

気象器械の手引

清水 逸 郎*

1. はしがき

気象器械は、いうまでもなく気象観測に使用されるものであるが、その対象とする気象現象がきわめて大規模なものであること、また測定しようとする場所へ人が近づきにくいことがあることなどの特殊性があるため、気象器械には他の計測器には見られない特長がある。

気象観測は、気圧、気温、湿度、風などの気象要素を、多くの観測所で特定の時刻に同時に観測し、それらの結果を一つ場所に集めて空間分布を求めるものであるから、それに用いられる気象器械には、(1)いつも一定の測定精度を持つものであること、(2)設計が単純なこと、(3)読み取りや操作が容易なこと、(4)丈夫で耐久力があること、(5)保守が容易なことなどが要求されている。

気象器械を勉強するに当っては、他の計測器とはちがった条件をみとさなければならぬ点のあることを常に考えながら進むことが必要であると思う。

2. 教科書

気象器械の教科書としてはまず、佐貫 (1953) : 地上気象器械がある。本論は、風、気圧、気温、湿度、降水量、遠隔気象の各測定について述べた6章より成っているが、風の測定と降水量の測定の章に特色がある。また付録の気象器械序説には測器に対する著者の考えが述べられているが、測器を勉強する者にとって貴重な意見であると思う。つぎに、磯野 (1956) : 気象器械には、気温、気圧、湿度の測定用エレメントについての記述に特色がある。この2冊を併せて読むことをおすすめする。佐貫 (1955) : 気象器械には、無線ロボットや探測ロボットなどの特殊項目について書いてある。

小熊 (1969) : 高層気象観測装置を読めば、現在気象庁で定常的に行なっている高層気象観測に使用されている器械を知ることができるようによくまとめられている。

これらの教科書を読むときに、それらの気象器械の標

準的な使用方法を述べてある気象庁 (1969) : 地上気象観測法と、気象庁 (1963) : 高層気象観測指針とはよい参考になると思う。

Middleton and Spilhaus (1953) : *Meteorological Instruments* は英語で書かれた標準的な教科書で、よくまとめられている。Meteorological Office の *Handbook of Meteorological Instruments* は、地上編と高層編にわかれていて、Middleton のものよりさらにくわしい。WMO (1969) : *Guide to Meteorological Instrument and Observing Practices* は、現在世界各国で行なわれている気象器械と観測方法を取りまとめたもので、気象観測の基準となっている。

3. 総合報告

昔は、気象観測は細かく行なえば行なう程よいという考えがあったけれども、量子論や乱流現象の発見以来、ただ細かい観測をするだけでは意味がないことが次第に明らかになってきたことが大田 (1960) : 気象観測の精度、Middleton (1946) : *The Present-Day Accuracy of Meteorological Instruments*, Brewer and Scrase (1951) : *Meteorological Measurements* に述べられている。気象器械の勉強は、気象現象をはなれては成り立たないから、これらの総合報告はよい参考になると思う。

4. 論文

論文の数は非常に多いので、その取捨に困ったが、一応実際の観測に使用されていることを中心に選んだつもりである。

気圧の測定

清水 (1961) : 水銀気圧計の誤差は、現用フォルトン気圧計の固有の誤差について述べたものである。清水 (1963) : 気圧計では気圧計室の中の気圧がその場所の真の気圧とちがうことが起りうることを中心に述べているが、清水他 (1967) : 気圧の取入口ではその一つの解決方法を提案している。

鈴木 (1953) : 微分気圧計、渡辺 (1955) : スローリークの付いた微分気圧計の特性について、渡辺清水

* 気象庁高層課

(1960) : 電子管式微気圧計についての三篇によって、微気圧計の開発されていった経過をよく見ることができであろう。

気圧計の検定の基準となるものは、それ自身で真の気圧を求めることのできる大型の水銀気圧計で、絶対標準気圧計と呼ばれる。Kaneda, Sudo, and Nishibata (1964) : **An Interferometric Primary Standard Barometer** は、水銀柱の高さをマイケルソンの干渉計で測定するもので、この種の気圧計では、現在世界でもよいものと考えられている。

