

【S-10-2】気候変動リスク管理に向けた土地・水・生態系の最適利用戦略

(第 I 期 : H24~H26 第 II 期 : H27~H28)

山形 与志樹 (独)国立環境研究所)

1. 研究計画

気候変動が食料・水・エネルギー利用可能性および生態系に対して与える影響を総合的に評価し、将来の土地・水・生態系の利用制約、温暖化対策と水資源・生態系・食料生産とのトレードオフ関係・コベネフィット関係を定量分析し、温暖化影響下での温暖化対策のクリティカルなプロセスやポイントを特定する。このため、水資源・陸域生態系・農作物・土地利用を記述するモデルの高度化を行うと同時に、これらを結合した「陸域統合モデル」を開発する。これらのモデルを用いた分析を通して、温暖化の影響や温暖化対策の要求の下で、持続可能性の観点から望ましい土地・水・生態系の利用の用途・方法・程度を地理的な分布を併せて検討し、水・食料全保障や生態系サービスなどの各種持続可能性指標を設定して評価を試みる。

2. 研究の進捗状況

(1) 陸域統合モデルの開発と土地・水・生態系の最適利用戦略の研究

気候変動リスクを評価するため陸面物理・水資源・陸域生態系・農作物モデルを結合した「陸域統合モデル」の開発を行った。テーマ 1・3 と協力することにより、気候変動リスクの全体像とリスク連鎖を評価するための「リスクインベントリ」の開発を行った。また、2°C安定化シナリオで想定されている土地利用のもとで、達成可能なバイオ燃料作物の収穫量・バイオマスの炭素貯留量の評価を行った。さらに、空間統計に基づく手法を開発し、国別に得られた人口や GDP データからグリッドデータを作成するダウンスケール技術の開発を行った。

(2) 陸域生態系の最適利用に向けたモデル開発と分析

陸域生態系モデル VISIT を用いた全球シミュレーションを行うことにより、分野横断的モデル相互比較プロジェクト (ISI-MIP) への貢献を行った。また、陸域生態系モデルによる将来予測の不確実性に関する解析を行った。気候変動対策に関係する生態系機能・サービスや、気候変動によって生じうるクリティカルなリスク要因に関する既存研究の調査を行った。さらに、気候変動対策の一つであるジオエンジニアリング (太陽放射管理) の実施に伴う生態系影響に関するモデル解析を行い、ジオエンジニアリングがもたらす便益と被害の間のトレードオフについて評価した。

(3) 水資源の最適利用に向けたモデル開発と分析

全球水資源モデル H08 を利用し、21 世紀中の陸域水循環と水利用をシミュレートすることにより、分野横断的モデル相互比較プロジェクトに貢献した。また、複数の気候シナリオ・社会経済シナリオを利用することにより、さまざまな想定における水利用の将来予測を得た。さらに、貯水池の新規建設や操作ルールの変更、農業・工業・生活用水における節水技術の導入を想定した、水需給逼迫・治水面など主に適応に関する効果を定量的に評価しつつある。そして、水力発電によるエネルギー供給ポテンシャルの評価を行った。

(4) 土地利用モデルの開発と水資源・生態系との相互作用の分析

気候変動による農作物の収量変化と社会変化の影響を考慮可能な、土地利用モデルの開発を行った。また、土地利用モデルへの入力データとして必要な、過去および将来の施肥シナリオ (世界各地における肥料投入量データ) の推計を行った。また、土地利用モデルの検証のため、リモートセンシングおよびインベントリデータの整備を行い、土地利用をリモートセンシングデータから抽出するためのアルゴリズムの開発を行った。そして、土地利用モデルにおいて牧草地の変化を記述するため、放牧地域における家畜頭数変化に関して検討を行った。

(5) 作物モデルの開発と水資源・土地利用との相互作用の分析

グリッドスケールで作物生産性（単位面積あたり収穫量）を推計するモデルを作成するため、各国の農業生産関連データおよび環境データを収集し、世界の作物生産性データベースを作成した。作物生育過程の不確実性を定量化することにより、グリッドスケールで作物収量を推計するための手法を開発した。これにより、主要作物（コムギ・コメ・トウモロコシ）の広域作物生産性モデルを作成した。また世界の生産地域を対象として、作物生産性モデルのキャリブレーションを行い、圃場から広域まで様々なスケールで、作物生産性の環境応答を評価した。

3. 環境政策への貢献（研究者による記載）

「リスクインベントリ」で明らかにされたリスクの全体像は、気候変動のリスク管理、例えば気候変動対策の優先順位を立案する上で有用である。今後は抽出したリスクの特徴づけ、つまりリスクの大きさや発生時期、確信度などに関する情報を追加することにより、リスク管理により役立つ情報にすることが重要である。

水資源の最適利用に向けた研究では、世界の社会・経済・温室効果ガス排出などの将来動向に関する最新のシナリオ（Shared Socio-economic Pathways, SSP）にもとづき、全球水逼迫評価を実施した。ここで得られた結果は、気候安定化目標などの政策と関連付けやすい。また、SSPは今後国際的に利用される将来シナリオであり、その効果的な利用法を、世界に先駆けて開拓できたと考えられる。また、適応策を含む全球水資源逼迫評価は、今後コストを含む定量的な情報を提供することにつながると考えられる。

本研究で開発した世界の作物生産性データベース、広域作物生産性モデルの出力値、作物生産性モデルの境界条件として用いる全球気象データ（モデルによる計算誤差を補正したデータ）を、作物および農業経済モデル相互比較プロジェクト（AgMIP）および分野横断的モデル相互比較プロジェクト（ISI-MIP）に提供した。また、水資源モデルと陸機生態系モデルの将来予測結果を、ISI-MIPに提出した。これにより、IPCC第5次評価報告書への研究成果の発信に寄与した。IPCC第5次報告書では、第1作業部会第6章での土地利用変化による炭素排出推定に関しデータ提供を行い、同章の貢献著者として執筆に参加した。また、気候安定化目標の達成に必要なネガティブ・エミッションに関する国際ワークショップをGlobal Carbon Project国際オフィスと共同開催し、国際的な研究プロジェクトであるFuture Earthの研究計画の策定に貢献した。

4. 委員の指摘及び提言概要

陸域統合モデルで50kmの解像度での解析は地球システムモデルの観点からも重要な意義があり、これを含めて各種モデルの構築のための検討作業としては、この段階での計画通りの進捗であったものと評価できる。ただし、総花的であって、極めて多様な異種の要素の因果関係から統合的な評価を如何に行うかは明確になっていない。

5. 評点

総合評点：A