

TRMMにより観測されたSPCZ南縁の背の高い降水をもたらす気象場の解析 A study on the meteorological condition associated with very deep rainfall in an open ocean at the fringe of the SPCZ

高藪 緑^{1*}; 板垣 陽太¹; 濱田 篤¹
TAKAYABU, Yukari^{1*}; ITAGAKI, Yota¹; HAMADA, Atsushi¹

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ AORI, the University of Tokyo

熱帯降雨観測衛星搭載降雨レーダ (TRMM PR) による雨の3次元観測より、南太平洋収束帯の南縁に、通常陸上で観測されるような背の高い雨が観測されることが示されていた (Takayabu, 2006)。なぜこのような開かれた海上でこのような雨が降るのかを明らかにするため、FIJI周辺の海域に焦点を絞り TRMM PR で「高い降雨」が観測される事例を抽出してその気象場の解析を行った。その結果、その一部35%は、熱帯低気圧に伴うものであったが、多くの部分(56%)は地上高気圧に覆われた状態で起こっていた。そこで、後者の事例を「高気圧型」と名付け、その気象場を解析したところ、非常に小さい地域での降雨特性に注目したのにもかかわらず、東西3000kmスケールの大規模な水蒸気場偏差の3極構造に伴っていることがわかった。さらに詳しく調べると、熱帯域の長周期の順圧高気圧があるところに中緯度の移動性高気圧が張り出してきた際に、水蒸気の3極構造が出来上がることで、また、それと同時の対流圏上空のトラフの張り出しに伴い低温アノマリが解析域の中層に伸び、下層を不安定化していることが示された。SPCZ南縁の海面水温が比較的高く不安定な領域においてこのような大規模な力学場状況が対流により都合のよい場を作り出すことによって、大洋の中にも拘らず陸域のような背の高い雨が頻発する場所が作られることが示唆された。

キーワード: TRMM, 深い雨, 気象場, SPCZ, 中緯度移動性擾乱, 上空トラフ

Keywords: TRMM, deep rainfall, meteorological condition, SPCZ, midlatitude transient disturbance, upper tropospheric trough

太平洋暖水プール北部におけるコールドサージと海面水温冷却 Cold surge and sea surface temperature cooling over the north part of the Pacific warm pool

長谷川 拓也^{1*}; 荻野 慎也¹; 茂木 耕作¹; 服部 美紀¹; 久保田 尚之¹; 井上 友栄¹
HASEGAWA, Takuya^{1*}; OGINO, Shin-ya¹; MOTEKI, Qoosaku¹; HATTORI, Miki¹; KUBOTA, Hisayuki¹;
INOUE, Tomoshige¹

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

日本の冬期における寒波の襲来と関連するコールドサージについて、過去の研究では南シナ海沿岸の気象・気候との関連が盛んに研究されてきた。一方、フィリピン海におけるコールドサージについては北風の到来は指摘されていたが、大気や海洋の冷却に関しては過去に研究が行われていない。本研究では、フィリピン海におけるコールドサージの振る舞いについて最近約10年間における大気と海洋の日データを解析した。

相関解析や回帰解析の結果から、日本南方海域からフィリピン海の北緯15から20Nまでコールドサージに関する海上気温の低下が見られることが分かった。海上気温の低下時には日本付近に高気圧性の海面気圧偏差場が出現し、それに関する海上風が日本付近からフィリピン海に向かって吹き込むパターンとなっていた。さらに、海上気温のみならず海面水温の低下もほぼ同じ海域で同時期に見られた。このようなフィリピン海における大気海洋の冷却は、南シナ海のコールドサージよりも約2日程度遅れて開始されることも明らかになった。この時間差は、コールドサージを励起する高気圧の東方移動に関係する。また、フィリピン東部の陸域においてもフィリピン海の冷却時には2℃程度の地表気温の低下が見られた。

本研究結果から、これまで南シナ海と比較して不明な点が多く残されていたフィリピン海やフィリピン陸域におけるコールドサージの振る舞いが指摘された。フィリピン海は熱帯域と中緯度をつなぐ海域であり、エルニーニョの発生にも寄与する。したがって、フィリピン海におけるコールドサージの強度や発生頻度が年々変調するならば、それらは、エルニーニョなどの経年スケール変動の変調にも影響する可能性がある。

キーワード: 太平洋暖水プール, コールドサージ, 海面水温冷却, 大気海洋相互作用

Keywords: Pacific warm pool, Cold surge, sea surface temperature cooling, air-sea interaction

Turbulent mixing and its impact on lower tropospheric moisture over tropical ocean Turbulent mixing and its impact on lower tropospheric moisture over tropical ocean

BELLENGER, Hugo^{1*} ; KATSUMATA, Masaki¹ ; YONEYAMA, Kunio¹
BELLENGER, Hugo^{1*} ; KATSUMATA, Masaki¹ ; YONEYAMA, Kunio¹

¹Turbulent mixing and its impact on lower tropospheric 1 moisture over tropical ocean

¹Turbulent mixing and its impact on lower tropospheric 1 moisture over tropical ocean

The variability of lower-tropospheric water vapor is a critical feature of the tropical climate. Among the processes that impact moisture budget, the vertical transport by turbulent mixing is generally overlooked. Using observations from CINDY/DYNAMO campaign, this is a first attempt to quantify it over the tropical ocean. Turbulent patches of size of O(100 m) are observed in relation with large vertical gradients of specific humidity. Intense mixing is diagnosed within these intermittent patches. Three approaches are used in order to diagnose the effect of this intermittent turbulence and reveal large uncertainties on the corresponding eddy diffusivity coefficient. The observed dry conditions are associated with steep moisture vertical gradients above the boundary layers. These steep gradients are potentially associated with moisture tendencies on the order of 0.5-1 g kg⁻¹ day⁻¹ that could play a role in the recovery phase following a dry intrusion or during the preconditioning stage of an MJO.

