The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	焼畑の衰退と熱帯林の消失 ： グローバルな動態の把握に向けて
Author(s)	佐藤, 廉也
Citation	待兼山論叢. 日本学篇. 2025, 58, p. 1-18
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/100900
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

焼畑の衰退と熱帯林の消失

――グローバルな動態の把握に向けて――

佐 藤　廉 也

キーワード：焼畑／熱帯林／休閑林／土地利用転換／リモートセンシング

1. はじめに

地球規模の気候変動や生物多様性の危機に大きく影響を与える要因として認識されているものに、熱帯林消失の問題がある。世界の森林面積の約45 %を占める熱帯林は、21 世紀の現在、最も消失面積が大きいとされている（FAO 2020; Hansen et al. 2013）。熱帯林面積およそ 18 億ヘクタールのうち、16 %に相当する 2.8 億ヘクタールにあたるのは、焼畑二次林である（Heinimann et al. 2017）。16 %という数字をどのようにみなすかは解釈次第だが、現状において焼畑二次林は21世紀における熱帯林消失の最前線となっている可能性が高い。

いまだに誤解されることが多いが、焼畑が熱帯林消失の原因なのではない。逆に、焼畑の衰退にともない、従来焼畑に使われていた休閑林（二次林）が商品作物栽培やプランテーションなどの農地に転用される土地利用転換によって、熱帯林が消失しているのが実態である。すなわち、焼畑が「なくなることによって」熱帯林が消失しているのである。

なお、本稿で言う「熱帯林」には、アブラヤシ・ゴムなどのプランテーションや、パルプ材生産のためのユーカリ・アカシアなどの人工林は含めない。これらの土地利用は、焼畑二次林が土地利用転換される典型である。人工林が森林に定義されることも多いが、これらの人工林は焼畑二次林な

どの天然更新された森林に比べて生物多様性の点で大きく劣る（Mertz et al. 2021）。したがって本稿では、焼畑二次林を含む「天然更新された森林」をもって熱帯林と定義とする。

なぜ、焼畑二次林が熱帯林改変の主要なターゲットになっているのだろうか。熱帯林が主に分布するラテンアメリカ、アフリカ、東南アジアいずれの地域においても、その半分以上は国有または共有林である。さらにその内訳をみると、主に国の保護林となっている森林と、現地の人びとに慣習的に利用されている共有林野に分けられる。前者は法的に、容易に開発することの難しい土地である。一方後者の多くは焼畑二次林で、上述の 16 %に当たる部分であると言える。これらの二次林の多くは、法的に登記されていない慣習的な利用地であり、国家からみると「誰のものでもない土地」とみなされて土地収奪（ランドグラブ）の対象になりやすい。あるいは、現金獲得のインセンティブを持った農民によって、樹木作物を含む商品作物栽培や木材生産林に転換されやすい。このような状況により、焼畑二次林は熱帯林改変の主要なターゲットと推測されるのである（Li et al. 2022）。

焼畑二次林の土地利用転換は、実際にどの地域で、どの程度、どのくらいのスピードで進んでいるのだろうか。Heinimann et al.（2017）は、2010 年代における二次林を含む焼畑面積を 2.8 億ヘクタールと見積もったうえで、各地域の将来的な焼畑の衰退について、2090 年代すなわち今世紀末までにアジアの 100 %、ラテンアメリカおよびアフリカの 80 ～ 100 %が他の土地利用に転換される、すなわち焼畑はほぼ消滅すると予測している。これは各地域の焼畑研究者による予測であるが、根拠は十分とは言えない。

現状の熱帯林改変のプロセスを検証する方法として有効と考えられるのはリモートセンシングによるモニタリングである。2000 年以降、高分解能の衛星データが利用できるようになったことや、LANDSAT のアーカイブデータが無償利用できるようになったこと、eCognition などのオブジェクトベースの画像解析ツールや AI 利用の開発・普及などにより、リモートセンシングによる焼畑モニタリングの論文数も急増している（Jiang et al. 2022;

Mathur et al. 2023）。ただし、それらの論文の内容を精査する限り、課題も多く残されている。

一つには、焼畑と二次林は複雑かつ独特なモザイク景観を形成しているが、これらを自動的に抽出するアルゴリズムは未だに存在しない。つまり二次林を含めた焼畑地域の抽出は、現在の研究水準においても目視判読でおこなわれているものが多い（Heinimann et al. 2017）。また、LANDSAT を用いた焼畑モニタリング研究の多くは二次林を含まない 1 時点の焼畑、もしくは前後の休閑の時期をあわせて抽出し、通時的に分析するものであるが、後述するようにグラウンドトゥルース（現地での土地利用・土地被覆の確認）をすることなしには、誤った解釈をする可能性が高い。

