

寒気流出に係わるメソスケール現象

福井真、一川孝平¹、田ノ下潤一²、岩崎俊樹* (東北大学大学院・理学研究科)

1. はじめに

我々は寒気質量とその流出について、特定の等温位面を閾値とする新しい解析手法を開発し、大気大循環の見地から寒気質量分布やその流出経路を調べている¹⁾。この解析は、メソスケール現象にも適用可能であり、とくに寒気流量と地形との関係を明瞭に示すことが期待される。

本研究では、日本を巡る気候学的な寒気流出経路と2つのメソ現象の事例について、特定温位面以下の寒気質量とその流出の解析結果を報告する。

2. 特定温位を閾値とする寒気流出解析

局所的な寒気質量の保存は次のように表される。

$$\frac{\partial}{\partial t} DP = -\nabla \cdot \mathbf{H} + G(\theta_T) \quad (1)$$

ここで、各変数は以下のように定義する。

$$DP \equiv p_s(x, y) - p(x, y, \theta_T) \quad (2)$$

$$\mathbf{H} \equiv \int_{p(\theta_T)}^{p_s} \mathbf{v} dp \quad (3)$$

$$G(\theta_T) \equiv \frac{\partial p}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial t} \Big|_{\theta_T} \quad (4)$$

DP は局所的な (各地点における) 寒気質量で、地表面気圧と特定温位面上の気圧との差として定義される。 \mathbf{H} は、地表面から特定温位面まで積分した寒気質量水平フラックスである。 $G(\theta_T)$ は、非断熱冷却・加熱に伴う寒気の生成・消滅である。簡便のため、質量は気圧を単位とする。

3. 日本列島を巡る気候学的な寒気流出経路

北半球には東アジアと北アメリカの2つの大きな寒気流がある。日本は東アジア寒気流の出口に当たる。大陸からの主な出口は、ウラジオストク付近、朝鮮半島の根元 (元山付近) および渤海湾である。日本列島の主たる通過点は、津軽海峡、阿賀野川、関ヶ原、関門海峡、東シナ海等である。

図1は、関東甲信地域を中心に、気候学的な寒気現所属 1:秋田空港出張所、2:盛岡地方気象台

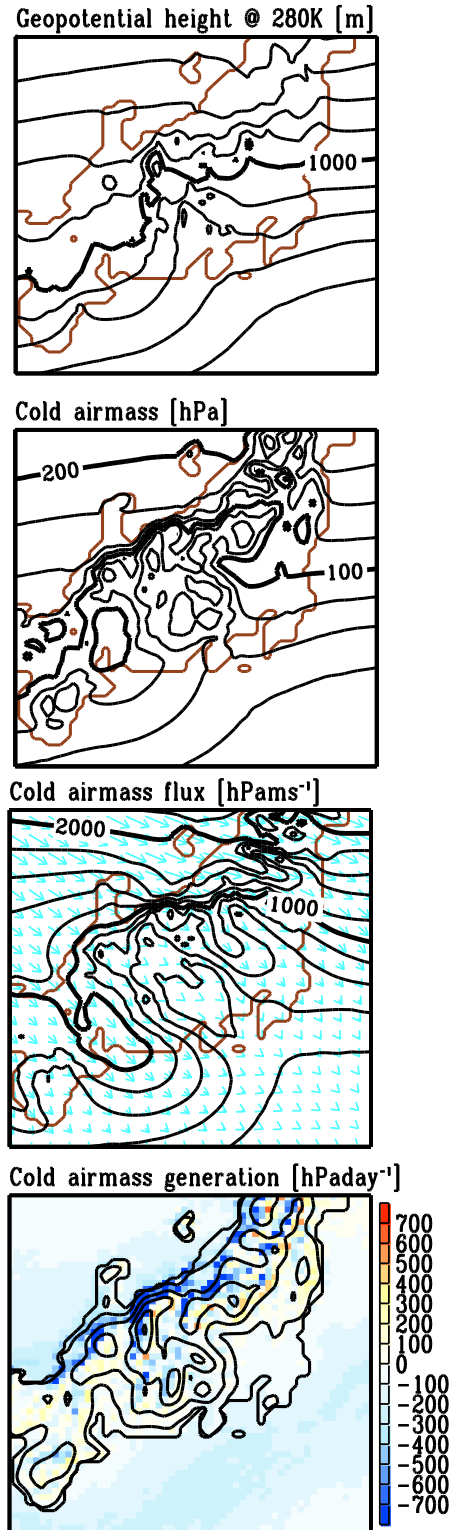


図1. 閾値を温位 280K とした場合の寒気上より、280K 面の高度、寒気質量、寒気質量フラックス、寒気質量の生成・消滅。(12, 1, 2 月平均)

