

東カリマンタンにおける フタバガキ科樹種の植林試験

松 根 健 二

1. はじめに

インドネシア共和国東カリマンタン州では、1960年代末から商業的な森林開発が盛んとなり、1982-83年に発生した大規模な森林火災により、約310万ヘクタールの森林が失われるという大森林被害を受けた。それ以降も森林火災や焼畑耕作、盗伐により森林は劣化の度合いを深め、現在では林冠高3-5m程度、数種の限られた先駆樹種から構成される林が多く、生物種の多様性や現存量が著しく小さい低質な二次林となっているか、あるいはアラン・アランの草地となっている箇所が広がっている¹⁾。このような二次林や草地はこの地域には広く分布し、かつて天然林を構成したであろう高木が尾根など一部に点在するが、これらも野火や焼畑、または近隣の住民による伐採によって徐々に失われてきた。このように種子を供給する母樹もほとんど失われてしまったので、この地域では天然下種更新など自然による植生回復は期待できず、森林の回復には植栽をはじめとする人の介入が必要である。

1991年、住友林業と当時その合弁会社であったPT. Kutai Timber Indonesia (KTI) 社は、インドネシア政府、東京大学と共に、東カリマンタン州スブル地区において主にフタバガキ科樹木を用いた熱帯林再生の技術開発を目的としたプロジェクトを開始した。前例が少なく、手探りの状態からはじめたこの試みだが、1991～1995年、1996～2000年の2期にわたり、その資金の一部を熱帯林再生組合から助成を受け、技術開発委員会の先生方のアドバイスやご指導を仰ぎながら技術開発に取り組んできた。その概要と成果の一部は既報に紹介されているので、参照されたい^{2～4)}。2004年度にこのプロジェクトは終了し

Kenji Matsune : Planting Trial of Dipeterocarp Species in East Karimantan, Indonesia

住友林業株式会社 筑波研究所

たが、この間、1997–98年には長期乾燥と大規模森林火災が発生した。KTI社のスタッフをはじめとする当時の担当者の昼夜を問わない懸命の努力により、約10%の貴重な試験地が焼失を免れ、その中にはBlock1と呼ばれるスブルプロジェクト最初の植栽試験地も含まれる。今日まで残るその貴重な試験地の成長データを紹介したい。

2. 調査地

スブル実験林は、インドネシア共和国東カリマンタン州クタイカルタネガラ県スブル村にある（図1）。実験林の事務所は南緯 $0^{\circ}16'13''$ 、東経 $116^{\circ}59'15''$ に位置し、標高約130m、州都のサマリンダから約60km、車で約2時間のところにある。

