

## 施設紹介

### 接地層における気象要素垂直分布測定装置について

#### A New System for Measurement of Vertical Profiles of Meteorological Elements near the Ground

林 陽生・古藤田一雄

Yousay HAYASHI and Kazuo KOTODA

#### I まえがき

水理実験センター熱収支・水収支部門では、昭和52年度設備として、地上8mまでの風速・風向・乾湿球温度を測定する、いわゆる接地層プロフィール測定装置を開発購入し、昭和53年5月に試験的な測定を開始して以後連続的に観測をおこなっている。本装置は、これまでに設置された、超音波風速温度計・露点温度計・白金抵抗温度計による地上30mまでの3測点に加え、0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0mの5測点で、特に地表面の影響を強く受ける接地境界層の、風速・温度・湿度のプロファイルを詳しく観測しようとするものである。観測の対象となる接地境界層 (Surface Boundary Layer) は、地表面摩擦により支配される層、あるいはフラックスが一定の層として定義される。

#### II 装置の概要と特色

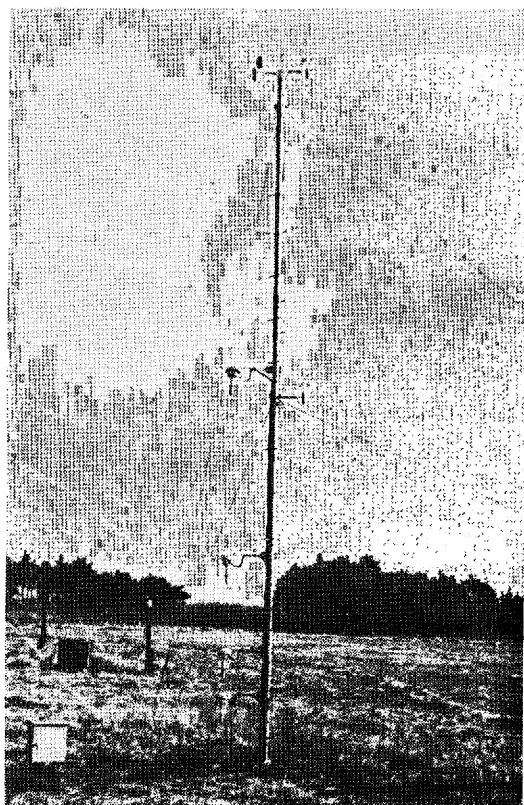
本装置は、測定用ポールに各測器を取り付けた測定部と、測定値を伝送する送信・受信部およびデータをプリントアウトあるいは磁気テープに記録する出力部に大別される。以下、各部についてその概要と特色を述べる。

##### 1) 測定部

###### (1) 観測用ポール

高さ4m、外径8cmのアルミパイプを2本つなぎ、最上部と中部の2箇所からそれぞれ3方向に支線を張り、8mの高さのポールを固定する方

式のものである。全体は、移動が可能で、少なくとも半径80mの圃場内で任意の位置に設置できるよう設計されている。観測用ポールの固定後、風向計・風速計・温度計等の測器の取り付けをおこ



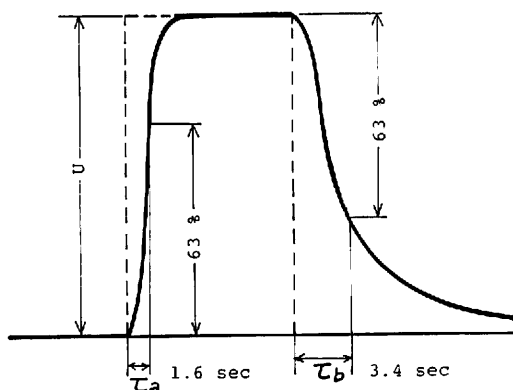
第1図 接地プロフィール測定装置測定部の概観

なうため、全体に十分な強度を見積もってある。第1図にその概観を示す。測器取り付け高度は、15cm 間隔で任意に設定することができるが、データ整理の都合上、0.5、1.0、2.0、4.0、8.0m を基準とした。

