

## 極東における各国ゾンデ観測値の比較について\*\* (続き)

松橋 史郎\* 新井 英次\*

### 4. ソ連のゾンデとの比較

ソ連のゾンデとの直接連結観測はこれまで行われた事がなく、又間接的にも調査された結果がないので、ソ連ゾンデとの比較観測の資料としてはバイエルンにおいて行われた国際比較観測の結果が唯一のものであろう。しかしながらこの結果と我々の結果では明らかに矛盾している。この検討は後にするとして先づ我々の結果を示そう。

第4図は稚内—豊原の比較結果で a, b, c, d は夫々 500, 300, 200, 100mb の値を示す。太い実線と破線はこれまでのように実測風より傾度を求めて比較を行った値であり、細い線はゾンデの値のみで傾度を求めて比較した結果で、実線と破線で夫々 9h と 21h の値を示す。ゾンデの値から傾度を求めるのにこゝでは 32—061 (Alexandrovsk), 32—150 (豊原), 稚内, 札幌がほぼ同一直線上にあるので、32—061 と 32—150 から等圧面の高度傾度を求め、これと稚内—札幌の高度傾度との平均をとってこれを豊原—稚内の傾度とした。この傾度が正しいものとする、ソ連のゾンデの値を豊原から稚内の位置まで外挿出来るからこゝで日本のゾンデと比較した。符号は前と同様にそのまゝソ連の値に加えれば補正值となるようにした。図を見ると先づ明らかなことは、ソ連のゾンデが常に等圧面高度が高い傾向にあり上層程この傾向が顕著なことである。この傾向を 9h と 21h でくらべると 21h の方がいずれも大きな値を示し、この差は 200mb まで次第に大きくなっている。夜間の 21h の値が日ソゾンデの本質的な差を示すものとするれば、9h の値は日射の影響によって変形されたものと考えることが出来る。しかるに日本のゾンデは 1956 年 4 月より、ソ連のゾンデは IGY 期間中から日射の補正を行っているから、この補正が両国とも正しいとすれば昼と夜の値は大體一致する筈である。従って図のように 9h と 21h の値

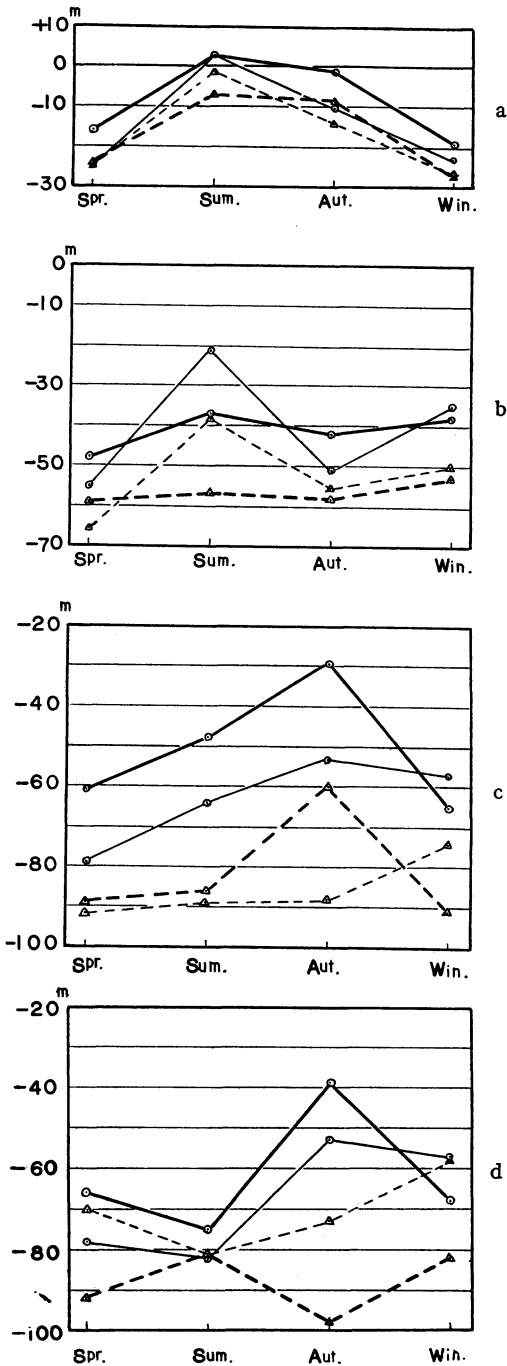
に差があつてしかも 9h の値の方が小さいということ、ソ連のゾンデの日射の補正量が大き過ぎるか、日本の補正值が小さ過ぎるか、或いは両者にその傾向が含まれているか、そのいずれかであると考えてよいだろう。日射の補正值は測器によって異なることは勿論であるが、実際の補正值をみるとソ連の値はかなり大きく<sup>14)</sup>、日本のゾンデの 2 乃至 3 倍の大きさであるからこの可能性は考えられる。

