

平成22年3月31日現在

研究種目：基盤研究 (B)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19405022  
 研究課題名 (和文) マレーシア・サラワク州の丘陵地農業の土壌生態学的基盤と持続可能性評価  
 研究課題名 (英文) Sustainability of upland farming systems in Sarawak, Malaysia in relation to soil ecological viewpoint  
 研究代表者  
 田中 壮太 (TANAKA SOTA)  
 高知大学・教育研究部総合科学系・助教  
 研究者番号：10304669

## 研究成果の概要 (和文)：

マレーシア・サラワク州の丘陵地農業は、伝統的焼畑からより集約的な農業へと急速に変容している。本研究では、丘陵地農業を構成する焼畑農地、二次林、ゴム園、コショウ畑、油ヤシ園などについて土壌や植生の状況を比較・検討し、また農民やプランテーション実施機関およびその労働者へ聞き取り調査を行うことにより、生態学的観点のみならず、農民の生活を支える農業という視点から、丘陵地農業の現状や問題点を解明しその将来像を提示した。

## 研究成果の概要 (英文)：

Upland agriculture in Sarawak, Malaysia has been rapidly changing from traditional shifting cultivation toward more sedentary, intensive agricultural systems. This study investigated soil and vegetation condition under the representative land uses of the upland agriculture. The interview survey was also conducted to local farmers and oil palm plantation. The current situation and problems were clarified and the future perspectives were discussed to develop the agricultural systems to support local farmers' livings.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	2,500,000	750,000	3,250,000
総計	7,300,000	2,190,000	9,490,000

## 研究分野：農学

科研費の分科・細目：農芸化学・植物栄養学・土壌学

キーワード：マレーシア・サラワク州、イバン人、丘陵地農業、焼畑、プランテーション

## 1. 研究開始当初の背景

マレーシア・サラワク州は、州面積の57.6%を丘陵地や山地が占めており、適切な土壌保全が必要である。そのような丘陵地では、陸稲の自給を目的とする焼畑農業が行われてきた。しかし、近年の社会経済状況の変

化にともない、連作や休閑期間の短縮化、化学肥料や農薬の使用のような、焼畑農業の集約化が顕在化するようになった。さらに、地域農民によるゴムやコショウ栽培や、油ヤシやアカシアマンギウムプランテーション事業の拡大が、焼畑農業のみならず丘陵地の農

業利用の集約化に拍車をかけている。一方、住居から離れた場所にある二次林は、木材採取や狩猟で利用される程度であり、数十年にわたり放置されているケースもみられるようになった。

このような丘陵地農業の現状や将来像に関する既往研究の多くは民俗学あるいは社会経済学的観点から行われたものであるため、焼畑や丘陵地農業の持続性は、労働生産性や経済面からの評価が行われてきた。一方、丘陵地農業に関する土壌学的知見は、基礎的なものでさえ、極めて不足している。

これまで、研究代表者は、サラワク州の熱帯雨林の生態系修復を目的とした造林に関する共同研究をサラワク州森林局と行ってきた。このような研究から、熱帯雨林生態系の保全と現地農民が抱える農業上の問題は、表裏一体であり、森林と人が共存できる社会・環境を創造することが熱帯雨林の保全にも重要であると再認識するに至った。そこで、丘陵地農業の現状と問題点をより良く理解し、その将来像を提示することが不可欠であると考え、丘陵地農業に関する土壌生態学的研究を実施した。

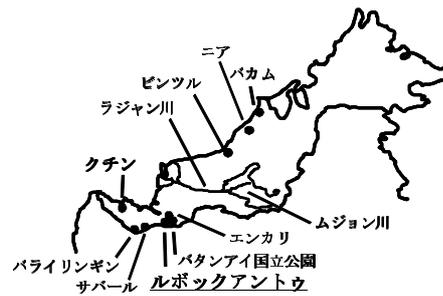
## 2. 研究の目的

次項の方法で詳述したように、本研究は6つの研究テーマからなり、それぞれのテーマに沿って、各種土地利用形態—すなわち焼畑農地、二次林、ゴム園、コショウ畑、油ヤシ園、アカシアマンギウム植林地の土壌肥沃度や植生の状況についての圃場調査・試料分析を行った。また、現地の人々が培ってきた農業に関する知識・知恵や自分たちの農業の現状や行末をどのように認識しているのかについて、農民やプランテーション実施機関およびその労働者へ聞き取り調査を実施した。そして、これらの知見を総合的に解析することによって、丘陵地農業の現状、問題点や将来像を、単に土壌肥沃度論的に捉えるのではなく、‘農民の生活を支える農業’という視点から検討することを、本研究の目的とした。

