

## ラオスにおける異なる光環境下に植栽された *Cratoxylum conchinchinensis* の成長 Growth of *Cratoxylum conchinchinensis* planted under different light condition in Lao PDR.

米田令仁\*<sup>1</sup>・木村健一郎\*<sup>1</sup>・Bounpasakxay KHAMPUMI\*<sup>2</sup>・Singkone XAYALATH\*<sup>2</sup>  
Reiji YONEDA\*<sup>1</sup>, Kenichiro KIMIRA\*<sup>1</sup>, Bounpasakxay KHAMPUMI\*<sup>2</sup> and Singkone XAYALATH\*<sup>2</sup>

\* 1 国際農林水産業研究センター

Japan International Research Center for Agricultural Sciences. 1-1 Ohwashi, Tsukuba 305-8686 Japan

\* 2 ラオス森林科学研究センター

Forest Science Research Center. P.O.Box:7174, Nongviengkham, Xaithany, Vientiane Capital, Lao PDR

**要旨:** ラオス国内において *Cratoxylum conchinchinensis* (オトギリソウ科, 現地名: マイ・テュー) は薪だけでなく高品質の木炭として利用されているが, 伐採量が増加したために減少していると言われている。本研究では *C. conchinchinensis* の植栽技術の向上を目指し, 異なる光環境下に植栽し成長量を調査した。 *Pterocarpus macrocarpus* 人工林内において, 2013年7月に開空度60%の皆伐区, 開空度30%の樹下植栽区に *C. conchinchinensis* を植栽し, 1年2ヶ月後までの苗の地際直径, 苗高の相対成長速度を比較した。植栽後の苗の生存率は皆伐区で93.9%, 樹下植栽区で83.3%を示し, 皆伐区で高い生存率を示した。また, 苗高は皆伐区で170.3±0.7cm, 樹下植栽区では86.9±6.6cmを示し, 相対成長速度はそれぞれ0.46cm/day, 0.22cm/dayであった。地際直径は皆伐区で15.8±0.4mm, 樹下植栽区では7.7±0.3mmとなった。相対成長速度はそれぞれ0.02mm/day, 0.01mm/dayであった。このことから, *C. conchinchinensis* を植栽する場合, 林内に植栽をおこなわず, より明るい光環境下に植栽するほうが良いと考えられた。

**キーワード:** 植栽試験, 成長, 生存率, 開空度, 薪炭林

**Abstract:** *Cratoxylum conchinchinensis* (Hypericaceae, Local name: Mai Tew) is useful tree species for fire wood and charcoal in Lao PDR. The silvicultural techniques for *C. conchinchinensis* is still not developed and applied even though the demand of firewood and charcoal is high and forest area is decreased from land use change in Lao. The aim of this study is to clarify the suitable light condition for planted seedlings to develop the silvicultural techniques for *C. conchinchinensis*. One year old seedlings were planted in clear cut area (canopy openness: approx. 60%) and in 17 years *Pterocarpus macrocarpus* stand (canopy openness: approx. 30%) in Lao. 14 months after planted, survival rate of planted seedlings showed higher in clear cut area than *P. macrocarpus* stand (93.9% and 83.3%). Seedling height showed higher in clear cut area than in *P. macrocarpus* stand. Mean height of seedlings in the area were 170.3±0.7cm and 86.9±6.6cm, respectively. Relative growth rate of seedling height (RGR<sub>H</sub>) showed same tendency to growth data. The data of stem diameter at ground level (D<sub>0</sub>) also showed that D<sub>0</sub> of seedlings in clear cut area was higher than that of seedlings in *P. macrocarpus* stand (15.8±0.4mm and 7.7±0.3mm). Relative growth rate of stem diameter (RGR<sub>D0</sub>) also showed same tendency to diameter data. Thus, seedlings planted in clear cut showed higher survival rate and growth than that of seedlings planted under trees. Present study indicated that *C. conchinchinensis* should be planted in open and bright area when we plant this species.

