

第2章 風の概況

木村 玲二

Abstract

Change of wind conditions and sand movement in Tottori sand dune need to be understood to maintain the original topography and landscape. We analyzed the wind direction and speed data obtained at middle point of Tottori sand dune from 2015 to 2018 and considered the wind direction, wind speed, and wind energy accelerating the sand drifting. Annual average wind speed was almost the same, ranging from 5.1 to 5.2 m/s. However, this value was smaller as 0.3 m/s than those in 2012 to 2014. Emergence rate of each wind direction was prevailing in southern direction over 50%. Wind energy density related to sand movement was large in the direction of E to ENE in a clockwise way, especially in NW. Wind speed over 10 m/s which have energy to move sand dune itself was prevailing in the direction of N.

1. はじめに

鳥取砂丘が本来の砂の動きを取り戻し、自然の地形を維持するためには、現場の風況や砂移動の変化を持続的に把握する必要がある。鳥取県では、砂丘中央、南側砂防林、砂丘入口に風向・風速計を設置しており、観測は現在でも継続して行われている。特に、砂丘中央では、観測データが鳥取砂丘未来会議事務局に自動送信されており、一般の人々もタイムリーに、風況を10分毎にインターネットで知ることが出来るようになった。本研究では、砂丘の動きが“風”に支配されていることを前提に、前回の報告書に引き続き2015年～2018年までに得られた、砂丘中央の風向・風速データを解析したので報告する。

2. 観測および解析方法

図1に、風向・風速計を設置している場所について示す。観測場所の周辺の様子について、砂丘中央では第二砂丘列の丘陵に位置し、周辺はほぼ解放されている。南側砂防林では、第三砂丘列と南側の砂防林に挟まれた低地に位置している。砂丘入口で

は、近年、堆砂の著しい観光砂丘入口付近（階段横）に設置されている（図1）。

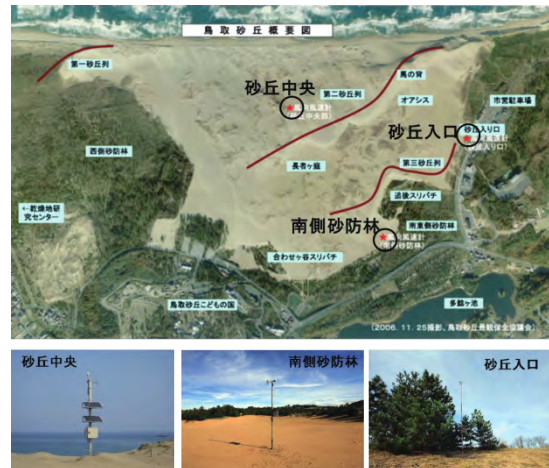


図1. 鳥取砂丘における風向・風速計の設置場所（丸内）および周辺の様子。

観測期間は2015年1月1日から2018年12月31日までである。砂丘中央では風向・風速の他に、降水量、気温、湿度、大気圧も測定されており、データは鳥取砂丘未来会議事務局に自動送信されている。砂丘入口、南側砂防林では、データは1か月に1回、データロガーに保存されたものを回収している。風向・風速データに関しては、3か所ともに10分間平均値である。砂丘中央の風向風速は、Vaisala社の複合気象センサ

ー (WXT520-L5), 南側砂防林, 砂丘入口の風向風速は, North One 社の風向風速計 (KDC-S04-05) で測定した。風向・風速計の設置高さは, 砂丘中央で 5 m, 南側砂防林で 3.3 m, 砂丘入口で 6.3 m である。

なお, 2016 年に関しては飛砂を促進する冬の季節風が顕著な 11 月~12 月, 2017 年に関しては 1 月~2 月, 9 月, 12 月のデータが欠損しており (メンテナンスおよび機材不良のため), 解析結果の使用に関しては注意が必要である。

3. 結果および考察

図 2 に, 2015 年から 2018 年までの砂丘中央における日平均風速, 月平均風速の季節変化, および年平均風速を示す。年平均風速は, 5.1 m/s~5.2 m/s の範囲となっており, 観測期間において年変化はほとんどなかった。しかし, 前回の報告書の解析期間である 2012 年~2014 年の結果と比較すると 0.3 m/s 程度減少している。鳥取砂丘の砂が風で動き始める (転動またはクリープ現象) のは 1 m 高度において約 4 m/s で, 風速計設置の 5 m 高度で約 5 m/s に相当するので, 年間平均で見ると, 夏季の風速の小さい時期を除けば, 砂を動かす風が卓越している。

