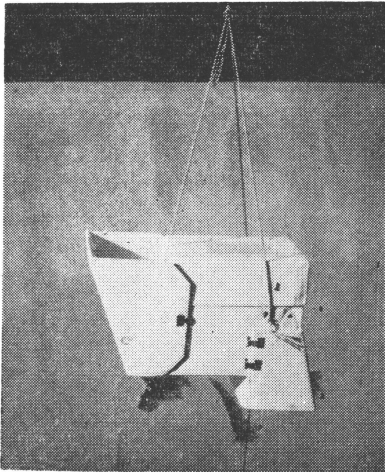


U-D ソンデの気圧第3温度補正について*

石 田 恭 市**

1. はじめに

現在、わが国で使用しているソンの気圧測定部分は燐青銅による空ごうで作られているが、温度によって金属のヤング率が変化するためその補正をおこなわなければならない。現業では、このために検定時と飛揚時の温度差による第2温度補正と、飛揚時と飛揚中の温度との差による第3温度補正をおこなっている。このことについてはすでに鈴木ら^{1),2)}が詳細に研究しており、この結果にもとづいて現在の補正図表が作られている。昨年、札幌管区気象台では霧観測のためにU-D ソンデ(up and down sonde) を使用したが(第1図)、そのときの第3



第1図 U-D ソンデ

温度補正は、その都度計算を行なわなければならなかった。低層解析にU-D ソンデが効果のあることがわかっているが^{3),4)}、この第3温度補正の図表化を試みたので紹介する。

2. 図表化のための計算式

空ごうの温度、気圧による変化の式は Kleinschmid^t

* Correction Table for Temperature Error of U-D sonde Pressure Unit.

** Kyôichi Ishida, 札幌管区気象台
—1964年5月8日受理—

によると次のようにあらわされる。

$$\Delta P = -\Delta\theta(\alpha - \beta \cdot P) \dots\dots\dots(1)$$

たゞし $\Delta\theta = T_c - \theta$

$$= (T_c - T_s) + (T_s - \theta) \dots\dots\dots(2)$$

こゝで ΔP : 気圧補正量

T_s : 飛揚時の地上気温

θ : 飛揚中の空盆温度

α : 0.05mb/°C

β : 4.5×10^{-4}

T_c : 検定時の空盆温度

ところで、飛揚中の空ごうの温度(θ)は、鈴木、鹿野ら²⁾により次のようにして求めることができる

$$\theta - T = \Delta T$$

$$= \lambda \frac{dT}{dt} \left(1 - l^{-\frac{t}{\lambda}} + \Delta T_0 l^{-\frac{t}{\lambda}} \dots\dots\dots(3) \right)$$

こゝで T : 外気温

λ : 遅れの係数

ΔT_0 : $t=0$ のときの ΔT

(2)式の $(T_c - T_s)$ の項は、第2温度補正の項で、ソンの上昇、下降にはよらないので、 $(T_s - \theta)$ の項のみを考慮して、(1), (2), (3), より ΔP を求めると、

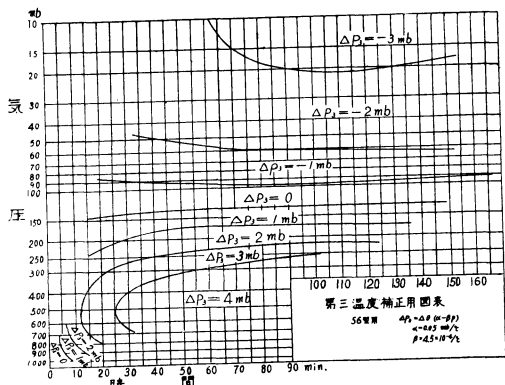
$$\Delta P = -(\alpha - \beta P) \left[(T_s - T) - \lambda \frac{dT}{dt} (1 - l^{-\frac{t}{\lambda}} - \Delta T_0 l^{-\frac{t}{\lambda}}) \right] \dots\dots\dots(4)$$