焼畑二次林が具体的にどのような土地利用に転換されているのか、そしてそれが地域別にどのように異なっており、どのような共通点をもっているのか、さらには土地利用転換に際してどのようなアクターが関わっており、誰が利益・不利益を受けているのか、そして土地利用転換の結果、どのような環境的・社会経済的インパクトが生じたのか、それらの問題について明らかになっていることはわずかである。

Geist and Lambin（2002）は、1990 年代までに起こった熱帯林消失が、アジア・アフリカ・ラテンアメリカそれぞれの地域でどのような要因により進んだのかを、定量的なデータをともなうピアレビュー論文のレビューにより明らかにしている。その結果、アジアではアブラヤシやゴム、アフリカではトウモロコシやキャッサバ、ラテンアメリカでは牧場開発やダイズといったように、地域ごとに異なりながらも、大勢としては商品作物栽培地やプランテーション、牧場などに置き換えられることによって熱帯林消失が進み、それを促す政策や道路開発などがその推進力となっていると結論した。それまで熱帯林消失の主因とされた焼畑や、その背景と予想された人口増加は否定されることになったのである。しかし、熱帯林消失が加速化したことが懸念される 2000 年代以降については、あらためて実証的な検証をおこなう必要があるだろう。

以上をふまえ、本稿では21世紀以降の熱帯林消失のプロセス、トレンド、メカニズムを明らかにするための研究方法を構想することを目的とし、とくに焼畑二次林の土地利用転換に焦点をあて、近年発表された論文のレビューを含めて検討する。次章ではまず焼畑二次林が他の土地利用に転換される類型について整理し、類型ごとに予想される環境へのインパクトおよび社会経済的インパクト、土地利用転換に関わるアクターについて検討する。続く章ではリモートセンシングを用いたアプローチのレビューをおこなったうえで、今後とるべき方法論について検討する。さらに続いて、筆者が観察した東南アジアにおける土地利用転換を事例に、プロセスとトレンドに関して素描する。最後に上記の目的に向けた研究構想を要約する。

2. 焼畑二次林と土地利用転換

1980年代以降現在にいたるまで、熱帯における焼畑の環境へのインパクトに関する数多くの研究が量産されてきた（佐藤 1999; 2021）。そこで主要な焦点になってきたのは、休閑林における植生や土壌の特徴、および二次林の植生遷移と焼畑の持続性、成熟林と焼畑二次林の炭素蓄積量や土壌特性、および生物多様性の比較などの問題で、総じて人による撹乱の少ない熱帯の成熟林と焼畑二次林の比較に関するものが多い。このような研究フレームの特徴は、「焼畑は熱帯林を破壊・劣化するか否か」という問いが20世紀から続く焼畑研究のトレンドであったことに起因している。

しかしながら実際には、人の手の入らない成熟林が改変されて焼畑がおこなわれる例は、少なくとも20世紀以降の熱帯においては顕著ではなく、焼畑の多くは二次林が循環的に利用されてきたものである。一方、現在の熱帯林で起こっている顕著な現象は、上述のように「焼畑（二次林）の他の土地利用への転換」である。それにもかかわらず、二次林が転換された結果としてのプランテーションや常畑、パルプ材生産のための人工林などの生物多様性や炭素蓄積量を二次林と比較した論文はほとんどみられない。このような

焼畑研究のフレームにおけるミスマッチが近年の焼畑研究レビューの中では指摘されるようになってきている（Mukul et al. 2016; Mertz et al. 2021）。

焼畑について一般に見落とされているもう一つの重要な点は、二次林のもつ多様な価値についてである。「焼畑休閑林」ということばから誤解されやすいが、二次林というのは単に次の焼畑伐採を待つだけの「劣化した二次林」なのではない。植生が森林に遷移するプロセスで、タケノコ・キノコ・野草・哺乳類や野鳥・蜂蜜などの食用資源の採取・狩猟、家畜飼料や肥料、建築材や薪炭材の採取など、さまざまな資源採取をおこなう、いわば里山に等しい場である。二次林を他の土地利用に転換することによって、生物多様性や炭素蓄積のみならず、こうした様々な資源採取の場である里山としての機能は失われてしまう。したがって、二次林とその土地利用転換の評価に際しては、こうした側面をふまえることが必要である。

