

## 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

清野嘉之・千葉幸弘 (森林総研)・浅井英利・白岩立彦 (京大院)・井上吉雄 (農環研)

**Abstract:** The ultimate aim of our research is to devise a land-use plan in montane areas of northern Laos that may allow selecting the suitable balance of net removals of CO<sub>2</sub> by ecosystems and agricultural production of the region. We have estimated ecosystem carbon stocks in slash-and-burn fallowed land. Bamboo species are dominant species below the range of asl. 650-800m (lowland) and *Schima wallichii* and Fagaceae species etc. are in the upper of the range (montane). We devised a model of carbon stocks in biomass, deadwood, and litter using parameters of years after the last cropping, altitude, and pasture use in fallowed land. The growth rate of carbon stocks was higher in the montane than in the lowland. The studied region has the tropical monsoon climate with the six months dry period and lowland is likely to be dryer than montane regions. To confirm this hypothesis, we measured humidity just before the sunrise on the fair weather with no rainfall for over 50 days in advance of the measurement. We selected three methods: using drier (silikagel), gauze, and thermometer and hygrometer. However, contrary to our expectations, the measured humidity was higher in the lowland than in the montane.

**Key words:** tropical monsoon forest, dew point, carbon stocks

**要旨:** 食糧生産と炭素蓄積機能の調和が取れた焼畑移動耕作地生態系の管理法の開発を目的に、ラオス北部山岳地で、焼畑休閑林の炭素蓄積の推定手法の開発に取り組んでいる。休閑林は標高 650~800m 以下 (低地) ではタケ類、以上 (山地) では *Schima wallichii* やブナ科などが優占する。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。これを確かめるため、最近 50 日以上無降水の乾季の晴天日に、低地と山地の森林内外で、日の出前の湿度に関する値を 3 つの方法 (シリカゲル法、ガーゼ法、温湿度計法) で計測し比較したところ、予想と逆に、低地がより湿っていた。

**キーワード:** 熱帯季節林, 露点, 炭素蓄積

## I はじめに

北部ラオスは熱帯季節林気候に属する。焼畑農業が山岳地を中心に盛んで、休閑期間は徐々に短縮していると見られる。休閑期間は 1970 年代に約 20 年、1990 年代には約 5 年 (4) で、近年では休閑期間 3 年の例も珍しくない。休閑期間短縮の理由は人口増加 (4) や、1980 年代の保全林指定、1990 年代のチーク人工林造成などによる。休閑期間の短縮は炭素貯留を始めとするさまざまな生態系機能の劣化を引き起こしている恐れがある。

農法改善による農業生産力強化をインプットに、食糧生産と炭素蓄積のバランスに配慮した土地利用分配モデルを提案、森林回復もめざす研究を行う中で、広域に適用できる焼畑休閑地の炭素蓄積変化のモデルを構築するため北部ラオスのいろいろな場所で休閑林の群落高を調べたところ、地域による違いがあり、その違いには標高や休閑地放牧の影響などが関係しているようであった (2)。そこでデータを増やし、炭素蓄積予測の重回帰式を作成した。

Yoshiyuki KIYONO, Yukihiro CHIBA (Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki 305-8687), Hidetoshi ASAI, Tatsuhiko SHIRAIWA (Kyoto University 606-8502), and Yoshio INOUE (National Institute for Agro-Environmental Sciences 305-8604) Growth rates of slash-and-burn fallowed forests and humidity before the sunrise in the dry season in mountainous areas of northern Lao People's Democratic Republic

また、成長が低地で遅く、山地で速いのは、乾季（6ヶ月）の乾燥が低地でより厳しいからであるという仮説をたて、検証のために乾季の湿度に関する値を計測した。

本研究は環境省地球環境研究総合推進費（S-2,3b）を用いて行った。調査手法についてご指導を賜った吉武孝氏（森林総合研究所）、現地調査でご協力を頂いたラオス農林研究センターほかの各位に厚くお礼申し上げます。

## II 調査地と調査方法

ラオス国ルワンパバン県（図-1）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. (1) 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。

ルワンパバン県の低地（標高372m：ホイコート村（以下、A村）、400m：フォンサバン村（同、B

村）の林内（A村：果樹林、B村：保全林）と林外（A村：ラオス北部農林研究センター気象観測施設地、B村：水田縁）、山地（標高925m：C村、936m：D村）の林内（C村：果樹林、D村：自然林）と林外（C村：物置屋根、D村：校庭）に、2006年12月23日の日中にシリカゲル法、ガーゼ法、温湿度計法の3法の計測用具を設置し、翌24日の日の出直前に回収して、その間の湿度に関わる値を計測した。A村にあるラオス北部農林研究センター気象観測結果、およびB、C、D村人の話により、A-D各村では最近50日以上無降水が続いていることを確認している。

