

長期予報研究

グロース ベッター

第 4 巻 第 2 号

目 次

ブロッキング現象について 村 上 多喜雄・渡 辺 正 雄	1
極東におけるブロッキング活動の統計的調査 佐々木 良 一	26

1965年12月

L. F. グループ

ブロッキング現象について

— 主として大気大循環的立場より見て —

村上多喜雄 ・ 渡辺正雄

来年2月の長期予報検討会では重要な課題の一つとしてブロッキングが登場してくるものと思われる。ブロッキングについて従来どのような事柄が判っているのか、またこれからどんな点をねらっていつたらよいのであろうかといった問題を長期予報管理官室の談話会で検討してみようということになった。話題提供の意味で気象研究所の村上多喜雄が“大気大循環的にみたブロッキング”と題する講演を行い、これを中心にして皆で討論をした。この小文は講演と討論のあらましを渡辺正雄（長期予報管理官室）がまとめたものである。なお村上がとところどころ加筆した。話題が多岐にわたっていたことと、想像を入れながら議論が行われた事項が多かつたので集約することは容易ではなく、したがって散漫なものになつてしまったようだ。教科書を読むという気持ちでなく、新聞の三面記事をながめるといふような気分で読んでいただきたい。

ブロッキング現象とは

話しの順序として、これから述べる考察の対象の実体を先づ明確にする必要がある。それでは“ブロッキングとは何か”となると、そのdefinitionは狭義のものと広義のものと種々あり、必ずしも完全に“これだ”というものは現在のところ見当らない。したがって明確というよりは概括的にはなるがこれからのべる“ブロッキング現象”とは次のように考えることにする。

中緯度から高緯度にかけては低気圧、トラフ、高気圧、リツヂなどの東進がとまったり、あるいは高気圧などの気圧系の中心の東進が偏向する場合がある。このような場合、対流圏の高いところまで及んでいる高気圧が介在していて、東進して来る気圧系のおくれや偏向現象をおこしている。大気の流れの方から見ると、Zonalな流れが顕著であつた循環が北向きと南向きに分流するようになつて、Meridionalな循環に変つている。このような傾向はかなり長時間持続することがある。

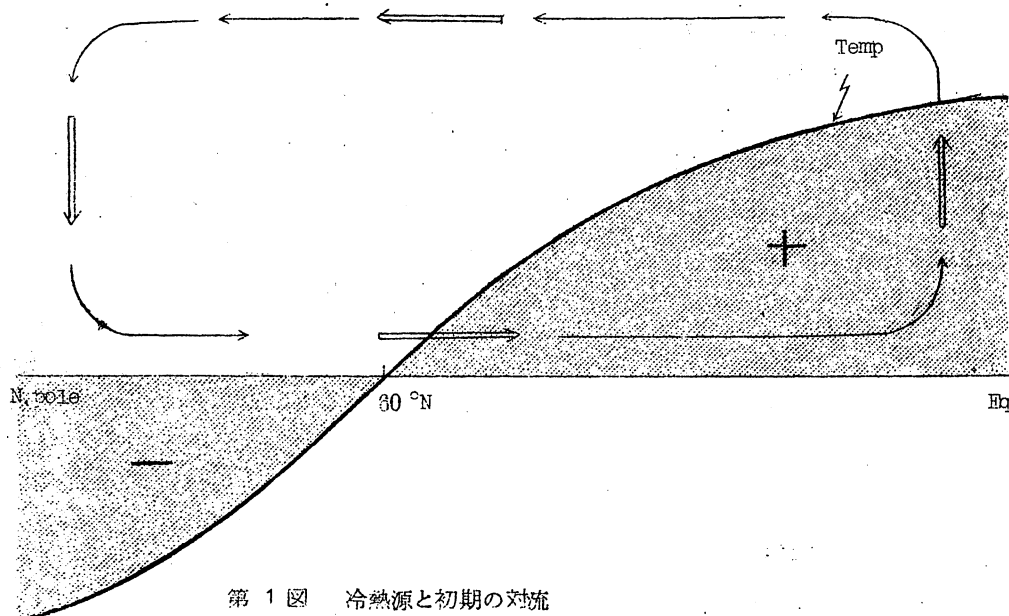
以上の条件に即応する現象をブロッキングと呼ぶことにする。

顕熱の輸送 $\bar{h'v}$ の役割について

さて大気の流れの Interruption をおこすブロッキング高気圧の形成の本論に入る前に、対流圏内における大気の力学的考察から話しを始める。

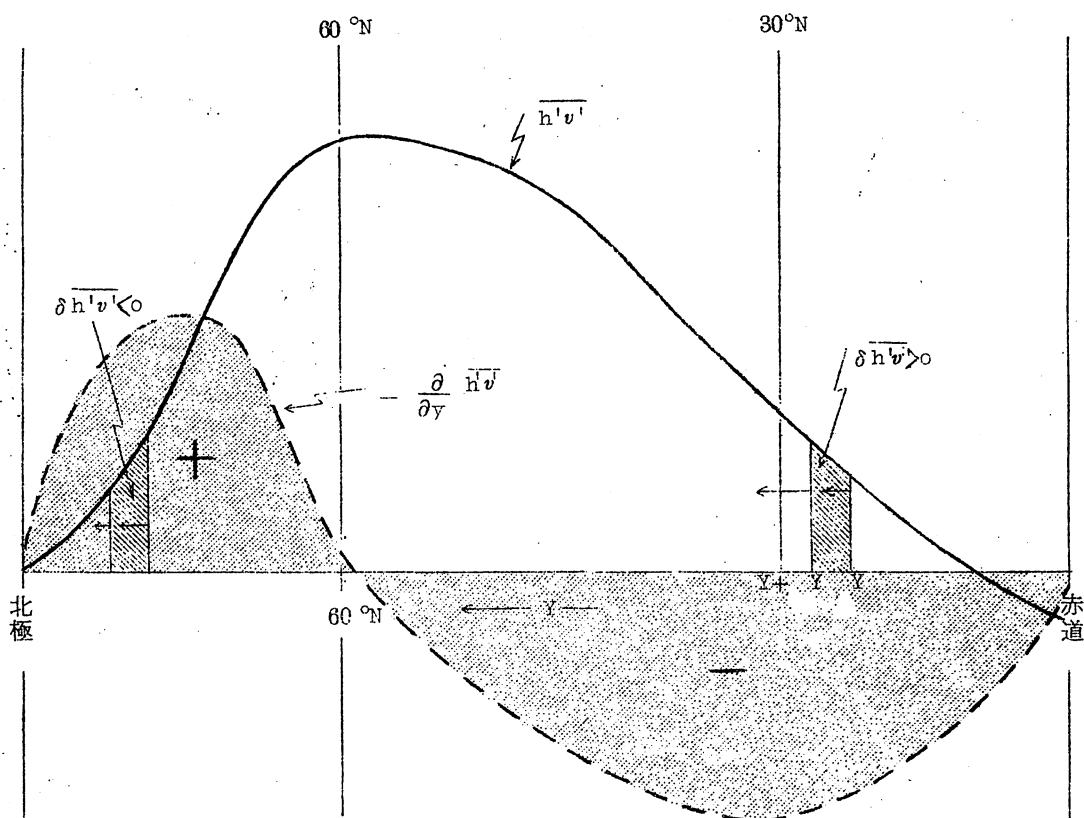
大気の流れをおこすもつとも基本的な原動力は太陽から入射して来る熱である。この熱が地

球上の大気にどのように作用するかを知ることによつて、大体の動きを把握することができる。その意味で、温度分布は太陽からの入射熱と大気との相互作用の結果を示す一つの量で、これから述べる内容の基本をなす。大気の状態（平衡）における温度分布は夏と冬とではその Pattern は異なるが、大雑把には極が低温、赤道が高温の中心である、一方熱源分布は第 1 図に示すように、低緯度では熱源 (Heat source)、高緯度では冷源 (cold sink)



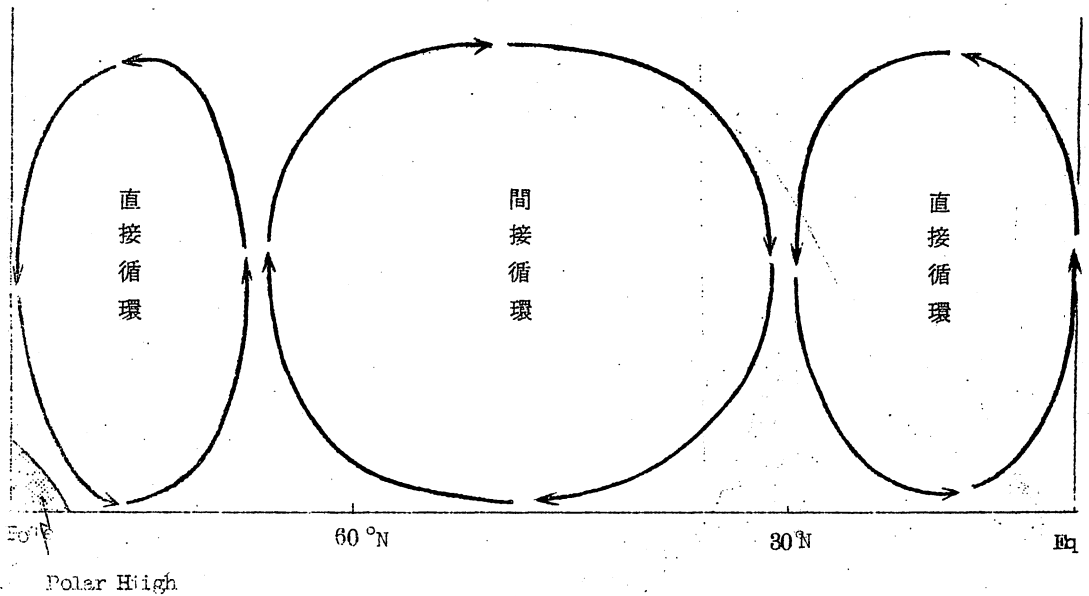
第 1 図 冷熱源と初期の対流

である。したがつてここに Aardley type の子午面循環、つまり矢印のような流れがまず出現する筈である。この流れによつて熱が輸送され熱の再配分が行なわれ、温度傾度を解消しようとしている。これはあくまでも基本的に考えられる第一次的な flow-pattern であつて、現実の大気の Model ではこのような簡単な模様ではない。現実的な子午面循環を推察するために、じょう乱による顕熱の輸送 $\overline{h'v'}$ を見よう。才 2 図が $\overline{h'v'}(y)$ の図である。図中で $\delta \overline{h'v'}$ は次のような量である。 $\delta \overline{h'v'} = \overline{h'v'}(y + \Delta y) - \overline{h'v'}(y)$ で { 顕熱の outflow - 顕熱の inflow } の意味、したがつて $\delta \overline{h'v'} > 0$ は熱の出て行く量が多いということで、その場所は冷却される。 $\delta \overline{h'v'} < 0$ は Warming である。 $0 \leq y \leq 60^\circ N$ 付近までは連続して $\delta \overline{h'v'} > 0$ で cooling. $60^\circ N \sim \text{pole}$ までは $\delta \overline{h'v'} < 0$ で Warming の領域である。このことは $-\frac{\partial}{\partial y} \overline{h'v'}$ の曲線を見ればうなづけられよう



才 2 図 $\overline{h'v'}$ の分布

(注：低緯度地域で $\overline{h'v'}$ が負，すなわち南向きになっていることに注意していただきたい。これは冬の状態である。冬期には赤道をこえて北半球から南半球へ顕熱が運ばれる。水蒸気も同様に南半球へ運ばれる。これらは南半球の夏の循環にみかけ上の熱源として作用する。北半球が夏，南半球が冬の時は逆に顕熱も潜熱も南半球から北半球へ向けて運ばれている。このことは両半球の交換を表わし，大循環の数値実験を行う場合にも忘れてはならないことである。) 別な見方をすれば $-\frac{\partial}{\partial y} \overline{h'v'}$ は仮想的な熱源，冷源を加えることに該当する。 30°N 付近では仮想的な冷源， 70°N 付近では仮想的熱源が先の基本的熱源，冷源に加わることになる。したがって， 30°N 付近では冷源であるので下降気流， 70°N 付近では熱源となるので上昇気流の子午面循環が Hardly type に加わり，結果として才 1 図の単純な Hardly Circulation は才 3 図のような 3-Cell の循環に変ってくる。中緯度に現われている間接循環はこうにして形成されたもので，顕熱の北向きの輸送 $\overline{h'v'} > 0$ が盛んな程間接循環は強まってくる。



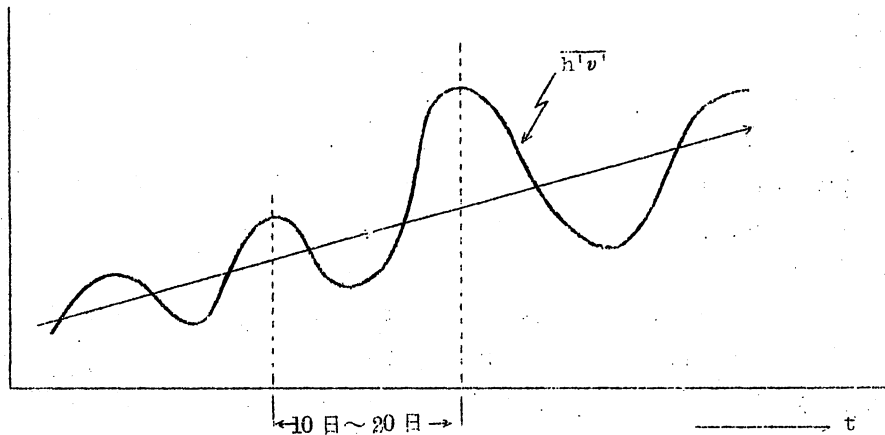
オ 3 図 3つの循環細胞

なお $\overline{hV}$ が大きいほどじよう乱の強さ $\overline{V^2}$ を大きくさせる性質をもっている。じよう乱の強さ $\overline{V^2}$ (後述:最後の節を参照)は大気の流れの蛇行状態を示すものとも考えられるので、北向きの熱輸送が大きくなつて来ると、高緯度地帯では流れがMeanderingをおこし、このためPolar highがちぎれて寒気がOut burstする結果となる。

以上のことから推察されるように、顕熱の輸送 $\overline{hV}$ は大気の流れの状態を表わす便利にしてかなり重要な物理量である。

$\overline{hV}$ の変動について

大気の流れが時々刻々変動するとともに、これにfollowして熱輸送 $\overline{hV}$ も変動する。模式的に図示するとオ 4 図のようで、変動の周期に10日~20日のものが見られる。所謂Index cycle程度のものである。変動の大きい傾向は秋から冬にかけては矢印のように増大の傾向をたどる。

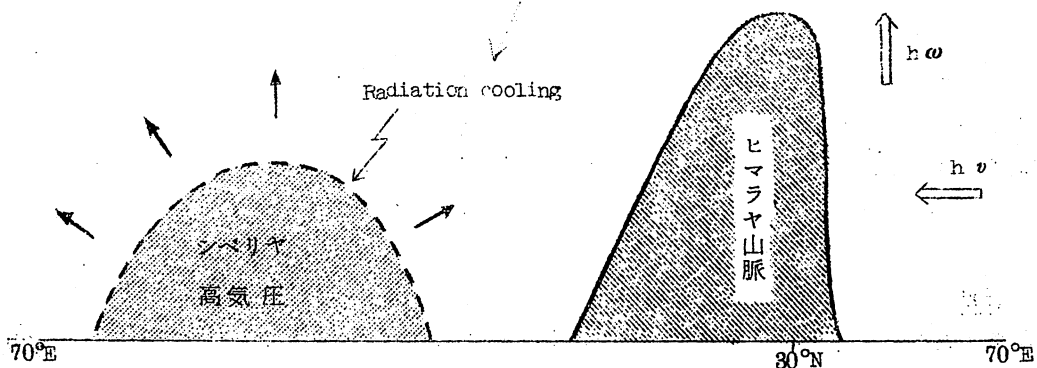


オ 4 図 $\overline{h'v'}$ の周期的変動

$\overline{h'v'} \propto \overline{v^2}$ という考え方をすれば、Meandering も 10 日～20 日の周期でおきて良い筈で、寒気の out burst もこの Period おきても差支えないと思はれる。

シベリヤ高気圧の形成

シベリヤ高気圧は大陸上の輻射冷却によつて発生すると考えられていた。もちろんこの考えは正しい。しかしヒマラヤ山塊がなかつたら（あるいわ初期の数値予報で考えられていた小田原提灯式の山でおきかえてしまうと）シベリヤ高気圧はなかなか発生しにくい（強くならない）ことが Mintz-Arakawa の数値実験で明らかになった。これは山がないと南のインド洋から顕熱が自由に運ばれて来て、大陸上の Cooling を相殺してしまうためである。現実のように所定の地域にヒマラヤ山脈を設けておく（ ϕ -座標を用いて）、南からの顕熱の輸送 $h'v$ がヒマラヤ山脈によつてさえぎられて、中国-シベリヤ大陸までは Heat transfer が及ばない。このような状態で Reasonable Radiation で冷却すると、その effect によつてシベリヤ高気圧が生成されるようになった。勿論これは冬の場合での話である。

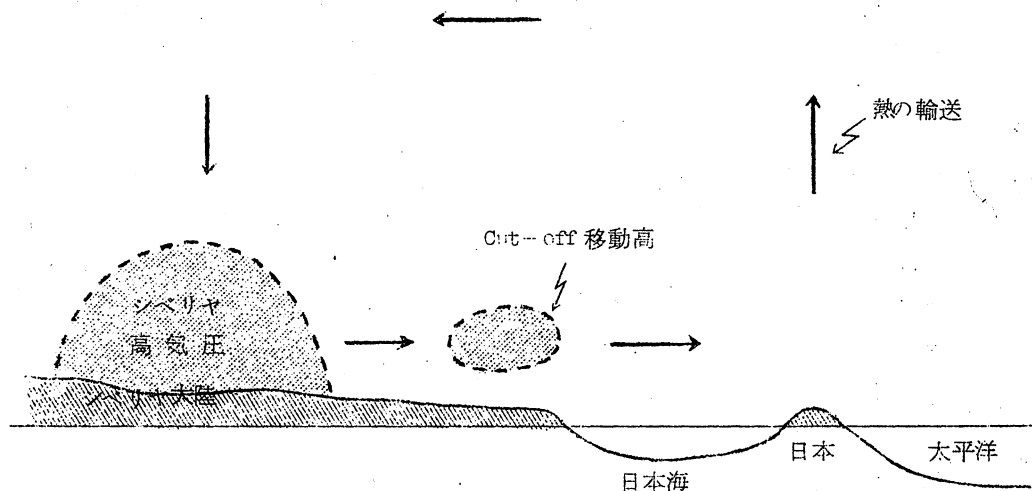


オ 5 図 シベリア高気圧の形式とヒマラヤ山脈の役割り

シベリヤ高気圧の消長

冬期、本邦においては三寒四温のような周期的現象が現われることが多い。これはシベリヤ高気圧が強くなったり、弱くなったりするからである。このようにシベリヤ高気圧の“周期的”な消長の起因となるものは熱の輸送が大きな役割を演じている。放射冷却によつて形成されたシベリヤ高気圧はたえず Cooling によつて成長するが、ある Critical value に達すると、高気圧の一部が Cut-off してまた元の状態に戻る。

この“Cut-off 移動高”を生成せしめるある臨界値は大気の流れの状態によつて決まるものと思はれる。才6図にしめすように冬期は太平洋には熱源、大陸上には冷源がある、海から大陸に向つての熱の輸送がある筈である。冷たいシベリヤ高気圧がちぎれて東に移動することは、相対的にみれば暖気が西へ運ばれたことと同じである。才4図で述べたように $\overline{h'v}$ の変動にともなつて寒気の氾濫が起つたと全く同様に、才6図では東西方向の熱輸送とシベリヤ高の消長が結びついているはずである。