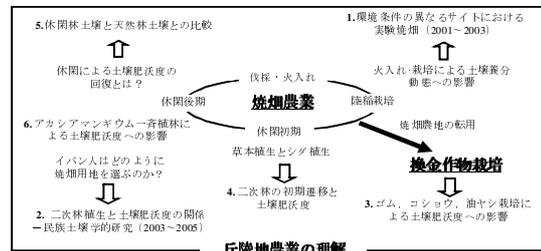
## 3. 研究の方法

本研究は、サラワク州の最大の民族集団であるイバン人の農業に特に着目し、サラワク州内の諸地域で行った。これら地域の中で、サラワク州スリアマン県ルボックアントゥ地域とその周辺は、イバン人が約400年前にインドネシア・カリマンタン側からサラワク州に侵入し、最初に定着した場所であり、イバン人のロングハウスが、多数存在している。ルボックアントゥでは、ロングハウスのテリトリー内に、イバン人所有の焼畑、二次林、コショウ畑、ゴム園、油ヤシ園と、SALCRA 所有の油ヤシプランテーションが混在している。また、約50 km 隔てて、バタンアイ国立

公園内に天然林が保全されている。



下図に示すように、サラワク州の丘陵地農業を考える上で不可欠である1)～6)の5つのトピックスについて研究を展開した。その内、1)と2)については、本研究補助金を受ける前に既に主要な調査が終了していたので、本研究補助金の研究期間中には主に3)～6)の現地調査を実施した。



1) 環境条件の異なるサイトにおける実験焼畑：焼畑耕作による土壌養分動態への影響を定量的に評価することを目的に、土壌環境の異なる4つの試験地—サバル、バライリンギン、ニア、バカム(各1ha)内に、焼却植生量の異なる区を設置し、肥料や農薬を使用しない伝統的方法で、実験焼畑を行った。火入れ前から陸稲収穫までの土壌養分動態をモニタリングした。また、二次林植生の回復状況や陸稲収量を調べた。

2) 二次林植生と土壌肥沃度の関係—民族土壌学的研究：イバン人は、休閑二次林から焼畑地を選定する際に、二次林植生の状況や指標植物を観察することが報告されている。このような焼畑地選定法の基準を生態学的観点から解明するため、焼畑の集約化の進行程度の異なる3地域—ムジョン川流域、ルボックアントゥ地域およびエンカリ川流域のコミュニティを対象に調査を行った。

3) ゴム、コショウ、油ヤシ栽培による土壌肥沃度への影響：ルボックアントゥの丘陵地では、イバン人によるゴムやコショウの換金作物栽培が半世紀以上にわたり焼畑と共存してきた。また、農民自身により、あるいは事業として油ヤシが栽培されている。このような換金作物栽培地は、焼畑跡地に造成されることが多い。栽培期間は、ゴムで最大50

年、コショウで20年、油ヤシで25年に及ぶ。コショウや油ヤシ栽培では、施肥が行われている。そこで、さまざまな年数の休閑二次林を対照として、換金作物栽培による土壌の性質の変化を調べた。また栽培管理や収量などについての聞き取りを行った。丘陵地における換金作物栽培を支えてきた基盤を、土壌肥沃度論的見地から考察した。

4) 二次林の初期遷移と土壌肥沃度：東南アジアの丘陵地の多くで、*Imperata cylindrica* 草原の拡大が深刻な問題となっている。一方、2) の調査から、サラワク州の休閑二次林では、その初期に *I. cylindrica* やシダ類が優先することがあり、イバン人はそのような二次林を焼畑に適していないとして、焼畑の候補地から除外していることが分かった。現地農民が実施している焼畑では、このような種は植生遷移により淘汰されるので、草原の拡大は観察されなかった。このような知見を踏まえ、*I. cylindrica* 型圃場と *Dicranopteris linearis* 型圃場を研究対象とし、植生-土壌系の養分蓄積状況を調べ、植生や養分蓄積の差異が二次林の植生遷移に及ぼす影響の解明を試みた。

