

## 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

(3) 生態系管理法の変更に伴う土地被覆変化モデルの構築と炭素収支への影響評価

## 独立行政法人森林総合研究所

温暖化対応推進拠点 拠点長		清野嘉之
植物生態研究領域	物質生産研究室	千葉幸弘・落合幸仁・齊藤哲
森林管理研究領域	資源解析研究室	古家直行

〈研究協力者〉	ラオス国 北部農林業研究センター	Kham Vongmisay
	ラオス国 北部農林業研究センター	Visone Songnouxhai
	ラオス国 北部農林業研究センター	Viengmany Navongxai
	京都大学大学院	浅井英利
	森林総合研究所	外崎真理雄
	森林総合研究所	神谷文夫
	森林総合研究所	五十嵐哲也

平成15～19年度合計予算額	18,411 千円
(うち、平成19年度予算額	3,436 千円)
上記の合計予算額には、間接経費	4,249 千円を含む

[要旨] 本研究の最終目的は焼畑農地の縮小と休閑期間の長期化を通して、ラオス北部山岳地の生態系機能を回復する土地利用計画をつくることにある。本課題では生態系管理システムの変化にともなう炭素シンク機能の変動を時間軸で評価・予測するとともに、広域に適用できる手法を開発し、森林回復による増加も含めた陸域生態系トータルとしての炭素シンク機能を増強する条件の解明に取り組む。焼畑休閑地の植物群落に設けた6つの固定試験地で、バイオマスと枯死立木竹の定期調査を継続した。群落バイオマスは休閑年数とともに増加し、最後の収穫から15年を経過した時点で約100Mg ha<sup>-1</sup>に達した。休閑期間を延長したときに期待される休閑期間平均のバイオマス、枯死木、リターの3炭素プールの炭素蓄積量合計を予測する式を作成し、休閑期間の延長の効果を評価したところ、休閑期間の2年から5年への延長は休閑期間を通じた炭素蓄積量合計の平均値を14.2から25.1 Mg C ha<sup>-1</sup>に増やすと予測された。また、この期間延長により、休閑林の木材や非木材林産物 (NTFPs) 生産の機能は増加すると考えられた。住民の林産物利用を通じた休閑林からの炭素持ち出し量を推定するため、燃材採取、製炭、住宅建築について予備調査を行い、燃材採取量と焼畑造成による焼失バイオマス量の合計を推定する式を作成した。休閑後の年数、標高、休閑地放牧の有無を説明変数とする休閑地の炭素蓄積予測モデルを作成した。炭素蓄積の増加は低地で遅く、山地では速かった。調査地は6ヶ月の乾季を持つ熱帯季節林気候下にあり、低地は乾季に乾燥する程度がより厳しいと思われた。しかし、予想と逆に、計測した湿度は低地がより湿っていた。

[キーワード] 二酸化炭素、焼畑、生態系管理、京都議定書、ラオス

## 1. はじめに

焼畑農業地域では人口増加や換金作物の導入がしばしば農地の拡大と休閑期間の短縮をまねく。休閑期間の短縮は農業生産の低下をもたらすばかりでなく、休閑地に立派な森林が成立しなくなって休閑地植生の炭素蓄積機能を低下させる。休閑期間の延長と焼畑農地面積の確保との間にはトレードオフがあり、休閑期間の延長が休閑地を含む焼畑農地の生態系機能の発揮にどのような影響を及ぼすか、必ずしも明らかでない。両者のバランスを図るには焼畑農地生態系の土地被覆と炭素蓄積に関わる基本データを収集し、広域に適用できる土地被覆変化モデルを構築して、炭素蓄積機能のシミュレーションを行う必要がある。

## 2. 研究目的

本課題では生態系管理システムの変化にともなう炭素シンク機能の変動を時間軸で評価・予測するとともに、広域に適用できる手法を開発し、森林回復による増加も含めた陸域生態系トータルとしての炭素シンク機能を増強する条件の解明に取り組む。その成果は別課題で行う農法の改善研究（農環研、京大）の成果と合わせて、食糧生産性と炭素シンク機能がともに高い生態系管理のシナリオの構築と評価に用いる。

