

風速,風向の測定法 (2)

誌名	農業氣象
ISSN	00218588
巻/号	374
掲載ページ	p. 339-341
発行年月	1982年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



風速、風向の測定法(2)

真木太一*・牧野勤俊**

(* 農業技術研究所気象科)
(** 牧野応用測器研究所)

風速計・風向計の種類およびその特性

1. 回転型風向風速計

風車や風杯の回転速度が風速に比例することを利用した風速計で、回転速度から瞬間風速を、回転数から平均風速を求める。風向は矢羽根の回転角度から求める。

(1) 風杯型風速計:

①ロビンソン風速計: ロビンソンの発明による四杯風速計である。四杯式は風速に変動があると実際の風速より大きく出するため現在は三杯式となっている。

②気象庁制式三杯風速計(前報, 図1-1): 直径10 cmの金属半球杯, 腕長10 cmで定常観測用である。風速に比例した回転を交流発電機で出力し、瞬間・平均風速を求める。測定範囲は2~30, 60m/sの切換である。

③光電式三杯風向風速計(図1-5, 6): 発・受光素子を対向させ、シャッターの回転によって光電パルスが生じる原理で、種々の記録方法がとれる。直径5 cmのプラスチック製円錐型風杯で回転径17 cmである。測定範囲は微風用0.2~20m/s, 強風用0.5~40m/sである。風向は回転径17 cmの矢羽根で光電素子4組の複合検出による16方位表示で風速計とは独立している。なお、短首太型は長首瘦型(図1-A, B)より傾斜風変化に対する風速計感部の出力誤差が非常に大きい。

④電磁式三杯風速計: 回転磁石片からパルスを出力し、度数計で平均風速を測る。光電式より約7%感度は劣るが、-50~150℃の範囲で半永久的に使用できる。

⑤小型ロビンソン風速計: 直径2 cmの金属半球形の三杯で腕長3.5 cmの理工研式風速計である。風程を電磁度数計で測る。電接部の接触不良やギヤの噛み合わせによるパルス発信機構のため、時々分解清掃を要する。測定範囲は弱風用1.0~15m/s, 強風用1.5~20m/sである。

⑥手持式指示風速計: 中型の発電式三杯風速計である。

⑦三杯風速・矢羽根風向計(図2-A): 矢羽根式風向計の上部に三杯風速計を組合せた風向風速計である。

(2) 風車型風速計:

①エエロペーン, コーシンペーン(図1-2): 後者(光進電気社製)は前者(ペンディクス社製)を原形とした気象庁制式の風向風速計であり、風向風速変動に良く追従

するように風車, 胴体に改良を加えてある。プロペラ軸に直結した交流発電機で電圧を出力し、鉛直尾翼で風向を電気信号に変換して自記させる。また風程100, 60m毎に電接パルスを出し度数計で平均風速を求める。風速測定範囲は2~30, 60m/sの2段切換である。

②ピラム風向風速計: 軽い矢車状の羽根を短い円筒で保護してあり、風車の回転による風程から平均風速を求める。風向に正対させる必要があるため、変動の激しい風では誤差が大きくなる。矢羽根付ピラム風向風速計もある。風速測定範囲は0.5~15m/sである。

③アネモシネモ風向風速計(図1-4): 古く西欧で使用されていたが、微風計の特性が再認識され再開された。6枚羽根の風車の回転は交流発電機で出力し、風向では尾翼の動きをポテンシオメーターで出力する。風速測定範囲は0.5~10, 20m/sの2段切換である。

ギル型以外の回転型風速計では、迎角変動の影響で鉛直面指向特性が異なる。この誤差は水平面指向特性とは全く異質で感部の基本構造に関わる固定的特性である。風車型では矢羽根の動特性もあり、運用に注意を要する。

④ベークレー風向計(図2-B): 上記風車を無限螺施で連結してある。風車の回転で本体が風向に正対すると風車は止まり、風向はポテンシオメーターで測る。

⑤垂直風速計(図1-7; 2-C): 垂直方向の風速を測定するもので上下風向は風車の正逆回転から検出する。光電式, ギル型の測定範囲はそれぞれ0.2~20, 0.15~30

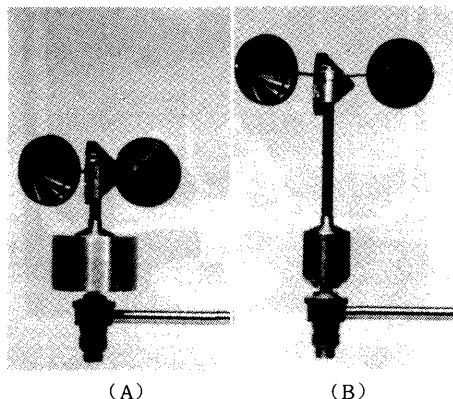


図1 短首太型(A)・長首瘦型(B)光電式風速計

m/sで、翼外径は16, 23 cmである。

⑥ギル型風向風速計(図2-C, F)：ギルによって開発された。ポリステレンの外径23, 19, 15 cmの軽い4枚羽根で直流発電機で出力する。始動風速は0.1~0.2m/sの高感度で、測定範囲は0.15~30m/sである。風向はポテンショメーターで出力する。三成分測定用風速計(図2-F)もあり、乱流観測に適する。

