

北太平洋亜寒帯前線帯の南北変位に対する大気と海洋の応答: 大気海洋結合モデル実験 (続報)

○田口文明¹・野中正見¹・Niklas Schneider²・中村尚^{3,1}

1. 海洋研究開発機構 2. ハワイ大学国際太平洋研究センター 3. 東京大学先端科学技術研究センター
キーワード: 海洋前線・大気応答・海洋への再影響・双方向フィードバック

1 はじめに

近年、中緯度西岸境界流の年々～十年規模変動が、大規模な大気循環偏差に影響を与え得ることが報告されている。西岸境界流の変動に対する大気応答が更に海洋を再強制することにより、中緯度における西岸境界流-大規模大気循環フィードバックを形成するか、そして更に海盆規模の大気海洋変動に寄与し得るかは、季節～十年スケール予測にとって重要な問題である。このような西岸境界流の関わる大規模な大気海洋相互作用を評価するため、大気海洋結合モデルの中で北太平洋の風系変動を模した風応力偏差を与えて西岸境界流を人為的に南北シフトさせる感度実験を実施している。前回大会では、感度実験と標準実験のアンサンブル平均の差を風応力偏差強制に対する応答とみなし、主に冬季の大気応答について報告した。本報告では、各実験におけるアンサンブルメンバー間のばらつきを解析し、大気応答の海洋への再影響と西岸境界流-大規模大気循環の双方向フィードバックについて議論する。

2 感度実験の設定

全球大気海洋結合モデル CFES 中解像度版 (解像度: 大気 ~100km48 層; 海洋 0.5°54 層) の 150 年標準実験から無作為に取り出した大気と海洋の状態を初期値として、結合モデル自身が計算する風応力に加えて、北太平洋中央部での偏西風の弱化を模した西向き風応力偏差を海洋力学計算部分に課す風応力偏差強制ランを 1 年 9ヶ月間積分する。引き続き、風応力偏差をオフにしてフリーに結合計算を行なう自由結合ランを 2 年 9ヶ月走らせ、計 4.5 年のランを異なる初期値で実行する、17 メンバーのアンサンブル実験を行った。

3 結果と議論

アンサンブル平均偏差場の応答: 風応力偏差強制ラン (最初の 1 年 9ヶ月) で与えた風応力偏差 (特に亜寒帯の負のカール) に応答して、亜寒帯海洋循環が弱化するとともに亜寒帯前線帯の緯度が系統的に 2~3 度北上し (図 2 灰実線)、同前線帯の水温も 2~3 度上昇する (図略)。このように導入された亜寒帯前線帯の昇温に対して、前線帯上の局所的な応答 (上向き海面熱フラックスや降水強度の増加) は特に冬季に顕著であるものの、極性の異なる大気循環応答がアンサンブル内で相殺しているため (後述)、続く自由結合ランの期間に一貫して有意な大規模な大気循環応答は得られなかった。

アンサンブルメンバー間の感度: 本結合モデル実験では風応力偏差によって亜寒帯前線帯の昇温を促しているため、アンサンブルメンバー毎に前線帯の SST 偏差にばらつきが生じる。そこで、自由結合ラン 17 メンバーの 3 年分の冬季 3ヶ月 (12-2 月) について亜寒帯前線帯の SST 偏差に対する 250hPa の高度場偏差のアンサン

ブル内合成図解析を行ったところ、対流圏上層の大気循環偏差は亜寒帯前線帯の SST 偏差に対して顕著に敏感であることがわかった。すなわち、SST 偏差の極性に対して大気循環偏差は対照的な応答を示し、亜寒帯前線帯がより暖かい (冷たい) メンバーは、太平洋上では高 (低) 気圧性の循環応答を示す (図 1)。さらに、この大気循環応答の違いは明確に異なる海洋への再影響をもたらし、高 (低) 気圧性の大気循環偏差は、亜寒帯循環を弱化 (強化) させる負 (正) の風応力カール強制を海洋に及ぼす。実際に各メンバー毎の亜寒帯前線帯の緯度偏差の時間発展を見ると、負の風応力カールが顕著なグループでは、全メンバーのアンサンブル平均場に比べて亜寒帯前線帯がより長く北偏する持続性を示し (正のフィードバック)、一方、正のカールのグループでは北上した前線帯のを早めに南下させ緯度偏差の位相反転を促す傾向 (負のフィードバック) にあることが確認できた (図 2)。

以上の結果は、本実験において亜寒帯前線帯の北上に対する大気海洋結合系の応答には二つのレジーム (亜寒帯前線帯 SST 正/負偏差-アリューシャン低気圧弱化/強化) が存在し、夫々が正と負の双方向フィードバックを中緯度大気海洋に形成していることを示唆している。大気海洋系応答が 2つのレジームに別れる要因については、今後の課題である。

謝辞: CFES の積分は地球シミュレータで実行した。科研費新学術領域研究 (MEXT 22106006) と基盤研究 (C) (JSPS 24540476) の支援を受けた。

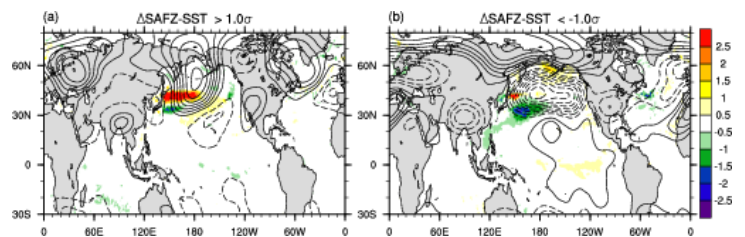


図 1. 自由結合ラン 3 冬季 (DJF) における 250hPa 高度場偏差 (感度実験-標準実験, コントラクト間隔は 10m) のアンサンブル合成図。陰影は SST 偏差。(a) 亜寒帯前線帯 SST 偏差が高いメンバー平均。(b) 同低いメンバー平均。

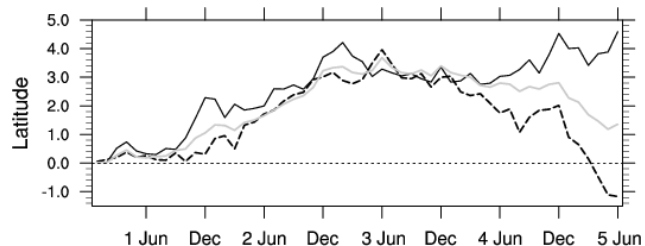


図 2. 亜寒帯前線帯の緯度偏差 (感度実験-標準実験) のアンサンブル平均時系列。黒実 (破) 線: 正 (負) フィードバックが顕著な 6 (全) メンバー平均。灰実線: 全 17 メンバー平均。