太線と細線では比較の方法が異なりそれぞれの点が誤差を含んでいることを考えれば、両者は大體一致しているとしてよいだろう。たゞし 200mb では細線の方が一般に太線より大きめで特に 9h の値に差があるのは、実測風から傾度を求める際の  $dZ_p$  の見積りが小さめであったためかも知れない。年変化については見掛け上 200mb でかなり顕著に現われているが、他の気圧面との関係や回数数の少い点を考慮すればむしろ誤差の変動として秋の値は除外して考えた方がよいように思われる。500mb と 300mb で夏に値が小さい傾向が認められるが、次の根室—国後の比較の結果をみると必ずしも同じ様な季節変化を示していないので、全体として季節変化よりもむしろ誤差の変動の方が大きいようである。第5図に根室—国後での比較結果を示す。線の意味は第4図と同様であるが、ゾンデのみから傾度を出す場合札幌稚内の南北傾度をそのまゝ根室—国後の南北傾度として計算した。第4図と第5図は大體の傾向は合っているが個々の値をみるとかなり差があり、特に春と冬は根室—国後で計算した値の方が小さくなっている。第4図にくらべると第5図の結果は資料の数が少なく従って点もかなりばらついているが、各気圧面ともこの傾向が認められるので何か原因がありそうにも思えるがはっきりしたことは分らない。なお 100mb については点が非常にばらつき信頼度もうすいので省略した。

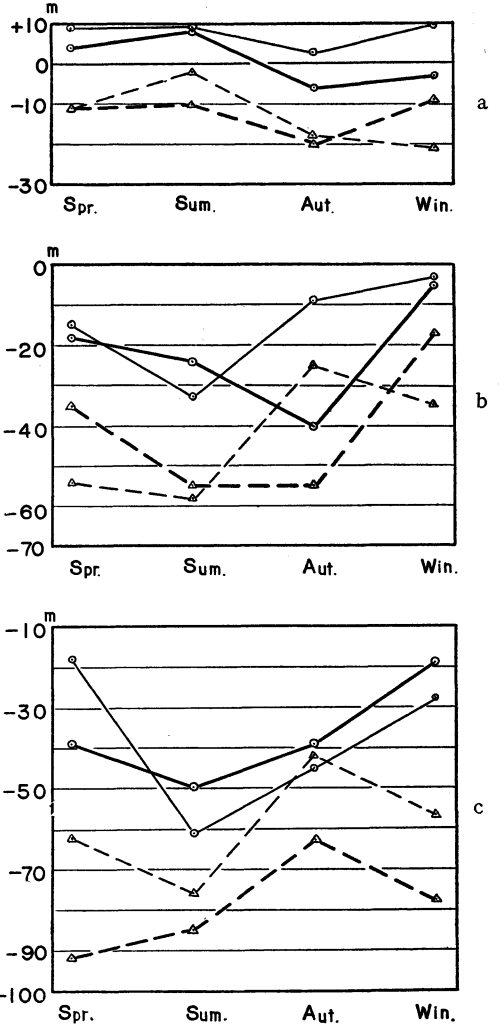
次にバイエルンで行われた国際比較観測の結果と比較してみよう。これを第6図で示す。細線は国際比較観測の結果で、右の2本は WMO の比較観測の情報により実線は昼の値を破線は夜の値を示す。もう1本の鎖線は、当時ソ連のゾンデは日射の補正を行っていなかった