才6図 移動高と熱輸送

以上の事柄から推察されるように、大気の流れの変動を支配する要因としてはまず才一に熱輸送をあげなければならないだろう。一方後述するようにプロツキングはきわめて大きな北向きの顕熱輸送を伴つて、南北の熱傾度を解消するもつとも効果的な現象である。この顕熱輸送は波数2・3の起長波によつて行われる。

J. S. Winston の研究

プロツキング現象の生成に大きな役割をもつ顕熱の輸送 $\overline{h'v}$ は温度の南北傾度に左右されることが分つた。前にも述べたように一般に温度傾度は北向きに傾斜している。つまり $\partial \bar{T} / \partial y < 0$

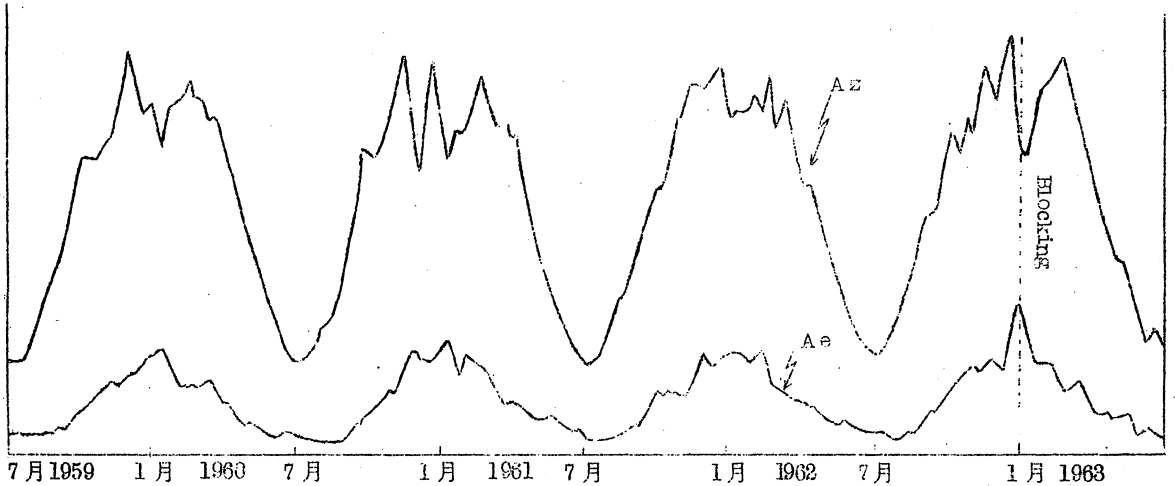
AZ
AE

である。冬期になるとこの温度傾度は強くなってくるので、北向きの顕熱の輸送 $\overline{h'v} > 0$ も盛んになつて来る。これを別な見方をすれば、平均場の有効位置エネルギー A_Z からじょう乱の有効位置エネルギー A_E への変換する量が大きいということを意味する。説明を簡単にするために単純化したモデルを考えると

$$\{A_Z, A_E\} \cong -\overline{h'v} \frac{\partial \overline{T}}{\partial y}$$

となる、 $\overline{T}$ はシツクネス $\overline{h}$ でも良い。ここでは $\{A_Z, A_E\}$ は $A_Z \rightarrow A_E$ のことである。

J.S. Winston は最近北半球の資料を使って、有効位置エネルギー、運動エネルギーおよび $\{A_Z, A_E\}$ などのような変換量を計算し、季節変化を調べた。この報告がMonth. Weather, Rev vol. 93, 1965年4月に掲載されているので関係している所だけを紹介する。北半球の毎日の850 mb と500 mb の高度から有効位置エネルギー A_Z, A_E を計



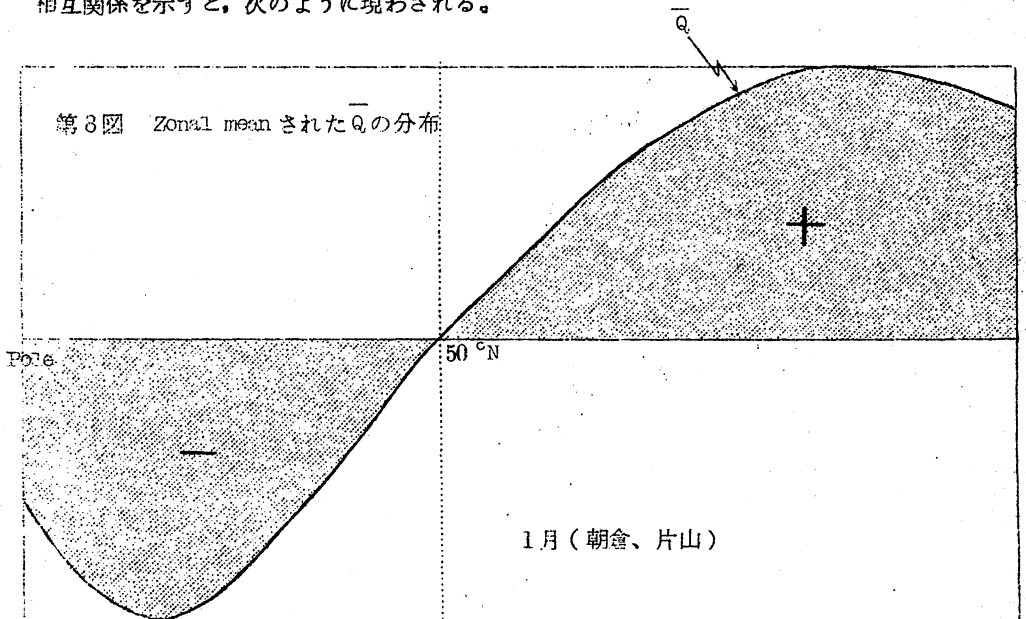
オ 7 図 A_Z, A_E の変動とブロッキング

算した。 A_Z はZonal Available Potential energy, A_E はEddy Available Potential energyでこれらの10日平均値をプロットしたのが第7図である。 A_Z も A_E も季節変動をしており、夏は最少で冬になると最大になっている。この傾向は大体似ているが、年によつては“ときざみ”の変動は異なり規則的の場合とSharpに変わる場合とが見られる。1962年から1963年にかけての変動に着目すると、 A_Z は10月頃からIndex Cycle 程度の大体20日周期で振動を繰返し乍ら増大の一途をたどり、12月の中旬にPeak になつたとたん急に減少している。しかもその減少量もかなり大きい。1月の上旬は A_Z は極小になつており、 A_E は逆に急に増大して極大値を示している。これは $\{A_Z, A_E\}$ の変換がかなり顕著に行なわれていることで、じょう乱の強さ v'^2 、ひいては顕熱の北向きの輸送 $\overline{h'v}$ が盛んになつていていることを示している。

丁度、Az が急に drop し始めた頃から大規模なブロッキング現象が形成され、世界的（北半球）に異常寒冬をもたらした1963年1月の模様である。

Blocking における力学的考察

大気の流れをおこすDriving Forceは大気自身に与えられる熱 Q である。前節で述べたように、低緯度では熱源 $Q \geq 0$ 、高緯度では冷源 $Q < 0$ である。例を1月にとつて模式的に図示すると第8図のようにZonal mean された $\bar{Q}$ の分布（Meridional distribution）のようになる。この Q -Meridional Profile はたえず変動しており、暖候期から異候期になるにしたがつて中緯度における $\partial \bar{Q} / \partial y$ の傾斜は除々に強くなってくる。この $\bar{Q}$ の分布の変動によつて、温度場、風の場などもfollowして変動して来る。これらの相互関係を示すと、次のように現わされる。

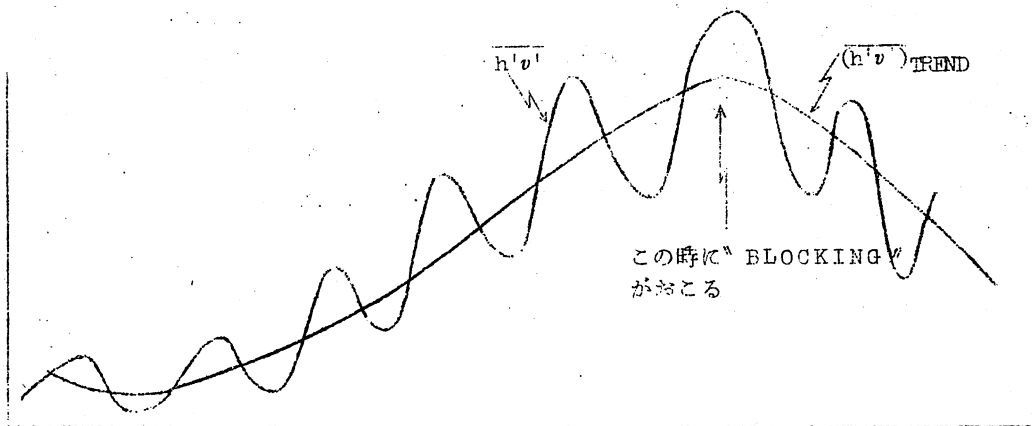


Eq

$$Q \longrightarrow \left\{ \begin{array}{c} \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \\ Az \\ \frac{\partial \bar{u}}{\partial p} \end{array} \right\} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{c} \overline{\frac{\partial T}{\partial y}} \\ \bar{s}_2 \\ \overline{\frac{\partial u}{\partial p}} \end{array} \right\}$$

ここで; Az: Zonal Available Potential Energy, $\partial \bar{u} / \partial p$: Vertical Windshear, $\overline{\omega \sigma}$: Vertical Heat transfer. である。

傾圧不安定理論によると南北の温度傾度 $\partial T / \partial y$ が大きくなると (thermal wind によると風の垂直シャー $\partial \bar{u} / \partial p$ も同時に大きくなる), Az も大きくなり, これらの量がある臨界値に達すると主として波数 5~7 の傾圧不安定波が発達して $\overline{h'v'}$ が大きくなり, Az から AE へのポテンシャルエネルギーの流れが大きくなり, したがって $\overline{T^2}$ (AE) が大きくなる。また $\overline{\omega \sigma}$ が大きくなって KE が増大し擾乱は発達する。ところが $\overline{h'v'}$ によつて多量の熱を南から北へ運ぶと南北の温度傾向 $\partial T / \partial y$ がゆるくなり, シャー $\partial \bar{u} / \partial p$ も小さくなつて擾乱は安定になつてしまう。安定な擾乱は南向きに熱を運び ($\overline{h'v'} < 0$), 再び南北の温度傾度を強めていく。あるていど以上 $\partial T / \partial y$ が大きくなると擾乱は再び不安定になつてくる。



第 9 図. $\overline{h'v'}$ の経過

このように $\overline{h'v'}$ ($\overline{V}$, $\overline{T^2}$, $\overline{\omega \sigma}$) は振動しながら変化する。このような周期的な変動は実際の気中にも存在する。オ 9 図にこの模様をしめした。大きな trend にのつて現われている周期的変動はインデックスサイクルに対応している。このようなわけでインデックスサイクルは主として波数 5~7 の移動性擾乱によるものと思われる。

夏から冬にかけて南北の熱的傾度が増大し, それに伴つて $\partial T / \partial y$ や $\overline{h'v'}$ が増大していく。これがオ 9 図にしめした trend である。しかしどこまでも増加するわけではなく, 通常オ 7 図にも示したように 1 月下旬から 2 月頃になると急に減少し始める。この減少はインデックスサイクルで $\overline{h'v'}$ が正の極値に達した時に同時に起るようである (村上)。Trend が下降を始めるときにブロッキングが起る。インデックスサイクルは波数 5~7 の擾乱が主役であるが, trend が下降するときのブロッキングは波数 2~3 の超長波が主役である。ブロッキングが起ると寒気は大きく中緯度まで氾濫し, 暖気は速く高緯度まで達する。すなわち大きな顕熱の北向

き輸送が起つて、冬中貯わえ続けられていたポテンシャルエネルギーを一挙に解消してしまう。

ブロッキングは南北の熱の不均衡を解消するもつとも効果的な現象である。

成層圏の突然昇温現象は対流圏でのブロッキングに大変似た現象である。極度ジェット周りのポテンシャルエネルギーは冬中貯わえ続けられ、ある極値に達した時 sudden warming が起り、warming high が高緯度に移動して（顕熱を北へ運んだことになる）温度傾度を解消してしまう。突然昇温の主役は波数2～3の超長波である（村上）。

ブロッキング現象の数値実験

phillips の実験以後、最近までの所多くの人々が大気大循環の数値実験を行つて来たが、とくにブロッキング現象の形成、変動を主目的にしたものでない。しかしこれらの数値実験の結果から“ブロッキングに似た現象”を抽出することはできるが、我々が所求するような“ブロッキング”は残念乍ら見ることはできない。斯様な事実を推測すると、もつと次元の高い、精度の良い数値実験でなければ“Blocking”の形成は難かしいと思われる。例えばブロッキング現象の主役である2波長、3波長の波に着目して、

- ①：熱の分布 Q を時間的に固定しないで変動させる $Q(x, y, p, t)$
- ②：地形の分布、山および海陸分布を Realistic distribution のようにする
- ③：Model の層を数多くする。

などを基本的な条件としておいて Model Experiment を行なえば成功するかも知れない。

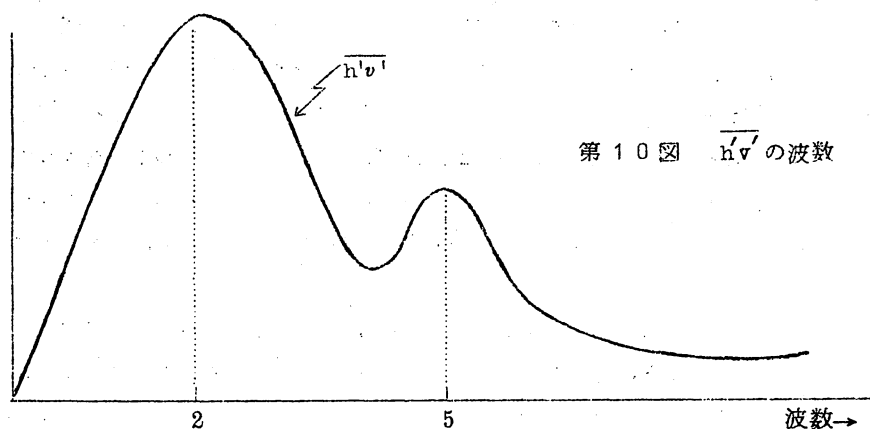
Wiin-Nielsen の研究

ブロッキング現象の形式については超長波が主役をなしておことは今までの話しからうなづけられたと思う。最近の Wiin-Nielsen の研究、これは Tellus, vol. 16, No. 2, 1964 年に発表したものであるが、この報告によると大気大循環の変動の主要な役割は超長波（2, 3波）が演じていることが言はれている。

これは冬期間にやける北半球領域での熱輸送 $\overline{h \nabla}$ を波数別に次のようにして

$$\overline{h \nabla} = \sum_n h_n \nabla_n$$

調べたもので、この結果は才10図から分るように、heat transfer は殆んどの大部分は超長波によつて行なわれ、とくに park が波数2の波の所に見出されることが注目された。又、少し波数を増した5波長のところにも山がある。

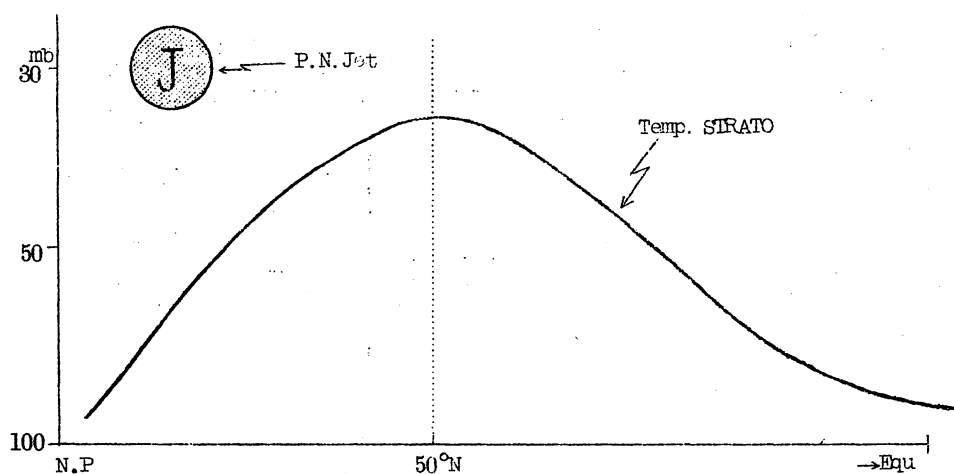


第 10 図 $\overline{h'v'}$ の波数

長波のじょう乱による熱輸送も顕著ではあるが、総体的に見れば超長波による輸送には及ばない。この観点からすれば、ブロッキング現象の場合に限らず、大気大循環の変動は波数 2, 3 の超長波が主役であり、したがってこの超長波の変動を知ることがもつとも大事であろうと推測される。

Sudden Warming 現象について

冬期間になると、成層圏内では周極渦が発達し、polar night Jet stream がこの渦をとりまいて強い偏西風が吹いている。高度はほぼ 30 mb 面に位置している。温度分布は才 11 図のように 50°N を境にして南の部分は対流圏内の分布と反対であるが、 50°N 以北では同じような分布を示している。



第 11 図 30 mb 温度分布

ところで、冬の終り頃になると突然暖化の現象が出現する。これが所謂 Sudden Warming である。晩冬に近づくと polar night Jet を形成している“傾圧不安定性”が弱くなり、周極渦が崩壊し、対流圏内のプロツキングに似たような現象が生ずる。周極渦を形成している大気の流れの pattern は主として波数 2, 3 の超長波によつて構成されており、この超長波がなにかの原因で不安定になつたとき周極渦の崩壊現象がおこると推測される。Sudden Warming はこの崩壊現象が現われる前におこることが多く、たまには同時に起ることもある。

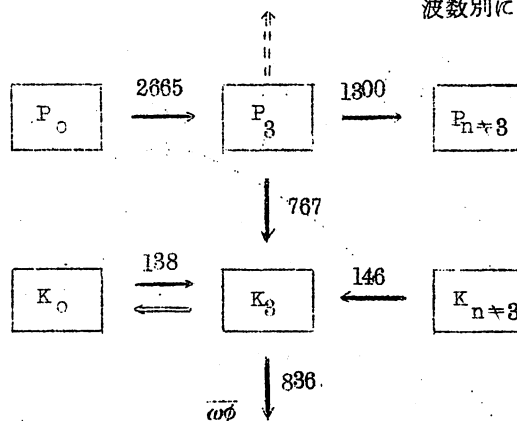
前にも述べたように、成層圏内の温度分布、風の分布が高緯度の領域では対流圏内の分布が似ていることから、高緯度だけに出現する対流圏内の“プロツキング”と成層圏内の“Sudden Warming” とには Mechanism の類似性が存在すると考えられよう。いづれにしても超長波が主役として関与していることは留意すべき問題点である。しかし現在の所超長波の不安定理論がまだ確立されていないので推測の域を脱していない。

プロツキング現象がおきているとどのようなエネルギー的変動があるか

長期予報管理官室では 1954 年～現在まで毎日の北半球緯度格子点の資料が作成・保存されておるので、この資料から顕著なプロツキングが見られた 1958 年 1 月をえらび、北半球領域でのエネルギーを波数別に調べた。その結果を Energy flow diagram にして画くと第 12 図のようである（村上の計算による）