キーワード: turbulent mixing, lower-tropospheric moisture, CINDY/DYNAMO, tropical oceanic region
Keywords: turbulent mixing, lower-tropospheric moisture, CINDY/DYNAMO, tropical oceanic region

南インド洋亜熱帯高気圧の季節変動が下層雲に与える影響
Seasonality of the subtropical high over the South Indian Ocean and its influence on the low-level clouds

宮本 歩^{1*}; 中村 尚¹; 宮坂 貴文¹
MIYAMOTO, Ayumu^{1*}; NAKAMURA, Hisashi¹; MIYASAKA, Takafumi¹

¹ 東京大学先端科学技術研究センター

¹ Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

Over the South Indian Ocean, there is notable seasonality in the subtropical high. In summer the high resides over the eastern portion of the basin, while it strengthens in winter and shifts westward toward the seasonally-enhanced Agulhas storm-track core. As revealed from our analysis, low-level thermal contrast between the Australian Continent and southeastern Indian Ocean is important for the formation of the high in summer, while eddy-feedback forcing due to the enhanced Agulhas storm-track activity maintained by the strong SST gradient along the Agulhas Return Current is effective for the maintenance of the high in winter. In winter a Rossby wave activity flux is convergent into the upper-tropospheric high from lower and higher latitudes.

The present study also investigates how the seasonality of the high can influence the formation of low-level clouds, which are important for the Earth's radiation budget. The MODIS satellite data reveal that stratocumulus clouds are dominant in summer off the west coast of Australia, where near-surface cold advection and descending motion are enhanced in summer with the development of the subtropical high. In winter, low-level clouds form more extensively over the subtropical ocean than in summer. To the north of the subtropical SST frontal zone, however, cumulus clouds rather than stratocumulus clouds are prevalent, owing to enhanced latent heat flux from the warm ocean under the trade winds, which is likely to induce "decoupling". Our analysis highlights the importance of the combined effect among the subtropical high, SST and its gradient in determining the local properties of low-level clouds and their seasonality.

キーワード: マスカリン高気圧, 下層雲

Keywords: Mascarene High, Low-level clouds

マッデンジュリアン振動の季節的オンセットと南東インド洋冷却との関係 Seasonal onset of the Madden-Julian Oscillation and its relation to the southeastern Indian Ocean cooling

清水 亜矢子^{1*}; 名倉 元樹¹; 長谷川 拓也¹; 米山 邦夫¹

SEIKI, Ayako^{1*}; NAGURA, Motoki¹; HASEGAWA, Takuya¹; YONEYAMA, Kunio¹

¹ 海洋研究開発機構

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

本研究では、1993年から2012年までのデータを用いて、マッデンジュリアン振動(MJO)の季節的オンセットと南東インド洋冷却、およびその海洋ロスビー波との関係について調査した。南インド洋におけるdownwellingロスビー波の季節的な西進はほとんどの年でみられたが、その振幅や位相速度には年毎にばらつきがあった。北半球夏から秋にかけて、西進するロスビー波の中心付近では比較的海面水温(SST)が高かったが、その東方には広い範囲で冷水域が広がっていた。この南東インド洋冷水域は、正のインド洋ダイポール(IOD)とエルニーニョの同時発生年より長い期間持続する一方で、その発生の有無はIODとは無関係であった。各年のインド洋から太平洋へ伝播するMJO対流が発生するのは、この冷水期間が終了した日以降がほとんどであった。この要因を調査するため、南東インド洋冷水域の指標に対する相関を取った。周囲のSSTとの高い相関は南半球側に偏っていたが、対流活動との有意な相関は海大陸付近の北半球側にもみられた。これに関連して、赤道南方の海大陸付近から東部インド洋と西部太平洋へと向かう2つのlocalな循環偏差が形成されていた。この循環に伴う南風が、南半球側の乾いた空気塊を北半球側へ送り、対流を抑制していた可能性がある。このように、南東インド洋冷却は海大陸付近の対流を抑制し、MJOがインド洋から太平洋へ東進するのを阻害する傾向がある。冷水域の形成過程に関する初期解析では、南東インド洋における北半球夏から秋のSST変動は、東西移流や地表面熱フラックスと高い相関があった。また、その東西移流はロスビー波に伴う西向き流の振幅と関連していた。このように、南東インド洋の海洋上層の変動過程を調べることは、冬季MJOイベントの季節的なオンセット予測に寄与する可能性がある。

キーワード: MJO, 海洋ロスビー波, 南東インド洋

Keywords: Madden-Julian Oscillation, oceanic Rossby wave, the southeastern Indian Ocean

ウィルツキ・ジェットによってモルジブ諸島東側に形成される波状構造 A Wake due to the Maldives in the eastward Wyrтки jet

名倉 元樹^{1*}; 升本 順夫²

NAGURA, Motoki^{1*}; MASUMOTO, Yukio²

¹ 海洋研究開発機構, ² 東京大学

¹JAMSTEC, ²University of Tokyo

赤道太平洋では、赤道潜流が島嶼に衝突して下流側に波状構造が形成されることが知られており、観測と力学の研究が行われてきた。本研究ではインド洋の赤道ジェットであるウィルツキ・ジェットがモルジブ諸島にあたってできる波状構造を現場観測データによって検出し、数値モデルを用いて力学を調べた。現場観測データは、モルジブ諸島の東側(0, 80.5E 及び 0, 90E)に係留された音響式流速計から取得した。観測期間は 80.5E が約 4 年間、90E が約 10 年間である。さらに、衛星海上風 QuikSCAT で駆動された海洋大循環モデル OFES の 2000 年から 2009 年までの出力も使用した。水平解像度 0.1 度、鉛直 54 層、OCCAM プロジェクトから得た現実的な地形を与えてある。加えて、1.5 層モデルを用いた理想的な数値実験も行った。現場観測から得た赤道上の南北流を調べたところ、モンスーンの風によって強制された一年周期の変動に加え、半年周期の変動が存在することが分かった。OFES の赤道インド洋の南北流にも類似の半年周期変動が見られた。OFES の出力を用いて空間構造を調べたところ、東向きのウィルツキ・ジェットが現れる春季と秋季にモルジブ諸島の東側で南北流の波状構造が見られ、音響式流速計に見られた半年周期変動はその一部を捉えていたと考えられる。モルジブ諸島の大半は環礁であり海面に露出していないが、環礁の頂上は温度躍層(約 100 m)より浅く、ウィルツキ・ジェットに対する障壁になり得ると考えられる。さらに、1.5 層モデルを用いて理想的な実験を行った。モデル領域の中央にモルジブ諸島を模した島を置き、半年周期の東西風応力を与えてモデル内に東向きの赤道ジェットを生成した。その結果、東向きの赤道ジェットがモルジブを模した島に衝突すると下流側に波状構造が形成されるという現象が見られた。1.5 層モデルと OFES の結果は、赤道上の南北流の東西波長がよく似ており、1.5 層モデルに含まれる力学で構造が決まっていると考えられる。定常な東西流をモデル領域の端から流入させた実験でもよく似た波状構造が認められるため、赤道ジェットの時間変動は波状構造形成の本質的な要因ではない。1.5 層モデルを用いた実験から、東向きの赤道ジェットが強くなると波状構造の東西波長が長くなることが分かった。

