

3 : 農林業生態系を対象とした温室効果ガス吸収排出制御技術の開発と評価

(3 b) 東南アジア山岳地帯における移動耕作生態系管理法と炭素蓄積機能の改善に関する研究

(2) 移動耕作生態系のシンク機能増強のための資源循環的輪作システム開発・導入に関する検討

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 堀江 武
国立大学法人京都大学農学研究科 白岩立彦

<研究協力者> 国立大学法人京都大学農学研究科 浅井英利
アフリカ稲作協会 (WARDA) 斉藤和樹
国際イネ研究所ラオス出張所 Bruce A. Linquist
国際イネ研究所ラオス出張所 Benjamin Samson
ラオス北部陸稲試験場 (NAFReC) Houmchetchitsavath

Sodarack

平成15~19年度合計予算額 20,486 千円
(うち、平成19年度予算額 3,890 千円)
上記の合計予算額には、間接経費 4,727 千円を含む。

[要旨]物質循環からみて持続的でありかつ農民が適用可能な焼畑輪作システムの開発を目的として、焼畑の稲作付け・休閑期における炭素収支ならびに土壌炭素ストックの経年変化を評価するとともに、緑肥・休閑作物を組み入れた休閑管理、改良陸稲品種および施肥の各技術の導入効果を明らかにした。国際イネ研究所ラオス出張所およびラオス北部陸稲試験場 (NAFReC) との連携のもと、Luang Prabang県内農家とその圃場を対象にした現地調査・現地試験、およびNAFReC内での圃場実験を実施した。(1) 農家圃場のイネ生産性は休閑年数の減少に伴って低下し、試験場の収量は作付期間中の降水量と正の相関を示した。イネ収量に対する各種肥料要素の施用効果のうち、窒素の施用効果が顕著であった。休閑が短いほど雑草が多くなり年間労働投入の半分以上が除草に当てられていた。これらより、ラオス北部焼畑地帯のイネ生産が、降雨量、休閑年数、土壌窒素供給および雑草害による強い制約を受けている実態が明らかになった。(2) 焼畑作付地と休閑経過年数 (1~20年目) の異なる11地点の土壌呼吸量は、年間12.5~21.3 tC/ha/yrと推定され、作付中に最も小さく休閑年数の経過とともに増加した。この変化は主に植物体地下部重の増加に起因していた。地上部バイオマスの系年増加量、リター・枯死根の発生量と土壌腐食への分配率などを考慮して試算した土壌炭素含量 (SOC) の時系列変化から、火入れ後SOCがもとの水準に戻るには11年間の休閑が必要と考えられた。(3) 現地圃場試験により、近年の改良陸稲品種は在来品種に比べて明らかに高い収量を上げることを明らかにした。各種有用植物の収

益性、被覆作物・緑肥としての有用性を検討し、ペーパーマルベリーおよびスタイロの休閑時導入が有望であることをみとめた。(4) 品種、施肥、休閑管理を組み合わせた代替焼畑システムを考案しその効果を検討した。本研究の成果は、焼畑生態系の炭素収支特に土壤有機炭素の動態を、実測に基づきながら明らかにするとともに、その改善に資する技術を具体的に検討したものである。

[キーワード] 休閑、作付体系、二酸化炭素、焼畑、陸稲

1. はじめに

ラオス北部山岳地域における焼畑耕作では、近年の人口増加と政府による規制によって、休閑期間が著しく減少し、現在では2~5年休閑の短期休閑が主流となっている。休閑期間の減少は、作付け・休閑期間の植物成長量の減少や土壤の炭素貯蔵能力の低下により生態系の炭素収支を悪化させ^{3)、4)}、焼畑を地球温暖化のひとつにしていると指摘されている²⁾。休閑期間の短縮はまた、土壤肥沃度の低下や雑草発生量の増大などにより陸稲生産力のさらなる低下と焼畑面積の増大を引起す要因になる。よって、焼畑における生産性の向上は、生態系管理技術の確立の前提としてきわめて重要な課題である。しかし、焼畑稲作を対象にしてその生産性改善を図った研究は極めて少ない状況にある。とくに、焼畑生態系における炭素の動態を定量的に把握すること、および陸稲栽培地域の食料生産力と農業の収益性を改善しつつ、同時に当該地域の生態系のCO₂吸収能を高めるための生態系管理技術の確立が強く求められている。

