

# 広範囲高層天気図の解析的研究

— 日本気象学会賞受賞記念講演 —

須 田 建\* 朝 倉 正\*\*

私共の未熟な研究に対し今回思いがけなく気象学会賞をいただきありがとうございます。今日は私共が興味を持って続けて居ります広範囲天気図の解析についてお話し上げたいと思います。

御承知のように現在の天気予報では天気図上に現われる移動性の気圧系、すなわち高低気圧や前線、あるいは上層の trough などに着目してこれらの将来の位置を外挿することが主要な仕事になっていますが、これは気圧配置の推移がこれらの気圧系の移動によって代表されることが多いからであります。しかるに時としては気圧配置が一定の型を保持したまま数週間も持続し、移動性の気圧系は認められないか又はあっても気圧配置の基本的な型を変えるに至らないことがあります。このような場合は天気変化も非常に緩慢で、良いにせよ悪いにせよ同じような天候が長期間持続することになります。持続的な寒気の襲来や永雨などがその例ですが、これらは現象自身は強くないにしても長期間持続するため産業に対する影響は軽視できないものがあり、場合によっては昨年夏の北海道の冷害とか今冬の異常乾燥のように気象災害となることも珍しくありません。従ってその原因である持続性の気圧配置の機構を明らかにすることは長期予報上最も大きな問題であります。

日本に現われる持続的気象の原因が全世界にわたる大気環流の異常に帰せられるべきことは疑ありません。大気は地球をとりまく連続体でありますからその中に起る気象現象はたとえ遠く離れていても何等かの形で日本の天候に影響を与えるはずであります。まして顕著な低温や雨天などが地球上の他の地域とは無関係に極東だけで数週間も持続するとは到底考えられないところであります。

ある地域の天候特性が大気環流の一環として理解せらるべきことは既に前世紀末 Teisserenc de Bort が「大気活動の中心」という概念を導入して以来一般に認められ、これらの中心と環流の間の関係が多くの人によって研究されて来ましたが、環流の機構がまだよく分っていなかったため得られた結果も統計的なものに限られていたようです。しかるに1930年代の末になって大気活動の中心が実は偏西流の波動の一部となっていることが Rossby の研究で明らかにされるに及び持続的な天候特

性と大気環流の異常との関係は始めて物理的に解釈されるようになりました。その後 Rossby の理論に基づいて大気環流の変動を明らかにするため北半球天気図の解析的研究が主として米国で活発に推進され、多くの新しい事実が明らかにされるとともに、現在では米国気象局の長期予報の基礎ともなっていることは御存知の方が多いと思います。

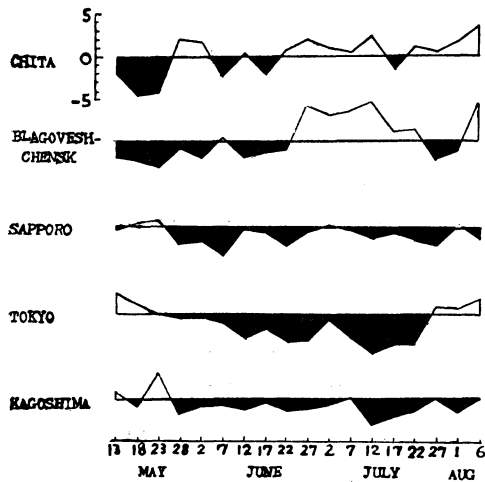
私共は気象庁で長期予報の発表およびその精度向上のための研究を担当している者であります。以上述べたような見地から長期予報に科学的基礎を与えるためには日本の天候推移と大気環流の変動との関係を明らかにしなければならぬと考え、昭和28年頃から北半球天気図の解析に着手しました。このためには北半球全域にわたるデータを地上・上層の両方についてできるだけ多数集め毎日図上に記入して等値線を描かなければなりません。また小さなみだれを消去して大気環流の大勢を把握するためには更に5日とか30日にわたる期間の平均天気図を作る必要がありますが、これらはいずれも大変手間のかかる仕事であります。さいわい気象庁予報課では昭和29年初めから北半球 500 mb 平均天気図が作製されるようになりましたので、それを利用することができました。作業に当たられた方々に感謝いたします。

