

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21200061

研究課題名（和文）泥炭湿地における大規模植林が水・熱循環および周辺環境に与える影響評価手法の構築

研究課題名（英文）To estimate the impact of large scale tree plantation in the peat swamp forest on Water and Heat Cycles and Environment

研究代表者

甲山 治 (Kozan Osamu)

京都大学 東南アジア研究所 准教授

研究者番号：70402089

研究成果の概要（和文）：

本研究では、熱帯泥炭湿地における環境と資源生産が調和する持続的な開発に向けて、水・熱および CO2 フラックスを観測した。陸面過程モデルを構築し、水管理と CO2 収支の関係性の検証を行っている。2012 年現在、研究対象地域において植林事業が始まっている。本研究で開発したモデルの結果を元に、自然環境へ配慮した水管理を行っている。水循環および泥炭の保全に配慮した林業施策が、配慮しない場合よりも持続的であることを示した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, Water, heat and CO2 fluxes are observed to develop sustainable environment and resource productivity. A land surface process model is developed to investigate the relationship between water management and CO2 budget. Currently 2012, afforestation was started in the study area. Based on the results of the developed model, water management that considers the natural environment was applied.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	7,400,000	2,220,000	9,620,000
2010 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2011 年度	3,100,000	930,000	4,030,000
年度			
年度			
総計	13,900,000	4,170,000	18,070,000

研究分野：土木工学

科研費の分科・細目：水工水理学，水文学

キーワード：泥炭湿地，水循環，水管理，CO2 フラックス

1. 研究開始当初の背景

東南アジア域には、タイ、ベトナム、マレーシア、インドネシア等において広範な泥炭湿地林が存在し、20 世紀後半以降、大規模な開発が実施されてきた。これらの湿地林では、水稲、畑作、ゴム・アブラヤシのプランテーション等、森林からの土地利用の転換がなされてきたが、いずれも大規模な灌漑を基盤に

した開発であったため、泥炭土壌中の有機物の分解消失が激しく、硫酸生成による酸性化を招いている。結果として、土壌が疲弊し、荒廃した耕作放棄地域が拡大して、持続的な開発は成功していない。

近年、森林資源の枯渇を背景に、パルプチップ生産を主目的とした森林再生事業が進んでいる。荒廃した泥炭湿地への植林事業の拡

大は、バイオマス生産の確保のほか、植林から木材伐出までの搬送路の確保を含め、大規模な灌漑による水管理が行われているが、これまでの農作物の場合と同様に土地の劣化が危惧されている。

そこで本研究では林業プランテーションを行う現地行と共同して11万haの持続可能な産業造林による管理を行うため、沿岸部の4万haではマングローブの再生、サゴ椰子・ゴムノキ・メラルーカ等の植林を含む社会林業プログラムを実施し、内陸部の7万haではアカシアクラシカルパを中心にMDF原料の植林を実施した。このうち現存する1万haの原生林は保存林としてバッファゾーンを設けることを計画している。

2. 研究の目的

泥炭湿地の土地開発では、土壌中の水ならびに有機物管理が最も重要である。さらには生物多様性の確保もまた重要な視点となる。このためには水・熱循環だけでなく、広大な地域における資源管理および環境管理のための統合的なモニタリングシステムや技術開発が必要である。

本研究は、西カリマンタンの荒廃した泥炭湿地の森林再生事業に先立ち、環境と資源生産が調和する持続的な開発に向けて、気象、森林バイオマス資源の賦存量、鳥類生態系、土壌（泥炭層）、水位・水質など水・熱およびCO₂循環と生態系の現状を調査・観測し、その詳細を分析して水熱循環のモデルに組み入れることによって、今後の植林事業のための技術開発の原点となる統合的なデータを蓄積することを目的にしている。