このため、近年、焼畑の休閑期間が短縮し、休閑2年の例も地域によっては普通となっているラオス北部山岳地を対象に、2003～2008年に①主要植生タイプの判別、②焼畑農地における固定調査区での成長解析、③炭素収支モデルの構築、④焼畑農地の時系列に沿った炭素シンク機能の変動予測などを行う。また、⑤炭素蓄積変化の推定パラメータを固定調査区とは自然的社会的条件の異なる地域でも収集し、固定調査区の成果を広域に適用する手法を開発する。

## 3. 研究方法

ラオス北部の主要植生タイプの概要を把握し、ビエンチャン北方約200kmに位置するルアンパパン県に焼畑後の経過年数を考慮した6つの固定プロット（各1,600m<sup>2</sup>。そのうちの400m<sup>2</sup>を計測プロットとした）を設定した（2004年4月）。以降、2007年4月まで年1回毎木調査等を行うとともに、適宜、樹木やタケ類のバイオマスや枯死木竹、リター中の炭素蓄積推定のためのパラメータ調査を行った<sup>7)</sup>。このデータをもとに、休閑地の時系列に沿った炭素蓄積変化を推定するモデル<sup>1, 7)</sup>を開発し、休閑期間の延長が炭素蓄積に及ぼす影響を評価した。

林産物利用による炭素持ち出し量等を推定するため、固定試験地に出現したdbh 4cm以上全樹種の成長特性と利用価値をホイコート村ムアン氏から聞き取った。低標高地にあって交通の便の良いフォンサバン村と高標高地で車道から遠いノンクアイ村で、それぞれ住民の薪の入手方法を聞き取り、薪採り作業を観察した。シェンゲン郡の6村で薪採取行動を聞き取り、小型汎用GPSを用いて薪採取地範囲を把握するとともに、地形情報（DEM）を用いて到達時間を分析した。また、ルワンパパン近郊の2村で仲買人に薪の収集方法、販売先を聞き取り調査した。製炭活動の概要を把握するため、ルワンパパン市街地で売られる炭の主要供給地であるサニャブリ県の4村と、少量を供給している同市近郊村で製炭の方法、履歴、市場などを聞き取り調査した。また、住民による住生活用材採取量を把握するため、シェンゲン郡の3村で29世帯を選び、家屋のタイプ分類と面積、

用材量の計測、住民資産と建築材使用年数、用材入手先等の聞き取り、建築用材の採取作業の観察と製材過程の歩留まりの計測を行った。

固定プロットの成果を広域に適用する際に考慮すべき諸条件の把握を目的に、ルワンパバン県とそれに隣接するウドゥムサイ県、ホアファン県で2003～2005年の各4月に35ヶ所の焼畑休閑林を選び、休閑後の年数を樹木の年輪数を数えたり住民に尋ねたりして調べ、優占種を記録した。また、レーザー距離計で群落高、高度計で標高を計測し、休閑地で牛や水牛を放牧するかどうか住民に聞き取り調査した。群落高をパラメータに群落バイオマス、枯死木、リター中の炭素蓄積をKiyono et al.<sup>7)</sup>の式で推定した。休閑年数(0.5～25)と標高(495～1240m)、放牧の有無(ダミー変数として放牧する場合は1、しない場合は0を与えた)を説明変数としその全ての部分集合について炭素蓄積を従属変数とする単回帰式や重回帰式を作成し、炭素蓄積の予測モデルとした。また、標高の影響に関して、650～800m以下でタケ類等、以上ではSchimaやブナ科が優占種となり、両者の間で成長速度も異なることから、標高が成長に及ぼす影響のメカニズムの解明を目的として、ルワンパバン県で最近50日以上無降水の乾季の晴天日に3つの方法(シリカゲル法、ガーゼ法、温湿度ロガー法)で日の出前の空中湿度を低地(標高372、400m)と山地(同925、936m)の森林内外で計測した(2006年12月)。

#### 4. 結果・考察

##### (1) 固定調査区での成長解析

##### 1) 林産物の利用が制限されているときの炭素蓄積増加量

固定プロット設定後は住民による林産物利用が原則排除されているので、計測できるのは林産物利用がないときの炭素蓄積増加である。大きな攪乱は自然によるもので、2005年に一つの区で比較的大きな木が2本風倒した。観察期間3年で得られた概数であるが、林産物利用がないときの炭素蓄積(バイオマスと枯死立木竹のみ)増加は、休閑5年頃では $5.3 \pm 1.0 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  (n=4)、20年頃では $3.3 \pm 3.5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  (n=2)であった。

