

農学研究院若手支援事業成果報告書

平成20年12月18日

支援対象研究分野：アジア研究

研究課題名：北部ラオスにおける有用天然資源および循環型農業に関する日独タイ合同調査

支援期間：平成19年10月～平成20年9月

所属部門・研究分野：森林資源科学部門・森林圏環境資源科学講座

研究代表者氏名：助教 清水 邦義

研究分担者：

福田 信二（熱帯農学研究センター・地水環境保全部門）

新開 章司（農業資源経済学部門・国際農業資源開発・経営経済学講座）

宮沢 良行（熱帯農学研究センター・地水環境保全部門）

カウンターパート：

Andreas Neef（ホーエンハイム大学教授：チェンマイ・オフィス）

Pornsiri Suebpongsang（チェンマイ大学農学部講師）

研究協力者：

Manythong Chanhson（熱帯農学研究センター、JDS 奨学生）

Phonesavanh Latmany（生物資源環境科学府、JDS 奨学生）

研究の背景と目的

近年、インドシナ地域の各国は著しい経済成長を遂げている。これは、工業化による部分が非常に大きい。人的資源の視点で見ると現在でも大部分の人々が農業を中心に生計を立てている。また、各国とも貧困層の多くが農村地域で生活している（タイは、約8割；ラオス、カンボジア、ベトナムは約9割；World Bank, 2007）。特に、ラオスやカンボジアは国土に対する森林の割合が非常に高く、同地域では森林資源を基盤とした農業が展開されている。さらに、周辺の先発国（インドネシア・マレーシア・フィリピンなど）との間に食料・農業生産における国際分業化が進展しており、インドシナ地域諸国は原料供給国となっている。このような構図は経済格差の要因の一つであると考えられている。以上の背景から、自国の天然資源を有効利用した持続的な生産流通システムを構築することは、同地域の農村開発問題における喫緊の課題である。

本研究で対象とする Paper Mulberry は、クワ科カジノキ属の落葉高木で、インドシナ地域を含めて広く分布しており、学名は、*Broussonetia papyrifera* Vent. である。森林の焼き畑跡地などの攪乱地に優先する遷移初期種である。ラオス農村部では、Paper mulberry は紙の原料として樹皮が取り引きされ、農家の副収入源となっている(図1、2)。現状では、造林地を整備できる一部の農家を除き、多くの農家が野生の Paper mulberry 生育固体を刈り取っている。同種は、安価であるが、価格の変動が小さく、

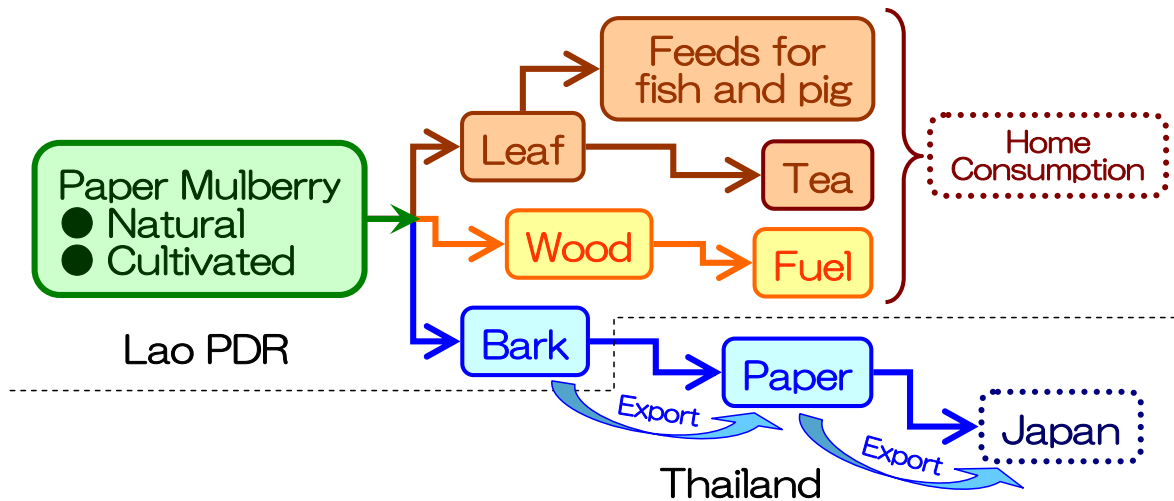
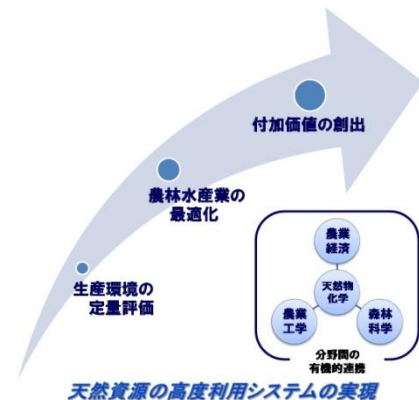