となる。

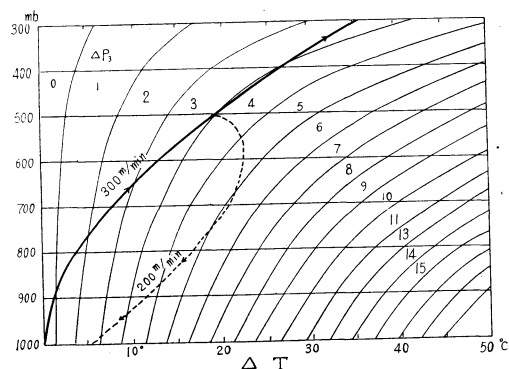
現業で使用している第3温度補正図表は、(4)式の $\Delta P, P, (T_s - T), \frac{dT}{dt}, t, \lambda$ をあてて作製したものである(第2図)。

こゝで $\frac{dT}{dt} = f(P, t)$ $T_s - T = f(P, t)$ $\lambda = f(P)$ であるから図表には $\Delta P, P, t$ で表わしてある。

これに対して、下降用の図表を作るには、下降開始の高さ、温度、下降速度が異なるため更に複雑となり、このほかに $\Delta T_0, \frac{dT}{dt}(\text{down}), t(\text{down}), P(\text{下降開始時})$ が必要となる。若し、一定速度で上昇し一定高度で下降



第2図 気圧第三温度補正図表



第3図 300m/min 上昇 200m/min 下降で到達高度 500mb のときの第3温度補正量の変化

を開始し、一定の下降速度をもつならば、現在使用している上昇用の第2温度補正図表を使用することができるが(第3図は300m/minで上昇し500mbまで到達し200m/minの下降速度で下降したときの気圧補正量を求めたものである)、任意の速度、高度における値を求めることはできない。以下図の作製手続について説明する。

No. 1 について

(4)式の $\lambda(1 - e^{-\frac{t}{\lambda}})$ の項である。ここで λ は、第1表の通り $f(P)$ であるから $t=1$ 分, 2分……に対して λ を与えて求めた。なお、このときの λ は、上昇時と同じ値を用いた。

No. 2 について

No. 1 から得られた $\lambda(1 - e^{-\frac{t}{\lambda}})$ に更に $\frac{dT}{dt}$ をかけあわせた項である。 $\frac{dT}{dt} = \frac{dT}{dh} \cdot \frac{dh}{dt} = \gamma \cdot V$ であるから

γ , すなわち気温のてい減率がわかれば速度 V を与えて求めることができる。ここで γ としては、札幌における4月の1956~1960の5年間の9時, 21時の平均値を用いた。

No. 3 について

これは飛揚後の経過時間と、到達気圧から、落下開始時における空ごうの温度と外気温の温度との差 ΔT_0 を求める図表である。到達気圧は一応 300mb までとした。

No. 4 について

これは、(4)式の $\Delta T_0 e^{-\frac{t}{\lambda}}$ の指数部分 $e^{-\frac{t}{\lambda}}$ の項をあらわしたものである。No. 1 の場合と同じように適当に t を当てて求めていった。

No. 5 について

これは(3)式の ΔT を求める図である。すなわち、 $\lambda \frac{dT}{dt} (1 - e^{-\frac{t}{\lambda}}) = \Delta T$, $\Delta T_0 e^{-\frac{t}{\lambda}} = \Delta T_2$ として、Fig. 1, Fig. 2. より求めた ΔT と No. 3., No. 4. より求めた ΔT_2 を数直線の上に求めるものである。

No. 6 について

これは、No. 5. から $\Delta T = \Delta T_1 + \Delta T_2$ を求め、これと P から ΔP を求める図である。ここで(4)式中の $T_s - T$ は札幌における平均資料(1956~1960, 4月, 9h, 21h)を使用すると $f(P)$ となるので図の中に組み込み、結局、 $P, \Delta T, \Delta T$ の3つの関係図表とした。

