551.508.41

水銀氣圧計の誤差と100分位の読取りについて*

清　水　逸　郎**

フォルタン気圧計の測定誤差を調べたところ，0.04mb であった．現行の地上気象観測法に従って mmHg を mb に換算するときに，四捨五入のために起る計算誤差は 0.03〜0.05 mb である．それで，mb 目盛の気圧計を10分位まで読みとり，器差補正，温度補正，重力補正を一つにまとめて10分位までの数にして補正することにすれば，精度を少しも落さないで，気圧の観測が非常に簡単になることがわかった．

1. はしがき

現在の地上気象観測法〔1〕では，気圧を測定するのに，フォルタン気圧計の示度を mm の 100 分位まで読み取り，それに器差補正，温度補正，重力補正（海面更正には器械の誤差とは別の問題があるので，こゝでは考えないことにする）を順次加え，最後に mmHg を mb に換算して，mb の 10 分位まで求めている．しかし，副尺は，19mm を 10 等分（または 20 等分）したもので，もともと，1/10mm（または 1/20mm）まで読むように作られたものであるから，これで 1/100mm まで読みとることは困難である．

それで，現用のフォルタン気圧計の誤差と，観測法の手順の中に含まれている四捨五入によって起る誤差とを調べて，100 分位まで読み取る必要があるか否か検討した．

2. フォルタン気圧計の誤差

水銀の密度を ρ，現地の重力の加速度を g，水銀柱の高さを h とすれば，気圧 P は，

$$P=\rho g h \qquad (1)$$

で表わされる．

現用のフォルタン気圧計には，0°C において真の値を示すように目盛がしてあるので，目盛尺の温度を t_S°C とすれば，h は，

$$h=(H+C_s)(1+\alpha t_S) \qquad (2)$$

で与えられる．こゝで，H は示度を読み取った値，C_s は器差補正値，α は目盛尺の線膨脹係数である．

0°C における水銀の密度を ρ_0，水銀の体膨脹係数を β，水銀の温度を t_M とすれば，ρ は，

$$\rho=\frac{\rho_0}{1+\beta t_M} \qquad (3)$$

とおかれる．

(2) と (3) とを (1) に入れて，

$$P=\rho_0 g(H+C_s)\frac{1+\alpha t_S}{1+\beta t_M} \qquad (4)$$

を得る．ρ_0, g, C_s, α, β は定まった値であるから，H, t_S, t_M を測れば P が求められる．

P の誤差は，(4) の右辺の各項の誤差の合成されたものである．各記号の前に δ をつけてその誤差（こゝでは取り扱いの便宜上，誤差の標準偏差をとる）をあらわすことにすれば，P の誤差 δP は，2 次の微小量を無視すれば，(4) から次のように導かれる〔2〕．

$$\left(\frac{\delta P}{P}\right)^2=\left(\frac{\delta\rho_0}{\rho_0}\right)^2+\left(\frac{\delta g}{g}\right)^2+\left(\frac{\delta H}{H}\right)^2+\left(\frac{\delta C_S}{H}\right)^2 +(t_S\cdot\delta\alpha)^2+(t_M\cdot\delta\beta)^2+(\alpha\cdot\delta t_S)^2 +(\beta\cdot\delta t_M)^2 \qquad (5)$$

以下，各項ごとに考える．

(a)　ρ_0 の誤差

Wichers〔3〕によれば，水銀の表面が鏡のように輝いているときには，その中に 100 万分の 1 以上の不純物が含まれていることはなく，10万分の 1 の不純物を含む水銀の表面には光沢は全くないという．それ故，常用のフォルタン気圧計では，

$$\frac{\delta\rho_0}{\rho_0}<10^{-5} \qquad (6)$$

と考えられる．なお，水銀を蒸溜するとき，同位元素の分離のために，標準密度 ρ_0=13.5951 gr/cm³ とはちが

* On the Accuracy of Fortin Mercurial Barometers and the Uselessness of Reading their Verniers to 0.01 mb.

