

### Ⅲ 劣化林/外来早生樹植栽地への在来種導入による生物多様性変化

#### 1. モデル林造成後の導入樹種の成長

国際緑化推進センター 技術顧問 石塚森吉  
主任研究員 飯田敏雅

##### 1.1 はじめに

モデル林造成の対象地は、Kuchin の西方 115km に位置する Sabal 州有林のアカシアマンギウム (*Acacia mangium*) 植栽地 (現状はアカシアマンギウムが衰退した低質二次林) である。この地域の原生植生は Lowland Mix-dipterocarp Forest に区分され、過去の記録等から、元来はフタバガキ科樹木が優占するいわゆる低地フタバガキ林 (写真-1) であったと考えられる。対象地は 1984 年にアカシアマンギウムが植栽されたが、生育不良だったことに加えて、アカシアマンギウム材の過剰供給や地利の悪さから、未利用なまま過熟状態となり、アカシアマンギウムが自然枯死した後、早生樹種が侵入 (天然更新) して低質二次林化した林分である (写真-2)。サラワクの多くのアカシアマンギウム植栽地は、本林分のように 1980 年代半ば以降に植栽されたもので、林齢 25 年を超えるものが中心であり、かなり大きな団地で造成されている。



写真-1 天然林の景観 Similajau 国立公園  
正面の木は *Dryobalanops beccarii* (フタバガキ科)。稚幼樹は *Dryobalanops* 属、*Shorea* 属、*Dipterocarpus* 属など。



写真-2 アカシアマンギウム人工林が枯死・衰退した低質二次林

主林木のアカシアマンギウムが枯れたこのような林分は、大面積の造林地が多いこともあり、元来の天然林構成種が母樹として残っていることはほとんどなく、いわゆる先駆性

樹種が更新した低質二次林となっていることが多い。この様な低質二次林の取扱方法については、国や地方政府それぞれの方式があるが、①皆伐し、改めてユーカリ類 (*Eucalyptus*) 等を植栽しパルプ材生産林として利用するか、あるいは②地域の天然林構成樹種を林内に植え込み (enrichment planting)、元来の天然林に近づけて多目的利用を目指すか、大きく2つの選択肢が取られている。ここでは、本事業の目的である生物多様性を維持・向上できる森林を造成するために、低質二次林に天然林構成樹種を植え込み、元来の天然林の組成・構造に近づける管理手法を検討することとした。

なお、森林造成にあたっては、地域住民との協働で管理することがなければ、公有林であっても森林は適切に保全されにくいと考えられるので、モデル林には緩衝帯を造成し、地域住民の便益を図ることを計画した (図-1)。ただし、本事業では予算的な制約から、モデル林面積を 2ha 程度として、この中で、地域住民の便益を図る措置として、地域住民の選択した樹種の導入を採用することとした。

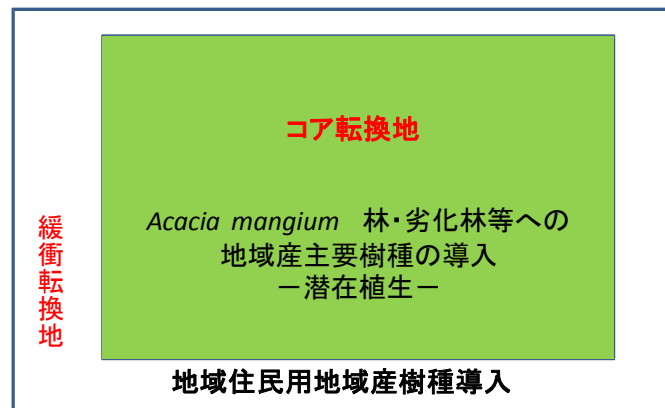


図-1 現地産高木樹種導入試験地における地域住民との協働の仕組み

コア転換地は対象地全体の中心部分に設定する。導入する樹種は地域産の主要な高木種とし、可能であれば保全が必要な種類を混ぜて植栽する。本モデル林では、地域中心樹種 *Dryobalanops beccarii* を主植栽木とし、他にも地域特産種や保全が求められている種を選定した。緩衝転換地は対象地の集落に近い地域に設定するが、小面積の場合はコア転換植栽木と混植する。導入する樹種は多用途樹種 (MPTs) を中心に地域住民が希望する j 種類を選択する。その際の基準として、短期間に産物が得られるものから、5年、10年単位で徐々に効果が出てくるものを意識する。また、生物多様性保全を意識し、必ずしも高木種に限らないが、生態系保全に役立つ種類も合わせて選択する。

## 1.2 対象地の概要

モデル林の対象地はサラワクを東西に結んでいるボルネオハイウエーの Sri Aman 町に向かって Kuchin から西 115km ポストに位置し、距離標から約 150m 北部に入ったところに位置する *Acacia mangium* 植栽地、2ha である。対象地は中央付近に小川が流れており、小川の両岸 5m 程度は急斜面であるが、他は緩やかな傾斜地となっている。幅 3~5m 程度の谷底部を除いて、全体的に排水は良好で、黄色土壌 orthic Acrisol (FAO) または Red Yellow Podzolic Soil (マレーシア分類) と同定され地域の土壌としては貧栄養という

欠点はあるが酸素欠乏も一時的滞水もなく、熱帯多雨林気候下の樹木成長には最良の土壤と考えられる。

対象林分は1984年前後に *Acacia mangium* が植栽された林分で、植栽後25年を経過したアカシアは徐々に枯れ、そのあとは地域の先駆樹種が天然更新した二次林か、あるいはコシダ類などツル植物等が繁茂する藪状態になっている。広大な面積に *Acacia mangium* が植栽されたこともあり、伐採前の天然林構成種が母樹として残っていることはほとんどなく、フタバガキ科などの極相林（遷移後期）を特徴づける樹種の稚幼樹がほとんどみられない状況になっている。また、ツル性シダが繁茂する場合は、林床がきわめて暗くなり、早生樹の天然更新もままならない状況である。

### 1.3 植栽方法 (Line Planting)

2011年10月に区域の確定調査と土壌調査を実施し、その結果に基づき植栽候補樹種の選択を行い、2012年3月に植栽が行われた。モデル林の区域面積は2haであり、縦横5m間隔で植栽すると計算上は400本/ha、計800本の植栽となるが、小川が入り組んでいることから植栽不可能な場所もあり、結果として11種710本が植栽された。しかし、2012年は植栽直後の5、6月に例年にない高温が続いたため、活着せずに枯死した苗木が多数見受けられたため、2012年11月末から12月にかけて改植が行われた。ただし、当初植栽された樹種のうち *Vatica oblongifolia* と *Neolamarckia cadamba* については改植の苗木の調達ができず、*Dryobalanops oblongifolia* と *Artocarpus anisophyllus* に置き換えを試みたが、植栽できた本数はそれぞれ僅かに3本と1本で、2年後の2014年3月の調査時には生存個体を見いだすことができなかった。

モデル林の植栽方法は、サラワク森林公社によるラインプランティング (Line planting) 法で行われた。この方法は、列間幅は2m、保残帯3m、植栽間隔5m×5mで、列は東西に開くこととしている (写真-3)。

