

北半球 500 mb 高度場のテレコネクションと 日本のシンギュラリティ*

川村隆一**・田 少奮***

要 旨

日本における天候の特異日(シンギュラリティ)を抽出し、特に「晴」のシンギュラリティについてそれを維持あるいは崩す要因として、北半球 500 mb 高度場のテレコネクションパターンとの関連をラグ相関解析、EOF 解析を適用して調査した。その結果、3種類の大気循環パターンとの関連が明らかになった。すなわち、4月から5月にかけて出現するシンギュラリティについては日本付近とシベリア東部との南北振動的なパターン、8月のシンギュラリティでは西太平洋熱帯域からのロスビー波の伝播、11月のシンギュラリティについてはヨーロッパから日本に至るユーラシアン(EU)パターンが各々対応していた。8月のシンギュラリティの形成要因として phase lock された熱帯の季節内変動の影響が考えられる。また、EU パターンの卓越は15~25日周期の intramonthly time scale をもっており、その位相は季節変化に対して固定されていることがわかった。11月のシンギュラリティは、ちょうど EU パターンの振幅変調の極小期と一致する。11月のシンギュラリティが極端に崩れている年に、逆に EU パターンが出現しているのがみられた。

1. はじめに

なぜ特異日(シンギュラリティ)が存在するのかと言うことは気象学・気候学の古くからの問題である。総観スケールから半球スケールまでの大気現象が、純粋に乱流現象の集合体として構成されているならば、特異性は存在し得ないであろう。ある地域で毎年同じ時期に同じ天候状態が出現すると言うことは、シンギュラリティをもたらす大気循環場の地理的位置が固定し、年周期に対して phase lock されていることを意味する。シンギュラリティは季節変化の一環として捉えるべきであることを以上のことは示唆している。

シンギュラリティの研究は Schmauss (1928, 1938) 以来、数多くの研究者によってなされてきた。初期の研究は、様々な地域において、ある気象要素が極端な値を

とる頻度が高い日が存在するということを記述するものであった。その後、季節の推移と共に出現するシンギュラリティを自然季節の分類と関連づけていく研究が主流を占めていった(高橋, 1942; 矢澤, 1949; Lamb, 1950; 坂田, 1950; Saito, 1957 など)。1960年代から最近に至るまでの日本におけるシンギュラリティの研究は自然季節の区分を主眼においている傾向がある(Maejima, 1967; 吉野・福岡, 1967; 山川, 1988 など)。一方では、自然季節の分類という目的ではなく、シンギュラリティそれ自身の抽出とその体系的な位置づけを行ったものとして、Nagao (1957)、栗原 (1958) の研究があげられる。

シンギュラリティの抽出に用いられる気象要素は気温、気圧、日照時間、降水量、雲量など多岐にわたるが、その要素を単独あるいは組み合わせて使われることが多い。また、気象要素とは別に、天気図型(気圧配置型)の出現頻度を用いている研究もある。従来の研究において、シンギュラリティの定義は大別すると三つに分類できる。一つは、気象要素の季節変化を平滑化し、それに対する日々の値との差をとることによって、極端な正あるいは負の偏差値をとる日をシンギュラリティとす

* Singularity in Japan and teleconnection patterns appearing in 500 mb geopotential height field of the Northern Hemisphere.

** Ryuichi Kawamura, 科学技術庁・防災科学技術研究所.

*** Shao-Fen Tian, 筑波大学・地球科学研究科。
——1991年3月6日受領——
——1991年11月13日受理——

るものである。たとえば、Maejima (1967) は全国 9 地点の気圧、日照、雲量の日別平年値と日別平滑平年値との差をとり、その極端な正、負の値に対して順位づけを行い、高気圧性シンギュラリティと低気圧性シンギュラリティを定義した (前島, 1968)。二つめとして、平均的に、ある特定日がその前後の日と較べて、気象状態が極端に異なっていることをシンギュラリティとするものである。たとえば、栗原 (1958) は日平均気温の前日差が 0.6°C 以上の変化、日最高気温の前日差が 0.8°C 以上の変化等の基準をもうけて定義している。三つめとして、気圧配置型の出現頻度や天気出現率など、ある一定頻度以上でかつピークとして現れる日をシンギュラリティとするものである (吉野・福岡, 1967; 山川, 1988 など)。

このように、シンギュラリティの概念は研究者によって様々であり、シンギュラリティの定義の仕方によって、研究者がもっているシンギュラリティに対する考え方が反映されている。その意味では、現在に至ってもシンギュラリティの概念は確立されていない。

過去において、シンギュラリティに関する研究が数多くなされたにもかかわらず、その成因を探ることを意識した研究は驚くほど少ない。それは成因を解明することがいかに困難であるかを示唆していることの表れでもある。しかし、成因を探る試みとして、プラネタリースケールの大気循環場との結びつきを考察した Wahl (1952, 1953, 1972), Douquet (1963) らの研究や、気圧配置型の出現頻度からシンギュラリティの経年変動を論じた、山川 (1988) の研究も成因に間接的ながら関連した、シンギュラリティの変動を扱っている点で注目に値する。これらの研究はシンギュラリティの成因の解明を目指すためには、大規模スケールの大気循環との関連やシンギュラリティの経年変動などを考察していく必要性を示唆している。

シンギュラリティの原因を調べる際、シンギュラリティ自身が大気の状態の結果であるため、様々な大気波動を分離しその性質を解析していくには非常に困難を伴う。しかし、例えば熱帯域の熱源の変動や、中高緯度大気で閉じた内部力学モードなど、シンギュラリティの原因と考えられるものが変化すると、予想される時期に特異性が生ぜず、結果としてシンギュラリティが不明瞭な年が出てくることが考えられる。必ずしもシンギュラリティを形成・維持する原因と変動させる要因が一致する保証はないが、このような大気循環の平均状態から

