

研究課題名：地球システムにおける陸域モデルの開発による気候変動研究

課題代表者：国立環境研究所地球環境研究センター 横畠徳太
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
国立環境研究所地球環境研究センター 佐藤雄亮
茨城大学農学部 木下嗣基
北海道大学大学院工学研究院 山田朋人
エネルギー総合工学研究所地球環境グループ 加藤悦史

実施年度：令和2年度～令和4年度

1. 研究目的

将来の気候変動は自然生態系や人間社会に大きな影響を与える。気候変動によって影響を受ける部門は非常に幅広く、ある部門への影響が別の部門への影響を引き起こすといった「影響の連鎖」が存在する。さらに、気候変動によって自然生態系や人間活動に生じた影響が、地球システムにおける炭素循環や放射収支に影響を与えることを通して、さらに気候変動を加速させる「フィードバック作用」が存在することが指摘されている。気候変動に対応するための効果的な方策を立案するためには、気候変動によって生じる様々な影響について明らかにすると同時に、気候変動に対する緩和・適応策の有効性を評価することが重要である。そこで私たちは、気候変動によって大きな影響を受ける水資源・農業・生態系における影響評価を行うと同時に、これらに関連する自然環境と人間活動（特に人間による土地利用など）の変化が地球システムに及ぼす影響（フィードバック作用）の評価を行う。さらに、水資源・陸域生態系・作物成長・土地利用を記述するモデルの高度化を行う。これらの研究活動を通して、国際的な気候変動に関する統合評価を行う IPCC 評価報告書などへの貢献を果たすことを目指している。

2. 研究計画

国立環境研究所低炭素プログラムなどの研究課題のため、地球システムにおける気候・生態系・水資源・農作物・土地利用などの将来予測を行うことのできるモデルを高度化すると同時に、陸面過程モデルにこれらのモデルを結合した「陸域統合モデル」、さらに大気海洋結合モデルにこれらのモデルを結合した「地球システム統合モデル」の開発を行う。また、開発した様々なモデルを利用して、全球スケールのシミュレーションを行い、気候変動がもたらすリスクや気候変動対策の有効性についての解析研究を行う。

3. 進捗状況

今年度の研究では、陸面モデルに生態系・水資源・農作物・土地利用モデルを結合した陸域統合モデル MIROC-INTEG (Yokohata et al. 2020, Geophysical Model Development) を利用し、温暖化影響評価のモデル間相互比較プロジェクト Intra-Sectoral Impact Model Inter-comparison Project (ISIMIP) への貢献を行った。ISIMIP2b では様々な境界条件の与え方が指定されており、計算期間は最長で 1661-2300 年に及ぶ。ISIMIP2b ではバイアス補正された 4GCM 由来の日気象データが配布されるが、MIROC-INTEG はこれを 3 時間値に時間ダウンスケーリングしたデータを利用している。

今年度は、最新フェーズの ISIMIP2b プロトコルに沿って大規模計算を実施した。本節では、MIROC-INTEG を含む ISIMIP2b の影響評価モデル結果を利用した、干ばつ将来予測の分析を報告する。ここでは人間活動（灌漑やダム操作など）を考慮する 5 つの影響評価モデルに対して、4 つの GCM の結果を入力した結果（合計 20 アンサンブルメンバー）の解析を行った。対象期間は 1971-2099 年で、RCP2.6 と RCP8.5 のみを使用し、シナリオ不確実性の両端について調べている。干ばつ判別は日単位変位閾値法を用い、長期変化の指標として年干ばつ日数の変化を分析した。