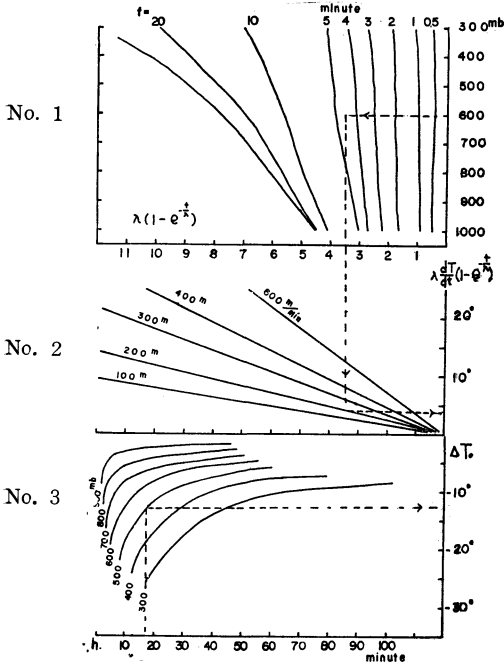
3. 図表の使用について

補正値を求める手続きは次の通りである。まず No. 1 から落下開始後経過した時間とその時の気圧から

$\lambda(1 - e^{-\frac{t}{\lambda}})$ を求め、No. 2 にもっていく。ここではその高度における下降速度を附加して

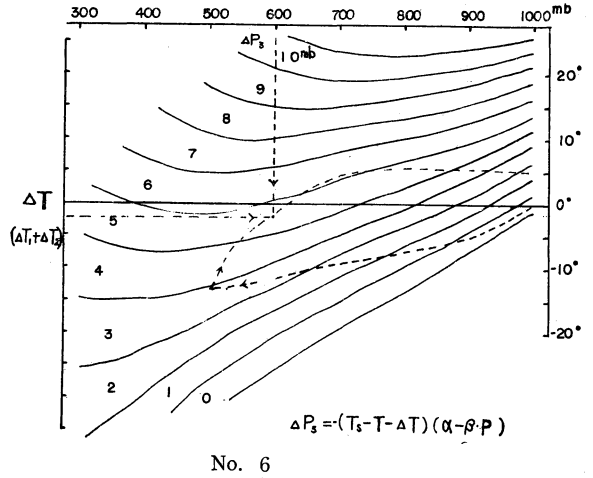
$\Delta T_2 = \lambda \frac{dT}{dt} (1 - e^{-\frac{t}{\lambda}})$ を求める。次に No. 3 により飛揚後経過した時間と落下開始における気圧から ΔT_0 を求め、別に落下開始後経過した時間と、その高度における気圧から $e^{-\frac{t}{\lambda}}$ を求めて No. 5 にもっていく。こうして

No. 5 において、 $\Delta T_1 = (\Delta T_0 e^{-\frac{t}{\lambda}})$ が求められるわけであるが、この ΔT_1 と No. 2 からもつて来た ΔT_2 とを右端の線上に求めておく、最後に No. 6 で、補正しようとする面の気圧と、No. 5 で得られた ΔT_1 と ΔT_2 との代数的和 $\Delta T = \Delta T_1 + \Delta T_2$ より補正すべき量 ΔP が求まる。以上のことをブロックダイアグラムであらわすと次のようになる。



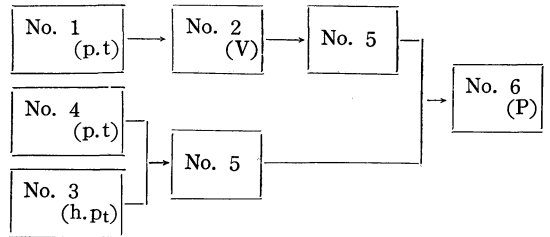
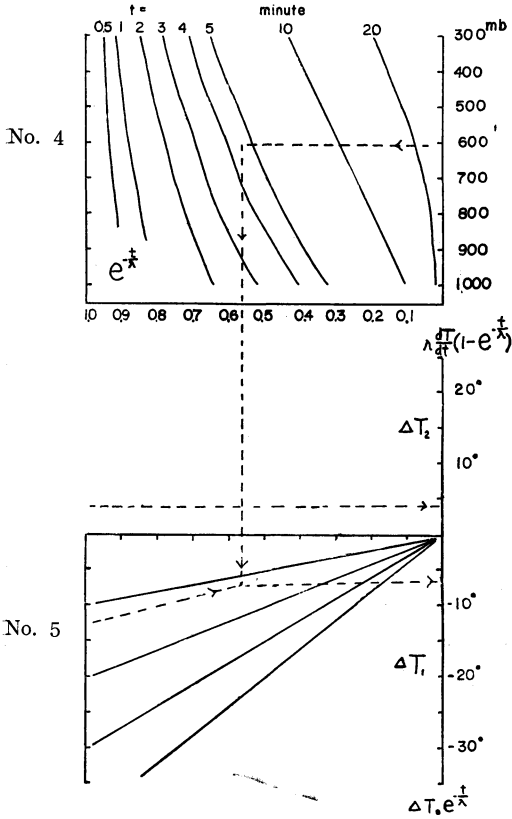
No. 1 → No. 2 → No. 5
 (P, t) (V) }
 No. 4 (P, t) } No. 5 (P)
 No. 3 (h, Pt)

