

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20710189

研究課題名(和文) ミャンマー・カレン村落の焼畑土地利用履歴と森林生態系の長期的変遷に関する研究

研究課題名(英文) Land use history of swidden cultivation and long-term change in forest ecosystem around a Karen village, Myanmar

研究代表者

鈴木 玲治 (SUZUKI REIJI)

京都大学・生存基盤科学研究ユニット・助教

研究者番号：60378825

研究成果の概要(和文)：ミャンマー・バゴー山地のカレン村落周辺では、長期に及ぶ焼畑耕作により木本の優占する植生の一部はタケの優占する植生へと変化したが、様々な遷移段階の休閑林の存在は種の多様性を高め、休閑林からの有用植物の採取も認められている。また、本調査地で広く営まれているタケを伐開する焼畑は休閑期の早期の植生回復を促しており、非常に合理的である。現在、S村周辺の森林植生は伐採と回復がほぼ均衡した状態にある可能性が高く、新たな森林減少の要因となる可能性は低い。現状の人口密度が維持される限りは、植生回復の観点からは持続的な焼畑耕作が可能といえる。

研究成果の概要(英文)：As a result of swidden cultivation in a Karen village in the Bago Mountains, Myanmar, part of tree-dominated forest became bamboo-dominated forest. However, fallow vegetation in various recovery stages would increase biodiversity and many useful plants were collected from the fallow lands. Swidden cultivation by opening bamboo-dominated forest observed in our research site seems reasonable from the viewpoint of vegetation recovery because it stimulates rapid bamboo recovery during the fallow period. It is likely that felling and recovery of vegetation in this area has reached some equilibrium state. It appears that swidden cultivation in this village might be sustainable in terms of vegetation recovery, as long as the present population density is maintained.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：地域研究・森林生態学・地域情報学

科研費の分科・細目：地域研究・地域研究

キーワード：植生遷移、土地利用履歴、持続性、衛星画像解析

## 1. 研究開始当初の背景

これまで多くの先行研究で、伝統的焼畑民

の営む長期休閑型の焼畑は生態学的には持続的で、森林破壊の要因ではないと指摘され

てきたが、長期のモニタリングによってそのことを示した研究例は少ない。焼畑土地利用の履歴とそれに伴う長期的な森林動態に関する定量的データは、焼畑の持続性を論ずる上で極めて重要であり、詳細な現地調査とリモートセンシングを組み合わせた時系列データの蓄積が求められている。

申請者らのこれまでの調査により、本調査地の集落には 20 年以上の休閑期間を確保して焼畑を営むだけの余地があるが、多くの焼畑民はタケの優占する休閑年数 12 年程度の二次林を好んで伐開することが確認されており、タケが伐採容易でよく燃えることがその理由に挙げられている。また、申請者は本調査地での植生概査により、伐採・火入れ前にタケが優占していた焼畑休閑地ではチークなどの木本が優占していた場合に比べ、休閑初期の植生回復が早い傾向にあることを確認しており、タケを伐開する焼畑は、伐採の容易さや燃えやすさに加え、早期の植生回復を促す点でも合理的であるとの仮説を提示した。また、同集落での Fukushima *et al.* (2007) の調査から、伐採・火入れが高頻度で繰り返されてきた休閑地では、優占種が耐火性や萌芽再生能力の高いものに徐々に置きかえられてきた可能性も指摘されている。このように、焼畑耕作後の植生回復には伐採した植生の種類や火入れの頻度等が大きく影響していると思われるが、休閑地の森林動態に関する多くの研究では、このような土地利用の履歴があまり考慮されてこなかった。

休閑期間が同一であっても、土地利用の履歴が異なれば植生や土壌の回復状況は異なる可能性が高く、休閑期間の長短のみで焼畑の持続性を論ずることはできない。このため、本研究のような焼畑土地利用履歴の違いを考慮した森林生態系の長期的変遷の解析が必要である。

## 2. 研究の目的

世界有数のチーク (*Tectona grandis*) の産地であるミャンマー・バゴ山地は、その大部分が Reserved Forest として林業省の管理下にあり、森林伐採や焼畑は厳しく制限されている。しかしながら、イギリス植民地政府によって 19 世紀末に Reserved Forest 内に制定されたカレンエリアでは、カレンの人々による焼畑耕作が認められており、今日でも長期休閑型の焼畑が政府の規制を受けることなく営まれている。現在の東南アジアにおいて、このような地域は極めて希少なものであり、伝統的なカレンの土地利用形態や長期の休閑期間における植生回復を考察する上で、非常に重要な地域といえる。

