

1. はじめに

近年、風力エネルギーは二酸化炭素や硫黄酸化物などの大気汚染物質の排出を伴わないクリーンなエネルギーとして導入が進められ、風力発電機が世界や日本の各所で見受けられるようになった。また、洋上では陸上より風が強く、障害物がないため安定した強い風が得られ、騒音や電波障害などの周辺環境に関する影響も少ないことなど利点が多い。この洋上風への期待と近年の地球温暖化対策や石油価格の高騰は、実用化が難しいと思われていた海洋の再生可能エネルギーに目を向けるきっかけとなった。しかし、鳥取沿岸での風況評価に関する研究は多くない。このような事前評価の不確実性が、洋上風力発電の普及を阻害している。本研究では気象庁（JMA: Japan Meteorological Agency）が2010年から2012年までに観測した風速と風向と日本海洋データセンター（JODC: Japan Oceanographic Data Center）が2008年から2010年までに観測した風速と風向の2つのデータを用いて分析を行い、鳥取沿岸の風環境を明らかにすることを目的とする。

2. 観測地点

本研究で使用した気象庁の観測風速と風向は、気象庁のウェブサイトの気象統計情報の過去の気象データより得た。対象とした期間は2010年から2012年までの3年間であり、1時間における平均データを選択した。分析対象とした地点は図-1の赤い点で示されている境、茶屋、米子、塩津、倉吉、青谷、智頭、鳥取、岩井の9地点である。この9地点の気象データの要素には、降水量や気温、降雪量、積雪量などが記されているが、本研究では風速と、風向のみを考慮して分析を行う。

また、本研究で使用したJODCの観測風速と風向は、ウェブサイトの海洋データの沿岸海上気象より取得した。対象とした期間は2008年から2010年までの3年間であり、30分における平均データを選択した。分析対象とした地点は図-2の美保関と長尾鼻の2地点である。



図-1 気象庁観測地点

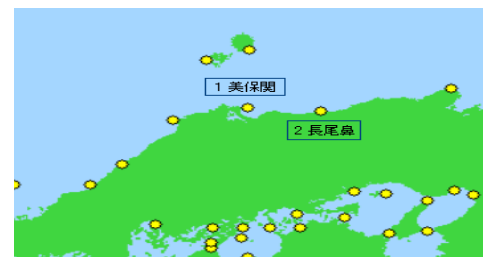


図-2 JODC 観測地点

3. 分析方法

まず、気象庁とJODCのウェブサイトから取得した各観測地の3年間の観測風速を集計し、平均風速と、1/3風速を算出した。1/3風速というのは、集計した全ての観測風速を降順に並べ、最大値から1/3番目の値のことを指す。この2種類の風速と合わせて、ヨーロッパで事業展開しているVestas社の洋上風力発電機V112-3.0MW⁽¹⁾の導入基準である平均風速10m/sにも着目する。本研究では、これら3種類の風速と1時間毎における風速を比較することにより、9地点の風速状況を考察する。

次に、北、北北東、北東～西北西、北西、北北西のように16方位で取得した風向を0°、22.5°、45°～292.5°、315°、337.5°と数字で表記する。西、北、東を含む0°～90°と270°～337.5°までを海上風に分類し、東南東から西南西までの112.5°～247.5°までを陸上風と分類した。各観測地点での陸上風と海上風の発生回数を算出し、風向状況を検討する。また、両データの観測風速は観測地点高度によって値が変わるが、本研究では観測地点高度を考慮せずに分析を行う。

4. 気象庁データの分析結果

表-1 に示す通り、気象庁の全観測地点の平均風速は、2.4m/s、1/3 風速は 11.2m/s となった。

図-3 は 2010 年の気象庁平均風速 2.4m/s 以上発生頻度を表している。風速について、鳥取県中部の倉吉、塩津と鳥取、では合計 5000 回以上発生している。変わって、観測地点が内陸部に位置する岩井、茶屋、智頭では合計 3000 回を下回り発生頻度が少ない。また境、米子、塩津、倉吉、青谷では 6 月に発生頻度の最低値を記録している。

風向については茶屋、倉吉、鳥取において平均風速以上の風速には陸上風の割合が 55%以上占めている。それ以外の地点では海上風の割合が多い。以上のことは 3 年間の値に共通している。