キーワード: 赤道海洋, インド洋, モルジブ諸島, 波状構造, 力学

Keywords: Equatorial Ocean, Indian Ocean, Maldives, Wake, Dynamics

2014年エルニーニョの急激な衰退と予測可能性について 2014 aborted El Nino and its predictability

土井 威志^{1*}; ベヘラ スラディヒン¹; 山形 俊男¹
DOI, Takeshi^{1*}; BEHERA, Swadhin¹; YAMAGATA, Toshio¹

¹JAMSTEC アプリケーションラボ

¹JAMSTEC/APL

世界中の天候異常の原因となるエルニーニョ現象の発生は数理的に予測が可能だということが知られており、我が国の気象庁を含め世界中の現業気象機関からその予測情報が発信されるようになった。しかし、2014年のエルニーニョ現象の予測は特異であった。2014年の冬から春にかけては、太平洋熱帯西部で強い西風バーストが観測され、今年の4月までは20世紀最大と言われた1997/98エルニーニョ現象発生の状況と大変似ていた。そこで、多くの研究者が大規模なエルニーニョが夏に発生することを危惧した。各国各機関の気候モデルによる数理予測システムでも、多くのシステムが夏にエルニーニョが発生する可能性が高いと予測していた。エルニーニョ予測では高い実績があるJAMSTEC/APLのSINTEX-F季節予測システムでも同様に、夏に高確率でエルニーニョが発生すると予測していた。事実、2014年のエルニーニョ現象は6月までは順調に発達しており、インドモンスーンによる降水量が平年の約60%減になるなど影響が見られた。しかしその後は、エルニーニョ現象の発達が停滞し、8~9月はかなり弱まってしまった。SINTEX-Fを含め多くのモデルでこのエルニーニョ現象の突然の衰退を予測することはできなかった。

本研究では、何故2014年の夏のエルニーニョの発達が停滞したのかについて、主にSINTEX-F季節予測システムの結果を用いて調べた。熱帯インド洋との海盆相互作用や太平洋数10年規模変動の影響などいくつかの仮説が提唱されているが、本発表では季節内変動とエルニーニョ現象との相互作用に注目する。特に7月中旬頃、熱帯太平洋の西-中央付近の貿易風の強化に伴い励起された湧昇ケルビン波が、エルニーニョ現象の急激な衰退の一因になっている可能性について発表する。

キーワード: エルニーニョ, 季節予測

Keywords: El Nino, Seasonal Prediction

マダガスカル島沿岸での南赤道海流の分岐および西岸境界流の経年変動と ENSO との関係

Interannual variability of SEC bifurcation and western boundary currents along the Madagascar and the relation with ENSO

山上 遥航^{1*}; 東塚 知己¹

YAMAGAMI, Yoko^{1*}; TOZUKA, Tomoki¹

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

The South Equatorial Current (SEC) in the Indian Ocean bifurcates at the east coast of Madagascar into Northeast and Southeast Madagascar Currents (NEMC and SEMC). In this study, the dynamical mechanism of the SEC bifurcation latitude (SBL), NEMC, and SEMC variations associated with the basin-scale wind variation are investigated using observational data, reanalysis data and the outputs from an atmospheric general circulation model (AGCM). It is found that the interannual NEMC and SEMC variations are dominated by the SEC variations rather than the SBL. Based on the Time-dependent Island Rule calculations, it is also found that the interannual anomalies of the SBL and the NEMC and SEMC transports are the responses to the meridional interior transport, which in turn is a result of westward propagating Rossby waves from 70°E-90°E.

The SBL, NEMC, and SEMC have correlation with Niño 3.4 index with 5-15 month lags, and the wind stress curl fields around 80°E-110°E, 20°S-10°S have positive correlation with the Niño 3.4 index from the late 1990s to the 2000s. From an analysis of AGCM sensitivity experiment, the wind stress curl anomalies around 60°E-90°E, 25°S-15°S may be because of the Matsuno-Gill response to diabatic heating anomalies in the western Pacific, whereas those around 80°E-110°E, 20°S-10°S may be due to the sea surface temperature anomalies off the west coast of the Australia that tend to appear during ENSO events.

キーワード: インド洋, 南赤道海流, 西岸境界流, Island Rule, ENSO

Keywords: Indian Ocean, South Equatorial Current, western boundary current, Island Rule, ENSO

冬季熱帯北西太平洋における積雲対流活動に伴う南北遠隔影響
Wintertime meridional teleconnection associated with convective activity over the tropical Northwestern Pacific

関澤 徳温^{1*}; 小坂 優¹; 中村 尚¹; 西井 和晃¹; 宮坂 貴文¹
SEKIZAWA, Shion^{1*}; KOSAKA, Yu¹; NAKAMURA, Hisashi¹; NISHII, Kazuaki¹; MIYASAKA, Takahumi¹

¹ 東京大学先端科学技術研究センター

¹ Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

Tropical climate variability and associated meridional teleconnections are major origins of seasonal predictability. Statistically, it has been known that El Nino (La Nina) brings warmer (colder) winter to Japan, providing a basis for winter seasonal predictions. However, few studies examined structure and mechanisms for that tropical-extratropical teleconnection. In this study, we investigate the remote influence of wintertime convective activity over the tropical Northwestern Pacific on the atmospheric circulation in the extratropical Northern Hemisphere, by analyzing monthly observational data sets and an ensemble AMIP experiment for 1979-2012.

