

波浪推算モデル SWAN を用いた波力発電ポテンシャル評価

○ 岐阜大学 学生会員 松浦 良太
 岐阜大学 会員 吉野 純
 岐阜大学 会員 小林 智尚

1. はじめに

東日本大震災は、エネルギー安定供給の脆弱性を露顕させた。それ以降、エネルギー政策転換により再生可能エネルギーへの関心が高まっている。日本は、島国であり再生可能エネルギーの一つである波力発電などの海洋エネルギーの賦存量が高いと考えられる。現在、日本沿岸では、全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)¹⁾によって波浪観測結果が公開されている。そこで本研究では、ナウファスから得られた観測値より全国沿岸での波エネルギーを算出し、エネルギーポテンシャルの高いエリアを選定する。次にこのエリアを対象に波浪推算を実施し、発電量算出の基礎となる波力エネルギーマップを作製し、波力発電の適地選定を行うこととする。

2. 手法

2-1 全国の波エネルギー整理方法

波力発電の適地選定にあたり、全国各地点での波エネルギーの算出をし、波エネルギーが大きい地点を絞る必要がある。対象地点の波エネルギーについて、全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)の2時間毎の有義波高と有義波周期を用いた。

評価に用いる波エネルギーは、その地点での発電可能である発電量を表す全方向波エネルギーとした。これは、波向を考慮に入れず、あらゆる方向から来る波に対して波エネルギーを受けることができるという前提での発電量である。この波エネルギーWE(kW/m)は、次式であらわされる²⁾。

$$WE = \frac{1}{32} \frac{\rho g^2}{2\pi} H_{1/3}^2 T_{1/3}^2$$

$$= 0.492 H_{1/3}^2 T_{1/3}^2 \quad (1)$$

ここで、 ρ :海水の密度(kg/m³), g :重力加速度(m/s²), $H_{1/3}$:有義波高(m), $T_{1/3}$:有義波周期(s)である。

2-2 波浪推算手法

2-2.1 推算対象

波浪推算の各計算領域での条件を表-1に示す。ここに示す様に3段階ネスティングを用いた。また前段階となる全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)による解析結果から、中領域・小領域は鹿島灘沿岸を中心とした領域となっている。海上風データは、気象庁の客観解析データを用いた。

表-1 各計算領域での条件

	大領域	中領域	小領域
格子間隔	1/2°	1/8°	1/20°
経度	115~180°	138~143.5°	140~142°
緯度	0~65°	33~38°	35.5~37°
格子数	130×130	44×40	40×30
時間間隔	15分	5分	1分
気象場	1/2°×1/2°	1/4°×1/5°	1/22°×1/22°

2-2.2 波浪推算モデル

本研究では第三世代の波浪モデル、SWAN³⁾(version40.91ABC)を用いた。このモデルでは極浅海域まで対応しているため、本研究で行う沿岸域の波浪推算に適している。

3. 結論

3-1 波力発電適地選定 (全国)

各地点において波パワーの平均値と標準偏差を計算し整理した。その結果を図-1に示す。図-1の棒グラフが平均波エネルギー、折れ線グラフが標準偏差を示している。1~56地点は日本沿岸にあり、57~75地点は沖にある。ここで、海岸より20km以内にある観測点を沿岸部と定義することとする。岩手中部沖(60)のエネルギーは15.8kW/mと最大であり、日本沿岸と比べて沖のエネルギー量の方が大きいことが分かる。しかし、沖で発電したエネルギーを陸まで運ぶまでにコストがかかり、エネルギー損失もあるため現実的ではない。沿岸地点のエネルギーを大きい順に整理すると、酒田(2)11.9kW/m、鹿島(15)9.85kW/m、輪島(3)9.74kW/mである。標準偏差を見ると、酒田は、波の季節変動が激しいことが分かり波力発電には適さない。鹿島は、波の季節変動が少なく、年間を通して安

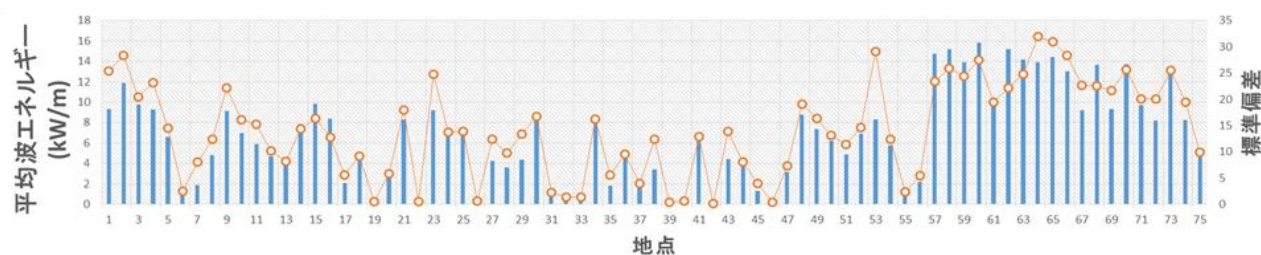


図-1 各地点の平均波エネルギーと標準偏差（検討地点を 75 地点、統計年数を 2011～2016 年の 5 年間）
 （棒グラフは平均波エネルギー（左軸）を、折れ線グラフは変動の標準偏差（右軸）を示す）
 （2:酒田,3:輪島,9:福井,15:鹿島,16:常陸那珂,21:久慈,49:留萌,1～56:沿岸地点,57～75:沖地点）

