

平成 2 7 年 6 月 8 日現在

機関番号：1 2 6 0 1

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：2 4 5 6 0 6 1 6

研究課題名(和文) 流域マネジメントのための水文・生態系シミュレータの開発とLCAによる統合的研究

研究課題名(英文) Integrated study of the development of catchment simulator and LCA technique for catchment management

研究代表者

守利 悟朗(MOURI, Goro)

東京大学・地球観測データ統合連携研究機構・特任准教授

研究者番号：8 0 4 0 2 2 2 0

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000 円

研究成果の概要(和文)：現地観測、流域水文・生態系シミュレータの開発およびLCAによる統合的研究を行い、気候変動や人間活動が流域の環境状態に与える影響を定量的に把握し、環境政策、マスタープランの作成等に資する技術的知見を確立するため、国内外での現地観測、対象とする現象の時・空間スケールに応じたモデリング及び数値実験を行い、環境状態の定量的把握を経て、最適な流域環境対策オプションの決定法に至るまでの手法を構築した。

研究成果の概要(英文)：Catchment management plays an important role in mitigating negative impacts on natural ecosystems and human environments and is an important area of research. In this study, we modelled catchment-scale hydrology, including water balances, rainfall, contamination, and urban wastewater treatment. The entire water resource system of a basin, including a forest catchment and an urban city area, was evaluated synthetically from a spatial distribution perspective with respect to water quantity and quality; the Life Cycle Assessment (LCA) technique was applied to optimize wastewater treatment management with the aim of improving water quality and reducing CO2 emissions.

研究分野：流域水文・生態系モデリング学

キーワード：流域水文生態系モデリング ライフサイクルアセスメント 流域圏マネジメント 流域環境指標 環境影響評価

1. 研究開始当初の背景

IPCC 第 4 次から第 5 次報告書にかけて、温暖化の影響は世界的に顕在化しつつあり、例えば温室効果ガス濃度を 450ppm に安定化した場合でも温暖化の影響は避けられないことが述べられている。気候変動は、自然や社会に様々な影響をもたらすが、水資源の量・分布、質に対しては直接的な影響をもたらすため、水を利用する我々人間社会に対しても大きな影響がある。即ち、水資源の利用は、都市活動などの人間活動や土地利用に直接的な影響を及ぼすだけでなく、生態系・農業・エネルギー・産業、健康など他の分野に及ぼす影響も大きい。さらに、我が国の水資源及び水利用は、高度成長期の建設・拡大期から政策的な議論も含めて大きな転換期に来ているため、人間活動及び生態系保護の両立を考慮した今後の指針が求められている。したがって、水資源分野においては、流域環境を安定化させるために積極的な流域マネジメントを行うとともに、人間活動及び土地利用の改変による水質や生態系への影響に備えて、長期的な視点で施策を検討・実施することが急務である。そこで本研究では、水資源とその利用分野において、我が国の流域スケールを対象に影響の全体像を把握し、施策を評価するため高度化された水文・生態系シミュレータを開発し、さらにライフサイクルアセスメント(LCA)手法を組み合わせることで総合的な流域環境評価モデルを作成するとともに、予測の精度を高める。

2. 研究の目的

流域マネジメントのための水文・生態系モデリングと LCA による統合的研究を推進し、水質、生態系、および CO₂ 排出量の観点から、人間活動及び土地利用の変化の影響を受けて、流域環境がどのように変化するかを定量的に明らかにし、新しい流域環境指標を開発することにある。更に、ここで予測される変化を前提とする場合、生態系及び市民生活への影響を回避あるいは軽減するためにどのような施策が効果的かつ実現可能なのかを示し、地域の持続可能な流域マネジメントのマスタープラン作成に資する成果を出すことを目的としている。

