

法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2024-12-22

<研究ノート>冬型気圧配置時の帯状雲の発現 と日本海側地域における降水量分布の地域性

川村, 沙紀 / KAWAMURA, Saki

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政地理 / JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY

(巻 / Volume)

49

(開始ページ / Start Page)

43

(終了ページ / End Page)

50

(発行年 / Year)

2017-03-17

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00014381>

冬型気圧配置時の帯状雲の発現と 日本海側地域における降水量分布の地域性

川村 沙紀

冬季の日本海側地域に多くの降水をもたらす天気の原因として、日本海上に発現する帯状雲が挙げられる。冬季降水と海面水温に関連する研究、ならびに帯状雲の研究は、各気象要素を含めながら総合的に行われてきている。内田（1979,1982）は、850hPa 面付近に帯状雲が生じ、帯状雲の円弧部分の到達地域で降水が多いことを示唆している。本研究では、帯状雲発生時の日本海沿岸部の降水分布、ならびに対象地点の降水量と海・気温差の相関を吟味した。本研究で得られた結果は以下の通りである。①. 帯状雲の発現位置によって、雲パターンⅠと雲パターンⅡに分類できた。雲パターンⅠでは対象地域全体で降水が発現し、とりわけ多降水を記録している領域は日本海寒帯気団収束帯が形成されている位置と合致する。しかもこの場合、この収束帯の南西端の方でより多くの降水がもたらされているため、対馬暖流が影響していると推察される。一方、雲パターンⅡは前者とは異なり、無降水の地域が存在している。これは従来の冬型降水で言及されていた降水分布パターンに近似していると言える。②. 降水量と海・気温差の相関に関しては、多降水であった地域で相関が高く、特に、より相関の高い鳥取付近の地域については、冬季でも対馬海流の北上する海域に相当しているため、やはりこの点からもその影響が伺われる。

キーワード：日本海沿岸部域、降水、帯状雲、日本海寒帯気団収束帯（JPCZ）、海・気温差

Keywords：Japan Sea side area, precipitation, cloud band, Japan Sea Polar Air mass Convergence Zone (JPCZ), air-sea temperature difference.

I. はじめに

日本の冬季に日本海沿岸部域に多くの降水をもたらす一つの原因として、日本海上に間々、発現する帯状雲が挙げられる。この帯状雲は、北西寄りの風（冬季の季節風）に沿った筋状の雲に直交する雲列を持った雲を指す。加えて、この帯状雲の到達しがちな山陰地方から北陸地方に多くの降水（降雪）をもたらすとも言われている（例えば、内田：1979 など）。この帯状雲の発生要因として推測されるのが、日本海、特に暖流である対馬海流による寒気への水蒸気と熱の供給である。日本海の海面水温が変化することによって、海水温と気温の差（以下、海・気温差と表記）が大きくなり、結果的に大気の状態をより静的不安定化へと導き、帯状雲の発現の要因につながると推察することができる。

冬季の日本海側の降水についての研究はこれまでも行われてきている。例えば、田坂（1988）は、冬季降水の地域的差異を擾乱の寄与とその出現頻度から考察し、各地の主原因となる擾乱の出現頻度によって降水量が変動することを明らかにした。さらに、日本周辺の海域と日本の冬型降水との関連を追究した報文も見られる。とりわけ近年、様々な気候要素を取り入れながらその追究が行われてきている。例えば、池原（2005）は、緯度毎に平均した海面水温を用い、その値に加えて、気温、降水量についても経年変化の特性を調べている。

日本海上の帯状雲に関する研究については、衛星画像データの利用が可能になってから行われてきている。特に内田（1979）は、帯状雲発現時にその円弧部分に相当する領域で大雪が降りやすく、大陸からの寒気が収束すると想定されるエリアの 850 hPa 付近に帯状雲が生じやすいことを示

峻している。さらに内田（1982）は、上述した結果に加え、地表近傍に南西寄りの風が流入する場合、より多降雪となる傾向にあることを指摘している。それと同時に、海面水温が高くなっている領域において、寒気の収束が強化される際に、雲の発達ならびに降水量の増加が期待されると付言している。

