

# ゾンデの上昇速度について\*

白土武久\*\* 中村匡善\*\*

## 1. まえがき

ルーチンの高層観測において、圏界面付近でゾンデの上昇速度が急激に変化する事が時々あり、時には誤観測でないかと思う程の事もあるので、この様な現象が実在するかどうか検討の必要を感じていた。

ところが1970年3月6日21時、仙台でレーウィンゾンデ観測中、118mb付近でゾンデの強制落下と思われる現象が起き、観測をやり直したところ、やはり同じ様な現象を観測した。

そこでわれわれは、2個一組のレーウィンゾンデの観測値を使って、その上昇速度を計算してその信頼性を検討し、また所謂エコー方式により同じ事を行なって、上昇速度の急変する現象が実在する事を確めた。次いで、

仙台で得られた資料について検討を行なった。

まだ、検討すべき事項が残っているが、取敢えず今まで調べた事項について報告する。

## 2. 上昇速度の計算方法とその精度

### 2.1 計算法について

観測受信記録に於ける各気圧符号のvariety目を観測点とし、各観測点について飛揚後の時間及び高度をそれぞれ受信記録及び観測高度対気圧曲線より内挿して求め、これらの値を使用して、2つの観測点間の平均上昇速度を求めた。

然し、高度については空盒気圧計の誤差、気圧の温度補正值の誤差、読取内挿誤差等が含まれ、時間についても読取内挿誤差が含まれているので、高度差及び時間差

第1表 上昇速度の誤差の推定値

大体の高度 (gpkm)		0.5	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
相隣れる観測点間の	$\Delta T$ (min)	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7	1.05	1.8	2.45	3.4	4.4
	$\Delta H$ (gpm)	215	220	250	275	290	345	385	760	1075	1450	2500
	$\Delta H/\Delta T$ (m/min)	307	275	417	458	483	493	367	422	439	426	568
$\Delta H/\Delta T$ の誤差 (m/min)	各点	+66	+54	+94	+99	+102	+86	+51	+30	+21	+15	+13
		~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
		-54	-45	-74	-78	-80	-72	-41	-23	-20	-15	-13
	一点おき	+31	+26	+44	+46	+49	+41	+23	+14	+11	+8	+7
		~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
		-29	-24	-39	-41	-43	-37	-21	-14	-11	-7	-7
二点おき	+21	+17	+29	+30	+31	+27	+15	+9	+6	+5	+5	
	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	
	-19	-16	-26	-27	-29	-25	-14	-10	-7	-5	-5	

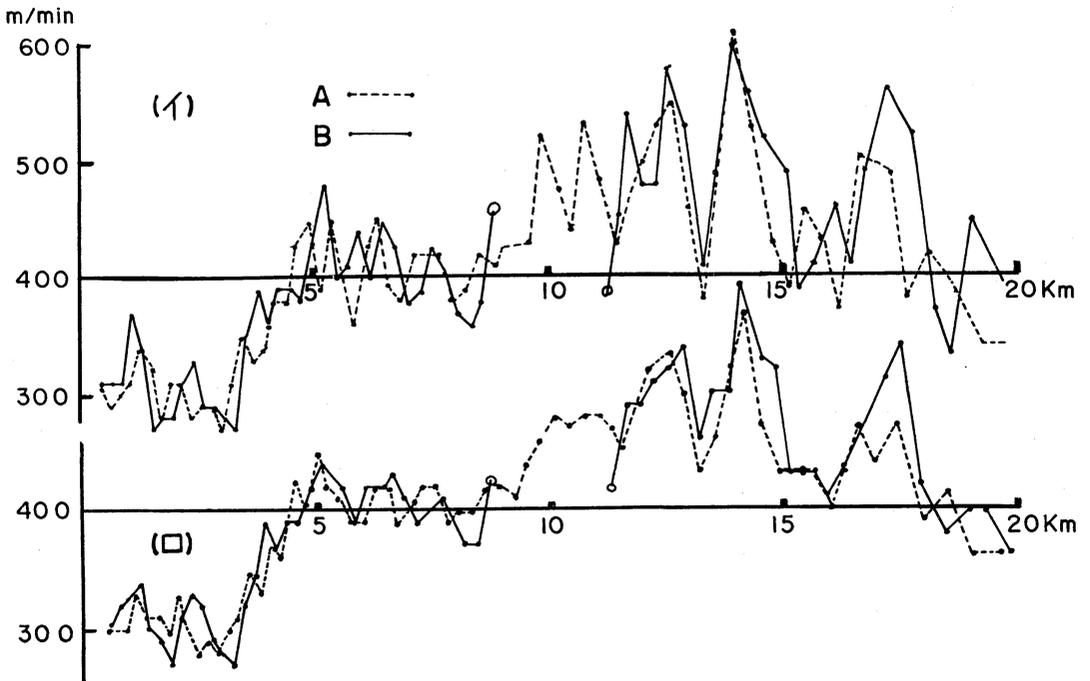
\* On the Ascensional Rate of Radio Sondes