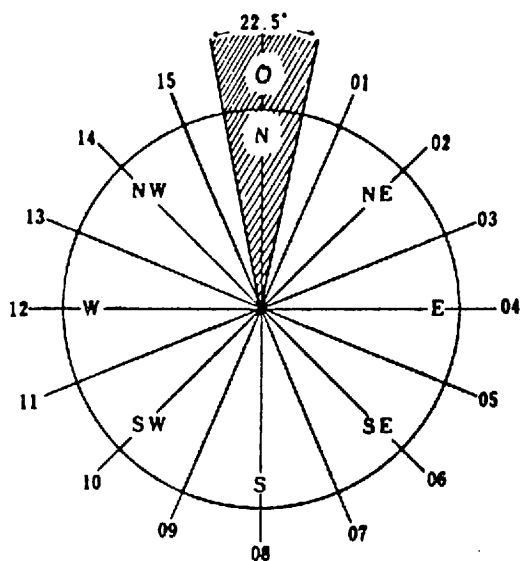
## (2) 風速計、風向計

長期連続観測を目的とすること、また弱風時の測定精度を良くするため、条件に合った性能の風速計発信器として、光電風速計発信器—AF 750 S (牧野応用測器研究所製)を用いた。この発信器は、始動風速 0.2m/s で耐風強度約 25m/s、 $\pm 2\%$  の範囲で発信パルス数は風速に直線的である。3杯式で、風杯外径は 50 mm、総高 220 mm、重さ 0.23kg で小型軽量である (第2図)。

固定した風杯発信器を、定常流速  $u$  の風洞内で瞬間的に始動させた場合の応答特性を第3図に示す。それぞれフルスケールに達する時間の 63% を立上り時間  $\tau_a$ 、減衰時間を  $\tau_b$  とすると、 $u$  が



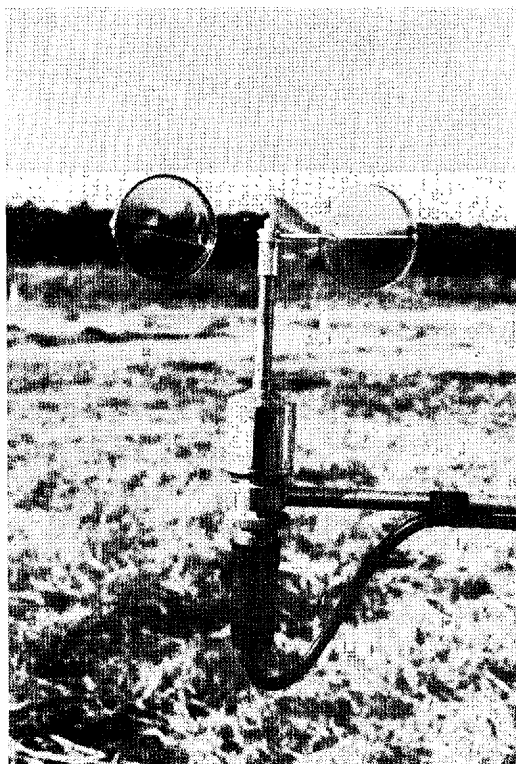
第3図 風速発信器の応答特性



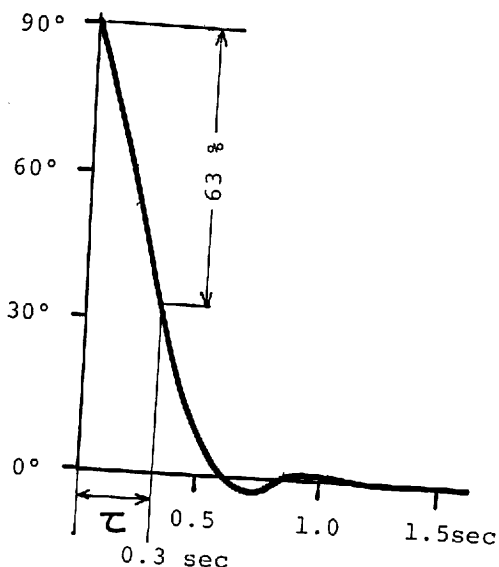
第4図 風向区分と範囲と発位

5 m/sの場合に $\tau_a=1.6s$ 、 $\tau_b=3.4s$ となる。

風向計発信器には光電風向発信器—VFO16 (同製)を用いた。1枚翼の矢羽根式で、回転外径 170mm、重さ 0.35kg で回転部下部に回転シャッタを設け、発光ダイオードとフォトトランジスタの組合わせで、風向の区分範囲を非接触で検出する。風向区分幅は  $22.5^\circ$  刻みで、16方位の風向を示す (第4図)。第5図に矢羽根の応答特性を示す。 $90^\circ$  側方から 5 m/s の風を瞬間的に与えた場合の立上り時間は 0.3s である。後に述べるよう



