

各種の新型気象測器（一般）

矢 島 幸 雄*

本文では新型気象測器すなわち気象隔測装置、総合自記気候観測装置、南極観測用長記自記気象計、小気候観測測器、微気圧計および三杯風速計の構造、特性などを総合報告する。

1. 気象隔測装置⁽¹⁾

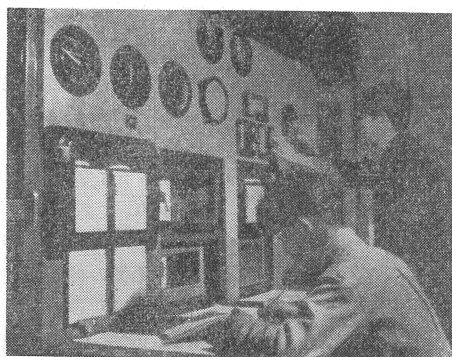
1.1 まえがき

本装置は、観測、通報、予報の一貫作業による迅速、合理化することを目的とし、従来の地上気象観測の方法を電気方式による隔測を行わせるためのものである。かくて観測者の労力の軽減を行い、予報、解析に重点を置き、観測、統計、調査の合理化を目ざし、また読取記入に伴う観測誤差を除去しようとするものである。

本装置は、1951年に気象研究所気象測器研究部で完成され、同年12月に前橋測候所、また1952年9月に東京管区気象台に設置、実用試験中である。

1.2 構 造

本装置の観測要素は、地上気象観測と同じで、風向、風速、気圧、気温、湿度、雨量、地面温度、地中温度である。



第1図 気象隔測装置

風向、風速の観測には、測風塔上のエーロペーンを用いる。風向は、セルシン電動機により指示および自記を行う。16方位の観測ができる。風速は、プロペラの廻転で発電させ、電流計で0~60m/sまで指示および自記させる。瞬間風速が観測できる。さらにプロペラの廻転を歯車機構で減速し、風程100mごとにパルスを生ずる。この電接パルスを計数器に指示させ、自記電接計数器で自記させる。これから平均風速が求まる。

なおエーロペーンは、つぎのような特長がある。(1)風向、風速感部が一体である。(2)プロペラの廻転速さが風

速に比例する。(3)風の乱れの影響を受けない。(4)慣性性能率が四杯風速計に比べ小さく遅れが少い。従って風の息に忠実に追従する。(5)瞬間風速および平均風速が観測できる。さらにエーロペーンは、航空観測用の正式測器である。

気圧は、アネロイド自記気圧計で自記している。アネロイド気圧計で指示(700~780mmHgまたは930~1,040mbの範囲である)している。

気圧変化傾向および気圧変化量は、スタトスコープで観測(±7.5mmHgまたは±10mbの範囲である)している。フォルタン水銀気圧計が比較用としてある。

百葉箱内の気温(乾球)、湿球の温度(いずれも通風)および地中温度(5,10cmの深さ)は、隔測温度計(炭素線封入水銀温度計)⁽¹⁵⁾を用い、測定範囲は、-20~40°Cである。これらは1つの指示器に切かえスイッチで切かえて指示される。

気温(乾球)と地面温度は、隔測温度計により交叉線輪型の電流計に自記され、測定範囲は、-15~60°Cである。

雨量は、接点追尾式雨量計⁽¹⁶⁾で測る。口径20cmで0.1mmごとにパルスを生じ、これを指示器に指示、自記電接計数器に自記する。

時計が2個あってグリニッチ標準時と日本標準時を示す。

電源は、直流12Vおよび交流100Vを使っている。

1.3 特 性

本装置の特性はつぎのようである。

各気象要素が遠隔指示または自記されている。

いながらにして気象観測ができる。

観測、通報が迅速にできる。

2. 総合自記気候観測装置^{(2)~(6)}

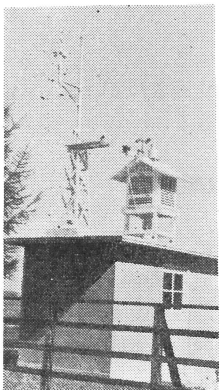
2.1 まえがき

本装置は、1951年に研究を始め、上級区内観測所として気象測器製作所で52型を完成、同時に作った自動気候観測装置(風向、風速、雨量、温度の4要素)⁽⁶⁾との実用試験の結果、両者を合せた55型が完成する。各型の特長、相違点などを第1表に示す。

