

南半球中緯度海上風の乱流強度増大メカニズムについて

北祐樹⁽¹⁾ ・ 早稲田卓爾⁽²⁾ ・ 西田智哉⁽³⁾ ・ Peter Jansen⁽⁴⁾ ・ Eric Schulz⁽⁵⁾

⁽¹⁾東京大学工学部 ⁽²⁾東京大学新領域創成科学研究科海洋技術環境学専攻 ⁽³⁾伊藤忠テクノソリューションズ

⁽⁴⁾CSIRO Marine And Atmospheric Research ⁽⁵⁾Bureau of Meteorology

キーワード： 大気境界層、中高緯度大気、境界層乱流、突風

1. はじめに

中高緯度海域において、海洋が海面上を吹く風に影響を及ぼすことは数々の研究から示されている。Nishida (2014)は、冬季において寒気が卓越する際、海面からの顕熱フラックスが日本近海における突風率・乱流強度上昇に寄与していることを示した。乱流運動エネルギー方程式 (TKE budget) において、この現象の中では浮力生成項の寄与がシア生成項より大きくなることを示唆している。本研究では、日本近海と大きく環境の異なるオーストラリア南洋において、突風率及び乱流強度に及ぼす海面と気象場の影響について観測データからの考察を行い、JMA-NHM を用いて再解析を行った。

2. 観測と気象モデル再解析

オーストラリアの南方約 580km の地点において、Southern Ocean Flux Station(以下、SOFS)という係留測器が 2010 年より設置され、約 4 年の長期間観測が続けられている。一つの測器につき 1~2 年間観測が続けられ、これまで 4 つの測器で観測が行われた。測器のうち、ブイ観測では 0.2Hz で気象データを収集し、1 分毎にその平均値や最大値などを記録する。このデータを用いて、この海域における突風率などを解析した。今回は 1 分間の平均値から 10 分間の突風率および乱流強度を推定した。データ品質管理を行った結果、有効と判断されるデータ期間は累計 2 年半であった。また、この観測点付近の約 1000km 四方のエリアで、NCEP 再解析データ version1 を境界値として NHM で 20km のダウンスケーリング計算を行い、乱流強度が増大している際の気象場を解析した。

3. 結果

日本近海(146.5°E, 38.1°N)と比べ、この海域はより強い平均風速(9.1m/s、高度 2.7m)が確認された。この緯度帯は北半球の同じ緯度帯とは異なり、陸地比率が低い。その為南極環流が循環しており、常時強い偏西風が卓越している。古来より「吠える 40 度」と呼ばれ、常に強い風と高い波が発生することが知られている。

突風率や乱流強度は、風速 8m/s 未満の低風時には風速とほぼ反比例の関係を示したのに対し、それ以上の強風時には両者ともにほぼ一定の値を示した。風速が Weibull 分布で近似できることは広く知られているが、低風時には Weibull 分布の形状パラメータは一定ではなく、一通りの分布で風速を近似することができないため、解析対象を風速 8m/s 以上の強風時のみとした(図 1)。

強風時には、突風率の分布は Gumbel 分布とよく一致した。しかし突風率が約 1.6 を超える場合、この Gumbel 分布からさらに大きな値へ外れた(図 2)。これは従来の突風率の分布と異なる傾きを示しており、雷雨やスコール

など激しい対流性イベント時に発生する事象であることが先の研究(Bradbury and Deaves 1994, Nishida et al. 2014)でも報告されている。このエリアでは、日本近海に比べ水温・気温差が小さい一方、年間を通して風速が大きいために観測から示された。観測は SST を除いては高度が 1 点だけであるため、鉛直プロファイルを求めることができない。そのため、Richardson 数から Monin-Obkhov 長さを推測し、大気安定度と鉛直プロファイルを計算した。風速を高度 10m に補正した値は NHM とよく一致した。フラックスについても計算したところ、浮力生成項はシア生成項に比べ十分小さいことがわかった。

2010 年の 5,8,11 月と、2011 年 2 月での NHM による再解析の結果とオーストラリア気象庁の公表している天気図から、観測点で乱流強度が増大する際、多くのケースで低気圧が卓越していたことが示された(図 2)。

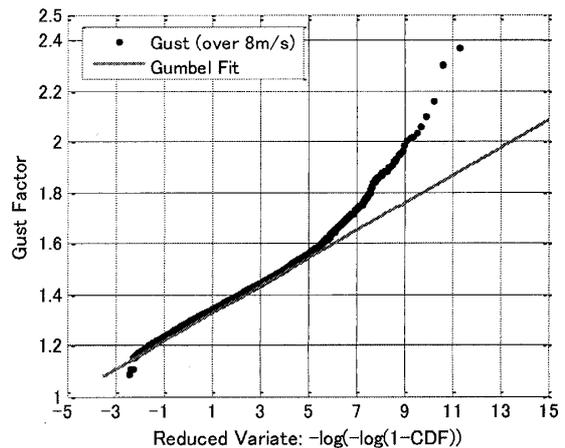


図 1 突風率の Gumbel 分布へのフィッティング

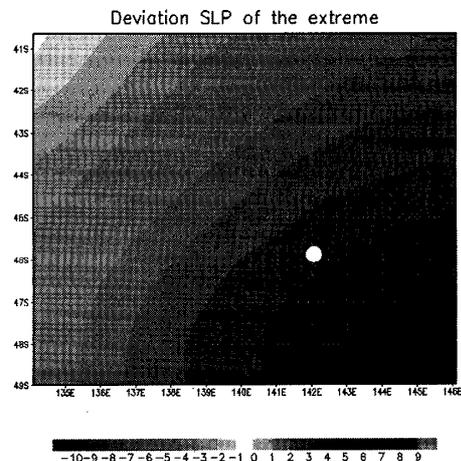


図 2 乱流増強時の平均場からの偏差