 5 年間に於いて、式(1)から求めた日本周辺の平均波パワーの分布図である。釜石、清水および鹿児島など、内湾であったり半島や岬で遮蔽された海域では、周辺の外海に面した海域に比して波パワーの値が小さい傾向にあった。また今回算出した 17 地点すべての波パワーの平均値は約 6 kW/m であった。同 17 地点で式(2)および式(3)を用いて波パワーを算出したのち、式(1)から求めた値と比較すると全ての地点で非常に近い値となった。表-1 は輪島での算出結果である。このように式(1)ではなく式(2), (3)を用いて波パワーを求めても真値に近い値を算出できることが分かった。ただし、地点によるバラつきもあり、どちらがより真値に近いのかは、今回の検討では結論づけることはできなかった。

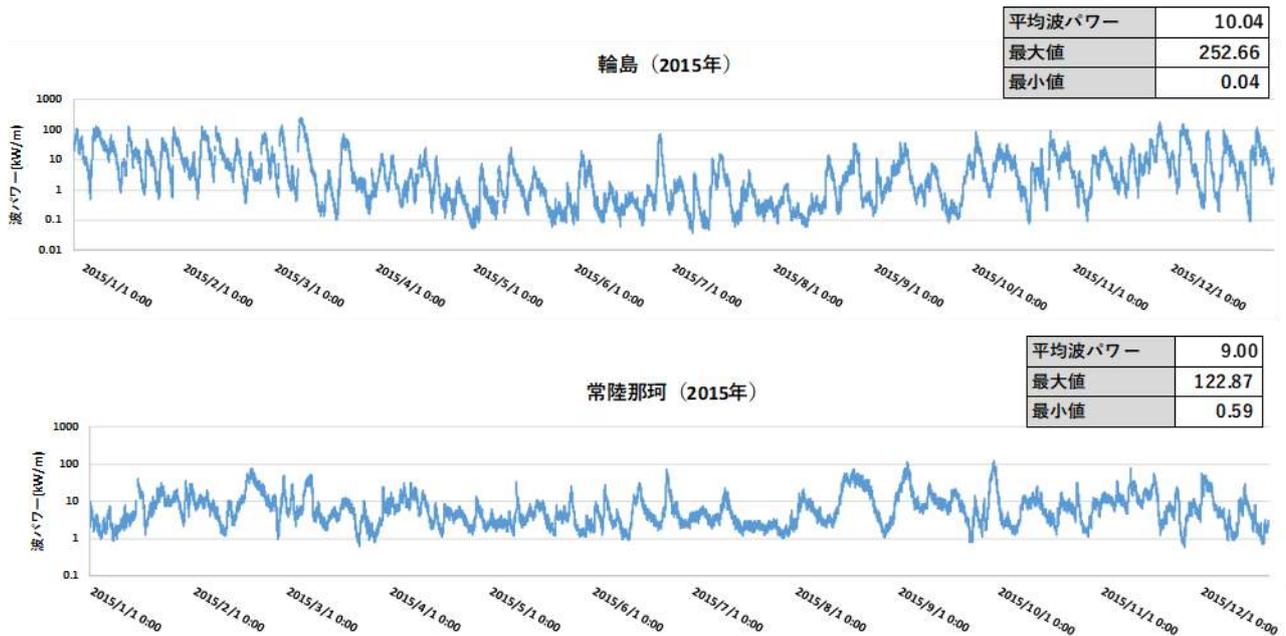


図-3 波パワーの年間時系列グラフ

4. おわりに

本研究では日本沿岸の 17 地点で波パワーの再検討を行った。有義波高・有義波周期から算出した波パワーはスペクトル解析データから求めたものを代替できることが確認できた。ただし、今回対象とした地点において、式(1)と式(2), (3)のそれぞれから求めた波パワーの誤差を計算したところ、誤差は小さかったが、どちらがより真値に近いという判断までには至らなかった。発表時には解析する地点・年数を増やし、有義波高・有義波周期から長期間の平均波パワーを算出した結果や、平均波パワーの月別・季節別の特徴や経年変化、温暖化の影響についても報告する。

参考文献

- 1) 高橋ら:日本周辺における波パワーの特性と波力発電, 港湾技研資料, No.654,1989
- 2) 田端ら:日本沿岸における波のエネルギー, 港湾技研資料, No.364,1980

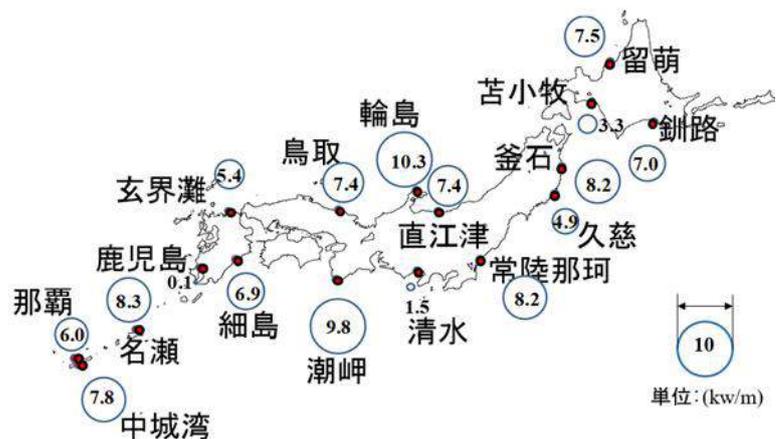


図-4 日本周辺の波パワー

表-1 輪島の平均波パワー値の比較

平均波パワー 式(1)	10.27
平均波パワー 式(2)	10.16
平均波パワー 式(3)	10.30