カレンエリアは、植民地政府の下で進められた Reserved Forest の拡大に伴う焼畑への厳しい取り締まりに対し、カレンの人々の不満

の緩和と生業基盤維持のために制定されたものである。また、カレンの人々が、森林局の主導するタウンヤ造林やその他の林業労働に協力することへの見返りの意味も持っていた。そこには、森林局とカレンの間にある種の妥協的な共存関係 (速水 2007) が存在したのである。

しかしながら、2004 年以降は、天然のチーク林が分布するバゴ山地の森林をより厳格に保全するため、Reserved Forest 内における焼畑や森林伐採に対する政府の規制が著しく強化された。カレンエリア内での焼畑は、依然として規制されてはいないものの、将来的には規制の対象となる可能性がある。

それでは、本当に焼畑は森林破壊の元凶なのであろうか。Schmidt-vogt (1999)、尹 (2000)、Fox (2000) 等、これまで多くの研究で伝統的焼畑民の営む長期休閑型の焼畑は生態学的には持続的で、森林破壊の要因ではないと指摘されてきたが、長期のモニタリングに基づく実証データからそのことを示した研究は少ない。筆者らは、カレンエリアで焼畑を営む S 村において、全世帯を対象とした聞き取り調査と GPS 測量を行い、2002 年から 2006 年までの 5 年分の全世帯の焼畑位置を GIS (地理情報システム) 上に整理し (竹田他 2007)、さらに衛星画像を活用して 1988 年まで遡り、S 村の過去 20 年間の焼畑土地利用の履歴を時間的・空間的に再構成した (鈴木他 2007)。また、これらのデータを用いて、S 村の焼畑休閑地の植生回復状況を解析した結果、S 村の焼畑地は休閑 5 年目程度で竹林が回復し、竹林に木本が侵入してくる頃の休閑地が再び伐採されていく様子が確認され、S 村の焼畑の持続性を考察する上で重要なタケの伐採・再生のサイクルが定量的に把握できた (鈴木他 2007)。

本報告では、これらの情報を活用しながらさらに解析を進め、S 村で営まれているカレンの伝統的な焼畑耕作が、森林減少の要因となっているのかどうかを、衛星画像を用いた解析と現地での植生調査・聞き取り調査を組み合わせた地域情報学的手法を用いて、定量的・客観的な検証を試みることを目的とする。

## 3. 研究の方法

調査地の S 村は、ミャンマー中南部のバゴ管区トングー県オクトウィン郡に属し、バゴ山地ピュー川源流域のカレンエリア内に位置する。

S 村の世帯数は 2011 年現在で 89 世帯であり、ほぼ全ての世帯が毎年焼畑を開く。焼畑には、タケが優占し少量の木本が混生する休閑年数 12 年程度の二次林が好んで伐開されている。これは、タケが伐採容易でよく燃えるためであり、良好な火入れは焼畑の重要な条件と考えられている。一方、尾根筋は土壌

が乾燥して焼畑には適さないとされ、焼畑に使われることは少ない。また、村の集落周辺の森林は、村共有の薪炭林、林内放牧地として保全されており、村の水源涵養林としても機能している。

焼畑を開く場所は基本的に各世帯が自由に決めてよく、1月から2月にかけて森林が伐採される。比較的大きな木は、少しでも幹の細い部分を伐って作業を楽にするため、タケで足場を組んで高伐りを行う。このような高伐りは、結果的に伐採木の萌芽更新を有利にしている。伐採後は、頻発する野火の侵入を防ぐため、防火帯が焼畑の周囲につくられる。酷暑の4月に火入れを行い、雨季が始まる5月頃から農作物が播種される。主な農作物は、陸稲、ゴマ、ワタ、トウガラシ等である。播種から収穫までの間に3度ほど除草を行い、11月から12月にかけて陸稲、ゴマ、トウガラシ等が収穫される。また、乾季の最中の2月から3月にかけては、ワタが収穫される。耕作期間は基本的に最初の1年のみで、2年目以降は休閑にはいる。