第 12 図

波数別によるエネルギーの流れ



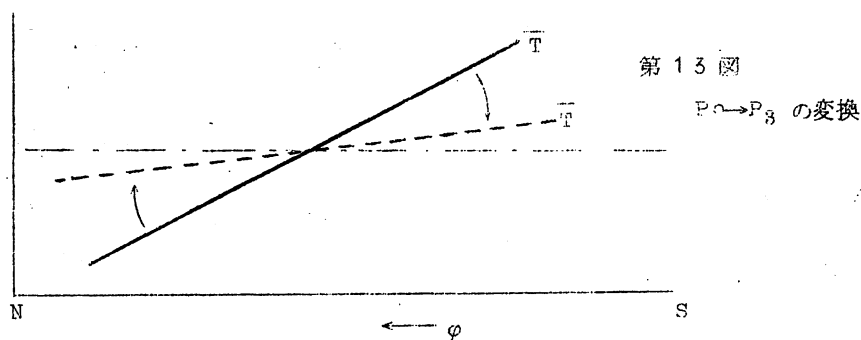
矢印 $\rightarrow$ はエネルギーが流れる方向を示すもので、単位は $10^{18} \text{ erg sec}^{-1}$ である。

ここで、 P_0 は Zonal potential energy, P_3 は波数3の波のもつ Potential energy, $P_{n \neq 3}$ は波数3の波以外の $\{1, 2, 4, \dots\}$ の波のもつ Potential energy K_0 は Zonal kinetic energy, K_3 は波数3の波のもつ Kinetic energy $K_{n \neq 3}$ は波数3以外の波のもつ Kinetic energy

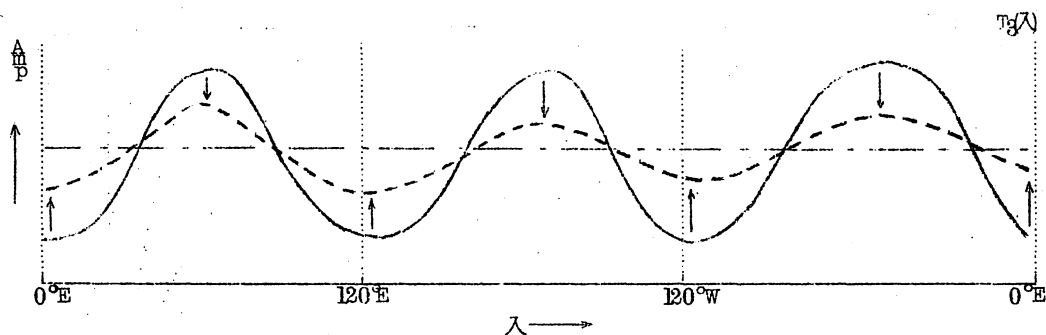
この Flow Diagram から分るように、 $P_0 \rightarrow P_3$ へと Potential energy が流れている。エネルギー流れはブロッキングのない平常の場合の約4倍の値を示している。

P_0 は Zonal mean された平均子午面内の温度分布 $\bar{T}(\varphi)$ の傾度に関係しているので、

$P_0 \rightarrow P_3$ の変換は、次の図13図のように考えられる。

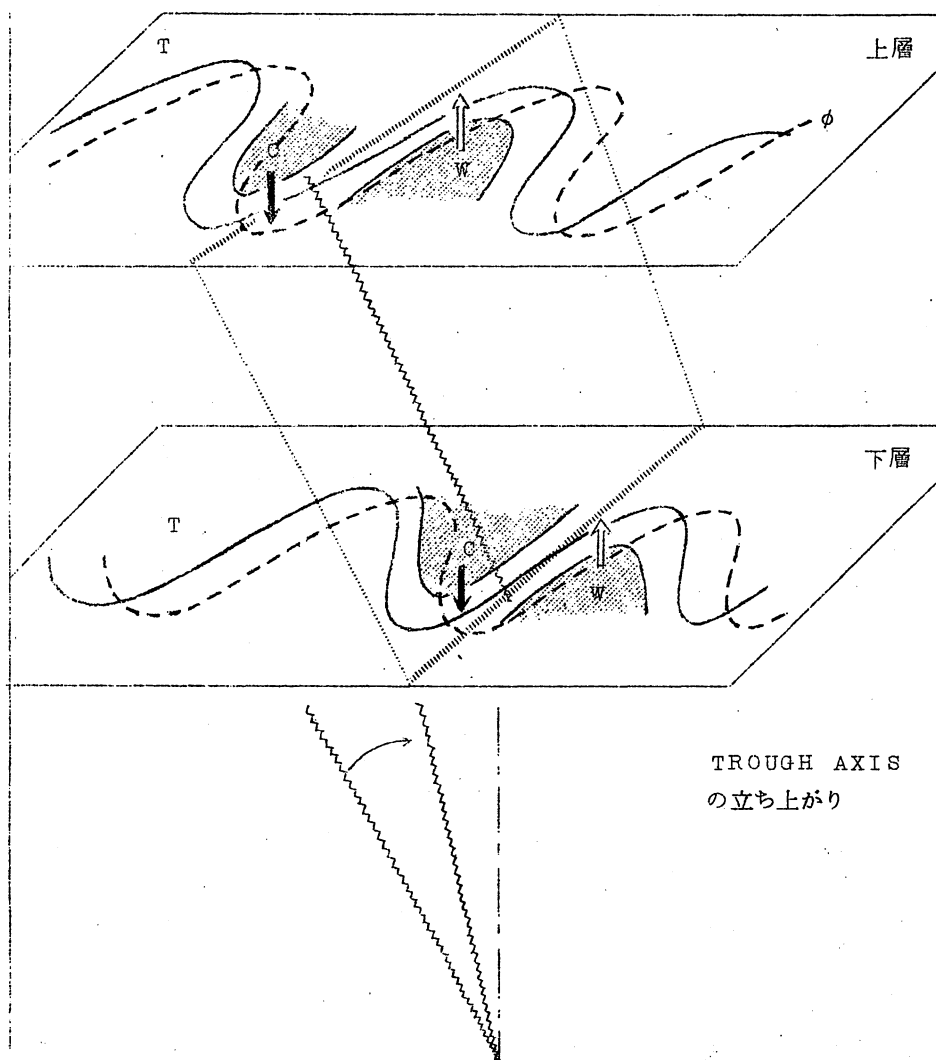


平均温度の南北傾度は $\{P_0, P_3\}$ が行なわれると、緩かになってくる。通常の場合の循環においてもこの現象は現われているが、ブロッキング時には $\{P_0, P_3\}$ が顕著であることから温度傾度の解消量は大きいといえる。逆にいえばブロッキングのときの温度場 (P_3 で代表) はゾナルの温度傾度を食って発達する、 $\{P_3, P_{n \neq 3}\}$ 。つまり $P_3 \rightarrow P_{n \neq 3}$ の Energy Flow は波数3の波からこれ以外の波へエネルギーが流れていることで次のように解釈される



第14図 高緯度における3波長の気温分布の模型

波数3の温度分布が才14図の実線のようにあつたと仮定する。 $P_3 \rightarrow P_n \neq 3$ というのは波数3の波の高温域では波数3以外の波へ顕熱を与え、低温域では逆に顕熱をもらつて、波数3の温度の振巾を減らす傾向があることを表わす。プロツキングの時にはこのように非線型効果による違った波の間のポテンシャルエネルギー(温度分布)の再配分はきわめて顕著である。(冬期の $\{P_3, P_n \neq 3\}$ の平均値の約6倍)すなわち波数3の温度場はゾーナルの温度傾度を食つて発達するとともに、非線型効果を通して他の波の温度場の形成をもたらししている。 $\{P_3, K_3\}$ は $P_3 \rightarrow K_3$ で波数3の波のもつPotential energyの一部が同じ波の運動エネルギーに転換していることである。これは温度の垂直輸送、所謂 α で行なわれるもので天気図上で次のように考えられる(才15図)

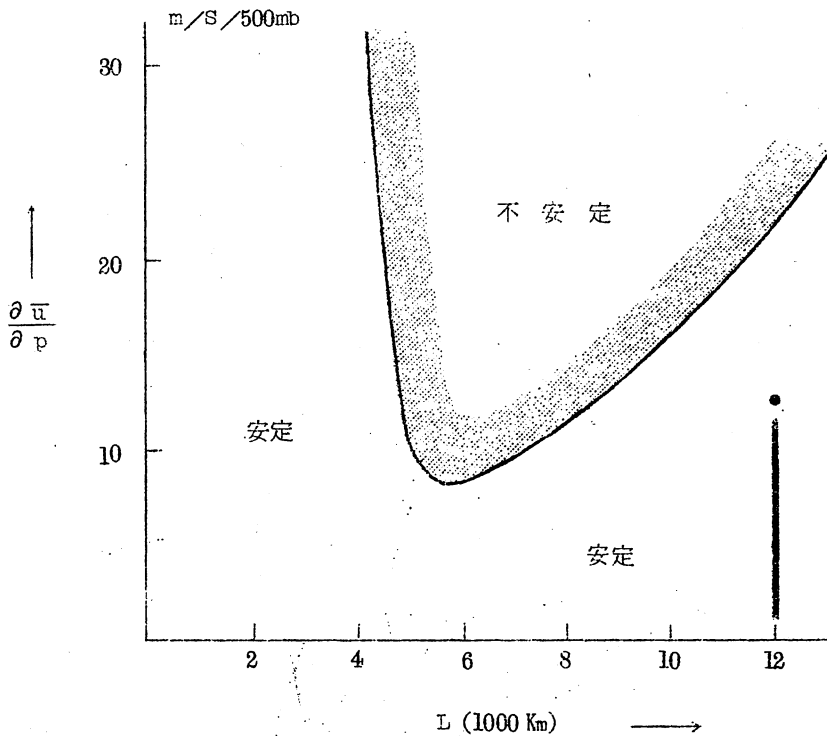


上層トラフが下層トラフの後面にある場合、即ちトラフの上下の軸が後面に傾いていると、気温分布から分るように相対的にはトラフの前面では暖気、後面では寒気となつている

$\iiint \omega T dx dy dp < 0$ 、でトラフの前面では暖気の上昇、後面では寒気の下降という現象がおき運動エネルギーが増大する。

$$P \rightarrow \iiint \omega T dx dy dp < 0 \rightarrow K$$

このProcess が行なはれて、Potential energy が減少してKinetic energy が増大し、トラフの上下の軸が立ち上がつて来る。じょう乱は発達途中にあり、トラフの上下軸が真直ぐに立つた時にじょう乱の発達は止まり“Occulude”するようになる



第 16 図 じょう乱の判定基準図

才 16 図にしめすように水平スケールが 12×10^3 Km もある超長波は従来の傾圧不安定理論ではきわめて安定である。これは波長が長くなると安定作用をおよぼす β -効果が大きくなってくるためである。安定であるということはポテンシャルエネルギーから運動エネルギーへの転換が起らず、したがって擾乱の発達はないことを意味する。ところが今まで述べてきた

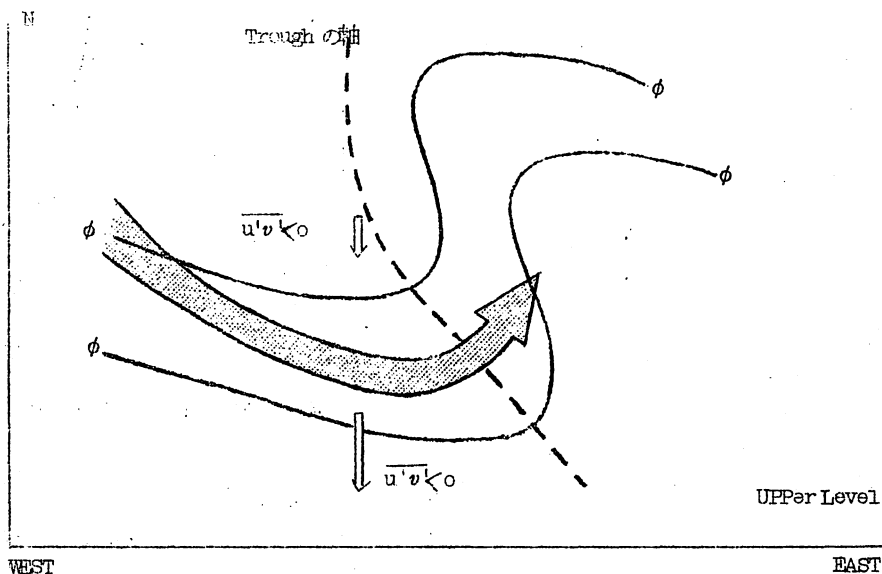
ようにプロツキングの時には超長波についても、ポテンシャルエネルギーから運動エネルギーへの転換が大きく、強い発達が見られる。このようなことは従来の傾圧不安定理論では期待できない。元来超長波は地形や海陸の分布に関連している。不安定理論ではこれらの重要な効果が考慮されていない。とにかく大気大循環の立場からも、長期予報のためにも超長波の変動のメカニズムを理論的、解析的にしらべていくことがこれからの重要な課題である。

つぎに才12図の $K_0 \leftrightarrow K_g$ の変換について考えよう。図によるとプロツキングの時には K_0 から K_g へ運動エネルギーの転換が行われている。(この向きは平均状態とは逆である。)このことはプロツキングの時の擾乱が傾圧不安定であることを意味する。しかし $\{K_0, K_g\}$ の大きさは $1.38 \times 10^{18} \text{ erg} \cdot \text{sec}^{-1}$ にすぎず $\{E_0, P_g\}$ や $\{P_g, K_g\}$ の変換にくらべて一桁小さい。このことからバロトロピック過程はバロクリニック過程ほど重要でないと結論することは必ずしも正しくない。

K_0 と擾乱の運動エネルギーのやりとりはつぎの式で表せる。

$$\int \bar{u} \frac{\partial \bar{v}'}{\partial y} dy$$

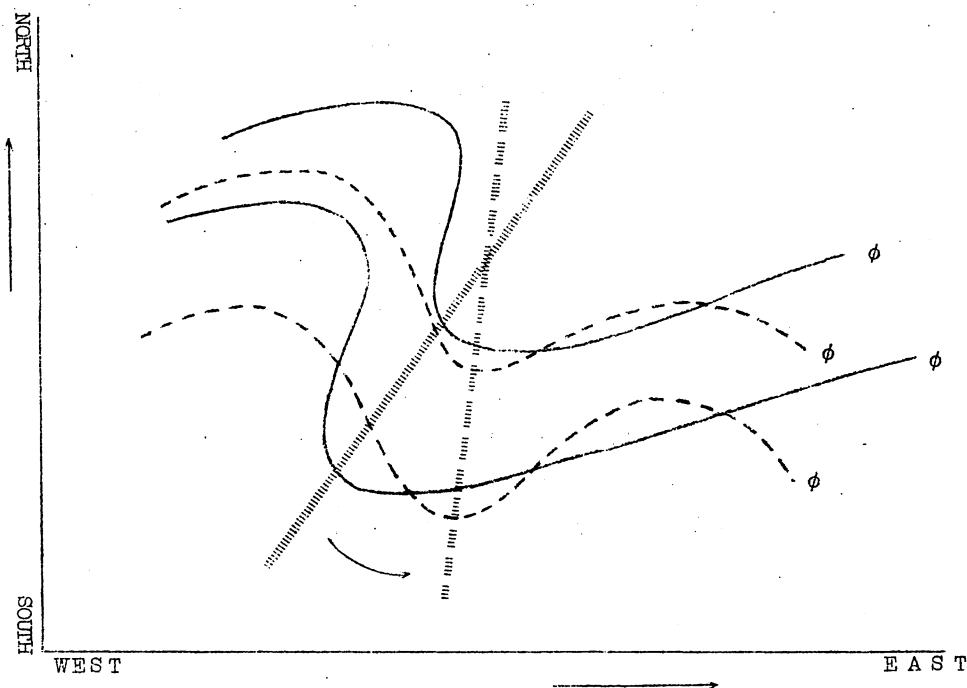
この量が正であると運動エネルギーは帯状流から擾乱の方へ流れ、負であれば逆に帯状流は擾乱から運動エネルギーの補給を受ける。プロツキングの時には $K_0 \rightarrow K_g$ の向きに運動エネルギーが流れる。このようなことが起るためにはプロツキングの時のトラフの軸の傾きは才17図のように中緯度から南側では北西から南東にむかつて傾き、中緯度以北では軸がたつているか、時には北東に向つて傾いている必要がある。というのはトラフの軸が北西-南東に傾いて



第17図 プロツキングの場合の上層のPattern

いと運動量が南向きに輸送される ($\overline{uv} < 0$) ところが北側では軸が立つているため運動量輸送はない ($\overline{uv} = 0$)。故に中緯度では $\partial \overline{uv} / \partial y > 0$ になる。ここでは jet がみられるから前に書いた $\bar{u}$ と $\partial \overline{uv} / \partial y$ の積は正になる。すなわち運動エネルギーが帯状流から擾乱へ向って流れる。帯状流から運動エネルギーをもらい、擾乱が発達するとともに運動エネルギーを南(あるいは北)へ伝達する。とに角トラフやウエツヂの軸が北西 - 南東に傾くことはひんばんに起るわけではなく、北東 - 南西に傾いて運動量を北にむけて運んでいる。トラフやウエツヂの北西 - 南東への軸の傾き、帯状流から擾乱への運動エネルギー補給、したがって順圧不安定の状態にあるというのがブロッキングの特徴の一つである。

トラフやウエツヂの軸は通常北東 - 南西に傾いている。この傾きは地表の偏東風域で運動量を補給され、中、高緯度の運動量消費地へ向って運動量を運ぶ必要があることのために力学的に要求される。しかし傾きは常に一定ではなくひどく傾いたり、立つたり、ときには逆に北東 - 南西に傾くこともある。(才18図参照) 軸の傾きの変化につれて帯状流との間の運動エネルギー変換が大きくなったり小さくなったり、時には逆向きの運動エネルギーの流れが起る。この変動がバロトロピックなインデックスサイクルである。



才 18 図 トラフの南北軸の変動

Thompson, 岸保, 荒川の諸氏はバロトロピック渦度方程式を用いて, トラフやウエッジの軸の傾きと帯状流 $\bar{u}$ の変動を論じた。Low index cycle のときにはジェットが南北に分流することもあることをしめした。実際の大気中でバロトロピック的なインデックスサイクルが起つていることを村上がしめした。 K_0 と擾乱の運動エネルギー KE の交換量を毎日計算して, スペクトルを求めてみると週期 10~15 日がきれいに表われてくる。

つぎにオ 12 図の $KE \leftarrow K_n$ の非線型効果について考へてみる。プロツキングの時には波数 3 の波は非線型効果によつて, そのほかの波から運動エネルギーをもらつている。その大きさは冬期の平均状態よりはるかに大きい。すなわち波数 3 の波 (プロツキングのときの卓越波) は二つのバロトロピック過程によつて, 帯状流からも, 他の波からも運動エネルギーをもらつて発達する。

非線型効果による運動エネルギーの波同志の交換といつてもとくに難しい問題ではなく, 前に述べた帯状流と擾乱の間の運動エネルギーのやりとりと全く同じように理解できる。

$K_0 \rightleftharpoons K_n$ について考えるなら, 3 波長の波で風速の強い所に他の波から運動量を補給され, 風速の弱い所で他の波へ運動量を補給していれば $K_0 \leftarrow K_n$ の向きに運動エネルギーの流れが起る。逆に $K_0 \rightarrow K_n$ のことも実際の大気中で起りうる。インデックスサイクルに呼応してエネルギーの向きが周期的に逆転する。この周期はやはり 10~15 日である (村上)