しかしながら、従来の研究の多くは、西高東低の冬型気圧配置時の抽出条件を採用しているため、帯状雲の出現有無によって分類、考察しているわけではない。そのため、帯状雲に起因する降水なのか、他の原因に因る降水であるのか明確ではない。確かに、内田（1979, 1982）のように、帯状雲の事例のみを取り扱っている研究も少なくはないが、解析の対象期間が1冬季ほどであるため、事例研究としての性格が強く、帯状雲発現時の降水分布パターンや海面水温の状況を気候学的に捉えているとは言い難い。また、事例の抽出段階において天気図を用いず、衛星画像のみから抽出しているために、低気圧などの他の擾乱による降水である可能性も否定できない。

そこで本研究では、帯状雲ならびに帯状雲とそれに直交して出現する雲（＝北西季節風に平行な筋状雲）との境目（不連続域）に発現する日本海寒帯気団収束（Japan Sea Polar Air mass Convergence Zone, 以下、JPCZと表記）に着目し、双方の発現時における降水量分布に焦点を照射した。これに加え、帯状雲発現時の海・気温差と降水量との相関の有無についても併せて追究することを試みた。

II. 研究方法

1. 対象地域・対象期間・使用データ

降水分布に注目する対象地域は帯状雲による降水がもたらされやすい日本海側沿岸部とした。特に先人の研究から、多降水が期待される鳥取、兵庫、京都、福井、石川、富山、新潟の各府県をその解析対象とし、帯状雲の円弧が到達して直面する形となる沿岸部の地点、すなわち鳥取、岩井、香住、間人、宮津、舞鶴、大飯、小浜、美浜、敦

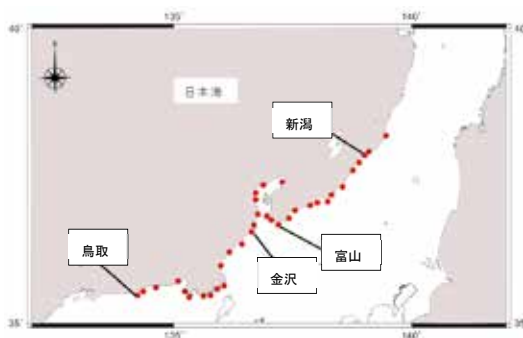
賀、越廼、三国、小松、金沢、かほく、羽咋、志賀、門前、輪島、珠洲、氷見、伏木、富山、魚津、泊、糸魚川、能生、高田、大潟、柏崎、寺泊、巻、新潟、松浜、村上の計35地点（第1図）を選出した。解析の対象期間は2006年から2010年の5冬季（12月21日から2月末）とした。冬季の期間を12月21日からとしたのは、より安定的に冬型気圧配置になる時期（＝「西高東低」型の気圧配置となっている日）を抽出する意図からである。

本研究で用いたデータは、気象庁提供のアジア地上解析天気図（ASAS）、AMeDASの日降水量、時間降水量、日気温、NEAR-GOOS RRTDBの日海面水温データ（MGDSST）である。なお、海面水温データはNEAR-GOOSのデータ仕様により、経・緯度ともに0.25度毎のグリッド地点がプロットされている。高層気象観測データは、850 hPa面（米子と輪島の0900 JSTと2100 JST）を使用している。さらに雲の衛星画像データは、高知大学気象情報ページなどのデータベースから取得して使用した。

