

氏名・(本籍)	せき 関	ね 根	ゆう 勇	はち 八
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	理	第	363	号
学位授与年月日	昭和47年11月1日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
最終学歴	昭和20年9月 中央気象台付属気象技術官養成所本科卒業			
学位論文題目	SYNOPTIC STUDIES ON THE ATMOSPHERIC BLOCKING PHENOMENA (大気中におけるブ ロッキング現象に関する総観的研究)			
論文審査委員	(主査) 教授 山本 義一 教授 上山 弘 教授 鳥羽 良明 助教授 田中 正之			

論 文 目 次

序 論

第1部 極東域における循環型の変動の特性とブロッキング現象に関する統計的研究

1. 極東域の循環型の変動の特性
2. 極東域における高指数型循環と温度場の対応
3. ブロッキング現象の発生場所についての統計
4. 有効位置エネルギーおよびそれに関連する諸量の増大とブロッキング現象の発生について

第2部 長期予報の立場からみたブロッキング現象の発生に関する総観的研究

1. 冬季にブロッキング高気圧が発現するまでの総観過程の事例解析
2. 極東の高緯度にブロッキング高気圧が発生する前の北米大陸の対流圏高度場の変動
3. 成層圏高度場の変動とブロッキング現象発生との関連
4. 極東域の高緯度にブロッキング高気圧が発生するまでの総観過程についてのモデル的考察
5. 秋の成層圏循環場の変動と翌冬の低指数型循環出現との関係
6. 暖候期の大規模な低指数型循環出現時にみられる対流圏・成層圏の高度場の変動

結 論

論文内容要旨

序 論

大気中のブロッキング現象は、大気大循環のなかでは特異な現象のひとつであり、また高・低気圧の進行方向や速度を急変させるなどして短期予報に影響をあたえるほか、汎天候や気候を通して長期予報にも影響を及ぼし、さらにはこの現象の発現中は異常気象などが起こりやすく、このブロッキング現象は、天気予報の面からみても、きわめて重要な現象である。

このようなことから、この現象についてはこれまでも、おもに対流圏内の資料に基づく総観的研究や、エネルギーサイクルを通しての発生機構の推測、さらには数値実験による現象再現などの努力が数多くなされてきているが、その本質的な究明はまだなされておらず、したがってその予報も十分になされていないのが現状である。

本研究では、対流圏の資料のほか成層圏の資料も用いて、主として冬季に、高緯度に現われるブロッキング現象について、1か月予報の立場から、おもにその現象が発生するまでの過程を総観的に明らかにしようとするものである。

これまでの多くの解析的研究によると、ブロッキング現象は大気中の超長波に関連して現われるとされているが、成層圏天気図上では、この超長波の動向が把握しやすい点を考慮して成層圏の資料まで取り入れたものであり、“惑星波規模の擾乱エネルギーは、年間の大部分は圏界面上の東風(夏)と強い西風(冬)に妨げられて対流圏から大気の上層へはほとんど伝播しないが、春と秋のわずかな期間には成層圏に伝播が可能である”ことを指摘した Charney と Drazin の研究(1961)がこの研究の理論的な背景になっている。

第1部では、ブロッキング現象発生までの総観過程についての手掛かりを得るための統計的ないくつかの性質が示され、第2部では、それらの結果がいかなる総観過程に対応しているかを事例解析と統計的解析によって実証し、特に成層圏循環場の変動のなかに、この現象の発生と関連をもっているいくつかの特異現象が見出されたことを述べる。

第1部 極東における循環型の変動の特性と、ブロッキング現象に関する統計的研究

1. 極東域の循環型の変動の特性

極東域における循環型の時間的変動を $90^{\circ}\text{E} \sim 170^{\circ}\text{E}$ 間の東西指数 (40°N と 60°N の 500mb 面の平均高度差)の平年差を用いて当てみると、すべての場合については2半旬後ぐらいまでは持続性があるが、その後についてはほとんど規則性は認められない。これに反し、強い高指数型循環出現後は、その4~7半旬後と10~13半旬後に逆に強い低指数型循環(大規模なブロッキング現象に反応)も現われていることから、大気循環場の変動のなかに、この程度のリズムがあることを指摘した。

2. 極東域における高指数型循環と温度場の対応

強い高指数型循環の際は、ごく少数の場合に、一時的に日本付近やその東方の谷場にシベリア方面の強い寒気が南下し、日本付近が低温となるほかは、一般には持続的に高温に対応していること

を示し、いずれの場合にも、極東域全体としては、南北の温度傾度が大きくなっていることから、数半旬といった時間スケールの現象についても、広域の温度場の変動がその後の循環場に影響を及ぼしていることを示す。

3. ブロッキング現象の発生場所についての統計

この問題に関するこれまでの研究は、この現象の発現地と存在地をいっしょにして取り扱っているものが多いが、発生機構解明などのためには、もちろん前者を対象とすべきであり、また北半球的な長年に亘る均質な資料による統計が要求される。