** I. Shimizu，気象庁測器課． —1960 年12月27日受理—

った密度の水銀が得られる〔4〕こともあるが，これが気圧計に用いられたとしても，それによる誤差は，検定によって与えられる器差補正値の中に含まれるので，測定誤差にはならない，

(b)　g の誤差

現用の地上気象常用表〔5〕では，g の実測値を用いている．実測のないところでは内挿値を用いているが，実測値を計算値と比較した測候課の結果からみて，島などは別として，$\delta g < 0.01\ \mathrm{cm/sec^2}$ と考えられるから，

$$\frac{\delta g}{g} < 10^{-5} \qquad (7)$$

とおくことができる．

(c)　H の誤差

示度の読取りの誤差 δH は3本の気圧計の同時観測から求められる．

水銀気圧計 A を用いて気圧を測定するとき，示度 A_i（註参照）を得たとすれば，そのときの真の示度 R_i は次の式で与えられる．

$$R_i = A_i + A^* - a_i$$

こゝで，A^* は器差補正値，a_i は A_i に含まれている誤差である．

いま，水銀気圧計 B と C とを A と並べて設置し，同じ状態にしてから三者の同時観測をすれば，前と同様に，

$$R_i = B_i + B^* - b_i$$
$$R_i = C_i + C^* - c_i$$

が得られる．こゝで，B_i と C_i とはそれぞれの示度を読み取った値，B^* と C^* とは器差補正値，b_i と c_i とは誤差である．

この三式を比較して

$$\left.\begin{aligned} B_i - C_i + B^* - C^* &= b_i - c_i \\ C_i - A_i + C^* - A^* &= c_i - a_i \\ A_i - B_i + A^* - B^* &= a_i - b_i \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

を得る．同時測定を n 回繰返してそれぞれの和を求める．a_i, b_i, c_i は互に独立で，いずれも 0 のまわりに正規分布をするものと仮定すれば，n が十分大きいとき，

$$\sum^n a_i = \sum^n b_i = \sum^n c_i = 0$$

である．したがって，

$$\left.\begin{aligned} B^* - C^* &= -\frac{1}{n}\sum^n (B_i - C_i) \\ C^* - A^* &= -\frac{1}{n}\sum^n (C_i - A_i) \\ A^* - B^* &= -\frac{1}{n}\sum^n (A_i - B_i) \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

これらをそれぞれ (8) に入れ，平方して n 回の和を求める．a_i, b_i, c_i は互に独立であるから，n が大きいときには，

$$\sum^n b_i c_i = \sum^n c_i a_i = \sum^n a_i b_i = 0.$$

である．a_i, b_i, c_i の標準偏差をそれぞれ δA, δB, δC とすれば，

$$\left.\begin{aligned} (\delta B)^2 + (\delta C)^2 &= \frac{1}{n}\sum^n \{(B_i - C_i) - \frac{1}{n}\sum^n (B_i - C_i)\}^2 \\ (\delta C)^2 + (\delta A)^2 &= \frac{1}{n}\sum^n \{(C_i - A_i) - \frac{1}{n}\sum^n (C_i - A_i)\}^2 \\ (\delta A)^2 + (\delta B)^2 &= \frac{1}{n}\sum^n \{(A_i - B_i) - \frac{1}{n}\sum (A_i - B_i)\}^2 \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

を得る．

表 1. フォルタン気圧計の読取り誤差

中央気象台における検定の結果より計算した誤差の標準偏差を示す．A は検定用準器 No. 1319. B と C とは鈴木製フォルタン気圧計（内径 10mm）で，検定を受けに出されたもの．各検定者について，冬，春（または秋），夏の各期別に求めた．単位は 0.01mm.

