

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 18 日現在

機関番号：21301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700856

研究課題名（和文） 前線帯の振る舞いからみた日本の気候変動に関する研究

研究課題名（英文） Climate Change in Japan based on behaviors of frontal zone

研究代表者

高橋 信人（TAKAHASHI NOBUTO）

宮城大学・食産業学部・助教

研究者番号：90422328

研究成果の概要（和文）：

長期間（1948～2009 年）の日本周辺域の前線帯データセットを作成する手法を検討した。さらに、その手法で作った前線帯データをもとにして、日本付近の前線帯の季節進行、年々変動、長期傾向の特徴を明らかにした。その結果、1) 1990 年代以降は 7 月から 8 月中旬の前線頻度が高い状態であること、2) エルニーニョ現象時の日本の冷夏と暖冬が前線帯の振る舞いで説明できること、3) 夏の晴天率の年々変動は前線頻度の影響を強く受けていること、などが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

The methodology for the creation of a long-term (1948-2009) frontal data set around Japan was examined. Furthermore, the seasonal march, the annual behaviors, and long-term trends of the frontal zone were revealed on the basis of the frontal data set. The main findings of this study were as follows: 1) The frontal frequencies increase around Japan during July to middle August since the 1990s. 2) The cool summer and the warm winter around Japan in the El Niño years can be explained by the behavior of the frontal zone. 3) The year-to-year variation of the clear-sky ratio in summer was strongly affected by the frontal frequencies.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：前線帯、季節進行、長期傾向、年々変動、気候変動、日本

1. 研究開始当初の背景

- (1) 日本のような中緯度域の気候変動は、例えば梅雨入りや梅雨明け日時による違いなどのように季節進行の遅速として現れることも多くあるため、季節進行を

考慮した調査・分析をおこなう必要がある。そして、日本周辺域の季節進行が前線帯の移動によってもたらされることを考慮すると、毎年違った形で現れる前線帯の振る舞いの実態を描き出すことが日本の気候

システムを理解する上で重要である。

- (2) これまでの前線帯に注目した研究は、地上天気図上の前線を集計して作成した前線帯データを調査に利用したものが多い。しかし、天気図の前線は最終的には人の手によって描かれるため、そこから得られるデータは十分な客観性が保証されたものではない。さらに、天気図から前線帯のデータを作成するには多大な労力をともなうため、長期間の調査が困難である。このように前線帯データの作成方法とその利用にはいくつかの問題があった。
- (3) 日々の天気図における前線解析において、大気循環場のグリッドデータをもとにして客観的手法を用いて前線を描く手法が多く、先行研究によって検討されてきた。そして、大気下層における温度変数(温位や相当温位など)の傾度や Thermal Front Parameter (以下、TFP) が一定の閾値を越えたグリッドに前線が存在すると判断した時に、天気図上の前線解析の結果と合致するデータが得られることが報告されている。しかし、用いる温度変数やそれらの閾値の設定は、対象とする領域に合うものを選ぶ必要があり、日本周辺域の前線データの作成手法はこれまで確立されていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下のとおりである。

- (1) 大気場のグリッドデータを用いて、気象庁地上天気図上の前線データに合致するような前線帯データの作成手法を開発・改良すること。
- (2) (1)の手法を用いて作成した前線帯データを用いて日本周辺域における過去 60 年間以上(1948 年から現在)の前線帯の振る舞い(年変化、年々変動、長期変化など)を描き出し、明らかにすること。
- (3) (2)で示される前線帯の特徴的な振る舞いに対する日本各地の気象要素(気温、降水量、日照時間など)の反応を明らかにすること。

3. 研究の方法

- (1) 前線帯データの作成には、1948 年以降の長期にわたるデータが整備されている、米国国立環境予報センター/国立大気科学研究センター(NCEP/NCAR)の再解析値を用いる。温度変数として 850hPa 面の温位 θ と相当温位 θ_e を算出し、1948 年から 2009 年まで 6 時間ごとに各グリッドの $\Delta\theta$ 、 $\Delta\theta_e$ 、TFP(θ)、TFP(θ_e)を求める。そして、 $\Delta\theta$ と TFP(θ)、および $\Delta\theta_e$ と TFP(θ_e)が一定の閾値を越えるグリッドに前線がある