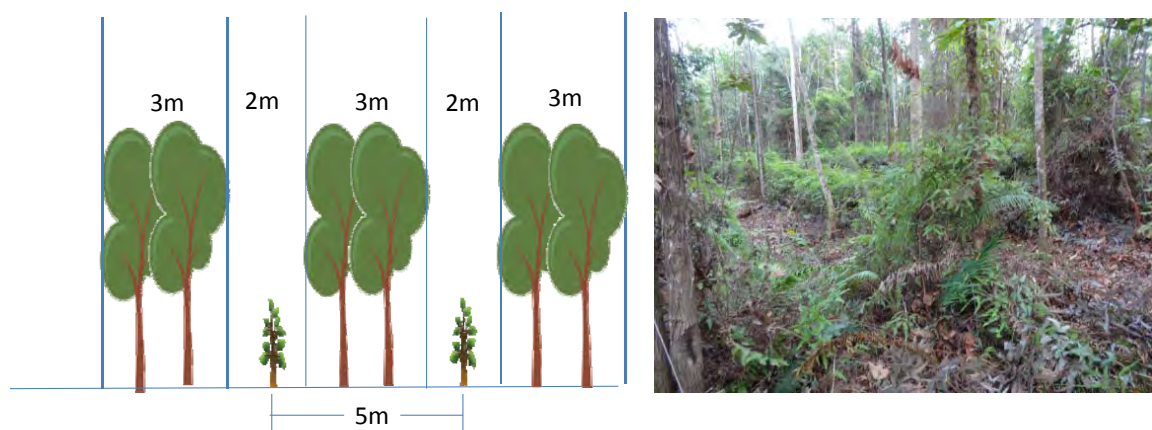


図-2 サラワク森林公社のラインプランティング法(左)と実際のモデル林の様子(右)

上図より保残帯を挟んだ苗木と苗木の間隔は5m、苗木の植栽列上の植栽間隔も5mであるため、全体の苗木の植栽間隔は5m×5mになる。写真のモデル林は *Acacia mangium* 人工林が衰退してできた二次林で、上木が疎で林床は比較的明るい場合が多い。

植栽列の当初の散光透過率（相対照度）は 平均すると 40% 以上とかなり明るく、アカ シア造林地の主林木であるアカ シアの枯損と衰退によって林冠が疎になったことが主因であると考えられる。

#### 1.4 導入樹種の選定

導入された樹種は、以下のような基準で選定された。

①地域産の天然林構成樹種であること、②森林公社苗畑で調達可能であること、③保全に問題のある樹種であること、④生態系に独特の役割を持つ樹種であること、⑤地域住民による利用が現在もあること、 などである。これらの基準から、フタバガキ科樹種を中心に 11 樹種が選ばれた。改植で用いた樹種のうち、フタバガキ科植物は表－1 の7 種で、そのうち *Dipterocarpus* 属から1 種、*Dryobalanops* 属が2 種、*Shorea* 属が4 種で、すべて Sabal 地域に天然分布する樹種である。生態学的にも社会学的にも地域を特徴づける重要な樹種であるが、現在あるいは近い将来、絶滅が危惧される種が含まれ、とくに *Shorea ladiana* は国際自然保護連合の Critically Endangered species (IUCN 2.3) に指定されている。

表－1 導入したフタバガキ植物の特徴とその選定理由

樹種名 (サラワク名)	分布などの特徴	選定理由
<i>Dipterocarpus oblongifolius</i> (Ensurai)	Sabal 地域は分布中心域。 淡水河川堤防上に成育。	果実は魚類の餌。 魚付き林好適種。
<i>Dryobalanops beccarii</i> (Kapur Bukit)	Sabal 地域の優占種。 巨木－H:65m, DBH:200cm。	天然林主樹冠構成木。 龍腦生産。
<i>Dryobalanops oblongifolia</i> (Kapur Kelansau)	Sabal 地域は分布域。混合フタバ ガキ林の波及地。排水不良・可。	保全必要種。 ナッツは地域住民食用
<i>Shorea argentifolia</i> (Meranti Binatoh)	Sabal 地域より北方に多産。混合 フタバガキ林河岸堤防。	保全的問題が若干あ る。Red Meranti
<i>Shorea ladiana</i> (Selangan Batu Daun Kilat)	Sabal は分布域。混合フタバガキ 林に散在。排水良好立地。	絶滅危惧種 Selangan Batu
<i>Shorea rubra</i> (Meranti Merah Kesumba)	Sabal は分布域。混合フタバガキ 林。弱いケランガス土壌・可。	保全が必要な種 Red Meranti
<i>Shorea seminis</i> (Tegalam)	Sabal 地域は分布中心域。低地フ タバガキ林	保全が必要な種 Selangan Batu

表－2 フタバガキ以外の導入種とその特徴・選定理由

樹種名 (サラワク名)	分布などの特徴	選定理由
<i>Artocarpus anisophyllus</i> (Bintawak,)	低地と山地フタバガキ林。 地域に少量で普遍的。	地域住民－果樹利用、薪炭利 用
<i>Artocarpus kemando</i> (Pudau)	サラワクではポピュラー。 高い環境適応性－湿地可。	地域住民－果樹利用、ココナ ッツミルク代用品
<i>Koompassia exelsa</i> (Tapang)	東南アジア最大木。MAX H:88m Sabal 地域も密に分布。	ミツバチの巣の木として 住民珍重。樹皮薬用。
<i>Palaquim pseudorostratum</i> (Nyatoh Babi daun Besai)	Sabal 地域は分布域。過湿環 境で 成育。	地域住民－木材・樹脂利用 (Gutta-percha 樹脂代用品)

### 1.5 植栽木の配置

当初は同一樹種をブロック植栽することを想定したが、苗木が十分調達できなかった樹種もあり、ブロック配置は採用せず、同一樹種が列状になるように配置にした（図-2）。改植後の活着は良く、改植後3ヶ月経過した時点で枯損が確認された植栽木はわずかに3本で、全体で708本が成立した（表-3）。*Shorea rubra*, *S. ladiana*, *S. seminis*, *Dryobalanops beccarii*, *Palaquium pseudorostratum*, *Koompassia excelsa*, *Artocarpus kemando* についてはそれぞれ100本前後が植栽されたが、それ以外の苗木が調達しにくい樹種については本数が少なく、とくに *Artocarpus anisophyllus* は植栽本数1本、*Dryobalanops oblongifolia* は植栽本数3本であった（表-3）。

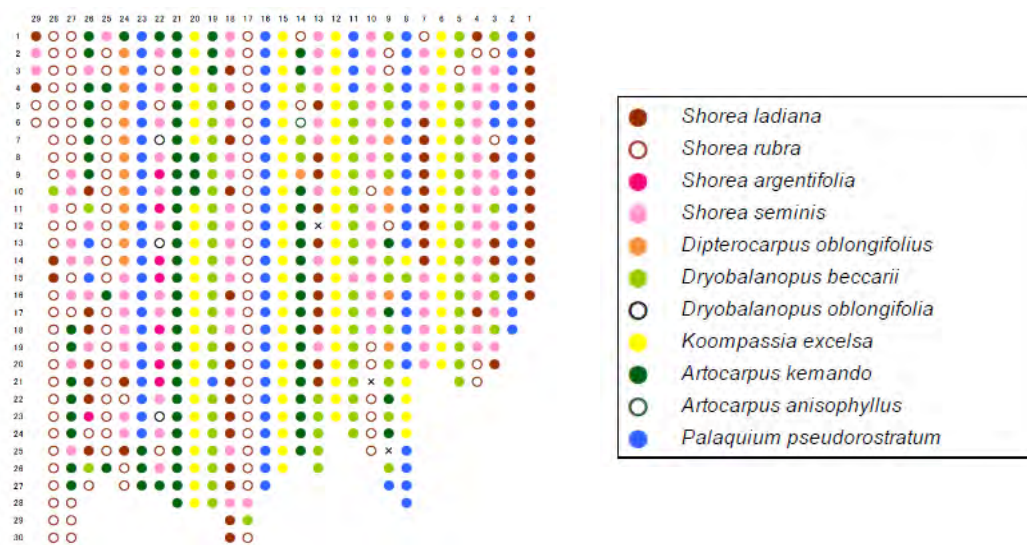


図-3 モデル林の植栽木の配置（植栽間隔は5m x 5m）

表-3 モデル林植栽樹種の植栽3ヶ月後の樹高と本数

	Height (cm)			Number
	Mean	Max.	Min.	
<i>Shorea rubra</i>	94.21	157	10	89
<i>Shorea ladiana</i>	76.80	133	43	74
<i>Shorea seminis</i>	58.34	93	21	112
<i>Shorea argentifolia</i>	95.00	131	35	37
<i>Dipterocarpus oblongifolius</i>	26.79	36	13	19
<i>Dryobalanops beccarii</i>	61.12	84	24	94
<i>Dryobalanops oblongifolia</i>	86.67	107	71	3
<i>Palaquium pseudorostratum</i>	44.08	76	23	99
<i>Koompassia excelsa</i>	90.60	137	52	99
<i>Artocarpus kemando</i>	76.83	119	15	81
<i>Artocarpus anisophyllus</i>	64.00	64	64	1

