

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12487

研究課題名（和文）地理情報データ(GIS)分析による紛争後社会の熱帯雨林減少要因の解明に向けて

研究課題名（英文）Exploring the underlying causes of deforestation in post-conflict societies using GIS

研究代表者

東 佳史 (Azuma, Yoshifumi)

立命館大学・政策科学部・教授

研究者番号：40361290

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：アチアチェ州では森林減少ペースが緩やかとなっていた。アチェ州は民主化が進み保護地区や伐採許可は重要である。紛争終結後に森林減少は見られたがそれ以降は徐々にペースを落としてDrone画像をからはこれ以上の大幅な減少は見られなかった。統計データも平仄を合わせている。カンボジア西部3州ではバタンボン州は内戦終結後の1990年代後半から減少が進行し、ブレアビヒア州では2000年代前半から壊滅的に進行したため、2010年 - 2020年のLandsatイメージでも2019 - 23年のドローン空撮でもすでに伐採は終了していた。更に問題となるのは伐採以降焼き畑農業や気候変動による森林火災と煙害であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

両紛争後社会での急激な森林伐採はカンボジアの方が深刻である。アチェ州は民主化が進み保護地区の線引きや伐採許可を握る州知事は公選であり県知事も違法伐採には消極的である。一方、カンボジアは旧社会主義国であり国有地が基本でELCによる政府や軍、与党高官の主要収入源となっている。表層的な国家歳入は観光業と縫製産業等の軽工業であるが、各地で頻発する土地紛争は環境破壊を伴うELC増加の証左であろう。このように民主主義が定着しつつあるアチェ州と民主主義の退行が顕著なカンボジアでは森林減少にも大きな差があることをLandsatとドローン空撮によって検証できたことは本研究の大きな収穫であった。

研究成果の概要（英文）：This study examines the acute deforestation using GIS monitoring and Drone research from 2019 to 2022. Comparing satellite imagery and drone surveys from August 2019 to March 2022, the study found a gradual decline in forest loss pace in resettlement areas for ex-combatants in Aceh Province. In contrast, severe forest loss occurred in three western Cambodian provinces, leading to complete deforestation by 2019. Post-deforestation challenges include slash-and-burn agriculture and forest fires due to climate change is evident.

Forest management practices differ between Aceh Province and Cambodia. Aceh Province shows growing interest in forest protection, with authorities addressing the risk of illegal logging. In turn, corruption related to state-owned land in Cambodia allows illegal activities to persist. The contrasting situations in Aceh Province and Cambodia highlight the significance of political will and effective governance in addressing deforestation.

研究分野：東南アジア地域研究 平和構築 環境と開発

キーワード：森林伐採 アチェ州 カンボジア GIS 除隊兵士 紛争後の社会 平和構築 環境と開発

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

2019年8月にインドネシアのアチェ州での現地調査を行ったが、当初、CPの予定であった教員が家庭の事情によって研究継続が不可能となり、新たに同じくシャクアラ大学のN教授に研究協力者を依頼した。この調査では主に3つの調査地区の衛星画像を分析して翌年の調査時の正確な位置を特定した。続いて2020年3月にはプノンペン大学のF教授から協力を得て、C講師をCPとしてカンボジアのバタンボン州とプレアビヒア州にてG衛星画像による2000-2010-2019年の衛星画像比較調査を行い、2か所にて現地調査とドローン空撮を実施した。2020年3月よりコロナ禍が始まり、2021年にはリモート調査の可能性を含めて検討した。コロナ禍を経た2022年にアチェ州とカンボジアで現地調査を再開した。コロナ禍により、現地調査と森林データ収集が困難であったため、2021年にはリモート調査（CPに委託する）にてドローン調査を行い、アチェ州とカンボジア西部3州における森林伐採の傾向を分析した。

2. 研究の目的

本研究は、GIS（地理情報システム）Landsat-5 TM, Landsat 7-ETM Landsat 8 OLI など無料で利用できるGISデータを紛争前後の時系列的に収集し調査地区でのドローン撮影結果を利用して、インドネシア・アチェ州とカンボジア西部3州における紛争後の社会において森林伐採がどのように進行しているかとその要因を解明することであった。衛星画像とドローン空撮を主としたGISを使用してインドネシアのアチェ州とカンボジア西部3州の紛争後の社会における森林伐採の要因を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