さて私共は持続的現象のうち特に異常の度のいちじるしいものについて解析を行うことにしました。これは異常の度が強ければそれだけまたこれに應ずる大気環流の特性もはっきり現われると思ったからです。このようにして持続的異常現象を北半球天気図の解析によってながめてみた結果その大気環流との関係が少しづつわかって来たようです。次にそのいくつかの例をスライドによって御目にかけます。

最初に昭和29年6—7月の全国的な低温についてお話ししましょう。この期間は梅雨現象が顕著に現われ各地とも記録破りの低温が持続しましたが、気温の経過を極東の各地について調べてみますと(第1図)シベリヤ東部はかえって高温であったことがわかります。そこでどんな機構でこのような温度分布が現われたかを調べるために7月の平均 500mb 天気図を描いてみた結果(第2図)、この期間にはシベリヤ東部に顕著な ridge が停滞し、これに対して本邦西方は trough となっていたため偏西流は二本に分れて blocking 構造を形成していたことがわかります。この結果、地上ではオホーツク海上に高気圧

\* 気象庁予報部予報課

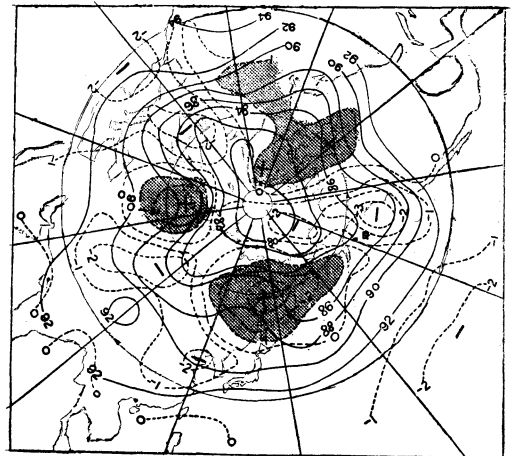
\*\* 気象研究所予報研究部第二研究室



第 1 図 1954年5月, 6月, 7月の半旬気温偏差上段より, チタ, ブラゴウエシエンスク, 札幌, 東京, 鹿児島. 本邦各地の気温は入梅と共に低温になり2ヵ月以上持続したが, シベリヤでは逆に高温が持続した.

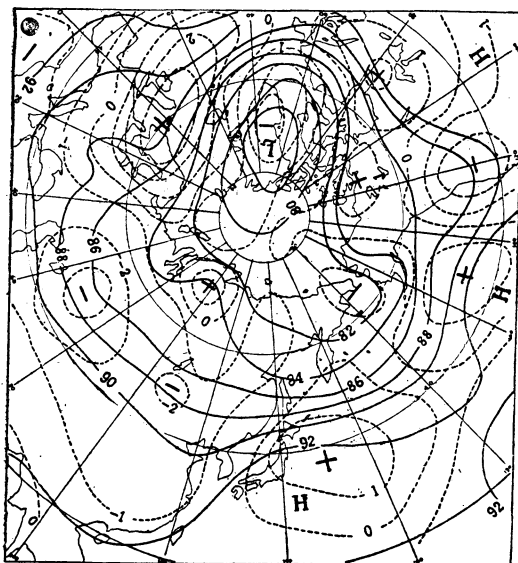
が停滞し, 本邦南岸は前線帯となったため本邦には持続的に北東気流が吹走し低温をもたらしましたがシベリヤ東部は温暖な ridge におおわれたため高温が続いたものと思われ. 言いかえれば日本の低温もシベリヤ東部の高温も極東におけるブロッキング状態の持続によって一元的に説明できるようです.