##### 2) 休閑期間の延長により期待される炭素蓄積増加量

植え付けと休閑が繰り返される焼畑農地では、時系列に沿った群落炭素蓄積量の予測式と、植え付け地の地理情報、時点情報から、時系列に沿った炭素蓄積変化を把握できる。炭素含有率をバイオマスと枯死木は0.5、リターは0.37<sup>3)</sup>と仮定して、固定調査区のバイオマス、枯死木、リターの炭素蓄積合計(以下、群落炭素蓄積量)を計算した(図1)。

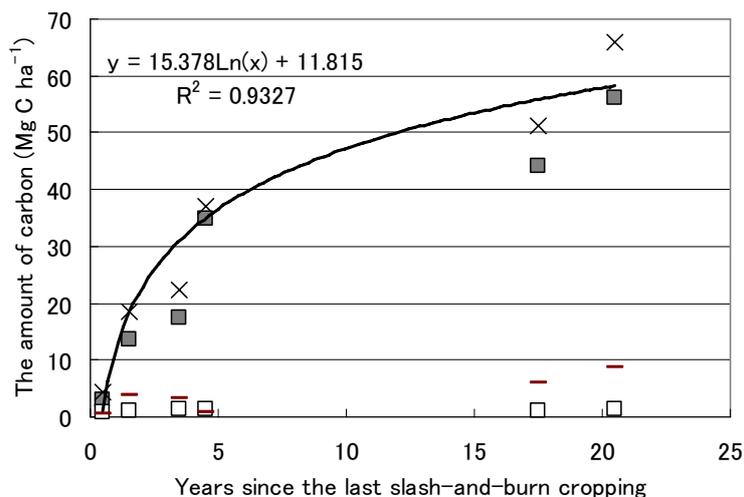


図1 最後の収穫後の年数と群落炭素蓄積量（バイオマス、枯死木、リター）合計との関係（Kiyono et al. 7）

■：バイオマス炭素蓄積量、-：枯死木炭素蓄積量、□：リター炭素蓄積量、x：合計

群落炭素蓄積量は休閑期間とともに急増した。群落バイオマスは休閑年数とともに増加し、最後の収穫から15年を経過した時点で約100Mg ha<sup>-1</sup>に達した。バイオマス中の炭素蓄積量は群落炭素蓄積量の51~94%（平均75%）を占めた。群落炭素蓄積の年増加量は休閑5年では約3.1 Mg C ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>と高く、休閑年数とともに減少して20年頃には約0.8 Mg C ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>に低下した。後者は、1) で推定した林産物利用が制限されているときの値と比べて2 Mg C ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>ほど小さい。この差には、住民らによる林産物の利用の影響が反映していると考えられる。

最後の収穫後の年数を休閑期間に読みかえた次式は、時系列に沿った群落炭素蓄積量を予測するモデルとして用いることができる。

$$C_{B+D+L} = 15.378[\ln(Y)] + 11.815 \quad (n = 6, R^2 = 0.9327, P = 0.0017) \quad \dots\dots(1)$$

ただし、 $C_{B+D+L}$ は群落バイオマス、枯死木、リターの炭素蓄積合計(Mg C ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>)、 $Y$ は休閑期間。

この式は休閑期間0.5から20.5年の焼畑休乾地群落に適用する。

(1)式を定積分した(2)式によると、休閑期間を2年から5年に延長したときの休閑期間平均の群落炭素蓄積量は、14.2から25.1 Mg C ha<sup>-1</sup>に増加すると予測される(図2)。

$$\begin{aligned} MC_{B+D+L} &= \int_{\alpha}^{\beta} [15.378 \ln(F) + 11.815] dF / (\beta - \alpha) \\ &= 15.378 [\beta \ln(\beta) - \alpha \ln(\alpha)] / (\beta - \alpha) - 3.563 \quad \dots\dots(2) \end{aligned}$$

ただし、 $MC_{B+D+L}$ は休閑期間平均の群落バイオマス、枯死木、リター炭素蓄積合計(Mg C ha<sup>-1</sup>)、 $F$ は休閑期間(years)、 $\alpha$ は0.5、 $\beta$ は0.5から20.5の間の値を取る。