非線型の運動エネルギーのやりとりは定常場と移動性擾乱の間についても考えられる。日本附近の冬期についていえば日本上空のジェットの強い所では定常場から移動性擾乱へ運動エネルギーが補給されており (移動性高低気圧のバロトロピック的発達), 高低気圧の墓場であるオホーツク海附近では移動性擾乱から定常場へ運動エネルギーが補給されるので移動性擾乱は衰弱してしまうということを村上が解析的に実証した。

さいごにオ 12 図にしめされている $\bar{\omega}\phi$ について一言しよう。外向きに $\bar{\omega}\phi$ が書いてあるのは 500 mb 面を通して波数 3 の波によつて下層大気から上層大気へエネルギーが補給されていることを表わす。すなわちプロツキングの時には波数 3 の波はポテンシャルエネルギーから運動エネルギーへ転換した大部分のエネルギーを上層大気へ輸出している。上層では一般に超長波が卓越しているが, 上層の超長波にはポテンシャルエネルギーからの転換が少い (行いえない) ので, 主として下層からのエネルギー補給で維持されているのであろう。とて角プロツキングのときには $\bar{\omega}\phi$ による上層へのエネルギー補給が非常に大きくなる。村上のその後の解析によると下層でプロツキングが顕著なときに成層圏で突然昇温が起つている。成層圏はきわめて安定で一般に擾乱が発生しにくいのであるが, 下層から大きなエネルギー補給をうけて昇温高気圧が発達するのであろう。

長期予報としての "プロツキング現象" を考察するには何を調べたら良いか

今までの話しの内容から, プロツキング現象についてその形成およびメカニズムなどの大体

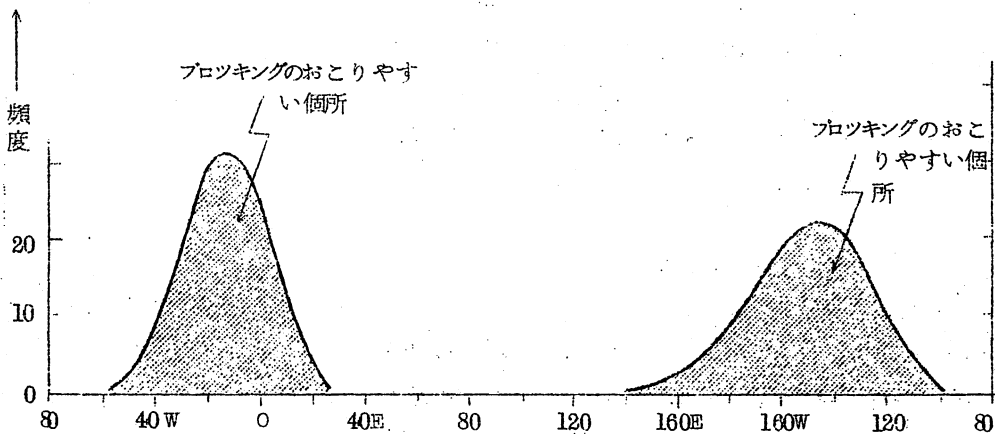
の像がつかめたと思う。しかし説明の困難な個所がたびたび現われていたように、まだ完全には理解し得たい現象である。とくに長期予報として着目する Large-Scale な、そして長期間に亘つて持続するような“ブロッキング”については主として超長波のじょう乱が働いているので、この超長波の動向を知らなければならない。ところが、超長波の変動については現在の所、まだ確立した理論ができていないので解析の事実にもとづいて推測するより“しようがない”状態である。

ブロッキングは昔から色々な人々によつて調査研究され、また長期予報としては要着目の現象というように、お馴染みにして簡単なように思われて来たが、実際の所かなり難かしい問題で成層圏と対流圏との相互作用をも含めたような Model を考えなければ解決できないような大気循環の Special part に相当すると考えられる、

前おきはこれ位にしてこのテーマの本論に入ることにする。解析的事実およびよく天気図を見れば分るように、ブロッキングは大体きまつた季節に、きまつた場所におきている。このへんから話を Start しよう。

1. ブロッキングのおこり易い所

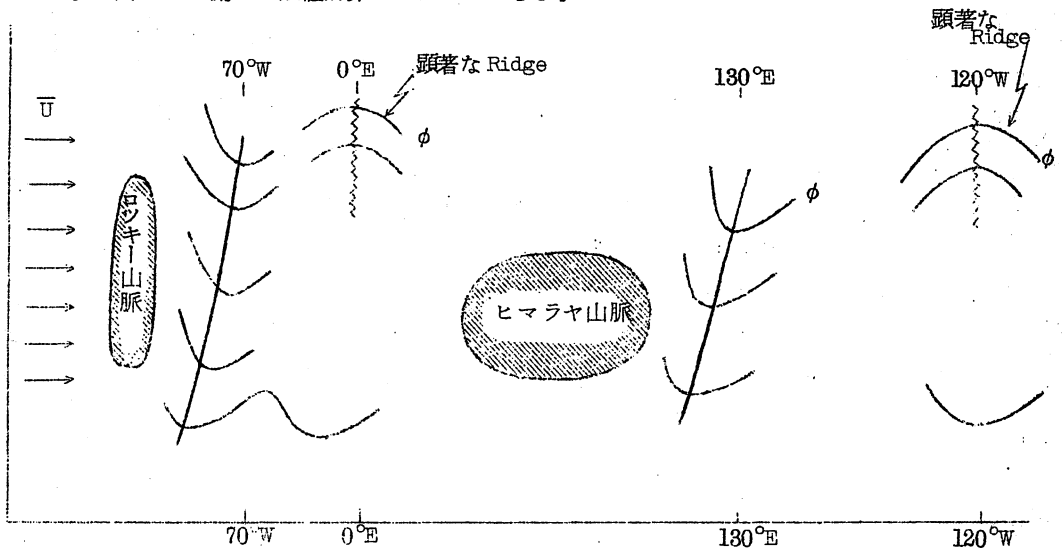
ブロッキングは高緯度の海洋域におこり易い、とくに太平洋および大西洋東部に出現することが多い。Rex の調べたブロッキング高気圧の頻度分布では才 20 図のように $40^{\circ}\text{W} \sim 0^{\circ}$ 、



第 20 図 ブロッキング高気圧の頻度分布 (Rex による)

$180^{\circ} \sim 120^{\circ}\text{W}$ の地域がとくに多くなっている。緯度にして $60^{\circ} \sim 70^{\circ}\text{N}$ 付近の Zone に頻発しているのが見られる。しからばなぜこのように毎年同じような場所に出現しているのか？ それに時期的にも 2 月、3 月におこり易いという観点から、その出現する存在理由の物理性がある筈である。まづ第一に考えられるのは大気の流れに及ぼす地形の効果である。

付上はかつて 地形効果を調らべるために、ロッキー山脈、ヒマラヤ山脈を設けて一般流 $\bar{u}$ (y の函数) を流して数値計算をしたことがある。



第 21 図

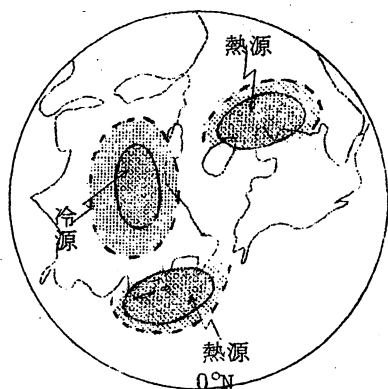
計算の結果を才 20 図に示した。すぐ気付くように 0° 、 $120^\circ W$ の所では高緯度で尾根 (ridge)，低緯度に谷 (trough) が現れ、南と北で波の位相が 90° ずれている。これはまさしくブロッキングの時の波の分布に似ている。ただし山の影響でできるこのようなパターンはブロッキングの場に比しきわめてよい。しかしながら 0° 附近や $120^\circ W$ 附近は山の影響によつてブロッキングの起り易い場所であることだけは言えそうに思われる。

ブロッキング高気圧の形成の才一次的な原因は大山脈の影響である

2. なぜ高緯度の海洋域にブロッキング高気圧があらわれるか

前に述べたことから、実際に即応するような場所に implicit にブロッキング高気圧を形成する尾根が山脈の影響によつてできることが分つた。しかし、developing の程度が弱いとなるとどうしても Heat effect を導入しなければならない。下の才 22 図は朝倉片山の両氏が解折から得られた下部対流圏内の 1 月における冷・熱源分布である。大陸では冷源、海洋域では熱源になつている。大体、海陸分布に follow したような 2 波長形式の Heat distribution になつている。

加熱域 $Q > 0$ では、低気圧を発達させ、上層ではトラフの深まりを増す作用を行う。才 21 図に示したように、山によるトラフのできる場所である $70^\circ W$ 、 $130^\circ E$ 附近は丁度加熱域に当りその気圧の谷の深まりを Heat effect によつて増す。つまり Trough を発達



第22図 冷熱源分布(1月)

させる。とりもなおさずTroughの発達はその次の位相のRidgeを発達させることになるのでブロッキング高気圧への形成へと進展すると考えられる。冷熱源の分布は通常上記のような分布をしているので地形効果と相まってブロッキングのおこる場所も大体において固定しているわけである。

3. 何に調べたら良いか

さて、この長期予報談話会の主目的である“長期予報の立場からブロッキングを検討しようとする際には何に調べたら良いか”の最も肝心のPartに入つたわけだが、正直のところ「盲巨象をさぐる」のたぐいでまだまだ実体を完全に把握していないので良く分らない。

もつとも理想的と思われるものは、前にも述べたようにブロッキングの形成、崩壊などを含めたBlocking Phenomena's lifeを主目的とした数値実験を行なつて、流れの変動のProcessを力学的、熱力学的な視野から調べることが良いと思われる。しかし、来年2月の技術検討会ということになると、時間的な制約もあり、Modelの設定などにも多大な労力も考えられるのでこれは無理である。となると、次に頭にうかぶことは手近にある資料を使つて調べることである。顕熱輸送 $\overline{h'v'}$ 、運動量輸送 $\overline{u'v'}$ 、じょう乱の目安す $\overline{v'^2}$ 、エネルギー転換量、および各種エネルギー量などは手近にある資料としてはもつとも良いと思われる。

ただ、Blocking現象の前兆的要素の調査になるとどれが良いか見当がつかない。ブロッキング現象は超長波が主役として介在して、各種のじょう乱波の相互作用(非線形)が多種多様な形で作用して形成されるもので、解析からではどうしても同時的な域を脱することができず、どの要素がどのような形で作用して、その結果が次のProcessにどのようにeffectを波及して行くものかは判然としないのが通例である。

$\overline{u'v'}$ について

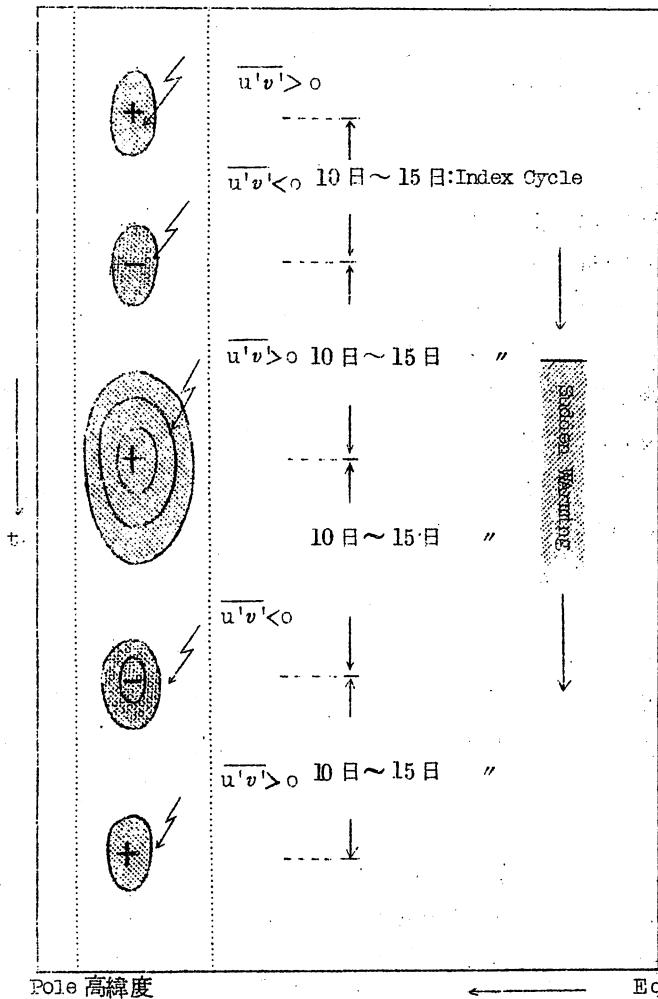
じょう乱による運動量輸送 $\overline{u'v'}$ はトラフの南北軸の西に片寄るか、東に傾斜しているかに関係している量でブロッキング現象とは大いに関係のある量である。

長期予報管理官室にある資料をもとにして調べて見ると、北半球平均のZonal IndexがHigh Indexの場合には、 $\overline{u'v'} > 0$ で北向きの運動量輸送が行なわれており、Zonal

IndexがLow Indexの場合には $\overline{u'v'} < 0$ で南向きの運動量輸送が高緯度では顕著である。勿論 $\overline{u'v'}$ では北半球平均の意味でのことであるので、所求のどこの場所でBlockingが顕著なのかはつかめない。唯どこかで起きているというだけである。

Sudden warming - をこれと類似させて調べたことがあるので、報告すると次のようである。(村上の計算)

模式的に書くと矛23図のようである。高緯度には $\overline{u'v'}$ のCellがIndex cycleといわれる。10日~15日の周期で正負の符号を変動している。その中で時として $\overline{u'v'} > 0$ でIntensityをかなり増し、顕著になることがある。 $\overline{u'v'} < 0 \Rightarrow \overline{u'v'} > 0$ しかも顕著になった直前に温度に急激な変化がおこり上昇している所謂Sudden warmingの現象がおきている。



(註) Sudden Warming 低緯度を書いたが、これは分り易するためで、高緯度に発生する、时期的の発生を見るために記したものに注意されたい。

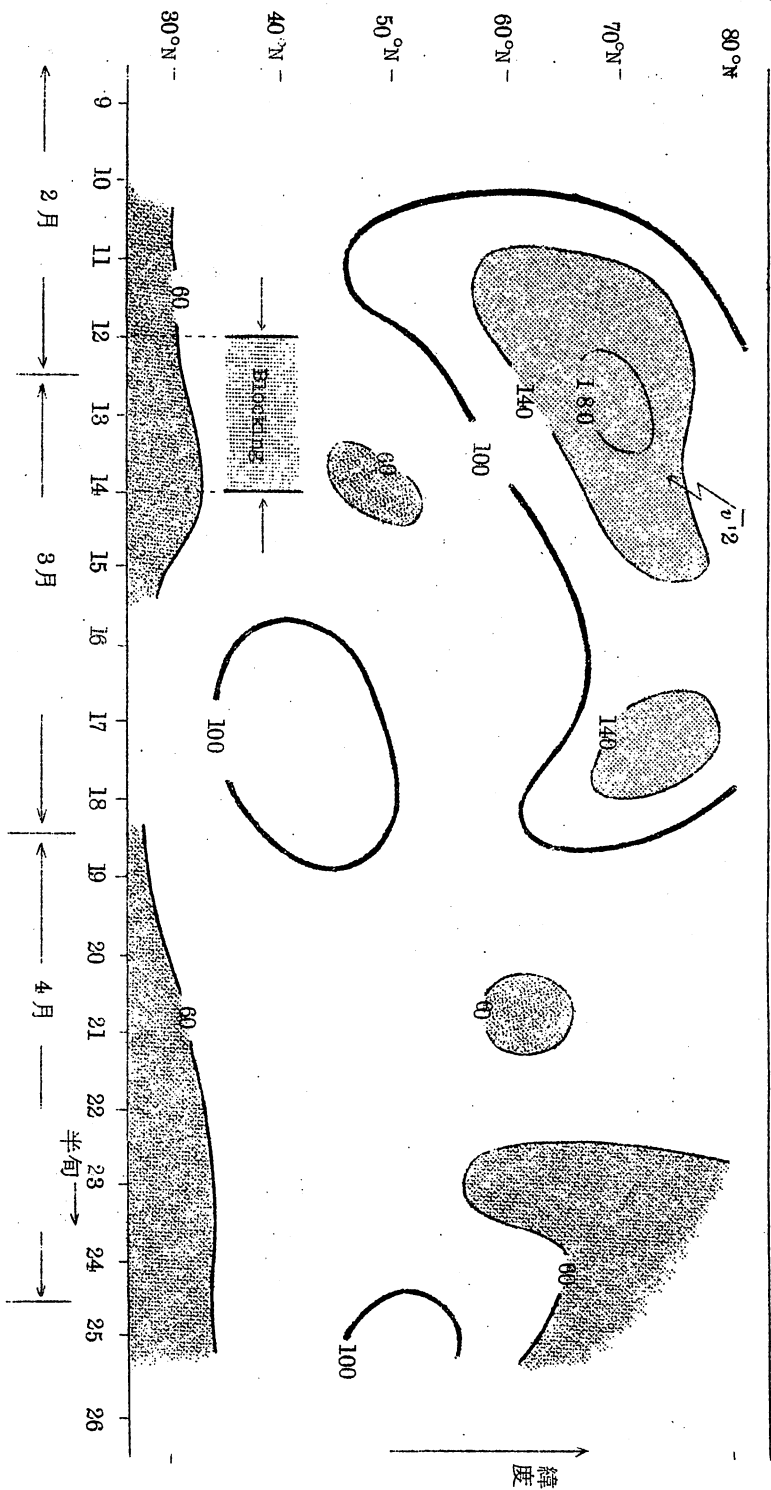
矛23図 Sudden Warming と $\overline{u'v'}$ の図(成層圏)

こういう観点からすると温度の急上昇という温度変化と $\overline{u'v'}$ とはかなり密接な関係を有していることが分る。成層関内の Sudden warming 現象と対流圏内の Blocking 現象とを同一視することは余りにも冒険的であるが、多々類似点もあるという観点からこの考え方を対流圏内まで拡張すれば、 $\overline{u'v'}$ という量を才 23 図のように Isopleth を作成して見ると何かつかめるかも知れない。プロツキングの要素をもつ気圧の尾根を形成する一般流 $\bar{u}$ の変動もこの $\overline{u'v'}$ の変動に左右され、この意味でも重要な量である。

$\overline{v'^2}$ について

運動量輸送 $\overline{u'v'}$ に関連して大事な量は $\overline{v'^2}$ 、つまり“じょう乱の強さ”である。前にも述べたように $\overline{u'v'}$ は Trough の南北軸の傾斜に関係しているが、こればかりではなく $\overline{v'^2}$ にも左右されて変動する量である。したがって $\overline{v'^2}$ も調べる価値があると思われる。別な見方をすれば、例えば天気図上では、じょう乱の強さ $\overline{v'^2}$ は、大気の流れの乱れの状態、つまり流れの蛇行の程度を示すものと考えて差支えない。 $\overline{v'^2}$ は流れの Meandering を示す。実際に 1964 年の冬の期間を選んで調べて見ると、Blocking と Non-Blocking の場合とでは $\overline{v'^2}$ の分布に明瞭な差異が現われている。この調査の結果は才 24 図に示す通りであるが、2 月の終り頃から 3 月の初め頃にかけて（約 12～13 日間）{注：下の数字は半月の番号} は高緯度には $\overline{v'^2}$ のかなり顕著な Max が見られ、その後は比較的弱くなっている。平均天気図で照合して見ると、丁度 0°E の高緯度を中心にしてかなり顕著な Blocking High が広範囲に広がり、しかも持続し、全体的には Meandering も大きいようであつた。しかし、 $\overline{v'^2}$ の顕著な Max が高緯度に出現したから“どこか場所にプロツキングが現われたか？”という肝心なところは依然として不明である。唯“どこかに存在している”ということだけしか分らない。また顕著でないプロツキング（それが極東であつて日本に effect を及ぼすものであつても）は消される恐れは多分にあるという欠点がある。したがって、Large-Scale な立場から流れの変動の転換を見るには $\overline{v'^2}$ なる量は必要であるといふことは言える。

