

令和元年6月6日現在

機関番号：11301

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：16H05779

研究課題名(和文) ラオス・サイニャブリ県における換金作物の栽培持続性評価

研究課題名(英文) Evaluation of cultivation sustainability of cash crops in Sainyabouli Province, Laos

研究代表者

本間 香貴 (Homma, Koki)

東北大学・農学研究科・教授

研究者番号：60397560

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：研究対象地であるラオス・サイニャブリ県においては約30年間トウモロコシが無施肥で栽培されていた。それによりトウモロコシ収量は逡減を続け、近年では収益がふとなる地点もある実態が明らかとなった。そのためキャッサバへの転換が進んでいたが、それも収量や価格の低下のため、マメ科作物であるカウピーの栽培が急速に普及しつつあった。栽培持続性のためには抜本的な対策が必要であり、そのためには現地の定量的な評価が必要であり、現地調査とドローンリモートセンシングさらに衛星を加えて評価することが効果的であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

熱帯地域ではその土地に見合った作物生産が持続的に営まれてきたが、換金作物の導入や、機械化などにより、栽培持続性が急速に危ぶまれている。研究対象地でも無肥料で収量が低下しつつあったものの、トウモロコシ栽培が30年間も持続的に栽培されていたことが示された。しかしながら近年の様々な要因により、収益面での持続性が維持できなくなり、わずか3年の短い調査期間内でも、キャッサバさらにカウピーへと栽培作物が急激に変化した実態が明らかとなった。東南アジアでは類似の地域が多く存在すると考えられ、総合的な取り組みを始めることが喫緊の課題であると思われる。

研究成果の概要(英文)：Maize was cultivated for 30 years without fertilizer application in Sainyabouli Province in Laos. During the cultivation, the maize yield has continuously decreased and the production was lower than the profitable level in some places. Accordingly, conversion from maize to cassava has been promoted. However, the production and the price of cassava is decreasing. These constraints make farmers start cultivating cowpea, because it relatively maintains soil fertility and has relatively higher price. In order to develop the sustainable cultivation method, quantitative evaluation for landuse, soil fertility and crop production is necessary. This study suggests that the combined method of satellite and drone remotesensing with field investigation is effective method for the purpose.

研究分野：作物生産科学

キーワード：換金作物 栽培持続性 トウモロコシ リモートセンシング 森林保護 キャッサバ カウピー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

社会主義国であるラオスは国土の 65% を森林が占め、自然豊かな国である。コメを主食とし、農民の大部分はイネ栽培を中心とした自給的農業を行っていた。しかしながら経済の自由化が進み、農民もその潮流から無縁ではいられなくなっている。国内では工業化がようやく始まったところであり、労働力の受け入れ先をタイなどの海外に求めるしかなく、農民の貧困対策の手段として現金収入源の確保が急務である。



第1図 ラオス・サイニャブリ県における畑地の様子。山の頂上まで開拓が進む。

以前はラオスのいわゆる中山間地では谷筋を水田に開墾し、山の斜面で焼き畑により作物栽培を行っていたものの、国際的な要請により法律による森林保護と地域を制限した常畑化が進められている。それに伴い陸稲からトウモロコシやキャッサバといった換金作物への転換が試み始められているが、栽培指針などは無い状態で、土壌劣化や環境破壊などが懸念されている (ARC, 2014)。

一方、本研究の対象地であるサイニャブリ県はタイと陸続きになっている (河川国境ではない) ことなどから古くからトウモロコシの導入が行われており、約 50 年の栽培実績があると言われている。2014 年に行った事前調査では、農家はほぼ無肥料で栽培を行っており、高いところでは 5t/ha 以上の収量が得られていたが、変動が非常に激しかった。従ってこの地でのトウモロコシ収量の変動要因を探ることにより、他の地における導入可能性および栽培持続可能性が検討できると考えられる。