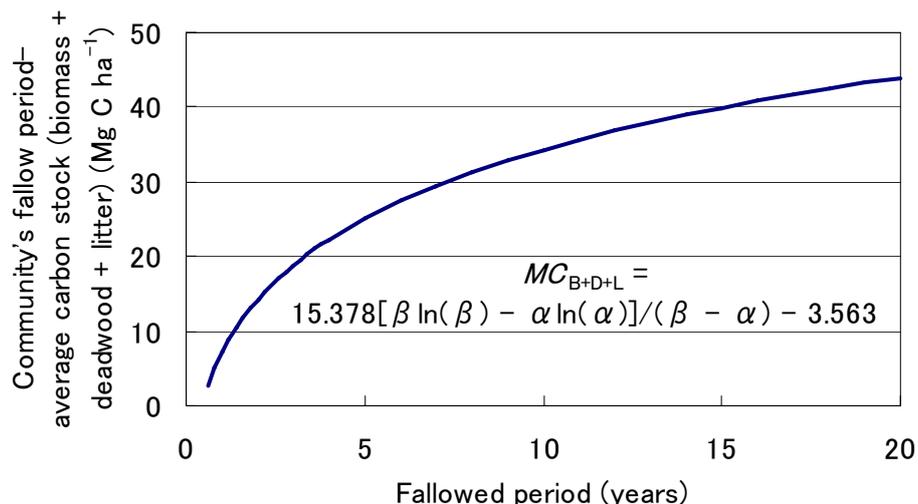


図2 休閑期間と休閑期間平均群落炭素蓄積量との関係 (Kiyono et al. <sup>7)</sup>)

$MC_{B+D+L}$ は群落のバイオマス、枯死木、リターの炭素蓄積合計(Mg C ha<sup>-1</sup>)、 $F$ は休閑期間(年)、 $\alpha$ は0.5、 $\beta$ は0.5から20.5の範囲をとる。

### 3) 休閑期間の延長が林産物生産機能に及ぼす影響

固定調査区に出現した62樹種のうち、燃材として普通品以上の価値のあるものが50樹種あった。また、良質の建築用材を生産するものが28種、食用や薬用、嗜好品、儀礼用といった非木材林産物を生産するものが35種あった。こうした利用価値の知られている樹種数、及び全樹種数は休閑期間が5年前後までは休閑期間とともに増加し、その後は20年くらいまであまり変わらないようである(図3)。焼畑農地の炭素蓄積機能と林産物生産機能は休閑期間に対して同調的な関係にあり、休閑期間の2年から5年以上への延長は休閑地の林産物生産機能を向上させると考えられる。

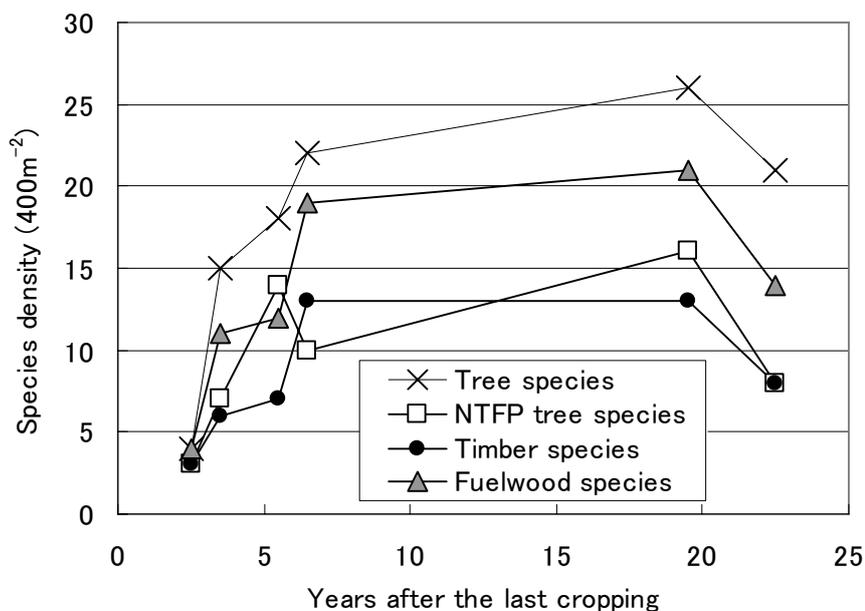


図3 休閑林の収穫後年数と樹種数、非木材林産物・建築用材・燃材生産樹種密度との関係 (Kiyono et al. <sup>5)</sup>)