干ばつ将来予測の空間特性を把握するため、過去再現実験期間（1971-2005）に対する RCP8.5 実験期間（2070-2099）の、平均年干ばつ日数の変化（アンサンブル中央値）を図 1 に示す。特に干ばつ日数の増加が著しい地域がホットスポットであり、地中海沿岸域から中央ヨーロッパ・米国中南部・アマゾン上流域・豪州西部と東部では、いずれの季節でも広い範囲で干ばつ日数が 2 倍以上増加する。一方、米国西部、中央アメリカ、南米北部と南部、アフリカ西部・南部、中国南部では、増加量に季節変化が見られる。乾期の干ばつ日数の増加は、現状の更なる状況悪化を意味する一

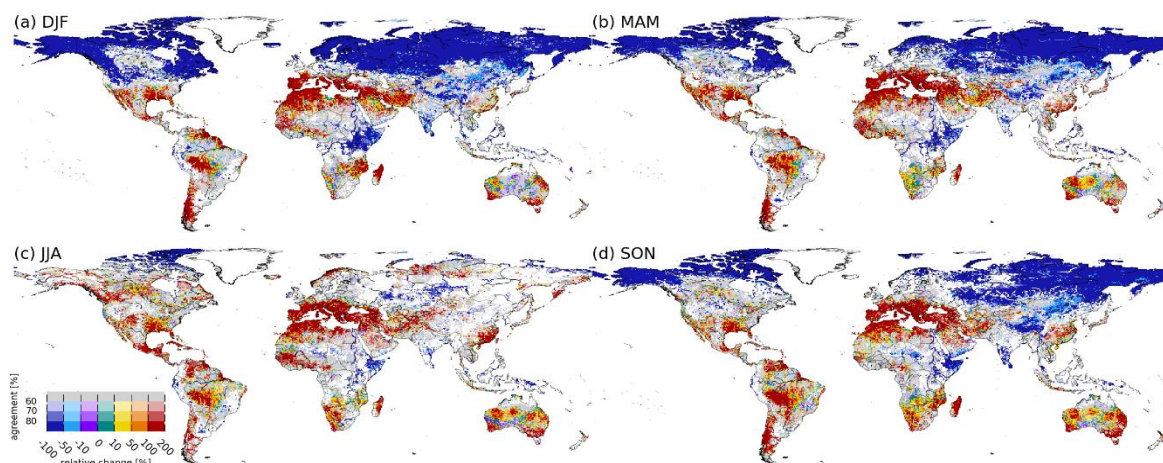


図1. 過去再現実験期間を基準としたRCP8.5 2100年における季節平均干ばつ日数のアンサンブル中央値の変化比。色の濃淡はアンサンブルメンバー間の合意度を示す。

方で、雨期の干ばつ日数の増加も、年単位の水収支の観点からは潜在的なリスクとなりうる。

VE 時間積 v_debug: 285.30 hours, v_normal: 14,005.07 hours, 計: 14,290.37 hours, (全体の VE 時間積に対する占有率: 1.6%)

4. 今後の計画

これまでに開発した陸域統合モデル (MIROC-INTEG) における数値実験によって、将来の気候変動と社会経済の変化が水資源・作物成長・土地利用に大きく影響を及ぼすことがわかった。このような人間システムにおける変化が、さらに気候変動と社会経済に影響を及ぼすはずである。このため、本研究課題では継続して、地球システムモデル (MIROC-ES2L) に水資源・作物・土地利用モデルを組み込んだ「地球システム統合モデル (MIROC-INTEG-ES)」の開発を進める。MIROC-INTEG-ES によって、本報告書で示したような将来の水資源や土地利用の変化が、陸域生態系や大気状態に与える影響を評価することが可能となる。今年度までのモデル開発によって、MIROC-ES2L に水資源・作物・土地利用モデルを組み込み、安定に動作させることができた。来年以降は、地球システムモデルをベースとしたモデルの検証を行い、これによる将来予測実験を行うことにより、地球-人間システム相互作用の分析を進める予定である。

5. 昨年度終了研究課題名

全球スケールの陸域モデル開発による気候変動研究

6. 計算機資源の利用状況 (2020年4月1日～11月30日)

実行ユーザ数: 6