3. 研究の方法

西カリマンタン州ポンティアナック近郊の泥炭湿地11万haを試験流域として設定し、各種の衛星データを用いた土地被覆解析を行うほか、水・熱およびCO₂フラックス観測所を1地点と周囲の2地点に簡易気象観測および4地点に地下水位・水質計を設置して、地上における水・熱・CO₂動態、ならびに森林バイオマス評価のための材積調査を行う。フラックス観測所には3次元風速計と水蒸気・CO₂変動計を用いて、渦相関法による乱流フラックスの直接観測を行う。観測タワーとしては林業会社が設置する25mの火の見櫓を活用する。西カリマンタンでは落雷が頻発するため、落雷後の観測システムの休止および復旧対策には気をつける必要がある。

衛星画像解析には、中解像度で観測頻度の高いMODIS（解像度：250m）と、観測頻度は低いが高解像度であるALOS-Avni2（解像度：10m）、TERRA-Aster（解像度：15m）、Landsat-ETM+（解像度：30m）等を組み合わせることで、雲の多い西カリマンタンにおい

て植生分布の推定を行う。また必要に応じて、熱帯域の光学衛星画像で大きな問題となる雲や水蒸気の影響を受けないマイクロ波合成開口レーダー（SAR）を用いて、土地被覆変化の解析を行う。

さらに衛星画像から、現在の土地被覆状況における炭素蓄積量の面的な算定を行う。衛星画像から直接バイオマス量の算定は難しいことから、地上観測データと衛星データとの相関解析を行うことで、空間的なバイオマス分布を推定できる。研究対象地域においては荒廃した土地が多くみられることから、持続可能な植林地への転換を図った際の森林（植林地）、および森林によって固定され得る土壌中の蓄積量の変化量を予測する。

Digital Elevation Map (DEM)としては空間解像度90mのSRTM (Shuttle Radar Topography Mission)を用いる。しかしながら本研究では、土地の起伏を利用した小規模灌漑システムの提案を目的としていることから、マイクロ波合成開口レーダー（SAR）から高解像度のDEMの作成を行い、それをもとに、傾斜角度・傾斜方向を算定することで、水の流動・流出をより綿密に解析できる。

4. 研究成果

本研究では対象地域の水・熱循環を把握することで、大規模な土地改造や灌漑施設を設置することなく、起伏や等高線に沿った集水堰、簡易ポンプやため池など、小規模施設による水管理と優先種の適用を主体にした、人工林マネジメントにおける適地適作に関わる基礎データの収集を目指した。泥炭湿地の土地開発では、土壌中の水ならびに有機物管理が最も重要である。さらには生物多様性の確保もまた重要な視点となる。このためには水・熱循環だけでなく、広大な地域における資源管理および環境管理のための統合的なモニタリングシステムや技術開発が必要である。そこで本研究では、西カリマンタンの荒廃した泥炭湿地の森林再生事業に先立ち、環境と資源生産が調和する持続的な開発に向けて、気象、森林バイオマス資源の賦存量、鳥類生態系、土壌（泥炭層）、水位・水質など水・熱およびCO₂循環と生態系の現状を調査・観測した。観測の結果、2010-2011年は多雨年であったために地下水位が高く、泥炭土壌からのCO₂が少なかった。

現在取得したデータを分析したのち、それらを元に陸面過程モデルを構築し、水管理とCO₂収支の関係性の検証を行っている。2012年現在、研究対象地域において植林事業が始まっている。本研究で開発したモデルの結果を元に、自然環境へのインパクトが水管理を行っている。このような水循環および泥炭の保全に配慮した林業施策が、配慮しない場合よりも持続的であることを本研究では示した。

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 10 件)