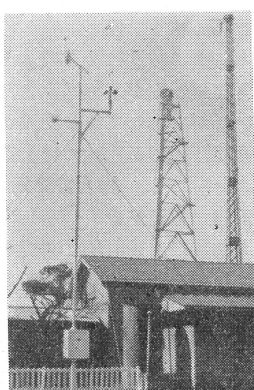
* 気象庁測器課

第1表 総合自記気候観測装置各型の特長、相違点

型名	52 型	55 型	55B型	55C型
製作年度 (台数)	27 (11台)	29 (12台)	30 (7台)	31 (6台)
風向計自記方式 設置高	平型ネグレッ チカム 6.0m	平型ネグレッ チカム 6.4m	平型ネグレッ チカム 6.4m	
風速計 自記方式	1000m接点 ハートカム	300,5000m接 点 ハートカム	300,5000m接 点 ともえカム	
10分マーク 設置高	なし	あり	あり	
設置高	5.6m	6.0m	6.0m	
雨量計 口径	10cm	20cm	20cm	
1転倒量	1mm	0.5mm	0.5mm	
電熱器	なし	なし	あり	
設置高	5.0m	0.5m	0.5m	
温度計 感部 設置位置 設置高	水銀ブルドン 管 屋上百葉箱 3.8m	バイメタル 地上百葉箱 1.2m	バイメタル 地上百葉箱 1.2m	
温度計 設置位置 設置高	屋上百葉箱 3.8m	地上百葉箱 1.2m	地上百葉箱 1.2m	
日照計 感部 測定単位 設置高	マービン 1/6時間 4.3m	マービン 1/10時間 5.4m	バイメタル 1/10時間 5.4m	
自記装置 (自記紙)	風向, 風速, 雨量, 日照 (C.M.O.No.5) 温度, 湿度 (C.M.O.No.6)	風向, 風速 (C.M.O.No.7) 雨量, 日照 (C.M.O.No.8) 温度, 湿度 (C.M.O.No.9)	風向, 風速 (C.M.O.No.7) 雨量, 日照 (C.M.O.No.8) 温度, 湿度 (C.M.O.No.9)	
時計				
巻数指示	なし	あり	あり	
時刻表示	なし	あり	あり	
タイムマーク	なし	あり	あり	



第2図 総合気候観測装置52型



第3図 総合気候観測装置55型

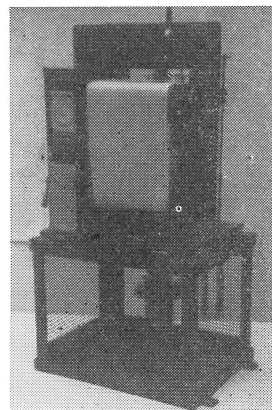
2.2 構造

本装置は、風向（観測単位8方位）、風速（1m/s）、温度（1°C）、湿度（1%）、雨量（0.5mm）、日照（0.1時間）の気象要素を自記させるものである。最終型について構造を説明する。

風向、風速が1セットになっている。風向は、直書きで鉄塔の上部に取付けられた矢羽根風向計の動きは、鉄管内の風向伝達軸で風向風速自記装置格納箱内の自記装置上部の風向軸に伝えられ、その廻転がネグレッチカムにより自記ペンに伝えられる。風向軸にはばね緩衝装置があり、風向の急変のときの逃げになり、また風切りダンパーで風向軸の廻転を制動している。自記ペンが自記紙の両端に行ったとき、ネグレッチカムで自記ペンは自動的に中央に戻る。

風速の測定には三杯風速計を用い、風程 300mおよび 5,000m ごとに電接パルスを生ずる。風程 300m ごとの電接パルスによりマグネット、ラチェット、歯車、ともえカムが動作し、自記ペンは自記紙上に鋸歯状の記録をする。自記紙送り時計内に10分に1回電接する接点があって、これにより 300m風程の鋸歯状記録の途中にタイムチェックが入る。10分タイムチェック間の目盛の数から平均風速（真風速を求めるにはさらに係数をかけねばならない）が求まる。

