

研究会「長期予報と大気大循環」の報告

十年規模変動～地球温暖化の停滞，天候への影響～

2013年11月26日に、長期予報研究連絡会が主催する研究会「長期予報と大気大循環」を気象庁にて開催した。今回は、“十年規模変動～地球温暖化の停滞，天候への影響～”というテーマで、8題の研究結果が発表された。

研究会の前半は、海洋表層水温の解析結果や海洋モデルを用いた数値実験の解析結果などについて4題の発表が行われた。

初めに、福田氏から気象庁表層水温データの解析結果について報告された。その中で、表層水温の昇温の停滞は海面付近に限られること、水深200 m付近よりも深い層では昇温が持続していることなどが、観測データにより明確に示された。その後、山中氏から海洋モデルの過去再現実験の解析結果から、太平洋亜熱帯セルの長期変動、特に十年規模変動の位相反転プロセスのメカニズムに対する考察についての報告があった。次に、安田氏から、日本沿岸水位の十年規模変動と長期変化傾向について、これまでの変化傾向と将来変化予測の解析結果が発表された。宮坂氏からは、冬季北太平洋十年規模振動に着目して行った研究が発表され、年代によって卓越する海洋フロント変動域が異なることが示された。

後半4題は、海洋の十年規模変動に対応した大気循環の変動に関する研究の発表であった。

ト部氏からは、近年の日本の天候と十年規模変動の関連について報告があり、1999年以降は大気循環、日本の天候にラニーニャ現象時に見られる特徴が表れやすくなっていることが示された。次に、田口氏からは再解析気象データ大気上端正味放射量の年々変動と海面水温の変動との関係について報告された。また門野氏からは、近年の大気による北極域へのエネルギー輸送量の変動について再解析データを用いた計算結果の

報告があった。最後に渡部氏からは近年のhiatus（地球温暖化の停滞）と海洋熱吸収の活発化について発表された。その中で地球温暖化の停滞期は十年規模変動に同期しており、やがて温暖化の加速期に入ることが予想されることが報告された。

会場となった気象庁3023会議室には、関心の高いテーマが選ばれたためか、例年より多数の参加者に恵まれ、立ち見が出るほどの盛況だった。幅広い内容で活発な議論が行われ、盛会のうちに今回の研究会を終えることができ、発表者および参加者の方々には深く感謝する。また研究会の講演を通して、地球温暖化の停滞と十年規模変動との関連が観測結果から示されたことのみならず、数値実験を用いた海洋内部のメカニズムについての考察や、日本の天候に対する十年規模変動の影響を示唆する調査結果も報告された。今後も気候変動に対する理解を深めるためにも、このような研究がますます発展していくことを期待したい。

なお、今回の講演の拡張要旨については、本会のホームページ (<http://www.metsoc.or.jp/LINK/LongForc/index.html>) に掲載される予定なので、合わせてご覧いただければ幸いである。

(事務局担当 原田やよい*：気象庁気候情報課)

【発表された題目および概要】

1. 気象庁表層水温解析で見た近年の地球温暖化の停滞と十年規模変動

福田義和・伊藤 渉 (気象庁海洋気象課)

ト部佑介 (気象庁気候情報課)

気象庁が現業的に運用している全球海洋表層水温解析 (Ishii and Kimoto 2009) を用いて、全球平均気温に見られる近年の地球温暖化の停滞や北太平洋の海面水温や海面水位に見られる十年規模変動に伴う、海洋表層水温の変動について診断的に調査を行った。全球平均表層水温は、海面付近では地上気温と同様に2000年代に入ってから上昇率が小さくなっている一方で、200 m以深ではそれ以前と同様に上昇を続けていた。

* (連絡責任著者) Yayoi HARADA.

yayoi.harada@met.kishou.go.jp

© 2014 日本気象学会

北太平洋の十年規模の変動については、海面水位の EOF 第 1 モードに現れる PDO (Pacific Decadal Oscillation, 太平洋十年規模振動) とモデルの海面水位の EOF 第 2 モードで定義されている NPGO (North Pacific Gyre Oscillation) が知られており、表層水温の北太平洋域における EOF 第 1 モードと第 2 モードがそれぞれに対応していた。PDO 指数は 1976/77年に負から正へと符号が反転したのち、1990年代から2000年代前半にかけては明瞭な傾向を示さず、2000年代後半以降は負の傾向を示している。NPGO 指数は1998/99年に符号が反転し、北緯40度を挟んで南北でダイポールのな水温変化を示した。対応する大気場の状況や近年の傾向も合わせて紹介した。

2. 海洋モデルの過去再現実験で見られた熱帯太平洋の十年規模変動

山中吾郎・辻野博之・中野英之・平原幹俊
(気象研究所海洋・地球化学研究部)

海洋モデルの過去再現実験結果を用いて、太平洋亜熱帯セル (STC, Subtropical Cells) の十年規模変動に関連した海面水位の空間分布の特徴と位相反転プロセスを調べた。海面水位変動は、風応力変動に伴う上部密度躍層内の質量の再分配を概ね反映しており、その空間パターンは十年規模変動の位相毎に異なっていた。STC が弱く東部太平洋赤道域の海面水温が高い期間 (1977-1987年) では、海面水位の負偏差が南西熱帯太平洋のみに出現し、南北非対称性が顕著だった。一方、STC が強く東部太平洋赤道域の海面水温が低い期間 (1996-2006年) では、海面水位の正偏差は北西熱帯太平洋と南西熱帯太平洋の両方に見られた。また、位相反転には1990年代半ば以降の熱帯太平洋における貿易風の強化が寄与していた。