スブル実験林における年間降雨量は1,857.2mm、平均気温は31°Cである

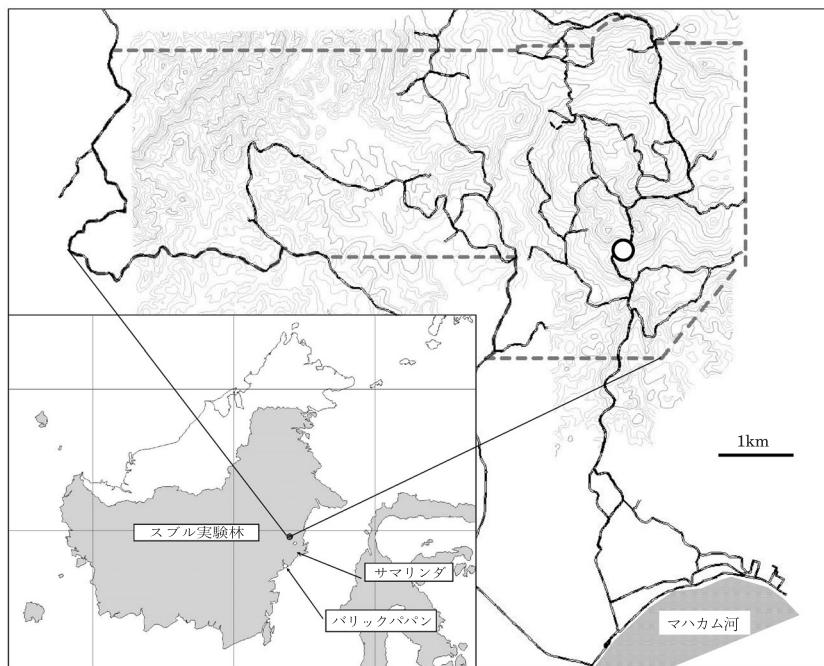


図1 スブル実験林

図中の灰色の破線、黒線及び白抜き丸はそれぞれ実験林の境界線、林内道路、及び今回紹介するフタバガキ科の裸地植栽試験地を示す。

(スブル実験林未発表データ, 1993–96)。明確な乾季はないが、例年5~9月は比較的降雨量が少ない。地形は小規模の河川と谷によってきざまれた波状丘陵地であり、斜面における高低差は30 mを超えない程度である。土壤は第3紀系の堆積岩からなる Orthic Acrisols である⁵⁾。

3. 材料及び方法

スブルプロジェクトは郷土有用樹種による熱帯林再生技術の開発を目的としており、かつての森林の林冠を構成した優占種であり、合板、建材用に利用され、伐採してきたフタバガキ科を主な開発対象とした。本報で紹介する植栽試験地は、1992年1月、焼畑跡地に植栽されたフタバガキ科の裸地植栽試験地である。当時フタバガキ科樹木の植栽事例は少なく、一般には被陰条件下でなければ活着しないといわれていた。これに対し、全天光下でも活着し、よく成長することを実証することが本植栽試験の目的のひとつであった。試験地内や周辺には農民の植えたランプータンやマンゴなどの果樹があり、地拵えや植栽に際してはそのまま残した。

苗は大部分を WANARISET (インドネシア林業省研究開発局の施設) から購入した山引き苗、一部民間企業から購入した種子から育苗した苗を使用した。供試した樹種は、*Shorea lamellata*, *S. parvifolia*, *S. faguetiana*, *S. leprosula* で、植栽の5ヶ月前頃から直射日光に当てる苗木硬化処理を行った。植栽地は尾根から谷に向かい、横50 m 縦160 m で、列間2 m × 苗間3 m とし、各樹種1列ずつ同一樹種を植栽した。*S. lamellata* のみ5列、他は4列で、1列が53本であった。1992年の寡雨季は特に雨が少なく、植栽後に強度の乾燥が続き、多くの苗が枯死した。そのため1992年9月に補植を行った。補植は苗のストックの問題から、*S. leprosula* 以外は同じ樹種の苗の入手が困難だったので、*S. lamellata* には*S. pauciflora*, *S. faguetiana* には*S. seminis*, *S. parvifolia* には*S. johorensis* を補植した。

前述のように1997年の長期乾燥と続く1998年に入っての森林火災により、それまでに植栽してきた各種植栽試験地301 ha のうち、271 ha が消失した。当時プロジェクトのスタッフは防火活動に際し、本試験地の防火を最優先とし、燃えやすい下草を除き、試験地の外周部にブルドーザーによる防火帯を設けた。この対策により、隣接する植栽試験地、二次林、天然更新試験地は全焼したが、本試験地は全焼を免れた⁶⁾。罹災後に残った各樹種の立木位置を図2に示す。