**Keywords:** Experimental plantation, Growth, Survival rate, Canopy openness, Firewood forest

### I はじめに

ラオス国内ではガスや電気の普及が遅れていることから, 日常生活で薪を利用する割合が未だに高い。そのため, ラオス国内での薪の需要は農村部のみならず都市部においても高いことから, 農村部では自家消費だけでな

く, 販売目的でも薪が採取され, 農家の家計を支える重要な非木材林産物 (Non-Timber Forest Products; NTFP) の一つに挙げられている。薪の需要が高いにも関わらず, ラオス国内では土地利用の変化に伴い森林が農地に変えられるなど, 木材供給のための伐採がおこなわれている

ことから森林の減少が著しい状況にある。このような状況から、ラオス区国内で薪炭林の造成が急務となっているにも関わらずデータの蓄積が未だに少ない状況である。

木村らがビエンチャン県内でおこなったNTFPの利用実態の研究では、調査対象村では良質の薪として *Cratoxylum conchinchinensis* が利用されているとしている（未発表）。ラオス国内では *C. conchinchinensis* の需要があるにも関わらず、その造林技術は未だにできていない状態である。

熱帯地域では様々な目的で植栽試験がおこなわれてきた。特に植物は種ごとに生育に適した光環境があると言われていたことから、光環境を変えた植栽試験が多くおこなわれてきた（2, 3）。これらの研究では、樹種ごとに適した光環境があり、明るすぎる光環境に植栽した苗において葉が強光を受けることにより生じた光障害によって光合成の機能が低下することが報告されている。また、暗すぎる光環境では光合成速度が低く、植栽苗の成長も低だけでなく、苗が徒長してしまうという報告があり、植栽苗の適した光環境を把握することは造林技術を確立していくうえで重要になる。

本研究では *C. conchinchinensis* を異なる光環境下に植栽し、適した光環境を明らかにすることを目的とした。

## II 方法

### 1. 調査地

本研究はラオス、首都ビエンチャンの郊外にあるラオス森林研究センター（Forest Science Research Center; FSRC）の敷地内の17年生 *Pterocarpus macrocarpus* 人工林内（N 18° 16', E 102° 27'）でおこなった。ビエンチャン周辺の平均気温は約26度で、気温差は大きく、4月の最高気温が約35度であるのに対し、12月の最低気温は約16度になり、熱帯地域でありながら温度差が見られる。また、平均年降水量は約1,600mmで、タイと同様に5月から10月を雨期、11月から4月にかけて乾期がある。調査対象となった *P. macrocarpus* 人工林は、植栽後は各種測定がおこなわれていたが、近年は測定がおこなわれていなかったことから、除草や他樹種の除伐がおこなわれておらず、調査開始時は *P. macrocarpus* と二次林樹種で構成される森林であった。

### 2. 方法

2013年6月に *P. macrocarpus* 人工林と、この人工林に隣接している二次林内に植栽試験区(0.95ha)を選定し、*P. macrocarpus* 人工林の0.45haについては二次林樹種のみ除伐し、残りの二次林0.5haでは全ての樹木を伐採した。2013年7月31日にFSRCの苗畑で生育した1年生の

*Cratoxylum conchinchinensis* の苗を2m×2mの間隔で植栽し、*P. macrocarpus* を残した区域を「樹下植栽区」、皆伐した後に植栽した区域を「皆伐区」とした。*C. conchinchinensis*（現地名：マイ・テュー）はオトギリソウ科の中低木とされているが30m以上になる個体も確認されている。*C. conchinchinensis* は中国南部からボルネオにかけて分布していると言われている（1）。それぞれの調査区内に14m×14mの調査区を設定し、調査区内に植栽した苗49本に関して、植栽直後（2013年8月）、4ヶ月後（2013年11月）、8ヶ月後（2014年3月）、1年後（2014年7月）、1年2ヶ月後（2014年9月）に苗の生存率、苗高（H）、地際直径（ $D_0$ ）を調査した。植栽苗の成長を比較するため、相対苗高（ $RG_H$ ）、相対直径（ $RG_{D_0}$ ）は以下のようにして求めた。

$$RG_H = H_t / H_0$$

$$RG_{D_0} = D_t / D_0$$

$H_0$ ：植栽時の苗高、 $H_t$ ：測定時の苗高、 $D_0$ ：植栽時の地際直径、 $D_t$ ：測定時の地際直径。

また苗の苗高の相対成長速度（ $RGR_H$ ）、地際直径の相対成長速度（ $RGR_{D_0}$ ）は以下のようにして求めた。

$$RGR_H = (H_2 - H_1) / (t_2 - t_1)$$

$$RGR_{D_0} = (D_2 - D_1) / (t_2 - t_1)$$

測定日 $t_1$ の際の苗高： $H_1$ 、 $t_2$ の際の苗高： $H_2$ 、測定日 $t_1$ の際の地際直径： $D_1$ 、 $t_2$ の際の地際直径： $D_2$ 。

