

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05747

研究課題名(和文)大規模開発下における熱帯泥炭湿地の水文過程解明と防火のための水・植生管理の検討

研究課題名(英文) Clarification of Hydrological Process of Tropical Peatland under Large-Scale Development and Investigation of Water and Vegetation Management for Fire Prevention

研究代表者

甲山 治 (Kozan, Osamu)

京都大学・東南アジア地域研究研究所・准教授

研究者番号：70402089

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：再湿地化・再植林モデル構築サイトであるインドネシアリアウ州のT村では、2017年度から再湿地・再植林を開始し、着実に成果を上げつつある。従来からの協力者10世帯に加えて、現在は20以上の世帯が主体的に参加し、B集落の1割にあたる200 haの水管理が可能となった。上流域に位置する産業造林企業とともに水管理を行うことを目指しており、京都大学、住民、企業の三者間で水管理システムを構築しつつある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではT村をモデルケースとして、泥炭地域の当事者たる地域住民、企業と協働し、泥炭地の再湿地化と在来種植林による持続可能な再生モデルの提案を行った。本研究の成果は泥炭地管理における京大モデルとして現地産業造林企業やブンカリス県、インドネシア泥炭地回復庁に提案しており、さらなる実社会への還元を目指している。

研究成果の概要(英文)：In T village in Riau province, Indonesia which is a rewetland and reforestation model construction site, rewetland and reforestation have been started since fiscal 2017, and the results are steadily being obtained. In addition to the conventional cooperators of 10 households, more than 20 households participated independently at present, and the water management of 200 ha which is 10% of the B sub-village became possible. It aims at carrying out the water management with the industrial afforestation enterprise located in the upstream region, and the water management system is being constructed between Kyoto University, inhabitants and enterprise.

研究分野：水文学，泥炭地管理，地域研究

キーワード：熱帯泥炭地 インドネシア 在来種植林 再湿地化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

熱帯泥炭湿地は巨大な炭素蓄積と広大な未利用地という観点から世界的な注目を集めている。熱帯泥炭湿地の炭素蓄積量は、熱帯多雨林よりはるかに大きい。ところが、なんらかの要因により乾燥化すると、地下部の有機物が分解されるとともに火災が発生し、膨大な量の二酸化炭素が大気中に放出される。Page らが、1997~98 年のエルニーニョにともなう熱帯泥炭の焼失によって全世界の化石燃料による炭素放出の 13~40 % に相当する炭素が放出されたことを Nature に発表し (Page et al. 2002)、熱帯泥炭湿地火災による CO₂ 排出がセンセーショナルに扱われた。また平野らの観測結果は、排水後の湿地林における CO₂ 収支が乾季には放出となること、特に ENSO(エルニーニョ、南方振動)に伴う乾燥時には火災由来の煙により光合成が低下し、CO₂ 放出が助長されることを示している (Hirano et al. 2007)。熱帯泥炭湿地における有機物の分解や火災は、大量の CO₂ 排出により地球温暖化を加速するのみならず、ヘイズ(煙霧)の発生により地域住民の健康や航空機発着等の交通機関に甚大な悪影響を与える。したがって、熱帯泥炭湿地における防火は地域社会にとっても地球環境においても愁眉の課題である。

表 1 炭素蓄積量 (単位: ton C/ha)

	地上部	地下部(土壌炭素を含む)
熱帯多雨林	350 以下	100 ~ 150
熱帯季節林	350 以下	100 ~ 150
熱帯泥炭湿地	200 以下	1000 ~ 4000

(Adachi et al. 2011, Anderson 1961, Basuki et al. 2009, Page et al. 2010 より作成)

防火対策の基本は湿地環境を維持することにある。これまでは、最大 10 数メートルにおよぶ泥炭の蓄積が農業開発を阻害してきたが、近年、政府による民間企業への数十万 ha 規模の長期土地開発権(コンセッション)が熱帯各地の泥炭湿地で付与されつつある。開発権を得た大企業は、排水路を掘削して水管理し、パルプ原材料であるアカシアの人工造林やアブラヤシ農園等を開設している。これが誘因となり、その周辺に小農が入植し、農業開発がさらに進む(川井他 2012)。このように、熱帯泥炭湿地はかつての無人の土地から開発フロンティアへと急速に変貌している。その結果、熱帯泥炭湿地全体の水文過程も変化している。これからの防火対策においては、企業や小農による土地利用を前提とした水・植生管理を構想しなければならない。