ここでは、最近10数年間の北半球500^{mb}高度半旬平均年間偏差値を用い、60°N帯で+150^m以上の正偏差値が2半旬以上続いた状態を取り扱い、それがはじめて発現した地域を取り上げた。そして、対象とすべき地域として、太平洋北部、大西洋北部およびカスピ海北方の3地域があることを明らかにした。

4. 有効位置エネルギーおよびそれに関連する諸量の増大とブロッキング発生について

半旬平均有効位置エネルギーの年差がやや大きい程度(+5~15kJ/ton)のときは、北半球全体についてのその後のブロッキング現象出現の時間的差異が認められないのに反し、それがかなり大きくなった場合(+15kJ/ton以上)には、2-6半旬後に出現頻度が目立って大きくなっている。なお、ここでの有効位置エネルギーとは、帯状流の有効位置エネルギーをさしている。

次に北半球を経度90度ごとに4分割した局所的東西指数の増大と、その後におけるブロッキング現象発生の際の時間的・地域的な差異について対応を調べ90°E~170°Eで指数が増大したあとは、その3~5半旬後に特に太平洋北部でブロッキング現象が起りやすいことなど指摘した。

さらに、3つの頻発地域ごとに、それらの地域でブロッキング現象が発生した場合のそれ以前の各時期における各局所的東西指数(ここでは有効位置エネルギーに対応する量として30°N~60°Nの高度差使用)の変動を調べ、地域的に時間的な違いを明らかにした。

以上から得られた諸結果が総観過程解明の手掛かりとして用いられた。

第2部 長期予報の立場からみたブロッキング現象の発生に関する総観的研究

1. 冬季にブロッキング高気圧が発現するまでの総観過程の事例解析

近年のうちで、アラスカからシベリア東部にかけてのブロッキング高気圧が著しく発達した例として、1962~63年および1960~61年の冬を取り上げ、これらの場合について事例解析を行ない、ブロッキング高気圧を発現させた対流圏の尾根の動向を、成層圏における谷の深まりや尾根の移動に関連させて明らかにした。

2. 極東の高緯度にブロッキング高気圧が発生する前の北米大陸の対流圏高度場の変動

北米大陸北西岸にブロッキング現象が発生する際には、その前に欧州西部から大西洋を経て低指数の状態が西進するという現象がみられるが、これを28例についての半旬平均500^{mb}高度偏差+100^m以上の領域の頻度分布の推移で示し、その後のブロッキング現象の持続が長くなる場合に60°N帯に中心をもつこの頻度極大域の西進現象が特に顕著に起こっていることを見出した。

3. 成層圏高度場の変動とブロッキング現象発生との関連

事例解析の中で注目された、ブロッキング現象発生前にみられる成層圏での特異現象について、例数を多くして合成図によってその事実を確かめた。

まず、秋のシベリア中部における成層圏の谷の深まりは、その付近に成層圏に及ぶような深い谷が到来したことを示すものであり、この場合の極東方面の尾根は優勢で、この種の尾根が北米大陸西岸に達して、その後大規模なブロッキング現象をひき起こすようになることを示した。

次に、北米大陸西岸の対流圏の尾根の発達、直接的な引き金作用となるカナダ東部の成層圏に及ぶ谷の深まりについては、その付近での成層圏での谷の深まりがあったあと、カナダ北西部からベーリング海方面にかけてブロッキングの状態が進展していく状態を示し、さらにこの谷が成層圏で2波数型を示して典型的に伸長した場合には、その後のブロッキング現象が長期間に亘って持続することを指摘した。

4. 極東の高緯度にブロッキング高気圧が発生するまでの総観過程についてのモデル的考察

以上の事例解析および統計的解析から得られた現象と総合して、この過程についてのひとつのモデルを提起し、日本付近の天候に影響の大きいアラスカからシベリア方面にかけてのブロッキング現象の発生予測にとって着眼すべき各時点ごとの特徴を明らかにした。

5. 秋の成層圏循環の変動と翌冬の低指数型循環出現との関係

秋には成層圏に超長波が反映されるという前述の理論的研究や、これまでに挙げた事例解析や統計的結果からみて、秋の成層圏循環場の変動が翌冬のブロッキング現象出現と関連をもっていることが期待できる。実際に、11～12月中の30^{mb}天気図上での極低気圧の伸長総日数と、12～2月中の低指数型循環を示した半月数との対応を最近10年間について当たった結果からは、この傾向が確認された。

6. 暖候期の大規模な低指数型循環出現時にみられる対流圏・成層圏の高度場の変動

夏季のブロッキング現象には冬と違って長波の方が大きく関与していると言われていたが、ここでは暖候期に現われる大規模な低指数型循環を対象にして海陸分布に基づくような準定常的な超長波も影響していることを例示した。これは4月および5月の準定常的な谷や尾根の強弱と、6～7月の極方面の500^{mb}平均高度との対応から指摘された。

