

日本海寒帯気団収束帯に伴う直交型筋状雲の発生機構

\*永戸久喜・加藤輝之 (気象研)

1. はじめに

寒気吹き出し時に、朝鮮半島の付け根付近から日本列島にかけて形成される日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)上では、帯状雲がしばしば観測される。2001年1月14日に観測された帯状雲について、村上ほか(2005)及び永戸(2005)では、衛星画像、航空機による直接観測及び雲レーダ観測、気象観測船による高層観測などの観測データと水平分解能1kmの雲解像モデル(気象庁非静力学モデル)による再現結果の解析から、帯状雲を形成する特徴的な雲域の一つである直交型筋状雲の構造について調べた。その結果、一混合層内の水平風の鉛直シアベクトルの向きに平行に、北東から南西の方向に伸びていた、一主に対流雲から形成されており、個々の対流雲は高さとともに鉛直シアの下流方向に傾いていた、一混合層の発達に伴い南西側ほど背が高く幅が広がっていた、などの特徴が見られた。今回は、雲解像モデルの再現実験結果の解析から、直交型筋状雲の発生機構について調べた結果を報告する。

2. 直交型筋状雲に伴う擾乱の構造

図1に、直交型筋状雲域内の高度0.52kmでの鉛直風の水平分布を示す。波状の構造が見とれ、直交型筋状雲にはほぼ対応していた。この波状構造について調べるために、各物理量( $\phi$ )を筋状雲に直交方向(x方向)の平均( $\bar{\phi}$ )とそこからの偏差( $\phi'$ )に分けて、偏差を擾乱成分として解析を行った。平均場の鉛直プロファイル(図略)をみると、平均風の筋状雲に平行な方向の成分( $\bar{v}$ )に高度3km以下で北東方向(yの正の方向)に向かう鉛直シアがあり、高度1.5km付近に変曲点があった。一方、平均風の筋状雲に直交する方向の成分( $\bar{u}$ )には顕著な鉛直シアは見られなかった。また、下層1km以下に対流不安定な成層が見られた。図2には図1のX0-X1における擾乱成分各量の鉛直断面図を示す。鉛直風( $w$ )は高度0.2から1.5kmで振幅が大きく、上昇流域は雲域に対応していた(図2a)。浮力( $b$ )は高度0.5km以下で $w$ と同位相( $b'w' > 0$ )であった(図2b)。 $u'$ は高度1.5km以下で $w$ と位相が90度ずれており( $u'w' \sim 0$ )、この断面上でロール状の循環みられた(図2c)。 $v'$ は高度1.5km以下で $w$ と逆位相( $v'w' < 0$ )となっていた(図2d)。図1のY0-Y1に沿った鉛直断面図(図略)を見ると、擾乱成分の鉛直循環は鉛直シアの上流方向に傾いていた。これらの結果から、直交型筋状雲はロール状の循環を伴う波状擾乱に伴って生成されていることが分った。

3. 波状擾乱の運動エネルギー収支解析

波状擾乱の生成・維持機構を調べるために、運動エネルギー収支解析を行った(図略)。図1の領域で平均した擾乱の運動エネルギー(EKE)は高度2km付近にピークを持ち、高度4km以下に分布していた。エネルギー生成項では、高度0.5kmから3.0kmでは鉛直シア生成項の振幅が卓越していた。この内訳をみると、筋状雲に平行な成分の平均風の鉛直シアからのエネルギー変換がEKEの維持に大きく寄与していた。浮力生成項は高度1km以下で卓越しており鉛直シア生成項に次いでEKEの維持に寄与していた。一方、水平シア生成項の振幅は全層で小さくEKE維持への寄与は殆どなかった。この結果から、波状擾乱は基本場の鉛直シアと浮力からのエネルギー変換によって維持されていることが分った。

4. まとめ

直交型筋状雲に伴う擾乱に見られた特徴は、鉛直シアの影響を受けた熱的不安定波(Asai 1972)とよく似ていた。

参考文献

- Asai, T., 1972: *J. Meteor. Soc. Japan*, **50**, 525-532.  
 永戸久喜, 2005: 気象研究ノート, **208**, 265-276.  
 村上正隆ほか, 2005: 気象研究ノート, **208**, 251-264.

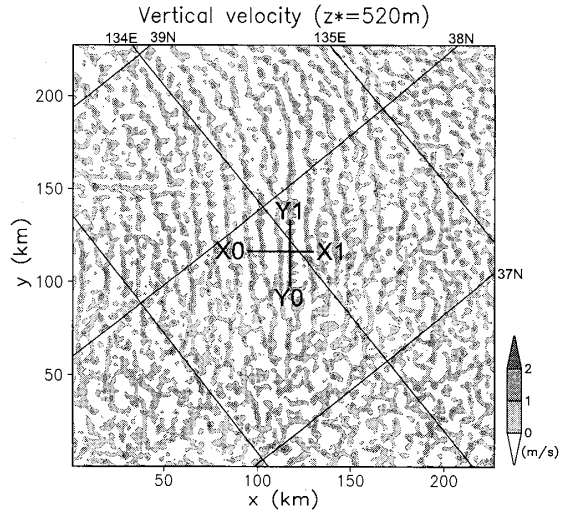


図1: 気象庁非静力学モデルでシミュレートされた、2001年1月14日15JST(5時間予報値)の高度0.52kmにおける鉛直風の水平断面図。

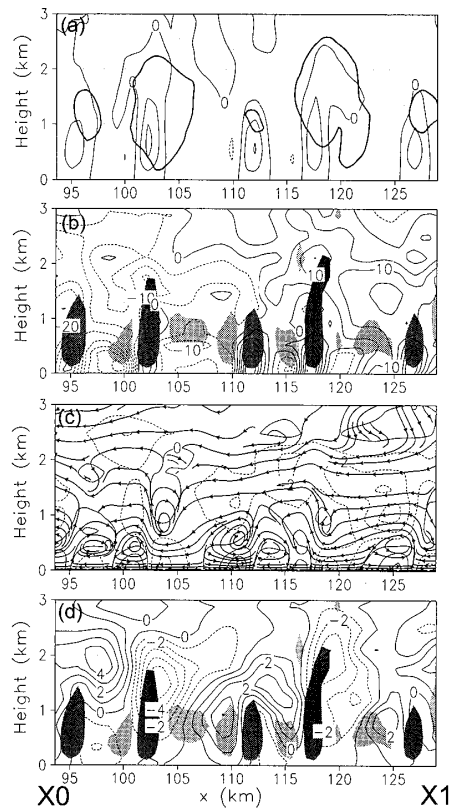


図2: 図1のX0-X1線上における擾乱成分の鉛直断面図。(a)  $w'$ ; コンター間隔  $0.5 \text{ m s}^{-1}$ , (b)  $b'$ ; コンター間隔  $5 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ , (c)  $u'$ ; コンター間隔  $1.0 \text{ m s}^{-1}$  及び断面上の流線( $u', w'$ ), (d)  $v'$ ; コンター間隔  $1.0 \text{ m s}^{-1}$ . (a)上の太いコンターに囲まれた領域は、凝結した全水物質の混合比が  $0.1 \text{ g kg}^{-1}$  以上の領域を示す。(b)および(d)上の濃い(薄い)シェードは鉛直風が  $0.3 \text{ m s}^{-1}$  以上 ( $-0.3 \text{ m s}^{-1}$  以下)の領域を示す。各量はX0-X1線を挟んで10kmの幅で平均した。