2. 研究目的

本研究は、ラオス北部焼畑生態系の炭素シンク機能増強のための資源循環的輪作システムの開発を試みたものである。そのために、(1) イネの生産性支配要因を、気象ならびに土壤・栽培環境から明らかにし、(2) 焼畑生態系における炭素動態の把握と炭素シンク機能からみた必要休閑年数を推定し、さらに(3) イネ生産性向上に資する技術オプションの効果を明らかにし、それらをふまえ、(4) 収益性を確保しつつ10年休閑を可能にする代替焼畑システムを提案しようとした。

3. 研究方法

(1) イネの生産性支配要因の解明

気象および土壤特性がイネ生産性に及ぼす影響を調べるために、Luang Prabang 県 NAFReC における1991年~2003年のイネ収量データと気象データを収集するとともに、同県内農家圃場において土壤採取とイネ収量調査を行った(図1)。

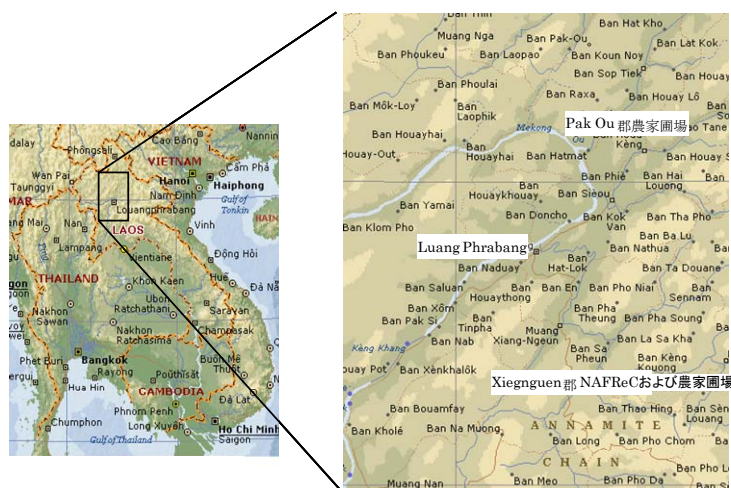


図1 現地試験および調査の実施場所。

生産性を制限する土壌無機栄養素を検討するため、焼畑12点の土壌を NAFReC に搬入し、ポットに充填してイネを栽培し窒素、リン、イオウ、カリ肥料の施用効果を検討するとともに、農家圃場2地点にて窒素とリンの施肥処理を組み合わせた現地圃場試験を行った。

農家の焼畑陸稲栽培の作業上での問題点および在来知識に関する農家の聞き取り調査を行い、焼畑陸稲栽培の作業の労働投入量を算出した。

(2) 焼畑生態系における炭素動態の把握

アジア熱帯モンスーン気候での焼畑耕作における炭素動態を定量的に調査した研究は非常に少ない (Tulaphitak et al. 1985a, b)。圃場規模での炭素の流れとその要因を定量的に把握し、年数の異なる様々な休閑地・耕作地に固定調査区を設け、炭素動態に関連する諸要素を測定した。

1) 調査区

① NAFReC 内：イネ作付-1年休閑後の、イネ作付初年目および連作2年目畑。

② 農家圃場：Hoaykhot 村 (HK 村) の休閑2、5、18年目の休閑地 (以下 HK1、HK5、HK18)、Phonsabang 村 (PH 村) の休閑1、4、20年目の休閑地 (以下 PH1、PH4、PH20)、各 $20 \times 20 \text{ m}^2$ の固定調査区。

2) 炭素収支

① 炭素収支の概要：焼畑生態系の作付地および20年生休閑地の炭素ストックは、図6のように、植生の地上部・地下部バイオマス、落葉・落枝、枯死倒木、土壌有機炭素からなると考えられる。各ストックの大きさとストック間の炭素の流れを推定するために、次の諸要素を調査した。

② 土壌呼吸 (R_s)：土中に挿入したチャンバ (塩ビ管、径25cm 地中5cm、地上20cm) に蓋をしたときの二酸化炭素濃度の変化を測定し R_s とした。トレンチチャンバ (地中30cm、地上20cm) によって根を切断したときの呼吸量 (R_t 、有機物分解にともなう土壌呼吸) を求め、これを $R_s - R_t$ を根に関連する呼吸とした。

③ 落葉・落枝 (リターフォール)、細根量、倒木量：家圃場調査区にリタートラップ (25×25cm、各6~9点) を設置して定期的にリターフォールを回収した。各調査区から直径15cm×深さ40cmの土壌コア12点を採取し、根を直径別 (~2mm、2~5mm、5~10mm、10mm~) に分級して乾物重を測定した。同様に2×2mの12点の区画から、直径3cm以上の倒木・切り株の容積を測定し、一部について求めた容積重から全体の重量を推定した。

