

グローバルモンスーンと ENSO - 内在する双方向のフィードバック - Global monsoon and ENSO -Inherent interactive feedback-

植田 宏昭^{1*}
UEDA, Hiroaki^{1*}

¹ 筑波大・生命環境系

¹Life and Environmental Sciences, Univ. Tsukuba

大気海洋相互作用に関わる研究の進展は目覚ましく、太平洋に生起するエル・ニーニョ現象の力学をはじめとし、インド洋ダイポールモード現象、海洋性モンスーンの発見などに代表される地域間の相互作用についての理解も急速に深まっている。「大気海洋相互作用」という専門用語には、暗に複数のプロセスを内包していることを意味していることもあり、気候システムの複雑さを表現する時の常套的な文言として多用される傾向にある。本講演では今一度「相互作用」という意味について、グローバルモンスーンを基軸として整理を行った上で、そのシステム内に内在する未解明のプロセスの抽出を試みる。

太陽入射量の緯度による季節的な配分の多寡は、大陸と海洋間の温度コントラストを駆動源とするアジアモンスーンを生み出す。一方、アジアに近接する海洋では、モンスーンの影響を強く受けた特異な大気海洋システムの存在が明らかになってきた。1990年代前半には西太平洋モンスーンの季節的な発現が各種のデータで確認され (Murakami and Matsumoto 1994; JMSJ)、90年代の後半になるとインド洋でもエル・ニーニョに類似したダイポールモードと名付けられた年々変動現象が発見されている (Saji et al. 1999; Webster et al. 1999; Nature)。これらの現象はアジア・太平洋・インド洋域にまたがり、その変動過程において個々の地域特有のモンスーンが必ず介在することから、近年ではグローバルモンスーンという視点から論じる機会が増えている (Wang et al. 2009)。グローバルモンスーンの変動を規定する物理プロセスの中で、大気海洋相互作用が重要であることは論を待たないが、研究の歴史を紐解くと、必ずしも双方向の相互作用を論じていない場合が多い (Wang et al. 2005; GRL)。本講演では、これまであまり論じられてこなかった大気から海洋へのフィードバックに焦点を当て、PCS 実験 (フィードバック定量化スキーム; Ueda et al. 2009; JC)、Double ITCZ 問題、WWW メカニズム (インド洋・西太平洋連結過程) などを紹介する。さらに、顕著な季節変動を呈するモンスーン域内で生じる様々なスケールの変動として、熱帯インド洋の全域昇温 (通称インド洋のコンデンサー効果; Xie et al. 2009; JC) やその影響などについて、ENSO の非対称性に関係して生じた顕著な気候変動 (3年連続のアフガン旱魃、平成 18 年豪雪、タイの 2011 年洪水、平成 23/24 年の日本海側の多雪/寒冬) を取り上げながら紹介する予定である。

キーワード: グローバルモンスーン, 大気海洋相互作用, インド洋ダイポール

Keywords: global monsoon, air-sea interaction, Indian Ocean dipole mode

A new perspective on the weak relationship between ENSO and Atlantic Ninos A new perspective on the weak relationship between ENSO and Atlantic Ninos

Ingo Richter^{1*}, Swadhin Behera¹, Yukio Masumoto¹, Toshio Yamagata²
RICHTER, Ingo^{1*}, BEHERA, Swadhin¹, MASUMOTO, Yukio¹, YAMAGATA, Toshio²

¹Research Institute for Global Change, JAMSTEC, ²Department of Earth and Planetary Science, Tokyo University

¹Research Institute for Global Change, JAMSTEC, ²Department of Earth and Planetary Science, Tokyo University

While it has long been documented that ENSO has a strong influence on the northern tropical Atlantic, there appears to be no clear link with equatorial Atlantic variability. Thus the correlation between Pacific Ninos and equatorial Atlantic warm events (also called Atlantic Ninos) is rather weak, about -0.1 when ENSO leads by two seasons. Several attempts have been made to explain this weak relationship but a comprehensive understanding remains elusive. This is partly due to the small number of well-documented events, and partly to the poor representation of tropical Atlantic climate in general circulation models (GCMs). The present study re-examines the problem using satellite-era reanalyses and observations as well as GCMs with comparatively realistic representations of tropical Atlantic climate. We find that in both observations and GCMs the influence of tropical Pacific SST on equatorial Atlantic surface winds is strongly seasonal, with pronounced impacts limited to boreal spring. During this season negative Pacific SST anomalies induce equatorial surface westerlies in the tropical Atlantic. In GCMs these equatorial westerlies lead to a deepening of the thermocline, which is typically followed by an Atlantic Nino one season later. Thus the correlation between tropical Pacific SSTs and Atlantic Ninos is about -0.5 when the Pacific leads by two seasons. In observations and reanalyses, on the other hand, the relation between equatorial Atlantic winds and Atlantic Ninos is much weaker. Thus, in both models and observations ENSO induces similar wind patterns over the western equatorial Atlantic in MAM. In observations, however, this wind stress forcing is only one of the factors controlling the evolution of equatorial SSTs. Other factors controlling equatorial Atlantic SSTs will be discussed.

キーワード: ENSO, Atlantic Nino, correlation, surface wind

Keywords: ENSO, Atlantic Nino, correlation, surface wind

PJパターンの内部モード性と ENSO

The Pacific-Japan teleconnection pattern as an atmospheric internal mode and influence of ENSO

小坂 優^{1*}, 謝 尚平¹, LAU Ngar-Cheung², VECCHI, Gabriel A.²

KOSAKA, Yu^{1*}, XIE Shang-Ping¹, LAU Ngar-Cheung², VECCHI, Gabriel A.²

¹ ハワイ大学国際太平洋研究センター, ² 地球流体力学研究所

¹IPRC, University of Hawaii, ²GFDL, NOAA

Pacific-Japan (PJ) パターンは夏季東アジアの気候変動に寄与する主要な遠隔影響パターンの一つである。PJ パターンは北西太平洋における降水および対流圏下層循環の南北ダイポールで特徴付けられる。PJ パターンは前冬に極大を迎えるエルニーニョ・南方振動 (ENSO) と有意な相関を持つことが知られている一方で、近年の研究から PJ パターンが大気の内変動モードであることが示唆されている。

この可能性を検討するために、米国地球流体力学研究所で開発された大気海洋結合モデル (CM) およびその大気部分 (AM) を用いた実験を行った。CM では赤道東太平洋における海面水温偏差を観測された偏差に緩和し、モデルに現実的な ENSO を再現させる。またこの実験で得られたアンサンブル平均海面水温を、AM の境界条件として全てのアンサンブルメンバーに与える。これらの実験において、アンサンブル平均の変動は ENSO に伴うものを表し、アンサンブルメンバー間のばらつきは CM では ENSO とは独立な変動を、AM では大気の内変動を表す。