\*\* T. Shiratsuchi and T. Nakamura 高層気象台観測第二課

—1971年2月2日受理—

第2表 同時観測に使用した計器一覧表

資料 No.	飛揚年月日	計器 No.		気圧検定年月日 (於本庁)	気圧点検年月日 (於現地)
1	S. 45. 9. 29 (0.9h)	A B	RS II K 1810 " K 1805	S. 45. 7. 3 7. 3	S. 45. 9. 22 9. 22
2	45. 10. 1 ( " )	A B	" M 3028 " M 3096	8. 22 8. 24	9. 24 9. 21
3	45. 10. 2 ( " )	A B	" M 3027 " M 3032	8. 22 8. 22	9. 25 9. 25
4	45. 10. 3 ( " )	A B	" M 3021 " K 1807	8. 21 7. 3	9. 29 9. 29



第1図 資料 No. 4 の平均上昇速度

(イ) は観測点を1点おきに平均した場合の平均上昇速度 (ロ) は2点おきに平均した平均上昇速度を示す。

を作る観測点の間隔が問題となる。

今、高度差を  $\Delta H$ 、時間差を  $\Delta T$  とし、夫々の誤差を  $\pm \delta H$ 、 $\pm \delta t$  とすると、上昇速度の最大誤差は、

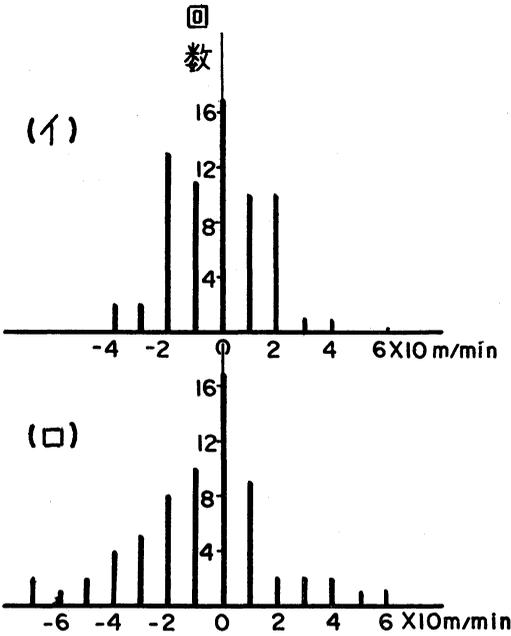
$$\frac{\Delta H \pm \delta H}{\Delta T \mp \delta T} - \frac{\Delta H}{\Delta T} = \frac{\Delta H}{\Delta T} \left( \frac{1 \pm \frac{\delta H}{\Delta H}}{1 \mp \frac{\delta T}{\Delta T}} - 1 \right) \dots\dots (1)$$

となる。

観測記録のタイムマークは1分毎に入っているの、

観測点の時間は符号の数を使って0.1分単位で肉挿し、高度は目盛が100m単位なので10m単位で読取った。

1分間の気圧符号の数は15~20位であるから1符号の間隔は約0.07~0.05分となり、時間の読取内挿誤差は $\pm 0.035$ 分以下と考えてよい。又高度読取誤差は $\pm 10$ mとすると、時間差誤差  $\delta T = \pm 0.07$ 分、高度差誤差  $\delta H = \pm 20$ mと考えられるからこれらの誤差による上昇速度誤差は(1)式より第1表の様に推定される。



第2図 A, B 両平均上昇速度の差の頻度分布 (イ)は高度0~10kmまでの頻度(ロ)は10~20kmまでの頻度を示す。

第3表 上昇速度の差の平均値及び不偏分散

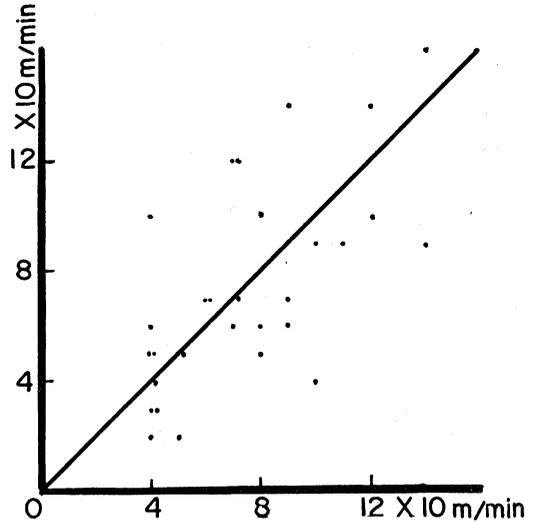
高度(km)	数	平均値(m/min)	不偏分散(m/min)
0~10	67	-1	16.8
10~20	57	-9	27.4

