

北太平洋十年規模変動の数十年変調:海盆規模 vs 海洋前線変動

○田口文明¹・宮坂貴文²・中村尚²・野中正見¹・佐々木英治¹

1. 海洋研究開発機構 2. 東京大学先端科学技術研究センター

キーワード: 黒潮統流・大気海洋相互作用・高解像度海洋大循環モデル

1 はじめに

北太平洋十年規模変動 (Pacific Decadal Variability; PDV) は、しばしば PDO や NPGO などの海盆スケールの変動で表現され、ある程度長期 (>~50 年) においては、EOF 解析により PDO が第 1 モード、NPGO が第 2 モードとして検出される。最近の研究により、これら PDV の海盆規模卓越モードは、年代によって入れ替わり得ることが報告されている (Yeh et al. 2011, 宮坂ら, 日本気象学会 2012 年度秋季大会)。一方で、PDV は北西太平洋の海洋前線帯に沿って特に振幅が大きいことも知られている (例えば Qiu and Chen, 2005, Nonaka et al. 2006)。そこで本研究では、高解像度海洋循環モデル OFES の過去再現実験、大気再解析データ、及び海洋前線変動を辛うじて表現する大気海洋結合モデル CFES の長期積分結果を用いて、海盆スケール卓越モードの長期変調と海洋前線変動との関係を調べた。

2 データ・モデル・解析方法

データとモデル: 1950-2010 年の期間で、NCEP 再解析、高解像度海洋大循環モデル OFES (水平解像度 0.1 度鉛直 54 層) の過去再現実験結果 (Sasaki et al. 2008) を用いた。また、全球大気海洋結合モデル CFES 中解像度版 (大気 ~100km48 層; 海洋 0.5°54 層; Taguchi et al. 2012) の 150 年の標準実験結果を用いた。

海盆スケール変動の検出: OFES の冬季平均海面水温 (SST) からトレンド成分を除去し、5 年の移動平均をかけた場を十年規模変動とみなす。北太平洋中緯度域 (図 1a 矩形) の冬季十年規模 SST 偏差に EOF 解析を行い、第 1,2 主成分の時系列と、それに回帰した北太平洋全域での SST, 海面高度, 海面気圧の冬季十年規模偏差を用いて PDV の海盆スケール変動を議論する。

海洋前線変動の検出: OFES の海面高度の南北勾配が最大となる緯度を 142-160°E で平均した時系列を黒潮統流の流軸変位と定義する。この時系列を基準にしたラグ相関回帰解析により、黒潮統流流軸の南北変位の大気強制場を同定する。

3 結果

OFES の SST による PDV の海盆規模第 1 モードは PDO に良く似た分布を (図 1a)、第 2 モードは NPGO に伴う SST 分布とよく似た分布を (図 1c) 持つ。夫々のモードに対応する時系列の 20 年移動幅の標準偏差によると、1970~1980 年代前半までは PDO が卓越するが、1990 年代以降には NPGO の変動の振幅が増し、PDO の変動振幅と同等かそれ以上になることがわかる (図 2)。大気偏差に着目すると、北太平洋で PDO 的な海盆規模 SST 変動が卓越する年代にはアリューシャン低気圧の強度変化 (図 1c) が、海盆規模で NPGO 的な海洋変動が卓越する年代は North Pacific Oscillation (NPO) に似た南北双極子的な循環偏差 (図 1f) を示す。これらの結果は先行研究と総合的で、PDV の海盆規模の卓越モードが数十年規模で入れ替わる長期変調を示唆す。実際に、大気海洋結合モデル CFES の長期積分においても、同様の PDV 海盆規模卓越モードの数十年変調が確認できた (図略)。さらに OFES による海面高度を用いて海洋前線変動に着目すると、PDO 卓越期には黒潮統流・亜寒帯前線の南北変位が卓越し (図 1b)、NPGO 卓越期には黒潮統流の流速変動が卓越する (図 1e)。海洋前線変動と海盆規模大気循環偏差の変調の因果関係を調べると、PDO 卓越期には黒潮統流の南 (北) 上に 2-4 年ほど先行してアリューシャン低気圧が弱 (強) 化し、NPGO 卓越期にはこの関係が明瞭でなかった (図略)。このことは、大気強制に対する海洋前線の応答もまた数十年変調を示すことを支持している。

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。

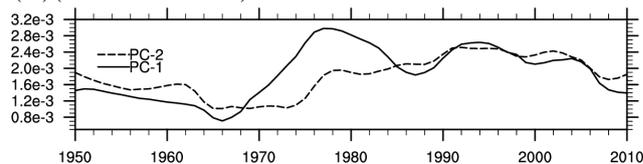


図 1. 北太平洋中緯度域での 5 年平均冬季 SST 偏差 (OFES) の第 1, 第 2 主成分の 20 年移動幅の標準偏差時系列

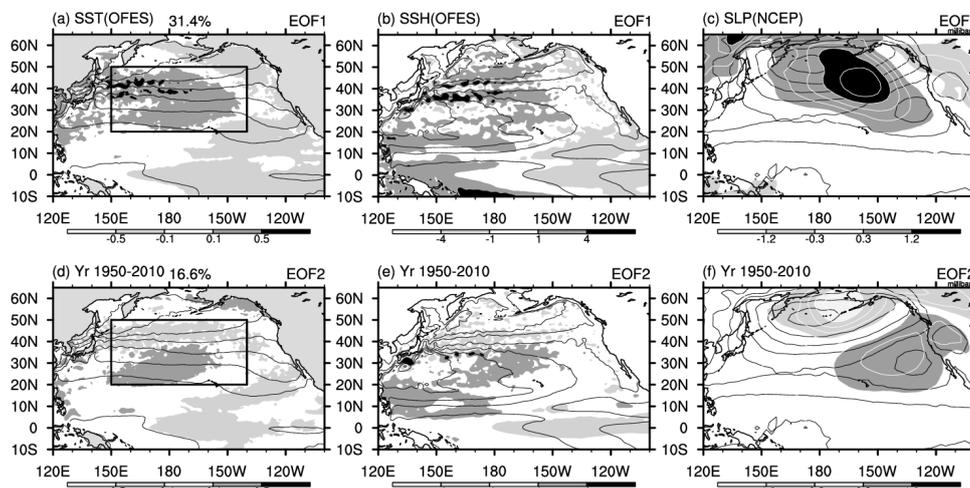


図 2. (a) 北太平洋中緯度域 (矩形領域) での 5 年平均冬季 SST 偏差 (OFES) の第 1 主成分に対する 5 年平均冬季 SST 偏差 (OFES) の線形回帰係数 (b)(a) と同じ、ただし海面高度偏差 (OFES) の回帰係数 (c)(a) と同じ、ただし海面気圧偏差 (MCEP 再解析) の回帰係数 (d-f) (a-c) と同じ、ただし第 2 主成分に対する回帰係数. 黒等値線は気候値