

1. はじめに

インド洋ダイポールモード(以下IOD)の変動にはいくつかの周期があり(Ashok et al. 2003)、卓越周期が長期的に変化しているという指摘がある。Nakamura et al. (2009)は、ケニア沖のサンゴ礁年輪解析(期間1887~2002)よりIODの卓越周期が1924年以前の約10年から、1960年以降の18ヵ月~3年に短縮され、IODが頻発していることを指摘した。

インド洋では海洋内部の観測が少なかったが、2004年以降はアルゴフロートの数が増加して、海洋内部構造とIODの関連を議論できるようになった。本研究では最近50年間のSSTデータから、1990年代以降IODの3~4年周期振動が顕著になったこと、2004年以降については、この周期の変動がインド洋の水溫躍層の深度変動と対応していたことを示す。

2. データ

- SST (ERSST:1960/1~1981/12, OISST:1982/1~2010/2)
 - OLR (1974/6~2009/11)
 - NCEP-NCAR 再解析データ 850hPa風 (1960/1~2009/12)
 - アルゴフロート客観解析データ(JAMSTEC) 水温 (2004/1~2009/12)
- 注:すべて月平均値を解析した

4. 海洋内部構造との関係

IOD-Index参照領域のSSTは、著しい年周期変化を示す。東側参照領域では7~9月の季節的な水溫低下の大きさが、西側参照領域では季節的な水溫上昇の大きさが、3~4年周期変動に反映していた。2004年以降については、東側参照領域では、水溫躍層(20°Cを参照)の深度に3~4年周期変動に対応する変化が見られた。すなわち浅い時に季節的な水溫低下が大きく、深い時に小さくなっていった。

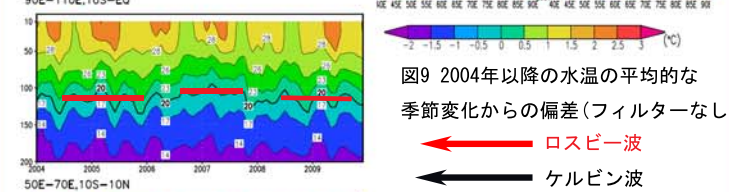
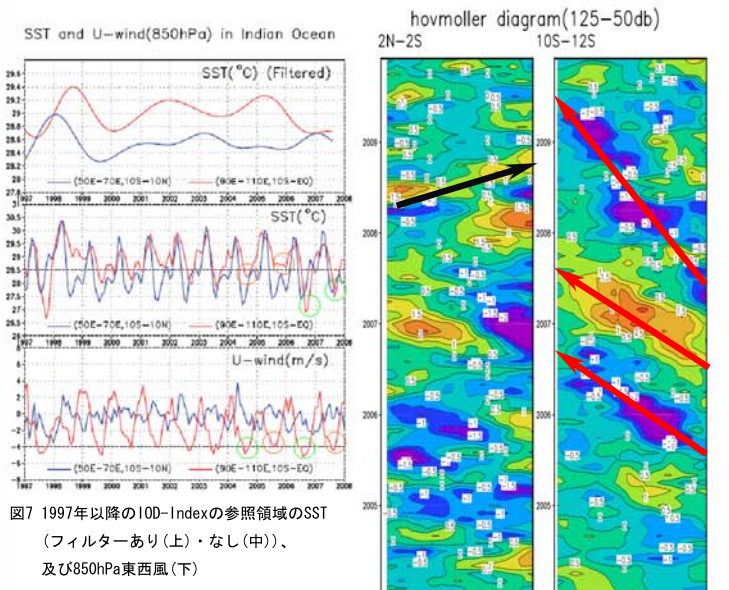


図7 1997年以降のIOD-Indexの参照領域のSST(フィルターあり(上)・なし(中)、及び850hPa東西風(下))

図8 2004年以降の水溫プロファイル時系列(フィルターなし)

図9 2004年以降の水溫の平均的な季節変化からの偏差(フィルターなし)