ものと判断する。

- (2) $\Delta\theta$ と TFP(θ)の閾値を変えつつ、前線帯データセット(θ 前線)を作る。同様にして $\Delta\theta_e$ と TFP(θ_e)の閾値を変えて前線帯データセット(θ_e 前線)を作る。インターセクション(ブール演算の積)により両前線帯データを統合し、閾値が異なる計 300 万以上の前線帯データセットを作成する。
- (3) (2)で作成した各前線帯データセットを、気象庁地上天気図上の前線を集計して作成した前線帯データ(ただし、1979~2007 年の 4 月から 11 月のデータ)との比較により評価する。両データセット間の類似度が高いほど精度が良い前線帯データセットであると判断する。類似度の指標には Jaccard 係数を用いる。
- (4) (3)で最も高い類似度を示した前線帯データを用いて、日本付近の前線帯の振る舞いを調査する。3 半旬で移動平均した前線分布を分類し、各前線分布型が 1948 年~2009 年において平均的に現れやすい時期を提示する。また、各前線分布型の出現の長期変化を明らかにする。
- (5) エルニーニョ/ラニーニャ現象発生時に着目し、各イベント時における前線分布の平均的な季節進行を調査する。
- (6) 天候が年々の前線帯の位置や前線頻度の影響を強く受ける夏期(7 月 20 日~8 月 16 日)に注目し、前線頻度分布と気象官署 150 地点の晴天率の年々変動における統計的関係を調査する。

4. 研究成果

(1) 前線帯データ作成手法の検討

前線帯データセットの類似度は、類似度を算出する領域、期間により異なり、特に領域による違いが非常に大きいことが確認できた。すなわち、例えば θ 前線、 θ_e 前線に注目すると、日本付近では 0.3~0.5 の高い類似度を示すが、北緯 20 度以南、北緯 45 度以北では 0.03~0.3 の低い類似度を示す。また、高い類似度を示す領域(東経 120~160 度、北緯 25~40 度)に注目して月別(4~11 月)の類似度を求めると、前線帯が日本付近から離れる 8 月に最も低い類似度を示したが、それでも 0.3 以上の値であった。これらのことから、本研究では前線帯データセットを作成する領域を東経 120~160 度、北緯 25~40 度に、期間を 4~11 月とした。

この調査領域、期間において最も高い類似度を示すのは、TFP(θ) > 0.05 K (100km)² かつ TFP(θ_e) > 0.70 K (100km)² の閾値を設定した時であり、この閾値によって作成した前線帯データを本研究で用いることにした。

(2) 作成した前線帯データの特徴

図1に梅雨期(6/10~7/19)における前線頻度分布の気候値を示す。図2には比較のために天気図の前線頻度を集計して作成した同図を示す。両図を比較してわかるように、図1は図2よりも頻度が低い。この他、本研究で作成した前線帯データは、天気図の前線を集計して作成した前線帯データに比べて盛夏期の頻度は高く、前線頻度の季節による変化が小さいことがわかった。しかし、前線頻度の軸の季節進行は同調しており、前線頻度の増減も類似していることが確認できた。

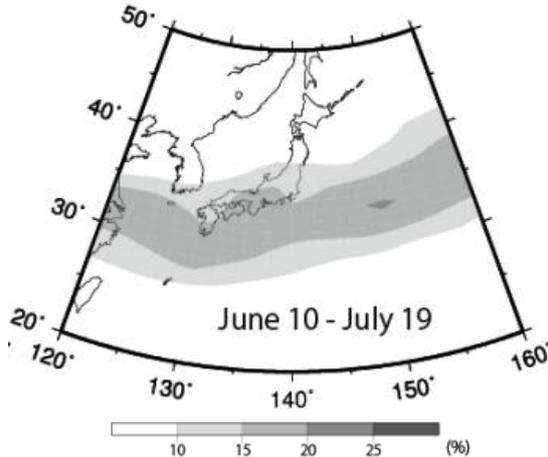


図1 本研究で作成した前線帯データを用いて作成した梅雨期(6/10~7/19)の前線頻度分布図

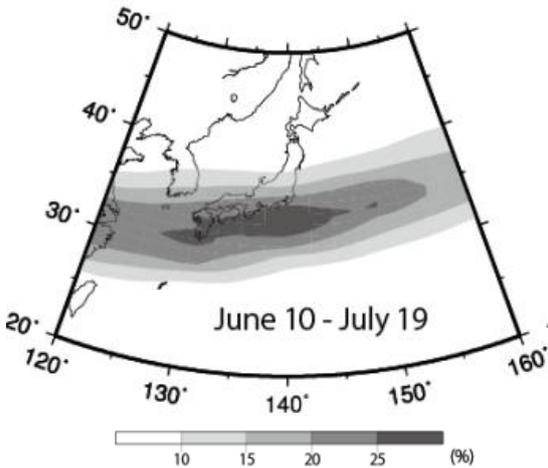


図2 図1と同じ。ただし、天気図の前線を集計して作成した前線帯データを用いた。

(3) 前線分布の季節進行の長期変化

前線分布の20世紀半ば以降の長期傾向を明らかにするため、1948~2009年の各年における半旬ごとの前線頻度分布(3半旬平均値)をクラスター分析により10の前線分布型に分類し、各前線分布型の出現傾向を調べた。その結果、例えば通常は7月中旬の梅雨期後半や8月下旬の盛夏期後半に現れやすい前線