読取りの季節		冬			春（または秋）			夏		
		δA	δB	δC	δA	δB	δC	δA	δB	δC
検定者	a	2.3	2.5	1.6	3.0	1.1	2.6	3.9	2.5	4.0
	b	2.5	1.1	2.9	2.4	2.3	1.0	4.4	2.0	1.6
	c	1.9	2.9	2.2	2.6	2.2	2.2	1.2	1.5	2.5
	d	1.9	3.1	2.1	2.4	3.5	3.1	3.1	0.7	3.5

表1には，中央気象台で行った気圧計検定の結果を(10)に入れて得た δA, δB, δC を示してある．資料は，各検定者毎に，冬，春（または秋），夏の各期に行ったものの中から任意の一組ずつを選び出した．n はいずれも20である．この中で気圧計 A は検定用準器 No. 1319 で，B と C とは，鈴木製フォルタンの新製品で，その時々に検定を受けに出たものである．

この結果を見ると，読み取りの誤差は季節によっても

註　この項と次の項に限り，A_i, B_i, C_i なる記号を H の代りに，A^*, B^*, C^* なる記号を C_s の代りに，δA, δB, δC なる記号を δH の代りに用いる．

人によっても，また気圧計によってもかなりの差のあることがわかる．しかしこの表の中の B と C とについて得られた24個の平均値を現用のフォルタンの測定誤差と考えれば，

$$\delta H=0.023\ \mathrm{mmHg}$$

を得る．$H=760$ mmHg とすれば，

$$\frac{\delta H}{H}=3\times10^{-5} \tag{11}$$

となる．

(*d*)　C_s の誤差

気圧計 B の器差補正値 B^* は，気圧計 A を検定用準器とすれば，(9) により，

$$B^*=A^*+\frac{1}{n}\sum^{n}(A_i-B_i)$$

から求められる．この式の右辺の第2項は，同じものを n 回繰返して測定した場合と同じと考えられるので，

$$(\delta B^*)^2=(\delta A^*)^2+\frac{1}{n-1}\{(\delta A)^2+(\delta B)^2\}$$

を得る〔2〕．A^* は多数回の測定により求められたものであるから，δA^* は無視できるものと考え，表1の資料から，

$$\delta B^*=0.008\ \mathrm{mmHg}$$

を得る．これを器差補正値の誤差 δC_s と考え，$H=760$ mmHg とすれば，

$$\frac{\delta C_s}{H}=10^{-5} \tag{12}$$

を得る．

(*e*)　α の誤差

地上気象観測法〔1〕では，

$$\alpha=1.84\times10^{-5}\ deg^{-1}$$

としている．現在フォルタン気圧計の目盛尺には継目無黄銅管第2種を用いている．この管の膨脹係数 α' は，理科年表〔6〕によれば，

$$\alpha'=1.89\times10^{-5}\ deg^{-1}$$

である．この差を $\delta\alpha$ と考え，目盛尺の温度の平均として，$t_S=15°\mathrm{C}$ とすれば，

$$t_S\cdot\delta\alpha=0.8\times10^{-5} \tag{13}$$

となる．

(*f*)　β の誤差

地上気象観測法では，

$$\beta=1.818\times10^{-4}\ deg^{-1}$$

としている．Scheel と Blankenstein の測定〔7〕は，最も精度の高いものとされているが，それによれば，

$$\beta'=(1.818+0.00078\ t_M)\times10^{-4}\ deg^{-1}$$

である．この差を $\delta\beta$ とし，水銀柱の温度の平均として，$t_M=15°\mathrm{C}$ とすれば，

$$t_M\cdot\delta\beta=2\times10^{-5} \tag{14}$$

となる．

(*g*)　t_S の誤差

現用のフォルタン気圧計では，付着温度計の球部は黄銅材で包んで，管の表面にとり付けてあるので，その示度は黄銅管，すなわち目盛尺の温度 t_S を示すものと考えてよい．

