

論文審査の結果の要旨

氏名 坂本 圭

中緯度偏西風帯の圏界面付近では、トラフが深まりその切離先端がされて孤立した低気圧（上層寒冷低気圧：Upper Cold Low 以下 UCL）がしばしば形成される。この UCL はしばしば台風生成を促すように働くことが指摘されている。本論文では、夏季北太平洋で形成する UCL の切離から衰弱までを通して熱帯対流活動との関係に注目し、データ解析や数値シミュレーションの手法を用いて対流雲が UCL に与える影響や UCL と対流雲とが関連したシステムの構造を明らかにした。

本論文は 7 章から構成される。導入部の第 1 章では、先行研究を紹介して研究の目的を述べている。UCL の南東側で熱帯の対流活動が活発となる現象がしばしば見られることがよく知られており、台風発生においても UCL の重要性が示唆されていることを示した。そして、それにもかかわらず現実大気の UCL と対流活動が関連した構造についての力学的、熱力学的な解釈が十分になされていない点が指摘された。第 2 章は、使用したデータとモデルの設定についての解説に当てられている。

第 3 章では、UCL の切離過程に対流雲が果たす役割が論じられている。まず 22 年間の統計解析から、対流活動が活発な西太平洋では 4 割以上の UCL が切離時に対流を伴うことを示した。次に、事例解析および数値シミュレーション解析の結果、対流雲を伴う切離過程では、対流に伴う上層の発散が渦度の減少を通じて切離を促していることを示した。

第 4 章では、切離後の UCL と対流雲とが形成するシステムについて論じられている。統計解析からは、西太平洋では切離後の構造に対流雲を伴う UCL は 8 割弱存在することを示した。さらに事例解析、数値シミュレーション、渦位インバージョン解析、エネルギー収支解析により、UCL と対流雲との相互作用のメカニズムを解明した。即ち UCL に伴う南風が UCL の東側で下層まで達することにより、この南風と太平洋高気圧南西縁の南風によって、下層の高相当温位空気と対流雲が南から移流され、対流雲の内部で暖気核と上昇流、UCL の内部で寒気核と下降流となっていた。この構造に対応して対流雲域では上昇流に伴う下層の収束によって渦度が強化され、UCL 内部では下降流に伴う上層の収束によって渦度が強化されていた。このように UCL と対流雲が相互作用することに

よって両者が強めあい、この構造が作られていることが示された。

第5章では、UCLの衰弱過程に対流雲が果たす役割について論じられている。衰弱過程では、対流を伴うUCLは西太平洋に多く存在し、UCLの内部に対流雲が存在して衰弱するものと中緯度偏西風帯のトラフに合流するものとが同程度の頻度であった。その機構については、対流雲の生成に伴う潜熱加熱によってUCLに伴う対流圏上層の寒気核が衰弱してUCLの衰弱を早めるという重要な役割を果たしていることがわかった。一方、対流を伴わないUCLは東太平洋に多く存在しており、中部太平洋トラフの中に合流するものが多かった。

第6章では、UCLと対流雲が関連した現象の例として、太平洋熱帯域夏季において対流活動帯が急激に北上する「対流ジャンプ」の構造について解析した。その結果、対流ジャンプの典型年には必ず対流活発域の北西側に上層の高渦位が見られ、4章で論じた「UCLと対流雲が関連したシステム」と類似した機構が働いていることが示唆された。

最後の第7章では全体のまとめと今後の展望を述べている。

以上のように、本論文は、夏季北太平洋で発生するUCLの切離から衰弱までの過程において、特に対流雲との関係性に注目してUCLの出現頻度の分布を示し、UCLの切離と衰弱における対流雲の役割を示した。特に、UCLの南東側で対流活動が活発となる現象について、事例およびコンポジット解析、渦位インバージョン解析、数値シミュレーション実験を駆使して詳細に解析し、UCLや対流雲が果たす役割および両者が相互作用して形成するシステムの構造とメカニズムを初めて明らかにした点は重要である。従来UCLは台風生成を促す効果を持つことが指摘されているが、これまでの研究では台風生成における上層の渦位の役割について定量的に明らかにされていない。本論文はUCLと対流雲との相互作用関係について多角的な方向から定量的にメカニズムを調べることに成功しており、今後台風生成等の実際の顕著な現象におけるUCLとの相互作用を明らかにするための大変重要なステップを築いたといえる。

なお、第3章と第5章の結果の一部は、指導教員である高橋正明氏との共著論文としてJournal of the Meteorological Society of Japanに発表されており、第4章の結果、および第6章の結果は同じくそれぞれ投稿予定であるが、いずれも論文提出者が主体となってデータ解析・数値実験及びその結果の解析等を行なったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。