P: 受信した気圧 h: 落下開始までの時間
 t: 落下後の経過時間 Pt: 落下開始の気圧
 V: 下降速度



.....は500mbまで18分かかって上昇し、そのあと200m/minの下降で4.5分経過したときの ΔP_s を求めたものである。

第4図 U-D用気圧第3温度補正図表



この中で h は飛揚後落下開始までの時間、Pt は落下開始における気圧をあらわす。なほ図表の点線は500mbまで18分費して上昇し、そのあと200m/minの下降速度で落下開始後、4.5分経過したときの ΔP を求めたものである。

4. 結 び

図表の作成にあたり次の値を使用しているので利用するときには注意しなければならない。すなわち高層観測資料については札幌における4月の1956~1960年の9時、21時の平均値、遅れの係数については上昇時と同じ値、使用高度の限界として300mb以下、空ごうについては現在使用している上昇用ゾンデと同一規格とみなした。

参考文献

この図表を使用すると、任意の高度および速度で落下を始めたときの任意の高度における気圧の第3温度補正量を求めることができる。なお、上昇のみの場合には、Fig. 3 からそのまま No. 5 を通過して No. 6 において、 ΔT_2 と P とから ΔP を求めることができる。以上のようにして求めた下降時における補正量は、下降開始高度、上昇および下降速度、高度などによって異なるが、7 mb 程度になることがわかる。終りに、いろいろとこの問題について討論に参加していた荒川、岡林の両氏に謝意を表する。

- 1) 鈴木ほか, 1952: CMO-S50 型ラジオゾンデの低温低圧検定結果について, 高層気象台彙報, 第5巻, 第4号, P. 344.
- 2) 鈴木ほか, 1953: ラジオゾンデ箱内温度の遅れについて, 高層気象台彙報, 第5巻, 第4号, P. 352.
- 3) 石田恭市, 1964: U-D ゾンデによる高層観測について, 札幌府県予報区調査研究会資料(昭和38年度)
- 4) 木村ほか, 1963: ドロップゾンデによる下層大気の測定, 天気, Vol. 10, No. 7, P. 1.

昭和39年度東北地方調査研究会

昭和39年度日本気象学会東北支部講演会

I 日 時 昭和39年10月27日 8時45分~28日12時
 II 場 所 福島市湯野(飯坂温泉) 婦人会館
 III 研究発表 10月27日, 10月28日

10月27日

1. 福島県の風について(暖候期の風)
 福島 三瓶 次郎
 阿部 豊
2. 農業気象観測における湿度の観測について
 (湿度に関する一調査) 青森 門脇 武夫
3. 盛岡の大気汚染(煙霧と視程)
 盛岡 岡部 通
4. 岩手県における日照率とその分布について
 // 昆 幸雄
 池田 誠也
5. 下北(田名部)の降水(第1報, 霧雨について)
 田名部 二部 浜男
6. 伊南川の洪水予報について(第2報)
 若松 井上 健
7. 庄内浜の波浪(第1報) 酒田 組谷 幸雄
8. 秋田における冬期・夏期気温ならびに積雪の経年変化について 秋田 渡部 貢
9. 秋田県の大雨に関連した二・三の調査
 // 小林 一雄
10. 中間スケールの力学的解釈とその応用
 仙台 吉田 泰治
11. 放射を考慮した場合の ω -方程式について
 // 吉田 泰治

12. 新庄における雪の予報について
 新庄 後藤 義正
13. 対流圏上部の層厚移流と台風の移動(II)
 仙台 山下 洋
14. 梅雨前線豪雨の垂直構造について
 山形 島田 守家
15. 水面からの蒸発について
 東北大・理 近藤 純正

特別講演

レーダおよび気象衛星資料による気象
 じょう乱のメソ構造 気研 渡辺 和夫
 10月28日

16. 夏期における 850mb の特定温度と大雨・雷・前線などの関係について
 山形 川添 信房
17. 春の異常乾燥時の最小湿度の予想について
 福島 酒井 一
18. 直達日射量の地域分布と最初の対流性
 エコー 仙台 菊池 徹夫
19. 水沢の日射量と地中温度
 緯度観測所 後藤 進
20. 晩霜害年の群発性と晩霜害発生の地域差
 盛岡 梅田 三郎