図1 Paper Mulberry の生産と流通

安定的に生産できるため換金作物として注目されている。また、稲作・畑作農業と淡水魚養殖や畜産等を組み合わせた複合農業は北部ラオスでも実施されており、その中で Paper mulberry が家畜や魚の飼料として利用されている。先述のように、同種は用途が幅広いいため、総合的に利活用することにより、循環型農業の確立に寄与できる。さらに、新たな付加価値を創出することにより安定した農業生産に加えて、収入源の確保が可能となり、生産から流通までを視野に入れた地域の発展に大きく貢献できる。



本研究は、九州大学、ドイツ・ホーエンハイム大学およびタイ・チェンマイ大学が共同することにより、機能性天然資源や循環型農業に関する調査研究を実施し、それを通して東南アジア中山間地域の発展に資することを目的とする。加えて、多様な農学関連分野間（天然物化学、農業土木、農業経済、林学）で共同することにより、新規共同プロジェクトの創出を目指す。



本プロジェクトの成果は、相互に関連する四項目（1、北部ラオス山間地帯における農業経営に関する調査、2、ラオス中山間地における複合農業システムのフィージビリティ調査、3、Paper mulberry の生態学的特性に関する基礎調査、4、Paper mulberry の機能性の探索）に集約できる。以下にその成果概要を記す。全ての調査は、ラオス北部のボケオ県パ・ウドム地区において実施した（図3）。

1, 北部ラオス山間地域における農業経営に関する調査

農家世帯の状況は、世帯員数 6～7 名という層が一番多く、次いで 4～5 名という層が多い。農家世帯あたりの労働力は、ほとんどの世帯に 2 名以上の労働力が存在し、3 分の 2 の世帯に 3 名以上の労働力が存在している。稲作が農業経営の中心であり、今回の調査対象の全ての農家が稲作を行っていた。平均経営面積（合計）は 1.71ha であり、最小は 0.3ha、最大は、7.6ha であった。灌漑施設は発達しておらず、天水に依存した稲作となっている。機械化は進んでいないが、トラクターの導入が進んでいる。トラクターは耕耘だけでなく、山間部における移動や輸送の重要な手段ともなっている。94 戸のうち、35 戸(35%)がトラクターを所有していた。伝統的には、水牛を使って農地を耕していたが、近年のトラクターの導入により、作業委託も頻繁に行われるようになり、その所有の有無が農家経営に大きな影響を与えている。トラクター所有者にとっては、作業受託は貴重な収入源である。また、非所有者には作業の効率化をもたらすため、作業委託が進んでいる。しかし、非所有者にとって、委託料金負担は大きく（ほとんどは物納）、必ずしも経済合理的な行動とはなっていない模様である (Latmany and Shinkai, 2008)。