④ 植生バイオマス：3年および10年休閑地において測定した。3年休閑区では、16の小区画 ($5 \times 5 \text{ m}^2$) において現存植生の全新鮮重を実測し、サブサンプルから求めた水分含量を用いて、植生バイオマス (乾物重) を推定した。10年休閑区では平面格子点法¹⁾を用いて、木部材積を推定した。サブサンプルの直径・長さ・乾物重から材密度を求め、これを材積にかけることで枝・幹乾物重を推定した。

火入れ後の樹木の枯死率を、直径4cm以上の樹木について、3年休閑区は2小区画計7本、10年休閑区は2小区画計245本を対象に調査した。伐採前にあらかじめ、樹木の位置と直径を記録しておく、稲収穫時にその生存率を記録した。

(3) イネ生産性向上と収益性改善に資する技術オプション

1) 休閑作物の導入

NAFReC 内圃場および農家圃場において、キマメ (*Cajanus cajan*)、ギンネム (*Leucaena leucocephala*)、ペーパーマルベリー (*Broussonetia papyrifera*)、クロタラリア (*Crotalaria anagyroides*)、スタイロ (*Stylosanthes guianensis*) を導入した短期休閑が土壤・雑草・イネ収量におよぼす影響を検討した。18農家圃場でも休閑作物の試作を行ない、農民評価を実施した。

2) 生産性を制限する土壤無機栄養素の解明

2000年に予備調査として、Luang Prabang県、Xiegnguen郡のNAFReC、Pak Ou郡4村から採取した焼畑地の土壤12点についてN、P、S、Kの肥料を組み合わせたポット試験を行ったところ、すべての土壤においてNとPが欠乏していることが明らかになった。そこで、本研究では2003、2004年にLuang Prabang県、Xiegnguen郡およびPak Ou郡の11地点にて窒素（尿素および肥効調節型被覆尿素）とリンを組み合わせた肥料試験を行い、施肥が及ぼすイネ生産性への影響を検討した。

3) 在来および改良品種の生産性および施肥反応

ラオス北部の在来3品種 (Vieng、Nok、Mak hin sung) とフィリッピンまたはインドネシアで開発された改良3品種 (IR71525-19-1-1、IR55423-01、B6144-MR-6-0-0) を供試し、土壤肥沃度の異なる3地点 (Luang Prabang県Huay khot、SomsanuckおよびHouay hia) において無肥料、N (90kg N ha⁻¹)、P (50kg P ha⁻¹)、NPの4肥料処理を設けた生産性比較実験を行った。さらに、Luang Prabang県Xiegnguen郡内の休閑年数が異なる焼畑7圃場において、在来・改良品を栽培し、土壤肥沃度、品種および両者の相互作用が稲収量に及ぼす影響に関して調査した。

4. 結果・考察

(1) イネの生産性支配要因の解明

1) 休閑年数、気候変動が及ぼすイネ生産性への影響

NAFReCとPak Ou郡の5村農家圃場のイネ収量は作付け前の休閑年数（連作1年目は0年、連作2年目は-1年、休閑年数15年以上のデータは15年）が少ないほど低下する傾向が認められた（図2）。NAFReCのイネ収量は降水量（6～8月の総降水量）と正の相関を示した。土壤の有機物含量を調査