図-4 は 2011 年の気象庁導入風速 10m/s 以上発生頻度を表している。2011 年の風速について、塩津、倉吉、青谷では合計 60 回以上発生している。平均風速以上の場合は倉吉が合計 6012 回と一番発生頻度が多かったが、導入基準風速 10m/s 以上の風は塩津の合計が 92 回と一番発生頻度が多い。また、鳥取の導入基準風速以上の発生頻度は合計 8 回と平均風速以上の合計 5167 回から大幅に減少した。内陸部の茶屋、智頭、岩井に注目すると岩井は発生頻度が合計 10 回以上と他の 2 地点と比べて発生頻度は高い。

風向については、茶屋、鳥取は平均風速以上の場合と同様に陸上風が多いが、2011 年の倉吉の導入基準風速以上の風は海上風が 8 割を占めている。

図-5 は気象庁平均風速 2.4m/s 以上連続発生頻度を表している。倉吉では平均風速以上の連続発生頻度が 2 時間連続の場合を除き、24 時間連続まで発生頻度が一番高い。鳥取は 6 時間連続発生頻度までは倉吉の 306 回に続き、256 回と 2 番目に高い値であるが、7 時間以降からは米子の発生頻度の方が高くなっていく。24 時間になると 25 回と一番少ない発生頻度になった。このことから鳥取は 6 時間まで連続して発生する風は多いが、長時間になるほど連続して発生する平均風速以上の風は少なくなる。米子も鳥取と似た傾向になった。また塩津では、9 時間の時点では 122 回と発生頻度は少ないが、15 時間を越えた時点で 71 回と他の地点と比べ発生頻度の減少度合いが低い。

表-1 気象庁、JODC の風速値

	気象庁	JODC
平均風速	2.4m/s	5.2m/s
1/3 風速	11.2m/s	19m/s
導入基準風速	10m/s	10m/s
データ標本数	236736 個	97303 個

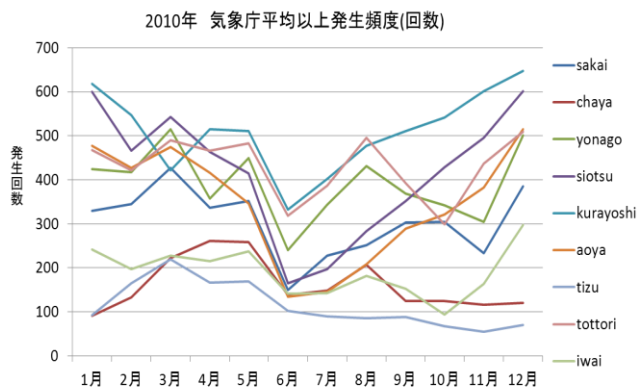


図-3 平均風速 2.4m/s 以上発生グラフ (2010 年)

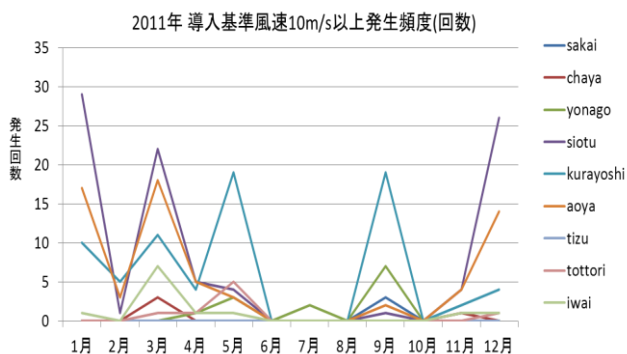


図-4 導入基準風速 10m/s 以上発生グラフ (2011 年)

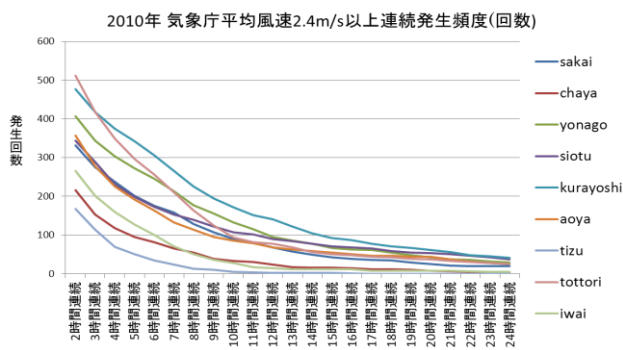


図-5 平均風速 2.4m/s 以上連続発生グラフ (2010 年)