月平均風速が年平均風速より大きい月は, 11 月~2 月の冬季と 3 月~4 月の春季であるが, まれに 5 月や 10 月に大きい年もある。冬季は大陸からの季節風, 春季は南からのフェーンによるものであるが, 5 月や 10 月の大きい原因は低気圧や台風の通過によるものであろう。

図 3 に, 2015 年から 2018 年までの砂丘中央における風向出現率風配図 (左上), 風区別平均風速・風向出現率 (右上), 風力エ

ネルギー密度 (左下), および同砂丘入り口 (右下) を示す。風力エネルギー密度は砂を動かす 5 m/s 以上の風を対象に計算しており, 単位は MJ/m² である。したがって, 値が大きい年ほど砂が頻繁に移動したと解釈してよい。

風向出現率に関しては, 2015 年から 2018 年を通して約 50%が南方向からのものであり, 右上の図の赤線を見ても突出しているのが理解できる。赤線にはもう 1 つの小さな山が北東にある。通常, よく言われている「鳥取砂丘の卓越風向は北西である」という傾向は風向出現率からは見られない。

青線で示した風向別平均風速に関しては, 大雑把に 3 つの山と 2 つの谷がこの 4 年間に共通して見て取れる。3 つの山は北~東北東, 南, 西~北北西にかけてであり, いずれも風速は砂を動かす 5 m/s 以上である。2 つの谷に対応する東~南南東と南南西~西南西の風は弱く, 5 m/s 未満である。

飛砂を促す風力エネルギー密度の風向分布を見てみると, 風向出現率のそれとは明らかに異なっている。南方向の頻度も存在するがその値は小さい。分布の形や密度値は年ごとに異なっているが, 共通しているのは北方向 (時計回りで, 西~東北東), 特に北西方向からの風力エネルギー密度が高いことである。「鳥取砂丘の卓越風向は北西である」という傾向は, 風速 5 m/s 以上のデータを解析対象とした風力エネルギー密度から読み取れる。

参考として, 右下に砂丘入り口における風力エネルギー密度の結果を示す。現時点で, 風向風速計を超えるクロマツが隣接して育っているため, (1)時計回りで, 南~西方向にかけてのデータが遮断されていること, (2)風速の値自体が弱められていること,

等の理由によりデータとして信憑性に欠けるが、北西方向からの風の営力が突出しているのが分かる。今後は、砂丘入り口の風向風速計を防風林等の障害物の影響を受けないよう、移動設置することを考えている。

前回の報告書では、砂丘列そのものを動かす営力を持つ 10 m/s 以上の風を対象に、南北成分と東西成分それぞれの差し引き値を風向のベクトルとして 2 つの成分の合力を求めた。その結果、2012 年は北西、2013 年は北北西、2014 年はほぼ北になり、「砂丘列を大きく移動させると思われる卓越風は北西方向である」と述べた。実際、鳥取砂丘の第 1～3 砂丘列は北西方向に面している。本報告でも引き続き 2015 年から 2018 年までの解析を行った（表 1）。その結果、ほぼ北からの風が砂丘列を動かさうする卓越風向であることが分かった。2012 年は北西であったが、それ以降の近年の傾向として、「砂丘列を移動させると思われる卓越風は北である」ということが示唆される。また、表 1 から、南や西方向からの風の頻度が減少傾向、北や東からの風が増加傾向、特に東の増加と南の減少が顕著である。これらのことは今後、砂丘列の形が変化していくうえで、注視すべき事実であろう。引き続き観測を行いたい。

4. おわりに

前回の報告書に引き続き、2015 年から 2018 年までの砂丘中央における風向風速のデータ解析を行った。要約すると以下のようになる。

- 年平均風速は、5.1 m/s～5.2 m/s の範囲で、変化はほとんどなかった。しかし、2012 年～2014 年の結果と比較する

と 0.3 m/s 程度減少していた。

- 風向出現率に関しては、4 年間を通して約 50%が南方向からだった。残りは 10%の範囲内で各方向に分散した。
- 飛砂と関連する風力エネルギー密度は、西～東北東（時計回りで）にかけて、特に北西方向で頻度および値が大きくなった。
- 砂丘列そのものを動かさうする営力を持つ 10 m/s 以上の風を対象に風向別頻度を調べたところ、近年の傾向として北からの風が卓越していることが分かった。
- 近年の 10 m/s 以上の風の傾向として、南や西方向からの頻度が減少傾向、北や東からの頻度が増加傾向、特に東の増加と南の減少が顕著であることが示唆された。

