

上層における気温・風の観測結果について

前田 憲一・竹屋 芳夫・松本 治弥・奥本 隆昭

1. まえがき

1957年の予備実験, 1958年の150-G実験に引き続いて, カッパ6型ロケットを用いて, 発音弾法による上層の気温および風の観測を行なってきた. 現在までにその観測回数も10回に達したが, その観測実験記録を第1表に示す.

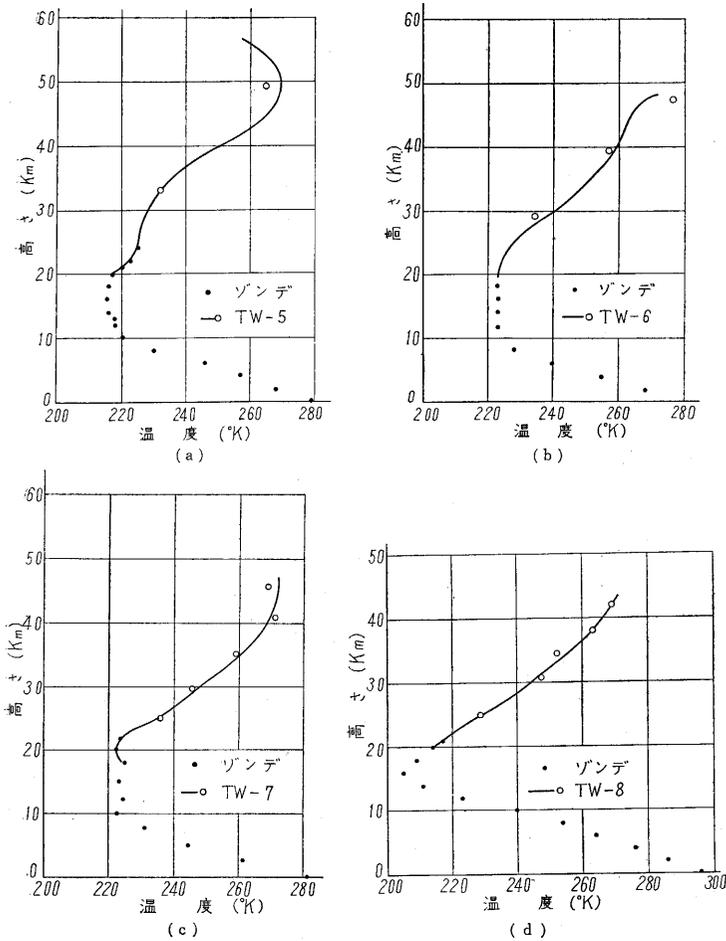
発音弾法とは前論文^{1)~4)}でくわしく述べたように, ロケットに発音弾を搭載し, 上層で発音させ, その音波を地上で受音し, その結果から音波の伝播路を計算し, 気温と風の垂直分布を導出する方法である. この方法では

- a) 発音弾の発音位置および発音時間
 - b) その音波が地上に達した時間
 - c) 音波の地上での入射角および方位角
 - d) 地上から20~30km付近までの気温と風
- を知ることが必要である. a) はロケットに対するレーダ追跡によって知ることができる. 特に発音時間は糸川研究室設計によるフラッシュ・デテクタにより正確に知ることができる. b) およびc) は地上に設けられた音源標定器によって測定され, c) を知るためには受音点は3個以上を必要とする. d) は秋田気象台のラジオ・ゾンデによる定時および臨時観測の記録を主体とし, 地

