

階層的モデリングによる広域水循環予測



平成13年度採択
研究代表者

木本 昌秀
(東京大学気候システム研究センター 教授)

// 研究目的

あいつづく集中豪雨や台風の到来で、以前にも増して異常気象への関心も高まっています。洪水や干ばつの予測、水資源の管理など、水循環予測に対する社会的な要請にこたえるため、本研究では、大気-海洋-陸面過程を総合して表現する気候の数値モデルを用いて、東アジア域を中心とした広域水循環変動の長期予測可能性を探求しています。そして、そのようなモデルを駆使して、どのような現象が、なぜ、またどのように予測可能なのか科学的に解明し、長期予測の実現に貢献することを目指しています。



中国長江の洪水

// 研究概要

地球上で雨や風、気圧の変化をもたらす気候システムのしくみを解き明かし、水循環の長期予測を実現するため、コンピュータ上にもう一つの地球を実現する「気候モデル」を構築し、研究を進めます。気候モデルは、流体力学や熱力学などの物理法則にもとづいて地球大気の動きとそれに伴う水の流れを計算します。海からの蒸発、風による輸送、雲の形成、低気圧や台風の中での降雨、陸地の湿潤化とまたそこからの蒸発などなど、大気水圏をさまざまな形で巡る水の動きを計算し、降水や雲の分布などをシミュレートすることができます。水循環の長期予測には海洋の変化も重要なため、世界中の海流も計算しています。

本課題ではこのようなモデルによる東アジア域を中心とした広域水循環の再現性を向上するため、モデルの高解像度化、高精度化の作業をすすめてきました。

広域水循環変動の予測可能性を見極

めるにはモンスーンや梅雨前線の日々年々の変動がどのような仕組みで起こっているか、そのメカニズムを明らかにする必要があります。実際に起こったことを気候モデルで模倣するだけではなく、海水温や陸面状態の影響の仕方を定量的に評価してゆく必要があります。このような要因分析のために、モデルを線形化したツールも作成して観測やシミュレーションデータの解析に用いています。

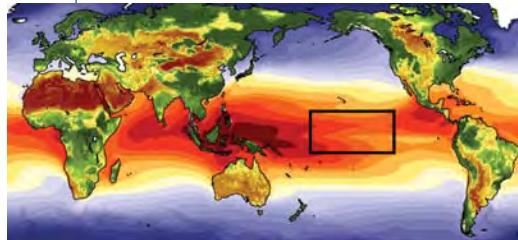
// 研究体制

本研究では、東京大学気候システム研究センターと国立環境研究所、地球フロンティア、気象庁の研究グループからなるチームが協力して、より高精度な広域水循環予測モデルの構築を目指します。

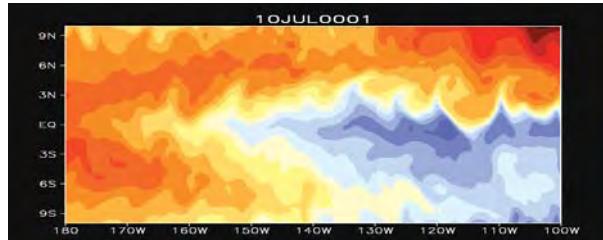
// 研究成果

これまで、計算量の問題から水平約300km以上の粗い格子を用いた大気のモデルを用いることが普通でしたが、本計画では水平格子を約110kmあるいは60kmに縮め、鉛直層の数も従来の20層から56層に高解像度化を施したモデルをテストしてきました。その結果、これまで表現されなかった梅雨前線やその上の強雨の表現が格段に向上しました。また、夏季アジアモンスーン域で過去20年間にわたって観測された広域水蒸気流速や気圧変動についても、高解像度モデルの方が、従来モデルよりも再現性がよいことがわかりました。そして、これまで数か月先の予測は困難とされてきた東アジア夏季天候にも熱帯での大規模な対流活動や高緯度陸面の変化に伴う予測可能性があるのではないかということがわかつてきました。研究成果の一部を図1~6に示します。

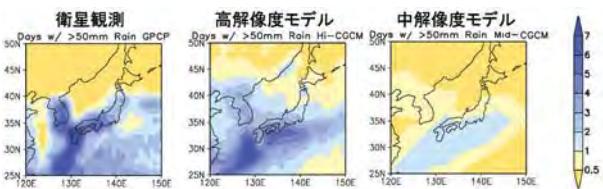
10年来暖冬の続いた日本列島ですが、2005年12月には数十年ぶりの寒波が襲来しました。日本海側では塩分を多量に含んだ湿雪により大規模な停電も起きています。このときの北半球全体での気圧配置を調べると、11月中旬にわれわれもこれまで研究してきた北極振動と呼ばれる気圧パターンが急激に寒冬側にシフトし、12月いっぱい持続したことが繰り返された寒波の原因であったようです。しかし、データをさらによく