分布型(図3)が、近年は7月下旬から8月上旬にかけて出現しやすい傾向(図4)が明らかとなった。この他、近年は5月において通常よりも南方の日本の南沖(4月の前線帯の位置)に前線帯が留まる傾向なども示された。

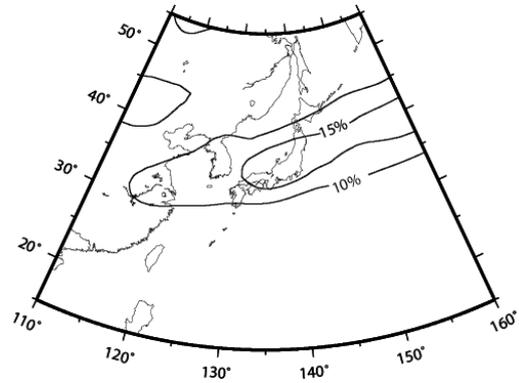


図3 前線分布型T8の前線頻度分布図

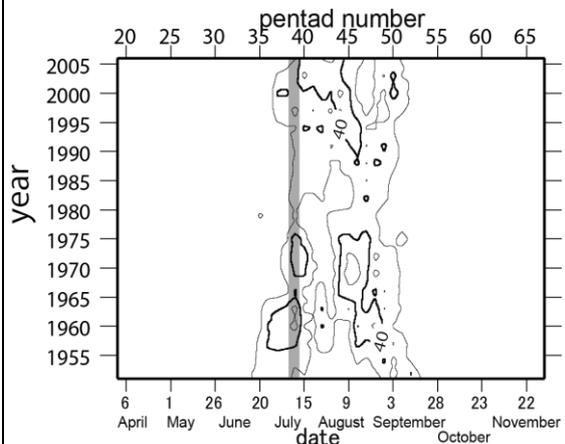


図4 前線分布型T8の出現頻度カレンダー(7年×3半旬の移動平均)。灰色域はこの前線分布型が他の型と比較して最も現れやすい時期を示す。単位は%。等値線間隔は20%。

(4) エルニーニョ/ラニーニャ現象発生時における前線帯の季節進行

エルニーニョ/ラニーニャ現象発生時における日本付近の前線帯の季節進行を明らかにするため、各イベント時の前線分布の合成図を作成した。図5、図6はエルニーニョ現象発生時およびラニーニャ現象発生時における東経140度に沿った前線頻度およびその偏差の緯度-時間断面図である。なお、エルニーニョ/ラニーニャ現象の定義は気象庁の定義を用い、1948~2009年の中からエルニーニョ現象発生年として13年を、ラニーニャ現象発生年として15年を選んだ。

図5から、エルニーニョ現象発生時には7月下旬から8月上旬にかけて日本付近で前線頻度が高いこと、9月からの前線帯の南下が

早く、11月の下旬から翌年の4月頃まで前線帯は通常より北側に位置する傾向にあることがわかった。また、図6から、ラニーニャ現象発生時の夏は前線帯が通常よりも北に位置するが、11月からは通常よりも南に位置することがわかった。これらの前線帯の季節進行は、エルニーニョ現象発生年における冷夏から暖冬への季節進行、および、ラニーニャ現象発生年における暑夏から寒冬への季節進行を表すものであり、既存の報告と整合的な結果が得られたといえる。

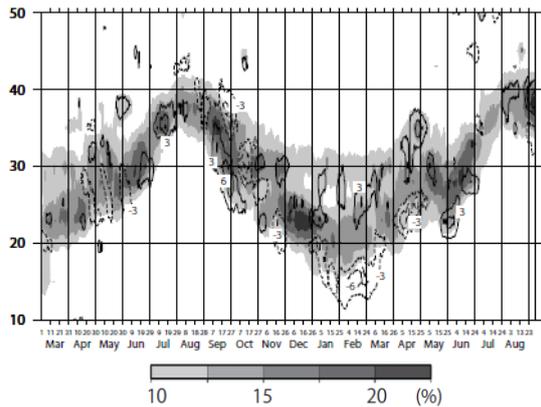


図5 エルニーニョ現象発生時における前線頻度とその平年からの偏差(単位:%)

