

屋久島を回り込む風が発生させるエクマンポンピングによる 周辺海水温への影響

Effect on the surrounding Sea Surface Temperature by Ekman Pumping
caused by the wind blowing around Yakushima Island

気象・気候ダイナミクス研究室 平松大和 (513373) : 指導教員 立花義裕教授

Yamato Hiramatsu

Keywords: Ekman pumping, WRF, Kuroshio

1. 序論

北半球において、海岸を左に見て沿岸部と平行な風が吹く時、沿岸域の表層水はコリオリの力を受けて、岸から離れるような流れ(エクマン吹送流)が起きる。その離れた海水を補うように下層から海水が湧き上がる沿岸湧昇が起き、海洋下層の冷たい海水が表層に持ち上げられ、海面水温(Sea Surface Temperature; SST)が低下することは広く知られている。[植田宏昭, 2012]¹⁾

九州地方南部に位置する屋久島は黒潮流域に存在する。黒潮は屋久島の南岸を回り込み、そのまま北上するように流れている。また東アジアである日本の冬は「西高東低」という特徴的な気圧配置をしており、九州地方を含む日本全域に北西風が定常的に吹いている。そこで冬季に定常的に吹く北西風が九州地方の屋久島の沿岸域でエクマンポンピングが発生させ、それによって屋久島周辺の SST に影響を及ぼすのではないかと仮説を立てた。

本研究では、屋久島の沿岸部でエクマンポンピングが起こっているのか、また起きていたとするならば、それが周辺の海水温にどのような影響を及ぼしているのか検討することを目的としている。

2. 使用データ・解析手法

大気場データとして気象庁メソ数値予報モデル MSM の地上風を用いて、下記の式によってエクマンポンピング流速 ω_e を計算した。

$$Ue = \frac{\tau_y}{\rho f} \quad Ve = -\frac{\tau_x}{\rho f}$$

$$\omega_e = \text{div}(Ue, Ve)$$

Ue, Ve : エクマン輸送, τ_x, τ_y : 風応力, ρ : 海水密度, f : コリオリパラメーター

SST データには日本沿海予測可能性実験 FRA-JCOPE2²⁾を使用した。

また、本研究では領域気象モデル WRFv3.4.1(Weather Research and Forecasting)を用いて再現実験(Ctl_run)と、屋久島全域の地形を海拔高度 1m の平地に変えた実験(1m_run)を行い、両者を比較することで屋久島が島であることで周辺大気の風の場合にどのように影響しているのかを調べる感度実験を行った。

なお、大気の初期条件・境界条件には MSM の初期時刻データを、土壌の初期値には NCEP Final Analysis(NCEP-FNL)を用いた。SST データには NOAA_Optimum Interpolation Sea Surface Temperature V2(OISST)³⁾を 6 時間毎に与えた。屋久島を中心とする九州地方南部を計算領域とし、計算期間は 2011 年 1 月の 1 カ月間を計算した。

3. 結果

3.1 WRF の結果

Fig.1 に 2011 年 1 月の 1 ヶ月平均した Ctl_run の風向(矢印)と、Ctl_run と 1m_run の差を取った絶対風速(線)と熱フラックス(色)を示している。この図からこの領域では北西風が吹いており、絶対風速の差から屋久島が存在することで島の風上域と風下域では風速が弱まり、屋久島を回り込む風は強いことが分かる。また、風速の強い領域では熱フラックスの上向き放出が顕著に見られる。

3.2 再解析データの結果

Fig.2はMSMの地上風を用いて、2章に記した式を計算したエクマンポンピング流速の結果である。屋久島の南西で発散(赤色)、北東で収束(青色)していることが示される。またFig.3に、2011年1月の月平均したSSTと、それにスムージングをかけて値を粗くしたものとの差を示す。この計算によって、大規模場である黒潮などの影響をある程度取り除き、エクマンポンピングによるSSTの変化を見ることができる。Fig.2の発散領域ではSSTが下がり、収束領域ではSSTが上がることを確認できた。