シリカゲル法では、絶乾（シリカゲルの缶封を開けた直後）で約10gのシリカゲルを、口を開けたポリエステル製の円筒容器に入れてガーゼと輪ゴムで蓋をしたものを各調査地5個ずつ地面に置いた。ガーゼ法では、絶乾（85℃にセットした熱風乾燥器で24時間乾燥させた状態）で1枚約6gのガーゼ5枚をシリカゲルの容器の上空で地上高約1～2mの位置に1枚ずつ、クリップで枝などから吊るした。温湿度計法はロガー付きの温湿度計（EL-USB-2, RH/TEMP DATA LOGGER, LASCAR ELECTRONICS LTD. Wiltshire, United Kingdom, www.lascarelectronics.com）を林外の調査地にのみ1個ずつ、地上高1～2mの位置に吊るした。

なお、焼畑休閑林の優占種は山地では *Schima wallichii*、*Lithocarpus* spp.、*Betula* sp.などの樹木、低地では *Bambusa* などの竹類である。

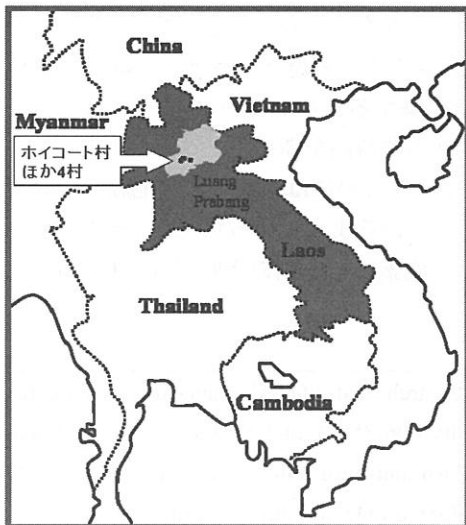


図-1. 調査地

## III 結果

### 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づれかは炭素蓄積に影響を及ぼしているようで、いづ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-2）の説明力は82.2%であった。

### 2. 乾季における湿度条件

温湿度計のデータによると低地、山地ともに、日没頃に気温は約30℃、湿度は10%であったが、日没後3時間ほどの間に気温は急降下し、湿度は急上昇した。その後、変化は緩やかに進み、夜明け前に気温は最低値、湿度は最高値となった。低地の方

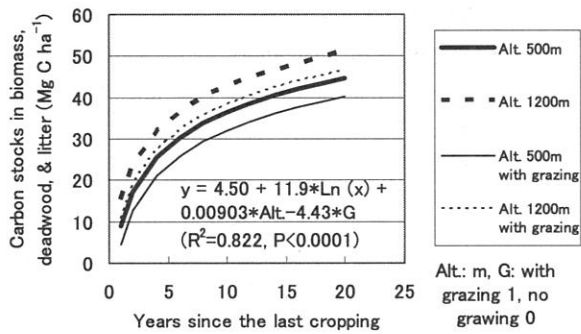


図-2. 休閒年数と標高、休閒地放牧の有無と炭素蓄積の関係

がより低温、高湿で(表-1、図-3A)、低地は露点(dew point)に近い状態に達した。実際、夜明

表-1. 湿度関連値の計測結果

計測地	Alt. m	気温℃		シリカゲル吸水量(絶乾1g当たり)				ガーゼ級水量(絶乾1g当たり)			
		林外	林内	平均値の	林外	平均値の	林内	平均値の	林外	平均値の	
		05.28値	05.28値	平均	A-D間差	平均	A-D間差	平均	A-D間差	平均	A-D間差
A	372	6.5	93	0.0127	a	0.0176	a	0.0304	a	0.1656	a
B	495	6	92	0.0102	b	0.0162	a	0.0247	b	0.1181	a
C	925	7.5	72.5	0.0084	c	0.0127	b	0.0117	c	0.0116	b
D	936	9.5	61.5	0.0083	c	0.0122	b	0.0121	c	0.0122	b

a-cは有意差の有無を表す。

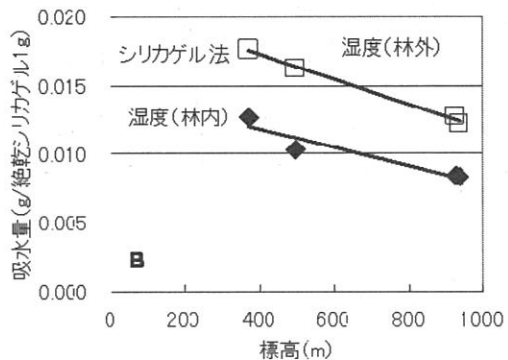
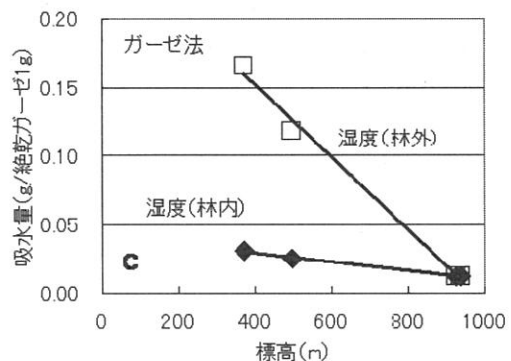
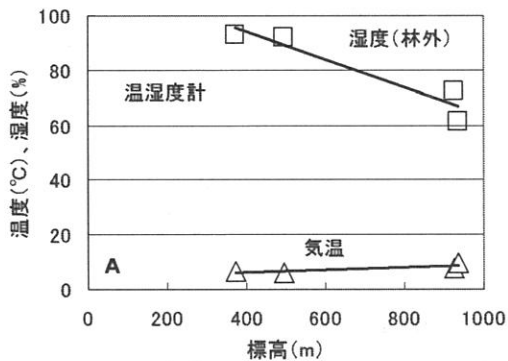