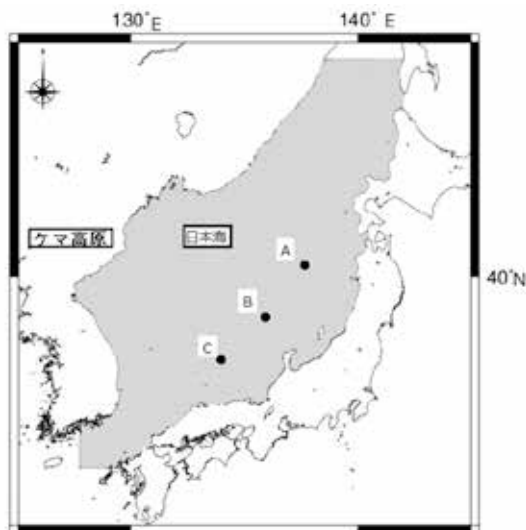
2. 解析方法

(1) 冬型気圧配置日の抽出

アジア地上解析天気図の0900 JSTを使用し、北緯30度から50度、東経125度から150度の範囲に低気圧の中心や前線などの擾乱が見られない日を抽出した。加えて、より安定的に持続している冬型の気圧配置の事例のみを抽出するため、前日の21時のアジア地上解析天気図（2100 JST）でも同様に、上記の区域での擾乱の有無を確認



第1図 本研究における解析対象地点の分布



第2図 海面水温の対象海域とその基準点

し、それが発現していない事例のみを扱うことにした。

(2) 帯状雲発現の有無の判別

天気図から、冬型気圧配置日の抽出を行なった後、その選出日に帯状雲が発生しているか否かを判別し、それが発現している事例と、発現していない事例の2つに大別した。ここで帯状雲が発生していない事例を単純に除外しない理由として、この事例とそれが発現している事例との比較を介して、帯状雲発生日における各気象要素と降水量との相関、および降水分布の特性などが的確に捉えられると想定したゆえである。帯状雲発現の判別資料として、2006年は主に高知大学気象情報ページにある、日本付近の画像(0900 JST)のデータ、ならびに短波長赤外差分画像(0900 JST)のデータを、また2007年から2010年は、同ページの可視画像(0900 JST)のデータを使用した。2006年のみ、異なる画像データを使用しているのは、可視画像の提供期間が2007年からであり、2006年のデータを得られるのが、上記のデータのみであったからである。以上のデータから、日本海上空に帯状雲が発生しているか否かを識別した。

(3) 海面水温

帯状雲発現の有無を判別した後、第3図と第4

図のような海面水温分布図を事例ごとに作成し、帯状雲の覆っている範囲における事例の分類、ならびに雲の範囲によって水温分布の変化の有無を確認した。海面水温のデータは、気象庁提供の、NEAR-GOOSの日海面水温データであり、日本海をカバーする範囲である北緯46.87度から39.12度、東経140.87度から126.62度(第2図)のデータ(絶対値)を使用した。なお、水温分布の状況を等温線と着色を行なうことで表している。その等温線は1℃毎に記入しており、5℃毎に太線で描画している。ただし、これらの図において黒色で彩色された部分は海面水温分布の作図対象範囲外である。また、帯状雲の発現が識別された日の海面水温分布図(各事例の絶対値の図)には、確認できた帯状雲をトレースし、白線で帯状雲と筋状雲の境界線(一種の収束線)を示している。

(4) 降水分布(アイソプレス)

降水量の値は、第1図に示した鳥取から村上までの35地点の日降水量と時間降水量の2つの指標を使用した。なお、日降水量は棒グラフで、時間降水量はアイソプレスで各々作図した(第5図、第6図)。アイソプレス図を採用した理由としては、降水分布の時間的な推移を明らかにする狙いからである。アイソプレスの図では、1mmから等降水量線を引いている。なお、帯状雲が確認できた時間帯の降水域は灰色で着色を施している。

(5) 相関図の作成

降水量と海面水温にどの程度の相関があるのかを捉えるため、海・気温差を算出した。算出に用いる海面水温のデータ地点は、第2図で海面水温の対象範囲内にプロットしたA地点(北緯38.87度 東経138.12度)、B地点(北緯38.12度 東経135.62度)、C地点(北緯36.37度 東経134.12度)の計3地点である。この3地点の対象期間に含まれる、1月の帯状雲出現日の海面水温の値の標準偏差を求めた結果、すべて1.0以下であったため、選出した3地点の相加平均値を、海面水温の代表値として置換した。1月の事例を使用したのは、12月の2月の事例数が非常に少なく、有用な値が得られないと判断したためである。ここで得ら