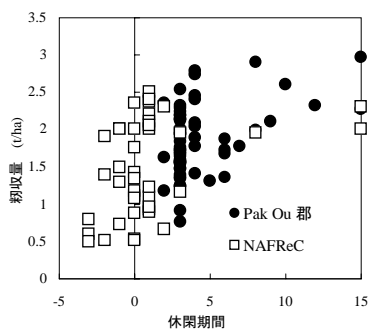


図2 休閑年数と陸稲収量との関係

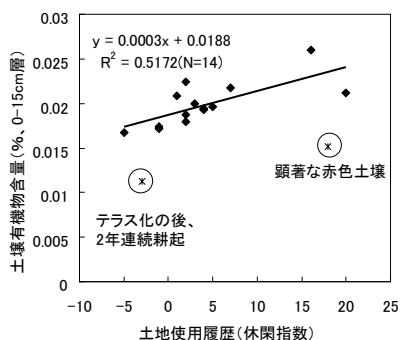


図3 休閑年数と0-15cmから採取された土壤の有機物含量 (%) との関係

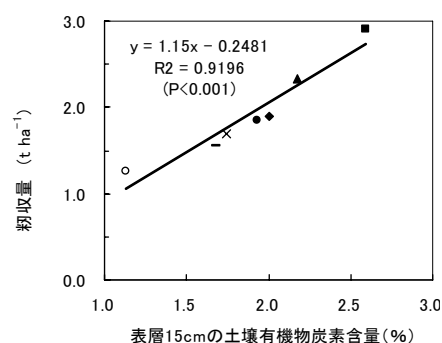


図4 有機物炭素含量ともみ収量との関係

したところ、休閑年数が長い圃場ほど土壌有機物含量が高まる傾向がみられた（図3）。

Luang Prabang県内で採取した焼畑地の土壌12点を用いた行なったポット栽培イネに対する各種肥料試験により、すべての土壌においてNとPが欠乏していることが明らかになった。現地圃場試験により検討したところ、窒素施用（40kgN ha⁻¹）によって、イネ品種Khao vieng（ラオス在来）の収量は施肥時期と方法により15%～30%増加した。リン施用はイネ収量にControlとの有意な差異は認められなかった。

聞き取り調査の結果から、焼畑陸稲栽培の労働投入量（10農家平均）は、278（人日 ha⁻¹）であり、その半分以上が除草作業に当てられていた。除草作業の労働投入量は農家により90～252（人日 ha⁻¹）の変異があった。18農家中5農家が農地の10～44%を、除草作業ができないことを理由に途中で管理放棄していた。

以上より、ラオス北部焼畑地帯のイネ生産が、降雨量、休閑年数、土壌窒素供給および雑草害による強い制約を受けている実態が明らかになった。

（2）炭素収支

Luang Prabang 県の NAFReC 内および周辺地域から焼畑耕作地と経過年数（1～20年目）の異なる休閑地計11試験区/地点において測定した土壌呼吸速度（R_s）は、土壌地温と密接な関係を示すとともに、温度係数は調査区間で異なった。年平均地温は、耕作地が休閑地よりも高かったが2年目以降の休閑地の間では変わらなかった。各調査区で得られた関係式と地温から推定した年間 R_s は約13～20tC/ha/yr となり、耕作地で最も小さく、休閑年数とともに増加した。トレンチチャンバ法による呼吸測定結果（R_t）から休閑年数の経過にともなう R_s の増加は大部分が根由来の呼吸速度（R_s-R_t）の増大によるものであることがわかった。R_s-R_t はさらに地下部バイオマスの細根量に依存していた（図5）。

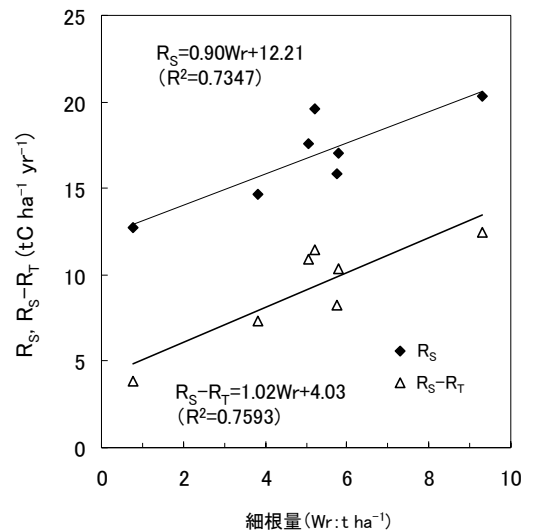


図5. 細根量（W_r：直径2mm以下）と土壌呼吸速度（R_s）および根由来土壌呼吸速度（R_s-R_t）との関係。

作付け地および休閑年数が異なる植生から得られた、地上部バイオマス、土壌有機炭素量、落葉落枝量、枯死倒木量、細根量、イネ収穫量（作付け地のみ）の推定値、ならびに R_s-R_t （根呼吸 + 根からの分泌物の分解を含む）および R_t （土壌有機物分解 + 枯死細根の分解）を考慮して各要素間のフローを試算した（図6）。これにより、土壌からの炭素放出と収穫による持ち出しを考慮した生態系の純生産量すなわち炭素収支は、作付け地でマイナス0.4t/ha/yr、休閑20年植生で