第 1 表 天気概況の数値コード (2 桁) (気象庁)

10位の符号表		1位の符号表 (昼, 夜共通)
昼間	0 くもり	1 降水なし
	1 晴	2 一時雨
	2 霧	3 一時雪
	3 大風	4 時々雨
		5 時々雪
夜間	0 夜	6 雨
	2 霧	7 雪
	3 大風	8 大雨
		9 大雪

のずれがシンギュラリティ前後でどの様な振舞いをするのかを調べることは、その原因を探る一つの有用なアプローチであると思われる。本研究の目的は、このような見方から立ち、シンギュラリティの成因解明の可能性を探るものである。

このようなアプローチが可能になったのは、Wallace and Gutzler (1981), Blackmon *et al.* (1984a, b) のテレコネクション (遠隔伝播) の分類, Hoskins and Karoly (1981) による二次元定常ロスビー波の伝播理論など、様々な研究者によって北半球規模のテレコネクションの概念が確立されてきたことが大きい。その意味でシンギュラリティは気候学の枠を越えた大気科学における新しい問題として取り扱う必要がある。半球規模の大気循環場にいろいろなテレコネクション・パターンが影響を与えているにもかかわらず、シンギュラリティに対するテレコネクションの概念の適用は未だなされていない。

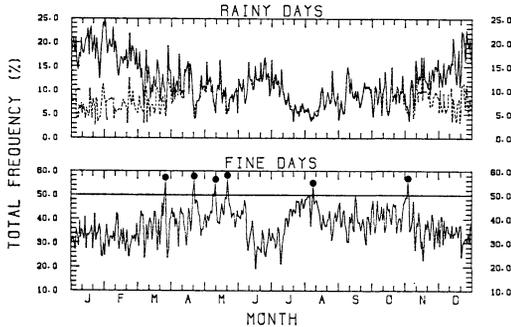
本稿では、まず気象官署の天候資料から日本におけるシンギュラリティを抽出し、シンギュラリティ自身の年々変動を示す。次に年々変動の立場からシンギュラリティ前後の北半球中高緯度の 500 mb 高度場の特徴をラグ相関法により明らかにし、その結果としていくつかのテレコネクションパターンとの関係を経験的直交関数 (EOF) 解析を用いて考察した。

2. シンギュラリティの抽出とその年々変動

全国気象官署・測候所観測資料 (SDP) から 23 地点の昼夜の天候データを解析に用いた。天候データは昼と夜によって、第 1 表のように分類され数値コード化されている。解析に利用できた期間は 18 年間 (1967~1984) と

第2表 シンギュラリティの抽出に用いた
全国23地点の気象官署

地点名
稚内, 札幌, 帯広, 根室, 青森, 秋田, 仙台, 小名 浜, 相川, 金沢, 名古屋, 銚子, 東京, 浜田, 潮 岬, 平戸, 熊本, 種子島, 高松, 足摺, 名瀬, 石垣 島, 那覇

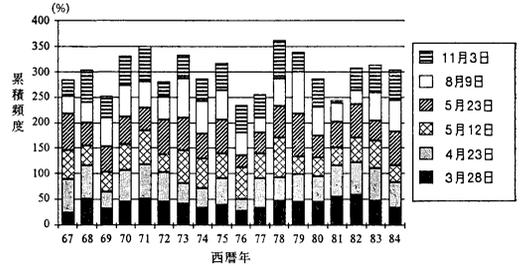


第1図 日本全国23地点の昼夜の天候資料から、365日各々で18年間(1967~1984)の地点すべてを累計した場合の「晴」・「雨または雪」の日の頻度(%)。点線は「雨」の日のみの頻度を表す。特に「晴」の頻度が高い日を黒丸で示した。

短いので、シンギュラリティはこの時期に限定したものとして注意する必要がある。天候の種別は「晴・雨・雪」とし昼夜同じ天候状態の日を累計した。ただし、「晴」の定義については昼間が「晴」でかつ夜間が「降水なし」の場合とした。「一時雨」などは局地的な降雨現象を除去したいため統計には含めなかった。また、昼夜の天候データに基づいているため選択された23地点は主に天候の日変化が少ない沿岸地域であり、日本の気候区分も考慮し、地点が偏らないよう配慮した(第2表)。

第1図は365日各々で18年間の23地点すべてを累計して「晴・雨・雪」の頻度(%)を表している。シンギュラリティの抽出にあたっては、シンギュラリティの概念そのものが曖昧で、その定義は定まっていない。この図では「晴」の明瞭なピークが六つみられたので、3月28日、4月23日、5月12日、5月23日、8月9日、11月3日の計6個を「日単位」でみた「晴」のシンギュラリティとした。目安として図に頻度50%の線を引いてある。

1992年2月

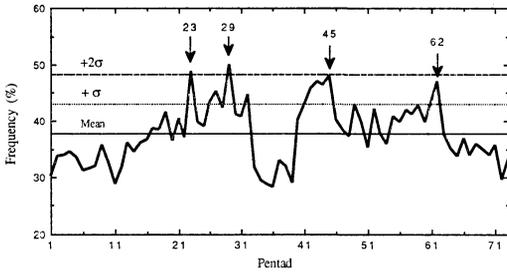


第2図 日単位でみた「晴」のシンギュラリティの年々変動。

ここで頻度50%は、全地点「晴」の場合が18年間の5割である9年間存在した、あるいは毎年半数の地点で「晴」であったと考えても差し支えない。

抽出されたシンギュラリティの中で、11月3日は従来の研究(前島, 1968ほか)において最も典型的なもの一つである。最近では、中島(1989)が全国を9地域に分割し、各地域及び全国の昼間の天気出現率を詳細に調査し、4月から5月にかけてと11月3日に晴の出現率が高いことを示している。本稿の結果を比較すると、シンギュラリティの抽出方法は異なっているが、ほぼ同様な結果が得られている。過去のシンギュラリティに関する数多くの研究と比較して、シンギュラリティの日付の違いは、定義の仕方、抽出方法、データの解析期間が様々であり、また統計的揺らぎの可能性も否定できず、微妙に違ってくるのは当然予想される。しかし、それにもかかわらず、11月3日のように、同じ日付が明瞭に抽出されたということは、シンギュラリティの存在を証明しているといえるのかもしれない。「シンギュラリティとは何か」という概念は、自体が一つの大きな研究テーマであり、それにあまりこだわると本稿の趣旨とははずれることから、一つの方法として、本研究におけるシンギュラリティを考えてもらいたい。