第1表 道川 (39°34'N, 140°03'E) における観測実験記録

ロケット番号	ロケット発射時刻	レーダによる発音時刻	P ₀ の受音時間	設置マイクロフォン数	受音マイクロフォン数	フラッシュデテクタ	備考						
TW-1	1958年6月24日10時50分			7 (P ₀ 2個P ₁ ~P ₆)	0		約20秒にて爆発						
TW-2	1958年6月30日16時52分	約85秒	229.71秒	7 (同上)	6		約29秒にてレーダ消失						
TW-3	1958年9月25日11時55分	約100 "	279.94 "	7 (同上)	7		約29.5秒にてレーダ消失						
TW-4	1958年9月26日12時50分	99.8 "	298.91 "	7 (同上)	7								
TW-5	1958年12月23日12時3分	G ₁ G ₂	58 " 123 "	10 (P ₀ 2個, P ₁ ~P ₈)	8								
		G ₁ G ₂ G ₃ G ₄ G ₅	41.7 " 50.6 " 61.4 " 75.2 " 103.6 "					169.72 " 235.22 " 288.46 "					
TW-6	1959年3月18日11時45分	G ₁ G ₂ G ₃ G ₄ G ₅	41.7 " 50.6 " 61.4 " 75.2 " 103.6 "	10 (同上)	0 5 0 5 10	50.84 秒 75.45 " 103.80 "	} 2号機記録器故障 1部記録欠損						
TW-7		1959年3月20日11時52分	G ₁ G ₂ G ₃ G ₄ G ₅		42.2 " 51.0 " 62.0 " 75.65 " 104.0 "	10 10 5 5 10		曇天のため雑音多くデータとして読み得ない.	} 2号機記録器故障 1部記録欠損				
TW-8			1960年9月17日11時47分		G ₁ G ₂ G ₃ G ₄ G ₅ G ₆	140.94 " 162.43 " 185.19 " 210.32 " 238.29 " 290.11 "				10	42.45 秒 49.44 " 57.69 " 67.85 " 81.03 " 113.99 "		
TW-9					1960年9月29日11時46分	G ₁ G ₂ G ₃ G ₄ G ₅ G ₆				27.2 " 40.3 " 55.4 " 72.9 "	10 (同上)	10	94.13 " 151.33 " 207.55 " 262.45 " 322.72 " 416.73 "
TW-10						1961年7月21日11時42分				G ₁ G ₂ G ₃			

TW-6 以下においてはレーダによる発音時刻は発音弾の放出時刻である.



第 1 図 TW-5, 6, 7, 8 の観測による温度分布。ただし○印は平均値である。

上付近の風は時間および場所による変化がかなり大きいので道川における光学観測班および観測カメラ班によってロケット発射前後に行なわれた水素気球の追跡の結果を用いる。

発音弾法では、音波の減衰の関係から約 90 km まで可能であり、また、地上から 20~30 km 付近まではラジオ・ゾンデによって簡単に観測されるので、この方法の対象は主として中間層と呼ばれるおよそ 30~90 km 高さの範囲に限られる。

本論文では、TW-5 から TW-8 までの結果を述べ、それについて現在まで発表された資料との若干の比較を行なってみた。

2. 結果

TW-5, 6, 7, 8 号機実験による結果を、第 1 図 (温度分布) および第 2 図 (風) に示す。

第 1 図において、実線は発音弾法によって得られた結果であり、小円は平均値である。また点は秋田気象台の

ラジオ・ゾンデの結果をロケット飛ばしよ時の値に換算したものである。このゾンデの結果は、それぞれの実験において 24 km (TW-5), 25 km (TW-6), 24 km (TW-7), 21 km (TW-8) まで得られている。

次に第 2 図において、先に述べた水素気球の観測結果は、TW-7 を除いた 3 回の観測においては、いずれも地上から 4.5 km まで得られ、第 2 図のゾンデの所に示されている。したがって、ゾンデによる結果は TW-7 を除いて 5 km 以上が示されている。TW-7 の場合、気球の観測結果が得られなかったため、地上から 24 km までゾンデの結果を用いた。