t_S の誤差は，瀬川の資料〔8〕を用いて各数字が一様にあらわれるものとして求ると，$\delta t_S=0.05°\ deg$ を得る．これから，

$$\alpha\cdot\delta t_S=0.1\times10^{-5} \tag{15}$$

である．

(*h*)　t_M の誤差

フォルタン気圧計の水銀柱は黄銅管に包まれていて，その間には空気の層があるので，室温が変化しているときには，水銀柱の温度は付着温度計の示度よりもおくれる．いま，室温が $K\ deg/\mathrm{hr}$ の割合で上昇しているものとすれば，水銀柱の温度 t_M は次の式で表わされる．

$$\frac{dt_M}{d\tau}=\frac{1}{\lambda}(t_0+K\tau-t_M).$$

こゝで，τ は時間，λ は水銀柱の後れの定数，t_0 は初めの温度である．これから

$$t_M=t_0+K\tau-K\lambda\left(1-e^{-\frac{\tau}{\lambda}}\right)$$

を得る．十分長い時間経った後では，水銀柱の温度は室温より $K\lambda$ だけ低くなっている．これが t_M の誤差になる．Evans〔9〕によれば，現用のフォルタン気圧計では，$\lambda=0.3$ hr 程度である．気圧計室の温度変化の平均として $K=0.3\ deg/\mathrm{hr}$ をとれば，$K\lambda=0.09\ deg$ となる．前項で得た付着温度計の読み取りの誤差と合はせると，$\delta t_M=0.1\ deg$ となるので，

$$\beta\cdot\delta t_M=2\times10^{-5} \tag{16}$$

を得る．

(*i*)　P の誤差

これまでに求めた (6)，(7)，(11)，(12)，(13)，(14)，(15)，(16) の値を (5) に入れ，$P=1000$ mb とすれば，

$$\delta P=0.04\ \mathrm{mb} \tag{17}$$

を得る．すなわち，現用のフォルタン気圧計で測定した

気圧には 0.04 mb 程度の誤差がある．

3. 四捨五入によって導入される誤差

(4) において，$t_S=t_M=t$ とおき，$\frac{C_s}{H}$，αt，βt，$\frac{g-g_0}{g_0}$はいずれも1に比して小さい量であるから，2次の微小量を無視すれば，

$$P=\rho_0 g_0\left\{H+C_s+\frac{(\alpha-\beta)t}{1+\beta t}H+\frac{g-g_0}{g_0}H\right\}$$

を得る．この右辺の第3項と第4項はそれぞれ温度補正，重力補正であり，それらを C_t, C_g とおく．また g_0 は標準重力の加速度で，

$$g_0=980.665\ \mathrm{cm/sec^2}$$

である．H, C_s を mm，P を mb であらわせば

$$P=1.333224\{H+C_s+C_t+C_g\} \tag{18}$$

となる．

(*a*) 現行の観測法による場合の誤差

現行の地上気象観測法〔1〕では，(18)の右辺の括弧内の各項をそれぞれ mm の 100 分位まで求め，mb に換算してからその100分位を四捨五入して，P を mb の10分位まで求めている．

いま，H, C_s, C_t, および C_g には誤差はないものと仮定する．このとき，P に誤差 ΔP_a が含まれているとすれば，これは (18) によって P を求めたとき四捨五入によって導入されたものである．それ故，ΔP_a は -0.05 mb から $+0.05$ mb までの間の何れかの値をとるはずである．P の 100 分位の数字としては，0 から 9 までの 10 個の数字が同じ確率であらわれると考えられるから，ΔP_a の起る確率 $\eta(\Delta P_a)$は，表2に示されるような値になる．こゝで，$\eta(+0.05)$ と $\eta(-0.05)$ とがともに 0.05 となっているのは四捨五入法による結果である．ΔP_a の標準偏差 δP_a は

$$(\delta P_a)^2=\sum(\Delta P_a)^2\eta(\Delta P_a)$$

から求められる．表2を用いて，

$$\delta P_a=0.029\ \mathrm{mb} \tag{19}$$

を得る．すなわち，換算した mb の 100 分位を四捨五入するだけで，気圧の測定値には，0.03 mb の誤差が含まれることになる．

実際の換算のときには，一一計算するのではなく，地上気象常用表〔5〕を用いる．この表は，(18)によって計算したもので，mm までの数を mb の 10 分位までの数として求めるようになっている．mm の 10 分位と 100 分位とはそれぞれ補間表によって換算する．