⑦ベクトルペーン(図2-D)：米国Met. Res. 社製で水平風速・風向および矢羽根の傾斜から垂直風速が測定できる。始動風速は0.25~0.3m/sで9, 35, 45m/sの3段切換で、-40~50℃間で測定できる。

(3) 矢羽根型風向計(図1-2, 4, 5; 2-B, D)：長い矢羽根は感度は良いが遅れが大きいため、軽くして遅れを小さくする。強風では遅れは小さい。矢羽根には1・

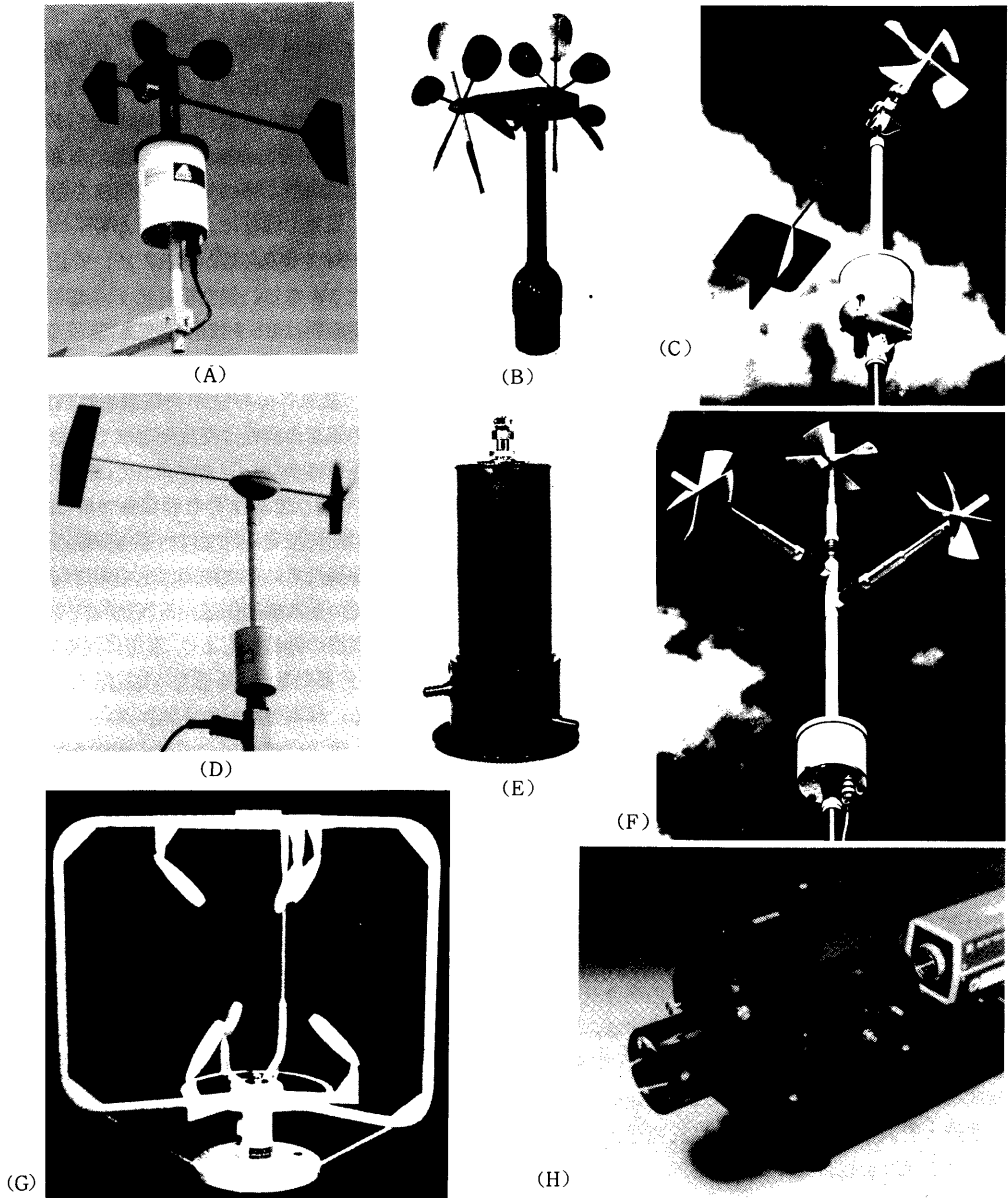


図2 (A)三杯風速計・矢羽根風向計, (B)ベークレー風向計, (C)ギル型風向風速計, (D)ベクトルペーン, (E)壁面風圧計, (F)ギル型三成分方向風速計, (G)超音波風速計, (H)レーザードップラー風速計

