

日本における盛夏期の気温予想法について*

山 鹿 延**

要旨

平年における顕熱輸送からみた見かけ上の冷熱源分布の季節変動の特徴を述べ、500 mb 高度場からみたジェット流と冷熱源との関係について述べる。次に、1970年代の代表的な暑夏年、冷夏年について、4・5月平均によるポーラ・フロントル・ジェットに伴う冷源と東西指数との関係、および、500 mb 高度偏差分布と東西指数の特徴からみた寒気の振舞いについて述べる。最後に、季節予報の立場から日本における盛夏期（7月、8月）の気温を予想する場合の経験則を提示し、予想法として利用する場合について簡単な考察を行なった。その結果、西日本では4月、5月の500 mb 高度偏差分布が西半球側で寒気放出型を示すとき高温が現われることが判明した。

1. まえがき

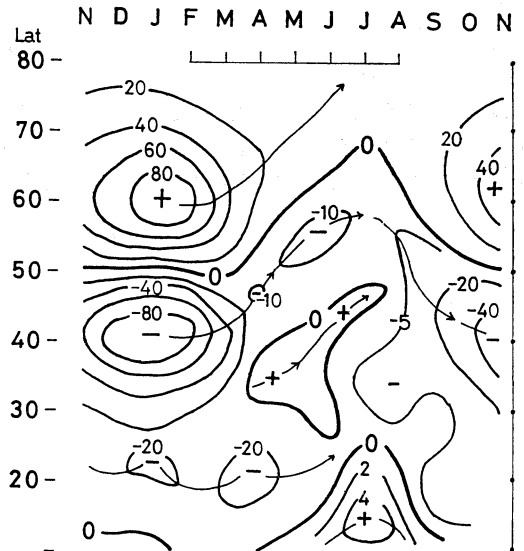
はじめに、気象庁長期予報課で算出された顕熱輸送量から平年における各月の見かけ上の冷熱源の緯度分布を求め、その季節変動について述べる。次に、1970年代の代表的な冷夏年、暑夏年について、4・5月の2か月平均による500 mb 面の高度偏差分布の特徴と東西指数($\bar{Z}_{40} - \bar{Z}_{60}$: ただし \bar{Z}_{40} , \bar{Z}_{60} は 40°N, 60°N の 500 mb 平均高度で単位は gpm), および、ポーラ・フロントル・ジェットに伴う冷源からみた寒気の振舞いについて、解析を行なった。その結果をもとに数例について検証を行ない、また、春から夏への500 mb 高度偏差分布の季節変動を解析し、日本における盛夏期の気温を予想する場合の経験則とその利用について、考察を行なった。

2. 平年における冷熱源の緯度分布の特徴

北半球の 5°N から 85°N の範囲に及ぶ緯度 5° ごとの顕熱の南北輸送量 ($T_h \cdot V$: ただし T_h は 1,000~500 mb シックネス, V は風速の南北成分) を用いて、1964~1974年の期間における各年各月の顕熱輸送の収束量 ($-\partial T_h \cdot V / \partial y$: ただし y は緯度) を求め、その11年平均値をもって月平年値とする。 ($-\partial T_h \cdot V / \partial y \leq 0$)

の条件が見かけ上の熱源または冷源の領域を表わし、収束量の平滑化された緯度分布曲線で示される冷熱源領域の極大値を、それぞれ、冷源、熱源と呼ぶことにする。以下、平年における冷熱源の緯度分布の季節変動について述べる。

2.1 各月の冷熱源の緯度分布の特徴 (第1図参照)



第1図 平年における冷熱源の緯度分布の年変化。冷熱源の単位: 1 m²/sec. 矢印は極大軸。+, -は熱源, 冷源の極大を示す。

* On the Forecasting-Method of the Temperature in the Mid-Summer of Japan.

