

季節予測システムの構築と経年変動機構・予測可能性の研究

○安田珠幾(気候研究部)、高谷祐平(気象庁地球環境・海洋部)、
松本 聡、石崎士郎、蒲地政文(海洋研究部)、鬼頭昭雄(気候研究部)

1. はじめに

日本の天候は、中高緯度独自の大気や海洋の変動に加え熱帯域の変動にも大きな影響を受ける。したがって、日本の季節予報にとって熱帯の現象を予測することが不可欠である。特にエルニーニョ現象は、その影響が熱帯域を中心に世界の天候に及ぶため重要な予測対象となっている。気象庁では、エルニーニョ現象の監視と予測の情報を定期的に発表している。1999年8月のエルニーニョ予測業務開始以降、熱帯海面水温の予測に使用される大気海洋結合数値モデルや海洋データ同化の改良により、予測精度の向上が図られてきた。

気象研究所では、季節予報及びエルニーニョ予測技術のさらなる改善を目指したエルニーニョ予測システムの構築、及び季節内から年々の時間規模での変動機構に関する解析研究を行っている。この中で、エルニーニョ予測システムに不可欠な大気海洋結合数値モデル及び海洋データ同化システムの高度化を行い、熱帯太平洋海面水温の予測精度の向上を目指してきた。

本発表では、気象研究所で開発されたエルニーニョ予測システムの概要を紹介し、その熱帯太平洋海面水温の予測精度について報告する。

2. エルニーニョ予測システムの開発

2.1. エルニーニョ予測システム

エルニーニョ予測は、大気・海洋の実況を初期状態として、大気海洋結合数値モデルを時間積分することで行われる。

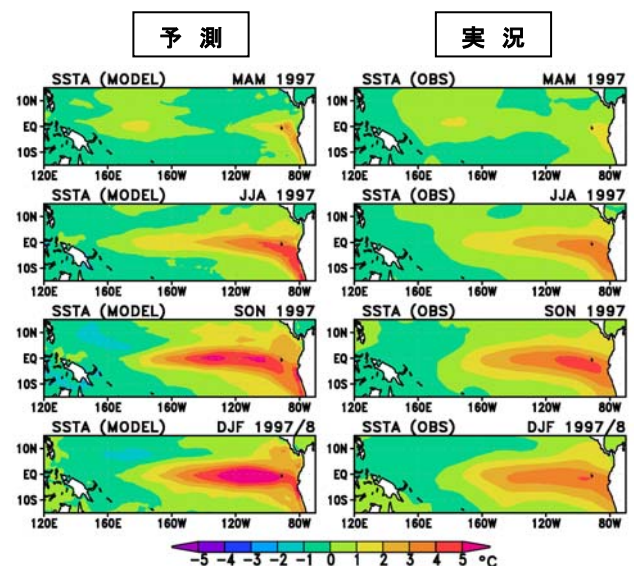
大気海洋結合数値モデルを構成する大気モデルとして、気象庁統一全球大気モデルを使用し、気象庁現業エルニーニョ予測システム(以下、現業システム)のT42L20(水平解像度約280km)からTL95L40(水平解像度約200km)へ高解像度化した。この大気モデルに結合する海洋モデルは、海洋研究部で開発された気象研究所共用海洋大循環モデル(MRI.COM; 石川ほか 2005)を使用する。その水平解像度は、現業システムの東西2.5°南北2.0°(赤道域で南北0.5°)から東西南北1°(赤道域で南北0.3°)に高解像度化された。

エルニーニョ現象のような季節より長い時間規模の現象では、海洋の初期状態が長く記憶されてその影響が大気に及ぶため、エルニーニョ現象を正確に予測するためには、海洋

の初期状態の再現が重要となる。本研究では、海洋研究部で開発された海洋データ同化システム(MOVE; Usui *et al.* 2006)を用いて、海洋内部の水温塩分データを海洋モデルに同化する。特に、海洋観測から水温塩分の複数の鉛直モードを推定し、これらの推定された水温塩分場を同化することにより、熱帯の水温塩分流速場の再現性が向上した。この海洋場の再現性の向上は、エルニーニョ予測における初期値という点だけでなく、エルニーニョ現象に伴う熱帯太平洋の海洋内部の実況を把握する上でも重要である。