2019年度は、インドネシアとカンボジアの調査地域のGISデータ収集準備とを行った。インドネシアのアチェ州ではシャクアラ大学の講師がドローンによる空撮調査とGIS解析を行った。2番目の調査地、カンボジアでは国立バタンボン大学専任講師がバタンボン州、ウッドー・ミアンチェイ州、プレア・ビヒエール州アンロン・ベン郡のドローン調査とGISデータ解析準備を行った。GISによって両調査地で、時系列での森林減少を可視的に検証し、調査時点での森林伐採の現状についてはドローンによる空撮を試みた。

2022年度にはアチェ州でのドローン調査が8月に、カンボジアでのドローン調査が3月に行われました。アチェ州での調査では、高い費用がかかり、現地出張ができない状況下での遠隔調査の難しさが再認識された。

又、カンボジアでは、全国版の森林統計が2015年までしか入手できず、州別の把握が困難であったため、現地調査での森林局とのコンタクトが取れずに断念することになった。2020-22年までコロナ禍によって調査は大幅に遅延した。2020年にアチェ州にて委託調査を行ったが結果は芳しくなかった。やはり現場に出張してアチェでは進行は遅いカンボジアのバタンボン州ではすでに伐採は終了しており、2000年代から2010年代にほぼ全域が伐採された。焼き畑農業によるヘイズの発生が問題となってきた。2-3月の乾季の終わりから4-5月の一番熱くなる時期には火災が多発して煙害が深刻となっている。

インドネシア・アチェ州では商業伐採に関与している地域世帯（緯度・経度と世帯名）と村落名は 2007 年の現地調査にて同定済みであり、調査データを元に、多数が携帯電話を所持していたという点を利用して再度、コンタクトを取り、居住地区のドローン空撮によって現状調査を行った。一方、カンボジアではカウンターパートとともに 2005 年の現地調査の際に同定済である地域世帯（緯度・経度と世帯名）を再訪問し、森林コンセッションビジネスと伐採跡地におけるオクニャーの関与を確認した。カンボジアは現政権の方針もあり森林局統計データへのアクセスは厳しく制限されており、研究助手が調査地域の GIS データを収集する傍ら現地環境保護 NGO の協力を得て統計データ入手を試みたが扉は固く州・郡別の森林統計は入手できなかった。

2020 度からは前年度に再調査した西部 3 州で旧ポル・ポト派再定住地およびプレア・ビヒエール州アンロン・ベン郡にて追跡調査を開始した。特に森林保護区では新興財閥であるトリイ・ピエップによる急激な農園拡大による森林破壊が進行中であり政治経済的分析も必要である。2003 年から申請者が継続的に行ってきた西部 3 州でのポル・ポト派除隊兵士世帯調査結果（緯度経度と周辺の伐採状況を記録済）を踏まえ、地元財閥（オクニャ）をパトロンとした軍・警察による急激な森林破壊の進行をカンボジア人研究者と共に GIS 情報及び地元住民への参加型 GIS 調査とドローン撮影によってより客観的に検証した。

国内では学生アルバイトを雇用してサンプルデータの整理と GIS データの分析と質的データの統合を行い、国内外学会での発表と報告を行い研究者からのフィードバックを得る。コロナ禍で海外であった 2021 年には出張不可の中、遠隔で委託調査を実施したが、アチェ州でのドローン調査の質は低く、遠隔調査の困難さを痛感した。出張可能であった 2022 年には、アチェ州とカンボジアでドローン調査を行った。カンボジアでは、2015 年までの全国森林統計データの入手ができず、州別の把握も困難であった。アチェ州では、環境林業省の支援により、州と県ごとの森林減少が統計によって比較できた。

