

筑波の風とその季節変化

— 水理実験センターの観測記録から —

Seasonal Variation of Wind in Tsukuba

— Analysis of Data Observed at the Environmental Research Center —

鳥谷 均*・吉野 正敏**

Hitoshi TORITANI and Masatoshi YOSHINO

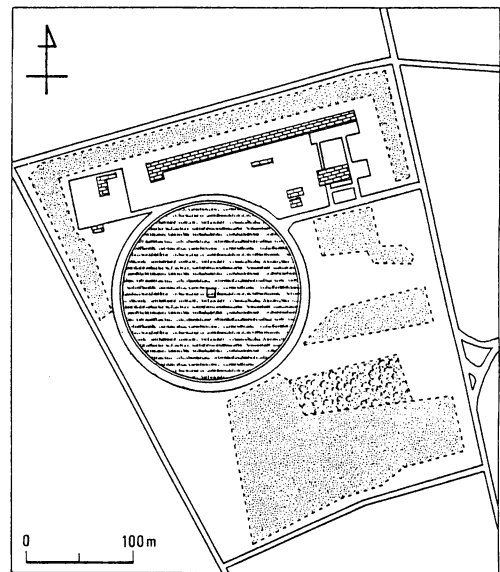
I はじめに






筑波大学水理実験センターでは、現在、熱収支・水収支関係の37要素のルーチンデータを、オンライン・リアルタイム方式の気象日報作成装置に収録している(古藤田ほか, 1983)。1981年6月下旬から作動開始したこの収録システムもこの6月で満6年となり、データ数も膨大な量となった。さらに、このシステムによって収録された気象日報データには、暖冬や寒冬、冷夏や暑夏など、気温の変動が大きかった1980年代前半の天気の様子が克明に記述されている。今回は、この日報データのうち、風向と風速、気温のデータを用いて、1981年7月から1987年6月までの72カ月間に、水理実験センターで観測した風の特徴を統計的に明らかにする。

II 解析方法

解析に用いたデータは、水理実験センター観測圃場(半径80m, 面積約20,100m²)の中央にある、高さ30mの観測用鉄塔の頂部に設置された超音波風速計(海上電機社製SA-200型)による風向、高度1.6mに設置された超音波風速温度計(海上電機社製PAT-311型)による風速、そして白金抵抗温度計(中浅測器社製E-731型)による気温の3

要素である。第1図に水理実験センター観測圃場の概観と測器の配置を示す。



-  Building
-  Pasture
-  Conifer (red pine)
-  Deciduous tree
-  □: 30m tower
- Sonic anemometer-thermometer
- Pt resistance thermometer

第1図 水理実験センター観測圃場概観と測器の配置

* 筑波大学・院・地球科学研究科(現 筑波大学水理実験センター) ** 筑波大学地球科学系

第1表 解析データ数と欠測データ数

解析データ数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風 向	4464	4056	4426	4259	4464	3839	3768	4464	3330	3045	3912	4437
風 速	3526	4027	4244	4149	4303	4304	3999	4336	4245	4425	4309	3839
気 温	4453	4053	4345	4126	4461	4301	4401	4464	4257	4333	4309	4456

欠測データ数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風 向	0	0	38	61	0	481	696	0	990	1419	408	27
風 速	938	29	220	171	161	16	465	128	75	39	11	625
気 温	11	3	119	194	3	19	63	0	63	131	11	8

またこの日報データでは、風向は正時の瞬間値であり、風速と気温は1時間の平均値に統計処理なされたものである。第1表に風向、風速、気温に関して、解析したデータ数、欠測データ数を各月毎に示す。

III 結 果

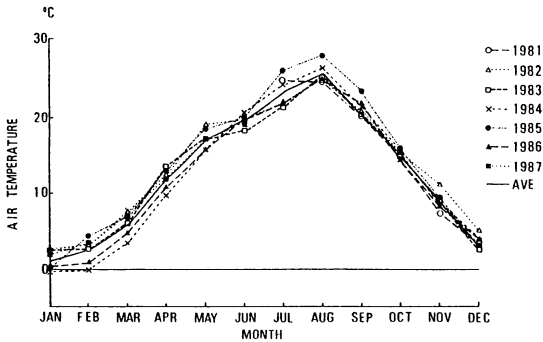
第2図に1981年7月から87年6月における、気温の季節変化を示す。上記の6年間における年平均気温は13.0°Cであり、月平均気温は8月に最高値(25.7°C)を、1月に最低値(1.2°C)をとる。