4. 考察

Fig.1の結果より、海上風が吹くことにより熱が放出されて屋久島の沿岸の海洋表層は冷却されることが考えられる。またFig.2,3より、北西風が吹く1月において屋久島の周辺ではエクマンポンピングが起きており、周辺海水温を変化させている可能性があることが示唆された。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、様々なご指導を頂きました立花義裕教授には深く感謝いたします。また数多くの助言を頂いた安藤雄太氏をはじめとする気象・気候ダイナミクス研究室の皆様に重ねて厚く御礼申し上げます。

6. 引用文献

- 1) 植田宏昭：気候システム論－グローバルモンスーンから読み解く気候変動，筑波大学出版会，2012，39-43
- 2) Miyazawa, Y., R. Zhang, X. Guo, H. Tamura, D. Ambe, J.-S. Lee, A. Okuno, H. Yoshinari, T. Setou, and K. Komatsu, 2009: Water mass variability in the western North Pacific detected in a 15-year eddy resolving ocean reanalysis, *J. Oceanogr.* **65**, 737-756.
- 3) Reynolds, R.W., N.A. Rayner, T.M. Smith, D.C. Stokes, and W. Wang, 2002: An improved in situ and satellite SST analysis for climate. *J. Climate*, **15**, 1609-1625.

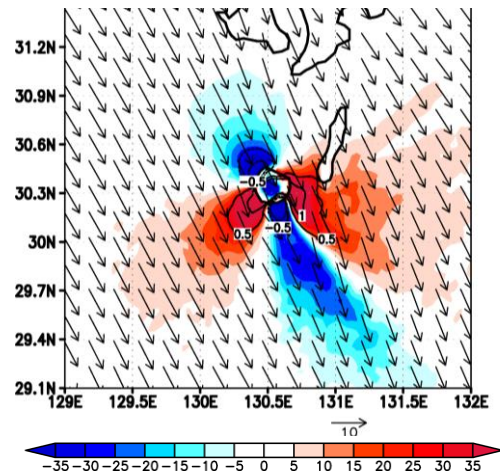


Fig.1 Difference in January mean in heat flux [W/m^2] (shaded) and absolute wind speed at 10m [m/s] (contour) between Ctl_run and 1m_run. Vectors indicate January mean horizontal 10m-wind direction in Ctl_run.

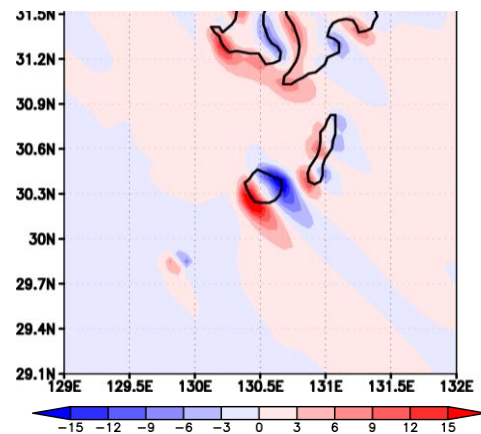


Fig.2 Monthly Mean Ekman pumping velocity[cm/s] in January 2011.

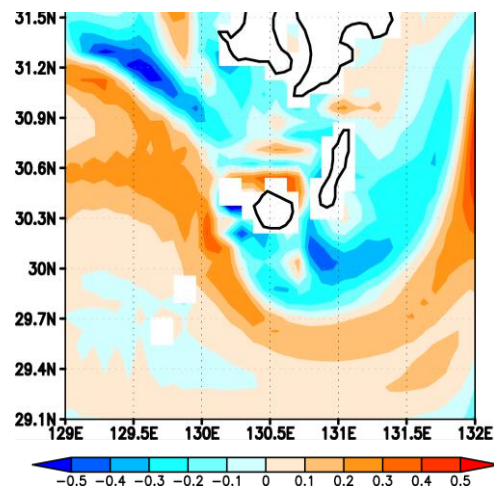


Fig.3 Difference in January mean in Sea Surface Temperature[K] between 2011 and smoothing of 2011.