一般流 $\bar{u}$ 、運動量輸送 $\overline{u'v'}$ 、じょう乱の強さ $\overline{v'^2}$ の運動学的量は相互に相たづさえて生成、維持されて行くもので、三者を総合してたえず見ておく必要があろう。我々が着目している現象は比較的大規模なじょう乱ということになるので、 $\overline{u'v'}$ 、 $\overline{v'^2}$ の図でも分るようにスケールの大小を念頭に入れておかなければならない。



1964年
第24図 南北循環 ($\sqrt{2}$) のイソテレット

熱力学的諸量，例えば顕熱の輸送 $\overline{h\dot{v}}$ ， $\overline{h\dot{\omega}}$ あるいはエネルギー量，それらの転換量なども流れの変動を知る上にとつて大事な量である。これらの物理量については前章で，その効用を詳細に説明したつもりであるので省略する。以上点々と話したことから，何が一番Blockingの大事な量かと言われても即答しかねる。皆大事な量であると言えば大事である。冒頭に述べたようにいろいろな量が複雑に作用して，これが時々刻々変動してゆくそのProcessが大気の流れとして現われているので一つか二つの量をとつて見て究明され得るという性質ではないと思われる。Blockingという題から diverge してしまったようなお話をして恐縮であるが，本文の内容から適当と思われるものをPick up して，とにかくやつて見て，解析を行うよう望みます。

極東におけるブロッキング活動の統計的調査*

本庁予報課 佐々木良一

まえがき

ブロッキングの予報は極めて重要であるが、殆んど成果が上がっていないのが現状であろう。そこでその予報の開発のためにも、この現象をわれわれに最も関係の深い極東域についての組織的な統計資料を調査することは重要な意義をもっていると考えらる。

ブロッキングの調査にあたつて、先づ問題になるのは、その定義であろう。すでに D. F. Rex (1950年)や Elliott and Smith (1949年)によつてその定義が提唱されているか、参考までに次にかかげる。

才1表 ブロッキングの定義

(1) Rex

- a) 基本的な偏西風が2分枝流に Splitする。
- b) 各分枝流はある程度識別できねばならない。
- c) この二重ジェット構造は少なくとも経度巾 45° にまたがる。
- d) 帯状流から蛇行流への変化が急激であること。
- e) この状態が少なくとも10日間は持続すること。

(2) Elliott and Smith

- a) 20mb またはそれ以上の地上気圧偏差域が少なくとも3日間は持続すること。
- b) この偏差域は南北には 55°N 及び 60°N をおおい東西には経度巾 15° 以上の広がりを有すること。

§1 ブロッキング循環の定義と強さ

これらの定義に従うと、Rex その他の調査結果でもわかるようになり規模の大きな現象であるため、極東域では殆んどあらわれないことになる。しかしわれわれの経験から推して、これより小さい規模のものでも予報上からは見逃がせない。この意味で極東域に限定して、次のような定義を試みた。

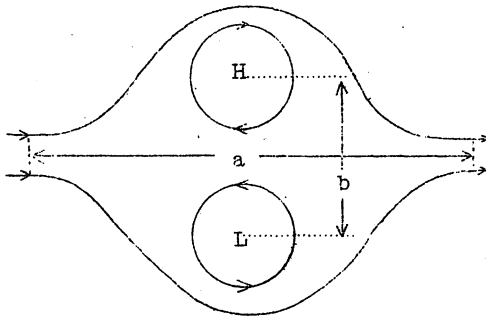
ブロッキングの型は才1図に示すように、典型的なもの(I型)以外にも、高気圧(II型)または切離低気圧(III型)のみの場合も含め、次のように規定した。

* これは長期予報談話会の依頼で佐々木氏に話していただいた内容を久保木(長期)と編集部でまとめたものである。そのうち予報技術資料の一つとして本印刷し配布される予定である。

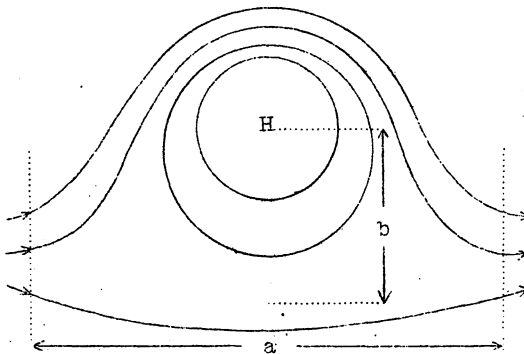
(1) 定 義

- i) 多少にかかわらず Split Current が存在する。
- ii) 少なくともこの状態が3日間以上持続する。

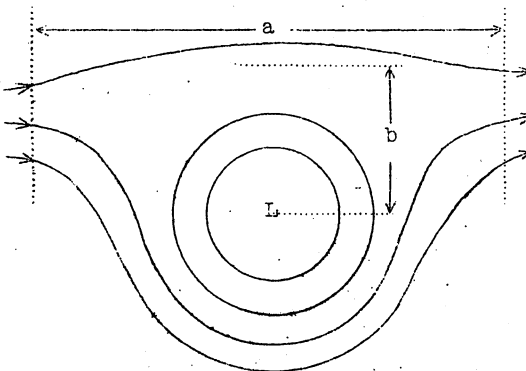
矛1図 ブロッキング循環の定義と強度



PATTERN 1



PATTERN 2



PATTERN 3

(2) 強 度*

Splitの東西距離 (a)

$$a^{\circ} \geq 60^{\circ} \text{ long}, \quad 60^{\circ} > a > 40^{\circ}, \quad a' \leq 40^{\circ}$$

Splitの子午線距離 (b)

$$b^{\circ} \geq 20^{\circ}, \quad 20^{\circ} > b > 15^{\circ}, \quad b' \leq 15^{\circ}$$

循環の瞬間強度

$$\begin{array}{ccc} a^{\circ} + b^{\circ} = \textcircled{A} & \left. \begin{array}{l} a^{\circ} + b \\ a + b^{\circ} \\ a' + b \end{array} \right\} = \textcircled{B} & \left. \begin{array}{l} a + b' \\ a' + b \\ a' + b' \end{array} \right\} = \textcircled{C} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ \text{強} & \text{並} & \text{弱} \end{array}$$

循環の全(期間)強度

$$\begin{array}{l} S(\text{強}) \left\{ \begin{array}{l} A \geq 5 \text{ 日} \\ B \geq 10 \text{ 日} \\ A + B \geq 10 \text{ 日} \end{array} \right. \\ M(\text{並}) \left\{ \begin{array}{l} A < 5 \text{ 日} \\ 10 \text{ 日} > B \geq 5 \text{ 日} \\ 10 \text{ 日} > A + B \geq 5 \text{ 日} \\ \text{強度に関係なく持続日数10日及び以上} \end{array} \right. \\ W(\text{弱}) \left\{ \begin{array}{l} A + B < 5 \text{ 日} \\ B < 5 \text{ 日} \\ \text{持続日数10日以下} \end{array} \right. \end{array}$$

これらの定義にもとづき、1953年～1962年の10年間の毎日21hの500mb高層天気図についてブロッキング循環をとり上げ、その層別化を行った。調査範囲は $40^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{W}$ の領域である。

§2 ブロッキング循環の発生分布とその季節変化(以下末尾の図を参照されたい)

オ2図 ブロッキング高気圧総発生分布図

この調査期間中(10年間)の総発生数は586個で、ベーリング海、オホーツク海北西部、カスピ海北部で最も多い。

* a, bはいづれもブロッキング循環の擾乱スケールを規定するが、このうちbはその位相速度をも規定する。即ち偏西風一定として比較的小さいbに対しては順行を示し、bの増加につれて次第に停滞から逆行を示すようになる。Ref., C.G. Rossby(1950): J. Chinese Geophysical Soc., 2.1. 1-13.

強度によつて次のような特徴がみられる。

オ3-1図 ブロッキング高気圧(強)発生分布

ベーリング海に多い。

オ3-2図 ブロッキング高気圧(並)発生分布

オホーツク海北西部に多い。

オ3-3図 ブロッキング高気圧(弱)発生分布

オ2図に似る。つまりオ2図の分布は(弱)のブロッキング数がウェートを占める。

これらの季節変化による特徴は次のようである。

オ4-1図 ブロッキング高気圧(冬期, 12, 1, 2月)発生分布

総数139, ベーリング海, カスピ海北部に多い。

オ4-2図 ブロッキング高気圧(春期, 3, 4, 5月)発生分布

総数159, カスピ海北部, オホーツク海北部, ベーリング海。

またこの季節のみ, 中部太平洋にも現われる。

オ4-3図 ブロッキング高気圧(夏期, 6, 7, 8月)発生分布

総数176, オホーツク海北西部, ベーリング海

オ4-4図 ブロッキング高気圧(秋期, 9, 10, 11月)発生分布

総数112, オホーツク海北西部-タイミル半島, ベーリング海

要約すると 55°N 以北の高緯度に多く発生し, またベーリング海方面は年を通じて発生するが, カスピ海方面は冬, 春のみ, オホーツク海方面は冬はおこつていない。

§3 ブロッキング循環発現分布とその季節変化

毎日の天気図上である場所にブロッキング循環が見出されるならば1日と数える。同時に二つの場所でおこっているならば延2日となる。

オ5図 ブロッキング高気圧総発現分布図

この調査期間中総発現日数は延5060日を数え, その位置はオホーツク海北部から北極海にかけてとカスピ海北部に多い。

強度によつて次のような特徴がみられる。

オ6-1図 ブロッキング高気圧(強)発現分布

北極海($75^{\circ}\sim 80^{\circ}\text{N}$, 175°E 中心)に多い。

オ6-2図 ブロッキング高気圧(並)発現分布

オ6-1図に同じ

オ6-3図 ブロッキング高気圧(弱)発現分布

カスピ海北部, 及びオホーツク海北部にあるものは殆んど弱いと考えられる。

季節変化による特徴は次のようである。

オ7-1図 ブロッキング高気圧(冬期)発現分布

総日数 1 1 7 5 日

オ 7 - 2 図 ブロッキング高気圧 (春期) 発現分布

総日数 1 3 4 3 日

オ 7 - 3 図 ブロッキング高気圧 (秋期) 発現分布

総日数 8 8 3 日

オ 7 - 4 図 ブロッキング高気圧 (夏期) 発現分布

総日数 1 6 4 5 日

夏期はオホーツク海北西部で多いがその他の季節はオホーツク海北部 - 北極海とカスピ海地方の二つに中心をもつ。

§ 4 上層のブロッキング高気圧と地上の高気圧との関係

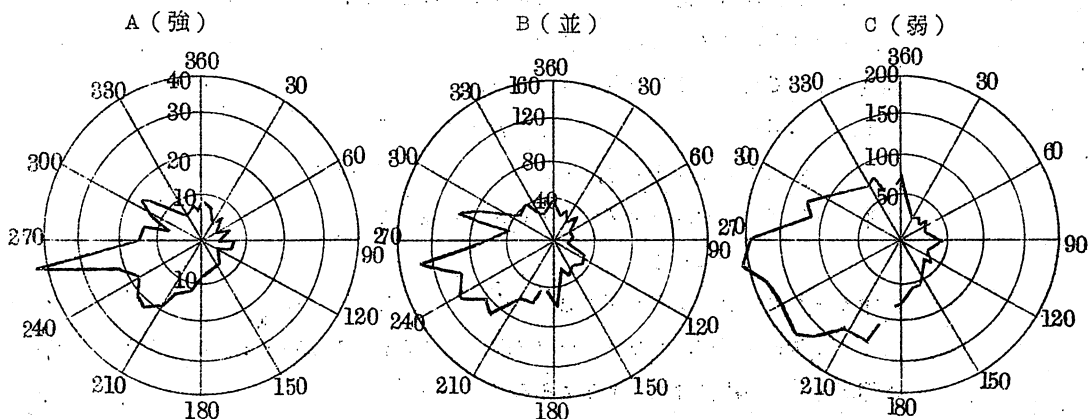
各強度毎に上層と地上の対応をみるとオ 8 図のようになり、いずれの場合も地上の高気圧は上層の尾根の北東側に位置している。しかしオ 2 表にみられるように弱いブロッキング程遠く離れ (6 5 0 Km 平均) , 傾きが大きくなる。

オ 2 表 地上高気圧と 5 0 0 mb 高気圧の水平距離

強 度	総 距 離 (Km)	度 数	平 均 (Km)
A	171,390	314	550
B	818,400	1,418	580
C	1,756,490	2,816	650
計	2,746,280	4,448	620

オ 8 図 ブロッキング高気圧の傾斜

地上からみた 5 0 0 mb 高気圧の方位



§ 5 プロッキング循環の持続日数

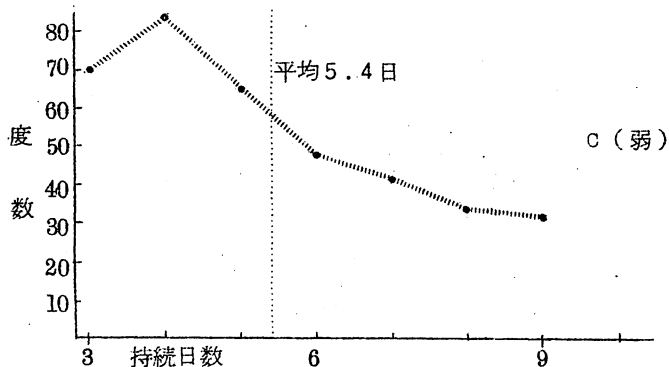
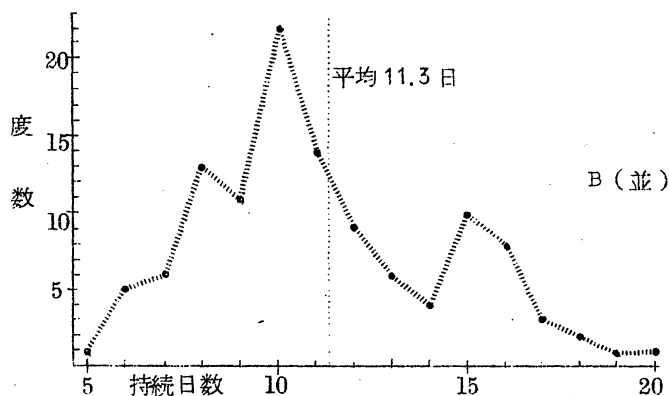
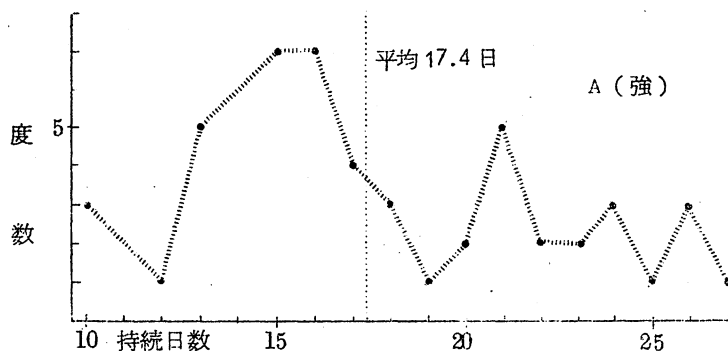
オ 9 図は各強度別に持続日数の度数分布を示したものである。

A (強) — 最も長く続いた例は 27 日。最大のピークは、15 ~ 16 日で平均 17.4 日程である。

B (並) — オ 1 のピークは 10 日、オ 2 は 15 日、平均 11.3 日

C (弱) — 4 日前後が多い。

オ 9 図 プロッキング循環の強度別持続日数の度数分布



： — ここに掲げた調査資料は本庁予報課の佐々木さん等によつて進められている。“極東におけるブロッキングとその予報”に関する調査のごく一部を紹介して頂いたものを編集部でまとめたものである。今年度の長期予報技術検討会でもこの種のテーマがとり上げられるのであるが、この調査は最も基礎的な資料として、重要と思われる。この上に立つて、予報技術の開発が進められれば幸いである。調査段階の途中で快く紹介して頂いた佐々木さんに感謝します。