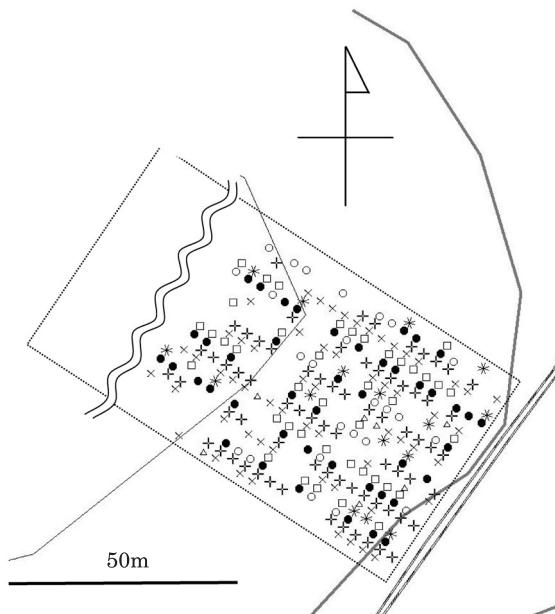


図 2 1998 年の森林火災後に生き残った各樹種の立木位置図

点線は 1992 年植栽時の試験地（右斜面上部、横 50 m, 縦 160 m）を示す。右端は林道

凡例 : ○ ; *Shorea leprosula*, □ ; *S. lamellata*, △ ; *S. parvifolia*, ● ; *S. leprosula* (補植), + ; *S. johorensis* (補植), × ; *S. seminis* (補植), * ; *S. pauciflora* (補植)

全ての供試木の樹高測定を植栽後 2 ヶ月間は毎月、1992 年 9 月の補植以降 1995 年 11 月までの 3 年間は、約 4~6 ヶ月に 1 回の割合で実施した。1998 年の森林火災以降は 1999 年 12 月、2000 年 12 月、2003 年 4 月に樹高と胸高直径を測定した。また胸高直径が測定された 1992 年 12 月以降の 3 回の調査結果から、用材歩留まりを考慮した幹材積を計算し、林分材積 (m^3/ha) の推移を求めた⁷⁾。

4. 結果及び考察

本試験地で最初に供試した *Shorea lamellata*, *S. parvifolia*, *S. faguetiana*, *S. leprosula* の活着率を図 3 に示す。1992 年は寡雨季の乾燥が強く、*S. faguetiana* はほぼ全滅に近い結果となった。*Shorea leprosula* と *S. parvifolia* の一

部（約 19%）が乾燥に耐え、ホワイトメランティである *S. lamellata* は 58.2% と比較的高い生残率を示した。以下、この乾燥を生き残った *S. lamellata*, *S. parfilolia*, *S. leprosula* と補植された *S. leprosula*, *S. johorensis*, *S. parviflora* の成長データを示す。

各樹種の平均樹高の推移を図 4a, b に、平均胸高直径の推移を図 5a, b に示す。*S. leprosula*, *S. parviflora*, *S. pauciflora* の平均樹高は調査期間中単調に増加し、*S. seminis*, *S. johorensis* は最近の 2 年間で樹高成長の鈍化が見られた。しかし植栽木の平均胸高直径は、いずれの樹種も順調に増加し、順位の変動もなかった。

表 1 に 2003 年 4 月（11 年目）時点での各樹種の樹高及び胸高直径の測定個体数、平均値、標準偏差と年平均成長量をそれぞれ示した。平均樹高では裸地植栽においては、*S. leprosula*, *S. johorensis* が植栽後約 10 年目で 9–10 m（年平均成長量は、約 0.8–0.9 m/年）、*S. seminis*, *S. parviflora* が約 6 m（同左、約 0.6 m/年）であった。当初からの *S. leprosula*, *S. parviflora*, *S.*

