

北極海氷減少に伴う BD 循環強化と極域増幅への寄与

*中村 哲¹²、山崎孝治¹²、岩本勉之¹³、本田明治³、浮田甚郎³、三好勉信⁴、

小川泰信¹、富川 喜弘¹

GRENE-Arctic

1. 極地研、2. 北大、3. 新潟大、4. 九大

1. はじめに

近年の地球温暖化に伴い、北極域では他地域よりも大きな昇温傾向を示しており(極域増幅、Polar amplification)、それに伴い特に北極海の海氷は急速に減少している事が報告されている。北極海の海氷減少は北極近辺のローカルな大気応答のみならず、大気の波動活動などによる遠隔応答をもたらし、中高緯度の気候へ影響することが示唆される(Honda et al., 2008; Screen et al., 2012)。

我々は、GRENE-Arctic プロジェクトの一環として、北半球、特に日本の気候に対する近年の北極域の環境変化の影響を調査するため、AGCM For Earth Simulator (AFES)を用いた海氷減少感度実験を行った(中村他、2013年秋季大会; Nakamura et al., JGR)。その結果、北極海氷減少に伴い負の北極振動的な偏差パターンが強化され、それに伴う大気循環の変化により、極域で高温偏差、中緯度域で低温偏差が生じる事がわかった。負の北極振動は成層圏突然昇温(Stratospheric sudden warming, SSW)時に起こり易い事が知られており、成層圏経由の影響が大きい事が示唆される。本研究では既報の海氷減少感度実験について、成層圏の波動平均流相互作用を段階的に減衰させた実験を行い、海氷減少に伴う成層圏循環の変化が対流圏気候、ひいては極域増幅へもたらす影響について調べた。

2. AFES 実験

モデル上端高度を上部成層圏(60km)まで延伸したAFES(解像度:T79L56)を用い、SSTを1979-1983 5年平均値、海水を表 1 に示す境界条件を設定した6タイプの実験の 60 年積分を行った。減衰なしの FREE に対し、R10, R30 ではそれぞれ 10, 30hPa より上空で東西平均東西風を CNTL の日平均気候値に緩和し、波動平均流相互作用を減衰させている。緩和高度の違うそれぞれの実験における CNTL と N-Ice の差を T 検定により評価した。

表1. 各 AFES 実験に用いた海氷の境界条件

		ICE
FREE	CNTL	昔
	N-Ice	今
R10	CNTL10	昔
	N-Ice10	今
R30	CNTL30	昔
	N-Ice30	今

昔(今):各月 1979-1983(2005-2009)5 年平均値

3. 結果

図1上段は冬期(12、1、2、3月)の北緯60° 東西平均東西風の日平均偏差を示す。偏差は FREE, R10, R30 それぞれの CNTL に対する N-Ice の偏差である。下段は 100hPa における北緯 50-80° 平均の EP-flux 鉛直成分偏差を示す。全ての実験で、海氷減少に応じて対流圏から成層圏への惑星波伝搬が強まるときに、上部成層圏(1hPa)の東西風が弱まる。減衰なしの FREE では、上部成層圏のシグナルが下方伝搬し、対流圏下層まで到達しているのに対し、R10 では下部成層圏までに留まり、R30 では下方伝搬はほとんど見られない。この結果、FREE では冬期平均の対流圏循環が負の北極振動的な偏差パターンとなるが、R10, R30 ではない。

冬期平均の子午面平均循環を見ると、惑星波による上部成層圏での東西風減速を補償するため、BD 循環が強化される。BD 循環強化は全ての実験で見られる。FREE では成層圏のより下層までシグナルが見られ対流圏でも気候学的な子午面循環が強化される一方、R10, R30 ではそれぞれ中部、上部成層圏のみに見られる。FREE の子午面循環強化は成層圏、対流圏ともに低緯度から極域への熱輸送強化を生じ、極域増幅への寄与が強く示唆される。この熱輸送強化による極域(北緯 60-90°)でのカラム積算大気加熱を評価すると、+3 W/m² 程度となり、これは海氷減少による乱流熱フラックスの増加、+3.6 W/m² と同程度である。R10, R30 での大気加熱は FREE の半分程度であった。この結果から、海氷減少の極域増幅への寄与について、BD 循環の強化および成層圏対流圏結合過程が大きな役割を持つ事がわかった。

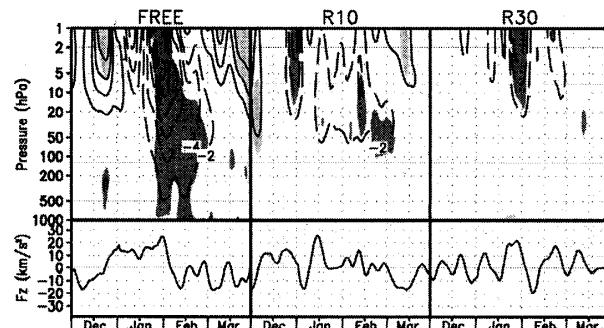


図1. (上) CNTL 実験に対する N-Ice 実験の北緯 60° 東西平均東西風偏差の時間高度断面図。陰影は T 検定による統計的有意水準 95% を示し、薄(濃)いものは実線(破線)の正(負)偏差に対応する。等値線間隔は 2.0m/s で 0 は除く。(下) 北緯 50-80° 平均の 100hPa における EP-flux 鉛直成分偏差。