しかしながら開拓の早かった地域では山の上まで畑地化され (第 1 図)、トウモロコシの生産性が落ちたとのことからキャッサバへの転換が進んでいること、キャッサバの導入は 2008 年頃からと栽培実績が短く持続可能性が未知数であること、近年ではかなりの斜面であるにもかかわらず乗用トラクターでの耕起が一般的になっていること、施肥基準などが無いまま化学肥料の使用が始まりだしていることなど、栽培持続可能性に疑問が生じる事柄が散見された。また、開拓の遅い地域では畑地の外延的拡大が行われており、生産性の低下を新規農地の開拓で補っていることも考えられる。開墾対象である森林は農民にとって材木、薪炭その他森林副産物の供給源であり、近年では REDD+ など、二酸化炭素吸収源としての評価が進んでいる。またタイ東北部では森林面積の減少が生産性の低下を招いた等の指摘もあり (Fukui ら 2000)、農地や社会を維持するための重要な土地利用形態である。

2. 研究の目的

以上のような背景を基に、本研究では対象地の換金作物であるトウモロコシとキャッサバについて、その栽培持続性を土地利用も含めて定量的に評価し、栽培改善方法や他地域への導入可能性を検討することを目的とした。そのためにラオスを対象として作物学、水文学、リモートセンシング学および森林学を専門とする研究者グループを組織し、ラオス・サイニャブリ県において換金作物である [1] キャッサバとトウモロコシの生産性評価、生産性を規定する要因の一つである [2] 利用可能水量評価を行い、[3] 土地利用と作物生産性の変遷に関して評価を行った。さらに開発の対象でありながら農民にとって資産でもある森林について、[4] 森林の管理方針の決定要因に関する調査を行い、これら [1] ~ [4] を総合して、「生産上の」さらに「社会的な」 [5] 栽培持続性評価を行った。

3. 研究の方法

ラオス・サイニャブリ県ケンタオ郡に位置する約 100 km² の流域界を研究対象地とした (第 2 図)。[1] キャッサバとトウモロコシの生産性評価として、農家圃場の生産量を調査し、栽培年数、土壌、地形、土壌水分などの分析を基に生産性制限要因の解析を行った。今後使用が予想される施肥についても、実験を行って評価を行った。[2] 利用可能水量評価においては、水文モデルを対象地域に適応し、利用可能水量を評価するとともに、土地利用 (特に森林) の影響や、気候変動の影響予測を行った。得られた研究成果を応用して気象データが揃っているタイにおいて農業保険の適用性についても評価を行った。[3] 土地利用と作物生産性の変遷ではドローンを用いて空撮を行い、それに基づき評価を行った。さらに得られた土地利用および作物生産性指標を基に衛星画像の解析も行った。[4] 森林の管理方針の決定要因については、農家へのインタビュー調査に基づき解析を行った。以上の解析結果を統合し、土壌や水により規定される生産持続性と、森林の維持や管理方針から予測される栽培持続性を検討した。

4. 研究成果

ここでは以上のような実施研究のうち、既発表の成果を中心に報告を行う。

(1) トウモロコシの生産性評価 (雑誌論文)

調査対象地において耕作年数が 1 ~ 30 年と異なる 40 農家圃場を 2 か年にわたって調査し

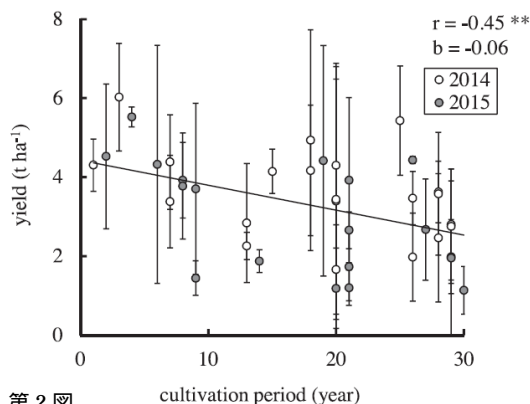
たところ、年数とともに収量が低下することが示された（第2図）。減少率は $0.06 \text{ t ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ であり、無施肥でも平均で43年の長期連作が可能であることがわかった。しかしながら傾斜圃場では上部の収量低下率が大きく、既に一部の圃場では売上高が生産コストを上回っており、土壌肥沃度維持などの対策が急務であることが示唆された。

