

論文審査の結果の要旨

氏名 小坂 洋介

北半球夏季において、熱帯西部北太平洋(フィリピン付近)における積雲対流活動と日本付近の等圧面高度場との間に正の相関があることが1980年代の後半にNittaによって発見された。これはPacific-Japan (PJ)パターンと呼ばれ、東アジアにおける夏季の天候に影響する主要な遠隔影響パターンの1つである。日本の天候にも大きな影響を与える重要な変動パターンであるが、その三次元的な構造の詳細や生成メカニズムについてはまだ十分に理解されていない。これまでの観測的研究は、限られた期間の水平的に解像度の粗い気圧データに基づくものであったし、メカニズムについても、積雲対流活動に伴う順圧的な、すなわち、鉛直に符号を変えない単純な構造を持つ波動生成、もしくは、気候学的平均流の順圧的不安定モード等の解釈はあったが、三次元的なエネルギー論等も含め、十分な議論がなされてきたとは言えない。

本研究は、近年公開された長期間の客観解析大気データを用いて、その三次元空間構造と力学を論じたものである。

第1章においては、PJパターンに関する既存の研究がレビューされ、偏差パターンの三次元構造、エネルギー論や、海面水温との関係等、まだ理解が十分でないことが指摘される。

第2章で、本研究で用いられたデータと解析に用いる力学診断法の解説を行った後、第3章では、25年間にわたる再解析データセット(最新のデータ同化法によって過去にさかのぼって解析されたもの)を用いて合成図が作成され、PJパターンの三次元的構造が明らかにされる。PJパターンは従来の解析同様対流発達領域付近の低気圧性偏差とその極側での高気圧性偏差を示すが、その鉛直構造は従来信じられてきた「熱帯で傾圧的、中緯度で順圧的」という単純なものではなく、東西に長い渦度偏差が上層ほど北に傾く構造で特徴づけられることが示される。

第4章においては、まず、偏差の渦度収支には、平均南北風の鉛直シアも重要な役割を果たしていることが示され、また、エネルギー収支解析により、対流圏下層のモンスーンジェットおよび貿易風の出口付近での東西に長い偏差に対する順圧エネルギー変換、並びに亜熱帯の西風ジェットの出口での有効位置エネルギー変換により、PJパターンがエネルギーを気候場から効率的に受け取ることが示される。これらのことは、PJパターンの発現に、三次元的に変化する

る基本場、すなわちモンスーン期の西太平洋の特異性、とくにフィリピン付近下層での東西風の収束が重要な役割を果たしていることを意味している。偏差場を基本場に対してずらしてエネルギー変換を算定すると効率が下がることから、著者は、PJ パターンが、下層でモンスーン西風と亜熱帯高気圧からの東風が収束し、中緯度上空に西風ジェットが吹く夏季西太平洋特有の基本場のもとで、最も効率的に励起される力学的モードであるとの仮説を提唱する。この仮説はさらに理想化されたモデル計算によって検証された。

以上の仮説はPJの三次元的循環偏差パターンの力学的起源を明らかにするものであるが、同時にPJパターンは顕著な対流偏差を伴っており、エネルギー解析も対流偏差による非断熱的エネルギー変換が上述の力学過程と同等の重要性を持っていることを示している。第5章において、著者はPJパターンに伴う循環偏差が対流偏差のある場所の上昇流を助長する傾向があることを示し、また、循環偏差に伴う海上風偏差が海面からの蒸発を促し、対流を促進する効果を持つことも示した。すなわち、PJパターンは乾燥力学的モードであるばかりか、より一般的に、水の相変化～対流も含めた湿潤力学的モードと解釈できる可能性を示している。このことは、PJパターンの発現を特定地域の海面水温偏差に結び付けるような単純な解釈から、中緯度からの波列等も含めた多様な励起が可能であることを意味しており、予測可能性の議論に重要な指針を与える。

第6章においては、夏季西部太平洋と同様の気候学的特徴を持つ世界の他の地域、北半球夏季の西部北大西洋、南半球夏季の西部インド洋、中部南太平洋、西部南大西洋、においてもPJパターンと同様の特徴を備える偏差パターンが同定されるという観測的証拠が提示され、著者のPJパターンが気候学的基本場の特徴に基づくものであるとの主張がさらに強化される。

このように本研究は、東アジアの天候変動理解にとって重要なPJパターンの構造と力学を包括的に明らかにしたもので、今後の大気変動パターンや予測可能性の研究にも大きな影響を与えるものと考えられる。

なお、本論文第1、3、4、5、7章は、中村 尚氏との共著論文の結果を含んでいるが、論文提出者が主体となって計算及び解析をおこなったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

よって、博士（理学）の学位を授与できると認める。