2.2. エルニーニョ予測実験

本システムを用いたエルニーニョ予測実験は、大気海洋結合モデルを用いて、1979年1月から2003年12月の各月初めの大気海洋を初期値とした全300例について、それぞれ1年間の予測を行った。海洋初期値は、海洋研究部で開発された海洋データ同化システムによって作成された。また大気初期値として大気再解析データ(JRA25)を使用した。大気海洋結合モデルには、大気・海洋モデルの双方に誤差が含まれているため、大気モデルと海洋モデルをそのまま結合させると現実的な気候状態とは異なる方向にシフトする。これを防ぐために、海面水温を現実的な値に近づけるような人為的なフラックス(海面フラックス修正)を与える。



第1図: 1997年3月2日を初期値とする予測実験における海面水温偏差(左:予測、右:実況)。上から1997年春、夏、秋、冬。

2. 3. 予測実験結果

エルニーニョ予測実験の対象期間中で最も大きな変動である1997年から1998年にかけて発生したエルニーニョ現象の予測事例を第1図及び第2図に示す。海面(第1図)では、正水温偏差が春から夏にペルー沖から熱帯太平洋の中・東部に広がる。1997年秋以降には、東部熱帯太平洋には4°Cを超える正偏差が再現されている。海洋内部(第2図)では、西部太平洋赤道域に見られた表層水温の正偏差が赤道に沿って東進する。1997年夏以降、西部で負偏差、東部で8°Cを超える正偏差という東西構造が再現されている。

第3図に全300例の予測実験から算出した東部熱帯太平洋NINO3.4海域(170°-120°W, 5°S-5°N)における海面水温の予測成績を示す。予測開始3季節先までのアノマリー相関と平方根二乗平均誤差が現業システムの成績を上回る。特に、アノマリー相関が0.1程度上回り、半年先の予測で0.7を超える。

日本の天候への影響を考えると、西部熱帯太平洋での予測精度も重要である。西部熱帯太平洋NINOWEST海域(130°-150°E, 0°-15°N)における海面水温予測(第4図)は、NINO3.4海域ほど予測成績は高くないものの、予測半年先までアノマリー相関が0.6付近で維持されている。平方根二乗平均誤差も10-20%減少し、現業システムと比較すると、この海域での予測成績の著しい改善が見られる。