（2）気象災害が農家収入に与える影響（雑誌論文）

調査対象地と栽培環境が類似し、経済的データが得やすいタイの東北部において、本研究で得られた成果を適用し気象災害の影響評価を行った。降水量が換金作物収量に与える影響を解析したところサトウキビは降水量と正の相関があるのに対し、キャッサバは逆に負の相関関係にあることが示された。収量変動は農家の家計収支に非常に大きな影響を与えており、サトウキビとキャッサバを共に栽培に組み込むことが、安定化への一つの方策であることが示唆された。

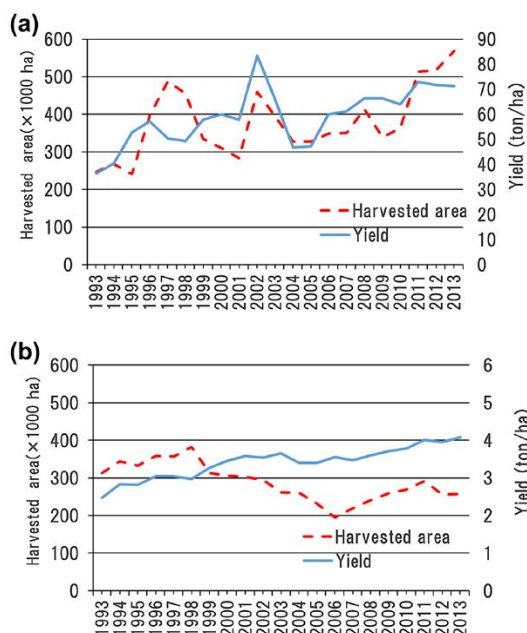
（3）生態系サービス規定の変化に対する地域社会の取り組み（雑誌論文）

DPSIR(Driver-Pressure-State-Impact-Response) フレームワークは様々な環境問題に適用されており、利害関係者の観点を網羅するようにフレームワークの改善がなされてきた。しかしながら生態系サービスの規定の変更によって影響を受ける人々の非公式な対応を取り込むことができないという枠組みの欠如が問題であった。この論文では農村住民による森林伐採とその非木材林産物収集への影響を分析することによって、フレームワークの改善を試みた。Hagerstrand (2001) や Ness ら(2010) の概念を導入することにより、農村住民の非公式な対応を集約して DPSIR フレームワークに取り込むことができた。改善されたフレームワークは今後研究対象地の農村にも当てはめられることとなる。



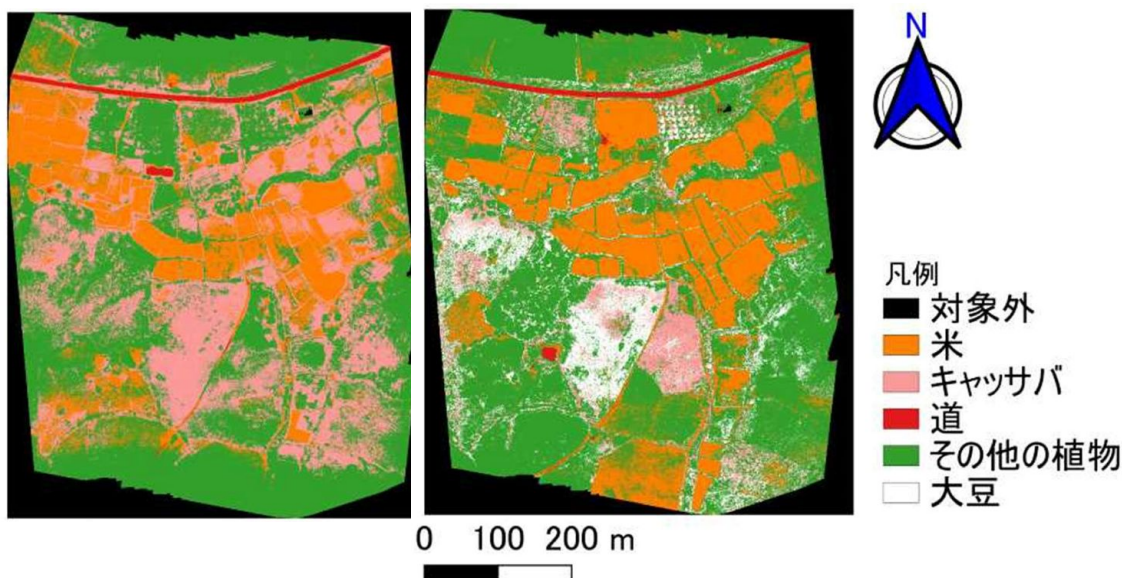
第2図

Relationship between the average yield from each field and the period of continuous maize cultivation. Error bars indicate the standard deviation of yield from three sample sites of each field. r and b represent the correlation coefficient and slope of the linear regression line respectively. ** represents statistical significance at $p < 0.01$.