2枚板、翼形等があり、板形、2枚板の取付角度、翼の構造等で特性が異なる。方位の直接指示、セルシン電動機、ポテンシオメーターによる自記等の方法がある。

2. 風圧型風速計

物体に風が当たると風速の2乗に比例した圧力が生じる。この風圧を測定して風速を求める測器である。

(1) 全圧(総圧)型風速計:

①ピトー管風速計(図1-10): 風速(u)を全圧と静圧差、 $\Delta p = c\rho u^2/2$ (動圧) $= \sigma gh$ から求める。 c ; ピトー管係数、 ρ ; 流体密度、 g ; 重力の加速度、 σ 、 h ; マノメーターの液体比重、読取高度である。

②ダインス風向風速計: 従来は唯一の瞬間風速計であったが、風車型・三杯風速計より追従性が劣る。

③壁面風圧計(図2-E): 建物・ハウス等への風圧をペローズと被覆筒内との動圧、静圧差から測定する。

(2) 間接風圧測定型風向風速計:

①風圧板風向風速計: 上辺を支えた平板の風による傾きから風速を測る。直角に組合せれば風向風速計となる。ジェットベーンはこれを改良したものである。

②森式風向風速計: 傾斜させた矢羽根が風速に応じて傾く、その動きを矢羽根の先端の鉛筆で記録する。

③球型風向風速計: 球体を細い棒の先端に取付け、風圧によるばねの変位をベクトル合成して風速を求める。

④円筒風速計: 一定時間内の最大瞬間風速を求める。

3. 熱型風向風速計

風による物体の変化から風速を求め、2本または数本の熱線のある角度で張って風向を測定する。

(1) 熱線風向風速計(図1-8, 9): 熱線の温度低下を抵抗値の変化としてブリッジの電位差から求める。微・強風、高周波の風も測定でき、感部が小さいなどの特性があるが、指向性があり切れ易い。熱線の組合せで風向計ともなる。アネモマスターでは風速、静圧、風温が測定でき、冷線風速計(DISA E. 社)もある。

(2) 熱電対風速計: 加熱物体の温度低下を熱電対の起電力から求める風速・温度計で、自作も可能である。

(3) サーミスター風速計: 熱電対の代りに温度係数の

大きい半導体を使い電圧差から求める風速計である。

(4) カタ温度風速計: 体感温度を測る温度計で気温と温度降下時間から風速を求める。微風観測に適する。

(5) 感熱型風向計: 平行円板の中央と周辺部に発熱素子を置き、後流の高温域の素子が熱を感知して測る。

4. 超音波風速・風向・温度計

超音波風速計(図1-3; 2-G)は超音波の風速による伝播速度差から求めるもので、起動風速がなく、応答が速く、微細な風速変動が測定できる。三成分風速、気温およびベクトル合成による風向も測定できる。最新型は温度、湿度、大気圧変動による測定誤差がない。測定範囲は0~60m/s(数段切換)、-50~50℃、測定周波数0~100Hz、分解能は0.5 cm/s、0.025℃である。

5. レーザー・ドップラー風速計

レーザー風速計(図2-H)はレーザー光線の空気中における微粒子の散乱光によるドップラー効果を利用して光学的に測定するもので、非接触、小領域測定、広測定範囲、高応答性、較正不要等の優れた特性がある。

6. 目視観測

(1) 風旗、吹流し: 底辺30 cm、高さ10 cmの直角三角形の布製旗および口径30 cm、長さ1 mの布製吹流しの風によるなびき方、方向から風速、風向を推定する。

(2) 気球、風船: 放球したものをレーダー、測風経緯儀で追跡して移動速度、方向より風速、風向を求める。

(3) 自然物: 陸上では木の枝葉の揺れ、海上では波の立ち方からビューフォート風力階級表で求める。指標植物(偏形樹)、煙、地形、風紋、積雪等からも推定する。

参考文献

- 真木太一, 1977: 風向・風速の観測, 農業気象観測・測定に関する手引書, 第1部, 測器の種類および観測・測定方法, 日本農業気象学会関東支部会, 53~69.
 牧野勤儉, 1969: 自然風と観測機器の選び方, 牧野応用測器研究所, 1~90.
 佐貫亦男, 1953: 風の測定, 地上気象器機, 共立全書, 53, 共立出版, 8~77.
 和達清夫, 1974: 新版気象の事典, 東京堂, 704 p.