この方法によれば，P は，mm までと，mm の10分位，および100分位とをそれぞれ mb に換算した P_1, P_{10}, P_{100} の和として与えられる．すなわち，

$$P=P_1+P_{10}+P_{100}$$

である．こゝで，P_1, P_{10}, P_{100} は，いずれもmbの 100 分位を四捨五入してあるので，それぞれ表2に示されるものと同じ確率をもった誤差 ΔP_1, ΔP_{10}, ΔP_{100} を含んでいると考える．このときの P の誤差 $\Delta P_a'$ は．

$$\Delta P_a'=\Delta P_1+\Delta P_{10}+\Delta P_{100} \tag{20}$$

で与えられる．この右辺の各項は互に独立であるから，$\Delta P_a'$ の起る確率 $\eta(\Delta P_a')$ は，

$$\eta(\Delta P_a')=\sum\eta(\Delta P_1)\cdot\eta(\Delta P_{10})\cdot\eta(\Delta P_{100}) \tag{21}$$

となる．$\sum$ は(20)を満足する ΔP_1, ΔP_{10}, ΔP_{100} のすべての組合せについての和をとる．表2の値を(21)に入れて計算した結果を，表3に示してある．$\Delta P_a'$ の標準偏差 $\delta P_a'$ は，

$$(\delta P_a')^2=\sum(\Delta P_a')^2\eta(\Delta P_a')$$

から求められる．表3を用いて，

$$\delta P_a'=0.051\ \mathrm{mb} \tag{19$'$}$$

を得る．すなわち，現行の観測法では，mmHg を mb に換算する表の使用方法を一つにきめていないので，場所によってちがった手順によっているが，最も誤差が大きいと考えられる上に述べた手順をとれば，四捨五入だけで気圧の測定値に 0.05 mb の誤差が含まれることになる．それで，現行の四捨五入による誤差は 0.03～0.05 mb と考えられる．

表 2. 100分位を四捨五入した数に含まれている誤差 ΔP_a とその確率 $\eta(\Delta P_a)$.

ΔP_a	$\eta(\Delta P_a)$
0.05	0.05
0.04	0.1
0.03	0.1
0.02	0.1
0.01	0.1
0.00	0.1
−0.01	0.1
−0.02	0.1
−0.03	0.1
−0.04	0.1
−0.05	0.05

表 3. 100分位を四捨五入した数3個を加え合わせた数に含まれている誤差 $\Delta P_a'$ とその確率 $\eta(\Delta P_a')$

$\Delta P_a'$	$\eta(\Delta P_a')$
±0.15	0.000125
±0.14	0.00075
±0.13	0.00225
±0.12	0.00475
±0.11	0.00825
±0.10	0.01275
±0.09	0.01825
±0.08	0.02475
±0.07	0.03225
±0.06	0.04075
±0.05	0.049875
±0.04	0.0585
±0.03	0.0655
±0.02	0.0705
±0.01	0.0735
±0.00	0.0745