また、調査区内からランダムに植栽苗10個体選び出し、これらの光環境を明らかにするために林冠の開空度を調べた。魚眼レンズ（Nikon FC-E9）を装着したデジタルカメラ（Nikon, Coolpix 4500）で各苗の直上（地上1.3mの高さ）で全天写真を撮影した。撮影は人工林の *P. macrocarpus* が着葉している雨期の7月におこなった。撮影した写真からGap Light Analyzerを用いて開空度を求めた。

## III 結果と考察

### 1. 植栽苗の光環境

植栽苗の開空度を調べた結果、皆伐区では55.9%から61.5%を示し、平均は59.4±0.6%であった。一方樹下植栽区では28.5%から32.6%を示し平均は30.3±0.4%であった。皆伐区、樹下植栽区ともに処理区間内の開空度の差は小さかった。樹下植栽区では開空度が約30%を示したが、Kenzoらがマレーシアでおこなったエンリッチメ

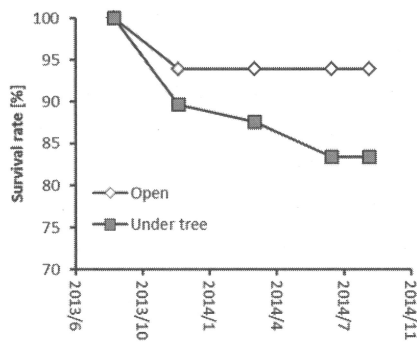


図-1. 植栽苗の生存率の推移  
Fig.1 Survival rate of planted seedlings

ント植栽試験では、比較的明るい光環境で生育する樹種の苗が開空度約30%のもとで高い成長量を示すと報告していることから(2)、樹下植栽とは言え、この樹下植栽区は比較的明るい光環境であった。

### 2. 植栽苗の生存率

植栽1年2ヶ月後の苗の生存率は皆伐区で93.9%、樹下植栽区で83.3%を示し、皆伐区で高い生存率を示した(図-1)。皆伐区では植栽4ヶ月後までの間に枯死した個体があったものの、その後は枯死個体が見られなかった。そのため、皆伐区の植栽苗の枯死は苗の根の未活着などといった、植栽の影響による枯死であると考えられる。一方、樹下植栽区の苗は植栽1年後まで枯死個体が常に確認されたことから、植栽による影響の他に環境要因が影響していると考えられた。本調査地は平坦な地形であり、調査区内で土壌タイプの差異も確認されなかったことから、生存率に影響を与えた主な環境要因は光環境であることが考えられた。

### 3. 植栽苗の成長

#### (1) 苗高

植栽苗の高さは植栽当初約23cmであった苗が植栽1年2ヶ月後には皆伐区のほうが樹下植栽区よりも苗高が高く、苗高は皆伐区で $170.3 \pm 0.7$ cm、樹下植栽区では $86.9 \pm 6.6$ cmとなった(図-2)。 $RG_H$ を比較すると皆伐区では $7.9 \pm 0.4$ 、樹下植栽区では $3.2 \pm 0.4$ となった(図-2)。植栽1年2ヶ月後の $RGR_H$ は皆伐区で $0.46$ cm/day、樹下植栽区で $0.22$ cm/dayであった。苗高成長は両試験区共に乾期の間の測定(本調査では2013年11月から2014年3月まで)では成長が見られないものの、それ以外の測定時には成長が見られた。また、直栽4ヶ月後には既に処理区間で苗高に有意差が確認された

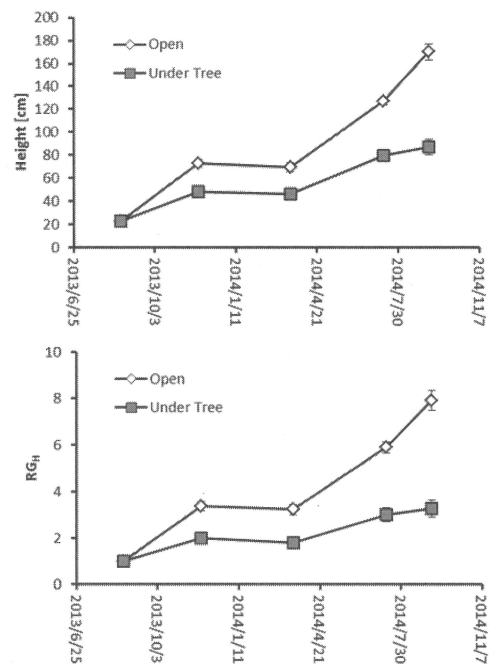


図-2. 植栽苗の高さおよび相対苗高の変化  
Fig.2 Change of seedling height and relative seedling height of planted seedlings.

