

氏名・(本籍)	の 村 千 尋 野 村 千 尋
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	理博第1877号
学位授与年月日	平成13年3月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科, 専攻	東北大学大学院理学研究科(博士課程)地学専攻
学位論文題目	東アジアおよび東南アジアにおける寒波の分類とその経年変動
論文審査委員	(主査) 教授 田村俊和 教授 日野正輝 助教授 境田清隆, 平野信一

論 文 目 次

第I章	序論
第II章	データと解析方法
1	データ
2	解析方法
第III章	東アジアおよび東南アジアにおける寒波の分類
1	低温偏差型の抽出
2	各低温偏差型出現時における総観場の特徴
1)	I(南シナ海)型
2)	II(中国)型
3)	III(西太平洋)型
4)	IV(日本南方)型
5)	V(雲南)型
6)	VI(北日本)型
7)	低温偏差型の総観場のまとめ
第IV章	寒波の発生と低緯度大気との関係
1	寒波の発生に伴う低緯度大気の変化
1)	1983年第73半旬～1984年第2半旬の事例
2)	1985年第11～13半旬の事例
3)	1984年第13～15半旬の事例
2	熱帯積雲活動の変動と寒波との関係
第V章	寒波の経年変動
1	各低温偏差型の出現傾向
2	低緯度寒波の経年変動
第VI章	考察

第Ⅶ章 結論

注

謝辞

参考文献

英文要旨

論文内容要旨

1. 研究目的とその意義

これまでの冬季アジアモンスーンを通じた中緯度-熱帯相互作用の研究は月平均あるいは季節平均値で行われてきたが、実際にその寒暖を左右するのはより短い周期で東アジアに襲来する寒波であり、個々の寒波の挙動に注目して研究する必要がある。東アジアおよび東南アジアの寒波に関しては、これまでさまざまなタイムスケール・抽出基準で研究されてきたが、どのような寒波が中緯度-熱帯相互作用にかかわっているのかについては不明であり、その出現傾向も十分には明らかになっていない。さらに、近年報告されている大気・海洋の十年～数十年規模変動のうち、1980年代後半の変動は東アジアの気温変化にも認められているが、低緯度に至る寒波の動向との関連は明らかになっていない。

本研究は、寒波の空間・時間スケールの扱い方に関する問題点を克服し、さまざまなタイプの寒波を対象とすることによって、冬季アジアモンスーンの中緯度-熱帯相互作用と経年変動を明らかにすることを目的とする。寒波の抽出方法に関しては、気温変化の比較的小さい低緯度域の低温も抽出するため、規準化した気温偏差を用いて行い、解析するタイムスケールは、低緯度寒波の継続時間も考慮して半月平均値とした。海上における寒波も詳細に調査するため、解析対象データには客観解析値を用いた。

よって本研究では、まず規準化した850hPa面気温偏差に主成分分析を適用し、寒波をいくつかの低温偏差型に分類する。次いでこれらの各低温偏差型に関して、出現時における気圧や風の場合、さらに雲活動について調査する。さらに寒波発生時におけるこれらの低温偏差型の出現とその低緯度大気および熱帯付近の雲活動への影響を事例解析で確認し、特に熱帯積雲活動の変動については各成分の時系列スコアからみた寒波と比較する。また寒波の経年変動を調べるため、各成分の時系列スコアから低温偏差型の出現傾向をとらえ、特に低緯度寒波の経年変動については詳しく調査することにした。

2. 東アジアおよび東南アジアにおける寒波の分類

まず規準化した850hPa面気温偏差に対して回転主成分分析を適用して以下の6つの低温偏差型を抽出し、次に各型の総観場の特徴や出現傾向を明らかにした。

I型の低温偏差の中心は南シナ海で、500hPa面における東アジアのトラフがフィリピン東方まで深く南下しており、1000hPa面における気圧上昇域は南シナ海周辺となっている。低緯度地方では、海洋大陸における赤道越え気流と赤道西風強化が顕著であり、ベンガル湾での東風強化も認められる。雲域は、トラフに伴う擾乱の存在もあり、海洋大陸以東で顕著になっている。

