

別紙 I

| | | | |
|------|---|---|---|
| 報告番号 | ※ | 第 | 号 |
|------|---|---|---|

主 論 文 の 要 旨

論文題目 熱帯における大気と海洋表層の気候場および季節内振動に関する衛星観測研究

氏 名 金丸 佳矢

論 文 内 容 の 要 旨

年間を通して強い日射に晒される熱帯域では海洋が広く分布し、加熱された海面水温 (SST) は降水活動が活発な暖水域 (Warm pool) を形成する。熱帯域の SST の空間分布や Warm pool 上の降水活動は、大気と海洋間の水や熱交換を介して熱帯大気循環の維持に一端を担う。本論文は、熱帯大気循環の描像の更なる理解を目指して、SST、降水活動、大気水蒸気量が相互に影響しあう気候場の動態を調査した。

本論文では、様々な衛星やセンサによって得られた広域な観測データを使用した研究を行った。近年の衛星観測技術の発展によって最先端の観測機能をもつ様々なセンサが登場し、それらを搭載した衛星の観測データが長期間蓄積されるようになった。複数の衛星観測データを使用することで、SST のほか、鉛直分布を含む大気中の水蒸気量や気温、降水量、海上風ベクトルや蒸発量、など様々な観測物理量が広域にわたって得られる。これら観測データを複合的に使用することで、現在の気象・気候の更なる理解を深めることが可能となる。

大気と海洋表層の相互作用の結果としてもたらされる SST と大気の鉛直積算水蒸気量 (CWV) の気候場の分布の関係を調査した。SST と CWV を結びつけるために、境界層と自由大気間の水蒸気の鉛直勾配の指標である水蒸気のスケールハイトを導入した。SST と CWV の関係を比較した結果、CWV の変動は SST に対応する Clausius-Clapeyron の関係だけでなく水蒸気のスケールハイト変動にも関連することが分かった。一方、地表面の水蒸気量の変動は Clausius-Clapeyron の関係を介した SST の変動で説明できた。したがって、SST は地表面の水蒸気量を支配する。CWV の SST 依存性は領域間で明瞭で、SST が 27°C よりも低い亜熱帯海洋上では SST は CWV を強く支配する。それよりも高い SST が分布する熱帯海洋上では、SST だけでなく水蒸気の鉛直勾配の変動も重要である。

これらは、熱帯域の大気循環に伴う境界層から自由大気の水蒸気の鉛直輸送の領域差として理解出来る。亜熱帯海洋上は大気循環の下降域に相当し、蒸発と境界層水蒸気の水平発散で水収支が釣り合う。地表面は発散場であるため、下降流は境界層から自由大気の水蒸気の鉛直輸送を妨げ、水蒸気の鉛直勾配は変化しない。一方、熱帯海洋上は、大気循環の上昇流域に分布し、境界層の水蒸気収束と深い対流に伴う降水が釣り合う。地表面が収

束場であるため、境界層の水蒸気は自由大気へ鉛直輸送され、水蒸気の鉛直勾配を変化させる。

ここまでの解析はあくまで静的な気候場を対象にしていたが、続いて熱帯大気海洋結合現象の動態を明らかにすべく、季節内振動 (ISO) に着目した研究を行った。ISO は、30-80 日周期の大規模雲降水システムを伴った大気循環偏差が Warm pool 上を伝播する現象である。ISO の伝播経路は季節性をもち、北半球冬ではインド洋で発生した ISO は南半球側へ偏りながら東進し、北半球夏の ISO はインド洋から北東進する。ISO の伝播経路は季節によって異なるが、ISO に伴う雲降水変動は海面に到達する太陽放射や風速変動に伴う海面蒸発を変調させ、降水活発域に先行して SST の高温偏差をもたらすことが季節に問わず共通する。ISO に伴う大気変動が海洋表層に影響をもたらす要因をより深く理解するために、海洋混合層の熱収支解析を用いた解析を行った。

インド洋から西部太平洋の東半球上で北半球冬 (11 月から 3 月) と北半球夏 (5 月から 9 月) の季節ごとに ISO のコンポジット解析を行い、ISO の降水活発域に先行する SST の高温偏差が季節によらず確認された。海面熱フラックスや海洋表層の移流、湧昇を考慮した海洋混合層の熱収支コンポジット解析から、短波放射フラックスと潜熱フラックスの変動がいずれの季節にも重要であることが分かった。短波放射フラックスは ISO の伝播に伴う上層雲の雲量変動で説明され、潜熱フラックスはスカラ風速変動に大きく支配される。ISO に伴う循環場偏差は進行方向である東側では東風偏差を伴うため、背景場が西風であるとき、スカラ風速が弱化し暖水偏差が現れる。スカラ風速と潜熱フラックスの減少は、降水不活発期の短波放射フラックス増加と協調し、先行する SST の高温偏差を形成する。一方、背景場が東風の場合では、東風偏差はスカラ風速と潜熱フラックスの強化をもたらし、短波放射の増加と相殺して SST の先行伝播は起こらない。背景場が西風となる領域は、北半球冬では南半球側の赤道直下、北半球夏は赤道以北のインド洋に限定される。また、北半球夏の ISO に先行する SST の高温偏差の北進については、南北風の背景場も重要であることがわかった。以上の結果は、海上風気候場の地理的分布が ISO に伴う SST 偏差の伝播特性において本質的に重要である可能性を示唆する。