\* 気象庁高層課

\*\* On the Comparison in the Far East between Japan's and the Other Countries Radiosondes.

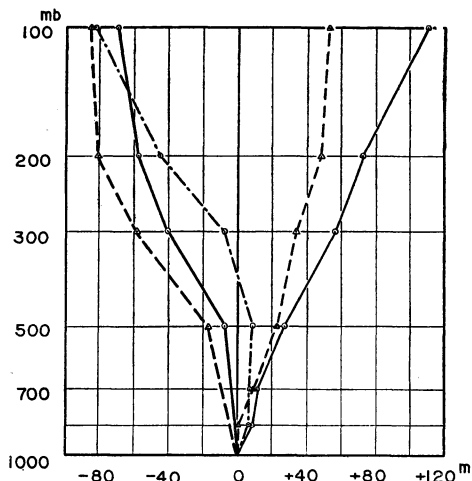


第4図 稚内-豊原で比較した日本とソ連の各季節における高度の系統的な差を示す。a, b, c, d 図は夫々 500mb, 300mb, 200mb, 100mb をあらわす。符号は日本の値にあわせるためにソ連の値に加えるべき補正值となるようにきめた。



第5図 根室-国後で比較した日本とソ連の各季節における高度の系統的差を示す。a, b, c 図は夫々 500mb, 300mb, 200mb をあらわす。

ので北岡-鈴木氏<sup>1)</sup>による補正前の値を示した。即ちこれに日射の補正を考慮したものが右の実線であり、ソ連のゾンデの日射の補正值がかなり大きいことが分る。太線は我々の結果で、値は稚内-豊原での比較から得られた値の年平均値を記入した。この両者を比較すると、我々の結果では値が0線から負の方へ次第に増加しているにも拘らず、細線は逆に正の方向へ増加している。太い実線と鎖線とがかなり近い値を示していることから、ソ連の観測は日射の補正を行っていないのではないかとこの懸念も生じるが、若しそうだとすると昼の方が等圧面