気質量フラックスを描画したものである。この地域は、上信越の山脈及び中部山岳の影響を強く受ける。特に、相模湾付近は山の陰に当たり、寒気の流入が最も少ない地域である。関東平野の主たる流入口は三国峠経由であるが、それほど多くはない。関ヶ原は、日本海からの寒気の通り道であり、愛知方面から静岡の方に大きく回り込む。

4. 関東地方の寒冷前線通過時のシア形成

2009年3月23日に成田空港でマクドネル・ダグラス MD-11F 貨物機が着陸事故を起こした。このときの気象状況を JMA-NHM を用い 4 km、1.5 km、500m メッシュにダウンスケールし、寒気流を解析した。

関東では午前 0 時ごろ寒冷前線が通過した。しかし、上信越の山岳による寒気のダム効果のため、実際の寒気流入は遅れ、重力流が空港周辺に到着したのは、午前 7 時頃である。碓氷峠と三国峠を越えた寒気が前橋付近で合流し、関東平野を南東方向に吹きぬけた。このとき、風速の極大は高度 500m 付近にあり、下層ジェットが形成されている。他方、阿賀野川をさかのぼった寒気が、福島県を南下し、丁度成田付近で、三国峠越えの寒気と合流している。特に 2 つの流れの合流点付近では、500m あたりまで、乱流エネルギーが大きい領域があり、2 つの寒気流の水平シアの影響が示唆される。

5. 2014年2月14日～15日、関東甲信での大雪

2014年2月14日から15日にかけて関東甲信地方では、南岸低気圧による未曾有の大雪に見舞われた。この事例について、JMA/MRI-NHM を用いて数値実験を行い、寒気質量・寒気流解析を行った。

数値実験は MSM 初期値を初期値境界値とし、2 kmメッシュまでダウンスケールした。南西諸島方面で発生した低気圧が、15日の昼ごろに関東地方の南岸を発達しながら通過し、関東甲信地域に大雪を降らせた。太平洋沿岸から東日本に北東寒気流が入り、奥羽山脈に張り付くようにその東側を

南下した。流入した寒気は、奥羽山脈の東側と関東を取り囲む山地（日光連山・上越・信越・奥秩父・丹沢）の内側に寒気ドームを形成した。他方、南東風により輸送されてきた水蒸気が、その寒気の上に乗せ、断熱冷却を起こして多量の降雪を引き起こした。

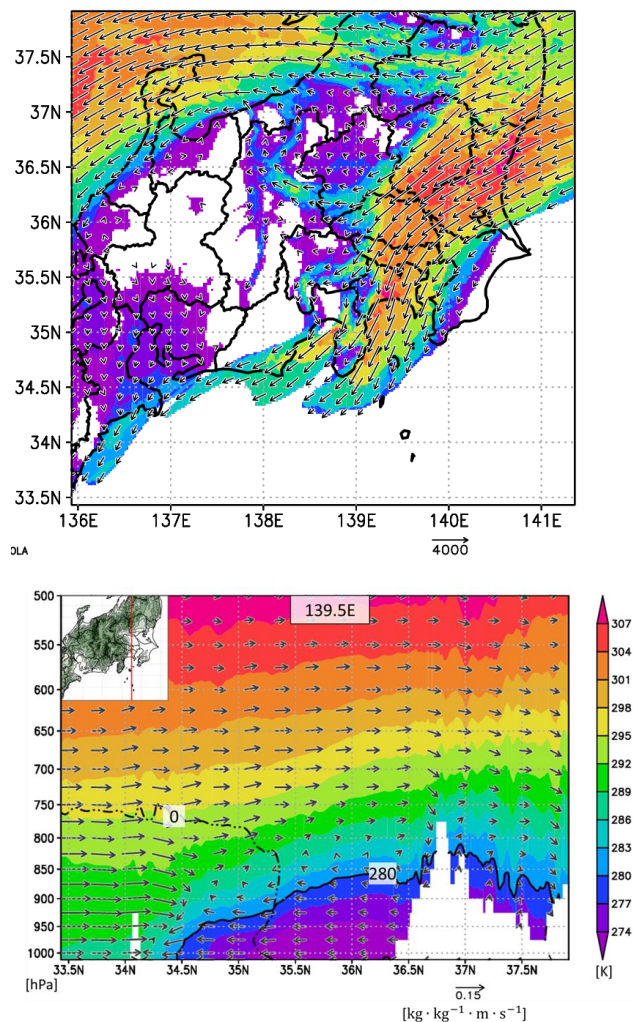


図 2. 上：JMA/MRI-NHM で再現した水平寒気質量フラックスの分布。(2月14日23JST)。下：温位と水蒸気フラックスの東経139.5度における南北・鉛直成分 ($\text{kg kg}^{-1} \text{m s}^{-1}$) の南北断面図。2点鎖線は 0°C の温度線を示す。(2月15日00JST)

参考文献

1) Iwasaki et al., J. Atmos. Sci., 2014, 71, 2230-2243, DOI: 10.1175/JAS-D-13-058.1.