

平成 22 年 4 月 21 日現在

研究種目：基盤研究（S）

研究期間：2007～2011

課題番号：19106008

研究課題名（和文） 世界の水資源の持続可能性評価のための統合型水循環モデルの構築

研究課題名（英文） Developing an Integrated Hydrological Model

for Sustainability Assessment of World Water Resources

研究代表者

沖 大幹（OKI TAIKAN）

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：50221148

研究代表者の専門分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：水資源、温暖化、持続可能性、統合的水循環モデル、人間活動

1. 研究計画の概要

本研究課題の目的は、水と食料両者の持続性をグローバルスケールで議論できるように、さらに今後懸念される世界の水問題に対して国際社会がとるべき施策に資するように、これまで開発してきた統合型水循環モデルをより発展的に構築することである。

統合型水循環モデルは大きく自然系水循環モデル、人間系水利用モデルに分けられ、それらのモデルに関して精緻化、高精度化を図り、さらに、両者を結びつけるサブモデルとして窒素循環・水質、ダム・発電用水、深層地下水資源のモデルを新たに開発し、全体を統合したモデルシステムを構築する。この統合型水循環モデルを 20 世紀の 100 年分について日単位で実行し、水・エネルギー収支、水循環、水利用の推定を行い、検証データを用いてその適合性を確認するとともに、主要なフィードバック過程や、ダム貯水池の効果、人口や経済発展、土地利用変化がグローバルな水循環と水利用にどの程度インパクトを与えてきたのかを定量的かつグローバルに明らかにする。さらに温暖化に伴う気候変動に伴うグローバルな水循環・水資源の将来像を明らかにする。

2. 研究の進捗状況

(1) 全球水資源アセスメントのための統合水循環モデルの構築

季節変動を考慮した全球水資源アセスメントをするために、陸面水文過程、河道流下、農業用水、貯水池操作、環境用水、生活・工業用水の 6 つの要素を包括した統合モデルを構築した。この統合モデルはグローバルスケールでの先端的な水資源アセスメントに必要な不可欠である。信頼できる推定結果を得るには詳細なモデルのみならず、精度の高い入

力値を利用する必要があるため、本研究では更なる各要素モデルの高度化、新規モデルの開発、入力値の高精度化を進めている。

(2) 再解析データを用いた水同位体循環推定

全球気候モデルへ水安定同位体過程を組み込み、数十年間の全球水同位体循環を推定した。海水面温度だけを入力値に使う全球モデルと違って、スペクトルナッジング手法を用いたことで推定精度は大幅に改善された。

(3) 窒素負荷量推定の生化学モデルの構築

施肥量、人口分布、土地利用、社会センサスに基づき農業、工業、生活にかかる窒素負荷量を算定する統合モデルを構築した。また、土層からの窒素浸出をモデル化し、水圏への硝酸態窒素の流出を分布型数値モデルによって推定した。

(4) 工業/生活用水使用量推定手法の開発

統合型水循環モデルとの統合に向けた生活用水使用量算出モデル、水質汚濁負荷算出モデルを開発した。そしてこれらのモデルを用いて、グリッドごとに水資源逼迫度および生活系汚濁負荷による濃度上昇量を算出し、生活系水利用による水循環への影響が大きい地域を同定した。また、工業用水予測の既存モデルの精度向上のためのパラメータの決定方法にも検討を加えた。

(5) Virtual water trade の評価手法の開発

統合水循環モデルを用いた主要農畜産物の virtual water trade の評価手法を開発した。本研究により、統合水循環モデルを用いて virtual water trade の評価および起源の推定が可能となった。将来の食糧問題や人口問題を検討するに当たり、本モデルは水、食糧、土地利用を複合的に評価する強力な手法として期待される。

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している

当初の予定では、最初の3年間で統合型水循環モデルの各要素モデルに関して精緻化、高精度化を図り、さらにサブモデルとして窒素循環・水質、ダム・発電用水、深層地下水資源のモデルの新たに開発に着手する予定であったが、これらの研究が順調に進展しているだけでなく、すでにいくつかの研究は最先端研究として研究成果を発表するに至っている。また、今後行う予定であった将来予測データのための気候モデルのバイアス評価に関しても、すでに研究成果を発表するまでに至っており、今後さらにその検証を進めていく予定である。

さらに、本研究課題代表である沖は環境省地球環境研究総合推進費(S-5)および文部科学省21世紀気候変動予測革新プログラムの枠組みで「気候変動と水災害」に関する研究を進めており、これらの研究と連携することで、本研究の目標には含まれていなかった統合型水循環モデルによる洪水リスクの変化の推定に関する研究に取り組むことができ、新たに水災害に関する研究を進めることができた。

このように、これまでの3年間で目標に向けて順調に研究を進展でき、かつ目標を超える研究に取り組むことができた。よって、予定以上の研究成果が見込まれると自己評価した次第である。

4. 今後の研究の推進方策

(1) モデル改良・開発の継続と統合化

各モデルの改良・開発の継続を行いつつ、計算機上で個々のモデルの統合化を行う。あるモデルの出力は別のモデルの入力として有機的に利用されるようなシナジーを最大限生かした統合化を行う。

(2) 20世紀再現実験及び検証

取り揃えた過去の各種統計データ、気象入力データと統合化モデルを用い、過去100年(1901-2000)を対象とした再現シミュレーションを行い、統合型水循環モデルの性能を確認する。

(3) 将来シナリオの作成と将来予測

IPCCの複数の21世紀シナリオに基づき、温暖化と社会変化の両方を考慮した将来100年間の水需給予測を行う。水・熱の自然循環系は時間単位で、水利用に関しては日単位でのシミュレーションとなる。その際に、さらに将来の研究の発展を見据え、一オプションとして、簡易な人口変動モデルを内部モデルとして取り込み、水需給の逼迫が人口変化に影響を与えるバージョンも試行する。

(4) virtual water 貿易の算定

統合モデル内で算定される水利用量と、過去の貿易量・将来の貿易推定量を組み合わせることによって、過去から将来にわたる各国

間を生産物の形で移動する virtual water 貿易量を推計する。

(5) 統合水資源アセスメント

将来の水需給逼迫の度合と水資源の観点から見た持続可能性について統合的評価を行い、全球地図として図示する。

これらによって、より現実的で理解しやすく信頼のおける世界規模の水資源アセスメントが可能となり、その成果を国際社会の政策立案支援に資することができるようにとりまとめて公表する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計19件)

(1) Hanasaki N., Inuzuka T., Kanae S. and Oki T.: An estimation of global virtual water flow and sources of water withdrawal for major crops and livestock products using a global hydrological model. *Journal of Hydrology*. 384. 232-244 (2010)

(2) Oki T., Kanae S., Komori D. (総数:7): Integrated biogeochemical modeling of nitrogen load from anthropogenic and natural sources in Japan. *Ecological Modeling*. 220. 2325-2334 (2009)

(3) Hanasaki N., Kanae S., Oki T., Masuda K., and Tanaka K. (総数:8): An integrated model for the assessment of global water resources:

(3-1) Part 1: Model description and input meteorological forcing. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 12. 1007-1025 (2008)

(3-2) Part 2: Applications and assessments. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 12.1027-1087 (2008)

(4) Yoshimura K., and T. Oki (総数:4), Historical isotope simulation using Reanalysis atmospheric data. *J. Geophys. Res.* 113, doi:10. 1029/2008JD010074 (2008)

以上すべての論文に査読有

[学会発表](計43件)

[図書](計0件)

[産業財産権]
出願状況(計0件)
取得状況(計0件)

[その他]
特になし