** Nagashi Yamaga, 鹿児島航空測候所.

—1979年1月29日受領—

—1979年10月24日受理—

ふつう、子午面循環は降水、放射の非断熱効果等を含めて論ずべきであるが、ここでは、見かけ上の冷熱源から期待される子午面循環等について述べる。

(1) 11月～3月は、 60°N に熱源、 40°N に冷源があって $40^{\circ}\text{N}\sim 60^{\circ}\text{N}$ の範囲で間接子午面循環が期待される。

(2) 4月は、冷熱源の緯度分布としては冬から夏へ移行する変換期であり、 35°N に新しく形成された熱源と 20°N の冷源（低緯度の冷源として年最大を示す）とからなる間接子午面循環の確立が期待される。

(3) 6月は、 55°N に冷源（ 50°N 以北の冷源として年最大を示す）、 $40^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{N}$ に熱源があり、11月～3月の場合と完全な逆位相の分布を示し、 $40^{\circ}\text{N}\sim 55^{\circ}\text{N}$ の範囲で直接子午面循環の確立が期待される。

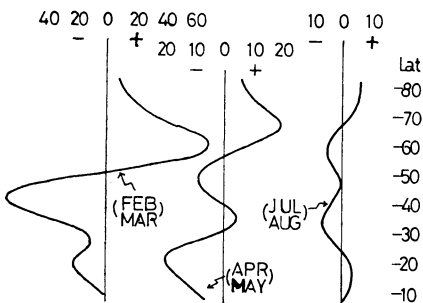
この子午面循環は、ブロッキング現象としての温暖型のオホーツク海高気圧の発達に関係があるものと推測される。

(4) 7月は、 35°N の冷源（6月の低緯度における冷源の約2倍の強さを示す）、 15°N に熱源（低緯度の熱源として年最大を示す）が形成され、直接子午面循環の確立が期待される。この循環は8月まで持続し、亜熱帯高気圧の発達に関係があるものと推測される。

(5) 9月は、4月とは逆に夏から冬への変換期にあたる。

2.2 2か月平均による冷熱源の緯度分布の特徴（第2図参照）

第1図の中緯度における冷源の年変化曲線からみて、6月は変曲点に相当し、また極東域では春から盛夏期への過渡期としての梅雨期でもあることから、6月を除外



第2図 平年における2月～3月、4月～5月および7月～8月の冷熱源緯度分布。縦軸：緯度（単位 1° ）、横軸：冷熱源（単位 $1\text{ m}^2/\text{sec}$ ）。

し、2月～3月、4月～5月および7月～8月の2か月平均からみた冷熱源の緯度分布の特徴について述べる。

(1) 2月～3月：冷熱源は1対1の対称的な分布を示す。

(2) 4月～5月： 35°N に新しく熱源が形成され、2組の冷熱源からなる分布を示すとともに、 40°N 以北の一組の冷熱源の強さは2月～3月に比較して急減している。

(3) 7月～8月：4月～5月に 20°N にあった冷源は 35°N まで北上して、 15°N の熱源とからなる直接子午面循環が新しく確立されたものと推測される。また、4月～5月に 50°N にあった冷源は、 60°N まで北上するとともに中緯度の熱源は消滅した状態を示す。

ここで、要点として4月～5月に2組の冷熱源が現われ、7月～8月には低緯度に熱源が新しく確立されたため、結果的に4月～5月の冷熱源の分布が全体的に北上した状態を示していることが指摘される。

3. 2か月平均からみた平年の500 mb 天気図の特徴（第3図参照）

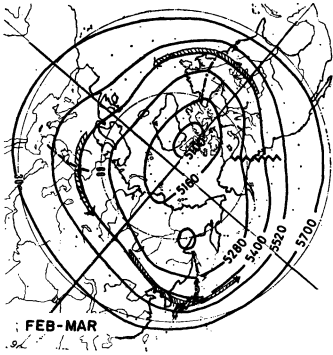
前節で述べたように、4月～5月における冷熱源の緯度分布が盛夏期に先行する特徴的な分布を示すことから、視点をかえて、春先から盛夏期に及ぶ2か月平均による500 mb 循環場の特徴について述べる。