このことから、塩津で9時間までの短時間連続発生頻度より、10時間以上の長時間連続して発生する頻度の方が多いたことが分かった。

5. JODC データの分析結果

表-1 より、JODC の美保関と長尾鼻の両地点の平均風速は 5.2m/s , 1/3 風速は 19m/s となった。JODC の観測地点は気象庁の観測地点と比べて沿岸部に位置している。そのため、平均風速と 1/3 風速は気象庁の風速値よりも JODC の風速値の方が高くなった。

平均風速 5.2m/s 以上の風は美保関に多いことが分かった。図-6 は JODC 平均風速 5.2m/s 以上発生頻度を表している。3 年間の風速をみても、長尾鼻では合計 5000 回、美保関では 8000 回近く発生している。またグラフの 6 月か 7 月に各観測地点の発生頻度の最低値が記録されている。これは図-3 の気象庁平均風速 2.4m/s 以上発生グラフでも同じ傾向がみられている。このことより、6 月、7 月、8 月にかけて平均風速以上の風は発生頻度が減少する観測値が多数存在することがわかった。

風向に関しては、2010 年の美保関を除き、平均風速 5.2m/s 以上の風は美保関、長尾鼻ともに海上風が半数以上を占めていた。

図-7 は JODC 1/3 風速 11.2m/s 以上発生頻度を表している。3 年間の風速をみると、美保関では 2009 年の合計 117 回除き 2008 年と 2010 年は 60 回を下回った。長尾鼻では毎年 90 回近く発生しており、1/3 風速 11.2m/s 以上の風は長尾鼻で発生頻度が高くなることが分かった。また、2 地点とも 4 月から 10 月までの気温が高くなりやすい季節には、1/3 風速以上の発生頻度はほぼ 0 回になった。

風向をみると、美保関では 1/3 風速 11.2m/s 以上の風は半数以上が海上風であった。長尾鼻では 3 年間を通して観測された 1/3 風速 11.2m/s 以上の風は全て海上風であった。この結果から、この長尾鼻では風速が強くなる程、海上風になるということが考えられる。

図-8 は JODC 平均風速 5.2m/s 以上連続発生頻度を表している。美保関では、2 時間連続の約 400 回から 24 時間連続の約 20 回まで算出した。長尾鼻でも同様に、2 時間連続の約 200 回から 24 時間連続の約 20 回まで算出した。2 時間連続の約 400 回から 11 時間連続の約 70 回までは長尾鼻の発生頻度を上回った。12 時間連続以降は美保関での発生頻度は減少していき、2008 年では 15 時間以降、2010 年では 12 時間以降で長尾鼻の発生頻度が上回った。