第2図 光電風速発信器の概観



第5図 風向発信器の応答特性

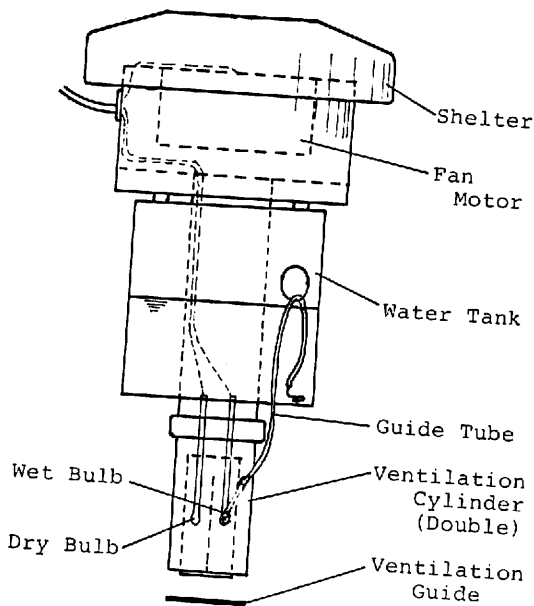
第1表 温度計用サーミスタの特性表

Height (m)	Elec.	Temp. (°C)						
		-10.0	0.0	10.0	15.0	20.0	30.0	40.0
0.5	Td	18.69	11.68	7.53	6.08	4.95	3.39	2.29
	Tw	20.95	13.55	8.96	7.34	6.06	4.19	2.95
1.0	Td	20.24	12.92	8.44	6.87	5.64	3.86	2.60
	Tw	20.07	12.60	8.12	6.56	5.35	3.60	2.48
2.0	Td	20.06	12.76	8.32	6.77	5.54	3.78	2.62
	Tw	19.63	12.35	7.93	6.46	5.28	3.57	2.46
4.0	Td	18.24	11.47	7.42	6.00	4.90	3.32	2.29
	Tw	19.43	12.32	8.01	6.50	5.32	3.61	2.50
8.0	Td	17.86	11.30	7.34	5.94	4.86	3.30	2.29
	Tw	19.15	12.18	7.96	6.48	5.32	3.64	2.53

感温部にはサーミスタを用い、乾球・湿球の1対を同一の通風筒内に固定する。一方のセンサをガーゼで包み、筒外部に設けた水タンクからビニールチューブで注水し、湿球温度計とした（東邦電子商事製）。また、下方から筒内への放射の影響を取り除くこと、特に弱風時に、通風のため周囲の気流の状態が乱されることを避けるため、吸込口の下に通風ガイドを設けた。また、本体はアルミ製で、塗装色は白である。側面図を第6図に示す。各センサーの温度特性を第1表に示す。サーミスタの立上り時間は約4s、減衰時間は約27sである。

2) 送信・受信部

送信・受信部（デュアル電子株式会社製）のブロック図を第7図に示す。風向、風速・乾湿球温度の出力は、送信ユニット（A-2390-1）に集められ、風速はそれぞれ分周器を通り、マイクロモデム（DC-230 ST）に集まる。温度関係は、それぞれ変換器を通りA/D変換され、マイクロモデムへ集まる。マイクロモデム内で一度バッファメモリに記憶された信号は、時分割され1本のケーブルで伝送される。この伝送方式は、ワイヤシェアリングと呼ばれる。伝送された信号は、受信ユニット内のデータホルダーに集まる。各信号は、マイクロコンピュータ-8080A システムにて、温度についてはリニアライズを施し、インターフェイスボードから与えた測定周期で、単位変換した平均値を求める。マイクロコンピュータシステムの主な仕様を第2表に示す。処理したデータは、デジタルプリンター（MP-1603）にプリントアウトすると同時に、カセット磁気テープに収録することができる。