シンギュラリティはもともと季節進行の過程で存在するものであり、季節変化の一部と捉えることができる。ある年に季節変化に大きなずれが生じたときには、シンギュラリティも崩れることが予想される。したがって、季節変化に極端なずれがあるときに異常気象の年と言うように、シンギュラリティの異常が平均状態の季節変化からのずれを現すインデックスとして捉えることもできると考えられる。季節変化のどの時期に歪みがあるのかは年により違うだろうし、全般的に歪んでいる場合もあるかもしれない。その意味で、シンギュラリティ自身が



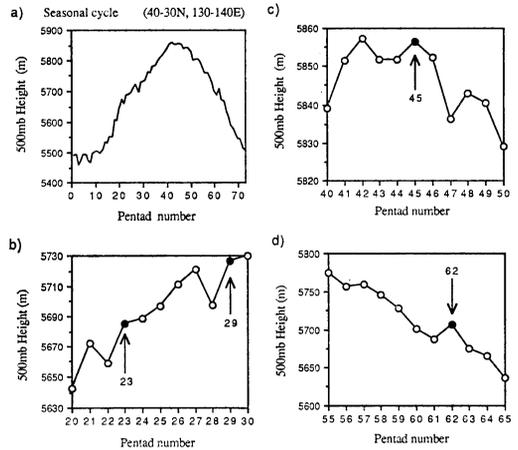
第3図 半旬平均に直した「晴」の頻度(%)の季節変化。1年は73半旬である。

それぞれ独立に“年々変動”をしてもよいことになる。第2図は各年ごとに6個のシンギュラリティの頻度を累積したものである。ここで各年の頻度は全地点数に対する「晴」の地点数の割合を意味する。たとえば1981年は11月3日のシンギュラリティ(日単位)が崩れているのがみられる。このように、年によって各々のシンギュラリティが不明瞭な場合があることがわかる。

3. 北半球 500 mb 高度場のテレコネクションとの関係

この節では、シンギュラリティの変動と北半球循環場との関連を考察する。データとして、緯度 $10^\circ \times$ 経度 10° の半旬平均の500 mb 高度データを使用した。しかし、前節で得られた日単位のシンギュラリティと対応づけるためには時間スケールが異なっているという問題がある。山川(1988)は、シンギュラリティを特異日よりむしろその前後の数日を含めた特異半旬として定義した方が適していると述べている。そこで、半旬高度場に対応する半旬単位のシンギュラリティ(特異半旬)を新たに得るために「晴」の頻度(%)について日単位から5日平均値に計算し直したのが第3図である。

日単位で得られたシンギュラリティと比較すると、3月28日、5月12日が不明瞭になっている。また、11月3日も日単位ほどには大きなピークを示していない。この理由として、一つには半旬データが1年を73半旬として期日が固定されてしまっているものであるので、特異半旬と期日を固定した5日平均とでは当然ずれが生じる。その結果として、シンギュラリティがぼやける危険がある。もう一つに、シンギュラリティも1日から半旬あるいはそれ以上の幅があるので、5日平均が適している場合もあるが、すべて5日平均として処理してしまうと不明瞭になる場合も考えられる。以上のことから、半旬単

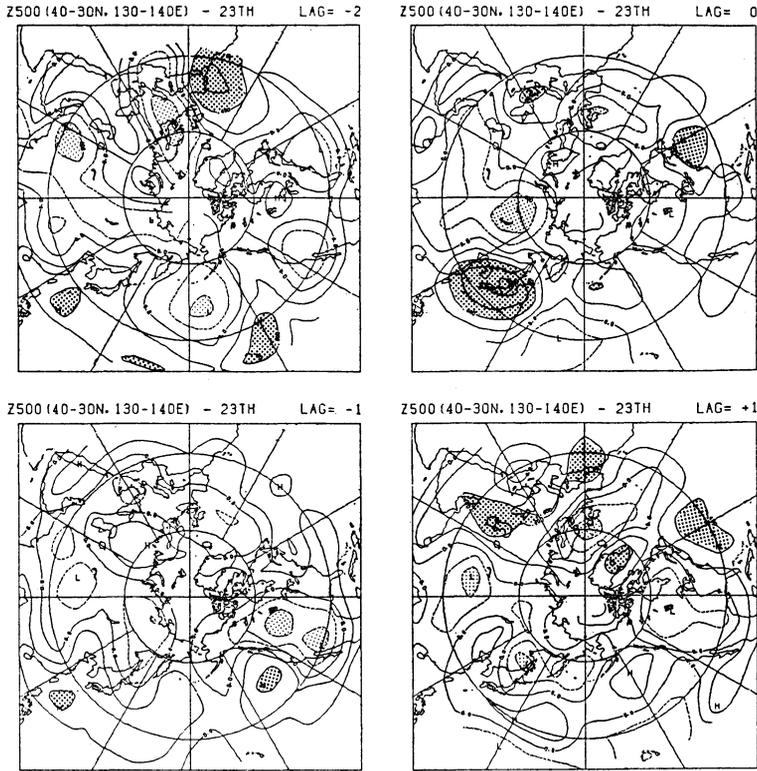


第4図 日本付近の500 mb 高度場(40~30°N, 130~140°E)の季節変化。矢印は「晴」の特異半旬を示す。

位のシンギュラリティでも問題は残るが、循環場との関連を論ずるにあたっては、データの制約もあり半旬単位を採用した。ただし、日単位で得られたシンギュラリティもある程度考慮して、半旬単位のシンギュラリティとして、 $+2\sigma$ 前後にピークが存在する半旬、すなわち第23, 29, 45, 62半旬の4個を対象とした(各半旬には日単位である4月23日、5月23日、8月9日、11月3日のシンギュラリティがそれぞれ含まれている)。