← ロスビー波
← ケルビン波

3. IODの卓越周期の変化

15~18ヶ月の周期変動は全期間を通してみられるが、3~4年周期変動は1990年代以降顕著になった

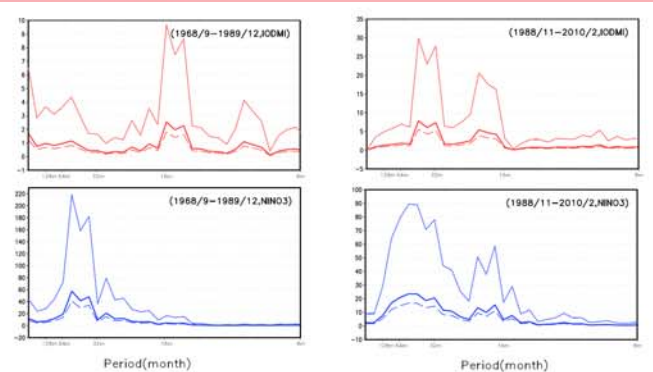


図1 IOD-IndexとNINO-3 SST Indexのスペクトル(FFT) 1968/9~1989/12 (90%の信頼限界を示す)

図2 IOD-IndexとNINO-3 SST Indexのスペクトル(FFT) 1988/11~2010/2 (90%の信頼限界を示す)

- 1990年代以降、IODの変動に3~4年周期が卓越する。
- IOD-Indexの参照領域のSSTは、1990年代以降逆位相となり、ダイポールの特徴を強く示す。また、3~4年周期変動に伴って、OLR 850hPa風の偏差にもIODとしての特徴が現れた。

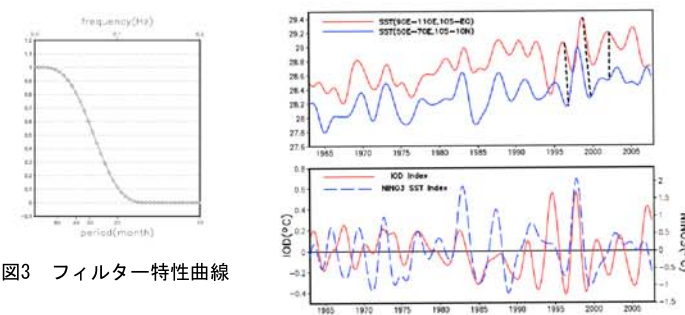


図3 フィルター特性曲線

図4 IOD-Index参照領域SSTとIOD、NINO-3の時系列(フィルターをかけたもの)

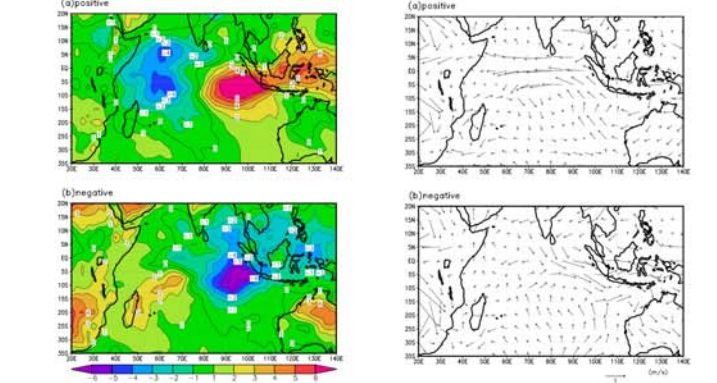


図5 OLR偏差の合成解析図(フィルターをかけたもの)

図6 850hPa風偏差の合成解析図(フィルターをかけたもの)

5. まとめ

1990年代以降、IOD-Indexに3~4年周期変動が顕著になり、インド洋のSST変動にダイポールの特徴が強まった。この変動はIOD-Index参照領域のSSTの年周変化の変調、すなわち季節的なSST低下や上昇の大きさの変化に対応している。2004年以降については、季節的な水溫変化の変調はインド洋内部の温度躍層の深度変化と関係づけることができた。従って見出されたIOD-Indexの3~4年周期変動は海洋内部の変動に起因している可能性がある。海水温データにはロスビー波やケルビン波が見られ、今後は海洋中の波動と3~4年周期変動との関係を検討する必要がある。

参考文献

Ashok, K., Z. Guan, T. Yamagata, 2003: A Look at the Relationship between the ENSO and the Indian Ocean Dipole. J. Meteor. Soc. Japan, 81, 41-56.

Nakamura, N., H. Kayanne, H. Iijima, T. R. McClanahan, S. K. Behera, T. Yamagata, 2009: Mode shift in the Indian Ocean climate under global warming stress. Geophys. Res. Lett., 36, L23708.