温度、湿度が1セットになっていて百葉箱に入る。温湿自記装置は、百葉箱内の南側に入れ、比較観測用の最高最低温度計および乾湿計は北側に取付ける。



第4図 総合気候観測装置（温度、湿度）

温度計の感部は、バイメタルで、温度変化により自記ペンのホルダー軸を廻転するようになっている。測定範囲は、-30~40°Cである。

湿度計の感部は毛髪で、毛髪の伸縮は長い軸の廻転に変換され、その軸と自記ペン回転軸の間は転がりカムで結ばれている。測定範囲は、0~100%である。

雨量計は、転倒ます型隔測自記雨量計と同じである。口径20cmで雨量0.5mmごとに1転倒し、その度ごとに水銀スイッチが倒れパルスを生ずる。自記装置のマグネット、ラチェット、歯車、ハートカムが動作し自記紙上に往復記録する。雪量も測れるように受水器下に300Wの電熱器がついている。サーモスタットが入っていて35~50°Cの間で動作する。

日照計は、バイメタル式で日照により白黒バイメタル

のたわみ量が異なり、バイメタル上部の接点を閉じる。日照がなくなれば白黒バイメタルのたわみ量が等しくなり接点は開く。よって日照のある間は接点は閉じたままになっている。そこで自記紙送り時計内に1時間に10回、すなわち6分に1回電接するカムがあり、日照回路を開閉し、6分ごとに日照の有無を自記させる。1電接が0.1時間に相当する。なおガラス内面が湿気で曇るのを防ぐためシリカゲル（乾燥剤）を入れている。

時計は、1月巻きのぜんまい時計である。定力装置がついて常に同じ力がテンプに加わるようになっている。巻数表示板および時刻表示板がついている。また手動タイムチェックが各自記装置についていて、これにより時間の基準を得る。

自記紙は、1巻の長さは16mで3月自記できる。C. M. O. No. 7, 8, 9の3種を使う。自記紙の送り速度は、1時間6mmである。

電源は、GS-60型空気湿電池4個を使い、自記装置は、直流5Vで作動する。また雨量計の電熱器を加熱するときには交流100Vを使う。

2. 3 特 性

本装置の特性はつぎのようである。

気候観測用である。

連続自記記録が得られる。

移動設置できる。

1月放置できる。

3. 南極観測用長期自記気象計^{(7)~(9)}

3. 1 まえがき

本器は、1955年末から検討を行い、1956年に気象測器製作所で設計、製作し、現在南極地域で使用されている。その設計、製作に当っては総合自記気候観測装置、自動気候観測装置、長期自記雨量計などの試作、実用試験の結果や技術が生かされ、とくに極低温（-50°C程度）のときうまく作動し、しかも1年間放置できるように多くの苦労がはらわれている。

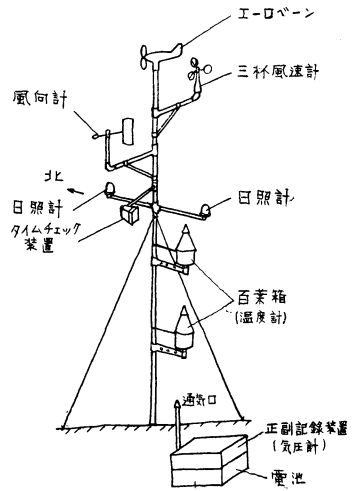
3. 2 構 造

本器は、風向、風速、気圧、温度、日照を自記する構造である。

風向風速計；ユーロペーンを用い風向軸を8等分し、各分割部に8接点があって、これは記録装置の8本の自記ペンと対応する。この1または2接点を閉じ、これと対応する記録装置の自記ペンを動かし16方位の風向を記録する。風速は、プロペラが廻転し風程1,800mごとに1電接し記録装置の自記ペンを動かすので、電接数を読み算出する。ユーロペーンは、鉄塔の頂部に取付け、その高さは6.5mである。