## (2) 林産物利用による炭素持ち出し量の推定

## 1) 燃材採取による持ち出し

低地の便利の良い村でも高地の隔離村でも、焼畑の燃え残り材と、村から徒歩30分以内（図4）の林で採取した枯死木・竹地上部、枯枝を燃材に利用していること、採取量は乾季が多いこと、燃材の不足はないこと等が分かった。薪はルワンパバン市街地でも主要な燃料で、近郊の低地林が供給地となっている。近郊村では焼畑休閑期間の短縮により良質樹種、換金性のある太い材が得られにくくなっているとのことであった。

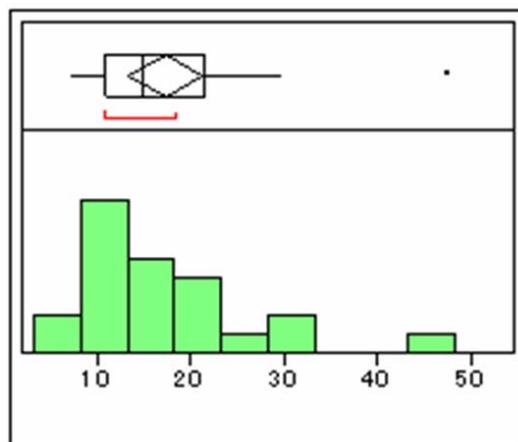


図4 薪採取箇所への到達時間（分）（古家ほか<sup>2)</sup>）

以上を参考に、燃材採取量と焼畑造成による焼失バイオマス量合計を推定する式を作成した。

$$biomass_{\text{CONSUMPTION THROUGH BURNING}} = S \Delta AGDW + s AGB/T \quad \dots\dots (3)$$

ただし、 $biomass_{\text{CONSUMPTION THROUGH BURNING}}$ : 燃材採取量+焼畑造成時バイオマス焼失量 ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ )、 $S$ : 管理面積に占める対象地における燃材採取林地面積割合 ( $\text{ha ha}^{-1}$ )、 $\Delta AGDW$ : 枯死木地上部発生量 ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ )、 $s$ : 管理面積に占める焼畑作付け面積割合 ( $\text{ha ha}^{-1}$ )、 $AGB$ : 焼畑造成時地上部バイオマス ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )、 $T$ : 焼畑ローテーション（作付け+休閑期間） ( $\text{n y}$ )

$S$ の値は村の地形や資源により変化すると考えられる値で、調査事例（古家ほか<sup>2)</sup>）では約0.3であった。また、固定プロットの調査結果も参考に、枯死木地上部発生量を  $2 \text{ Mg ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ 、管理面積に占める焼畑作付け面積割合を  $0.5 \text{ ha ha}^{-1}$ 、焼畑造成時地上部バイオマスを  $40 \text{ Mg ha}^{-1}$ 、焼畑ローテーション（作付け+休閑期間）を4年とすると、 $biomass_{\text{CONSUMPTION THROUGH BURNING}}$ は  $5.6 \text{ Mg ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ で、炭素量では  $2.8 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{y}^{-1}$ となる。

## 2) 製炭による材の持ち出し

ルワンパバン市近郊では、木炭生産は農作業の合間を利用して小規模に行われているのみで、農民は比較的労働力を要する木炭生産を十分魅力ある現金獲得手段とは考えていないようであった。製炭は他の現金収入に恵まれない比較的貧しい農家の現金収入の一手段として目立たない程度に行われていると考えられる。一方、森林資源に恵まれたサニャブリ県は木材生産が盛んで、

製材所（開設は1960年、1975年など）の端材による製炭も盛んである。原料の制約で製炭専門者は限られている。炭は仲買人を通してルワンパバンに運ばれ、一部はタイにも運ばれる。

このように製炭は農家の副収入、製材の副産物として行われているだけで、木炭生産のみを目的に森林から持ち出される炭素量は無視できる程度の量と思われる。

### 3) 建築用材伐採による持ち出し

データ分析は完了していない。家屋様式は4タイプ（7サブタイプ）に分けられた（図5）。タイプの異なる6住宅（床面積52.2～198.5m<sup>2</sup>）について予備的に分析したところ、床面積の大きい住宅ほど使用木材量が多いこと、床面積当たりの木竹材使用量は0.057～0.135m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup>で日本の在来工法の0.196m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup>より少ないことなどが分かった。また、小さい家（貧しい家）ほど木竹材積に占める竹の割合が高かった。建築用材は村民が主として共用林や転換林で採取し、加工も村民が行っている。近年は集落の近くでは良材が得られにくくなっており、コンクリートなど非木質資材を用いる家が増えている。

