

Environment Research and Technology Development Fund

環境省環境研究総合推進費終了研究等成果報告書

途上国での生物多様性と地域社会の相乗便益を目指した
セーフガード策定に関する研究
(4-1404)

平成26年度～平成28年度

Assessment of Criteria and Indicators for Securing
the Co-benefits of Local Community and Biodiversity

広島大学
京都大学
東京大学
早稲田大学

平成29年5月

環境省
総合環境政策局総務課環境研究技術室
環境保健部環境安全課環境リスク評価室
地球環境局総務課研究調査室

途上国での生物多様性と地域社会の相乗便益を目指した

セーフガード策定に関する研究

(4-1404)

I. 成果の概要	・ ・ ・ ・ ・	i
1. はじめに (研究背景等)		
2. 研究開発目的		
3. 研究開発の方法		
4. 結果及び考察		
5. 本研究により得られた主な成果		
6. 研究成果の主な発表状況		
7. 研究者略歴		
II. 成果の詳細		
(1) 生物多様性保全と地域社会の相乗便益に関する研究	・ ・ ・ ・ ・	1
(広島大学)		
要旨	・ ・ ・ ・ ・	1
1. はじめに	・ ・ ・ ・ ・	2
2. 研究開発目的	・ ・ ・ ・ ・	2
3. 研究開発方法	・ ・ ・ ・ ・	2
4. 結果及び考察	・ ・ ・ ・ ・	1 2
5. 本研究により得られた成果	・ ・ ・ ・ ・	2 7
6. 国際共同研究等の状況	・ ・ ・ ・ ・	2 8
7. 研究成果の発表状況	・ ・ ・ ・ ・	2 8
8. 引用文献	・ ・ ・ ・ ・	3 1
(2) 循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究	・ ・ ・ ・ ・	3 3
(京都大学)		
要旨	・ ・ ・ ・ ・	3 3
1. はじめに	・ ・ ・ ・ ・	3 3
2. 研究開発目的	・ ・ ・ ・ ・	3 5
3. 研究開発方法	・ ・ ・ ・ ・	3 5
4. 結果及び考察	・ ・ ・ ・ ・	3 5
5. 本研究により得られた成果	・ ・ ・ ・ ・	5 0
6. 国際共同研究等の状況	・ ・ ・ ・ ・	5 0
7. 研究成果の発表状況	・ ・ ・ ・ ・	5 1
8. 引用文献	・ ・ ・ ・ ・	5 5
(3) 移動耕作—Agroforestry混在型農業地域における森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究	・ ・ ・ ・ ・	5 6
(東京大学)		
要旨	・ ・ ・ ・ ・	5 6
1. はじめに	・ ・ ・ ・ ・	5 6
2. 研究開発目的	・ ・ ・ ・ ・	5 7
3. 研究開発方法	・ ・ ・ ・ ・	5 7
4. 結果及び考察	・ ・ ・ ・ ・	5 7
5. 本研究により得られた成果	・ ・ ・ ・ ・	6 0
6. 国際共同研究等の状況	・ ・ ・ ・ ・	6 1

7. 研究成果の発表状況	・ ・ ・ ・ ・	6 1
8. 引用文献	・ ・ ・ ・ ・	6 1
(4) 土地生産力や森林資源の時空間的変動が地域社会の便益に及ぼす影響	・ ・ ・	6 2
(早稲田大学)		
要旨	・ ・ ・ ・ ・	6 2
1. はじめに	・ ・ ・ ・ ・	6 2
2. 研究開発目的	・ ・ ・ ・ ・	6 3
3. 研究開発方法	・ ・ ・ ・ ・	6 3
4. 結果及び考察	・ ・ ・ ・ ・	6 4
5. 本研究により得られた成果	・ ・ ・ ・ ・	8 0
6. 国際共同研究等の状況	・ ・ ・ ・ ・	8 1
7. 研究成果の発表状況	・ ・ ・ ・ ・	8 1
8. 引用文献	・ ・ ・ ・ ・	8 2
III. 英文Abstract	・ ・ ・ ・ ・	8 3

課題名 4-1404 途上国での生物多様性と地域社会の相乗便益を目指したセーフガード策定に関する研究

課題代表者名 奥田 敏統 (国立大学法人広島大学 大学院総合科学研究科 教授)

研究実施期間 平成26～28年度

累計予算額 72,535千円 (うち平成28年度: 22,133千円)

予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード: 熱帯林、森林減少・劣化、住民便益、二律背反、生物多様性

研究体制

- (1) 生物多様性保全と地域社会の相乗便益に関する研究 (国立大学法人広島大学)
- (2) 循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究 (国立大学法人京都大学)
- (3) 移動耕作—Agroforestry混在型農業地域における森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究 (国立大学法人東京大学) についてはサブ課題代表者の健康上、および実施体制上の都合により26年度で離脱 (研究遂行上の問題はないものとして了承済み)。研究内容についてはサブ課題 (2)、(4) で分担して実施した
- (4) 土地生産力や森林資源の時空間的変動が地域社会の便益に及ぼす影響 (学校法人早稲田大学)

研究概要

1. はじめに (研究背景等)

深刻化する熱帯域での森林減少・劣化を抑止するための温室効果ガス削減活動として2020年から開始予定のREDD+ (森林減少・劣化由来の温室効果ガス削減活動) が注目を集めているが、その実施に当たっては、生物多様性や先住民の権利への配慮が必要とされ、これらがセーフガードの重要項目として盛り込まれている (COP16カンクン合意)。

しかしながら、世界の遺存的生態系となった熱帯林とその生物多様性を保全するには、拘束性の弱い温暖化対策の付加的措置としてのセーフガードではなく、むしろ当該地域で培われてきた循環型農業と生物多様性の視点からの抜本的な保全対策を急ぐべきであり、例えば生物多様性条約の強化を目指した、実効性の高い生態系保全のための「仕組み作り」こそが、喫緊かつ重要課題である。とはいえ、自然資源への依存度が高い熱帯地域社会では、森林を巡る様々な利害関係が複雑に絡むため、一方的な森林資源利用の制限や修復活動の押しつけは、リーケッジに代表される社会的混乱を助長する。端的には生物多様性保全は地域社会・住民の便益と拮抗する場合もあり得る。

こうした背景から、申請者らは熱帯林を抱える途上国の農村社会の地域便益と生物多様性に着目し、トレードオフを含む両者のバランスを維持・改善し自然資源を長期安定的に利用するためにはどのような施策が必要かという問いに対して科学的根拠に基づく定量的評価が可能な「基準・指標」設定を目指した研究を早急に開始すべきと考えた。すなわち、本研究は生物多様性と地域便益が両立する「循環型社会形成のためのセーフガード策定」を目的とするものである。得られた「基準・指標」に関する成果は、至近的にはREDD+などのセーフガードの確立とその効果的運用に十分な影響力を持つと考えた。

2. 研究開発目的

本研究では、熱帯林を抱える途上国の農村社会の地域便益と生物多様性に着目し、両者の相乗効果 (便益) を醸成するためにはどのような施策が必要か、またそのための基準、指標は何かを明らかにすることを目的とする。その上で「循環型社会形成のための独自のセーフガード」を提案することを目指す。研究対象は、未だ森林減少が緩和しないミャンマーとし、同国内のガバナンスの異なる幾つかのサイトを選定する。その上でこれらサイトでの要因 (森林面積減少率、世帯収入、住民による生態系再生活動、土地生産力等) とガバナンスとの関係を明らかにし、生物多様性保全による自律的再生能力が地域社会の長期的な便益に対してどのような影響力を持ちうるかについて調査・分析を行う。サブテーマ毎の目的を以下に記す。

(1) 生物多様性保全と地域社会の相乗便益に関する研究

ミャンマーの森林—農耕地生態系において植物、動物群の多様性が「生態系の自律的復元力」の指標としてどの程度有効に機能するかについて調査を行い、地域便益を担保するためにはこれらの生物

多様性をどのレベルでまで保全すればよいのかを明らかにする。

(2) 循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究

ミャンマーの森林－農耕地生態系において地域住民の社会・経済的環境に関わる個別指標（リーダーシップ、意思決定システム、土地利用タイプの選好性）を抽出し、それらが地域住民の長期的便益にどのように影響を与えるかを明らかにする。

(4) 土地生産力や森林資源の時空間的変動が地域社会の便益に及ぼす影響

ミャンマーの森林－農耕地生態系において、農地拡大、森林減少・劣化などの土地利用変化や土地生産性の時空間的変動が地域社会の長期的便益とガバナンスにどのように関わっているかを明らかにする。

3. 研究開発の方法

(1) 生物多様性保全と地域社会の相乗便益に関する研究

調査対象とした保護林はミャンマーのほぼ中央部、バゴー山地に位置し、首都ネピトーから 20 km ほどしか離れていない（図(1)-1）。熱帯モンスーン気候下にある本地域にははっきりとした雨季と乾季の差があり、年間降水量の 97% が集中する 5 月から 10 月の雨季と、ほとんど雨が降らない 2 月から 4 月の乾季に分けることができる。保護林で取られた 2013 年と 2014 年の気象データは、年平均降水量が 1421mm、平均気温が 24.5℃であることを示している。

調査地の森林は政府により保護林の指定を受けているだけでなく、その一部はさらに、環境保全林業省森林局により試験林にも指定されている。この試験林部分はミャンマー森林研究所により管理され、1980 年前後にチーク (*Tectona grandis* L.) やピンカド (*Xylia xylocarpa* ROXB.)、ビルマカリン (*Pterocarpus macrocarpus* KURZ.) などの林業的価値が高い木が植栽された。またタケ (*Bambusa polymorpha* Munro と *Cephalostachyum pergracil* Munro) が第二層によく繁茂していた。これら 2 種のタケは住民にとって重要な林産物でもあり、*Bambusa polymorpha* の筍は食材にされるし、*Bambusa polymorpha*、*Cephalostachyum pergracil* とも稈が建材として利用されていた。試験林に指定された部分は森林管理官により、植栽された樹木の政府以外による伐採がないように管理されていた。一方、試験林外は自然更新により成立した二次林に覆われており、この部分には森林管理官による見回りはない。

調査対象とした保護林はモシュエ村に隣接しており、保護林の境界まで水田が迫っていた。保護林のほぼ中央を車両の通行量が多い幹線道路が走っていた。住民は頻繁に保護林に入り、生活に必要な燃料や資材、食料を得ていた。モシュエ村では、2014 年現在、計 403 世帯の住民が居住していた。村の歴史は長く、英領植民地時代から開拓されていたようである。村の人口は現在も増加傾向にあるものの、保護林指定地域を開墾することができないため農地は不足している。世帯の 50% ほどが農地を持ち、立地条件や気象条件や作物の価格動向に従い栽培する作物を変えていた。また、牛、豚、鶏などの家畜を飼育している世帯もある。農地を持たない住民は、農作業や建設現場の賃労働や、タケなどの森林資源の採取で生計を立てている。なかには、国外に出稼ぎへ出るものもある。この保護林を調査地に、①森林と生物多様性の状況に関する調査、②森林管理が森林と生物多様性に与える影響に関する調査、③住民による林産物の利用に関する調査、④野生動物に関する調査、⑤タケ類の生物学的および社会学的持続性に関する研究、⑥タケ類の更新適地に関するそれぞれの調査を行った。

(2) 循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究

循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係を明らかにするため、バゴー地区の 2 サイト（モシュエ村と S 村）において、地域社会の経済（収穫物、収入、市場との関連性）について個別（世帯、個人を対象）にヒアリングを行い、各世帯や community の経済状況と農業および森林資源の利用度などとの関連性について分析した。さらに高解像度衛星画像を用いて community forest を含めた村域全体の土地利用図を作成し、現地踏査と聞き取り調査で細部を確認した。これらの結果から、多様性保全が地域社会の長期的便益にどのように影響を与えるか、さらに、住民の土地利用に対する選好が生態系の管理にどのように反映されているかを考察した。



図(1)-1 調査地としたミャンマー・バゴー地区の森林の位置。調査地は●で示されている。

(4) 土地生産力や森林資源の時空間的変動が地域社会の便益に及ぼす影響

- ① 時空間的な土地利用変化の解明
衛星データを用いて土地利用変化をモシュエ地区の土地利用の時間的な変遷を明らかにするとともに、森林を主なタイプに区分し、各森林タイプの炭素固定量を算定するため、森林バイオマス調査地点を設計した。
- ② 社会経済調査
社会経済調査を通して森林減少・劣化のドライバーおよびエージェントを検出するとともに、森林保全政策や活動を行うことで便益を損なわれる可能性のある住民グループを探った。
- ③ バイオマス調査
衛星データから区分された森林タイプや社会経済調査での住民の森林利用に応じて調査プロットを配置し、森林バイオマスを計測した。
- ④ 住民の経済的便益としてのタケ資源を評価
住民への社会経済調査から、モシュエ地区ではタケ林が重要な経済資源であることが分かってきたので、2年目、3年目の調査ではタケ資源やその販路、利用方法などを調査した。
- ⑤ 住民の便益を定量的に評価する手法の開発
研究対象地のバイオマス調査から、森林構造は森林の管理目的によって異なることを明らかにし、森林構造の複雑さとバイオマス、樹種数の関係を定量的に評価する手法を開発した。
- ⑥ モシュエ地区の森林生態系の望ましい管理体系を考察
森林減少や劣化のドライバーとなる要因およびエージェントを明らかにし、森林減少・劣化を防止するための管理体系を提案した。

4. 結果及び考察

(1) 生物多様性保全と地域社会の相乗便益に関する研究

- ① 森林と生物多様性の状況に関する調査では、幹線道路沿いの植林地は、その立地条件から監視が行き届き、しっかりと管理されているため政府の意に反して伐採されることが起こらない。しかし幹線道路から離れると監視が行き届きにくくなり、こうした伐採を許すことを明らかにした。また、後述するとおり、地域住民にとって重要な林産物であるタケは森林劣化が進むほど増える傾向があるが、同時に生物多様性を減少させる効果を持つことも明らかにできた。
- ② 森林管理が森林と生物多様性に与える影響に関する調査では、保護林は典型的な6つの森林タイプ（監視のある自然林、監視のない自然林、村から離れた自然林、管理プランテーション、放置プランテーション、タケサイト）に分けることができることが示せた。調査結果から、6つの森林タイプの特徴をまとめると、いずれの森林タイプにも一長一短があることがわかった。したがって、どれか一つの森林タイプが優占すればいいということではなく、これらのモザイク性を維持させることが住民便益のためにも、生物多様性を含めた生態系サービスの高度発揮の為にも重要である

と考える。

- ③ 住民による林産物の利用に関する調査では、住民は林産物を建材、薪炭材、食料、薬、飼料など様々な目的で使用しており、検めて地域住民にとって林産物が欠かせない存在であることを浮き彫りにすることができた。
- ④ 野生動物に関する調査においては、住民は23種の野生動物を利用しており、それにはレッドリストに絶滅危惧種、もしくは準絶滅危惧種として掲載されている7種を含んでいた。住民によれば、野生動物は10年前に比べ減少しており、森林劣化による生息環境の悪化がこの大きな原因だと考えられた。
- ⑤ タケ類の生物学および社会学的持続性に関する研究では、たとえ調査時点より採取量が増加したとしても、タケ類の個体群そのものは持続可能であり、生物学的な持続性評価では、どのような利用圧下でもタケは地域絶滅することなく、持続的なことがわかった。一方で、採取量が調査時点より増えた場合、両種とも採取数が50年後には現在の3割未満に大きく減少し、社会学的（経済学的）には持続可能な利用法でないことが示された。同時に調査時点の採取圧下（平均採取率 *B. polymorpha*: 2.66 %、*C. pergracile*: 22.2 %）であれば、住民のタケの採取は持続可能であることが示された。調査時点の採取量以上のタケの利用は、将来のタケの個体数を減少させることになることが示されたにのだから、調査時点の採取量を超えてタケを採りすぎない配慮やしきみづくりが必要である。⑥タケ類の更新適地に関する研究において、調査地に出現したタケ類3種の更新敵地を示すことに成功した。

（２）循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究

- ① モシュエ村・S村は、それぞれバゴー山地の里山山村・奥山農村と位置づけられる。モシュエ村落区の9カ村は、バゴー山地北端の丘陵地にあり、家々は谷間に集まり、水田や畑地に囲まれている。調査の結果、循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益をはかるには、住民の土地保有が鍵となることが示された。周辺村落の多くの土地なし住民がモシュエ村落区に移住し、そのうち土地を購入する資金のない者は、賃労働とともに、収入のより良い森林資源採集に従事する。最も良い収入源が木材である限り、森林劣化は避けられない状況であることが分かった。住民は農地のうち、水田を重視し、水稻は収量や食味で陸稲にまさるため、商品作物栽培や賃労働の収入で米を買うよりも、自家の水田で米を自給する方が好まれる傾向が見られた。近年、ミャンマーでは、最初の土地法を整備するための土地利用政策が発表され、住民の土地保有も言及されている。特に水田は土地保有を認められる可能性が高く、住民による水田保有のこだわりの一因となっている。この「水田アグロフォレストリー」が、長期的な森林資源の持続性と地域社会の便益を確保する現実的なシナリオと考えられた。
- ② バゴー山地のS村では2014年からは住民林業（community forestry）が導入され、いまではほとんどの世帯が住民林業の登録を望んでいることが分かった。住民林業の法的根拠は、1995年住民林業令である。5世帯以上で構成されるユーザーグループが、住民林業の登録手続きをすれば、30年間の森林利用が認められる。S村では親族間で5世帯のユーザーグループを作り、住民林業登録を申請する。実質的には個別世帯の林地となる。S村での調査の結果、現在、38ヘクタール（39筆）の住民林業が認可済で、その平均面積は0.8ヘクタール（0.4～1.6ヘクタール）であることが分かった。さらに800ヘクタールの住民林業申請を準備中である。S村の底地は国有指定林である。しかし地上部にカレン領域が設定されている。その中で最近になって住民林業が認められた。こうした重層性は外部からの土地収奪に対して抵抗性があることが知られている。現在、普及しつつある住民林業は、指定林・カレン領域・住民林業という3層の構造が、国有林内での住民の林野利用という土地利用・保有の重層性をうまく追認していると考えられる。外部からの土地収奪のリスクをなくす一方で、個々のユーザーグループは休閑地を造林地として確保している。外部からの土地収奪を抑制し、内部での重層的な利用保有関係を追認維持する「あいまいさ」を確保しながら調整する仕組みとなっていることが判明した。
- ③ 住民林業では、焼畑の休閑地が毎年次々と「チーク林」になってゆくの10年もたてばこれまでの焼畑休閑地のすべてが造林地となってしまう。日本で「林業前期作型」と呼ばれたと焼畑造林である。こうした経緯を経て、21世紀のバゴー山地では、非農就労と谷内田とチーク林経営とを組み合わせさせた農家林業が出現する可能もある。それはすでに隣接する北部タイで実現している景観である。「生物多様性・温暖化対策」はこうした経済発展に合わせた森林推移を後押しすることに役立つ可能性が大きい。土地収奪などのリスクをできるだけ抑制するように留意する必要がある。

(4) 土地生産力や森林資源の時空間的変動が地域社会の便益に及ぼす影響

① 時空間的な土地利用変化の解明

モシュエ地区25km×25kmを分析対象地として森林分布の動態を1989, 1999, 2016年のLANDSAT衛星データにより調べた。その際、参照データとしてWorldView-2、SPOT、Google Earthを用いた。この地域の特徴としてはタケ林が広範に分布しており、タケの森林内への侵入は森林劣化の要因であると同時に、地域の重要な経済資源ともなっている。

そこで、タケ林に注目しながら3時点の土地利用変化を調べ、時系列的な面積変動を表したのが表(4)-1である。

表(4)-1 土地利用区分別の面積(km²)

区分	1989/1/16	1999/12/30	2016/2/4
A. タケ林・タケ優占林	18.1	15.9	77.7
B. タケと樹木の混交林	386.0	484.4	257.5
C. 森林・樹木優占林	183.9	67.3	172.9
D. 農地・裸地	32.6	53.0	72.8
E. 水域	5.3	4.8	3.9
F. その他	0.3	0.7	41.9
合計	626.2	626.2	626.8

表(4)-1から明らかになったことは、A. 農地・裸地は各時点間で増加しているものの20km²ずつと大きな増加ではない。大きく変動しているのはB. タケと樹木の混交林とC. 森林・樹木優占林である。1980年代、1990年代はバゴー山地の特産であるチーク材の伐採、植栽、それに伴う天然林内の商用樹種が木材公社、森林局により伐採されていた時期になる。

1990年代は大規模な択伐による木材生産のためC. 森林・樹木優占林の減少が著しく、択伐後のギャップへのタケの侵入によるB. タケと樹木の混交林の増加が見られる。また、ミャンマーでは用材利用が4.3百万 m³であるのに対し、薪炭材利用が38.3百万 m³と需要が大きいことから、人口増加がその地域に森林劣化に拍車を掛ける構図になっている。2000年に入るとB. タケと樹木の混交林はチーク植林などが進みC. 森林・樹木優占林は増加に移行する森林と、さらに劣化が進みA. タケ林・タケ優占林に移行するグループに分かれる。

② 社会経済調査

住民の半数は農地を保有せず、他の農家の手伝いや非農業収入、タケの採取（タケノコ、タケ材）に従事していることが分かった。また、調査では明らかにならないものの、現地踏破から違法伐採が多く見られた。

③ 住民の便益と生物多様性の関係を視覚的に評価

各森林タイプの樹木の胸高直径と樹高のGini指数を2次元座標に配置させると、0.2～0.3あたりに種数の多い森林が集まることが分かる。ここでは示していないが、バイオマスとGini指数の関係をみると、右上には大径木と小径木からなる直径と樹高にバラツキのあるバイオマスの大きな森林が位置し、同様に手入れされたチーク植林のように、直径、樹高にバラツキがなくバイオマスが大きな森林が集まる。そして、中央部には樹種数は多いもののバイオマスの小さな森林が位置する。これらの森林はタケの混交率も高い。

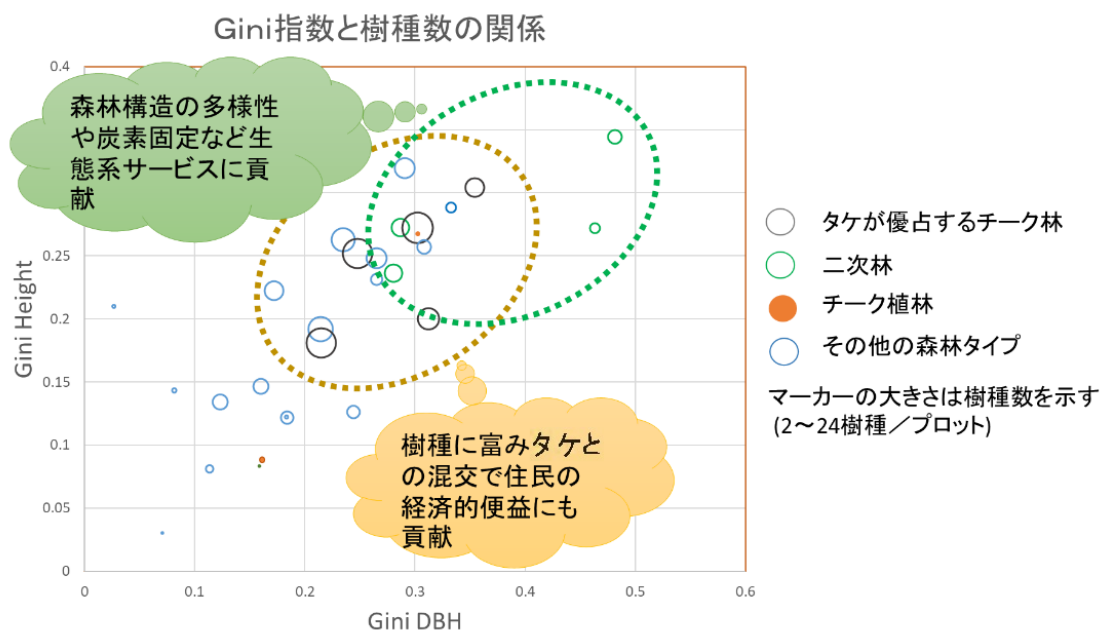
図(4)-1でも、違法伐採などで本数の少なくなったチーク植林地に天然更新で在来種が侵入し、結果的に樹種数が多い森林が中央部に位置する。右上と左下に住民の便益とは関係ない森林が位置し、中央部に住民の便益と生物多様性に富む森林が位置する。

このように、Gini指数から相対的にはあるが、セーフガードに相当する2つの項目を数値的に表現することが可能であることが分かった。

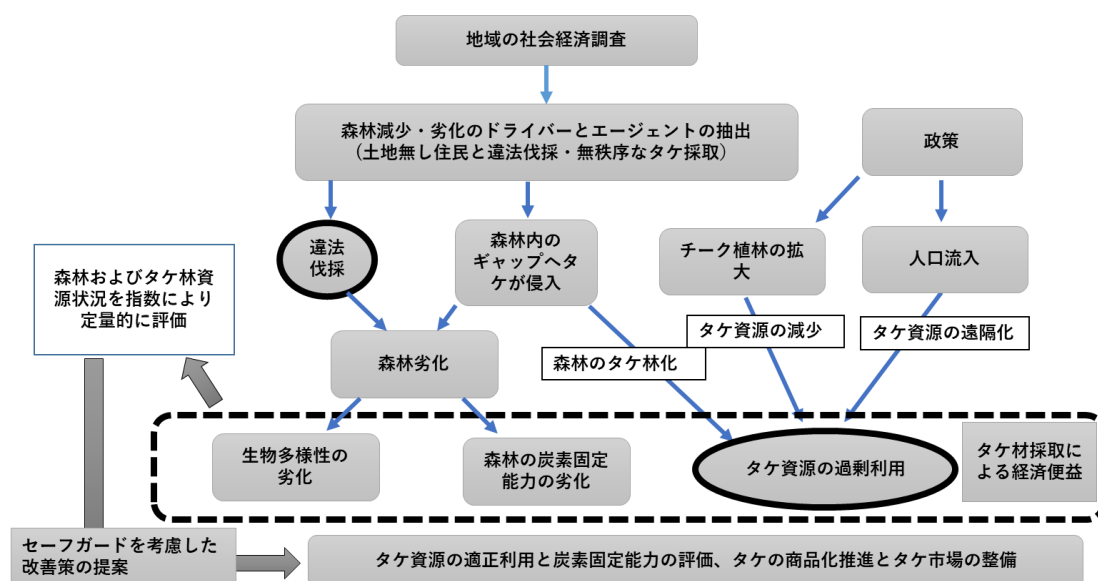
④ まとめ

サブテーマ(4)の研究で得られた成果をまとめたのが、図(4)-2である。社会経済調査から生計維持のために森林内へアクセスせざるを得ないグループは、土地無し住民であることが分かった。違法伐採・タケ材の採取が中心であり、政府のチーク植林の拡大策によるタケ林の減少、余剰農地のない地域へ新規移住者の流入といったことが、タケ資源の過剰利用を促している。

今回の調査では劣化した森林は管理されたチーク林や大径木を含む二次林に比べ、樹木のバイオマスは劣るものの、樹種数やタケを含めたバイオマスという点では、他の森林タイプに比べ優位にあることが明らかになった



図(4)-1 Gini指数と森林タイプ



図(4)-2 サブテーマ(4)成果のまとめ

(5) 総合考察

ミャンマーの森林減少率は東南アジア諸国に於いてトップクラスであり、いまだに自然林の減少率は緩和されない。特にバゴー山地を含む中央平原において森林劣化・減少は極めて深刻である。本課題を進めるにあたり、当該地域の森林減少・劣化の主要因が以下に述べる社会的背景に強く絡んでいることが分かった。即ち、発端は1970年代の政府系・林業開発公社による天然チークを主体とした大規模商業伐採であるが、その際の施業とその後の荒廃地への植林活動の推進のために、農山村地域に労働力(者)が大量投入され、その結果、林業就労者が農山村に留まり(取り残され)、人口が急激に増加したこと、さらに、移住による土地無し農と土着の農民、焼畑農民などが混在し、薪炭材や建材などの違法伐採をはじめとする森林資源への強烈なインパクトが誘発したため、今日まで森林資源が「食いつぶされ」奥山への森林侵食が進んだことが背景にあることが判明した。このことは、衛星画像の解析などにより、バゴー山地地域の森林が中央平原から山地側に消失し続けてきていること、また隣接するシャン州などでも同様の傾向をとらえることができたことから明らかになった(サブテーマ1, 3, 4)。森林

減少・劣化のドライバーが複雑に絡むこうした状況（図(4)-2）をミャンマー政府も深刻にうけとめており、住民林業やチークの大規模植林などを国家プロジェクトとして推進しているが、途上国の森林衰退の根本的課題である「貧困」対策としての農村開発（住民便益の保証）への足がかりが見えねば一向に解決の糸口が見えない。そこで本研究では、地域住民の生活水準向上に繋がる幾つかの指標について調査・分析したところ、住民への土地利用権の付与の効果やタケに代表される非木材資源の確保が一定の効果をもたらすことがわかった（サブテーマ2, 4）。土地利用権の付与については隣国であるラオスでは利用権の転売などにより逆効果が顕在化しているが、本課題の調査対象地のようにトップダウン的なガバナンスと住民林業などの「合わせ技」により、こうした負の影響も最小限に食い止めることが出来る可能性があることがわかった。一方、森林からのタケ採取は図(4)-2で示したように過剰採取によるタケ個体群の衰退の可能性も考えられたため、採取圧との関連から個体群動態モデルで将来予測したところ、現在の採取圧であればタケそのものが衰退する可能性は極めて低い事を示す結果が得られた（サブテーマ1）。とはいえ、タケと森林構成種との多様性には負の相関が認められたことから、生物多様性保全の視点からタケの優占度を考慮に入れた森林管理のチューニングが重要であることが分かった。住民による林産物の里山的利用管理については住民意識として深く根付いているため、二次林保全という視点からの生物多様性の保全活動を推進できる素地は十分にあると考えられた。しかしながら、人口増と薪炭材の供給量の確保という点からみれば、二次林の面積は不十分でその確保に当たっては、自然林の拡大などの対策が喫緊の課題であることが判明した。土地利用権の付与施の実施とフォローアップ、タケの経済効果の再評価などと共に、これらの点について、カウンターパートであるミャンマー森林局に具申した。現在、JICAによる当該地域でのREDD+のプロジェクトが検討中であり、本研究で提示した項目が住民便益と森林保全のバランスを取る上での指標として利用されることが期待される。

5. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

サブテーマ（1）では、以下の5点の成果があった。（1）従来、道路は生態系に対して負の影響を与えることがよく知られていたが、住民や森林管理官らによる違法伐採の相互監視という点から、道路が生態系に対して正の影響を与えることがわかった。（2）住民にとって重要な林産物であるタケが森林生態系の生物多様性に対して負の影響を持つことを明らかにすることができた。（3）ミャンマーの典型的な農山村域周辺の森林を調査し、その森林を6つの森林タイプに分類することができた。さらにこの森林タイプのうち、どれか一つが優占すれば住民便益と生物多様性を含めた生態系サービス機能を向上させられるのではなく、これら森林タイプのモザイク性を維持させることが住民便益と生物多様性を含めた生態系サービス機能にとって重要であることを世界で初めて明らかにした。

（4）今まで不明であったミャンマー・バゴー地区の森林に優占する3種のタケ、*Cephalostachyum pergracile*, *Bambusa polymorpha*, *Dinorchloa maccllelandii*の更新特性を明らかにした。（5）これらのタケ類は現在の利用圧下では持続的に利用されることがわかったが、今より利用圧が上がると持続性が担保できないことも示された。ミャンマー・バゴー地区の人口増加を考えると、今後、タケの利用圧が上昇することが予想され、タケ類の適正管理が将来にわたり、より重要になることが明らかとなった。

サブテーマ（2）の科学的な成果は次のとおりである。市場経済下での農山村発展を目指すミャンマーで、その基盤となる小農土地保有の合法化がすすめられ、同時に住民主体の地方分権的な森林資源管理への移行を目指して「住民林業」が推進されている。本研究では、その中で重要となる「生物多様性と地域社会の相乗便益」を調査村の事例で実証的に明らかにすることができた。とくに林野利用権の重層的構造が外部からの土地収奪に抵抗性を持ち、モザイク状の植生が残されることで「生物多様性と地域社会の相乗便益」に寄与することを明らかにした。

サブテーマ（4）では次の科学的な成果があった。セーフガードについてREDD+では報告様式を決めただけで、実際に環境保全活動の中でどのように評価するのか科学的に裏付けされた基準の提案がなされていなかった。サブテーマ（4）では森林構造の複雑さを直径と樹高の2つのGini指数で表現し、それと炭素固定量を示すバイオマス、樹種数との関係を明らかにした。これにより、熱帯林の林分構造と人為インパクトの関係を指数として表現できるようにし、セーフガードを改善するのにどのような環境保全アプローチが望ましいかを、定量的に表現できるアプローチを示した。

(2) 環境政策への貢献

① 本研究の成果はREDD+をミャンマーなどのような森林劣化が深刻化する地域で、住民便益を確保

しながら炭素貯留量を担保する上で、重要な指針になり得る。

- ② REDD+実施において森林保全地域を指定する際のリーケッジ抑止策に資することが出来る。
- ③ 熱帯林の保全について生物多様性保全の観点からこれに矛盾・拮抗しない形での森林炭素貯留量保全策を提案することが出来る。
- ④ ミャンマー政府からの要請により、2015年6月にミャンマーで開催された国際会議(ASEAN Social Forestry Network)で世帯・村落ベースでの生物多様性保全(持続的な森林資源利用)と地域社会便益の実現するための具体的な指標を提案・公表し、ミャンマー及び周辺国でのセーフガードに配慮したREDD+の制度設計の推進に貢献した。
- ⑤ ラオスで行われた自然エネルギーに関する国際シンポジウム(JST及びラオスエネルギー省主催、2016年11月)で研究成果を発表し、ラオスおよびASEAN諸国の森林資源の保全と住民便益についての指標探索についてのデータ取得法、分析方法、森林資源保護の視点から土地利用のモザイク性の重要性について紹介および今後のネットワーク形成に貢献した。
- ⑥ 2017年2月10日にネピドーで開催された途上国森林劣化対策整備事業のワークショップ(林野庁海外林業協力室が主催)に参加し、ミャンマー政府森林局長、日本の林野庁協力室長が参加のもとに、本研究成果の成果を発表し、地元政府に住民便益確保のための具体的な指標を提示した。
- ⑦ JCM対象国を招待したREDD+ワークショップ(2016年7月14、15日の環境省主催)において、本課題の成果を元に農村開発という視点からREDD+事業の意義趣について発表を行い、参加国の代表団から強い関心と反響を得ることが出来た。

<行政が既に活用した成果>

- ① 林野庁による「REDD+推進民間活動支援事業」、森林総研REDD+推進委員会などの評価委員会、検討委員会において途上国におけるREDD+セーフガードで謳われている生物多様性や住民便益を担保するためにどのような配慮事項があるかについてインプットを行い、Safeguard Information Systemの作成などに協力・貢献した。
- ② 本研究の成果が、ミャンマーの中央平原(バゴー地区)でのJICA業務委託でのJCM-REDD+フィージビリティ・スタディでのバゴーヨマの調査へとつながった、今後当該地での、JCMで-REDD+事業の可能性の探索に貢献した。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- ① 住民の便益、生物多様性への配慮について、森林保全政策の中で具体的に何をすべきか曖昧であった。本研究では視覚的、定量的に住民の便益や生物多様性の状況を表現する指標を開発できた。これにより、REDD+の実施に際しセーフガードに配慮しながら森林保全活動を実施しているかどうかを評価することが可能となった。今後、REDD+活動における排出削減分を我が国の削減目標に組み入れる際にも、REDD+によるクレジットが環境十分性に基づいているか否かを、政策担当者が定量的に評価する手法として活用できる。また、セーフガードに基づく形でのREDD+の設計、実施方法についても、具体的なフローの形で示すことができた。これらはREDD+のガイダンス作成を進める上で、汎用性の高い評価手法として採用される可能性がある。
- ② 本研究が示した調査アプローチは今後地元の研究機関に日本からのNGO、JICAなどが技術支援を実施する上でパイロットプログラムとなり得る。
- ③ SDG(Sustainable Development Goals)で掲げる目標項目、特に17の森林保全に関する目標について具体的な指針を与える素地を構築した。
- ④ REDD+のセーフガードの2大項目である「生物多様性の保全」と「地域住民の便益」のバランスについて具体的な指標を示すことが出来る。とりわけ調査対象地のような農山村地域において、住民便益を担保できるような非林産物生産の持続性と農村集落近隣域での森林構成種や野生動物の生物多様性とのバランスを考慮する上でのモデルとなりうる。