半旬単位で得られた特異半旬に対して日本付近の高度場に特異性はみられるだろうか。第4図は日本付近の(30~40°N, 130~140°E)の領域を平均した500 mb 高度の季節変化(1967年から1984年までの平均)を示したものである。季節変動の振幅が大きいため、特異半旬前後の変動を拡大した図も併せて示した。第23, 29半旬は一半旬前に比べて高度が急激に高くなっており、また、第45, 62半旬は前後の半旬と比較して高度が高い傾向がみられる。前に述べたように、日単位から強引に5日平均にしたことや、天候と500 mb 高度場の変動が一元的に決まらないことも影響しているのか、特異半旬の全てがその前後の半旬と比べて高度が高くなっているわけではないが、日本上空の500 mb 高度場の変動にも天候の特異性に関連した特徴が存在することは確かである。

次に、その特異半旬における日本付近の500 mb 高度場(30~40°N, 130~140°E)を参照地域として、北半球全体の半旬平均500 mb 高度場の変動とのラグ相関を計算した。ラグは-6半旬から+6半旬までとり、負の



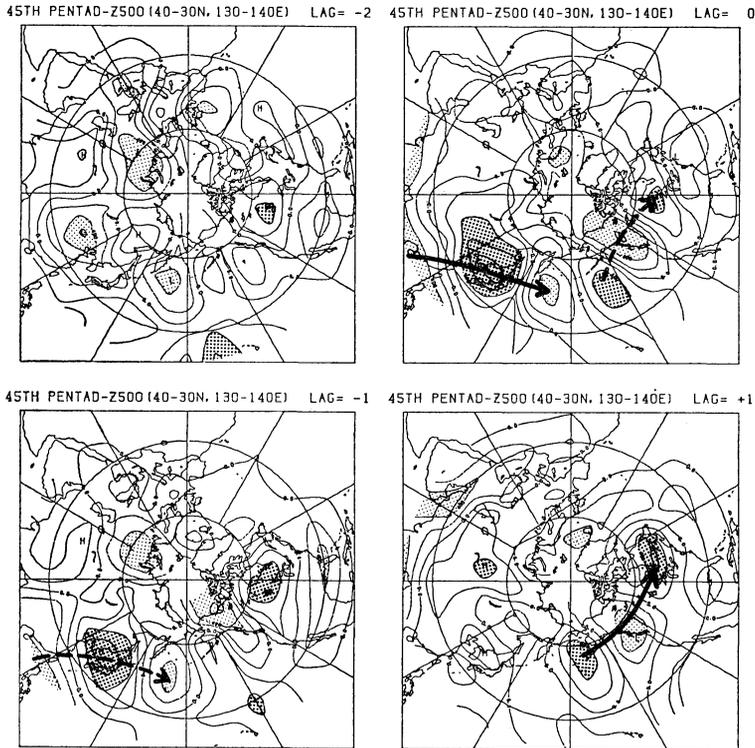
第5図 第23半旬における日本付近の500 mb 高度場(40~30°N, 130~140°E)を参照地域とした、北半球全体の500 mb 高度場とのラグ相関パターン。ラグ-2, -1, 0, +1半旬の空間パターンを示す。負のラグは北半球の高度場が先行していることを意味する。1ラグは5日遅れることに対応する。等値線間隔は0.2。陰影部は絶対値が0.4以上の地域。

ラグは北半球の高度場が先行していることを意味する。また、500 mb 高度の変動は1967年から1984年までの18年間の平均の季節変化からの偏差として定義している。シンギュラリティが崩れたということは大気の状態のずれを意味するので、それと関連する、シンギュラリティ前後の大気循環の変動パターンを、特異半旬を基点としたラグ相関法によって示した。その結果、4例のラグ相関パターンから3種類のシステマティックな空間パターンが得られた。その代表として第23, 45, 62半旬におけるラグ -2, -1, 0, +1 半旬の相関パターンをそれぞれ第5, 第6および第7図に示した(ここで負のラグは北半球の高度場が先行していることを意味する。また、1ラグは1半旬遅れていることに対応する)。第29半旬の相関パターンは第23半旬のパターンと類似して

いるのでここでは図示していない。相関係数の絶対値0.47と0.59が各々、有意水準95%, 99%に相当する。

第23半旬(4月21日~25日)の場合はラグ-2から+1半旬にわたって、波列パターンはみられず、低緯度からの影響もみうけられない。ただ、同時相関において日本周辺の高高度場とバイカル湖付近のシベリア東部の高高度場と逆相関のパターンを示している。このようなパターンは、緯度帯平均のいわゆるインデックス・サイクルと密接な関連がある。シノプティックスケールとしてみれば、春季、日本付近を移動性の高・低気圧が次々と通過する時期であるが、時間スケールのさらに長い変動(10日~30日程度)が3月下旬から5月にかけてのシンギュラリティの出現を反映している(第1図参照)。