第6図 乾湿球温度計側面図

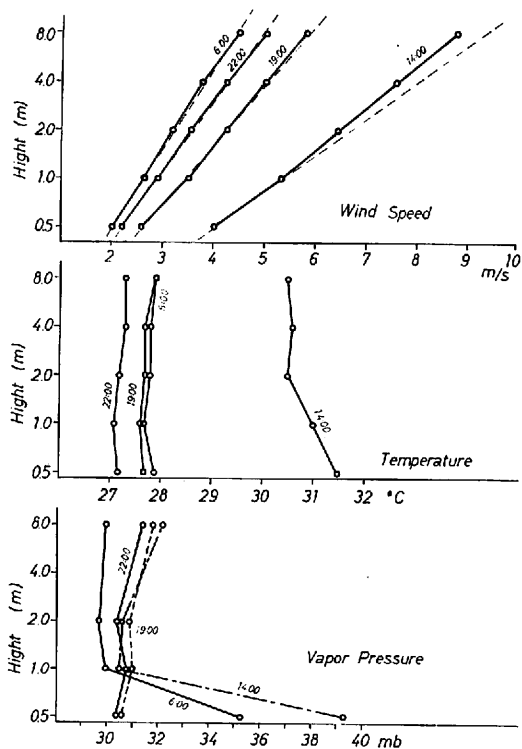
に、風向は、各測定期間の卓越方位の日安として取り扱うため、応答や矢羽根のフラッター現象による特性に関する精度はそれ程要求されない。

(3) 乾湿球温度計

第3表 観測資料—8月2日の例

TIME	Dry Bulb Temp. (°C)					Wet Bulb Temp. (°C)					Wind Speed (m/s)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
06:00	27.9	27.7	27.8	27.8	27.9	27.1	25.2	25.1	25.3	25.2	2.02	2.63	3.20	3.78	4.50
14:00	31.5	30.9	30.5	30.6	30.5	29.4	26.3	26.2	27.7	26.8	4.07	5.33	6.47	7.62	8.80
19:00	27.7	27.6	27.7	27.7	27.9	25.4	25.5	25.5	25.9	25.9	2.60	3.52	4.27	5.02	5.83
22:00	27.2	27.1	27.2	27.3	27.3	25.2	25.3	25.2	25.6	25.6	2.20	2.90	3.57	4.27	5.02

TIME	Water V. Press. (mb)					D.	d (m)	U* (m/s)	Z <sub>0</sub> (m)	Ri	Km (m <sup>2</sup> /s)
	1	2	3	4	5						
06:00	35.3	30.0	29.7	30.2	30.0	09	—	—	—	—	—
14:00	39.3	30.5	30.6	34.8	32.2	09	0.	0.52	0.057	-0.0201	0.4176
19:00	30.6	31.0	30.9	32.0	31.8	10	0.005	0.46	0.052	0.0022	0.3637
22:00	30.4	30.8	30.4	31.5	31.4	09	0.099	0.41	0.035	0.0042	0.3149

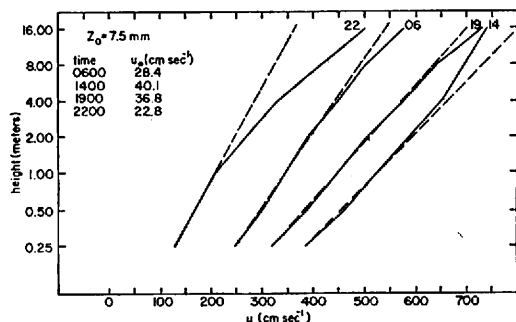
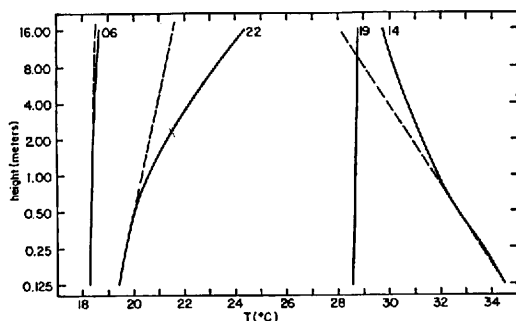