計 708

植栽3ヶ月後の苗木の平均樹高(苗高)は27~95 cmの範囲でかなり大きな差があったが、この差は植栽苗木の苗長の差を反映しているものと考えられた。とくに *Dipterocarpus oblongifolius* (平均樹高27 cm)と *Palaquim pseudorostratum* (平均樹高44 cm)が小さく、その他の樹種は平均樹高約60~90 cmの範囲にあった。

## 1.6 植栽2年後(2014年3月)および2年8ヶ月後(2014年10月)の植栽木の成長と光環境

### 1) 調査方法

2014年3月4、5日に植栽した苗木の根元直径(D0)と樹高(H)、および主軸頂端の直上で全天空写真を撮影し、苗木の光環境を推定した。全天空写真の撮影には、ニコン CoolPix7800 とフィット社の魚眼レンズ UWC-0195 を用いた。また、その約8ヶ月後の2014年10月22、23日に、一部のサンプル木について3月と同様に、苗木の根元直径)と樹高、および主軸頂端の直上で全天空写真を撮影し、成長速度(相対成長率)と光環境の追跡調査をおこなった。このとき、樹高の高い樹木の撮影には高所で魚眼レンズを水平にして撮影するためにフィット社の Opto Canopy システムを用いた。



図-4 フィット社の魚眼レンズ(UWC1990)とカメラ(ニコン CoolPix7800)と水平撮影装置(Opto Canopy)

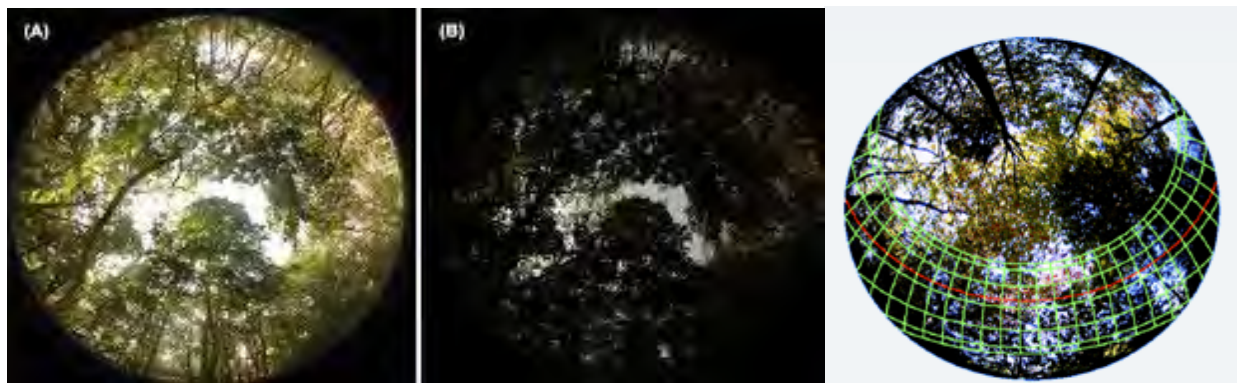


図-5 Gap Light Analyzer による全天空写真の二値化による散光透過率の算出

全天空写真を用いた光環境解析のソフトウェアは、Gap Light Analyzer (Frazer・Canham・Lertzman, 1999 [http://www.rem.sfu.ca/forestry/downloads/gap\\_light\\_analyzer.htm](http://www.rem.sfu.ca/forestry/downloads/gap_light_analyzer.htm))を用い、カラー画像の青色パレットを二値化して、標準曇天モデル (SOC) における散光透過率 (percent transmission of diffuse light, 相対散乱光) を算出した (図-5)。

## 2) 調査結果

### (1) 植栽樹種の生存率と樹高 (苗高) の生長

2013年2月と2014年3月に測定した各樹種の生存本数と平均樹高と表-4に示した。なお、2013年2月と2014年3月の調査時の樹種名に一部混乱が見られたため、2014年10月の補足調査で確定した。

*Dryobalanops oblongifolia* (3個体)、*Artocarpus anisophyllus* (1個体) は植栽個体数が少なかったこともあり、2014年3月調査時に生存個体を見いだすことはできなかった。他の樹種の生存率はいずれも8割以上で、上記2種を除いて、いずれも低質二次林へのエンリッチメントプランティング (林内植え込み) に適して樹種と考えることができる。

2013年2月と2014年3月の間の約2年間における樹高の樹種別の平均成長量は14cm~62cmで、植栽時3ヶ月後の樹高とは相関はなく、平均樹高成長が最も大きかったのは、*Dryobalanops beccarii* の平均樹高成長量62cmであった。次いで、大きい方から順に、*Shorea rubra* (52cm)、*Shorea ladiana* (47cm)、*Palaquim pseudorostratum* (45cm)、*Shorea argentifolia* (41cm)、*Dipterocarpus oblongifolius* (37cm) が約40cm以上の平均樹高成長量を示した。逆に、植栽3ヶ月後の樹高 (苗高) が比較的大きかった *Koompassia excelsa* と *Artocarpus kemando* の平均樹高成長量は28cm、14cmで最も少なかった。

表-4 モデル林植栽樹種の生存本数と樹高  
2012年2月(植栽3ヶ月後)と2014年3月(前回調査の2年後)の調査

植栽樹種	植栽3ヶ月後の苗木の樹高(cm)			前回調査の2年後の生存率と苗木の樹高 (cm)					
	本数	平均樹高	最大樹高	本数	生存率	平均樹高	変動係数	最大樹高	平均成長量
<i>Artocarpus anisophyllus</i>	1	64		0	0.00				
<i>Artocarpus kemendo</i>	81	77	119	76	0.94	90	0.42	210	14
<i>Dipterocarpus oblongifolius</i>	19	27	36	16	0.84	63	0.35	121	37
<i>Dryobalanops beccarii</i>	94	61	84	87	0.93	123	0.36	240	62
<i>Dryobalanops oblongifolia</i>	3	87	107	0	0.00				
<i>Koompassia excelsa</i>	99	91	137	88	0.89	118	0.30	221	28
<i>Palaquim pseudorostratum</i>	99	44	76	90	0.91	89	0.37	151	45
<i>Shorea argentifolia</i>	34	95	131	29	0.85	136	0.29	240	41
<i>Shorea ladiana</i>	74	77	133	68	0.92	123	0.30	210	47
<i>Shorea rubra</i>	89	94	157	85	0.96	146	0.39	301	52
<i>Shorea seminis</i>	112	58	93	108	0.96	86	0.30	200	27

樹種毎の植栽地の光環境等の環境条件が全て等しい訳ではないが、*Dryobalanops beccarii*はこれまで他の enrichment planting サイトでも良好な成長を示しており、絶滅