6. 研究成果の主な発表状況

(1) 主な誌上発表

<査読付き論文>

- 1) Nyein Chan, Shinya Takeda, Reiji Suzuki and Sota Yamamoto: New Forests, 47, 4, 565-585(2016) "Assessment of biomass recovery and soil carbon storage of fallow forests after

swidden cultivation in the Bago Mountains, Myanmar”

- 2) Nyein Chan and Shinya Takeda: Mountain Research and Development, 36, 320-331(2016) “The Transition Away From Swidden Agriculture and Trends in Biomass Accumulation in Fallow Forests: Case Studies in the Southern Chin Hills of Myanmar”

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 奥田敏統(編) 温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー 文一総合出版、東京、(2017)
- 2) 奥田敏統 序論 奥田敏統(編)「温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー」pp. 7-20. 文一総合出版、東京、(2017)
- 3) 天野正博 緩衝帯の設定と炭素排出の抑制 「温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー」pp. 7-20. 文一総合出版、東京、(2017) 23-37
- 4) 竹田晋也 カレン領域における境界画定と住民林業「温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー」pp. 7-20. 文一総合出版、東京、(2017) 97-112
- 5) 山田俊弘 保護林の住民利用とそれによる森林保護の可能性 ミャンマー、マンダレー管区の農山村の事例 奥田敏統(編)「温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー」pp. 129-140 文一総合出版、東京、(2017)
- 6) 奥田敏統 二項対立回避へのアプローチー農地開発に伴う生態系劣化と甦生ー 奥田敏統(編) pp. 169-197 文一総合出版、東京、(2017)
- 7) 奥田敏統 熱帯地域における生物多様性保全と地域社会便益のシナジー — REDD+運用に当たっての課題 — 海外の森林と林業 98: 3-7 (2017)

(2) 主な口頭発表(学会等)

- 1) 山田俊弘: 第62回日本生態学会全国大会(2015)
「選択伐採が森林生態系に及ぼす長期的な影響」
(第4回日本生態学会大島賞受賞講演)
- 2) 志摩兼、奥田敏統、Saw Leng Guan、山田俊弘: 第26回日本熱帯生態学会年次大会(2016)
「マレーシアパソ保護林における選択伐採後の樹木種多様性の動態」
(第26回日本熱帯生態学会優秀ポスター受賞)
- 3) 上田健太、大重千宏、小林美月、堀金司、山田俊弘、奥田敏統、Ei Ei hlaing: 日本生態学会第64回全国大会(2017)
「ミャンマー農山村で高頻度に利用されるタケ(*Bambusa polymorpha* と *Cephalostachyum pergracile*)の個体群動態と持続可能性」
(第64回日本生態学会大会ポスター賞 優秀賞受賞)

その他、47の口頭発表を行った。

7. 研究者略歴

課題代表者: 奥田敏統

コロラド州立大大学院修士課程修了、広島大学大学院理学研究科博士過程後期単位取得退学、理学博士、国立環境研究所熱帯生態系研究室長、現在、広島大学大学院総合科学研究科教授

研究分担者

- 1) 山田俊弘
大阪市立大学理学研究科修了、理学博士、現在、広島大学大学院総合科学研究科教授
- 2) 竹田晋也
京都大学農学部卒業、京都大学大学院農学研究科博士後期課程修了、京都大学農学部講師、現在、京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科教授
- 3) 井上真
東京大学農学部卒業、東京大学大学院農学生命科学研究科森林科学専攻助教授、東京大学大学院農学生命科学研究科農学国際専攻教授(分担時)
- 4) 天野正博

- 5) 名古屋大学農学部卒業、森林総合研究所森林管理領域長、現在 早稲田大学人間科学部教授
小柳知代
東京大学農学部卒業、早稲田大学人間科学部助教、現在 東京学芸大学環境教育センター専任
講師

4-1404 途上国での生物多様性と地域社会の相乗便益を目指したセーフガード策定に関する研究

(1) 生物多様性保全と地域社会の相乗便益に関する研究

国立大学法人広島大学

奥田 敏統・山田 俊弘

平成26(開始年度)～28年度累計予算額：32,011千円（うち平成28年度：10,761千円）

【要旨】

ミャンマーの森林－農耕地生態系において植物、動物群の多様性が「生態系の自律的復元力」の指標としてどの程度有効に機能するか、また地域便益を担保するためにはこれらの生物多様性をどのレベルでまで保全すればよいのかを明らかにすることを目的として、ミャンマー・バゴー山地北部の農山村および周辺の二次林を対象に、1) 森林と生物多様性の状況に関する調査、2) 森林管理が森林と生物多様性に与える影響に関する調査、3) 住民による林産物の利用に関する調査、4) 野生動物に関する調査、5) 非木材林産物の重要な要素であるタケ類の生物学および社会学的持続性に関する調査を実施した。その結果、1) 木材抽出や薪炭材採取を目的とした違法伐採は幹線道路や村の中心部から離れるに従い激化し、植生高や現存量などの低下など顕著な影響となって表れることが分かった。一方、地域住民にとって重要な林産物であるタケは森林劣化が進むほど増える傾向があるが、同時に生物多様性を減少させる効果を持つことも明らかになった。2) これらの結果から、調査対象とした林分はバイオマスの残存の程度などにより6つの森林タイプに類型化することが出来たが、その背景には森林管理官や地域住民の相互監視や村や幹線道路からの距離などが要素となる木材の搬出アクセスが影響していることが明らかとなった。3) 森林から得た林産物資源は建材、薪炭材、食料、薬、飼料など様々な目的で使用されており、違法採取とはいえ、木材・非木材林産物は住民が生計を立てる上で必要かつ最低限の資源であることがわかった。4) 住民は23種の野生動物を利用しており、それにはレッドリストに絶滅危惧種、もしくは準絶滅危惧種として掲載されている7種を含んでいた。住民へのヒアリングによれば、野生動物は10年前に比べ減少しており、森林劣化による生息環境の悪化がこの大きな原因だと考えられた。5) 劣化と共に優占するタケ類の存続可能性について調査分析を行ったところ、タケ類の個体群そのものは現時点での採取量程度では、生物学的には持続可能であることがわかった。一方で、採取量が調査時点より増えた場合、採取できる量が50年後には現在の3割未満に大きく減少し、経済学的には持続可能な利用法でないことがわかった。以上のように調査対象地の二次林生態系は住民の林産物利用に強く依存を受けており、劣化のプロセスには地域社会の様々なdriving force（原動力）が働いていること、単純に森林資源へのアクセス制限を加えるだけでは、調査対象地の住民便益と生物多様性・森林資源の持続性を担保することは極めて困難であること、その結果リーケッジを誘発する可能性が高いことなどが示唆された。解決策への糸口として資源の需要と供給量のバランスを取るためには、薪炭材などの生活資源を確保するためのゾーニングや薪炭林造林などの可能性を探索する作業を早急に開始する必要があると考えられる。

【キーワード】 熱帯林、森林減少・劣化、住民便益、二律背反、生物多様性

1. はじめに

深刻化する熱帯域での森林減少・劣化を抑止するための温室効果ガス削減活動として2020年から開始予定のREDD+（森林減少・劣化由来の温室効果ガス削減活動）が注目を集めているが、その実施に当たっては、生物多様性や先住民の権利への配慮が必要とされ、これらがセーフガードの重要項目として盛り込まれている（COP16カンクン合意）。

しかしながら、世界の遺存的生態系となった熱帯林とその生物多様性を保全するには、拘束性の弱い温暖化対策の付加的措置としてのセーフガードではなく、むしろ当該地域で培われてきた循環型農業と生物多様性の視点からの抜本的な保全対策を急ぐべきであり、例えば生物多様性条約の強化を目指した、実効性の高い生態系保全のための「仕組み作り」こそが、喫緊かつ重要課題である。とはいえ、自然資源への依存度が高い熱帯地域社会では、森林を巡る様々な利害関係が複雑に絡むため、一方的な森林資源利用の制限や修復活動の押しつけは、リーケッジに代表される社会的混乱を助長する。端的には生物多様性保全は地域社会・住民の便益と拮抗する場合もあり得る。

こうした背景から、申請者らは熱帯林を抱える途上国の農村社会の地域便益と生物多様性に着目し、トレードオフを含む両者のバランスを維持・改善し自然資源を長期安定的に利用するためにはどのような施策が必要かという問いに対して科学的根拠に基づく定量的評価が可能な「基準・指標」設定を目指した研究を早急に開始すべきと考えた。すなわち、本研究は生物多様性と地域便益が両立する「循環型社会形成のためのセーフガード策定」を目的とするものである。得られた「基準・指標」に関する成果は、至近的にはREDD+などのセーフガードの確立とその効果的運用に十分な影響力を持つと考えた。

2. 研究開発目的

本研究では、熱帯林を抱える途上国の農村社会の地域便益と生物多様性に着目し、両者の相乗効果（便益）を醸成するためにはどのような施策が必要か、またそのための基準、指標は何かを明らかにすることを目的とする。その上で「循環型社会形成のための独自のセーフガード」を提案することを目指す。研究対象は、未だ森林減少が緩和しないミャンマーとし、同国内のガバナンスの異なる幾つかのサイトを選定する。その上でこれらサイトでの要因（森林面積減少率、世帯収入、住民による生態系再生活動、土地生産力等）とガバナンスとの関係を明らかにし、生物多様性保全による自律的再生能力が地域社会の長期的な便益に対してどのような影響力を持ちうるかについて調査・分析を行う。

本サブテーマ「生物多様性保全と地域社会の相乗便益に関する研究」では、ミャンマーの森林－農耕地生態系において植物、動物群の多様性が「生態系の自律的復元力」の指標としてどの程度有効に機能するかについて調査を行い、地域便益を担保するためにはこれらの生物多様性をどのレベルでまで保全すればよいのかを明らかにする。

3. 研究開発方法

生物多様性を保全するための最も重要な方法は、法律によって指定された保護地域を設立することである。しかし、この生物多様性のための保護地域の設定は、時として困難を伴うことがある。その理由の一つが、保護区設定予定地域にすでに集落が存在する時である。保護地域を設定するならば、こうした地域住民とうまく折り合いをつけながら保護地域を管理していかなければなら

らないが、その両立は一般に難しい。

一方、我々が調査を進めているミャンマーには、これとは別の考えを持つ保護林 (Reserved Forest) がある。ここで言う保護林は、生物多様性保全のための地域ではなく、国有である全森林のうち、林業的価値の高い森林を林業大臣が指定した地域を指す。ただし保護林内の樹木は政府の管理下にあり、政府により伐採もされる。政府により囲い込みが行われるため、地域住民による耕作活動などは厳しく制限され、結果として森林景観が残ることになる。以上のようにここで言う保護林には“森林保護”の意味はない。しかし一方、保護林指定のおかげで結果として森林景観が残るのである。同時にこの保護林には、多くの野生動物も生息している。

またこの保護林は村落と隣接しており、住民が保護林から様々な林産物を収集、利用することができる。保護林内の林業的価値が高い樹木は政府に帰属しており、住民が伐採、利用することはできないが、それ以外の草本類や薪として利用される落枝などの林産物は地域住民が自己消費の範囲ならば自由に利用することができる。また林業的価値が低く、自然更新している樹木に対しては、住民は伐採し、建材などに利用することが許されているようである。すなわちこの保護林は、政府管理により森林景観が残され、それにより生物多様性も守られうる素地ができて一方、制限はありながらも住民が保護林を利用し、森からの恩恵を受けることも可能な森林管理と見ることができる。ちょうど森林景観を残しつつ、最大限に森の恵みを享受してきた“里山”的な森林管理・森林利用になぞらえることができるかもしれない。とはいえ、地域住民による行き過ぎた林産物の利用は、森林劣化を引き起こし、地元政府が目論む商用価値の高い森林の維持を困難にさせてしまうかもしれない。そこで、ミャンマー、バゴー管区にある保護林を対象として、その森林と生物多様性の状況、さらには住民による保護林内の森林資源の利用実態を明らかにすることを試みた。また、これらの結果からこのタイプの“保護林”での木材資源、生物多様性、保護林から地域住民が受ける恩恵を最適にするための森林管理手法の提案を目指した。

調査対象地

調査対象とした保護林はミャンマーのほぼ中央部、バゴー山地に位置し、首都ネピトーから 20 km ほどしか離れていない (図 (1)-1)。熱帯モンスーン気候下にある本地域にははっきりとした雨季と乾季の差があり、年間降水量の 97% が集中する 5 月から 10 月の雨季と、ほとんど雨が降らない 2 月から 4 月の乾季に分けることができる。保護林で取られた 2013 年と 2014 年の気象データは、年平均降水量が 1421 mm、平均気温が 24.5℃であることを示している。

調査地の森林は政府により保護林の指定を受けているだけでなく、その一部はさらに、環境保全林業省森林局により試験林にも指定されている。この試験林部分はミャンマー森林研究所により管理され、1980 年前後にチーク (*Tectona grandis* L.) やピンカド (*Xylia xylocarpa* ROXB.)、ビルマカリン (*Pterocarpus macrocarpus* KURZ.) などの林業的価値が高い木が植栽された。またタケ (*Bambusa polymorpha* Munro と *Cephalostachyum pergracil* Munro) が第二層によく繁茂していた。これら 2 種のタケは住民にとって重要な林産物でもあり、*Bambusa polymorpha* の筍は食材にされるし、*Bambusa polymorpha*、*Cephalostachyum pergracii* とも稈が建材として利用されていた。試験林に指定された部分は森林管理官により、植栽された樹木の政府以外による伐採がないように管理されていた。一方、試験林外は自然更新により成立した二次林に覆われており、この部分には森林管理官による見回りはない。

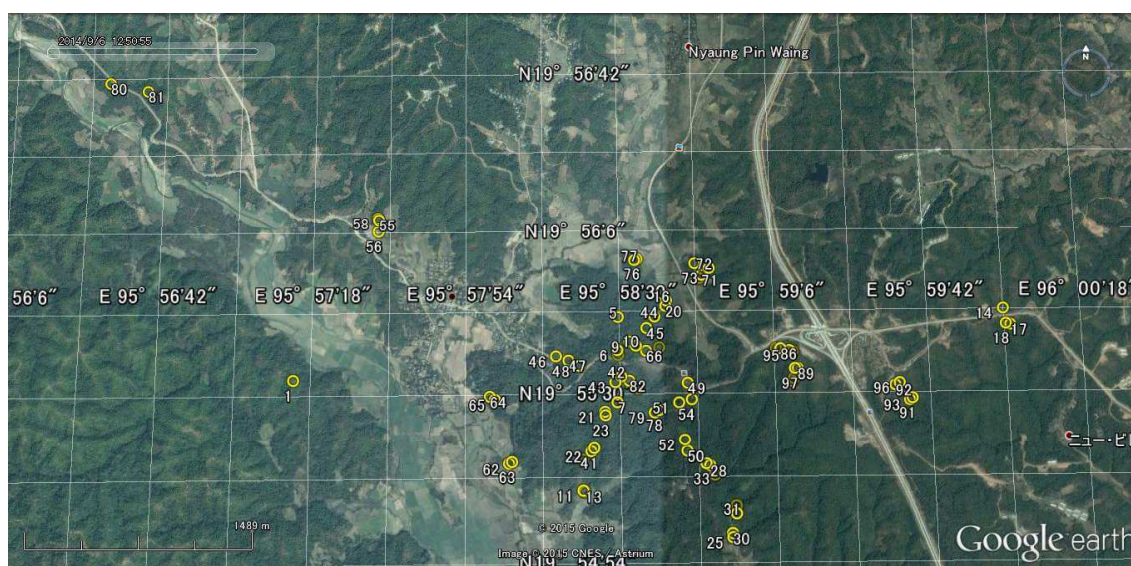
調査対象とした保護林はモシュエ村に隣接しており、保護林の境界まで水田が迫っていた。保護林のほぼ中央を車両の通行量が多い幹線道路が走っていた。住民は頻繁に保護林に入り、生活に必要な燃料や資材、食料を得ていた。モシュエ村では、2014 年現在、計 403 世帯の住民が居住していた。村の歴史は長く、英領植民地時代から開拓されていたようである。村の人口は現在も増加傾向にあるものの、保護林指定地域を開墾することができないため農地は不足している。世帯の 50% ほどが農地を持ち、立地条件や気象条件や作物の価格動向に従い栽培する作物を変えていた。また、牛、豚、鶏などの家畜を飼育している世帯もある。農地を持たない住民は、農作業や建設現場の賃労働や、タケなどの森林資源の採取で生計を立てている。なかには、国外に出稼ぎへ出るものもいる。この保護林を調査地に、以下の調査を行った。



図(1)-1 調査地としたミャンマー・バゴー地区の森林の位置。調査地は●で示されている。

森林と生物多様性の状況に関する調査

住民による森林利用が保護林そのものとそれが持つ生物多様性に与える影響を評価するため、保護林の様々な場所に 30 m × 30 m の方形区を 75 個設置し (図(1)-2)、Braun Blanquet (1964)¹⁾の方法に従った植生調査を行った。またこの時、林冠の高さと林冠開空度(%)と調査区から最も近い幹線道路までの距離も記録した。森林の劣化が進むと大径の樹木の数が増減し、林冠高が増減し、林冠閉鎖度も減少する。そこでこの地域の標準的な林冠の高さである 18 m での林冠開空度を森林劣化の程度の指標として用いることとした。すなわち、この高さの林冠開空度が高いほど森林劣化が進み、逆に低いほど劣化していないと考えた。調査区の植物の生物多様性を植生調査に基づき Shannon Weaver (1964)²⁾の多様性指数 H' を用いて評価した。



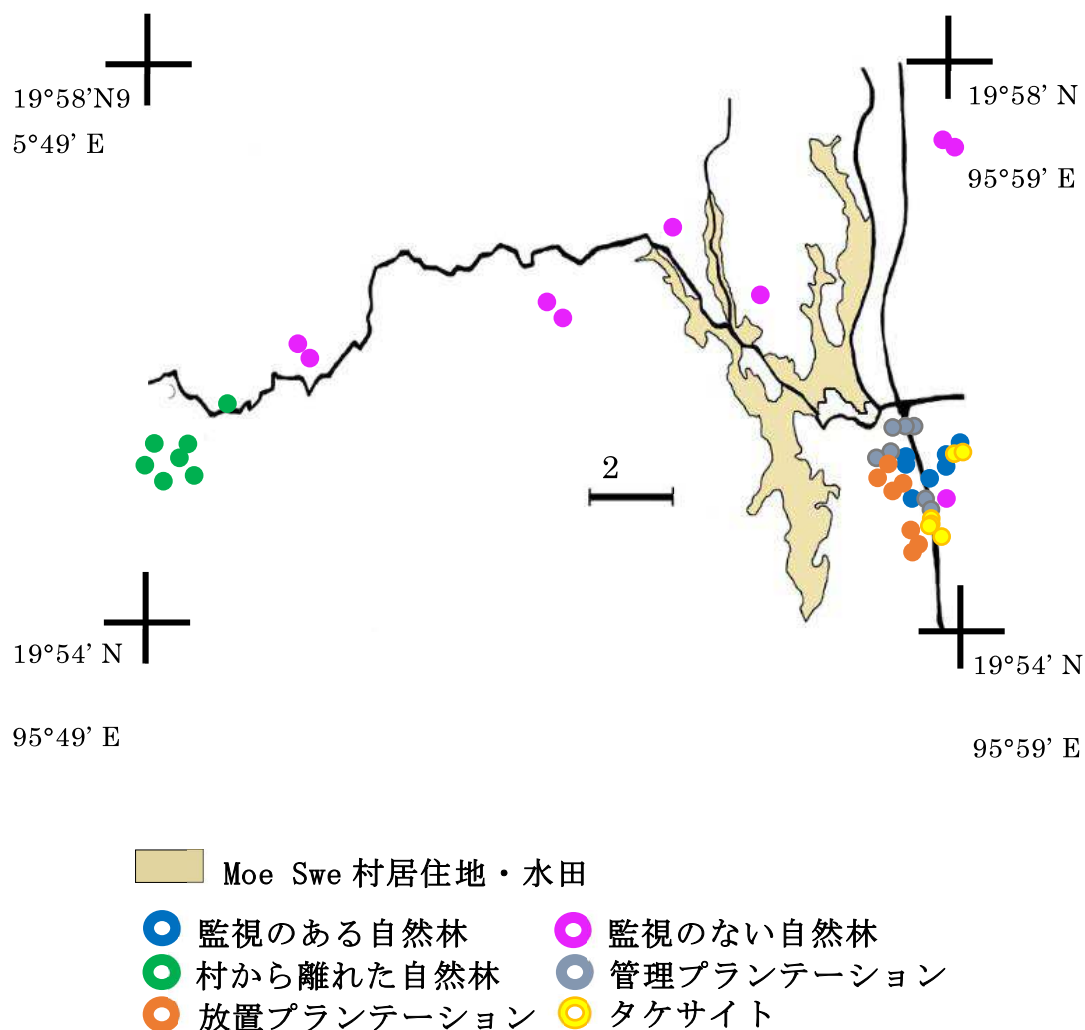
図(1)-2 調査地としたバゴー地区の森林に設置した植生調査区の位置（黄色い○）。全部で 75 個の植生調査区を様々な場所に設置した。調査地の森林は水田に囲まれ、中央部分に車の通る幹線道路が入っていることが分かる。Google Earth より作成。

森林管理が森林と生物多様性に与える影響に関する調査

植生調査と森林管理官への聞き取りの結果から、水田隣接群落以外の調査地の林分を、ミャンマー政府や住民による管理、利用方法が異なる 6 つの森林タイプ（監視のある自然林、監視のない自然林、村から離れた自然林、管理プランテーション、放置プランテーション、タケサイト）に分けた。監視のある自然林とは、モシュエ試験林内の自然二次林であり、森林局によって、建材、薪炭材としての林産物の利用は禁止されているが、食料としての林産物の利用は許可されている。森林管理官が見回っているが、未だに住民による木材やタケの伐採が続いている。監視のない自然林とは、モシュエ村周辺かつモシュエ試験林の外の林分であり、モシュエ村のハンターが狩猟を行う林分と住民が高頻度でタケや木本類などの林産物を採取する林分を示す。村から離れた自然林は、モシュエ村から西へ約 15 km 離れた林分であり、タケの採取や切り株から人為的干渉の痕跡が見られるものの、大木が残っている。以上が自然二次林 3 タイプである。続いて人工林である 3 タイプについてである。管理プランテーションとは 1980～1981 年に植栽されたチークなど商業価値のある木材種のプランテーションの林分である。幹線道路沿いに位置し、定期的に除伐や下草刈りなどの手入れがされている。放置プランテーションとは、植栽後、手入れが十分でなくタケや下層植生が繁茂している林分である。管理プランテーションでは全くないが、放置プランテーションでは住民によると思われる植栽木の伐採の跡が見られる。タケサイトとは、タケのプランテーションを含めたタケの優占度が高い林分である。

これら 6 つの森林タイプの木質バイオマスを求めるため計 46 個の調査区を設置し（図(1)-3）、以下に述べる毎木調査と詳細な森林の状況を調査した。調査項目は、林分の各層に出現する植物種の被度、木本類とタケの地上部現存量 (t/ha)、木本類とタケの伐採量 (t/ha)、林冠開空度 (%)、土壌硬度 (mm) である。出現する植物種の被度は、前述した植生調査と同様の方法を用いて測定し

た。その他の項目の調査方法は以下に述べる。なお、各調査区の位置情報は GPS map 62s (GARMIN 製、スイス シャフハウゼン州シャフハウゼン) により記録した。



図(1)-3 調査地を行ったミャンマー・バゴー地区における森林の6つの森林タイプ(監視のある自然林、監視のない自然林、村から離れた自然林、管理プランテーション、放置プランテーション、タケサイト)と46個の調査地の位置。実線は車両が通れる道路。

毎木調査では、胸高直径 5 cm 以上の立木について、その樹種、胸高直径、樹高を調べた。さらに、各調査区での木材伐採量を推定するために、切り株の根本直径を測定した。タケは胸高直径 1 cm 以上について、1 株ごとに樹種、生きているタケの本数、平均胸高直径、株の高さを調べた。また、木本類と同様に各調査区でのタケの伐採量を推定するために、伐採されたタケの本数と、切られた高さでの直径を調べた。直径は直径割巻尺を用いて測定し、高さは 7m のタケを用いて現地で作成した測高桿および超音波デジタル測高計 (Vertex IV and Transponder Tm, Haglof Sweden 製、スウェーデンヴェステルノーランド県ラングセレ市) を用いて測定した。

毎木調査の結果から得られた、木本類の胸高直径と樹高の値と式(1)の相対成長式を用いて、各調査区と各森林タイプの林分の単位面積あたりの木本類の地上部現存量を算出した。本研究では

世界の熱帯林の樹木に適用できる既往の相対成長式を用いることとした。世界の熱帯林 58 地点（4008 本の樹木）における調査結果から、Chave et al. (2015)³⁾ によって作られた相対成長式が以下の式(1) である。

$$AGB = 0.06 \times (\rho D^2 H)^{0.976} \quad [\text{kg, g/cm}^3, \text{cm, m}] \quad (1)$$

ここでは、AGB：地上部現存量、 ρ ：各個体の比、D：胸高直径、H：樹高である。[]の中はそれぞれ変数の単位を示す。 ρ はReyes(1992)⁴⁾らのデータベースを用いた。種まで同定できなかった場合は属の平均値を用い、属までの同定が困難な場合は本調査の平均の ρ を用いた。この式を用いて樹木個体の地上部現存量を算出し、調査区ごとの総和を求めた。さらに、森林タイプごとに単位面積当たりの平均地上部現存量を算出した。

毎木調査の結果から得られた、タケの 1 株あたりの生きている稈の本数、平均胸高直径と株の高さの値と相対成長式(2)を用いて、各調査区と各森林タイプの林分の単位面積あたりのタケの地上部現存量を算出した。タケについても、相対成長式は類似の林分の既往の式を用いることとした。ミャンマーBago 山地に位置し、本調査地から南に約 117 km 離れた林分であり、出現種が本調査地と類似する林分における調査結果から、Chan ら (2013)⁵⁾によって作られた相対成長式(2)を用いた。

$$AGB = 0.189 D^{1.956} \quad [\text{kg, cm}] \quad (2)$$

ここでは、AGB：地上部現存量、D：胸高直径である。この式(2)を用いて、各株の地上部現存量を算出し、調査区ごとの総和を求めた。さらに、森林タイプごとに単位面積当たりの平均地上部現存量を算出した。

住民による林産物の利用に関する調査

住民による植物の利用状況を明らかにするために、モシエ村の住民を対象とした聞き取り調査を行った。全 403 世帯の約 7 %にあたる 28 世帯の代表者、計 28 名（男性 20 名、女性 8 名、年齢 17～74）を対象とし、植生調査で出現した全 237 種について①利用するかどうか、②利用部分、③利用目的、④収穫場所、⑤収穫頻度という計 5 つの質問を行った。収穫場所については、4 つのカテゴリー（居住地周辺、水田周辺、村から近い疎林、山奥の森林）から選択させた。

野生動物に関する調査

ミャンマーにおいて、森林減少による野生動物の多様性減少は深刻である。例えば、スマトラサイ (*Dicerorhinus sumatrensis*) やジャワサイ (*Rhinoceros sondaicus*) は IUCN (2016)⁶⁾ のレッドリストでは CR (近絶滅種) とされている動物であるが、ミャンマー国内において近年の目撃例はなく、ミャンマーでは絶滅した可能性もある。このようにミャンマーでは動物（哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、魚類、軟体動物、その他）3692 種のうち 260 種が絶滅危惧（IUCN により絶滅危惧種とされるのは CR(Critically): 近絶滅種、EN(Endangered): 絶滅危惧種、VU(Vulnerable): 危急種の 3 つのカテゴリーである）に位置付けられている。哺乳動物は 2016 年

現在で 48 種が絶滅危惧種とされている (IUCN, 2016)⁶⁾。

しかしながらミャンマーにおける森林やそこに生息する野生動物に関する調査は、長く続いた軍事政権時代、少数民族の武装勢力との戦闘が続いていたことなどから、未だに進んでいない。ミャンマーの自然が謎に包まれたままであることは、ここ数年の間だけで新種の霊長類、ミャンマーシシバナザル (*Rhinopithecus strykeri* sp. nov.) をはじめとし、爬虫類と両生類 14 種、コウモリ 1 種、世界最小のシカ、その他淡水魚なども多く新種として見つかったことから想像できる。本研究で調査対象地としたミャンマー中央部においても過去の野生動物の個体群密度に関する情報はほとんど残されていない。現在、ミャンマーでは多くの人が森林資源に依存した生活を営んでおり、地域住民の林産物資源の過剰利用が森林劣化の原因となっている。そのため、効果的な森林保全策を考え、森林に生息する野生動物を保全することは、将来の自然資源を残すために大きな意義を持つものであり、急務の課題である。

そこで、モシュエ村周辺の森林における動物相の変化を明らかにすることを目的とした調査を行った。調査対象地区での過去の動物個体群密度に関するデータがないため、本調査ではモシュエ村に在住している狩猟を生業とする住民 2 名（いずれも男性、以降「ハンター」と呼ぶ）に最近 10 年間の動物相の変化について、聞き取り調査を行うことによって過去から現在にかけての野生動物の個体群密度の増減を比較することを試みた。

マンダレー管区モシュエ村において、20 代男性と 40 代男性のハンター 2 名を対象に、ハンター歴と、狩猟以外の生業、平均年収について聞き取り調査を行った。また、あらかじめミャンマーに生息しているとされている野生動物を Shepherd et al (2012)⁷⁾ を参考に調べておき、その写真をハンターに提示しながら、どの野生動物を狩猟しているか、また、10 年前と比較し、それら野生動物の狩猟個体数がどのように変動したかについて聞き取り調査を行った。ハンターに問うた「狩猟個体数」はハンター自身が感覚的に得ている概ねの増減傾向で、以下のような基準を設定して聴取した；10 倍以上に増加、2 倍以上に増加、変化なし、1/2 以下に減少、1/10 以下に減少。また、ハンターが狩猟していると回答した野生動物について、IUCN (2016)⁶⁾ のレッドデータブックに記載されているかを調べ、特に絶滅危惧種とされているものに関して、CR(Critically):近絶滅種、Endangered EN(Endangered):絶滅危惧種、VU(Vulnerable):危急種のいずれかの危機ランクを示した。加えて本研究では準絶滅危惧種ともよばれる NT(Near Threatened):近危急種までのランクを示した。

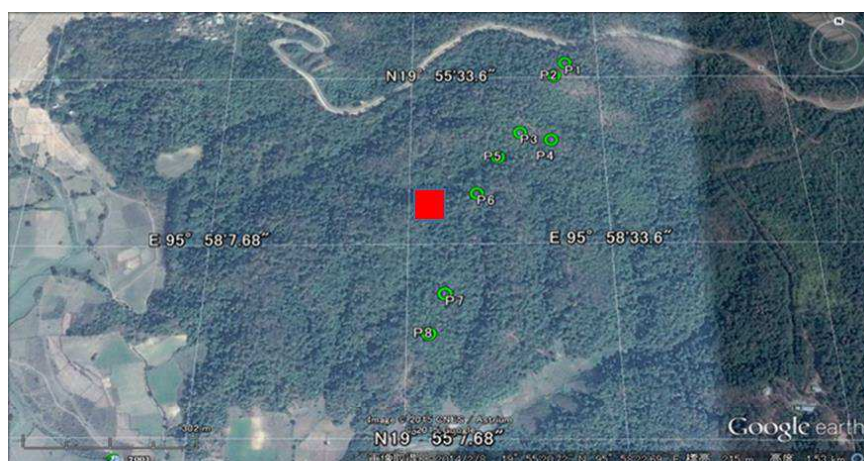
ハンターが狩猟していると回答した野生動物が実際に森林の中で出現するのかを調べるために、カメラトラップ法を用いた。赤外線センサーを搭載した自動撮影カメラを使用するカメラトラップ法は、夜行性で目視調査が困難な場合の多い哺乳類の調査に頻繁に用いられる。この方法では、捕獲を行わないため個体の詳細なデータは得られないが、撮影された時刻や出現回数などを記録することができる。本調査では、自動撮影カメラ (Fieldnote DS2、麻里府商事製、山口県岩国市) をタケサイト以外の森林タイプに計 7 台設置し、7~13 日間撮影を行った。自動撮影カメラの性質上、センサーが感知してから実際に撮影するまでに数秒のタイムラグがあるため、動物が記録されない写真が撮影される場合がある。そのため、哺乳類を自動撮影カメラの前に留め、確実に撮影することを目的として、バナナとピーナッツを使用した。なお、自動撮影カメラの設置地点の位置情報は GPS map 62s (GARMIN 社製、スイス シャフハウゼン州シャフハウゼン) により記録した。

計 76 カメラ日の撮影で哺乳類が写っている 743 枚の写真を得た。写っていた哺乳類のうち、1

種類は同定が困難であったが、他は全て目、科、属レベルでの識別が可能であった。撮影データを基に哺乳類を目、科、あるいは属ごとに分類し、カメラ設置箇所ごとに出現回数を求めた。分類は Shepherd et al. (2012)⁷⁾ を参考にした。同一個体が短時間に複数回出現した場合、出現回数が正確に計測できないため、30 分以内に同一種が連続して出現した場合は、1 回の出現としてカウントした。カメラ設置箇所ごとに、哺乳類各目、科、あるいは属ごとの 1 日当たりの出現回数を求めた。

動物相の変化について、最近 10 年間で増えている/減っている動物とその動物の個体サイズとの間に関係があるかを調べた。個体に注目したのは、個体サイズが大きい動物は、世代時間が長く、個体密度が低く、生息地の減少の影響を受けやすく、このため、環境変化による絶滅のリスクが高いことが先行研究により知られているからである。本研究で、ハンターは様々な個体サイズの野生生物を狩猟していることが明らかになった。そこで、モシュエ村周辺の森林で、最近 10 年間の野生動物の個体群密度の増減と野生生物の個体サイズを、ロジスティック回帰を用いて分析を行った。個体サイズに関しては、Francis et al (2001)⁸⁾、Whitten and Compost (1998)⁹⁾、Dobroruka (1999)¹⁰⁾ を参照に平均体重を調べ、それを用いた。本研究のロジスティック回帰は 2 値変数で表される生態学的現象によくあてはまることが知られている。ロジスティック回帰分析ではオッズ比を求めた。オッズ比とは、個体サイズの大きな野生動物が小さな野生動物に比べ、何倍の確率で個体群密度が増加するかを意味したものである。オッズ比が 1 より高い場合は個体サイズが大きい野生動物ほど個体群密度は減少しないことを表し、1 より小さい場合は個体サイズが大きい野生動物ほど個体群密度は減少することを表す。