第3図に各年における月平均気温の偏差を示す。気温の偏差は、上記の期間では-2.5~2.7°Cの範囲であり、正の偏差の最大は1985年7月に、負の偏差の最大は1984年2、3月に現れる。また1984年2、3、4月では、気温の偏差が-2°C以下、1985

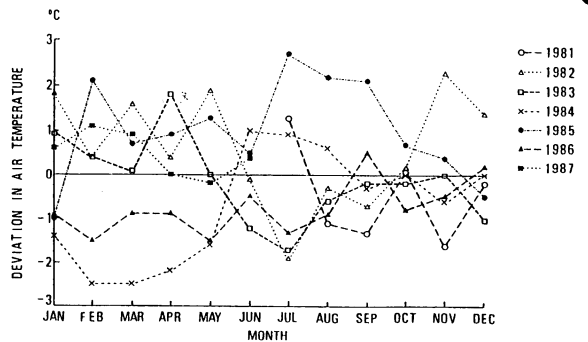
年7、8、9月では気温の偏差が2°C以上となり、それぞれ寒冬、暑夏であったことを示す。

さらに気温の偏差は、その符号が5~6月あるいは9~11月に変わることが多い。すなわち、12~5月に気温の偏差が正である年は、6~9月には偏差が負となり、12~5月に気温の偏差が負となる年は、6~9月では偏差が正になる傾向がある。しかし1985年は1年を通して気温の偏差は正、1986年は1年を通して気温の偏差は負であった。

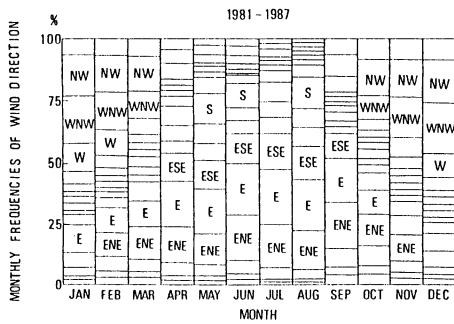
第4図に、1981年7月から87年6月における風向頻度の年変化(以下、風向頻度の平均と呼ぶ)を示す。横軸は月、縦軸は1カ月間における風向の頻度分布を百分率で示している。冬には、西~北西の頻度が高く、30~50%を占める。しかし、春になるにつれて、西~北西の頻度は低くなり、変わって東北東~東南東の頻度が高くなる。5月は風向が南



第2図 気温の年変化



第3図 月平均の気温の偏差の年変化

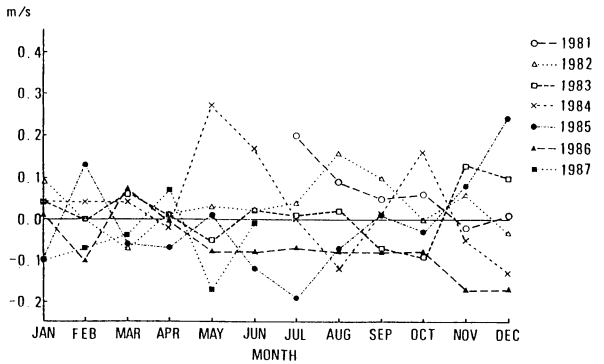


第4図 各月の風向頻度の年変化

東～南南西となる頻度が25%と、4月、6月と比較して7～8%高い。夏は、東北東～南南西の風向の頻度が70～85%にまで達する。とくに、8月では南南東～南南西の風向頻度が25%にまで達する。その後、秋から冬にかけて、東北東～東南東の頻度が低くなり、これに対応して西～北西の頻度が高くなる。

第5図に前述の期間における、風速の季節変化を示す。年平均風速は1.1 m/s、月平均風速の最大は4月(1.6 m/s)、最小は11月(0.8 m/s)に出現する。

第6図に各年における月平均風速の偏差を示す。月平均風速の偏差は上記の期間では、ほぼ-0.2～0.2 m/sの範囲にある。1～4月は偏差は小さい(±0.1 m/s)。しかし、1984年5月、1985年12月における風速の偏差は0.2 m/s以上になっている。