Convective activity over the tropical Northwestern Pacific is significantly correlated with El Nino-Southern Oscillation (ENSO), and our regression analysis shows that enhanced (suppressed) convection around the Philippines is associated with cold (warm) winter around Japan, which is consistent with the empirical relationship of ENSO. However, ENSO explains only half of the variance of the total convective activity around the Philippines, suggestive of a large contribution from atmospheric internal variability. We isolate the latter component by subtracting linear regression against an ENSO index from the observed anomalies and as inter-member variability in the ensemble AMIP experiment. Circulation anomaly patterns differ considerably between the ENSO-forced and internal components both in the observations and model, and the internal variability is more influential on the wintertime East Asian weather. Our analysis thus suggests that the atmospheric internal variability around the Philippines significantly limits the wintertime seasonal predictability in East Asia that arises from ENSO.

Keywords: ENSO, East Asian winter monsoon, seasonal predictability

大気大循環モデルを用いたニンガルー・ニーニョ現象に伴う降水量偏差に関する研究

An AGCM study on precipitation anomalies associated with Ningaloo Nino

東塚 知己^{1*}; 片岡 崇人¹; 山形 俊男²
TOZUKA, Tomoki^{1*}; KATAOKA, Takahito¹; YAMAGATA, Toshio²

¹ 東京大学, ² (独) 海洋研究開発機構アプリケーションラボ
¹The University of Tokyo, ²Application Laboratory, JAMSTEC

Ningaloo Nino (Nina) is a recently identified climate mode associated with positive (negative) sea surface temperature (SST) anomalies off the west coast of Australia and wet (dry) anomalies in the northwestern part of Australia. However, previous studies could not isolate its influences based on statistical analyses of observational precipitation data, because the precipitation over Australia is also influenced by tropical climate modes such as El Nino/Southern Oscillation and the Indian Ocean Dipole. Based on a series of experiments with an atmospheric general circulation model, we have examined whether Ningaloo Nino/Nina alone can induce precipitation anomalies. It is shown that even when SST is allowed to vary interannually only in the eastern South Indian Ocean and the monthly climatology of SST is imposed elsewhere, Ningaloo Nino (Nina) induces wet (dry) anomalies in the northwestern part of Australia.

キーワード: ニンガルー・ニーニョ現象, 降水量, 大気大循環モデル, エルニーニョ/南方振動
Keywords: Ningaloo Nino, Precipitation, Atmospheric General Circulation Model, El Nino/Southern Oscillation

CMIP5 モデルで再現されたニンガルー・ニーニョ現象 Ningaloo Nino simulated in the CMIP5 models

木戸 晶一郎^{1*}; 片岡 崇人¹; 東塚 知己¹
KIDO, Shoichiro^{1*}; KATAOKA, Takahito¹; TOZUKA, Tomoki¹

¹ 東京大学

¹The University of Tokyo

Ningaloo Nino (Nina) is a recently identified climate mode characterized by anomalously warm (cool) sea surface temperature (SST) off the west coast of Australia and has strong impacts on precipitation over Western Australia and marine lives in the coastal area. Using outputs from 12 coupled general circulation models (CGCMs), which participate in the Coupled Model Intercomparison Project, phase 5 (CMIP5), ability of the models in simulating Ningaloo Nino/Nina is evaluated and causes of their differences are examined. Although many models can successfully simulate the spatial pattern and seasonality of Ningaloo Nino/Nina realistically, its amplitude varies among the models. This inter-model difference is mainly explained by varying strength of remote influences from El Nino/Southern Oscillation via oceanic wave propagation and atmospheric teleconnection. Differences in the strength of local air-sea interaction called the coastal Bjerknes feedback also contribute to the inter-model difference. This study may provide new insight into understanding processes that determine the strength of Ningaloo Nino/Nina.

キーワード: ニンガルー・ニーニョ現象, 大気海洋結合モデル, 南インド洋, エルニーニョ/南方振動, 沿岸ビヤークネス・フィードバック

Keywords: Ningaloo Nino, Coupled general circulation model, Southern Indian Ocean, El Nino/Southern Oscillation, Coastal Bjerknes feedback

On the role of internal atmospheric processes in interannual equatorial variability On the role of internal atmospheric processes in interannual equatorial variability

RICHTER, Ingo^{1*}
RICHTER, Ingo^{1*}

¹JAMSTEC, APL
¹JAMSTEC, APL

Major modes of tropical variability, such as El Niño-Southern Oscillation (ENSO), the Indian Ocean Dipole (IOD), or the Atlantic zonal mode, have been found to arise from coupled air-sea interaction. An often invoked mechanism in this context is the Bjerknes feedback, in which equatorial zonal winds respond to sea-surface temperature (SST) anomalies in such a way as to reinforce the original anomaly. Recent studies, however, have reexamined the role of coupled feedbacks and found that they might be less important than previously thought. Here we examine the issue by focusing on equatorial surface winds, which undoubtedly play an important role in driving oceanic variability in the equatorial region. We compare fully coupled general circulation models (GCMs) from the Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) with an experiment in which the atmospheric component is forced with the climatological seasonal cycle of SST. For the equatorial Atlantic, the analysis reveals that surface wind variability decreases by only about 25% when climatological SSTs are prescribed. This suggests that a large portion of equatorial Atlantic surface wind variability is due to internal atmospheric processes. In the equatorial Pacific and Indian Ocean, on the other hand, surface wind variability reduces substantially when climatological SSTs are prescribed, indicating the importance of coupled feedbacks. Even there, however, the intrinsic atmospheric component can be quite large depending on the season and is subject to a large inter-model spread. Potential reasons for the model spread will be discussed.