また、野生動物特性が個体群密度の増減の関係も調べた。まずハンターが狩猟していると回答した野生動物について、既存の研究や知見を参考にし、①活動時間、②生息場所、③食性を調べた。活動時間については昼行性か夜行性かで 2 つに分け、生息場所に好いては樹上か地上かその他の 3 つに区分した。その他には地下、水辺を含めた。食性については肉食か草食か雑食の 3 つに区分した。さらに、各野生動物の特性と 10 年間の個体群密度の増減についてそれぞれ分割表を作成し、フィッシャーの正確確率検定を用いて独立性の検定を行った。



図(1)-4 調査地を行ったミャンマー・バゴ地区における保護林内、試験林内に設置したタケ類の生物学的および社会学的持続性評価のための 8 つの 20 m×20 m の調査区的位置 (○) とタケ類の更新適地評価のための 110 m×80 m 調査区的位置 (■)。

タケ類の生物学的小および社会学的持続性に関する研究

ミャンマーマンダレー管区の農山村地域では、住民による林産物利用が盛んである。特に *Bambusa polymorpha* と *Cephalostachyum pergracile* の 2 種のタケは建材や食材として利用されるほか、市場に流すことにより現金収入にもなる住民にとって欠かせない資源である。しかし、調査対象とした地域では 2 種のタケには利用制限がなく、住民の過度な採取によるタケ個体群の減少や消滅が懸念されるところである。もしそうなればタケの採取は消失もしくは減少せざるをえず、住民にとって望ましくない結果をもたらす可能性がある。これらのことから、この 2 種のタケの (1) 個体群の持続可能性 (生物学的持続性) と (2) 住民のタケ採取の持続性 (社会学的持続性) の 2 つの持続可能性を確かめることが必要であると考えた。

そこでミャンマーの農山村地域における現在の採取圧下での *B. polymorpha* と *C. pergracile* の生物学的及び社会学的持続可能性を定量的に評価することを目的として調査を行った。両種は熱帯性のタケであり、仮軸型の分枝パターンで株立ちを形成し、数十年の周期で起こる一斉開花・枯死により一回繁殖を行う。*B. polymorpha* は建材、食材として利用され、*C. pergracile* は建材、日用加工品として利用される。

2015 年 3 月に林内に 20 m×20 m の正方形調査区を計 8 個設置し (図 (1)-4)、調査区内に出現したすべての *B. polymorpha* と *C. pergracile* について、胸高直径 (DBH) 1 cm 以上のすべての稈と株をナンバリングし、すべての稈の DBH と位置を記録した。続いて 2016 年 9 月にナンバリングしたすべての稈の生死、死亡している場合は自然死か住民に採取されたかを記録し、新しく出現した稈 (新規加入) の DBH を測定した。稈が売却に適しているか (稈がまっすぐで DBH が約 3.5 cm 以上のものを指す) も記録した。*B. polymorpha* についてはタケノコの採取数も記録した。

タケの個体群を、DBH サイズによって決まる売却価格に基づいて、*B. polymorpha* はサイズクラス 1~5 の 5 つ、*C. pergracile* はサイズクラス 1~4 の 4 つに分けた。両種ともサイズクラス 3 以上が売却に十分な大きさで、サイズクラスが上がるごとに売却価格が上昇する。次にサイズクラスごとに、観測した 1 年間の稈の自然死率、採取率、新規加入率と株の自然死率、移行率を求めた。この動態パラメータを基に、将来のタケ個体数の変動を予測するための推移行列モデルを作成した。推移行列モデルは、現在の個体群構造ベクトルに個体群のサイズクラス内の移行率を表す推移行列を掛け合わせることで将来の個体数を予測する手法である。この行列の最大固有値が個体群成長率 (λ) を示し、 λ が 1 より大きければ個体数が増加傾向、1 より小さければ減少傾向にある。本研究で用いた行列モデルは株と稈を統合したモデルであり、世界初の試みである (図 (1)-5)。

調査時点の利用状況下においてタケ個体群が存続するか調べるために、観測値を基にモデル①を作成した。次に住民による採取が調査時点より増加した場合、個体群が存続しえるか、タケの採取量は維持できるかを調べるために、モデル①をベースとして調査時点よりタケの採取量が増加することを想定したモデル②を作成した。最後に、タケノコが採取される *B. polymorpha* についてのみ、タケノコがすべて採取されることを想定したモデル③を作成した。

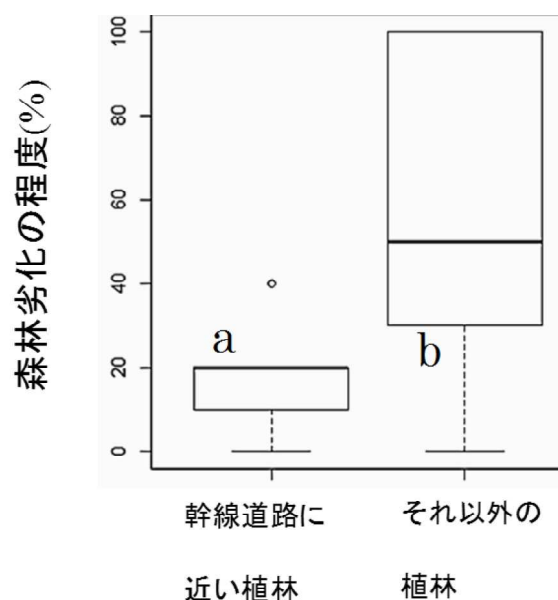
持続可能性の評価については、調査時点と 50 年後の個体数の比を求め、50 年後も個体群が存続していれば個体群は持続可能 (生物学的に持続可能) であるとした。社会学的な持続可能性は 50 年後のタケ採取量と調査時点の採取量の比が 1.0 以上であれば持続可能、それ未満であれば持続可能でないとした。

3種の空間分布の関係を、点過程解析であるL関数を用いて解析した。L関数では正の値の時、分布が重なり、負の値の時、分布が排他的なことを示す。調査区を88個の10m×10mの小方形区に分け、小方形区ひとつひとつを尾根か斜面に分類した。この分類とタケ類の出現の関係を χ^2 二乗検定を用いて解析した。

4. 結果及び考察

幹線道路が森林景観に与える影響

設置した 75 個の方形区を試験林のほぼ中央を走る幹線道路の近くか（100m 以内）、もしくは遠いかにより 2 分した。すると、幹線道路近くの植林地はそれ以外の植林地に比べて保存状態が良いことが分かった（図(1)-6）。すなわち植林地では幹線道路から少し離れると森林劣化が進むことになる。現地での観察によれば、この劣化の原因は伐採許可を得ないで行われた植栽木の伐採（盗伐）である。どうやら幹線道路から離れると、こういった盗伐が多くなるようである。幹線道路沿いの植林地は、その立地条件から監視が行き届き、しっかりと管理されているため政府の意に反して伐採されることが起こらない。しかし幹線道路から離れると監視が行き届きにくくなり、こうした伐採を許す結果となっていると考えられた。もちろん先述した通り、森林管理官により試験林全体が管理されているものの、この結果はこうした森林管理官の見回りだけでは盗伐を完全に止められないことを示している。植林地を効果的に保全するためには、例えばこれまで以上に監視を強化するなどして、幹線道路から離れた植林地の管理も十分に行う必要があろう。



図(1)-6 試験林内の植林地（幹線道路から 100m 以内の植林地とそれ以外の植林地）の森林劣化の程度。森林劣化の程度には、林冠高 18m での林冠開空度を用いた。中央値（太い横線）、四分位（箱）、最大値と最小値（点線）と外れ値（○）が示されている。異なるアルファベットは Mann-Whitney の U 検定で 5%水準で有意に異なることを意味する。

調査区のタケの優占度と森林劣化の程度を見ると、両者の間に有意な正の相関があった（ $R = 0.253$, $P < 0.05$, 図(1)-7）。インドに自生したタケ類では共に遷移初期相から中期相の森林で優占度を上げることから（Rao and Ramakrishnan 1987）¹¹⁾、この関係は森林劣化が進み、林冠が開くことでタケの優占度が上がった結果だと考えられる。次に調査区のタケの優占度と生物多様性指数の関係を見ると、両者に有意な負の相関があることも分かった（ $R = -0.508$, $P < 0.001$, 図(1)-8）。タケの優占度が上がると、生物多様性が低下することをほのめかしている。一方で森

林劣化と生物多様性の間には有意な相関は見られなかったので ($R = 0.37$, $P = 0.10$)、生物多様性の減少にはどうやらタケが介しているようである。北タイでの研究例は、タケが樹木の自然更新を阻害し、樹木の多様性が減少することを報告している (Larpkern et al. 2011)¹²⁾。以上の関係から、地域住民にとって重要な林産物であるタケは森林劣化が進むほど増える傾向があるが、同時に生物多様性を減少させる効果を持つと言えよう。

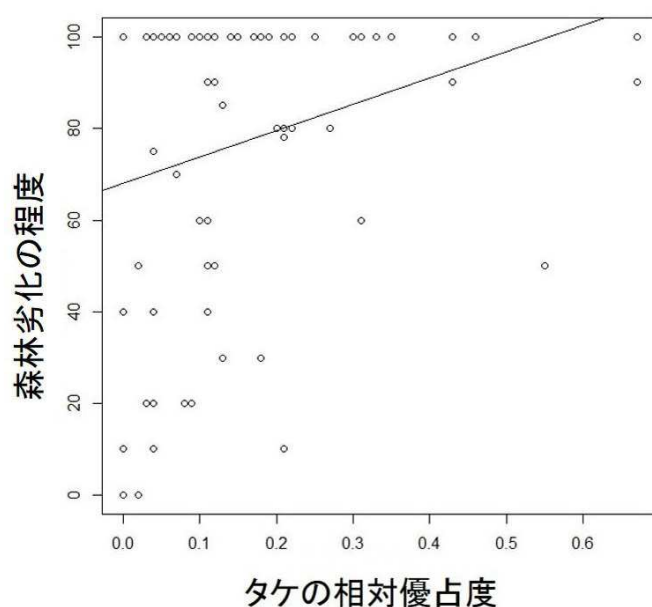


図 (1)-7 タケ (*Bambusa polymorpha* と *Cepholostachyum pergracil*) の優占度と森林劣化の程度の関係。森林劣化の程度として、樹高18 mでの林冠開空度を用いている。

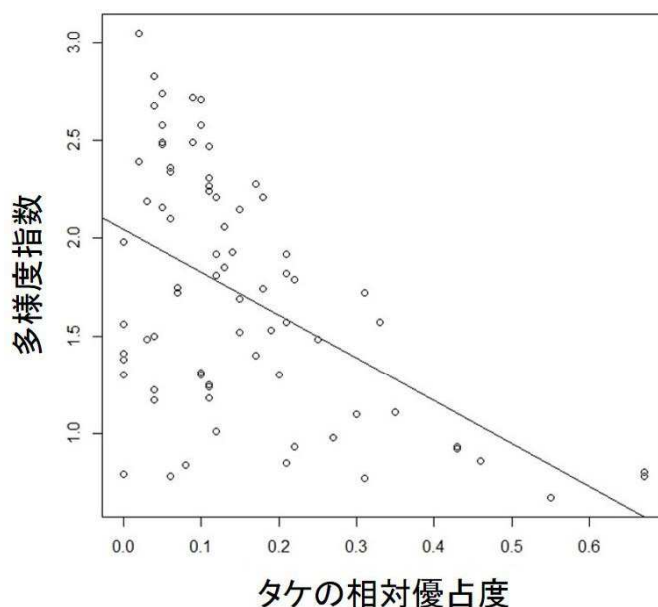


図 (1)-8 タケ (*Bambusa polymorpha* と *Cepholostachyum pergracil*) の優占度と生物多様性の関係。生物多様性は、植生データに基づく Shannon WienerのH'を用いた。

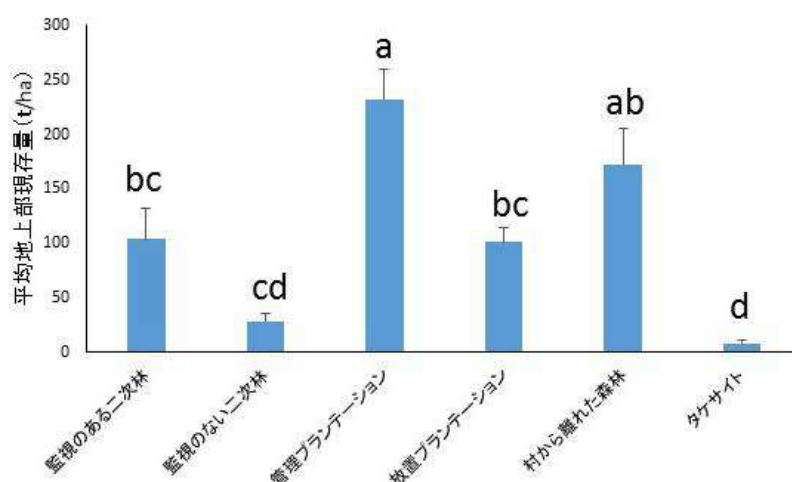
調査開始時点では、ミャンマーにおける保護林制度は、森林保全を意図した制度ではないものの、森林景観が維持され、かつ非木材森林資源を主とした住民の林産物の利用が可能のため、森林そのもの、及びそれが持つ生物多様性の保全と住民の林産物利用が両立し得る森林管理ではないかと推測された。しかしながら、後に示すように、住民からの聞き取り調査ではモシュエ村では、

住民は保護林から多くの植物を建材や食材、薬用として利用していたし、野生生物も利用していた。モシュエ村には周辺村落からの移住者が多いが、移住の理由の一つに森林資源があげられていたことは、保護林から得られる林産物が住民にとっては魅力的なことをほのめかしている。

しかし一方で、住民による林産物利用により森林が劣化していることも示唆された。例えば、森林管理が行き届かなくなるにしたがって、森林劣化の程度が進行する関係は、住民が過度に保護林から林産物を利用し、その結果、森林が劣化していることを示している。さらに森林の劣化によりタケの優占度が上昇することも示された。住民はタケ類を食材、建材として利用することができるので、タケの優占度が上がる森林劣化は一見、住民に有利に見えるかもしれない。しかし木本類の減少を伴う森林劣化そのものにより、林内の木質バイオマスが激減し、住民の生活に必須な薪が取れなくなってしまう可能性がある。この可能性についても、詳細は後に（森林管理が森林と生物多様性に与える影響の節で）検討する。

この森林内の木質バイオマスの減少は、森林の生態系サービス機能の観点からも問題がある。森林生態系には様々なサービス機能があり、そこに森林があるだけで、私たちは多くの恩恵を受けている。数ある森林の生態系サービス機能のうち、近年注目されているのが森林の炭素貯留機能であり、それによる温暖化抑止機能である。2020 年から始まる予定の気候変動枠組み条約における新たな仕組みでは、途上国における森林減少・劣化由来の二酸化炭素の排出抑制活動（REDD+）が取り入れられそうである。後に示すとおり（森林管理が森林と生物多様性に与える影響の節）、タケが優占する林分は、樹木が優占するよく成熟した林分の数十分の 1 の単位面積当たりの炭素量しか保持していないことが明らかにされている。当研究地が REDD+実施予定地域だというわけではないが、地球温暖化抑止の観点からも森林劣化に伴うタケの増加は避けるべきである。図(1)-8 で見たようにタケの増加は植物の生物多様性を下げる効果があった。生物多様性を維持するためには、森林劣化を避ける必要がある。

保護林の森林景観を維持するためには、住民による森林利用を制限するように調整することが必要である。しかしここで重要なのは、行き過ぎた利用制限を行わないことである。モシュエ村の住民にとって、保護林の林産物の利用は生活の糧であり、生活の一部になっている。行き過ぎた利用制限を住民は受け入ることができないだろう。にもかかわらず行き過ぎた利用制限を行えば、かえって森林減少・劣化を進めてしまう危険さえある。もし止め山的な施策で住民の林産物利用を禁止した場合、住民と森林の関係が希薄になっていくだろう。そうなれば住民にとって、そこにあるだけで住民に森の恵みを与えてくれる貴重な存在であった森林の価値が無くなってしまう。このような状況になれば、住民の中には保護林をぞんざいに扱うものが出るかもしれない。保護林内の林産物が利用できず、生計がたてられなくなれば、保護林への耕作地のエンクローチメントが始まるかもしれない。ミャンマーの別地域では、保護林の指定を受けていても森林景観がほとんど残っていない場所さえある。



図(1)-9 6つの森林タイプにおける木本類の単位面積当たりの平均地上部現存量 (t/ha)。棒グラフの上のアルファベット記号は有意差の有無 ($p < 0.05$) を示す (Tukey 法による多重比較)。バーは標準誤差を示す。

森林管理が森林と生物多様性に与える影響

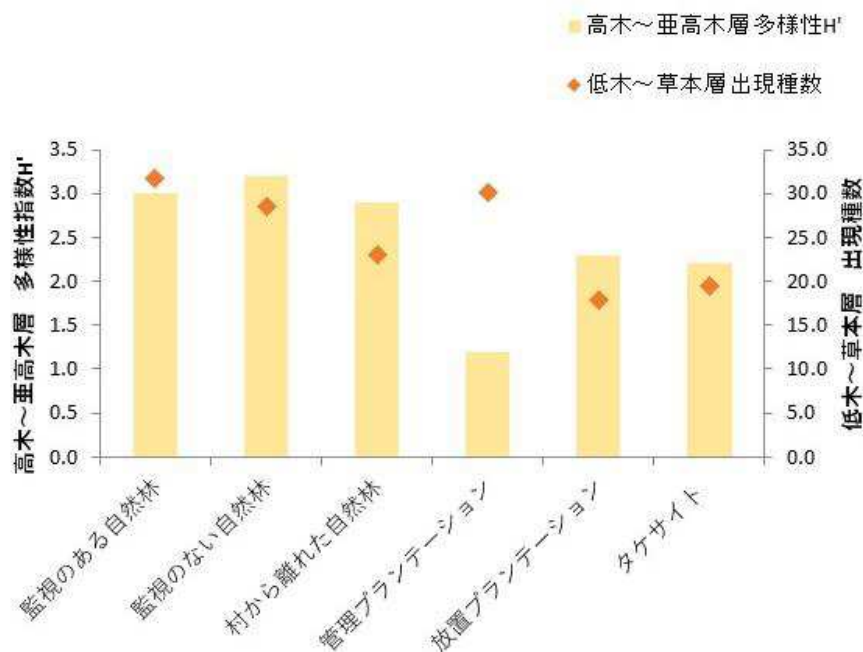
6つの森林タイプにおける単位面積あたりの木本類とタケを合わせた平均地上部現存量は、管理プランテーションが 238.4 ± 26.2 t/ha で最も大きく、次いで村から離れた森林 179.2 ± 32.3 t/ha、監視のある二次林 116.2 ± 28.5 t/ha、放置プランテーション 112.4 ± 13.3 t/ha、監視のない二次林 36.3 ± 6.8 t/ha、タケサイト 24.4 ± 5.4 t/ha の順になった。これらの森林タイプ間で一元配置の分散分析を行った結果、有意な差が見られた (ANOVA, Fdf (5, 40) = 21.3 $p < 0.001$ 、図(1)-9)。そこで Tukey 法で多重比較を行った結果、管理プランテーションと村から離れた森林が他タイプよりも大きく、タケサイトが有意に小さかった (Turkey 法, $p < 0.05$)。

6つの森林タイプにおける単位面積当たりのタケの平均地上部現存量を比較すると、放置プランテーションが 16.1 ± 1.4 t/ha で最も多く、次いで監視のある自然林 (6.8 ± 1.8 t/ha)、タケサイト (3.9 ± 1.0 t/ha)、監視のない自然林 (2.2 ± 1.8 t/ha)、村から離れた自然林 (1.5 ± 1.9 t/ha)、管理プランテーション (1.3 ± 1.9 t/ha) の順になった。6つの森林タイプ間で一元配置分散分析を行った結果、有意な差が見られた (ANOVA, Fdf (5, 20) = 5.01, $p < 0.05$)。そこで、Tukey 法で多重比較を行った結果、放置プランテーションが他タイプよりも有意に大きかった (Tukey 法, $p < 0.05$)。

6つの森林タイプ、そして人が頻繁に利用する林内の小道の平均土壌硬度 (ち密度) を比較すると、小道が 25.3 ± 0.9 mm で最も硬く、次いでタケサイト (16.0 ± 0.4 mm)、管理プランテーション (14.0 ± 0.4 mm)、村から離れた自然林 (13.8 ± 0.5 mm)、監視のある自然林 (13.5 ± 0.3 mm)、放置プランテーション (11.9 ± 0.4 mm)、監視のない自然林 (11.5 ± 0.3 mm) という順になった。6つの森林タイプと小道の間で一元配置分散分析を行ったところ、有意差が見られた (ANOVA, Fdf (6, 393) = 68.66, $p < 0.001$)。そこで、Tukey 法で多重比較を行った結果、管理プランテーション、村から離れた自然林、放置プランテーション、監視のある自然林の間には有意な差は見られなかったが、これらと林内の小道、タケサイト、監視のない自然林の間には全て有意差が見られた (Tukey 法, $p < 0.05$)。

監視のある自然林、管理プランテーション、住民がタケや木本類を高頻度に利用している監視のない自然林、モシエ村のハンターが狩猟を行う監視のない自然林、そして村から離れた自然林の計5地点で平均土壌含水率を比較した結果、村から離れた自然林が46.7%で最も多く、次いでハンターが狩猟を行う監視のない自然林(38.2%)、住民がタケや木本類を高頻度に利用する監視のない自然林(31.9%)、管理プランテーション(30.5%)、監視のある自然林(30.4%)という順になった。5地点の土壌含水率の間で一元配置分散分析を行ったところ、有意性が見られた($p < 0.001$)。そこで、Tukeyの方法で多重比較を行った結果、全ての組み合わせの間で有意差が見られた(Tukey法, $p < 0.001$)。

高木～亜高木層における種多様性指数H'は、監視のない自然林が3.2で最も高く、次いで、監視のある自然林(3.0)、村から離れた自然林(2.9)、放置プランテーション(2.3)、タケサイト(2.2)、管理プランテーション(1.2)という順になった(図(1)-10)。森林タイプ間で一元配置分散分析を行ったところ有意差が見られた(ANOVA, $F_{df}(5, 20) = 5.00$, $p < 0.05$)。そこで、Tukey法で多重比較を行った結果、管理プランテーションは監視のある自然林、監視のない自然林と比較して有意に低かった(Tukey法, $p < 0.05$)。

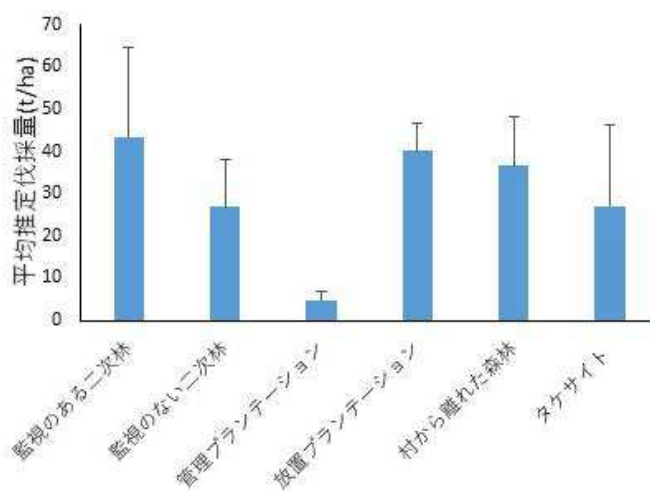


図(1)-10 6つの森林タイプにおける植物の種多様性。アルファベット記号は有意性の有無($p < 0.05$)を示す(Tukey法による多重比較)。有意差が見られたのは高木～亜高木層の種多様性のみであった。

低木～草本層における平均出現種数は、監視のある自然林が31.7種で最も多く、次いで管理プランテーション(30.2種)、監視のない自然林(28.5種)、村から離れた自然林(23.0種)、タケサイト(19.5種)、放置プランテーション(17.8種)という順になった(図(1)-10)。森林タイプ間で一元配置分散分析を行った結果、有意差は見られなかった(ANOVA, $F_{df}(5, 20) = 1.63$, $p = 0.198$)。

林管理が森林と生物多様性に与える影響

6つの森林タイプにおける単位面積あたりの推定伐採量は、監視のある二次林が 43.4 ± 21.1 t/ha、次いで放置プランテーション 40.1 ± 6.4 t/ha、村から離れた森林 36.6 ± 11.7 t/ha、タケサイト 27.1 ± 19.3 t/ha、監視のない二次林 26.8 ± 11.3 t/ha、管理プランテーション 4.7 ± 2.1 t/ha の順になった（図(1)-11）。これらの森林タイプ間で一元配置の分散分析を行ったところ、有意差が見られた（ANOVA, Fdf (5, 40)=6.75 $p < 0.05$ ）。しかし、Turkey 法で多重比較を調整して検定したところ、いずれの森林タイプ間にも有意な差が見られなかった（Turkey 法, $p > 0.05$ ）。



図(1)-11 6つの森林タイプにおける木本類の単位面積当たりの平均伐採量（t/ha）。棒グラフの上のアルファベット記号は有意差の有無（ $p < 0.05$ ）を示す（Tukey 法による多重比較）。バーは標準誤差を示す。

6つの森林タイプにおけるタケの単位面積当たりの平均伐採量を比較すると、放置プランテーションが 13.8 ± 1.2 t/ha で最も多く、次いで監視のある自然林（ 7.7 ± 1.9 t/ha）、タケサイト（ 3.6 ± 0.5 t/ha）、監視のない自然林（ 2.9 ± 1.9 t/ha）、村から離れた自然林（ 2.3 ± 2.1 t/ha）、管理プランテーション（ 0.3 ± 2.1 t/ha）の順になった。これら6つの森林タイプにおける伐採量の間で一元配置分散分析を行った結果、有意差が見られた（ANOVA, Fdf (5, 20) = 4.39, $p < 0.05$ ）。そこで、Tukey 法で多重比較を行ったところ、放置プランテーションは、監視のない自然林と管理プランテーションよりもタケの平均伐採量が有意に多かった（Tukey 法, $p < 0.05$ ）。

植生調査と毎木調査の結果から、6つの森林タイプごとに、建材、薪炭材として利用される植物の平均地上部現存量（t/ha）、食料として利用される植物の平均相対被度（%）を求めた。建材として利用される種の平均地上部現存量は、管理プランテーションが 198.0 t/ha で最も大きく、次いで監視のある自然林（68.1 t/ha）、放置プランテーション（31.4 t/ha）、監視のない自然林（11.6 t/ha）、村から離れた自然林（11.3 t/ha）、タケサイト（4.3 t/ha）という順になった。次に、薪炭材として利用される種の平均地上部現存量は、村から離れた自然林が 17.3 t/ha で最も大きく、次いで放置プランテーション（14.6 t/ha）、管理プランテーション（2.7 t/ha）、監視のある自然林（2.7 t/ha）、監視のない自然林（1.6 t/ha）、タケサイト（0.1 t/ha）という順

になった。建材かつ薪炭材として利用される種の平均地上部現存量は、村から離れた自然林が 33.0 t/ha で最も大きく、次いで管理プランテーション (22.6 t/ha)、監視のある自然林 (12.8 t/ha)、放置プランテーション (11.7 t/ha)、監視のない自然林 (4.2 t/ha)、タケサイト (4.0 t/ha) という順となった。以上から、建材、薪炭材として利用される植物の単位面積当たりの平均地上部現存量を 6 つの森林タイプ間で比較すると、管理プランテーションが 223.3 t/ha で最も大きく、次いで監視のある自然林 (83.6 t/ha)、村から離れた自然林 (61.6 t/ha)、放置プランテーション (57.8 t/ha)、監視のない自然林 (17.5 t/ha)、タケサイト (8.3 t/ha) という順になった。この結果において、6 つの森林タイプ間で利用目的別に一元配置分散分析を行ったところ、建材としてのみ利用される植物種の平均地上部現存量の間にのみ有意差が見られた (ANOVA, Fdf (5, 20) = 28.05, $p < 0.001$)。そこで、Tukey 法で多重比較を行った結果、管理プランテーションではその他の森林タイプに比べて、建材にのみ利用される植物種の平均地上部現存量が有意に大きかった (Tukey 法, $p < 0.05$)。薪炭材としてのみ利用される種、建材かつ薪炭材に利用される種については、一元配置分散分析を行った結果、各森林タイプの間で有意な差は見られなかった (ANOVA, Fdf (5, 20) = 2.62, $p = 0.056$, Fdf (5, 20) = 0.78, $p = 0.573$)。

食料として利用される種の各森林タイプにおける平均相対被度 (%) は、村から離れた自然林が 21.9 % で最も高く、次いで管理プランテーション (18.2 %)、監視のある自然林 (15.2 %)、監視のない自然林 (14.4 %)、放置プランテーション (12.1 %)、タケサイト (7.9 %) の順になった。これら森林タイプ間で一元配置分散分析を行ったところ、有意差は見られなかった (ANOVA, Fdf (5, 20) = 1.06, $p = 0.412$)。平均相対被度が村から離れた自然林に次いで高い管理プランテーションでは、特にキク科のヒマワリヒヨドリ (*Chromolaena odorata*) の平均相対被度が約 20% と高い値を示し優占種となっていた。その他の森林タイプでは、このように相対被度が高い優占種は存在しなかった。飼料として利用される植物は、植生調査において 5 種出現した。各種ごとに、林内と水田隣接群落の調査区とで相対被度 (%) を比較すると、4 種において、水田隣接群落の方が林内よりも相対被度が高い結果となった。

本研究において明らかになった本調査地域の森林の現状と住民による利用状況、そして林産物の利用が森林に与える影響から、この地域における今後の林産物利用方策、そして森林管理法には、どのようなものがより効果的だと考えられるだろうか。

まず、これまで明らかにしてきた 6 つの森林タイプの特徴をまとめると、いずれの森林タイプにも一長一短があることがわかった (表(1)-1)。管理プランテーションは地上部現存量が大きく、森林炭素貯留量の面では評価できるが、生物多様性が著しく低い管理法となる。また、住民は植栽木を木材として利用することができないため、木材利用の面では価値が低いものの、森林管理により食料として利用できるヒマワリヒヨドリがよく生育するため、食料生産では悪くない。放置プランテーションと監視のある自然林では、生物多様性、木材利用、タケ利用、食料利用の面を評価すると良いのだが、住民による違法伐採で地上部現存量が低くなってしまっている。監視のない自然林は地上部現存量が著しく低い、住民が自由に使えるという利点がある。村から離れた自然林は、地上部現存量、生物多様性、森林資源量の面で高い価値を持つが、住民の交通アクセス性が向上すれば急速に失われるかもしれないという脆弱性を持つ。実際に村から離れた自然林では、調査を行ったわずか三年間の間に伐採許可を持たないものによる伐採が、進められた。タケサイトは種多様性は低い、住民にとって有用性の高いタケ資源を確保できるという面を持つ。したがって、

どれか一つの森林タイプが優占すればいいということではなく、これらのモザイク性を維持させることが重要であると考える。

表(1)-1 ミャンマー・バゴ地区における森林の6つの森林タイプ（監視のある自然林、監視のない自然林、村から離れた自然林、管理プランテーション、放置プランテーション、タケサイト）の特徴と調査結果。アルファベットは有意差の有無（ $p < 0.05$ ）を示す（Tukey法による多重比較）。の特徴と調査結果。アルファベットは有意差の有無（ $p < 0.05$ ）を示す（Tukey法による多重比較）。

	政府 管理	交通 アクセス	地上部 現存量 (t/ha)	種多様性		住民利用の程度
				高木・ 亜高木層	低木・ 草本層	林産物伐採率
監視のある自然林	不十分	良い	116bc	高	高	中
監視のない自然林	無し	良い	36cd	高	高	高
村から離れた森林	無し	悪い	179ab	中	高	低
管理プランテーション	十分	良い	238a	低	高	低
放置プランテーション	不十分	良い	112bc	中	中	中
タケサイト	十分	良い	24d	中	中	低

しかしながら、本調査地域において今後さらに森林減少・劣化が進まないようにするためには、やはり現行の森林管理法に加えて新たな森林管理法が必要であろう。現行の管理法下においても、森林管理官の監視の目があるのとないのでは前者の方が違法伐採は少なく地上部現存量も大きい。このことから、現在、試験林内で行われている監視はある程度の効果があると言える。しかしながら、村から離れた自然林と比較すると伐採率は高く、森林劣化が進んでいることから、監視は行われているものの十分ではないことが示唆された。また、現在監視の目がなく林産物利用と森林劣化が著しい監視のない自然林では、新たな森林管理法の必要性が特に高い。

そこでまず、本調査地域において住民による木材の違法伐採が行われる原因を考えたい。それは、現行の森林管理法が「住民にとって必要不可欠であるにも関わらず、建材、薪炭材の利用は一切禁止する」という一方的な内容になってしまっているからだ考える。確かに本研究でも建材、薪炭材の利用は地上部現存量減少の大きな要因となっていることが示唆されたことから、森林劣化防止のためにはこれらの利用を制限するという対策が一見効果的だと考えられる。しかしながら住民の視点から考えると、一方的に利用禁止と宣告されても日常生活が送れなくなってしまうため、ルールを破ってでも利用せざるを得ない状況に追い込まれてしまう。また、今まで利用していた森林が監視によって思うように利用できなくなると、監視対象外の森林における過度の利用が生じてしまうことも致し方ないことである。多くの熱帯諸国では、植民地時代から森林行政当局がこのような森林をしっかりと管理しようとするほど、今まで通り利用を継続したい地域住民たちと対立してきた。本調査地域において今後これ以上森林劣化が進行しないようにするためには、やはり「住民にとっての林産物資源の確保と便益」という点に焦点を当てた新たな森林管理法が必要であると考える。

この森林管理法には例えば、住民参加型の森林管理の一つであるコミュニティ・フォレストリーがあげられる。そこでコミュニティ・フォレストリーが、こうした問題解決を図る上でどの程度有

効に機能するかを考察してみたい。コミュニティ・フォレストリーとは、それまでの地域社会の意思や利益を無視した管理法を失敗とみなし、新たな森林管理法として 1970 年第後半に登場した理念である。今までの一方的な管理法とは異なり、住民が森林管理に参加することで林産物の持続的な利用を彼ら自身が率先して行い、森林劣化防止につながると考えられている。ミャンマーではこのコミュニティ・フォレストリーに関する森林局局長令として、1995 年に共有林令（Community Forestry Instruction）が制定された。

今回調査を行ったモシュエ村にコミュニティ・フォレストリーを導入するとすれば、住民便益は例えば、住民の建材、薪炭材、日用品を得るための林地を住民自らが設置し、共同で運営することによって確保される。すなわち、コミュニティ・フォレストリーが実施されれば、森林劣化が著しい監視のない自然林において、住民が生活に必要な林産物を自ら植え育てることで森林劣化が防止できる。さらには、そこで育てた林産物を利用することで、その他の森林における林産物利用量が減少し、本調査地域全体の森林劣化の防止も期待できるのではないだろうか。本調査地域では、森林管理官による監視がある程度機能していたことから、林産物の過度の収奪は住民による相互監視によっても抑制される可能性が高いこと、また近隣域で既に試験導入された実績もあることから、コミュニティ・フォレストリーの導入はきわめて実現性の高いものと考えられる。とはいえ、2010 年の段階で、ミャンマーにおけるコミュニティ・フォレストリーの面積は森林局管轄の土地では 0.33 %に留まっている。本調査地域の森林管理法として、今後このコミュニティ・フォレストリーが導入できるかどうかは、管理に参加する住民の意思が最も重要となる。現段階では、モシュエ村住民の森林劣化防止への意識などはまだ十分にできていないため、コミュニティ・フォレストリー実施の可能性を探るには、住民の意識調査など今後さらなる調査が必要である。