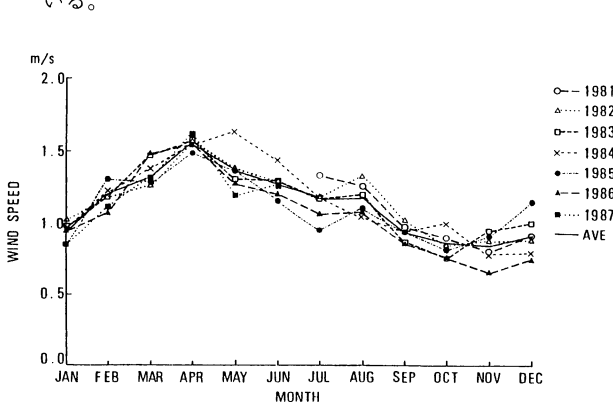
第6図 地上1.6 mにおける月平均風速の偏差の年変化

月平均気温に関して、負の偏差が大きかった1984年2～5月、正の偏差が大きかった1985年7～9月における風向の頻度分布を第7図に示す。

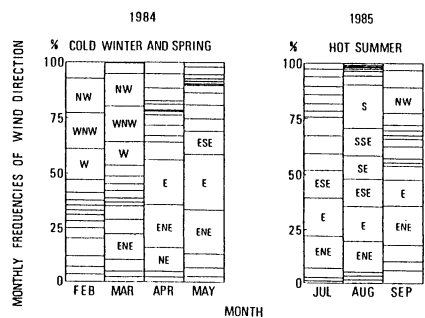
1984年2、3月では北西～西の風向頻度がそれぞれ46、42%をしめる。これと、第4図に示した風向頻度分布の平均と比較すると、2月では5%、3月では11%ほど風向が北西～西となる頻度が高く、平年と比較して北西～西の風向が卓越していたことがわかる。

また風速の偏差が大きかった1984年4、5月では、北東～東南東の風向頻度がそれぞれ60、63%となり、風向頻度分布の平均と比較すると10～15%ほど値が大きい。

さらに1985年7、8月では、南南東～南南西の風



第5図 地上1.6 mにおける風速の年変化

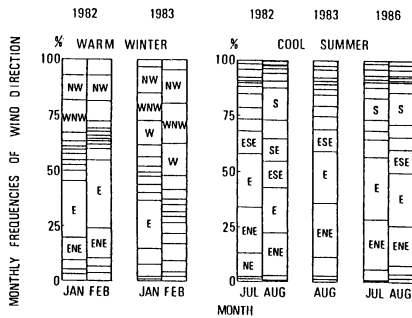


第7図 寒冬と冷春(1984年2～5月)と暑夏(1985年7～9月)における風向の頻度分布

向頻度がそれぞれ19, 36%となり、風向頻度分布の平均と比較すると7月では3%, 8月では10%値が大きいことがわかる。

つぎに、暖冬だった1982, 83年の1, 2月, 冷夏だった1982, 86年の7, 8月, 83年8月における風向の頻度分布を第8図に示す。1982年1, 2月, 83年1月では北東～東の風向頻度が34～48%ほどしめ、第4図に示した風向頻度分布の平均と比較すると、その値は12～20%大きい。

また1982年7, 8月, 83年8月, そして86年7, 8月では、北東～東南東の風向頻度が54～60%となり、同様に風向頻度分布の平均と比較すると、2～16%大きいことがわかる。



第8図 暖冬(1982年, 83年1, 2月)と冷夏(1982年, 86年7, 8月, 83年8月)における風向の頻度分布

IV 考 察

前節の結果で述べたように、4月から9月にかけて、東北東～東南東の風向となる頻度が高い。

これは、1)移動性高気圧が北に偏り、この地域が南東の縁にあたる場合、2)オホーツク海高気圧からの北東風が関東地方に吹き込む場合、3)鹿島灘からの海風が侵入する場合、4)夜の冷氣塊の発生による場合などに見られるもので、この地域特有の現象である(吉野ほか, 1978)。また南よりの風向となる頻度も比較的高い。これは、夏の季節風と、東京湾から関東平野に侵入する海風とが重なって卓越する気流系(吉野ほか, 1978)の発生する頻度が高いこ

とによる。

また、寒冬であった年には、北西～西の風向が卓越し、暖冬であった年には、北東～東の風向が卓越する。これに対して、暑夏であった年には、南南東～南南西の風向となる頻度が例年に比べて高く、冷夏であった年は北東～東南東の風向となる頻度が高い。