さて同じ期間について北半球上の他の地域では大気環流がどのような状態であったかを調べてみますと, 500

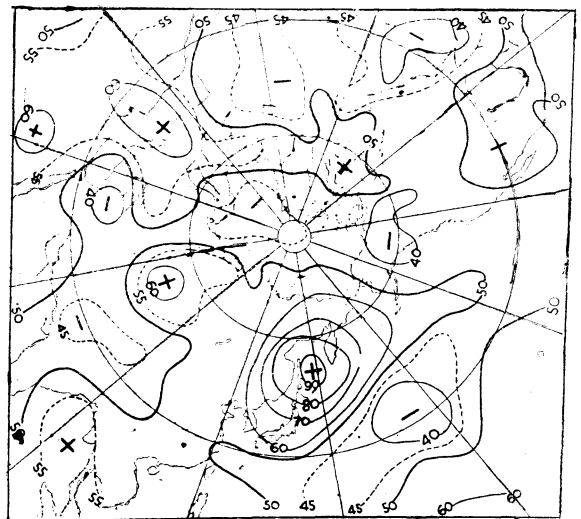


第 2 図 1954年7月500mb月平均天気図, 実線は500mbの等高線, 点線は平年偏差. 陰影部は正偏差域を示す.

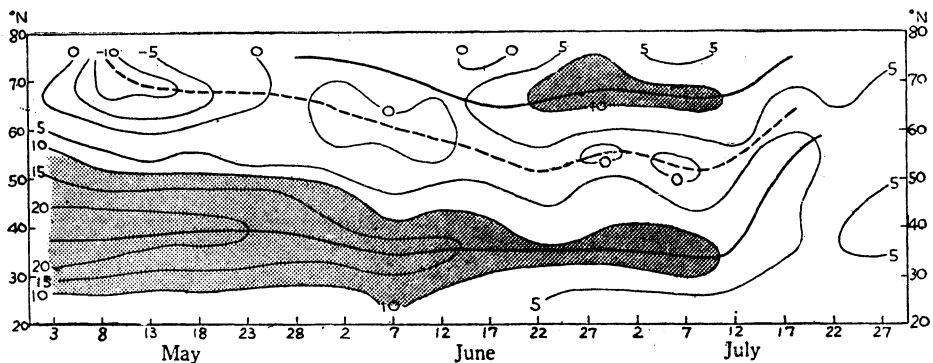
mb の月平均図からすぐ気がつくように高緯度には極東以外にもシベリヤ西部とカナダに ridge があることがわかります. このことは長年の平均値を用いて偏差図を描いてみればその正偏差の中心が現われることによって一層明瞭となるでしょう. さてこのような ridge または正偏差域の特異な分布は本邦の梅雨と無関係に偶然現われたものでしょうか. 試みに昭和29年と逆に記録破りの高温が観測された昭和30年7月の500mb 北半球月平均天気図を描いてみますと(第3図)正負の偏差域の分布は昭和29年と全く異なり, 極東の天候と大気環流との関係



第 3 図 1955年7月500mb月平均天気図. 第2図と比較するとその分布には逆になっている.



第 4 図 オホーツク海中部(50°N 150°E)を中心とした地上気圧偏差の相関場. 相関は符合の一致率によって示されている. これを第2図と比較すると主要な特徴は一致しているので第2図は梅雨期にあらわれやすい気圧分布と考えられる.



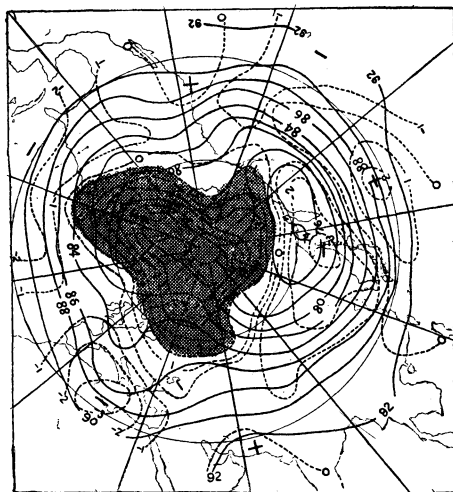
第5図 半月平均帯状風速の分布. 縦軸, 緯度, 横軸, 日付, 等風速線は5m/sごとにひかれ, 実線は西風の強風軸, 点線は弱風軸を示す. 弱風域は5月はじめ極にあらわれ, しだいに南下する. 60°Nに達すると偏西風はいわゆる二重構造になる.

