SLH 台風モジュール構築のための LFM シミュレーションデータ解析

横山千恵¹, 辻宏樹², 濱田篤³, 幾田泰醇⁴, 高藪縁¹

(1:東京大学 AORI, 2:RESTEC, 3:富山大学, 4:気象研究所)

要旨

積雲対流に伴う潜熱加熱は、熱帯低気圧 (TC) の発生・維持に本質的な役割を果たすと共に、その大きさや構造に影響する。そのため、個々の TC に対する潜熱加熱 3 次元分布の観測に基づく定量的把握は、TC メカニズムの理解に不可欠である。GPM 主衛星搭載 2 周波降水レーダが観測する降水 3 次元情報を活用した潜熱加熱のスペクトル推定 (Spectral Latent Heating; SLH) アルゴリズムは、熱帯モジュール (Shige et al. 2004, 2007, 2008, 2009) と中緯度モジュール (Yokoyama et al, 2025; Hamada et al. 2025) とから構成される。TC の潜熱加熱は、現在のところ熱帯モジュールにより推定されるが、TC 独自の構造のため、TC 用のモジュール (台風モジュール) を開発することが望ましい。本研究では、気象庁局地予報モデル (LFM) による日本南海上における 7 事例の TC シミュレーションデータを解析し、台風モジュール構築に有用な降水-潜熱加熱の関係に関する知見を得ることを目的とする。

TC の方位角方向平均した潜熱加熱プロファイルの動径分布を調べた結果、特徴の異なる 3 領域が示された。TC 中心から半径 0-100 km では、壁雲の降水に伴う傾いた対流性の大きな加熱が特徴的であり、高度 2-4 km 付近で加熱はピークとなる。層状域では、対流域の傾いた加熱に接続するように対流圏上層で加熱が見られる。融解層高度より下では冷却域が存在するが、同時に対流圏下層の加熱も見られる。

半径 150-250 km では、対流域の加熱の傾きが見られなくなり、層状域の上層加熱は強まる。半径 250-500km では、層状域の潜熱加熱構造は、熱帯層状性降水に伴う構造に近づく。Yokoyama and Takayabu (2008)による TC 降水統計では、TC 中心から約 100 km および 250 km 付近を境に降水特性が変化する様子が示されている。それぞれの領域における降水特性は上述の加熱構造の特徴と整合的で、TC が、壁雲域、層状性降水の支配的な領域、および、その外側領域に分けられることが示唆される。そこで、本研究では、TC を半径 100 km および 250 km で 3 領域に区切り、領域ごとに対策を講じることとした。

次に、各領域において降水頂高度 (PTH) を指標に並べ替えた潜熱加熱プロファイルのスペクトル表示図を作成した。層状性降水については、どの領域でも融解層高度下の冷却と下層加熱とが見られる。層状性の潜熱加熱プロファイルと浅い対流性加熱プロファイルとを重ね合わせてトータルを推定する手段は有効だと考えられるが、各領域で実際にどのような現象が生じているのか今後詳細に調べていく必要がある。また、対流性降水に伴う潜熱加熱プロファイルは、PTH と共に単調に変化せず、PTH 10 km 付近で不連続が見られる。例えば、半径 100-250 km では、PTH が 10 km より低い場合は PTH 増加と共に加熱のピーク高度が上昇するが、10 km を超えると加熱のピーク高度が徐々に低くなり、PTH が 12 km を超えると再びピーク高度が上昇する。一方で、降水強度は PTH 10-12 km で最も強く、背の高さと降水強度が必ずしも一致しないという近年の知見と整合的である。TC は非常によく組織化した対流であるのに対し、熱帯モジュールで用いられる降水-潜熱加熱の関係性は、浅い対流から比較的孤立した深い対流、組織化した対流等を全て反映したものである。そのため、TC の壁雲の外側の対流性降水であっても、従来の熱帯レジームに対する降水-潜熱加熱の関係性からの修正が必要であることが示唆される。