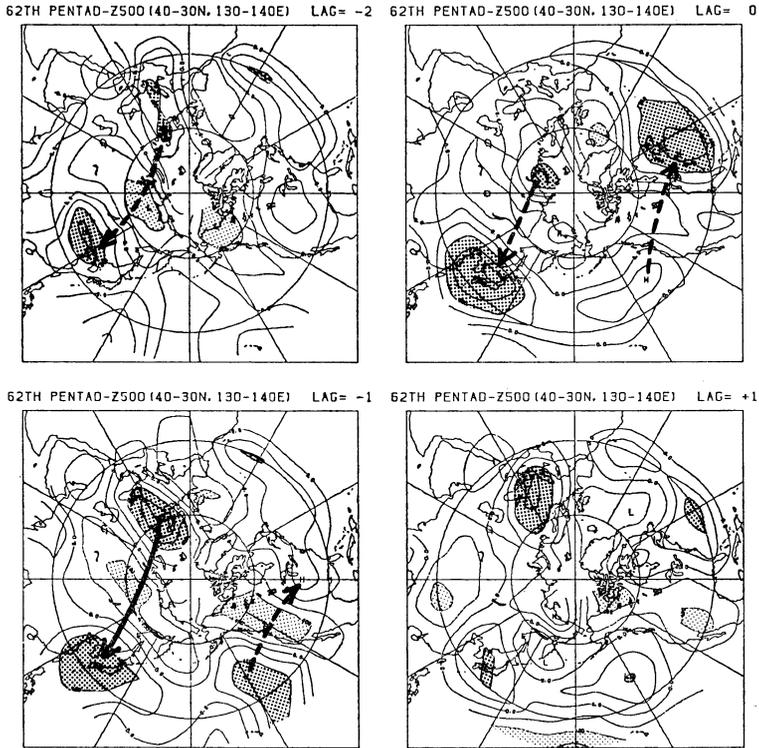
第45半旬(8月9日~13日)は、2半旬前では特徴的



第6図 第5図と同じ、ただし第45半旬。

な相関分布が見られないが、1半旬前になるとフィリピン付近、日本、アリューシャンにかけて負、正、負の相関域がみられ、同時相関ではそれが強まっている。さらにアリューシャン南東部、カナダ西部、中央部に至る正、負、正の相関域が出現してくる。1半旬後では東アジアの有意な相関域は消失するが、アリューシャンからカナダ東部にかけての相関パターンは依然として存在している。1半旬前から明瞭となるこの半旬は、西部太平洋の低緯度熱源からのロスビー波の伝播が卓越していると思われる。西太平洋低緯度域の対流活動に起因するロスビー波の伝播が日本の夏季の天候と密接に関連している可能性は、Nitta (1987), Kurihara and Tsuyuki (1987) によっても指摘されている。また、Nakazawa (1992) は、外向長波放射量 (OLR) のデータから季節内変動の位相が季節に固定されている可能性があり、第45半旬を含む8月中旬頃に対流活動域の北上が平均場として存在することを示した。これは第45半旬のシンギュラリティが西太平洋熱帯域の積雲活動の活発域の北上と深い関係があることを示唆している。

第62半旬 (11月2日～6日) の場合をみてみると、まず2半旬前では中国に正の相関域、またシベリアとアラスカ付近に負の相関域が存在する。1半旬前になるとスカンジナビア半島から黒海にかけての地域から、シベリアそして日本に至る正、負、正の相関域が明瞭となり、ロスビー波的な波列パターンが観測される。一方で、北太平洋東部に正、北アメリカ西部に負の相関域が見られる。同時相関では日本付近を除くと北アメリカ東部海岸に近い北大西洋に $+0.6$ を超える顕著な正の相関域が存在する。1半旬後では有意な相関域は減少し、組織だった空間パターンは見られない。2半旬前から1半旬前にかけて発達したヨーロッパから日本に至る相関パターンはいわゆるユーラシアン (EU) パターンと呼ばれているテレコネクションパターンの一つで、ヨーロッパから日本へのロスビー波のエネルギー伝播が生じていると考えられる。また、北太平洋東部から北アメリカ東部にかけても1半旬前に弱いながらもロスビー波列が見られる。このことから、同時相関で示された、ユーラシアおよび北アメリカの両大陸東岸部に顕著な正の相関は、二



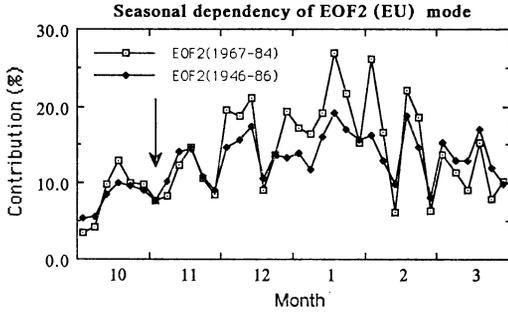
第7図 第5図と同じ、ただし第62半旬。

方向のロスビー波列に起因している可能性がある。二つの大陸東岸部は大地形の影響で準定常的なトラフが生じているが、この半旬ではほぼ同位相で変動していることは興味深い。第62半旬を基点としたラグ相関パターンを示したが、その前後の第61半旬、第63半旬を基点とした同様な相関パターンにおいては、同時相関（ラグ0）では第62半旬の場合と比べてEUパターン的な特徴がみられるが、ユーラシアおよび北アメリカの両大陸東岸部に顕著な正の相関は現れなかった。