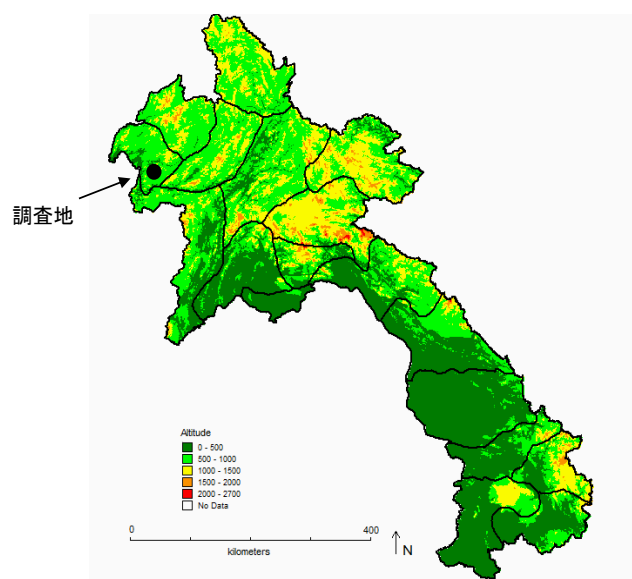


図3 調査地

稲作は所得獲得の面からも主要な位置を占めている。平均で現金収入の約半分（44.4%）をしめており、換金作物（cash crop）や畜産物（livestock）より遥かに大きい。コメは、まずは自家消費に仕向けられるにも関わらず、現金収入源ごとの重要性を問うた設問に対し、34%の回答者が稲作を首位部門（most important）にあげている。これは換金作物（28%）よりも多く、稲作が農業経営にとって極めて重要な部門となっていることを示している。

表1 収入源ごとの現金収入額（平均）

	Total	Rice	Cash crop	Livestock	NTFP	Non-farm	Wage-labor	Other
平均値	4,642,043	2,061,434	774,641	823,064	96,303	456,585	74,910	355,106
	100.0%	44.4%	16.7%	17.7%	2.1%	9.8%	1.6%	7.6%
最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
最大値	29,700,000	29,700,000	5,450,000	9,350,000	3,048,000	7,000,000	1,200,000	6,000,000

資料：聞き取り調査による

Paper mulberry などの NTFP (non-timber forest products) による現金収入は、平均値からみるとその重要性は低い (表 1)。しかしながら、NTFP による現金所得は、その他全ての収入源による現金収入と負の相関関係が確認された。また、例外はあるものの、低所得者層には NTFP による現金収入の割合が比較的高い傾向がみられる。つまり、土地所有が小さく、稲作その他の農業による現金収入が限られた層にとっては、NTFP は貴重な現金収入源のひとつとなっている。

2, ラオス中山間地における複合農業システムのフィージビリティ調査

Paper mulberry を軸とした複合農業システムの北部ラオスにおける適応可能性について評価するために、Paper mulberry の生産体系に注目して、現地調査を実施した。農家の基礎情報や営農体、Paper mulberry の収穫時期等の生産体系に注目した。また、現地の地域環境の概要を把握するために、広域的な気象データを用いて、降水量や蒸発散量を計算し、その結果から気候湿潤度により水資源的観点で環境特性を評価した。なお、気候湿潤度は、蒸発散量に対する降水量の比として与えられる。蒸発散量の推定には、Hargreaves 式を使用した。

調査地周辺の水文気象学的特性を図 4 に示す。同図より、調査地周辺は気温較差が比較的大きいことや乾季である 11 月から 4 月にかけて水資源量が減少することが示唆された。

対象地域では、基本的には、稲作（水稲もしくは陸稲）と畜産（牛、水牛、豚、山羊、ニワトリ、アヒルなど）を複合した営農体系がとられている。Paper mulberry は、自然林もしくは栽培林から収穫されており、本調査地周辺の農村では自然林から収穫される割合が高かった。同地域における営農カレンダーから Paper mulberry が農閑期（特に、1 月～3 月の乾燥した時期）に収穫されていることが分かる。しかし、Paper mulberry は換金作物であることや年中収穫可能であることから、収穫時期でなくても、農家に収入が必要な際に随時収穫されることがある。また、同種は陸稲(upland rice)などその他の作物と間作もしくは混作されることが知られている。さらに、魚の餌として利用した例もあり、餌作物としても汎用性が高い。Paper mulberry の 1ha あたりの経済収入は陸稲より大きいとする報告もあり、同種の経済的な重要性が示唆されている。

以上のように、Paper mulberry は①東南アジア地域に広く分布していること、②他の作物等との労働時間の競合が少ない（農閑期に収穫可能である）こと、③利用形態が多様であること、④安価ではあるが市場価格が安定していることなどから、Paper mulberry を軸とした営農システムの適用可能性は高いことが推察される。しかし、経済性については、市場からの距離や加工工場の有無、農家の経営規模や生産構造等に大きく左右されると考えられるため、より詳細な調査に基づいた総合的な評価が必要である。

3, Paper mulberry の生態学的特性に関する基礎調査

ラオス農村部の Pha Odom 地区において農村部で多く見られたチーク人工林と Paper mulberry 人工林、耕作地周辺の攪乱地を対象に、光環境の現地観測を行い、農村部の光環境の概要の解明を行った。その結果、林外に対する光強度(RPF)は、Paper mulberry 人工林の下層で $12.5 \pm 3.9\%$ 、チーク人工林