しかしながら、焼畑を扱う論文にはそのような条件を満たすものはほとんどみられない。Mertz et al.（2021）はこの問題に関して、焼畑二次林と他の土地利用における生態系サービス供給に関連する数百のピアレビュー論文を精査し、（1）取り扱われている内容の大半が炭素蓄積、生物多様性、土壌特性のいずれかに限定されていること（2）とくに生態系サービス供給の文化的側面を扱ったものは全くみられないこと（3）成熟林との比較においては焼畑二次林の多くは生物多様性および炭素蓄積において劣っているが、土壌特性についてはどちらともいえないこと（4）一方で転換された他の土地利用との比較においては二次林が優れていること（5）樹木作物プランテーションと二次林との比較においてはどちらとも言えない結果であること、などを明らかにした上で、既往の研究が一部の生態系サービスへの狭いフォーカスに限定されているために焼畑二次林の理解を著しく妨げていると結論している。したがって、上述の里山としての機能を含め、多様な生態系サービスに焦点をあて、焼畑二次林と転換された他の土地利用を比較していくことが課題と言える。

次に、焼畑二次林が具体的にどのような土地利用に転換されるのかに関す

表１　焼畑二次林の土地利用転換の類型

土地利用転換の類型	転換の特徴	事例	頻度（%）
多年生作物プランテーション	樹木作物やヤシ類などのプランテーション	ゴム、アブラヤシ、果樹、バナナ、コーヒーなど	21.7
永年耕作（アグロフォレストリー）	樹木作物、農作物の栽培や放牧などを同一の土地で同時におこなうもの	バニラ、コーヒー、カルダモン、クローブ、カカオ、カシューナッツ、茶などのアグロフォレストリー、アレイクロッピング、果樹の混作、ビンロウ・ゴム・カシューナッツの混作など	20.1
二次林の天然更新	焼畑後の天然更新による再生林	焼畑二次林	20.1
永年耕作（一年生作物）	常畑による一年生作物栽培	トウモロコシ、水稲、サトウキビ、キャッサバなど	18.2
木材プランテーション	パルプ材を含む木材の単一栽培	チーク材、ユーカリ、マツなど	11.0
荒蕪地	耕作がおこなわれない非森林植生地で、将来焼畑もおこなう予定がない土地	裸地・草地・シダ植生・都市的土地利用・その他の放棄地	3.5
保護再生林	アクティブな森林回復を目的としたもので、木材伐採は企図されない	保護再生二次林	2.9
放牧地	永久的または一時的な放牧地	ウシ放牧	2.7

Martin et al.(2023) をもとに筆者改変。

る把握方法について検討する。Martin et al.（2023）は焼畑二次林の土地利用転換を扱う文献レビューによって、転換のタイプを８類型に分け、それぞれの特徴について検討している（表１）。これらは実際に熱帯において進行している大半のケースを網羅していると考えられる。彼らはさらに、天然更新による焼畑二次林再生を除くと、熱帯全体では多年生作物プランテーション、アグロフォレストリー、一年生作物の永年耕作、木材プランテーション、の順に頻度は多く、一方地域別にみると、アジアでは多年生作物プランテーション、一年生作物栽培、木材プランテーションへの転換が、アフリカでは一年生作物栽培とアグロフォレストリーが、ラテンアメリカではアグロフォレストリー、放牧地、一年生作物栽培への転換が多いとしている。熱帯林消失のパターンとしてみると、これらの結果は Geist and Lambin（2002）による 1990 年代までの地域別パターンに類似しており、2000 年以降もその傾向が持続していることを示唆している。

Martin et al.（2023）によれば、市場へのアクセスが良く現金獲得への誘

因が大きい地域ではプランテーションや商品作物などに転換される傾向があるが、農外収入への需要が大きな地域であれば焼畑は放棄され天然更新林となることを指摘している。また、焼畑二次林の保護林への移行は政府やNGOの干渉によるものが多い。

一方、環境へのインパクトの面からこれらの類型を評価すると、アフロフォレストリーや保護林への転換、あるいは二次林の天然更新はポジティブであり、多年生作物プランテーションや一年生作物の永年耕作、放牧地、木材プランテーションへの転換はネガティブであると考えられる。社会経済インパクトに関しては一概に判断できず、よりコンテクストを考慮した現地調査が必要になるだろう。例えば、プランテーションや農地への転換と言っても、農民による自発的な小規模経営がなされる場合と、農民と企業や投資家との契約による場合、さらには国家や契約企業による土地収奪（ランドグラブ）では、現地における社会経済的インパクトは全く異なるものとなる。

