# 法政大学学術機関リポジトリ

# HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-05

# <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ので、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 でに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 唆している. 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に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 IST)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

帯状雲発生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I(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 IPCZ 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。多隆水になる直前の風速は、隆水がもたらさ 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



-46 -

(2008年1月2日)



(2009年1月6日)



第5図 パターン I 発現時における日降水量の分布(上)と降水量の
時間距離断面のアイソプレス(下)(2008年1月2日)
※図の上方が北の風向を指し,等値線は1mm 毎に描いている.



第6図 パターンⅡ発現時における日降水量の分布(上)と降水量の時間距離断面のアイソプレス(下)(2008年1月2日) ※図の上方が北の風向を指し、等値線は1mm毎に描いている。

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随している.この ことから、高層の風向に支配されて降水をもたら す雲が移動し、1000 IST 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 IST) 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ので解析対象 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 様の大きさで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走日に小低気圧 (=「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,対流圈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.

#### 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.