II型の低温偏差の中心は中国中央部で、500hPa面ではシベリア北西部のリッジとチベット高原北側のトラフによりチベット高原北側を通過する波動が形成されるが、1000hPa面における大規模なシベリア高気圧の南下は顕著でない。低緯度地方では、赤道越え気流や赤道西風強化があまり顕著でない。

III型の低温偏差の中心は西太平洋で、500hPa面では東半球のトラフやリッジが顕著でなく、熱帯東部太平洋での高圧偏差や北東太平洋での低圧偏差等が顕著で、これはエルニーニョ時に出現するテレコネ

クシオンパターンであるPNAパターンに類似したものである。1000hPa面でも顕著なのは熱帯太平洋西部での高圧偏差と東部での低圧偏差であり、寒波は発生していない。低緯度地方では、西部太平洋で北東貿易風の強化および西進がみられる。海洋大陸周辺やインド洋では雲が通常より少ない。

IV型の低温偏差の中心は日本南方であり、500hPa面でチベット高原南西側に現れたトラフによりチベット高原南側を通過する波動が形成され、その影響で1000hPa面のシベリア高気圧が主に東進して日本南方に強い気圧傾度を形成する。低緯度地方では、赤道越え気流や赤道西風強化とそれに伴う雲域が海洋大陸だけでなく特にモルッカ海峡で顕著であり、ベンガル湾に至る東風はあまり強くない。

V型の低温偏差の中心は雲南地方であり、500hPa面でチベット高原北側のリッジに加え東ヨーロッパのトラフが持続するためチベット高原北側を通過する波動が形成され、その影響で1000hPa面のシベリア高気圧の副中心がチベット高原南東縁に沿って南下する。低緯度地方では、赤道越え気流や赤道西風強化とそれに伴う雲域が海洋大陸とインド洋で顕著であり、ベンガル湾に至る東風の影響が大きい。

VI型の低温偏差の中心は北日本で、500hPa面ではシベリア北東部のリッジと極東の強いトラフが形成されるがトラフはあまり南下しない。この影響で1000hPa面のシベリア高気圧は北東と南東へ張り出し日本北方に強い気圧傾度を形成する。低緯度地方では、赤道越え気流や赤道西風強化が海洋大陸やモルッカ海峡において弱く、ベンガル湾への影響も小さい。

3. 寒波の発生と低緯度大気との関係

本研究で抽出した6つの低温偏差型は、実際の一連の寒波においてどのように出現し、そのときの低緯度大気はどのような変動をするのかを知るため、寒波の事例解析を行った。その結果、特に低緯度に中心をもつ低温偏差型が出現すると、赤道越え気流の発生や赤道西風の強化を促し、さらには南半球における二次的な低気圧性循環が生じ、これらのことが赤道付近の積雲域が西進するという現象の一因となっていた。

このような赤道付近の熱帯積雲域の西進は、北半球冬季における太平洋赤道域の雲活動の年々変動にも影響する可能性があるため、 $10^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$ で平均した太平洋中・西部およびインド洋における半旬平均OLRの経度-時間断面図上の積雲域西進事例を選び出し、低温偏差型のスコアと比較した。その結果、 95°E 以西まで至る事例と $95\sim 120^{\circ}\text{E}$ に至る事例に二分でき、それぞれについて積雲域が最も西進した半旬に出現した低温偏差型を調べたところ、前者ではVI・V型の割合が高く、後者ではIV型の割合が高かった。よって低温偏差型が赤道付近で西進する積雲域の西端の位置を規定していることが考えられる。