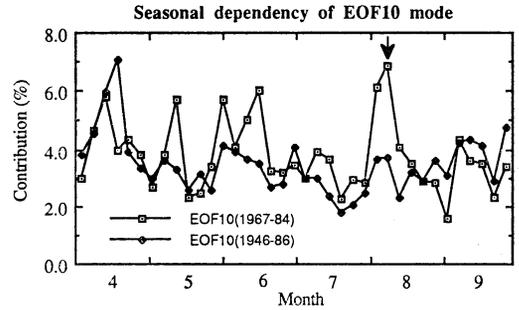
ラグ相関法による上述の結果から、シンギュラリティに影響を与えるもしくはそれを維持する大気循環場に違った特徴が存在することが確認できた。特に、第45半旬では西部太平洋低緯度からのロスビー波の伝播、第62半旬前後ではEUパターンとの何らかの関連が示唆された。そこで次に、このようなテレコネクションに伴うロスビー波の伝播が、どのようにシンギュラリティの維持に寄与しているのか、あるいはそれを崩す役割を担っている場合があるのかが問題として残る。これを調べるために、500 mb 高度場に EOF 解析を適用して、テレコ

ネクション・パターンに対応する固有モードを抽出し、季節依存性および年々変動の観点からシンギュラリティとの関連を考察した。

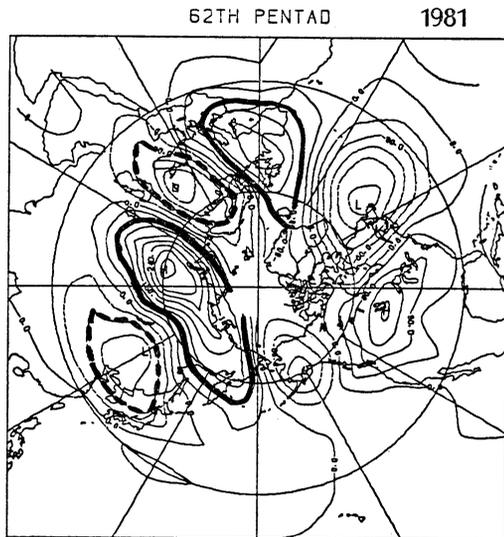
まず EU パターンの抽出であるが、このパターンの出現する地域と卓越する時期を考慮して、東半球(30°~80°N, 0°E~180°)の寒候季(10~3月)に限定した。緯度10°×経度10°の格子点で、面積による重みはかけていない。シンギュラリティの抽出に用いた解析期間(1967~1984年)と同じ期間(18年間)の寒候季の平均場からの各年各半旬の偏差を時系列データとして、相関行列に基づいて計算を行い、EUパターンは第2固有モード(EOF2)として得られた(図省略)。ここで、各固有モードに対応するスコア(時間係数)として、寒候季について各モードの振幅の18年分の時系列が得られるので、各半旬についてそのスコアの二乗平均したものを“半旬別寄与率”として定義する。寒候季全体の半旬別寄与率の平均がその固有モードのいわゆる寄与率となる。半旬別寄与率は解析期間における各モードの卓越の度合いがどのように季節に依存しているのかをみる有効な



第8図 寒候季における EOF2 (EU パターン) の半旬別寄与率 (%). 矢印は第62半旬を示す。



第10図 暖候季における EOF10 の半旬別寄与率 (%). 矢印は第45半旬を示す。



第9図 1981年第62半旬の500 mb 高度偏差場. 等値線間隔は40 m. 破線は負偏差を示す。

インデックスと考えられる。

EOF2 の季節依存性を半旬別寄与率からみたのが第8図である。解析期間を41年間 (1946~1986年) に延ばした場合の EOF2 も、比較のために同様に示した。解析期間が異なるが、固有ベクトル係数の空間パターンはほぼ同じである。EU パターンは寒候季でも特に12月から2月にかけて卓越していることがわかる。また、15~25日周期程度の振幅変調がみられる。このような顕著な振幅変調が観測されるということは、EU パターンの振幅変調の位相が季節変化に対して固定されていることを意味する。統計期間が異なっても、10月から11月、および2月半ばから3月にかけては寄与率がほぼ同じで

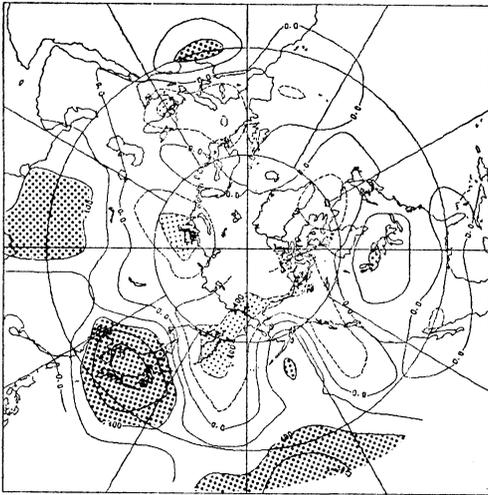
あり、この時期は特に、過去40年程度の平均状態を代表していると言える。Pan (1987) によれば、10~20日スケールのヨーロッパから東アジアに至る波列が東アジアの cold surge と関連していることを示唆しているが、本研究の結果を考慮すると intramonthly time scale の cold surge が EU モードの振幅変調によって影響を受けている可能性がある。

以上のように、EU パターンの振幅は寒候季において15~25日周期程度の時間スケールをもっており、その変動の位相は季節変化に対して固定されているという新しい知見を得た。さて、それではシンギュラリティである11月3日を含む第62半旬と EU パターンの関係はどのようなのだろうか。