2. 研究の目的

研究目的は以下の 3 点である。

1) 企業や小農による水管理が熱帯泥炭湿地の水文過程に与える影響の解明

農業開発のためには地下水位をある程度以下に保たなければならない(人工造林の場合には 60~70cm、アブラヤシの場合には、作付後 1~3 年は 100cm、4 年目以降は 60~80cm)。そのため、企業や小農は幹線・末端排水路を掘削し排水を促進するとともに、排水路に堰を設け水位を制御しようとしている。しかし広大な熱帯泥炭湿地の水位管理は一元化されておらず、水位操作は不完全なものでしかない。これらの水位操作が水文過程に与えた影響を解明するために、農業開発された熱帯泥炭湿地に水文陸面過程モデルを適用する。

2) 火災拡大と水分状態・植生分布・気象条件の関係の解明

熱帯泥炭湿地では、大規模な農業開発が実施される以前から火災が発生することがあった。それらは、エルニーニョや降雨の季節変化をもたらす乾燥時に稀に発生するものであった。大規模な農業開発が進行するにつれて、火災の発生頻度と規模は以前と比較して格段に大きくなった。耕作準備のための火入れ等の人為的な要因による火災が発生するようになったからである。しかし、いったん発生した火災が実害をもたらす程度に延焼するかどうかは、火災発生時の土壤水分状態や植生（作物の種類、樹齢、下草の状況等）分布、風等の気象条件に大きく左右される。また、大規模な火災はより大きなスケールでの水循環（El Nino や ENSO 等）の影響を受けることも考えられる。これらの条件を水文モデル内で再現し、火災拡大の要因を解明する。

3) 火災予防のための水・植生管理に関する検討

企業や小農による農業開発が火災発生を増長していることは間違いないが、地域経済にとっても地域住民の生活基盤としても重要な役割を担っている農業開発を完全に停止することは不可能である。とするならば、農業開発と火災予防を両立させる方策を検討しなければならない。そこで、季節や気象条件を踏まえた水位調整や流量調整、防火林の設置等、火災予防のための水・植生管理のあり方を検討する。

3．研究の方法

本研究では、大規模な泥炭湿地火災に直面しているインドネシア・スマトラ島のリアウ州ブンガリス県において、熱帯泥炭湿地の水文、植生、火災に関する現状を把握するとともに、火災予防のための現実的な対応策を提案する。そのために、水文過程分析による大規模農業開発のための水管理が泥炭湿地水文過程に与える影響評価およびモデル化を行う。さらには土壌コアの化学成分や安定・放射性炭素同位体比分析、人口衛星画像モニタリングに聞き取り調査を加味した火災発生履歴の再現を踏まえて、火災拡大と土壤水分状態や植生分布、気象条件の関係について検証する。そのうえで、林業政策や企業・小農経営を考慮した火災予防のための水・植生管理策を提案する。