気温の測定

河野 (1963) : 温度計には、温度の測定に関する色々の問題点の中で気象に関係のあるものについてまとめられている。

林 (1955) : サーマスターについての中には、サーマスターの特性とこれを温度計として使用する場合の条件および気象観測への応用例について述べてある。

温度計についてさらに勉強したい人にとっては、**American Institute of Physics: Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry** はよい参考書といえるであろう。現在まで3巻出ているが、基礎的な資料が豊富に得られる。

なお、JIS Z 8710 (1968) : 温度測定方法通則は温度測定のための基準を述べたもので、一つのよりどころになるであろう。

湿度の測定

吉武 (1963) : 湿度計は、湿度測定上の基本的事項についてまとめたもので、湿度計を勉強するときの良い指針となろう。

小林 (1960) : 各種湿度計の原理と特性には毛髪湿度計、露点湿度計、電気抵抗湿度計などの原理と特性が手ぎわよくまとめられている。清水 (1960) には乾湿球湿度計の問題点が述べてある。宗像 (1963) は、塩化リチウムを用いた露点温度計の原理と構造について説明している。

Kobayashi (1960) : **Investigation on Hygrometry** は、彼の湿度測定に関する研究をまとめたもので、貴重な資料である。

Wexler (1965) : **Humidity and Moisture, Measurement and Control in Science and Industry** は、1963年5月、ワシントン市で開かれた湿度に関する国際シンポジウムに提出された論文をまとめたもので、基礎から応用までの広い分野にわたっていて、非常によい参

考になる。

なお、JIS Z 8806 (1965) : 湿度測定方法には、目的に応じてどのような湿度計を用い、どのようにして測ればよいか述べてある。

風の測定

矢島 (1963) : 風向風速計は、各種の風向計や風速計の特性についてまとめたものである。Norwood, et al. (1966) : **Drag Force Solid State Anemometer and Vane** は、球や円柱が受ける空気力を測って風を測るもので、動く部分がないところに特徴がある。Schrenk (1929) の論文は四杯風速計の動特性をはじめ扱ったものである。

守田他 (1966) : 10分間平均風速計は南極用として開発したもので、下島、西山 (1959) は、無線ロボット風向風速計の機構について述べている。

竹内 (1963) : 特殊観測用測器は接地気層の研究に使われている風の測器について述べており、光田、水間 (1964) は、超音波風速計について論じている。

降水量の測定

矢島 (1953, 1955, 1959) は転倒ます型雨量計の機構について詳しい計算をしている。気象測器製作所 (1964) : 試作降雨計については降水を総合的に観測する装置を開発したものである。田村、津田 (1958) : 重量式自記積雪量計は困難な問題に対するユニークな試みである。下島・西山 (1963) は無線ロボット雨量計について詳しく述べている。

日射の測定

藤本 (1963) : 日射計には、現用の種々の日射計の問題点が述べられている。なお、日照計については、Middleton (1953) の教科書が詳しい。

視程と雲高の測定

Middleton (1952) : **Vision through the Atmosphere** は視程についての標準的なテキストである。視程と雲高は航空気象にとって重要な量であるが、視程を測定するトランスミッシンメーターについては宗像 (1963) の解説があり、雲高を測定するシーロメーターについては、天野 (1963) が述べている。

総合観測装置

各種の気象器械を組み合わせてまとめたものを総合観測装置と呼んでいるが、国内で使用されているものについての報告には、須永 (1963) : 総合観測装置があり、南極で使用されているものについての報告には、守田 (1966) : 南極昭和基地における気象観測プログラムと

測器についてがある。

係留気球による観測

地表面から高度1,000m ぐらまでの気層の観測には係留気球が用いられているが、中島(1967)：係留気球による低層気象観測については、気球や測器とそれらに関連する問題点がよくまとめられている。

自由気球による観測

北岡(1954)：日本のラジオゾンデの精度、林、関口、矢田(1956)：日本のラジオゾンデの日射誤差とその補正について、岡田(1966)：空ごうの温度特性これらはいずれも現用のラジオゾンデ観測の精度を向上させるために行なわれた研究である。