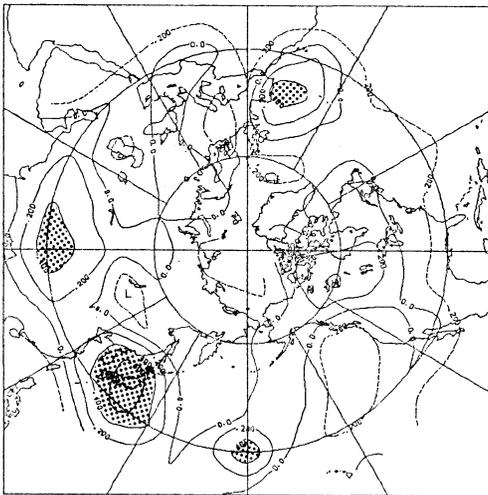
第8図において第62半旬は矢印で示されているが、ちょうど EU パターンの振幅変調 (15~25日周期) の極小期に対応する。すなわち、この特異半旬の前後と比較して、約40年間の平均状態として EU パターンが卓越しない傾向がある。EU パターンの振幅の極小期と第62半旬が一致している事実は興味深い。第62半旬の日本付近の高度場の変動が1半旬前の EU パターンの変動と対応がよいので (図省略)、EU パターンがシンギュラリティの維持に寄与していることは否定できないが、11月3日のシンギュラリティが明らかに崩れた1981年はこのパターンが第62半旬で顕著に出現していた (第9図)。明らかに崩れたのはこの例のみであるが、上述の事実も考え合わせると、EU パターンの振幅変調とシンギュラリティが密接に関連している可能性がある。

第45半旬の場合では、20°~80°N、90°E~180°の東アジア・西太平洋地域の暖候季 (4~9月) に注目して、海洋大陸付近からのロスビー波の伝播を説明していると思われるモードを調べたところ、EOF10 (41年間

Z500 (40-30N, 130-140E) - 44TH LAG= 0



Z500 (40-30N, 130-140E) - 46TH LAG= 0



第11図 第44半旬(上), 第46半旬(下)における同時相関パターン. 等値線間隔は 0.2. 陰影部は絶対値が 0.4 以上の地域.

のデータにおいても EOF10) が対応していた. EU モードと同様に半旬別の寄与率を示したのが第10図であるが, 矢印で示される第45半旬は振幅が大きい. 第11図は第45半旬前後の第44半旬および第46半旬の同時相関パターンを示したものであるが, 第6図のラグ0の相関パターンと比較して, 第45半旬より明瞭な波列パターンはみられない. したがって, 第45半旬(ラグ0)でもっとも波列パターンが顕著であることから, それを説明する

1992年2月

第3表 第45半旬の「晴」のシンギュラリティが顕著であった年と極端に崩れた年, 各々4例の晴天率と対応する EOF 10モードのスコア

「晴」上位4例	EOF 10モードのスコア
84.8%	1.8
77.1	1.1
64.8	3.3
62.9	2.1
「晴」下位4例	
28.6%	-4.5
29.5	-0.9
35.2	-1.3
36.2	-1.7

45TH PENTAD 1977



第12図 1977年第45半旬の500 mb 高度偏差場. 等値線間隔は 40m. 破線は負偏差を示す.

EOF モードは第45半旬での振幅が前後の半旬と比較して相対的に大きいはずである. この結果は, 第62半旬がEU パターンの極小期に対応していたことと対照的であるが, このモードではすなわち, 低緯度の熱源からのロスビー波によって日本付近にのびる sub tropical high が持続あるいは強化され, 日本の天候が安定し, ひいてはシンギュラリティを維持している一つの要因であることが考えられる.

第3表は, 第45半旬の「晴」のシンギュラリティが顕

著だった年(上位4例)とシンギュラリティが極端に崩れた年(下位4例)に対応する EOF10 モードのスコアを示したものである。この表から、確かに EOF のスコアの正負がシンギュラリティと結びついていることが言えるだろう。実際にシンギュラリティが大きく崩れた 1977 年の第 45 半旬の 500 mb 高度偏差が、低緯度で正、日本付近で負のアノマリーという符号が反転したパターン(EOF のスコアは -4.5 という大きな負の値になっている)がみられ(第 12 図)、日本付近への sub tropical high の張り出しが弱かったと考えられる。対応して、西太平洋熱帯域の対流活発域の北上もはっきりとしなかった。

第 10 図をみてわかるように、高次のモードで寄与率が低く、このモードだけで日本の天候を左右しているというには問題が残る。それは第 3 表をみても、スコアの符号は一致してもばらつきが決して小さくないことから推測される。寄与率が低い理由の一つとして、暖候季は寒候季に較べて極端に卓越するモードは少なく、低次から高次のモードまで寄与率に大きな差がないこと、また解析期間を夏季に限定しなかったことも原因している。しかし、第 45 半旬における日本の天候をすべて低緯度からのロスビー波の振舞いによって説明することはできないとはいえ、その影響を受けているのは事実であることを強調しておきたい。

4. おわりに

シンギュラリティの成因に関連して、シンギュラリティを維持あるいは崩す原因として、北半球対流圏のテレコネクション・パターンに注目してきたが、テレコネクション・パターンの季節依存性が非常に重要であることが示唆された。ひいては 2 次元定常ロスビー波の励起、伝播そして発達には地理的および季節的な選択性をもっている可能性がある。テレコネクションの地域性・季節性に関しては、Barnston and Livezey (1987) ほかが多くの場合、月平均値データで調査している。また、Lanzante (1990) は intramonthly time scale (10~30 日) の観点で北半球寒候季の 700 mb 高度場のリーディングモードを得ている。しかし、たとえば EU パターンの卓越に顕著な intramonthly time scale の振幅変動があり、季節変化に対して位相が固定されているという新しい事実は、テレコネクションの季節依存性が明確にされなければ、シンギュラリティのメカニズムも理解するのは困難であることを示唆していると言えよう。

謝 辞

本稿を作成するにあたり、筑波大学地球科学系の吉野正敏先生(現:愛知大学文学部)、安成哲三先生に御助言を頂きました。また、SDP データ使用の際には、村田昌彦氏(現:気象庁海洋課)にお世話になりました。本稿を改稿する際には、担当編集委員、レフリーの方々から貴重なコメントをいただきました。

