

研究課題名：全球気候モデル MIROC への新規陸域モデルの結合とその大気陸域相互作用研究への応用

課題代表者：国立環境研究所社会環境システム研究領域 花崎直太

共同研究者：国立環境研究所地球環境研究センター 伊藤昭彦

東京大学生産技術研究所 沖 大幹・Yadu Pokhrel

東京工業大学大学院 鼎 信次郎

北海道大学大学院工学研究院 山田朋人

実施年度：平成 22 年度～平成 22 年度

1. 研究目的

降水量や土壌水分量などの水文水資源量の予測精度を向上することは、洪水・渇水災害を軽減する上で極めて重要である。本研究は人工衛星や現地観測により得られたデータを加工し、陸面過程モデルに与えることで得られる”準観測”土壌水分データを初期値とする GCM による過去 10 年間の予報実験を実施した。そして 1～2 か月スケールの水文気象諸量の予報精度がどの程度改善されるのか 1988 年夏に北米で発生した大旱魃を例に評価を行い、気候システムにおける土壌水分の役割について予測という観点から議論を行う。

2. 研究計画

本研究で使用する GCM は MIROC であり、陸面過程には MATSIRO を使用した。人工衛星観測による降水データ (Global Precipitation Climatology Project; GPCP) や大気再解析データと MATSIRO を用いたオフライン実験を行うことにより観測情報に基づく土壌水分データを作成し、予報実験の初期値として利用した。

水文気象予報スキルに与える土壌水分初期値の影響を抽出するため、2 種類のアンサンブル実験 (series-1、series-2) を行った。**Series-1**: 大気過程の予報変数と SST に加えて土壌水分データを予報開始時の初期値とする実験。予報実験の開始日は 1986～1995 年の 7 月 1 日とし、各予報は大気初期値に擾乱を与える 10 個のアンサンブル予報により構成される。**Series-2**: Series-1 と同様に大気予報変数と SST を初期値とするアンサンブル予報実験。Series-1 との違いは土壌水分を対象とする年を含めた 1986～1995 年 7 月 1 日の値をすべて用いた 10 通りのアンサンブル初期値とする。Series-1 と-2 による予報実験結果の違いは初期値として使用される土壌水分データが正しいか否かによってもたらされる。

3. 進捗状況

本概要では 1988 年夏に北米を襲った大旱魃 (通称 The Drought of 1988) の予報スキルに与える土壌水分初期情報の影響について、大気メモリの期待出来ない予

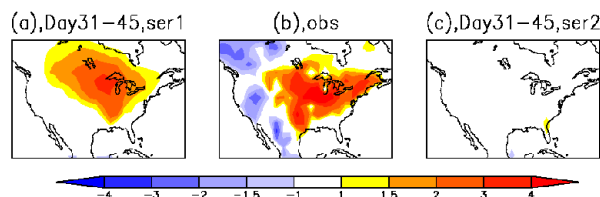


図 1 1988 年夏に北米を襲った大旱魃の予報スキル。いずれも 1988 年 8 月上旬の地表 2 m 気温を示す。図 1-a は大気変数と SST に加えて土壌水分の初期値化を行った Series-1 の予報結果、図 1-b は観測値、図 1-c は大気変数と SST のみの初期情報による予報結果である。図中の色は 1986～1995 年の 8 月上旬の気候値 (平均値) に対する 1988 年 8 月上旬の結果の偏差を示す。予報開始日: Series-1 と-2 とともに 1988 年 7 月 1 日。

報開始後 31～45 日目に着目し議論を行う。図 1 は地表 2 m 気温 (以降、地表気温) について Series-1 (図 1-a)、観測値 (図 1-b)、Series-2 (図 1-c) の予報スキルを示す。この予報スキルとは 1986～1995 年 8 月上旬に対する 1988 年 8 月上旬の平均気温の偏差を意味する。図 1-b (観測値) より 1988 年 8 月上旬は平年値 (1986～1995 年) と比較して北米のロッキー山脈から東部の広範囲にかけて温暖年であることがわかる。土壌水分情報に頼らない予報実験である Series-2 では、予報開始後 31～45 日目の結果として北米の旱魃を予報できていないことが確認できる。この大旱魃の発生原因として Palmer et al. [1989] は太平洋上の SST 偏差の重要性を指摘している。しかし、大気中のメモリは 1～2 週間程度とされていることから、大気データに加え SST を予報初期値に利用しても大旱魃を準季節スケール (ここでは 31～45 日前) で予報することは困難である。一方、図 1-a の Series-1 は北米の中部から東部にかけて温暖年であることを 31～45 日前から予報している。つまり、大旱魃が発生する 1 ヶ月以上前から今年が温暖年の可能性があるという情報が得られることにより、水資源に関わる人間活動を行う上で何らかの事前対策が実施し得ることを示唆するものである。

4. 今後の計画

今後は、他の顕著現象に関しても土壌水分の初期情報と準季節スケールの水文気象予報スキルの関係について分析を行う予定である。また、現在改良が進められている灌漑効果を考慮した陸面過程を含む全球気候モデルにおける大気陸面相互作用の物理的メカニズムの解明を試みる所存である。

5. 計算機資源の利用状況 (2010 年 4 月～9 月)

実行ユーザ数：6 CPU 時間 1 ノード未満：741 hrs, 1 ノード：0 hr, 2 ノード：0 hr, 計：741 hrs.