3. 検討

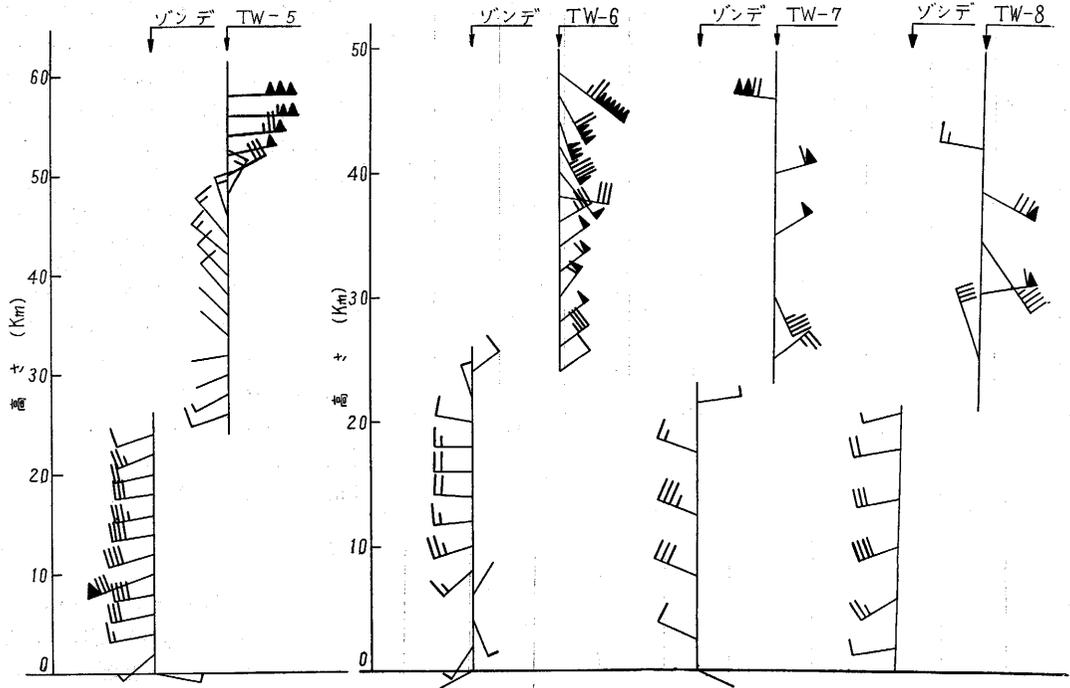
以上述べた 4 回の観測について考えてみる。これで冬 (TW-5), 春 (TW-6, 7) 秋 (TW-8) の正午の観測データが一応揃ったことになる。

温度についていえば、TW-6, 7, 8 は 25 km 以上で、その曲線の傾向が非常に似ており、25 km 付近で約 230°K、50 km 付近で約 270°K を示している。一方、TW-5 においては明らかに TW-6 以下の曲線とは異なり、50 km 付近で約 270°K の Mesopause が見られ、また 30 km 付近にこれと逆の曲率をもった部分が見ら

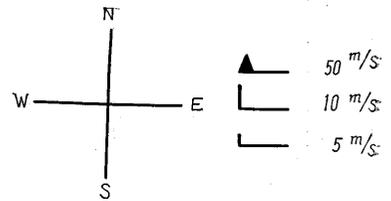
れ、TW-6 以下の曲線と比べると、約 15°K だけ低い温度であることが分かる。また、TW-7 と TW-8 とを比べれば、地上から 25 km 付近までは温度において相当の差があるにもかかわらず、中間域 (25~50 km) において両者はほとんど同じ分布をしていることが分かる。TW-5 で見られた 50 km 付近の Mesopause については TW-6 以下ではこの高さまで実験されていないので分からない。

次に風についていえば、第 2 図の風の結果だけでは、はっきり分からないので、東西分力のみをとって考えてみる。これを示したのが第 3 図である。第 3 図で分かるように、やはり TW-5 と TW-6 以下にはやや明確な差異がみとめられる。すなわち中間域においては、TW-5 では東向きの風で小さく、TW-6 以下では西向きで約 50 m/s 程度の分力をもっていることが分かる。

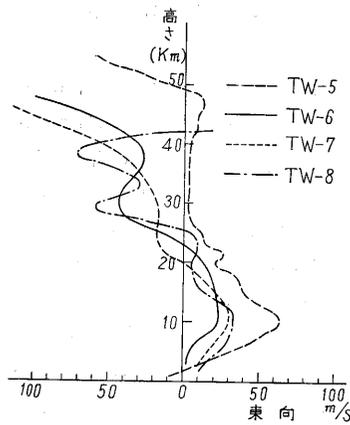
一応少ない観測結果であるが、以上のことから二つの中間層のタイプを見出すことができると思う。すなわち TW-5 の冬型と TW-6 以下の春秋型である。また Ft.