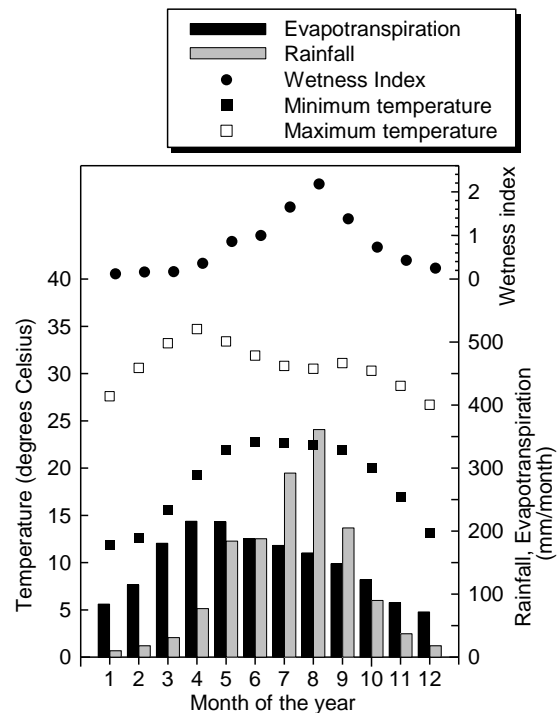


図 4 調査地周辺の水文気象特性

下層で、 $7.1 \pm 1.5\%$ であった。耕作地周辺には草本群落が発達しており、RPF は群落上部では 100%であるものの群落内上部から下部にかけて光強度は急激に低下していると考えられる。さらに、人工環境調整室の様々な光強度において、Paper mulberry 実生の育成を行い、生育に必要な光強度（生育のための光補償点）の特定を行った。同時に、光強度の低下にともなう個葉から固体レベルで生じる形態・生理的特性の変化の観測を調べ、弱耐陰生の生理生態的な背景の解明を行った。その結果、Paper mulberry 現存量は、全ての光環境で増加した。さらに、現存量の成長速度は光強度とともに増加していた。

これらのことから、伐採直後の強光環境で予想される、他樹種や草本固体との光を巡る競争でも生き残ることが可能だと考えられる。しかしながら、成長解析の結果、現存する人工林の下層での栽培は困難だと考えられる。Paper mulberry は攪乱地なしには生育が困難だと考えられ、今後の分布は、自然攪乱とともに、焼き畑や開墾などの人間活動に強く影響を受けると考えられる。

4, Paper mulberry の機能性の探索

Paper mulberry の樹皮は、紙の原料として使用されているが、それ以外の部分の利用については、ラオス現地では、農家の付加価値の収入源とはなされていないのが現状である。現地での新たな収入源になり得るような機能性の探索を目的とする。様々な安価な応用展開を考える場合の機能性探索の一次スクリーニング系として、一つの指標となるのが抗酸化活性や抗菌活性などの簡便な *in vitro* の試験系である。そこで、Paper mulberry の各部位の各種抽出物を調製し、それらの抗酸化活性を検討した。抗酸化活性測定は、DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)ラジカル捕捉活性試験法を行った (Table 2)。なお、同実験系でポジティブコントロールとして用いた α -tocopherol の IC_{50} は、 $9.56 \mu\text{g/ml}$ であった。材部のエタノール抽出物、樹皮部ならびに葉部のジクロロメタンならびにエタノール抽出物に比較的高いラジカル捕捉活性が観察された。今後、ラジカル捕捉活性のみならず、抗菌活性等を検討し、現地で、経済的付加価値をつけることができるような、換言すると、現地の地域環境・生産・流通を視野に入れた有効利用法の開発研究を天然物化学的視点からも継続することが必要である。

Table2 Scavenging activities of each extracts prepared from Paper mulberry

Part of Paper mulberry	Solvent used for extraction	Yield (%)	IC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)
Wood	CH_2Cl_2	0.43	130
	EtOH	1.76	40
	H_2O	6.85	270
Bark	CH_2Cl_2	3.04	20
	EtOH	4.78	24
	H_2O	12.94	650
Leaf	CH_2Cl_2	3.36	80
	EtOH	2.91	80
	H_2O	32.5	128