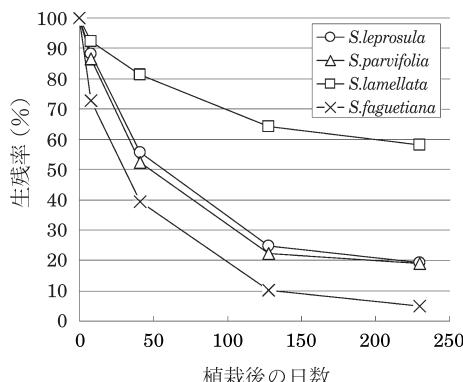


図 3 最初の植栽後の各樹種の活着率の推移
凡例は図 2 と同じ。

表 1 2003 年 4 月時点での植栽樹種毎の成長

		樹高 (m)				胸高直径 (cm)			
		個体数	平均	S.D.	年平均成長量 (/年)	個体数	平均	S.D.	年平均成長量 (/年)
<i>Shorea leprosula</i>	補植苗	44	9.8	1.2	0.92	44	14.3	4.7	1.35
<i>S. johorensis</i>	補植苗	70	8.7	3.2	0.83	69	9.9	3.6	0.93
<i>S. seminis</i>	補植苗	57	5.9	1.8	0.56	58	7.7	2.7	0.73
<i>S. pauciflora</i>	補植苗	13	6.1	2.1	0.57	13	8.3	3.9	0.78
<i>S. leprosula</i>		26	12.3	3.1	1.10	26	18.4	5.8	1.64
<i>S. parviflora</i>		5	10.7	1.6	0.95	5	14.2	3.0	1.27
<i>S. lamellata</i>		40	4.0	4.4	0.36	25	6.4	5.0	0.57

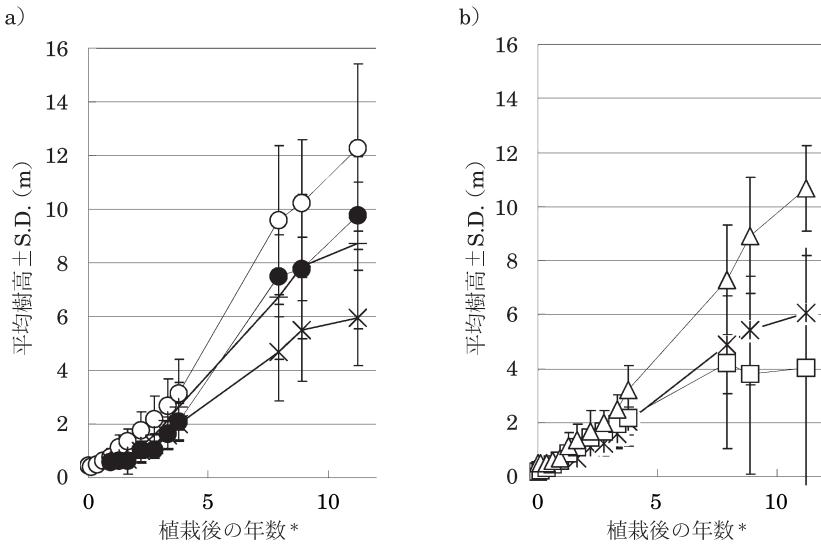


図 4 平均樹高の推移

図 a) ○: *Shorea leprosula*, ●: *S. leprosula* (補植), ×: *S. seminis* (補植), +: *S. johorensis* (補植)

図 b) *: *Shorea pauciflora* (補植), □: *S. lamellata*, △: *S. parvifolia*. (補植)
 (補植)は補植したものであることを示す。縦棒は標準偏差 (S.D.)。

*植栽後の年数: ここでは補植したものについては、7.5ヶ月 (0.6年分) 起点をずらして示めた。

lamellata の平均樹高は、11年目でそれぞれ、12.3, 10.7 及び 4.4 m, 成長速度は約 1.1, 1.0, 0.4 m/年であった。平均胸高直径については、*S. leprosula* が 14.1 cm, 年平均の成長量は 1.6 cm/年であった。*S. johorensis*, *S. pauciflora*, *S. seminis* の胸高直径 (cm) と年平均成長量 (cm/年) (括弧書き) はそれぞれ、9.9 (0.93), 8.3 (0.78), 7.7 (0.73) であった。当初からの *S. leprosula*, *S. parvifolia*, *S. lamellata* の植栽後約 11年目の平均胸高直径及び成長速度は、18.4 (1.6), 14.2 (1.27) 及び 6.4 (0.57) であった。