第3図

Historical change of crop yield and harvested area: a sugarcane and b cassava



第4図 土地利用の変化（左2017年，右2018年）

(4) リモートセンシングを用いた土地利用変化の定量化 (学会発表 他)

調査期間中の2016~2018年間のわずかな期間にも拘わらず、農家の土地利用に大きな変化が観察された。そこでドローンを用いたリモートセンシングにより、土地利用の変化を試みた。現地調査で確認した土地利用を教師データとしてランダムフォレストアルゴリズムを利用して土地利用分類を行ったところ、適合度を示すカッパ係数は0.8を超え、ドローン画像における土地利用分類は実態とほぼ一致したと考えられた。次にドローン画像を用いて土地利用変化を評価したところ、トウモロコシの栽培面積が非常に少なくなり、一時は増加したように思えたキャッサバも面積が減り、それらに代わって大豆やカウピーなどのマメ科作物が栽培され始めている実態が量的に明らかとなった(第4図)。今後はこれらの成果を衛星画像に当てはめて、さらに広域の土地利用変化を評価する予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 16 件)

Yoshida, K., 他4名 (2019) Weather-induced economic damage to upland crops and the impact on farmer house hold income in Northeast Thailand. Paddy Water Environ. (in press) 査読有

<https://doi.org/10.1007/s10333-019-00729-y>

Ehara, M., Hyakumura, K. (2番目) 他5名 (2018) Addressing maladaptive coping strategies of local communities to changes in ecosystem service provisions using the DPSIR framework. Ecological Economics 149, 226-238. 査読有

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.008>

Fujisao, K., Homma, K. (5番目) 他5名 (2018) A study on the productivity under the continuous maize cultivation in Sainyabuli Province, Laos. I. Yield trend under continuous maize cultivation. Field Crops Res. 217, 167-171. 査読有

<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.12.016>

[学会発表](計 12 件)

Homma, K. (2018) Trials to simulate soybean production under tropical environments. 244th Meeting of the Crop Science Society of Japan.

百村帝彦 (2017) ラオスにおける違法伐採対策とその動向 林業経済学会 2017 年秋季大会。

齋藤大暉, 本間香貴 (2番目), 牧雅康 (3番目), 吉田貢士 (4番目) 他6名 (2017) 発展途上国のフィールド調査における UAV 利用の検討。第1報 2016 年タイ・ラオスにおける作物の葉面積評価。第243 回日本作物学会講演会。

[図書](計 1 件)

百村帝彦 (2017) 森林保全のための国際メカニズム - REDD プラスによる新たな動き - , 東南アジア地域研究入門 環境, 慶應義塾大学出版会 255-270.

[産業財産権]

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<https://researchmap.jp/7000014730/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 吉田 貢士

ローマ字氏名: (YOSHIDA, Koshi)

所属研究機関名: 茨木大学

部局名: 農学部

職名: 准教授

研究者番号 (8桁): 20420226

研究分担者氏名: 牧 雅康

ローマ字氏名: (MAKI, Masayasu)

所属研究機関名: 東北工業大学

部局名：工学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：50375391

研究分担者氏名：百村 帝彦

ローマ字氏名：(HYAKUMURA, Kimihiko)

所属研究機関名：九州大学

部局名：熱帯農学研究センター

職名：准教授

研究者番号（8桁）：80360783

(2)研究協力者

研究協力者氏名：白岩 立彦，松本 成夫，藤竿 和彦，Phanthasin Khanthavong

ローマ字氏名：(SHIRAIWA, Tatsuhiko) (MATSUMOTO, Naruo) (FUJISAO, Kazuhiko),
(KHANTHAVONG, Phanthasin)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。