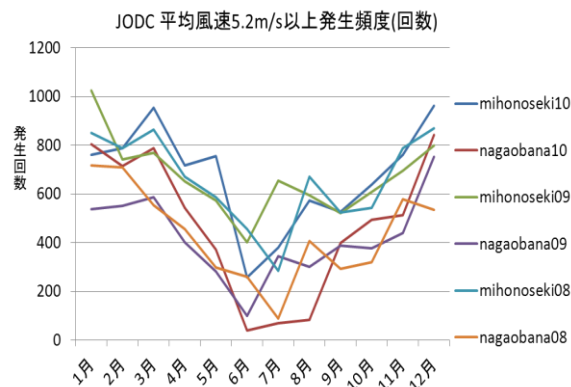


図-6 平均風速 5.2m/s 以上発生グラフ

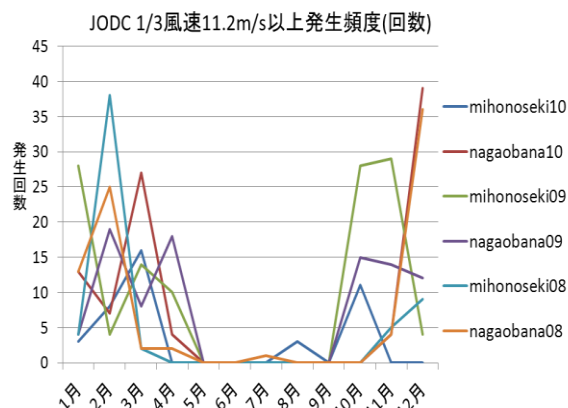


図-7 1/3 風速 11.2m/s 以上発生グラフ

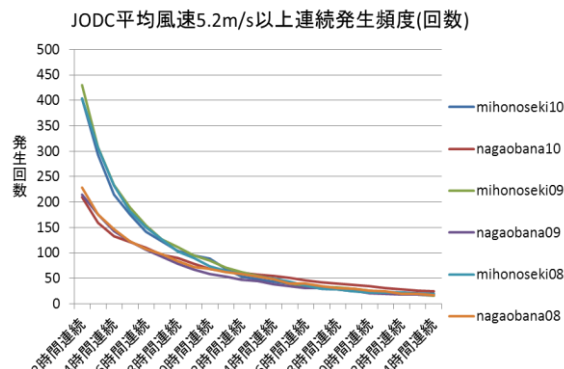


図-8 平均風速 5.2m/s 以上連続発生グラフ

図-9 は JODC 1/3 風速 19m/s 以上連続発生頻度を表している。風速 19m/s 以上の風速になってくると、最大回数 2009 年の美保関における 2 時間連続の 6 回であり、発生頻度は極端に少ない。2008 年と 2009 年の長尾鼻では、2 時間連続時間は美保関の連続時間より長い 7 時間連続であった。この結果より長尾鼻での発生頻度が多いと考えられる。

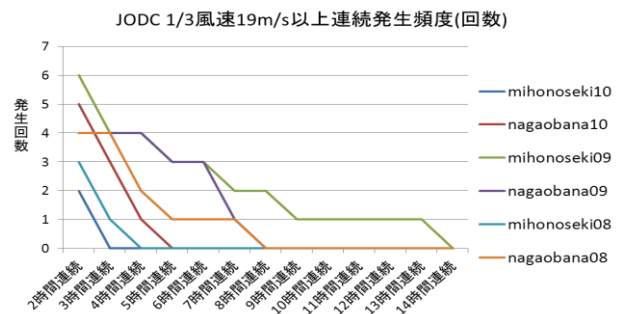


図-9 1/3 風速 19m/s 以上連続発生グラフ

本研究では、気象庁と JODC の観測値を用いて鳥取沿岸における風況考察を行った。今回は風場を分析するために、平均風速、導入基準風速 10m/s、1/3 風速に基づいて、各観測地点における平均風速以上、10m/s 以上、1/3 風速以上の風速発生回数とその連続発生頻度を調べた。主な結果は次の通りである。

1. 気象庁の観測地点の塩津、倉吉、青谷の鳥取中部の 3 地点の平均風速の値はそれぞれ 3.03m/s, 3.64m/s, 2.7m/s と他の地点と比べ大きく、平均風速 2.4m/s、1/3 風速 11.2m/s、導入風速 10m/s 以上の連続発生頻度も他の地点より長時間連続して発生していることがわかった。内陸部の茶屋、智頭、岩井では平均風速の値はそれぞれ 1.36m/s、1.26m/s、1.8m/s と小さく、3 種類の風速の連続発生頻度も少なかった。

また 6 月、7 月、8 月にかけて平均風速以上の風は発生頻度が減少する観測値が多数存在した。

2. JODC の観測地点の美保関では平均風速 5.2m/s から導入基準風速 10m/s 未満の発生頻度が多く、平均風速は 5.72m/s であった。長尾鼻の平均風速は 4.73m/s となったが、10m/s 以上の発生頻度は美保関よりも多い。また 3 年間を通して JODC の観測地点では海上風の割合が多い。

【参考文献】

1) Vestas Corporate website

<http://www.vestas.com/en/wind-power-plants/procurement/turbine-overview/v112-3.0-mw.aspx#/vestas-univers>

2) 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

3) 日本海洋データセンター <http://jdoss1.jodc.go.jp/cgi-bin/2001/wave.jp>

4) 間瀬肇, 紺野晶裕, 森信人, 安田誠宏, sheng DONG : 洋上ウィンドファームサイトに波浪と風の解析, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.66, No.1, 386-390, 2010