以上、土地利用転換の類型とそのインパクトについて整理した。これを念頭に、リモートセンシングを利用して現状把握をする方法について検討したい。

3. リモートセンシング研究の動向と課題

衛星リモートセンシングデータを用いた焼畑モニタリングに関する研究は、衛星データの蓄積・アーカイブ化の進展やデータ解析アルゴリズムの発展に並行して増加している。しかし一方で、焼畑の多様性や休閑サイクルの複雑さのため、多くはローカルないしはリジョナルなレベルの事例研究に留まっている。2000年以降に焼畑モニタリングを試みたピアレビュー論文89を取り上げてレビューをおこなったJiang et al.（2002）は、（1）地域別にみると東南アジア（66％）に集中していること（2）LANDSATを用いたピクセルベースの研究（57％）が最も多くみられること（3）分光特性の分析アルゴリズムを用いたピクセルベースの研究（76％）が最も多くみられることを明らかにしている。

東南アジアに集中している理由は、焼畑研究の事例地域が東南アジアに集中していること（佐藤 2021）、また焼畑の土地利用転換が最も急速に進んでいるのもこの地域であることによると推測される。アフリカの焼畑地域の多くが紛争国にあり、現地でのデータ収集が難しいことも理由の一つであろう。また、LANDSAT を用いた研究が卓越するのは、植生指標の計算に適していることに加え、長期間・短間隔のデータがグローバルに得られることが最大の理由であろう。近赤外バンドと赤色バンドの分光反射率の値から植生活性度を示す NDVI（正規化植生指標）や、近赤外バンドと短波赤外バンドを用いたNBR（正規化燃焼率指標）などが、LANDSAT を用いた焼畑モニタリングで頻繁に使われるアルゴリズムである。

LANDSAT を用いて分析をおこなう場合に有効な方法として、焼畑の伐採・火入れの時期に焦点をあて、伐採・火入れ前後の NDVI や NBR の差分からその年に焼畑がおこなわれているエリアを抽出するものがある。しかしながら指標値の閾値を衛星データの分光反射率からのみ把握することは困難で、地域によっても異なる。そのため必須となるのがグラウンドトゥルースである。Chan et al.（2022）は、GPS を用いて教師データを収集した上で、NDVI と NBR の差分データを使ってミャンマー全域の焼畑を抽出した。この結果、国全体の焼畑面積が従来の見積もりに比べてはるかに小さいということがわかった。このようにグラウンドトゥルースをおこなうことによって、実際には焼畑ではない土地利用を誤って拾ってしまうリスクを避けることができる。

グラウンドトゥルースを欠いたリモートセンシングによる焼畑モニタリングで起こり得るリスクは、焼畑でない多くの土地利用を焼畑とみなしてしまうことであるが、とりわけ考えられるのが、焼畑二次林が常畑化されたり多年生作物のプランテーションに変わったケースなどを焼畑に含めてしまうことである。例えば Chen et al.（2023a;b）は、ラオス全域の焼畑について、2000 年以降の長期モニタリングを 5 年刻みでおこなっている。結論として、2015 年までは焼畑面積は減少傾向にあったが、2015 年以降になって増加に