まず、GPSを用いた現地踏査と高解像度の衛星画像を活用した聞き取り調査により、2002-2006年の5年間にS村で開かれた焼畑全筆の境界を記録した。また、これらの現地データを参考に、1988-2001年度の衛星画像(JERS・LANDSAT、計9画像)を用い、正規化植生指標(NDVI)を主な指標として、過去の焼畑地を推定した。なお、解析対象範囲は、2002年から2006年までのS村の焼畑の95%以上が含まれるPyukun Reserved Forestの第45-53林班と第55-56林班の計11林班とし、焼畑推定地はこの範囲から抽出した。

次いで、過去に開かれた焼畑地の植生が、2005年現在でどの程度回復しているかを調べるため、2005年12月に撮影された高解像度の衛星画像(QuickBird 解像度2.4m)を用い、教師付分類(最尤法、ERDAS IMAGINE 9.1使用)によって調査対象範囲の土地被覆を木本、タケ、草本、裸地の4タイプに区分した植生図を作成した。なお、トレーニングエリアは、QuickBirdのパンクロ画像(解像度0.6m)を用いて抽出した。これらの分類結果を1988年から2006年までの焼畑地・焼畑推定地のポリゴンと重ね合わせ、各ポリゴン内に優占する土地被覆から、過去に伐開した焼畑地の2005年現在の植生を①森林、②竹林、③草・竹混生地、④草地、⑤裸地の5タイプに分類した。

また、1994-2006年度の中解像度の衛星画像(JERS・LANDSAT・計11画像)を用いた教師付分類(最尤法、ERDAS IMAGINE 9.1使用)を行って調査対象範囲の土地被覆を区分し、各々の年代における土地被覆区分図を作成した。なお、過去に撮影されたこれらの衛星画像については、現地調査に基づくトレ

ーニングエリアが得られないため、フォルスカラー合成画像の色を目視で3段階に区分し、その代表的な地点を教師に用いて、全画像の土地被覆をClass1-3の3つに区分した。これらの土地被覆区分図を時系列に並べ、S村の土地被覆の長期的変化を解析した。また、これらの土地被覆区分図と抽出した全ての焼畑地を重ね合わせ、焼畑伐採前の土地被覆の状況を解析した。

#### 4. 研究成果

##### (1)S村の焼畑の概要

過去の衛星画像から抽出した1988年から2001年までの焼畑推定地及び2002年から2006年までの現地調査で確認した焼畑地を重ねて解析した結果、集落周辺ではほとんど焼畑が行われずに村落の共有林が保全されていることが読み取れた。本調査で全ての焼畑地が抽出できた訳ではないが、聞き取りによる土地利用情報を衛星画像解析結果からも確認することができた。

また、解析対象とした1988年から2006年の範囲では、異なる年に開かれた焼畑が重なり合う場所は少なく、位置の重なりが認められた焼畑は全体の約1割程度となる34組であった。位置の重複する焼畑地の伐開年の差から休閑期間を求めると9-12年のものが最も多く、次に多かった休閑年数13-16年の焼畑をあわせると全体の7割を占めていた。休閑年数5年未満の焼畑も1割程度認められたものの、これらの結果は聞き取り調査によって確認した休閑年数の傾向とほぼ一致していた。このように、S村においては多くの焼畑で9-12年以上の長期の休閑期間が確保されていることが、聞き取り調査と衛星画像解析の双方から確認できた。

##### (2)休閑地の植生回復状況

焼畑の持続性を検討する上で、休閑期の植生回復過程を調査することは非常に重要である。本稿では、1988-2006年の焼畑地・焼畑推定地(計569筆)を、高解像度の衛星画像から作成した2005年の植生図と重ね合わせ、様々な年代に開かれた焼畑の休閑地の2005年現在の植生を時間的連続軸(chronosequence)に沿って解析することで、休閑地の植生回復過程を考察した。2005年時点で休閑1年目となる2004年の焼畑地では87%の休閑地が草地であったが、休閑3年目となる2002年の焼畑地では竹林の割合が増え、休閑5年目では竹林の割合が約90%を占めるようになる。竹林は休閑13年目頃からやや減少して70%台となり、休閑17年目となる1988年伐開の焼畑では64%となる。一方、森林の割合は休閑年数が増えても5-10%程度を推移して大きく増加することはなく、その代わりに休閑8年目となる1997年から

再び裸地や草地の割合が増加してくる。このような裸地・草地は計 14 筆確認されたが、このうち 10 筆は 2004-2005 年に再び伐開された焼畑地であった。これらの休閑地は再伐開されずに自然の植生遷移に任せていれば、2005 年時点で竹林や森林になっていたと考えられる。

