

五十嵐キャンパスにおける風況特性

工学部電気電子工学科 文部技官 伊藤 告

1. はじめに

五十嵐キャンパスは日本海沿岸の砂丘に位置し、冬の季節風や春から秋にかけての海陸風等の影響を受けやすい場所である。これらの風は日常生活において強風・塩害・飛砂等の被害をもたらすことも多いが、クリーンな自然エネルギーの一つであり、積極的に利用すべきである。

しかし、風は地域差が大きく、時間的にも変化しやすいため、風エネルギーの利用に当たっては、その地点における風の状況である風況を正確に把握する必要がある。昭和56年4月以降、工学部屋上に風向・風速計を設置して風況特性を測定している。今回は、測定開始初期の昭和56年4月1日より昭和58年3月31日までの2年間の集計結果から概要を報告する。

2. 測定地点および測定器

2-1 測定地点

工学部は日本海沿岸の砂丘上、海拔約25m、海岸線からの直線距離約900mの地点に建っている。その屋上、地上高約25mに測定器が設置されている。

2-2 測定器

〔プロペラ型風向風速計〕光進電気工業(株)製 KD-110型 瞬間風速・風向、10分間平均風速の測定。

〔風力積算計〕光進電気工業(株)製 NE-300型 風エネルギー密度の測定。

風速を $V(\text{m/s})$ 、空気密度を $\rho (\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ とすると、単位時間に単位断面積を通過する風エネルギー密度 P は次のように表され、風力積算計は V の3乗の時間積分を実行している。

$$P = \frac{1}{2} \rho V^3 = 0.6125 V^3 \quad (\text{W/m}^2)$$

ただし、 $\rho = 1.225$ (日本の平地の年平均値) とする。

3. 風況特性

3-1 風速の度数分布

図1に昭和56年4月より昭和58年3月までの2年間の風速の度数分布を示す。

2年間の全測定時間(17,093h)を100%として1時間あたりの平均風速を1m/sごとに区分した各風速域での時間数を度数で表している。1時間あたりの平均風速は風速計によって求められた10分間平均風速を算術平均により求めている。

最大の度数を示す風速域は2~3m/sで2年間の平均風速4.3m/sよりも小さな値となっている。

2年間の平均風速の値より小さい4m/s以下が全体の約60%を占めている。

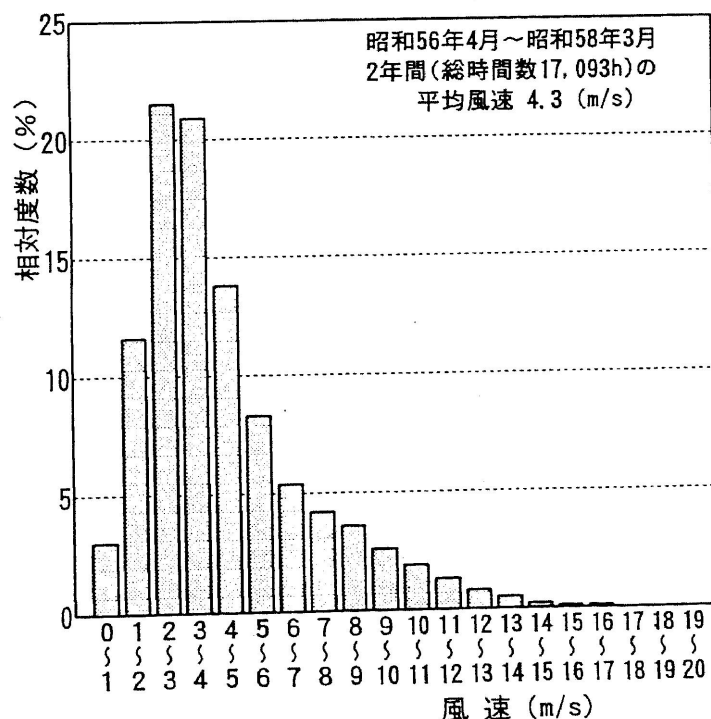


図1 風速の度数分布

3-2 風速・風エネルギー密度の季節変化

自然エネルギーである風エネルギーを利用する場合に問題となるのは風エネルギーの季節変動と時間変動である。

図2に2年間の月別の平均風速と風エネルギー密度の変化を示す。

1ヶ月間の平均風速は季節によって大きな変化がある。12~2月の冬季は、6~8月の夏季に比較して大きな値となっている。冬季においては、西高東低の強い気圧配置による季節風のため平均風速の値が大きくなっている。