なお、第3図に示した平均天気図はベルリン大学発行の平年の500 mb 月平均天気図を用いて合成作図したもので、ジェット流および気圧の谷や尾根は、等高度線分布から明らかに認められるもののみについて記入した。

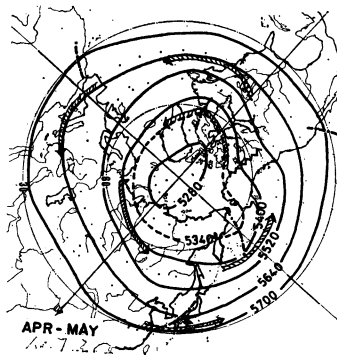
(1) 2月～3月：3波数型の循環場を示し、日本は典型的な冬型で本州を通る蛇行した強いポーラ・フロントル・ジェットがみられる。

(2) 4月～5月：極東では冬型の循環が崩壊し、日本海から東支那海にかけて南西から北東の走向をもつ気圧の谷があって、日本南岸にサブ・トロピカル・ジェットがみられる。全球的にみても、アリューシャン列島北部およびカナダ東部の気圧の谷に伴う周極流としてのポーラ・フロントル・ジェットと、南偏した別のジェットがあって、冬の単一のジェット・パターンは二つのジェット・パターンに変化していることが認められる。

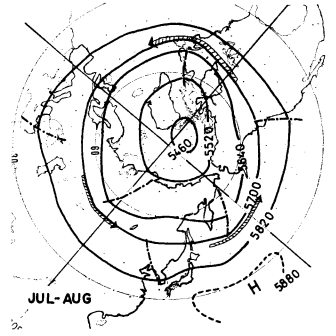
(3) 7月～8月：太平洋高気圧が日本をおおい、さ



第3図(1) 2月～3月.



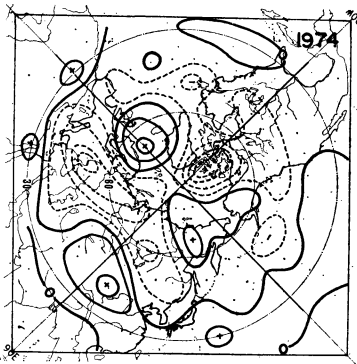
第3図(2) 4月～5月.



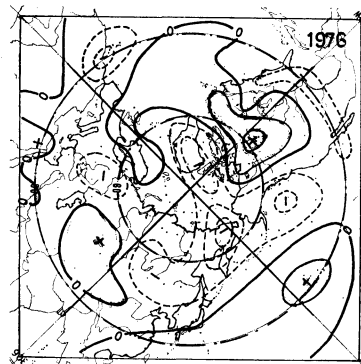
第3図(3) 7月～8月.

第3図 平年における各2か月の500mb平均天気図.

実線：等高度線(単位1gpm) ~~~：気圧の尾根
 -·-·-：気圧の谷 //>：ジェット流



第4図(1) 1974年



第4図(2) 1976年

第4図 冷夏年における4・5月の500mb平均高度偏差分布。
 高度偏差の等値線は25gpmごと。太実線は0，細実線は正偏差，破線は負偏差の等値線を示す。以下各図とも同じ。

きに日本南岸にあったサブ・トロピカル・ジェットは消滅するとともに、日本海から東支那海に及ぶ気圧の谷は見かけ上西進し北西から南東の走向を示す。一方、アリューシャン方面の気圧の谷はやや西進し、また、極渦は西半球側に偏在し、カナダから大西洋北部にかけて蛇行した強いジェットがみられる。

以上、2月～3月、4月～5月および7月～8月の500mb高度場からみたジェット流と見かけ上の冷熱源との間に関係があり、4月～5月における極渦に伴う高緯度の寒気の動向、2次的に日本海から東支那海に及ぶ気圧の谷の存在が、日本における盛夏期の気温に影響すると思われる。