広沢(1969)：沸点気圧計は、以前から期待されていた沸点気圧計について一つの明るい期待を与えるものである。

関口(1953)：世界のゾンデには、外国で使用されているラジオゾンデの詳しい紹介がある。

鈴木(1963)：新しい高層風観測装置は二次レーダー方式によって気球の位置を刻々測定して風の観測をする方式の開発を述べている。

ロケットによる観測

有住(1966)：超高層気象の測定は、新しく開発された気象ロケット MT-135 による測定方法について述べている。

鈴木、坂井(1970)：気象ロケット観測は、気象ロケットおよび気象ロケット観測所(岩手県三陸町綾里)の施設についての解説である。

Yata(1970)：Correction for the Temperature Data Obtained by MT-135 System は、ロケットゾンデ用気温センサーに生ずる種々の誤差を補正する方法を述べている。

Spurling and Arizumi(1967)：The Japan-United States Meteorological Rocket Project は、日米気象ロケット比較観測の報告書である。

5. むすび

気象器械について読むべきものを選び出したつもりであったが、結果的にはこのようにただ並べるだけに終わってしまったことは残念であるが、多くの部門があるというところで、御了承頂ければ幸である。

気象衛星や研究段階の測器については、それぞれの項目を参照していただきたい。

教科書

- 佐貫亦男, 1953: 地上気象器械, 共立出版, 252頁。
磯野譲治, 1956: 気象器械(その二), 地人書館, 135頁。
佐貫亦男, 1955: 気象器械(その一), 地人書館, 91頁。
小熊一人, 1969: 高層気象観測装置, 気象研究ノート第99号, 150頁。
気象庁, 1969: 地上気象観測法。
気象庁, 1963: 高層気象観測指針。
Middleton, W.E.K., and A.F. Spilhaus, 1953: Meteorological Instruments. University of Toronto Press, 288pp。
Meteorological Office, 1956: Handbook of Meteorological Instruments, Part I, Instruments for Surface Observations. 458pp。
Meteorological Office, 1961: Handbook of Meteorological Instruments, Part II, Instruments for Upper Air Observations. 210pp。
World Meteorological Organization, 1969: Guide to Metrological Instrument and Observing Practices. WMO No. 8, TP. 3.

総合報告

- 大田正次, 1960: 気象観測の精度. 気象研究ノート, 11, 2-9。
* Middleton, W.E.K., 1946: The Present-Day Accuracy of Meteorological Instruments. Q.J. Roy. Met. Soc. 72, 32-50。
* Brewer, A.W., and F.J. Scrase, 1951: Meteorological Measurements. Q.J. Roy. Met. Soc., 77, 3-32.

論文

気圧の測定

- 清水逸郎, 1961: 水銀気圧計の誤差と100分位の読取りについて. 天気, 8, 86-91。
清水逸郎, 1963: 気圧計. 気象研究ノート, 14, 127-143。
清水他, 1967: 気圧の取入口. 天気, 14, 147-150。
鈴木清太郎, 1953: 微分気圧計. 研究時報, 5, 19-30。
渡辺貫太郎, 1955: スローリークの付いた微気圧計の特性について. 研究時報, 7, 353-358。
渡辺清光, 1960: 電子管式微気圧計について. 気象研究ノート, 11, 63-74。
Kaneda, R., S. Sudo and K. Nishibata, 1964: An Interferometric Primary Standard Barometer. Bull. Nat. Res. Lab. Metrology, No. 9,

* 日本気象学会発行の Selected Meteorological Papers No. 21 に収められているものである。

24-36.

気温の測定

- 河野幸男, 1963: 温度計. 気象研究ノート, 14, 135-139.
- 林英之介, 1955: サーミスターについて. 予報研究ノート, 6, 265-271, 310-324.
- American Institute of Physics: Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry. Reinhold, Vol. I (1941) 1362pp., Vol. II(1955) 467pp., Vol. III (1962) Part 1, Basic Concepts, Standards and Methods, Part 2, Applied Methods and Instruments.

JIS Z 8710(1968): 温度測定方法通則. 日本規格協会, 13頁.