(*b*) mb 目盛を10分位まで読み取る場合の誤差

つぎに，mb 目盛のフォルタン気圧計の示度 B を10分位まで読み取り，各補正も mb の10分位までの数値として行う場合の誤差について考える．この場合，(18)の括弧の前の定数は各項に含まれるので，各補正項の添字をそれぞれ大文字にして示すと，この式は，

$$P=B+C_S+C_T+C_G$$

となる．右辺の各項は，それぞれ mb の 100 分位を四捨五入して得た数値とすれば，いずれも(18)における P と全く同じように，表2のものと同様な誤差がある．それらをそれぞれ Δ をつけて示せば，このときの P の誤差 ΔP_b は

$$\Delta P_b=\Delta B+\Delta C_S+\Delta C_T+\Delta C_G \qquad (22)$$

によって与えられる．この右辺の各項は互に独立であるから，ΔP_b の起る確率 $\eta(\Delta P_b)$ は

$$\eta(\Delta P_b)=\sum\eta(\Delta B)\cdot\eta(\Delta C_S)\cdot\eta(\Delta C_T)\cdot\eta(\Delta C_G) \qquad (23)$$

となる．こゝで，$\sum$ は(22)を満足するすべての組合せについての和をとる．表2の値を(23)に入れて計算した結果を表4に示してある．ΔP_b の標準偏差 δP_b は，

表 4. 100分位を四捨五入した数4個を加え合わせた数に含まれている誤差 ΔP_b とその確率 $\eta(\Delta P_b)$

ΔP_b	$\eta(\Delta P_b)$
± 0.20	0.00000625
± 0.19	0.00005
± 0.18	0.0002
± 0.17	0.00055
± 0.16	0.0012
± 0.15	0.00225
± 0.14	0.0038
± 0.13	0.00595
± 0.12	0.0088
± 0.11	0.01245
± 0.10	0.016975
± 0.09	0.02235
± 0.08	0.02840
± 0.07	0.03485
± 0.06	0.0414
± 0.05	0.04775
± 0.04	0.0536
± 0.03	0.05865
± 0.02	0.0626
± 0.01	0.06515
0.00	0.0660375

$$(\delta P_b)^2=\sum(\Delta P_b)^2\eta(\Delta P_b)$$

から求められる．表4を用いて

$$\delta P_b=0.058 \text{ mb} \qquad (24)$$

を得る．すなわち，mb 目盛の気圧計を10分位まで読みとり，現行と同じ手順で，それぞれ10分位までの数値をもった各補正を順次加えてPを求めると，その四捨五入による誤差は 0.06 mb になる．

(*c*) 器差補正，温度補正，重力補正をまとめて行う場合の誤差

この項では各補正をあらかじめ加えて一つにして補正する場合の誤差について考える．

一つのフォルタン気圧計については，器差補正値は一定の数で与えられる．重力補正値は気圧だけの函数である．温度補正値は気圧と温度の函数である．それ故，一つの気圧計について，温度補正表の各項に，それぞれの気圧に相応する重力補正値を加え，さらにその各項に器差補正値を加えたものを作れば，補正表は一つにまとまる．この補正値を C_{STG} とおけば，

$$C_{STG}=C_S+C_T+C_G$$

である．こゝで C_{STG} の表の 100 分位を四捨五入すれば，それによって起る誤差 ΔC_{STG} は表2に示されるものと同様である．

$$P=B+C_{STG}$$

であるから，このときのP の誤差 ΔP_c は

$$\Delta P_c=\Delta B+\Delta C_{STG} \qquad (25)$$

となる．この右辺の2つの項は互に独立であるから，ΔP_c の起る確率 $\eta(\Delta P_c)$ は

表 5. 100分位を四捨五入した数2個を加え合わせた数に含まれている誤差 ΔP_c とその確率 $\eta(\Delta P_c)$.