表(1)-2 調査地とした保護林に隣接するモシュエ村における保護林内の林産物利用の聞き取り調査の結果。

使用目的	使用部分	農民グループ	非農民グループ
燃料（薪炭）	幹、枝	15 種	15 種
木材（建材、家具など）	幹	16 種	27 種
食料	葉、種、球根、根茎、果実、皮	47 種	42 種
薬	葉、根	14 種	15 種
飼料	葉、根	9 種	16 種
その他	タバコ、殺虫剤、ロープ、油、石鹸、献花、牛車のハンドル など		

住民による林産物の利用

モシュエ村の住民を対象とした聞き取り調査の結果、植生調査で出現した植物のうち、林産物として利用されている植物は計 71 種（全体の 30 %）にのぼることが明らかとなり、利用目的は建材、薪炭材、食料、薬、飼料が多かった（表(1)-2）。そのうち、食料としての利用される種（28 種；利用種の 39 %）が最も多く、次いで建材として利用される種（27 種；利用種の 38 %）が多かった。収穫場所としては、建材、薪炭材として利用する植物は 2つの森林域（村から近い疎林、山奥の森林）で収穫し、食料、薬として利用する植物は居住地周辺と水田周辺、村から近い疎林において収穫していることが明らかとなった。また、飼料として利用する植物は居住地周辺と水田周辺から収穫し、森林域までは採取しにいかないということであった。

タケ類の生物学のおよび社会学的持続性

観測値を基にしたモデル①では、*B. polymorpha* の個体群増加速度（ λ ）は 1.00 で、50 年後の株数の比は 100 %で変化せず、稈数は 183 %となり稈が大きく増加した（表(1)-3）。*C. pergracile* の λ は 1.02 で、稈数の比が 256 %、株数の比が 161 %となり個体数が大きく増加した。調査時点より強度の採取を想定したモデル②では、*B. polymorpha* の 50 年後の稈数の比は 40.6 %、*C. pergracile* の稈数の比は 10.7 %となり両種とも大きく個体数が減少した。タケノコをすべて採取することを想定したモデル③では、*B. polymorpha* の稈数の比が 22.3 %となりすべてのモデルのうち最も稈数が減少した。

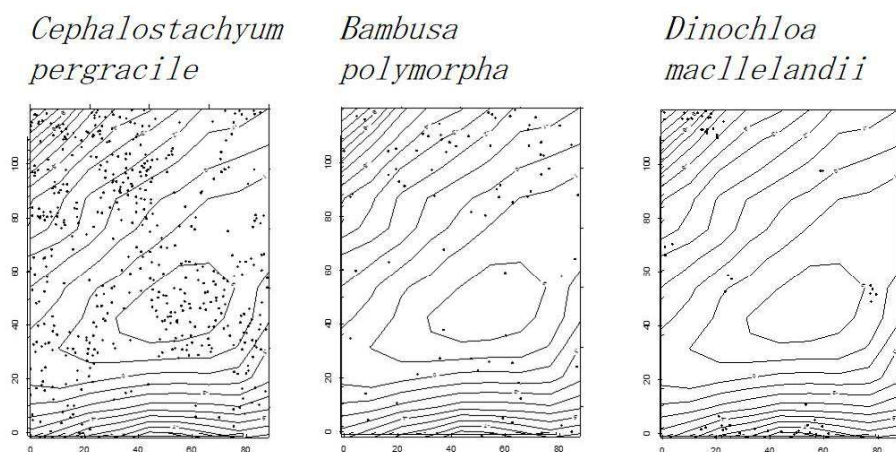
以上より、すべてのモデルにおいて両種の個体群が存続し、調査時点より採取量が増加しても個体群そのものは持続可能であることが示された。生物学的な持続性評価では、どのような利用圧下でもタケは地域絶滅することなく、持続的なことがわかった。観測値を基にした予測では、調査時点の採取圧（平均採取率 *B. polymorpha*; 2.66 %、*C. pergracile*; 22.2 %）が続くのであれば、50 年後は個体数が増加することを予想した。

次に社会学的な持続性を評価する。モデル①の結果から、調査時点の採取圧下（平均採取率 *B. polymorpha*; 2.66 %、*C. pergracile*; 22.2 %）であれば、住民のタケの採取は持続可能であることが示された。しかし、採取量が調査時点より増えた場合（モデル②）、両種とも採取数が 50 年後には現在の 3 割未満に大きく減少し、持続可能な利用法でないことが示された。モデル③より、タケノコをすべて採ってしまった場合に最も個体数が減少したことから、タケ個体群に与える影響はタケノコの採取の方が大きいといえる。

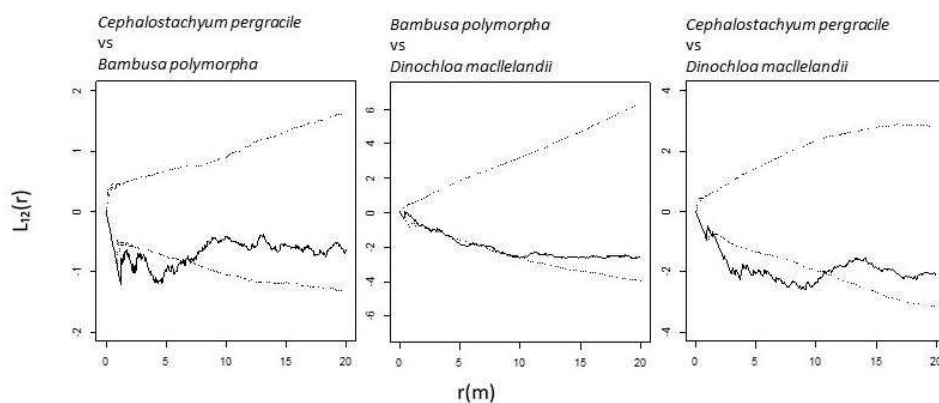
モデル②より、調査時点の採取量以上のタケの利用は、将来のタケの個体数を減少させることになることが示された。調査地域の村は人口が増加しており採取量が増加することが予想されるため、調査時点の採取量を超えてタケを採りすぎない配慮やしくみづくりが必要である。

表(1)-3 3つの推移行列モデルにおけるタケ類の生物学及び社会学的持続可能性の評価のまとめ。○が持続可能、×が持続可能でないことを示している。()内は調査時点と 50 年後の稈数の比(%)を表す。この比が 0 %より大きければ生物学的に持続可能、この比が 100 %以上であれば社会学的に持続可能であるとした。

モデルの種類	生物学的持続性		社会学的持続性	
	<i>B. polymorpha</i>	<i>C. pergracile</i>	<i>B. polymorpha</i>	<i>C. pergracile</i>
①観測した値に基づくモデル	○ 183	○ 258	○ 222	○ 1092
②売却に適した稈をすべて採取するモデル	○ 40.6	× 10.7	× 28.7	× 28
③タケノコをすべて採取するモデル	○ 22.3	- -	× 0	- -



図(1)-12 調査区に出現した3種のタケの分布図。



図(1)-13 調査区に出現した3種のタケの分布相関図。L12の値が負のとき、互いに排他的な分布をすることを意味する。

タケ類の更新適地

80 m × 110 mの調査区には、490株の *C. pergracile*、76株の *B. polymorpha*、62株の *D. maccllelandii* が出現した。これら3種の分布相関をL関数を用い解析すると、3種のタケは全て他のタケと排他的に分布しており、更新場所は種ごとに異なることがわかった(図(1)-12)。より詳しく調べると、*C. pergracile*は調査地内に広く分布したが、*B. polymorpha*の分布は、切り株の近くに限定されていた(図(1)-14)。切り株は、ここ30年以内に形成されたものであり、このことは *B. polymorpha*の分布が伐採により明るくなった場所に限られていることを示唆している。したがって3種のタケはいずれも林冠の空いた場所を好むが、その度合いは種ごとに異なり、*B. polymorpha*が最も耐陰性が低いことが示唆された。*C. pergracile*は他の2種より耐陰性があり、他種より暗い環境下で更新することができる。一方、*D. maccllelandii*の分布は地形の影響も受けており、斜面上の林冠の空いた場所で更新していた。本研究で得られたタケ類の更新場所の情報は、タケ類の適正管理に用いられることであろう。

表 (1)-4 調査地に出現したタケ類 3 種の更新適地のまとめ

種	更新適地	
	地形的適地	林冠構造との関係
<i>Cephalostachyum pergracile</i>	尾根	耐陰性があり、他種より暗いところでも更新可能
<i>Bambusa polymorpha</i>	尾根	林冠が開いた場所に限定
<i>Dinochloa maccllelandii</i>	傾斜部に限定	林冠が開いた場所に限定

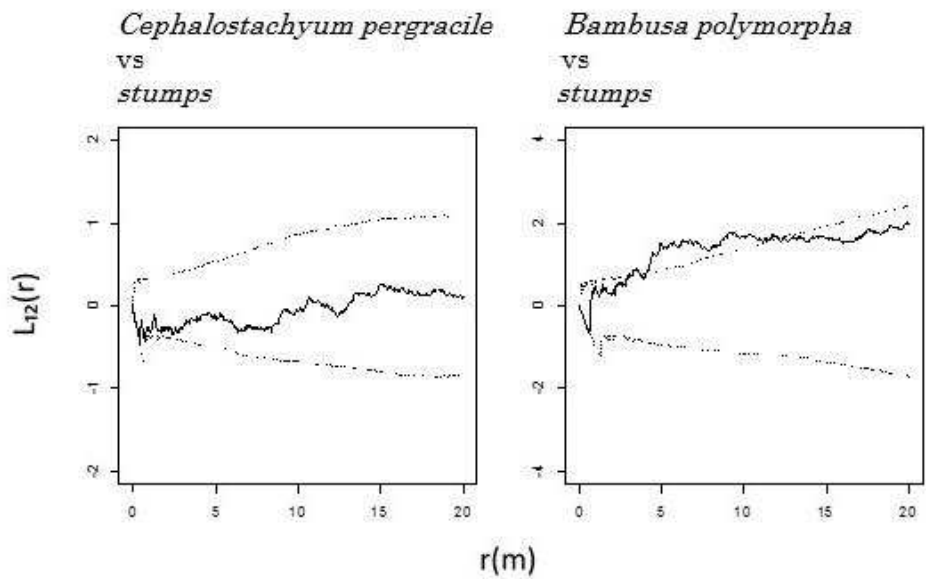


図 (1)-14 調査区に出現した *C. pergracile* と *B. polymorpha* と切り株の間の分布相関。

野生動物の多様性

20 代男性のハンターは他地域からモシュエ村への移住民で、ハンター歴は 10 年であった。普段は農業で生計を立てており、年収は約 1,684 ドル(1 米ドル=1,366.03 ミャンマーチャット 2017 年 3 月 20 日時点)であった。これはモシュエ村の平均年収の 1,521 ドルよりも少し多い金額である。狩猟回数は年に 10 回程度だった。一方、40 代のハンターはモシュエ村出身のため、モシュエ村在住年数は長いものの、ハンター歴は 20 代ハンターと同じ 10 年だった。年収は 1,098 ドルと村の平均年収よりも低く、普段は農業で生計を立てており、狩猟回数は年に 3 回程度であった。

モシュエ村のハンターは計 23 種の哺乳動物を狩猟していたことが調査により明らかになった(表 (1)-5)。また、ハンターによると同地域では野生動物の個体数が 10 年前と比較し、変化していることが分かった。ハンターが狩猟していると回答した 23 種の哺乳動物のうち最近 10 年間で個体数が変化していないとされたものは 4 種、増加傾向にあるとされたものは 1 種、減少傾向にあるとされたものは 18 種であった。

ハンターが狩猟していると回答した 23 種の野生動物の中で、レッドリスト(2016)に絶滅危惧種、もしくは準絶滅危惧種として掲載されている種は 7 種だった。また、ハンターが狩猟していると回答した 23 種の野生動物の中で、カメラトラップに写っていた種は 2 種だった。ロジスティッ

ク回帰分析の結果、オッズ比は 0.013 と 1 より小さかったため、大きい野生動物は減少傾向に、個体サイズの小さい野生最近 10 年間で生物は増加傾向にあるという結果であった。しかし個体群密度の増減と個体サイズの間に有意な関係はみられなかった ($p = 0.092$)。また、①活動時間が夜行性であるか昼行性であるか、②生息場所が地上であるか樹上であるかそれ以外の場所であるか、③食性が雑食であるか草食であるか肉食であるかという 3 つの項目はそれぞれ個体群密度の増減に有意な影響を与えていないことが分かった (いずれの場合も $p > 0.05$ フィッシャーの正確確率検定による)。

モシュエ村近辺の森林の動物の最近 10 年間の個体群密度の増減と個体サイズの分析した結果、個体サイズが大きな野生動物ほど減少する傾向にあった。このことから、調査地においても先行研究と同じ傾向を示すことが分かった。ミャンマーには先述のスマトラサイ、ジャワサイ、ミャンマーシシバナザルの他にも絶滅危惧種に登録されているアジアゾウ、トラ、シベットなど貴重な大型の野生動物が数多く生息している (IUCN, 2016)⁶⁾。これらの動物は食物連鎖の上位に位置し、他の多くの種の個体群サイズの制御という点で生態系の中で重要な役割を果たしており、その減少や絶滅は生態系全体への影響が大きい。例えばアジアゾウは行動圏内に独自の移動ルートを持っており、移動ルート周囲は頻繁に攪乱を受けている。攪乱を受け森林では林冠ギャップが頻繁に形成され、遷移後期種の多い熱帯林に遷移初期種が侵入する場所を与えている。遷移初期種は地上生の草食動物にとって重要な食料源となっていることが多く、ゾウによる攪乱は他の草食性の野生動物に大きな影響を及ぼしている (松林, 2008)¹³⁾。

ある生態系の食物連鎖の頂点にいる野生動物は、その生物を保護することによって他の多くの動物も保護されるという概念のもと、アンブレラ種と呼ばれている。先述のサイ、ゾウ、トラなど多くの大型野生動物がアンブレラ種とされている (Roberge and Angelstam, 2004)¹⁴⁾。つまり大型の野生動物の減少を抑止することは他の野生動物を保全するためにも喫緊の課題であり、特に多くの大型動物が森林に生息しているミャンマーではこうした種の保全を優先的に行うことが生物多様性の効果的な保全策につながると考えられる。

また、逆に個体サイズの小さな生物に着目してみると、ハンターが狩猟している野生動物 23 種の中で一番個体サイズの小さな *Rattus tanezumi* (以下タネズミ) のみが増加傾向にあることが分かった。*Rattus* 属の動物は人家や人の影響が強い場所を生息地としている (Shepherd, 2012)⁷⁾。Gibson ら (2013)¹⁵⁾ によれば、森林が分断化されることによってこの *Rattus* 属の動物の侵入が起これ、この侵入により、他の小型野生動物の絶滅が起これ、元来の森林生態系の多様性を損なってしまう。本研究の結果から明らかになったタネズミの増加は、すなわち、森林に人の手が加わり多様性が減少し、森林そのものが劣化していることを示唆しているだけでなく、タネズミの侵入によって更なる野生動物の多様性の減少が引き起こされる危険性も示している。

モシュエ村は電気やガスの普及が進んでおらず、住民の生活は森から得られる薪炭材に依存している。さらに、近年村の人口は増加傾向にあり、森林利用が加速している傾向にあるため、タネズミの増加にも裏付けられる通り、近隣域の森林は住民活動の影響を強く受けており、劣化が進行している。インフラの整備が進んでいないモシュエ村のようなミャンマーの農山村地域において、生活する上で森から薪をとる行為は必須である。しかしながら、本研究で示唆されたように、このように劣化が進んでいる森林においては、もともと生息していたはずの、特に大型の野生動物が減少している。このまま森林がどんどん減少・劣化を続けていくのを傍観しているだけでは、これら

の野生動物がますます窮地に追い込まれるばかりか、森林全体の生態系が崩れてしまうことが想像できる。しかしながら、だからといってそこに住む人々の生活を犠牲にし、森林だけを保全することができるわけでもない。この、「人間の生活」と「生物多様性」の、二律背反の関係性を生み出しかねない両者のバランスをうまくとっていくために、今後の森林管理の在り方を考えることこそが、私たちが今、直面している最も重要な課題であるといえる。

表(1)-5 狩猟対象動物とその特性

Scientific Name	English Name	Average mass (kg)	Change in population size	Activity Time	Habitat	Eating	INCU ^{注9} Category
<i>Ursus thibetanus</i>	Asian Black Bare	130.0	decrease (1/2) ^{注5}	nocturnal	ground	omnivorous	VU
<i>Catopuma temminckii</i>	Asian Golden Cat	1.30	decrease (1/2)	diurnal	ground	meat-eating	-
<i>Ratufa bicolor</i>	Black Giant Squirrel	1.50	decrease (1/2)	diurnal	arboreal	grass-eating	NT
<i>Caoricornis rubidus</i>	Burmese Red Serow	112.5	decrease (1/2)	diurnal	ground	grass-eating	-
<i>Manis javanica</i>	Sunda Pangolin	7.00	decrease (1/2)	nocturnal	underground	meat-eating	EN
<i>Tupaia glis</i>	Common Treeshrew	0.14	no change ^{注6}	diurnal	ground	omnivorous	-
<i>Trachypithecus hatinhensis</i>	Dusky Langur	7.40	decrease (1/2)	diurnal	arboreal	omnivorous	-
<i>Hystrix brachyura</i>	East Asian Porcupine	9.00	decrease (1/2)	nocturnal	ground	grass-eating	-
<i>Prionailurus viverrinus</i>	Fishing Cat	9.00	decrease (1/2)	nocturnal	water-side	meat-eating	EN
<i>Canis aureus</i>	Golden Jackal	10.0	decrease (1/2)	nocturnal	ground	meat-eating	-
<i>Hoolock hoolock</i>	Hoolock	9.0	decrease (1/2)	diurnal	arboreal	grass-eating	EN
<i>Petaurista ptilippensis</i>	Indian Giant Flying Squirrel	0.40 ^{注1}	decrease (1/2)	nocturnal	arboreal	grass-eating	-
<i>Viverra zibetha</i>	Large Indian Civet	8.50	decrease (1/2)	nocturnal	ground	omnivorous	NT
<i>Prionailurus bengalensis</i>	Leopard Cat	9.00 ^{注2}	decrease (1/2)	nocturnal	ground	meat-eating	-
<i>Macaca fascicularis</i>	Long tailed Macaque	3.25	decrease (1/2)	diurnal	arboreal	omnivorous	-
<i>Pardofelis marmorata</i>	Marbled Cat	3.50	decrease (1/2)	nocturnal	arboreal	meat-eating	VU
<i>Nycticebus coucang</i>	Sunda Slow Loris	1.50	decrease (1/2)	nocturnal	arboreal	omnivorous	-
<i>Sundasciurus tenuis</i>	Slender Squirrel	0.09 ^{注3}	no change	diurnal	arboreal	omnivorous	-
<i>Herpestes javanicus</i>	Small Asian Mongoose	0.75	no change	diurnal	ground	meat-eating	-
<i>Capricornis sumatraensis</i>	Sumatran Serow	112.5	decrease (1/2)	diurnal	ground	grass-eating	-
<i>Rattus tanezumi</i>	Tanezumi rat	0.055 ^{注4}	Increase (Less than 2times) ^{注7}	nocturnal	ground	omnivorous	-
<i>Tamias mccllellandii</i>	Western Striped Squirrel	0.09	no change	diurnal	arboreal	omnivorous	-
<i>Sus scrofa</i>	Wild boar	67.50	decrease (1/10) ^{注8}	nocturnal	ground	omnivorous	-

注1：同属の種*Petaurista petaurista*の値を使用、注2：同属の種*Prionailurus viverrinus*の値を使用、注3：同属の種*Sundasciurus lowii*の値を使用、
注4：同属の種*Rattus rattus*の値を使用、注5：10年前と比較して個体数が1/2に減少、注6：10年前と比較して個体数の変化なし、注7：10年前と比較して個体数は増加したものの2倍まではいかない。注8：10年前と比較して個体数が1/10に減少、注9：2016年レッドリストの危機ランク、EN(Endangered)：絶滅危惧種 VU(Vulnerable)：危急種 NT(Near Threatened)：近危

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

- 1) 従来、道路は生態系に対して負の影響を与えることがよく知られていたが、道路が生態系に対して正の影響を与えることを世界で初めて示すことができた。
- 2) 住民にとって重要な林産物であるタケが森林生態系の生物多様性に対して負の影響を持つことを明らかにすることができた。
- 3) ミャンマーの典型的な農山村域周辺の森林を調査し、その森林を 6 つの森林タイプに分類することに成功した。さらにこの森林タイプのうち、どれかが優占すれば住民便益と生物多様性を含めた生態系サービス機能を向上させられるのではなく、これら森林タイプのモザイク性を維持させることが住民便益と生物多様性を含めた生態系サービス機能にとって重要であることを世界で初めて明らかにした。
- 4) 今まで不明であったミャンマー・バゴー地区の森林に優占する 3 種のタケ、*Cephalostachyum pergracile*, *Bambusa polymorpha*, *Dinochloa macillelandii* の更新場所特性を明らかにした。
- 5) これらのタケ類は現在の利用圧下では持続的に利用されることがわかったが、今より利用圧が上がると持続性が担保できないことも示された。ミャンマー・バゴー地区の人口増加を考えると、今後、タケの利用圧が上昇することが予想され、タケ類の適正管理が将来にわたり、より重要になることが明らかとなった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

- 1) 農地保有の政府保証を前提とした世帯・村落ベースでの生物多様性保全(持続的な森林資源利用)と地域社会便益の実現は、ミャンマーにとって喫緊の政策課題であり、両項目の最適化を図る幾つかの指標を抽出した。これら研究成果については、ミャンマー政府からの要請により、2015 年 6 月にミャンマーで開催された国際会議(ASEAN Social Forestry Network)で公表した。この会議はミャンマー政府とミャンマー森林研究所が主催するものであり、これを通して本課題の成果をミャンマーにおける REDD+およびセーフガード政策にインプットした。
- 2) 2016年、11月に、ラオスで行われた自然エネルギーに関する国際シンポジウムに参加し、これまでのミャンマーにおける土地利用変化と森林減少・劣化に関する研究成果を発表し、エネルギーの分野からも高い注目を集めた。近隣諸国での当該分野での行政担当者などとの情報館を積極的に行い、ラオスおよびASEAN諸国の森林資源の保全と住民便益についての指標探索についてのデータ取得法、分析方法を伝播した。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- 1) 本研究の成果はREDD+をミャンマーなどのような森林劣化が深刻化する地域で、住民便益を確保しながら炭素貯留量を担保する上で、重要な指針になり得る。
- 2) 上記に関連して、炭素貯留保全地域を指定する際のリーケッジ抑止策に資することが出来る。
- 3) 熱帯林の保全について生物多様性保全の観点からこれに矛盾・拮抗しない形での森林炭素貯留量保全策を提案することが出来る。

- 4) REDD+のセーフガードの2大項目である「生物多様性の保全」と「地域住民の便益」のバランスについて具体的な指標を示すことが出来る。とりわけ調査対象地のような農山村地域において、住民便益を担保できるような非林産物生産の持続性と農村集落近隣域での森林構成種や野生動物の生物多様性とのバランスを考慮する上でのモデルとなりうる。さらに本研究が示した調査アプローチは今後地元の研究機関に日本からのNGO、JICAなどが技術支援を実施する上でパイロットプログラムとなり得る。
- 5) SDG (Sustainable Development Goals) で掲げる目標項目、特に17の森林保全に関する目標について具体的な指針を与える素地を構築した。

6. 国際共同研究等の状況

- 包括協定 (MOU)
 - 1) ミャンマー森林局－広島大学、”Research collaboration on biodiversity and forest ecology in Tropics (森林生態と生物多様性に関する研究協力)”, 2013年～、カウンターパート: Nyi Nyi Kyaw (ミャンマー森林局長)、気候変動と緩和策に関する国際共同研究の一環（特にREDD+に関する研究協力）として実施している。
- 招聘者
 - 1) Taung Nai Oo (ミャンマー森林研究所・所長) 2016年度
 - 2) Ei Ei Hlaing (ミャンマー森林研究所、研究員) 2015年度、2016年度
 - 3) Kyi Kyi (ミャンマー森林研究所、研究員) 2015年度
 - 4) Thaung Naing Oo (ミャンマー森林局・海外研究力・広報担当部長) 2016年度

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 奥田敏統(編) 温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー 文一総合出版、東京、(2017)
- 2) 奥田敏統 序論 奥田敏統(編)「温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー」 pp. 7-20. 文一総合出版、東京、(2017)
- 3) 山田俊弘 保護林の住民利用とそれによる森林保護の可能性 ミャンマー、マンドレー管区の農山村の事例 奥田敏統(編)「温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー」 pp. 129-140 文一総合出版、東京、(2017)
- 4) 奥田敏統 二項対立回避へのアプローチー農地開発に伴う生態系劣化と甦生ー 奥田敏統

(編) pp. 169-197 文一総合出版、東京、(2017)

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) 奥田敏統 熱帯地域における生物多様性保全と地域社会便益のシナジー — REDD+運用に当たっての課題 — 海外の森林と林業 98:3-7 (2017)

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) 奥田敏統、山田俊弘、渡部清孝、森彩音、保坂哲朗、杉本龍志、Mazlan Hashim, Shamsudin Ibrahim, Christine Flecher: 第24回日本熱帯生態学会(2014)
「生物多様性と地域住民の相乗便益確保からみた REDD+の課題」
- 2) 奥田敏統: 国際シンポジウム Biodiversity And Local Benefits In Tropics; A Case Study of Agro and Forest Ecosystem in Myanmar, Tokyo, Japan, 2014
“Introduction of the symposium”
- 3) 山田俊弘、奥田敏統: 国際シンポジウム Biodiversity And Local Benefits In Tropics; A Case Study of Agro and Forest Ecosystem in Myanmar, Tokyo, Japan, 2014
“Use of Forest Products and its impacts on Forests in Moe Swe, Myanmar”
- 4) 奥田敏統: 第62回 日本生態学会鹿児島大会(2015)
「企画集会「熱帯アジアにおける生物多様性保全と地域社会の相乗便益の可能性について」趣旨説明」
- 5) 山田俊弘、奥田敏統: 第62回日本生態学会(2015)
「ミャンマーMoe swe 保護林における地域住民による竹の利用とそれが森林生態系に及ぼす影響」
- 6) 三浦麻由子、山田俊弘、奥田敏統: 第62回 日本生態学会鹿児島大会(2015)
「ミャンマーMoe Swe 保護林における住民による林産物の利用と森林荒廃」
- 7) 上田健太、堀金司、三浦麻由子、山田俊弘、奥田敏統: 第62回日本生態学会(2015)
「ミャンマーMoe swe 保護林における地域住民による竹の利用とそれが森林生態に及ぼす影響」
- 8) 堀金 司、三浦 麻由子、上田 健太、奥田敏統、山田俊弘: 第62回日本生態学会(2015)
「水田雑草植生と人のつながりからみるミャンマーの里山」
- 9) 奥田敏統、山田俊弘、三浦麻由子、堀金司、上田健太、Ei Ei Hlaing: 第25回日本熱帯生態学会(2015)
「ミャンマー農山村における生物多様性保全の利用と保全」
- 10) 三浦麻由子、上田健太、堀金司、奥田敏統、山田俊弘、松崎咲慧、浅野祐紀子、天野正博、Ei Ei Hlaing: 第63回日本生態学会(2016)
「ミャンマー農山村地域における住民による林産物利用と森林減少・劣化」
- 11) 上田健太、堀金司、三浦麻由子、山田俊弘、奥田敏統、Ei Ei hlaing: 第63回日本生態学会(2016)
「ミャンマー農山村地域におけるタケ類2種の個体群構造と動態パラメータ — 持続可能

なタケの利用を目指して」

- 12) 奥田敏統：第 63 回日本生態学会（2016）
「REDD+セーフガードと森林保全」
- 13) 山田俊弘：第 63 回日本生態学会（2016）
「生物多様性の住民利用の可能性」
- 14) 小林美月、三浦麻由子、堀金司、上田健太、奥田敏統、山田俊弘、松崎咲慧、浅野祐紀子、天野正博、Ei Ei Hlang, Kyi Kyi Khing：第 26 回日本熱帯生態学会年次大会（2016）
「ミャンマー中央平原における農山村地域での森林劣化の現状と炭素貯留量保全へ向けた課題」
- 15) 志摩兼、奥田敏統、Saw Leng Guan、山田俊弘：第 26 回日本熱帯生態学会年次大会（2016）
「マレーシアパソ保護林における選択伐採後の樹木種多様性の動態」
- 16) 大重千宏、山田俊弘、奥田敏統、Ei Ei Swe Hlaing：第 26 回日本熱帯生態学会年次大会（2016）
「ミャンマーにおけるタケ (*Cephalostachyum pergracile*) と樹木の空間をめぐる競争関係」
- 17) M. Kobayashi, M. Miura, T. Horikana, K. Ueda, T. Okuda, T. Yamada, M. Amano, E. E. Hlang, K. K. Khing: The annual research congress, Nay Phi Taw, Myanmar, 2016.
“The forest degradation in Bago Mountains, Myanmar and implications for Reduced Emission from Deforestation and Degradation (REDD+)”
- 18) Ohshige, T. Yamada, T. Okuda, E. E. Hlang: The annual research congress, Nay Phi Taw, Myanmar, 2016.
“A study on regeneration processes in three bamboo species, (*Cephalostachyum pergracile*, *Bambusa polymorpha*, *Dinorchloa maccllelandii*), in a Myanmar forest”
- 19) 小林美月、三浦麻由子、堀金司、上田健太、奥田敏統、山田俊弘、天野正博、Ei Ei Hlang, Kyi Kyi Khing：日本生態学会第 64 回全国大会（2017）
「ミャンマー中央平原の農山村地域における住民の森林利用と生物多様性との関係」
- 20) 堀金司、奥田敏統、山田俊弘、Ei Ei Flaing：日本生態学会第 64 回全国大会（2017）
「ミャンマーバゴ山地周辺の農山村地域における住民アクセスと森林荒廃の関係性」
- 21) 上田健太、大重千宏、小林美月、堀金司、山田俊弘、奥田敏統、Ei Ei hlaing：日本生態学会第 64 回全国大会（2017）
「ミャンマー農山村で高頻度利用されるタケ (*Bambusa polymorpha* と *Cephalostachyum pergracile*) の個体群動態と持続可能性」
- 22) 志摩兼、奥田敏統、Saw Leng Guan、山田俊弘：日本生態学会第 64 回全国大会（2017）
「マレーシアパソ保護林では選択伐採後に樹木種多様性が減少し続けている！」
- 23) 大重千宏、山田俊弘、奥田敏統、Ei Ei Swe Hlaing：日本生態学会第 64 回全国大会（2017）
「ミャンマー・バゴ山地の森林内における三種のタケ (*Cephalostachyum pergracile*, *Bambusa polymorpha*, *Dinorchloa maccllelandii*) の更新適地の研究」

（３）知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) BIODIVERSITY AND LOCAL BENEFITS IN TROPICS; A Case Study of Agro and Forest Ecosystem in Myanmar (平成 26 年 12 月 15 日、キャンパスイノベーションセンター、観客 120 名)
- 2) 熱帯アジアにおける生物多様性保全と地域社会の相乗便益の可能性について ―ミャンマー農村地域を例に― (平成 27 年 3 月 22 日、鹿児島大学、観客 100 名)
- 3) 熱帯地域社会における生物多様性保全と利用 炭素排出権取引によるインセンティブの視点から (平成 28 年 3 月 24 日、仙台国際センター、観客 100 名)
- 4) Synergy effects derived from the biodiversity conservation and local benefit in tropics (平成 28 年 12 月 12 日、キャンパスイノベーションセンター、観客 120 名)

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

- 1) 第 4 回日本生態学会大島賞 山田俊弘 日本生態学会 2015 年 3 月
- 2) 第 26 回日本熱帯生態学会優秀ポスター賞 志摩兼、奥田敏統、Saw Leng Guan、山田俊弘 マレーシアパソ保護林における選択伐採後の樹木種多様性の動態 日本熱帯生態学会 2016 年 6 月
- 3) 第64回日本生態学会大会ポスター賞 優秀賞 上田健太、大重千宏、小林美月、堀金司、山田俊弘、奥田敏統、Ei Ei hlaing ミャンマー農山村で高頻度に利用されるタケ (*Bambusa polymorpha*と*Cephalostachyum pergracile*) の個体群動態と持続可能性 日本生態学会 2017年3月

8. 引用文献

- 1) Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Springer, Wien.
- 2) Shannon C.E, Weaver W. (1964) Mathematical communication of theory, University of Illinois Press, Urbana, IL USA, 125 pp.
- 3) Chave J, Rejou-Mechain M, Burquez A, Chaidumayo E, Colgan MS, Delitti WBC, Duque A, Eid T, Fearnside PM, Goodman RC, Henry M, Martinez-Yrizar A, Mugasha WA, Muller-Landau HC, Mencuccini M, Nelson BW, Ngomanda A, Nogueira EM, Ortiz-Malavassi E, Pelissier R, Ploton P, Ryan CM, Saldarriaga JG, Vieilledent G (2015) Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* 20:3177-3190
- 4) Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., Lugo A.E. (1992) Wood Densities of Tropical Tree Species, General Technical Report SO-88, USDA Forest Service, New Orleans, Louisiana, 15pp.
- 5) Chan N, Takeda S, Suzuki R, Yamamoto S (2013) Establishment of allometric models and estimation of biomass recovery of swidden cultivation fallows in mixed

deciduous forests of the Bago Mountains, Myanmar. *Forest Ecology and Management* 304:427-436

- 6) IUCN (2016), The IUCN Red list of threatened species
- 7) Shepherd, C. R. and Shepherd, L. A. (2012). *A Naturalist's Guide to the MAMMALS OF SOUTHEAST ASIA*, John Beaufoy Publishing, Oxford, pp176
- 8) Francis CM., Hemmings J., Unwin M., Stones T. (2001) *Mammals of South-East Asia*. New Holland Publishers, Sdn Bhd, pp.127
- 9) Whitten J., Compost A. (1998) *Tropical Wildlife of Malaysia and Southeast Asia*. Periplus Editions, Republic of Singapore, pp.64
- 10) Dobroruka L.J. (1999) *MAMMALS*. Blitz Editions, Prague, pp.188
- 11) Rao K S and Ramakrishnan P S 1987 Comparative analysis of the population dynamics of two bamboo species, *Dendrocalamus hamiltonii* Nees and Arn. And *Neohouzeua dulloa* A. Camus in successional environment. *For. Ecol. Manage.*, 21: 177-189
- 12) Larpkern P, Moe SR, Totland Ø (2011) Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest. *Oecologia*, 165: 161-168
- 13) 松林尚志 (2008). 熱帯雨林の自然史. 東南アジアのフィールドから, 100-127, 東海大学出版会, 秦野, pp283
- 14) Roberge, J. M., and Angelstam, P. E. R. (2004). Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*, 18(1), 76-85.
- 15) Gibson, L., Lynam, A. J., Bradshaw, C. J., He, F., Bickford, D. P., Woodruff, D. S., Bumrungsri, S., Laurance, W. F. (2013). Near-complete extinction of native small mammal fauna 25 years after forest fragmentation. *Science*, 341(6153), 1508-1510.