6. 昨年度終了研究課題のまとめ

6.1. 昨年度終了研究課題名

全球気候モデル MIROC の陸域過程の精緻化及びそれを用いた大気陸面相互作用の研究

6.2. 昨年度終了研究課題の目的

今年度と同様。

6.3. 昨年度終了研究課題の成果概要

昨年度終了研究課題では(1)全球気候モデルへの農業灌漑の導入とその効果に関する数値実験、(2)氾濫原浸水過程を考慮した全球河川流下モデルの構築、(3)陸域生態系モデルを利用した高分解能シミュレーション、の3つの研究を実施した。

一つ目の研究であるが、MIROC に全球水資源モデル H08 の灌漑スキームを導入した。これによって、全球気候モデルにおいて、耕作期間中の灌漑地の土壌水分をコントロールするという現実的な農業灌漑実験が可能になった。このモデルを利用し、灌漑や取水の方法を変えて複数の気候シミュレーションを実施した。シミュレートされた年間灌漑要求水量は先行研究より過小だったものの、妥当な推定結果であった。灌漑の効果により、全球平均気温が 0.08K 下がり、降水量が 0.2% 増加するという結果が得られた (図 2)。

二つ目の研究であるが、超高解像度の水文地形データから、全球河川流下モデルにおける河道網と氾濫原のサブグリッドスケール地形情報を客観的に抽出する

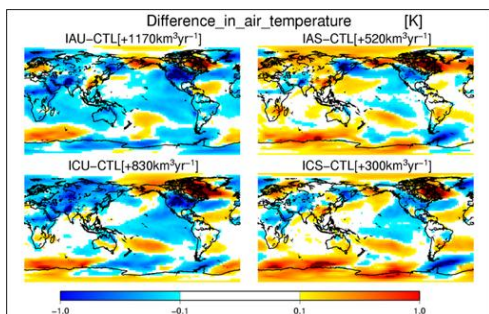


図 2 灌漑実験とコントロール実験の年平均気温の差

手法を考案した。抽出された地形情報を用いて氾濫原浸水過程を考慮した全球河川流下モデルを構築し、水循環シミュレーションを行った。その結果、新たに開発したモデルではアマゾン川のような氾濫原の活動が活発な低平地流域での河川流量の再現性を大幅に向上させること、また氾濫原浸水面積の季節変動を妥当な範囲で再現できることを示した (図 3)。

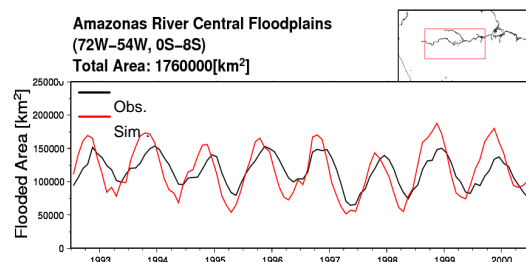


図 3 アマゾン川中部氾濫原の氾濫面積。黒線は衛星観測、赤線はモデル再現値を示す。

三つ目の研究であるが、大気-陸域生態系間の微量ガス交換および生態系内での物質循環を扱うモデル (VISIT) を用いて、環境研スーパーコンピュータを利用してグローバルなシミュレーションを実施した。気候条件、植生タイプ、土地利用変化の分布を考慮しつつ、生物地球化学的にメカニスティックなモデルによる計算を実行した (図 4)。この結果、気候条件や植生分布に応じた CO₂ 固定能の分布パターンが明らかにされた。また、気候変動や土地利用変化が陸域プロセスに与える影響およびそのフィードバック効果も示された。メタンや亜酸化窒素など重要な温室効果ガスの収支を明らかにすることで温暖化予測・緩和への貢献が期待される。

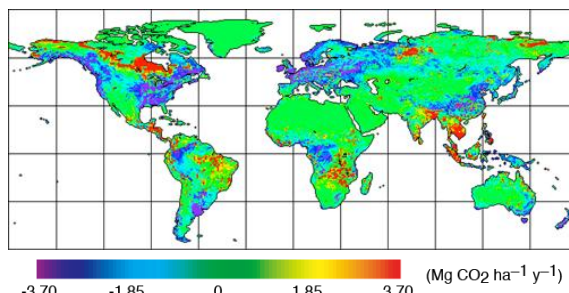


図 4 陸域生態系モデル (VISIT) で推定された 1990 年代の温室効果ガス収支分布。

6.4. 昨年度までの計算機資源の利用状況 (2007 年 4 月～2010 年 3 月)

実行ユーザ数：11 CPU 時間 1 ノード未満：1,108 hrs, 1 ノード：3,142 hrs, 2 ノード：0 hr, 計：4,250 hrs.