3. 研究の方法

流域水文・生態系シミュレータに関しては、地下水からの取水や河川との相互作用、窒素などの物質循環や水温の予測、土砂流出と輸送、さらに大気中の CO₂ 濃度の上昇が農作物の生育や植物からの蒸散に及ぼす効果など、次世代型統合水文・生態系モデルの開発要素の中で、LCA 分析に不可欠な要素を抽出して設計・開発に取り掛かる。日本の地域における LCA 分析に関しては、主要な要素をピックアップし、それが日本のどの地域で生産されたものであるか、に関する情報を取得し、統合水文・生態系モデルによる分析と照合でき

るようなデータセット作成および検証用データ収集に関する研究に取り組む。

4. 研究成果

水文・生態系シミュレータに関しては、陸面過程の導入、水・エネルギー収支算定部分への栄養塩類および土砂動態過程や多層構造の導入などの先端化を図った上で、現在から将来にかけての水循環及び生態系シミュレーションを行い、利用可能な再生可能水資源賦存量の年々変動の大きさに基づいて、現状ならびに将来の水利用の脆弱性(流域環境リスク)を水資源と生態系の両面から人間活動のインパクトも含めつつ推計した。

LCA 分析に関しては、流域単位のどのような地域の水源地の水にどの程度依存しているかを定量的に明らかにする。その際、都市域とともに、特に持続的でない森林(人工林)への依存度にも注目して資料を収集し、水文・生態系シミュレータを用いた統合的な解析を実施した。これらにより、対象地域がどのような水にどの程度依存していて、持続可能性を阻害するどのようなリスクがあるか、今後どのように変化する可能性があるかを、気候変動といった自然の変化と、人口や経済などの社会変動の両者を加味して現実的な推計を行った。そして、水量及び水質の視点から生態系及び LCA 分析を世界に先駆けて可能とし、流域マネジメントに関するマスタープラン策定に資する基礎情報(流域環境指標)を提供できるようにした。

具体的には、現地観測、流域水文・生態系シミュレータの開発および LCA による統合的研究を行い、気候変動や人間活動が流域の環境状態に与える影響を定量的に把握し、環境政策、マスタープランの作成等に資する技術的知見を確立するため、国内外での現地観測、対象とする現象の時・空間スケールに応じたモデリング及び数値実験を行い、環境状態の定量的把握を経て、最適な流域環境対策オプションの決定法に至るまでの手法を構築した。例えば、流域水文・生態系シミュレータの実流域への適用を行い、土地利用形態と人間活動状況の変化が流域環境に及ぼす影響を定量的に示した。更に、流域水文・生態系シミュレータ及び LCA を統合し、人間活動、土地利用及び地理情報等に基づく、環境負荷量の時空間変動の評価手法を確立し、国際学術誌等において発表を行った。また、高解像度の流域水文・生態系シミュレータを日本域に拡張を行った。これにより、流域スケールから全国スケールでの解析が可能となった。更に、流域水文・生態系シミュレータを応用し、放射性セシウムのポリユートグラフやフラックスに関する解析が可能となった。本研究成果は、メソスケールトレーサモデルなどの出力を用いて、水道水源のポリユートグラフの予測等に応用が可能である。

日本及び世界における地域の持続的な開発、成長を支えるには水、エネルギー、生態

系が持続的に利用できることが極めて重要であり、グリーン・イノベーション等による持続的開発が可能な社会を実現するためには、軽減すべき水分野のリスクを包括的かつ適切な規模で的確に把握・提示し、流域マネジメント全体のマスタープラン構築に現実的に資する水文・生態系シミュレータの開発とLCA研究による統合的研究による成果が求められており、今後も精度を上げるための改良を続ける。

5. 主な発表論文等

(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12件)