れた値から、同じ日の日気温の値を減じた値（3地点の海面水温の平均値－各地点の日気温）を海・気温差とし、その値と解析対象地点（日気温の値のない大飯・門前を除く、計33地点）降水量との相関を算出した。

Ⅲ. 結果と考察

1. 雲分布パターンと降水量分布

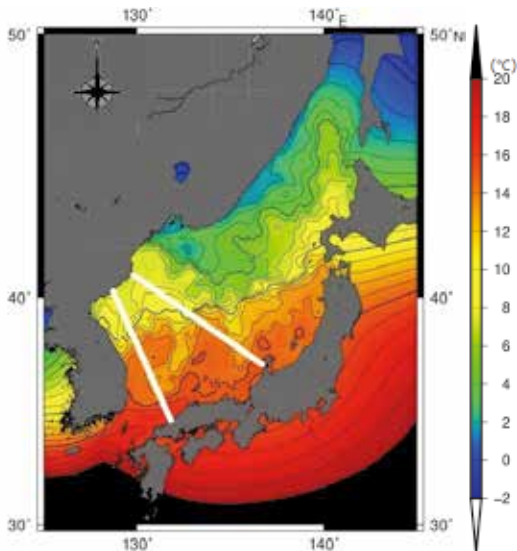
はじめに帯状雲の分布パターン分けの結果を述べる。帯状雲の発現日は、全27事例中17日であり、それゆえ帯状雲の発現が認められなかった日は残りの10事例となる。次に帯状雲発現日の全17事例において、内田（1979）で示された典型的なV字型雲パターンを参考に、その円弧相当部が、①鳥取から能登半島付近に到達するパターンと、②鳥取から新潟にそれが到達しているパターンを判別した。①をパターンⅠ（第3図）、②をパターンⅡ（第4図）とそれぞれ便宜的に定めた。

海面水温図（第3図、第4図）から、事例ごとに水温分布に特異性が見られるか否かを確認した結果、低水温域の分布範囲に若干の相違が見られ

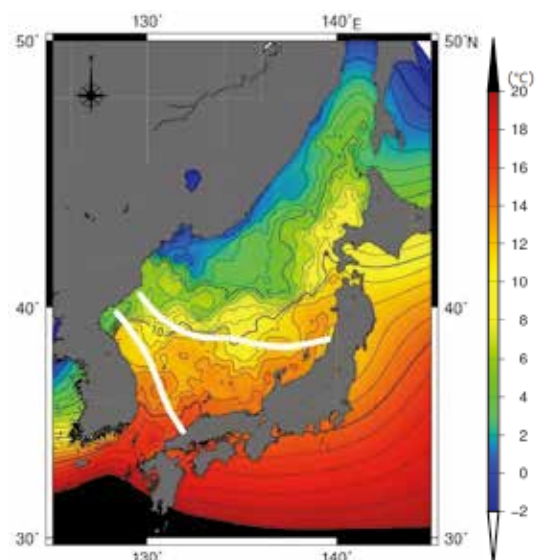
る事例もあったものの、絶対値の水温分布図から、全事例に共通する明瞭な差異は識別できなかった。

次に、対象地域内に降水が発現している雲パターンを対象に、アイソプレス図について吟味した結果を述べる。

まずパターンⅠ（第5図）における降水分布の特徴は、時間や降水強度（1時間当たりの降水量）にかかわらず、対象地域のほぼ全域に降水が発生していることにある。その中でも鳥取から敦賀付近、ならびに上越・高田付近で降水が特に多いことが明らかとなった。これらの多降水地点は、帯状雲の両端、つまりJPCZの位置と合致する。さらにその多降水域の中でも、とりわけ南西端側での降水量が多いと第5図から判断できる。これは冬季でもこの南西端部（鳥取～敦賀間）付近にまで北上する対馬暖流の影響が及ぶ地域ゆえに、その影響が考えられる。つまり、暖流の北上が海・気温差の拡大をもたらし、熱のみならず水蒸気の供給量も多いと容易に推測されるからである。また、多降水になる直前の風速は、降水がもたらされている時間帯よりも強まる傾向にあった。その一方で、多降水時には弱風ではあるものの、風の