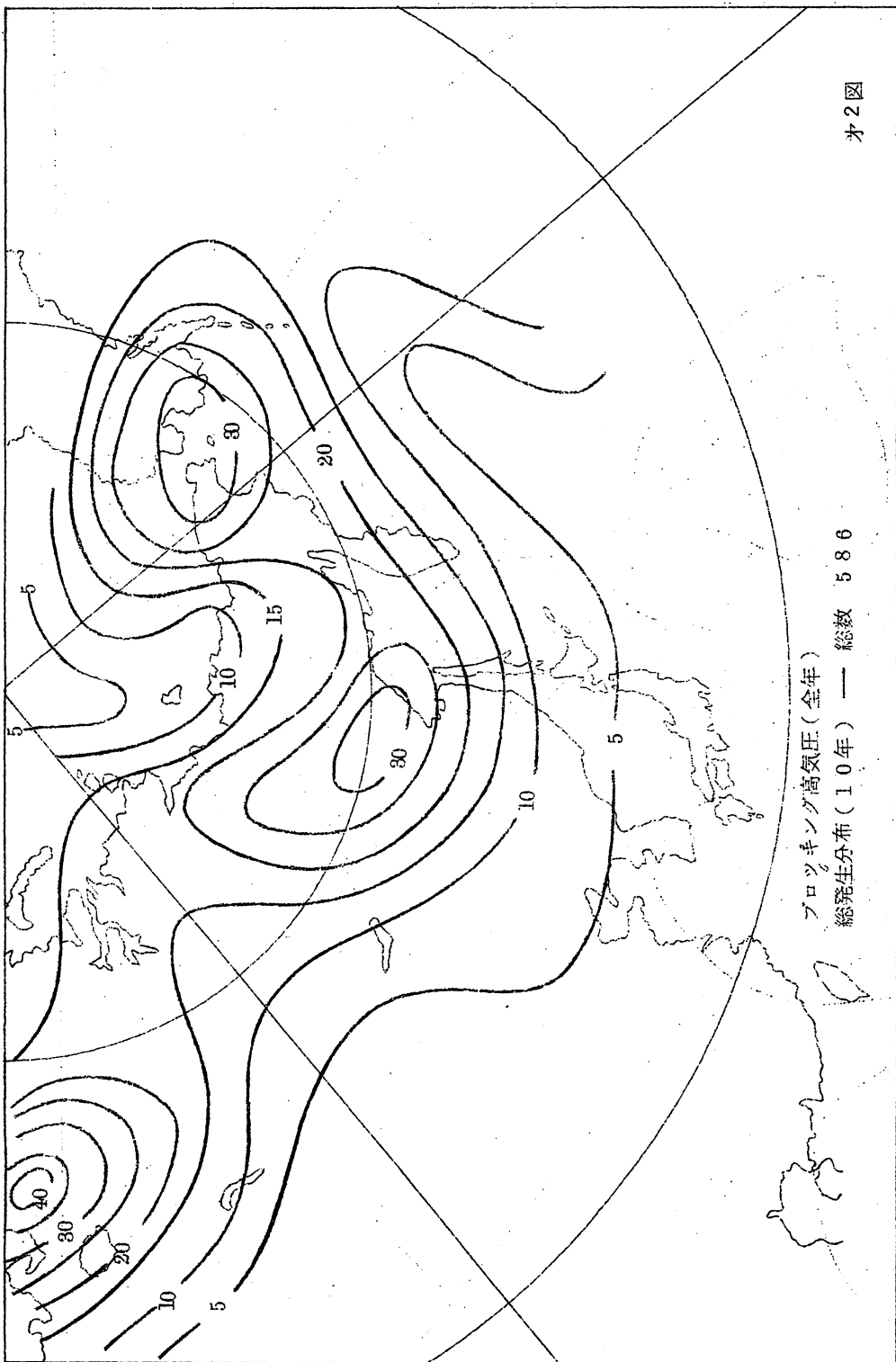
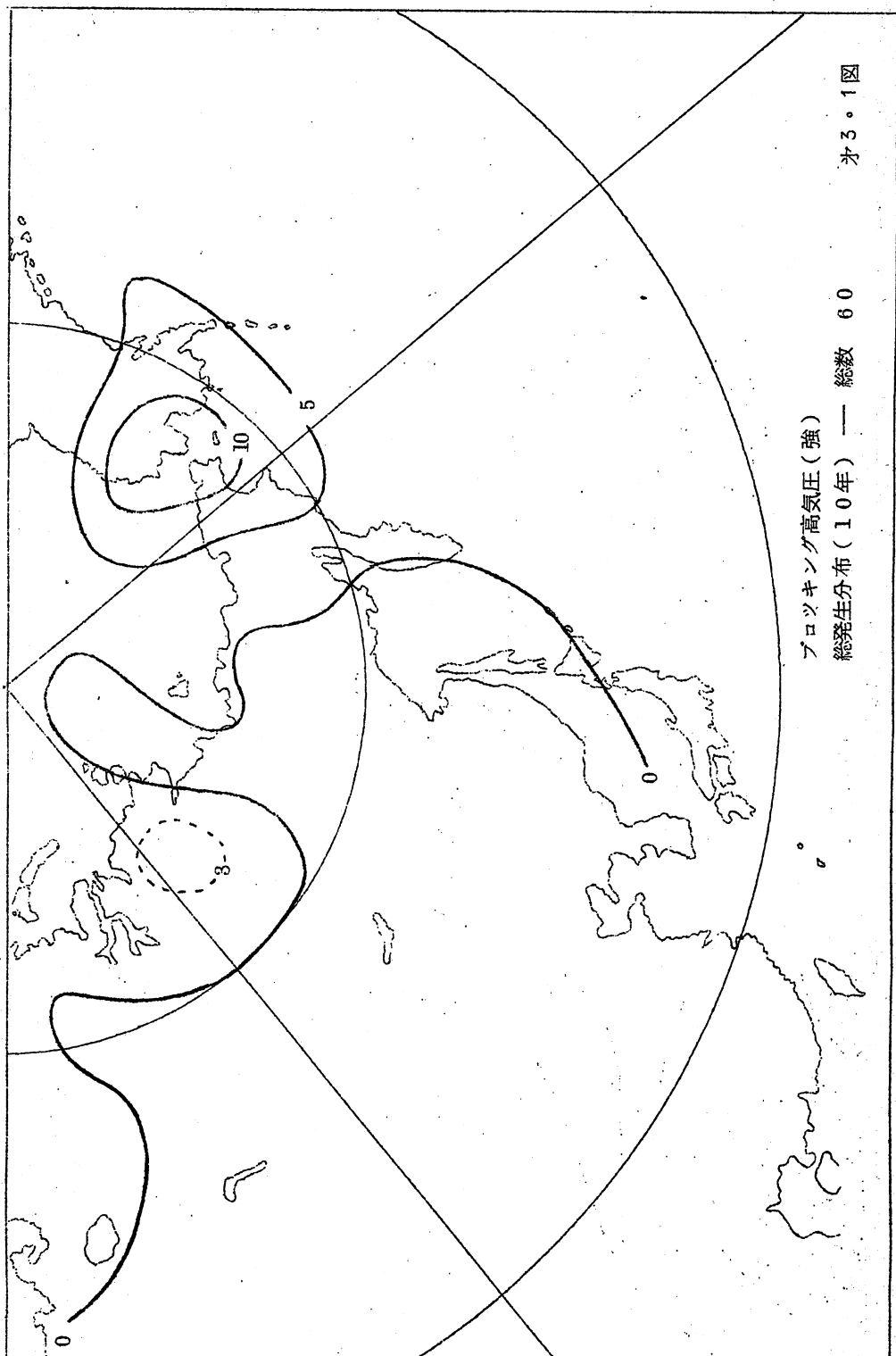
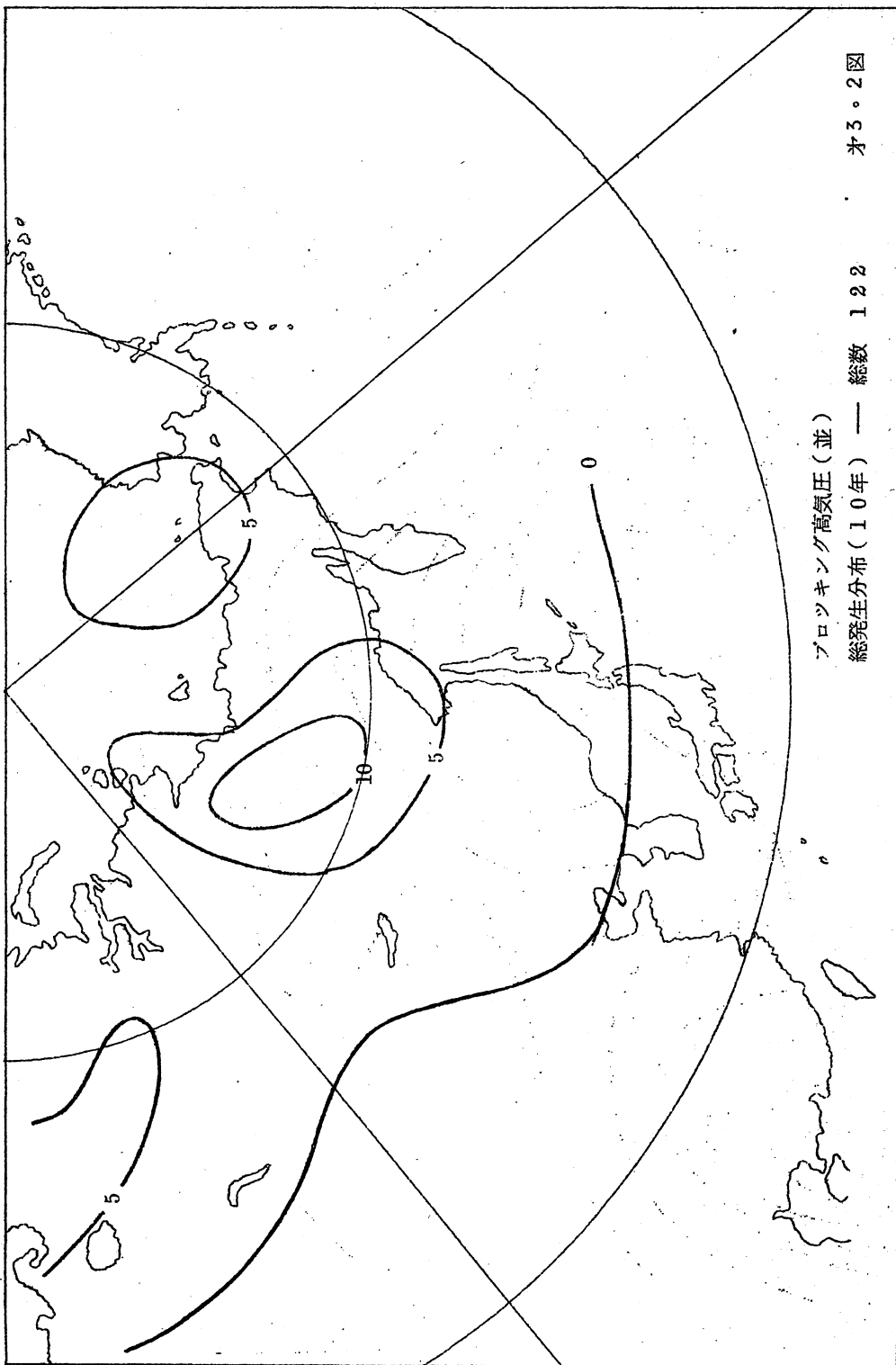
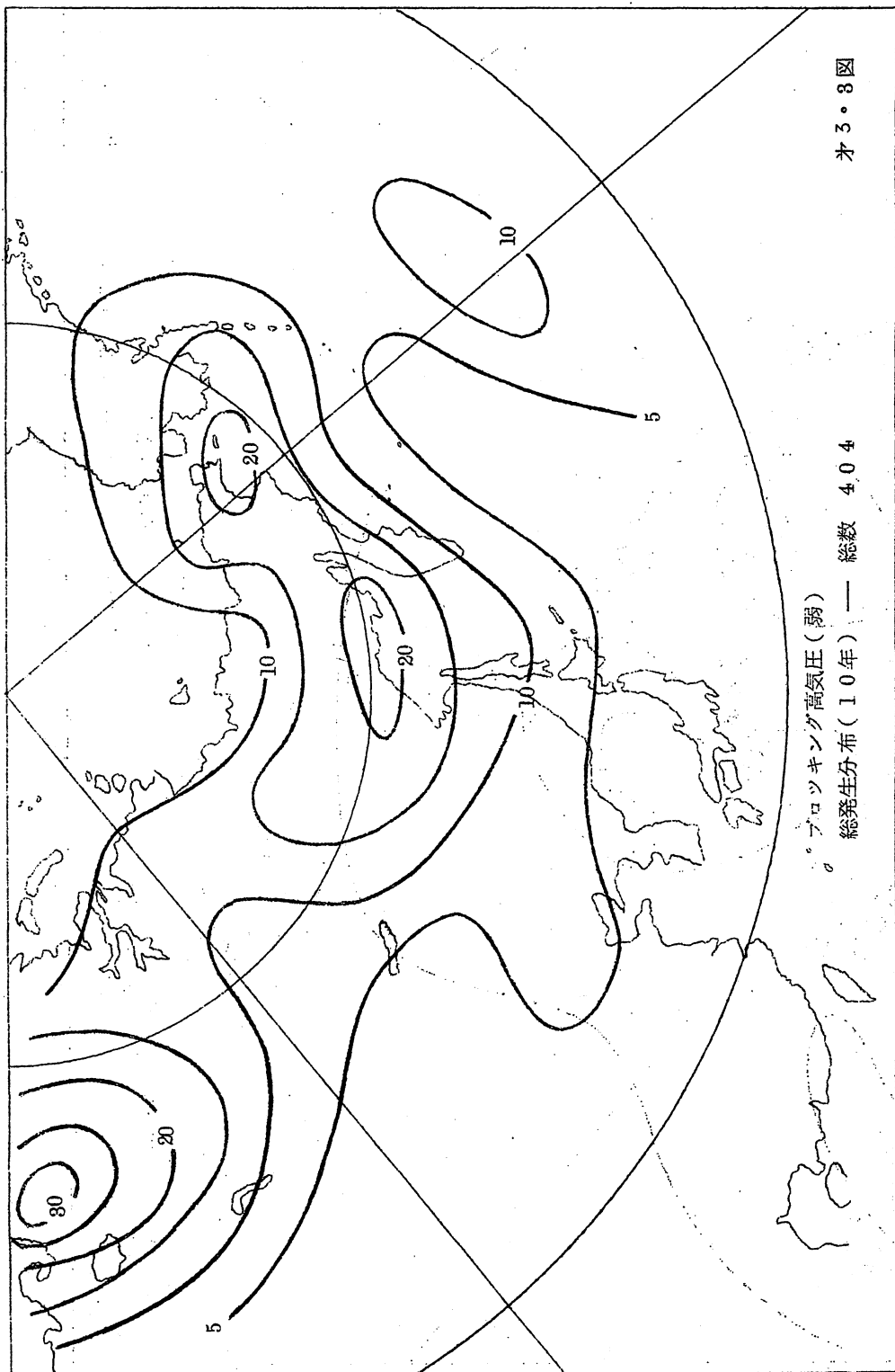


