

台風の温帯低気圧化時における上層・下層の渦位偏差間の相互作用に関する研究

○吉野 純・石川 裕彦・植田 洋匡

1. はじめに

台風は、中緯度傾圧帯に達すると、トラフと相互作用しながら温帯低気圧化する。台風の温帯低気圧化のプロセスは、急激に非軸対称化して減衰する「変形期」と、その後の「再発達期」に細分化できる(Klein et al., 2000)。台風9918号も、中緯度トラフと相互に接近し合いながら、急激な減衰と再発達を遂げており、典型的な温帯低気圧化の事例であったと言える。

台風9918号の急減衰期には、台風は一般風のシア流中を北東進しながら非軸対称化して、暖気移流(上昇流)・寒気移流(下降流)のダイポール構造となっていた。再発達期になると、上層のトラフと下層の台風は相互に巻き込みながら接近し、最終的には、鉛直にカップリングして再発達を遂げた。

本研究では、渦位を用いた診断的解析(渦位部分的逆変換)により、局地気象モデルPSU/NCAR MM5(Dudhia, 1993)により再現された台風9918号の温帯低気圧化時に生じる渦位偏差間の相互作用の詳細に関して調査した。

2. 渦位部分的逆変換について

本研究では、Davis and Emanuel(1991)によって開発された渦位部分的逆変換(piecewise PV inversion)により、起源の異なる個々の渦位偏差が強制する風速・高度・温度の偏差場を診断した。任意に分離された渦位偏差 q_n を、ジオポテンシャル偏差 Φ_n と非発散流線関数偏差 Ψ_n の関数で表される線形化エルテル渦位式：

$$q_n = L(\Phi_n, \Psi_n)$$

と、同じく Φ_n と Ψ_n の関数で表される線形化バランス関係式：

$$\nabla^2 \Phi_n = L(\Psi_n)$$

とで構成される連立偏微分方程式系を、適当な境界条件のもとで解いた。上記の線形化については、Davis(1992)の手法(完全線形法)に基づいてい

る。MM5で再現された渦位場 q は、以下の4種類の渦位偏差 $q_n(n=1\sim 4)$ に分離された。

- (1)乾燥した正渦位偏差：上層のトラフ
- (2)湿潤な正渦位偏差：下層の台風
- (3)湿潤な負渦位偏差：台風上層のリッジ
- (4)下部境界の渦位偏差：境界層の暖気・寒気移流

3. 結果と考察

台風9918号の急減衰期には、大気境界層内において、顕著な暖気移流・寒気移流によるダイポール構造が存在していた。台風中心は、その暖域側に位置していた。上層のトラフと下層の台風は、半波長位相のずれた位置関係にあり、相互に低気圧性循環を弱め合うように作用していた。急減衰期の台風上層で発達する負渦位偏差は、台風の中心気圧を上昇させるように寄与するだけでなく、トラフの接近を妨げるよう循環を形成しており、台風の発達には好ましくない環境を形成していた。この上層のリッジ(低渦位)は、後方流跡線解析により、雲内部の非断熱加熱域を通過する気流が、対流圈上層において不安定化することで形成されていた。

再発達期になると、大気境界層内では、トラフに伴う寒気移流の方が、より卓越するようになる。台風中心に接近した上層のトラフは、下層の台風と相互に低気圧性回転で巻き込み合い、最終的には、位相が一致する。この、上層のトラフと下層の台風の相互作用は、「藤原効果」と呼ばれるバイナリーハリケーンの相互作用と類似する。上層の負渦位偏差は、上層のトラフを低気圧性回転で巻き込むような風の場を強制していた。また、この負渦位偏差は、下層の台風を上層のトラフ方向へと接近させるように作用していた。更には、台風の中心付近で上昇運動を生み出すジェットストリームの形成に、この負渦位偏差は不可欠であった。

以上、本研究により、台風9918号の温帯低気圧化時には、対流活動に伴い形成される上層の負渦位偏差が、台風の強度変化・構造変化に、重要な役割を果たしていたことが明らかにされた。