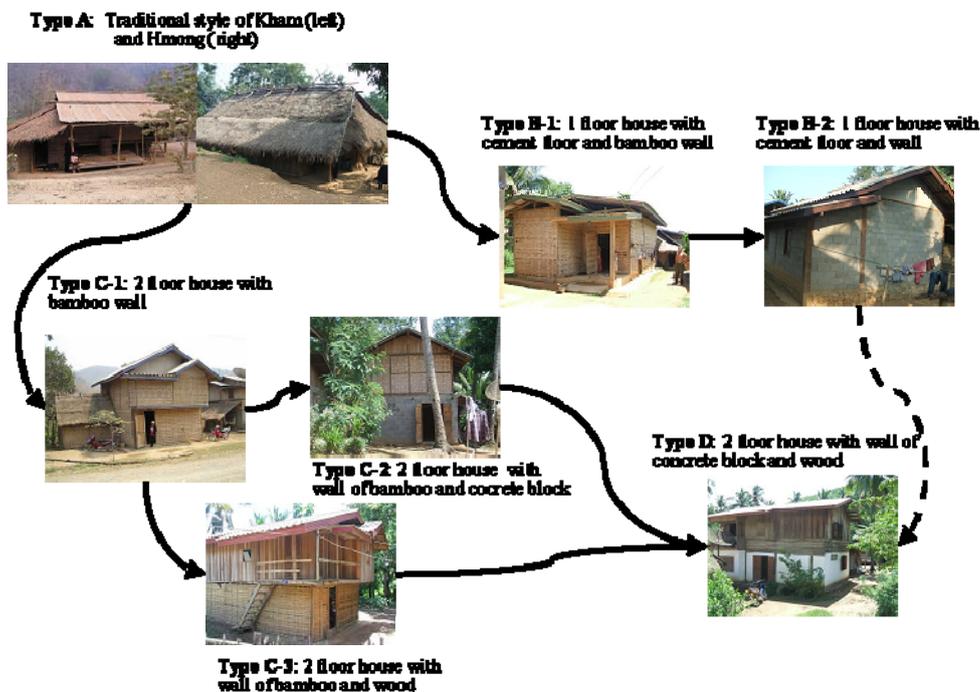


図5 ルアンパバン県シェンゲン郡でみられる主な家屋様式

農民とのインタビューにより、おおよその家屋様式の変化の流れを矢印によって示した。

## (3) 固定調査区の成果を広域に適用する手法の開発

### 1) 炭素蓄積増加に及ぼす標高と放牧の影響

#### 1. 休閑年数と炭素蓄積

休閑年数は炭素蓄積との関係が最も明瞭で、単回帰式の説明力は80.0%であった。標高と放牧の有無はいずれもいくらかは炭素蓄積に影響を及ぼしているようで、いずれを加えても式の説明力は高まった。両者を加えた3変数モデル（図6）の説明力は82.2%であった。休閑年数に比べ、標高や休閑地放牧は炭素蓄積に及ぼす影響が小さいという結果であったが、放牧の影響については地