第9図 風速気温・水蒸気圧の垂直分布—78年8月2日の例

布は、Covey 等の夏に関して得た結果 (Sellers, 1965) とほぼ一致するものと思われる (第10図)。

2) 風速の日変化

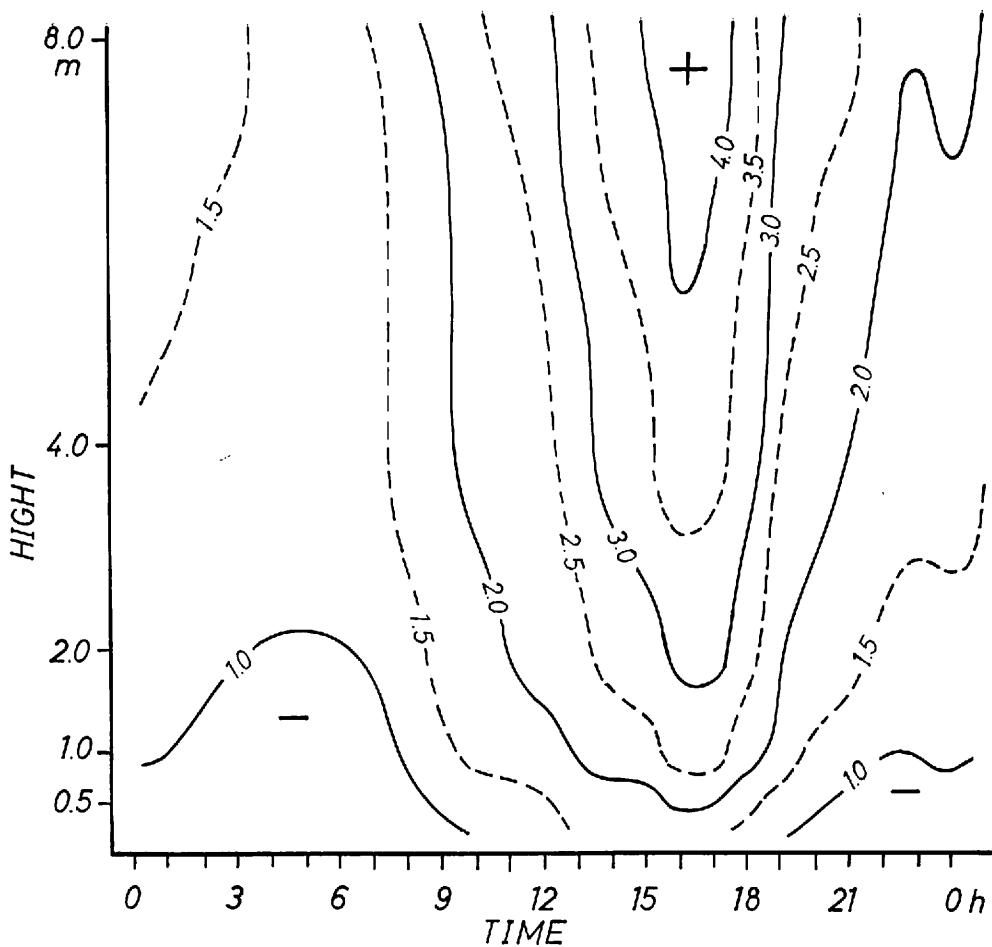
すでに計算した平均値を8月2日から11日の10



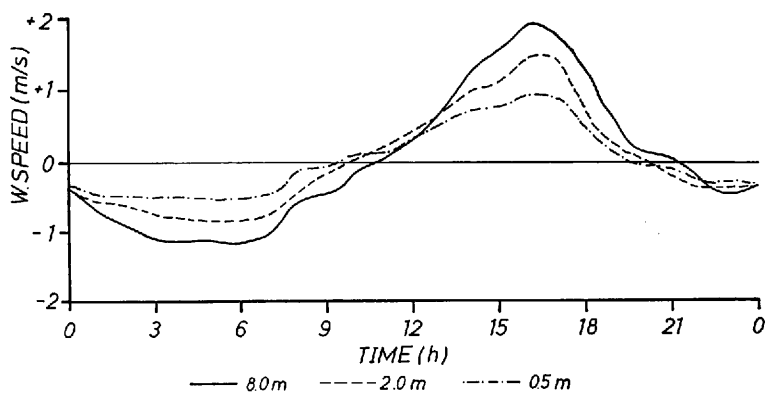
The average variation of temperature (top) and wind speed (bottom) with height and time of day in the air layer near the ground. The observations were taken over short grass at O'Neill, Nebraska, during the summer of 1956 by Covey et al. (1958).