月々の偏差に対する経験直交関数解析から、CM においてアンサンブル平均からもアンサンブル間の分散からも PJ パターンが抽出され、PJ パターンが ENSO なしでも存在することが確認される。また AM のアンサンブル間の分散においても PJ パターンは卓越変動として存在し、PJ パターンが大気の内変動モードであることが示される。アンサンブル平均に見られる PJ パターンは発達期および衰退期の両方の ENSO と有意に相関し、ENSO は PJ パターンに伴う分散のおよそ 40% を説明する。ENSO のこのように大きな強制は、1970 年代の気候レジームシフト後の ENSO の強まりとともに PJ パターンが強化されたことと整合する。

キーワード: 夏季北西太平洋, 大循環モデル, 変動モード

Keywords: the summer western North Pacific, GCM, mode of variability

熱帯太平洋における海面水位変動と変化 Variability and change in sea level in the tropical Pacific

安田 珠幾^{1*}

YASUDA, Tamaki^{1*}

¹ 気象研究所

¹Meteorological Research Institute

過去 100 年の観測データと大気海洋結合モデルによる将来気候予測は、全球平均海面水位が上昇し続けていることを示し、人為起源の気候変化との関連が議論されている。全球平均海面水位上昇に加えて、地域的な海面水位上昇は、島嶼国や海に面した国にとって重要な社会問題である。さらに、地域的な海面水位変動は数年から数十年の時間規模を持つ。このような地域的な海面水位変動は、気候変動と密接に関連している。熱帯太平洋では、1950 年代から 1990 年代にかけて海面水位偏差の東西勾配が正（東部>西部）の長期変化傾向を示し、その後、1990 年代後半には負に転じた。北太平洋の亜熱帯セルは、1900 年代後半まで弱まり続けたが、1990 年代終わりから強化している。これらの変化は、熱帯太平洋の貿易風の弱体化から強化への変化に対応している。このような変化傾向は、1970 年代半ば及び 2000 年頃を境に位相が変化した太平洋十年規模変動と整合的である。しかしながら、この十年から数十年規模の変動メカニズムはまだ明らかになっていない。また、近年の新しい種類のエルニーニョ/南方振動（ENSO）（中央太平洋 ENSO/ENSO Modoki）の増加は、赤道太平洋の海面水位の十年規模変動にも影響を与えている。20 世紀にはウォーカー循環の弱体化する長期変化傾向があった。このことは、海面水位偏差の東西勾配が正（東部>西部）の長期変化傾向があることを意味する。したがって、赤道太平洋東部（西部）では、地域的な水位上昇を加速（減速）するように働く。また 1990 年代以降に観測された海面水位上昇率の負の東西勾配（西部>東部）は、20 世紀の長期トレンドとは逆位相であり、これには熱帯太平洋における海面水位の数十年規模変動が大きく影響していると考えられる。さらに、気候モデルによる地球温暖化に伴う将来予測では、ウォーカー循環の弱体化トレンドが続くことを示している。本講演では、このような熱帯太平洋の海面水位変動と変化について、観測データ及び現在及び将来気候に関するモデル実験を用いて気候変動及び変化との関連性を議論する。

キーワード: 海面水位, 熱帯太平洋, ENSO, 太平洋十年規模振動, 地球温暖化

Keywords: sea level, tropical Pacific, ENSO, Pacific Decadal Oscillation, global warming

熱帯太平洋およびインド洋上の Walker 循環弱化に伴う気候変化パターン Regional patterns of tropical Indo-Pacific climate change linked to the Walker circulation slowdown

時長 宏樹^{1*}, 謝尚平¹, Axel Timmermann¹, Shayne McGregor², 尾形友道¹, Yuko M. Okumura⁴, Clara Deser⁴, 久保田尚之³
TOKINAGA, Hiroki^{1*}, XIE, Shang-Ping¹, TIMMERMANN, Axel¹, MCGREGOR, Shayne², OGATA, Tomomichi¹, OKUMURA, Yuko M.⁴, DESER, Clara⁴, KUBOTA, Hisayuki³

¹ ハワイ大学国際太平洋研究センター, ²University of New South Wales, ³ 海洋研究開発機構, ⁴National Center for Atmospheric Research

¹International Pacific Research Center, University of Hawaii, ²University of New South Wales, ³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁴National Center for Atmospheric Research

Regional patterns of tropical Indo-Pacific climate change are investigated over the last six decades based on a synthesis of in situ observations and ocean model simulations, with a focus on physical consistency among sea surface temperature (SST), cloud, sea level pressure (SLP), surface wind, and subsurface ocean temperature. A newly developed bias-corrected surface wind dataset displays westerly trends over the western tropical Pacific and easterly trends over the tropical Indian Ocean, indicative of a slowdown of the Walker circulation. This pattern of wind change is consistent with that of observed SLP change showing positive trends over the Maritime Continent and negative trends over the central equatorial Pacific. Suppressed moisture convergence over the Maritime Continent is largely due to surface wind changes, contributing to observed decreases in marine cloudiness and land precipitation there. Furthermore, observed ocean mixed layer temperatures indicate a reduction in zonal contrast in the tropical Indo-Pacific characterized by larger warming in the tropical eastern Pacific and western Indian Ocean than in the tropical western Pacific and eastern Indian Ocean. Similar changes are successfully simulated by an ocean general circulation model forced with the bias-corrected wind stress. Whereas results from major SST reconstructions show no significant change in zonal gradient in the tropical Indo-Pacific, both bucket-sampled SSTs and nighttime marine air temperatures show a weakening of the zonal gradient consistent with the subsurface temperature changes. All these findings from independent observations provide robust evidence for ocean-atmosphere coupling associated with the reduction in the Walker circulation over the last six decades.

Keywords: climate change, Walker circulation, air-sea interaction, tropical Indo-Pacific

冬季北太平洋亜熱帯高気圧強度の10年規模変動 Changes in intensity of the wintertime North Pacific Subtropical High on quasi-decadal timescale

杉本 周作^{1*}, 花輪 公雄¹

SUGIMOTO, Shusaku^{1*}, HANAWA, Kimio¹

¹ 東北大学大学院理学研究科

¹ Graduate School of Science, Tohoku University

Temporal variations of the North Pacific Subtropical High (NPSH) intensity, which is defined by the sea level pressure averaged within a region of 120°145W, 20°40N, during 60 winters from December 1950/February 1951 to December 2009/February 2010 are investigated using the National Centers Environmental Prediction/National Center Atmosphere Research (NCEP/NCAR) reanalysis dataset. The months from December to February correspond to the period having peak winter conditions in the atmosphere field. The NPSH shows a dominant quasi-decadal (about 10 years) intensity variation and has an equivalent barotropic structure in the vertical direction through the troposphere. The tripole pressure system associated with quasi-stationary Rossby wave packet propagation is found over the wide regions from the NPSH to the Gulf of Mexico: in the strengthening phases of the NPSH, the pressure weakens over the central Canada and strengthens over the Gulf of Mexico. The spatial structure has a resemblance with the Tropical Northern Hemisphere (TNH) teleconnection pattern detected by the Barnston and Livezey (1987, Monthly Weather Review): actually, the NPSH intensity has a significant correlation ($R = 0.54$) with an index of TNH defined by a rotated empirical orthogonal function (REOF) analysis for the geopotential height at 700hPa field. Changes in the wind associated with the NPSH-related teleconnection pattern impart large impacts on the surface air temperature and precipitable water fields over the America: the associated northerly wind brings cold/dry air onto the western American region and the southerly wind brings the warm/wet maritime air onto the eastern part of the American.