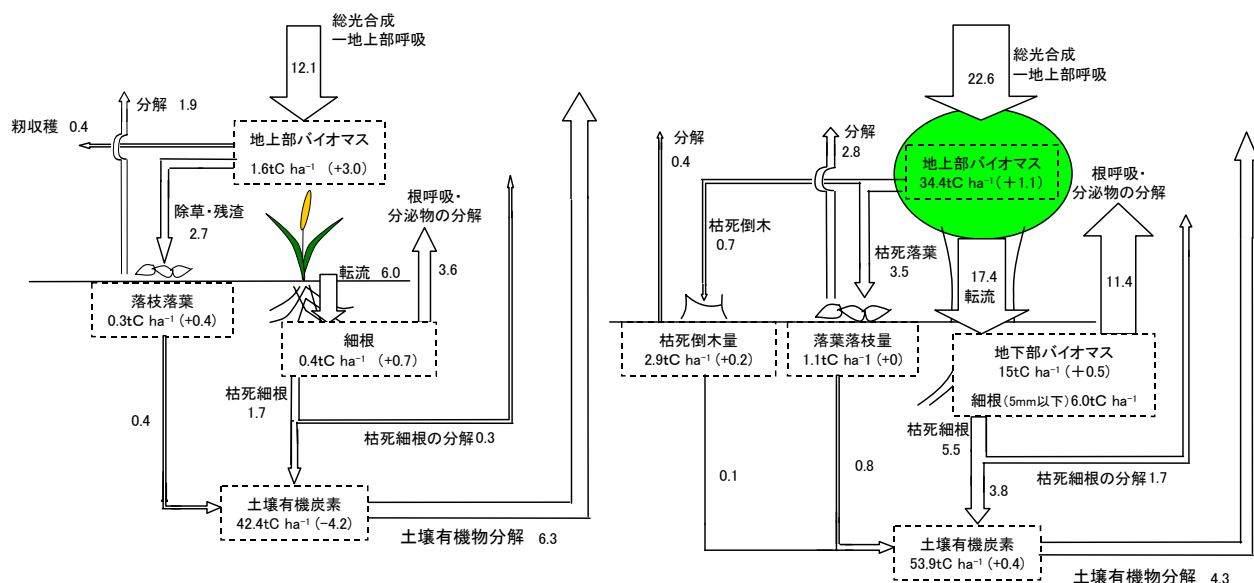


図6. 作付け地（左）と休閑20年植生（右）における炭素循環。

図中の⇒は炭素フロー（tC/ha/yr）、四角形（点線）は炭素ストック（tC/ha）、炭素ストック量の右に示したカッコ内の数字は1年間でのストックの変化量（tC/ha/yr）を示す。

$$\text{土壌有機物炭素時系列変化 } \Delta \text{SOC} = 0.28 \cdot \text{落葉落枝量} (t) + 0.72 \cdot \text{枯死細根量} (t) - (k \times \text{SOC})$$

$$\text{落葉落枝量} (t) = 5.13 / (1 + \exp(-1.06 \cdot (\text{休閑年数} - 1.22)))$$

$$\text{枯死細根量} (t) = 4.60 / (1 + \exp(-0.340 \cdot (\text{休閑年数} - 1.59)))$$

k は代謝回転速度（作付け期：1.65、休閑1年目1.065、休閑2年以降：0.856）。

係数0.28および0.72は、それぞれ落葉落枝量および枯死細根量のSOCへの分配率。

（作付け期における落葉落枝量および枯死細根量はそれぞれ2.7、1.7tC/ha）

プラス2.0t/ha/yrと見積もられた。さらに、図6に示した式を用いて、SOCの経年変化を推定したところ、火入れ後一時減少するSOCがもとの水準に戻るには11年間の休閑が必要であることがわかった（図7）。

（3）イネ生産性向上と収益性改善に資する技術オプション

NAFReC内および県内農家圃場において、化学肥料の施用効果試験および在来・改良品種の生産性比較試験を行った。イネ収量に対する窒素とリンの施用効果は、前項で既に述べたように、窒素の方が顕著であった。

Aerobic rice と呼ばれる高収量陸稲品種 IR55423 (APO) および B6144と在来品種の収量性を、品種×施肥の組合せ実験と品種×休閑年数組合せ実験において比較した。両実験を通じ幅広い条件で Aerobic rice の相対的な高収性がみとめられ、改良、在来品種群の間で最大2倍近い収量差があった (図8)。

キマメ、ギンネム、ペーパーマルベリー、クロタラリア、スタイロの収益性、被覆作物・緑肥としての有用性を検討したところ、休閑期間への導入を考える場合、ペーパーマルベリーは換金作物として、スタイロは雑草を抑制する被覆植物および緑肥作物として、それぞれ期待できることが明らかとなった。ペーパーマルベリーとスタイロは生育が旺盛であるが、それらの密度およびは種時期を調整することでイネの生育を抑制せずに管理することができること、聞き取り調査の結果から、農家が商品作物であるペーパーマルベリーに強い関心を持っていることがわかった。