を暗示しているように思われます. そこでこの関係の存在を確かめるために5, 6, 7月について5年分の資料を用いてオホーツク海の半月平均気圧と北半球上の気圧との相関率を算出し図示してみたところ(第4図)昭和29年7月の正偏差域とほとんど同じ位置に正相関域の中心が現われることがわかりました. このことから一般に極東で梅雨現象が明瞭に現われる時には他の地域にもridgeが発生しますが, これらは相互に破壊し合うことなく安定に存続し得るような位置に停滞しやすいといえるでしょう.

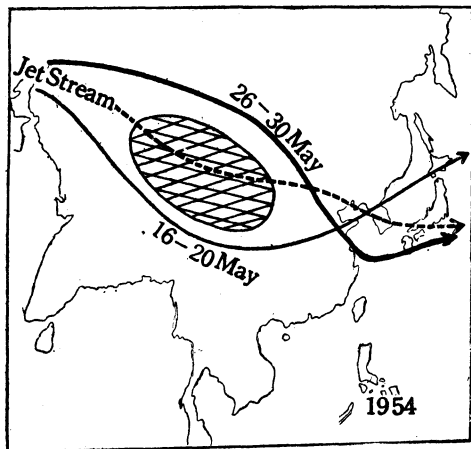
顕著なridgeの出現は中緯度の偏西流速の減少, いわゆるzonal indexの低下を表すものです. 実際, 風速の子午線分布図を昭和29年について作ってみますと(第5図)50~60°Nの風速は梅雨現象が始まった6月始めか

ら明瞭に下降し, 風速が再び増大し始めた7月中旬以後は梅雨も不明瞭になっていることがわかります. この弱風域は梅雨の始まる2週間も前の5月10日頃に70°N附近の高緯度に形成され, 以後しだいに南下して来たものであることが図上で追跡されますが, それが5月に現われたいちじるしい北極周辺の高圧傾向に起源を有することは5月の平均図からも明らかです.(第6図)このように見て来ると昭和29年の顕著な梅雨は5月に生じた極の高圧域がNamiasのいうように季節的に気圧上昇の傾向が顕著な3地域に南下して来て低示数の環流型式を形成したことによるといえるでしょう. しかしどうしてこのような高圧域が生じたかは今のところ全く不明で, その解明は今後の研究にまたなければなりません.

オホーツク海高気圧の形成過程は大体以上のとおりですが, 顕著な梅雨のもう一つの原因である本邦南西の



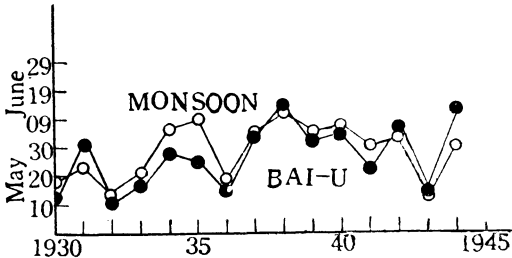
第6図 1954年5月, 500mb月平均天気図. 極を中心にした大きな正偏差域が高緯度地方をとりまき, 負偏差域は中緯度にある.



第7図 1954年5月末から6月はじめにかけて, ヒマラヤ山脈ふきんを通るジェット流の軸. ジェット流がヒマラヤ山脈をこして北側を走ると, 印度の南西季節風がはじまり, 日本は梅雨に入った.

troughが形成される過程もやはり大規模な環流形式に密接に関係しているものと思われます。すなわち 500 mb の 5 日平均図を用いて梅雨の始まる前後の jet stream の位置を追跡してみますと(第7図)、梅雨に入る前は jet はヒマラヤの南麓を通り、その下流では弱い高気圧性の曲率をもって北日本を通っていますが、梅雨に入ると同時に jet はヒマラヤをとび越えてその北麓に連なり本邦南西に深い trough を構成していることがわかります。面白いのは jet がヒマラヤをこえると共に印度の南西季節風が始まっていることで、梅雨と南西季節風という二つの現象の関連を暗示していますが、印度の資料を用いて季節風開始日と入梅日との関係をしらべてみますとはっきりした平行性が認められ (第8図)、jet の位置と

