

数値モデルを用いた日本海筋状雲に対する温暖化実験

佐藤 海斗・稲津 将 (北大院理)

1. はじめに

冬季、日本海上において季節風に平行に並ぶLモード筋状雲が高頻度に発生する。また、日本海西部には日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)と季節風に直交しているTモード筋状雲が発生する。これらの構造はMurakami et al.(2019)[3]の航空機観測によって解明されている。Lモード筋状雲及びTモード筋状雲それぞれの構造は降雪過程に影響をもたらす。本研究ではこれらが同時に発生した事例に対し、領域気象モデルを用いて、再現実験を行う。また、境界条件として与える海面水温及び、気温を上昇させた疑似温暖化実験を行った。

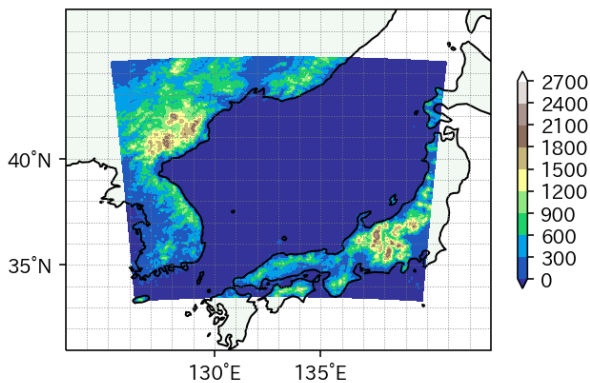


図1:領域モデル実験における計算領域
カラーは標高を表す。

2. 実験

本研究では2021年12月25日から発生したJPCZの事例を対象とした。本研究で使用したモデルは理化学研究所で開発されたSCALE[2,4]である。初期値・境界値にはMANL(JMA-Meso Analysis)を用いた。

計算領域は図1に示す通りである。水平格子間隔は2.5km、鉛直60層とした。計算期間は12月24日~28日である。疑似温暖化実験では初期値・境界値に「海面水温のみ」、「大気の温度のみ」、「海面水温と大気の温度両方」を2Kまたは4K上昇させた6種類の実験を行った。

3. 結果

再現実験の結果、大陸沿岸付近から日本へと延びるJPCZ、その東側に広がるTモード筋状雲、及び日本海上に卓越するLモード筋状雲を再現できた(図2a)。また、Tモード筋状雲は線形理論で説明されている鉛直シアに沿って雲列ができていた[1]。

温暖化実験では「海面水温のみ」、「海面水温と大気の温度両方」を上昇させたとき、Tモード筋状雲の領域が広がっていた(図2b)。「大気の温度のみ」を上昇させたときLモード筋状雲が卓越した。次に鉛直断面を調べたところ、「海面水温のみ」、「海面水温と大気の両方」を上昇させたとき、JPCZ、Tモード筋状雲がより高い位置まで上昇していることがわかった(図略)。また、「大気の温度のみ」を上昇させたとき、JPCZ及びTモード筋状雲の高さは低くなった。

これは潜熱フラックスが「海面水温のみ」、「海面水温と大気の温度両方」を上昇させたときに大きくなっていることが原因だと考えられる。また、「海面水温のみ」を上昇させた実験では、「海面水温と大気

の温度両方」を上昇させた実験に比べて T モード筋状雲はより高くなっていた。これは顕熱フラックスが「海面水温のみ」を上昇させたときの方が「海面水温と大気温度両方」を上昇させたときに比べ大きくなっていることが原因だと考えられる。「大気温度のみ」を上昇させた実験では顕熱フラックス、潜熱フラックスともに減少していた。

4. まとめ

海面水温及び気温を一様に上昇させた境界条件を課した領域気象モデル実験の結果、T モード筋状雲の領域が広がるという結論を得た。潜熱フラックス、顕熱フラックスの増減が T モード筋状雲の領域や高さに影響をもたらすことから海面水温と海上の大気温度差が T モード筋状雲によって重要であることが示唆された。

謝辞: 本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 JPMEERF20232003 により実施した。計算は北海道大学情報基盤センターで大型計算機 Grand Chariot で行った。

参考文献

- [1] Asai, T., 1972: Thermal instability of a shear flow turning the direction with height. *J. Meteor. Soc. Japan*, 50, 526-532.
- [2] Nishizawa, S., Yashiro, H., Sato, Y., Miyamoto, Y. & Tomita, H. Influence of grid aspect ratio on planetary boundary layer turbulence in large-eddy simulations. *Geosci. Model Dev.* 8, 3393-3419 (2015).

- [3] Murakami M., M. Hoshimoto, N., Orikasa, H. Horie H. Okamoto, H. Kuroiwa, H. Minda and K. Nakamura, 2002: Inner structures of snow bands associated with the Japan Sea polar-airmass convergence zone based on aircraft observations.
- [4] Sato, Y. S. Nishizawa, H. Yashiro, Y. Miyamoto, Y. Kajikawa, & H. Tomita. Impacts of cloud microphysics on trade wind cumulus: which cloud microphysics processes contribute to the diversity in a large eddy simulation? *Prog. Earth Planet. Sci.* 2, (2015).

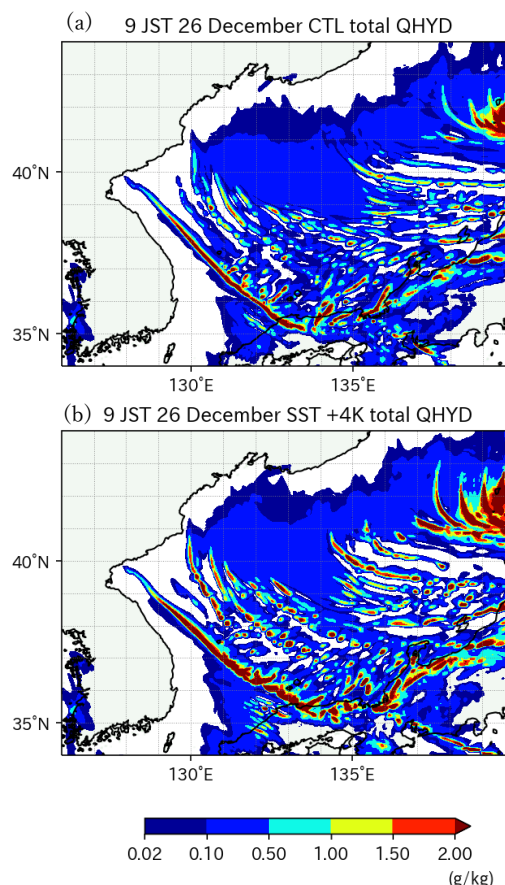


図2: (a)再現実験及び(b)海面水温のみ4K上昇した疑似温暖化実験における水物質量の鉛直積算