（２）循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科
京都学園大学バイオ環境学部

竹田晋也・小坂康之
鈴木玲治

平成26～28年度累計予算額：17,855千円（うち平成28年度：5,700千円）

予算額は、間接経費を含む。

【要旨】

ミャンマーのバゴー山地の調査対象地であるS村では2014年からは住民林業（community forestry）が導入され、5世帯以上で構成されるユーザーグループが、住民林業の登録手続きをすれば、30年間の森林利用が認められることになっている。S村の底地は国有指定林である。しかし地上部にカレン領域が設定されている。その中で最近になって住民林業が認められた。現在、普及しつつある住民林業は、指定林・カレン領域・住民林業という3層の構造が、国有林内での住民の林野利用という土地利用・保有の重層性をうまく追認していると考えられる。こうしたガバナンスの重層性は外部からの土地収奪のリスクをなくす一方で、個々のユーザーグループは休閑地を造林地として確保することを可能としている。外部からの土地収奪を抑制し、内部での重層的な利用保有関係を追認維持する「あいまいさ」を確保しながら調整する仕組みとなっていることが判明した。

「カレン領域」が長年にわたって維持されてきた結果、ガバナンスの重層性がうまく機能していた。こうしたガバナンスの重層性の機能を指標にすることで、あらたなプロジェクトの導入の際の判断材料を得ることができる。

【キーワード】

移動耕作-Agroforestry混在型農業地域、土地利用、住民林業（community forestry）

1. はじめに

第二次英緬戦争の後の1852年に下ビルマがイギリスによって併合されて以来、バゴー山地ではチーク生産に特化し、択伐天然更新とタウンヤ造林を柱とする「科学的林業」(scientific forestry)が行われてきた。ここで「科学的林業」がカギかっこにくるまれているのは、「科学的」管理を口実に地元住民による森林利用を制限して、チーク林からの歳入を最大化しようとした植民地経営に対する批判が環境史の論点となっているからである。

林地の画定作業は、日本の官民有区分や英領時代の指定林制度など、各地で実施されてきた。そこで問題となってきたのは、地元住民に対する森林利用の制限である。ブランディスが、「もしも焼畑を権利として認めようものなら、バゴー山地全体でカレンが権利を主張しない森林は1平方マイルも残らないだろう」と述べているように、19世紀に「科学的林業」がバゴー山地に導入される過程で、森の中に散在するカレン焼畑耕作との軋轢が増していった。指定林からの厳しい排除や徴税を受けたカレンの人々は、森林局に非協力的な態度や逃避行動をとったために、林業労働者を十分に確保できず森林経営にも悪影響を及ぼした。森の中で育林・素材生産をおこなうためには、カ

レンの人たちの協力は欠かせなかったのである。こうした非協力ゲームを打開するために、「タウンヤ造林法」と「カレン領域」という二つの妥協が生まれた。

「タウンヤ造林法」は、植栽木が幼齢で樹冠が閉鎖するまでの間、植栽木の間に農作物を間作する造林法で、参加農民は地拵えや植栽といった造林作業に従事する見かえりに、同時に割り当てられた造林地で農作物を間作する。間作することで、除草・下刈りの手間と経費が省け造林の初期投資を軽減することができ、また山火事の侵入なども防止できて造林成績が向上する。

「カレン領域」とは、「タウンヤ造林法」とは関係なく指定林内で焼畑を行うことを森林局が認めた区域で、耕作者一人当たり休閑地を含めて100ヘクタール（250エーカー）が上限とされた（谷 1998）¹⁾。林地と林業労働力を安価に確保するための妥協の産物である「タウンヤ造林法」と「カレン領域」は、森林局とカレンとの相互依存関係を形成していった。バゴー山地がチーク指定林に塗り分けられていく過程でカレン領域が設定され、第二次世界大戦後の内戦期にはカレンの集住化がさらに進められた。[谷 1998, 速水 2007]^{1), 2)}

21世紀になってミャンマーは歴史的な転換点を通過し社会経済状況も変化していった。2004年に国際協調路線をとる和平推進派のキンニョン首相が更迭され、2005年にはネピドーへの首都移転が始まり2006年に行政首都ネピドーへの遷都が公表された。2007年10月12日にテイン・セインが首相に就任し、軍政主導の政治体制の改革が始まった。2010年11月には新憲法に基づく総選挙が実施され、アウンサンスーチーの軟禁が解除された。2011年3月、テイン・セインはミャンマー大統領に就任。2015年11月にミャンマー総選挙が実施されNLDが圧勝し、2016年3月にティンチョーが新大統領に就任した。NLD党首のアウンサンスーチーが国家顧問と外務大臣を兼任して政権の実権を握る「事実上のアウンサンスーチー政権」が成立した。こうした民主化の流れを受け、2016年10月に米政府はミャンマーに対する経済制裁を解除した。

森の奥深くにあっても、S村もそうした変化と無関係ではない。電気も水道も通じていないが、道路が以前よりも良くなったので、ふもとの町からトラックやバイクで行商がやってくるようになった。村の高台ではタケ竿の先に電話機の外部アンテナがつけられバッテリーにつないだ携帯で外部と通話することができる。シンガポールに出稼ぎにいく女性も現れた。交通手段は徒歩のみで、通信手段はなかった以前と比べると、外部とよりつながるようになっていく。



写真(2)-1 S村の雑貨屋に張られたREDD+啓蒙のポスター

外部から「プロジェクト」も入り始めた。マラリア感染症対策や小学校改築などベーシック・ヒューマン・ニーズである医療・教育分野が先行していたが、それに加えて住民林業（community forestry）、温暖化対策プロジェクトも始まった。村の雑貨屋には、REDD+のポスターも張られている（写真(2)-1）。医療・教育などは村民の生活に直接的に裨益するところが多いが、「温暖化対策」はそうではない。突然やってきたREDD+をはじめとする「温暖化対策」は、村人の眼にはどのように映っているのだろうか。それは、これからの生活や農業にどのような影響を及ぼし、どのような可能性を提供してくれるのであろうか。そうしたことを念頭において、森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係の調査を開始した。

2. 研究開発目的

ミャンマー国内の持続的資源管理が維持されている農村社会において世帯の経済的要素について聞き取り調査を行い、各世帯や村落の経済状況と農業および森林資源の利用度などとの関連性について検討する。

地域の社会的環境に関わる要素および住民参加による生態系保全活動などについて個別世帯、所轄官庁、民間団体等を対象に調査を行い、ガバナンスと森林資源との関連性について検討を行う。

比較対象として、移動耕作-Agroforestry混在型農業地域およびそれに類似する土地利用形態において同様の研究を実施する。

地域の住民参加による生態系保全活動や森林への関わり方、community forestの設置や維持活動、伝統的知識や技術がどのように活用されているかについて聞き取り調査を行い、それらが地域社会の長期的便益にどのように影響を与えるか、さらに、住民の土地利用に対する選好が生態系の管理にどのように反映されているかを明らかにする。

3. 研究開発方法

循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究をバゴー地区の2サイト（M村とS村）において、地域社会の経済（収穫物、収入、市場との関連性）について個別（世帯、個人を対象）にヒアリングを行い、各世帯やcommunityの経済状況と農業および森林資源の利用度などとの関連性について分析を行った。M村・S村は、それぞれバゴー山地の里山山村・奥山農村と位置づけられる。さらに高解像度衛星画像を用いてcommunity forestを含めた村域全体の土地利用図を作成し、現地踏査と聞き取り調査で細部を確認した。これらの結果から、多様性保全が地域社会の長期的便益にどのように影響を与えるか、さらに、住民の土地利用に対する選好が生態系の管理にどのように反映されているかを考察した。

4. 結果及び考察

バゴー山地カレン領域の焼畑

カレン領域にあるS村でカレンの人々が営む焼畑耕作は以下のようなものである。

用地選定：乾季にはいと焼畑地を選定する。村の周囲1kmほどは、水源林や薪炭採取地となっているので焼畑は行わない。また土が「熱い」尾根上は避けて、土が黒く「冷たい」ところを選

ぶ。タイワ (*Bambusa tulda*) の生えているところは、比較的平らで粘土質の土なので焼畑に適しているという。よさそうな場所を見つけると、一握りの土を持ち帰り、それを枕の下において眠る。よい夢を見ることができればよし、悪い兆しを夢に見ると、新たな候補地を探すことになる。

伐開：涼季の1月中頃に伐採がはじめられる。伐開は、男の仕事である。山刀で斜面の下部から順に切り倒してゆく。チャタウンワ (*Bambusa polymorpha*) やタイワは株立ちのタケである。幾本もの桿が束ねたように生えている。それを外側から切ってゆく。まずタケを切ってそれをなるべく平らに寝かせて、それから木を切る。太い木の場合には根張もあり伐採が難しいので、地際で切らずに地上から2 mほどのところで切る。はしごのようにタケを木に立てかけ、それを足場にして切るのである。この高伐りは、結果として後の萌芽更新を有利にしている。

切り倒した新しい焼畑地は、そのままにして乾燥させる。2月の春節が過ぎると日中は暑くなってゆき、3月からは暑季となる。2月ごろに焼畑地への野火の侵入を防ぐために、焼畑の周りに幅3 mほどの防火帯をつくる。落ち葉や枝を掃いて、外から野火が燃え移らないようにするのだ。



写真(2)-2 焼畑の伐開

火入れ：4月の水掛祭りのころ、暑さは最高潮になる。この時期に火入れをする。午後1時頃の最も暑い時間帯に火を付ける。火入れの出来不出来は、作柄に大きく影響する。2006年には時期はずれの降雨があり、一部の畑はうまく焼けなかったため作付けできなかった。火入れの2～3日後には燃え残りを集めて二度焼きをおこない、そして出小屋作りに取りかかる。

播種：5月、雨季入りと同時に、堀棒で穴を開け、そこに陸稲の種籾を点播する。堀棒はタケでできていて、上部に穴が開けられ、地面をつくと、ポコポコと音が出るようになっている。鳴子付き堀棒である。

陸稲は、早生うるち、晩生うるち、中生もちの3種ある。主要な換金作物であるゴマ、トウガラシ、ワタの他に、アワ、モロコシ、トウモロコシ、ジュズダマ、サトウキビ、インゲンマメ、キマメ、キャッサバ、コンニャク、キュウリ、ウリ、カボチャ、ナス、オクラ、トマト、キアイ、ハイ

ビスカス、タバコ、バナナなどや、観賞・儀礼用のノグイトウなどの花卉も作付けされる。

除草：除草は、播種のすぐ後にはじめて、9月末までに3回おこなう。



写真(2)-3 焼畑の火入れ



写真(2)-4 雨期の焼畑

鳥獣害防除：9月までには焼畑の周囲に柵を作る。陸稲を食害するイノシシやトウガラシを食害するホエジカを防ぐためである。ショーニー (*Sterculia villosa*) の樹皮で焼畑地を囲う。イノシシやホエジカを捕獲するために「くくり罠」を仕掛けることもある。

鹿威しに鳴子を使い、その鳴子縄にもショーニーやショーピュー (*Sterculia versicolor*) が使われる。鳥よけには案山子が焼畑におかれる。

収穫：11月には早稲の収穫がはじまり、12月には晩稲の収穫も終わる。収穫された稲は、出小屋で打ち付けて脱穀された後、米倉に蓄えられる。稲刈りの時期、焼畑にはノゲイトウが咲きお花畑のようになる。その後12月にはゴマ、トウガラシを、3月にはワタを収穫する。



写真(2)-5 収穫期の焼畑

休閒：休閒に入るとすぐに生えてくるのはビザ (*Chromolaena odorata*) やタマサイ (*Thysanolaena maxima*) で、1～2年目の休閒地はこれらの草本で覆われる。これら草本に続いてタケが回復する。休閒地にはチャタウンワやタイワなどのタケが多い。こうしたタケ林を歩いてみると、地表を掘り起こした土盛りが一面に広がっている。これは、カレン語でブイ、ビルマ語でブイと呼ばれるコタケネズミの仕業である。巣穴の入り口には、掘り出した土が盛り上げられている。コタケネズミはそこから土中を掘り進み、一定の間隔で土を地上に掃き出しているのである。こうしてタケの根やタケノコを食べ、土の中の巣で繁殖している。イノシシが地面を掘り起こした跡も加わって、特に若い休閒林の林床はまるで耕されたようになっている。こうした動物の耕耘力は、休閒地の地力回復に大いに役立っていると思われる。

ピンカド (*Xylia xylocarpa*) などの木本を高伐りした切り株の萌芽更新により、10年を過ぎたあたりから木本の樹高がタケを上回り、また樹木のバイオマス量もタケのバイオマス量と同じぐらいに回復する。こうしてタケと木本が混じり合った二次林は、伐開の作業が容易で、また火をいれてもよく焼ける焼畑に適した林となる。休閒期間12年未満の場合は若い休閒地（ティクラアサー）、12年以上は古い休閒地（ティクラアボー）と呼ばれ、タケ林に木本が混じる古い休閒地が上手く燃えるので好まれる。すなわち12年以上の休閒期間があれば十分焼畑耕作ができるのである。S村の焼畑の変化

カレン領域の焼畑の現状を把握するために、S村で2002年から2006年までの5年間に開かれた焼畑全筆について、その周囲をなるべく忠実に歩いてGPS位置情報を得るとともに、焼畑を開いた全

世帯を対象に質問票を用いた聞き取り調査をおこなったことがある。5年間の焼畑地図を図(2)-1に示す。図(2)-1には、集落の中心から1km毎に同心円が描かれている。集落から半径約1kmの部分は水源林・薪炭林として保全されているため、焼畑地は集落から約1mから7kmの範囲に分布している。

2002年には村の総面積4,973.94ha(A)に対して、当年焼畑60筆の総面積は161.46ha(B)であった。筆面積の平均は2.69haで、許容最大休閑年数は30.8年(A/B)となる。一方、当年焼畑伐開地の平均休閑年数は17.9年(平均休閑年数=Σ(面積×休閑年)/当年焼畑の総面積)となった。ただしここでは天然林など休閑年数が不明なものは除外した。

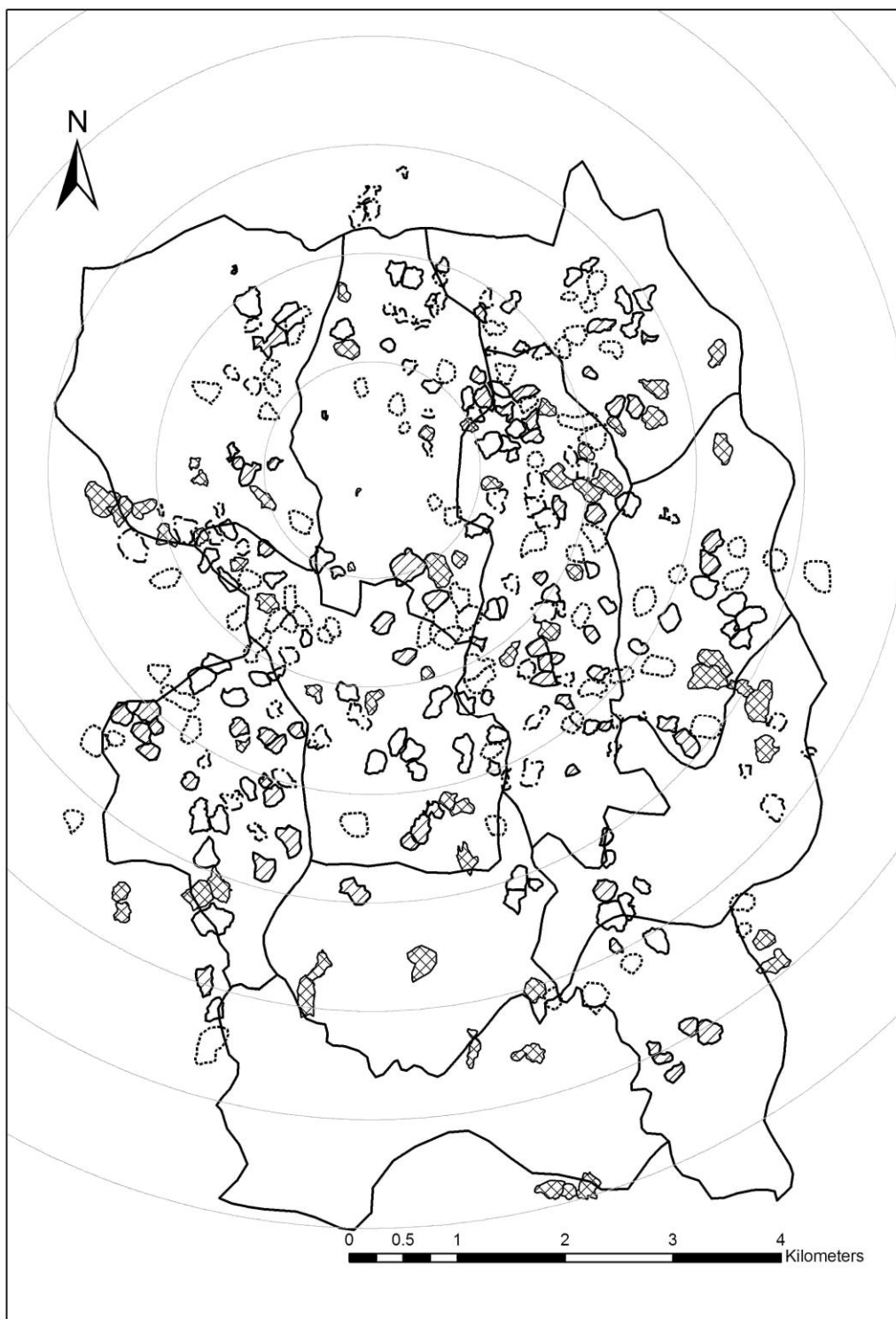
伐開時点での休閑年数が判明した44筆を休閑年数別に見ると、休閑13-18年が全体の半数を占める。土地が十分にあってより長期の休閑を選択できるにもかかわらず、タケが混じった植生が伐開に適しているために10数年の休閑が選択されている。休閑地では5年ほど経つとタイワやチャタウンワなどのタケが回復し、10年が過ぎるとそれに木本が混じり合った二次林となる。この休閑タケ林は、伐開作業が容易でまた火を入れても良く焼けるのでS村の焼畑にとって重要な役割を果たしている(鈴木ら2007)³⁾。

5年間の中で、2006年は他の年とは状況が大きく異なっている。2004年度から5年間の予定で始められた「バゴー山地緑化計画」によって、S村では村境の北辺を通る自動車道路沿いへの集落強制移転が始まった。移転が本格化した2006年には焼畑のほとんどが村域の北半分に分布し、焼畑筆数、面積ともに減少した。各世帯は、焼畑縮小による影響を木炭やタケなどの林産物販売や2005年から始まった近隣での民間チーク造林地での作業や道路補修などの限られた賃労働収入で補っている。

2009年3月からタイワの一斉開花がはじまり、2009年秋の収穫と2010年の播種ならびに収穫の際にネズミ食害により陸稲生産は大きな被害を受けた。ここでも造林や道路補修などの賃労働収入で生計が補われている。2010年には村の北西部が民間チーク造林地となり、2011年には自動車道路沿いで電話が開通した。

また同村では2010年ごろから小規模ながらも谷地田造成による水田水稻作がはじまった。谷地田周囲の斜面にはバナナ、マンゴーなどの果樹とともにチークやピンカドーが植えられ、現地では「水田アグ

ロフォレストリー」と呼ばれている。2012年3月に成立した農地法では、水田と常畑を対象に土地利用証明書の発行を通じた小農土地保有の合法化が想定されているが、焼畑はその対象外である。S村にも、最近の土地政策変化の情報が断片的に伝わりつつあり、各世帯は将来の土地所有権確保を期待して「水田アグロフォレストリー」をすすめていた。



図(2)-1 5年間の焼畑位置（白2002、斜線2003、交差斜線2004、灰色2005、黒2006）

（出典：竹田ら 2007）⁴⁾



写真(2)-6 S村の谷地田 (開墾造成途中で田面は水平ではない)

また森林と焼畑とその休閑地、水田がモザイク状に広がる村域では、コンニャク (*Amorphophallus bulbifer*) やインドジャボク (*Rauvolfia serpentina*) が採取され、住民の貴重な現金収入源になっている。コンニャクもインドジャボクもともに地下部が利用される。その生活形態は、野火や焼畑の攪乱をうまく回避しており、焼畑土地利用システムの中で持続的な再生生産が行われている。



写真(2)-7 コンニャク (*Amorphophallus bulbifer*)



写真(2)-8 インドジャボク (*Rauvolfia serpentina*)

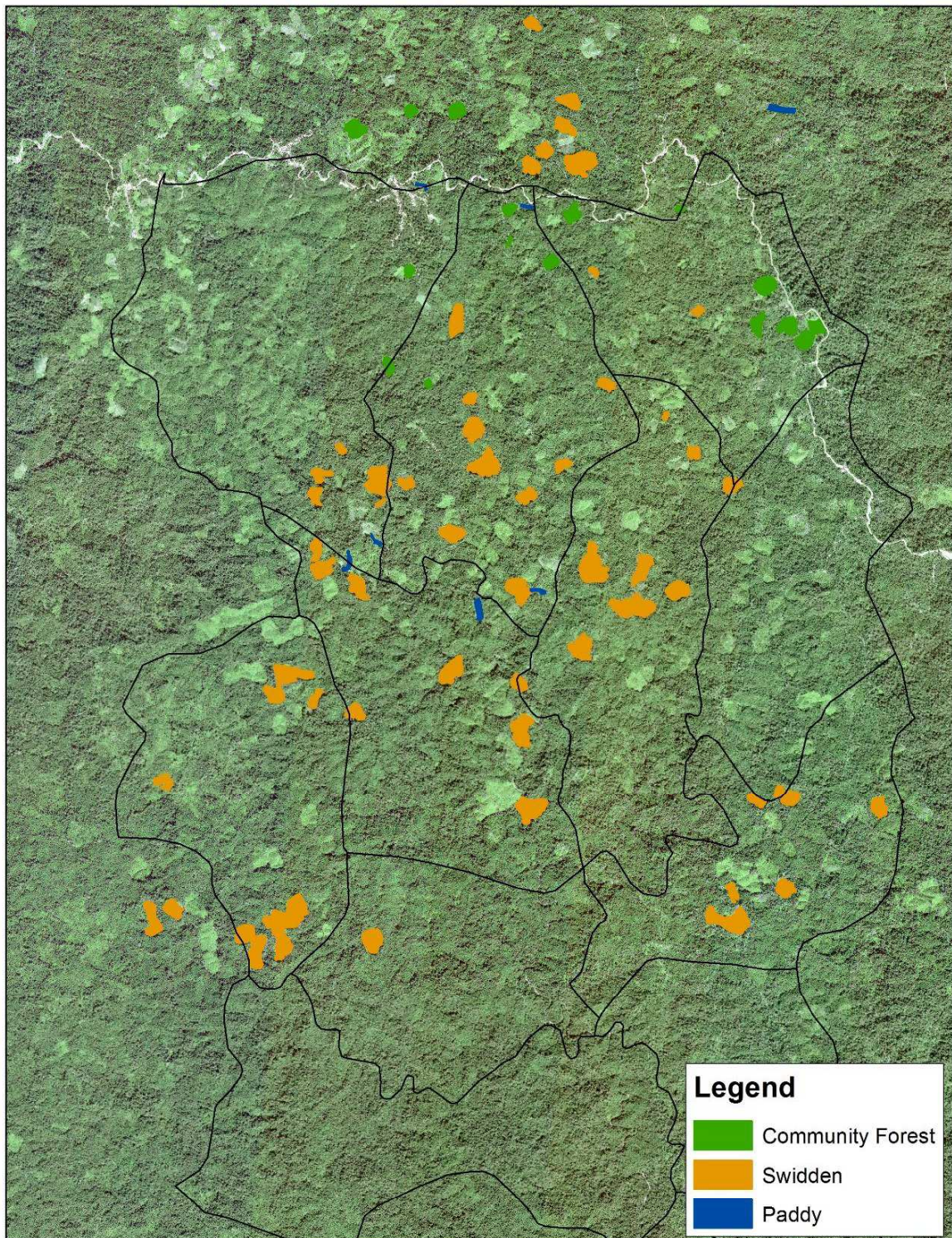
2012年に森林局が焼畑と水田の調査をして、指定林内の開墾農地として土地調査局に通知し、2世帯が水田に関して農地保有証明書を得た。しかし2015年にS村の行政所属郡がO郡からP郡に変更され、農地保有証明書の発行手続きが村人からみて不明確になった。それと前後して2014年からは住民林業 (community forestry) が導入され、いまではほとんどの世帯が住民林業の登録を望んでいる。

住民林業の法的根拠は、Community Forestry Instruction 1995 (住民林業令) である。5世帯以上で構成されるユーザーグループが、住民林業の登録手続きをすれば、30年間の森林利用が認められる。S村では親族間で5世帯のユーザーグループを作って、住民林業登録を申請する。実質的には個別世帯の林地となる。現在、S村では、38ヘクタール (39筆) の住民林業が認可済で、その平均面積は0.8ヘクタール (0.4～1.6ヘクタール) である。さらに800ヘクタールの住民林業申請を準備中である。

現在の総世帯数である96世帯が毎年0.8ヘクタールの造林を10年間おこなえば768ヘクタールとなるので、800ヘクタールはほぼそれに匹敵する。実際には、村人は毎年の焼畑地を「住民林業」用地として登録し、そこで自らタウンヤ造林を行っている。すなわち休閑地を「住民林業」という名のチーク植林地としているのだ。これを10年も続ければ、新たな焼畑用地が不足して困るのではと村長にたずねてみたところ、住民林業用地は主に道路沿いや旧村付近なので、それよりも奥にはまだまだ焼畑のできる土地があるから問題はないという答えが返ってきた。

一方で、村の小学校を卒業後に町の学校に進学しさらに職を得て村には戻ってこない若者も登場しはじめた。進学できずに村に帰ってきたものの、寄宿学生の時代にすでに町の生活を知っているので、ヤンゴンの縫製工場などに働きに行くものもいる。19世紀末のカレン領域制定から焼畑耕作が続くS村では、自給用陸稲生産という基本的な性格は変わらないが、道路通信事情が改善され、そして学校教育が普及する中で、市場経済との接合が少しずつ進行している。

新しくはじまった「住民林業」普及プロジェクトにはREDD+の、すなわち「温暖化対策」の予算も使われている。生活の軸足が、「焼畑」から遠ざかるときに、こうした外部からのプロジェクトがそれを加速することは十分に考えられる。



図(2)-2 2016年のS村の土地利用*

＊) 全94世帯のうちの68世帯が71筆の焼畑を耕作している。村域には16筆の水田があり、38ヘクタール(39筆)の住民林業が認可済である。モザイク状に散在する焼畑と水田の隙間を埋める休閑林では、コンニャク (*Amorphophallus bulbifer*) やインドジャボク (*Rauvolfia serpentina*) をはじめとする林産物が採取され現金収入源となっている。



写真(2)-9 S村でのcommunity forestの設置のためにNGOが開催した講習会*

*) 将来の土地利用権確保のためもあり、住民はこのような講習会に積極的に参加している。講師となるNGOスタッフも協働の有用性を伝えるために簡単なゲームを導入するなど工夫している。

M村：バゴー山地の里山山村

カレン領域であるS村と比較するために、平場山村（モスウェ村落区）と隣接するバゴー山地指定林の事例について調査をおこなった。

モスウェ村落区の9カ村は、バゴー山地北端の丘陵地にあり、家々は谷間に集まり、水田や畑地に囲まれている。丘陵上はチーク (*Tectona grandis*) のプランテーションやフタバガキ科の優占する二次林で覆われた指定林である。モスウェ村の位置する村落区東部の大きな谷は英領植民地時代から開拓され、周辺の小さな谷は1950年代から始まる道路建設と森林伐採の頃に人々が居住し始めた。村人の大半はビルマ人であり、テーヤドー村、グウェイピンヨー村、タウンニョー村など周辺村落からの移住者である。モスウェ村落区の土地と森林資源、それに伴う多様な収入源の存在が移住者を惹きつけている。各村の立地条件によって、生業と収入源は異なる（表(2)-1）。農地を持つ世帯は、立地条件、土壌、雨量、作物の市場価格、政策、使用できる労働力、好みによって栽培する作物を選択する。谷の下流部にピンマナ市方面を灌漑するダムがあるが、モスウェ村落区の農地を灌漑する設備はない。農地の不足により、住民の大半は農作業や建設現場の賃労働、木材やタケの搬出、炭焼きに従事する。特にモスウェ村落区はタケの産地として有名で、建築資材、家具や工芸品用材として、ネピドー市内で販売される。村人のなかには、ヤンゴンの代理店を通じて、海外に出稼ぎに行く者もいる。

調査の結果、循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益をはかるには、住民の土地保有が鍵となることが示された。周辺村落の多くの土地なし住民がモスウェ村落区に移住し、そのうち土地を購入する資金のない者は、賃労働とともに、収入のより良い森林資源採集に従事する。最も良い収入源が木材である限り、森林劣化は避けられない状況である。住民は農地のうち、水田を重視する。水稻は収量や食味で陸稲にまさる。商品作物栽培や賃労働の収入で米を買うよりも、自家の水田で米を自給する方が良いという。アジア各地で、森林と水田を組み合わせた景観は、環境保全と住民生業の両面から評価されている。近年ミャンマーでは、最初の土地法を整備するための土地利用政策が発表され、住民の土地保有も言及されている。特に水田は土地保有を認められる可能性が高く、住民による水田保有のこだわりの一因となっている。ここでも「水田アグロフォレストリー」が、長期的な森林資源の持続性と地域社会の便益を確保する現実的なシナリオと考えられる。

そこでは、水田利用地の土地保有の政府保証を前提とした世帯ベース・村落ベースでの持続的な森林資源利用と地域社会便益の実現が課題となる。

表(2)-1. モスウェ村落区9カ村とサロジー谷の特徴

村・地域名	世帯数	水田を保有 する世帯数	畑地を保有 する世帯数	焼畑を保有 する世帯数	土地なし 世帯数	出稼ぎ 労働者数	備考
モスウェ村	420	120	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	英領期からの最も古い村で村落区を中心。広い谷に水田と、ゴマ、トウモロコシ、ケツルアズキ畑が分布する。1998年の洪水被害のあと、多くの世帯が高みの道路沿いに引っ越した。
オークセットニ ット村	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	軍施設への道路分岐点にある小さな村。
ジョンジー村	50	0	10	0	40	n. a.	1980年代に木材搬出用のゾウ飼育地として人々が住み始めた。2000年にレーウィン村から独立した後も、一人の共通の村長が両村から選ばれる。
レーウィン村	450	5	30-40	0	405-415	10	1980年代に木材搬出用のゾウ飼育地として人々が住み始めた。村落区内で最大の世帯数だが、ほとんどが農地を持たない。全世帯が炭焼きに従事し、村内に8人の炭の仲買人がいる。
グエチョ村	185	10	0	40	135	30-35	モスウェ村落区西端を占める広大な丘陵地に、1958年に始まった道路建設と森林伐採を契機に人々が住み始めた。指定林内で半ば常畑化した焼畑耕作を行う世帯が多い。
ルンタヤー村	80	20		80	0	7-8	丘陵上の指定林内に1980年代から人々が住み始めた。かつて森林局主導のチーク植林に従事した後、そのまま住みついた人も多い。舗装道路まで1時間の山道を歩く必要がある代わり、広い土地が利用できる。全世帯が半ば常畑化した焼畑耕作に従事する。
パタンカー村	45	0	4	0	41	0	1987年に建設されたダム湖のほとりに住む漁民の村。全世帯が仕掛け罟による魚とエビ漁に従事する。漁獲高の減少により、近年40世帯が近隣のダム湖に引っ越した。乾期に水位が下がった後の湖畔でラッカセイ栽培や家畜飼育も行う。

パンティン村	150	35		115	n. a.	1950年代に国有伐採企業の労働者相手に商売する人々が住み始めた。マンドレーとヤンゴンをつ結ぶ高速道路と首都ネピドーへの道路の交差点にあり、立地条件を生かして流通販売業に従事する世帯が多い。	
ニョウンピンワイン村	75	30		0	45	10	1940年代に7世帯が広い水田を拓いた。現在もかれらの子孫が多く、農地を保有する。一世帯当たりの水田と畑地面積は他村よりも大きく、水稲収量も高い。北東に位置するテャドー村の土地なし民の移住が多い。
サロジー谷	10	10	10	0	0	7	指定林内の細い谷戸で周辺村落の村人が雨季の間に出作りする。2000年代の道路建設により一部の農地を失い、軍施設付近では2003年から2013年まで農地利用のために1エーカー当たり100万チャット支払う義務が課された。土地利用者により土地の売買、賃貸、相続が行われている。周辺の森林資源はどの村の誰が採集しても良いとされる。

森林資源の持続性と地域社会の便益

「生物多様性保全」と「地域住民の生活向上」の関係が二律背反ではなく相乗的な関係となる条件として、まず生物多様性保全がもたらす便益の内部化が考えられる。すなわち非木材林産物の商品生産やエコツーリズムなど、多様性そのものを活かしてゆく方策である。一方で、都市化と経済発展によって地域住民の森林依存度が減少に転じれば「生物多様性保全」のための森林保護と「地域住民の生活向上」との関係は二律背反ではなくなる。この二つは、森林推移仮説での「森林稀少化経路」と「経済発展経路」に関連付けることが可能であるが、同仮説では生物多様性といった森林の質的側面は捨象されている。例えば「自然環境への人為の働きかけが減少した結果、里地里山の生物多様性の質・量の両面からの劣化が進行する」日本の事例（生物多様性国家戦略2012-2020）のような攪乱を受けた二次的自然は、十分に位置づけられていない。バゴー山地でも、伐採・焼畑・野火といった攪乱を受けた二次林の産物利用の重要性は看過されてきた。ふたつの経路に対比した「生物多様性保全相乗便益」経路のシナリオについてさらなる調査研究が必要である。

「温暖化対策で、森林炭素排出量のみならず、生物多様性の保全や地域住民の生計確保といった相乗便益も達成できるのか」という問いは、問いそのものがナイーブである。それは「温暖化」と「住民」との距離があまりにも遠いからだ。こうした距離はどのように考えたらいいのだろうか。

REDD+に代表される温暖化対策に共通するのは、自然の商品化だ。地球環境科学が予測する温暖化に対抗する「炭素クレジット」というアイデアは合理的であるように見えるが、自然の商品化の側面があることに常に注意が必要である。「温暖化対策」は、グリーン収奪(Green Grabbing)の危険性をはらんでいる。「温暖化対策」が地域住民に対する過剰な森林利用制限など、「科学」に立脚した収奪の可能性をはらんでいる点は、植民地のチーク林経営の「科学的林業」と同じ構造である。だからこそセーフガードが重要になる。2011年にメキシコ・カンクンで開催されたCOP16で採択された「カンクン合意」では、セーフガードを促進し支援しなければならないと記載され、森林ガバナンス、社会、環境、気候の分野にわたるリストが示されている。その中に「先住民や地域住民の知見や権利、関連する国際的な義務、各国の状況や法制度を考慮し、さらにUNDRIP（先住民族の諸権利に関する国連宣言）の尊重を促進・支援すること」と明記されている。

こうした合意では明示的には書かれないが、19世紀にブランディスが述べたように「もしも権利として認めようものなら、住民が権利を主張しない森林は1平方マイルも残らないだろう」と考える関係者が多数なのではないだろうか。しかし、たとえばミャンマーで土地収奪が起こっているのは、森の中に暮らす住民の権利が十分に尊重されていない南部のアブラヤシプランテーション用地や、あるいは植民地時代に住民を完全に排除したバゴー山地の指定林を引き継いだ大規模民間造林民間造林地である。住民利用の希薄な森林は土地収奪の危険にさらされる。そうであれば、住民便益は二次的な目的ではなくて、むしろ住民がかかわることが森林そのものの保全に役立だろう。

S村の底地は国有指定林である。しかし地上部にカレン領域が設定されている。その中で最近になって住民林業が認められた。こうした重層性は外部からの土地収奪に対して抵抗性がある。現在、普及しつつある住民林業は、指定林・カレン領域・住民林業という3層の構造が、国有林内での住民の林野利用という土地利用・保有の重層性をうまく追認している。外部からの土地収奪のリスクをなくす一方で、個々のユーザーグループは休閒地を造林地として確保している。外部からの土地収奪を抑制し、内部での重層的な利用保有関係を追認維持する「あいまいさ」を確保しながら