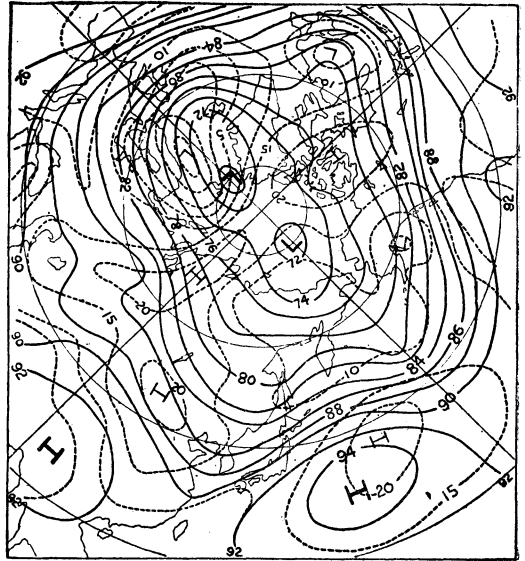
よう、これはいわゆる北東気流型の気圧配置に関するものです。北東気流型はその名が示すように中西部日本に北東気流の吹走と持続的悪天をもたらすものですが、その時の天気図を見ますと大陸から東進する移動性高気圧が北偏して北日本を通過し、本州南岸ぞいには前線が発生してほとんど動きません。その典型的な例が(第9図)



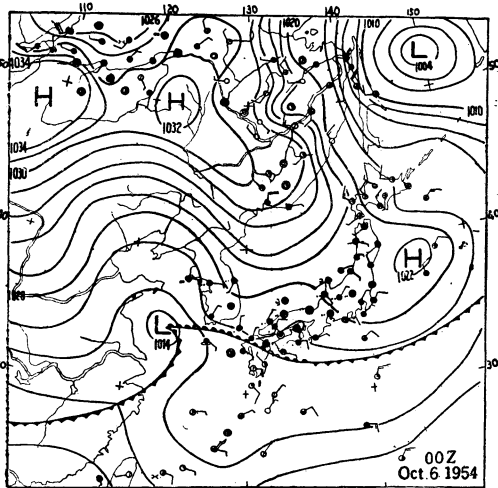
第8図 入梅の期日と印度の南西季節風のはじまりの期日を過去の資料でしらべると、1930から45年までは梅雨とモンスーンはほぼ同じ頃にはじまっている。

季節現象との関係が単に1954年の梅雨期に限られたものではなく、一般性を有するものであることがわかります。

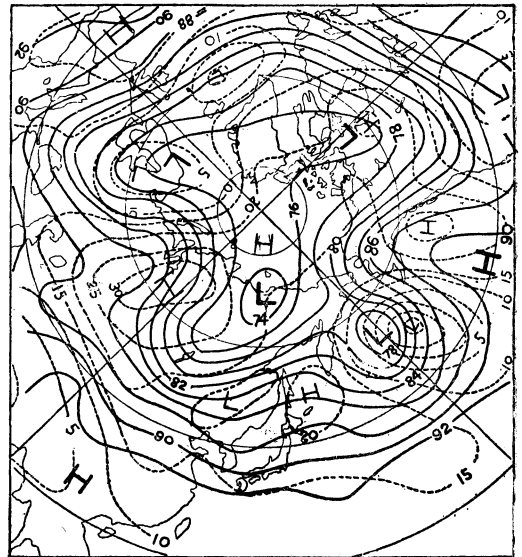
梅雨の話はこの位にして次に大規模な大気環流の変動に伴う持続的な異常現象の例をもう一つお目にかけまし



