北半球中緯度温帯低気圧の降水特性と潜熱加熱の統計的調査

辻　宏樹[1]，高薮　縁[1]，栃本　英伍[2]

（1:東京大学大気海洋研究所，2:防災科学技術研究所）

要旨

温帯低気圧に伴う降水は中緯度域における降水の大部分を占めており、水循環に大きな影響を与える。また、降水に伴う非断熱加熱は渦位生成を通して低気圧の発達に影響を与えることも知られている。低気圧における降水や加熱の重要性は多くの研究で指摘されているが、特定事例の観測結果や数値モデルに基づく議論が多数であり、観測データに基づく統計的で定量的な議論はほとんどなされていない。特に加熱に関して観測データに基づく解析はこれまでなされていない。本研究では GPM 主衛星が搭載する二周波降水レーダ観測データを用いて、2014 年から 2020 年における約 900 の北半球冬季温帯低気圧の加熱と降水の平均的構造やその時間変化を統計的に解析した。

低気圧域(低気圧中心から 1000 km 四方の領域)内で平均した加熱や降水は低気圧が最低中心気圧を記録する時刻の 24 時間前に最大値を持つ。加熱の鉛直プロファイルは、高度 3.5 km にピークを持ち、高度 750 m より下層で負となる。加熱や降水の水平分布のコンポジット図から、温暖前線や閉塞前線と関係する進行方向前面北側における降水/加熱のピーク(以降、温暖前線域の加熱/降水とする)に加えて、低気圧中心南側に寒冷前線に伴う降水/加熱のピーク(以降、寒冷前線域の加熱/降水とする)が確認された。寒冷前線域の降水はこれまでの北半球冬季温帯低気圧を統計的に調査した先行研究では確認されていなかった。温暖前線域の降水の大部分は 10 mm/h 未満の強さの弱い層状性降水によって構成されている一方、寒冷前線域の降水は 10 mm/h を超える強い対流性降水で特徴づけられていることが明らかになった。二つの前線域のコントラストは層状性降水比によって明瞭になる。

急発達する低気圧と急発達しない低気圧に分けた解析も行った。急発達する低気圧では最低中心気圧時刻の 24 時間前のピークが顕著である一方、急発達しない低気圧ではこのピークが不明瞭である。最低中心気圧となる時刻より前での加熱や降水の値は、急発達低気圧で急発達しない低気圧の 2 倍程度大きい。これは、低気圧の発達に対する降水や潜熱加熱の重要性を示唆している。急発達低気圧では降水分布において前線構造が明瞭に確認できるが、急発達低気圧では不明瞭であった。一方、層状性降水比を用いると、急発達しない低気圧でも二つの前線域を識別できることも明らかになった。