風エネルギー密度も同様に、冬季と夏季の差が大きくなっているが、風エネルギー密度は風速の3乗に比例するため、季節変動は風速の場合より大きくなっている。

なお、2年間で得られた総風エネルギー密度は $2,727 \text{ KWh/m}^2$ であり、1時間当たりでは約 160 W/m^2 となる。この値は日本全土の全年平均(年間)の太陽光の照射エネルギー密度 141 W/m^2 に匹敵している。

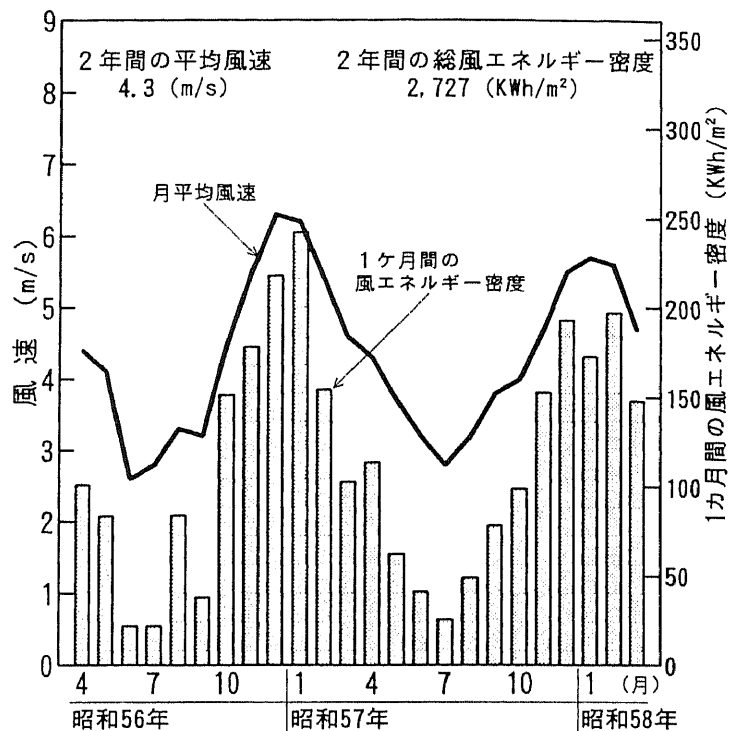


図2 風速・風エネルギー密度の季節変化

3-3 風速の時間変化

図3に1日の風速の時間変化を示す。

季節変化において大きな差が見られた冬季と夏季、および年間の時間変化の比較をおこなった。

冬季以外では、日中風が強く13~15時に風速は最大値を示している。この傾向は、特に夏季において大きくなっている。これは春から秋にかけて、海上と陸上の温度差による海陸風が発生し、日中海から陸に向かって吹く風が強いためと考えられる。