第10図 500mb 半月平均天気図。(9月23日—9月27日) 実線は 500 mb 等高線、点線は地上等圧線。



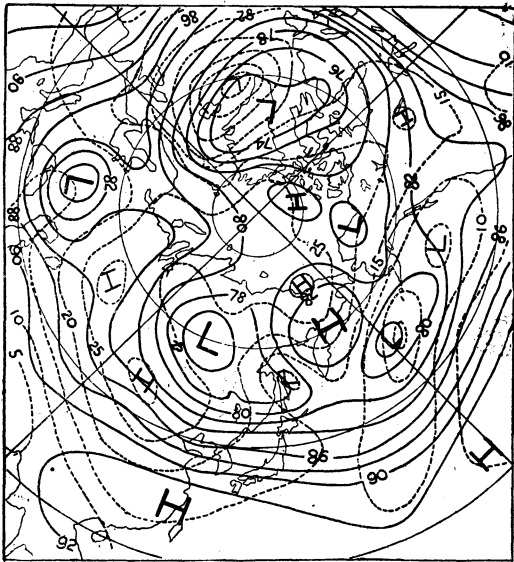
第9図 典型的な北東気流型の地上天気図(1954年10月6日)



第11図 500mb 半月平均天気図(9月28日—10月2日) アラスカと西シベリヤにいちじるしいリッチが発達しはじめ極の低圧部は4つに分れて南下する。

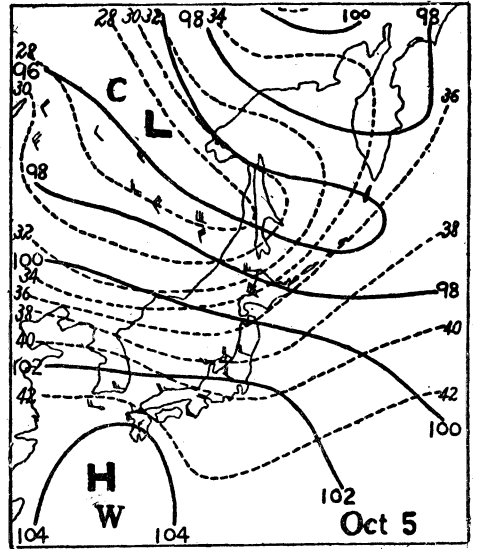
昭和29年の10月上旬から中旬にかけて現われましたので、前後の大気環流の状態がどのように推移したかを見るために5日平均の500mbおよび地上天気図をしらべてみました。

その結果によりますと、まず日本がまだ温暖であった9月23日—28日の半旬には(第10図)上層等高線はzonalで低圧部は極附近にあり、地上では高圧帯が発達しております。しかるに次の9月28日—10月2日の半旬になりますと(第11図)偏西流は蛇行を始め、西シベリヤとアラスカには優勢なridgeが形成され、その東には強い高気圧が発生しました。また極的低圧部は4個に分裂して南下し始めましたが、このうちシベリヤ北部のものは地上に低圧部を伴わず、厚い寒気で構成されたcold vortexを表わしています。これに続く半旬すなわち10月3日から7日にかけては(第12図)cold vortexは更に南下し