参考文献

- 1) 阿不来提・木村（2011 年）：春季の鳥取砂丘における飛砂発生の特徴．日本砂丘学会誌，58(2)，31-40.
- 2) 木村・阿不来提（2016 年）：2012～2014 年までの鳥取砂丘の風向・風速の特徴．日本砂丘学会誌，63(2)，49-56.
- 3) 鳥取大学国際乾燥地研究教育機構監修・小玉芳敬・永松大・高田健一編（2017 年）：鳥取砂丘学（木村玲二：第 3 節），古今書院，104pp.

謝辞

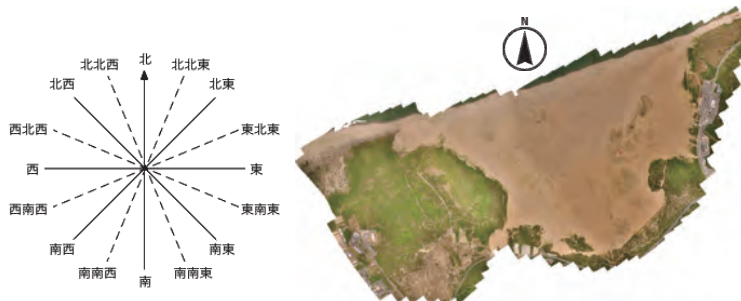
風のデータ収集および取りまとめに関しては劉佳啓博士にご協力いただきました。記して謝意を表します。

表 1. 2012 年から 2018 年までの砂丘中央における風向頻度。10 m/s 以上の風を対象に解析。(参)はデータの欠損が多いため、参考程度にすべきであることを示す。右下は 2017 年 5 月に UAV で撮影したもの。

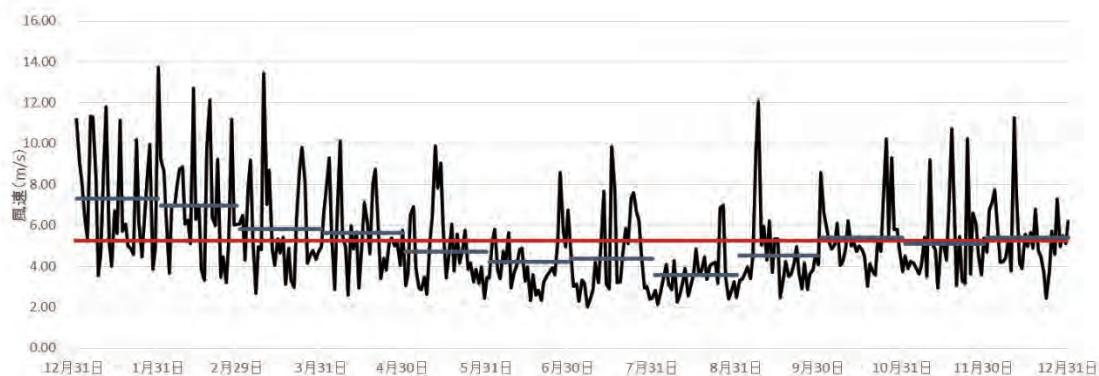
風速 ≥ 10 m/s 赤は1位

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年 (参)	2017年 (参)
東	7%	5%	11%	9%	15%	10%
西	27%	18%	12%	17%	12%	21%
南	25%	25%	16%	18%	26%	22%
北	42%	52%	61%	57%	47%	47%
卓越	北西	北北西	北	北	北	北北西

