

EarthCARE 衛星搭載のドップラーレーダにより観測された 波状構造の全球分布と力学的特性の解析

森田隼一朗¹, 高橋暢宏²

(1: 名古屋大学理学部地球惑星科学科、2: 名古屋大学宇宙地球環境研究所)

要旨

2024年5月に打ち上げられた EarthCARE 衛星搭載の雲プロファイリングレーダ (CPR) により、雲粒子の鉛直ドップラー速度を全球にわたって観測することが可能になった。CPR の観測では、ドップラー速度の上昇領域と下降領域が水平方向に交互に並んだ数十から数百 km に及ぶスケールの波状構造をしばしば観測している。雲内部の波動を直接捉えられる人工衛星は前例がなく、波状構造がどこでどのように観測されるかは不明である。CPR が観測する現象を正しく理解することは EarthCARE ミッションの発展という観点でも重要であるため、本研究は CPR が観測する雲内部の波状構造の全球分布と力学的特性の解明を目的とする。

ドップラー速度の観測データから波状構造を検出するため、連続ウェーブレット変換 (CWT) を用いた。2024年12月から2025年11月の1年間のドップラー速度の観測データに対して各高度で衛星進行方向に CWT を適用し、振幅 0.5 m/s を超える波長 5~30 km の波が水平・鉛直方向に 2 km 以上連続して含まれる構造を波として検出した。検出された波の代表事例について、MSI や ERA5 の大気の再解析データなどを用いて詳細解析を行った。

検出された波は、高緯度の山岳地帯・海岸沿いなどの地形が急峻な地域の対流圏下層に集中していた。これらの波は主に、安定な大気下で地形の影響を受けて発生する山岳波であると考えられる。南極大陸リーセル＝ラルセン半島における事例では、下層風が半島に向かって吹き付け、その風下側で波が観測されており、山岳波の特徴と一致した。熱帯収束帯の対流圏上層でも波が多く検出された。

アフリカ大陸中央部における事例では、発達した対流雲の雲頂付近で波が検出され、MSI によって波に対応した同心円状の雲列が観測されていた。Meteosat Third Generation による時系列雲画像では、この波がアンビルの広がりと共に同心円状に伝播する様子が捉えられていた。これは強い上昇流が対流圏界面に衝突することで発生する、対流活動に伴う重力波であることを示唆している。さらに、検出された波の各事例について、Kelvin-Helmholtz 波 (KH 波) の発生指標であるリチャードソン数を算出し、KH 波の分布を推定した。太平洋上における事例では、波が観測された高度で強い風の鉛直シアが存在し、そのシアベクトルが波に伴う雲列と直交しており、KH 波の特徴と一致していた。