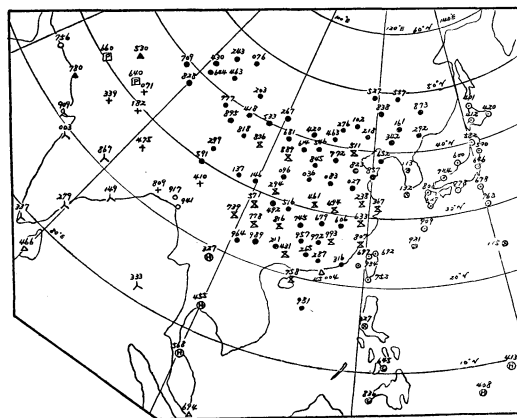


第6図 日ゾンデの高度の系統的な差について国際比較観測と我々の結果との比較を示す。太線が我々の結果で細線は国際比較観測の結果である。

高度は高くなるから 9h の実線は 21h の破線の左側になくなくてはならない。従って太い実線は日射の補正が施されているものとして細い実線と比較すべきである。図で明らかのように我々の結果と国際比較観測の結果ではその差が非常に大きく昼夜とも 300mb ですでに 100m に達している。この差は国際比較観測で示された 300mb におけるゾンデ間の系統的な差の値が最大 (フランススイス) でも 70m に過ぎないことを考えると重大である。日本のゾンデについては当時と現在では測器についても観測法についても殆んど変更がないから原因はソ連の側にあると考えられる。ソ連のゾンデに原因を求めるとすると、先づ測器であるが、IGY 国際観測のリストによるとこの期間に使用するゾンデはバイエルンで使用したものと同一形式であることが報告されている。従って形式は同じでもその差の大きさからいって測器に大きな改良が行われたのではないとも考えられる。しかしながら改良された結果が、どちらかという高い傾向にある日本のゾンデより更に高くなるのはおかしい。値からではむしろバイエルンで使用したゾンデが改良されたものではないかという懸念がある。又測器が同じだとして観測法に変更があって新しい補正が行われるようになったと考えてもその差の大きさ及び変化の向きをうまく説明出来そうもない。いずれにしてもソ連の高層観測の現状が掴めていないので、今後調査して検討したい。

6. フィンランド及び英国のゾンデとの比較

中国大陸では 1953 年以前はアメリカ式であったが、1953 年からはフィンランド式ゾンデを採用し、1955 年まではフィンランド式とソ連の 043 型及び 049 型を併用し、1956 年からフィンランド式ゾンデとソ連 049 型とを使用しているようである<sup>15)</sup>。1957 年 12 月付の北岡氏宛書簡によれば、フィンランド式ゾンデを採用している地点は第 7 図に示す地点でそれ以外の 53 地点ではソ連の RZ-049 型ゾンデを使用しているとのことである。従って中共のゾンデについてはフィンランドのゾンデとの比較を行えばよい。これについては中共の中央気象科学研究所で行ったソ連のゾンデとフィンランドのゾンデとの比較結果がある<sup>15)</sup>。これは数回の連結飛行観測の結果であるが、ソ連のゾンデはフィンランドのゾンデより気温が高く出る傾向があり、特に日中は値が大きく 500mb では約 2°C、300mb で約 4°C に達している。この比較ではフィンランドのゾンデは日射の補正を行い、ソ連のゾンデについては日射の補正を行っていないが我々の結果と傾向



第7図 アジアにおいて使用されているゾンデの分布を示す。これは WMO No. 58 AGI/IGY List of Station によった。但し中共については北岡高層課長宛書簡に基づいた。なおソ連地区はすべて RZ-490 を使用しているので省略した。符号は次の表に示す。

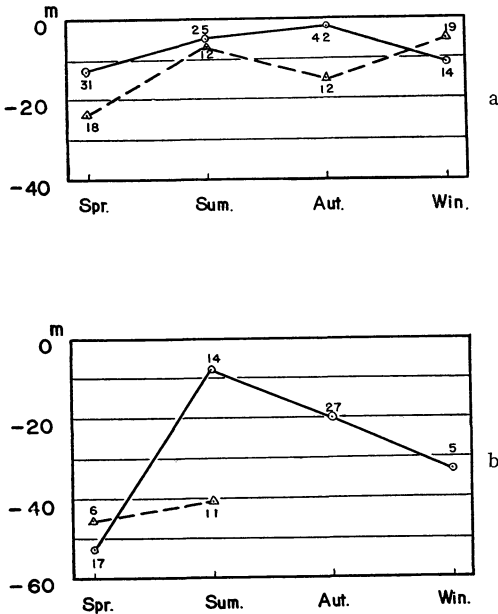
○	アメリカ	△	イギリス Kew Mark II B
⊗	USM AN/AMT-4B	▲	フランス Meto X 55
⊙	USM AN/AMT-2C	□	パキスタン
⊕	USWB-403MC/S	+	インド (時計式)
●	ソ連 USSR RZ-049	人	インド (風車式)
⊗	フィンランド	◎	日本

