

論文審査の結果の要旨

氏名 柳瀬 亘

本論文は、日本海を含む中高緯度海洋上の寒気内にて寒候期に頻繁に発現・発達し、時には強風や豪雪等による被害をもたらす低気圧、いわゆる「ポーラーロウ」の力学を本質的に明らかにした初めての研究である。この種の低気圧は通常の総観規模低気圧よりも水平規模が小さく（数百 km）、人工衛星から雲画像が撮影されるようになり初めてその存在が認識されたもので、個々の事例により多様な分布の雲群を伴うことが観測的に知られている。しかし、低気圧の内部構造や発達のメカニズム、特に、多様な雲パターンの形成が環境場の如何なる特性を反映したものかについては、納得し得る説明が従来全く与えられてこなかった。

本論文は5章と補遺から成る。第1章は導入部で、ポーラーロウに関する観測事実、並びに従来の理論的、数値的研究に基づく解釈が広汎にレビューされている。続く第2章では、本研究で行なわれた数値モデル実験の詳細が記されている。特に、用いた数値モデルには雲物理過程が含まれ、その高い水平解像度（2km 乃至 5km）は対流性雲群の分布を表現するに十分なことが述べられている。

第3章では、背景の偏西風に伴う傾圧性の強度を系統的に変更しつつ繰り返された数値実験の結果が概観され、初期渦の時間発展、特に低気圧に伴って形成される雲パターン、低気圧中心の発達率やその南北方向の移動が、背景場の傾圧性強度に依り系統的に変化する傾向が明瞭に示された。即ち、傾圧性が著しく弱い場においては、熱帯低気圧のように中心域の「眼」とそこから伸びる数本の螺旋状の雲群とに特徴付けられる軸対称性の高い雲パターンが形成される。傾圧性の高まりに連れて雲パターンの軸対称性は徐々に崩れ、傾圧性が特に著しい場においては、「コンマ」状の雲群パターンが形成されることが示された。また、傾圧性の高まりに伴う低気圧の発達率の増大には、背景場からの有効位置エネルギー変換の増大のみならず、西風鉛直シア中の擾乱による下向き西風運動量輸送に伴う背景場からの運動エネルギー変換の増大も寄与することが示され、非地衡風レジームの（湿潤）傾圧不安定擾乱の性質を帯びることが確認された。さらに、比較的弱い傾圧性の場においてポーラーロウが極方向へ移動する傾向は、低気圧極側前面で特に顕著な対流に伴う渦管の伸長に因るものと解釈された。続く第4章においては、過去の研究と照らし合わせ、上記の結果に地球流体力学的な様々な観点から総合的な議論が加えられている。さらに、成層度や平均温度

など、傾圧性以外に背景場を特徴付けるパラメータに対するポーラーロウの構造の依存性も、付加的な数値実験にて調査され、その解釈も示されている。

これらの重要な成果は第5章にまとめられ、過去の観測的研究にて示された個々の雲パターンの多様性が、各事例で推測される背景場の傾圧性を考慮すれば、本数値実験の結果に基づき定性的に解釈できることも確認された。さらに、補遺として、非地衡風レジームにおける湿潤大気の傾圧不安定に関する線型解析の結果を掲げ、強い傾圧性を有する西風中にて発達中の「ポーラーロウ」が示す北西から南東方向へと傾く気圧軸の特徴的構造が、線型解析の結果と整合的であることも論じられている。

以上のように、本論文では、よく練られ系統的に実施された複数の数値実験とその出力結果の詳細な解析や深い理論的考察とを通じ、観測されるポーラーロウの3次元構造とそれに附随する雲群分布の多様性が、背景場の傾圧性への依存性の現れとして統一的・系統的に解釈可能なことを初めて提唱し、その多様性の背後にあるポーラーロウ発達のメカニズムの本質を解明することに成功した。その学問的成果は高く評価されるべきである。

なお、本論文の第1章から第5章にかけてと補遺は、新野 宏教授（東京大学）との共同研究に基づくが、いずれも論文提出者が主体となって数値実験や理論解析および考察を行なったもので、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。