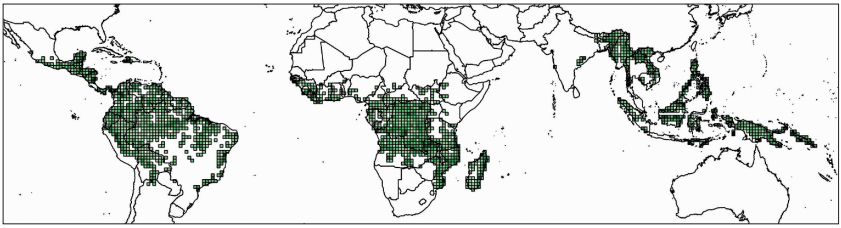


図１　2010年代の時点で焼畑がおこなわれている地域

セルの色が濃いほどセル内の地域での焼畑面積が大きい。Heinimann et al.(2017) のデータをもとに筆者作成。

転じたとしている。この結論は妥当だろうか。

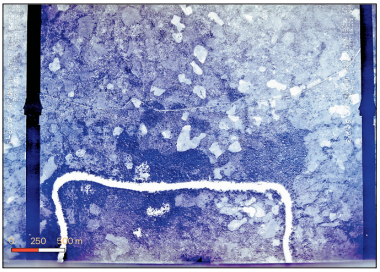
筆者は、Chen らの結論は再検証が必要と考える。次章で述べるように、ラオスの焼畑は 2010 年代後半以降、キャッサバなどの商品作物栽培への転換が進んだり、休閑林をゴムやユーカリなどのプランテーションに転換する動きが急速に進んでいる。こうした焼畑が常畑に移行する局面で伐採された土地の多くが、Chen らの抽出した焼畑の中に含まれている可能性がある。例えば、Chen らが焼畑を抽出する際に用いた決定木（decision tree）のフローチャートをみると、プランテーションや裸地化した土地の識別は示されている一方、焼畑と（焼畑から転換された）常畑を識別する方法は想定されていない。常畑への移行を含めた焼畑の複雑かつ多様な動態を正確に把握する技術は、まだリモートセンシングによっては確立されていないことがわかる。

こうした状況のなかで、二次林を含めたグローバルな焼畑面積を推計した Heinimann et al.（2017）が、LANDSAT をベースにした目視判読という方法をとったことは注目に値する。Heinimann らがとった方法は（１）GIS で緯度経度１度の方格を作成し、さらにそれを 100 分の１のスケールのセルに分割し（２）各地域で現地をよく知る焼畑研究者たちが手分けして、それぞれの専門地域について LANDSAT 画像を目視判読し、焼畑と二次林を示すモザイク模様の有無を確認してそれが含まれるセルをチェックする、というもの

である。

焼畑と様々な遷移段階を示す休閑林は、複雑で独特なモザイク模様を形成する。ピクセルベースの分光特性の分析によって土地被覆分類することはきわめて困難だが、目視によるモザイク景観の判読は可能である。Heinimann らはこうしておよそ 2.8 億ヘクタールの焼畑と二次林を推計した。そのデータを参照して、GIS で焼畑がおこなわれている地域を抽出したものが図 1 である。これを用いて対象地域を絞り込み、LANDSAT とグラウンドトゥルースを組み合わせた方法によって時系列変化を把握することによって、21 世紀以降のグローバルな土地利用転換の特徴を把握することができるだろう。

ただし、Heinimann らの抽出した焼畑地域の正確性については留保が必要である。下の図 2 は筆者の調査地（ラオス中部およびエチオピア南西部）の焼畑景観を示した空中写真である。ラオスの画像は Heinimann らの想定する典型的な焼畑モザイク景観であるが、同じスケールのエチオピアの画像は、焼畑がおこなわれている地域であるにも関わらず全く異なったものである。実際、エチオピアの同地域は、Heinimann らの結果では抽出されていない。エチオピアの焼畑の休閑サイクルが東南アジアでみられるものとは大きく異なっているからであり、東南アジアの焼畑研究者が多い Heinimann らの研究グループは、アフリカの焼畑の多くを見落としている可能性がある。



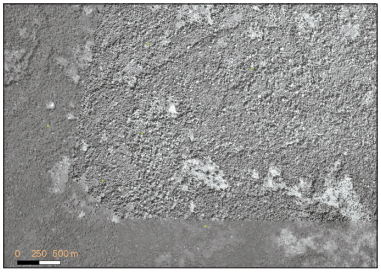


図 2　同一スケールの空中写真でみたラオスとエチオピアの焼畑

左はラオス中部・セポン郡の 1950 年代の焼畑景観、右はエチオピア南西部の 1960 年代の焼畑景観。アメリカ国立公文書館所蔵空中写真による。

筆者は、以上のようなリスクにも留意し（1）Heinimannらによって得られたグローバルな結果を調査地域選定に活用しつつ（2）抽出した事例地域においてピクセルベースのLANDSAT解析をおこない（3）グラウンドトゥルースによって焼畑から転換された土地利用を抽出し、その環境および社会経済的インパクトを評価する、という方法による研究を構想している。構想の提示に先立ち、次章では筆者が土地利用の広域調査によって観察した東南アジアの土地利用転換の概略を述べる。