風向計；矢羽根風向計を用い、ユーロペーンと同様の機構で風向を記録する。風向計の高さは、5.8mである。

風速計；三杯風速計を用い、風程1,800mごとに1電



第5図 南極観測用長期自記気象計外観図

接し、自記ペンを動かす。三杯風速計の高さは、6.0mである。

気圧計；地下に埋められた記録装置の背面にアネロイド気圧計を取付け、空盒の変位で直接自記ペンを動かす。

温度計；鉄塔の途中で、地上から2および4mの位置にある金属製百葉箱の中に隔測温度計すなわち炭素線封入水銀（タリウム入り）温度計が入る。記録装置は、交叉線輪型の電流計でその指針を打点ハンマーで打つ。

日照計；バイメタル式で、白黒1対のバイメタルを3方向に取りつけたものを2個鉄塔の両側180°の位置におき、4方位いづれの方向からの日照が受けられる。日照を受けるとバイメタルは加熱され白黒バイメタルの間の接点が閉じる。日照があれば記録装置の自記ペンがふれる。シリカゲル（乾燥剤）を入れ、ガラス容器内面の曇るのを防ぐ。

タイムチェック装置；白黒バイメタルに円筒レンズ（幅70mm、長さ150mm）を通った太線光線をあて、白黒バイメタル間の接点を閉じ、日照があるときの正午に自記ペンをふらせ打点する。このチェックマークで時計の遅速を知り、自記紙の時間を補正する。

正記録装置は、クロノメーター親時計から30秒ごとのパルスを受け子時計を駆動し、正時および30分過ぎを基準時とし、その1分前に接点が閉じ、風速、気圧以外の各感部に電流を流して作動状態にする。そして基準時に打点マグネット接点を切り打点し、1分過ぎにすべての接点を開く。風速は常に電源が入り、風程1,800mごとの電接パルスでマグネット、ラチェット、ともえカムの作動で自記ペンを動かす。基準時に打点される。風向、日照およびタイムチェックは、時計の接点が入ったときだけその各感部の接点を閉じ自記ペンがマグネットに吸いつけられて動き打点ハンマーの切欠きから外れ打点穿

孔する。感部の接点が閉じなければ自記ペンは打点ハンマーの切欠きに入り穿孔されない。

自記紙は、左から基準線、温度（ $-60\sim 10^{\circ}\text{C}$ ）、気圧（ $920\sim 1,040\text{mb}$ ）、タイムチェック、日照、風向（8方位）、風速の順になっている。送り速さは、1時間に2mmである。

副記録装置は400日巻、ぜんまい時計で自記紙を送る他は正記録装置と同じである。

電源は、現用の電池は低温（ -10°C 程度）で著るしく起電力が低下し使えないので、低温用（ -30°C 位まで起電力が一定である）の苛性カリ電液のG S型空気湿電池を使う。温度計は直流12V、他の感部、打点、時計回路は直流6Vである。

なお時計はエピラム処理を行い、時計油はミネラaa、他の部分にはD C-33Fのシリコングリースを使って極低温でも動くようにしてある。さらに各部にはシリコン油を用い、鉄塔その他はシリコン樹脂塗装をしている。電線もポリエチレンとナイロン被覆線を使っている。

3.3 特 性

本器の特性はつぎのようである。

気象観測用である。

自記記録が得られる。

1年間放置できる。

極低温地で使用できる。

直流電源だけで動く。

4. 小気候観測測器⁽¹⁰⁾

4.1 まえがき

1953年から産業気象課の要望により気象測器製作所で設計、製作した。

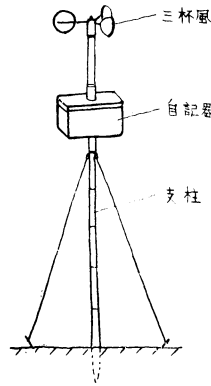
4.2 構 造

本器は、風向、風速、温度、地温、日照、湿度の1要素の自記器で、時計は週巻で自記紙送り、速さは1時間6mmである。

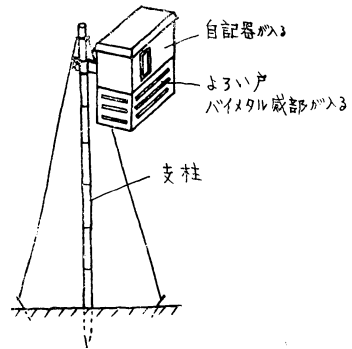
風向計；矢羽根風向計の動きをネグレッタカムで自記ペンに伝え自記する。感部の地上高さは1.5mで、15cm下に自記器があり、これは支柱（25cmの長さのパイプを5本結合）の上ののっている。