4. 寒波の経年変動

各成分の時系列スコアから低温偏差型の出現傾向を調べたところ、I(南シナ海)型の出現は年による偏りが少なく、15~30日周期の変動が目立った。II(中国)型の出現には4~5年周期の変動が目立ったが、近年は出現が持続しない傾向にある。III(西太平洋)型はエルニーニョ時に出現する。IV(日本南方)型の出現にはI型と同様に年による偏りが少なく、I型の出現に対して1987/88年以前は同位相、1988/89年以降は逆位相となっていた。V(雲南)型の出現にもI・IV型と同様に年による偏りが少ないが、I型の出現に対して1987/88年以前は逆位相、1988/89年以降は同位相となっていた。VI(北日本)型の出現は、1987/88年以前には多かったが、1988/89年以降は減少している。

さらにI型・IV型・V型でみられた1988年を境にした気候の変化について調査し、低緯度寒波の経年変動を確かめた。すなわち調査期間の16冬季を5つの期間に区分し、I型の出現した半旬を0半旬とした3半旬前までの総観場について調べたところ、1987/88年以前では、850hPa面で中国平原地域から日本にかけて低温偏差になり、500hPa面ではチベット高原南側を通過する波動が形成され、1000hPa面では日本付

近の気圧傾度が強かった。低緯度地方では、ベンガル湾に至る東風はあまり強くなく、雲域も85°E以西には至らない。これらの状況は、IV型の総観場出現時の特徴に酷似している。一方、1988/89年以降では、850hPa面で中国平原地域とその近海が低温偏差になり日本付近は高温偏差となっている。500hPa面ではチベット高原北側を通過する波動が生じ、1000hPa面では日本付近の気圧傾度が緩い。低緯度地方では、ベンガル湾に至る東風が強くインド洋で赤道越え気流と雲域を形成している。これらの状況はV型の総観場出現時の特徴と一致している。よって、1987/88年以前の低緯度寒波においては低温域が日本南方から南シナ海に南下する例が多かったが、1988/89年以降の低緯度寒波においては低温域が雲南地方から南シナ海に南下する例が多くなったと結論づけられる。

論文審査の結果の要旨

東アジアおよび東南アジアの寒波についてはこれまで様々な観点から研究されてきたが、寒波の抽出基準やタイムスケールが研究者により異なり、その経年変動の実態も十分に捉えられていなかった。本研究は1979/80年～1994/95年の16冬季にわたる客観解析値を使用して、適切な時空間スケールにおける寒波の分類を行い、それらの出現傾向を明らかにし、さらに寒波が低緯度に及ぼす影響についても考究したものである。

本研究では、16冬季の850hPa面気温偏差の半旬値に回転主成分分析を適用して6つの寒波型を抽出し、500hPa面および1000hPa面の循環場を精査して、これらの寒波型のモデルを提示した。また低緯度に及ぶ寒波型については、赤道越え気流の発生や赤道西風の強化など低緯度大気に及ぼす影響が大きいことを示し、とくにV型（雲南低温型）において赤道積雲域の西進が著しいことを明らかにした。さらに寒波型の出現傾向を精査し、I（南シナ海）型は年による偏りが少なく暦日固定の15～30日周期の変動が見られること、IV（西太平洋）型はENSOとの関連が深いこと、また各型に共通して1988年前後を境に出現傾向が大きく異なっていることを見出した。1980年代後半は1970年代後半と並んで世界各地で数十年スケールの気候が変化した事実が知られているが、本研究では寒波の経路が日本付近から南シナ海へ南下するものから、雲南地方から南シナ海へ南下するものに変ったことが明らかにされた。

このように本研究は、適切な自空間スケールの比較的長期にわたるデータを選び出し、統計的手法を用いて寒波の出現傾向を適確に表現し得た点に特徴がある。中緯度-低緯度相互作用は現在の気候学の最も重要な課題の1つであるが、相対的に手薄であった中緯度から低緯度への影響を知る研究の重要な礎石として高く評価できる。また数十年スケール気候変動（IDV）の研究に対しても新たな知見を加えた点も高く評価できる。

これは著者が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有していることを示す。よって野村千尋提出の論文は博士（理学）の学位論文として合格と認める。