定した発電が期待できる。

図-2,3 は、太平洋側と日本海側の観測地点で分け、月別の平均波エネルギーの変化を表した図である。日本海側（特に、酒田・輪島）は、季節風の影響で冬の波エネルギーが大きくなることが分かる。一方、太平洋側は、一年を通じて安定的にエネルギーがあることが分かる。

3-2 波力発電適地選定（鹿島、常陸那珂周辺域）

図-4 は小領域を対象とした 2016 年平均波エネルギーの分布を表している。沖から岸に向け波浪エネルギーが減少していることが分かる。鹿島、常陸那珂では、沿岸部において波浪エネルギーが 10～15kW/m である。式(1)より、波のエネルギーは周期に比例する。この地域では、太平洋で発生したうねりが到達しやすい場所であるため波エネルギーが大きくなっていると思われる。特に、黒丸で囲ってある地点（銚子周辺海域）においては、13～20kW/m のエネルギーがあり、波力発電には有望な地域であることが分かる。

4. おわりに

本研究では再生可能エネルギーの一つである波エネルギーの分布を評価し、賦存量の高い地域の波エネルギーマップを作製した。解析にはまず全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)を用いて全国の沿岸から賦存量の高い地域を選出した。そしてこの地域を対象に波浪推算モデル SWAN を用いて波エネルギーマップを作製した。その結果、鹿島灘や銚子周辺の沿岸域で波エネルギーが高いことが分かった。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局全国港湾海洋波浪情報網：リアルタイムナウファス「<https://nowphas.mlit.go.jp/prg/pastdata/>」2018.10.10 検索

- 2) 片山裕之・米山治男・下迫健一郎：波力発電適地選定のための日本沿岸における波パワーの評価，土木学会論文集 B3(海洋開発),vol.70,No.2,I_73-I_78,2014
- 3) The SWAN Team：SWAN USER MANUAL SWAN Cycle III version 40.91ABC, 2013

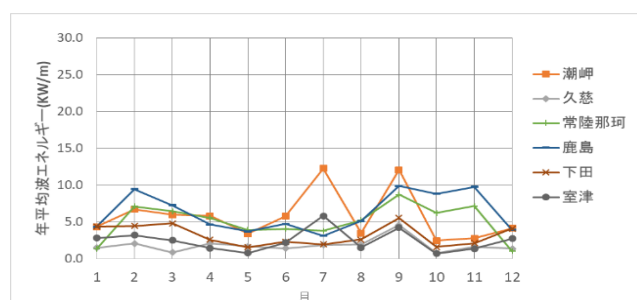


図-2 月別平均波エネルギー太平洋側観測点
 (2011～2016 年)

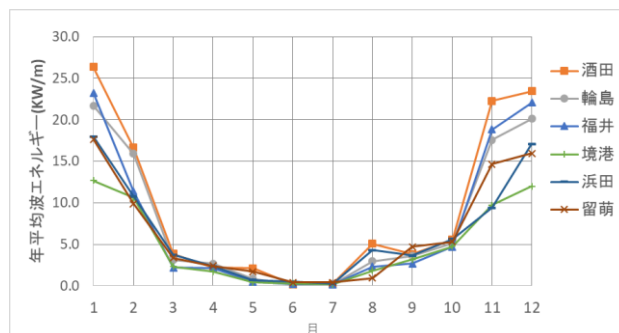


図-3 月別平均波エネルギー日本海側観測点
 (2011～2016 年)

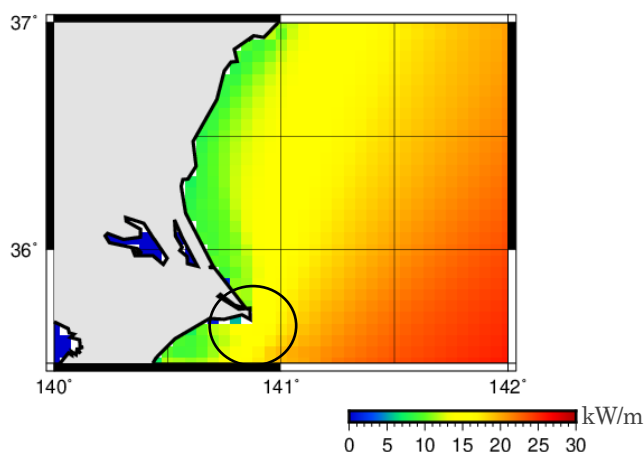


図-4 年平均波エネルギーマップ(2016 年)