1. Motoko S. Fujita, Mohammand Irham, Yuli S. Fitriana, Hiromitsu Samejima, Satrio Wijamukti, Dendy Sukma Haryadi, Ahmad Muhammad. 2012. Mammals and Birds in Bukit Batu area of Giam Siak Kecil - Bukit Batu Biosphere Reserve, Riau, Indonesia. Kyoto Working Papers on Area Studies. 査読無
2. 甲山治. 2011. 「モンsoonアジアにおける水田と大気・水循環」『シーダー4号 水はめぐる—水田がつなぐ知恵— 昭和堂 (2011/03)』, p44-53. 査読有
3. Muhammad Iqbal, Dwi Mulyawati, Motoko S. Fujita, Fangyuan Hua and Berly Zetra. 2011. A Breeding Record of the Rufous-bellied Eagle *Lophotriorchis (Hieraetus) kienerii* in Sumatra. Kukila 15: 28-32. 査読無
4. Rohny Setiawan Maaail, Kenji Umemura, Hideo Aizawa, Shuichi Kawai: Curing and degradation processes of cement-bonded particleboard by supercritical CO₂ treatment, J. Wood Sci., 57(4), 2011, 302-307. 査読有
5. Miyuki Matsuo, Misao Yokoyama, Kenji Umemura, Junji Sugiyama, Shuichi Kawai, Joseph Gril, Shigeru Kubodera, Takumi Mitsutani, Hiromasa Ozaki, Minoru Sakamoto, and Mineo Imamura, 2010: Color changes in wood during heating: kinetic analysis by applying a time-temperature superposition method, Applied Physics A, 99, 47-52. 査読有

6. 梅村研二: クエン酸を結合剤とした新しい木質成形体の開発、プラスチック、Vol. 61, No2, 62~64 (2010) 査読有

7. 梅村研二、木材用接着剤としてのクエン酸の利用、生物資源、Vol. 4, No. 1, 8-13 (2010) 査読有

8. Motoko S. Fujita, Tsuyoshi Yoshimura, Muhammad Iqbal, Satrio Wijamukti, Dwi Mulyawati, Wilson Novarino, Yuli Lestari, Bambang Supriadi, Rosyid Gunawan, Dewi M. Prawiradilaga. 2010. *Inventory of Birds in Acacia Plantation in PT. Musi Hutan Persada, Indonesia*. Kyoto Working Papers on Area Studies No.110 (G-COE Series 108). pp. 1-49.

9. Osamu Kozan, 2009 “Heat, water and CO₂ cycle in South East Asia” Humanosphere Science School 2009 -Scientific Exploration and Sustainable Management of Peat Land Resources in Giam Siak-Bukit Batu Biosphere Reserve of Riau, Sumatra-, Riau University August 4-5, 6 pages, 2009. 査読無

10. Kenji Umemura, Keiji Kaiho, Shuichi Kawai: Characterization of Bagasse-Rind Particleboard Bonded with Chitosan. J. Appl. Polym. Sci. 2009, 113(4), 2103-2108. 査読有

[学会発表] (計 14 件)

1. Osamu Kozan, “Assessing the impact of tree plantations on Water and CO₂ Cycles in the peat swamp forest, Indonesia”, 2011 American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, December 5-9, 2011

2. Yasuyuki Kono and Osamu Kozan. "Caring for the Geosphere and Active Adaptation : Water and Agriculture in the Tropics", The Final International Conference December 4-6, 2011

3. Hiromitsu Samejima, Motoko Fujita and Ahmad Muhammad. Evaluation of biodiversity in different land-use types in a peatland area of Sumatra: Establishing effective institutions for biodiversity conservation. The Fifth International Conference of Kyoto University Global COE Program, Kyoto, 2011年12月

4. Hiromitsu Samejima, Motoko S. Fujita, Dendy Sukma Haryadi and Ahmad Muhammad . Biodiversity inventory in a peat-swamp area of Giam Siak Kecil-Bukit Batu Biosphere Reserve. The 2nd International Workshop on South-South Cooperation for Sustainable Development in the Three Major Tropical Humid, Pekanbaru, Indonesia, 2011年10月

5. Motoko Fujita, Dewi M. Prawiradilaga and Tsuyoshi Yoshimura. Bird diversity conservation in a tropical Acacia plantation. The 5th Humanosphere Science School "The Development of Science and Technology for Sustainable Humanosphere" , Ambon, Indonesia, 30th September 2011.

