

## 質 疑 応 答

質問は、東京都千代田区大手町 1-3-4, 気象庁内  
日本気象学会天気編集委員会宛、にどうぞ

問：高層観測値にはどのような誤差が含まれていますか。

答：高層観測値の精度は次の2つに大別して考える必要がある。

1. 観測値（測定値）に含まれる誤差
2. 通報もしくは印刷資料を利用するとき考慮すべき誤差

1の中には測器の性能・特性によるもの、検定誤差、計算誤差等が含まれている。そのうち各センサーの絶対的な測定精度等は実験室において調べるが、実用状態での絶対的な精度は現在のところ準器というべきものがないので知ることができない。従って連結もしくは連続観測などの同時観測でもって異種のゾンデ間の相対的な差や同種ゾンデ間の測定値のバラツキを調べ精度の目安とするしかない。なお、計算処理過程での人為的個人差については北岡・松山により大変小さいことが報告されている。（高度で5gpm以内、気温で約0.1°C）

現用のRS II 56型レーウィゾンデの精度の目安としては、多少古い値であるが第1表に示すような結果が得られている。その後現在までに多少の改良がなされているが大体同程度と見なしてよいと思われる。なお、この結果を参考とし、実例について各観測点の気圧、気温に一定の誤差を与えたとき各指定気圧面の高度にもたらさ

れる誤差の一例を第2表に示した。

近年 WMO でも高層観測の精度向上のため基準とすべきゾンデの開発に力が注がれ、数カ国で開発された気温基準ゾンデの国際比較観測が1968年～1973年にかけて行なわれた。日本の基準ゾンデ（RS II 67 TR）はソ連およびフィンランドのものと直接比較された。その結果では、日・ソの差は比較的小さい（0.3°C位）が日・フィはそれよりもやや大き目であった。また日本の基準ゾンデ間の比較では、第3表に示すようにバラツキが大変小さく準器として利用できそうに思える。このゾンデと現用ゾンデとの比較結果は第4表の通りである。これらの結果から大ざっぱに言えばゾンデの気温測定精度は1°C位と考えてよさそうである。

なお、気圧と湿度についても各国で基準ゾンデを作り相互に比較する計画が進められている。

風の誤差をもたらす要素は主として方向探知機の測角誤差とゾンデの結果から得られる高度誤差であるが、これらの誤差のうち系統的誤差は測風計算手続上相殺されるので一般には影響が小さい。特に高度誤差は不連続に大きく増減しない限りあまり問題にならない。気球が近く高度角が大きいく、相対速度が大きいくときは測角の遅れが大きくなるが水平距離が短いので風速誤差の絶対値はその割に大きくなる。低高度角になると建造物や地

第1表 現用ゾンデ間の差

気 層		sfc~850	850~700	700~500	500~300	300~200	200~100	100~
56M 型	$\overline{\Delta P}$ (mb)	2.3	1.5	1.1	1.1	1.2	1.0	0.8
	$\sigma$ (mb)	1.8	1.6	2.0	1.5	1.2	0.8	0.7
	$\overline{\Delta T}$ (°C)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7
	$\sigma$ (°C)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4
	$\overline{\Delta U}$ (%)	2.9	2.3	2.0	1.8	—	—	—
	$\sigma$ (%)	1.4	1.5	1.7	1.9	—	—	—

1956

第2表 高度誤差の一例 (gpm)

気 圧 面	850	700	500	300	200	100	50	30
$\Delta H(P-\Delta P, T+\Delta T)$	3	6	13	24	33	46	58	46

$\Delta P$  は 200 mb までは 2 mb, それ以上は 1 mb  
 $\Delta T = 0.5^\circ\text{C}$

第3表 基準ゾンデ間の差 (°C)

気 層		sfc~600	600~300	300~160	160~80	80~40	40~20	20~10
昼	$\overline{\Delta T}$	-0.16	-0.04	-0.16	-0.10	-0.03	-0.09	-0.03
	$\sigma$	0.12	0.09	0.11	0.14	0.08	0.04	0.25
夜	$\overline{\Delta T}$	+0.10	+0.12	-0.01	-0.06	-0.11		
	$\sigma$	0.05	0.08	0.08	0.09	0.17		

第4表 基準ゾンデと現用ゾンデとの差 (°C)

気 層		sfc~600	600~300	300~160	160~80	80~40	40~20	20~10
$\overline{\Delta T}$		+0.07	-0.20	-0.76	-0.83	-0.34	-0.36	+0.94
$\sigma$		0.36	0.36	0.48	0.73	0.77	0.67	1.26

第5表 風向・風速の誤差

気圧面	高度誤差	10	20	30	40	50	60	70	30	
850	8+5	6.4	3.5	2.6						風速誤差 (%)
700	15+9	15	8.1	5.8						
500	25+11	19	10	7.4	5.9	4.9				
300	60+22	49	25	17	13	11	9.4	8.3	7.4	
100	100+42	48	25	17	13					
850		2.6	1.4	1.0						風向最大誤差 (deg)
700		7.0	3.5	2.4						
500		8.8	4.5	3.1	2.7	1.9				
300		23.6	11.9	7.9	6.0	4.8	4.0	3.5	3.1	
100		23.4	11.8	7.9	5.9					