風速計；小型の三杯風速計（腕の長さ7.0cm、風杯の直径5.2cm）を感部とし、この高さは1.5mで、この下に支柱ののった自記器がある。風杯の回転をウォーム歯車で減速しハートカムを回転し自記ペンを上下させ往復記録させる。係数は、風速3m/sで1.22、5m/sで1.18、10m/sで1.13、15m/sで1.10、20m/sで1.08、30m/sで1.07である。

温度計；自記器（幅156mm、奥行108mm、高さ190mm）の下部の小さいよろい戸の中にバイメタル感部があって、これで自記ペンを動かし温度を自記する。0～50℃の測定範囲である。自記器の上部には、二重のおおいがあって日射による時計部の温度上昇を防ぐと共に感部よ



第6図 小気候観測測器風速計



第7図 小気候観測測器温度計

の下に時計で送られる青写真感光液を塗った自記紙があって、日照があったときだけ感光する。

湿度計；感部には毛髪を用い、その伸縮を転がりカムで自記ペンに伝える。0～100%の測定範囲である。

水温、水深計；河川、貯水池、溜池、墜道などの水温および水深を同時に自記する。水温、水深の感部は共にペローズを使い、水温および水深による変位で自記ペンを動かす。水温0～40℃、水深0～10mの測定範囲である。

4.3 特 性

本器の特性はつぎのようである。

携帯便利な構造である。

設置、取扱いが簡単である。新制高校卒業程度の人で取扱える。

軽量（3～5kg程度）である。

週巻の自記器で1週間放置できる。

電源を必要としない。

5. 微気圧計⁽¹¹⁾

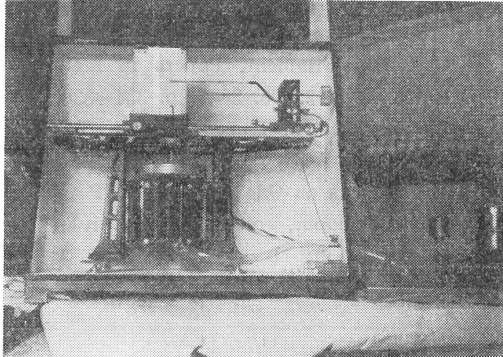
5.1 まえがき

1955年測候課からの要望で10台製作、全国各地で実用している。

5.2 構造

本器は、普通の気象観測で使っている自記気圧計では観測できない微小な気圧の変化を観測することを目的とする。

感部は、鈴木式微分気圧計⁽¹²⁾ またはショウ・ダインスの微気圧計の原理に基いたもので、短周期の気圧変動に対しては気圧そのものを高倍率で自記記録する。しかし気圧変動の周期によって倍率も異なり、温度影響を完全に除くことができず、実際はかなり複雑な記録をする⁽¹¹⁾⁽¹³⁾。



第8図 微気圧計

感部は、油槽(パラフィン油入り)、浮円筒、連通管、スローリークおよびタンクからなる。気圧変動による浮円筒の変位を拡大自記する。スローリークは、細い銅管(直径 0.1cm, 長さ約 4.5cm)で、空気を徐々に排出し、長周期の気圧変動あるいは気温の変化にはほとんど感じないようになっている。タンクは地下に埋めるか、温度変化の少ない部屋に置く。

自動リーク装置は、自記ペンのスケールアウトを防ぐため、マグネットで自動的にコックを開き、自記ペンが零位置に戻るとコックを閉じるようになっている。

自記紙は、1巻15mで送り速さは毎分1mmおよび4mmである。毎分1mmのとき約10日間使える。自記紙は、交流電動機で送り、5分ごとに自動的にタイムチェックが入る。