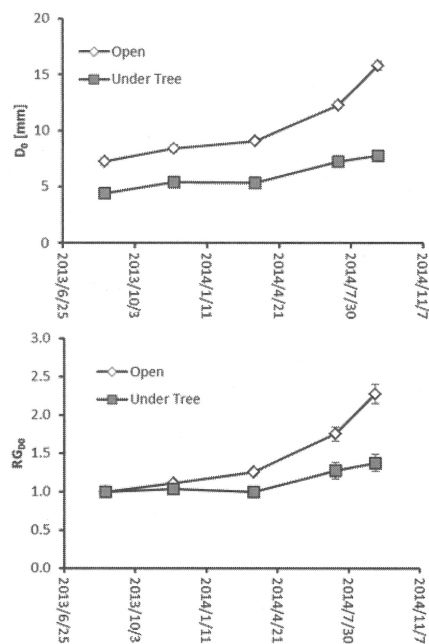


図-3. 植栽苗の地際直径および相対直径の変化  
Fig.3 Change of stem diameter at ground level and relative diameter of planted seedlings.

(ANOVA,  $p < 0.05$ )。このように、比較的明るい光環境の樹下植栽区よりも、皆伐区の植栽苗のほうが2倍以

上の成長速度で、植栽1年2ヶ月後には2倍以上の苗高を示した(図-2)。

#### (2) 地際直径

苗の $D_0$ は植栽当初、皆伐区で $7.2\pm 0.3\text{mm}$ 、樹下植栽区で $4.4\pm 0.2\text{mm}$ であった苗が、植栽1年2ヶ月後には皆伐区で $15.8\pm 0.4\text{mm}$ 、樹下植栽区では $7.7\pm 0.3\text{mm}$ となった(図-3)。 $RGR_{D_0}$ を比較すると皆伐区では $2.3\pm 0.1$ 、樹下植栽区では $1.4\pm 0.1$ となり、苗高と同様に皆伐区のほうが高い値を示した(図-3)。植栽1年2ヶ月後の $RGR_{D_0}$ は皆伐区で $0.02\text{mm/day}$ 、樹下植栽区で $0.01\text{mm/day}$ であった。植栽後の苗の直径成長は両試験区共に緩やかで成長量は少なく、植栽1年後から顕著な成長が見られた(図-3)。

#### IV まとめ

*C. conchinchinensis*を異なる光環境下に植栽した結果、植栽初期の成長は裸地に近い環境のほうが高い生存率で高い成長量を示すことが明らかになった。*C. conchinchinensis*は天然林、二次林、湿地など出現すると報告されているが(1)、今回の結果からより光要求度が高く、先駆種としての特性が高い樹種であることが考えられる。裸地に近い環境下は高温、乾燥状態に晒されることから、先駆種でも過酷な環境になる。そのため、先駆種を植栽する場合は大きなギャップ下に植栽することが多い。本研究では開空度約60%と約30%の環境下に植栽した結果であることから、まだ適した光環境を明らかにできなかったが、今回の結果から*C. conchinchinensis*の植栽はより明るい環境下でおこなうほうがいいと言える。そのため、薪炭林造成をする場合はエンリッチ植栽ではなく、裸地に直接植栽するほうが好ましいと考えられる。

本研究は(独)国際農林水産業研究センター交付金プロジェクト「インドシナ農山村における農家経済の持続的安定性の確立と自立度向上」の一環でおこなわれた。ラオス森林科学研究センターの各位には試験区設定の許可と設定の補助をしていただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

#### 引用文献

(1) KARTASUBRATA, J., MARTAWIJAYA, A., MILLER, R.B., DOS SANTOS, G. and SOSEF, M.S. (1994) *Cratogeomys* Blume. Soerianegra, I. and Lemmens, R.H.M.J. (ed.) *Plant Resources of South-East Asia (PROSEA)* 5(1) Timber trees: Major commercial timbers. :143-151

(2) KENZO, T., YONEDA, R., MATSUMOTO, Y., AZANI, M.A. and MAJID, N.M. (2008) Leaf photosynthetic and growth responses on four Malaysian tree species to different light conditions in degraded tropical secondary forest. *JARQ* 42: 299-306

(3) MARIELOS, P-C., RENE, G.A.B., JHOVANIA, D-L. and ARMELINDA, Z. (2002) Enrichment planting of *Bertholletia excels* in secondary forest in the Bolivian Amazon: effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. *Forest Ecology and Management* 161: 159-168