第3図 パターンⅠの海面水温分布
(2008年1月2日)



第4図 パターンⅡの海面分布水温図
(2009年1月6日)

収束が生起している事例が多い。さらに、鳥取～敦賀付近の降水に関して詳述すると、この間において午前中には鳥取付近での降水が多く見受けられる。しかし、正午を過ぎた段階で敦賀付近での降水が強まり、23時頃には新潟は無降水であるのに対し、敦賀付近では降水がもたらされていることが確認できる。このような降水域が時刻の推移とともに移り変わる事例が多く現れている。加えて、高層（850 hPa 面）のデータから、米子、輪島双方とも降水の発現域が変移している0900 JSTの風向で西北西が卓越して占有し、これに北西の風向を示す事例が追従している。このことから、高層の風向に支配されて降水をもたらし雲が移動し、1000 JST頃より鳥取から敦賀へ降水分布域が変移した可能性が教示される。また、第5図以外の事例では、敦賀から鳥取にかけて降水分布が変化している事例も一部見受けられた。この時の輪島（0900 JST）では北西の風（850 hPa 面）であったのに対して、米子（0900 JST）では北東の風（850 hPa 面）が観測されていた。このような風向の変化に起因して降水分布が変移したと仮定するならば、この雲分布パターン時には、米子の風向がより強く影響を及ぼすものと示唆される。

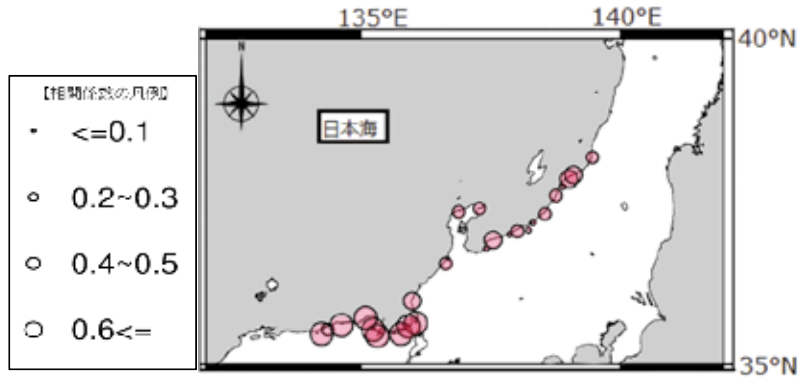
次にパターンⅡ（第6図）について述べたい。このパターンの降水分布の特徴は、鳥取～敦賀間での降水が最も多く、これに続いて泊～柏崎間での降水が多いという事実にある。特に鳥取～敦賀間では、長時間継続して降水が発生している場合が多い。前述したパターンⅠとの相違点として、降水の多い鳥取～敦賀、および泊～柏崎の間の地域（越廼～魚津間）では、無降水、ないしは降水が極端に少なくなっている範囲が存在している点が挙げられる。さらに降水発現時の風速ではパターンⅠと同様、弱風になる傾向が見られた。また、このパターンⅡの850 hPa面の風向は、米子、輪島の両者とも北西、これに次いで西北西の成分が頻出している。帯状雲が発達している地域と降水発現域の分布から、このパターンⅡは従来の先行研究（仁科：1989）で言及されていた降水分布パターンに類似していると言える。