The statistical analyses such as a composite analysis and a correlation analysis show significant relationships between the NPSH and sea surface temperature (SST); a zonal dipole SST structure is found in the tropical ocean: positive SST anomalies are distributed in the western part of tropical ocean and negative anomalies are in the eastern part of tropical ocean in the strengthening phases of the NPSH. The SST pattern is similar to that related to the El Niño/Southern Oscillation (ENSO): actually, the NPSH intensity has a significant correlation ($R = 0.54$) with the Niño-3.4 index defined as SST averaged of 120°170W, 5S-5N. A composite analysis shows that, in the La Niña events, a Hadley cell characterized by an upward flow in the northern tropical Pacific around 150W, 15N and a downward flow in the subtropical Pacific region around 140W, 30N is formed locally and resultant causes a strengthening of the NPSH. It can be pointed out that the NPSH intensity and the NPSH-related teleconnection pattern, i.e., TNH pattern, are induced mainly by the quasi-decadal time scale ENSO found in the recent analysis (Hasegawa and Hanawa 2006, Journal of Oceanography).

キーワード: 北太平洋高気圧, TNH テレコネクションパターン, 10年規模変動, ENSO

Keywords: North Pacific Subtropical High, TNH teleconnection pattern, quasi-decadal timescale, ENSO

西太平洋暖水域の海洋表層にみられる季節内変動の特徴と台風との関係 Intraseasonal variability of ocean surface in the western Pacific warm pool and its connection with typhoon activity

山田 広幸^{1*}

YAMADA, Hiroyuki^{1*}

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

西太平洋暖水域では大規模な雲活動が季節内(30-90日)の時間スケールで変動することが知られており、活発期には台風の発生頻度が増加することが指摘されている。台風は海面からの熱供給によって強化され、台風の通過後には海洋混合層の顕著な冷却がしばしば観測されるが、その通過以前の変動を含む海洋表層の変動特性はまだ十分に理解されていない。本研究では衛星観測データや高頻度中層フロートのデータを用いて、海洋表層における90日以下の時間スケールの変動特性を調べ、台風活動との関連性を議論する。

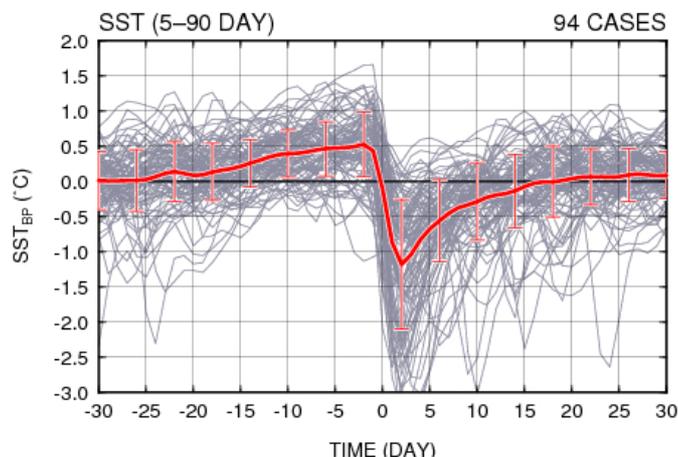
過去23年間の衛星観測データを用いて海面水温の周期特性を調べたところ、90日以下の短周期において卓越する時間スケールは存在せず、5-90日の周期帯で同程度のスペクトル強度を持つホワイトノイズに近い不規則性がみられた。これは様々な時間スケールの変動が混在した結果であり、年によって60日や30日の変動が顕著になる場合があった。このような季節内以下の変動は、それより長い半年~年変動の1/3から同程度の強度を持っていた。

短時間の変動を詳しく調べたところ、大きな振幅を持つ変動の多くは台風活動の大きい期間にみられた。5-90日のバンドパスフィルターを用いて海面水温の季節内変動シグナルを抽出し、台風の通過前後における海面水温の変動特性を事例毎に調べたところ、台風通過前のゆるやかな増加と、通過直後の急激な降下を伴う20-60日程度の変動が多くの事例において認められた(図参照)。台風通過前の昇温に着目し、ベストトラックデータを用いて台風経路との関連を調べたところ、昇温の顕著な領域とその後の台風経路が一致する事例が数多く見られ、台風に先行した海洋表層のプレコンディショニングが起きていることがわかった。1日1回の鉛直観測を行う高頻度中層フロートのデータを用いて台風通過に伴う鉛直構造の変動を調べたところ、このような昇温・冷却は厚さ約50mの海洋混合層全体で起きていることがわかった。

以上の結果は、西太平洋暖水域の海洋混合層には台風の活動と関係した、特定の周期帯を持たない不規則な短周期変動が卓越することを示す。

キーワード: 大気海洋相互作用, 台風, 熱帯気象

Keywords: air-sea interaction, tropical cyclone, tropical meteorology



熱帯太平洋における MJO と ENSO の相互作用

The interaction between the Madden-Julian Oscillation and ENSO in the tropical Pacific

清木 亜矢子^{1*}

SEIKI, Ayako^{1*}

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

熱帯域において支配的な大気擾乱であるマッデン・ジュリアン振動 (MJO) は、赤道域を 30~90 日で一周する東進擾乱であり、インド洋から西部太平洋にかけての暖水域上では大規模な対流活動を伴う。また、MJO 対流に伴って赤道域に総観規模の強い西風が吹くことがあり、西風バースト (WWB) と呼ばれている。WWB は風応力を通じて海洋にケルビン波を励起し、エルニーニョの発達を促進・維持することが指摘されてきた。

本研究では、異なる ENSO 位相下における MJO の振る舞いやその海洋応答について比較した結果を紹介する。エルニーニョ発達期では、MJO 対流が西部・中部太平洋へ到達した際、赤道付近の擾乱が発達しやすく WWB が頻発し、強い downwelling 海洋ケルビン波が励起される傾向がみられた。一方で、その他の ENSO 位相下では、たとえ大規模な MJO 対流が太平洋へ到達しても赤道付近の風強制や海洋応答は弱いことがわかった。このように、MJO 対流から WWB が発生しやすい環境は、ENSO と関連した基本場の影響を受けていることがわかり、MJO と ENSO は相互に影響しあっていることが推測される。