高度誤差=系統的誤差+不規則誤差 (g.p.m)

測角誤差は0.05度と仮定

面の反射による誤差が大きくなるので適当な基準を設け修正を行ない誤差を小さくしている。また距離が遠くなると測角誤差の風への影響が大きくなるので、平均風を算出する時間間隔を2倍、4倍にし、計算結果への影響を小さくしている。測角誤差は光学経緯儀との比較観測によりある程度は確かめられるが、総合的な誤差を一義的に求めるのはきわめてむずかしい。

測角誤差を0.05度と仮定し、ゾンデの国際比較観測結果から推算した高度誤差に対して栗原が計算的に求めた風向・風速の誤差を第5表に示した。風速は相対誤差(%)で示してあるが絶対値にすると500 mb で約2 m/s, 300 mb で5 m/sとなる。

2の利用面についていえば、通報、印刷資料とも特異点は次の基準内で元の観測値が再現できるように選ば

れている。

(a) 300 mb (または第1圏界面)の下では1°C, 上では2°C 以内

(b) 湿度は15%以内

(c) 風向は10°以内, 風速は5 m/sec 以内

従って、特異点の資料を用いてその間の値を内挿で求めるときは上記のことを念頭において扱う必要がある。

また、半球スケールで各国の資料を扱うときには、各国ゾンデ間の系統的な差や、成層圏レベルでの昼夜の差も考慮する必要が起り得る。この昼夜の差は、真の日変化以外に主として気球やゾンデに対する日射の影響によるものが含まれていると考えられるが、最近観測方法や補正方法の改善により大分小さくなっていると思われる。

## 参考文献

- 新井重男：高層風の誤差，高層気象第5巻第1号。  
Hooper A.H; R.E. Vockeroth: Upper-Air Sounding  
Studies, WMO Technical Note No. 140 WMO  
No. 394.  
北岡龍海・松山外喜男：ラジオゾンデ (S 50 L と  
RS 52 M) の精度について，研究時報7巻1号。  
Kurihara Y.: Accuracy of Winds-aloft Data and  
Estimation of Error in Numerical Analysis of  
Atmospheric Motion, 気象集誌, Vol. 39, No. 6.

松橋史郎・新井英次：極東における各国ゾンデ観測  
値の比較について，天気，Vol. 7, No. 9, No. 11.  
Raymond M. McInturff and E.G. Finger: The  
Compatibility of Radiosonde Data at Strato-  
spheric Levels Over the Northern Hemisphere,  
Technical Memorandum WBTM DATAC 2,  
ESSA.

Information Concerning the World Comparison of  
Radiosondes (Payerne, 1956): Rec. 13 (CIMO-  
II), Annex 7, CIMO Abridged Final Report,  
WMO-No. 64, RP. 26.

(高層課 五月女敬太郎)

(113頁の続き)

もらいたい，教育の場で役立つものをとり上げてもらいたい，学校で自作できる観測器具の製作や講義，学校でそろえる気象実験設備の提言がほしい，等である。

今後この講座で取扱う内容については，基礎的なものと最先端のものという両極での希望が多い。学校教育上誤りやすい問題点を指摘してほしいというものや，最近の気象学(会)の動向を紹介してもらいたいといったようなものもある。また，受講者に，地学出の人が多いせいか，天文，地震，火山といったものも組入れてほしいという意見も多数あった。

今回のアンケートにのぼった今後希望する講座を術語的に列挙すると。

実験，台風，大気大循環，天気図，異常気象，地震，火山，海洋気象，高層気象，エーロゾル，衛星写真と地上実況

といったものである。

最後に，(Ⅷ)については，斎藤氏の意見への賛同，高井氏の講座への共鳴といったものの出されたが，全体的には，気象教育への方法論的内容がなく，また，現在

の理科教育の目標(エネルギーの概念，粒子の概念)からずれた講座が多く，教育の現場からかけはなれているという不満も強かった。それよりも，興味深いことは教師の方々が，気象教育に十分関心を持ちながら，それが充分になされ得ないもどかしさを記されたものが多いことである。その理由は，学校教育上気象関係が手薄であり，担当教師も地学出身が多く，専門外で，どう手をつけてよいか解りかねているのが現状のようである。その結果，学会に対して，気象実験がポピュラーになるよう，学校実験用器具の開発に関心を持ってほしい，ということや，(Ⅵ)，(Ⅶ)項に示した意見が，多かったのであろう。一般で参加されたある教育センターの方は，「指導要領は，気象学を専門としない人が作成しているので，内容に問題が多く，専門的立場から指導していただきたい」ということが述べられているが，現在の気象教育の問題点，および将来学会の気象教育に対する働きかけの必要性を含んだ概括的意見で印象深かった。

(講演企画委員 福谷 記)