1980年1月

4. 4・5月平均による500mb高度偏差分布の特徴と、冷源・東西指数からみた寒気の振舞い

1970年代の冷夏年(全国低温)として1974年、1976年、また、暑夏年(全国高温)として1973年、1975年を選び、4・5月の2か月平均による500mb高度偏差分布の特徴について述べ、次に、冷源と東西指数からみた寒気の振舞いについて述べる。参考までに、西日本の代表地点として福岡における7月、8月の気温偏差を第1表に示す。

4.1 500mb高度偏差分布の特徴

便宜上、正の高度偏差域を⊕、負の高度偏差域を⊖の記号で表わすことにする。

(1) 冷夏年の共通した特徴として、高緯度における極渦に伴う著しい \ominus は2波数型の分布を示すとともに、東半球を中心に中緯度に及ぶ \ominus が卓越していることがあげられる(第4図参照)。

(2) 暑夏年の共通した特徴として、西半球側のカナダ方面から大西洋北部にかけて存在する \oplus に対して、アメリカ大陸を中心に南偏した著しい \ominus (ただし負高度偏差の等値線 50 gpm 以上で示される領域)が存在している(第5図参照)。

4.2 冷源と東西指数の特徴からみた寒気の振舞い

4月, 5月平均による 500 mb 高度偏差分布の特徴に関連して, 各年の4・5月平均によるポーラ・フロントル・ジェットに伴う冷源の位置と強さおよび東西指数(北半球について, 東半球, 西半球および北半球に区別した)

第1表 福岡における各年の7月, 8月の気温偏差(単位: 1°C)と極東域における7月, 8月の東西指数の年平均偏差(単位: gpm)。

年	月	7月	8月	東西指数の年平均偏差	
				7月	8月
1966		0.2	2.2	21	38
1967		0.8	2.0	-3	43
1968		-1.1	0.0	2	-27
1971		1.7	-0.7	-21	-12
1973		1.4	1.3	-25	19
1974		-1.4	-0.2	-23	-2
1975		1.8	0.9	3	58
1976		-1.8	0.2	-13	8
1978		2.2	1.1	56	55

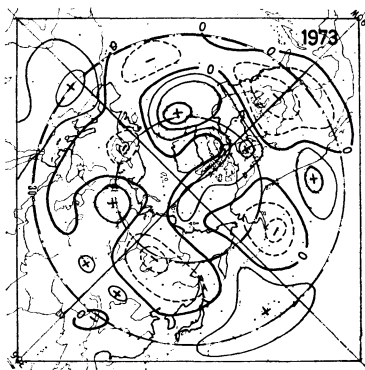
の年平均偏差を, 第2表, 第3表に示す。以下, 冷源と東西指数からみた冷夏年, 暑夏年の寒気の振舞いについて述べる。なお, 参考までにサブ・トロピカル・ジェットに伴う冷源は, 各年とも平均の状態(位置: $20^{\circ}\text{N}\sim 25^{\circ}\text{N}$,

第2表 1970年代の各年における4・5月平均の冷源の位置と強さ

年	冷源	
	位置 (1° 単位)	強さ ($1\text{ m}^2/\text{sec}$ 単位)
1973	40~45	-16.2
1974	45~50	-10.0
1975	40~45	-12.4
1976	50~55	-4.9
平 年	45~50	-8.6

第3表 各年における4・5月平均の東西指数の年平均偏差と盛夏期における日本の気温特性(単位: 1 gpm)。

年	東西指数			盛夏期における日本の気温特性
	東半球	西半球	北半球	
1966	22	25	23	北冷西暑
1967	-21	-16	-13	北冷西暑
1968	25	-26	-1	冷 夏
1971	33	-1	16	北冷西暑
1973	26	-35	-5	暑 夏
1974	18	2	10	冷 夏
1975	-7	-33	-18	暑 夏
1976	25	1	13	冷 夏
1978	26	-38	-6	暑 夏