キーワード: MJO, ENSO, 西風バースト

Keywords: MJO, ENSO, westerly wind bursts

ビスマルク海における沿岸湧昇とエルニーニョ・イベントの関係に着目した観測研究およびモデル研究

Observational and model studies on relationship between coastal upwelling in the Bismarck Sea and El Nino events

長谷川 拓也^{1*}, 安藤 健太郎¹, 水野 恵介¹, Roger Lukas², 田口 文明³, 佐々木 英治³, Jing-Jia Luo⁴, 美山 透¹, 清木 亜矢子¹

HASEGAWA, Takuya^{1*}, ANDO, Kentaro¹, Keisuke Mizuno¹, Roger Lukas², Bunemi Taguchi³, Hideharu Sasaki³, Jing-Jia Luo⁴, MIYAMA, Toru¹, Ayako Seiki¹

¹ 海洋研究開発機構/地球環境変動領域, ² ハワイ州立大学マノア校, ³ 海洋研究開発機構/地球シミュレータセンター, ⁴ 海洋研究開発機構/地球環境変動領域 (現・オーストラリア気象局)

¹JAMSTEC-RIGC, ²University of Hawaii-Manoa, ³JAMSTEC-ESC, ⁴JAMSTEC-RIGC, now at Bureau of Meteorology/Australian Government

西部赤道太平洋のニューギニア島の東側に存在するビスマルク海において、海洋の水温や流速場および大気変動に関して解析を行った。本研究では、観測データに加えて高解像度海洋大循環モデルや高解像度大気海洋結合大循環モデルを用いた。

2001年12月から2002年1月において、パプアニューギニア北岸に沿って、沿岸湧昇の存在が観測データから確認された。さらに、この沿岸湧昇に関係する冷水域が、時間とともに北東方向に拡大する様子が見られた。同時期には、強い北西風が岸に沿って発生していた。この北西風は沖向きのエクマン輸送を生じさせることが期待され、沿岸湧昇の発生に好ましい大気場である。

また、高解像度海洋大循環モデルによる過去再現実験出力を用いて、この時期の流速場の解析を行った。その結果、パプアニューギニア沖の沿岸湧昇海域から赤道に向かう北東向きの流れの場が海洋表層(約30m以浅)で見られた。この北東向きの流れは、赤道域の南側に沿岸湧昇に関係する冷水を輸送に寄与することが示唆された。さらに、パプアニューギニア沖に発生した沿岸湧昇に関係する北東向きの冷水の輸送が、ビスマルク海における複雑な沿岸流に関係することが示唆された。このようなビスマルク海における冷水輸送およびその結果として生ずる海洋表層の冷却は、2002/03年に発生したエルニーニョの直前に生じている。

さらに、パプアニューギニア沖沿岸湧昇に関係する冷水の北東方向の拡大によって、西部赤道太平洋に海面水温の正の東西勾配が生ずる様子が観測データから確認された。この時期は、海上風の西風成分が西部赤道太平洋において強かった。このような西部赤道太平洋における正の海面水温東西勾配と強い西風の関係は過去の理論研究やモデル研究の結果と整合する。また、この西風が強化された時期から暖水プールの東進が始まり、続いて2002/03年のエルニーニョが発生する様子が観測された。

加えて、高解像度大気海洋結合大循環モデルの200年間のシミュレーション出力を解析した結果、観測された沿岸湧昇時の水温パターンとよく似た水温パターンがビスマルク海に見られた。この水温パターンに関係する海面冷却の約半数は、エルニーニョ・イベントの開始前に発生していた。

本研究の結果から沿岸湧昇のような小規模な海洋現象が大気や海洋の変化を通じて、大規模現象であるエルニーニョ発生に寄与する可能性が示唆される。

キーワード: 沿岸湧昇, エルニーニョ, 西部熱帯太平洋, 大気海洋相互作用, 季節内スケール・経年スケール変動

Keywords: coastal upwelling, El Nino event, tropical western Pacific, air-sea interaction, intraseasonal-to-interannual scale

熱帯太平洋における水温躍層以浅の微細構造に伴う鉛直混合の役割 Role of Vertical Mixing Induced by Small Vertical Scale Structures above and within the Equatorial Thermocline in a CGCM

佐々木 亘^{1*}, RICHARDS, Kelvin J.², 羅京佳³
SASAKI, Wataru^{1*}, RICHARDS, Kelvin J.², LUO Jing-Jia³

¹ 海洋研究開発機構, ²International Pacific Research Center/SOEST, University of Hawaii, ³Centre for Australian Weather and Climate Research

¹Japan Agency for Marine Earth Science and Technology, ²International Pacific Research Center/SOEST, University of Hawaii, ³Centre for Australian Weather and Climate Research

Recent measurements of ocean currents available at high vertical resolution capture vertical scales down to the order of O(10m). These new measurements showed numerous small vertical scale structures (SVSs) are present in and above the thermocline in the western equatorial Pacific [Richards et al., 2012]. The estimated vertical diffusion coefficient was found to vary from 10^{-5} to $10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ from the core of the thermocline to the base of the surface mixed layer. This is in stark contrast to the estimated diffusion coefficients below the thermocline in equatorial waters, which is found to be as low as $10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ [Gregg et. al, 2003].

The vertical scale of the SVSs is such that they are unresolved in ocean general circulation models with conventional vertical resolution. The vertical mixing originating from the SVSs, therefore, needs to be parameterized and its impact investigated. In this study, as a first step towards gaining an understanding of the likely role of SVS induced mixing in the dynamics of the equatorial ocean we employ a simple method for parameterization of the SVS mixing, and focus on the impacts of the SVS mixing on the climatological state and El Nino/Southern Oscillation (ENSO) in the equatorial Pacific.

We have performed a total of three simulations with and without parameterized SVS mixing by using a coupled general circulation model. Only the elevated background vertical diffusivity coefficients which represent the SVSs are different between the simulations. For the control run (CTL: without SVS mixing), the background vertical diffusivity coefficient is set to be a constant $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ throughout the water column in the whole computational domain. In the runs with SVS mixing, the enhanced mixing induced by SVSs in the equatorial Pacific is represented as the elevated background vertical diffusivity coefficient. To reflect the observations that the SVS enhanced mixing appears to occur in the upper water column down to the center of the thermocline [Richards et al., 2012], we introduce a run with SVS enhanced mixing (SVS_C: stratification-independent SVS mixing) in which background diffusivity in the upper water column down to the 20C isotherm is set to be a constant $5.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$. Below the 20C isotherm, the background vertical diffusivity is set to the control value of $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$. The enhanced diffusivity is applied to the tropical Pacific (5S-5N, 140E-70W). We perform an additional run with SVS enhanced mixing, SVS_N2 (stratification-dependent SVS mixing), in which the level of the enhanced mixing is inversely proportional to the square of the buoyancy frequency. This parameterization is prompted by the observation that variation of the level of the vertical diffusivity is caused by variation in the stratification [Richards et al., 2012].