図 6 に表 1 における平均樹高と平均胸高直径の年平均成長量の関係を各樹種について示した。供試した樹種の中では *S. leprosula* は補植したもの、当初からのものも成長が良い。次いで *S. johorensis* の成長が良く、*S. seminis*, *S. pauciflora* は裸地植栽では成長が劣る結果となった。*S. parvifolia* は比較的良好な成長を示したが、測定本数が 5 個体と少ないとから、簡単には結論できない

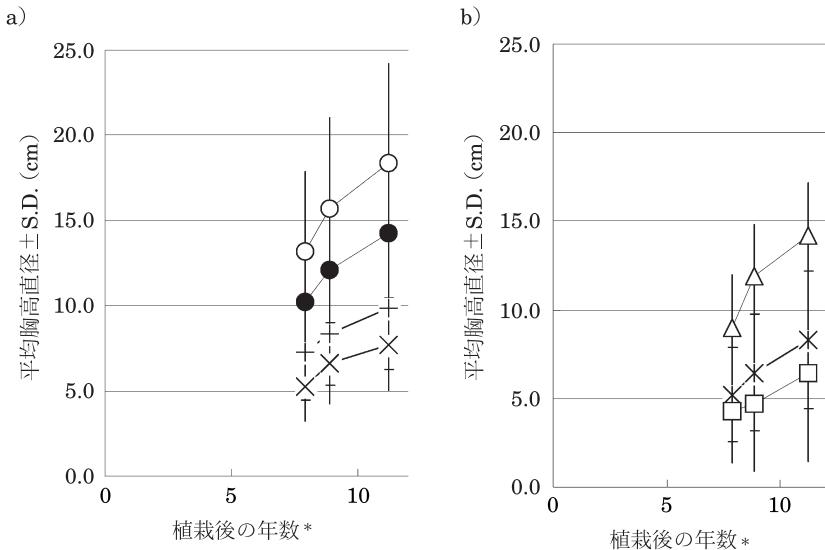


図 5 平均胸高直径の推移

図 a) : *Shorea leprosula*, *S. seminis*, *S. johorensis lamellata*, *S. parvifolia* 図 b) : *S. pauciflora*, *S.*

凡例は図 4a), 4b) に同じ。

*植栽後の年数：ここでは補植したものについては、7.5 ヶ月（0.6 年分）起点をずらして示めした。

であろう。*S. lamellata* は乾燥耐性が高い樹種と思われるが、成長は良くなかった。この樹種は枝を張らず主幹のみが徒長したように伸長する特異な成長を示した。主幹のダイバックと、主軸の交代を繰り返して、樹高、胸高直径ともに小さな値に留まっている。このような性質が植栽環境によるものか、この樹種本来の性質に基づくものは不明である。*S. lamellata* のように枝を張らずに主幹が成長する樹種に *Shorea gratissima* があるが、同じホワイトメランティである。これらの樹種がどのように成長していくのかは非常に興味深い。

図 7 は、1999 年 12 月以降の樹高、胸高直径データから林分材積を推定したものである。混交林分全体では、最初の植栽後から 1998 年の森林火災直後の 8 年目とその後 9 年目、11 年目の材積蓄積はそれぞれ、3.6, 20, 33 m³/ha であり、罹災を免れた後に急速に増加した。年平均成長量 (m³/ha/年) を計算すると 8, 9, 11 年目でそれぞれ、0.49, 2.24, 2.94 であった。