調整する仕組みとなっている。

住民林業では、焼畑の休閑地が毎年次々と「チーク林」になってゆくので10年もたてばこれまでの焼畑休閑地のすべてが造林地となってしまう。日本で「林業前期作型」と呼ばれたと焼畑造林である。こうした経緯を経て、21世紀のバゴー山地では、非農就労と谷内田とチーク林経営とを組み合わせた農家林業が出現する可能もある。それはすでに隣接する北部タイで実現している景観である。「生物多様性・温暖化対策」はこうした経済発展に合わせた森林推移を後押しすることに役立つ可能性が大きいが、土地収奪などのリスクをできるだけ抑制するように留意する必要がある。



写真(2)-10 モシユエ村の谷地田。周囲の森林も含めてすべて国有指定林内にある。

5. 本研究開発により得られた成果

(1) 科学的意義

市場経済下での農山村発展を目指すミャンマーで、その基盤となる小農土地保有の合法化が農村の社会経済と森林環境にどのような影響を及ぼすのかは、重要な問題である。市場経済への接合が進展する中で森林資源の持続性と地域社会の便益がどのように両立するのか、そのシナリオを検討し提示することは地域の発展のみならず、環境保全学ならびに地域研究にも寄与する点が大きいのと考えている。開放経済への移行期にあるミャンマーでは、森林局による中央集権的なシステムから住民主体の地方分権的な森林資源管理への移行が大きな課題となり、「住民林業」が推進されている。本研究では、その中で重要となる「生物多様性と地域社会の相乗便益」を調査村の事例で実証的に明らかにすることができた。これはミャンマー国内他地域での比較研究のベースラインとなる情報を提供するものでもある。

指定林・カレン領域・住民林業という3層の構造が、国有林内での住民の林野利用という土地利用・保有の重層性をうまく追認していると考えられた。こうしたガバナンスの重層性は外部からの土地収奪のリスクをなくす一方で、個々のユーザーグループは休閑地を造林地として確保することを可能としている。外部からの土地収奪を抑制し、内部での重層的な利用保有関係を追認維持する「あいまいさ」を確保しながら調整する仕組みとなっていることが判明した。これは長年にわたって維持されてきた「カレン領域」が育んだ入れ子構造であり、森林ガバナンスの重層性の議論に新たな視点を提供するものである。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

ミャンマーにおいても以下の国際会議などで本研究の内容を発表し、同国の環境政策担当者に伝えるとともに情報交換を行った。

TAKEDA Shinya: The Sixth Conference of the ASEAN Social Forestry Network (ASFN 6th Conference), Inle Lake, Myanmar, 2015 “Mapping Full Cycle of Swidden Cultivation in the Mountains of Myanmar & Laos: Lessons Learned from Long-Term Monitoring of Swidden Cultivation in one Karen and one Khimu Village”

<行政が活用することが見込まれる成果>

開放経済への移行期にあるミャンマーでは、中央集権的なシステムから住民主体の地方分権的な森林資源管理への移行が大きな課題となっており、「住民林業」が推進されている。本研究で明らかになった林野利用の重層性がもたらす安定したガバナンスは、住民林業における「生物多様性と地域社会の相乗便益」の実現にとって重要である。ガバナンスの重層性の機能を指標にすることで、環境政策の判断材料を得ることができる。

6. 国際共同研究等の状況

国際共同研究計画名：途上国での生物多様性と地域社会の相乗便益を目指したセーフガード策定に関する研究（広島大学と森林研究所の間でMOU締結）

協力案件名：循環型農業地域での森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究

(広島大学と森林研究所の間で締結されたMOUのもとでのサブテーマ2)

カウンターパート氏名・所属 : Dr. Ei Ei Swe Hlaing・森林研究所

参加・連携状況 : 本研究は、ミャンマーの森林研究所との共同研究として実施され、同研究所からDr. Ei Ei Swe Hlaing を2度に渡り日本に招へいするとともに、ミャンマー現地で調査を実施した。

国際的な位置付け : ミャンマー森林研究所は同国のREDD+推進を担っており、本研究もその実施構想の末端に位置づけられている。森林研究所(Forest Research Institute: FRI)は、環境保全林業省(Ministry of Environmental Conservation and Forestry : MOECAP) 森林局(Forest Department : FD) 傘下の研究所である。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) Nyein Chan, Shinya Takeda, Reiji Suzuki and Sota Yamamoto: *New Forests*, 47, 4, 565–585 (2016) “Assessment of biomass recovery and soil carbon storage of fallow forests after swidden cultivation in the Bago Mountains, Myanmar”
- 2) Nyein Chan and Shinya Takeda: *Mountain Research and Development*, 36, 320–331 (2016) “The Transition Away From Swidden Agriculture and Trends in Biomass Accumulation in Fallow Forests: Case Studies in the Southern Chin Hills of Myanmar”

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) Chan, N., Takeda, S., Suzuki, R., Yamamoto, S.: *The International Forestry Review*, 16 (5), 405 (2014) “Assessment of aboveground biomass and soil carbon storage of the fallow forests after swidden cultivation in the Bago Mountains, Myanmar”
- 2) Thinn, T., Takeda, S. : *The International Forestry Review*, 16 (5), 254 (2014) “Local mangrove forest management of cyclone-affected areas in Myanmar”
- 3) Takeda, S.: *The International Forestry Review*, 16 (5), 61 (2014) “Mapping a full cycle of swidden cultivation in Laos”
- 4) Ei, Takeda, S.: *The International Forestry Review*, 16 (5), 456–457 (2014) “The local particularity of the livelihoods of taungya participants in the teak plantations in the Bago Mountains, Myanmar”
- 5) Shinya Takeda: ISSAAS 2015 and JSTA International Joint Conference Abstracts for Science Meeting (International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences 2015 & 118th Annual Meeting of the Japanese Society for Tropical Agriculture), 120–121 (2015) “Diffusion of ‘Community Forestry’ and ‘Paddy Agroforestry’ among

Swiddeners in the Bago Mountains of Myanmar”

- 6) 鈴木玲治、竹田晋也、ニエンチャン：第119回日本熱帯農業学会講演集『熱帯農業研究』（2016）
「ミャンマー・バゴー山地の焼畑休閑地の植生回復を規定する要因－カレン村落における過去14年間のモニタリングに基づく解析－」
- 7) Ei, Shinya Takeda and Yasuyuki Kosaka: 熱帯農業研究, 10 (別巻1), 81-82 (2017) ”
Estimation of underground biomass of *Rauvolfia serpentina* and *Amorphophallus bulbifer* in a Karen swidden system in the Bago Mountains, Myanmar”
- 8) 鈴木玲治、竹田晋也、ニエンチャン: 熱帯農業研究, 10 (別巻1), 53-54 (2017) 「ミャンマー・カレン村落における過去15年間の焼畑動態と休閑地の植生回復」

（２）口頭発表（学会等）

- 1) Ei, S. TAKEDA: 第24回日本熱帯生態学会年次大会 (2014)
“Structure and tree species composition at different stages of monoculture teak plantations in the Bago Mountains, Myanmar.”
- 2) Thinn Thinn and Shinya Takeda: 第24回日本熱帯生態学会年次大会 (2014)
“Local mangrove forest management in the Kadonkani Reserved Forest: A village-level case study in the Ayeyarwady Delta, Myanmar.”
- 3) Nyein Chan and Shinya TAKEDA: 第24回日本熱帯生態学会年次大会 (2014)
”Transformation of swidden agriculture and its influence on biomass recovery in Southern Chin State, Myanmar.”
- 4) Shinya TAKEDA: The 3rd Workshop between Myanmar and Kyoto University on Engineering and Science, Mandalay Technological University (2014)
“Sustainable Forest Management and Indigenous Uses of Forest Resources in Myanmar.”
- 5) Shinya Takeda: The International Symposium “BIODIVERSITY AND LOCAL BENEFITS IN TROPICS” at Campus Innovation Center Tokyo (2014)
“Lessons learned from long-term monitoring of swidden cultivation in the Bago Mountains, Myanmar.”
- 6) Thinn Thinn, Shinya Takeda: 第126回日本森林学会大会 (2015)
“Mapping household level land use in a mangrove forest of the Ayeyarwady Delta, Myanmar”
- 7) Nyein Chan, Shinya Takeda: 第126回日本森林学会大会 (2015)
“Influence of livelihood transition on fallow forests: A case study in a Zotung village, Southern Chin State, Myanmar”
- 8) Ei, Shinya Takeda: 第126回日本森林学会大会 (2015)
“Tree regeneration at various developmental stages of teak monoculture in the Bago mountains, Myanmar”

- 9) 竹田晋也：第126回日本森林学会大会（2015）

「ミャンマー・バゴー山地カレン焼畑村落での「水田アグロフォレストリー」の普及とその背景」

- 10) Nyein Chan and Shinya Takeda：第25回日本熱帯生態学会年次大会（2015）

“Can Wa-U (*Amorphophallus* spp.) cultivation be an alternative livelihood option for swidden cultivators in the course of swidden transformation? A case study in Matupi, southern Chin State, Myanmar”

- 11) Thinn Thinn and Shinya Takeda：第25回日本熱帯生態学会年次大会（2015）

” Soil salinity at different heights in the cyclone-affected mangrove paddy fields in the Ayeyarwady Delta, Myanmar with special reference to Byaik”

- 12) 竹田晋也、鈴木玲治、ニエンチャン：第25回日本熱帯生態学会年次大会（2015）

「焼畑の水田化と山地民の生活変容 —ミャンマー・バゴー山地カレン焼畑村落での谷地田普及の背景—」

- 13) 倉島孝行、竹田晋也、松浦俊也、宮本麻子、佐野真琴：第25回日本熱帯生態学会年次大会（京都）（2015）

「二つのRECOFTCと一つの解釈 —橋渡し型社会資本組織の変相と複層的理解の試み—」

- 14) Thinn Thinn and Shinya Takeda：International Workshop on Managing Natural Resources towards Sustainable Livelihoods Development organized at Kasetsart University, Bangkok (2015)

“Participatory land use mapping in a mangrove forest: A case study from the Kadonkani Forest Reserve in the Ayeyarwady Delta, Myanmar”

- 15) Nyein Chan and Shinya Takeda：International Workshop on Managing Natural Resources towards Sustainable Livelihoods Development organized at Kasetsart University, Bangkok (2015)

“Ethnic Groups, Transition in their Indigenous Uses of Forest Resources and Current Trend in Fallow Forests Recovery: Case Studies in Myanmar and Laos”

- 16) Ei and Shinya Takeda：International Workshop on Managing Natural Resources towards Sustainable Livelihoods Development organized at Kasetsart University, Bangkok (2015)

“Teak Plantations as a Tool for Rehabilitating Degraded Mixed Deciduous Forests in Myanmar”

- 17) Nittaya Mianmit, Rachanee Pothitan, Shinya Takeda：International Workshop on Managing Natural Resources towards Sustainable Livelihoods Development organized at Kasetsart University, Bangkok (2015)

“Livelihood Transition and Adaptive Bamboo Forest Management: A Case Study in Salak Phra Wildlife Sanctuary, Thailand by Nittaya Mianmit”

- 18) 竹田晋也：第62回日本生態学会鹿児島大会企画集会T19（2015）

「生物多様性保全と地域社会の相乗便益の可能性 —ミャンマー農山村地域を例に—」

- 19) TAKEDA Shinya: The Sixth Conference of the ASEAN Social Forestry Network (ASFN 6th Conference), Inle Lake, Myanmar, 2015

“Mapping Full Cycle of Swidden Cultivation in the Mountains of Myanmar & Laos: Lessons Learned from Long-Term Monitoring of Swidden Cultivation in one Karen and one Khimu Village”

- 20) Hoang Hao Tra My and Shinya Takeda: Conference Paper No. 50, Land grabbing, conflict and agrarian - environmental transformations: perspectives from East and Southeast Asia, An international academic conference 5 - 6 June 2015, Chiang Mai University, Thailand, 2015

“Decentralization in Mangrove Restoration: a Critical Analysis - Case study in Central Coast of Vietnam”

- 21) 竹田晋也：途上国持続可能な森林経営推進事業セミナー 林産物を活用した新規ビジネスの可能性を探るー持続的森林資源管理との両立を目指してー，公益財団法人国際緑化推進センター，東京(2016)

「熱帯アジアの非木材林産物と森林保全」

- 22) Reiji Suzuki, Shinya Takeda, and Nyein Chan: IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania 2016 Beijing, China (2016)

“Fallow vegetation recovery process in relation to swidden cultivation dynamics during past 14 years in a Karen village of Myanmar. “

- 23) Nyein Chan: IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania 2016 Beijing, China (2016)

“ A preliminary assessment of the effect of out-migration on the swidden landscape: A case study in Southern Chin State, Myanmar.”

- 24) Shinya Takeda: IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania 2016 Beijing, China (2016)

“ Mapping a full cycle of swidden cultivation in a Khmu village and its implications for land use stabilization in Laos”

- 25) Ei, Shinya Takeda and Yasuyuki Kosaka: 第26回日本熱帯生態学会年次大会, 筑波大学 (2016)

“An Analysis of Non-Timber Forest Product Choice among Swidden Farmers in the Bago Mountains, Myanmar. “

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) Workshop on ‘Roles of Forest Research and Education for Sustainable Development’
(平成28年6月14日、京都大学総合研究2号館AA447、参加者20名)

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

(6) その他

研究成果を用いた、日本国民との科学・科学技術対話の活動（①小・中・高等学校の理科授業での特別授業）

平成28年10月7日に福井県立高志高校1年生40名を対象としたスーパーグローバルハイスクール（SGH）の課題研究科目「グローバル探求」で、小坂康之（京都大学准教授）が「アジアの稲作と緑の革命」と題する連携授業を行い、本委託研究の成果の一部（生物多様性と地域社会の相乗便益への「水田アグロフォレストリー」の寄与）を説明した。

8. 引用文献

- 1) 谷祐可子(1998)「山地民と林業政策ーミャンマー連邦バゴー山地におけるカレン人の焼畑に対する「森林村」制度の影響」『東南アジア研究』35(4):224-245
- 2) 速水洋子(2007)「家と家をつなぐーバゴー山地カレン焼畑村からー」『東南アジア研究』45(3):359-381
- 3) 鈴木玲治、竹田晋也、フラマウンテイン(2007)「焼畑土地利用の履歴と休閑地の植生回復状況の解析:ミャンマー・バゴー山地におけるカレン焼畑の事例」『東南アジア研究』35(4):343-358
- 4) 竹田晋也、鈴木玲治、フラマウンテイン(2007)「ミャンマー・バゴー山地におけるカレン焼畑土地利用の地図化」『東南アジア研究』45(3):334-342

(3) 移動耕作—Agroforestry混在型農業地域における森林資源の持続性と地域社会の便益の相互関係に関する研究

国立大学法人東京大学

大学院農学生命科学研究科

井上 真

平成26(開始年度)～28年度累計予算額*: 5,173千円 (うち平成28年度: 0千円)

予算額は、間接経費を含む。

*本サブ課題については代表者の健康上、および実施体制上の都合により26年度で離脱した(研究遂行上の問題はないものとして了承済み)。研究内容についてはサブ課題(2)、(4)で分担して実施した。

[要旨]

東南アジアでは森林減少・劣化が最も深刻化しているミャンマーのなかでも、近年急速に農地開発が進んだシャン州北部の農山村および周辺域の森林で土地利用と住民の意識調査を実施した。シャン州は中央政府のガバナンスが効きにくい地域で、輸出用の農作物の生産拡大とそれに伴う常畑化が急速に進み森林面積減少に全く歯止めがかからない状況である。本サブテーマではこれまでほとんど研究されて来なかった当該地域における地域住民の土地利用の実態と変化、残存林や樹木の利用・維持の要因の分析をおこなった。その結果、サブテーマ(2)の調査地であるバゴ一管区の農山村社会のように生活基盤としての森林資源への持続性へむけたドライビングフォースが働かないため、炭素排出源取引だけのクレジットのようなインセンティブだけでは森林面積減少抑止は極めて難しい状況であることが明らかになった。シャン州のような地域においては農地開発によって得られる収益と農作物の多様化によるリスク回避などを、土地利用問題を包括的に捉える新たな施策の立案・導入が必要であると考えられる。

[キーワード]

シャン州、農地開発、土地利用問題、移動耕作、混農林業

1. はじめに

ミャンマーでは森林面積の減少が急速に進んでおり、国土にたいする森林率は1990年の58%から2010年の47%へと減少している[FAO2010]¹⁾。ミャンマー森林局ではコミュニティ林業やREDD+実施へ向けた準備など、森林減少抑止活動が進められているが、このような活動の実施にあたっては、地域社会の便益や生物多様性を確保しながら林地の維持や拡大を図ることが重要であり、地域理解が不可欠となる。本研究が対象とするシャン州では、2000年から2010年のあいだに約10%の森林が減少したと報告されており、その要因として違法伐採による木材の過剰摂取や農地の拡大が指摘されている[アジア航測2014]²⁾。とくにシャン州では隣接する中国向けのトウモロコシ生産が急増しており、近年の価格の上昇と相まって農地の拡大が進行していると考えられる。一方、衛星

画像からは耕作地内に点在する樹木や、小面積であるがパッチ状に残存林の存在を確認することができる。そこで、本発表ではこれらの残存木や残存林に着目しながら、シャン州北部における土地利用の実態とその変遷に関する調査の結果を報告する。

2. 研究開発目的

ミャンマーの森林－農耕地生態系において地域住民の社会・経済的環境が地域住民の長期的便益にどのように影響を与えるかを明らかにする。

3. 研究開発方法

ミャンマー国内の移動耕作－Agroforestry混在型農業地域の事例として、シャン州北部チャウメ県ナウンチョー郡の少数民族の2村を選定した。1つは、高地（標高1,100-1,200m）

に位置し、現在も焼畑が営まれ、移動耕作の常畑化が進行途中にあるダヌー人のKhe Mee村（以下KM村）で、もう1つは平地（標高約700m）に位置し、既に移動耕作の常畑化が完了しているシャン人のKone Thar村（以下KT村）である。各村落の生業および土地利用の現状と変遷、ならびに経済的要素（収穫物、収入、市場との関連性）の概況を把握し、村落の経済状況と農業及び森林資源の利用度との関連性、そして土地利用の将来的な変動性について検討するため、村長、年長者を含む数名の村人を対象として構造型、半構造型、非構造型のヒアリングを実施するとともに、村周辺の農地・林地を踏査しGPSを用いて位置情報を記録した（2015年1月19～29日の11日間）。なお、当初は2014年12月に世帯調査を含む約3週間の現地調査を予定していたが、同年10月に調査地付近のシャン州北部で国軍と少数民族武装組織の衝突が生じ、在ミャンマー日本大使館より当該地域への渡航延期の勧告が出されたことから、調査計画の変更と短縮を余儀なくされた。

4. 結果及び考察

1) Khe Mee (KM) 村

この村の主要な民族は少数民族のダヌー人で、人口222人（男性：105人、女性：117人）、世帯数50である。村の創立は約150年前である。村長によると居住域の面積が約30エーカー、農地と森林を含めた村の面積は約1,700エーカーである。以前は現在の場所より北東に3-4kmの所に村があったが、水不足のために現在の場所に村を移した。村人の主な生業は農業である。村人の土地所有は慣習的なもので政府から正式な土地の利用許可は得ていない。村の慣習では最初に土地を開墾した人間が所有権を持ち、子孫に土地を相続できる。

KM村で確認された農地は、表(3)-1に示すように焼畑（移動耕作地）、天水畑（常畑）、樹園地（常畑）、灌漑畑（常畑）である。年長者（2015年現在85歳）によれば、かつては森林植生が豊富にあり、焼畑において陸稲、ラッカセイ、ジャガイモ等を栽培し、森で狩猟・採集をおこなっていたが、約50年前から市場の需要の高まりにより栽培作物が多様化し、それにとまって農地の拡大と森

表(3)-1 KM村における農地別の水源・作付・栽培作物と主な用途

農地	水源	作付	主な栽培作物	主な用途
焼畑	天水	一期作	陸稲	自家消費
			ラッカセイ	販売
			花卉(供花)	販売(国内)
	天水畑	一期作	メイズ	販売(国外)
			サトウキビ	販売(国内外)
常畑	樹園地	灌漑	コムギ	販売
			野菜・マメ類 (キャベツ、カリフラワー、カ ラシナ、エンドウ、タマネ ギ、トマト、テンサイ等)	自家消費、 販売(国内)
			果樹・樹木作物 (ウメ、マンゴ、アボカド、 チャ、ジャックフルーツ、パ パイヤ、バナナ等)	自家消費、 販売(国内)
			花卉(供花)	販売(国内)
	灌漑畑	灌漑	コムギ	販売
			エンドウ	販売(国内)

出所：村人への聞き取りより報告者作成

林の減少が始まった。また、約10年前にメイズ栽培が、4年前にサトウキビ栽培が始まり、これらの常畑が拡大を続けている。現在の焼畑の休閑期間は約3～4年で、1ヵ所を約3年(3回)耕作し、次の場所に移る。焼畑の休閑期間は今も昔も変わらないが、現在は灰に加えて化学肥料も使用するようになったことが違いである。焼畑ならびに天水畑(常畑)で栽培される作物は天水依存の一期作だが、樹園地では灌漑水を用いた多毛作となっており、一年を通じて4ヵ月ごとに異なる野菜・マメ類・花卉等を栽培している。灌漑畑では、コムギとエンドウの栽培が確認された。村長によると村人の選好の高い作物は順に (1)メイズ、(2)サトウキビ、(3)花卉、(4)コメ、(5)マメ類(エンドウ等)である。メイズは中国市場への高い需要があるので最も好まれ、サトウキビはそれより少し劣るが国内資本の製糖企業への需要があるので好まれている。花卉は旧首都ヤンゴンなど国内市場に需要がある。コメは自給のために重要である。マメ類はマンダレーからの需要があるが、十分な水が供給できないと栽培できないため選好順位が劣るということであった。

森林資源としては、小面積の土着信仰のナツ神を祀る鎮守の森と水源の泉を取り囲む比較的広い面積の林地(以下、「水源林」)が確認された(図(3)-1)。両者ともにこれまで耕作地等として利用されたことはなく、樹木の伐採は村人によって禁じられている。水源林では食用・薬用として利用できる樹種が確認されたが、これら非木材林産物の利用は現在ではあまり重視されていないようであった。国内市場向けの野菜・花卉栽培がさかんなKM村では、灌漑水の不足と分配が村の問題として認識されており、水源と水源林の維持が重要視されていた。焼畑および常畑では一筆あたり数本の立木が観察された。これらは農作業時に村人やスイギュウが木陰で休息するため、あるいは薪炭材用として残されている。畑内や畑の境界で頻繁にタケが観察されたが、いずれも植えられたものだった。タケは建材や食用等、生活のなかで多用途に利用される。また、仏塔のまわりの樹木は伐採されずに残されていた。

2) Kone Thar (KT) 村

この村の主要民族は少数民族シャン人で、人口815(男性：414人、女性：401人)、世帯数200である。村の創立は約110年前である。村長によると村の居住域の面積は約100エーカー、農地と森を含めた面積は1,500エーカーである。村人の主な生業は農業である。村人の土地所有は慣習的なもので政府から正式な土地の利用許可は得ていない。

KT村で確認された農地は表(3)-2に示すように全てが常

畑の水田、天水畑、灌漑畑である。KM村同様、かつては森林において狩猟・採集をし、焼畑で陸稲やラッカセイを栽培していたが、約30年前ごろには村周辺の森林植生は少なくなっていた。10年前

表(3)-2 KM村における農地別の水源・作付・栽培作物と主な用途				
農地	水源	作付	主な栽培作物	主な用途
水田	天水・灌漑	一期作	水稲	自家消費
			メイズ	販売(国外)
	天水畑	一期作	サトウキビ	販売(国内)
			キマメ	販売(国外)
常畑	灌漑畑	灌漑	野菜・マメ類 (エンドウ、ジャガイモ、トマト、カラシナ、タマネギ、ニンニク、ニンジン、コリアンダー等)	自家消費
			花卉(供花)	自家消費

出所：村人への聞き取りより報告者作成

からメイズ栽培が、5年前からサトウキビ栽培が始まり、それらの常畑の拡大にともなって、10年ほど前から焼畑での作物栽培はされなくなった。現在、中国向けのキマメ栽培がさかんであり、丘陵地の大半はメイズとキマメの天水畑となっている。平地では8年前から水田で稲作をおこなうようになり、6年前から水路を整備して灌漑畑を造成し、野菜・マメ類・花卉等を栽培している。KM村と異なり、花卉は販売用ではなく、仏等への供花のために自家消費用に小規模に栽培されている。また、KT村では、近隣の町の市場で安価に果物を購入できるので、果樹を植えることは一般的ではなく、KM村のような樹園地は見られない。どの耕作地も一期作のみで、灌漑畑においても多毛作はしていない。村長によると村人の選好の高い作物は順に(1)コメ、(2)メイズ、(3)サトウキビ、(4)キマメである。米は自家消費のために重要と捉えられていた。メイズ、サトウキビ、キマメは現金収入源として重要であり、特にメイズは他の作物と比較して最も高い現金収入を得られるので順位が高い。キマメの順位が低い理由としては、作物特性として、風に弱く常にメイズと混作しなければ良質の収穫物を得られないことが挙げられていた。

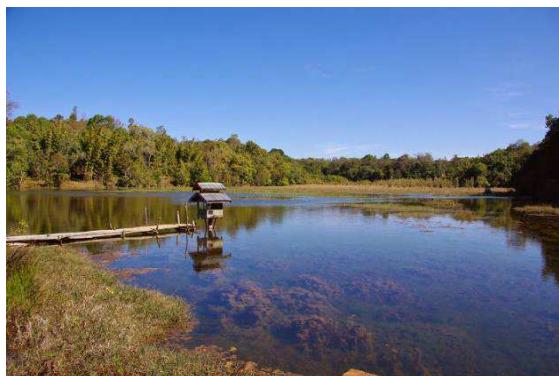
森林資源としては、ナツ神を祀る鎮守の森と複数の水源林が確認されたほか、村人の墓地が林地として維持されていた。しかし、いずれも小規模でKM村のような広い面積の森は残されていない。例外として、丘陵地の斜面上方に、土壌が薄く岩だらけで耕作に適さない林地が残っており（図(3)-2）、村人は薪炭材や建材を入手するために利用している。KM村と同様、耕作地内ないしその境界に一筆あたり数本の立木が観察され、日陰用、薪炭材用のほか、インドボダイジュなど霊的存在が宿るとされる樹種が残されていた。村内にある僧院の敷地内ではこれらの霊木のほか、マンゴー等の果樹が村人によって植え付けられていた。この村では、薪炭材の不足が問題として挙げられていた。平地の集落周辺の二次林はすでに消失しており、上記の丘陵地の林地までは集落から車で往復1時間を要するため、日常的な薪炭材の入手が困難となっている。5年ほど前から、薪炭材の代替としてメイズの芯を炭に加工して燃料として利用しているものの十分ではなく、村人のあいだで植林の必要性が話し合われているということだった。一例ではあるが、薪炭材を入手するため、個人の耕作地内に植林をしている例がみられた。

3) 結論・今後の展開

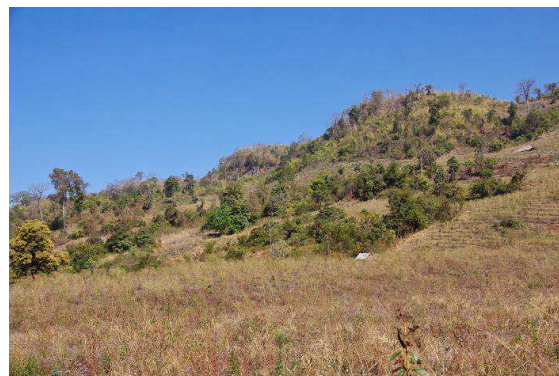
両調査村では焼畑がおもな生業で、森林での狩猟・採集活動がおこなわれていた。しかし、中国向けのメイズ、国内精糖企業向けのサトウキビといった換金作物栽培の拡大とともに焼畑の常畑化が進行していることが分かった。高地のKM村では現在でも焼畑での陸稲栽培は継続しているものの、平地のKT村では10年ほど前から焼畑での作物栽培はされなくなった。KM村では灌漑畑と灌漑を備えた樹園地、KT村では灌漑畑が確認され、自家消費用ないし国内市場向けの野菜・マメ類・花卉が栽培されていた。両村ともかつての林地の多くが農地に転換され、残存する森林は少ない。調査から浮かびあがった残存林・樹木の利用目的ならびに維持の要因は、水源涵養、精霊信仰（鎮守）、薪炭材の確保、人畜への日陰の確保、果樹およびタケの植栽、墓地の維持、耕作不適の7つであった。このうちKM村では水の分配が、KT村では薪炭材の不足が問題となっており、残存林や樹木の利用目的と維持の要因は両村の抱える問題と密接に関わっていた。土地利用の将来的な変動性としては、KM村では焼畑の常畑への転換がさらに進む一方で、灌漑水の維持や村人の精神と関わる水源林や鎮守の森は継続して維持されると予想される。KT村では林地の農地への転換が限界近くまで進んでおり、今後は農地としての継続利用か薪炭材のための植林のいずれを村人が選択するか

よって林地の回復がなされるか否かが決定されるだろう。

今後は、今回明らかにした知見を、個別の世帯調査を実施することによってさらに強化する、あるいは必要に応じて修正することが求められる。さらに、本地域の生物多様性と地域社会の相乗便益を目指したセーフガード策定、そして持続可能な森林政策の実現に結び付けていくために、次年度の目標でもある本地域の土地と自然資源をめぐる多様なステークホルダーのガバナンスの状況を明らかにしていく必要がある。



図(3)-1 水源を取り囲む林地(KM村)



図(3)-2 丘陵地の斜面に残る林地(KT村)

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

- 1) これまで海外の研究者が殆ど立ち入らなかったミャンマーのシャン州において地域住民の土地利用の実態と変化について調査を行い、残存林の利用・維持の要因を明らかにすることが出来た。
- 2) その結果、当該エリアでは海外資本による農地開発への強い driving force（原動力）が働いているため炭素排出源取引だけのクレジットのようなインセンティブだけでは森林面積減少抑止は極めて難しい状況であることが明らかになった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- 1) 現地カウンターパートの環境保全林業省森林局森林研究所に本研究で得られた知見を報告書として提出した。これは同研究所のシャン州北部における研究蓄積の充実に貢献できる。さらに同研究所の職員を通じて本研究の知見がシャン州北部における森林政策の立案における基礎的情報源として活用されることが期待できる。
- 2) 農地開発によって得られる収益と農作物の多様化によるリスク回避などを、森林保全・土地利用視点から包括的に捉えるような立案・導入が必要であることをミャンマー森林研究所、林業局へ提案した。

6. 国際共同研究等の状況

本サブテーマは、ミャンマー林業局、ミャンマー森林研究所との共同研究の一環として実施したものである。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 24) 井上真：グリーンパワー，433，26-27(2015)「アジアの森林利用・管理の仕組み(13)：ミャンマー」
- 25) 四方篝、河合真之、Abrar Juhar Mohammed、小柳知代、井上真：熱帯農業研究, 8, 別号 1, 9-10(2015)「ミャンマー・シャン州北部における土地利用の実態—残存林に着目して」

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 四方篝、河合真之、Abrar Juhar Mohammed、小柳知代、井上真：日本熱帯農業学会第 117 回講演会(2015)「ミャンマー・シャン州北部における土地利用の実態—残存林に着目して」

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) FAO (2010), Global Forest Resources Assessment 2010. FAO Forestry Research Paper 163, Rome
- 2) アジア航測（2014）平成24年度森林減少防止のための途上国取り組み支援事業報告書，2-19

（４）土地生産力や森林資源の時空間的変動が地域社会の便益に及ぼす影響

早稲田大学

人間科学学術院 人間環境科学科 天野研究室
人間科学総合研究センター 招聘研究員

天野 正博
小柳 知代

平成26(開始年度)～28年度累計予算額：17,583千円（うち平成28年度：5,700千円）
予算額は、間接経費を含む。

〔要旨〕

地球温暖化対策の分野で熱帯林の急速な減少を如何に止めるかは、重要な課題である。しかし、熱帯林及びその周辺地域は多くの便益を地元住民に提供しており、生物多様性の観点でも自然生態系に貢献している。一方、温暖化対策では森林の吸収源機能のみに焦点が当てられ、住民の便益や生物多様性については十分に配慮されていない。

本研究ではモシュエ地区住民の重要な収入源であるタケ資源に着目し、それをベースにREDD+としての熱帯林保全とセーフガードである住民の便益、生物多様性を定量的に評価し視覚的に関係を提示できるように試みた。まず、住民の便益が地域の森林利用という形で具現化されていることから、森林利用が林分構造に与えている影響についてGini指数を用いて2次元平面上で解釈できるようにした。この平面上にバイオマスや生物多様性、住民の便益の評価因子を重ねることで、温暖化対策の有効性やセーフガードを評価できるようにした。

さらに、タケ資源が住民への便益だけでなく温暖化対策にも重要な役割を果たしていることが、タケのバイオマスを算定することで明らかになった。そのため、タケ資源を住民の便益維持というセーフガードの目的達成だけでなく、温暖化対策として有効であることを明らかにした。そこで、タケ資源を持続的に活用するために何を実現すべきかを分析し、従来はREDD+での森林保全を阻害するものとして論じられていたセーフガードを、REDD+では肯定的に評価すべきとの提案を行った。

〔キーワード〕

住民の便益、生物多様性、Gini指数、タケの持続的管理、バイオマス算定

1. はじめに

主たる地球環境問題の中には地球温暖化や生物多様性のように熱帯林保全と関連の深い問題がある。1990年代前半までは、森林の保全を図るにはランドシステムのように人為インパクトを森林から排除するため、土地利用のゾーニングを図ることを目的とした対応策が主流であった。しかし、熱帯地域の自然環境を破壊する行為を止めるには、対処療法に頼るのではなく人間の福祉という根本的な問題を解決しなくては、持続的な解決に至らないという考え方が適用されるようになった（山内弘美 2014）¹⁾。こうした考え方を受け、開発援助の分野でも住民のケイパビリティに注目する援助を主体にすべきという考え方に、1990年半ば以降は変化していった。

地球環境問題の解決に当たってこうした考え方をベースに、セーフガードについての住民の便益と生物多様性について考察する必要がある。そこで、本サブテーマにおいても住民の便益については、彼らの便益を維持・増加させるのに最も重要な要因は何かを明らかにし、それを持続的に活用する方策を提案する。生物多様性においても如何なる生態系構造・人為の利用方法が、生物多様性を回復、維持、増進するのに望ましいかを、調査・分析・提案する。

提案にあたっては、ミャンマーの森林減少率が世界で3番目に高いことから、気候変動枠組み条約のパリ協定において採択された、森林減少・劣化に際し排出される温室効果ガスの排出量を削減するプログラム、REDD+でのセーフガードを意識した住民の便益や生物多様性への配慮に向けた分析を行う。また、ミャンマー政府の森林政策の基盤となる1992年森林法の趣旨に沿った提案をし、実現可能性の高いセーフガードのあり方を想定する。

本研究の対象地モシュエ地区が存在するバゴー山地では、農地利用、森林域における木材伐採、焼き畑、薪炭材利用、タケ資源の利用が考えられる人為インパクトであるが、今回の調査においてモシュエ地区ではその中でもタケ材の採取がもっとも重要な人為インパクトであり、かつ住民の便益に深い関連性があるので、タケ資源と生物多様性という2つの要因をセーフガードの対象とし、地球温暖化問題の解決に当たっての森林の扱いとセーフガードのあり方を論じる。