It is found that the SVS-induced mixing leads to a reduced stratification above the thermocline. The reduced stratification leads to an increase in the vertical diffusivity which feeds back to further reduce the stratification and tighten the thermocline. The sharpened thermocline limits the exchange of heat across the thermocline and traps the surface heating above the thermocline. As a result, SST in the eastern equatorial Pacific is warmed by the SVS enhanced mixing. Furthermore, the warming of the SST is strengthened through the ocean-atmosphere feedbacks in the coupled system: Bjerknes feedback [Bjerknes, 1969] and SST-shortwave feedback [Klein and Hartman, 1993]. We also find that the SVS-induced mixing changes a few characteristics of ENSO. There is a reduction in the amplitude of ENSO brought about by a deepening of the thermocline. Moreover, stratification-independent SVS mixing reduces the skewness of ENSO, while stratification-dependent SVS mixing leads to a warming of the cold tongue and deepened thermocline during La Nina conditions, which increases the skewness of ENSO.

キーワード: 鉛直微細構造, 鉛直混合, 大気海洋結合モデル, エルニーニョ

Keywords: small vertical scale structures, vertical mixing, coupled general circulation model, El Nino

南シナ海通過流が太平洋熱帯域に与える影響 Impacts of the South China Sea Throughflow on the tropical Pacific

東塚 知己^{1*}, 曲 堂棟², 山形 俊男¹
TOZUKA, Tomoki^{1*}, Tangdong Qu², YAMAGATA, Toshio¹

¹ 東京大学大学院理学系研究科, ² 国際太平洋研究センター
¹The University of Tokyo, ²International Pacific Research Center

Impacts of the South China Sea throughflow (SCSTF) on the tropical Pacific are investigated using the University of Tokyo coupled general circulation model. It is found that the period of ENSO becomes longer when the SCSTF is blocked. Since no large difference is seen in the phase speed of Kelvin waves when vertical mode decomposition is conducted, the difference is not due to the change in stratification of the equatorial Pacific. Rather, it is more related to the larger discharge of heat through the Indonesian Throughflow.

キーワード: 南シナ海, エルニーニョ / 南方振動, 大気海洋結合モデル, インドネシア通過流

Keywords: South China Sea, El Nino/Southern Oscillation, Coupled general circulation model, Indonesian Throughflow

ENSOの遷移の非対称性 Mechanism for the asymmetry in ENSO transition and duration

大庭 雅道^{1*}

OHBA, Masamichi^{1*}

¹ 電力中央研究所 環境科学研究所

¹Central Research Institute of EPI

熱帯太平洋上で発生するエルニーニョ・南方振動(ENSO)は、大気の橋を介して世界中に影響をもたらす大気海洋結合系の代表的な気候変動モードである。これまでに、ENSOの経年変動メカニズムを説明するために、幾つかの振動モデル(振動子理論)が考えられており、その線形的な発達・衰弱・遷移の振る舞いに関しては既に先行研究において説明がなされている。しかしながら実際の観測結果では、正位相から負位相への遷移は急速に進行するのに対し、負位相から正位相への遷移では多くのイベントで停滞する傾向があり、このような遷移プロセスの差異について従来の振動子理論では説明が困難であった。また、既存の気候モデルなど多くの全球大気海洋結合モデルでは、この遷移の非対称性がうまく再現できておらず線形的(正弦波的)な振動を示し、ENSOイベントの頻度増加やENSOの予測精度が春に著しく低下する原因となっている。このENSOの遷移プロセスの差違に対し、大気海洋結合の観点から物理メカニズムとモデルバイアスの原因解明・改善方法の検討が望まれている。

これまでの研究で、ENSOの非対称性はエルニーニョ時とラニーニャ時の大気非線形的な応答によって発生しており(Ohba and Ueda 2009)、インド洋の海面水温変動がそれをさらに強化していることがわかってきた(Okumra et al. 2011; Ohba and Watanabe 2012)。また、CMIP3(結合モデル相互比較プロジェクト)のデータを用いたモデル間の比較により、中央赤道太平洋上の降水活動の基本場の季節性や強度がENSOの非対称性の再現性と関係していることが示されている(Ohba et al. 2010)。発表ではこれまでの研究をまとめるとともに、過去100年の長期変化の傾向や予測精度の非対称性など、今後の課題についても紹介する予定である。

キーワード: エルニーニョ・南方振動, インド洋, 太平洋, 海面水温

Keywords: El Nino/Southern Oscillation, Indian Ocean, Pacific Ocean, Sea surface temperature

La Ninaに伴う北太平洋中央域の海面水温上昇と亜寒帯前線の強化 Sea surface heating in the central North Pacific associated with La Nina and intensification of the subarctic front

永野 憲^{1*}, 長谷川 拓也¹, 川合 義美¹, 富田裕之¹, 根田昌典²

NAGANO, Akira^{1*}, HASEGAWA, Takuya¹, KAWAI, Yoshimi¹, Hiroyuki Tomita¹, Masanori Konda²

¹ 海洋研究開発機構, ² 京都大学

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ²Kyoto University

近年、海洋の中緯度気候変動に及ぼす影響が注目されている。冬季北太平洋中緯度域の海面水温の分布は、約42N付近に最も顕著な南北水温勾配をもつ亜寒帯前線と呼ばれる海面水温前線によって特徴づけられる。海面水温が高く対流活動の盛んな熱帯海域に比べ、海面水温の低い中緯度海域では、傾圧不安定による大気擾乱の発達を促しうる海面水温前線の変動を調べることで重要であると考えられる。そこで、本研究では、北太平洋中緯度域海面付近の水温、熱フラックス、および流速の経年変動を Reynolds 海面水温データ、NCEP/NCAR 海面熱フラックスデータ、および4次元変分法海洋データ同化システムの表層海面流速データを用いて調べた。

その結果、亜寒帯前線の強度変化の卓越時間スケールは、約6年であった。La Ninaに伴って発生する北向き海面エクマン流による南からの暖水の移流によって、北太平洋中央域(30-42N, 165E-140W)の海面が昇温し、その北に存在する亜寒帯前線を強化させる。その後、海面からの熱放出によって海面は冷却され、El Nino発生時には亜寒帯前線は弱化する。このため、亜寒帯前線の強度は ENSO 時間スケールの変動が卓越する。本研究の結果は、La Nina発生に伴う亜寒帯前線の強化が海上での気象擾乱の発達に好ましい条件を与えられ、その風下に位置する北アメリカ大陸西岸域で La Nina が発生した冬は低温湿潤であることが多い事実と矛盾しない。過去の多くの研究では、El Nino 期間中のテレコネクションを伴った大気変動に注目していたが、本研究の結果から、El Nino とは逆の位相の La Nina 時においても、特徴的な大気応答とそれに関連する海洋変動が生ずることが示唆された。

