

# 日本の暖候期における停滞性降水系発生時の環境条件

鶴沼昂・竹見哲也（京都大学 防災研究所）

日本における集中豪雨は、台風の直接的な影響を除けば主に停滞性降水系によるものが多く、それらの多くは暖候期に発生する。これらの停滞性降水系は、場所・季節毎に異なる特徴を持つ。このことは停滞性降水系が周囲の環境条件に大きく左右されることに起因していると考えられる。停滞性降水系発生時の環境条件を事例毎に調べた研究はこれまでに数多く存在するが、その統計的調査は必ずしも十分に行われていない。したがって本研究の目的は、停滞性降水系発生前の環境条件について共通する特徴を明らかにすることとする。

本研究では停滞性降水システムを調査するために気象庁全国合成レーダーを使用した。停滞性降水系の抽出には Algorithm for the Identification and Tracking Convective Cells (AITCC, Shimizu and Uyeda 2012) を使用した。また、停滞性降水系発生前の環境場を調査するために高層観測データを使用した。停滞性降水系が発生する場合の比較対象として、レーダーの観測時及び高層観測時の両方で降水が無い時刻を非降水時データとした。降水系発生時と非降水時とで主要な安定度指数・環境パラメータを計算し、それぞれの環境条件の違いを統計的に調べた。

抽出された停滞性降水系は、主に太平洋側の海岸線付近あるいは山岳域に集中して分布していた。ここで解析期間全体の雨量に対する本研究で抽出された停滞性降水システムがもたらす雨量の割合を調査したところ、太平洋側で雨量の割合が高く、日本海側で雨量の割合が少なかった。環境パラメータにおいては、全てのケースについて非降水時に比べ停滞性降水系発生時の可降水量及び 1000–800 hPa 間の風速差が大きい傾向を持ち、それらの平均値の差は 95%信頼区間において有意であった。このような違いは、場所・季節を問わず同様に見られた。最も有意な差は可降水量で見られた。そこで水蒸気量の鉛直分布を調査したところ、非降水時よりも停滞性降水系発生時の場合に場所・季節に関係なく対流圏全体において水蒸気量の絶対値は有意に大きくなっていった。可降水量に対する高度毎の水蒸気量の寄与を調査したところ、非降水時に比べて停滞性降水系発生時において、高度 2 km 以上の水蒸気量の寄与が有意に高かった。以上から、非降水時と比べた場合の停滞性降水系発生時に重要な熱力学的条件は、可降水量が多いことに加え高度 2 km 以上の水蒸気量の寄与が大きいことであると言える。また、風向・風速については、非降水時に比べて停滞性降水系発生時の hodograph の曲率が大きくなっていった。この hodograph の曲率を 0-3 km の環境場のヘリシティに置き換えて調査したところ、非降水時に対する停滞性降水系発生時の環境場のヘリシティは有意に大きかった。さらに hodograph の曲率は、主として南北風の大きさによってコントロールされていることがわかった。したがって、非降水時と比較した停滞性降水系発生時に重要な力学的条件は、地上と高度約 2 km 間の風速差が大きく、0-3 km の環境場のヘリシティが大きいことである。

さらに、上記で得られた熱力学的特徴を数値的に確かめるために、理想化した条件下での数値実験を実施した。使用した数値モデルは、CM1 (Bryan and Fritsch 2002) リリース 17 である。水平格子間隔は 1 km、鉛直方向には 100-500 m のストレッチ格子を用いた。計算領域は東西 512 km、鉛直 21 km の 2 次元とした。初期場は最も発生数の多かった夏期・太平洋沿岸域について鉛直プロファイルの中央値を水平一様に与えた。また、下部境界においてガウス型の強制収束場を配置し、時間積分において収束を与え続けた。水蒸気量の高度毎の感度を調査するために、相対湿度の値を非降水時から停滞性降水系のものに地上から 1 km ずつ高度 12 km まで変化させた計 13 例の実験を行った。

相対湿度を地上から高度 1 km まで停滞性降水系のものに置き換えると深い対流が発生したが、それらの多くは孤立した対流であった。相対湿度を高度 2-4 km まで置き換えると、継続的に深い対流が発生した。相対湿度を高度 5 km 以上に置き換えた実験では、発生する対流の挙動は高度 2-4 km まで置き換えたものとほぼ似ているが、雲凝結物の量が領域平均値で 0.2 g/kg ほど上昇した。以上の結果から、降水系の形成には高度 2-4 km における水蒸気量の鉛直分布が重要であり、それより上空の水蒸気量は雲凝結物を増加させる効果があることがわかった。これらの結果は、統計解析で得られた停滞性降水系の環境条件として高度 2 km 以上の水蒸気量の寄与が高いという結果と整合的であった。