キーワード: equatorial variability, ENSO, IOD, Atlantic Niño, predictability, surface winds
Keywords: equatorial variability, ENSO, IOD, Atlantic Niño, predictability, surface winds

2014年夏のエルニーニョはなぜ成長しなかったか？ - 南太平洋からの寄与 What interrupted the 2014 El Nino? - A possible cause in the South Pacific Ocean

今田 由紀子^{1*}; 建部 洋晶³; 渡部 雅浩²; 石井 正好¹; 木本 昌秀²

IMADA, Yukiko^{1*}; TATEBE, Hiroaki³; WATANABE, Masahiro²; ISHII, Masayoshi¹; KIMOTO, Masahide²

¹ 気象庁気象研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ 東京大学大気海洋研究所

¹ Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, ² Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology,

³ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

2014年の初頭、各国の気象機関による季節予測は、引き続き夏以降に本格的なエルニーニョが発生することを予測していたが、その後冷舌付近で冷水偏差が発達し、エルニーニョの発達を妨げる結果となった。この冷水偏差がどのようなプロセスで張り出して来たのかは明らかになっていないが、大気海洋結合モデル MIROC5.0 によるハインドキャストでは、2013年11月初期値の予測においてこの冷水偏差の発達を予測することに成功しており、エルニーニョが発達できないことを示していた。この予測ケースをもとに感度実験等を実施した結果、近年持続している太平洋十年規模変動の負位相に伴う南半球の偏差が今年のケースに寄与していたことが示唆された。

キーワード: エルニーニョ・南方振動, 季節予測, 太平洋10年規模変動

Keywords: ENSO, Seasonal Prediction, Pacific Decadal Oscillation (PDO)

火山噴火に伴う放射強制力が ENSO に与える影響 Impact of super tropical volcanic eruptions on ENSO

大庭 雅道^{1*}; 塩竈 秀夫²; 横畠 徳太²; 渡部 雅浩³

OHBA, Masamichi^{1*}; SHIOGAMA, Hideo²; YOKOHATA, Tokuta²; WATANABE, Masahiro³

¹ 電力中央研究所 環境科学研究所 大気海洋環境領域, ² 国立環境研究所地球環境研究センター, ³ 東京大学大気海洋研究所

¹Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), ²Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, ³Atmosphere and Ocean Research Institute (AORI) The University of Tokyo

熱帯域における突発的な強い火山活動 (Strong Volcanic Eruption: SVE) によりもたらされる一時的な負の放射強制力は、全球規模で表層気温を低下させるとともに、大気・海洋循環場の変調を介して年々~10年規模の気候変動に影響すると考えられている。エルニーニョ・南方振動 (ENSO) と SVE の関係に関する研究は、かなり限られたデータの中での推測に止まっていたものの、近年複合 Proxy から復元された過去 1000 年及ぶ海面水温データから、SVE 直後に El Nino が発生する確率が有意に高まることが示唆されている。このメカニズムに関して、先行研究では簡易大気海洋結合モデルを用いて、SVE に伴う空間一様な SST の冷却が東太平洋による湧昇を弱めることによって El Nino が励起されることを示した (Dynamical Thermostat Mechanism)。しかしながら、最新の全球大気海洋結合モデルを用いた実験では、逆に La Nina が励起される場合もあり、急速な放射強制力の変化がどのように El Nino を励起するかはまだよく分かっていない。また、ENSO の時間変化は El Nino と La Nina で強い非対称性を持つため、ENSO の位相によって SVE の影響が変化することが考えられる。そこで本研究では、最新の大気海洋結合モデルを用いて SVE の強制・非強制実験を行い、SVE に伴う放射強制力がモデル内の ENSO に与える影響を評価するとともに、その ENSO の位相に対する依存性を調べた。

キーワード: 超巨大火山噴火, 海面水温, 太平洋, エルニーニョ・南方振動

Keywords: Super Volcanic Eruption, Sea surface temperature, Pacific Ocean, El Nino/Southern Oscillation

熱帯太平洋自然変動による地球温暖化の停滞と加速 Hiatus and accelerated global warming due to tropical Pacific natural variability

小坂 優^{1*}; 謝 尚平²

KOSAKA, Yu^{1*}; XIE, Shang-ping²

¹ 東京大学先端科学技術研究センター, ² カリフォルニア大学サンディエゴ校スクリプス海洋研究所

¹ RCAST, University of Tokyo, ² Scripps Institution of Oceanography, UCSD

今世紀初め頃からの全球年平均気温上昇の停滞（地球温暖化のハイエイタス）に対し様々な要因が提唱されてきた。我々は過去の研究で、気候モデルを歴史的放射強制に加えて熱帯太平洋海面水温を観測履歴に強制的に一致させる Pacific Ocean-Global Atmosphere (POGA) 実験を行い、近年のハイエイタス期間を含む 1970 年以降の全球年平均気温変動を相関係数 0.97 に達する高い精度で再現した。この結果は熱帯太平洋における十年規模のラニーニャ的の海面水温低下傾向と放射強制による昇温の相殺によって現在のハイエイタスが起きていることを示す。

過去を振り返ると、全球平均気温は顕著な年々変動および十年規模変動を伴って上昇してきた。本研究は POGA 実験を 19 世紀後半にまで遡って行い、放射強制と熱帯太平洋変動の 2 パラメータ系が全球気候変動の歴史をどれだけ再現するか検証した。この長期 POGA 実験は 1870 年以降の全球年平均気温変動を相関係数 0.96 で、またその 15 年変化傾向を相関係数 0.80 で再現する。全球気温変化傾向を放射強制に対する応答と熱帯太平洋変動の寄与に分解すると、熱帯太平洋変動は 1890 年代後半から 1910 年頃までの全球寒冷化の主要因であり、1910 年代から 40 年代の第 1 次昇温期を加速し、40 年代半ばから 70 年代半ばまでの大停滞期の開始を早め終了を遅らせ、70 年代後半から 90 年代の第 2 次昇温期の前半の期間の昇温を加速した。これら熱帯太平洋変動の寄与が大きい期間について、POGA 実験は特に熱帯インド洋・インド・南北太平洋・北米で観測された地域的变化傾向を捉える。熱帯太平洋低温化による近年の全球寒冷化傾向は 20 世紀初頭のものと同程度であるが、その持続期間の長さは過去 150 年に例がない。また 1990 年代以降の貿易風の強化傾向は過去 150 年間で最も強い。これらの意味で、今世紀初頭のハイエイタスは前例のない事例であると言える。