両地域での補足調査結果を踏まえて、時系列的な GIS データを加工して森林減少地図の作成を行った。GIS 地理情報等の客観的な Arc GIS での時系列データ分析はフィールド調査によるドローン撮影が持つ定点経年変化の根拠の薄弱さを克服し、定点経年変化の客観性を担保できる。その為、最終年度もバタンボン大学 GIS 専門家及び、インドネシア・アチェ州ではシャクアラ大学と共同で、GIS データを用いたより客観的な紛争後の社会における森林減少実態を解明している。マクロとマイクロの方法を用いた客観的な森林減少を、1 地域で 3 回、両地域で計 6 回の調査結果を踏まえて、住民の伐採への関与と過去の職業歴の変遷を補足資料とし、GIS、統計やドローン（現時点での伐採地をドローン空撮）等の客観データを分析している。上記 2 カ国における時系列的 GIS およびドローンによる踏破不能地域から得られる衛星地理情報と森林統計検証結果を比較し、平和の定着後に違法森林伐採が拡大進行してきた事を明らかにする。

4. 研究成果

2019 年から 2021 年にかけてのコロナ禍により、現地調査や森林データの収集が不可能となり、成果物として著作出版が進まず、学会発表の方が多いのが現状である。カン

ボジア西部3州では地上戦の隠れ蓑となる森林は内戦時には保護されてきたが、内戦終結後には除隊兵士と軍部が森林伐採を開始し、急激な森林減少が見られた。カンボジアの西部3州では、内戦終結後の1990年代後半から壊滅的な減少が進行し、2019年から2023年のドローン空撮でもすでに伐採が終了し森林の完全消滅が観察された。また、伐採後の焼き畑農業や気候変動による森林火災と煙害も問題となっていた。しかし、カンボジアは旧社会主義国であり、国有地が基本であり、ELCによる政府や軍、与党高官へのわいろの主要源となっている事から ほぼ野放しという結果となった。

その後経済成長の中で国有地である森林はELCによって商品作物農園となり更に森林減少は進行した。2010年代になると西部3州では既に森林はGISからもドローン空撮からも消滅が確認され、その後野焼きや乾季の熱波により山火事が頻発するようになり煙害はタイやマレーシア迄及んでいる。つまりカンボジアにおける森林減少は下記の記事に大まかに要約されており、本研究の発見と平仄を合わせている。「国際環境NGOであるグローバルフォレストウォッチの最新の報告書では、2001年から2021年の間に5つの地域で55%の森林被覆減少が起きた。また、2001年から2021年までの間に、カンボジアは火災による森林被覆減少で259,000 ha、その他の要因による減少で2.58 million haを失った。この期間で最も多くの森林被覆減少があった年は2009年で、317,000 haが破壊されこれは当該年の森林被覆減少の2.6%に相当する。カンボジアでは2022年に1.4 million haが焼失したがこの合計は2001年以降の過去の年と一致しています。最も多い火災発生年は2004年で、4.2 million haの火災が記録されました。さらに、今年の6月9日から16日までの間にカンボジアで報告された伐採警報は19,175件で、総面積は231 haで、いずれも単一の警報システムや複数のシステムによって検出されなかった。また、2023年6月10日から17日までの間にカンボジアで報告されたVisible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)の火災警報は103件であり、そのうち0.97%が高信頼度の警報であった。

Khmer Times,2022.06.19 <https://www.khmertimeskh.com/501310038/ministry-refutes-report-on-two-million-ha-forest-loss/>

第二の調査地域であるインドネシア、アチェ州(NAD)では元GAM兵士によって進行する森林伐採の時系列変化と現状をアチェ州シャクアラ大学と共同でGISデータとドローン調査によって検証した。現在までの発見としては、アチェ州での除隊兵士の再定住地の衛星画像とドローンを利用した2019年から2022年3月までの空撮を比較すると、森林減少のペースが徐々に落ち着いていることが確認された。インドネシアのアチェ州ではGAM除隊ゲリラ兵士が商業伐採に関与している村の(緯度経度と周辺の伐採状況記録済)を2007年の現地調査にて同定済みなので、再度の村落調査が可能であった。又、除隊兵士の多くが携帯電話を所持していたという点を利用して連絡を取った。実際の連絡はWhatsAppに登録してスマホからメッセージを送信して、インタビュー方式をとった。GAMの友人関係は近隣村落郡や県にまでつながっており、いまだに除隊兵士のネットワークは強い為、芋蔓式に元GAM兵との面談が可能となり貴重な質的データが収集できた。アチェ州の森林減少のデータはバンダ・アチェ州の環境林業省で入手したが、更なる分析が必要である。