冬季は時間による変化が比較的小さく、平均風速は高いレベルで一定値を保っている。冬季は冬の気圧配置が長時間、時には数日間続くため時間変化が小さいと考えられる。

また、風エネルギー密度の時間変化についても同様な結果が得られた。

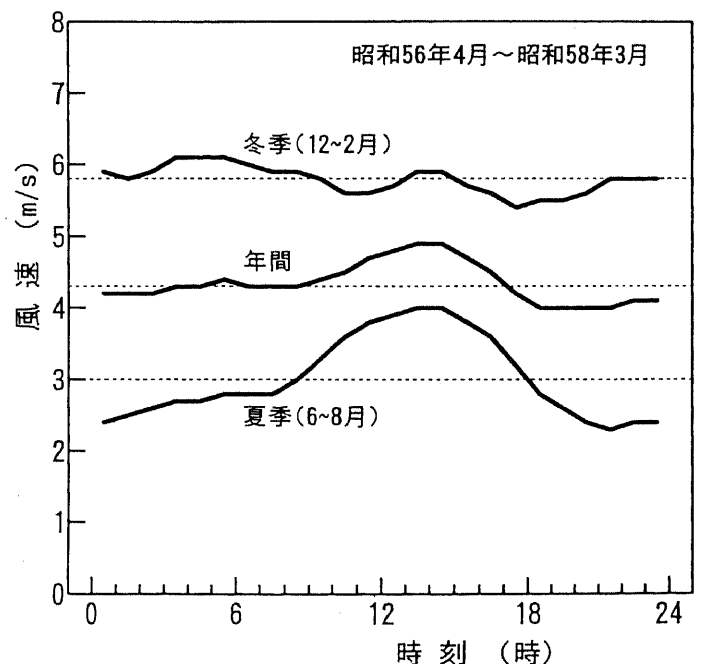


図3 風速の時間変化

3-4 風向分布および風向別平均風速

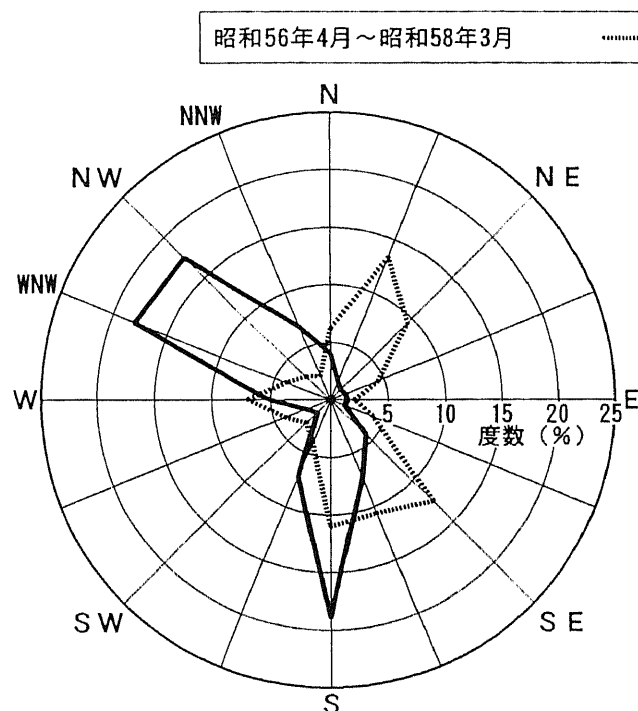


図4 夏季および冬季における風向分布

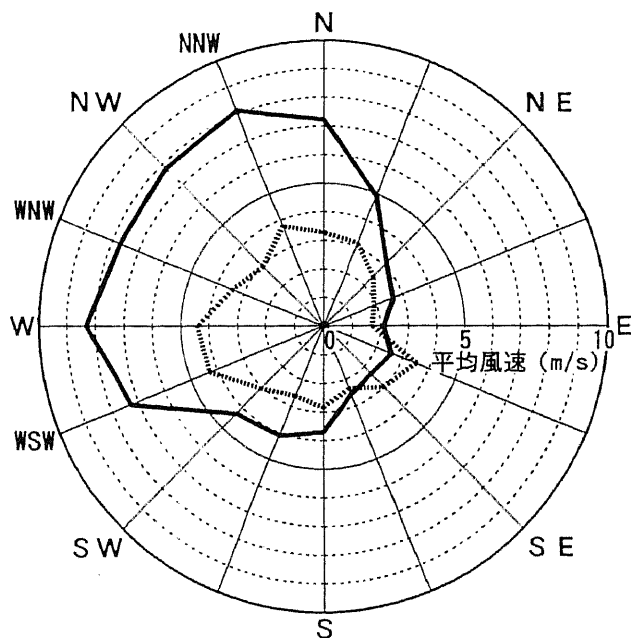


図5 夏季および冬季における風向別平均風速

風はベクトルであるから、風速と風向の2つの要素によって示される。図4に2年間の夏季と冬季の風向分布、図5に風向別の平均風速を示す。風向は16方位に区分し、風向のデータは気象庁に準じて正時前10分間の平均を採用している。夏季は、風向分布は分散しており、平均風速の風向別の差は小さい。

冬季は、WNW(西北西)・NW(北西)およびS(南)の度数が大きくなっている。平均風速はN(北)からWSW(西南西)の範囲は大きな値を示している。これは冬型の気圧配置による強い季節風によるものである。また、風向分布において度数の大きかったS(南)は平均風速の値は小さく、S方向の風から得られる風エネルギー密度は小さい。