Fukushima *et al.* (2007) が行った S 村の集落中心付近の焼畑休閑地における植生調査によれば、休閑 1 年目は *Chromolaena odoratum* 等が優占する草本群落、2 年目には *C. odoratum* に加えてイネ科の草本である *Thysanolaena maxima* が生育する群落、5 年目で *Bambusa polymorpha* 等のタケが優占する群落となり、その後は *Xylia xylocarpa* 等の木本が徐々に増加していくことが報告されている。本報告の衛星画像解析結果もほぼこれに沿ったものであり、S 村全域の休閑地で概ねこのような植生回復傾向が認められることが把握できたといえる。

また、2006 年に開いた焼畑地の 2005 年現在の植生、すなわち伐開直前の植生は約 10% が森林、約 90% が竹林であった。教師付分類の結果、本報告の解析対象範囲内の 2005 年現在の土地被覆は木本が 32%、タケが 44%、草本が 14%、裸地が 5%、分類不能エリアが 5% であり、このデータからは 2006 年に木本の優占する森林を伐開する余地は十分にあったと考えられるが、実際には約 9 割の世帯が竹林を伐開していた。Takeda *et al.* (2006) が指摘しているように、S 村では 20 年以上の長期の休閑期間を確保する余地があるにもかかわらず、伐採が容易で良好な火入れをもたらすという理由から、タケが優占し少量の木本が混生する二次林が好んで焼畑に伐開されているが、このことが衛星画像解析結果からも確認された。このように、当地域では竹林に木本が侵入し始めた頃の休閑地が再び焼畑として伐採されることが多いため、休閑地に占める森林の割合が一定以上には増えていかないものと思われる。

### (3)時系列に沿った S 村の土地被覆状況の変化

図 1 に、1994-2006 年度の衛星画像から解析した S 村の土地被覆の変化を示す。なお、NDVI や現地観察結果から判断して、Class1 は高木層に木本が優占する群落、Class2 はタケが優占する群落やイネ科の高茎草本群落、Class3 は焼畑地や裸地が主な土地被覆であると思われる。図 1 より、S 村周辺では Class1 の面積が 1994 年度の 3,196ha から 1996 年度の 2,921ha までやや減少したものの、その後はほぼ 3,000ha 前後の値を推移していることがわかる。一方、Class2 の面積は 1994-1996 年度の間 Class 1 の減少分と同程度に上昇し、その後は 1,600ha 前後の値を推移している。これらの結果から、200ha 前後の森林植

生が木本の優占する群落からタケの優占する群落へと変化したものの、近年は Class 1, Class2 共に大きな面積変化がないことから、S 村周辺の森林植生は伐採と回復がほぼ均衡した状態にある可能性が高いといえる。

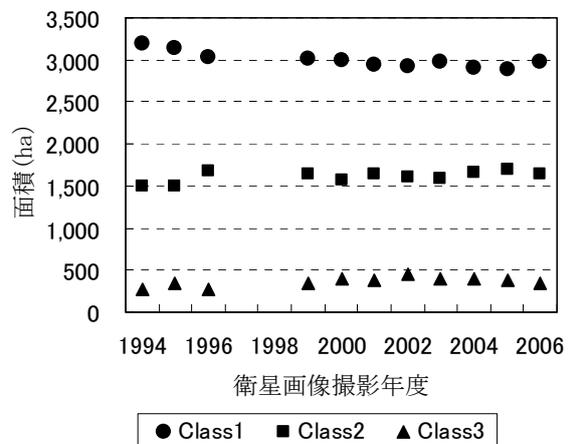


図1. S 村の土地被覆の変化(1994-2006 年度)

### (4)残存林の分布

過去 20 年間で、どこが焼畑に伐開され、どこが伐開されなかったのか、その大まかな傾向を把握するため、1994 年度から 2006 年度までの土地被覆区分図 (Class1-Class3) を全て重ね合わせ、この間の全ての時期で土地被覆が常に Class1 であった場所 (便宜上、残存林と呼ぶ) を抽出した。残存林は村落面積の約 13% にあたる 657.5ha で、集落中心から 1km 以内が最も残存林の面積割合が高く、その外側では集落中心から離れるほどその面積割合が高くなる傾向を示した (図 2)。このような残存林の分布状況から、集落中心から 1km 以内は水源涵養や薪炭採取のための村落共有林が保全され、集落中心から概ね 1-4km 以内の森林がよく焼畑に開かれ、4km 以上離