キーワード: 熱帯太平洋十年規模変動, エルニーニョ・南方振動, 貿易風, 全球気候, 遠隔影響

Keywords: tropical PDO, ENSO, trade winds, global climate, teleconnections

近年の熱帯海面水温変動に関連した対流圏上層の気温上昇の停滞 Recent slowdown of upper tropospheric warming associated with the tropical SST variability

釜江 陽一^{1*}; 塩竈 秀夫¹; 渡部 雅浩²; 石井 正好³; 植田 宏昭⁴; 木本 昌秀²
KAMAE, Youichi^{1*}; SHIOGAMA, Hideo¹; WATANABE, Masahiro²; ISHII, Masayoshi³; UEDA, Hiroaki⁴; KIMOTO, Masahide²

¹ 国立環境研究所, ² 東京大学 大気海洋研究所, ³ 気象研究所, ⁴ 筑波大学 生命環境科学研究科
¹Nat. Inst. for Environ. Studies, ²AORI, Univ. Tokyo, ³Meteor. Res. Inst., ⁴Life and Environ. Sciences, Univ. Tsukuba

大気海洋結合モデル (AOGCMs) を用いた将来の気候変動予測において、東西平均気温の変化には (1) 熱帯対流圏の上層、(2) 極域の地表近く、の二つの昇温ピークが存在するという特徴を持つ。AOGCMs は、最近 15 年間の熱帯対流圏上層の気温 (TTUT) の上昇を、ラジオゾンデ観測と比べて過大評価する傾向がある。TTUT の将来変化の予測は、気候フィードバックや気候感度、ハドレー循環やウォーカー循環のような熱帯大気循環、熱帯低気圧活動の変化を予測する上で重要である。近年の観測・モデル間の TTUT 変動の不整合は、AOGCMs を用いた将来の気候変化予測の信頼性を検討する上で重要な課題である。

近年の観測とモデルの不整合の要因を調べるため、大気大循環モデル (AGCM) に観測された海面水温 (SST) を与えたアンサンブル再現実験と、さらに境界条件から人為的な寄与を除いたアンサンブル感度実験 [1] を行った。

CMIP5 の AOGCMs は近年の TTUT の上昇を過大評価している一方で、AGCM 実験では再現性がよい。最も大きな不整合は中央太平洋上空で確認され、これは近年の ENSO に対応した熱帯東太平洋の SST 変動によるものであることがわかった。一方で、CMIP5 の AOGCMs 平均はこの SST の自然変動の位相を再現することを目指してはいない。近年の熱帯 SST 変動の効果は TTUT の空間分布、年々変動に加え、CMIP5 AOGCMs 平均のバイアスの約半分を説明する。これらの結果は、近年の熱帯対流圏上層の昇温の停滞傾向は大部分が自然変動によるものであり、この昇温の停滞傾向は CMIP によるモデルシミュレーションの信頼性が低いことを意味しないことを示している。

参考文献

1. Kamae, Y., H. Shiogama, M. Watanabe, and M. Kimoto, 2014: Attributing the increase in Northern Hemisphere hot summers since the late 20th century. *Geophys. Res. Lett.*, 41, 5192-5199, doi:10.1002/2014GL061062.

キーワード: 対流圏気温, 十年規模変動, CMIP, ラジオゾンデ, MSU, 海面水温

Keywords: tropospheric temperature, decadal variability, CMIP, radiosonde, MSU, sea surface temperature

熱帯太平洋における 1920年代の気候シフト再考 1920s tropical Pacific climate shift revisited

時長 宏樹^{1*}
TOKINAGA, Hiroki^{1*}

¹ 京都大学防災研究所
¹DPRI, Kyoto University

This study revisits the mid-1920s Pacific climate shift using a wide variety of historical climate data sets including sea surface temperature (SST), nighttime marine air temperature, sea level pressure, and cloudiness. Overall the 1920s Pacific climate shift is similar to the 1976/77 Pacific Decadal Oscillation shift from cold-to-warm phase, characterized by SST cooling over the North Pacific and deepening of the Aleutian Low. On the other hand, patterns of the tropical Pacific SST change during the 1920s largely depend on SST data sets. HadISST1 shows no significant SST change in the equatorial Pacific. In contrast, COBE-SST2 exhibits a local maximum of SST warming in the central-to-eastern equatorial Pacific, resulting in a weakening of zonal SST gradient. The latter pattern of SST change is more consistent with an observed weakening of the Walker circulation obtained from SLP observations. This result suggests that the 1920s climate shift actually happened not only over the North Pacific but also over the tropical Pacific, a feature not captured by conventional SST data sets. Simulated patterns of surface air temperature and SLP changes from AGCM experiments forced with COBE-SST2 and HadISST1 will also be discussed.

太平洋域の十年規模気候変動に対するインド洋からの影響の可能性 Possible influence of the Indian Ocean on decadal changes of the Pacific climate

望月 崇^{1*}; 近本 喜光²

MOCHIZUKI, Takashi^{1*}; CHIKAMOTO, Yoshimitsu²

¹ 海洋研究開発機構, ² ハワイ大学

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

We have explored possible influence of the Indian Ocean on decadal changes of the Pacific climate, by performing ensembles of the so-called partial data assimilation experiments during the recent two decades. In these experiments, using an atmosphere-ocean coupled climate model, we have assimilated anomalies of ocean temperature and salinity only in a specific area (e.g., the Indian Ocean, the equatorial Pacific Ocean, and so on) rather than in the global ocean. On decadal timescales, since the sea surface temperature (SST) in the equatorial Pacific largely controls the zonal winds over the maritime continent, the SST variations in the Indian Ocean can be well reproduced even when assimilating the anomalies only in the Pacific Ocean. On the other hand, the assimilation using a gridded analysis of the Indian Ocean hardly shows significant impacts on the equatorial Pacific SST variation probably due to the internal decadal fluctuation with large amplitudes. We have also performed a partial data assimilation experiment using the detrended anomalies in the Indian Ocean, toward discussion focusing on decadal trends (i.e., trends in ten years) which show a decadal-scale modulation rather than steady warming. The changes in the zonal winds over the maritime continent associated with the Indian Ocean SST trends can modify the equatorial Pacific SST trends and these impacts of the Indian Ocean are significantly large in some periods of the recent two decades.