2. 降水量と海面水温との関係

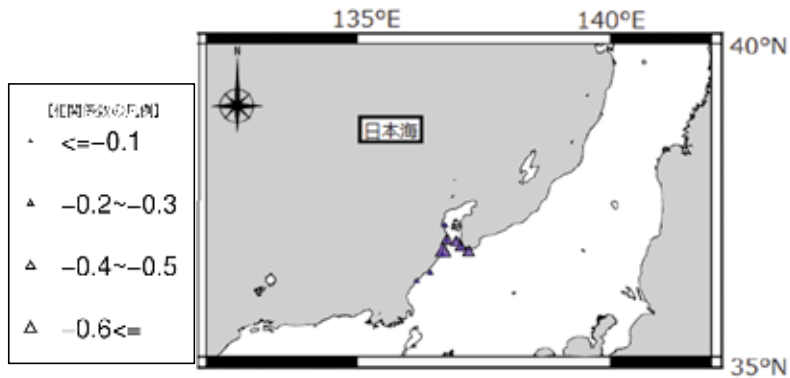
ここでは降水量と海面水温との相関関係について言及する。海面水温の値は、先に解析方法の項でも述べたように、降水分布の際に各地域の気温と日本海上の代表3地点（A～C）の海面水温を使用して求めた海・気温差を指標としている。なお、12月ならびに2月の事例数が3事例以下と少なかったので有効な相関図が作成できない可能性が高いと判断し、帯状雲が発現した1月の事例のみを扱った。また、対象地域に含まれていた大飯と門前に関しては、降水量のみの観測地点であり、海・気温差が算出できなかったため解析対象から除外している。第7図は両者で正相関を示した地点を、また第8図は同じく負相関を示した地点の分布を図示したものであり、それぞれ図形模様で大きさを相関の度合いを表わしている。

結果として、帯状雲発現日の海・気温差と降水量の相関は、ほぼ全地点（33地点中25地点）で正相関を示すことが判明した。とりわけ、鳥取、香住、間人（たいざ）、宮津、小浜、美浜、敦賀、越廼、新潟、松浜では、強い正の相関を示している。この正の相関が強く現れている地域は先に述べた多降水が現出しがちな地域、ならびにJPCZが形成されやすい地域と符合している。と同時に、より相関の高い地域に相当する鳥取～越廼付近は冬季においても対馬暖流の北上が明瞭なことから、この海流からの熱や水蒸気供与の影響が、この相関図にも表出しているのではないかと思われる。

その一方で、小松付近を境として、小松、かほく（河北）、羽咋、志賀、輪島、珠洲、氷見、伏木などでは負の相関が比較的高く現れていることが分かる。また、富山付近の負相関の要因として、例えば、富山湾では冬季季節風吹き走りに小低気圧（＝「富山湾小低気圧」と称されている）が発生する場合のある点が想起される。相関がそれほど高くない地点の多くは、能登半島周辺、または富山湾に面している地点が多い。この事実から、これらの地域の降水には、海面水温に因る影響と言うよりも、上層での収束等による、ある種の擾乱（天気図上では現れないスケール）が強く関与し



第7図 降水量と海・気温差に正相関が認められた地点分布



第8図 降水量と海・気温差に負相関が認められた地点分布

ているのではないかと考えられる。また同時にこれらの地域では、降水の少ない日が極端に多いことなども、両者の相関が高く現れない原因の一つかと考えられる。

IV. おわりに

1. まとめ

本研究では、冬季の日本海上に形成される帯状雲の発現時における日本海沿岸域の降水量分布の特性、およびその際の海面水温との対応について追究を試みた。

その結果、帯状雲が形成されている事例に関しては、その雲域の到達する範囲 (①石川県 (能登半島) 以西, ②鳥取から新潟) によってパターン分類が可能となった。また、海面水温と降水量の

対応関係についても、相関図の作成を介して相関の有無について吟味を加えた。結果的に次のことが明らかとなった。

- 1) 帯状雲の分布パターンごとの降水量分布の特徴は以下のとおりである。まず、パターンIでは、鳥取から能登半島 (石川) までの範囲に帯状雲の円弧が到達していたパターンである。その時の降水分布の特徴としては、対象地域のほぼ全地点に降水発現を確認することができ、特に鳥取～敦賀付近、および泊～柏崎間では、他の地点に比較してより多くの降水が認められた。この多降水地域はJPCZの到達位置と一致している。とりわけ南西端側で降水量が多いのは、南西端部付近の沖合を洗う対馬暖流の影響が大きいかと考えられる。またその際の風速の特徴として、多降水がもたらされる前には風速

が強くなる傾向にあり、多降水時には逆に弱風になることが明らかとなった。さらに鳥取から敦賀までの地域において、時間が経つにつれて降水が西方の地域（鳥取）から東方の地域（敦賀）へ変移する事例が多くあった。この降水の移動は、米子（800 hPa 面）の風向が北西風であったことから、対流圏下層の風による雨雲の移動にその原因が求められると推測される。