3. 日本沿岸水位の十年規模変動と長期変化傾向

安田珠幾 (気象研究所気候研究部)

地球温暖化に伴う海面水位上昇は、島嶼や海岸線を持つ国々にとって重要な問題の一つである。観測に基づく解析によると、20世紀の全球平均海面水位は1.7 mm/年の割合で上昇し、1990年代以降は水位上昇が加速している。一方、日本沿岸水位は、沿岸潮位計の記録から、全球平均に見られるような100年規模の上昇トレンドがなく、十年から数十年の時間規模で変動してきたことが知られているが、最近20年間は全球平均水位と同程度の上昇率を示している。また、地球温

暖化に伴う将来気候予測では、日本東方海域の海面水位は全球平均値より高くなることが報告されている。発表では、過去及び将来における日本沿岸水位の変動と変化について、太平洋の十年規模変動や全球平均水位変化との関係について議論を行った。

4. 冬季北太平洋十年規模変動の長期変動

宮坂貴文・中村 尚 (東京大学先端研)

田口文明・野中正見 (海洋研究開発機構)

20世紀半ば以降の観測および再解析データは、冬季北太平洋の十年規模変動が長期変動していることを示唆する。3年移動平均した冬季の北西太平洋域の海面水温に現れる卓越変動は、1980年代までは亜寒帯フロント域の変動が明瞭だったのに対し、1990年以降は亜熱帯フロント域の変動が卓越するようになり、それに応じて大気変動にも変動が見られた。同様の長期変動は大気海洋結合モデルの積分においても見られることから、太平洋十年規模変動の長期変動が大気海洋結合系の内部変動として生じる可能性が示唆される。

5. 近年の日本の天候と十年規模変動の関連

ト部佑介・前田修平 (気象庁気候情報課)

主に1999年から2012年までの平均データ (観測, 再解析) を用いて、近年の日本の天候と、十年規模変動に伴う大規模な循環場の特徴を統計的に確認し、さらに両者の関連について考察する。

この期間においては、太平洋中緯度では負の PDO が概ね継続し、これに対応して太平洋熱帯域では東西方向の海面水温傾度や大気循環 (ウォーカー循環) が平年より強いラニーニャ現象側の傾向となっている。一方、日本における気温の経年変動を見ると、暖候期については上昇傾向、寒候期については横ばいもしくは下降傾向となっている。これはラニーニャ現象発生時に見られる天候の特徴が現れやすくなっていることを意味しており、前述のような十年規模変動に伴う循環場の変化が原因の一つとして考えられる。

合わせて、そのような実態を踏まえて気候系の監視に十年規模変動を取り入れていくことの必要性和現状での計画についても紹介した。

6. 再解析気象データ大気上端正味放射量の利用可能性について

田口彰一 (産業技術総合研究所)

ERA-Interim の大気上端正味放射量の全球平均を

年平均した値と海面温度の全球平均の年平均の変化傾向の間には相関があり、十年規模変動の解析に利用できる可能性がある。

7. 近年の大気による北極域へのエネルギー輸送量の変動について

門野美緒・浮田甚郎・本田明治 (新潟大学)
岩本勉之 (極地研究所/新潟大学)
原田祐輔 (名古屋大学)

ERA-Interim 再解析データの1979~2010年の月平均データを用いて、ある緯度円を底面とする大気柱を横切るエネルギーフラックスを鉛直積分し、北極域へのエネルギー輸送量を求めた。最初の10年(1979~1988)と最後の10年(2001~2010)のそれぞれのエネルギー輸送量の平均差を見ると、正味のエネルギーフラックスは北極域で増加していた。更に乾燥静的エネルギー・潜熱・運動エネルギーの各成分に分解すると、北極域でのエネルギーフラックスの増加に最も寄与しているのは乾燥静的エネルギーであった。また乾燥静的エネルギーに注目して、東西平均(子午面循環成分)とそこからのずれ(定常渦成分)に分解して解析を行った結果、子午面循環成分では主に夏季対流圏下層で、定常渦成分は冬季対流圏上層から成層圏で、エネルギー輸送の増加が最大となっていた。なお、対

流圏上層・成層圏で見られた特徴は、データに依存する可能性も考慮して、JRA-55再解析データによる同様の解析結果についても紹介した。

8. 近年の hiatus と海洋熱吸収の活発化

渡部雅浩 (東京大学大気海洋研究所)

2000年頃から、全球地表気温の上昇傾向が緩くなっている現象は、hiatusあるいはstandstillなどと呼ばれている。hiatusは、温暖化の要因や将来予測にとっても重要な意味をもつが、いくつかの仮説が提示されている状態で原因についての結論は出ていない。我々は、Ishii and Kimoto (2009) による水温データおよびCMIP5のデータから、hiatusにともなって観測では700 m以深の海洋による熱吸収の効率が高くなっていることを見出し、CMIP5モデルではそれがうまく再現されていないことを確かめた。発表ではこの結果を紹介したほか、hiatusの要因に関するレビューと議論を行った。

参考文献

Ishii, M. and M. Kimoto, 2009: Reevaluation of historical ocean heat content variations with time-varying XBT and MBT depth bias corrections. *J. Oceanogr.*, 65, 287-299.