は一致している。パイエルンの結果では日本のゾンデとフィンランドのゾンデは非常によく一致していて、100mbの夜間の値が20mの差を示す以外は昼夜各気圧面ともその差は数mに過ぎない。従ってフィンランドとソ連のゾンデを比較すれば日本とソ連のゾンデを比較した場合とほぼ同じ様な結果が得られる筈である。

実際にフィンランドとソ連のゾンデについて前と同様な方法で比較してみると第8図のようになる。比較した場所は54-102(錫林浩特)と54-511(北京)である。a, b 図は夫々500mbと300mbを表わす。200mb以上は風の観測が少いので計算しなかった。実線及び破

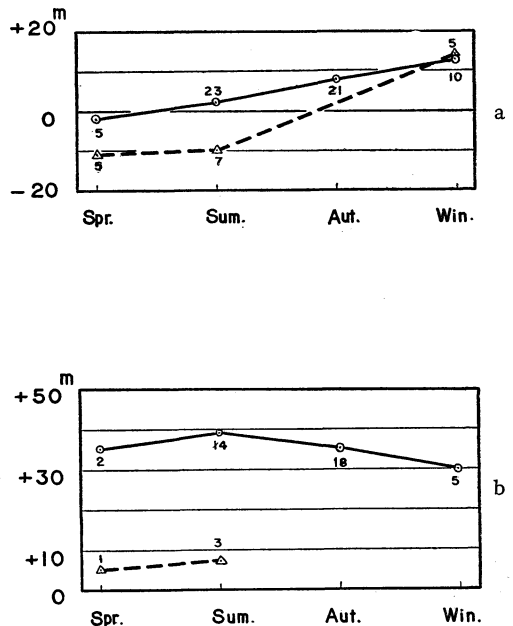
めると下表のような値になる。これをパイエルンでの比較結果を示す括弧内の数字と較べてみると、500mbでは非常によく一致しているが、300mbでは幾分差があるようにも思われる。しかしながら、この値は比較的観測回数が少なくかなり誤差があるソ連とフィンランドの比較値からさらにソ連と日本の比較値を媒介として求めたものである。従ってこの程度の差なら大体一致しているといつてよいだろう。若し差があるとしてもその差は小さいから少くとも300mbまでは日本のゾンデに対する補正は必要がない。

極東という範囲を限れば日本、アメリカ、ソ連、フィンランドのゾンデ間の系統的な差が分れば一応目的は達せられたのであるが、なお2, 3の地点でイギリスのゾンデを使用しているのでこれに対する比較を行った。比較した場所は59-287(広州)と45-004(香港)でゾンデはソ連のRZ-049とイギリスはKew Mark II Bである。結果は第9図で示す。符号はソ連のゾンデの値に合わせるためにイギリスのゾンデに加えるべき補正值となるようにした。パイエルンの結果をみるとアメリカとイギリスのゾンデの値には殆んど差がない。若しそうだとするとソ連のゾンデとイギリスのゾンデの間には大き



第8図 フィンランドとソ連のゾンデの各季節における高度の系統的な差を示す。a, b 図は夫々500mb, 300mbをあらわす。符号はフィンランドのゾンデの値に合わせるためにソ連の値に加える補正值となるようにきめた。

線は9hと21hの値を示し、点のそばの数字は両地点で風及びゾンデの観測が得られた回数を示す。図をみると回数が少いので点の変動はかなり大きく、特に300mbの春と夏の値の差は大き過ぎる。この点を考慮して、日本とソ連のゾンデを比較した第4図とくらべてみるとかなり類似しているといつてよいだろう。この年平均値をとって、これと前節で得られた日本とソ連のゾンデの差の年平均値から、日本とフィンランドのゾンデの差を求