第10図 夏季における平均的な、風速・気温の垂直分布 (Sellers, 1965)

日間につき、高度別、時刻別平均値を求めた。第11図は、縦軸に高度、横軸に時刻をとった風速のアイソプレスである。上層ほど風速は強く、15, 16, 17時に最強となり、20時から10時ごろにかけて弱まる。特に3時から7時の間に、高度2mま



第11図 風速のアイソプレス—78年8月2日から10日の例



第12図 風速の日変化 (資料は第11図と同じ)。

で1 m/s以下の弱風域が出現する。一方、高度8 mでは、16時に4.5 m/sに達し、この強風域は下層にもおよんでいる。また、風速が強くなる場合に比較して、弱くなる場合は変化の割合が大きくなる特徴も認められる。

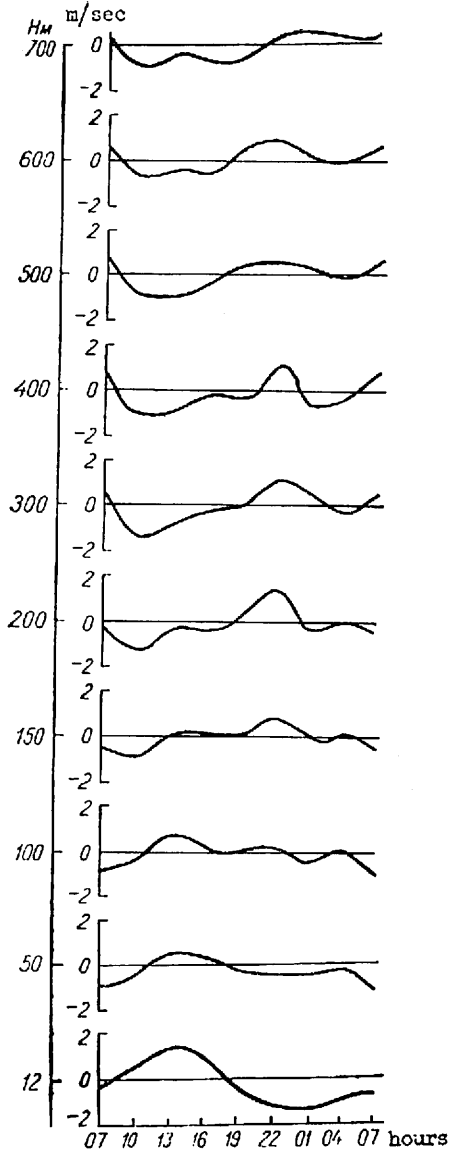
第12図は、高度8.0、2.0、0.5 mの風速変化を示したものである。各高度の日平均風速は、それぞれ2.5、1.8、1.1 m/sで、振幅は上層ほど大きくなっている。一般に、風速の日変化は、高度30~50mでは日中に最大値、夜間に最小値が出現するが、1 kmの高度になると逆に夜間に最大、日中最小が出現する。Devyatova (1957) は、6月から8月の合計44日間のデータを用いて高度12mから700mまでの日変化を示した(第13図)。Devyatovaの結果では、高度12mで振幅が大きく、これが第12図中の高度8 mにも現われていると考えることができる。さらに下層では、だんだん振幅が小さくなるのがわかる。また高度100 m以下について、風速最大となる時刻を比べると、下方ほど後にずれる傾向が認められる、等のがわかった。

#### IV 結 言

新しい設備として、接地層垂直分布測定装置について概要を述べ、観測結果の一例を示した。実際に本装置を運用する場合には、さらに各部分について詳しいマニュアルを参照する必要がある。観測結果として示した例のうち、風速データについては、風杯の初動風速の関係から、非常に弱風の場合に取り扱い上の注意が必要となることが考えられる。従って弱風時の摩擦速度、粗度長、リチャードソン数等についても同様の注意が必要である。すでに30m観測塔に設置されている超音波風速温度計との比較は、今後に残された課題である。

#### 文 献

Davyatova, V. A. (1957) : *Microaerological Investigations of the Lower Kilometer Layer of the Atmosphere*. Hydrometeorological Publishing



Daily course of wind velocity during the summer months (June - August).

第13図 夏季における風速の時間変化 (Devyatova, 1957)

House, Leningrad, 163 p.  
Sellers, W. D. (1965) : *Physical Climatology*. The Univ. of Chicago Press, 272 p.