6. Osamu Kozan, "Effects of human activities on Hydro-meteorological cycle in SEA", Proceeding of the CAPAS-CSEAS Workshop for Young Scholars of Southeast Asian Area Studies -EXPLORING FRONTIERS OF SOUTHEAST ASIAN

AREA STUDIES: ASIAN PERSPECTIVES-, 8 pages, August 9-11, 2011

7. Hiromitsu Samejima, Motoko S. Fujita, Dendy Sukma Haryadi and Ahmad Muhammad. Biodiversity of a peat-swamp forest in GSK-BB Biosphere reserve. -Mammals, Birds & Soil Macrofauna-, GCOE International Workshop on "Sustainable Management of Bio-resources in Tropical Peat-swamp Forest" , Cibinong, Indonesia, 2011年7月

8. 甲山 治. インドネシア・西カリマンタンにおける水文・CO2フラックス観測の速報 (ポスター発表) , 第21回日本熱帯生態学会大会 2011 那覇

9. Hiromitsu Samejima, Motoko Fujita, Gono Semiandi, Satrio Wijamukti, Mohammad Irham and Arjan Boonman. Developing monitoring methods of mammals and birds for sustainable forest management. Workshop on Creation of the paradigm of sustainable use of tropical rainforest by the intensive forest management and advanced utilization of forest resources, Kyoto, 2011年5月

10. Motoko Fujita, Dewi M. Prawiradilaga and Tsuyoshi Yoshimura. Bird diversity assessment in a tropical Acacia plantation. The 161st Symposium on Sustainable Humanosphere, Kyoto, 4th February 2011.

11. Motoko Fujita. Why is Biodiversity Important? APU ENVOL Guest Lecture Series, 17th January 2011, Beppu

12. Osamu Kozan, "Hydro-meteorological Cycle in Asian Monsoon Region and Indonesia" , 7th Kyoto

University Southeast Asian Forum,
Hasanuddin University January 8-9, 2011

13. 藤田素子・宇野裕美・北山兼弘 熱帯山地林における鳥類によるリンの運搬。第57回日本生態学会。東京 2010年3月 (ポスター番号 P3-331)

14. Motoko Fujita, Dewi M. Prawiradilaga and Tsuyoshi Yoshimura. The Role of Remnant Forest in Conserving Bird Diversity in Acacia Plantation in Indonesia. 10th International Congress of Ecology. Brisbane, Australia, 2009年8月

[図書] (計5件)

1. 甲山治「第1章 地球圏からみた熱帯一気候システムを中心に」『講座生存基盤論第2巻 地球圏・生命圏の潜在力——熱帯地域社会の生存基盤』・柳澤 雅之・河野 泰之・甲山 治・神崎 護 (編), 2012年3月

2. 藤田素子「熱帯の植林プランテーションの景観と鳥類の多様性」『生態系の暮らし方: アジア視点の環境リスク-マネジメント』 (小池文人・金子信博・松田裕之・茂岡忠義編) 東海大学出版会, 2012年3月, pp153-169

3. 藤田素子「栄養塩の供給からみる, 都市におけるハシブトガラスの役割」『カラスの自然史』 (樋口広芳・黒沢令子編) 北海道大学出版会, 2010年9月, pp. 83-94

4. 甲山治「第4章 地球圏の駆動力としての熱帯」『地球圏・生命圏・人間圏: 持続的生存基盤とは何か』 杉原薫・川井秀一・河野泰之・田辺明生 (編), 2010年3月, pp. 129-152

5. 藤田素子「大規模プランテーションと生物多様性保全 —ランドスケープ管理

の可能性—」『地球圏・生命圏・人間圏—持続的な生存基盤を求めて—』 (杉原薫, 川井秀一, 河野泰之, 田辺明生共編) 京都大学学術出版会, 2010年3月, pp. 233-250.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

甲山 治 (Kozan Osamu)

京都大学 東南アジア研究所 准教授

研究者番号: 70402089

(2) 研究分担者

小林 祥子 (Kobayashi Shoko)

立命館アジア太平洋大学 アジア太平洋研究科 助教

研究者番号: 10537103

梅村 研二 (Umemura Kenji)

京都大学 生存圏研究所 准教授

研究者番号: 70378909

(3) 連携研究者

藤田 素子 (Fujita Motoko)

京都大学 東南アジア研究所 研究員

研究者番号: 50456828