十年規模の位相変化に対する西部太平洋海面水位と水平循環の役割 The role of the western Pacific SSH and associated changes in horizontal gyre circulation for the decadal phase shift

山中 吾郎^{1*}; 中野 英之¹; 辻野 博之¹; 浦川 昇吾¹; 坂本 圭¹

YAMANAKA, Goro^{1*}; NAKANO, Hideyuki¹; TSUJINO, Hiroyuki¹; URAKAWA, Shogo¹; SAKAMOTO, Kei¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

最近数十年における太平洋亜熱帯セル (STC) の十年規模変動とそれに関連した西部太平洋熱帯域の海面水位 (SSH) 変動について、気候モデル用海洋モデルのシミュレーション結果 (1965-2006 年) を用いて調べた。STC の長期変動は十年規模変動だけでなく長期の弱化トレンドを含んでいるので、十年規模変動に焦点を当てるためにトレンドを除去して解析した。モデルは、観測で見られるように、STC の十年規模変動とそれに関連した熱帯太平洋の水温偏差を再現している。東部熱帯太平洋の水温は STC が弱い時には正偏差となり、STC が強い時には負偏差となる。西部太平洋熱帯域の SSH の空間分布は、十年変動のイベントに応じて異なる特徴を示す。暖期 (1977-1987 年) には、SSH 偏差の空間パターンは南北対称からのずれを示し、北 (南) 太平洋西部熱帯域で弱い正偏差 (強い負偏差) が見られる。熱帯太平洋上層 500m の熱収支解析によると、1985 年頃の暖期の終息は、SSH 偏差に関連した水平循環による極向き熱輸送の強化によって生じている。一方、寒期 (1996-2006 年) では SSH 偏差はほぼ南北対称であり、両半球に正偏差が見られる。1990 年代後半以降の寒期の発達には、赤道上の東風の強化が寄与している。本結果に対する海洋モデルの水平解像度依存性についても議論する。

キーワード: 熱帯太平洋十年規模変動, 太平洋亜熱帯セル, 位相変化, 海面水位変動, 海洋大循環モデル, 南北熱輸送

Keywords: tropical Pacific decadal variability, Pacific Subtropical Cells, phase shift, sea surface height variations, ocean general circulation model, meridional heat transport

海面パラメーターの時間変動特性による熱帯海域の分類 Classification of the tropical ocean based on time variation of surface parameters

坂本 理沙^{1*}; 久保田 雅久¹
SAKAMOTO, Risa^{1*}; KUBOTA, Masahisa¹

¹ 東海大学大学院海洋学研究所

¹School of marine science and technology, Tokai university

熱帯域の海洋観測ブイによるデータ取得率は2012以降急激に減少している。Tropical Pacific Observing system2020(TPOS2020) workshopにおいて、継続的な熱帯海域の海洋観測を行うことは重要な課題の一つとなっている。継続的に海洋観測を行うためには、科学的根拠に基づいてブイの最適配置を検討し、コストを抑えた効率的な観測を行うことが必要である。ブイの最適配置を検討するためには、どの海域を観測すればどのような物理現象を観測することが可能かを把握する必要がある。本研究では、ブイの最適配置を検討する為に、時間変動特性を基準に熱帯域を分類し、分類した海域の時間変動と熱帯域の物理現象との時間変動の類似性を調べることを目的とした。

本研究では、潜熱の計算に必要な海面水温、風速、大気比湿を対象の物理量とし、解析期間を1986-2010とした。使用したデータセットは、Merged satellite and in situ data Global Daily Sea Surface Temperatures (海面水温), The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications(風速, 大気比湿)である。基本となるデータの時間解像度は日平均値、空間解像度は $1^{\circ} \times 2^{\circ}$ に統一した。本研究では、対象となる物理現象としてエルニーニョ現象、南方振動、MJO振動に着目し、各データに対して各物理現象の卓越する周期を抽出するためのフィルターをかけた。フィルターをかけた各データに対し、クラスター解析を用いて熱帯域(30°N - 30°S)を時間変動の類似する海域に分類した。各クラスターと物理現象との関連性を調べるために、各クラスターの平均値から求めた時系列と各物理現象の指数との相関係数を求めた。指数としてエルニーニョ現象にはNINO3を、南方振動にはSouthern Oscillation index(SOI)を、MJO振動にはAn all season real time multivariate MJO index(Matthew et al,2004)を用いた。

図1は海面水温と風速に対するクラスター解析の結果を示す。解析の結果、海面水温に対しては、エルニーニョ監視海域に位置するクラスターDの時系列と赤道西部太平洋のクラスターCの時系列がNINO3と高い相関の値を示した。エルニーニョ監視海域を含むクラスターはインド洋と同一のクラスターに、赤道西部太平洋のクラスターは大西洋と同一のクラスターに分類された。一方、風速に関してはエルニーニョ監視海域に位置するクラスターではなく、 10°N - 20°N , 10°S - 20°S の間の太平洋西部から東部にのびるクラスターFの時系列とNINO3との相関が高い値を示した。大気比湿に対しては海面水温の解析結果と同様に太平洋西部と中央部の2カ所のクラスターの時系列がNINO3との高い相関の値を示した。南方振動はエルニーニョ現象と表裏一体の現象であるので、エルニーニョ現象の卓越周期を抽出したデータに対するクラスター解析の結果を用いてSOIとの相関係数を求めた結果、SOIと高い相関の値を示したクラスターはNINO3と高い相関の値を示したクラスターと同一であった。