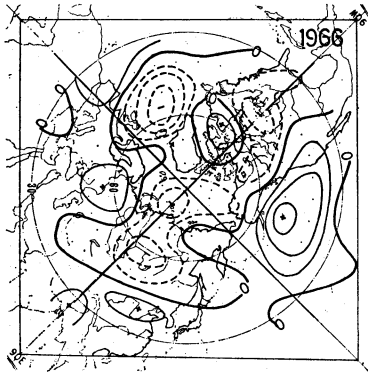


第5図(1) 1973年

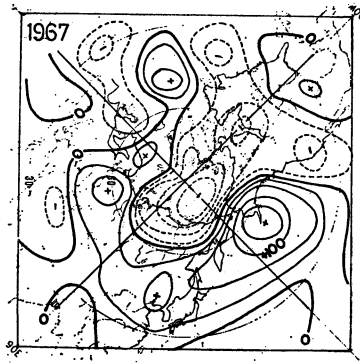


第5図(2) 1975年

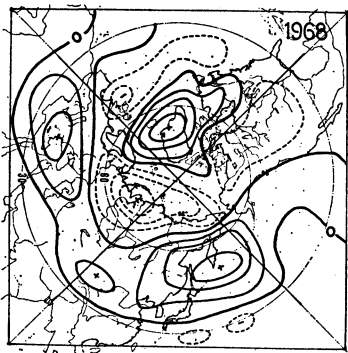
第5図 暑夏年における4・5月の500 mb 平均高度偏差分布。



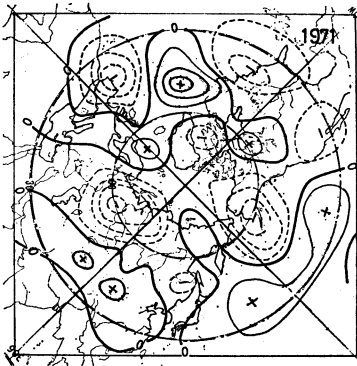
第6図(1) 1966年(北冷西暑)



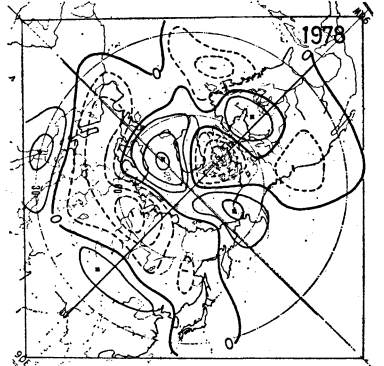
第6図(2) 1967年(北冷西暑)



第6図(3) 1968年(冷夏)



第6図(4) 1971年(北冷西暑)



第6図(5) 1978年(暑夏)

第6図 各年における4・5月の500mb平均高度偏差分布。

強さ：20.7 m²/sec)を示し、興味あることとして特記しておく。

(1) 冷夏年の場合

冷源は平年並かやや北偏した位置にあって、強さは平年並かかなり弱く、また、東西指数は北半球、東半球とも高指数型(東西流型)を示し、500mb循環は特に東半球で著しい東西流型を示している。一方、500mb高度偏差分布で東半球側において、極渦に伴う2波数型の著しい⊖と高緯度から中緯度に及ぶ⊖がみられる。すなわち、東半球側では平年よりかなり強い極渦が南偏し、中緯度にかけて寒気が蓄積された状態にあることを示す。

(2) 暑夏年の場合

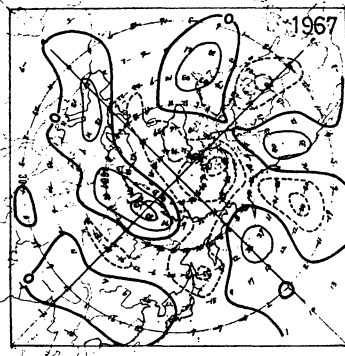
冷源は平年よりやや南偏した位置にあってかなり強く、また、東西指数は北半球、西半球とも低指数型(南北流型)を示し、500mb循環は、特に西半球側で著し

い南北流型を示している。一方、500mb高度偏差分布では、極渦に伴う⊖は弱く西半球側に南偏した著しい⊖が存在している。すなわち、極渦に伴う寒気は、冷夏年のような蓄積段階からすでに消費段階にあって西半球側で寒気の流出が著しい状態にあることを示す。