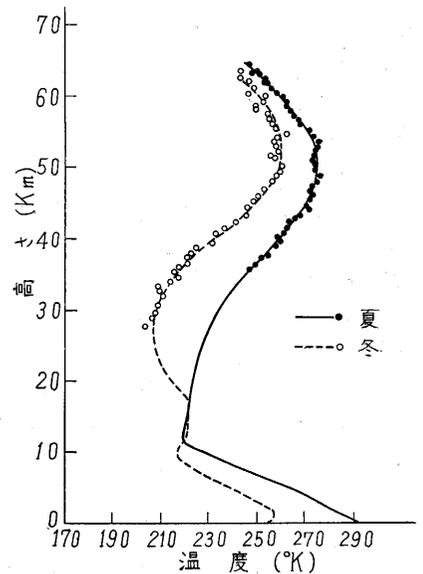
第2図 TW-5, 6, 7, 8 の観測による風



Churchill における夏と冬に行なわれた非常に多くの観測の結果を夏、冬それぞれの温度について平均をとったものを第4図に示す⁸⁾。これによれば夏と冬とは30 km で約 30°K, Mesopeak (50 km) のところで約 15°K の差が認められる。そこで現在までに発表された世界の観測結果^{8~14)}を上記の二つの型に分けてそれぞれについてまとめてみたのが第5図で、(b)に冬型と思われるもの、(a)は夏型あるいは春秋に行なわれたものをまとめた。これによれば緯度による変化は複雑で、明らかではないが、全体としてみた場合、高さに対する温度勾配 (30~50 km では正, 50 km 以上では負) が夏は急であり、冬は緩やかであることが分かる。また Mesopeak の温度は Ft. Churchill で見出されたような明確な差は見出されない。



第3図 道川上空における風の東西分力の分布



第4図 Ft. Churchill における観測の夏と冬の温度分布の平均値

次に、以上の気温分布の二つの分類に対して、風の東

西分力を同様に二つに分けて示したものが第 6 図である。この結果をみると中間域では、冬は偏西風、夏およびそれに準ずるときは偏東風の傾向が緯度に関係なく存在することが予想される。

現在のところ道川において夏の観測結果がないので一応夏冬の二つの型があると考えて比較を行なってみたが、春秋に行なった TW-6 以下はだいたい夏型の傾向をもっていると考えられる。しかし、春秋と夏の相違はまだどこでも比較されていないので、この点夏に行なった TW-10 の結果が期待されることが大きい。

以上、現在までに発表された資料についてまとめ、道川上空の結果との比較を行なったが、まだ資料の数も少なく明確な結論を導くに至ってはいない。

今後、各種の方法で、汎世界的な観測が行なわれることを期待する。

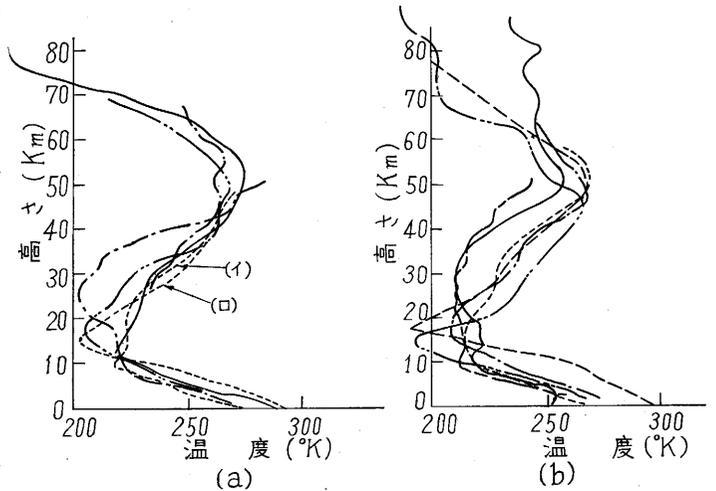
終わりに当たり、本実験に対しいろいろご協力いただいた秋田気象台・海上保安庁秋田海上保安部・本庄警察署および地元道川の方々、また実験装置の貸与をいただいた防衛庁陸上幕僚本部およびカンバスの提供をいただいた倉敷レイヨン株式会社のご厚意に対し感謝の微意をささげたいと思う。

