

2005年12月の豪雪と客観解析データおよび雲解像モデルの予想結果から推定される雲頂高度との関係

Relation of Dec.2005 heavy snowfall and cloud-top heights estimated from objective analyses and forecasts of cloud-resolving model

加藤 輝之 [1]; 林 修吾 [2]

Teruyuki Kato[1]; Syugo Hayashi[2]

[1] 気象庁・気象研・予報; [2] 気象研

[1] MRI, JMA; [2] MRI/JMA

積乱雲の発達高度は、下層の空気塊を乾燥断熱線に沿って持ち上げ凝結高度まで持ち上げ、その後湿潤断熱線に沿って持ち上げた時における浮力がなくなる高度 (level of neutral buoyancy: LNB) によっておおそ見積ることができる。下層の相当温位が高くなる (水蒸気量が多く、気温が高くなる) ほど、LNB は高くなる。冬季日本海上では、地表面付近の空気塊は相対的に暖かい海面から潜熱・顕熱を得る (気団変質を受ける)。また、吹走距離が長く、寒気と海面水温の温度差が大きいほど気団変質の影響は大きい。そのために、日本列島の日本海側に近づくにつれ、下層の相当温位は高くなる。このことから、日本海側ではLNBが高くなり、雲頂高度も高くなると考えられる。

まず、2001~2005年度の12/1月を対象に日本列島の日本海側付近のLNBについて、6時間毎の気象庁領域客観解析データ (RANAL、水平解像度 20km) を用いて統計的に調べた。2005年12月の豪雪と積乱雲の発達高度との関連をみるために、2001~2004年と2005年の12月で平均したLNBの分布を比較した。2005年におけるLNBの平均は700 hPaより上空となり、2001~2004年と比べると50 hPa以上高くなった。また、LNBが出現する頻度も他年よりも2~3割高かった。したがって、2005年12月は積乱雲が発生しやすいだけでなく、より発達できる環境下で豪雪になったことが分かる。日本海上での地表付近の相当温位を見ると、2005年12月は他年に比べて2~3 K低い。その一方、上空に移流してきた寒気はその相当温位の低下を打ち消す以上に低かった。この上空の寒気移流は、北海道の東方沖での低気圧の発達による冬の気圧配置の強化でもたらされていた。また、上空の強い寒気移流が中下層の大気の安定度を低下させ、LNBを高くさせる役割を果たしていた。

つぎに、雲解像モデル (水平分解能 1 km の気象庁非静力学モデル) の予想結果を用いて、雲頂高度とLNBとの整合性について調べてみた。雲解像モデルの初期値・境界値はRANALを用いて実行した水平分解能 5km の気象庁非静力学モデルの予想値 (12時間予報) から作成し、降水過程としてはパルク型の雲物理過程 (雲水、雲氷、雨、雪、あられの混合比を直接予報) を用いた。1日4回 (00, 06, 12, 18UTC 初期値) 雲解像モデルによる9時間予報を行い、3-9時間予想値を用いて統計的に解析した。雲解像モデルによる降水分布は、過大評価にはなっているものの、気象庁の解析雨量分布を非常によく再現していた。過大評価の原因は、逆に解析雨量の過小評価に問題 (雨量計の補足率など) があると考えられる。

2005年12月の雲解像モデルが予想した平均雲頂高度を見ると、平野部で平均雲頂高度が高い (~ 680 hPa)。その一方、山岳部での平均雲頂高度は相対的に低い。これは斜面による強制上昇で形成した雪雲が含まれるため (雲頂高度の存在割合: 平野部で40~70%、山岳部で60~80%) であり、背の高い雪雲も予想している。

予想された雲頂高度の出現頻度の鉛直分布パターンを見ると、2005年12月は2006年1月に比べて、600 hPaより上空に存在している割合が2倍以上、陸上でピークの存在する高度が50 hPa以上高い。すなわち、2005年12月には雪雲がかなり発達し、そのために豪雪になったことが分かる。また、海上でピークの存在する高度 (~ 2 km) にはあまり変化がなかった。このピークは筋雲 (ロール状対流) によるものである。

LNBの出現頻度の鉛直分布パターンはRANALによるものとよく一致した。2005年12月の海上の分布を見ると、600~700 hPaより上空のLNBの出現頻度が2006年1月と比べると非常に高い。その一方、陸上では12月と1月の差は小さく、2005年12月でも600 hPaを超えることはほとんどない。このことは、その高度を超えて発生・発達する雪雲は陸上では非常に少ないことを意味している。

雲頂高度とLNBとの整合性を見てみると、LNBの約半分の出現頻度で雲頂高度が存在し、海上でのLNBと陸上での雲頂高度の鉛直分布パターンが非常によく似ている。このことは、海上で発生した雪雲が陸上で発達していることを示唆している。以上から、日本海沿岸でのLNBの高度を見積もることで、陸上での雪雲の発達の程度を推測することができる。

今後、雲頂高度について、1km-NHMの予想と気象レーダー等の観測との整合性についても調べる必要がある。