4．研究成果

再湿地化・再植林モデル構築サイトであるインドネシアリアウ州の T 村では、2017 年度から再湿地・再植林を開始し、着実に成果を上げつつある。従来からの協力者 10 世帯に加えて、現在は 20 以上の世帯が主体的に参加し、バクティ集落の 1 割にあたる 200 ha の水管理が可能となった。上流域に位置する産業造林企業とともに水管理を行うことを目指しており、京都大学、住民、企業の三者間で水管理システムを構築しつつある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 6件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Neoh Kok-Boon, Bong Lee-Jin, Muhammad Ahmad, Itoh Masayuki, Kozan Osamu, Takematsu Yoko, Yoshimura Tsuyoshi	4. 巻 45
2. 論文標題 The Impact of Tropical Peat Fire on Termite Assemblage in Sumatra, Indonesia: Reduced Complexity of Community Structure and Survival Strategies	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Environmental Entomology	6. 最初と最後の頁 1170 ~ 1177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ee/nvw116	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 梶田 諒介・甲山 治	4. 巻 35
2. 論文標題 1500年-1938年のインドネシアの地震の地震動の記録 - オランダ植民地時代史料に記述された地震動のロッシ・フォレル震度階による整理 -	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 自然災害科学	6. 最初と最後の頁 105-116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Neoh Kok-Boon, Bong Lee-Jin, Muhammad Ahmad, Itoh Masayuki, Kozan Osamu, Takematsu Yoko, Yoshimura Tsuyoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 The effect of remnant forest on insect successional response in tropical fire-impacted peatland: A bi-taxa comparison	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 174388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0174388	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Iizuka Kotaro, Watanabe Kazuo, Kato Tsuyoshi, Putri Niken, Silsigia Sisva, Kameoka Taishin, Kozan Osamu	4. 巻 10
2. 論文標題 Visualizing the Spatiotemporal Trends of Thermal Characteristics in a Peatland Plantation Forest in Indonesia: Pilot Test Using Unmanned Aerial Systems (UASs)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 1345 ~ 1345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs10091345	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kuwata Mikinori, Neelam-Naganathan Gautham-Giri, Miyakawa Takuma, Khan Md Firoz, Kozan Osamu, Kawasaki Masahiro, Sumin Syahrial, Latif Mohd Talib	4. 巻 123
2. 論文標題 Constraining the Emission of Particulate Matter From Indonesian Peatland Burning Using Continuous Observation Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 9828 ~ 9842
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JD028564	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Iriana Windy, Tonokura Kenichi, Inoue Gen, Kawasaki Masahiro, Kozan Osamu, Fujimoto Kazuki, Ohashi Masafumi, Morino Isamu, Someya Yu, Imasu Ryuichi, Rahman Muhammad Arif, Gunawan Dodo	4. 巻 8
2. 論文標題 Ground-based measurements of column-averaged carbon dioxide molar mixing ratios in a peatland fire-prone area of Central Kalimantan, Indonesia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-26477-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Neoh Kok-Boon, Nguyen My Thi, Nguyen Vuong Tan, Itoh Masayuki, Kozan Osamu, Yoshimura Tsuyoshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Intermediate disturbance promotes termite functional diversity in intensively managed Vietnamese coffee agroecosystems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Insect Conservation	6. 最初と最後の頁 197 ~ 208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10841-018-0053-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Osamu Kozan
2. 発表標題 Utilization of ENSO prediction data around Indonesia
3. 学会等名 Joint Symposium on Tropical Peatland Restoration Responsible Management of Tropical Peatland following up Jakarta Declaration (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Kozan
2. 発表標題 Monitoring of Greenhouse Gasses and Particulate Matters and Assessment of Health Impact of Haze Pollutants caused by Peatland Fires in Indonesia
3. 学会等名 Consortium for Southeast Asian Studies in Asia (SEASIA) Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 甲山 治
2. 発表標題 インドネシア泥炭地における大気汚染観測
3. 学会等名 第27回日本熱帯生態学会年次大会要旨集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Osamu Kozan
2. 発表標題 Peat land Fires and Mitigation Measures
3. 学会等名 International Co-Design Workshop on Earth observation in Support of the Sustainable Development Goals in the Case of Urban Areas in Asia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Osamu Kozan
2. 発表標題 Transboundary Air Pollution issue and Tropical Peatland Management in Indonesia
3. 学会等名 e-asia Bio-energy Workshoip -Green and Renewable Energy Technology for Sustainable Environment-, Vientiane, Lao P.D.R (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Itoh, M., Nishimura, H., Shiodera, S., Hirano, T., Osamu, K., Gunawan, H.
2. 発表標題 Change of water chemistry (Dissolved Organic Carbon) with frequent peat fires in Indonesian Peatland
3. 学会等名 Internatioal Peat Congress, Kuching, Malaysisa (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤雅之, 西村裕志, 平野高司, Gunawan, H., Kusin, K., 甲山治, 田中洋太郎, 勝山正則
2. 発表標題 熱帯泥炭湿地の急速な環境変化が地下水中の溶存態有機炭素動態に及ぼす影響
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 連合大会 2016年大会 (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	渡辺 一生 (Kazuo Watanabe) (30533012)	京都大学・東南アジア地域研究研究所・特定研究員 (14301)	
研究分担者	伊藤 雅之 (Masayuki Ito) (70456820)	兵庫県立大学・環境人間学部・准教授 (24506)	
研究分担者	嶋村 鉄也 (Tetsuya Shimamura) (80447987)	愛媛大学・農学研究科・准教授 (16301)	