

神戸大学工学部 学生会員 ○小谷 瑳千花
 神戸大学大学院工学研究 正会員 内山 雄介

1. 研究背景及び目的

琉球諸島周辺海域は、低緯度域から暖水塊を輸送する黒潮の影響などにより、高緯度にありながらサンゴ礁が豊富に生息する世界的にも特殊な海域環境を形成している。一方で、地球温暖化などの影響により、本海域においてもサンゴの白化や衰退が進展しており、サンゴ礁保護に向けて周辺の流動構造を解明することが喫緊の課題の一つとなっている。また、沖縄本島周辺のサンゴ被覆度は西海岸よりも東海岸で少なく、その影響もあって西海岸にはより多くのリゾートビーチが設置されるなど、沖縄本島の東西の経済格差の一因になっている。

生息環境を水温に強く規定されるサンゴ礁生態系にとって、黒潮の暖水波及効果は根幹的に重要である。Kamidaira *et al.* (2016) は、黒潮と沖縄本島の間に発達する負のサブメソスケール渦に伴う eddy heat flux によって西海岸への黒潮暖水の波及が促進されることを示した。黒潮波及のもう一つの機構として、同海域に間欠的に発生するメソスケールの黒潮反流の影響が考えられている。これらに伴う黒潮影響の差異によって、本島周辺の東西海岸間で非対称性が生じ、サンゴ生態系の発達に影響を与えている可能性がある。そこで本研究では、JCOPE2-ROMS システムによる3段階ネスト海洋モデルを用いて、沖縄本島周辺の海洋構造の東西の非対称性の実態把握と黒潮反流の発生特性に関する解析を行った。

2. 解析方法

本研究では、3次元変分データ同化を用いた日本沿岸海況再解析・予報システム JCOPE2

(Miyazawa *et al.*, 2009; 水平解像度約 10 km) を境界条件とした、ROMS-L1 (水平解像度 3 km) → L2 (同 1 km) → L3 (同 250 m) の3段階ネスティングによる高解像度海洋ダウンスケリーングを行った。海上風には気象庁 GPV-GMS/MSM 再解析値を用い、L3 モデルでは TPX07.0 の全球調和定数を用いて主要 10 分潮の順圧潮汐を考慮した。

3. 解析結果と考察

(1) 沖縄本島の東西の非対称性

L3 による水位に対する半日周潮成分 (M2, S2) に関する調和解析結果を見ると (図-1, 2), 東海岸の遅角は西海岸よりも小さく、潮汐の影響は本島南北両端から西海岸へ回り込むように2方向的に及んでいる。また、東海岸での振幅は概ね一様であるが、西海岸では最大で 15% 程度増幅している。さらに本島と渡嘉敷島間の海域 (渡嘉敷海峡と呼ぶ) を境に東西の伝播特性が大きく変化しており、渡嘉敷海峡の存在が本島周辺の東西の非対称性の形成に寄与していることが示唆される。

