

数値シミュレーションを用いた秋田県沖での波力発電の可能性の検討

秋田大学 学生会員 ○鈴木 成
秋田大学 正会員 平川 知明

1. はじめに

近年、地球温暖化の原因である温室効果ガス排出の低減やエネルギーの自給自足の促進が重要となっており、再生可能エネルギーが注目されている。秋田県でも再生可能エネルギー事業は進められているが、エネルギー需要に応えるために、より多くのエネルギー源を組み合わせる必要がある。そこで新たに波力発電が注目されているが、秋田県では波力発電の事業はまだ行われていない。そこで本研究では、秋田県沖での波力発電の可能性を検討した。

2. 研究方法

本研究は以下の3つの手順で行う。

(1) NOWPHAS の観測データを用いた波パワーの評価

片山らの研究¹⁾を参考に、日本で唯一実稼働している波力発電所が存在する岩手県久慈市沖と秋田県沖の波パワーを比較し、秋田県沖の波パワーを評価した。ここでいう波パワーとは波エネルギーの輸送率の事である。波パワー $WP(kw/m)$ は次式で求めた。

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

ここで $H_{1/3}(m)$, $T_{1/3}(s)$ はそれぞれ有義波高、有義波周期である。計算地点は図-1 に示す。

(2) 数値シミュレーションによる波浪特性の評価

数値シミュレーションには、デルフト工科大学が開発した波浪推算モデル SWAN を用いる。SWAN の計算結果から、(1) で用いた波パワー WP の式を用いて算出した波パワー、波向き、波形勾配を評価した。計算範囲や計算格子数、計算期間等の計算条件を設定し、地形データ、海上風データ、境界の海象データ等を入力する事により計算を行い、波浪特性に関するデータ(波高、周期、波向など)を出力する。計算条件と SWAN の分解能は表-1、入力したデータは表-2、計算地点は図-1 に示す。尚、計算期間は本実験開始時に NOWPHAS の最新データが 2015 年のものであったため、2015 年とし、計算地点は漁港や商業施設等が存在し、海岸線が整備されている地点、風力発電が盛んな地点等を選定した。

(3) 秋田県沖の波浪特性に適合する発電装置選定
現在開発されている波力発電装置の代表的な装置が「振動水柱型」、「可動物体型」、「越波型」の3種である²⁾。この中から秋田県沖の波浪特性に適合するものを選定する。「振動水柱型」は、発電装置の中にある空気

室と呼ばれる箇所に海水が流れ込み、海面の上下運動によって押し出された空気が風となり、タービンが回転し、発電する。「可動物体型」は、振り子式受圧板が海に触れており、波に揺られた受圧板によって振り子の運動エネルギーが発生する。その運動エネルギーが油圧発生装置を動かし、油圧モーターが回転することで発電する。「越波型」は、貯留池を築き、防波堤によって海と貯留池を隔てる。防波堤を越えてきた波が貯留池に溜まり、海水面と貯留池の水面に差が生まれ、その高低差をなくそうとする海水の移動によって生まれるエネルギーでタービンを回し、発電する。

表-1 SWAN の計算条件

計算範囲	北緯 37°~41° , 東経 135°~141°
計算格子数	450×450
計算期間	2015 年 1 月~2015 年 12 月
波向分解能	10°
周波数分解能	0.0202Hz
最大周波数	1.0Hz
最小周波数	0.01Hz

表-2 SWAN の入力データ

	データ名
地形データ	GEBCO30 arc-second grid
海上風データ	メソ数値予報モデル GPMV(MSM)
境界の海象データ	WAVEWATCHIII Production Hindcast

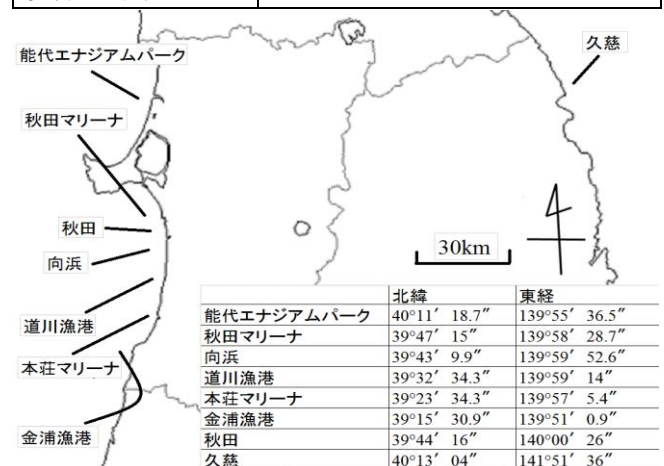


図-1 計算地点

3. 結果および考察

(1) NOWPHAS の観測データを用いた波パワーの評価

秋田と久慈における月平均の波パワーの変化は図-2 に示す。年間の平均の波パワーは秋田よりも久慈が大

きく、秋田で 4.43 kw/m、久慈は 6.76 kw/m となった。秋田は 10 月～3 月の期間は台風や季節風の影響で風が強いいため、久慈よりも波パワーが大きくなっている。