最後に 2003 年 4 月に測定したデータから直径階別に凡例の大きさを変えて

示した立木位置図が図8である。道際から斜面上-中部に比較的大きな個体が固まって分布する傾向がみられた。

本試験植栽で最も成長の良かった *S. leprosula* の平均樹高及び平均胸高直径の年平均成長量は約 1 m/年及び 1.6 cm/年であった。このまま単調に増加すると仮定すると直径 30 cm (樹高 30 m) の利用径級に達するのに約 30 年間要することが予想として成り立つ。スブル実験林は 100 箇所以上の試験地を設置したが、活着しても成長の悪い試験地は多い。この地域におけるフタバガキ科の植林木の成長速度は比較的成長の良いところで、概ねこの程度であろうと思われる。また植林木の成長は道際の斜面上部で良く、下部では悪かった。植林木の成長差がこうした非常に狭い範囲で現われることも、この実験林での試験植栽から感じたひとつの特徴といえる。

5. おわりに

熱帯林再生を試みたスブル実験林における植栽試験地の成長データを紹介させて頂いた。ここに示されたデータは、フタバガキ科樹木の裸地植栽が可能で

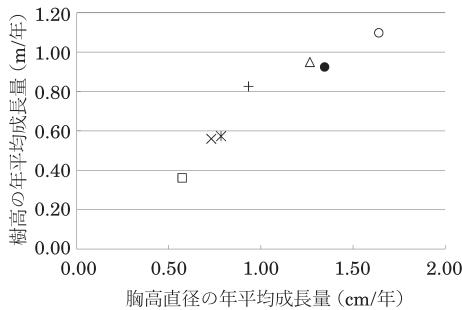


図 6 樹高と胸高直径の年平均成長量の関係
 ● : *Shorea leprosula*, ○ : *S. leprosula*
 (補植), + : *S. johorensis* (補植), × :
S. seminis (補植), * : *S. pauciflora*
 (補植), △ : *S. parvifolia*, □ : *S. lamel-
 lata*
 (補植) は補植した樹種を示す (本文参
 照のこと)。

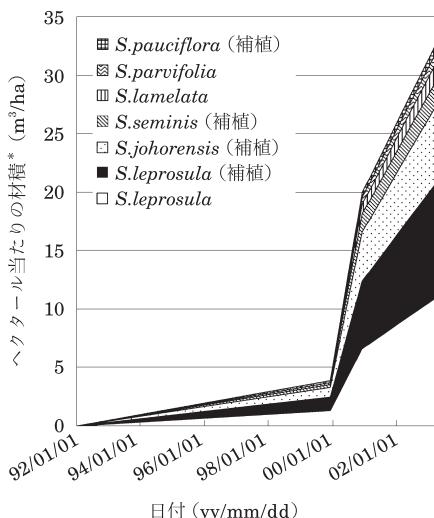


図 7 *Shorea leprosula*, *S. johorensis*, *S. sem-
 inis*, *S. pauciflora*, *S. parvifolia*, *S. la-
 mellata* の推定林分材積の合計値の推移
 図中 (補植) は補植した樹種を示す (本
 文参照のこと)。