	2018年
東	10%
西	18%
南	13%
北	60%
卓越	北



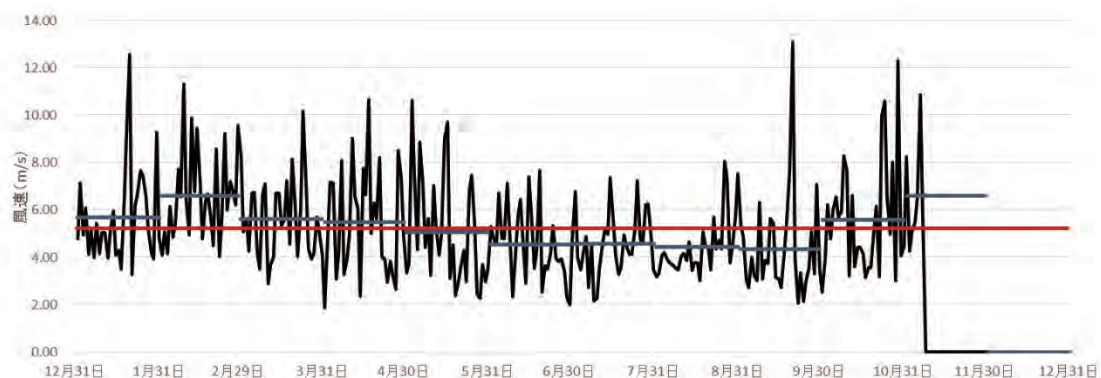
2015年 中央データ



年平均風速: 5.2 m/s

月平均風速: 1月: 7.3 m/s、2月: 7.0 m/s、3月: 5.8 m/s、4月: 5.7 m/s、5月: 4.7 m/s
6月: 4.2 m/s、7月: 4.4 m/s、8月: 3.6 m/s、9月: 4.5 m/s
10月: 5.4 m/s、11月: 5.1 m/s、12月: 5.4 m/s

2016年 中央データ



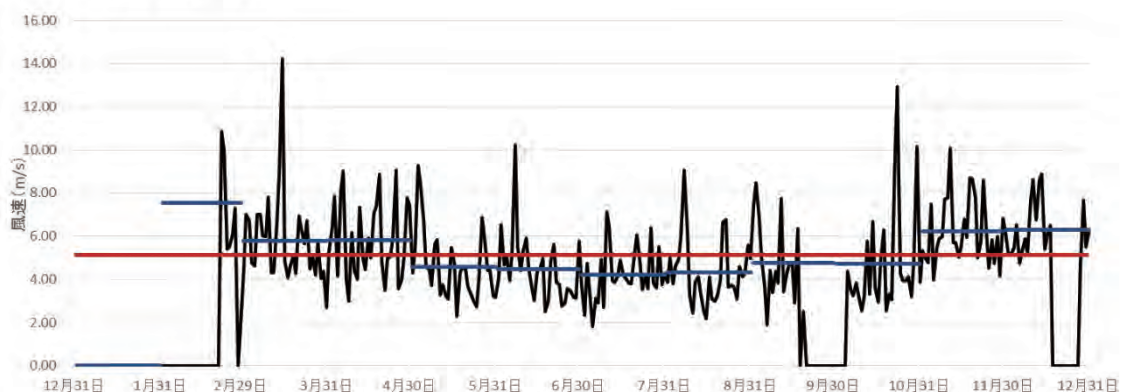
年平均風速: 5.2 m/s

月平均風速: 1月: 5.7 m/s、2月: 6.6 m/s、3月: 5.6 m/s、4月: 5.5 m/s、5月: 5.1 m/s
6月: 4.5 m/s、7月: 4.6 m/s、8月: 4.4 m/s、9月: 4.3 m/s
10月: 5.6 m/s、11月: N.A.、12月: N.A.