本器の半周期は15.7分、感度は $2.02 \times 10^{-3} \text{cm}^2 \text{s}^2 / \text{g}$ で、1mbの気圧変化を自記紙上に20.2mmに記録する。

5.3 特性

本器の特性はつぎのようである。

微小な気圧変化を自記する。

核爆発による気圧変動(最大振幅 0.04~0.6mb, 振動継続時間10~70分, 周期 0.5~5分⁽¹⁴⁾)を自記できる。

6. 三杯風速計

6.1 まえがき

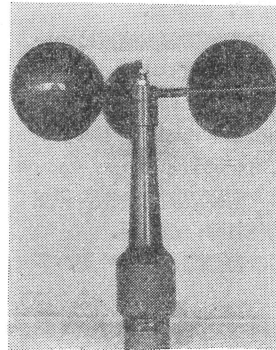
1950年から研究、試作を行い、測器専門委員会で検討の結果、本器は、係数が一定、風の乱れに影響されな

1958年3月

い、軽量にして堅固などの特長により現用の四杯風速計より優秀なことが認められ、1953年に正式測器としての13台を気象測器製作所で製作、1955~56年に実用試験を行った。

6.2 構造

本器は、腕長(廻転軸から風杯の中心までの距離)10cmで、風杯の直径10cmで、風杯の縁にビーズがつく。四杯風速計は、腕長14cmで、風杯の直径8cmで、風速の縁にビーズがつかない。



第9図 三杯風速計

腕長と風杯の直径の比が1で係数が一定で、10m/s位以上では1.0である。すなわち風杯の廻転速さと風速が比例する。四杯風速計では、風杯の廻転速さと風速が比例しない。電接数から求めた風速(V)に係数 $\{\log_{10} C = 0.3411 - 0.2151 \times \log_{10}(V + 10)$ から求めるC)をかけねばならない。

三杯風速計は、風杯の縁にビーズをつけたため、風杯の強度が増し、風の乱れがあっても係数が変わらない。四杯風速計は、ビーズがないため風の乱れにより係数が変わる。上述のCは、多くの風速計について風洞の風(乱れ0.2%程度)のときの係数で、乱れを3%程度にすると3~20m/sで10%程度係数が小さくなる。実際の風は乱れを含んでいるので風洞検定のときのCを使うと誤差を生ずる。

三杯風速計は、風杯が1つ少く、腕長が短いので軽量になり、しかも慣性性能率は、四杯風速計の1/3程度であり、遅れが少く、変動風速に対する追従性が良い。

6.3 特性

本器の特性はつぎのようである。

係数が一定である。

風の乱れの影響を受けない。

四杯風速計に比べ軽量で堅固である。

四杯風速計に比べ遅れが少く追従性がよい。

むすび

新型気象測器として気象用レーダーもあるが、これは文献(17)を参照されたい。

上述の新型気象測器は、川畑観測部長をはじめとして観測部、気象研究所、気象測器製作所などの各関係官の並々ならぬ研究、努力の結果生れたものである。

参考文献

- 1) M. Sanuki, S. Oki and Their Collaborators 1953; A Remote-Reading and -Recording Instrument Board for Weather Station, Pa-