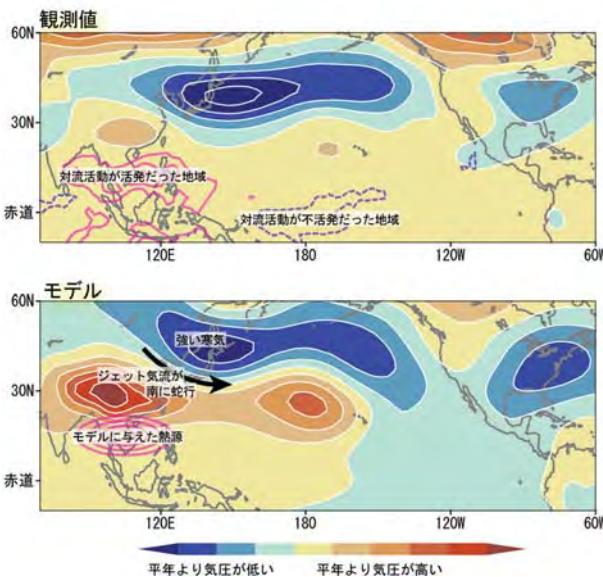
高解像度大気海洋結合モデルでシミュレートされた
海面水温と土壌水分量の年平均値。



【図1】図1の矩形領域での海面水温のスナップショット。赤道に沿う冷
水とその北の暖水の間に波長数千kmの波動が見える。



【図3】日本付近での日降水量50mm以上の年間日数の分布。(左)
衛星観測による推定、(中)高解像度モデル、(右)中解像度
モデル。



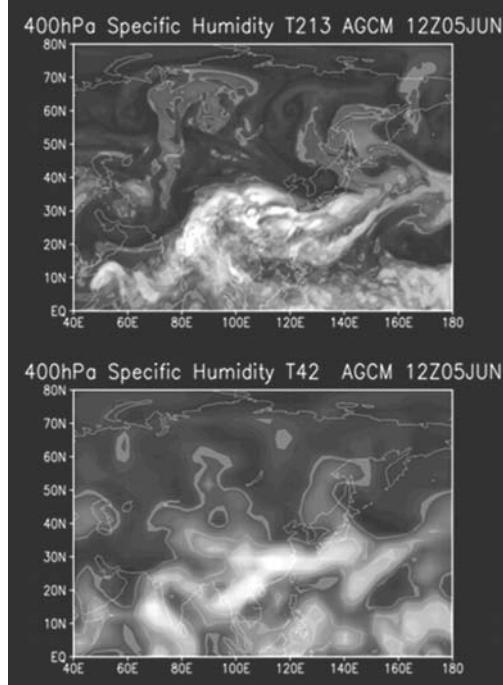
【図5】(上)2005年12月の観測された月平均の500hPa面高度場偏差。
赤色は対流圏の気圧が平年よりも高いことを、青色は低いことを示す。熱帯域の実線と破線は、外向き長波放射の偏差が各々-
20W/m²以下、20W/m²以上の領域。(下)インドシナ半島に楕円形の非断熱加熱を与えて線形モデルで計算した500hPa高度場偏差のシミュレーション。

調べると、日本のはるか南のインドシナ半島付近では広範囲にわたって活発な雲活動が持続していたことがわかりました。12月としては過去40年間でもっとも活発でした。線形モデルによる実験を行うと、この雲活動の影響が日本付近の気圧配置にも変化をもたらし、北からの寒気を呼び込むような作用をしていたことが示されました。また、気候モ

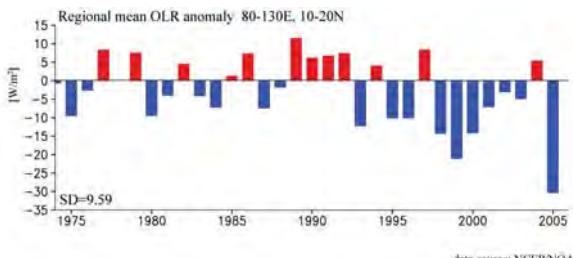
デルを用いた実験では北極振動に伴う気圧配置もある程度再現できることがわからました。

// 今後の取組み

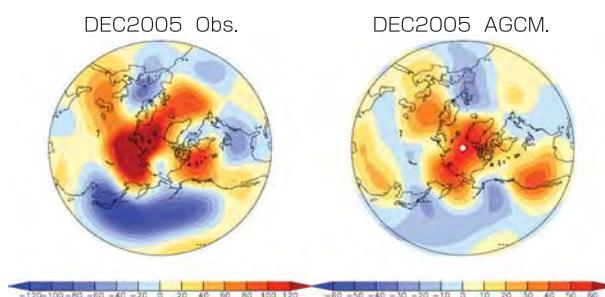
高解像度気候モデルを用いることによって、これまで困難とされてきた東アジアの広域



【図2】モンスーンアジア夏季、上空約7000mの水蒸気量のシミュレーション例。(上)高解像度モデル、(下)中解像度モデル。



【図4】インドシナ半島の80—130—E, 10—20—Nで平均した12月の月平均外向き長波放射の気候学的平均からの偏差の長期変化時系列。
2005年は異常に大きな負偏差が生じており、対流活動が非常に活発であったことを表している。



【図6】2005年11月初旬を初期値とし、観測された海面水温を与えた大気
気候モデルによる2005年12月の500hPa高度偏差。(左)観測、(右)
モデル。

水循環の長期予測に希望が出てきました。今後観測データをモデルに取り込む予測システムを構築し、さらにこの可能性を追求してゆく必要があります。しかし、まだモデルは完璧ではありません。雲の一つ一つも解像できるモデルも併用して高精度化を図る努力を継続しなければなりません。