パターンⅡは、鳥取から新潟までの日本海沿岸部全域に帯状雲がかかっているパターンである。その際の降水分布の特徴として、多降水域の分布はパターンⅠと類似しているものの、無降水の区域が多降水域の間に存在していることである。その時の風速は、パターンⅠと同様、多降水時に弱風になる傾向が認められた。この降水パターンは、従来の研究で言及されている冬型気圧配置時の降水分布に最も近似していると考えられる。

2) 海面水温と降水量の相互関係を吟味するため、海面水温の指標として海・気温差を算出して両者の相関図を作成した。その結果、正相関が強く現れた地域は、多降水が発現している地域で、かつ JPCZ が形成されやすい地域と合致していた。と同時に、より相関の高い地域は冬季でも沖合を洗う暖流の北上が明瞭な海域と符合することから、海流による影響の可能性が伺える。その一方で、富山県から能登半島付近では、結果として両者が負相関を示していた。この背景としては、この地域が富山湾や能登半島周辺に面している地域に該当することから、海面水温の高低に絡む降水というよりも、上層の寒気等の影響を被った降水である可能性が考えられる。

2. 今後の課題

本研究では、帯状雲の発現時において、どのような降水の分布を示すのかを明らかにし、同時に降水量と海面水温の両者に対応関係が伺えるのか否かを海・気温差を用いて検討を試みた。その結果、ある程度の説明が可能となったものの、降水量と海面水温の関係、および帯状雲の発現時の水温の状況の要因に関しては、一層の客観性を付与

することが求められる。本研究の内容にさらに関わりがあると想定される気象要素に関しては、引き続き定量的な研究が求められるであろう。例えば、解析対象とする事例数をより増やすことで、本研究で分類した帯状雲の分布パターンにおける降水の在り方やその分布特性に差異が現れるのか等の検討を加えていく必要があると考えられる。

謝 辞

本稿は 2015 年度法政大学文学部地理学科に提出した卒業論文を骨子に、加筆・修正をしたものである。本稿をまとめるにあたり、ご指導をいただきました法政大学文学部地理学科の佐藤典人教授、および気象庁・地球環境海洋部の野崎 太様、法政大学文学部地理学科気候学ゼミナールの皆さまには有益な助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。また、本研究の卒論は「2015 年度・法政大学地理学会優秀卒業論文賞」を頂きました。ここに関係各位に対して心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 池原美智子 2005. 冬季における日本海海面水温から捉えた日本の気候変動の地域性. 島根地理学会誌 39. 13-27.
- 内田英治 1979. V 字雲パタンと日本海沿岸の大雪. 天気 26. 287-298.
- 内田英治 1982. V 字雲パタンと日本海沿岸の大雪 (Ⅱ). 天気 29. 43-52.
- 田坂郁夫 1988. 冬季降水量変動の地域性について. 地理学評論 61. 485-495.
- 中江祥浩 1992. 冬型降水に及ぼす日本海海面水温の影響. 天気 39. 271-278.
- 仁科淳司 1984. 冬季季節風下における中部日本周辺の雲分布に与える地形影響. 地理学評論 57. 329-348.
- 仁科淳司 1987. 冬季季節風下における東北日本周辺の雲分布と局地高気圧・低気圧との関係. 地理学評論 60. 147-169.
- 仁科淳司 1989. 局地高気圧・低気圧の発生および帯状雲の上陸からみた冬季季節風下における日本の降水量分布. 地理学評論 62. 1-24.
- 吉永 創・山田二久次・関根義彦 1998. 親潮異常南下に関連する日本の気温・降水量の変動. 天気 45. 105-117.
- 脇坂義和 1986a. 日本列島における冬型降水分布の地域特性. 地理学評論 59. 85-97.
- 脇坂義和 1986b. 若狭湾周辺地域における冬型降水分布の時間的変化特性. 地理学評論 59. 606-624.