危惧種（Endangered: IUCN 2.3）であるが、林内植え込みに最も適した樹種の一つと考えられる。さらに絶滅の危機にある *Shorea ladiana*（Critically Endangered species : IUCN 2.3）も年間樹高成長量 43.6cm の良好な成長で、この種の保全に植え込みが可能なことを示していると考えられる。

（2）植栽樹種の根元直径－樹高関係と林内の光環境

植栽2年後の苗木の樹高、根元直径と苗木頂端部の光環境（散光透過率）の相関関係をみた結果、いずれの樹種においても両者ともに相関は低く（ $R^2 \leq 0.314$ ）、単純に光環境に対する樹種間の成長反応の違いを比較することは困難であった。例えば、図5に *Shorea argentifolia* と *Shore ladiana* の例を示したが、基本的には同じような傾向を示しているのに、データの散らばり方で傾向線や相関係数に大きな違いが生じている。

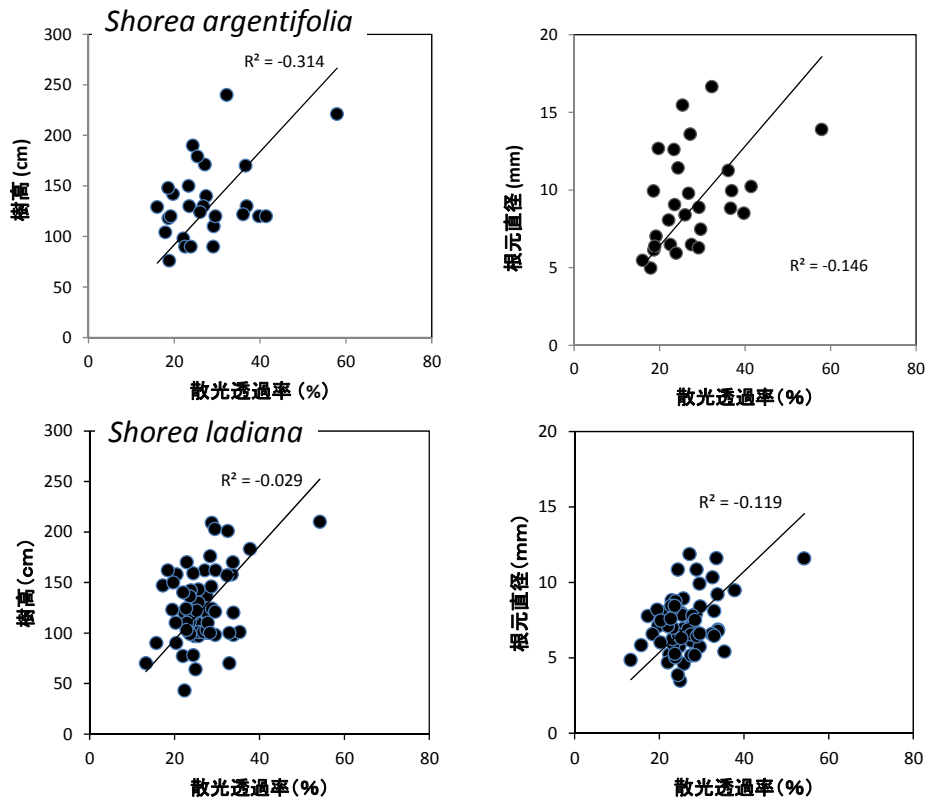


図6 *Shorea argentifolia* と *S. ladiana* における散光透過率と樹高、根元直径の関係  
基本的には同じような傾向を示しているのに、データの散らばり方で回帰直線や相関係数に大きな違いが生じている。

また、樹木の直径と樹高の関係には相対成長（アロメトリ）の法則性があり、直径と樹高の関係全体が光環境の影響を受けていると考えられるため、ここでは苗木個体のサイズを根元直径－樹高の散布図に表わすとともに、全天写真で推定した各個体の散光透過率のレベルを3段階（10～20%、20～30%、30～50%）に分けて個体のサイズとの関係を見ることとした（図－7）。



Diffuse light transmission level (%) and fisheye image of canopy

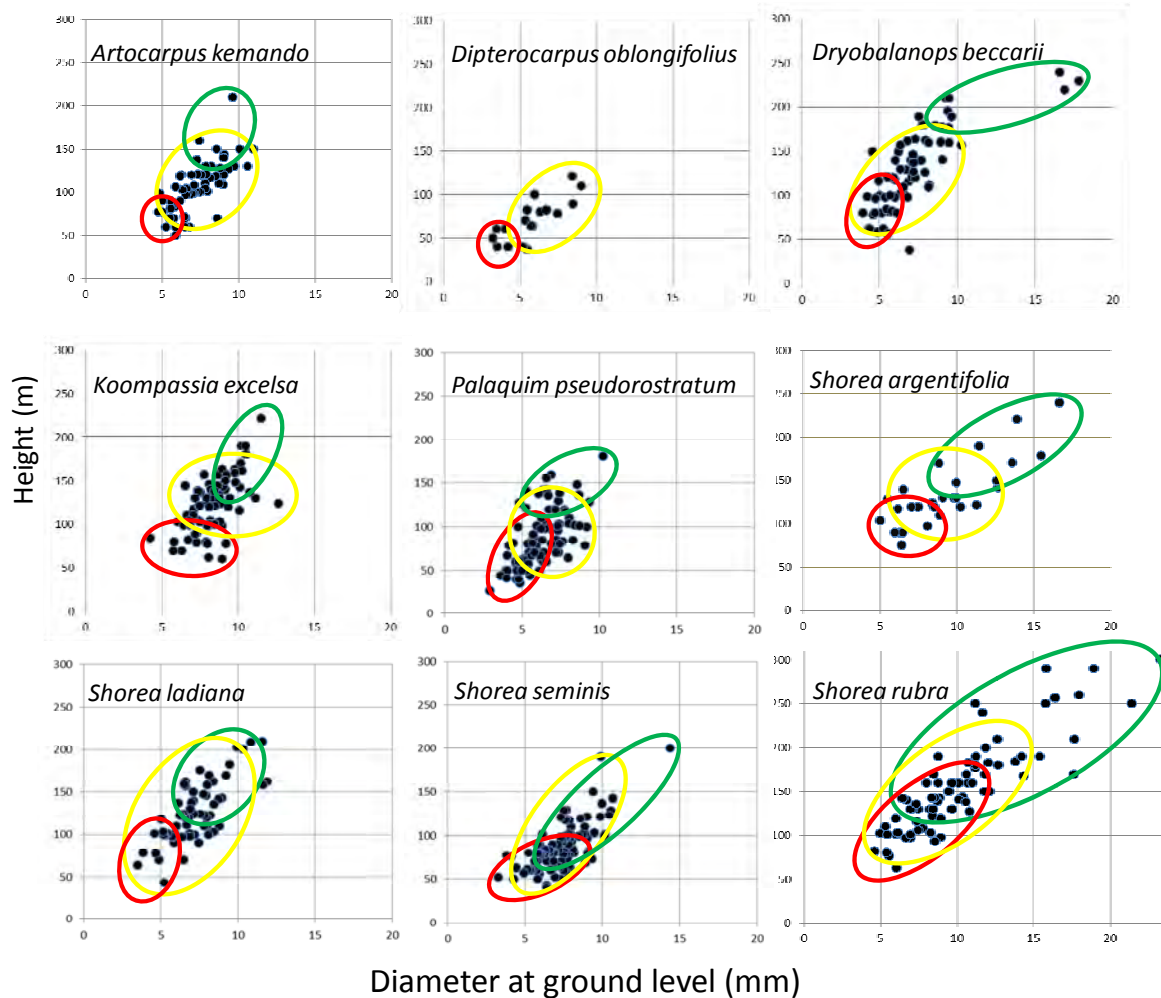
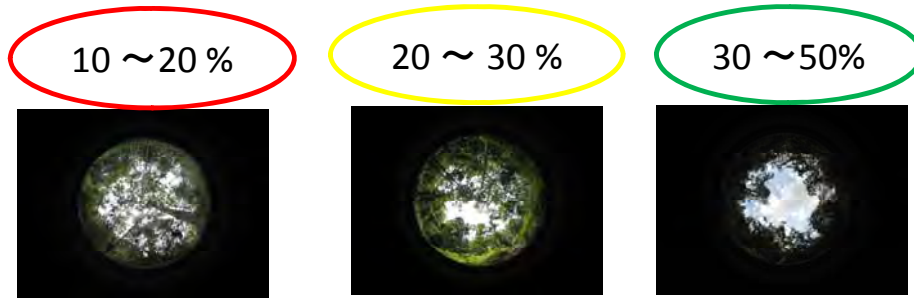