域によってばらつきが大きいようである。今後、データを増やし、予測モデルを改良する必要がある。

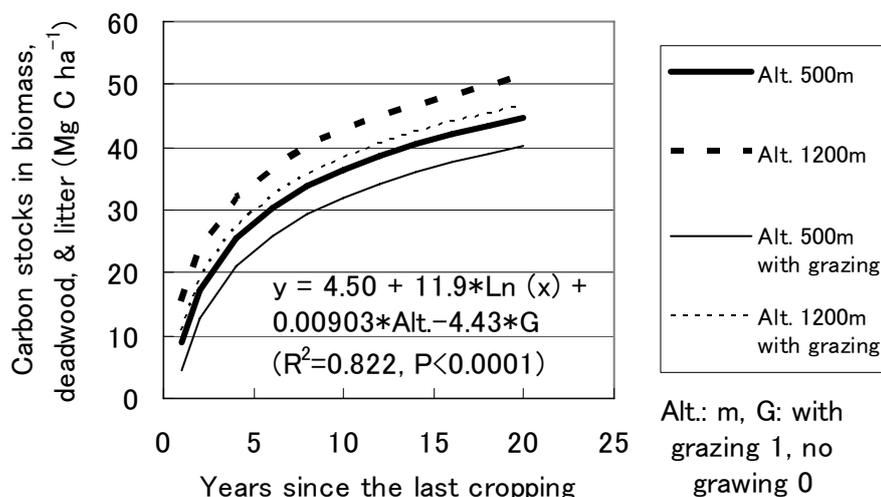


図6 休閑年数と標高、休閑地放牧の有無と群落高成長の関係（清野ほか<sup>6)</sup>）

シリカゲル法、ガーゼ法、温湿度ロガー法のいずれの方法でも山地より低地が、また、低地では林内より林外が湿っていた。朝の雲海は乾季を通して見られ（山地住民）、低地にある北部農林研究センターの気象データ（dew point）も乾季に朝霧が連日のように発生することを示していた。このように空中湿度を見る限り、乾季に低地が山地より乾くとは言えなかった（清野ほか<sup>6)</sup>）。

一般に、明瞭な乾季をもつ地域では乾燥が樹木の成長を抑制している可能性があるが、上記の結果を見る限り、休閑林の成長が低地で遅い理由を乾季の空中湿度に求めることはできないようである。なお、Kurajiら（<http://forester.uf.a.u-tokyo.ac.jp/~kuraji/MaeChaem/index.html>）の北部タイでの降水観測データを見ると、本研究の調査地とほぼ同じ高さに当たる標高380～1250mの範囲では標高と降水量との間に明瞭な関係は認められない。高標高地は低標高地より冷涼で乾燥しにくいと考えられるので、水分条件に恵まれている可能性はあるものの、標高によって優占樹種も異なるので、標高の影響のメカニズムはまだ明らかではない。

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

焼畑農業地域を対象にリモートセンシング技術と地上データを結びつける手法を開発したこと、その取り組みの中で得た、知見の乏しい熱帯竹林のデータを公表したことがあげられる。

すなわち、休閑期間（群落齢）をパラメータに焼畑休閑地のバイオマス、枯死木、リターの炭素蓄積量やNTFPsを含む林産物生産のポテンシャルを推定する手法を工夫し、休閑期間の短縮や延長が及ぼす影響の予測を可能にした。開発技術は中・高解像度の光学センサで把握可能なパラメータを利用するので、リモートセンシング技術と組み合わせて諸量の広域把握が可能である。また、熱帯林の優占種の一つでありながらバイオマスデータが乏しい熱帯竹類について、バイオマス計測手法とバイオマス推定の式・係数を作成し、公表した。熱帯竹林の生態系炭素吸収量の推定結果を公表した（熱帯竹林の初例）。

この他、住民による燃材や建築用材の持ち出し量を地上データにもとづいて広域で推定する手法を開発しつつあることもユニークな成果といえる。

## (2) 地球環境政策への貢献

本研究で開発した、休閑期間（群落齢）をパラメータに持つ生態系炭素蓄積の推定手法は、吸収源CDMのベースライン炭素吸収量やdisplacementによるリーケージ量の予測に利用できる。予測例は林野庁委託事業や環境省補助事業の委員会、国際シンポジウム、学会等で報告しており、内外の政策担当者や植林事業関係者、研究者らによる議論の材料として利用された。また、同手法は、中・高解像度のリモートセンシングセンサデータと組み合わせて、焼畑農業の休閑期間短縮による森林劣化や、森林がゴム、アブラヤシなど永年性作物の農地に転換されるときに生態系炭素蓄積量の変化の推定に利用可能<sup>4)</sup>で、REDD（開発途上国の森林減少に由来する温室効果ガスの排出抑制）のモニタリング手法の構成要素の一つになり得る。住民の生活のための木質バイオマス利用量の把握と考慮は、REDD実行に不可欠な要素の一つである。今後、学会誌等での公表を通じて本研究の成果の広報・普及に努める。

竹はアジアを中心に熱帯林の優占種の一つであるが、バイオマスデータはごく乏しく、LULUCF-GPG<sup>3)</sup>にもデフォルト値は示されていない。本研究で開発した地下部を含むバイオマス調査手法や、バイオマス推定式・係数はラオスだけでなく、中国やインドシナの他の地域など竹資源の多い国にとって参考になるものである。