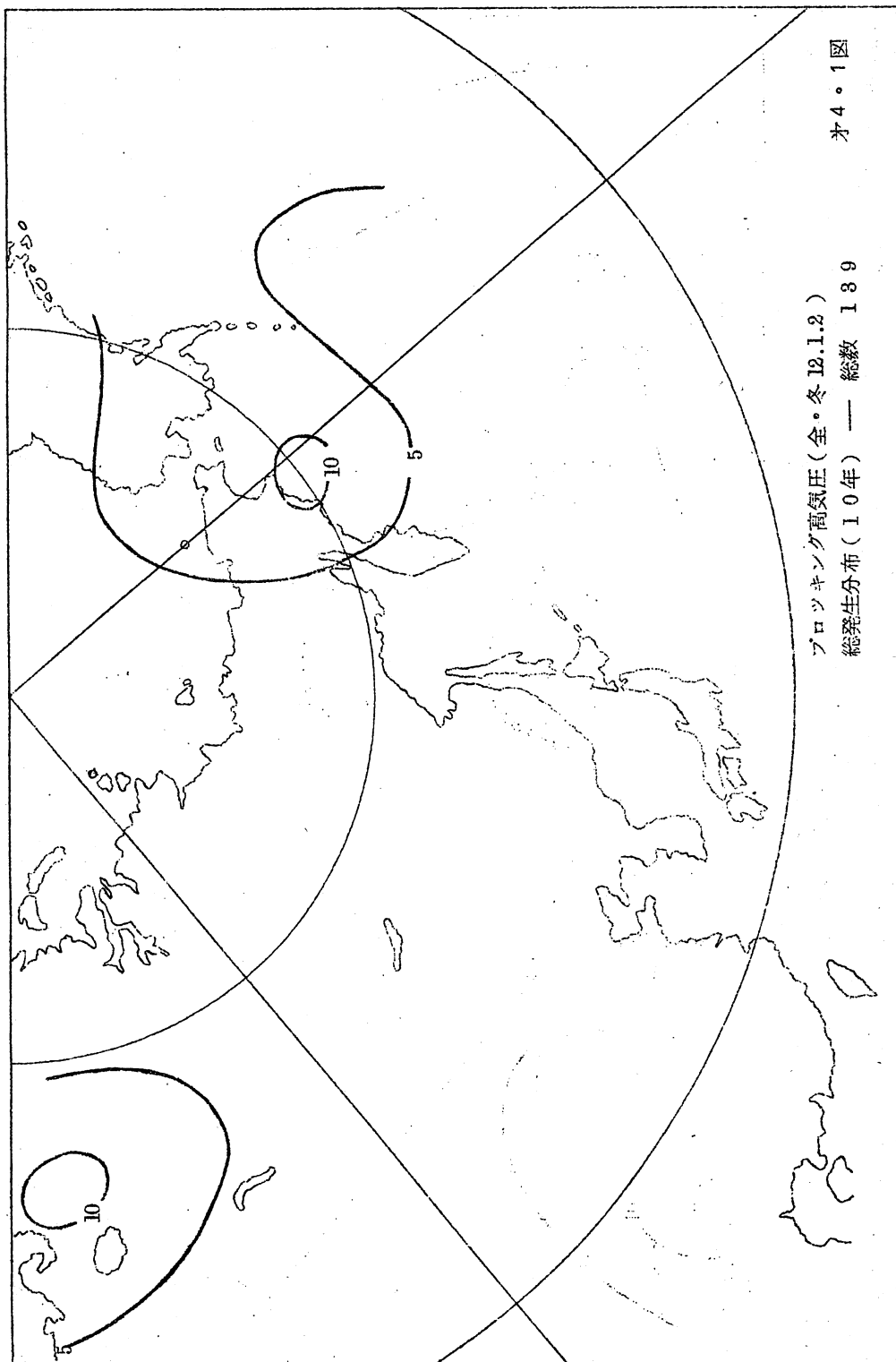
図2

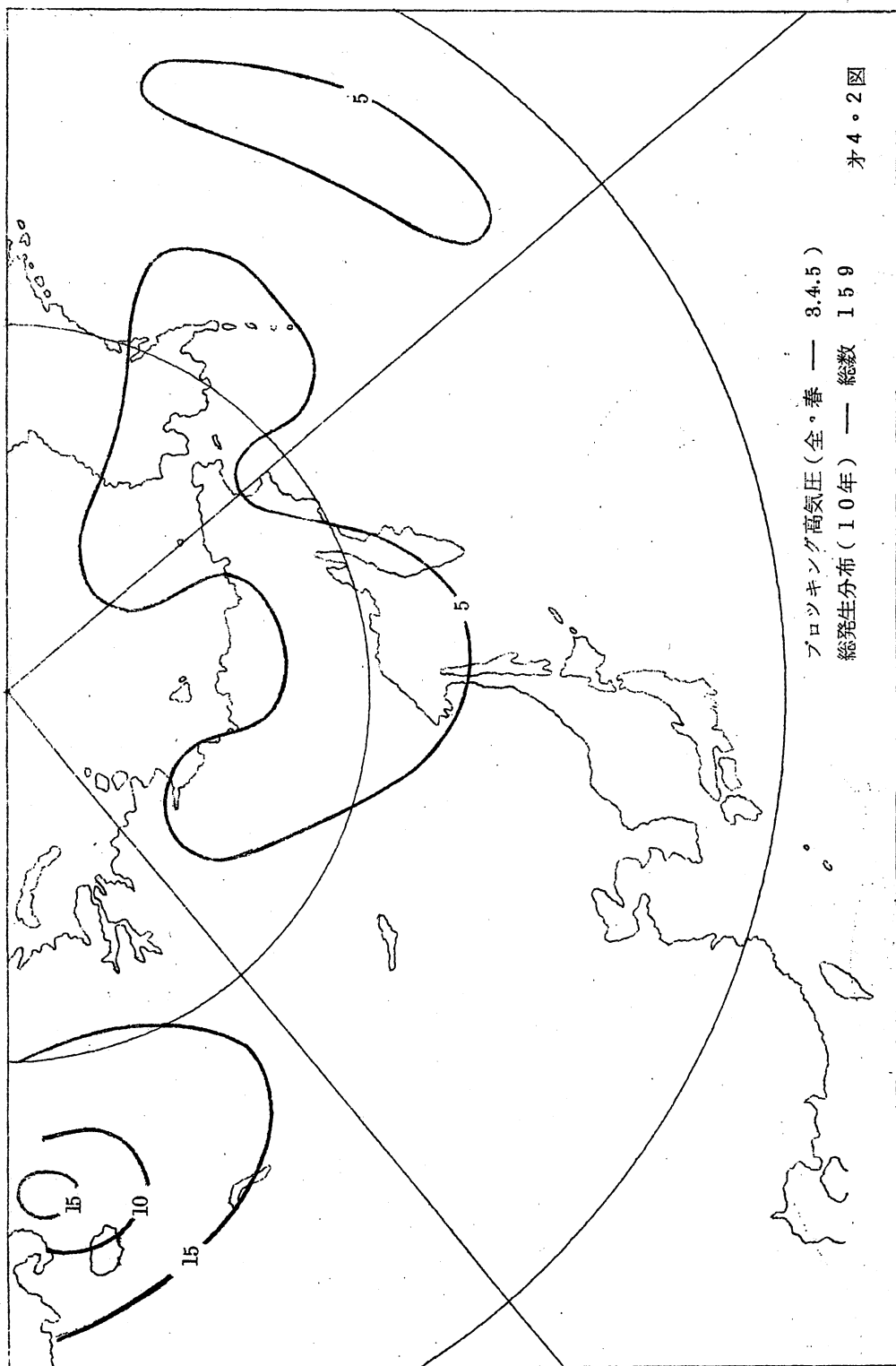






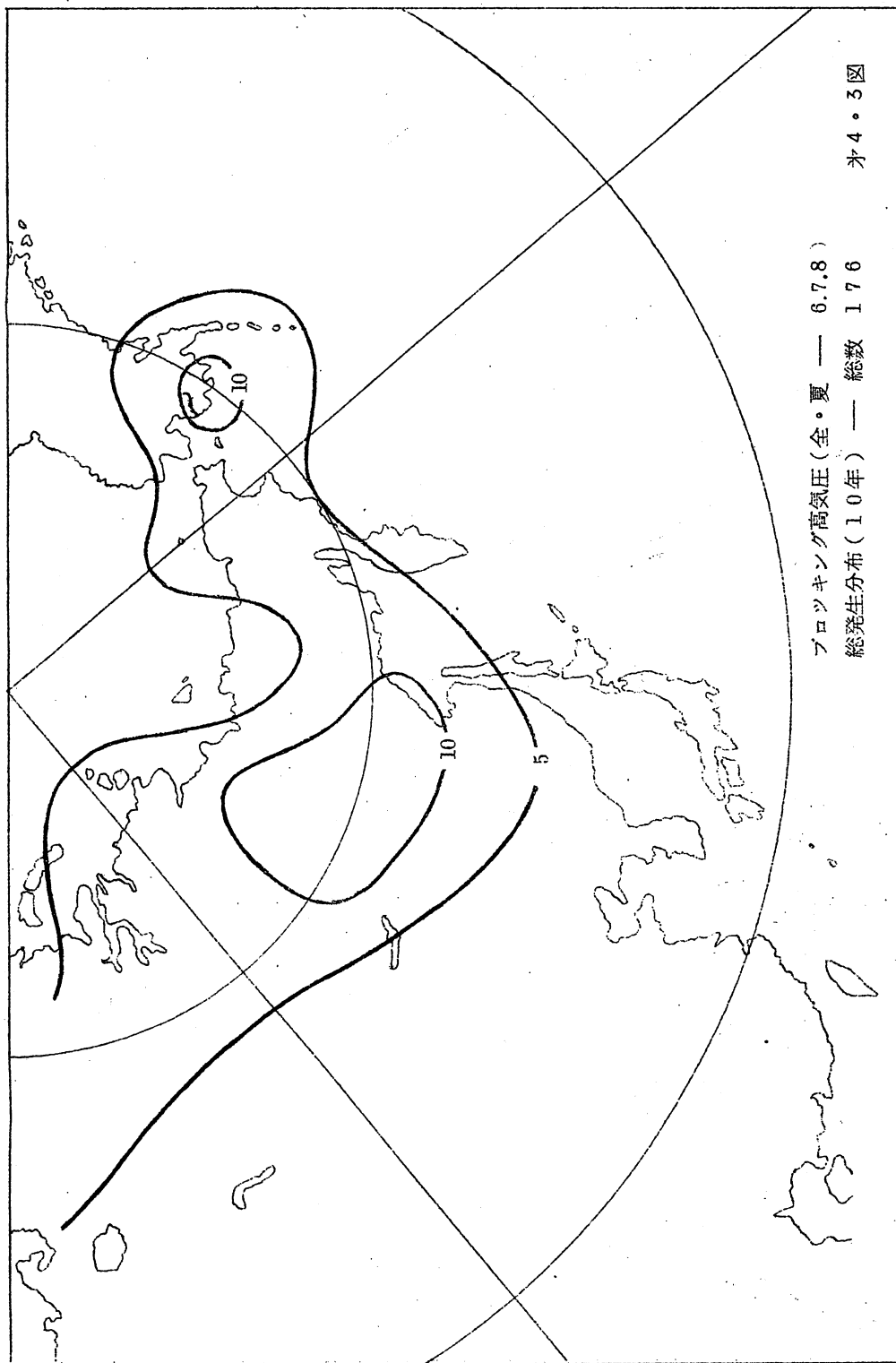
オ 3・8 図

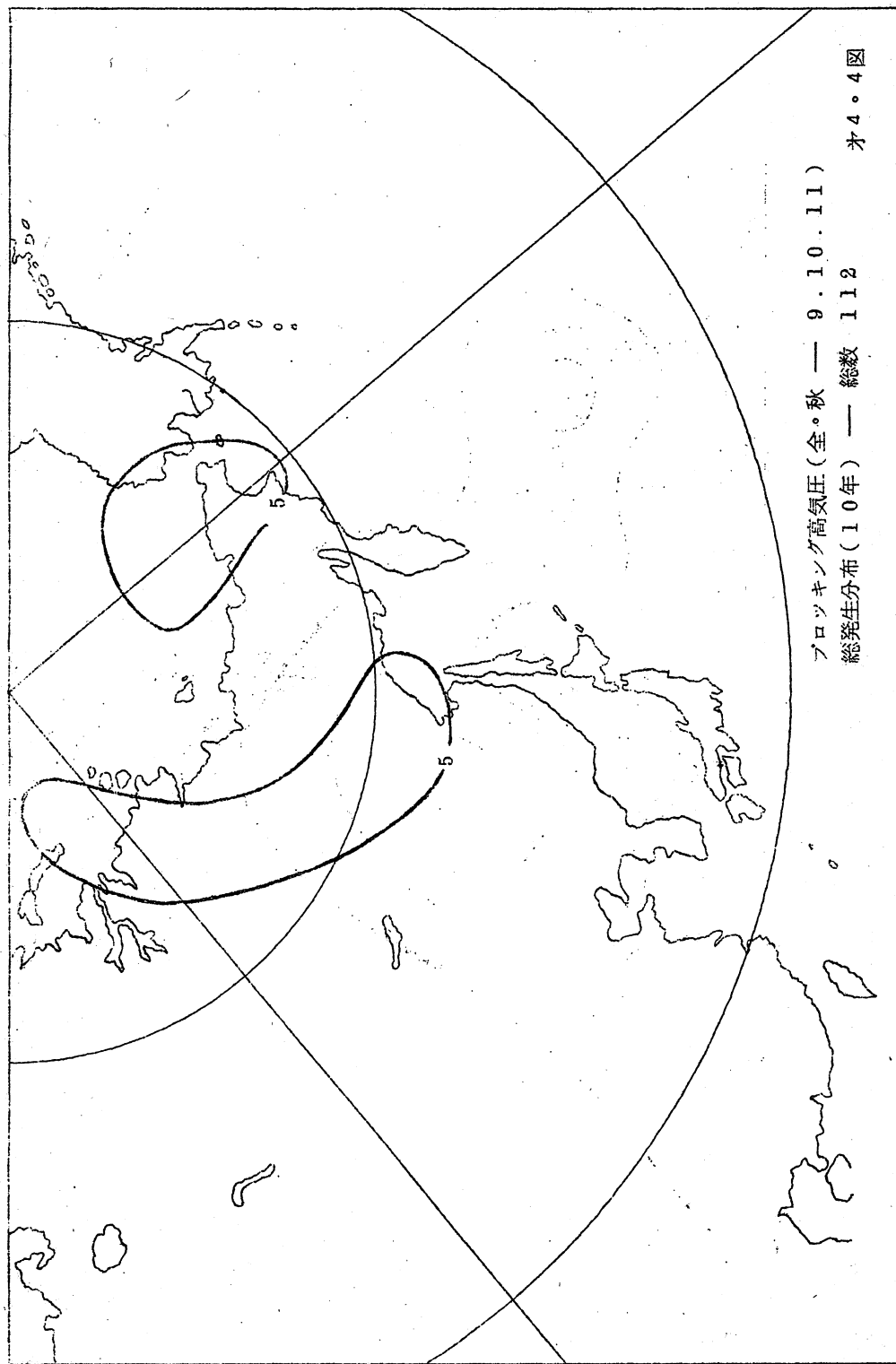




ブロッキング高気圧(全・春) — 3.4.5)
総発生分布(10年) — 総数 159

オ4・2図

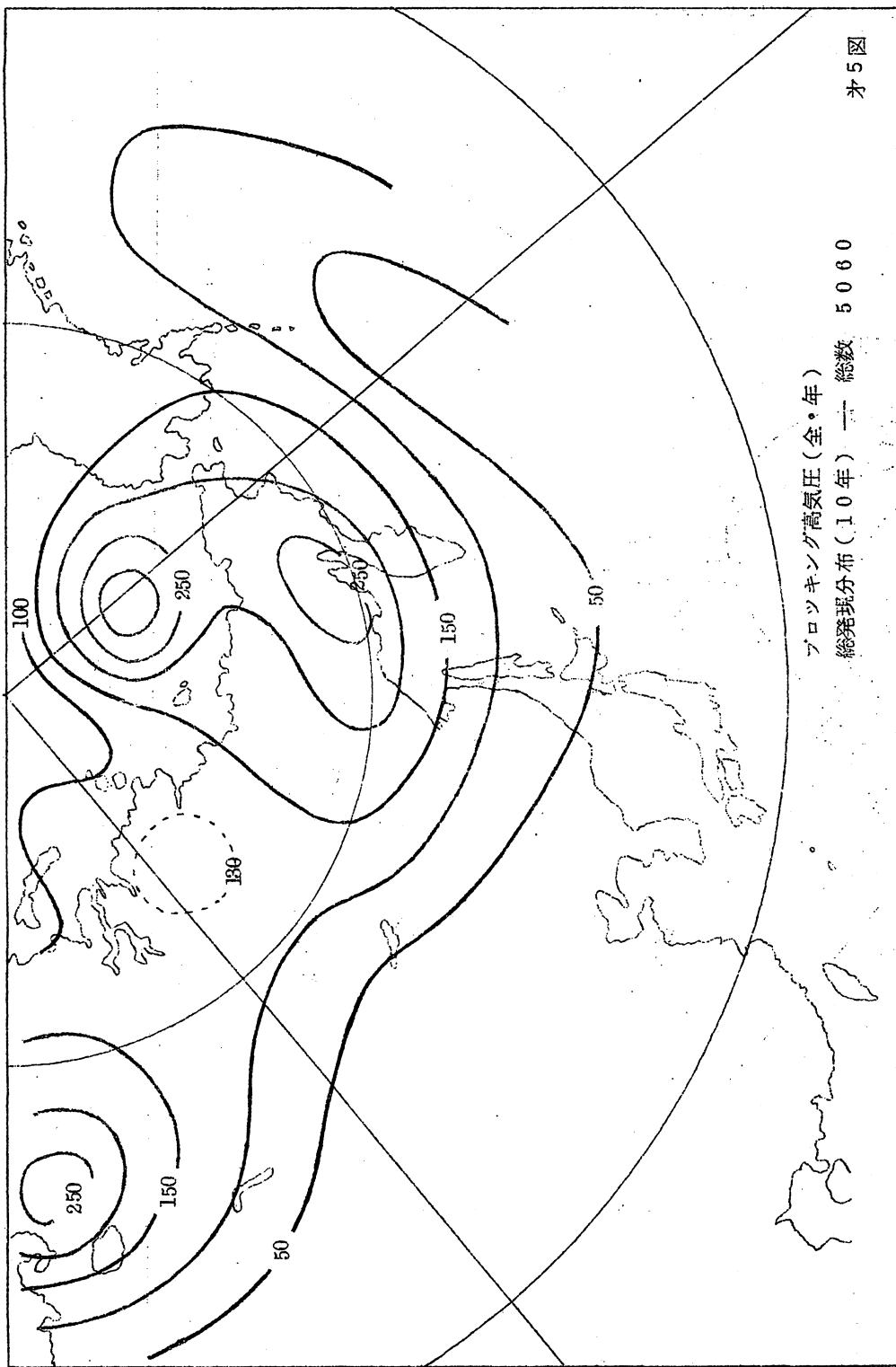


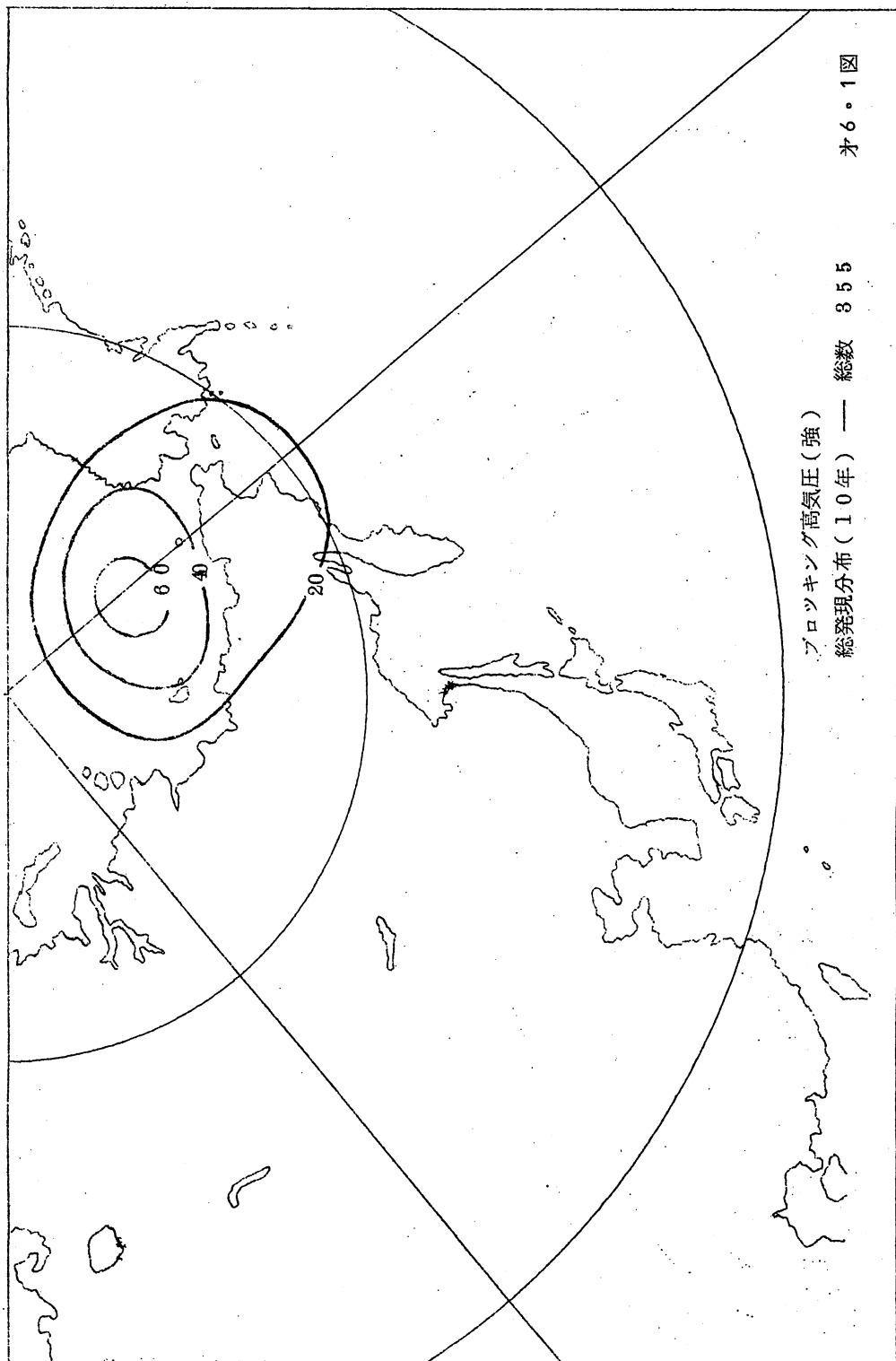


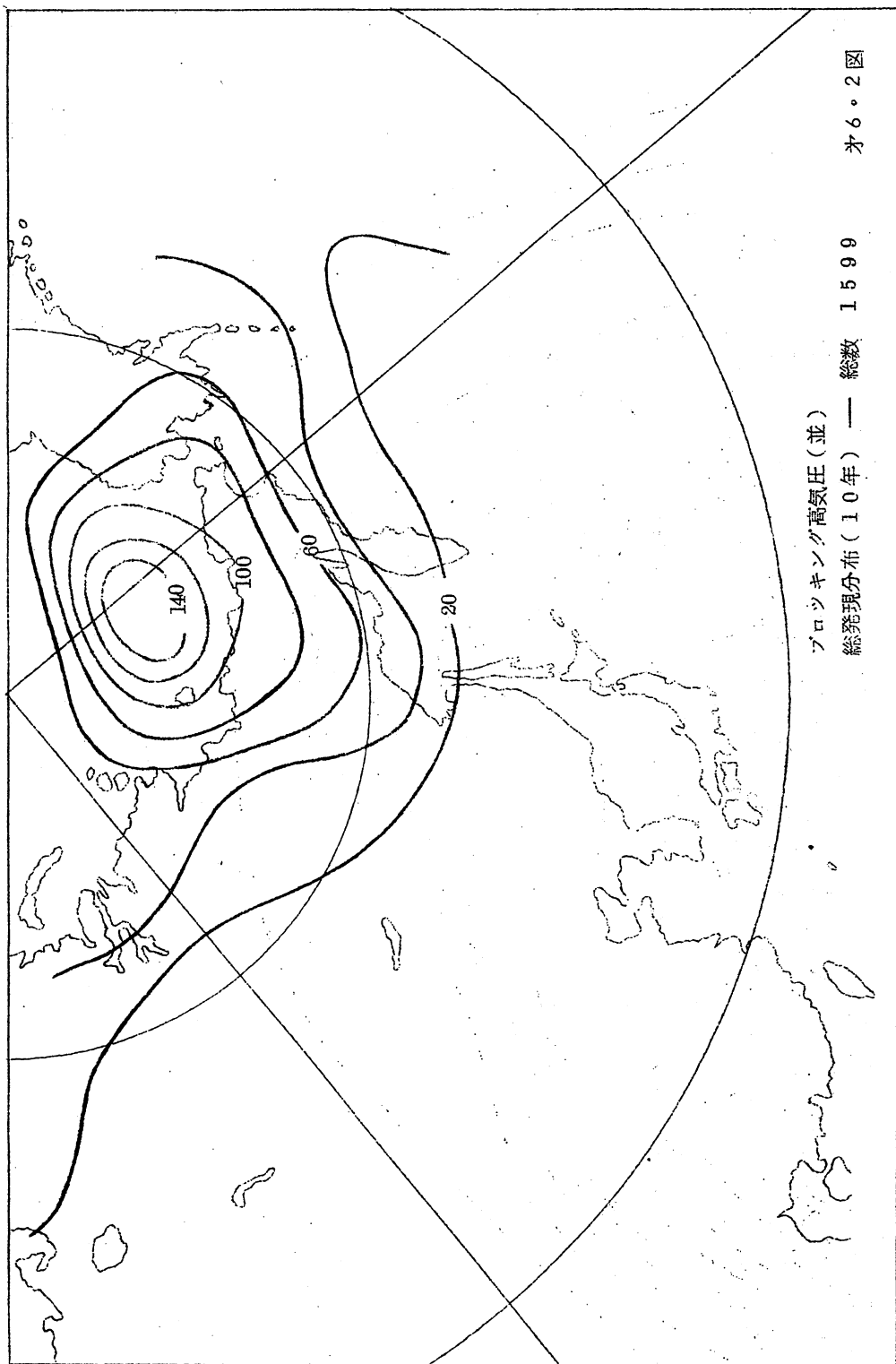
フロッキング高気圧(全・秋 — 9.10.11)