4. 東南アジアで急速に進行する土地利用転換

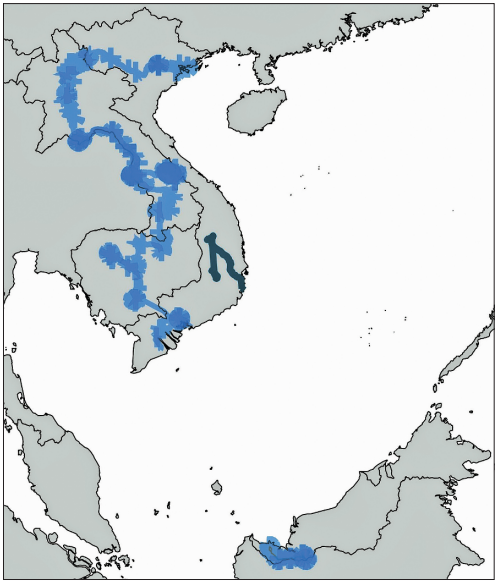


図３　広域調査の実施地域

東南アジアにおける焼畑の変容と焼畑二次林の土地利用転換の実態を把握するため、2023年2月から2024年3月にかけて、東南アジア（ベトナム、ラオス、カンボジア、マレーシア）の焼畑地域の土地利用転換に関する広域調査を実施した。焼畑から商業的土地利用への転換が最も急速に進んでいると推測される東南アジアにおいて、まず予備調査として土地利用転換を景観的に把握する目的で、自動車で4000Km以上を走破し、焼畑がおこなわれてきた各地域において卓越する景観を記録した（図３・図４）。ここでは、観察された各地域の様相を素描する。

4.1. ベトナム（北部山地・中部高原）

かつて焼畑の陸稲栽培が卓越していたベトナム北部山間地では、焼畑二次林の商品作物栽培への転換が進み、焼畑の衰退が顕著である。作物構成としては、トウモロコシ、バナナ、サトウキビや、マンゴー・リュウガンなどの果樹類が混作される独特の景観がかつて焼畑がおこなわれていた山地斜面に形成されている（図４a）。

一方ラオス・カンボジア国境院近い中部高原では、標高に応じてコーヒー、ゴム、コショウ、カシューナッツなどの栽培が卓越する。バンメトート周辺ではゴムを中心に、アカシアやユーカリ植林地、マンゴー、ココヤシ、ドリアン、ドラゴンフルーツ、パパイヤ、バナナ、カシューナッツ、コショウ、コーヒー、トウモロコシなどの栽培が観察された。プレイク周辺ではゴム、コショウ、コーヒーが卓越し、他にマンゴー、ドリアン、バナナ、カシューナッツ、ビンロウヤシ、ココヤシ、キャッサバ、サツマイモ、トウモロコシ、ユーカリ、パンノキ、サトウキビ、パッションフルーツ、トウガラシなど多様な作物の栽培が確認されている。ゴム、コショウ、コーヒーは混植されアグロフォレストリーがおこなわれている景観も少なくない（図４b）。

4.2. ラオス（北部山地・中部高原）

ベトナム北部山地を通り国境を越えてラオスに入ると、土地利用の景観は大きく変化する。ラオス北部山地ではゴム林や常畑化したトウモロコシ畑もみられるものの、陸稲栽培をする伝統的な焼畑景観がまだ多く残っている（図４ c）。一方、中国向けに輸出されるゴムプランテーションやバナナ・果樹栽培も多くみられ、茶栽培やハトムギ栽培もみられる。ハトムギは化粧水原料として中国に輸出されるものである。ルアンプラバンと首都ビエンチャンを結ぶ道沿いに入るとゴムプランテーションが増加し、その他にはマンゴー、バナナ、ジャックフルーツなどの栽培が観察された。

ラオス中部のセポン近郊には2010年代に中国資本によるパルプ製造工場

が建設され、それをうけてラオス中部一帯にパルプ材用のユーカリプランテーションが急増している。ユーカリはパルプ製造会社と契約のうえ焼畑二次林に植栽され、植林後７年程度で伐採され工場に運ばれる。毎年焼畑二次林を伐採してユーカリを植え、毎年の出荷を目指して７年分のユーカリ植林地を造成する焼畑民がみられた（図４ d)。焼畑の転換でユーカリ以外には商品作物としてキャッサバが卓越する（図４ e)。中部のサバナケートから南部のパクセーに至る道沿いにはキャッサバ、コーヒー、ゴムが卓越する（図４ f)。

4.3. カンボジア（中南部平野）

カンボジアではラオス国境からプノンペンまで中央部を縦断して土地利用を観察した。カンボジアで焼畑がおこなわれる主要な地域は東部にあるが、広域調査では踏査することができなかった。そのため焼畑の土地利用転換を直接観察する機会はなかったが、中央部ではカシューナッツやマンゴーなどの栽培が盛んにおこなわれており、東部の土地利用転換においてもこれらの作物が選択されている可能性は高いと考えられる（図４ g)。他に水稲以外で広くみられる作物として、ゴム、サトウヤシ、バナナ、キャッサバなどが観察された。