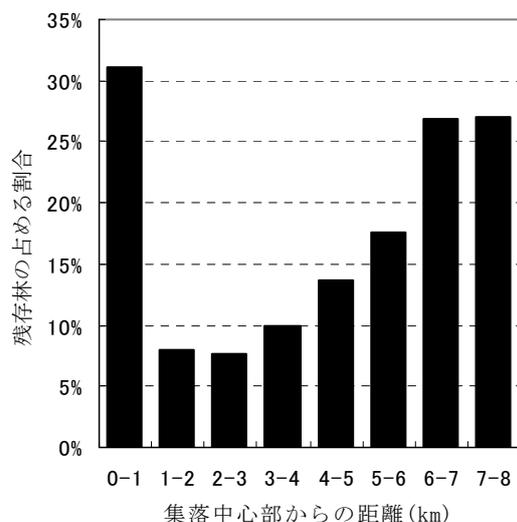


図 2. 集落中心からの距離別にみた残存林の割合

れた森林では伐開頻度が低くなっていることが伺える。

また、集落中心から東南東へ約 2.5km の地点でアクセスも容易な場所に、半径 300m 程度の残存林があることが確認された。聞き取り調査の結果、この場所は、20-30 年前にここで焼畑を開いた男が直後に妻を亡くしたため、「男やもめの森」と呼ばれるタブーの森となっていることがわかった。このように、通常の聞き取り調査だけでは見過ごしてしまうような、比較的小規模なタブーの森の存在に気づくことができるのが、地域情報学的手法を用いた調査研究の利点の一つであるといえる。

#### (5) S 村周辺の森林植生の過去 20 年間の変化

ここまで述べてきた S 村の焼畑土地利用の結果、S 村集落の中心から約 1 km 以内では村落共有林が保全され、集落中心から 1-4km のエリアでは休閑期 12 年程度で高頻度に焼畑が営まれ、タケが優占する休閑林が卓越していることがわかった。現地観察や先行研究 (Fukushima *et al.* 2007) によれば、このエリアの休閑地にはチークの生育がほとんど認められないことが確認されており、高頻度の焼畑の繰り返しによって、休閑地の植生はチークに比べて耐火性の高いピンカド (*Xylia xylocarpa*) などの樹種に置き換わっていった可能性が指摘されている。一方、集落中心から 4km 以上離れたエリアでは、焼畑の頻度が低いため、木本が優占する休閑期の比較的長い休閑林が形成されており、残存林の割合も高い。また、このエリアの休閑地では、多くのチークの生育が観察されている (竹田他 2008)。

長期に及ぶ焼畑耕作の結果、かつてのチーク天然林は姿を変え、木本の優占する植生の一部はタケの優占する植生へと変化したものと思われるが、様々な遷移段階の休閑林の存在は種の多様性を高める役割を果たしており、休閑林からの有用植物の採取も認められている。また、タケを伐開する焼畑は休閑期の早期の植生回復を促しており、植生回復の観点からも非常に合理的である。前述のように、S 村周辺の森林植生は伐採と回復がほぼ均衡した状態にある可能性が高く、新たな森林減少の要因となる可能性は低い。現状の人口密度が維持される限りは、植生回復の観点からは持続的な焼畑耕作が可能といえるだろう。

#### (6) おわりに

焼畑は森林内で農作物を生産する一手段であり、一定面積の耕作地や若い休閑地が常に森林内に存在する以上、焼畑を始める以前の手つかずの森林と比較すれば、森林の総面積が減少するのは必然である。山地に生きる

人々が、何らかの手段で自らの食糧を生産しなければならぬ状況下では、焼畑とその他の実現可能な食糧生産手段のうち、長期的にみればどちらが森林への影響が少ないのかを判断したうえで、森林保全策を策定する必要があるだろう。S 村の焼畑耕作によって、森林生態系の何が変わり、何が変わらなかったのか、また、強制移住によって、彼らの生活がどのように変わり、その結果周辺の森林生態系にどのような変化が予測されるのか。客観的・定量的データを用いた議論が必要であり、詳細な調査に基づくデータの蓄積が急務であるといえる。