図-7 樹種別の根元直径-樹高関係(植栽2年後)と散光透過率(3レベル)の関係

植栽2年後の苗木個体のサイズを根元直径(mm)-樹高(m)の散布図に表わすとともに、全天写真で推定した各個体の散光透過率のレベルを3段階(10~20%:赤色の枠、20~30%:黄色の枠、30~50%:緑色の枠)に分けてその範囲を示した。植栽した場所の明るさ(散光透過率)と成長した苗木の個体サイズの大まかな関係を見ることができる。

図-7をみると、明かに光環境レベルの上昇に苗木がよく反応して成長するタイプの樹種と、光環境レベルの変化に截ちに反応せず低木層(高さ50~200cm)の高さで待機しているタイプの樹種があることが見てとれる。

光環境のレベルの上昇によく反応して成長する樹種(仮に「強光成長型」とよぶ)には、

*Dryobalanops beccarii*, *Shorea argentifolia*, *Shorea rubra* が含まれるが、*Dryobalanops beccarii* は光強度に対して個体の大きさが比較的明瞭に分離する（成長は光の強さにより依存）のに対して、*Shorea rubra* はそれほど明瞭に分離しない傾向がある。光環境レベルの変化に截ちに反応せずに低木層（高さ 50~200 cm）の高さで待機しているタイプの樹種（仮に「強光待機型」とよぶ）には、*Artocarpus kemando*, *Koompassia excelsa*, *Palaquim pseudostratum*, *Shorea ladiana*, *Shorea seminis* が含まれる。成長が緩慢で裸地のような強光下で成長が阻害される所謂「陰樹」のタイプであろう。ただし、これらの樹種でも散光透過率 30%以上の高光環境レベルで樹高 200cm に達する個体が散見するところから、時間をかけて馴化すれば成長する可能性を持っていると考えられる。散光透過率 30%以上の植栽地がないため断定できないが、*Dipterocarpus oblongifolius* もおそらくこのタイプの樹種に含まれると推測される。

### (3) 林内の光環境と相対成長率

2014年3月の調査の約8ヶ月後の10月に一部のサンプル木について根元直径と樹高を再測し相対成長率（RGR）をもとめるとともに、各個体（苗木）の主軸直上で全天空写真を撮影し散光透過率を推定し、両者の関係を調べた。その根元直径自乗の相対成長率の結果を図-8に示した。バイオマス成長量に相当する  $D^2H$  の相対成長率との関係も求めたが、傾向は同じである。

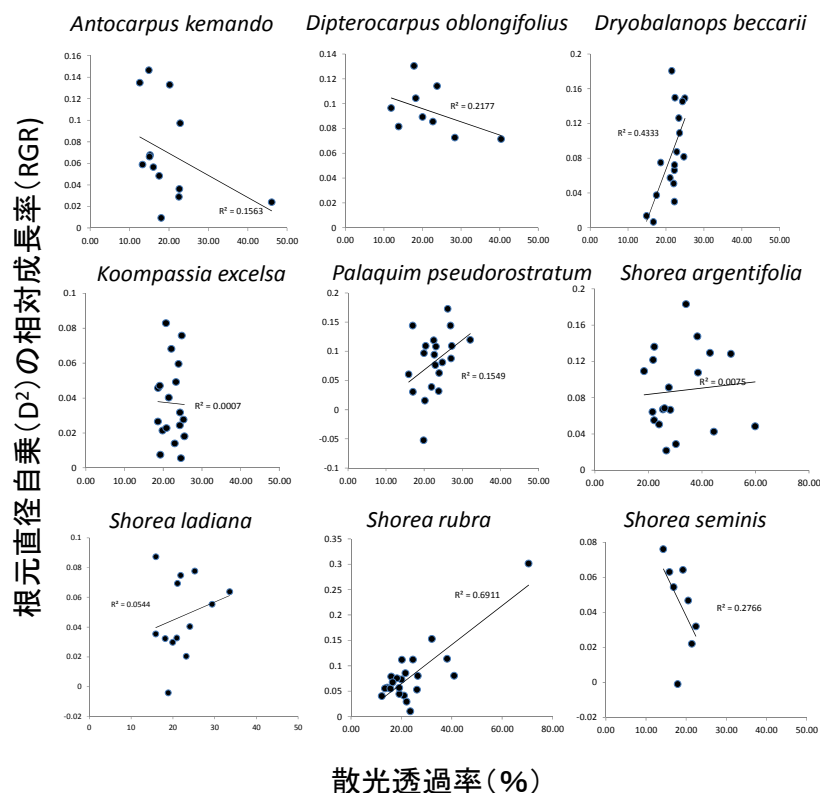


図-8 樹種別の根元直径自乗の相対成長率(RGR) (2014年3月~10月)と散光透過率の関係

図-8から明らかなように、散光透過率 20%前後をピークに植栽木の相対成長率は減少しているものが多く、散光透過率が 30%以上で明かに増加傾向がみられたのは *Shorea rubra* ( $R^2=0.61$ ) のみで、そのほかに *Dryobalanops beccarii* が正の相関 ( $R^2=0.43$ ) を示したが、時間の関係から散光透過率 > 30% のサンプル木を得ることができなかった。両種は、根元直径—樹高と散光透過率との関係から、光環境レベルの上昇に苗木がよく反応して成長する「強光成長型」の樹種と見られた樹種で、実際に相対成長率が散光透過率と正の相関を示すことが確認された。なお、*Shorea argentifolia* も根元直径—樹高と散光透過率との関係から「強光成長型」とみなされたが、相対成長率と光強度との相関は低く ( $R^2=0.007$ )、光に対する成長反応の個体差が大きい樹種と考えることのできるだろう。また、*Plaquim pseudrostratum*, *Shorea ladiana* についても正の相関係数が得られたが決定係数は低く、他の樹種と同様に全体の傾向は「強光待機型」とみることができよう。

## 2) 生物多様性保全のためのラインプランティングにおける主な樹種の特性

### (1) *Dryobalanops beccarii*

*Dryobalanops beccarii* は低地フタバガキ林を代表する樹種の一つで、重厚な材は Kapur として知られ、現在は絶滅危惧種 (Endangered : IUCN2.3) に指定されている。この樹種はボルネオ各地の enrichment planting サイトに植栽され良好な成長を示しており、林内植え込みに最も適した樹種の一つと考えられる。

本種は、2013年2月時点で平均樹高 61cm であったものが、1年後には平均樹高 125 cm と2倍に増加しており、林内植え込みのもとで旺盛な成長をしていることがわかる (表-4)。本種の植栽2年後 (2014年3月時) の地際直径—樹高と林内の光環境の関係を図-4に示したが、散光透過率 10~20% ではほとんどが平均樹高 (125cm) 以下であるが、散光透過率 20-30% の光条件の下では、平均樹高 (125cm) 以上に達し、散光透過率 30-50% では樹高 200cm を超え、平均樹高の2倍近くになっている。また、地際直径は光強度により大きく反応して、散光透過率 30-50% では平均地際直径 (7.0mm) の2倍以上になっている。樹高だけでなく、地際直径の成長も良いので、確実な定着と上層木への成長が期待される樹種である。

