

航路維持に向けた風力エネルギーの活用に関する検討

秋田大学 学生員 関橋直紀
秋田大学 正員 渡辺一也

1. はじめに

近年では、石油価格の不安定な変動が問題となっている。その中でも2008年の夏に世界を襲った石油価格高騰の影響は大きく、石油を燃料とするフェリー業界も受けた。さらに今後、東北新幹線が延伸することが予想され、フェリーの利用率が減少することが懸念される。そのため、フェリーの運航数が減少する前に対策を立てる必要がある。そこで、本研究では石油を使用しない風力エネルギーを導入し、フェリーに適用した場合にどの程度のエネルギーを確保できるのか検討した。

2. 研究方法

本研究では新日本海フェリーの航路である秋田から東苦小牧間を対象とし検討した。データは海上保安庁の沿岸域情報システム(MICS)の海上風を用いた¹⁾。観測点は航路に沿った、秋田(入道崎)、青森(龍飛崎)、北海道(恵山岬)を選定

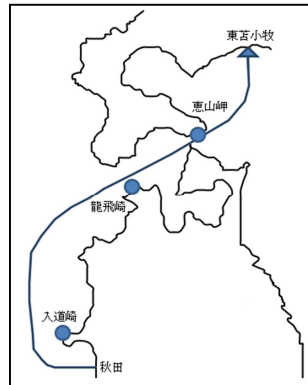


図-1 航路および観測点

した(図-1)。ここでは、入道崎のデータについて述べる。式(1)に示される、べき法則を使用し海上10mにおける風速への換算を行った。本文中に示されている風速の図、表および使用したデータは全て、べき法則により海上10mへと修正を行った²⁾。

$$U_z = U_{10} \left(\frac{z}{10} \right)^\alpha \quad (1)$$

ここで、 U_z : 観測地点での風速(m/s)、 Z : 海面からの距離(m)、 α : べき指数であり、海上の値0.12を使用した。

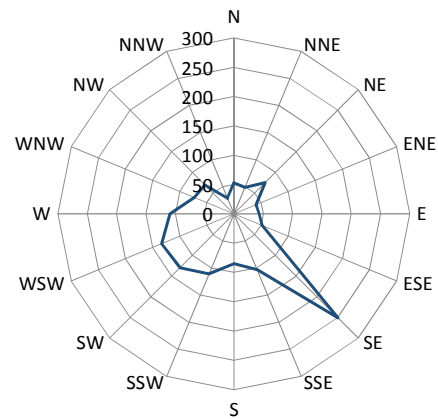
秋田では、1年間の内で最大風速は20m/sと大きく、平均風速は6.1m/s前後と1年を通して風力発電に適しているとデータより明らかとなった

(表-1)。平均風速が最大となった12月の平均風速は

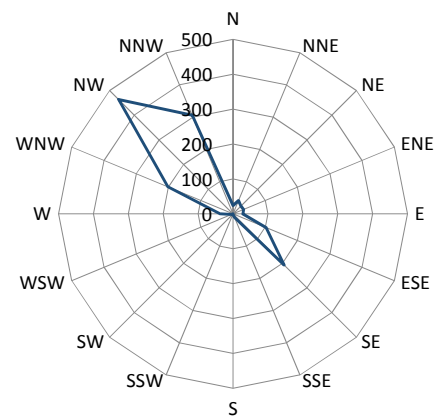
表-1 入道崎風速データ

月	風速(m/s)	
	平均	最大
1	8.37	17.2
2	6.05	17.2
3	6.88	19.1
4	6.40	14.3
5	5.22	15.3
6	4.24	12.4
7	4.01	16.2
8	4.42	15.3
9	5.44	16.2
10	6.33	17.2
11	6.95	19.1
12	9.01	20.0

9.01m/s、最少となった7月の平均風速は4.01m/sとなり、約2倍以上の風が吹いたことになる。海上風の特徴として、夏場の風速より冬場の風速の方が強く、風向は、7月は南東の風、12月は北西の風が卓越している(図-2)。風向分布より7月と12月では真逆の風が吹き込んでいることが判明した。海上風は風向きが変わりやすく、水平軸のプロペラを持った発電機では効率が低くなるのではないかと考え、本研究では垂直軸のプロペラを持った発電機、ジャイロミル型を採用する。



(a) 2012.7



(b) 2012.12

図-2 入道崎風向分布

また、図-3の1カ月の風速の時系列データを見ると、風速が安定していないことや、カットイン風速まで達していない時間帯があることが分かる。本研究で使用した発電機のカットイン風速は1.2m/sである。

1ヶ月通して風速を見ると9割以上が発電できる風速と分かる。

3. 発電量の概算

次に、上述してきたデータを用いて、秋田地点における発電量を概算した。発電量の概算には小型風力発電機を使用し、発電機のカットイン風速は1.2m/s、定格出力は200w、定格出力風速は10.0m/sとした。

ここで、発電力は風速の3乗に比例するという特性を利用して各風速における発電力を概算した³⁾。概算に用いた式(2)、およびその結果を図-4に示す。風速が低いと発電力はほぼ0に近くなり、風速が大きいと良い結果の発電が期待できる。安定した風速を得られなければ発電することができないため、設置場所を慎重に考慮しなければならない。