3-5 風向別風エネルギー密度

図6に風向別風エネルギー密度を示す。2年間に得られた総風エネルギー密度は $2,727 \text{ kWh/m}^2$ であるが、これを各風向別に得られた風エネルギー密度を表している。WNW(西北西)を中心にNW(北西)からW(西)にかけて大きな値となっている。これは、ほとんどが冬季の季節風によるもので、平均風速・度数ともに大きいため、得られる風エネルギー密度も非常に大きくなっている。

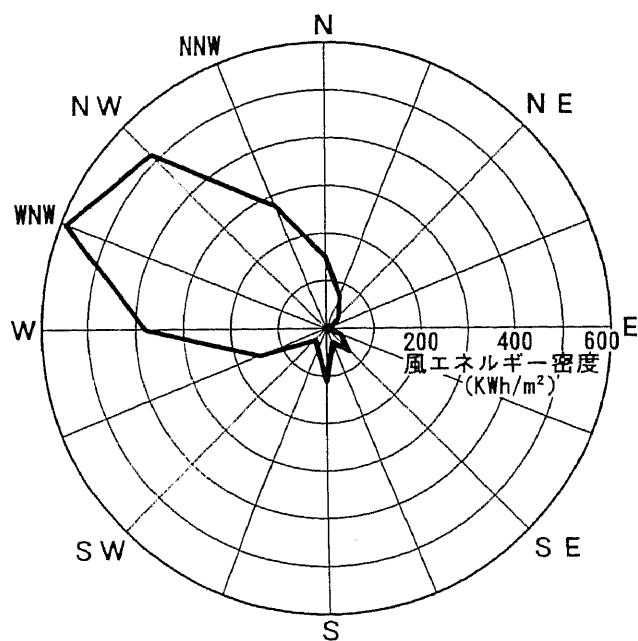


図6 2年間の風向別風エネルギー密度

3-6 瞬間風速30m/s以上の記録

表1に2年間に測定された瞬間風速30m/s以上の記録を示す。そのほとんどが台風と冬季の季節風によるものである。(昭56. 8. 23)の記録は、台風の通過が早朝であったため風速計の記録計の測定レンジ(35/70[m/s])の切り替えができず正確な値は不明である。台風は、その大きさ・強さや通過する速度・コース等にもよるが時間的には短い。それに対し、冬季の季節風は冬型の気圧配置が続く間、長時間にわたって吹き続け、平均風速の値も大きい。

表1 昭和56年4月～昭和58年3月における瞬間風速 30(m/s)以上の記録

年 月 日	時 刻	瞬間風速 (m/s)	10分間平均風速 (m/s)	風 向	備 考
昭56. 8. 23	6:30~8:06	37.5以上	25.7以上	NW	台風15号
10. 23	15:15	34.8	17.5	W	台風24号
11. 3	5:42	34.9	17.2	WSW	
12. 2	4:39	34.2	21.3	NNW	
12. 20	6:33	34.8	19.0	W	
昭57. 1. 7	5:35	33.2	22.3	NW	
8. 2	3:39	30.1	14.3	ESE	台風10号
9. 12	20:34	33.7	15.0	NNE	台風18号
10. 24	20:46	35.6	19.4	W	
12. 23	18:18	30.5	16.4	W	
昭58. 2. 9	11:29	31.5	17.0	WNW	
2. 15	14:20	33.9	16.8	W	

4. まとめ

2年間の測定結果より年間の平均風速は4.3m/sであるが、季節変動が大きく夏季(6~8月)の平均は3.0m/s、冬季(12~2月)の平均は5.8m/sである。1日の時間変動は、冬季以外は日中の風速値がそれ以外の時間帯より大きくなっている。冬季はこの傾向が見られず、どの時間帯でも高いレベルで一定している。冬季において風速値が大きくなっているのは季節風によるものである。

冬季の季節風は非常に大きなエネルギーを持っており、その風向はWNW(西北西)を中心にW(西)からNW(北西)にかけて集中している。1日の時間変動も小さく、安定したエネルギーを得ることができると思われる。

現在も継続して測定中であるが、同時に小型風力発電装置を使用した実験を行っている。得られた風況データをもとに、風エネルギーをいかに効率よく利用するかが今後の課題である。