4.4. マレーシア（サラワク州）

サラワク州では 2000 年以降にアブラヤシ栽培が急速に拡大し、圧倒的な広がりをみせている。マレーシアにおけるアブラヤシ栽培は 1970 年頃からまずマレー半島部やサバ州で開発が進んだが、それが飽和に達する 1990 年代以降には国内における最後のフロンティアとしてサラワクが開発の主要な舞台となった（祖田 2022)。これらのプランテーション開発の主な対象となってきたのは焼畑二次林である。

サラワクでは、アブラヤシ栽培の主体となってきたのは必ずしも企業・投資家などによる大規模プランテーション開発だけでなく、とくに 2000 年代

a ベトナム北部：果実類の混植景観

b ベトナム中部：コショウとコーヒー

c ラオス北部：焼畑景観

d ラオス中部：焼畑民のユーカリ植林

e ラオス中部：キャッサバ栽培

f ラオス南部：ゴムプランテーション

g カンボジア：カシューナッツ栽培

h サラワク：先住民によるアブラヤシ栽培

図４　東南アジアの焼畑土地利用転換

筆者撮影。

後半以降、企業によるプランテーション開発に対抗する形で、この地域で焼畑をおこなってきたイバンなどの先住民による小規模なアブラヤシ栽培が広がっている（図４ h)。このため、現在サラワクの内陸山間地には焼畑（陸稲栽培)、焼畑二次林、アブラヤシ栽培地を中心とする複雑なモザイク景観が広がっている。

5. おわりに

最後に研究の概略を述べる。本稿の冒頭に述べたように、21 世紀における世界の森林で、最も消失面積が大きいのは熱帯林である。かつて熱帯林消失の主要因として非難されてきた焼畑農耕は、休閑林の循環的かつ持続的な利用により、むしろ 20 世紀を通じて熱帯林を持続させてきたことが明らかになりつつある。一方、21 世紀に入ると様々なアクターの干渉により、焼畑二次林の他の土地利用への転換が急速に進んでいる。

本研究は、アジア・アフリカ・ラテンアメリカの熱帯地域で進む焼畑休閑林の土地利用転換のグローバルな動態を、（１）焼畑二次林の転換に関する実証的なデータを含む先行研究論文の集成と分析（２）リモートセンシングデータ解析による 2000 年以降の土地利用転換の実態把握（３）現地調査によるグランドトゥルースと社会経済的インパクトの把握、の３つのアプローチの併用によって解明し、焼畑と熱帯林をめぐる国際的および学際的研究に新たな方向性を示すとともに、各国の政府や国際機関、NGO によって進め

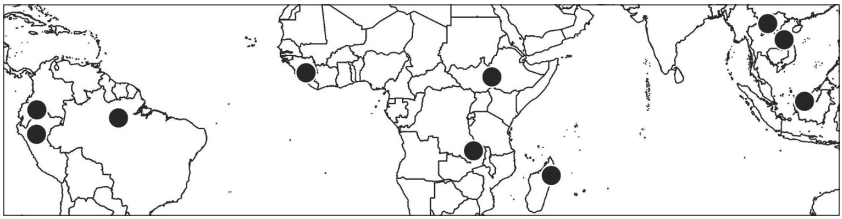


図５　事例調査の候補地域

られている熱帯林の保全・管理指針の形成に貢献しようとするものである。

上記（2）と（3）を実施する事例地域の候補として、図1を参照しつつ、図5に示す地域を設定したい。これは、現地調査の実現可能性および現地に詳しい協力者が得られる可能性を考慮したものである。また、Heinimannらの手法で見落とされた焼畑についても検証することを考慮して設定した。

今後はまず、Web of Scienceを利用して2000年以降の焼畑変容に関するピアレビュー論文の集成を進め、文献から地域別の土地利用転換の特徴を把握することから始める。その際に、それらが扱っている事例地域のGISデータ化を進め、事例地域の選定に役立てたい。

［付記］
本研究の実施にあたってJSPS科研費（20H00046基盤研究（A）「20世紀中期以降における焼畑と熱帯林の変容メカニズムの地域間比較研究」代表・佐藤廉也）を使用した。

［引用文献］

佐藤廉也（1999）熱帯地域における焼畑研究の展開―生態的側面と歴史的文脈の接合を求めて．人文地理51: 375-395.