湿度の測定

- 吉武素二, 1963: 湿度計. 気象研究ノート, 14, 140-143.
- 小林寿太郎, 1960: 各種湿度計の原理と特性. 計装, 3巻, 8月, 9月, 12月号.
- 清水逸郎, 1960: 乾湿球湿度計の原理とその特性. 計装, 3巻, 8月号.
- 宗像明夫, 1963: 塩化リチウムを用いた露点温度計. 測候時報, 30, 124-130.
- Kobayashi, J., 1960: Investigation on Hygro-metry. Pap. Met. Geophys. 11, 213-338.
- Wexler, A. (Editor), 1965: Humidity and Moisture, Measurement and Control in Science and Industry, Vol. I Principles and Methods of Measuring Humidity in Gases, 687pp., Vol. II Applications, 562pp., Vol. III Fundamentals and Standards, 634pp., Reinhold.

JIS Z 8806(1965): 湿度測定方法, 日本規格協会, 32頁.

風の測定

- 矢島幸雄, 1963: 風向風速計. 気象研究ノート, 14, 144-159.
- Norwood, M.H., A.E. Cariffe and V.E. Olszewski, 1966: Drag Force Solid State Anemometer and Vane. J. Appl. Met., 5, 887-892.
- * Schrenk, O., 1929: Uber die Trägheitsfehler des Schalenkreuz-Anemometers bei Schwankender Windstärke. Zeit. f. Techn. Physik, 10, 57-66.
- 守田他, 1966: 10分間平均風速計. 天気, 13, 275-280.
- 下島省吾, 西山宏, 1959: 無線ロボット風向風速計. 測候時報, 26, 142-151.
- 竹内清秀, 1963: 特殊観測用測器. 気象研究ノート, 14, 160-163.
- 光田 寧, 水間満郎, 1964: 超音波風速計とその試作. 天気, 11, 33-40.

降水量の測定

- 矢島幸雄: 転倒ます型雨量計の機構について, 研究時報, 5 (1953) 423-430, 7 (1955) 33-36,

11 (1959) 44-45, 120-123.

気象測器製作所, 1964: 試作降雨計について. 測候時報, 31, 304-311.

田村昌進, 津田直吉, 1958: 重量式自記積雪量計. 天気, 5, 311-314.

下島省吾, 西山 宏, 1963: 無線ロボット気象計. 気象研究ノート, 14, 230-251.

日射の測定

藤本文彦, 1963: 日射計. 気象研究ノート, 14, 185-191.

視程と雲高の測定

Middleton, W.E.K., 1952: Vision through the Atmosphere. University of Toronto Press, 200 pp.

宗像明夫, 1963: トランスミッツォメーターについて. 気象研究ノート, 14, 181-184.

天野一郎, 1963: シーロメーターについて. 気象研究ノート, 14, 174-180.

総合観測装置

須永 明, 1963: 総合観測装置. 気象研究ノート, 14, 164-193.

守田康太郎, 1966: 南極昭和基地における気象観測プログラムと測器について. 天気, 13, 135-142.

係留気球による観測

中島正一, 1967: 係留気球による低層気象観測について. 測候時報, 34, 1-65.

自由気球による観測

北岡竜海, 1954: 日本のラジオゾンデの精度. 高層気象台彙報, 5巻4号, 1-38.

林英之助, 関口理郎, 矢田 明, 1956: 日本のラジオゾンデの日射誤差とその補正について. 研究時報, 8, 425-437.

岡田芳隆, 1966: 空ごうの温度特性. 研究時報, 18, 732-741.

広沢春任, 1969: 沸点気圧計. 東京大学宇宙航空研究所報告, 5巻1号(B) 117-124.

関口理郎, 1954: 世界のゾンデ. 天気, 2, 200-224, 249-250, 332-335, 4 (1956), 104-108.

鈴木 茂, 1963: 新しい高層風観測装置(エコー方式)について. 天気, 10, 25-32.

ロケットによる観測

有住直介, 1966: 超高層気象の測定. 制御工学, 10, 147-152.

鈴木 茂, 坂井 泉, 1970: 気象ロケット観測. 測候時報, 37, 96-121.

Yata, A., 1970: Correction for the Temperature Data Obtained by MT-135 System. Geophys. Mag. 35, 99-121.

Spurling, J.F. and N. Arizumi, 1967: The Japan-United States Meteorological Rocket Project. NASA Project Rep. 27pp.