

20km-AGCM における冬季日本周辺域の低気圧活動の再現性および将来変化

*大島 一洋¹, 木村 富士男², 日下 博幸³, 足立 幸穂¹, 水田 亮⁴, 鬼頭 昭雄⁴

¹ 筑波大生命環境, ² 海洋研究開発機構, ³ 筑波大計算科学, ⁴ 気象研究所

1 はじめに

近年, 全球モデルを用いた低気圧の温暖化予測が行われている. 多くの研究で北半球では発生頻度の減少, 強度の増加, 北へのシフトという過去の経年変化をほぼ継続する傾向を示しているが, モデル間のばらつきは大きい. しかし日本を含む北西太平洋域に焦点を当てた研究は少ない. また, 気候変化に伴い大気の傾圧性や水蒸気量が変化することで, 低気圧の発達に影響を及ぼす可能性が考えられるが, それについても未解明な点が多い.

そこで本研究では, 水平解像度の高い全球モデルを用いることで, 日本周辺の低気圧活動分布や低気圧の発達や強度の変化について地域的により詳細な調査を行い, それらが変化する要因を明らかにすることを目的とする.

2 使用データ・解析期間

超高解像度全球大気モデル (20km-MRI-AGCM) の現状再現実験 (1979~2003 年) と将来予測実験 (SRES-A1B シナリオ, 2075~2099 年) の 12~3 月を使用した. JRA-25 長期再解析データを用いて再現性を確認した.

3 結果と考察

現状再現期間の冬季を対象として, JRA-25 と超高解像度全球大気モデル (以下, 20km-AGCM) から低気圧を抽出し, 再現性の確認を行った. 発生分布について見ると, 日本周辺における低気圧の主要な発生位置は一致し, 日本海側や太平洋側の通過頻度の高い経路もよく再現されていた (図 1). 大陸上での発生数は 20km-AGCM で若干少なく, 発生源に近い経度帯では低気圧通過数が少なかったが, 下流に進む程通過数は再解析とよく一致した. 日本海や日本の東岸沖の低気圧の発達域も 20km-AGCM でよく再現され, 発達率の大きさも高い精度を示した.

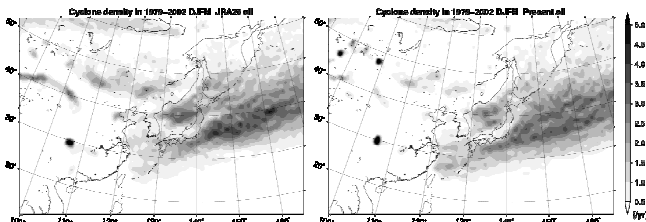


図 1: JRA-25(左)と現状再現(右)で抽出された低気圧の密度. $1^\circ \times 1^\circ$ の格子で低気圧が 1 冬に通過する平均的な頻度を示す.

次に, 将来予測期間の冬季を対象として, 低気圧活動の将来変化についての調査を行った. 低気圧の活動分布には北上傾向が見られ, 台湾の北から東北東に伸びる北緯 30° 付近の減少域と関東東岸から東北東に伸びる北緯 40° 付近の増加域が顕著であった (図 2). 上層の西風ジェットの将来差分では, 北緯 30° 付近のジェット軸付近で風速が弱まっており, 擾乱の捕捉効果が弱まることによって北側にある海洋前線帯の方向へ低気圧活動が変位したと考えられる.

日本海側と太平洋側を通過する低気圧の 2 つに分類した解析では, 発生数や発生分布に明瞭な変化は見られないものの, 太平洋側を通過する低気圧では, 強いカテゴリーの低気圧が増加する傾向が確認された. 強い低気圧の発達要因を調べるためエネルギー収支解析を行ったところ, 将来予測においては, 日本の東岸に近い所で移動性擾乱エネルギーが減少し, 遠方では増加していた (図 3 左). 発達のエネルギー供給の解析では, 日本近海での傾圧的エネルギー変換 [CP] の減少と沖合での潜熱エネルギーの解放 [CQ] の増加が移動性擾乱エネルギーの変化に貢献していることが分かった (図 3 右). 将来予測の海面水温は北緯 40° 付近で特に上昇しており, これが海面からの潜熱フラックスを増加させ, 大気下層の不安定化や大気中の水蒸気量の増加をもたらしたことにより, [CQ] が増加したと考えられる.

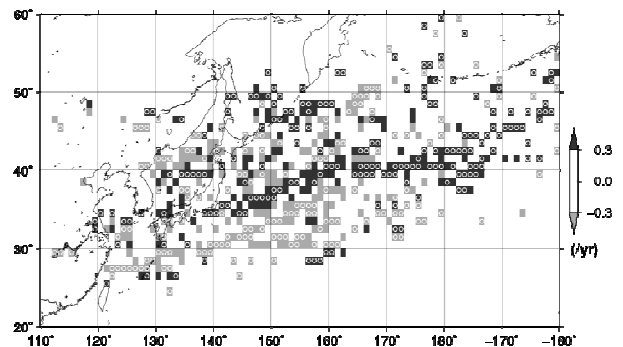


図 2: 低気圧密度の将来差分. 将来予測において 90%以上有意に変化し, 0.3 (1/year) 以上通過頻度が変化した格子に白丸を付けた.

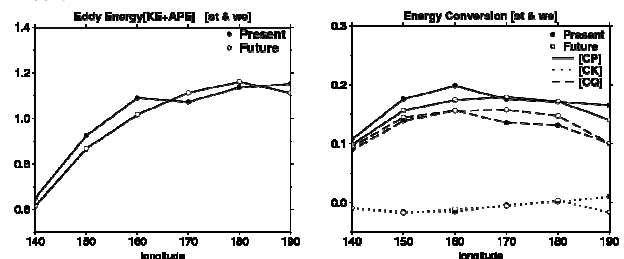


図 3: 太平洋側を通過する強い低気圧 ($\leq 980\text{hPa}$) で合成した移動性擾乱エネルギー(左)とエネルギー供給量(右)の各経度帯における領域平均値. 単位はそれぞれ(左) 10^6Jm^{-2} , (右) $10^6 \text{Jm}^{-2}/6\text{hour}$.