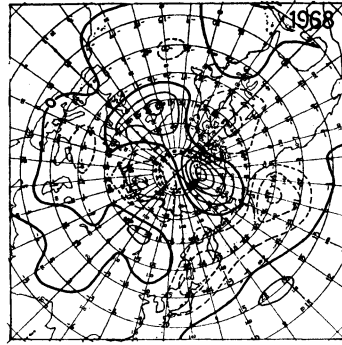
5. 検証例

500mb循環場からみたジェット流と冷熱源分布との関係、また、ポーラ・フロントル・ジェットに伴う冷源と東西指数との関係から、1970年代の代表的な冷夏年、暑夏年について得られた500mb面の高度偏差分布の特徴と、東西指数からみた寒気の振舞いを検証する意味で、1966年、1967年、1968年、1971年および1978年についての解析結果を述べ、日本の盛夏期における気温の特徴を付記することにする(第6図参照)。

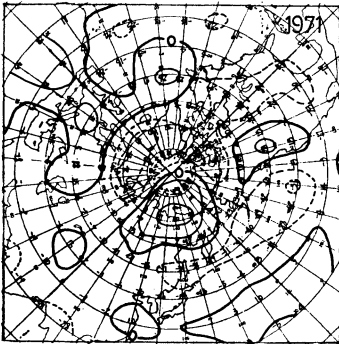
1966年：500mb循環は、北半球、東半球とも東西



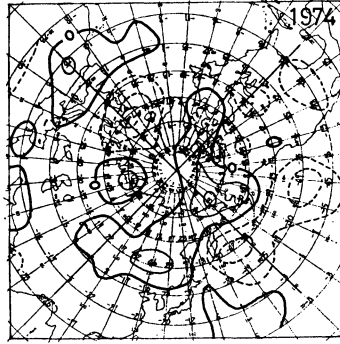
第7図(1) 1967年(北冷西暑)



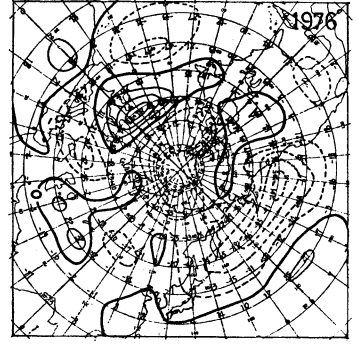
第7図(2) 1968年(冷夏)



第7図(3) 1971年(北冷西暑)



第7図(4) 1974年(冷夏)



第7図(5) 1976年(冷夏)

第7図 冷夏・北冷西暑の場合の7・8月の500mb平均高度偏差分布。

流型を示す。500mb高度偏差分布では、東半球側に2波数型の極渦に伴う著しい⊖があって中緯度に及ぶ寒気の蓄積が著しく、一方、西半球側ではカナダ北部の⊕に対し南偏した著しい⊖がみられる。気温は、北日本で低温、西日本で高温の北冷西暑となった。

1967年：500mb循環は、北半球、西半球とも南北流型を示す。一方、500mb高度偏差分布では、⊕が大西洋北部にあって著しい⊖がアメリカを中心に散在し、特にカナダに存在する2波数型の著しい⊖が目される。気温は、北冷西暑となった。

1968年：500mb循環は、北半球、西半球とも南北流型を示すが、西半球側の南北流型は弱く、グリーンランドに中心をもつ著しい⊕に対して南偏した⊖は弱い。一方、東半球側で500mb循環は著しい東西流型を示し、2波数型の極渦に伴う著しい⊖は、シベリア西部にあって寒気の蓄積状態を示す。気温は、低温、

