冬季モンスーンによる日本海筋状雲群がもたらす総観規模低気圧の強化 ~その低気圧はモンスーンを強める~

Synoptic-scale low strengthened by meso-scale cloud streak over the Sea of Japan ~ The low further strengthens East Asian Winter Monsoon ~

気象気候ダイナミクス研究室 山本雪乃(513394) 指導教員:立花義裕教授

Yukino Yamamoto

Keywords: air-mass modification, WRF, MOindex, latent heating

1. 序論

日本海側の地方の降雪は、日本海上の気団変質 と大きく関連している.冬季においてモンスー ン(季節風)がユーラシア大陸から日本海に向 かって吹き出す.冬季の日本海の海面水温は 数℃から数十℃であるため、日本海に吹き出し た冷たい空気は海面に暖められ(顕熱供給)、海 面の海水が蒸発して水蒸気が供給(潜熱供給) される.よって、海水面から大気へ向かって大 きな熱フラックスと水蒸気フラックスが輸送さ れる過程により、ユーラシア起源の乾燥してい る気団は熱と水蒸気を受け取り湿潤気団へと変 質し、日本海側の地方に降雪をもたらす.このよ うにモンスーンが海面の影響を受けて変質する ことは、気団変質と言われている.[Ninomiya, 1968]⁽¹⁾

日本海の気団変質による発生する降雪雲に関 する研究は多くなされている. [Umemura, 1980; Nagata et al., 1986]⁽²⁾⁽³⁾ これらの研究は気団変質 による降雪雲の構造や発達過程に焦点をおいて おり,降雪雲が発生した後の影響を見た研究例 はない.しかし,降雪雲が発生すると大量の非 断熱加熱が生じ,それが総観規模大気場に影響 を与えることが考えられる.以上のことから, 本研究では日本海における筋状の降雪雲の発生 による潜熱供給が,総観規模大気場へ与える影 響を明らかにすることを目的とする.

2. 使用データ・解析手法

本研究ではメソ気象モデル WRFv3.4.1 (Weather Research and Forecasting)を使用する. この気象モデルはメソスケールに対する解像度 に優れており、筋状雲の再現が可能である.

初期値および境界値として ERA-interim [Simmons et al., 2007]⁽⁴⁾を用いた.本研究では,計 算領域を105°E-180°E、10°N-60°N,粗い解像度

(25km)の領域(以下, Dolとする)のみで計 算を行う実験(Nonesting)と、細かい解像度

(5km)の領域(以下, Do2 とする)を日本海上 で発生する筋状雲を囲む領域とし, Do1の計算 値を Do2 の境界値に用いて Do2 が計算され, Do2 の計算値を用いて Dol が再計算される実験

(Two-way Nesting)の2つの実験を行った. Nonestingと比べてTwo-way Nestingでは、より 詳細な筋状雲の計算結果を Dol に反映させてい る. この Two-way Nesting と Nonesting を比較す ることにより、筋状雲がもたらす周囲への影響 を見ることができる.

計算は、2005年12月2日、6日、9日、12日、17 日、21日、25日からそれぞれ3日間行った. また、再解析データを用いたデータ解析に

は, JRA-55[Kobayashi et al., 2015]⁽⁴⁾の海面更正 気圧 (SLP),ジオポテンシャル高度,気温,鉛 直風,相対湿度,水平風速データを使用した.

3. 結果

3-1 数値モデル計算の結果

モデルの結果から, Two-way Nesting の方が筋 状雲が発生による潜熱加熱が大きいことが分か った.(図省略) Fig.1 に, 2005 年 12 月 22 日 850hPa 面のジオポテンシャル高度の Two-way Nesting から Nonesting を引いた差を示す.等値 線で囲まれた低気圧の中心付近に負偏差が見ら れ,筋状雲発生による潜熱加熱がジオポテンシ ャル高度に影響していることが示唆される.7つ の計算期間のすべてにおいて,同様に負偏差が 現れている.(図省略)



Fig.1 Horizontal distributions of anomalies (Two-way Nesting-Nonesting, color shading) of geopotential height [m] at 850 hPa on 22 Dec 2005. The contours indicate geopotential height [m] of Two-way Nesting.

3-2 再解析データによる解析結果

次に筋状雲が発生した当日の大気場を見るために,7つの事例の500hPa面の日平均ジオポテンシャル高度偏差と気温偏差を示した.(Fig.2)日本上空で負偏差が見られる.筋状雲発生時は日本海上空が低圧偏差であることに加えて寒冷な空気が流入していることが分かる.

また, Fig.3 に 2005 年 12 月の冬季東アジアモン スーンインデックス (MO index) [Watanabe 1990]⁽⁶⁾の日ごとの時系列を示した. この index は 日本付近の寒気の指標となる. 矢印は筋状雲が 発生した日を示しており,翌日に MO index が高 指数となっている場合が多いことが分かる.

4. 考察

解析結果から,以下のようなプロセスが考え られる.西高東低の気圧配置で,筋状雲が発生 しやすい場であることに加えて日本上空が低気 圧偏差であるとき,寒気が流入する.すると上 空の寒気と暖かい日本海海面水温の温度コント ラストから,より筋状雲が発生しやすくなる. 筋状雲が発生する際の潜熱加熱により,低気圧 付近のジオポテンシャル高度が下がると MOindex が高指数になり,再び寒気が流入し, 筋状雲が発生しやすくなる正のフィードバック の存在を示唆した.

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり,ご指導を頂いた立花義裕教 授には深く感謝いたします.また,様々な点で助言を頂き ました山崎孝治先生,西井和晃先生,万田敦昌先生をはじ め,同研究室の安藤雄太氏,堀口桃子氏,金井惇平氏, 坂泰志氏に感謝の意を表します.

6. 参考引用文献

(1) Ninomiya, K., 1968: Heat and water budget over the Japan Sea and the Japan island in winter season. *J. Meteor. Soc. Japan*, **46**, 342-372.

(2) Umemura, H., 1980: On the structure and formation of the disturbances causing a heavy snowfall over the coastal area of the Sea of Japan under under the winter monsoon. *Tenki*, **27**, 33-44

(3) Nagata, M., M. Ikawa, S. Yoshizumi, and T. Yoshida, 1986: On the formation of a convergent cloud band over the Japan Sea in winter; Numerical experiments. *J.Meteor. Soc. Japan*, **64**, 841-855.

(4) Simmons, A., C. Uppala, D. Dee, and S. Kobayashi, 2007: ERA- Interim: New ECMWF reanalysis products from 1989 onwards. *ECMWF Newsletter*, **110**, 25–35.

(5) Kobayashi S, and Coauthors, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **93**(1), 5-48, DOI: 10.2151/jmsj.2015-001.

(6) Watanabe, T., 1990: Study on formation process of SST anomalies in the western North Pacific: Role of the East Asian winter monsoon. *Doctoral Thesis*, Tohoku University, 121pp.







Fig.3 Time series of MO index over Sea of Japan in Dec, 2005 The arrow indicate cloud occurrence day.