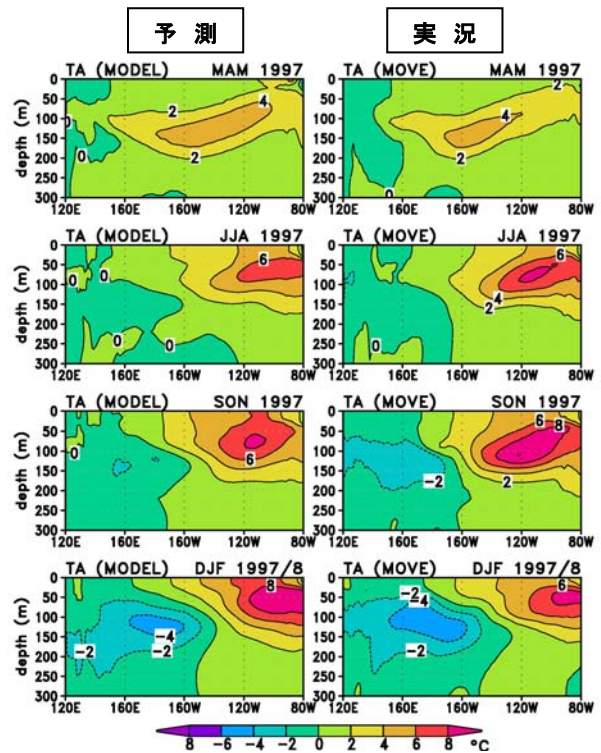
3. まとめ

本研究では、大気海洋結合数値モデル及び海洋データ同化システムの高度化により、熱帯太平洋海面水温の予測性能が向上した。特に、日本の季節予報への影響が大きい西部熱帯太平洋での予測成績が気象庁現業システムと比較して大きく向上したことは重要な結果である。ただし、西部太平洋やインド洋の熱帯域の予測精度は必ずしも十分ではなく、改善の余地がある。今後は、大気海洋結合モデルの持つ誤差をさらに減少させ、海面フラックス修正を行わない予測システムでさらに高い予測性能を達成することが必要である。

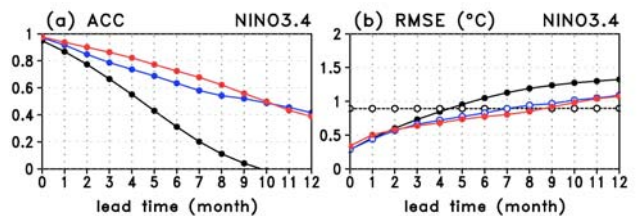
なお、本システムは、気象庁でのエルニーニョ監視及び予測業務における次期システムとして使用される予定である。今後は、日本の天候を予測対象とした季節予報システムとしての発展が期待される。

参考文献

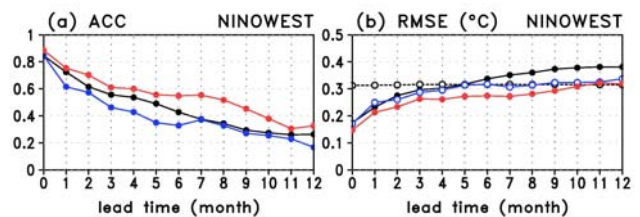
- (1) 石川一郎・辻野博之・平原幹俊・中野英之・安田珠幾・石崎廣, 2005: 気象研究所共用海洋大循環モデル(MRI.COM)解説, 気象研究所技術報告, 第47号, 1-189.
- (2) N. Usui, S. Ishizaki, Y. Fujii, H. Tsujino, T. Yasuda, M. Kamachi, 2006: Meteorological Research Institute Multivariate Ocean Variational Estimation (MOVE) System: Some early results. *Adv. Space Res.* 37, 806-822.



第2図: 1997年3月2日を初期値とする予測実験における赤道太平洋水温偏差断面(左: 予測, 右: 実況)。上から1997年春、夏、秋、冬。



第3図: 東部熱帯太平洋(170°-120°W, 5°S-5°N)における海面水温の予測成績。(a) アノマリー相関(赤: 本研究, 青: 現業システム, 黒: 持続予報), (b) 平方根二乗平均誤差(赤: 本研究, 青: 現業システム, 黒: 持続予報, 白: 気候値予報)。予測開始月をリードタイム0ヶ月と定義する。



第4図: 西部熱帯太平洋(130°-150°E, 0°-15°N)における海面水温の予測成績。(a) アノマリー相関(赤: 本研究, 青: 現業システム, 黒: 持続予報), (b) 平方根二乗平均誤差(赤: 本研究, 青: 現業システム, 黒: 持続予報, 白: 気候値予報)。予測開始月をリードタイム0ヶ月と定義する。

* 本研究は、融合型経常研究「季節予測システムの構築と経年変動機構・予測可能性の研究(H16-18)」として行われた。主任研究者: 鬼頭昭雄、研究分担者: 安田珠幾、保坂征宏、山崎信雄、千葉 長、尾瀬智昭、小寺邦彦、仲江川敏之、吉村裕正、吉村 純、稲葉守生、釜掘弘隆、高橋清利、石原幸司、足立恭将、坂見智法(気候研究部)、松本 聡、石崎士郎、蒲地政文、石川一郎、山中吾郎、本井達夫、石崎 廣(海洋研究部)