## 6. 引用文献

- (1) 千葉幸弘、清野嘉之、落合幸仁、浅井英利、井上吉雄：日本生態学会全国大会ESJ55講演要旨、55:C1-07（2008）
- (2) 古家直行、清野嘉之、浅井英利、白岩達彦、井上吉雄（2008）焼き畑移動耕作地域における住民による薪採取箇所の推定．日本森林学会大会学術講演集(CD-ROM)119:P3a33
- (3) IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme（2003）Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Technical Support Unit IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Institute for Global Environmental Strategies, Hayama.
- (4) 清野嘉之（2007）森林バイオマスを非破壊的に推定する4つの手法－森林減少・劣化の把握に用いるときの長短－．日本熱帯生態学会年次大会講演要旨集17:42.
- (5) Kiyono Yoshiyuki, Asai Hidetoshi, Shiraiwa Tatsuhiko, Inoue Yoshio, Vongmisay Kham（2007）Trade-offs and synergy in slash-and-burn farming: A case study from northern Lao People's Democratic Republic. 1st Global Workshop on improving Forestry Education in Africa, 25-27 September 2007, ICRAF Campus, Nairobi, Kenya.
- (6) 清野嘉之、千葉幸弘、浅井英利、白岩立彦、井上吉雄（2008）ラオス北部山岳地の焼畑休閑林の生長と乾季の日の出前の湿度．関東森林研究59:149-152.
- (7) Kiyono Yoshiyuki, Ochiai Yukihiro, Chiba Yukihiro, Asai Hidetoshi, Saito Kazuki, Shiraiwa Tatsuhiko, Horie Takeshi, Visone Songnouxhai, Viengmany Navongxai, Inoue Yoshio(2007) Predicting chronosequential changes in carbon stocks of pachymorph bamboo communities in slash-and-burn agricultural fallow, northern Lao People's Democratic Republic. Journal of Forest Research 12:371-383.

## 7. 国際共同研究等の状況

3bサブリーダーが所属する農業環境技術研究所がラオス農林業研究センター（NAFRI）とMOUを結んでおり、本課題の活動はそのMOUにもとづくものである。また、現地調査は常にラオス北部農林業研究センターの協力のもとに行っている。

## 8. 研究成果の発表状況

## (1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) Y. Kiyono, Y. Ochiai, Y. Chiba, H. Asai, K. Saito, T. Shiraiwa, T. Horie, V. Songnouxhai, V. Navongxai, Y. Inoue: Journal of Forest Research, 12, 371-383 (2007) "Predicting chronosequential changes in carbon stocks of pachymorph bamboo communities in slash-and-burn agricultural fallow, northern Lao People's Democratic Republic"
- 2) 清野嘉之, 千葉幸弘, 浅井英利, 白岩立彦, 井上吉雄: 関東森林研究, 59, 149-152 (2008) 「ラオス北部山岳地の焼畑休閑林の生長と乾季の日の出前の湿度」

<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）>

なし

## (2) 口頭発表（学会）

- 1) 清野嘉之, 落合幸仁, 五十嵐哲也, 浅井英利, 斉藤和樹, V. Songnouxhai, V. Navongxai: 第14回日本熱帯生態学会年次大会(2004) 「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—休閑地の植生と群落高成長—」
- 2) 清野嘉之, 落合幸仁, 千葉幸弘, 浅井英利, 斉藤和樹, 堀江武, V. Songnouxhai, V. Navongxai, 井上吉雄: 第15回日本熱帯生態学会年次大会(2005) 「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—休閑地群落の時系列に沿ったバイオマス変化に及ぼす林産物利用の影響—」
- 3) Y. Kiyono, H. Asai, T. Shiraiwa, Y. Inoue, V. Kham: 1st Global Workshop on improving Forestry Education in Africa, 25-27, September, 2007, ICRAF Campus, Nairobi, Kenya (2007) "Trade-offs and synergy in slash-and-burn farming: A case study from northern Lao People's Democratic Republic"
- 4) 千葉幸弘, 清野嘉之, 落合幸仁, 浅井英利, 井上吉雄: 日本生態学会全国大会ESJ55講演要旨, 55:C1-07 (2008) 「ラオス移動耕作地の植生回復モデル」
- 5) 古家直行, 清野嘉之, 浅井英利, 白岩達彦, 井上吉雄: 日本森林学会大会学術講演集(CD-ROM), 119:P3a33 (2008) 「焼き畑移動耕作地域における住民による薪採取箇所の推定」

(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