2.2 精度について

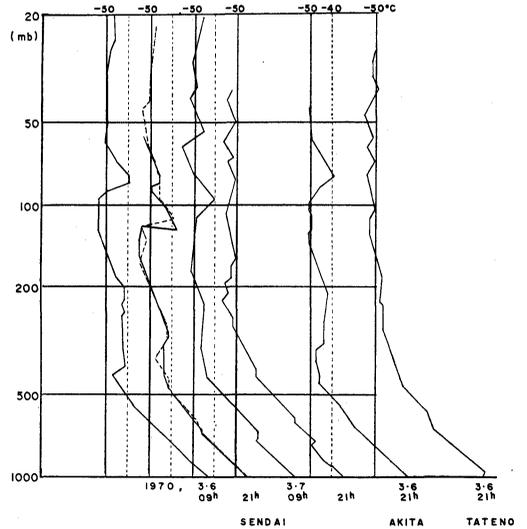
第1図は、同一気球に2個のゾンデ(A, Bと呼ぶ)を吊し、2台の受信機で同時観測して得られた資料のうち10月3日飛揚のものについて平均上昇速度を計算し、高度に対してプロットしたものである。なお第2表は、同時観測に使用した計器一覧表である。

第1図(イ)は観測点を1点おき、(ロ)は2点おきに取りて計算したものであり、ゾンデの示す値が正確ならば、A, B曲線は第1表の誤差範囲内で一致すべきであるが、実際はそれ以上に差があり、高度が増加するにつれて著しくなっている。これはゾンデの示す値にも誤差がある事を示すものであるが、それはさておき、その数量について調べて見た。

読取誤差による影響を小さくするため、2点おきの観測点を使って計算した平均上昇速度より、高度0.5km毎

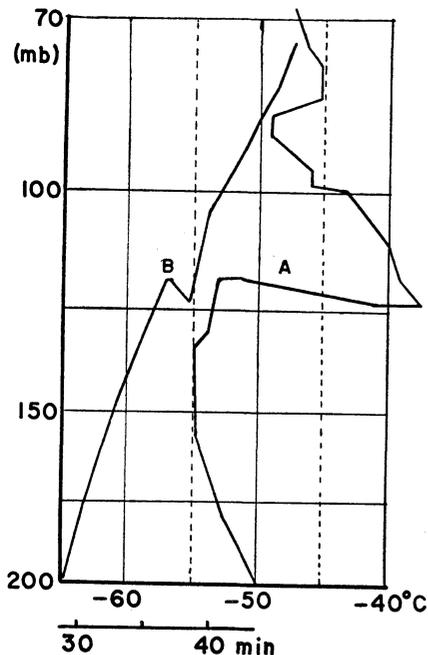


第3図 A, B 両平均上昇速度に於ける対応する極大, 極小点の差の相関図 横軸はAに於ける相隣れる極大, 極小点の差, 縦軸はそれに対応するBに於ける極大, 極小点の差を示す。



第4図(イ) 高温域が現われた時と、その前後日の仙台の状態曲線、及び同時刻の秋田、館野の状態曲線、点線は復行観測。

の値をグラフを使って内挿し、A, B両者の差を求めた。第2図(イ)は高度10kmまで(ロ)は10~20kmまでの頻度分布を示す。第3表には正規分布として計算した平均値, 不偏分散を示す。



第4図(ク) 仙台における6日21時の100mb附近の状態曲線(A)及び上昇曲線(B).

次にA, Bの上昇速度変化の高度分布の位相を見るため、相隣れる極大、極小点間の差が $\pm 40\text{m/min}$ 以上の場合について見ると、高度差500mの範囲内で良く一致していた。

第3図は横軸にA, 縦軸にBをとり、対応する極大、極小点の差をプロットしたものである。

以上の事より

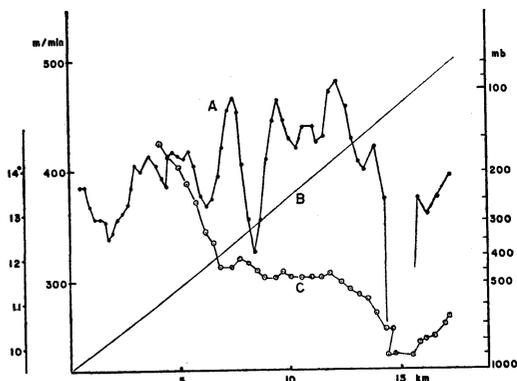
1) ルーチンの資料からゾンデの上昇速度を計算した場合、2点おき平均法では、その信頼性は絶対値に於いて高度10kmまでは $\pm 20\sim 30\text{m/min}$ 、10~20kmまでは約 $\pm 50\text{m/min}$ と考えられる。