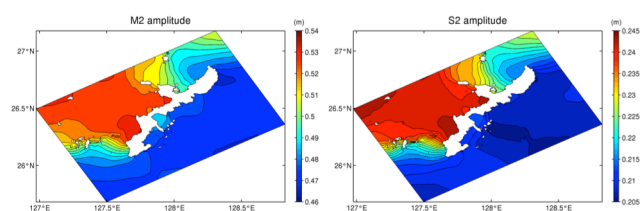


図-1 半日周期成分の遅角の空間分布

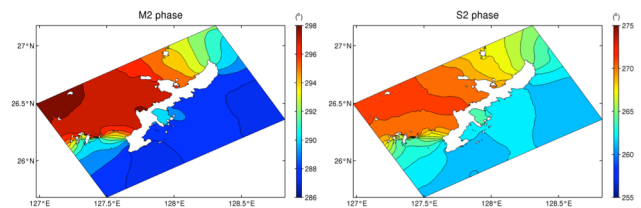


図-2 半日周期成分の振幅の空間分布

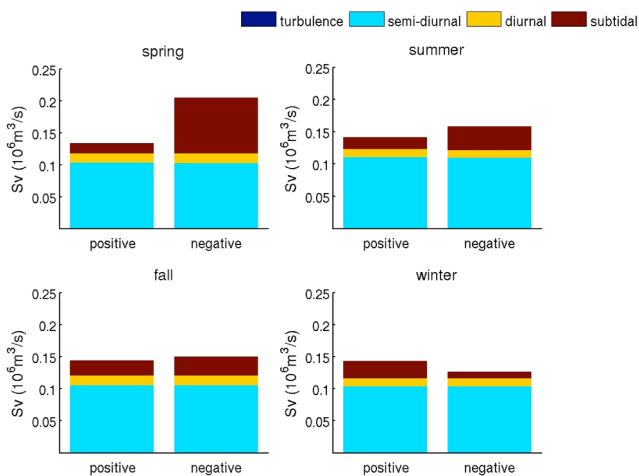


図-3 渡嘉敷海峡の季節別通過流量

(2) 渡嘉敷海峡通過流量の季節変動

次に、渡嘉敷海峡を通過する流量の季節平均値を求めた (図-3)。ただし、北上流を正、南下流を負と定義している。周波数別に見ると半日周期成分の寄与が大半を占め、次いで周期 28 h 以上の長周期成分の寄与が大きい。通過流の南北差は長周期成分の消長に起因していることは明白であり、南下流 (負値) は春季に強化され、冬季に最も弱化している。南下流の強度は本島西海岸沿岸を南進するように循環する時計回りの黒潮逆流の発達特性に関連しているものと推察される。

(3) 黒潮逆流の季節変動

黒潮逆流は本島西海岸と黒潮の間に間欠的に発生する直径 100 km 程度の時計回りの循環流であり、その実体は負のメソスケール渦である。同海域における表層無次元相対渦度の季節差を見ると (図-4)、春季には直径数 10~100 km のメソスケール渦が卓越しており、黒潮-本島間に負の渦度 (すなわち黒潮逆流) が発達していることが確認できる。一方で、冬季の渦サイズは春季よりも格段に小さく、直径 10 数 km 程度の強いサブメソスケール渦が卓越している。この傾向を定量的に評価するために、本島西側海域における運動エネルギー (KE) 波数スペクトルを求めた (図-5)。スペクトル勾配は冬季の方が春季よりも

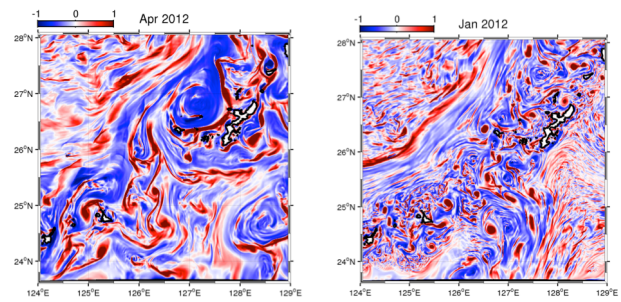


図-4 海洋表層の無次元相対渦度のスナップショット (左：春季，右：冬季)。

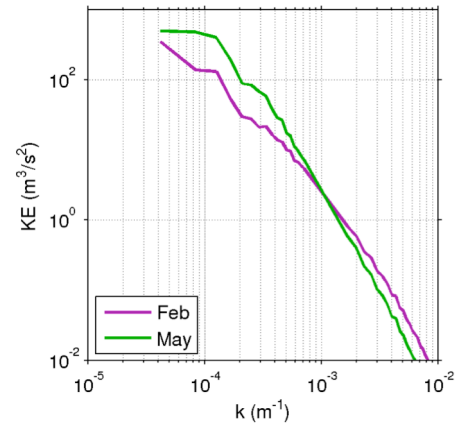


図-5 冬季と春季の波数スペクトルの比較

緩やかで、冬季の KE は低波数側で小さく、高波数側で大きく、春冬では渦サイズの傾向が異なることが示されている。したがって、春季には黒潮-本島間でメソスケール渦として黒潮逆流が発生するが、冬季はサブメソスケール渦が卓越し、その強い水平混合作用によって黒潮逆流が抑制されていると解釈される。つまり、春季はメソスケールの黒潮逆流が、冬季にはサブメソスケール渦による eddy flux が黒潮-本島間の黒潮波及に影響を及ぼしており、特に前者は渡嘉敷海峡通過流の季節差を惹起し、本島周辺の東西の非対称性の季節変化を生じさせるものと考えられる。

参考文献

- 1) Kamidaira, Y. et al. (2016): Eddy-induced transport of the Kuroshio warm water around the Ryukyu Islands in the East China Sea, *Cont. Shelf Res.* (in revision)
- 2) Miyazawa, Y. et al. (2009), *J. Oceanogr.*, **65**.