注) 11/8～12/31までデータ欠損。

図2. 2015年から2018年までの砂丘中央における日平均風速（黒線）、月平均風速（青線）の季節変化、および年平均風速（赤線）。

2017年 中央データ

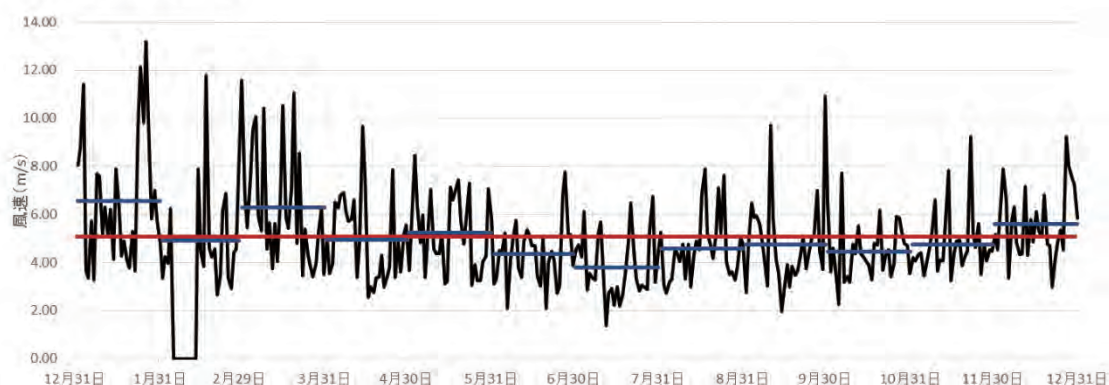


年平均風速: 5.1 m/s

月平均風速: 1月: N.A., 2月: N.A., 3月: 5.8 m/s, 4月: 5.8 m/s, 5月: 4.6 m/s
6月: 4.5 m/s, 7月: 4.2 m/s, 8月: 4.3 m/s, 9月: N.A.
10月: 4.7 m/s, 11月: 6.2 m/s, 12月: N.A.

注) 1/1~2/21, 9/18~10/4, 12/18~12/27までデータ欠損。

2018年 中央データ



年平均風速: 5.1 m/s

月平均風速: 1月: 6.6 m/s, 2月: 4.9 m/s, 3月: 6.3 m/s, 4月: 5.0 m/s, 5月: 5.2 m/s
6月: 4.3 m/s, 7月: 3.8 m/s, 8月: 4.6 m/s, 9月: 4.8 m/s
10月: 4.5 m/s, 11月: 4.8 m/s, 12月: 5.6 m/s

注) 2/5~2/13までデータ欠損。

図2. Continued (2015年から2018年までの砂丘中央における日平均風速(黒線), 月平均風速(青線)の季節変化, および年平均風速(赤線))

