

論文審査の結果の要旨

氏名 横山 千恵

熱帯の降水は、地球大気の大循環を駆動する役割を果たし、その実態の解明は、気象学の大きな課題である。しかし、降水は、さまざまな時空間スケールの気象擾乱からもたらされ、雲に伴う水蒸気や風の鉛直分布も重要な役割を果たすため、海洋が多くを占める熱帯での降水の地域特性等については、未だよく知られていない。

申請者は、近年気候学的な解析ができるまでに蓄積されてきた熱帯降雨観測計画 (TRMM) 等の衛星データや、最新のデータ同化システムによって過去に遡って解析された再解析気象データなどを駆使して、東太平洋熱帯収束帯 (ITCZ) 域における降雨システムの特性を、西太平洋と対比させて調べた。

第 1 章において、熱帯域における降雨特性に関するこれまでの研究がレビューされた。雲頂高度に着目して、対流圏界面 (15-16km) に達する深い積雲対流、融解層 (地上約 5-8km) に雲頂を持つ雄大積雲、および、貿易風逆転層レベル (約 2km) に雲頂を持つ積雲の 3 モードの雲が存在することが近年明らかになってきた。また、水平スケールに着目すると数 10km 程度で激しい対流性降雨を伴う孤立した積乱雲と、数 100km の広い範囲で組織化され、対流雨に加えて層状性降雨の割合も大きい雲クラスターやスコールラインなどのシステムが知られており、対流性、層状性降雨の比率に応じて雨滴凝結に伴う加熱の鉛直分布が異なっている。これらの降雨特性は、それをもたらす気象擾乱や、擾乱を生じさせる大規模環境場に大きく影響を受けると考えられるが、その実態はまだ明らかでない。ことに、同じ熱帯でも、東太平洋では、西太平洋に比して、背の低い雨が多く、かつ層状雨が多いことが知られているが、このような相違がどのような要因で生じるかについては理解されていない。

第 2 章においては、本研究で用いた衛星や大気循環データ解説された後、第 3 章において、東太平洋域、ことに降雨の集中する熱帯収束帯 (ITCZ) 域での降雨特性と大規模環境場の関係が、西太平洋暖水域と対比しながら解析された。TRMM 衛星搭載の降雨レーダデータをもとに、降雨システムの面積とそれに伴う最高降雨頂高度とによって、降水を分類し解析した結果、西太平洋暖水域では、孤立した積乱雲と雲クラスターなどの組織化したシステムとに伴う深い雨が卓越し、それに伴う大規模環境場も地表から約 7 km にも達する深い収束場で特徴付けられる一方、東太平洋 ITCZ 域では、約 1 km 以下の浅い境界層収束場と雄大積雲で構成される浅い雨と組織化した中程度に深いシステムに伴う雨が卓越

することが明らかになった。1998 年以降に利用可能になった宇宙からの降雨レーダ観測に基づいて、降雨システムの面積、高度を、それに伴う大規模収束場や加熱高度等と関連付けて、はじめて明瞭に分類することができた。

第 4 章においては、東太平洋での浅い降雨と組織化した深い降雨がどのような総観規模気象擾乱によってもたらされているかが解析された。まず、東太平洋では、西太平洋に比して、下層での鉛直速度に総観規模擾乱の特徴がよく現れ、周期約 3-7 日の西進擾乱が卓越することが示された。合成解析により、擾乱の構造を調べると、約 9° N を中心として南西-北東方向に傾いた渦と、赤道を中心として顕著な南北風を持つ大規模循環とを伴う 2 重構造で特徴付けられることが明らかとなった。波動解析の結果、後者は混合ロスビー重力波 (MRG) と同定された。擾乱の鉛直構造においても、上層と下層とに上昇流のピークを示す“2 階建て構造”を持つことが見出された。上層のピークは MRG 成分によってもたらされる下層の深い赤道越え南風流入に伴っており、これが東太平洋での組織化された深い対流の存在をもたらす一要因である。擾乱の運動エネルギー生成においても、西太平洋では深い対流に伴う加熱が主要因であるが、東太平洋では、雄大積雲に伴う浅い加熱に加え、浅い境界層収束場からの順圧エネルギー変換も寄与していることが示された。

第 5 章では、本研究の結果が総合的に考察され、東太平洋 ITCZ 域では、強い海面水温勾配に基づく浅い収束場のもとで、平均的に深い雨は西太平洋暖水域より生じにくい場であるが、2 重構造の擾乱、すなわち、渦-MRG の相互作用によって深い収束が作り出され、深い雨が生じているという新しい仮説が提唱された。

本研究によって、実態のよく把握されていなかった熱帯東太平洋域の降雨特性が明らかになった意義は大きく、今後の熱帯気象・気候研究の進展に貴重な貢献を為したと考えられる。

なお、本論文第 3、4 章は、高藪 縁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。