さらに、夏の成層圏循環場の中には、何ら特異な変動が認められなとこれまでは言われていたが、対流圏でブロッキング現象が出現する前には、成層圏の極冠高気圧の勢力が一時的に衰えることを見出した。

結 論

ブロッキング現象を大気大循環の一環としてとらえ、1か月予報の立場から対流圏・成層圏についての統計的および総観的な解析を通して、その現象が発生するまでのひとつの過程が考察された。特に冬季のブロッキング現象の予報を対象にした場合その発生に影響の大きい超長波の動向が、先行季節である秋の成層圏循環場の中に認められる点が注目される。得られた主な結果を要約すると、

(1) 極東域で強い高指数型循環が出現した場合には、その4～6半月後と10～13半月後に逆に強い低指数型循環の現われることがあり、大気環流場の変動のなかったこの程度のリズムがあるこ

とがわかる。

(2) 北半球全体として 帯状流の有効位置エネルギーがかなり増大した際には、その2～4半旬後に北半球のどこかに高緯度のブロッキング現象が現われる可能性が大きい。

(3) 局所的な東西指数増大後の太平洋北部・大西洋北部およびカスピ海北方などにおけるブロッキング現象発生の地域的・時間的な差異が示された。ここで特に問題としている太平洋北部のブロッキング現象についてみると、極東から太平洋にかけての領域の東西指数の増大がもっとも影響しており、この現象の発生前6～5半旬前から総観的にみていく場合には、どのような現象を対象にすべきか考察された。

(4) 極東から太平洋にかけての中緯度帯が温暖高気圧におおわれているときは、強い谷がシベリア中部に存在しており、この谷の存在は成層圏天気図上で特に明瞭である。そして極東域に高温をもたらしている尾根は成層圏の尾根と共に1日経度4～5度で東進していき、北米大陸西岸で停滞気味となる。そのような際にこんどはカナダ東部で成層圏に及ぶ谷が深まると、その尾根はさらに発達し、アラスカからシベリア東部にかけてブロッキング高気圧が発生する。このようなモデル的考察でブロッキング現象発生までの過程で着眼すべき各時点ごとの現象が明かになった。

(5) 成層圏のシベリア中部とカナダ東部で極低気圧の伸長に伴い谷が深まる現象は、ブロッキング現象をひき起こすような尾根の存在を確認する上で、きわめて有効であると共に、その現象の発生に対して直接的な関連をもち、またその後起こるブロッキング現象の持続性とも関連している。

(6) 秋に成層圏で極低気圧が伸長しやすい年の冬は北半球全体からみてブロッキング現象に伴う低指数型循環が現われやすい。

(7) 暖候期の大規模な低指数型循環出現に際しても海陸分布にもとづく準定常的な超長波がかなり関連しており、また盛夏季のブロッキング現象発生前には成層圏の極冠高気圧の勢力が一時おとろえる等の特徴的な変動が起こっている。

本研究は、形態学的な面からの研究であるがブロッキング現象をエネルギー解析的な方法や、大循環数値実験による力学的方法で行なう場合の検証のためのひとつの情報を提供するものと考えられる。

論文審査結果の要旨

関根勇八提出の論文は、気象学でいうところのブロッキング現象に着目し、これを統計的および総観気象の観点から研究したものである。ブロッキングとは、天気図上中高緯度に対流圏を貫く優勢な高気圧が長期間停滞し、その西側で偏西風の波動の順調な東進が急に阻止され、あるいは逆行する現象であって、これが発生すると大気環流の様相が変化し、ために地上の低気圧の進路や汎天気に変化が起るものである。この現象に関しては従来から、おもに対流圏内に基づく総観的研究や、エネルギー・サイクルを通しての発生機構の推測、数値実験による現象などの努力がなされて来たが、その本質的な究明はいまだなされておらず、従ってその予報も充分になされていないのが現状である。

関根勇八の研究は対流圏の資料のほか成層圏の資料も用いて、主として冬季に比較的高緯度に見られるブロッキング現象について1ヶ月予報の立場から現象発生までの過程を総観的に究明したものである。論文は第1部および第2部よりなり、第1部ではブロッキング現象発生までの総観過程についての手掛りを得るための幾つかの統計的性質が示され、第2部ではそれらの結果がいかなる総観過程に対応しているかを事例分析と統計的分析によって実証し、特に成層圏循環場のなかにこの現象の発生と関連を持ついくつかの特異現象のあることが示されている。

予報の立場から注目すべき点としては、ブロッキング現象の発生に一定期間先行して、対流圏では強い高示数型循環の出現、有効位置エネルギーの増大などの徴候が顕著に認められること、また成層圏では極低気圧の動向がその後のブロッキング現象の発生、持続と深い関連にあることが明らかにされ、ブロッキング発生までの過程で、各時点において着眼すべき現象が総観的に整理されたことである。

関根勇八の論文の気象予報上重要な貢献をしたものであるが、それだけにとどまらず今後エネルギー解析的な方法や大循環の数値実験による場合に必要となる基礎資料を提供したものと高く評価される。よって学位論文として合格と認めた。