暖冬、冷夏であった1982, 83年はエルニーニョの年である。この年の冬はこのエル・ニーニョ現象の影響で、例年に比べて太平洋高気圧が強化され、このため大陸の寒気は日本に持続的に流入することができなかった(久保木ほか, 1982, 宮川ほか, 1983)。また夏は、オホーツク海高気圧が例年より強いいため、梅雨前線が長期間、日本列島に停滞し、梅雨明けが遅れた(久保木ほか, 1982, 宮川ほか, 1983, Yoshino and Yasunari, 1986)。さらに、梅雨明けた後も、夏の季節風は弱かった。1982, 83年の冬、夏に、北東～東の頻度が例年に比べて高いのは、このためと考えることができる。

これに対して寒冬、暑夏であった1984, 85年はアンチ・エルニーニョの年である。1984年の冬は、シベリア高気圧が強く、北極の寒気の流入が顕著であった(久保木ほか, 1984)。また1985年の夏は、太平洋高気圧が北に偏って発達した(矢花ほか, 1985)。このため、冬は北西～西の風向が卓越し、夏は南南東～南南西の風向の頻度が例年と比べて高い。

1984年4, 5月における低温は、オホーツク海高気圧が強かったことによる(久保木ほか, 1984)。北東～東南東の風向の頻度が高く、風速の偏差が大きかったのは、このオホーツク海高気圧による北東気流が顕著であったことを示すものである。

第2表にエルニーニョの年、アンチ・エルニーニョの年における、卓越風向、風速、気温を示す。卓越風向、気温においては顕著な差が現れるが、平均風速は、エルニーニョの年、アンチ・エルニーニョの年ともに1.1～1.2 m/sと差のないことがわかる。

さらに、1月の夜間、風向が南～南西となる時、気温が低くなる現象が見られる。第9図は

第2表 エルニーニョの年, アンチ・エルニーニョの年における卓越風向, 平均風速と気温

冬	卓越風向	平均風速(m/s)	平均気温(°C)	年
エルニーニョの年	東, 西北西, 北西, 東北東	1.1	2.7	1982 1983
アンチ・エルニーニョの年	西北西, 北西, 西, 東北東	1.1	1.1	1984 1985

夏	卓越風向	平均風速(m/s)	平均気温(°C)	年
エルニーニョの年	東, 東北東, 南, 東南東	1.2	23.4	1982 1983
アンチ・エルニーニョの年	南, 東, 東北東, 南南東	1.1	25.3	1984 1985

1982~87年の1月の夜間について, 各風向の頻度, 平均気温, 平均風速を示したものである。頻度としては低い, 風向が南~南西となる時, 平均気温は他の風向の平均気温と比較して低いことがわかる。吉野ほか(1977)は, 冬季の晴天夜間に, 筑波付近で低温域で形成される時, 館野では弱い南風が観測されることを明らかにしている。これは, この時, 霞ヶ浦西岸を中心とする局地的な高気圧循環が形成されるためであり, 水理実験センターで観測される, 低温をもたらす南~南西の風は, この高気圧循環による気流と考えることができる。

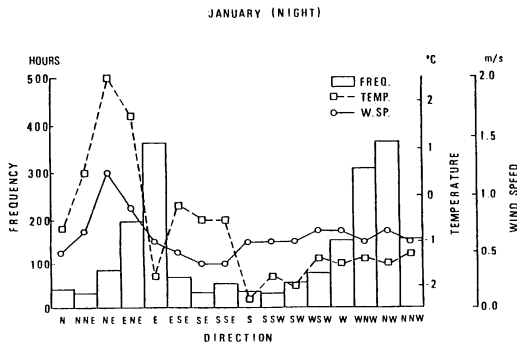
さて気温偏差の年変化から, つぎのようなことが

わかる。すなわち, 1~4月に気温の偏差が正となった1983年は, 6~9月では気温の偏差は負に, 1~4月に気温の偏差が負となった84年は, 6~9月は気温の偏差は正となる。また, 7~9月で気温の偏差が負となった82年の翌年, 83年1~4月は気温の偏差は正に, 7~9月で気温の偏差が正となった85年の翌年, すなわち86年の1~4月は気温の偏差は負となる。このことは, 暖冬の後には冷夏, 寒冬の後には暑夏, 暑夏の後には寒冬, 冷夏の後には暖冬となる傾向があることを示している。このうち, 冷夏・暖冬の傾向は赤道東部太平洋でエルニーニョ現象が起きた年にみられる傾向である。これらの現象は, 安成・山根(1986), 山根(1987)における日本各地の地上気温に関する主成分分析から明らかにされた傾向と一致している。