以上より、短期休閑体系に対して、イネの生産力と農業の収益性を改善しつつ、同時に当該地域の生態系の CO₂ 吸収能を高めるための、改良作付体系を検討した。すなわち、在来品種の1年作付けと3年の休閑を繰返す現在の慣行作付体系に対して、(1)改良品種を導入し、(2)イネを2年連作にするとともに休閑期間を延長し、(3)冬季にスタイロ、休閑初期にペーパーマルベリーを導入し、(4)作付面積率を減らすとともに休閑期間をさらに8年まで延長する体系を考案した (図9)。これにより、投下労働時間は若干増加するが、米の増産と換金作物による収入が見込まれ、土壌肥沃度に影響する SOC の収支が現行よりも明らかに改善されると考えられた。

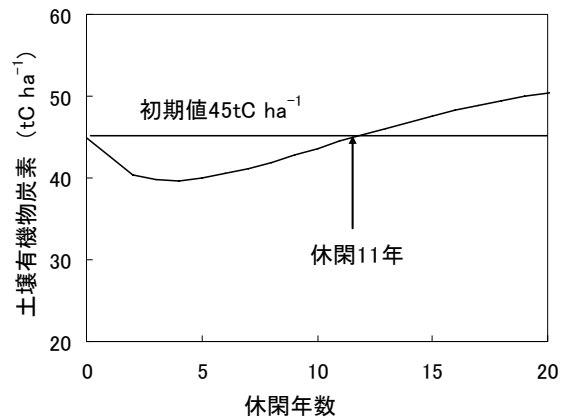


図7. 1年間作付け後休閑を続けた場合の土壌有機物炭素含量の時系列変化

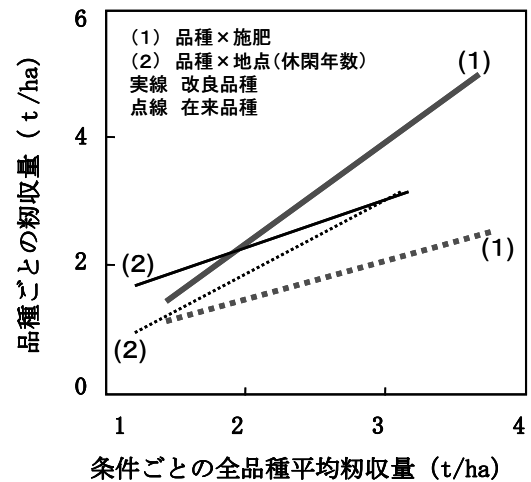


図8. 在来・改良品種群の収量性の比較.

改良品種IR55432、B6144、IR71525、在来品種KaoVieng、Kao Nok、Kao Mak Hing Sungの収量を、3圃場×4施肥パターンの計12条件において下で比較した実験 (1、Saito et al. 2006)、および休閑年数が異なる7圃場で比較した実験 (2、浅井ら2008) より、ただしIR71525は実験 (1) のみ。各条件における個別品種ごとの収量の同条件の全品種平均収量に対する回帰直線を改良品種と在来品種を別にして求めた。

現行作付けタイプ (利用可能土地資源は1農家あたり4ha)													経済性					
												収量	除草面積*	追加労働量*	現金収入	対費用効果*	土壤炭素	
ベースシナリオ	1th	2th	3th	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	(全面積あたり)					(初期値45tC)
1ha/1枚	在			在					在				0.9t/4ha/yr (0.225t/ha)	4ha	0	0	0	30tC/ha
	↓ 改良品種の導入 ↓																	
1ha/1枚	改良				改良					改良			1.4t/4ha/yr (0.35t/ha)	4ha	0	0	0	30tC/ha
	↓ 作付けパターンの変化 ↓																	
1ha/1枚	改良	改良								改良	改良		1.6/4ha/yr (0.4t/ha)	3.75ha (3.5+4)	0	0	\$15	34.5tC/ha
	↓ 乾季スタイロ+ペーパーマルベリー導入 ↓																	
1ha/1枚	改良	改良								改良	改良		1.8/4ha/yr (0.475t/ha)	3.5ha (3.5+3.5)	20days	\$69/yr	\$69	34.5tC/ha
	↓ 1枚の土地面積を削減して休閑期を伸ばした場合 ↓																	
0.8ha/1枚	改良	改良									改良	改良	1.72/4ha/yr (0.43t/ha)	2.4ha (2.4+2.4)	16days	\$55/yr	\$150	38.2tC/ha

図9. 栽培システムの改善例.