キーワード: エルニーニョ, ラニーニャ, 海面水温, 海面熱フラックス, 北太平洋亜寒帯前線

Keywords: El Nino, La Nina, Sea surface temperature, Sea surface heat flux, North Pacific subarctic front

PJパターンを通じた夏期西部北太平洋域のモンスーン活動の数十年変動 Interdecadal variability of western North Pacific summer monsoon through the PJ pattern

久保田 尚之^{1*}, 小坂優², 謝尚平²
KUBOTA, Hisayuki^{1*}, Yu Kosaka², Shang-Ping Xie²

¹ 海洋研究開発機構, ² ハワイ大学 国際太平洋研究センター
¹JAMSTEC, ²University of Hawaii IPRC

夏期西部北太平洋域での代表的な気圧配置パターンとして、日本の猛暑・冷夏と関連するPJ (Pacific-Japan) パターンが知られている (Nitta 1987, Kosaka and Nakamura 2006)。また、PJ パターンは、エルニーニョ翌夏まで持続するインド洋の高海面水温偏差からの応答で負偏差 (フィリピン周辺モンスーン不活発、日本付近梅雨活動活発) となる年々変動が知られている (Xie et al. 2009)。本研究では、PJ パターンを地上データから定義することで 1897 - 2009 年の PJ パターンを再現し、夏期西部北太平洋域のモンスーン活動の数十年変動を調べた。

夏期 (6 - 8 月平均) の高度 850hPa の渦度の主成分解析で得られた第 1 モードと、PJ パターンに対応したフィリピン海と日本付近の逆相関が顕著な 2 地点 (横浜と恒春) を選び、6 - 8 月平均の気圧差 (横浜 - 恒春) を PJ パターンの指標 (PJ 指標) と定義し、第 1 モードとの相関が 0.80 と有意な結果となり、この PJ 指標を用いることとした。

PJ 指標と前冬の ENSO との相関が高いのは 1970 年代後半以降であることがわかる。それ以前は両者の関係が不明瞭になる。ただ、興味深いことに PJ 指標と ENSO との関係が 1910 年以前に近年と同じように相関が高くなっている。PJ 指標と日本の夏の気温との関係や夏期台風活動との関係についても紹介する。

キーワード: モンスーン, 数十年変動, 西部北太平洋

Keywords: monsoon, interdecadal variability, western North Pacific

熱帯太平洋 10年及び20年規模 ENSO 様変動に対する南太平洋の役割 Phase reversal and periodicity of the decadal and bi-decadal ENSO-like variabilities controlled by South Pacific Ocean

建部洋晶², 森 正人^{1*}, 今田由紀子³, 木本昌秀¹, 羽角博康¹
Hiroaki Tatebe², MORI, Masato^{1*}, Yukiko Imada³, Masahide Kimoto¹, Hiroyasu Hasumi¹

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ 東京工業大学大学院情報理工学研究科

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, ² Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology,

³ Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

Phase reversal mechanisms of the Pacific ENSO-like variability on decadal timescales are investigated based on a pair of the climate model experiments consisting of the control run (CTRL) and the partial blocking run (PB) where model temperature and salinity are restored to their climatological values near 10 degrees south in the South Pacific. In CTRL, positive anomalies in the tropics and negative anomalies in the North Pacific mid-latitudes are found in the first EOF mode of the sea surface temperature with significant decadal and bi-decadal periods. On the other hand, in PB, the former tropical signals are not appeared and only the mid-latitude signals are identified. It is robustly demonstrated that oceanic signals of the South Pacific origin are keys in maintaining the ENSO-like variability. By separating oceanic signals in CTRL into decadal and bi-decadal components, it is also shown that relatively faster oceanic wave adjustments triggered by changes of wind-stress curl in the South Pacific extra-tropics for the decadal and slower mean isopycnal advection of subsurface temperature anomalies associated with modification of South Pacific eastern subtropical mode water for the bi-decadal are essential in the phase reversal of respective periods. Periodicity of the decadal (bi-decadal) variability is determined mainly by propagation time of the oceanic subsurface signals from the South Pacific extra-tropics (mid-latitudes) to the tropics.

キーワード: 太平洋 10年規模変動, decadal ENSO

Keywords: PDO, decadal ENSO

太平洋の熱帯不安定波が ENSO に与える影響 Impact of tropical instability waves on ENSO characteristics

今田 由紀子^{1*}, 木本 昌秀²

IMADA, Yukiko^{1*}, Masahide Kimoto²

¹ 東京工業大学情報理工学研究所, ² 東京大学大気海洋研究所

¹Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

年の後半にかけて熱帯東太平洋表層の冷舌北側に発達する熱帯不安定波 (TIWs) は、この付近の強い南北密度勾配に伴う傾圧不安定、及び赤道海流に伴う強い南北シアによる傾圧不安定を起源として発達する。TIWs に伴う南向きの熱フラックスは、赤道域の湧昇による冷却効果の数割を打ち消す働きをしていることから、多くの研究者の注目を集めてきた。近年の研究では、TIWs と ENSO とが相互に影響を及ぼし合っていることが示唆されている。Yu and Liu (2003) では、エルニーニョ (ラニーニャ) 時に冷舌付近の南北温度勾配が弱まる (強まる) ことで TIWs が不活発 (活発) になるという線形な相互作用が存在していることが指摘された。更に An (2008) は、TIWs が ENSO の振幅を減衰させる働きをしていること、その減衰効果がエルニーニョ時に弱まることから、エルニーニョとラニーニャの振幅の非対称性を増幅する働きをしているという新たな理論を打ち立てたが、大気海洋における様々な非線形要因の複合形において An (2008) の説を検証した例はこれまでにない。

そこで本研究では、ENSO の非線形力学項や大気からの非対称なフィードバックを考慮できる大気海洋結合大循環モデル (AOGCM) MIROC を用いて、さまざまな ENSO 非対称性の要因が混在する中で、TIWs が ENSO の非対称性にどの程度影響を与えるかを調べる試みを行った。用いたのは、本来 TIWs を再現する解像度を持たない中解像度の MIROC (大気解像度は T42、鉛直 40 層、海洋解像度は水平 1.4~1 度、鉛直 48 層) であり、ここに TIWs のパラメタリゼーションを導入して 100 年の積分を行うことで、再現される ENSO の特徴がどのように変化するかを調べた。このパラメタリゼーションは、baroclinic eddy に伴う熱フラックスの影響を表現するスキーム (Visbeck et al. 1997) をベースに、TIW 用に本研究で独自に開発したものである (Imada and Kimoto 2012)。

