

スーパープレッシャ気球の拡散研究への利用*

大 田 正 次** 伊 藤 朋 之**

拡散の研究に必要な空気の流れの追跡に従来はゴムまたはビニール製の気球を無浮力の状態に調整して用いてきた。しかしこの方法が満足な結果を与えないこと、すなわち無浮力を保ち難いことはよく知られている。これに代わるものとしてポリエステル樹脂製のスーパープレッシャ気球（または定容積気球）はほぼ満足な性能を示すことがわかったのでその結果をのべる。

ポリエステル樹脂（商品名マイラー（米）、ルミラー（日）、ダイヤホイル（日））の気球は10年前からアメリカで開発されてきた。この気球内の圧力を外気圧より高く保てば、ちょうど硝子の球のように定容積を保つことができる。実際に加圧テストをしてみると、40 mb 加圧で容積は1%くらい増す（第1図）が、この程度だと定容積とみなして差支ない。定容積の気球は大気中の所要の高度の等密度面上にいつまでも浮んでいることができる。

中規模の拡散実験で気流の流れかたを追跡する場合、気球の高度はおよそ1,000m 以下、横の広がりは10km 程度と考えればよい。気球を追跡する方法としてはセオドライトによる二点観測が手頃である。このようなやり方を採ると、気球の大きさは一辺の長さ100 cm のテトルン型で充分である。これにヘリウムをつめると、その浮力は日中はもちろん夜間豆球をつけて飛ばすに充分である。

浮遊高度が500 m 以下の場合にはヘリウムのつめ方は比較的簡単な計算で間に合う。まず浮遊高度をきめる（地上との気圧差 ΔP_H であらわす）。その高度の気温 (T_b) を実測または推定する。充てん室の気温 (T_R)、気圧 (P_R) を測っておく。浮遊高度における気球内外の圧力差は40mb くらいとするのが適当であるから、そうなるように室内で予め若干加圧する。その加圧 (ΔP_R) は次式で計算すればよい。

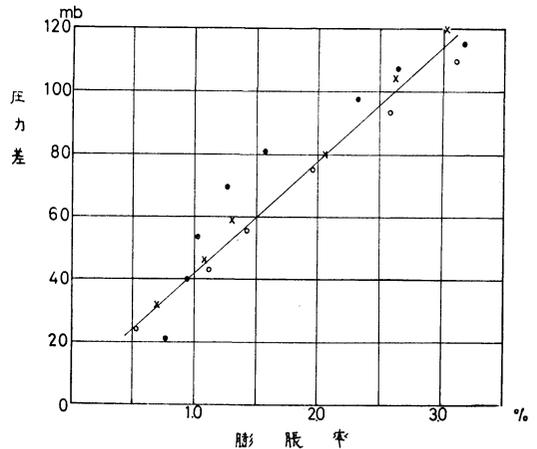
$$\Delta P_R/P_R = (V_b - V_R) / V_R + (T_R - T_b) / T_R + 40\text{mb} / P_R - \Delta P_H / P_R$$

* Superpressure Balloons for Atmospheric Diffusion Research.

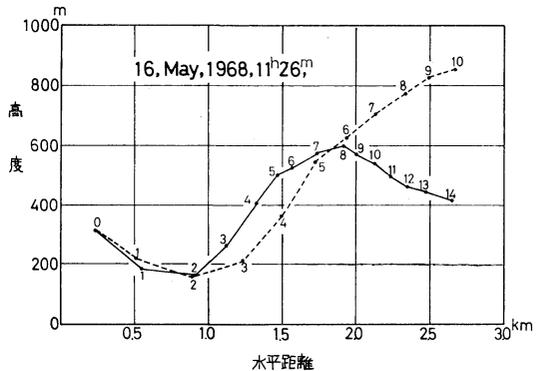
** S. Ohta, T. Ito 気象研究所

たゞし、 V_R は室内で加圧 ΔP_R のときの気球の容積、 V_b は浮遊高度（加圧40 mb）の容積である。容積変化率（膨張率）は極めて小さいので、予め室内に於ける加圧量を推定し、それと浮遊高度における加圧量（40 mb）との差から第1図を用いて膨張率を推定するとよい。

つぎに加圧後の気球の自由浮力（全浮力から気球とへ



第1図 気球内外の圧力差と気球体積の膨張率との関係、三個の気球（テトルン）の実験結果



第2図 ビニール製無浮力気球（点線）とポリエステル製スーパープレッシャ気球（実線）の鉛直航跡の比較図・数字は放球後の時間。（単位は分）

リウム重量を差引いたもの) L_R' をはかる。ついで、予め用意した調整用のおもりを加減して自由浮力を増減し、飛ばす直前の室内における最終の自由浮力が次の式で求める L_R となるようにする。吾々が望む浮遊高度 ΔP_H はこの最終の自由浮力できまる。

$$L_R/1.16 (W+L_R') = \Delta P_H/P_R - (T_R - T_b)/T_R - (V_b - V_R)/V_R$$

ただし W は気球の重さ (ヘリウム重量, 調整用おもりを除いたもの) で, 左辺の分母は室内における全浮力である。上の2つの計算式からわかるように, 気温の項が著しく利くので, 充てん室はなるべく外気の温度に等しいことが望ましい。気球は自力で浮遊高度まで昇り得るが上昇速度が遅いので, けい留気球の索で所要の高度まで予め持ちあげるとよい。

計算の実測をのべよう。浮遊高度は $\Delta P_H = 30mb$ (約 250 m) とする。気球重量 $W = 160.0gr$; $P_R = 1031.9mb$, $T_R = 281.6^\circ K$, $T_b = 279.6^\circ K$ であったので, $\Delta P_R = 23mb$ となる。ただし $(V_b - V_R)/V_R = 0.005$ とした。最終の室内自由浮力は $L_R = 5.0 gr$ となる。

1968年5月に日本気象協会関西本部は関西電力の委託

をうけてこの気球による気流観測を行なった。拡散実験にこの種の気球を用いたのはこれが最初であろう。図はその結果の一例で, スーパープレシヤ気球とビニール製無浮力気球を同時放球し, その鉛直断面航跡を比較した。ビニール製の気球は時間が経つと一方的に上昇し役に立たなかった。同協会はその後数10個のスーパープレシヤ気球による観測を行ない, 興味あるデータを得た。なおスーパープレシヤ気球の性能, 動特性, 浮遊の理等については別の論文で詳しくのべる。

文 献

- 1) Angell, J. K., D. H. Pack, 1960: Analysis of some preliminary low-level constant level balloon (Tetroon) flight, Month. Weath. Rev., 88, 235-248
- 2) Booker, D. R., L. W. Cooper, 1965: Super-pressure balloons for weather research, J. Appl. Meteor., 4, 122-129.
- 3) 大田正次, 伊藤朋之, 1968: マイラー気球の気流観測への利用, 日本気象学会春季大会 (5月) 講演.