図-3. 温湿度計法(A)、シリカゲル法(B)、ガーゼ法(C)の結果

IV 考察と結論

休閒年数に比べ、標高や休閒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。

A村(低地)にあるラオス北部農林研究センター

の通年の日気象データによると、年によって若干の傾向の違いはあるものの、乾季は連日のように最低気温が露点を大きく下回っており（図-4）、今回の計測値や山地住民の観察を裏付けた。

以上の通り、休閒群落の高さには休閒年数や休閒地放牧の有無とともに、標高の影響が及んでいた。しかし、乾季の森林内外の大気は低地の方が山地より湿っており、湿度で見る限り、仮説とは異なり、低地が山地より乾いているとは言えなかった。休閒林の成長が低地で遅い理由については、土壤の理化学性や降水量等の条件を検討する必要がある。

なお、Kuraji ら (3) のタイ山岳地での気象観測データを利用して、標高と月降水量との関係を探ると、両者の間には標高約 400m から 2,500m を超える広い範囲で正比例の関係があるようである。ただ、標高 1,000m 以下について見ると、降水量に明瞭な傾向はなく、今回のラオスの調査地の標高範囲で降水量が異なるという傍証があるわけではない。

引用文献

(1) KIYONO, Y., OCHIAI, Y., CHIBA, Y., ASAI, H., SAITO, K., SHIRAIWA, T., HORIE, T., SONGNOUKHAI, V., NAVONGXAI, V., and INOUE, Y. (2007) Predicting chronosequential

changes in carbon stocks of pachymorph bamboo communities in slash-and-burn agricultural fallow, northern Lao People's Democratic Republic. *J For Res*, **12** : 371-383

(2) 清野嘉之, 落合幸仁, 五十嵐哲也, 浅井英利, 斉藤和樹, SONGNOUKHAI, V. and NAVONGXAI, V. (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—休閒地の植生と群落高成長—. 日本熱帯生態学会年次大会講演要旨集

(3) KURAJI, K., PUN YATRONG, K., and SUZUKI, M. (2001) Altitudinal increase in rainfall in Mae Chaem watershed, Thailand. *Journal of the Meteorological Society of Japan* **1B** : 353-363

(4) RODER, W. (1997) Slash-and-burn rice systems in transition: challenges for agricultural development in the hills of Northern Laos. *Mountain Res Develop*, **17**(1) : 1-10

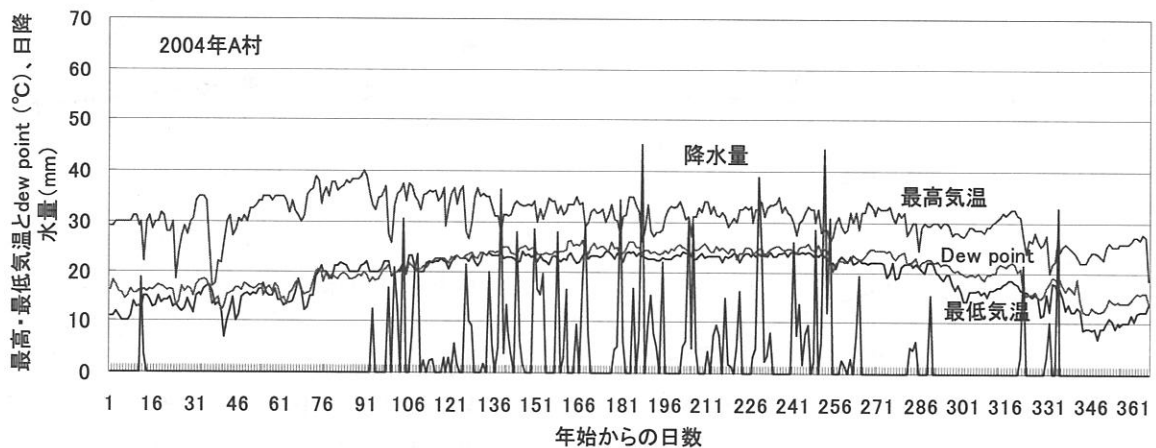


図-4. A村（低地）における2004年の日最高、最低気温、露点（dew point）、降水量