- 1) Mouri, G., Assessment of land cover relocation incorporating the effects of human activity in typical urban and rural catchments for the design of management policies, *Environmental Science & Policy* 50C, 74-87. (2015) 査読有 doi:10.1016/j.envsci.2015.02.004
- 2) Mouri, G., An academic goal of socio-ecological sustainability: A comprehensive review from a millennial-scale perspective, *International Journal of Sustainable Built Environment* 3C, 47-53. (2014) 査読有 doi:10.1016/j.ijbsbe.2014.05.003
- 3) Mouri, G., Ros, F.C., Chalov, S., Characteristics of suspended sediment and river discharge during the beginning of snowmelt in volcanically-active mountainous environments, *Geomorphology* 213C, 266-276. (2014) 査読有 doi:10.1016/j.geomorph.2014.02.001
- 4) Mouri, G., Golosov, V., Shiiba, M., Hori, T., Assessment of the caesium-137 flux adsorbed to suspended sediment in a reservoir in the contaminated Fukushima region in Japan, *Environmental Pollution* 187C, 31-41. (2014) 査読有 doi:10.1016/j.envpol.2013.12.018
- 5) Mouri, G., Takizawa, S., Fukushi, K., Oki, T., Estimation of the effects of chemically-enhanced treatment of urban sewage system based on life-cycle management, *Sustainable Cities and Society* 9C, 23-31. (2013) 査読有 doi:10.1016/j.scs.2013.02.003
- 6) Mouri, G., Shinoda, S., Oki, T., Assessment of the historical environmental changes from a survey of local residents in an urban-rural catchment, *Ecological Complexity*, 15C, 83-96. (2013) 査読有 doi:10.1016/j.ecocom.2013.04.001
- 7) Mouri, G., Golosov, V., Chalov, S., Takizawa, S., Oguma, K., Yoshimura, K., Shiiba, M., Hori, T., Oki, T., Assessment of potential suspended sediment yield in Japan in the 21st century with reference to the general circulation model climate change scenarios, *Global and Planetary Change* 102C, 1-9. (2013) 査読有 doi:10.1016/j.gloplacha.2013.01.002
- 8) Mouri, G., Shinoda, S., Oki, T., Assessing environmental improvement options from a water quality perspective for an urban-rural catchment, *Environmental Modelling & Software*, 32C, 16-26. (2012) 査読有 doi:10.1016/j.envsoft.2011.11.018
- 9) Mouri, G., Minoshima, D., Golosov, V., Chalov, S., Seto, S., Yoshimura, K., Nakamura, S., Oki, T., Probability assessment of flood and sediment disasters in Japan using the Total Runoff-Integrating Pathways model, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 3C, 31-43. (2012) 査読有 doi:10.1016/j.ijdr.2012.11.003

〔学会発表〕(計10件)

- 1) 守利悟朗, 村上道夫, 末木啓介, 鯉淵幸生, 大堀川における浮遊砂および放射性セシウムの動態解析, 第70回日本水環境学会年会, 1D-11-2. 金沢大学(金沢市) (2015年3月16日)
- 2) Ros, F.C., Mouri, G., Water and Sediment-Related Extreme Event in the Western Pacific Region, Tokyo Conference on International Study for Disaster Risk Reduction and Resilience, Tokyo, Japan. (Jan. 15, 2015)
- 3) 守利悟朗, 中尾勝洋, 気候変動による森林樹種分布の変化による流出量への影響評価, 土木学会平成26年度全国大会、第69回年次学術講演会, -119. 大阪大学(豊中市)(2014年9月12日)
- 4) Ros, F.C., Mouri, G., Relationship between suspended sediment and river discharge in extreme volcanic environment, 第22回地球環境シンポジウム, B0-13. 中央大学(東京) (2014年9月5日)
- 5) Mouri, G., Ros, F.C., Chalov, S., Characteristics of suspended sediment and river discharge in extreme mountainous environments, The 8th International Forest Vegetation Management Conference, Halmstad, Sweden. (Aug. 25, 2014)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)
該当なし

取得状況(計0件)

該当なし

〔その他〕
ホームページ等
該当なし

6．研究組織

(1)研究代表者

守利 悟朗 (Mouri, Goro)
東京大学・地球観測データ統融合連携研究
機構・特任准教授
研究者番号：80402220

(2)研究分担者

該当なし

(3)連携研究者

該当なし