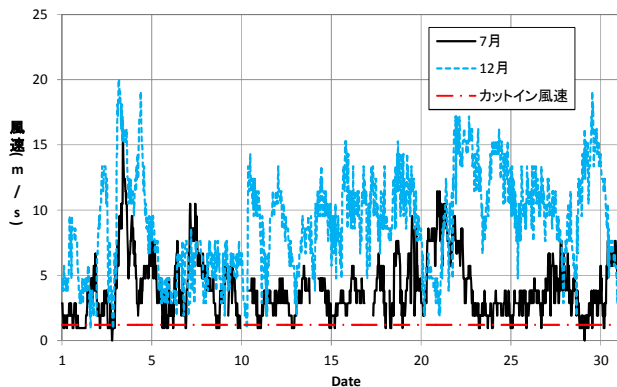


図-3 風速時系列データ，秋田入道崎

$$\text{発電力} = \text{定格出力} \times \left(\frac{\text{既存の風速(m/s)}}{\text{定格出力風速(m/s)}} \right)^3 \quad (2)$$

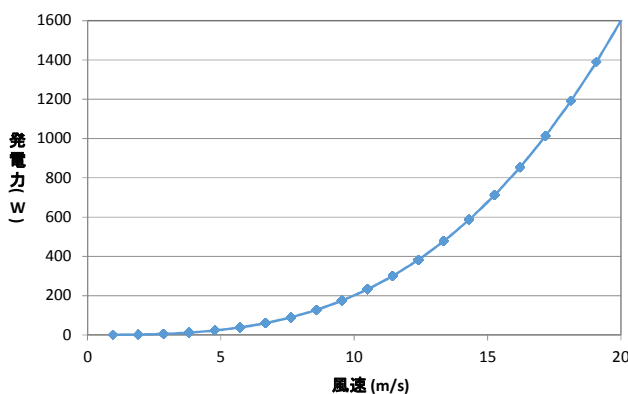


図-4 風速と発電量の関係，秋田入道崎 2012. 12

4. 評価

本研究では発電機を陸地に設置し、風速を用いて発電し、バッテリーとしてフェリーに使用するものとした。既往の研究において、風力発電により得た電力をバッテリーにする際に電力ロスが発生する。仮に、フェリーに発電機を搭載した場合は、船の運航により相対的な風速が発生するためこれ以上の発電が望めると考えられる。

これらの発電量が設置コストなどの面からみて良好な結果であるかどうかを確認する必要がある。結果が良好であるかどうかを確認する方法として、利用設備率を求める。設備をどの程度利用できているか指標となっており、風力発電機が定格出力で発電している状態を100%としている。設備利用率を求める式を(3)に示す。入道崎での年間設備使用率は49.3%となった。設備使用率は20%を超えるものが望ましいとされているため、今回の結果は良好であるといえる。入道崎での2012年12月の平均風速と平均発電量の関係を図-5に示す。1ヶ月の平均発電力は226.3wとなった。

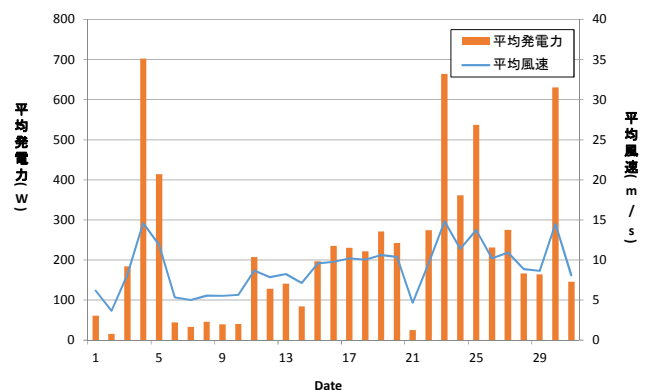


図-5 風速と発電量の関係，秋田入道崎

$$\text{年間設備使用率(\%)} = \left(\frac{\text{年間発電量(kWh)}}{\text{定格出力(kW)} \times \text{年間総時間(h)}} \right) \times 100 \quad (3)$$

5. まとめ

本研究では、フェリーに風力エネルギーを適用した場合にどの程度のエネルギーが得られるか検討するために発電量を利用した。その結果、夏場と冬場に大きな差があったが、一年を通してみると海上風を用いた風力発電は有用である。今後も継続的な風速観測、実際のフェリーの金銭的評価が必要である。また風力発電は風があれば発電できるため、災害時などに設置さえできれば風力発電は非常用の電源として活用できると考えられる。

謝辞：本研究を行うにあたって、海上保安庁日本海洋データセンターに特別な配慮を頂き、MICSの海上風などの貴重なデータを提供していただいた。ここに記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 海上保安庁海洋情報部海洋情報課/日本海洋データセンター (JODC) : 海洋情報システム (MICS)
http://www.jodc.go.jp/index_j.html, 2012
<2013年8月30日アクセス>
- 2) 渡辺一也: 波浪データを利用した海上風観測手法に関する検討, 海洋開発論文集, 第26巻, pp1251-1256, 2010.
- 3) 野村一至・渡辺一也: 船舶における風力発電の利用ポテンシャルに関する検討, 日本流体力学会年会 2010 (CD-ROM).