#### (7) 引用文献

- Fox, J. 2000. How blaming 'slash and burn' farmers is deforesting mainland Southeast Asia. *Asia Pacific Issues* 47 1-8.
- Fukushima, M, Kanzaki, M., Hla Maung Thein and Yazar Minn. 2007. Recovery Process of Fallow Vegetation in the Traditional Karen Swidden Cultivation System in the Bago Mountain Area, Myanmar. *Southeast Asian Studies* 45(3): 317-333.
- 速水洋子. 2007. 「家と家をつなぐ：バゴー山地カレン焼畑村から」 『東南アジア研究』 45(3): 359-381.
- 尹紹亭. 2000. 『雲南の焼畑 人類生態学的研究』東京：農林統計協会.
- Schmidt-vogt, D. 1999. Swidden farming and fallow vegetation in Northern Thailand. *Geocological Research*. Vol.8. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- 鈴木玲治, 竹田晋也, 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):343-358.
- Suzuki, R, Takeda, S. and Hla Maung Thein . 2009. Effect of slash-and-burn on nutrient dynamics during the intercropping period of taungya teak reforestation in the Bago Mountains, Myanmar. *Tropical Agriculture and Development* 53(3): 82-89.
- Takeda, S., Suzuki, R. and Hla Maung Thein. 2006. Three-year Monitoring of Shifting Cultivation Fields in a Karen Area of the Bago Mountains, Myanmar. In *Proceedings of Kyoto Symposium 2006, Crossing Disciplinary Boundaries and Re-visioning Area Studies*, 49-54.
- 竹田晋也, 鈴木玲治, フラマウンテイン. 2008. 「焼畑の攪乱はチークを育むか？－ミャンマー・バゴー山地カレン領域での焼畑動態調査から－」 『第 18 回日本熱帯生態学会年次大会講演要旨集』: 81.
- 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.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

- ① R. Suzuki, S. Kuroda, K. Masuda, T. Imakita, M. Shimagami, N. Noma and K. Ando, "Traditional skills and knowledge inherited from Japanese swidden cultivation: Toward restoration of degraded satoyama forests", *Journal of Agroforestry and Environment* 査読有, 2011, in press.
- ② 鈴木玲治「バゴー山地におけるタウンヤ農民の土地選択行動と土地条件に関する農学的検討」, 『ヒマラヤ学誌』, 査読有, 11巻, 2010, 143-157.
- ③ Rosy Ne win, Reiji Suzuki and Shinya Takeda "Forest cover changes under selective logging in the Kabaung Reserved Forest, Bago Mountains, Myanmar." *Mountain Research and Development* 査読有, 29巻4号, 2009, 328-338.
- ④ Reiji Suzuki, Shinya Takeda and Hla Maung Thein "Effect of slash-and-burn on nutrient dynamics during the intercropping period of taungya teak reforestation in the Bago Mountains, Myanmar." *Tropical Agriculture and Development*, 査読有, 53巻3号, 2009, 82-89.
- ⑤ 鈴木玲治, 竹田晋也, フラマウンテイン「ミャンマー・カレンの営む伝統的焼畑システムにおけるタケの役割」 『熱帯農業研究』 2巻別2号, 査読無, 2009, 67-68.
- ⑥ 鈴木玲治, 竹田晋也「焼畑耕作がミャンマー・バゴー山地カレン村落周辺の森林植生の長期的変化に与える影響」 Kyoto Working Papers on Area Studies, 査読無, 52巻, 2009, 1-12.

〔学会発表〕(計4件)

- ① 鈴木玲治, 竹田晋也, ニエンチャン「ミャンマー・バゴー山地カレン村落における過去10年間の焼畑土地利用履歴と焼畑伐開地選択の規定要因」日本熱帯農業学会, 明治大学, 2011年3月28日
- ② 鈴木玲治, 竹田晋也, フラマウンテイン「ミャンマー・カレンの営む伝統的焼畑システムにおけるタケの役割」日本熱帯農業学会, 三重大学, 2009年10月18日
- ③ 鈴木玲治「長期休閑型の焼畑移動耕作が森林植生の長期的変化に与える影響ーミャンマー・バゴー山地のカレン集落の事例ー」東南アジア学会関西支部会, 京都大学, 2009年1月31日
- ④ 鈴木玲治, 竹田晋也, フラマウンテイン「ミャンマー・バゴー山地のチーク皆伐跡地におけるタウンヤ造林間作期の立地環境

と参加農民の土地選択」, 日本熱帯生態学会, 東京大学, 2008年6月21日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木玲治 (SUZUKI REIJI)

京都大学・生存基盤科学研究ユニット・助教

研究者番号: 60378825