2. 研究開発目的

ミャンマーの森林－農耕地生態系を対象に、高解像度衛星画像を用いた画像解析や地上踏査を行い、農地拡大、森林減少・劣化、などの土地利用変化や土地生産性の時空間的変を分析する。また、農地拡大、土地利用タイプの変動など的人為的活動に関わる時空間尺度に基づいて情報を収集し、バイオマス賦存量－土地生産力－社会・経済の3つの視点から分析し、土地利用形態が有する長期的な便益の変動を予測するモデルを構築する。

その上で、それぞれの土地利用形態が有する便益とガバナンスとの関係を明らかにする。

3. 研究開発方法

(4) 土地生産力や森林資源の時空間的変動が地域社会の便益に及ぼす影響

a) 時空間的な土地利用変化の解明

衛星データを用いて土地利用変化をモシュエ地区の土地利用の時間的な変遷を明らかにするとともに、森林を主なタイプに区分し、各森林タイプの炭素固定量を算定するため、森林バイオマス調査地点を設計した。当初は高解像度衛星画像データWorldView-2、SPOTを参照データとしLANDSATを用いて森林と農地・裸地の区分を実施していたが、森林とタケの区分が出来ないため、UAVによる近接での空撮情報も追加し、肉眼判読も行った。

b) 社会経済調査

社会経済調査を通して森林減少・劣化のドライバーおよびエージェントを検出するとともに、森林保全政策や活動を行うことで便益を損なわれる可能性のある住民グループを探る。

c) バイオマス調査

衛星データから区分された森林タイプや社会経済調査での住民の森林利用に応じて調査プロットを配置し、森林バイオマスを計測する。

d) 住民の経済的便益としてのタケ資源を評価

住民への社会経済調査から、モシュエ地区ではタケ林が重要な経済資源であることが分かってきたので、2年目、3年目の調査ではタケ資源やその販路、利用方法などを調査した。

e) 住民の便益を定量的に評価する手法の開発

研究対象地のバイオマス調査から、森林構造は森林の管理目的によって異なることを明らかにし、森林構造の複雑さとバイオマス、樹種数の関係を定量的に評価する手法を開発する。

f) モシュエ地区の森林生態系の望ましい管理体系を考察

森林減少や劣化のドライバーとなる要因およびエージェントを明らかにし、森林減少・劣化を防止するための管理体系を提案する。

4. 結果及び考察

(1) 森林資源の状況と時空間的な変化

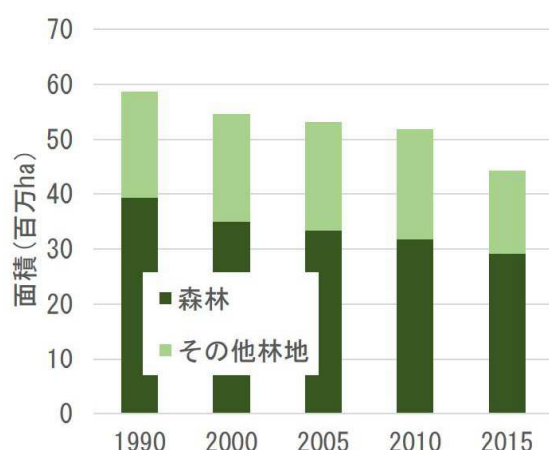
1) ミャンマーの森林政策

ミャンマーの土地は全て国が所有し、利用権だけが国民に保障、貸与される形を取っている（山内弘美 2014）¹⁾。また、1992年の森林法改正、1995年に制定されたミャンマーの森林政策では次の項目に重点を置いている（海外林業コンサルタンツ協会 2013）²⁾。

- ・ 土壌・水・植生及び野生動物の保全
- ・ 森林資源の持続的維持
- ・ 住民の基本的ニーズの充足
- ・ 森林の経済ポテンシャルの効率的利用
- ・ 森林管理及び生物多様性保全への住民の参画
- ・ 住民及び意思決定者の意識の高揚

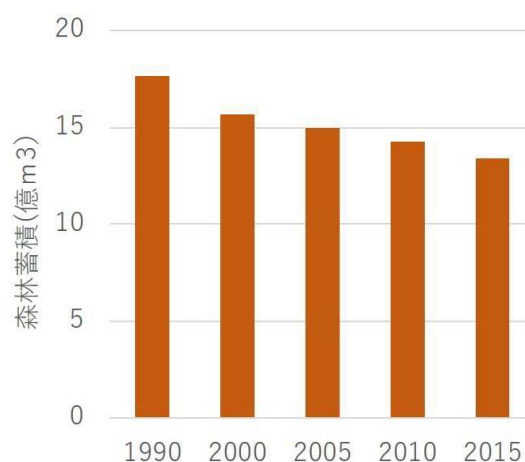
山内によればこの政策は1992年の森林法改正以来、UNDPやJICAを含む海外援助機関によりコミュニティ・フォレストの設置など、様々なプログラムを通して支援されてきている。ただ、その効果を今回の調査対象地であるモシュエ地区で観察することはなく、森林減少・劣化は急速に進んでいた。その状況をFAOの2015年世界森林資源評価の報告書を基にみてみる。

ミャンマーでは森林の樹冠率が10%以上の閉鎖林を森林と定義し、それ以下の疎林をその他林地としてFAOに報告している。図(4)-1に示したように1990年には両者を併せて5900万haの森林があったが、2015年には4400万haと25%減少している。この図から毎年1%ずつ森林率が減少していることが分かるが、近年の森林減少率としてはかなり高いといえる。また、図(4)-2の森林の劣化を示す蓄積の経年変化においても減少率が高いことから、森林の劣化も進んでいるといえる。このように森林資源の持続性を強調した1992年森林法が定められたにもかかわらず、その効果が現れていないことから、森林法の法的規制力は弱いといえる。



図(4)-1 ミャンマーの森林面積の推移

※FAO GFRA2015のデータより作成

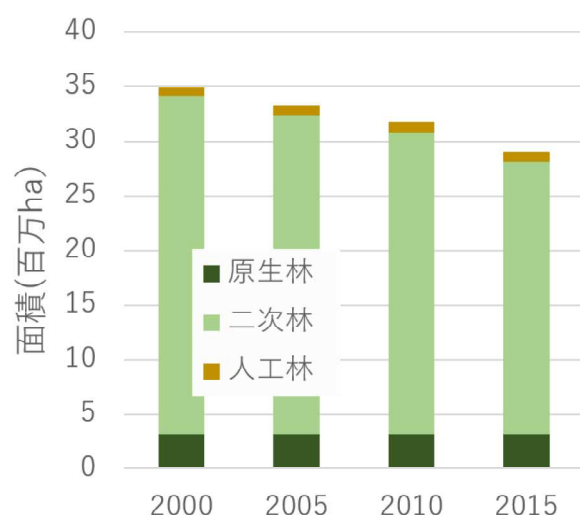
(FAO 2015) ³⁾

図(4)-2 ミャンマーの森林蓄積の推移

※FAO GFRA2015のデータより作成

(FAO 2015) ³⁾

次に、FAOで実施している森林タイプに基づいて、森林の変遷を見ると図(4)-3のようになる。



図(4)-3 森林タイプ別面積の推移

※FAO GFRA2015のデータより作成

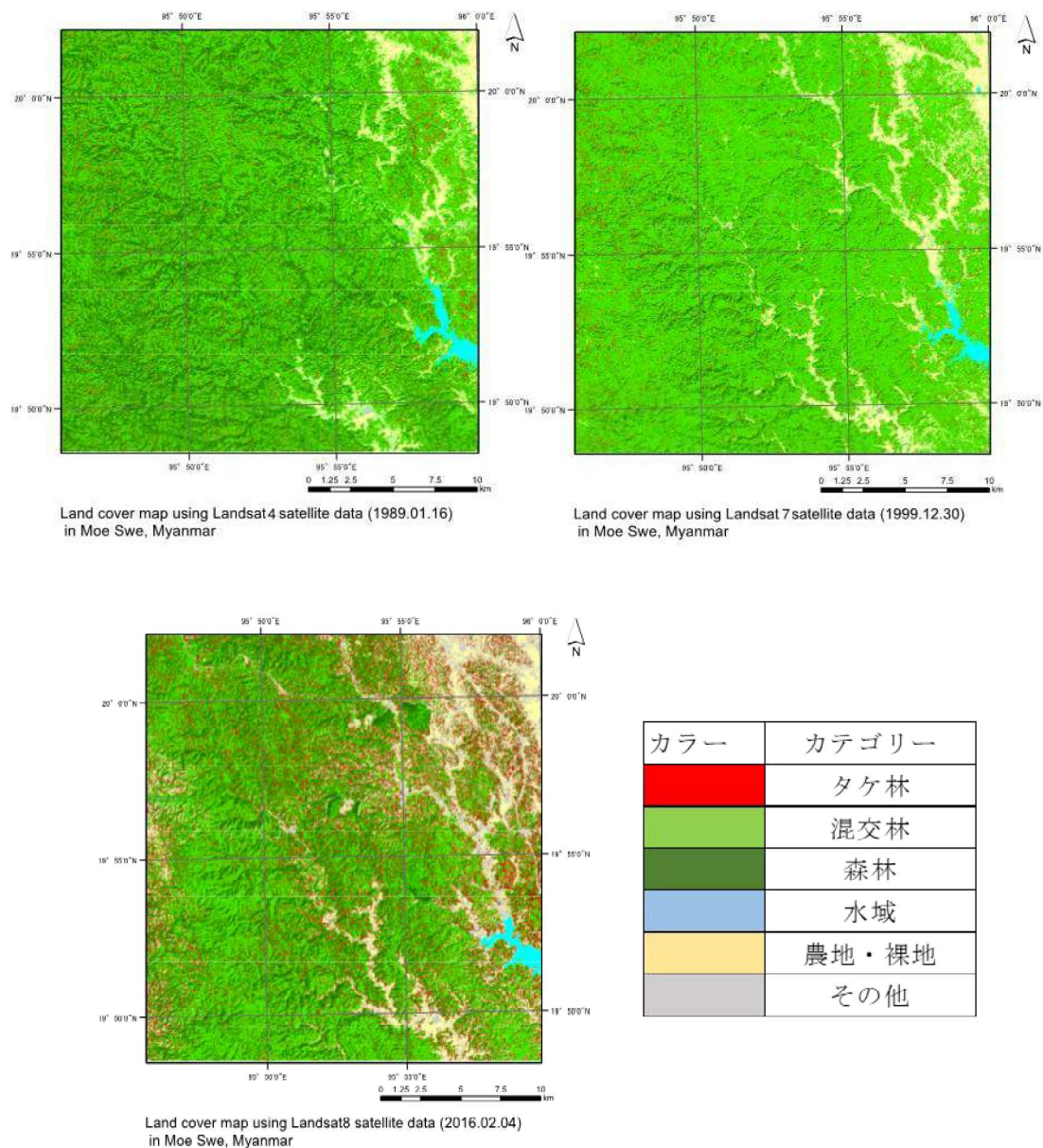
(FAO 2015) ³⁾

原生林は生物多様性の維持という点で重要であり保護林に指定されているため、2000年以降の動きは無い。人工林はチーク、ユーカリと広葉樹が主体であり、増加傾向にあるものの、大きなシェアを占めていない。二次林は原生林の伐採後や焼き畑利用、森林火災の後に成立する森林が中心であり、ミャンマーにおけるここ15年間の森林減少は二次林の減少によって生じている。

モシュエ地区も同様に森林減少は二次林で生じているが、チーク林、原生林に近い奥地山岳林も森林消失はしていないが、違法伐採などにより劣化の程度は著しい。

2) 時空間的な土地利用変化の解明

モシュエ地区25km x 25kmを分析対象地として森林分布の動態を1989, 1999, 2016年のLANDSAT衛星データにより調べた。その際、参照データとして高解像度衛星画像データWorldView-2、SPOT、Google Earthを用いた。当初は森林と農地を主体とした森林以外の土地利用での分類を試みたが、調査を進めるにつれ、この地域の特徴としてはタケ林が広範に分布しており、タケの森林内への侵入は森林劣化の要因であると同時に、地域の重要な経済資源ともなっていることが分かってきた。このため、生物多様性や住民の便益という点でタケの分布が土地利用変化を調べる上での重要なポイントであることを前提に土地利用変化のけいこうを調べることにした。



図(4)-4 モシュエ地区の土地利用変化

そこで、タケ林に注目しながら3時点の土地利用変化を調べたところ、図(4)-4のようになり、時系列的な面積変動を表したのが表(4)-1である。表(4)-1から明らかになったことは、①農地・裸地は各時点間で増加しているものの20km²ずつと大きな増加ではない。大きく変動しているのは②タケと樹木の混交林と③森林・樹木優占林である。1980年代、1990年代はバゴー山地の特産であるチーク材の伐採、植栽、それに伴う天然林内の商用樹種がミャンマー木材公社により伐採されていた時期になる。例えば2010年の用材生産量は4.3百万m³であったが、1990年の用材生産量は18.8百万m³であった。こうしたことから、1990年代は大規模な択伐による木材生産のため③森林・樹木優占林の減少が著しく、択伐後のギャップへのタケの侵入による②タケと樹木の混交林の増加が見られる。

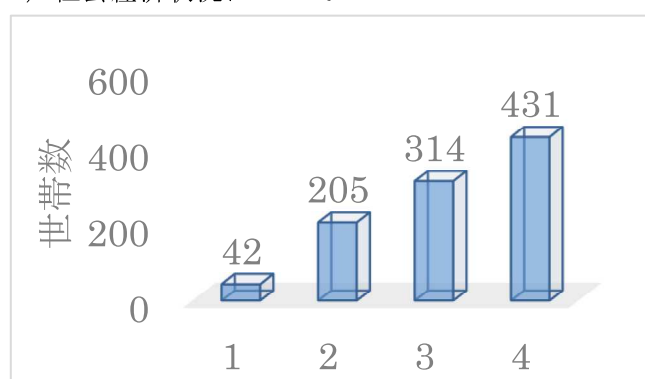
表(4)-1 土地利用区分別の面積(km²)

区分	1989/1/16	1999/12/30	2016/2/4
①タケ林・タケ優占林	18.1	15.9	77.7
②タケと樹木の混交林	386.0	484.4	257.5
③森林・樹木優占林	183.9	67.3	172.9
④農地・裸地	32.6	53.0	72.8
⑤水域	5.3	4.8	3.9
⑥その他	0.3	0.7	41.9
合計	626.2	626.2	626.8

また、ミャンマーでは用材利用が4.3百万m³であるのに対し、薪炭材利用が38.3百万m³と需要が大きいことから、人口増加がその地域の森林劣化に拍車を掛ける構図になっている。2000年に入ると②タケと樹木の混交林地帯においてチーク植林などが進み、③森林・樹木優占林は増加に転じるグループと、薪炭材の採取や違法伐採などによりギャップが拡大し、森林劣化がより一層進み混交林が①タケ林・タケ優占林に移行するグループに分かれる。

空間的な土地利用変化の特徴として集落から離れるに従い森林バイオマスは増加し、チーク林も増えるが、人の目が届きにくい奥地ほど違法伐採の圧力が強くなっている。このため、集落から離れるにつれ人為インパクトが弱まるとした当初の想定とは異なり、森林劣化の状況に明確な空間的な傾向は見られなかった。

3) 社会経済状況について



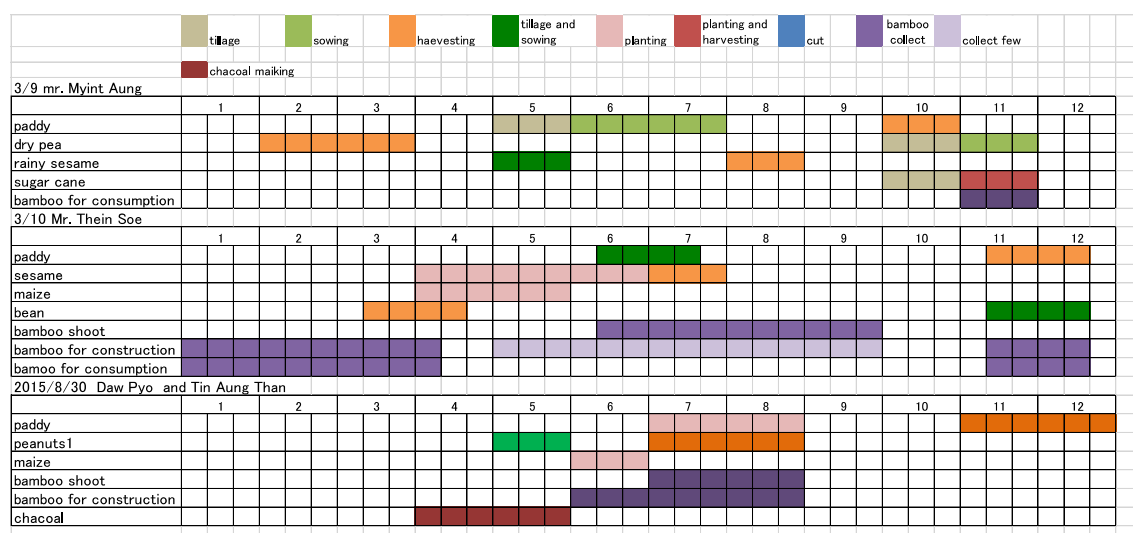
図(4)-5 モシュエ地区モシュエ村世帯数の推移

調査地域の中心にあるモシュエ村には431世帯が住んでいる。急速に世帯が増加したのは図(4)-5に示したように1970年代から80年代にかけてであり、聞き取り調査によれば林業労働者としてこの地域に来たのがきっかけである。このため、人口の増加に農地の供給が対応できず、半分の世帯は日雇いや大工、タケの採集・販売などで生計を立てている。隣接するLeway地区では同じように林業労働者として住み着いた人々は焼き畑耕作に従事しているが、モシュエ地区ではそうした動きはあまり見られない。これは、モシュエ地区が森林研究所の実験林になっており森林管理がしっかりされているためと推察される。一方で、目立たない抜き切りでの違法伐採は多く見られる。このため、地形的に搬出が困難な場所を除いては、大径木はあまり見られず森林減少よりも森林劣化が進んでいる。

なお、林業労働者が森林地域の集落に住み着く事例が多いのを理解するのは、ミャンマー特異の歴史的な林業政策を理解しておく必要がある。1902年森林法で保全林と位置づけられた地域でも、居民は必要な林産物の利用、通行の自由、放牧などは許可されることが多かった（World Resources Institute 2016）³⁾。さらに、ミャンマーではタウンヤ法と呼ばれるチーク植林のシステムが古くから定着していた。これは、大規模なチーク植林を実施するにあたっては森林村を設置

し、植林労働者を現場に呼び込む。彼らは植林のための労働力を提供する代わりに、その後の数年間を植林木の間で農耕作業を行う権利を与えられる。場合によっては保全林内での居住や焼き畑等も認められる。こうした、ミャンマーの制度が森林地域における人口流入のきっかけになったケースが、研究対象地やその周辺に見られる。

モシュエ村での典型的な農作業の年間ルーチンを農業カレンダーとして図(4)-6に示す。焼き畑が規制されていることから水稻が中心で、それに換金作物としてゴマ、落花生、トウモロコシなどが栽培されている。とくにゴマ、落花生は多くの農家が栽培しており地域の特産となっている。これに加えて特徴的なのが、タケ材、タケノコの採取であり農閑期である11月から3月までの乾期だけでなく、雨期で搬出が困難な6月から9月にかけても品薄で価格が高くなることから、タケ材の採取を行う農家がある。タケ材の採取は農業カレンダーにあげた農家だけでなく、農地を所有していない賃労働世帯にとってはとくに重要な収入源となっている。



図(4)-6 農業カレンダー

ここで地域の特徴として注目するのは、Mr. Thein Soeの農業活動である。この世帯の収入源はタケノコとタケ材であり、1年を通してこれらの採集に従事している。土地を所有していない世帯の多くは、農繁期には農家の手伝いや土木工事等の賃労働にでかけるが、雇用がない時期はタケの収集に携わる世帯が多い。採取されたタケは人力や水牛により自動車道路脇まで搬出され、トレーダーに引き渡される。

(3) バイオマスから見た土地生産力

1) 森林のバイオマス計測と森林利用に基づいた森林の類型区分

各森林の利用目的に応じて56プロットを設定し、樹木とタケのバイオマス算定のためのパラメータである直径と樹高を計測し、それらからバイオマスを算定した。樹木については毎木の直径と樹高を、タケは叢生しているので叢毎にa)1年生のタケ、b)2年生以上のタケ、c)当年度に伐採されたタケ、d)過去に伐採されたタケの本数を数えた。タケの直径、樹高については各叢内ではばらつきが小さいので、叢毎に5本のサンプル木を抽出し直径を計測し、叢のタケの本数が5本に満たない場合は全タケを計測した。タケの高さについては叢の平均高を高さとした。樹木、タケともに直径

は直径巻き尺で、樹高はバーテックスで計測した。プロットのサイズは樹木の直径、樹高に応じて5m、7m、10m、15m半径の可変プロットとしたが、殆どのプロットは7mか10mである。

【薪炭林】

薪炭採取林は人家から近いところに位置しておりタケ材生産目的と重複している場合がほとんどだが、炭焼きや薪に適した直径で伐採されるので、総じて直径が細く樹高も低い。繰り返し短いサイクルで伐採されるので太い樹木は存在せず、タケもそれほど多くない。焼き畑を実施している地域では、火入れの時期と薪炭材採取が連動する場合がある。モシュエ地区における森林利用の現状を見ると、バゴー山地全体では焼き畑は多く見られるが、この地区の場合は森林利用の管理がある程度は行き届いており移動式の焼き畑耕作は集落から離れた遠隔地で散見できた程度で、森林減少の重要な要因にはなっていない。ただ、常畑農地の周辺では傾斜の緩やかな斜面における農地の拡大は随所で見られた。

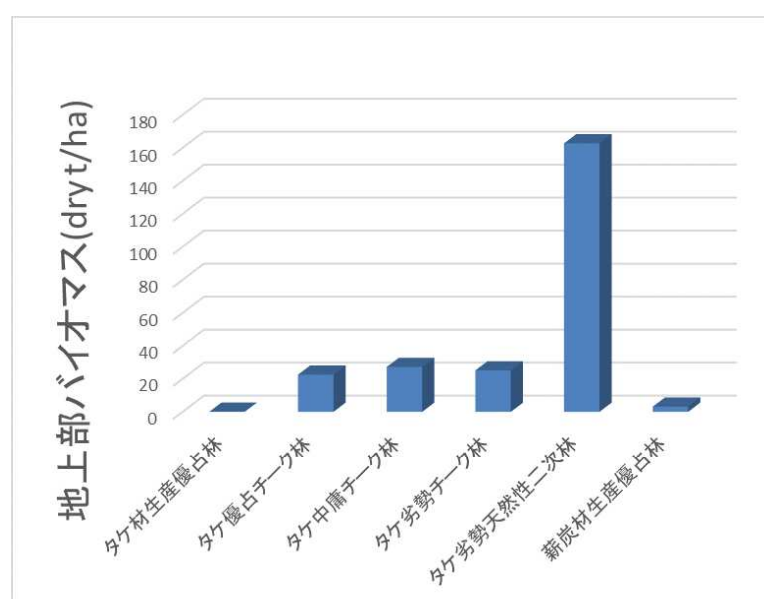
薪炭材生産はミャンマーの森林が提供する最も重要な住民便益である。少し古くなるがFAO統計による2008年時点でのミャンマーの木材生産量22.7百万m³のうち74%が薪炭材利用になっている(FAO 2011)⁵⁾。

【タケ材採取林】

意図的にタケ材採取林に誘導している森林利用は見当たらないが、薪炭材採取や伐採によって生じたギャップにタケ林が侵入しタケ採取用の森林が至る所に形成されている。

【天然性二次林】

チェーンソーを用いた天然性二次林での違法伐採は広く行われている。伐採だけでなく林内でチェーンソーを用いて角材に一次加工した後、水牛によって自動車道路まで搬出される。このため、林内には大きな直径の伐根が多く見られ、伐採後のギャップには後継樹やタケ林が侵入してきている。また、商業的価値の低い樹種は大径木であっても残されるので、大径で樹高の高い樹木から低くて細い樹木までで構成される、直径、樹高ともばらつきの大きな林分構造を呈している。



図(4)-7 森林利用とバイオマス

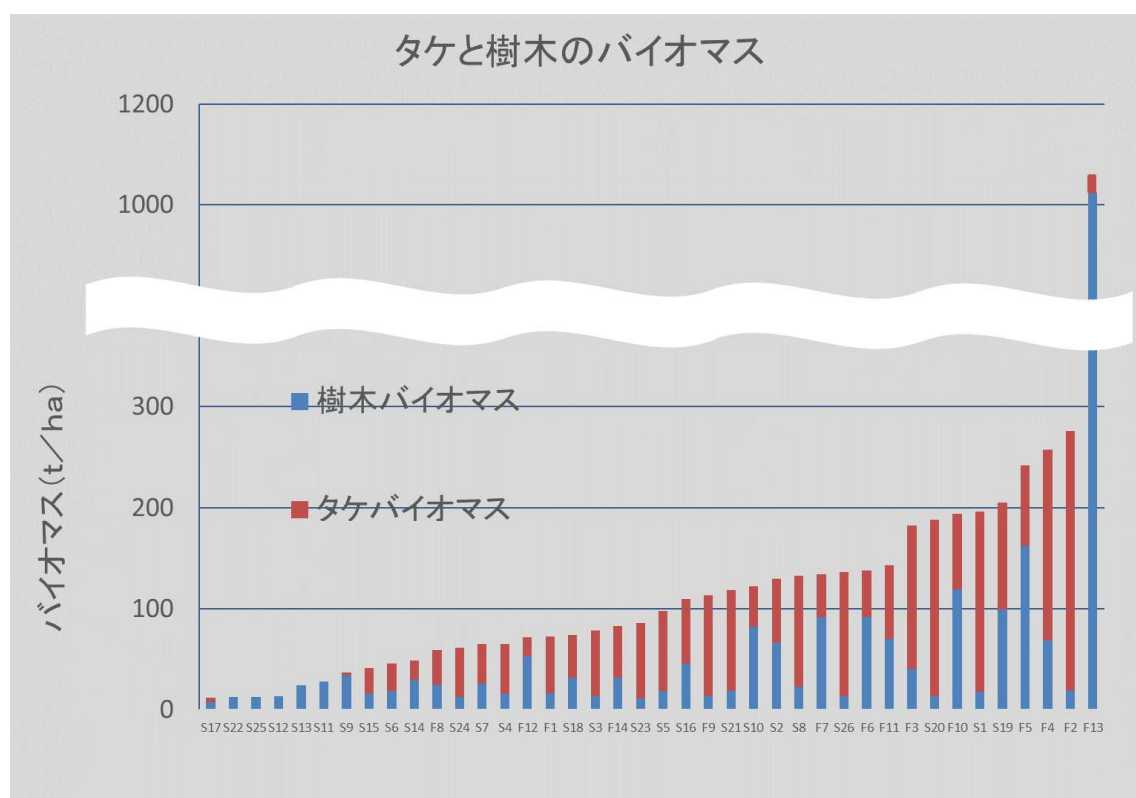
【チーク林】

モシュエ地区のあるバゴー山地の人工林樹種はチークが圧倒的である。かつてバゴー山地では天然チークの伐採が盛んであったが、現在は森林内に天然チークを見かけることはなくなり、チーク人工林が造成されている。現地調査においてバイオマス計測プロットはチーク人工林にも設定しているが、最も高い樹高で24m、多くのチーク林は10数mであった。Naing, Y. M がバゴーで作成した樹高曲線(Naing, Y. M. 2014)⁶⁾を参照すると樹高24mのチーク林の林齢は24年生前後であることから、モシュエ地区において

は1990年以降にチーク植林が始まったと推定される。また、違法伐採は天然林だけに限らずチークの人工林においても行われており、多くのチーク林にタケ林の侵入が見られる。こうした利用目的に応じた森林のバイオマスを例示したのが図(4)-7になる。

住民の重要な現金収入源となっているタケ材の採取については、人家の周辺だけでなく遠隔地にも広がっており、混交率の多寡はあるものの、すべての森林にタケが混在している。

図(4)-8は樹木バイオマスとタケバイオマスを合わせた調査プロットのバイオマスの大きさを表した図である。図の左端の方に樹木バイオマスだけでタケバイオマスが存在しないプロットが



図(4)-8 各プロットの樹木とタケのバイオマス割合

あるが、これらはタケ林を除去した後に植栽された若齢のチーク林である。樹木バイオマスが多くタケバイオマスが少ないプロットは天然性二次林に設置されたプロットである。

表(4)-2は2016年衛星データによる森林タイプ区分に応じて算定したモシュエ地区全体での樹木とタケのバイオマスである。バイオマスに占める樹木の割合は4割しかなく、タケの適切な管理がこの地域での温室効果ガス排出抑制には重要である。

タケ資源量は225万9千 m^3 となり、アクセスのし易さを考慮しタケ林の半分を3年サイクルで収穫しても113万 m^3 のタケ資源がある。社会経済調査から世帯あたりのタケの採取が5000本前後であることから、3200世帯がタケ収集に従事できる。ただ、後のタケ資源の項で述べるが、実際にはこの地区のタケ採取は過伐の状況にある。

表(4)-2 モシユエ地区の樹木とタケのバイオマス

区分	樹木バイオマス (m ³)	タケ材バイオマス (m ³)	樹木＋タケバイオマス (m ³)
①タケ林・タケ優占林	117867.3	883194.5	1001061.8
②タケと樹木の混交林	1008687.5	1355937.5	2364625.1
③森林・樹木優占林	329962.3	16748.2	346710.5
合計	1456517.2	2255880.2	3712397.4

また、タケのバイオマスも森林減少・劣化によるGHG排出削減（REDD+）の対象に加えれば、削減効果は大きくなる。

（4）森林利用から見た住民の便益と生物多様性

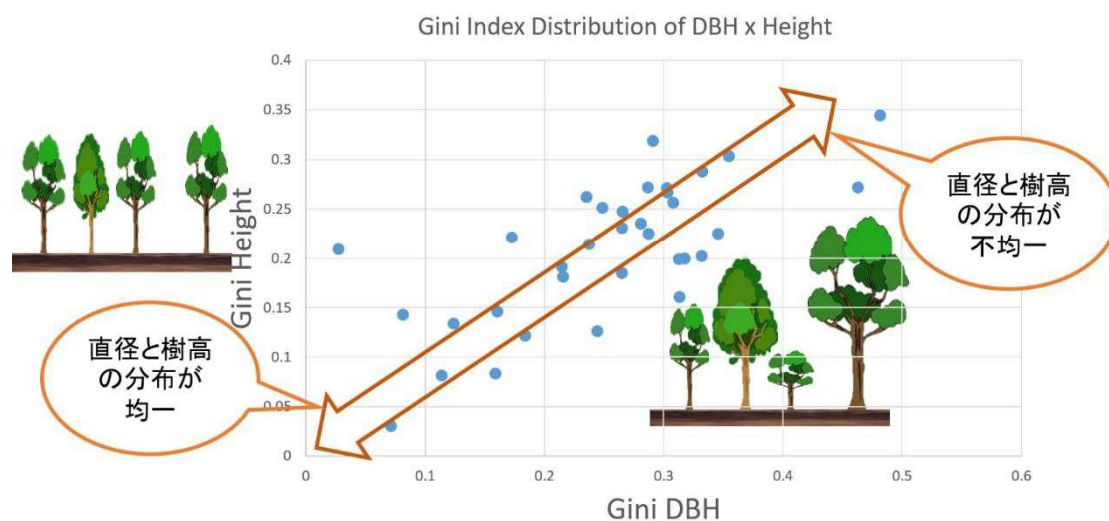
1) 森林利用と林分構造

モシユエ地区の森林利用はa)薪炭材利用、b)タケ材利用、c)木材利用、d)チーク材生産の4つの利

用である。そこで、各利用体系が林分構造に与える影響を基に、森林生態系の炭素固定量と住民の便益、そして生物多様性について考察する。

各調査地点のバイオマス計測を行うことで森林の利用形態とバイオマスの関係だけでなく、林分構造との関係も表現する。具体的には、林分を構成する樹木の直径と樹高のバラツキの程度が住民や木材公社の森林利用によって異なることを示すため、バラツキを表すGini指数を用いて林分構造を定量的かつ視覚的に表現することにした。Gini指数は経済分野では所得格差を表す指数として用いられているが、ここでは、各樹木の直径や樹高の大きさの格差を表す指数として用いる。図(4)-9は横軸に胸高直径のGini指数を縦軸に樹高のGini指数をとり、各調査地点の直径と樹高のGini指数の値をプロットした図である。原点に近くなるほど林分が均質な樹木で構成され、原点から離れれば直径や樹高のバラツキが大きくなることを示す。具体的には直径が細く若齢の樹木から構成される薪炭林、植栽直後やよく管理されたチークの人工林は原点に近く均質な樹木から構成される林分であることが分かる。チーク林でも住民によって抜き伐りされ、跡地に天然更新によって他の樹種が侵入してきた林は、バラツキが出てきて図の中央あたりに位置するようになる。昔の焼き畑後や森林火災の後の二次林も、更新時期は同じでも樹種による成長の違いからバラツキが生じて、図の中央あたりに位置する。一方、遠隔地で人為インパクトが少ない天然林では商品価値の高い樹種のみが抜き伐りされているので、残った大径木と伐採後のギャップで更新した若い後継樹という、直径、樹高に大きなバラツキがある林分構成、つまり複雑な形状の林分であることから、原点から離れたところに位置する。

以上を整理すると図(4)-9の左下から右上の対角線上に、以下のように区分された森林が配置される。



図(4)-9 Gini 指数と林分構造

a) 直径、樹高のバラツキがない均一な樹木から構成される森林

薪炭利用に適した小径木のみで構成される林、タケ林の混交割合が高く少ない本数の小径木から構成される林、管理されたチーク植林地、植栽後の幼齢のチーク林

b) 中庸なバラツキを示す森林

抜き伐りされたチーク人工林、比較的若く焼き畑や火災後に更新した二次林

c) 樹木サイズのバラツキが大きな天然性二次林、天然林

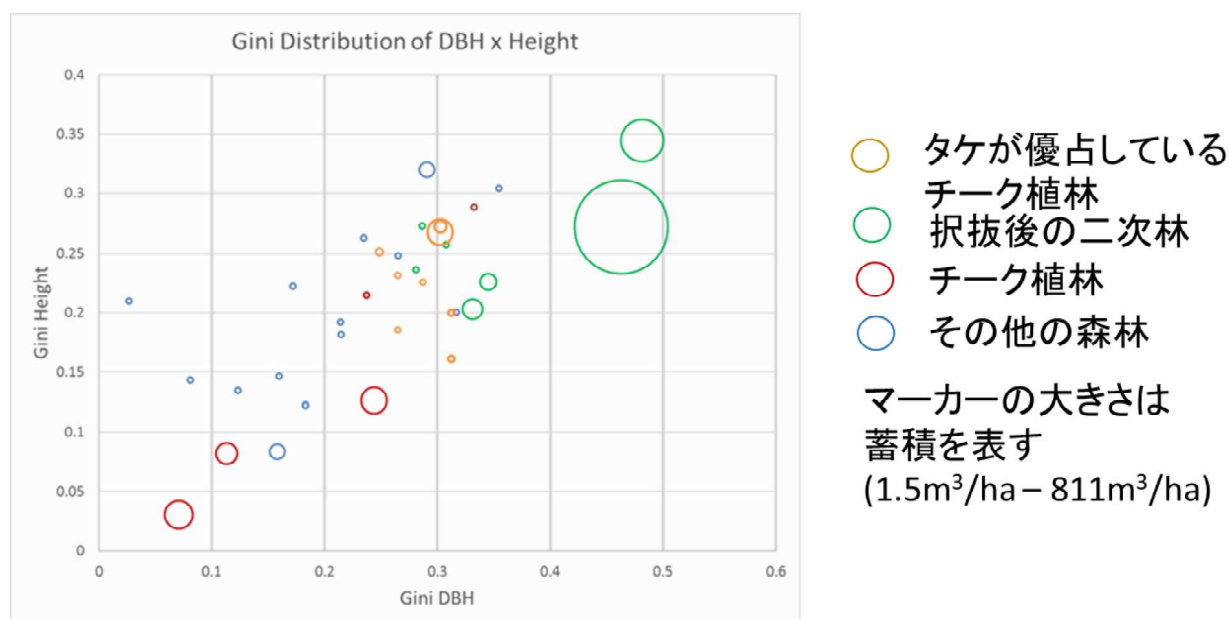
違法伐採や自然攪乱によるギャップに後継樹が更新した天然林

森林は国家に属しているため、森林から受ける住民の便益は1992年森林法で保証されている薪炭材の採取とタケ材の採取である。薪炭林の採取、タケ材の採取はともに図(4)-9で見れば中央から左下の部分にあたる。