佐藤廉也（2021）英語圏における焼畑研究の動向に関するノート―2014-2021年の論文を中心に．待兼山論叢＜日本学編＞55: 1-18.

祖田亮次（2022）熱帯林の開発と環境問題．佐藤廉也・宮澤仁編著『人文地理学からみる世界』放送大学教育振興会: 73-88.

Chan, N. Y., K. N. Swe, K. T. W. Kyaw, L. K. Ko, K. Win, N. N. Aung, T. Oo, Z. M. Maung and Z. Z. W. Thein（2022）．“Assessing swidden land use in Myanmar by decision tree-based detection method using landsat imagery.” *Cabi Agriculture & Bioscience* 3. https://doi.org/10.1186/s43170-022-00132-4.

Chen, S. J., P. Olofsson, T. Saphangthong and C. E. Woodcock（2023a）．“Monitoring shifting cultivation in Laos with Landsat time series.” *Remote Sensing of Environment* 288. https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113507.

Chen, S. J., C. E. Woodcock, T. Saphangthong and P. Olofsson（2023b）．“Satellite data reveals a recent increase in shifting cultivation and associated carbon emissions in Laos.” *Environmental Research Letters* 18.https://doi.org/10.1088/1748-9326/acffdd.

FAO（2020）. *Global forest resources assesment 2020: Main report*. Rome: FAO. https://doi.

org/10.4060/ca9825en

Geist, H.J. and Lambin, E.F.（2002）. “Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation.” *Bioscience* 52（2）: 21143-150.

Hansen, M.C., Potapov,P.V.,Moore,R., Hancher,M., Turubanova,S.A., Tyukavina,A., Thau,D., Stehman,S.V., Goetz,S.J., Loveland,T.R., Kommareddy, A., Egorov,A., Chini,L.C., O. Justice, C.O., Townshend, J.R.G.（2013）. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342（6160）,850-853. DOI:10. 1126/science.1244693.

Heinimann, A., O. Mertz, S. Frolking, A. E. Christensen, K. Hurni, F. Sedano, L. P. Chini, R. Sahajpal, M. Hansen and G. Hurtt（2017）. “A global view of shifting cultivation: Recent, current, and future extent.” *Plos One* 12（9）. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184479.

Jiang, N. S., P. Li and Z. M. Feng（2022）. “Remote sensing of swidden agriculture in the tropics: A review.” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 112. https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102876.

Li, P., C. W. Xiao and Z. M. Feng（2022）. “Swidden agriculture in transition and its roles in tropical forest loss and industrial plantation expansion.” *Land Degradation & Development* 33（2）: 388-392.

Martin, D. A., J. C. Llopis, E. Raveloaritiana, O. T. Coomes, O. R. Andriamihaja, T. B. Bruun, A. Heinimann, O. Mertz, O. S. Rakotonarivo and J. G. Zaehringer（2023）. “Drivers and consequences of archetypical shifting cultivation transitions.” *People and Nature* 5（2）: 529-541.

Mathur, I. and P. Bhattacharya（2024）. “From pixels to patterns: review of remote sensing techniques for mapping shifting cultivation systems.” *Spatial Information Research* 32（2）: 131-141.

Mertz, O., T. B. Bruun, M. R. Jepsen, C. M. Ryan, J. G. Zaehringer, J. S. Hinrup and A. Heinimann（2021）. “Ecosystem Service Provision by Secondary Forests in Shifting Cultivation Areas Remains Poorly Understood.” *Human Ecology* 49（3）: 271-283.

（人文学研究科教授）

SUMMARY

Decline of swidden agriculture in the tropics and tropical deforestation: Towards a global scale research

Ren'ya Sato

This paper examined research methods to understand the process and mechanism of the decline of swidden agriculture and tropical deforestation through global scale surveys. It is becoming clear that swidden agriculture, which was once misunderstood as the main cause of tropical deforestation, has actually sustained tropical forests through the cyclical and sustainable use of fallow forests. On the other hand, in the 21st century, the transition of secondary forests of swidden fallow to other land uses such as plantations of perennial crops and permanent cultivation of various commercial crops has progressed rapidly due to the intervention of various actors. In this paper, research methods were proposed to clarify the global dynamics of land use transition from swidden fallow forests in the tropical regions of Asia, Africa, and Latin America by combining three approaches: 1) analysis of peer-reviewed papers on the transition from swidden fallow forests, 2) monitoring land use transition since 2000 through remote sensing data analysis and ground truthing, and 3) evaluating environmental and socio-economic impacts caused by the transition through field surveys.