除草面積の対費用効果の計算には、4回（4ha）の除草にのべ労働日数160日かかるとし、1日当たりの労働力を1.5ドルとして計算した。追加労働量はスタイロの播種・種の収穫に要するのべ労働力20日/1ha、(1日1.5ドル)を表す。

対費用効果は除草労働力、追加労働量、現金収入の変化をドル換算して、ベースシナリオ(1年作付け3年休閑・改善技術なし)と比較して計算した。(稲収量・土壤炭素の変化は含めていない。)

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究により、年数の異なる休閑林における炭素収支、特に土壤有機炭素の動態を測定可能な要素に関する実測データと生態学的な仮定にもとづいて推定した。森林生態系の炭素動態についての調査研究はこれまでもいくつか行われてきたが、熱帯林の知見は限られ、焼畑生態系という特殊な条件を対象にした系統的な調査は本研究がはじめてである。

本研究ではまた、品種×土壤肥沃度の相互作用が陸稲収量に及ぼす効果を検討し、改良品種の低肥沃度条件下での高収量を確認した。生産性が劣る条件下で高収を得るための品種特性の解明は重要度を増しているが、本年の結果はそれに対して重要な事例を提供するものであり、増収機構の解明が期待される。

(2) 地球環境政策への貢献

本研究の成果は、焼畑生態系のCO₂吸収能改善に向けた取り組みを検討する際に重要な科学的根拠を提供するものである。火入れ時の炭素動態で得られた各データを焼畑での炭素動態モデルに組み込むことによって、炭素ストックの経年変化の予測精度の向上し、農業、土地利用、森林管理政策の立案に必要な正確な情報提供に資することが期待される。また、焼畑面積の拡大に伴う森林破壊を緩和するためには、第一に稲の生産性向上と安定化が必要であるが、一手段として高収量品種の普及が挙げられる。本研究で得られた各陸稲品種の土壤肥沃度への適応性に関する情報は、品種普及活動に際して、農民による適切な品種選択に大きく役立つ。また実際に、いく

つかの品種はNAFReC付近の農家に採用されている。

6. 引用文献

- (1) Sanchez et al. (1982) Amazon Basin soil: Management for continuous crop production. *Science* 216: 821-827.
- (2) Tulaphitak (1985b) Changes in soil fertility and tilth under shifting cultivation: soil respiration and soil tilth. *Soil Sci. Plant Nutr.* 31: 251-261.
- (3) Houghton et al. (2000) **Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature* 403: 301-403.**
- (4) Saito, K., Linqvist, B., Atlin, G.N., Phanthaboon, K., Shiraiwa, T., Horie, T. (2006) Response of traditional and improved upland rice cultivars to N and P fertilizer in northern Laos. *Field Crops Research* 96: 216-223.
- (5) 浅井英利, 斉藤和樹, Samson Benjamin, Vongmixay Kham, 本間香貴, 白岩立彦 (2008) ラオス北部山岳地帯における焼畑栽培条件下での品種×地点の相互作用が稲収量へ及ぼす影響. *日作紀77(別1)*: 26-27.

7. 国際共同研究等の状況

Resource Budgets and Adaptative Managements under Slash-and-Burn Rice Production Systems in the Hilly Regions of Northern Laosの計画名のもと、Bounthanth Keoboulapha (ラオス国立農業試験場、ラオス)、Benjamin Samson (国際イネ研究所ラオス出張所) をカウンターパートとして、京都大学農学研究科作物学研究室とラオス国立農林業研究所 (NAFRI) との間で共同研究の合意書を取り交わし、京都大学からの研究者を派遣する一方、NAFRIおよびIRRIラオス出張所からラオス現地での活動に対し便宜供与を受けてきた。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文 (査読あり) >

- 1) K. Saito, B. Linqvist, G.N. Atlin, K. Phanthaboon, T. Shiraiwa, T. Horie: *Field Crops Research* 96, 216-223 (2006) “Response of traditional and improved upland rice cultivars to N and P fertilizer in northern Laos”
- 2) K. Saito, B. Linqvist, B. Keobualapha, K. Phanthaboon, T. Shiraiwa, T. Horie: *Field Crops Research* 96, 438-447 (2006) “*Stylosanthes guianensis* as a short-term fallow crop for improving upland rice productivity in northern Laos”
- 3) K. Saito, B. Linqvist, B., Keobualapha, K. Phanthaboon, T. Shiraiwa, T. Horie: *Plant and Soil* 284, 175-785 (2006) “Cropping intensity and rainfall effects on upland rice yields in northern Laos” .