5) 休閑林土壌と天然林土壌との比較：一般に、休閑二次林は、年月の経過とともに、植生の多様性が増し、天然林植生に類似してくるものとされている。また、土壌肥沃度も回復すると考えられている。エンカリ川流域には、ロングハウスから遠方に数十年以上の長期の休閑林が放置されている。また、バタンアイ国立公園には天然林が保全されている。これらの土壌の性質や植生を比較することにより、「休閑における土壌肥沃度の回復」とは具体的にどのような現象なのかを解明し、丘陵地農業における休閑の意義を明らかにすることを試みた。

6) アカシアマンギウム-斉植林による土壌肥沃度への影響：マレーシア・サラワク州では、パルプ材用の *Acacia mangium* の斉植林地が、地域住民が所有する農地を侵食する形で急速に拡大しており、丘陵地農業への影響は極めて重大である。そこで、同州ピンツルにある植林地において、*A. mangium* 植栽地と保全林の土壌肥沃度を比較検討した。なお、本植林地は、1度目の植栽期間中であり、収穫はまだ行われていない。

#### 4. 研究成果

まず、各研究トピックスの成果をまとめる。

1) 環境条件の異なるサイトにおける実験焼畑：粘土質土壌で行われる焼畑は、陸稲栽培が1作のみの場合には、持続的であり土壌肥

沃度も維持されることが明らかとなった。つまり、粘土質土壌では、 $100 \text{ Mg ha}^{-1}$  以上の植生が焼却されると、土壌肥沃度を改善し土壌酸性を軽減するのに十分な量の灰が、土壌へ投入される。火入れ時の熱により土壌有機物が分解され、陸稲の生育に十分な量のアンモニアが放出される。以上のことから、粘土質土壌で行われてきた休閑期間の長い伝統的焼畑は、持続的であったと考えられた。一方、砂質土壌や植生量の少ない土地での焼畑は、養分の過剰な損失や土壌有機物の消耗を引き起こすことが示唆された。このような土地は焼畑に使用せず、林地として保全し、林地としての機能を維持することが必要であると考えられた。また、火入れは二次林植生の発芽を抑制し、初期遷移段階の種構成に影響を及ぼすことが明らかとなった。火入れの強度が増加すると、埋土種子は大きく影響を受け、発芽不能となった。しかし、強度を中程度に制御した適切な火入れでは、植生回復を促進し、且つ陸稲栽培期間中の雑草の繁茂を抑制できると推察された。

2) 二次林植生と土壌肥沃度の関係-民族土壌学的研究：比較的長期の休閑期間が維持されていた Mujong 川流域の調査から以下のことが明らかとなった。伝統的焼畑において、焼畑用地選定の際に、イバン人は休閑地の植生を総合的に判断し、肥沃度が低いことを示す草本が優先している休閑地、特に休閑期間の短い休閑地を焼畑の候補地から除くこと、さらに、肥沃度が高いことを示す植物が多く存在している場合であっても、幹の直径が細い場合のような木本の生育が悪い時には候補地から除くことが示された。このような植生の状況と土壌肥沃度との関連付けを試みたところ、肥沃度が低いことを示すとされた植物が多い休閑地は、土壌の窒素供給能が低いことが示唆された。これらの結果から、イバン人の焼畑用地選定の基準では、まず焼いた時の灰の供給量、すなわち焼却植生量が重要であると考えられた。しかし、灰には窒素分がほとんど含まれていないので、植物への窒素の供給は、焼土効果による土壌からの供給に依存する。つまり、肥沃度が低いことを示すとされた植物が多い休閑地は土壌の窒素供給能が低いため、土壌の窒素供給能がイバン人の焼畑適地、不適地の判断に関係していると結論された。

さらに、イバン人の焼畑用地選定法について、Mujong 川流域に比べ、焼畑の集約化が進行している Lubok Antu 地域と Engkari 川流域において比較した。このような現代の焼畑では、伝統的焼畑に比べ、土壌肥沃度は低下していること、植生回復が貧弱であること、そのため、灰投入による土壌肥沃度の向上がもはや望めないことが分かった。実際に、農

民は、土壤肥沃度の維持、すなわち自給米の生産量の維持のために化学肥料の施用に依存していた。集約化の進行した現代型焼畑であっても、Mujong 川流域でみられた焼畑用地選定のための知恵は依然として保たれているものの、実際には利用する機会が失われているものと推察された。