この TIW パラメタリゼーションを導入した AOGCM の結果を標準実験の結果と比較したところ、海面水温 (SST) 偏差の skewness が、ENSO が発達する領域において増加 (エルニーニョがラニーニャに比べて大規模化) し、観測される ENSO の特徴により近い分布になっており、ラニーニャ (エルニーニョ) 時に TIWs が活発 (不活発) になり ENSO に対する damping が強く (弱く) なるという An (2008) の説を裏付ける結果となった。

さらに、冒頭でも述べた通り、TIWs に伴う熱輸送の効果は海洋基本場の温度成層にも影響を与えるため、今回の実験結果にもその違いが現れていた。TIW スキームの導入により水平方向の温度勾配が緩和され、温度躍層の深さが浅くなるとともに鉛直方向の成層が強化される変化が起きていた。ENSO の位相変化を維持するメカニズムとして、温度躍層に沿って偏差が発達する温度躍層モードと海面付近で発達する SST モードが知られているが、前述したような温度躍層の変化は、温度躍層モードをより強化する結果となっていた。したがって、TIWs が SST モードを抑制し Thermocline モードを促進する働きをすることが示唆され、混合層の熱収支解析結果からもその様子が確認された。

このような ENSO モードの変化は、ENSO 周期の違いにも現れていた。TIW スキーム導入前の ENSO 周期は、観測される ENSO 周期 (2 - 3 年と 4 - 7 年) に比べて過小評価気味であったが、TIWs の影響を考慮したことで周期が増加していた。これは、一般的に周期が長いとされる Thermocline モードが強化されたこと、また、温度躍層の構造が変化することで赤道ロスビー波の位相速度が変化したことなどが原因であると考えられる。

観測では、20 世紀後半に ENSO の非対称性が増大し、さらに SST モードから Thermocline モードへ移行して周期が増加したことが知られている。また、同時期の海水温の変化傾向は、TIWs が同時期に活発化していた可能性を示している。これらの事実は、本研究の結果 (TIWs の影響を考慮することで現れた ENSO の特徴の変化) と一致しており、ENSO の長周期の変調に対して TIWs が重要な役割を担っていることが示唆された。

キーワード: エルニーニョ・南方振動, 熱帯不安定波, 大気海洋結合大循環モデル, パラメタリゼーション

Keywords: El Nino/Southern Oscillation, Tropical instability waves, Atmosphere and Ocean General Circulation Model, parameterization

ENSOサイクルの停滞：1998年から2002年までの事例解析 Pausing of the ENSO cycle: A case study for 1998 to 2002

名倉 元樹^{1*}, 安藤健太郎¹, 水野恵介¹
NAGURA, Motoki^{1*}, Kentaro Ando¹, Keisuke Mizuno¹

¹ 海洋研究開発機構

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The heat balance of the surface mixed layer at the eastern equatorial Pacific Ocean (0, 140W) is examined to find mechanisms of the transition from 1998 La Nina to 2002 El Nino. The observations from the Tropical Atmosphere Ocean/Triangle Trans-Ocean Buoy Network (TAO/TRITON) are used. In the analysis period, La Nina lingers and El Nino does not immediately appear despite a deepened thermocline, which is described as "pausing of ENSO cycle" by previous studies (e.g., Kessler 2002). The results from heat balance analysis show that the vertical heat advection anomaly and surface heat flux anomaly warm the mixed layer from 1999 to 2002, causing rise of the mixed layer temperature. A cooling anomaly due to horizontal heat advection counteracts the warming and slows down the transition from La Nina to El Nino. It is found that the eddy heat flux anomaly associated with weakened tropical instability waves significantly contributes to the cooling anomaly. During the normal period, meridional shear of the zonal currents between South Equatorial Current and North Equatorial Counter Current supplies energy via barotropic instability to tropical instability waves, giving rise to warming of equatorial cold tongue due to eddy heat flux. The Trade Winds are relaxed and South Equatorial Current is weakened during the transition from La Nina to El Nino, which results in weakening of the meridional shear of the zonal currents, decrease of tropical instability wave energy and thus reduction of warming due to eddy heat flux. The results presented here illustrate that the eddy activity has sizable influence on ENSO cycle in addition to the basin scale dynamics.

キーワード: エルニーニョ, 熱帯不安定波動, 赤道太平洋, 年々変動, 混合層の熱収支

Keywords: El Nino, Tropical Instability Waves, Equatorial Pacific Ocean, Interannual Variability, Mixed Layer Heat Budget

近年の ENSO 予測性の変化 : ENSO を先行する海洋の表層貯熱量変動と大気の季節内変動の強制の変化に着目して Breakdown of ENSO predictors in the 2000s: Changes in the thermocline variation and atmospheric intraseasonal forcing

堀井 孝憲^{1*}, 植木 巖¹, 花輪 公雄²

HORII, Takanori^{1*}, Iwao Ueki¹, HANAWA, Kimio²

¹ 海洋研究開発機構 地球環境変動領域, ² 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

¹RIGC, JAMSTEC, ²Graduate School of Science, Tohoku University

Variations in the warm water volume (WWV) of the equatorial Pacific and atmospheric forcing from intraseasonal variation (ISV) in the western equatorial Pacific are regarded as two good predictors of the subsequent El Nino/Southern Oscillation (ENSO), with a lead time of two to three seasons. Here we report that the robust predictability of these predictors for ENSO has changed in the 2000s.

During 1981-2000, the recharge (discharge) of the WWV and strong (weak) ISV forcing preceded El Nino (La Nina) by two to three seasons. However, in the 2000s, the interrelationship between the WWV/ISV and following ENSO became weak, especially for the El Nino/La Nina events after 2005. Notably, the discharged phases of WWV that led to subsequent La Nina events were less observed since 2001. These changes may be caused by frequent occurrences of the "warm-pool El Nino," which is characterized by SST anomalies centered in the central equatorial Pacific.

キーワード: エルニーニョ・南方振動 (ENSO), 太平洋赤道域, 表層貯熱量, 大気の季節内変動

Keywords: El Nino/Southern Oscillation (ENSO), Equatorial Pacific, Equatorial Warm Water Volume, Atmospheric Intraseasonal Variation

南シナ海における赤道越え北風サージと海大陸の降水量分布 The Cross-Equatorial Northerly Surge in the South China Sea and Precipitation Patterns over the Maritime Continent

服部 美紀^{1*}, 森 修一¹, 松本 淳²

HATTORI, Miki^{1*}, MORI, Shuichi¹, MATSUMOTO, Jun²

¹ 海洋研究開発機構, ² 首都大学東京

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ²Tokyo Metropolitan University

北半球冬季の赤道海大陸域では、南シナ海北部のコールドサージの発生に対応して対流活動が活発化することが指摘されており、北風が赤道域へ到達する場合には、南半球側の海大陸での豪雨発生に関係するという事例解析もなされている。本研究では、南シナ海南部～赤道以南における北風サージの気候学的特徴を把握するため、赤道越え北風サージ (CENS) を定義して、海大陸域における北風強化の背景や、CENS 発生時の降水量分布について解析した。