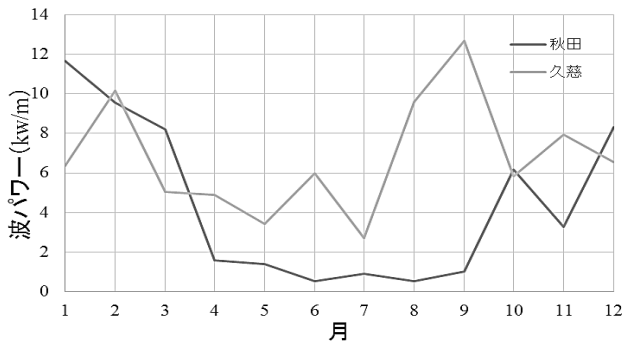


図-2 各月の平均波パワー

(2) 数値シミュレーションによる波浪特性の評価

各地点の各月の平均波パワー WP を図-3、1 年間の波向きの分布を図-4、各月の平均波形勾配 $H_{1/3}/L$ を図-5 に示す。ここで $H_{1/3}(m)$ 、 $L_{1/3}(m)$ はそれぞれ有義波高、有義波長である。

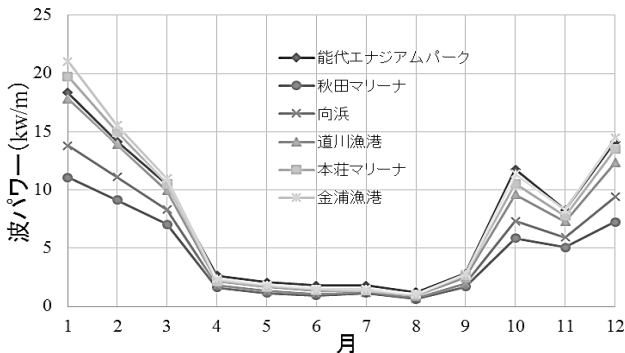


図-3 各月の平均波パワー

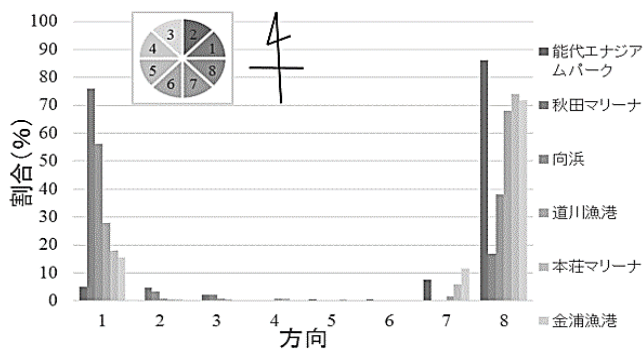


図-4 1 年間の波向きの分布

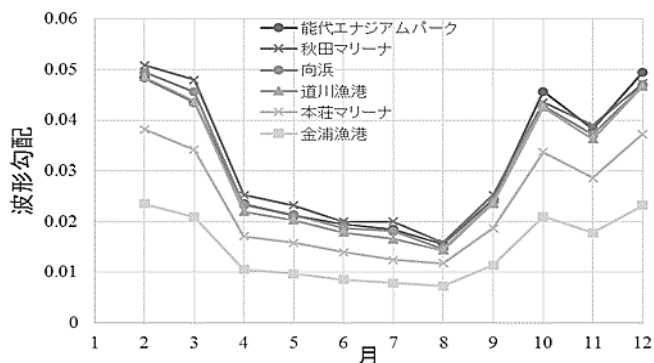


図-5 各月の平均波形勾配

これらの結果から、波パワー、波形勾配については 6 地点でほとんど同じ大きさ、変化をする事が分かった。その中で能代エナジウムパークと金浦漁港がわずかに波パワーが大きい。波形勾配についても能代エナジウムパークで大きくなっているが、金浦漁港では 6 地点の中で 1 番小さくなっている。波向きにおいては 6 地点で大きく分散している地点は無く、1 年を通して東方向(1, 8 方向)に安定している。

(3) 秋田県沖の波浪特性に適合する発電装置選定

これまでの結果から発電装置の選定を行った。「越波型」は防波堤の役割も担うため、海面よりもある程度高く設計する必要がある。そのため 4 月～9 月の間、波高の小さい秋田では発電不可能であるため適合しない。そこで、「振動水柱型」と「可動物体型」を比較した。水のエネルギーは空気のエネルギーよりも大きいため「振動水柱型」よりも「可動物体型」の方が効率よくエネルギー変換を行うことができる²⁾。また、振り子式受圧板の効率的な振り子運動には波の向きが安定している事が重要である。よって秋田県沖の波浪特性には「可動物体型」が最も適合していると考える。また地点については波の向きが安定しており、波パワーが比較的大きく、波形勾配が大きい事からエネルギーを取り出しやすい能代エナジウムパークが適地であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、秋田県沖の波パワーや波浪特性の評価とその波浪特性に適合する発電装置の選定により、秋田県沖は 10 月～3 月の期間に波パワー、波形勾配が大きく、波向きは 1 年間安定している事が分かった。このような波浪特性には「可動物体型」の発電装置が適合し、波パワー、波形勾配が大きい能代エナジウムパークが適地であると考えた。本研究を経て、秋田県への波力発電導入の可能性を示す事ができた。しかし、秋田県沖の波は季節変化による変動が大きい事や建設コスト、運用コスト等の採算が取れないなどの問題が多く存在するため、他に導入されているエネルギーとの兼ね合いを考慮して導入を検討する必要がある。また、本研究での比較対象地点や計算地点が少なかった事に加えて、期限も限られているため、更に詳しく適地選定を行う際には多くの地点で比較、計算を行い、検討する必要があると考える。また、波パワーが小さい事や台風の来襲に備えた強固な装置を作らなければならないという問題がある。これらが原因となって発電単価が高くなっている。そのため、高い発電効率を有し、異常波浪時にも安全で低価格な装置の研究、開発を今後期待したい。

参考文献

- 1) 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, 海洋開発論文集, Vol. 70, No. 2, pp73-78, (2014).
- 2) 海上技術安全研究所: 海洋資源利用に関する調査, (2004).