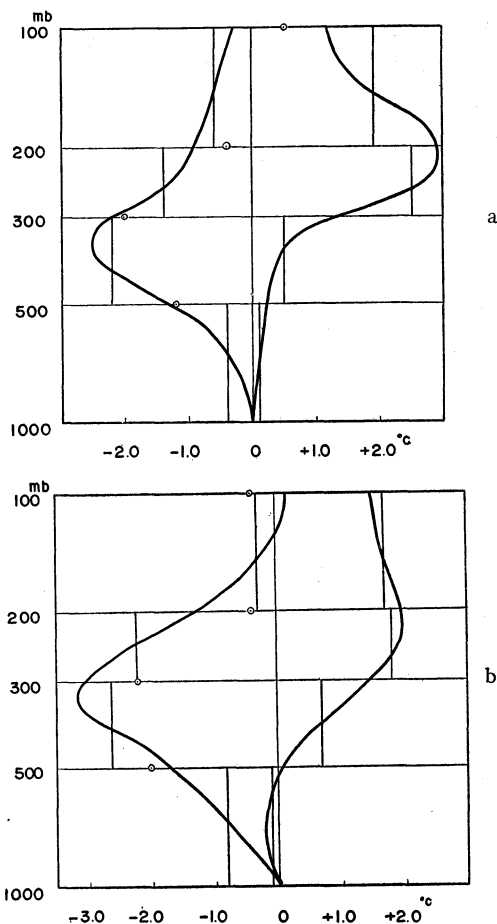
第9図 ソ連とイギリスのゾンデの各季節における高度の系統的な差を示す。a, b 図は夫々500mb, 300mbをあらわす。符号はソ連のゾンデの値に合わせるためにソ連の値に加える補正值となるようにきめた。

な差があり傾向としては正の値をとる筈である。しかし図をみると 500mb では殆んど差がなく 300mb の 9h の値のみがはっきり正の値を示しているに過ぎない。従って下表のように、バイエルの結果とはその差が大きく 500mb では 30~40m, 300mb では 60~80m の差を示している。図を見て分かるように我々の結果は標本の数も少なく信頼度も低いのであるが誤差で説明するにはこの差は大き過ぎる。バイエルンでの比較観測が行われる前、1954年11月4日から19日までベルギーのブラッセルでドイツ、アメリカ、オランダ、ベルギー（イギリス）のゾンデの比較観測が行われた<sup>16)</sup>。この時の結果ではイギリスのゾンデは昼夜合わせて23回の平均で 500mb で 36m, 300mb で 68m アメリカのゾンデより高い値を示している。従って我々の結果はむしろこの結果と大体近い傾向を示している。第7図で示した中共以外の観測地点のゾンデの種類はIGY 気象計画の List of Station に基づいたもので、イギリスの観測地点では Kew Mark II B が使用されることになっている。ブラッセルで行った比較観測で使用したゾンデは KEW-MK 2 であり、我々の結果からすると極東ではこの型のゾンデが使用されているのかも知れない。

	500mb		300mb	
	9h	21h	9h	21h
フィンランド	0 (+2)	+4 (+5)	+12 (-2)	+16 (+1)
イギリス	-3 (+25)	-27 (+10)	-6 (+52)	-50 (+28)

7. 気温について

これまでは等圧面高度だけで比較を行ってきたが、気温について比較してみよう。気温の系統的差を求めるのに先に求めた等圧面の高度差から逆算した。従ってここに示す温度差は2つのゾンデの温度計の差だけではなく気圧計の系統的な差も含まれている点に注意せねばならない。計算に用いた値は日本に対するソ連及びアメリカとの高度差の年平均値で、各気圧面の値から層を4つに分けてこの高度差が生ずるためには各層で平均気温にどの程度の差があるかを求めた。これを第10図 a, b の縦線で示す。a, b 図は夫々 9h と 21h の値で 0 線より左はソ連との比較を、右はアメリカとの比較を示す。符号は高度の場合と同じ様にした。これでは各気圧面の値が分からないので地上を 0 としこの平均気温を満足するように