計算に際しては、防災科学技術研究所の ACOS-830/8 および筑波大学学術情報処理センターの FACOM M-780/20 を使用した。

参考文献

- 栗原宜夫, 1958: 月別気候統計に現れた特異日. 天気, 5, 251-255.
- 坂田勝茂, 1950: 新しい季節の分類について. 研究時報, 2, 182-190.
- 高橋浩一郎, 1942: 日本の動気候学. 気象集誌, 20, 171-181.
- 中島寿美夫, 1989: 昼間の天気出現率. 気象, 33, 10344-10346.
- 前島郁雄, 1968: 自然季節の気候学. 気象研究ノート, 98, 31-41.
- 矢澤大二, 1949: 総観気候学の研究(1), 季節のうつりかわりについて. 地理学評論, 22, 44-53.
- 山川修治, 1988: 東アジアにおける卓越気圧配置型の季節推移からみた近年の気候変動. 地理学評論, 61, 381-403.
- 吉野正敏・福岡義隆, 1967: 半旬別の気圧配置ごよみ. 天気, 14, 10-15.
- Barnston, A.G. and R.E. Livezey, 1987: Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. Mon. Wea. Rev., 115: 1083-1126.
- Blackmon, M., Y. Lee and J. Wallace, 1984a: Horizontal structure of 500 mb height fluctuations with long, intermediate and short scales. J. Atmos. Sci., 41, 961-979.
- _____, _____, _____ and H. Hsu, 1984b: Time variation of 500 mb height fluctuations with long, intermediate and short time scales as deduced from lag correlation statistics. J. Atmos. Sci., 41, 981-991.
- Duquet, R., 1963: The January warm spell and associated large-scale circulation changes. Mon. Wea. Rev., 91: 47-60.
- Hoskins, B.J. and D.J. Karoly, 1981: The steady linear response of a spherical atmosphere to thermal and orographic forcing. J. Atmos. Sci., 38, 1179-1196.
- Kurihara, K. and T. Tsuyuki, 1987: Development of the barotropic high around Japan

- and its association with Rossby wave-like propagations over the North Pacific: analysis of August 1984. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 237-246.
- Lamb, H.H., 1950: Types and spells of weather around the year in the British Isles. Annual trends, seasonal structure of the year, singularities. *Q. Jour. Roy. Met. Soc.*, **76**, 393-429.
- Lanzante, J.R., 1990: The leading modes of 10~30 day variability in the extratropics of the northern hemisphere during the cold season. *J. Atmos. Sci.*, **47**: 2115-2140.
- Maejima, I., 1967: Natural seasons and weather singularities in Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropolitan Univ.*, **2**, 77-103.
- Nagao, T., 1957: Turbulence theory of singularities. *Geophys. Mag.*, **28**, 45-88.
- Nakazawa, T., 1992: Seasonal phase lock of intraseasonal variation. *J. Meteor. Soc. Japan* in press
- Nitta, T., 1987: Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the Northern Hemisphere summer circulations. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**: 373-390.
- Pan, H., 1987: Winter-time 10~20 day variations in the upper troposphere. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 587-603.
- Saito, R., 1957: Climate of Japan and her meteorological disasters. *Geophys. Mag.*, **28**, 89-105.
- Schmauss, A., 1928: Singularitäten im jährlichen Witterungsverlauf von München. *Dt. Met. Jahrbuch, Bayern*, **50**, 22 p.
- Schmauss, A., 1938: Synoptische Singularitäten. *Met. Zeit.*, **55**: 384-403.
- Wahl, E., 1952: The January thaw in New England (An example of a weather singularity). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **33**, 380-386.
- , 1953: Singularities and general circulation. *J. Meteor.*, **10**, 42-45.
- , 1972: Climatological studies of the large-scale circulation in the Northern Hemisphere. *Mon. Wea. Rev.*, **100**: 553-564.
- Wallace, J.M. and D.S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the geopotential height during the Northern Hemisphere Winter. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784-812.

日本気象学会および関連学会行事予定

行事名	開催年月日	主催団体等	場所	備考
中層大気に関する国際シンポジウム	1992年3月23日 ~27日	京都大学超高層電波研究センター	新都ホテル(京都)	Vol. 38, No. 9
International Symposium on GLOBAL CHANGE (IGBP)	1992年3月27日 ~29日	IGBP科学委員会, IGBP国内委員会, 早稲田大学	早稲田大学	Vol. 38, No. 9
地球惑星科学関連学会合同大会	1992年4月7日 ~10日	地球電磁気・地球惑星圏学会, 地震学会, 火山学会, 測地学会, 地球化学会	京都大学教養部(京都)	
Quardrennial Ozone Symposium	1992年6月4日 ~13日	IAMAP/IOC	アメリカ Virginia 大学	Vol. 38, No. 4
第4回水資源に関するシンポジウム	1992年8月3日 ~4日	日本学術会議, 気象学会など	日本学術会議	Vol. 38, No. 9
日本気象学会1992年度春季大会	1992年5月26日 ~28日	日本気象学会	工業技術院つくば研究センター(つくば)	
第11回雲と降水に関する国際会議	1992年8月17日 ~21日	IAMAP/ICCP	カナダモントリオール McGill 大学	Vol. 38, No. 4
第13回ニュークリエーションと大気エアロゾルに関する国際会議	1992年8月24日 ~28日	IAMAP, CNA, ICPP	アメリカユタ州 Utah 大学	Vol. 38, No. 1
日本気象学会1992年度秋季大会	1992年10月7日 ~9日	日本気象学会	教育文化会館(札幌)	
第12回風工学シンポジウム	1992年12月3日 ~4日	シンポジウム運営委員会	建築会館ホール(東京)	Vol. 38, No. 12