2000年から2023年までの衛星画像を比較した結果として、カンボジアでは、内戦終結後

の1990年代後半から森林減少が進行し、バタンバン・プレアビヒア州では内戦終結後の2000年代前半から壊滅的に進行し、すでに伐採は終了していた。しかし、森林火災や気候変動による森林破壊の問題は依然として残る。カンボジアは旧社会主義国であり、国有地が基本であり、ELCによる政府や軍、与党高官への贈収賄が問題であろう。

一方、アチェ州では紛争直後に森林減少が見られたが、それ以降は徐々にペースを落としており、大幅な森林減少は見られませんでした。むしろ、直近の道路建設による森林伐採が環境・林業省によって認可されたように「開発」による森林減少が見られる。アチェ州では紛争直後に森林減少が見られたが、その後は減少ペースが落ち着き、大幅な森林減少は見られず、これはアチェ州では、民主化が進み、保護地区の線引きや伐採許可を握る州知事は公選であり、県知事も違法伐採には収賄を含め関心を示していた。両紛争後の社会での急激な森林伐採はカンボジアが深刻であり、アチェ州は民主化が進み、保護地区の線引きや伐採許可を握る州知事や県知事も違法伐採には関心を示し一定の抑止力となっていた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yoshifumi Azuma and Dian Wahyu Utami	4. 巻 1
2. 論文標題 Preliminary Findings on the use of Dispatch Applications by Drivers in Jakarta 2021	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The 2021 ICAS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 未定
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 該当する

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Yoshifumi Azuma and Ardiansyah
2. 発表標題 Aceh: Peace Building and Deforestation after Tsunami Using GIS
3. 学会等名 AIFIS-MSU Conference on Indonesian Studies 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshifumi Azuma and Dian Wahyu Utami
2. 発表標題 Preliminary Findings on the use of Dispatch Applications by Drivers in Jakarta 2021
3. 学会等名 ICAS conference in Kyoto (August 2021)（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 東佳史
2. 発表標題 パンデミック下のジャカルタの エッセンシャル・ワーカー 達 - Grab 運転手とベチャ曳 との 比較 から
3. 学会等名 Kapal 日本インドネシア学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Azuma, Nizamuddin and Ardiansya
2. 発表標題 The nature of acute deforestation in Ache after Tsunami using GIS data in 2015 and 2020
3. 学会等名 Kapal インドネシア研究懇話会（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Azuma, Y.
2. 発表標題 “ Transitional Justice, DDR (Demobilization, Disarmament and Reintegration), and Deforestation in Cambodia since the 2000s ”
3. 学会等名 The 23rd Biennial Conference of the Asian Studies Association Australia at the University of Melbourne, Australia, 6-7 July 2020. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 東佳史
2. 発表標題 地理情報システム（GIS）を用いた紛争 後社会の熱帯降雨林の減少要因解明にむけて アチェダラエスサラーム国における 2019年のデータを用いて
3. 学会等名 Kapal インドネシア研究会、第二回研究大会発表
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Y. Azuma	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Routledge	5. 総ページ数 280
3. 書名 Authoritarian Populism in Cambodia ; Thank You Peace ; Chapter 21 in Routledge Handbook of Populism in Asia Pacific	

1. 著者名 Azuma, Y. and Syahreza, S.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 120
3. 書名 “The nature of acute deforestation in Ache after Tsunami using GIS”、 in (eds) Mardiah, et.al., Post - Disaster Governance in Southeast Asia : Response, Recovery , a n d R e s i l i e n t S o c i e t i e s , Springer Book Series on Disaster Risk Reduction, Chapter 11.	

〔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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関