

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Climatological study on atmospheric water cycling over the Maritime Continent

(海洋大陸上における大気水循環の気候学的研究)

氏 名 金森 大成

論 文 内 容 の 要 旨

熱帯赤道域に位置する海洋大陸では、年間を通して対流・降水活動が活発であり、これに伴う対流圏中～上部での水蒸気の凝結により、大量の潜熱が放出される。そのため、海洋大陸は、地球大気の主要な熱源域の1つであり、局地規模だけでなく全球規模の気候形成にとっても重要な意味を持つと考えられる。そこで本研究では、以下のように2つの副研究、(1) 海洋大陸の降水特性、と(2) 海洋大陸上の降水の維持機構、を合わせ実行することで、海洋大陸の大気水循環過程を解明することを目的とした。

(1) 海洋大陸の降水特性

海洋大陸において海洋域と陸上域を区分した時、それぞれの日周期変動に違いがあることが知られている。島内陸では日中～夕方にかけて、近海では深夜～早朝にかけて降水量極大が出現する。また、この海陸コントラストによって特徴付けられる降水日変化特性は、特に、マッデン＝ジュリアン振動(MJO)と呼ばれる30～60日周期で熱帯赤道域を東進する大規模熱帯擾乱の通過に影響を受けて変化する。つまり、海洋大陸の降水特性は、顕著な季節内変動と日周期変動、さらには、両時間スケール変動の相互作用にその特徴があると考えられる。

しかし、主に衛星データが利用されている先行研究は、高い時間・空間分解能を持っているが、ここで表現されている降水日変化特性は不連続な観測値を重ね合わせて得られた平均日周期変動である。この衛星データの弱点を補うべき地上雨量計を用いた研究も、雨量計の空間密度の問題から十分に降水日変化特性の詳細を把握するに至っていない。結果として、日周期変動と季節内変動の相互作用の解明も十分であるとは言い難い。

そこで、本研究(1)では、ボルネオ島西部サラワク州内の海岸部から内陸部に展開されている地上雨量計から得られる実時間雨量データと日積算雨量データを用い、降水活動の季節内変動に伴う日変化特性について調べた。また、衛星データより得られる格子点降水量データを用い、陸上域とその周辺海洋域における降水活動の関係を調べた。

20 地点の時間雨量データのクラスター解析により、この地域の気候学的な日変化特性は海岸部（3 カテゴリー）と内陸部（4 カテゴリー）に区分された。また、MJO に伴う降水季節内変動についても、この海岸部・内陸部で大きな違いが見られた。雨量計データより、海岸部は内陸部と比較して、MJO の影響を受けた降水量変化が大きかった。さらに、格子点降水量データの解析から、周辺海洋域では陸上域と比較して、MJO の影響をより強く受けていることが分かった。

これらの結果より、海岸部は、内陸部とは異なり、MJO の活発・不活発期における降水特性が周辺海洋域の降水特性と同様の変動を示すことが明らかになった。海岸部では、午後～夕方と深夜に2つの降水量極大を示し、内陸部では夕方～夜間にかけて1つの降水量極大が出現した。海岸部と内陸部で共通する午後～夕方にかけての降水量極大は日中の海風の影響を受けたものであり、海岸部で出現する深夜の降水量極大は周辺海洋域の降水量極大と一致していることが分かった。そして、MJO が活発になるに従い、海岸部における降水量極大時の降水量は、午後～夕方では大きな変化が見られないが、深夜においては増加していた。一方、内陸部では、MJO の活発期に降水量極大時の降水量が増加した。海岸部・内陸部ともに、MJO の進行は降水量極大時刻に大きな影響を与えることはなかった。しかし、降水頻度と降水強度に与える MJO の影響には、海岸部と内陸部で大きな違いが生じた。MJO 活発期には、海岸部・内陸部における降水量極大時刻を中心とした降水量の増加に対して、内陸部では降水頻度の増加、海岸部では降水頻度と降水強度の両方の増加が、特に深夜の降水量増加に寄与していることが明らかになった。再解析データによる大気環境場の解析を行うことで、この時、海岸部の深夜では陸風と海上の一般風との下層収束が強化されて活発な対流活動が生じたと推測した。また、内陸部では、MJO 活発期には不活発期と比較して相対的に海洋域からの水蒸気輸送が増加しており、このことが夕方～夜間の降水をもたらす雲システムの発生に寄与していたと考えられた。

（2）海洋大陸上の降水の維持機構

（1）で明らかになったように海洋大陸における主要な時間スケール変動である季節内変動と日周期変動に着目し、海洋大陸全域を対象とする格子点降水量データ、再解析データを利用して、海洋大陸上の大量の降水は何によって維持されているのかを調べた。

まず、季節平均された鉛直積算水蒸気フラックス収束量の空間分布は、降水量の空間分布とよく対応した。しかし、ボルネオ島とその沿岸域では、通年で見た場合、大量の降水量にも関わらず水蒸気収束がほとんど見られず、大気水循環過程は海陸の違いだけでなく、島ごとに異なることが分かった。さらに、より時間分解能の高い格子点降水量データ（3 時間間隔）を用いて、降水量の全分散に対する日周期成分より短い周期の時間変動の分散比を求めた。その結果、海洋大陸の陸上域とその近傍海域では日周期変動、海洋上では日周期変動より長周期の変動を持つ降水活動が卓越していることが示された。以上の結果から、本研究（2）の解析対象は、ボルネオ島、もう1つの主要な島であるニューギニア島、それぞれの島の陸上域及び近傍海域、そして、海洋域に区分した。

格子点降水量データと再解析（水蒸気量・風速ベクトル）データを入力とした大気水収支法の適用を行った。大気水収支項各項（降水量・水蒸気フラックス収束量・可降水量の時間変化）の季節変化から、ボルネオ島では降水の再循環率が高いことが明らかになった。これは、ボルネオ島では、降水活動に対して周辺からの水蒸気移流の効果が他の地域と比較して少なく、季節性の大気循環場の変動の影響を余り受けないことを意味している。一方、ニューギニア島では、周辺からの水蒸気移流が降水量の季節変化に大きく寄与しており、降水の再循環率が低かった。

日周期変動時間スケールでの降水量・水蒸気フラックス空間分布によると、ボルネオ島とニューギニア島ともに、陸上域と近傍海域の間で海陸風循環を介した水蒸気移流が存在し、その降水への寄与が大きかった。この傾向は、**MJO**の東進により大規模循環場が変化しても大きく変わらなかった。また、陸上域と近傍海域で発達する対流活動も、常に日周期変動が卓越していることが示された。以上から、海洋大陸の島の陸上域とその近傍海域では、水蒸気移流の日周期変動により大量の降水が維持されており、特にボルネオ島では大規模循環場の影響を受けにくいことが明らかとなった。このことは、ボルネオ島の降水は、陸上とその近傍海域の限られた領域における水循環が卓越し、地表面からの蒸発散量が降水に大きく寄与していることを示唆している。