- 4) K. Saito, B. Linqvist, B., Keobualapha, T. Shiraiwa, T. Horie: Geoderma 136, 64-74 (2006) "Farmers' knowledge of soils in relation to cropping practices: A case study of farmers in upland rice based slash-and-burn systems of northern Laos"
- 5) K. Saito, G.N. Atlin, B. Linqvist, K. Phanthaboon, T. Shiraiwa, T. Horie: Crop Sci. 47, 2473-2481 (2007) "Performance of traditional and improved upland rice cultivars under nonfertilized and fertilized conditions in northern Laos"
- 6) H. Asai, K. Saito, B. Samson, K. Vongmixay, Y. Kiyono, Y. Inoue, T. Shiraiwa, K. Homma, T. Horie: Proc. The 2nd International Conference on Rice for the Future, November 5-9 2007, Bangkok, Thailand (2008) (in press) "Quantification of soil organic carbon dynamics and assessment of upland rice productivity under the shifting cultivation systems in northern Laos"

〈査読付論文に準ずる成果発表〉 (社会科学系の課題のみ記載可)

なし

〈その他誌上発表 (査読なし) 〉

- 1) B. Linqvist, K. Saito, B. Keoboulapha, S. Phengchan, K. Songyikhangsuthor, K. Phanthaboon, B. Vongphoutone, V. Navongsai, S. Chindalak, T. Horie: Proc. Workshop "Poverty Reduction and Shifting Cultivation Stabilization in the Uplands of Lao PDR: Technologies, Approaches and Methods for Improving Upland Livelihoods" (Eds: Bouahom B, Glendinning A, Nilsson S and Victor M.), NAFRI, 299-313 (2005) "Developing upland rice based cropping systems"

(2) 口頭発表 (学会)

- 1) B. Linqvist, K. Saito, B. Keoboulapha, S. Phengchan, K. Songyikhangsuthor, K. Phanthaboon, B. Vongphoutone, V. Navongsai, S. Chindalak, T. Horie: The workshop on "Poverty Reduction and Shifting Cultivation Stabilization in the Uplands of Lao PDR: Technologies, approaches and methods for improving upland Livelihoods" , Laos, 27-31 January (2004) "Improving rice based upland cropping systems for the Lao PDR"
- 2) K. Saito, B. Linqvist, B. Keobualapha, T. Horie: The workshop on "Poverty Reduction and Shifting Cultivation Stabilization in the Uplands of Lao PDR: Technologies, approaches and methods for improving upland Livelihoods" , Laos, 27-31 January (2004) "Paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*) establishment and productivity in northern Laos"
- 3) K. Saito, B. Linqvist, B. Keobualapha, T. Horie: The workshop on "Poverty Reduction and Shifting Cultivation Stabilization in the Uplands of Lao PDR: Technologies, approaches and methods for improving upland Livelihoods" , Laos, 27-31 January (2004) "Rainfall and soil fertility as production limiting factors for upland rice in

northern Laos”

- 4) K. Saito, B. Linqvist, B. Keobualapha, T. Horie: The workshop on “Poverty Reduction and Shifting Cultivation Stabilization in the Uplands of Lao PDR: Technologies, approaches and methods for improving upland Livelihoods” , Laos, 27-31 January (2004)
“Upland farmers’ indigenous knowledge of soil in northern Laos. A case study of Lao Loum and Lao Theung farmers in Pak Ou district, Luang Prabang province”
- 5) K. Saito, B. Linqvist, B. Keobualapha, S. Phengchanh, T. Horie: The World Rice Research Conference, Japan, 5-7 November (2004) “Improved fallow management to increase sustainability of upland rice based cropping systems in Northern Laos”
- 6) H. Asai and K. Saito: The International Workshop on Indigenous Eco-knowledge and Development in Northern Laos, 15-16 March, 2006, Oudomxay province, Lao PDR (2006)
“Carbon Dynamics and Sustainability under Shifting Cultivation”
- 7) H. Asai and K. Saito, B. Samson, Y. Kiyono, T. Shiraiwa: Sustainable Sloping Lands and Watershed Management: Linking research to strengthen upland policies and practices at Luang Prabang, Lao PDR (2006) “Assessment of sustainability of shifting cultivation systems in northern Laos: based on the simple simulation model for soil organic carbon dynamic”
- 8) 浅井英利, 斉藤和樹, B. Samson, K. Vongmixay, 本間香貴, 白岩立彦: 第225回日本作物学会講演会, 日作紀77(別1), 26-27 (2008) 「ラオス北部山岳地帯における焼畑栽培条件下での品種 x 地点の相互作用が稲収量へ及ぼす影響」

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

なし