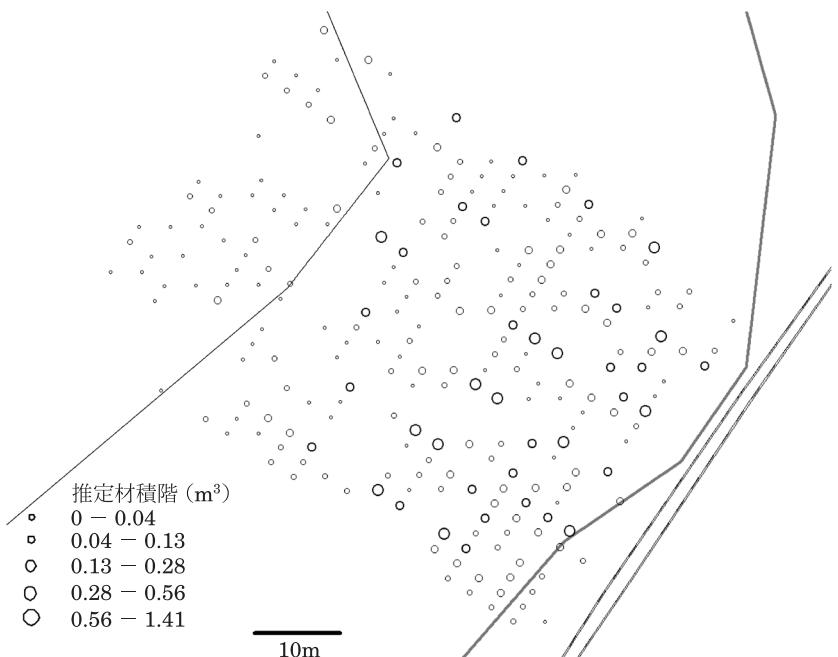


図 8 2003年3月時点における残存木の胸高直径階の分布位置図

あることを実証し、樹種毎に異なる成長反応など、既報で報告された内容を裏付けるに止まらず、植栽後11年間の長期の成長を示した貴重なデータである。現在スブルプロジェクトは終了し、実験林は林業省の研究開発局の管理下にある。著者は2006年1月に実験林を訪れる機会を得たが、この試験地は今でも立派に維持されていた。スブル実験林にはこの試験地の他にも *S. leprosula* の密度試験地など貴重な試験地が残っており、いずれも立派な林になりつつある。

スブルプロジェクトは熱帯林再生技術研究組合の皆様に非常に多くの便宜を図って頂いて成立したプロジェクトである。技術開発の面では研究組合学識者の諸先生方に貴重なアドバイスとご指導を頂きながら進めることができた。1998年の森林火災など、本プロジェクトは幾多の困難を経てきたにも関わらず、プロジェクトを維持、推進できたのは、ここを訪れてくださった多くの皆様のご理解と励ましのお陰であり、それに励まされながら日々弛むことなく尽力してきたKTI社の皆さんと諸先輩のお陰である。

1991 年のプロジェクトの開始当初から 2004 年 3 月の終了時までスブル実験林を取り巻く社会環境も大きく変化してきた。天然林はさらに減少の一途をたどり、木材業界においては、木質資源の天然林木から植林木への転換が強く望まれるようになってきている。こうした状況へ対応するために、成長の早い産業用材樹種の造林技術の確立が必要となっており、当社の技術開発もそこに焦点を当てたものにシフトしてきた⁸⁾。そこではスブルプロジェクトで培われた人、経験、技術が存分に活かされている。この技術開発を通して培われた人、経験、技術が今度は再び東カリマンタンのように荒廃した地域における植林事業に活かされる日がくるのではないかと考えている。

〔参考文献〕 1) Hashimoto, T., Kojima K., Tange T., and Sasaki S., (2000) Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. Forest Ecology and Management 92 : 331-337. 2) 小林紀之、曾田 良、佐々木恵彦(1993)熱帯林業 No. 28 pp. 26-36. 3) 中村健太郎、木村信司(1996)熱帯林業 No. 36 pp. 37-46. 4) 曽田 良(1997)熱帯林業 No. 40 pp. 26-34. 5) FAO/UNESCO (2003) THE DIGITAL SOIL MAP OF THE WORLD. 6) 热帯林再生組合編 热帯林育成利用技術成果報告書. 7) 住友林業株式会社 (2000) 平成 11 年環境省請負業務 地球温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査 インドネシア東カリマンタンにおける植林事業調査報告書. 8) 中村健太郎 (2007) 热帯林業 No. 68 p. 68.

お知らせ

熱帯林業 67 号 34-43 頁に掲載されました「フィジーのマホガニー造林と自然保護」は、2005 年 2 から 3 月にかけて JICA により実施された“フィジー・トンガ自然環境分野プロジェクト形成調査”から得た情報に基づいて書いたものである”と著者より追補がありました。