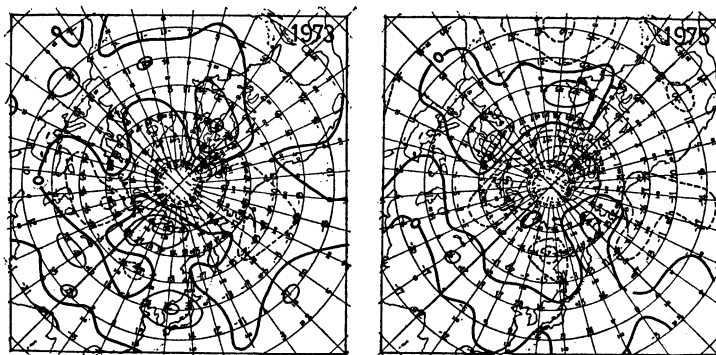
すなわち冷夏年となった。

1971年：500mb循環は、北半球、東半球とも東西流型であるが、一方、西半球側は弱い南北流型を示し、500mb高度偏差分布でもカナダから大西洋北部に及ぶ⊕に対しアメリカ東岸に南偏した著しい⊖が存在している。気温は、北冷西暑となった。

1978年：500mb循環は、北半球、西半球とも南北流型を示す。また、500mb高度偏差分布でカナダから大西洋北部にかけて⊕が存在し、アメリカの東岸沖には南偏した著しい⊖があって、西半球側で特に寒気の放出が著しい。気温は、高温、すなわち暑夏年となった。

6. 春から夏に及ぶ500mb高度偏差分布の季節変化

これまで、4・5月平均の500mb面について調査し



第 8 図(1) 1973年
第 8 図(2) 1975年
第 8 図 暑夏の場合の 7・8 月の 500 mb 平均高度偏差分布。

た結果を述べたが、それがどのように日本の盛夏期の気温に影響を及ぼしたかを検討する意味で、7・8月平均の 500 mb 高度偏差分布を解析し、春から夏への季節変化の特徴を、冷夏・北冷西暑の場合と暑夏の場合に分けて概略を述べる。ただし、資料の都合で1966年、1978年は図を省略した。

6.1 冷夏・北冷西暑の場合(第7図参照)

主として低温に関係する \ominus の変動について述べる。

1967年：極渦に伴う \ominus の一部が夏には南下し、オホーツク海で著しい \ominus が形成され、中国東北区をおおっていた \oplus は分離され、西日本はチベット高気圧に支配される結果となった。

1968年：春のパターンは、東半球で著しい寒気の蓄積型を示し、シベリア西部にある南偏した極渦に伴う強い寒気の一部が夏に南下し、オホーツク海で著しい \ominus を形成し日本を完全ににおお結果となった。

1971年：アラスカ南部の著しい \ominus が、夏には南下してアムール河下流の \ominus と帯状につながり日本をおお結果となった。

1974年：バイカル湖の北部に中心をもつ \ominus が、夏には低緯度まで南下し切離した状態となり、また、アリューシャン列島東部に中心をもつ \ominus は夏に西進する結果となり、日本は完全に \ominus におおわれた。

1976年：春のシベリア東部からバイカル湖方面に及ぶ \ominus の一部が、夏には南東進するとともに、アリューシャン列島方面の強化された \ominus と相俟って、日本をおおっていた \ominus が強化される結果となった。

6.2 暑夏の場合(第8図参照)

1973年：春のバイカル湖付近に中心をもつ \ominus と日本の東方洋上の \oplus の分布は夏には大きな変化を示し、チ

ベット高気圧と太平洋高気圧が併合した状態で日本海西部に著しい \oplus が形成され、日本はこの \oplus に完全におおわれる結果となった。

1975年：春にバイカル湖西部にあった \ominus は、東進して夏にはレナ河流域で閉ざされた状態となり、日本はチベット高気圧と太平洋高気圧が併合した状態を示す \oplus にほとんどおおわれる結果となった。

7. 季節予報のための経験則と考察

これまで調査した結果をまとめ、季節予報の指針とも言うべき経験則を提示し、その利用法について簡単な考察を述べる。暑夏年・冷夏年に対する経験則は次のとおりである。

暑夏年の場合

春は、北半球、西半球とも南北流型の循環を示し、特に西半球で著しい。また、500 mb 高度偏差分布は西半球側でカナダから大西洋北部にかけて \oplus が存在し、これに対し逆位相の南偏した著しい \ominus (-50 gpm 以上)が、 90° W 付近からアメリカの東方洋上を含む中緯度にあって寒気放出型を示す。