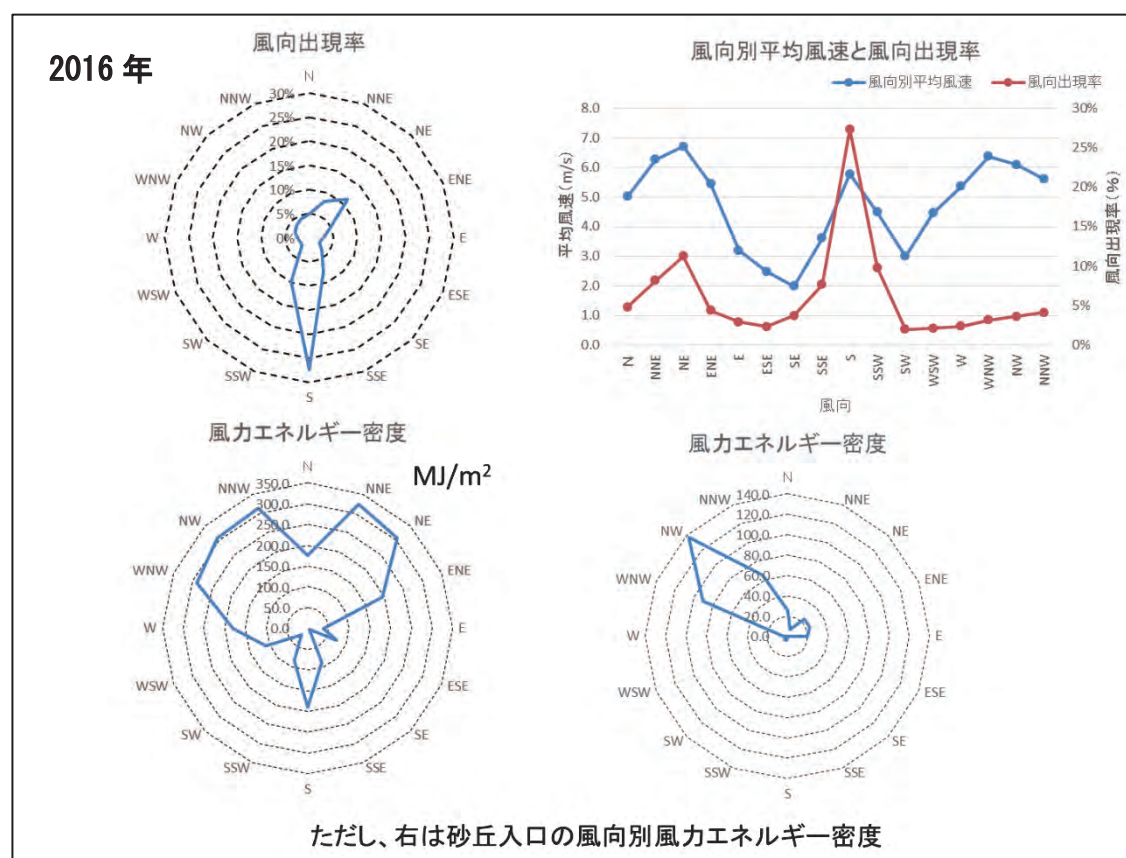
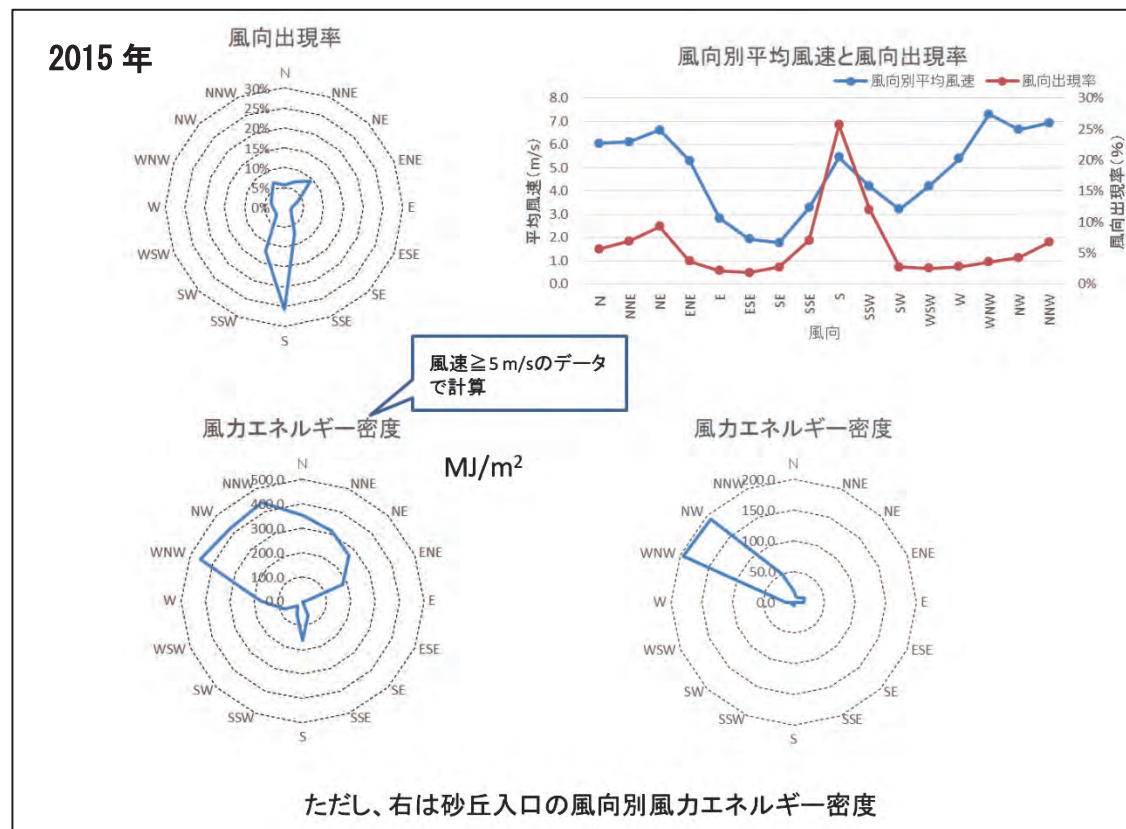
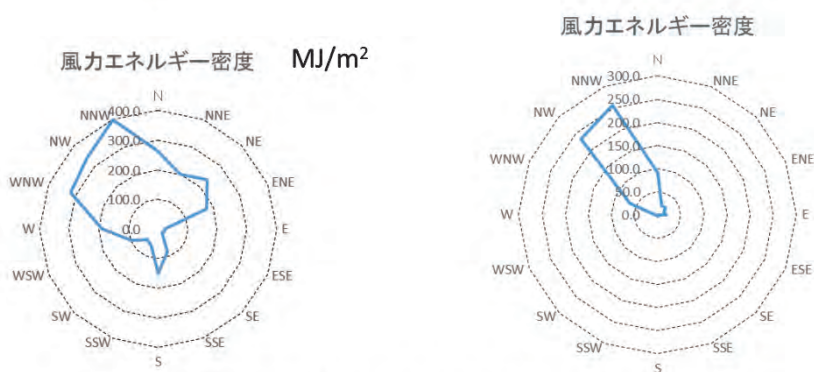
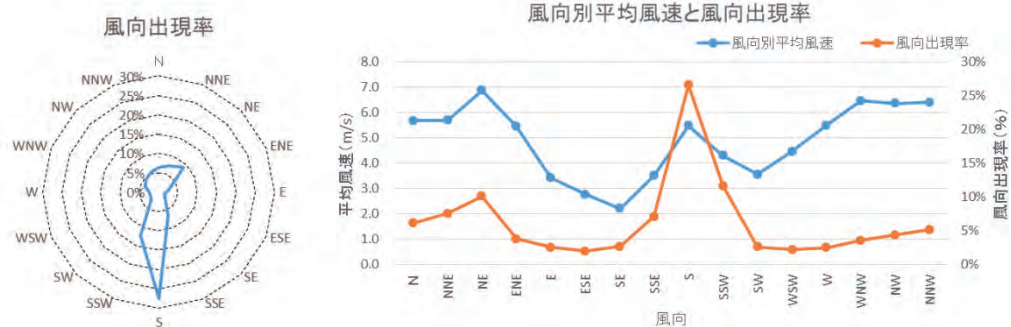