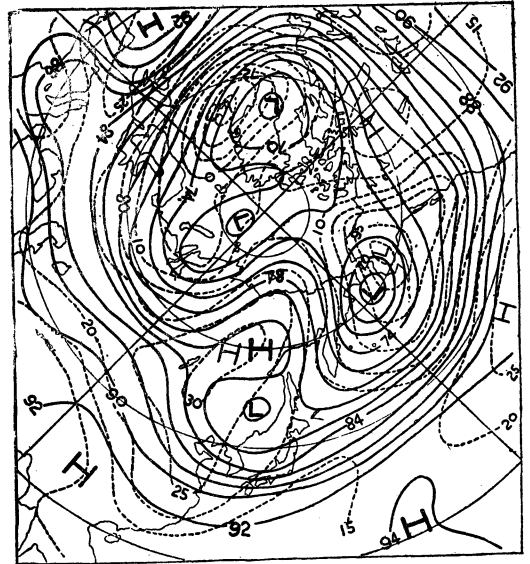


第12図 500mb 半旬平均天気図(10月3日—7日)  
アラスカに cut off high ができ、シベリアの cold vortex は南下した。

てバイカル湖附近に達し、一方アラスカのridgeはcut-off high となって西進し始めて居ります。注意すべきはcold vortex の縁辺部をとりまくように地上の高圧部が分布していることで、上層の等高線が低気圧性の曲率であることから非常に寒冷な空気の移流によって形成された背の低い高気圧であることは明瞭です。実際850mb—500mbのthickness分布図を、移流の始まった10月5日について作ってみると(第13図)顕著な寒気が満州から北日本に舌状に張出していることがわかりますが、これは地上天気図の高気圧の張出しと完全に平行しております。最後に10月8—12日の半旬には(第14図)cut-off highはバイカル湖北東部に達し、南東進して来たcold vortexを満州に閉塞し曲型的なblockingを形成しまし



第13図 10月5日の700mb等高線(実線), 850—500mb thickness線(点線). 北日本をいちぢるしい寒気が舌状に掩っている。



第14図 アラスカにあった高気圧はさらに西進し、南下して来たcold vortexは閉塞してシベリヤに典型的なブロッキングを形成した。

た。寒気は前半旬から引続きcold vortexのまわりをまわって北日本に移流し本邦南方の暖気との間に著しい前線帯を形成したことは西日本の等高線が密集していることから明らかです。寒気が一挙に低緯度に南下することなく北日本に移流を続けたのは本邦南東に強いridgeが存続したためで、もし冬期にこのような現象が起ったらおそらく寒気は極東全域にはらんし、いわゆる西高東

低の気圧配置が形成されたことでしょう。

以上の経過から今回の持続的低温と悪天は北半球全域にわたる zonal index の低下に伴い、シベリヤ東部に大規模な cold vortex が南下し、アラスカから西進して来た cut-off 高気圧とともに blocking を構成したことによるものといえるでしょう。なおこの機構は他の場合にも適用できることが昭和31年度の気象庁予報技術検討会でいくつかの気象官署から報告されましたから一般性を有するものと思われます。

さてこのような大規模な大気環流の異常はどうして起るのでしょか。おそらく太陽活動とか火山爆発その他の原因による大気汚染とか、あるいは海洋の状態の異常などによるものでしょうが、それらが大気に影響する場合のメカニズムはあまりに複雑で今のところほとんど分っていないといつてよいでしょう。しかしこれらの要素と大気環流との間に相関関係があることは統計的に示すことができます。たとえば太陽黒点数にははっきりした25日週期が認められますが、同じ25日週期は気圧や気温の変動についても検出されています。そこでこれら両者

の間の関係をしらべるために北半球上の各点の気圧から週期分析によって25日波の位相角を求め、これと太陽黒点の25日週期の位相角との間の相関を図示してみますと(第15図) 同位相域は冬季はシベリヤ、北米大陸上をとりまき、夏季には(第16図) 低緯度地方を带状にとりまいていること、また冬季の逆位相域は夏季には同位相域に変化することがわかりました。しかもこの関係は1948年から1952年までの冬季・夏季について一つの例外もなく成立していることからみて、太陽活動と大気環流との間の関係を示しているといえましょう。

私共の得た結果はもとより貧弱なものでありますが、それでもいくつかの case study によって本邦の持続的悪天が大気環流の異常に帰せられることがわかりましたから今後この種の研究を続けて行くことにより未開拓の状態にある長期予報に科学的基礎を与えるものと信じます。しかし広域天気図の作製とその解析は莫大な作業量を要するものでありますから私共の力だけで急速な発展を期待することはできません。皆様の御理解と御援助を切に御願するしだいでありませう。



第 15 図 1951年冬季における地上気圧偏差の25日週期波の位相角分布。点線域は太陽黒点数25日週期と同じ位相角になる区域、斜線域は逆位相角になる区域を示す。太陽活動度が旺になると大陸高気圧が発達し、低緯度の低圧帯も発達する。



第 16 図 1951年夏季における気圧の25日波と、黒点数の25日波とが同位相角になる区域の分布。冬季の場合と逆の分布になる。これは太陽エネルギーを受入れる大気の状態が夏と冬とは逆になるためであろう。