第10図 日本のゾンデと米ゾンデとの気温の系統的な差を示す。右がアメリカで左はソ連と比較した結果である。符号は米ゾンデに加える補正值となるようにとった。a, b 図は夫々 00Z と 12Z の値を示す。

等面積法で図の様な曲線を引いた。なおソ連については別に各気圧面について 32-061, 32-150 の気温傾度と稚内、札幌の気温傾度の平均値を求めこれから日ソの等圧面温度の系統的な差を計算した。値は各季節毎に求めたが図にはこの年平均値を示す。図中○印がこの値で、これと先の曲線の等圧面との交点とを比較すると大体近い値を示しているといってもよさそうである。たゞ高度差より平均気温を求める場合にはその層を含む2つの気圧面での高度差の誤差が重複するから平均気温に含まれる誤差は大きく現われる可能性があることを考慮すべきであろう。重要な点は、高度差は 100mb まで次第に大きくなるが温度差の方は 200乃至 300mb で極大が現わ

れる点である。すなわち日米の等圧面温度差は大体 200 mb で極大値を示し 9h には殆んど 3°C 近い値になるが、日ソの温度差の極大はこれより低い 300mb 付近にあり逆に 21h の方が大きな差を示し値は約 3°C である。従って 300mb から 200mb にかけてこの気温の系統的な差は無視出来ないし、特に米ソ間については 3°C ~5°C の差を考慮する必要がある。500mb では日米間に温度差はないと言ってよいが、日ソ間に 1.5°C 程度の差が認められる。100mb についてはあまりはっきりしたことは言えないが日ソ間の差は顕著でなく、日米間にはなお差があるようである。次にフィンランド及びイギリスのゾンデとの温度差について述べるべきであるが、フィンランドのゾンデについては日本のゾンデと殆んど差がないので、又イギリスのゾンデは先に求めた高度差の信頼度が低いと思われるので、どちらも特に温度差については計算しなかった。

## 8. ま と め

これまで各国別に日本のゾンデとの比較を述べてきたがこれをまとめて一覧表にしたのが下表である。各欄の上の数字が我々の結果で、日本のゾンデの値に合わせるために各国のゾンデの値に加える補正值のかたちで示してある。括弧内の数字はバイエルンで行われた国際比較観測の結果で、昼の観測を 00Z に夜の観測を 12Z に対応させた。これ等 2 つの値を比較すると原因をはっきりと指摘は出来ないがソ連及びイギリスに対する補正值はバイエルンの結果とは逆の傾向にあり従ってその差は非常に大きい。アメリカ及びフィンランドに対する値は大体近い値を示しているが、アメリカの値は我々の結果の方が小さい。

実際に補正を行う立場でこの値を検討すると、先づ、500mb 以下については補正の必要はないだろう。しかしながら 300mb 以上については、平均図のみでなく日々の天気図についても或る程度の考慮が払われるべきであろう。日本のゾンデの値を基準として考えると、一般的傾向としてソ連の値は高めであり、アメリカのゾンデの値は低くなる傾向がある。従って高層天気図ではこの補正值を考慮せずに引いたとすると、トラフは日本付近で深かまり、リッジは弱くなる傾向が生ずる。特にアメリカのゾンデが直接ソ連のゾンデと接する南鮮ではこの現象が著しく、200mb, 100mb では時にみかけ上だけのトラフが生ずる恐れがある。実際の天気図上では風の観測値があるから或る程度この傾向が是正されるであろうが、この場合でもこの補正值を考慮すれば風の値とゾンデの値の矛盾がさけられる場合が多いだろう。勿論毎日のゾンデの値にはかなりの誤差の変動があり、特にソ連のゾンデについてはこの値が大ききく、又我々の求めた値は年平均値でありこれにも当然誤差が含まれているのであるから、個々の値についてこの補正を行って常によい結果が得られるとは限らない。むしろゾンデブロック毎の系統的な差を示す目安としてこの表を利用すべきであろう。