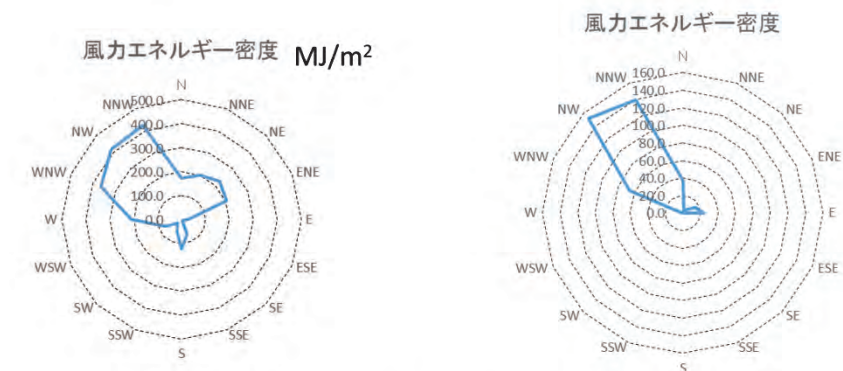
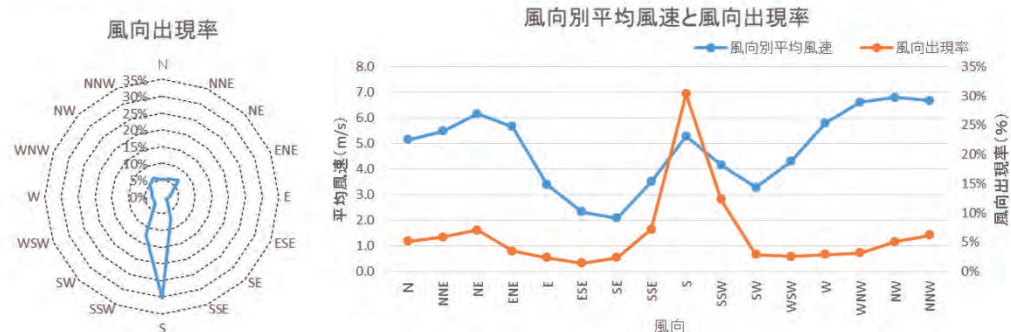
図 3. 2015 年から 2018 年までの砂丘中央における風向出現率，風向別平均風速，風力エネルギー密度および同砂丘入り口

2017年 中央データ



ただし、右は砂丘入口の風向別風力エネルギー密度

2018年 中央データ



ただし、右は砂丘入口の風向別風力エネルギー密度

図3. Continued (2015年から2018年までの砂丘中央における風向出現率, 風向別平均風速, 風力エネルギー密度および同砂丘入り口)