2) 相対的に前後の変動を考える場合は、 $40\text{m/min}$ より大きい変動はかなり信頼できると思われる。

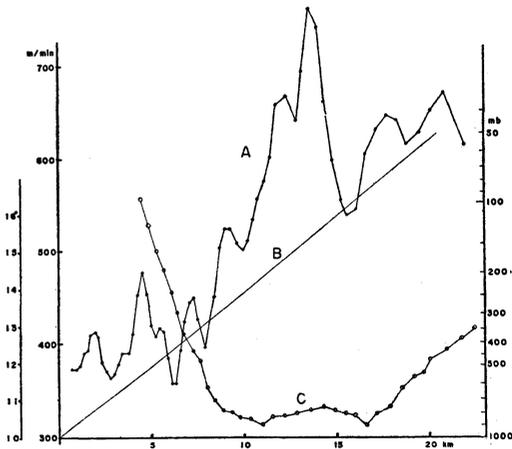
尚上昇速度は上述の方法の他に、ゾンデまでの直距離と高度角を使って求める方法があるが、高度角の測角誤差が大きく効いて精度は若干劣る。然しこの方法によっても前述と同じ様な結論が得られた。

### 3. 仙台で観測した現象について

第4図(イ)に、この現象を観測した前後日の仙台の状態曲線、及び、同時刻の秋田、館野を、第4図(ロ)に、仙台における6日21時の100mb附近の状態曲線及び、気圧対時間曲線(上昇曲線)を示す。



第5図(イ) 仙台における3月6日21時の上昇速度と受信空中線の高度角と気圧対高度曲線  
A: 上昇速度  
B: 気圧対高度曲線  
C: 高度角



第5図(ロ) 仙台における3月6日09時の上昇速度と受信空中線の高度角と気圧対高度曲線  
A: 上昇速度  
B: 気圧対高度曲線  
C: 高度角,  
高度角のキック点、上昇速度の急激な変化点より多少遅れているのは受信空中線の機械的遅れによるものと思われる。

この現象の特徴は、第4図(ロ)に見られるように、ゾンデが短時間(0.7分間で118mbから124mbへ)降下すると共に、気温が約 $16^\circ\text{C}$ 昇温している事である。

1時間35分後に行なった復行観測に於ても殆んど同じ昇温を示し、強制落下は無かったが、上昇速度の減少がはっきり出ている、この現象が実在するものである事を示している。更に、この下降又は、上昇速度減少が実在

する事を裏付けるものは、受信空中線の高度角の変化である。第5図(イ)、(ロ)は、前節で述べた方法により計算した平均上昇速度と、受信空中線の高度角を対比させたもので、前者のピーク点と、後者のキック点がよく一致している事が判る。

次に、この現象の規模を見るため、全国高層観測官署より3月1日より10日までの資料を頂いて調べた所、この期間中このような現象は、仙台で1日21時～2日09時、5日09時～7日09時、10日09時に見られ、秋田でも5日21時～7日09時、9日09時に見られたが、他の官署ではそれ程目立った現象は見られず、現象その物は相当局所的なものと考えられるが、原因については結論を得ていない。尚、一般に高温域の下では、上昇速度は遅くなり、上では速くなっていたが、いくつかの例外もあり断定は出来なかった。

#### 4. むすび

ゾンデ2個の同時観測及びエコー方式により得られた資料及び、仙台、秋田で観測された資料より、ゾンデ上昇速度の変化は実在するものであると考えられるが、そ

の原因は解明出来ず、今後更に調査を進める必要がある。

終りに、貴重な資料を頂いた全国高層観測官署の方々、並びに、色々と御指導して下さいました乳井課長に厚く御礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 角 俊治 (1958) 気球の上昇速度について、高層気象台年報, Vol. 6, No. 2, 981.
- 2) 角 俊治 (1961) 気球の上昇速度と鉛直気流, 高層気象台年報, Vol. 7, No. 1, p. 9.
- 3) 角 俊治 (1962) 台風周辺における気球の上昇速度の分布, 高層気象台年報, Vol. 7, No. 2, p. 103.
- 4) T. Kitaoka (1963) Some Considerations on the Stratospheric Circulation, related to the Cause of the Aleutian High. Proceeding of the International Symposium on Stratospheric and Mesospheric Circulation.
- 5) 浅井富雄 (1968) ゾンデ観測資料を用いた対流活動の解析, 天気, Vol. 15, No. 3, p. 109.

## 夏期月例会お知らせ

(気象学史と気象教育)

1. 期 日：8月27日(火)
2. 会 場：気象庁第3会議室(予定)

講演申込みは6月末日まで気象庁図書館英男宛申込まれたし。なお今回は、シンポジウムのテーマとして「岡田以前の気象学、気象事業」が予定されています。