MJO indexは海大陸周辺と熱帯太平洋の対流活動を示す指標である。MJO振動の卓越周期(30/90日)を抜き出すフィルターをかけたデータに対し、クラスター解析を行い、各クラスターの時系列とMJO indexとの相関係数を求めた結果、風速と大気比湿では、海大陸周辺のクラスターと熱帯太平洋中央部および東部におけるクラスターの時系列が高い相関の値を示した。海面水温に対してはインド洋と熱帯太平洋西部のクラスターがMJO indexと高い相関を示した。

本研究における解析の結果により、各指数と時間変動の類似するクラスターが明らかとなった。この結果は、どの海域を海洋観測すればどのような物理現象を観測出来るかという観点で、ブイの最適配置を検討するための有用な情報となるだろう。またこの結果において、離れた海域が同じクラスターに属する事は、これまで別々の物理現象と考えられていた物理現象の新しい関係性を示唆している可能性もある。今後、クラスター解析の結果に結びつく物理的メカニズムを解明する事はブイの最適配置を考える為にも、これからの熱帯域における物理現象のメカニズムの理解の為にも重要となるだろう。

キーワード: 熱帯域, 海洋観測ブイ, ENSO, マッデン・ジュリアン振動

Keywords: Tropical Ocean, buoy observation, ENSO, Madden-Julian Oscillation

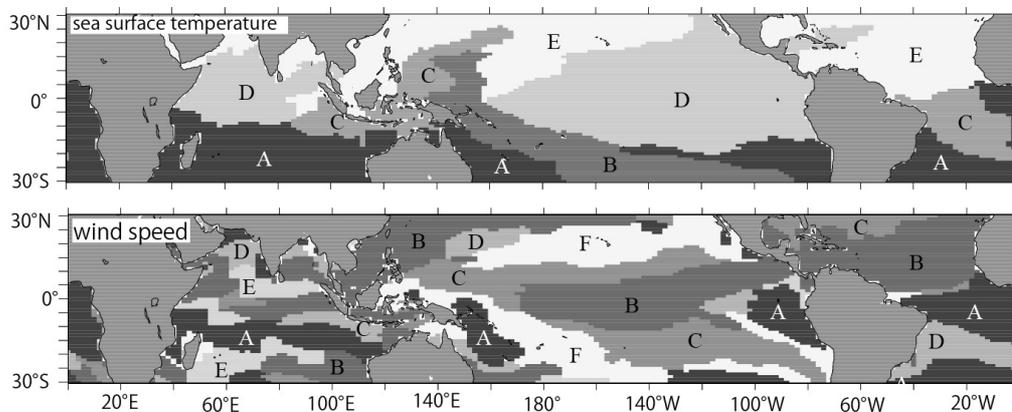


図1. バンドパスフィルター(3-5年)をかけたデータに対するクラスター解析の結果

熱帯太平洋暖水域東部におけるバリエイヤー厚の経年変動 Interannual variations of barrier layer thickness at the eastern part of the western Pacific warm pool

山口 凌平^{1*}; 杉本 周作¹; 須賀 利雄¹
YAMAGUCHI, Ryohei^{1*}; SUGIMOTO, Shusaku¹; SUGA, Toshio¹

¹ 東北大学大学院理学研究科

¹ Graduate School of Science, Tohoku University

This study investigated interannual variations of barrier layer thickness at the eastern part of the western Pacific warm pool (165E-180, 5S-2N) from 2005 to 2013 using Grid Point Value of the Monthly Objective Analysis using the Argo data (MOAA GPV: Hosoda et al. 2008) and Argo float profile data. Several previous observational studies showed that thick barrier layers in the western Pacific warm pool are correlated with eastward displacement of warm pool associated with El Nino (e.g. Maes et al. 2006; Bosc et al. 2009). However, interestingly, although 2012/13 was non-El Nino year, we found anomalous thick barrier layers occurring at the eastern part of warm pool in these years.

To document this anomalous thick barrier layers in detail, we also used Argo float profiles. The analysis indicated that, in agreement with previous studies, thick barrier layers in El Nino year (2006/7, 2009/10) are generated with strong surface freshening. On the other hand, the 2012/13s thick barrier layers are accompanied not by surface freshening but by relatively high salinity near their bottom (90-110dbar). The high salinity is due to the northward expansion of high salinity water originated in the South Pacific. It is hypothesized that strengthening of salinity stratification beneath the mixed layer associated with the stronger advection of the South Pacific water contributes to formation/maintenance of thick barrier layers.

From the above results, it is suggested that not only surface freshening associated with El Nino but also subsurface stratification under the influence of the South Pacific water is important for interannual variations of barrier layer thickness at the eastern part of the western Pacific warm pool.

キーワード: バリエイヤー, 熱帯太平洋暖水域, 経年変動, Argo

Keywords: Barrier layer, Western Pacific warm pool, Interannual variations, Argo

梅雨期の豪雨イベントに関連した広域気象背景場の抽出とその経年変動 Anomalous Weather Patterns in Relation to Heavy Precipitation Events in Japan during the Baiu season

大庭 雅道^{1*}; 門倉 真二¹; 野原 大輔¹; 豊田 康嗣¹; 吉田 義勝¹

OHBA, Masamichi^{1*}; KADOKURA, Shinji¹; NOHARA, Daisuke¹; TOYODA, Yasushi¹; YOSHIDA, Yoshikatsu¹

¹ 電力中央研究所

¹Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI)

時空間的に複雑に変動する日本域の夏季気象場を理解するために、パターン分類手法の一種である「自己組織化マップ」を導入することによって、過去の日本域の降水現象に関連した気象パターンの分類を行うと共に、その変化傾向を調査した。分類には相当温位、気圧面高度場、東西・南北風の JRA-55 再解析データを用いた。日本域夏季の豪雨と関連の深い気象パターンを抽出したところ、地域ごとに、関連が深い気象パターンが異なることがわかった。また、解析対象期間 54 年間 (1958~2011 年) において、豪雨の背景場としての広域気象パターンの発生頻度に長期変動が見られた。

キーワード: 自己組織化マップ, 梅雨, 極端降水, 気候変動, エルニーニョ・南方振動

Keywords: Self-organizing maps, Baiu, Extreme rainfall, Climate variability, El Nino/Southern Oscillation