高度差は表のように 100mb まで次第に増加しているが気温の差には極大が現われ、日米の等圧面の温度差は 200mb に、日ソの比較では 300mb 付近で極大値を示す。値は符号は逆であるがいづれも 2~3°C の差を示すから、300mb から 200mb にかけてこの気温の系統的な差を考慮する必要があるだろう。特に米ソのゾンデがぢかに接する地域では 3~5°C の差が生じ注意を要することは高度の場合と同様である。なお 500mb で日ソ

日本のゾンデの値に対する補正表

	500mb		300mb		200mb		100mb	
	00Z	12Z	00Z	12Z	00Z	12Z	00Z	12Z
アメリ カ	+3 (+21)	-3 (+9)	+11 (+41)	+7 (+30)	+41 (+51)	+28 (+42)	+79 (+80)	+63 (+42)
ソ 連	-8 (+27)	-17 (+23)	-41 (+56)	-56 (+34)	-58 (+72)	-82 (+48)	-70 (+110)	-88 (+52)
フィン ランド	0 (+2)	+4 (+5)	+12 (-2)	+16 (+1)	(-8)	(+7)	(+4)	(-20)
イギ リス	-3 (+25)	-27 (+10)	-6 (+52)	-50 (+28)	(+16)	(+36)	(+88)	(+37)

日本のゾンデと各国ゾンデとの等圧面高度の系統的な差を示す。符号は各国ゾンデの値に加えれば補正值となるようにとった。括弧内の数字は国際比較観測の値を示す。

間にも 500mb ですでに 1.5°C 程度の差が認められることは、時に問題となる場合があるかも知れない。

9. む す び

我々は実測風が傾度風であると仮定して極東における各国のゾンデの比較を行い、日本のゾンデと各国ゾンデ間の系統的な差を求めた。この結果には当然誤差も含まれているし、フィンランド及びイギリスのゾンデについては 300mb の値しか求められなかったのではなお不満な点もあるが、高層資料を含まずさいに各国ゾンデ間の系統的な差を示す目安として御利用下されば幸いです。

我々の結果とバイエルンの結果を比較してバイエルンの値のあるものは極東においては必ずしも妥当な値ではないことを示したが、その原因についてははっきりと指摘出来なかった。我々の行った比較の方法は便宜的なもので、この方法では各国ゾンデ間にみられる系統的な差を測器の温度計によるものと気圧計に起因するものとに分離出来ないし、又得られた結果も或る程度の誤差はさ

けられない。この意味で満足出来る結果を得るには十分な回数の比較観測を行う必要がある。ここにあらためて極東地区の連結比較観測を行うことを提唱してむすびとしたい。

最後にこの調査を御指導下さった北岡高層課長並びに種々な点で示唆、御援助下さった山田一、中村繁両氏に感謝致します。

参 考 文 献

- 14) S. Teweles and F.G. Finger, 1960: Reduction of diurnal variation in the reported temperatures and heights of stratospheric constant-pressure surfaces. J. Met. Amer. Met. Soc. 17, 177-194.
- 15) 国内現用のソ連、フィンランド式ラジオゾンデ誤差試験初歩報告、中央科学研究所、北京大学合同作業報告
- 16) L.M. Malet, 1955: Comparision Regionale Des Radiosondes. Ins. Roy. Met. Belgique, Pub. Serie A, No. 3

応 用 推 計 学 雑 誌

気 象 と 統 計

第 10 卷 第 3 ~ 4 号

論 説	統計的予報.....小 沢 正
研 究 報 告	回帰曲線系の推測について.....清 野 礼・斉藤伊玖枝
解 説	判別函数法による優占種の判定.....沼 田 真・三寺 光雄
講 座	多変量解析法とその応用(1).....鈴 木 栄 一
会 報	

1960年3月

気 象 統 計 懇 話 会

(東京都杉並区馬橋4の499 気象研究所内)