3) ゴム、コショウ、油ヤシ栽培による土壤肥沃度への影響：ゴム園では施肥をしておらず、土壤の性質は二次林に類似して、酸性が強く、養分に乏しかった。一方、コショウ畑と油ヤシ園では施肥がされており、二次林と比べると養分量は高かった。特にコショウ畑では、可給態リン酸量がかなり高くなっていた。このような傾向は栽培年数が長い場所の方が強かった。土壤の養分量を ha 当りに換算し、パラゴムノキ、コショウ、油ヤシの植物体や収穫物中の養分量と比較した。この結果ゴム園では、土壤中の養分量に比べ、収穫物としての養分の持ち出し量はわずかだった。しかし、最近のゴム価格の上昇でタッピングの頻度が増加すれば、養分の持ち出し量が増え、土壤中の養分は欠乏する可能性が示唆された。一方、コショウ畑と油ヤシ園を比べると、コショウ畑では施肥量がかなり多いこと、特にリンが土壤中にかなり蓄積されていることがわかった。油ヤシ園はコショウ畑より面積が桁違いに大きいので一概に比較できないものの、土壤に限ってみれば、施肥量と養分持ち出し量のバランスがある程度取れている。何かと議論されているものの、コショウ栽培よりは健全な農業といえるのかもしれない。また、窒素をみると、施肥量に比べて土壤中の交換性アンモニウム量はかなり低いことが分かった。コショウ畑の土壤では、二次林やゴム園、油ヤシ園と比べると、施肥窒素の硝化がかなり早く進み、溶脱により土壤から失われているようである。

4) 二次林の初期遷移と土壤肥沃度：本研究トピックスの調査も、Lubok Antu 地域で行った。養分蓄積量は、地上部植生及び土壤とも *D. linearis* 型草地の方が *I. cylindrica* 型草地より高く、焼畑による陸稲栽培に適していると評価された。しかし、実際のところ農民は、*I. cylindrica* 型草地を焼畑に使用することを好み、それは、*D. linearis* 型草地の場合、その厚いルートマットが火入れ後 2、3 年を経ても残存し、陸稲栽培の障害になるためであることが明らかにされた。*I. cylindrica* 型草地を利用する現代の焼畑では、少ない灰投入量を代替するような化学肥料の適切な利用が必要不可欠であると示唆された。

5) 休閑林土壤と天然林土壤との比較：天然

生林が保全されている Batang Ai 国立公園と、隣接する 50 年以上の放棄二次林、5 年以下の初期休閑地を対照に、植生及び土壤を比較・検討した。植生では、それぞれの土地区分の種の類似度が低く、天然生林の木本は、他の土地利用区分に比べ胸高直径が大きいことが明らかとなった。一方、土壤肥沃度は、いずれの土地区分でも酸性が強く、養分に乏しかった。本地域では、固有の土壤肥沃度が低いため、50 年程度の歳月では、二次林が天然生林と同様の植生にまで回復するには至らないと推察された。

6) アカシアマンギウム一斉植林による土壤肥沃度への影響：*A. mangium* 植栽地では、植栽時の整地に重機が用いられるため、土壤が激しく攪乱され、その断面は B 層を欠き C 層の直上に A 層が存在している場合があった。植栽地と保全林について、土壤の各性質に有意差はなかったが、植栽地の方がそれらの変動が大きかった。植栽の経過年数による明確な傾向は認められなかった。無機態窒素量や微生物バイオマス量は全炭素・窒素量と正の相関が認められたが、*A. mangium* の窒素固定能によると考えられるような土壤窒素の富化は、無機態窒素量や微生物バイオマス量からは確認できなかった。しかし、植栽後の早い時期に A 層が形成され、植栽地の多くの土壤有機物量が保全林に匹敵するものであったことから、*A. mangium* やその他の植物種からの有機物供給により、土壤有機物は、重機による攪乱後比較的速やかに回復することが示唆された。このように *A. mangium* 植栽地では重機による諸作業の土壤への影響は甚大であり、今後、収穫作業や 2 度目の植栽作業にあたりさらに重機による土壤攪乱を受ければ、土壤の流出や荒廃地化など深刻な影響が生じる可能性があると考えられた。