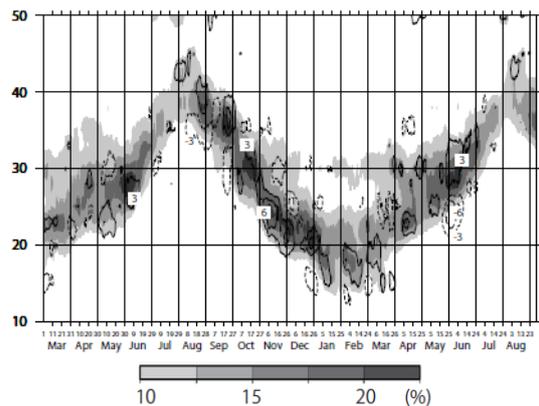


図6 ラニーニャ現象発生時における前線頻度とその平年からの偏差(単位:%)

(5) 夏期の前線帯の振る舞いと日本の天候の関係

夏期を7月20日～8月16日として定め、日本の150地点の気象官署のデータをもとにして、各年の晴天率(平均雲量8.5以下、降水1mm以下の日の出現率)を算出し、その年々変動と前線頻度分布との関係を調査した。まず、各観測点の晴天率の年々の値をもとにクラスター分析をおこない、日本を10地域に分けた。次に各地域の地域平均晴天率と前線頻度の相関分析をおこない、両者の統計的関係を明らかにした。結果、例えば図7の相関係数の分布図をみるとわかるように、本州の

多くの地域の晴天率がその地域の200～400kmほど南の前線頻度と深く関わっていること、北海道や南日本地域ではそれらの関係が弱いことなどが明らかとなった。

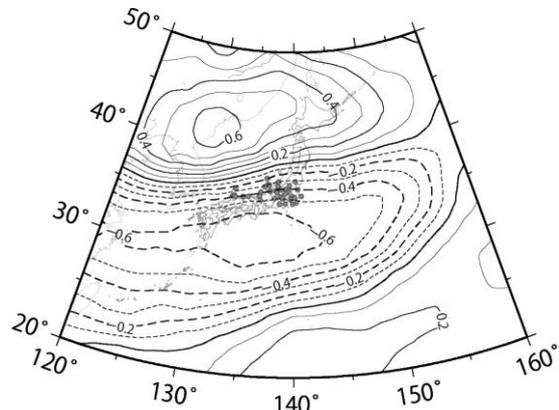


図7 関東甲信地域の地域晴天率と前線頻度の相関係数の分布図。例えば負の相関係数の分布域は晴天率が低い(曇天率が高い)時に前線頻度が高い領域を示す。

(6) 本研究の意義と課題

日本各地の気象要素の変化として現れる気候変動と大気循環場との関係において、それらを媒介する前線帯データを利用することによって、気候変動の実態をより詳細に描き出すことができることを示すことができた。また、大気循環場の状態を、前線帯の変動を示しつつ、日本の各地の天候や降水量の変動に翻訳するための重要な情報を示すことができたとも言える。また、本研究で開発した前線帯データの客観的作成手法は、北半球および全球の前線帯データの作成を検討する際の重要な資料となる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 高橋 信人、20世紀半ば以降における日本付近の前線帯の季節進行、宮城大学食産業学部紀要、査読有、5巻、2011、pp.53-62

[学会発表] (計7件)

- ① 高橋 信人・加藤 内藏進、日本の梅雨期と秋雨期における前線活動に伴う雨域の比較、日本地理学会、2012年3月28日、首都大学東京(東京都)
- ② Nobuto TAKAHASHI、Characteristics of summer frontal zone around Japan during 1951 to 2010、Annual Meeting of the Association of American Geographers (AAG)、2012年2月27日、NY Hiltonホ

テル (アメリカ/ニューヨーク)

- ③ 高橋 信人、夏期における日本付近の前線帯の年代別特徴、日本気象学会、2011年11月16日、名古屋大学 (愛知県)
- ④ 高橋 信人、NCEP/NCAR 再解析値から作成した北半球の前線帯データについて、日本地理学会、2011年3月29日、明治大学 (東京都) (震災により中止、ただし発表は成立)
- ⑤ Nobuto TAKAHASHI、Interannual variations in seasonal march of polar frontal zone around Japan、American Geophysical Union 2010 Fall meeting、2010年12月15日、モスコニセンター (アメリカ/サンフランシスコ)
- ⑥ Nobuto TAKAHASHI、Seasonal march and interannual variability of the polar frontal zone around Japan、5th Korea-China-Japan Joint Conference on Geography、2010年11月9日、東北大学片平キャンパス (宮城県)
- ⑦ 高橋 信人、エルニーニョ/ラニーニャ現象発生時の日本付近における前線帯の季節進行、日本気象学会、2010年10月27日、京都テルサ (京都府)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 信人 (TAKAHASHI NOBUTO)

宮城大学・食産業学部・助教

研究者番号：90422328