このようなことから、本種は林内の明るさによく反応し、散光透過率 30-50% のもとで旺盛に成長する樹種、すなわち、上層木を取り除いてやることで確実な更新をはかることが期待できる樹種と考えられる。

本種と類似した「強光成長型」の成長特性を持つ樹種に *Shorea rubra*, および *Shorea argentifolia* があるが、両種ともにこれまであまり植栽試験がなされてなかった樹種である。モデル林の結果では、*Shorea rubra* がもっとも顕著な「強光成長型」の特性を持ち、次に *D. beccarii* である。

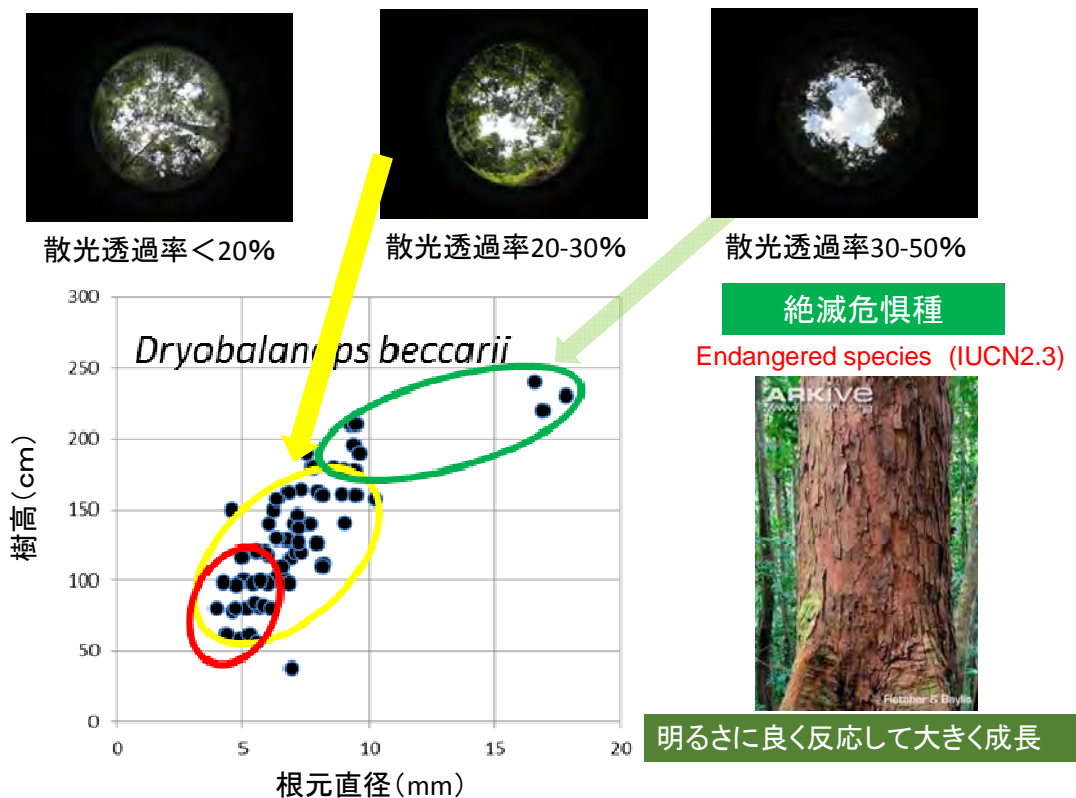


図-9 *Dryobalanops beccarii* 植栽2年後の地際直径-樹高と林内の光環境の関係

## (2) *Koompassia excelsa*

*Koompassia excelsa* は、マレーシア、インドネシア、フィリピン、タイに分布するマメ科の樹種で、最大樹高 88m の世界最大の熱帯樹種の一つとして知られる。巨大なバットレスを形成する。保全対策依存種 (Conservation Dependent : IUCN 2.3)、サラワクでは伐採は古来タブーとされ、風倒木だけが利用されてきたという。

本種は、2013年2月時点で平均樹高 91cm であったものが1年後には平均樹高 118cm で、平均樹高成長量は 27cm と少ない方であるが、これは苗木が大きかったことも関係しているかも知れない (表-4)。本種の植栽2年後 (2014年3月時) の地際直径-樹高と林内の光環境の関係を図-5に示したが、散光透過率 10-20% ではほとんどが成長せず平均樹高以下であるが、散光透過率 20-30% の光条件の下では、平均樹高以上に達し、散光透過率 30% 以上で樹高 150cm を超える個体が多くなっている。地際直径も同様の傾向である。散光透過率 30% 以上の植栽地が少ないこともあるが、透過率 20-30% では *D. beccarii* よりも旺盛な成長を示しているように見られる。このようなことから、本種は林内の明るさによく反応し、散光透過率 20-30% 程度の明るさでも成長できる樹種であるが、上層木を取り除いてやることで、さらに旺盛な成長が期待できる樹種と考えられる。

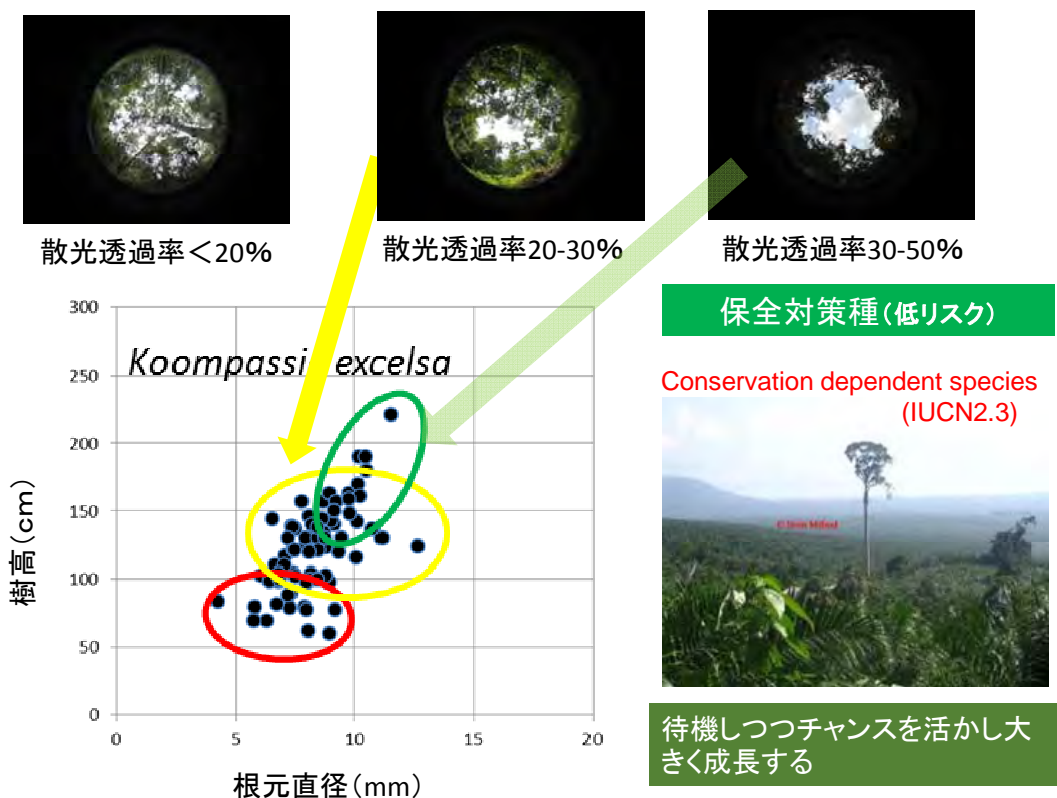


図-10 *Koopassia excelsa* 植栽2年後の地際直径-樹高と林内の光環境の関係

### (3) *Shorea ladiana*

本種は、ボルネオ島のサラワク、ブルネイ等に分布するフタバガキ科の樹種で、比較的ランクの高い絶滅危惧種である (Critically Endangered species : IUCN 2.3) ことから、これまで植栽されることも殆どなく、情報量の極めて少ない樹種である。そのため、本植栽試験の結果は本種の特性を明らかにする貴重なものと考えられる。