このような各研究トピックスの成果から、サラワク州の農業を取り巻く情勢は急速に変化しつつある一方で、地域農民の知識や、行政による農業指導はそのような変化に対応しきれていない現状が明らかとなった。特に施肥管理の面では、地域農民の多くは肥料投入量に応じて生産が増大すると信じており、経済的に許される範囲内ではあるが、肥料を多量に投入する傾向にあった。そのことが、コショウ畑でみられた土壤中のリン酸の蓄積と窒素の過剰な損失を生じている。一方、行政による農業指導や助成金補助は、尿素肥料の利用促進に留まっており、本研究地域で多くみられた酸性土壤矯正のための石灰の利用などはほとんど考慮されていない。公的な農業試験場が海岸寄りの低地に設けられており、実際のところそのような土地の土壤は比較的酸性が弱いことが一因であると推

察される。また、地域農民の農地のみならず油ヤシ園やアカシアマンギウム一斉植林地なども道路沿いに集中しているが、その配置は農地所有者の意思に基づいてほとんど無秩序に行われている。したがって、丘陵地や山地の農業を持続的かつ効率的に行うには、土壌の性質に見合った適切な施肥管理法の開発が必要不可欠であると同時に、土壌侵食の抑制方法や、各種農地の適切な配置、すなわち施肥が要求されるコショウ畑や油ヤシ園を斜面上部に配置し斜面下部には陸稲畑やゴム園を配置するような方策を検討することも必要であろう。また、森林保全の観点からは、放棄二次林の維持・保全策を早急に打ち出す必要がある。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① D. Hattori, T. Kenzo, J. J. Kendawang, K. O. Irino, S. Tanaka, T. Ichie, I. Ninomiya and K. Sakurai. 2009. Effects of light intensity and soil physico-chemical properties on seedling mortality and growth of six dipterocarp species planted for rehabilitation of degraded grassland, secondary forest and logged forest in Sarawak, Malaysia. *Japanese Journal of Forest Environment*, 51(2), 105-115, 査読有
- ② T. Kenzo, R. Furutani, D. Hattori, J. J. Kendawang, S. Tanaka, K. Sakurai, I. Ninomiya. 2009: Allometric equations for accurate estimation of above-ground biomass in logged-over tropical rainforests in Sarawak, Malaysia. *Journal of Forest Research*, 14, 365-372、査読有
- ③ M. E. B. Wasli, S. Tanaka, J. J. Kendawang, L. Seman, B. Unang, J. Lat, A. Abdu, Y. Morooka, K. Sakurai. 2009: Vegetation conditions and soil fertility of fallow lands under intensified shifting cultivation systems in Sarawak, Malaysia. *Tropics*, 18(3), 115-126、査読有
- ④ 田中壮太. 2009: マレーシア・サラワク州における丘陵地農業の土壌生態学的研究. *日本熱帯生態学会ニューズレター*, 76, 1-7, 査読無
- ⑤ S. Tanaka, S. Tachibe, M. E. B. Wasli, J. Lat, L. Semn, J. J. Kendawang, K. Iwasaki, K. Sakurai. 2009: Soil characteristics under cash crop farming in upland areas of Sarawak, Malaysia. *Agriculture Ecosystem & Environment*. 129, 293-301, 査読有
- ⑥ S. Tanaka, M. E. B. Wasli, T. Kotegawa, L. Seman, J. Sabang, J. J. Kendawang, K. Sakurai, Y. Morooka. 2007: Soil properties of secondary forests under shifting cultivation by the Iban of Sarawak, Malaysia in relation to vegetation condition. *Tropics*, 16(4), 385-398, 査読有
- ⑦ S. Tanaka, M. E. B. Wasli, L. Seman, A. Jee, J. J. Kendawang, K. Sakurai, Y. Morooka. 2007: Ecological study on site selection for shifting cultivation by the Iban of Sarawak, Malaysia. A case study in the Mujong River area *Tropics*. 16(4), 357-371, 査読有
- ⑧ J. J. Kendawang, I. Ninomiya, , K. Tanaka, T. Ozawa, D. Hattori, S. Tanaka, K. Sakurai. 2007: Effects of burning strength in shifting cultivation on the early stage of secondary succession in Sarawak, Malaysia. *Tropics*, 16(4), 309-321, 査読有

[学会発表] (計 10 件)