V おわりに

筑波大学水理実験センターで観測された風の特徴を明らかにするために, 気象日報データのうち, 1981年7月から1987年6月までの72カ月間について, 風向と風速, 気温のデータを解析した。その結果つぎのことが明らかになった。

(1) 風向の年変化は, 冬には西~北西の頻度が高い(40~47%)。しかし, 春になるにつれて, 西~北西の頻度は低くなり, 変わって東北東~東南東



第9図 1月における各風向別頻度, 平均気温と平均風速

の頻度が高くなる。5月は南南東～南南西の風向頻度が25%まで達する。夏は、東北東～東南東の風向の頻度が高い(55～60%)。また8月では、南南東～南南西の風向頻度が再び25%までなる。その後、秋から冬にかけて、東北東～東南東の頻度が低くなり、これに対応して西～北西の頻度が高くなる。

(2) 風速の年平均風速は1.1 m/s, 月平均風速の最大は4月(1.6 m/s), 最小は11月(0.8 m/s)に出現する。月平均風速の偏差は-0.2～0.2 m/sの範囲にあり、とくに1～4月は偏差が小さい(±0.1 m/s)。

(3) 寒冬であった年(アンチ・エルニーニョの年)は、北西～西の風向が卓越し、暖冬であった年(エルニーニョの年)は、北東～東の風向の頻度が例年より高い。また暑夏であった年(アンチ・エルニーニョの年)は、南南東～南南西の風向の頻度が高く、冷夏だった年(エルニーニョの年)は北東～東南東の風向の頻度が高い。

(4) 風速はエルニーニョの年、アンチ・エルニーニョの年と、夏冬問わず1.1～1.2 m/sであり、大きな差はみられない。

(5) 1月夜間について、風向が南～南西となる時、平均気温は他の風向の平均気温と比較して低い。

謝 辞

筑波大学水理実験センターの古藤田一雄助教授をはじめ職員の皆様には、観測設備や資料の利用などについて、種々の御便宜をはかっていただきました。ここに記して厚く感謝します。

文 献

- 久保木光熙・宮川和・北村修・関根勇八・三輪健治・酒井重典(1982): 1982年の日本の天候(昭和57年7月豪雨・短い盛夏). 気象, 308号, 6997-7005.
- 古藤田一雄・甲斐憲次・中川慎治(1983): 気象日報作成装置について. 筑波大学水理実験センター報告, 7号, 75-83.
- 宮川和・酒井重典・関根勇八・北村修・久保木光熙・大城繁三(1983): 1983年の日本の天候(著しい北冷西暑, 異常天候の続出). 気象, 320号, 7451-7459.
- 久保木光熙・平沼洋司・北村修・宮川和・大城繁三・酒井重典(1984): 1984年日本の天候(大寒冬・冷春・猛暑の記録). 気象, 332号, 7925-7935.
- 矢花禎雄・露木義・宮川和・酒井重典・福谷博・大塚伸(1985): 日本の天候(寒冬・日本海側の局地的豪雪暖春 典型的な梅雨 猛暑の盛夏 そして顕著な秋霖). 気象, 344号, 8415-8423.
- 安成哲三・山根理子(1986): 季節サイクルの変化からみた気候変動. (I) 日本の地上気温による試み. 日本気象学会1986年秋季大会講演予稿集, 159.
- 山根理子(1987): 季節サイクルの変化からみた気候変動一北半球の地上気温に関して一. 筑波大学卒業論文, 64 P.
- 吉野正敏・高橋浩一郎・甲斐啓子・小林守・林陽生(1977): 関東平野部における冬の晴れた日の気流と気温分布. 筑波の環境研究, 2号, 121-128.
- 吉野正敏・甲斐啓子(1978): 関東平野における夏の晴れた日の気流と気温分布. 筑波の環境研究, 3号, 141-149.
- Yoshino, M. and Yasunari, T. (1986): Climatic anomalies of El Niño and Anti-El Niño years and their socio-economic impacts in Japan. *Sci. Rept., Inst. Geosci., Univ. of Tsukuba, Sec. A, 7*, 41-53.