(1961年8月4日受理)

文 献

- 1) 前田, 竹屋, 松本, 奥本: 生産研究 第 11 巻第 8 号, 昭和 34 年 8 月.
- 2) Maeda, K., Matsumoto, H., Takeya, Y., Okumoto, T.: Proc. of 1st Symposium on Rocket and Astronautics, Report No. 48, 1959.
- 3) Takeya, Y., Okumoto, T.: Memoirs of the Faculty of Engineering, Osaka City Univ. 昭和 34 年 12 月.
- 4) Maeda, K., Matsumoto, H., Takeya, Y., Okumoto, T.: Report of Ionosphere and Space Research in Japan, Vol. 14, No. 4, 1960.
- 5) 前田, 松本, 竹屋, 奥本: 電気四学会連合大会講演論文集 No. 1123. 昭和 35 年 7 月.
- 6) 前田, 松本, 竹屋, 奥本, 山本: 同上 No. 1124.
- 7) Maeda, K., Matsumoto, H., Takeya, Y., Okumoto, T. Proc. of 2nd Symposium on Rocket and Astronautics, Report No. 43, 1960.
- 8) Stroud, W. G. and others: J. G. R. Vol. 65, No. 8, 1960.

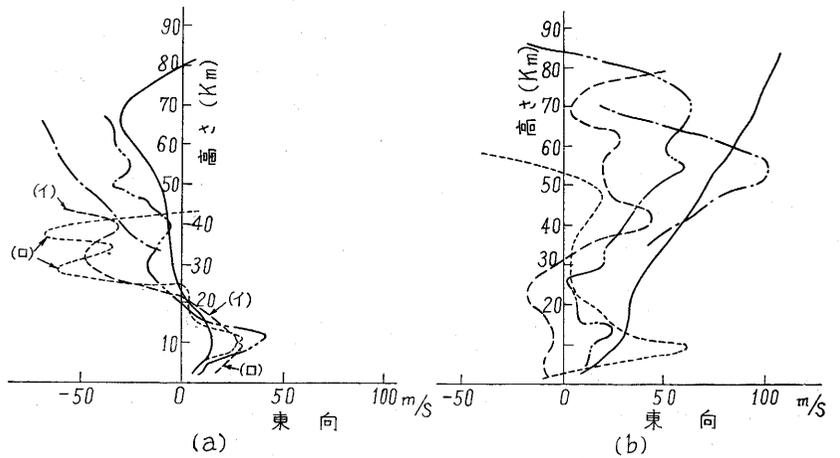
—— Is. Heisa (80°N) —— White Sands (33°N)
 —— Ft. Churchill (59°N) —— Woomera (31°S)
 - - - - 道川 (40°N) - - - - Guam (13.5°N)



(a) 夏型: Heisa, Dec. '57; Churchill, 夏平均; 道川, (イ) March '58 (ロ) Sep. '60; White Sands, June '51; Woomera, Nov. '57.
 (b) 冬型: Heisa, Nov. '57; Churchill, 冬平均; 道川 Dec. '58; White Sands, Dec. '50; Woomera, Apr. '58; Guam, Nov. '58.

第 5 図 各地の温度分布

—— Ft. Churchill (59°N) —— Woomera (31°S)
 - - - - 道川 (40°N) - - - - Guam (13.5°N)
 —— White Sands (33°N)



(a) 夏型, (b) 冬型 (観測時期は第 5 図と同じ)

第 6 図 各地の風の東西分力の分布

- 9) 竹屋, 奥本, 建部: 電気四学会連合大会講演論文集 No. 1101. 昭和 36 年 4 月.
- 10) Nordberg, W. and others: J. G. R. Vol. 66. No. 2, 1961.
- 11) Шбидковский, Е. Г.: Искусственные Спутники Земли, Vol. 2, 1958.
- 12) { Dep. of Physics Univ. College, London,
 { Dep. of Appl. Math. Queen Univ, Belfast Ireland:
 Space Research Proc. of 1st International Space Science Symposium.
- 13) Geophysical Corporation of America: 文献(12).
- 14) Stroud, W. G. and others: J. of Meteorology, Vol. 13. No. 5, 1956.