- pers in Met. and Geophys., Vol. 3, No. 3, p. 175~182.
- 2) 鎌本博夫, 1954; 総合気候観測施設について, 測候時報, 21巻4号, p. 91~94.
 - 3) 中央気象台観測部, 1953; 総合気候観測装置(52型)取扱指針, 全40頁.
 - 4) 気象測器工場, 1955; 総合気候観測装置(55型)取扱説明書, 全38頁.
 - 5) 中央気象台気象測器工場, 1956; 総合気候観測装置(55B型)取扱説明書, 全45頁.
 - 6) 気象測器工場, 1952; 自動気候観測施設について, 測候時報, 19巻15号, p. 348~351.
 - 7) H. Kamamoto and his Collaborators (1956): Automatic Climatological Station, Geoph. Mag., Vol. 27, No. 4, p. 565~578.
 - 8) 気象測器製作所, 1956; 南極観測用長期自記気象計取扱説明書, 南極資料134, 全13頁.
 - 9) 佐貫亦男, 1957; 南極の自動測候所, 計測, 7巻2号, p. 72~76.
 - 10) 気象庁気象測器製作所, 1956; 小気候観測測器, 測器要報, 第1輯, p. 28~31.
 - 11) 中央気象台, 1955; 微気圧観測暫定指針, 全36頁.
 - 12) 鈴木清太郎, 1953; 微分気圧計, 研究時報, 5巻, p. 19~30.
 - 13) 矢島幸雄, 1956; 微分気圧計および微分温度計の応答について, 研究時報, 8巻1号, p. 38~42.
 - 14) 気象庁観測部, 1957; 異常微気圧振動記象の読取方法について, 全23頁.
 - 15) S. Agari, 1951; A Remote Reading and Recording Mercury Thermometer with Sealed Carbon Filament, Papers in Met. and Geophys., Vol. 2. No. 3~4, p. 334~338.
 - 16) T. Tsukamoto, S. Tsuneoka and K. Takahashi, 1951; A New Remote Rain Gauge and Its Tests on Odaigahara-San, Papers in Met. and Geoph., Vol. 2. No. 2, p. 191~195.
 - 17) 矢島幸雄, 1956; レーダー取扱の実際, オーム社, 全187頁.

【雲鏡】

予報当番メモより

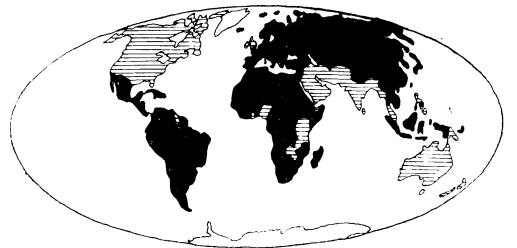
大塚龍蔵

予報当番メモをひっくり返してみると、予報のむずかしさ、気象現象の複雑さがよくわかる。現在の気象学の原理に基づいた予報則を適用してもはずれることがあるし、経験則によってむずかしい天気当てる場合もある。気象学の教科書は数多く出されているが、予報の教科書は殆んどないといってよい。気候学上、調査上有益な気候表はあっても、日常予報業務にたずさわっている予報当番者にとって、真に役立つ予報用動気候表といったものは少ない。又、このような表や本をまとめるには現場の予報者はあまり忙しく、時間的には交替勤務にせられ、日々の予報作業にかなりの神経をすりへらしている。現実の天気予報は1プラス1イコール2と割り切っただけのものでなく同一の気圧配置（ある一定時間、一定空間の一断面にすぎない）が、必ずしも同一の天気をもたらすものでない。前後3~6時間で天気の急変することもあるのである。道義的責任を感じつつ絶えず予報を出さなければならない予報者の苦心や多くの practical technique を知らずに結果のあたりはずれを研究者的な立場から論じられるものは、少くとも現状では予報者よりめぐまれた立場にあるようだ。研究部門と技術部門の交流、その間隙をうめる調査、体系の確立が望まれる。飛行機観測、レーダー、電子計算機（数値予報）の有効性は、実際の天気と翻訳する予報技術の発展によって実証されるのではあるまいか。（33.1.21）

気圧と気温の単位

気象観測の方法が国によってちがう、時代によってちがうのはなほ不便である。とはいえ、気象観測も進歩するものである以上、時代によってちがうという事実は進歩しているということを示すシンボルであるともいえる。が、国によってちがうのは、ほとんど政治的制約によるものであるから、なんとか話し合いでうまくやってもらいたいものである。

下の図に示したのは気圧と気温を観測する際に使用する単位の分布図である。いわば<気象観測に関する政治地理学の第1頁>。



黒く塗りつぶしてある部分は、温度を摂氏で測り、気圧をミリバールで測っている地域、平行線を引いてある部分は、温度を華氏ではかり、気圧にインチを使っている地域である。この図をみながら、新聞ニュースをよむのも又興味なしとしない。なお、この図には南極までは区別されていないことに注意ありたし。（TW）