- ① 原田裕人・Mohd Effendi bin Wasli・Joseph Jawa Kendawang・櫻井克年・田中壮太: マレーシア・サラワク州エンカリ川流域のイバン人の農業と土壌肥沃度. 2009 年度日本土壌肥料学会関西支部会, 高知, 2009 年 12 月 11 日
- ② 原田裕人, 田中壮太, 櫻井克年, Joseph Jawa Kendawang, Mohd Effendi bin Wasli: マレーシア・サラワク州バタンアイ国立公園内の天然性林と二次林土壌の比較. 2009 年度日本土壌肥料学会京都大会, 京都, 2009 年 9 月 18 日
- ③ Mohd Effendi Bin WASLI, Sota TANAKA, Joseph Jawa KENDAWANG, Jonathan LAT, Yoshinori MOROOKAI, Katsutoshi SAKURAI: Comparisons of the nutrient condition under Imperata cylindrical and Dicranopteris linearis fallow lands after shifting cultivation, 日本土壌肥料学会関西支部会, 43, 徳島, 2008 年 11 月 28 日
- ④ 原田裕人・田中壮太・櫻井克年・二宮生夫・服部大輔・Joseph Jawa Kendawang: マレーシア・サラワク州における生態系修復を目指した試験造林の評価, 2008 年度 第 18 回日本熱帯生態学会, 71, 東京, 2008 年 6 月 21 日
- ⑤ 立部清香・田中壮太・Joseph Jawa Kendawang・Logie Seman・Jonathan Lat・櫻井克年: マレーシア・サラワク州におけ

る丘陵地農業の土壤肥沃度評価（第2報）  
—コショウ畑と油ヤシ園の特徴—, 2007  
年度日本土壤肥料学会関西支部講演会, 33,  
広島, 2007年12月7日

- ⑥ Mohd. Effendi bin Wasli, Sota Tanaka,  
Joseph Jawa Kendawang, Jonathan Lat,  
Yoshinori Morooka, Katsutoshi  
Sakurai : Soils under Secondary  
Vegetation Succession after Shifting  
Cultivation Practices: A Comparison of  
Imperata cylindrical and Dicranopteris  
linearis Dominated Fallow Lands. In the  
proceedings of Eighth Conference of the  
East and Southeast Asian Federation of  
Soil Science, 134, Tsukuba, Japan, 23rd,  
October, 2007
- ⑦ 二宮生夫・古谷良・田中憲蔵・服部大輔・  
田中壮太・櫻井克年：マレーシア・サラワ  
ク州における二次林の現存量Ⅱ. 4林分の  
アロメトリ式, 2007年度 第17回日本  
熱帯生態学会, 46, 高知, 2007年6月16  
日
- ⑧ 服部大輔・田中憲蔵・田中壮太・市榮智明・  
二宮生夫・J. J. Kendawang・櫻井克年：マ  
レーシア・サラワク州における試験造林—  
土壤と光環境がフタバガキ苗に与える影  
響—, 2007年度 第17回日本熱帯生態学  
会, 98, 高知, 2007年6月17日
- ⑨ Mohd. Effendi bin Wasli, Sota Tanaka,  
Yoshinori Morooka, Joseph Jawa  
Kendawang, Jonathan Lat, Katsutoshi  
Sakurai : Vegetation succession after  
shifting cultivation practices in  
Sarawak: Comparison between the lands  
dominated by Imperata cylindrical and  
Dicranopteris linearis, 2007年度 第  
17回日本熱帯生態学会, 107, 高知, 2007  
年6月17日
- ⑩ 立部清香・田中壮太・Joseph Jawa  
Kendawang・Logie Seman・Jonathan Lat・  
櫻井克年：マレーシア・サラワク州におけ  
る丘陵地農業の現状とその土壤肥沃度,  
2007年度 第17回日本熱帯生態学会, 108,  
高知, 2007年6月17日

[図書] (計2件)

- ① 田中壮太. 2009 : 熱帯の焼畑民—マレーシ  
ア・サラワク州のイバン族. LIBERATION  
高知大学ラジオ公開講座読本 Vol. 12. 高  
知大学. pp. 19-36.
- ② 田中壮太. 2007. 熱帯の焼畑農業の現状と  
問題. 黒潮圏科学の魅力, 高橋正征, 久保  
田賢, 飯國芳明, ビオシティ, 東京, p 72-81

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 壮太 (TANAKA SOTA)  
高知大学・教育研究部総合科学系・助教  
研究者番号 : 10304669

### (2) 研究分担者

櫻井 克年 (KATSUTOSHI SAKURAI)  
高知大学副学長  
研究者番号 : 90192088  
岩崎 貢三 (KOZO IWASAKI)  
高知大学・教育研究部自然科学系・教授  
研究者番号 : 40193718