QuikSCAT の海上風データを基に東経 105 度から 115 度、南緯 5 度から赤道の間の領域で平均した 5 m s^{-1} を超える北風を CENS と定義して、1999 年 12 月から 2009 年 3 月の冬季 10 年間で調べたところ、CENS は 62 例抽出された。背景場の違いに注目すると、南シナ海北部のコールドサージを伴う CS パターン 11 例、熱帯季節内振動の対流活発域を伴う MJO パターン 20 例、コールドサージと熱帯季節内振動の対流活発域の両方を伴う CS-MJO パターン 16 例、どちらも伴わない 15 例に分類された。それぞれの降水量分布を比較すると、CS パターンではコールドサージの発達とともにジャワ島の北で降水量の増加がみられたが、MJO パターンでは、南緯 10 度付近の低圧域周辺において広範囲にわたる北風が CS パターンより長時間持続し、スマトラ島の西およびジャワ島の南での降水量の増加が見られた。また、CS-MJO パターンでは、特にジャワ島北西部とジャワ島の北および南で 3 パターンのうちで最も多くの降水量の増加が見られた。CENS 発生時には、海大陸域で降水量の増加がみられ、背景場の違いによって降水量分布に顕著な違いがもたらされている。

キーワード: コールドサージ, 海大陸, モンスーン, 降水量分布

Keywords: cold surge, Maritime Continent, monsoon, precipitation distribution

梅雨降水と熱帯低気圧活動の大規模大気循環を介しての共変動性 Covariability between the Baiu Precipitation and Tropical Cyclone Activity through Large-Scale Atmospheric Circulations

山浦 剛^{1*}, 富田 智彦²

YAMAURA, Tsuyoshi^{1*}, Tomohiko Tomita²

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科, ² 熊本大学大学院自然科学研究科、海洋研究開発機構地球変動領域

¹Kumamoto University, ²Kumamoto University, JAMSTEC/RIGC

梅雨降水及び西部北太平洋における熱帯低気圧活動の経年変動はエルニーニョ・南方振動(ENSO)及び対流圏2年振動(TBO)による大規模大気循環と結びついている。本研究では梅雨降水と西部北太平洋の熱帯低気圧活動との間のこの大規模大気循環を介しての共変動特性を調査する。

ENSOと関連して東部熱帯太平洋の海面水温(SST)が低い年の梅雨期、フィリピン諸島周辺の熱帯低気圧の個数は顕著に増加する。一方、TBOと関連して東部熱帯太平洋のSSTが低い年の梅雨期、日本の南東沖周辺で熱帯低気圧の強度が顕著に増大する。この2つの偏差的な熱帯低気圧活動は、各々その場での大規模な低気圧性循環を増幅し、それがモンスーン西風の軸の位置を移動させ、梅雨降水偏差をもたらす。これらの変化はENSOやTBOの位相に依存しており、東部熱帯太平洋のSSTが高い年の梅雨期では、両変動における熱帯低気圧活動の大規模大気循環場の形成に及ぼす影響は小さいかまたは逆の影響を及ぼす。このように、熱帯低気圧活動は大規模循環を介して梅雨降水と共変動するが、その共変動性はENSOやTBOの位相に応じ非対称的である。

キーワード: 梅雨前線, 台風, 夏季東アジアモンスーン, エルニーニョ・南方振動, 対流圏2年振動

Keywords: Baiu, Tropical cyclone activity, the East Asian summer monsoon, ENSO, TBO

エルニーニョ開始前の西太平洋暖水プールにおける風の変動の領域気候モデル研究 Regional Climate Modeling Study of Wind Variations over Western Pacific Warm Pool before El Nino Onsets

美山 透^{1*}, 長谷川 拓也¹

MIYAMA, Toru^{1*}, HASEGAWA, Takuya¹

¹ 独) 海洋研究開発機構・地球環境変動領域

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Research Institute for Global Change

Prior to the onset of the 2002/03 El Nino event, strong northwesterly surface winds occurred along the northern coast of New Guinea. The winds caused upwelling occurred along the coast, and this relatively cool water spread out over a wider area to the northeast toward the equator. Hasegawa et al. [2009] hypothesized the low SST in this region generated a positive zonal SST gradient together with high SST in the east, and it contributed to enhancement of the westerly surface wind in this region, leading to the onset of the 2002/03 El Nino event. To confirm their hypothesis, we have started a regional climate modeling study in the western Pacific Warm Water Pool region. The goal is to understand this region in an ocean-atmosphere coupled system. As a first step, we performed experiments with a regional atmospheric model forced with sea surface temperature (SST) as a lower boundary condition. The model used in this study was the International Pacific Research Center (IPRC) Regional Atmospheric Model (iRAM). The model covered the western Pacific Ocean with a horizontal resolution of 0.25 degree. We in particular focused on December 2001, as Hasegawa et al [2009] did in their diagnostic study. This model reproduced the strong northwesterly surface winds along the northern coast of New Guinea in the control run. To measure impacts of cold SST along the New Guinea coast, we did additional experiments to cool SST further in this region. Decreasing SST enhanced divergence of wind in the overlying atmosphere. This was favorable to the enhancement of the westerly surface wind along the equator at the eastern edge of the Warm Water Pool, supporting Hasegawa et al. [2009]'s idea. We also pay attention to the role of the high mountains of New Guinea in shaping climate around this region. The central mountains of New Guinea have a peak elevation over 4000m high. This mountain helped to enhance upward air motion and convergence near the surface in the control run. In an experiment where the orography of New Guinea was flattened, these circulations were eliminated and the northwesterly along the northern coast was weakened. This suggests the orography of New Guinea provides a good environment for the feedback between the westerly and the coastal upwelling mentioned above. The difference with and without the orography also revealed that the high mountain enhances precipitation over the northern side of the mountain ridge in this season.

キーワード: エルニーニョ, 暖水プール, 領域モデル, 大気海洋結合, 地形効果, ニューギニア

Keywords: El Nino, Warm Water Pool, regional model, air-sea coupling, orography effect, New Guinea

総合討論：熱帯太平洋マルチスケール現象 General Discussion: Multi-scale phenomena in the tropical Pacific

長谷川 拓也^{1*}
HASEGAWA, Takuya^{1*}

¹ 海洋研究開発機構/地球環境変動領域
¹JAMSTEC-RIGC

本セッションに関する総合討論を行います。大気分野および海洋分野において、熱帯太平洋やそれと関係する他の海盆の現象に関して、大気海洋相互作用研究のさらなる発展と分野間連携を深めるきっかけの場となることを期待いたします。

キーワード: 総合討論, 熱帯太平洋, 時空間マルチスケール, 大気海洋相互作用
Keywords: General Discussion, tropical Pacific, temporal-spatial multi-scale, air-sea interaction