本種は、2013年2月時点で平均樹高77cmであったものが1年後には平均樹高124cm、すなわち平均樹高成長量47cmと3番目に大きな樹種であった(表-4)。ランクの高い絶滅危惧種で元々個体数が少ない樹種と考えられるため、植栽しても定着・成長するか危惧されたが、生存率、成長ともに良好で、本地域での林内植え込みに適している樹種と考えられる。本種の植栽2年後(2014年3月時)の地際直径-樹高と林内の光環境の関係を図-11に示した。散光透過率10~20%でも他樹種より成長しており、散光透過率20-30%の下で平均樹高以上に達し、散光透過率30%以上で樹高200cm以上に成長する個体が出現している。比較的光環境への適応の幅が大きく、散光透過率30%以下の光環境でもかなりの成長量を維持しており、「光強度待機型」の樹種の特徴を持っていると考えられる。このようなことから、本種も林内への植え込みによく適応し、散光透過率20-30%程度の明るさでも成長できる樹種であるが、上層木への参入を期待するには、散光透過率

30%以上、さらに明るい光環境へと段階的な管理が必要と考えられる。

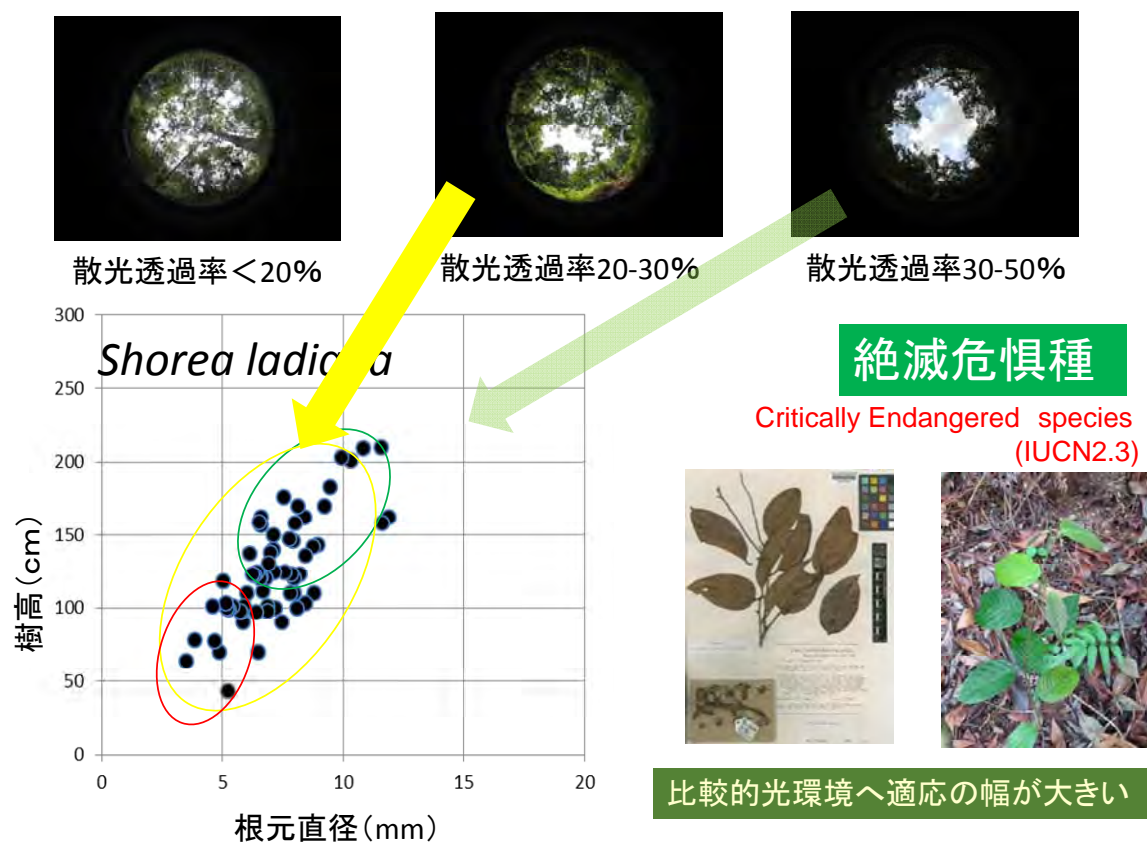


図-11 *Shorea ladiana* 植栽2年後の地際直径-樹高と林内の光環境の関係

### 1.7 今後の管理計画

以上の結果は、ラインプランティングにより林内植え込みされた苗木は、散光透過率 10～20%でもほとんどの樹種が生存するものの、定着（平均点な成長を確保）させるには少なくとも散光透過率 20～30%以上の明るさが必要であることを示していた。さらに、侵入した先駆樹種との競争に負けずに上層樹高へ達するような成長を期待するには、散光透過率 30～50%以上の明るさが必要と考えられた。

それでは、たとえば散光透過率 30%という、どのくらいの幅の列状（帯状）伐採が必要なのだろうか。図-12は天空率モデルで推定した帯状ギャップの散光透過率を示したもので、ギャップを囲む林分の平均的な散光透過率を 15%、帯状ギャップの長さを 100m として算出したものである。ここで、苗木の受光面（頂端）と上層林冠との距離 20m として、伐採幅 2m の列状伐採をみると、ギャップ（列状伐採の中心）の散光透過率は 20%弱である。実際のモデル林でも、2014 年 3 月時では（伐採・植栽 2 年後）、林冠が閉鎖しているところの散光透過率は 10～15%、林冠が空いた列状伐採地の散光透過率は平均で 20%弱であった。図-12によると、ギャップの散光透過率を 30%にするには 7m の伐採

幅が必要になるが、散光透過率 30%では雑草木も繁茂し頻繁な下刈りが必要になるため、林床は散光透過率 20~30%で管理し、苗木の樹高が成長することで林冠面との距離が縮まり散光透過率が增大することを利用するのが、費用対効果が高く実際的ある。このような点からみても、伐採幅 2m では苗木の樹高が 10m になっても受光面の散光透過率は 24%程度にしかならず、3~5m の伐採幅が必要であろう。伐採幅 3m のとき、苗木の樹高が 5m で散光透過率 25%、樹高 10m で 30%弱になる。さらに、林冠は時間とともに閉鎖してくるので、一昨年度報告したように、サラワク森林公社が導入している列状植栽法のように林冠部の照度調節のための伐開が必要になっていることが考えられる。