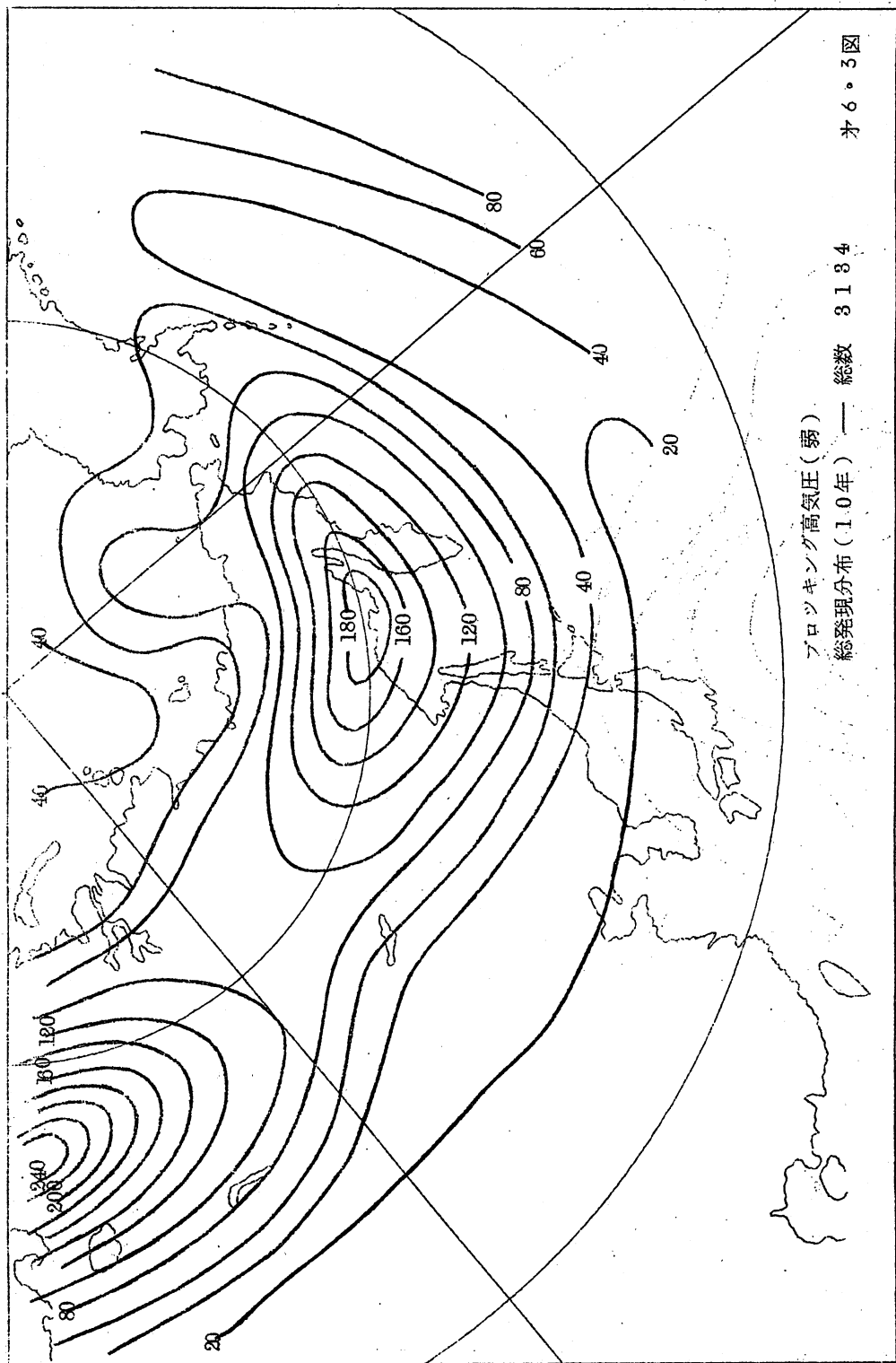
総発生分布(10年) — 総数 112

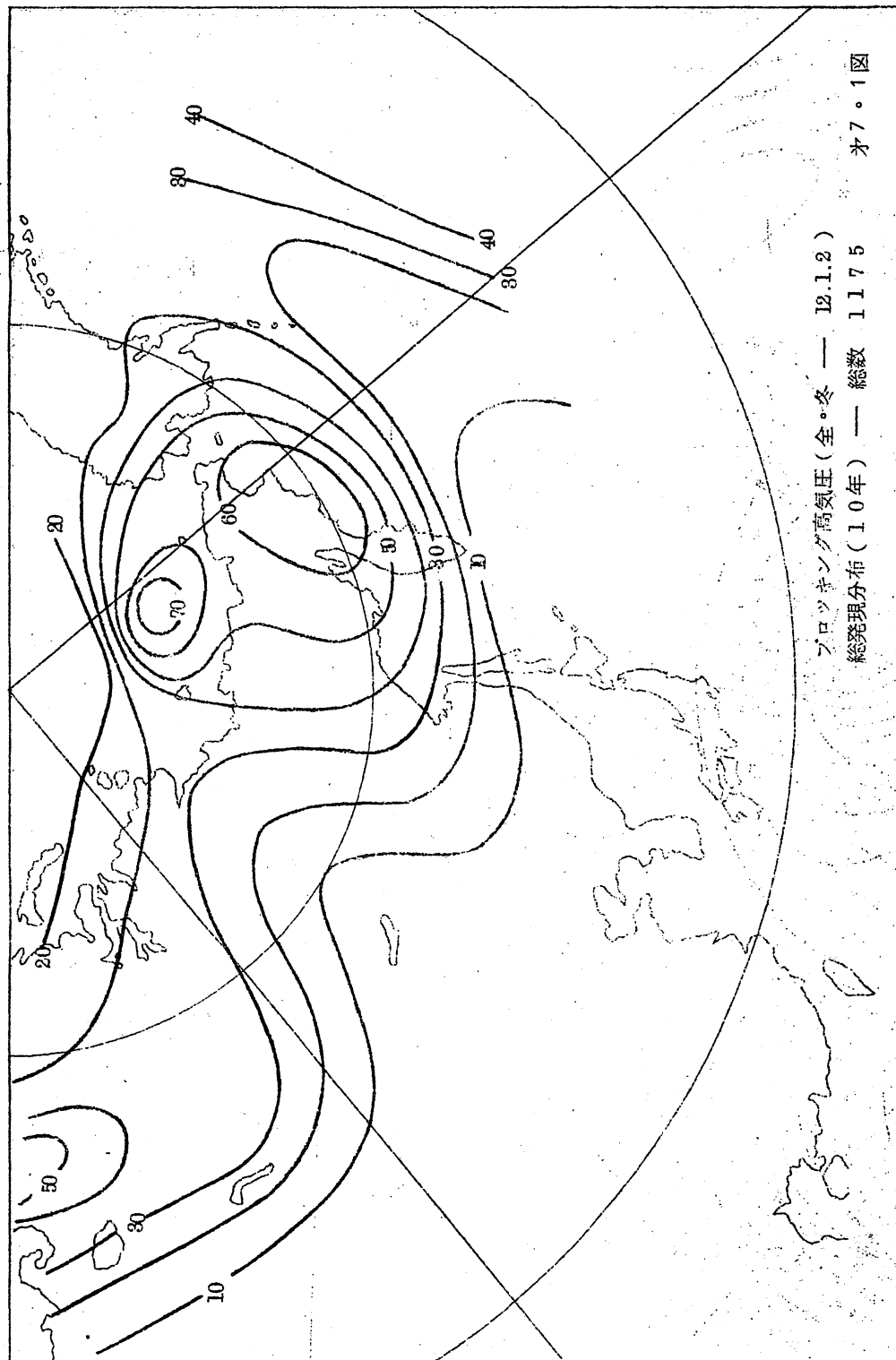
オ4・4図

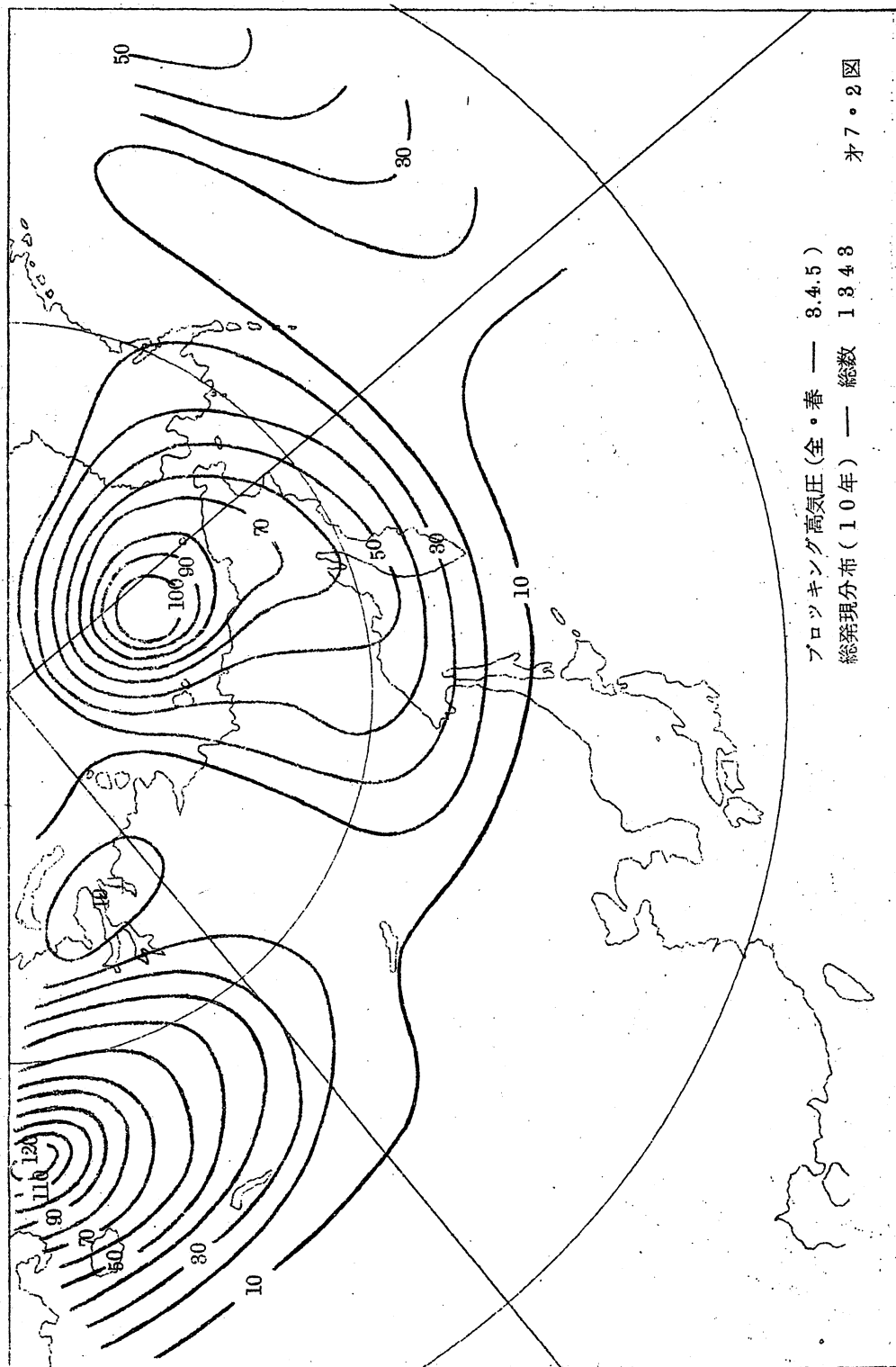












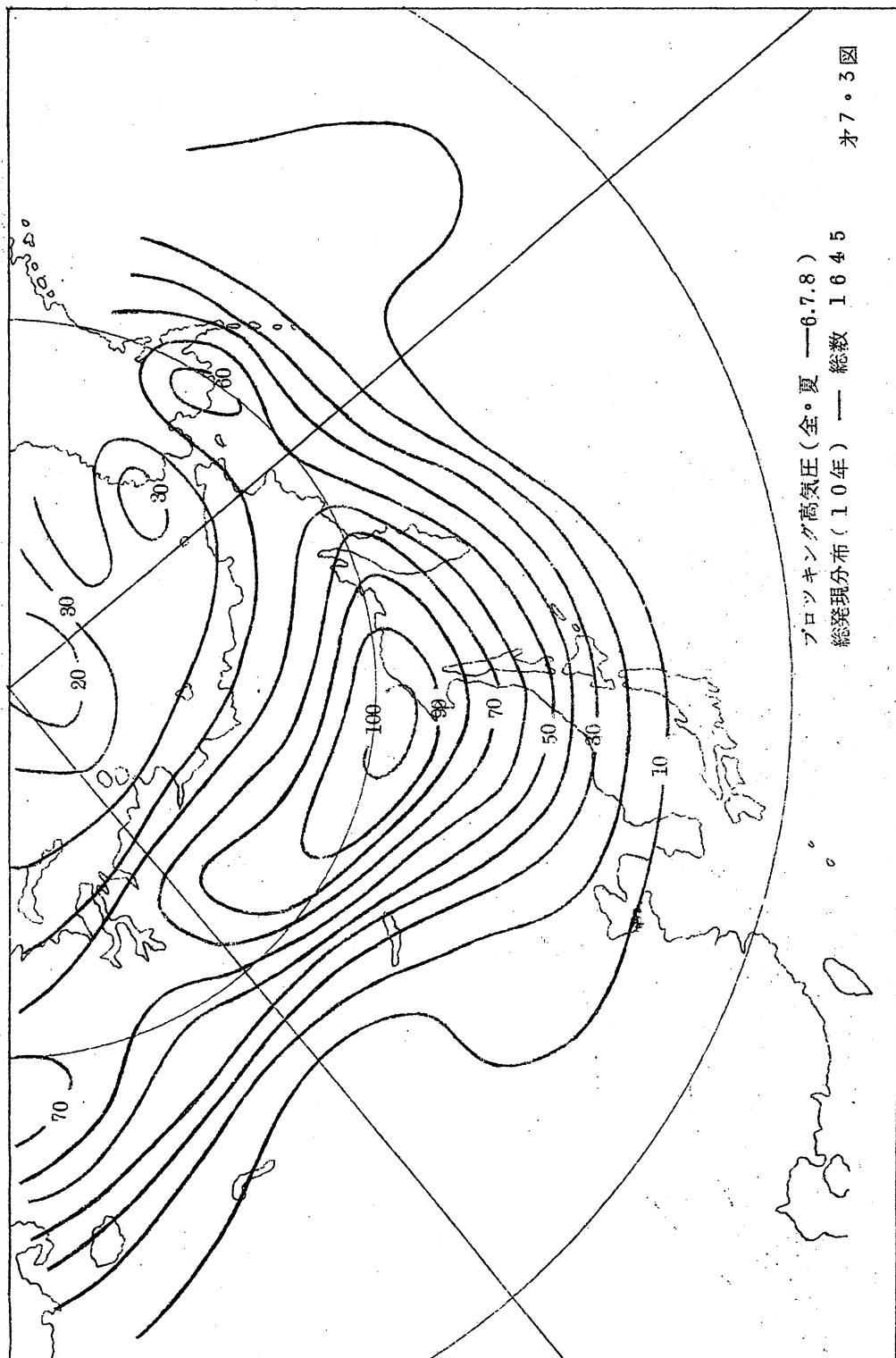
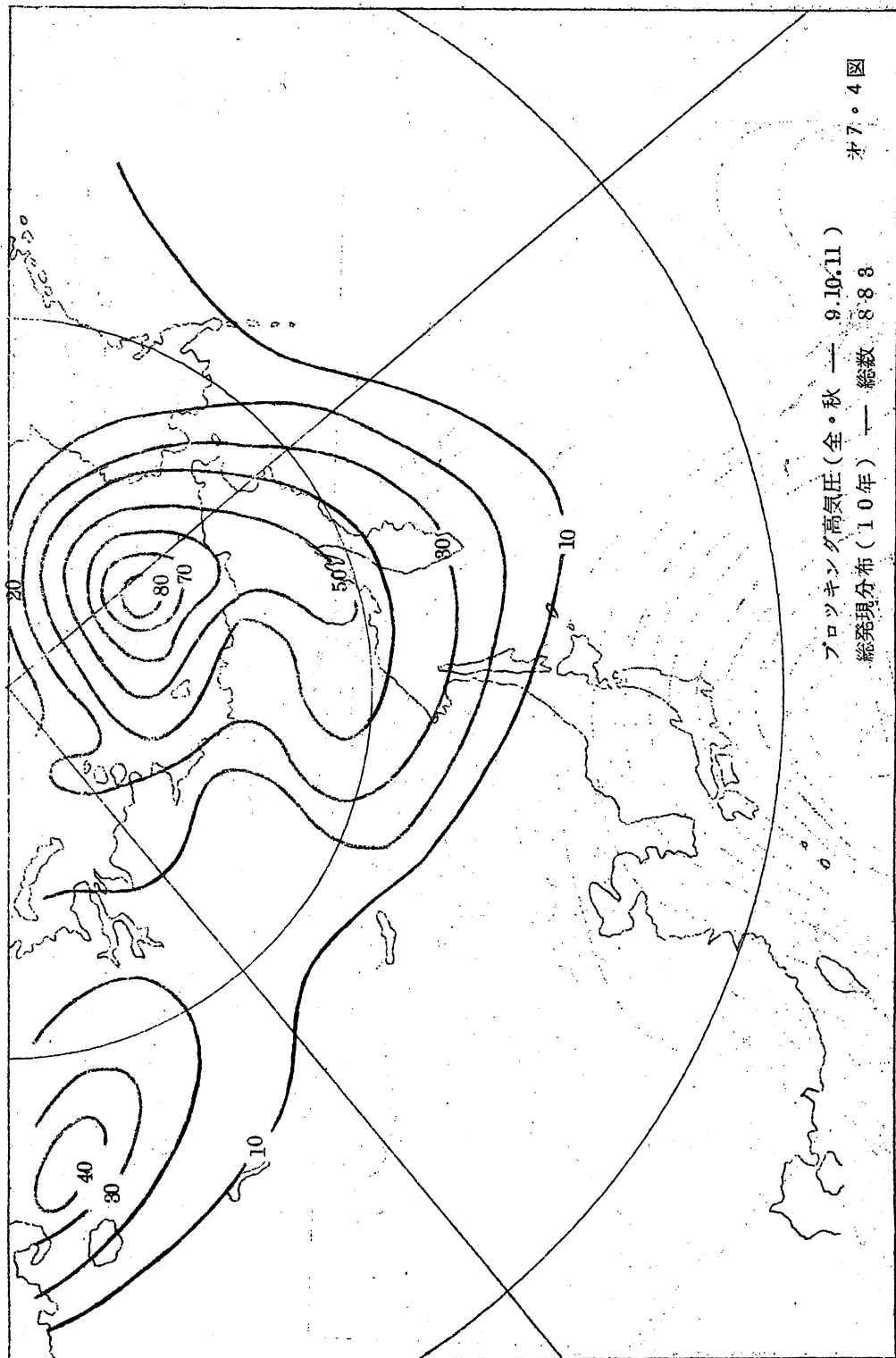


図 3・7



正 誤 (第4巻 第1号)

- (1) 14頁下から7行目 NにおけるよりもはNにおいてはの誤り、
- (2) 24頁才1図カントン島の成層圏における帯状流の変化の中で、西紀年号上の月の標示の6とあるのは1の誤りで、なお1, 7に多少ずれがある。

編 集 ・ あ と が き

昭和41年2月の全国長期予報技術検討会では寒候期の1カ月予報法が取り上げられる。1カ月予報法となると当然プロツキングが俎上にのぼるものと思われる。プロツキング現象は予報上重要な因子として誰れしも認めるものであり理論も或る程度までは研究されているが、予報の素材としてはまだ体系づけられていない。

今回はプロツキングの基本的な知識と極東における実体をそれぞれ気研の村上さん及び本庁予報課の佐々木さんに話して戴いた内容をまとめて編集した。ここに掲載を快諾され労をいとわず筆を加えていたよいた両氏とこれをまとめていたよいた渡辺、久保木両氏(長期予報管理官室)に厚くお礼を申し上げる。

(編集子)