ΔP_c	$\eta(\Delta P_c)$
± 0.10	0.0025
± 0.09	0.01
± 0.08	0.02
± 0.07	0.03
± 0.06	0.04
± 0.05	0.05
± 0.04	0.06
± 0.03	0.07
± 0.02	0.08
± 0.01	0.09
0.00	0.095

$$\eta(\Delta P_c)=\sum\eta(\Delta B)\cdot\eta(\Delta C_{STG}) \qquad (26)$$

である．こゝで，$\sum$ は(25)を満足する ΔB と ΔC_{STG} の組合わせのすべてについての和をとる．表2の値を(26)に入れて求めた結果を表5に示してある．

ΔP_c の標準偏差 δP_c は

$$(\delta P_c)^2=\sum(\Delta P_c)^2\eta(\Delta P_c)$$

から求められる．表5を用いて

$$\delta P_c=0.041\text{ mb}$$

を得る．すなわち，mb 目盛の気圧計を10分位まで読みとり，各補正をまとめて四捨五入し，10分位までの数にして補正すれば，その四捨五入による誤差は 0.04mbになる．

4. むすび

これまでのところを要約すれば，

(a) 現用のフォルタン気圧計の測定誤差は 0.04mb である．この値は mb 目盛の気圧計でも同じである．

(b) 現行の観測法によって mmHg を mb に換算するとき，四捨五入によって導入される計算誤差は 0.03～0.05 mb である．

(c) mb 目盛のフォルタン気圧計を 10分位まで読みとり，器差補正，温度補正，重力補正を一つにまとめて補正すれば，四捨五入による誤差は 0.04 mb となる．

以上から，現在得られている気圧の誤差は

$$\sqrt{(0.04)^2+(0.03)^2}=0.05\text{ mb}$$

ないし

$$\sqrt{(0.04)^2+(0.05)^2}=0.06\text{ mb}$$

であるのに対して，mb 目盛の気圧計を10分位まで読みとり，一つにまとめた補正をする場合の誤差は

$$\sqrt{(0.04)^2+(0.04)^2}=0.06\text{ mb}$$

となって，測定の精度に差はない．現行の手順では，3回の和と1回の換算を要するのに対して，新しい方法ではたゞ1回の和をとるだけでよい．その上，100 分位の読みとりと計算とが不要になるので，観測は容易になり，計算も少くてすむ．

終りに，この問題について貴重な御教示を賜った吉武先生に深い感謝をさゝげる．

文献

1) 中央気象台，1956：地上気象観測法．pp. 58～70.
2) 中村清二，1934：物理実験法．岩波書店，p. 17.
3) Wichers, E., 1942: Pure Mercury. Rev. Sci. Instr., **13**, 502～503.
4) Laby, T. H. and W. Mepham, 1922: The Isotopes of Mercury. Nature, **109**, 206～207.
5) 気象庁，1959：地上気象常用表．
6) 東京天文台，1959：理科年表．丸善，p. 物 43.
7) Scheel, K. und F. Blankenstein, 1925: Über das spezifische Gewicht des Quecksilbers. Zeitschr. f. Phys., **31**, 202～209.
8) 瀬川忠四郎，1960：測器示度の末位の目測について．測候時報，**27**, 26～28.
9) Evans, J. C., 1947: The Determination of Thermal Lagging Times. Proc. Phys. Soc., **59**, 242～256.

気象の英語（35）

38. 関係代名詞の as

Stratus as seen at the top of Mt. Fuji というような文によく出くわすが，この中の as はどういう意味でしようか．よく間違えるのは〝富士山頂から見られるような〟とか〝富士山頂から見たままの〟というような訳をつけることである．as にはそういう意味もないわけではないが，上例の as は関係代名詞と見るのがほんとうらしい．C.O.D. によると，関係代名詞の例に，He was a foreigner, as (which fact) they perceived from his accent. がのっている訳をつけると，〝彼は外人だった．それは彼のアクセントでわかったのだが〟である．最初の例の意味は，〝富士山頂から見た層雲〟である．では，stratus seen at the top of Mt. Fuji との違いはどうか，ということになるが，as seen の方は〝層雲，富士山頂から見たものだが〟という気持ちであろう．もう一つ例をあげれば，the eye of the typhoon, as determined (identified) by radar＝台風の眼，レダーできめられた（確認された）ものだが．

（有住直介）