冷夏年の場合

春は、北半球、東半球とも東西流型の循環を示し特に東半球で著しい。また、500 mb 高度偏差分布は東半球側で2波数型の極渦に伴う著しい \ominus が、中緯度に及ぶ寒気蓄積型を示す。

次に、上記の経験則を予想法として利用する場合について検証例を示し、総観的考察を述べる。

(1) 1968年の場合

経験則で述べた暑夏年の第1条件を満たしているが、東半球は著しい東西流型で、2波数型の極渦に伴う著し

い⊖があって寒気蓄積型を示し、結果的には冷夏年となった。

すなわち、冷夏年の場合は、極東域で春の東西流型がポーラ・フロントル・ジェット的不安定化により南北流型に転換し、蓄積された寒気が一部低緯度まで南下するとともに、アリューシャン列島からオホーツク海にかけて強い寒気が偏在する傾向がある。

(2) 1966年, 1971年および1967年の場合

1966年, 1971年はそれぞれ冷夏年の第1条件を満たしているが、西半球側は、暑夏年の第2条件としての特徴ある寒気放出型を示し、結果的に北冷西暑となった。また、西半球は1966年が著しい東西流型, 1971年が南北流型を示し、このことが、西日本で1966年は8月に、1971年は7月に高温が現われる結果になったと推測される。

1967年は、暑夏年の条件をすべて満たしているようであるが、西半球側でカナダ北部に2波数型の著しい⊖があって変則的なパターンを示し、一方、東半球は著しい南北流型で極東域に2波数型の極渦に伴う著しい⊖があり、その寒気が一部南下したため北冷西暑になったと推測される。

すなわち、暑夏年および北冷西暑の場合、極東域では夏に東西流型が卓越し、日本は⊕におおわれ、特に西日本はチベット高気圧に支配される性質がある。

以上予想法としては、第1に東西指数からみた循環の特徴を把握し、第2に東半球側が2波数型の極渦に伴う著しい寒気蓄積型であるか否か、第3に西半球が経験則で述べたような典型的な寒気放出型であるか否かに注目することが必要である。なお、北日本は直接寒気の影響を受けやすいが、西日本では西半球側が寒気放出型るとき高温の月が現われており、チベット高気圧の影響を受けやすいことに原因があると思われる。

8. むすび

高・低気圧は、長波の尾根または谷の場で発達するといわれ、春から夏の季節天気図で中緯度の卓越波として波数5~7の波が存在し、傾圧波が顕熱輸送に大きく寄与することから、まず、顕熱輸送からみた見かけ上の冷熱源の緯度分布の季節変動の特徴を明らかにした。次に、500 mb 循環場からみたジェット流と冷熱源との関係を述べ、4・5月平均の500 mb 高度偏差分布の特徴と東西指数からみた寒気の振舞いが、日本における盛夏期の気温に寄与することを明らかにした。今後とも検討を加える必要があるが、季節予報の技術的限界について問題が提起されている折から、今回の調査が少しでも役に立てば幸いである。最後に、福岡管区気象台技術部長(現在 気象庁電子計算室長) 吉田泰治氏に懇切な助言をいただき、また、福岡管区気象台予報課 山中正行氏および、鹿児島地方気象台予報課 赤木 智氏には、数多くの資料作成・提供に尽力してもらい衷心から深く感謝申し上げます。

文 献

- 気象庁, 1972: 本邦の夏季気温を支配する環流の特性, 北日本の冷夏の予報, 季節予報指針, 下巻, 312~313, 350~352.
- 気象庁予報部長期予報課, 1976: 1か月予報の立場からみた梅雨期の天候予想の検討, 研究時報, 28, 29~32.
- 村上多喜雄, 渡辺正雄, 1965: ブロッキング現象について, グロスベッター, 4, 2~4.
- 山鹿 延, 1970: 8月の太平洋高気圧の消長の予想, 天気, 18, 634.