2) 森林利用と樹木バイオマスの関係

Gini指数をベースにして森林利用が樹木のバイオマスとどのような関係があるのかを分析する。森林利用の形態を示すため、a) タケが優先しているチーク林、b) 住民や木材公社が樹木を伐採した後の森林、c) タケが優先していないチーク植林、d) それ以外の森林に分けて図(4)-10に示す。ここで、各プロットのマーカーの大きさはバイオマスの大きさを表している。なお、図ではバイオマスと比例関係にある蓄積で表現しているが、その分布範囲は $1.5\text{m}^3 \sim 811\text{m}^3$ の間である。蓄積が多いのは商業的価値の高い樹種を択伐(抜き伐り)された後の二次林で図の右上に位置しており、林分構造が複雑であることを示している。こうした林分は遠隔地に存在していることが多い。これらの林分には古い大径木が存在していることから、大規模な攪乱は生じていないことが分かる。また、図の中央部あたりにも二次林の調査点が見られるが、これらは規制が厳しくなる前に行われていた焼き畑や火災などの大規模な攪乱の後に成立した二次林であり、大径木が存在していないため蓄積は少ない。

チーク植林はタケが優先しているものとそうでないものに二区分して表している。前者は図の



図(4)-10 森林構造の複雑さと蓄積

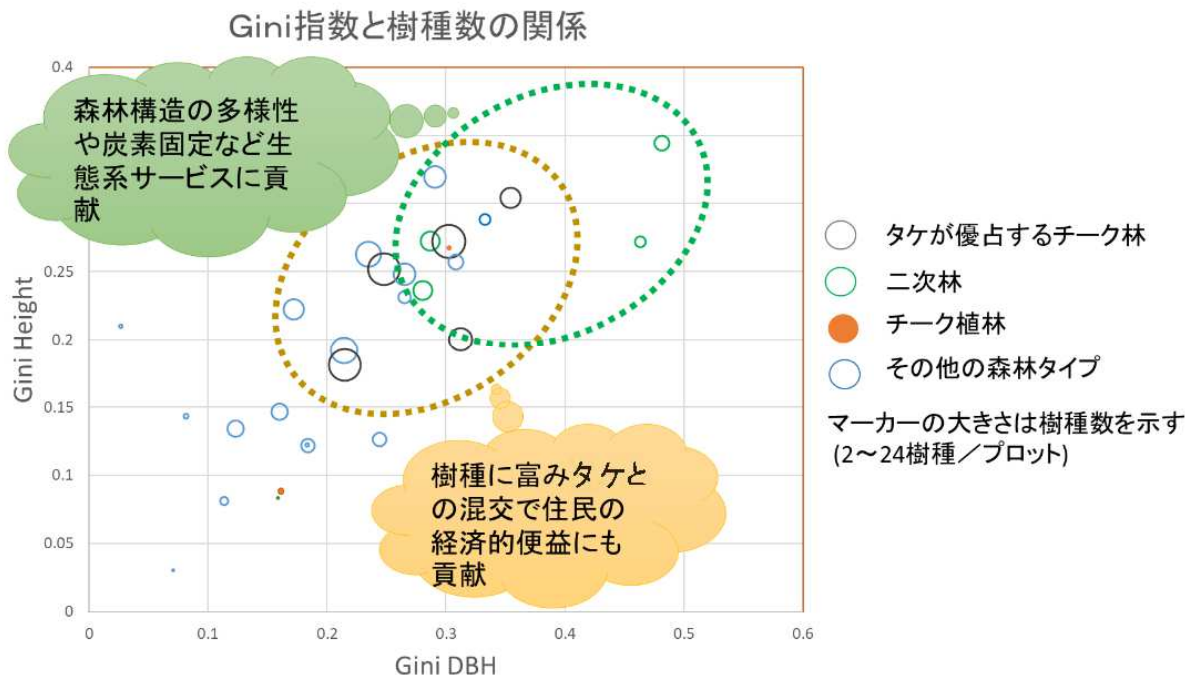
中央部に位置していることから、チーク以外の天然更新木がチークの抜き伐り後に侵入してきていることを示しているが、蓄積も少ない林分が多い。タケが優勢ではないチーク植林地はチークが均一な樹木サイズであることから、図の原点に近い方に位置している。蓄積も人為攪乱があったチーク林に比べれば多い。その他の森林は薪炭材やタケ材の採取が多い林分であり、バイオマスは少ない森林がほとんどである。林業的あるいは生態学的には劣化した森林であるが、住民には多くの便益を提供している。

しかし、住民がタケや薪炭材を無秩序に利用している現状をみると、今後も森林の劣化が進むことが予想される。それにより、住民への便益の提供機能が劣化するだけでなく、森林の持つ炭素固定機能も劣化する。ただ、タケ材の炭素固定機能を温暖化対策に取り込む方向に発想を切り替えれば、異なる視点から温暖化対策を考えることができる。これについては、後ほど考察する。

3) 森林利用と生物多様性の関係

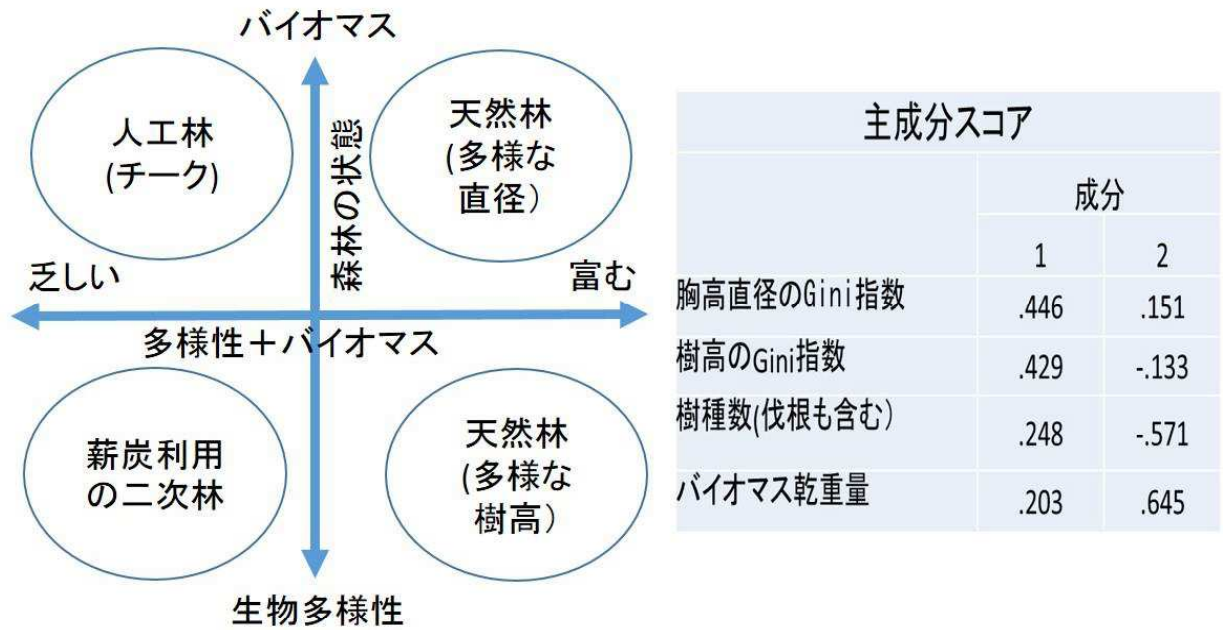
生物多様性を評価するために様々な因子が提案されているが、ここでは樹種数で生物多様性の多寡を表現する。そのとき、Gini指数と生物多様性の関係は図(4)-11のようになる。

バイオマスが多い森林は長期間に渡り存在している森林であることから、樹種数も多いのではと想定していたが、大径木はあるものの林分を構成する本数は少ないため調査プロットのサイズ程度では樹種数はそれほど多くなかった。このため、古い立木が存在する林分ではバイオマスは多いものの、種数から見れば中庸の林分といえる。一方、抜き伐りによる人為攪乱のあったチーク林は最も樹種数に富んでおり、チークを植林した事業体は不利益を被るものの、住民の便益と生物多様性が共存している状態という、興味深い結果が得られた。こうした、我が国の里山と同じような状況がモシエ地区にも存在するといえる。



4) 森林利用とバイオマス、生物多様性の統合的な分析

直径と樹高のGini指数、バイオマス、樹種数という4変数を用いて主成分分析を行った。第2主成分までの累積寄与率は83%であった。図(4)-12に主成分分析の結果を示したが、第1主成分の



図(4)-12 主成分分析の結果

主成分スコアを見ると全ての変数のスコアが正であることから、生物多様性や林分構造の多様性、及びバイオマスに富むか乏しいかを示す。第2主成分では樹高の多様性は林分の多層構造を作り出すことから、陽樹から陰樹まで生存可能となり樹種数の多さに貢献する。多様な直径からなる林分では大径木も存在するので、バイオマスが多い。したがって、縦軸はバイオマスと生物多様性を分ける軸となる。以上から第1主成分を横軸、第2主成分を縦軸にすると、図で示したように第1象限では林分構造や種の多様性がありながら、バイオマスの大きな林分が位置する。第2象限ではバイオマスは多いものの多様性に乏しい人工林が集まる。モシュエ地区ではよく管理され違法伐採の少ないチーク人工林がこの象限に集まる。第3象限では樹種数としての生物多様性はある程度維持されるものの、林分構造の多様性やバイオマスに劣る林分が位置する。第4象限ではバイオマスは多くないものの、樹高にバラツキがあつて多層の林分構造をとり種数の多い林分が配置される。

この結果から、温暖化対策としての森林バイオマスの増加と生物多様性についての両立は難しいものの、住民の便益と生物多様性という点では両立は可能ということが分かった。なお、ここでのバイオマスは樹木のみを取り上げ、タケバイオマスについては対象としていない。しかし、表(4)-2で見たように、モシュエ地区のタケバイオマスは樹木バイオマスより多いことから、タケも加えて温暖化対策を考えれば、温暖化対策と生物多様性は両立するといえる。

(5) タケ資源とその経済的便益の状況

1) タケ資源の状況

バゴー管区のモシュエ地区は森林が豊富な地域であるが、表(4)-1に示したように1989年から



図(4)-13 牛によるタケの搬出

2016年の間に森林率は94%から81%に減少している。一方でタケが多く含まれるタケ林やタケ優占林面積は3%から12%に増加している。このように地区全体を見ればタケ資源は増加しているが、タケ資源についての住民への聞き取り調査では、「20年前からタケをとっているがタケのとり過ぎによりタケは減ってきている。またタケを伐採する箇所も家から遠くなった。」、「タケの量はとる人が増加したので減少している。」といった回答が多かった。地区全体でのタケ資源は増加してきているが、住

居に近で場所でのタケの資源が減少しているように見受けられる。タケ材は一本当たりの容積が大きいにもかかわらず単価が安いことから、遠距離の運搬は経済的ではない。このため、聞き取り調査では住居から離れた場所での採集は難しいとのことだった。ただ、集落から離れた森林においてもタケ材の採集跡は観察され、タケ採取業者が作業員を連れて組織的にタケの採取をしているケースもあった。

2) タケ材の流通・加工

モシュエ地区はタケの品質の良さからタケ材産地として知られ、搬出道路も他地域に比べると

整備されていることから、適切な地点に仲買人が店を構えるなどしてタケ集荷ネットワークもしっかりし、搬出・流通体制が確立されてタケの加工業者との連携が確立している。このため、過去にはマレーシアなどへも輸出されていた。しかし、仲買業者への聞き取りでは、2003年から始まったネピドーへの首都移転事業により地域のタケ資源が過剰に採取される傾向が懸念としてあった。

以下にタケの取引価格を示す。なお、モシエ地区には4種類のタケがあるが、主に取引されるTin warとTyatang warの価格について報告する。

表(4)-3 住民が伐採し仲買人に販売するタケ材の価格

	小（売り）	中（売り）	大（売り）
森林そばの販売	40	80	180
集落での販売	50	100	200

表(4)-4 村内の仲買人のタケ材売買価格

	小（買い）	小（売り）	中（買い）	中（売り）	大（買い）	大（売り）
Tyatang	50	60	100	120	200	220
Tin war	120	150	120	150	なし	なし

表(4)-5 ネピドーに近いピンマナのタケ市場の仲買人の売買価格

	小（買い）	小（売り）	中（買い）	中（売り）	大（買い）	大（売り）
Tyatang	100	150-200	180	280-300	450	600-700
Tin war	100	250-200			220	300-400

タケ材の加工状況を把握するため、タケ細工を行っているLae Lu Eyei Villag村を訪れ、タケ細工を行っている農家で聞き取り調査を行った。集落には約300世帯があり、全ての世帯がタケ細工に関わっている。タケ細工は先祖代々行われ、出荷先はピネマーにあるNTFP市場である。タケ細工の品質向上のため2005年にITT0のタケのプロジェクトが実施された。中心的なタケ細工職人は林業局の開催するタケ細工研修に参加していた。世帯によっては、タケ細工のための作業員を雇用している。ザル、カゴが生産品の中心であるが、ティンダウ（計量カゴ）も制作している。作業員の給与は1カゴ生産に対し500チャット支払う出来高制であり、カゴの制作時間は30分である。材料のタケ資材の購入価格はタケの種類により異なり、下記のようにになっている。

Tin war：300チャット／一竿、一般に中径

Tyatang wa：500チャット／一竿、一般に太い

タケ一竿からタケバスケット2個を作成できる。タケ細工製品の価格600チャット／個であり、5日ごとに市場の店主が買い集めに来る。

タケ材のも一つの用途は建材であり、量的には細工用に比べて遙かに多い。タケ建材の寿命は用途により異なり、トイレ用丸囲いは4～5年、建て屋の壁は50～60年、屋根は2年であった。聞き取りを行った店の販売量は5日間で1000竿～1200竿であり、雨期後によく売れる。ただし、需要の多寡に関係なく購入価格は年間を通して同じであり、タケ材販売店の買い取り価格／販売価格は下記のようなであった。

Tyatang wa Lサイズ 470チャット／570チャット

Tin war 270チャット／（？）

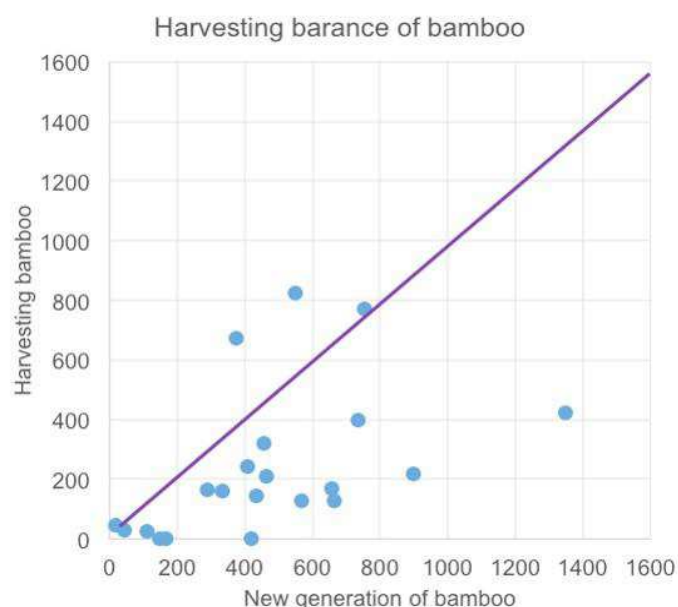
売れ残ったDry Bambooは乾いてくると商品価値が下がることから、日雇い労働者にフェンスを作らせて販売する。

フェンス小（45インチ）3000チャット

フェンス大（60インチ）4500チャット

3) 無秩序なタケの採取

タケの伐採は個々の住民が仲買人と契約をし、自動車道路脇まで運んで積んでおくと、仲買人が車で集荷に来てくれるケースと、仲買人が直接、伐採労働者を数人雇用しタケ採取場所に連れて行って、伐採作業を行うケースとがある。タケ材伐採従事者について村長へ聞き取り調査した結果では、Leil won村では農家世帯1に対し賃労働世帯4、Thao Yao村では農家世帯1に対し賃労働世帯3の割合であった。このため、タケ資源は土地の無い世帯にとっては非常に重要な経済資源である。しかし、採りやすい場所でのタケの量は年々減っており質も悪くなっている（細くて、曲がったタケに）ので、少し遠いがタケ資源が良い森に行き、太くて良いタケを採取している。

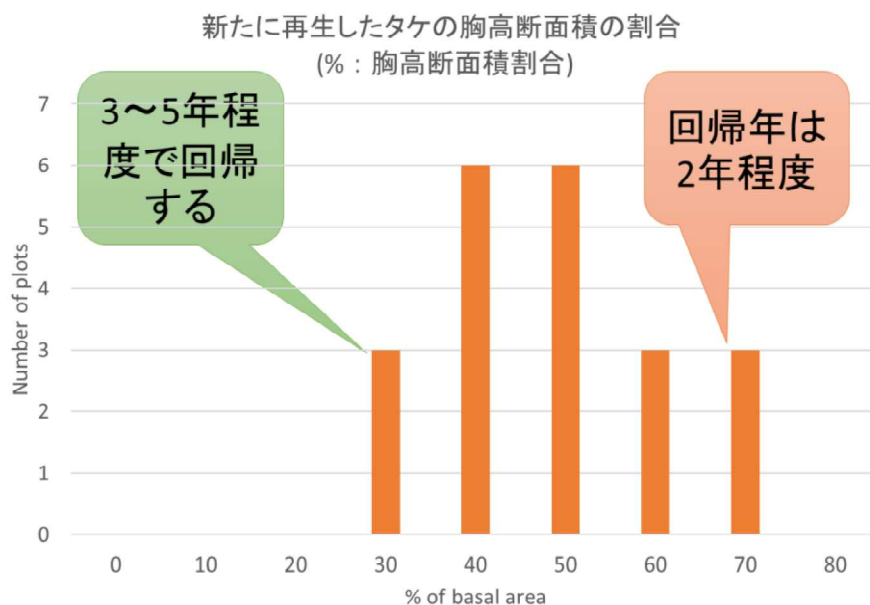


図(4)-14 伐採されたタケと再生したタケの断面積比較

タケの寿命は7、8年であるが青タケの方が細工をしやすいことから好まれ、2年生の若いタケが切られる傾向にある。タケノコも市場で売れることから、タケ資源があっても商品価値の高い3年生以下のものが少ないという問題もある。

図(4)-14は横軸に新しく再生してきたタケの本数、縦軸に伐採した本数を示したものである。45度の対角線より上にあるプロットは、再生する本数より伐採する本数が多く過伐と判断される。3つのプロットで過剰な伐採が見られる。ただ、タケの価格は直径に応じて決まってくるため、伐り残されるタケは細いものが多い。そのため、過伐かどうかを本数で評価した場合、過小に評価する可能性がある。

ある。そこで、タケを伐採する際には若くて太いタケを選ぶ傾向にあることを反映させるため、図(4)-15に各調査点の全てのタケの胸高断面積合計に対し、新たに再生してきたタケの胸高断面積合計の割合を示した。3年以上の周期で回すのであれば新たに再生したタケの胸高断面積合計は30%程度以下が望ましいが、多くの調査点でそれを上回っておりタケが過伐になっていることが明確になった。



図(4)-15 再生したタケの胸高断面積割合

タケは樹木ではないということで森林局は管理の範囲外という認識である。このため、森林局では仲買人に3年生以上のタケの伐採許可証を発行するだけで、伐採量等の規制はしない。仲買人はタケ一本あたり10-30ksを森林局に支払う。しかし、前に述べたように古いタケは伐り残された細いものが多い上に、叢生するタケでは内から外に向かって新しいタケが再生するため、古いタケは中心側にあって伐採するのに手間がかかる。一方、建材は3年生以上が望ましいとされているが、細工用は緑が鮮やかな2年生が好まれている。こうした理由から、3年生以上だけのタケを伐採するのは、価格や手間などから実際には無理である。

4) 住民の便益を守るためのガバナンス

住民の便益を維持するためにはタケ資源や薪炭材の過度な利用を防ぐために、適切な森林管理を行う必要がある。ミャンマー政府の1992年森林法はそれまでの森林の商業利用としての活用を目指していた1902年森林法から、民間セクターの社会経済的便益やコミュニティの森林管理への参画を目指した方向に転換している。この法律の概念は住民も含めた森林管理のガバナンスであり、その一つとしてコミュニティ・フォレストリーが代表的な森林政策といわれている³⁾。ちなみに、1992年森林法の重要な実施項目は

- (a) 政府の森林政策の実施
- (b) 政府の環境保全策の実施
- (c) 森林政策、環境保全策の実施にあたり官民の連携
- (d) ミャンマー経済の発展と人々の衣食住、雇用の確保
- (e) 防災や生物多様性保全
- (f) 薪炭材の確保

であり、農民の参画による森林管理と地域の貢献を目指したものになっている。ただ、森林行政においてタケ資源は直接的な管理目標になっていないことから、行政はそれほど関心がない。一

方、住民にとっては重要な経済資源であり資源利用の持続性が損なわれることによる便益の損失は大きい。

土地はすべて国有であり木材資源として長くミャンマーの経済を支えてきた森林に対し、分権的な概念で行政、企業、市民というステークホルダーが協同で管理するガバナンスを確立する道筋を描くのは難しい。しかし、行政にとっては温暖化対策としてタケ資源を取り込みタケ林での炭素固定量をクレジットとして評価できれば、政策目標として十分な価値が生じる。住民にとっても所有の概念が希薄でタケ資源の組織的な管理は放置されている状況であるが、それを行政と協働で管理できれば持続的なタケ資源の利用が可能となる。このように行政と住民の利害が合致するタケ資源の管理においては、ガバナンスの確立はそれほど難しくない。今回の住民やタケの仲買業者への聞き取りにおいてもタケ資源の劣化への危機感は共通しており、複数のタケ集荷業者へのタケ伐許可の重複発行など無計画な行政の対応は、彼らにとっても好ましくないと受け止められている。また、薪炭林のように人為インパクトが大きな林にタケ林が多く存在することから、タケ資源の持続的な管理が確立すれば、次のステップとしてタケと薪炭採取木を共存させる資源管理に進むことは難しい。

(6) まとめ

今回の現地調査においてタケ材生産は住民の重要な経済的便益になっていることが明らかになった。ただ、タケ林の分布拡大は森林の炭素固定機能を著しく損なうことが、バイオマス調査で明らかになった。一方で、サブテーマ（1）で生物多様性がタケ林分布に大きく影響を受けることも明らかになっている。

今回は、モシュエ地区でのケーススタディであるが、社会経済調査から生計維持のために森林内へアクセスせざるを得ないグループは、土地無し住民である。違法伐採・タケ材の採取が中心であり、政府のチーク植林の拡大策によるタケ林の減少、余剰農地のない地域へ新規移住者の流入に対する政府の対策の遅れといったことが、タケ資源の過剰利用を促している。ただ、地区全体でのタケ資源は十分であり建材に適する3, 4年生のタケを意識的に伐採することにより、タケ資源の回復は可能である。また、タケの森林内での寿命は短いため森林内に生育するタケを放置するのでは温暖化対策とならない。積極的にタケ材を建材や道具として活用させ、伐採後のタケ材の炭素も評価できる市場の開拓が必要である。タケに防腐処理を施し木材と同程度の耐用年数を持たせれば、成長が早いことから樹木以上に温暖化対策手段として機能する。

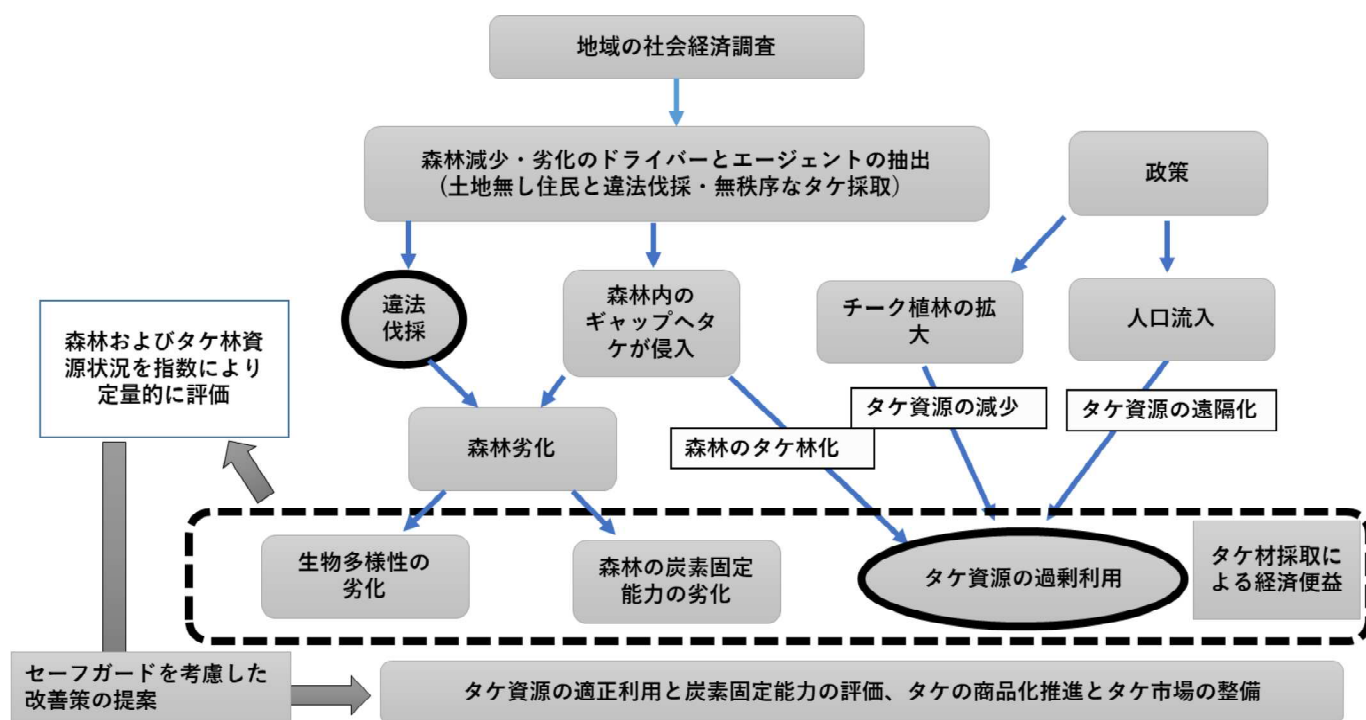
気候変動枠組み条約においては森林の定義にタケを含めることを禁止しておらず、森林にタケを含めるかどうかはそれぞれの国の判断になっていることから、制度的には難しい。とくに、ミャンマーの建材の中でタケは重要な位置を占めており流通体制もできていることから、炭素クレジットとしてタケが評価されれば、森林管理の障害物としてのタケから重要な経済資源、環境資源としてのタケに変わる可能性がある。

今回の研究でGini指数を用いた二次元配置図における対象森林の位置から、住民の便益や生物多様性を考慮しながら森林保全の施策を提案できることが明らかになった。これにより、住民の便益と生物多様性の便益という2つのベクトルを統合化する形で、セーフガードの評価も具体的な数値として可能である。従来は、森林バイオマスの増加を求める施策とセーフガードはトレードオフ

の関係で対立すると思われていたが、タケ材や薪炭材の資源整備と生産性の向上を図ることにより、森林保全も可能になることが分かった。このため、住民の便益や生物多様性がREDD+などとトレードオフの関係になることはなく、補完し合うことを明らかにしたのが本調査での大きな収穫である。

セーフガードについてUNFCCCのCOP20におけるREDD+交渉では、先進国と途上国の間で大きな対立がある。それは、REDD+のホスト国である途上国がセーフガードはREDD+活動を束縛する障害となる、あるいは国家主権を揺るがす面倒な規律を国際条約が押しつけるという懸念があるためである。しかし、本研究のように具体性のあるセーフガードを示すことにより、セーフガードはREDD+活動を阻害するものではなく、逆にREDD+活動の持続性と効率性を与えることができる鍵であることを示せた。

タケや薪炭材を無秩序に利用している現状をみると、今後も森林の劣化が進むことが予想される。それにより、住民への便益の提供機能が劣化するだけでなく、森林の持つ炭素固定機能も劣化する。そこで、タケ材のバイオマス固定機能を温暖化対策に取り込む方向に発想を切り替えれば、異なる視点から温暖化対策を考えることができる。その場合は、タケの存在する森林はバイオマスも多く、生物多用しも良い方向に変化し、かつ住民のタケ利用の便益も図られることになる。こうしたサブテーマ（4）の研究で得られた成果をまとめたのが、図（4）-16である。



図（4）-16 サブテーマ（4）成果のまとめ

5. 本研究により得られた成果

（1）科学的意義

セーフガードについてREDD+では報告様式を決めただけで、実際に環境保全活動の中でどの

ように評価するのか明確な提案がなされていなかった。本研究では森林構造の複雑さを直径と樹高の2つのGini指数で表現し、それと炭素固定量を示すバイオマス、生物多様性の評価要因の一つである、樹種数との関係を明らかにした。これにより、セーフガードを改善するのにどのような環境保全アプローチが望ましいかを、具体的に考えることができる。

（２）環境政策への貢献

＜行政が既に活用した成果＞

1. 林野庁による「REDD+推進民間活動支援事業」、森林総研REDD+推進委員会などの評価委員会、検討委員会において途上国におけるREDD+セーフガードで謳われている生物多様性や住民便益を担保するためにどのような配慮事項があるかについてインプットを行い、Safeguard Information Systemの作成などに協力・貢献した。
2. 本研究の成果が、ミャンマーの中央平原（バゴー地区）でのJICA業務委託でのJCM-REDD+フィージビリティ・スタディでのバゴーヨマの調査へとつながった、今後当該地での、JCMで-REDD+事業の可能性の探索に貢献した。

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

住民の便益、生物多様性への配慮について、森林保全政策の中で具体的に何をすべきか曖昧であった。本研究では視覚的、定量的に住民の便益や生物多様性を改善するアプローチを示すことができ、こうした具体性のあるセーフガードを示すことにより、セーフガードはREDD+活動を阻害するものではなく、逆にREDD+活動の持続性と効率性を与えることができるキーワードであることを明らかにした。これにより、JCM-REDD+をバゴー山地と同様な条件下で実施するときに、どのようにセーフガードを組み込むべきか担当者はその実施プロセスを理解できる。

6. 国際共同研究等の状況

2015年度のワークショップにカウンターパート機関であるミャンマー森林研究所からMs. Kyi Kyi Khaing, を招聘した。

7. 研究成果の発表状況

（１）誌上発表

＜論文（査読あり）＞

特に記載すべき事項はない。

＜査読付論文に準ずる成果発表＞

- 1) 天野正博 緩衝帯の設定と炭素排出の抑制 「温暖化対策で熱帯林は救えるかー住民と森林保全の相利的便益を目指してー」 pp. 7-20. 文一総合出版、東京、(2017) 23-37

＜その他誌上発表（査読なし）＞

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 小柳知代、天野正博、松崎咲慧：日本生態学会第62回大会(2015)
「ミャンマーの農村集落における過去20年間の土地利用変化とその要因」

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 山内弘美、博士論文要約 ” 半乾燥地における参加型森林管理の有効性：ミャンマー共有林とケニア社会林業を事例として “
http://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/dspace/bitstream/2261/58030/1/A30430_summary.pdf#search=%27%E3%83%9F%E3%83%A3%E3%83%B3%E3%83%9E%E3%83%BC%E3%81%AE%E6%A3%AE%E6%9E%97%E7%AE%A1%E7%90%86%27
- 2) ミャンマー森林行政体系2
http://www.jofca.or.jp/_files/publication/A22.pdf
海外林業コンサルタンツ協会、2013、開発途上国の森林・林業、海外林業コンサルタンツ協会
- 3) FAO (2015) , Global Forest Resources Assessment 2015, FAO
- 4) World Resources Institute (2016) Forest Regality Initiative-Myanmar-
<http://www.forestlegality.org/risk-tool/country/myanmar>
- 5) FAO (2011), State of World' s Forests 2011, FAO p131
- 6) Naing, Y. M. (2014), Evaluation of Site Quality and Construction of Standard Volume Table, A Case Study in Three Different Plantation in Bago Township, Bago Region, Myanmar, Kasetsart University p65

Assessment of Criteria and Indicators for Securing the Co-benefits of Local Community and Biodiversity

Principal Investigator: Toshinori OKUDA
 Institution: Graduate School of Integrated Arts and Sciences,
 Hiroshima University
 1-7-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, JAPAN
 Tel: +81-82-424-6513/Fax: +81-82-424-0758
 E-mail: okudat-empat@hiroshima-u.ac.jp
 In cooperation with: Graduate School of Asian and African area studies, Kyoto
 University
 Graduate School of Human Sciences, Waseda University

[Abstract]

Key Words: Tropical forest, Deforestation and forest degradation, Local benefit, Trade off relationship, Biodiversity

Efforts to reduce CO₂ emissions from deforestation and forest degradation (REDD+) are expected to provide long-term incentives to conserve forest resources in developing countries. Nevertheless, forest conservation highlighting carbon sequestration and other intangible benefits (e.g., biodiversity) sometimes conflicts with local economic activities, and no quantitative indicators have been proposed to help manage the conflicts.

We conducted a research project in the northern part of the Bago Region of Myanmar from 2014 to 2016 with the aim of better balancing the co-benefits of forest use for both local people and biodiversity/carbon stocks. We identified some prospective indicators that could predict an optimal balance of forest uses that mitigates the conflicts between local benefits, and forest resources (biodiversity and carbon stocks).

Illegal timber extraction by locals is a key issue in the study area. Although regulating timber extraction suppresses the supply of fuelwood and herbaceous plants to villagers, negative effects can be alleviated by reserving some forest edge vegetation for community use or by introducing a land tenure system. We found these remediation activities also alleviated further forest degradation by reducing encroachment by cropland while sustaining the use of non-timber forest products. Nevertheless, the large demand for fuelwood by locals cannot be met only by introducing simple rules aimed at reducing or restricting local access. We suggest a fundamental land-use plan (e.g., a “community forest”) that incorporates population and economic growth as well as a long-term energy supply.

Introduction of REDD+ activities could potentially counteract any reduction of

local incomes caused by the conservation of forest carbon/biodiversity, but it will not overcome all long-term economic losses. In this respect, we focused on the development of non-timber products (e.g., bamboo) that can mitigate economic losses. At the study site, bamboo is an important livelihood resource, and biodiversity can be improved by encouraging the growth of timber species and introducing proper forest management of bamboo and other forest species. Maintaining minimum harvests with the introduction of wood-processing technology that can add supplemental value to raw bamboo materials will improve the living standards of the local community, encourage forest regeneration, and consequently avoid additional excessive extraction of forest resources. Using options that consider the multiple aspects of forest ecosystems will facilitate the success of carbon offset programs in developing areas.