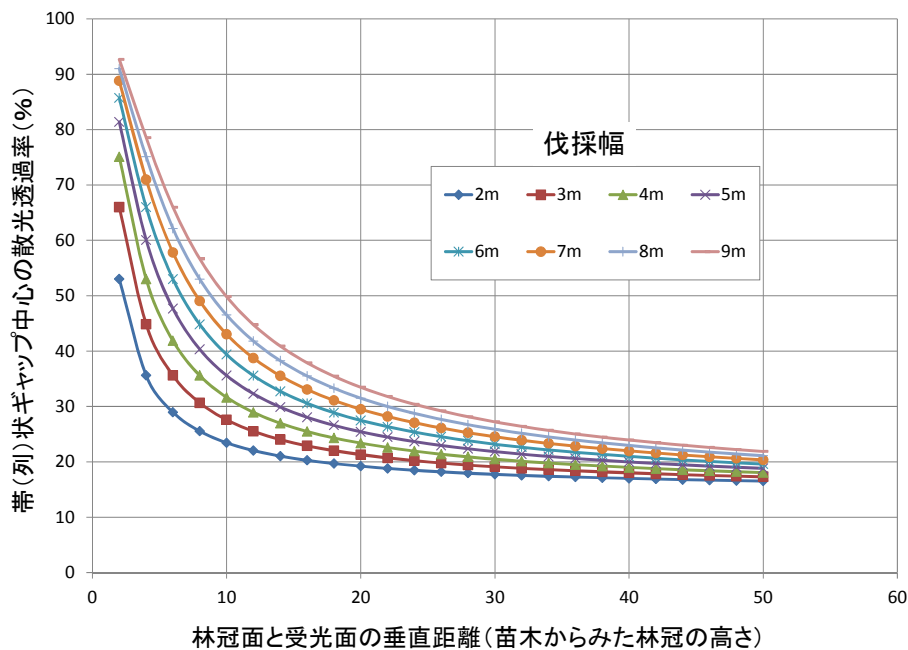


図-11 天空率モデルで推定した伐採幅と帯(列)状ギャップの散光透過率

平山(1948)の天井穴の天空率モデルを用い閉鎖林冠の散光透過率を 15%として算出。例えば、苗木の受光面(頂端)と上層林冠との距離 20mとして、伐採幅 2m の帯状伐採をみると、散光透過率は 20%弱となる。

モデル林の成長・活着については今後も継続的なモニタリングが求められる。成長は光環境と密接に関わってくるので、今回のように全天空写真等を用いて苗木の光環境も合わせて調査する必要がある。

「地域住民との協働」についての課題との連携もモデル林導入地の地域住民の関わり、地域住民用多用途樹種の配置と利用植栽地の地域住民利用の時期別解析(5年~10年刻みで解析)などについて今後進めていくことが望まれる。

## IV 事業成果の普及（ガイドライン、普及用冊子の作成）

### 1. 生物多様性の保全・増進に配慮した森林回復ガイドライン

インドネシア国，マレーシア国で実施した調査を事例として用い，生物多様性の保全・増進のための森林回復活動を促進するためのガイドラインを，NGOの事業担当者等を対象として，下記内容で作成した。

1) 題 名：生物多様性の保全・増進に配慮した森林回復ガイドライン

(インドネシア・マレーシアでの事例研究を基にして)

2) 対象者：NGOの事業担当者

3) 内 容：総論：生物多様性への配慮の必要性

生物多様性とは？（定義と現状），  
保全の必要性と現状， 対象レベル， 生物多様性条約，  
生物多様性に配慮した森林の保全・造成の意義，  
生物多様性に配慮した森林の保全・造成の留意点，  
生物多様性に配慮した森林の保全・造成の課題，

各論1：荒廃地を対象とした復旧植林

はじめに（背景・目的）， 荒廃地の成立要因，  
荒廃地の特徴， 荒廃地の復旧植林の考え方，  
荒廃地復旧と生物多様性（事例紹介）

各論2：低質二次林の改良，早生樹植林地における樹種転換

はじめに（背景・目的），  
低質二次林，不成績造林地の特徴， 樹種転換の考え方，  
植栽の考え方， 樹冠下植栽と適正な育成管理（事例紹介）

各論3：生態学的コリドー（緑の回廊）の確保

はじめに， 生態学的コリドーの構造

各論4：地域住民の生計に対する配慮

各論5：多様性の調査手法

植物相の調査， 昆虫相の調査， 社会・経済調査

作成したガイドラインは，NGO 団体に配布するとともに，電子版をホームページに掲載し，普及に努めた。



## 2. 普及用冊子:樹木の植栽による生物多様性の回復

### (Biodiversity Restoration by Plantation)

同じく、インドネシア国で実施した昆虫相の調査を事例として用い、生物多様性の指標としてチョウ類・カミキリムシ類を用いる意義の解説、荒廃地での植生回復が昆虫相の生物多様性に与えた影響や天然林との比較、今後求められる取組み等を、一般に分かりやすく解説した小冊子を、NGOの事業担当者及びインドネシアの自然資源保護担当者等を対象として、下記内容で作成した。

- 1) 題 名 : Biodiversity restoration by plantation  
(Based on a Case Study in Lombok, Indonesia)
- 2) 対象者 : NGO の事業担当者, インドネシアの自然資源保護担当者
- 3) 言 語 : 英語, インドネシア語 (対訳版)
- 4) 内 容 : はじめに (背景・目的)
  1. 生物多様性回復事業におけるモニタリングの考え方
  2. 指標としてのチョウ類とカミキリムシ類  
チョウ類の特徴, カミキリムシ類の特徴
  3. インドネシア国東ロンボック県スカローの植林地で生物多様性回復のモニタリング  
スカロー地域の植林地及び周辺の荒廃地の現状,  
スカロー地域における生物多様性のモニタリング
  4. 荒廃地と植林地間及び異なる調査期間における昆虫相の比較  
チョウ類に見られた変化  
カミキリムシ類に見られた変化
  5. 植林地と天然林との昆虫相の比較  
Suranadi 自然休養公園と Gnung Tunak 自然公園での調査  
植林地と天然林とのチョウ類群集の比較  
植林地と天然林とのカミキリムシ類群集の比較
  6. 結論 (今後の取組みに向けた提言を含む)

作成したブックレットは、ガイドラインと同様に、NGO 団体に配布するとともに、電子版をホームページに掲載し、普及に努めた。

## V 事業成果の活用（国際森林・林業人材育成研修の実施）

### 1. はじめに

本研修は、熱帯地域等の開発途上地域において森林造成活動を行っているNGO等の活動家等に対して、生物多様性を考慮に入れた住民参加型森林保全・造成活動のあり方について、講義や現地視察等、参加者同士の意見交換等を通して、参加者自らが考察し学び取れる機会を提供することを目的として実施しているものである。

特に平成26年度までの5カ年間、①生物多様性にも配慮した森林保全・造成活動の意義やあり方について、講義や現地視察により学ぶと共に、参加者同士の意見交換やグループ別課題研究を通して参加者自らが考察し学び取れること、②インドネシア国における林業政策や現地における住民参加による森林造成などの取り組みや方法論等についての知識を習得できること、③アグロフォレストリーについての知識を習得できること、④生物多様性の評価手法とその調査成果について実際のフィールドでの実習を通して学ぶこと、⑤インドネシア森林官を含むインドネシアからの研修参加者との積極的な交流を通して、森林保全・造成に対する意識の向上が図られること、に留意して研修を運営した。

### 2. 実施場所

国際緑化推進センターが1996年（平成8年）から植生回復協力事業を開始し、他のドナーや地元NGO等による多様な植生回復事業が数多く展開されているインドネシア国西ヌサテンガラ州ロンボック島を主対象として海外でのプログラムを実施した（図-1）。ロンボック島では本モデル林事業の調査プロットを設定している日本・インドネシア友好の森を視察・実習の対象地の一つとして選定し、調査協力者であるインドネシア科学技術院（LIPI）のWoro A. Noerdjito博士を講師として招聘し、生物多様性評価手法とこれまでの調査で得られた成果について講義及び実習を通して研修参加者に情報提供を受けた。また、マレーシア国での森林保全モデル林造成事業のカウンターパートである、サラワク森林公社のJohn Anak Sabang氏を講師として招聘し、サラワクの事業の目的、実施内容、実施状況等について報告を受けるとともに、情報交換等を通して、日本・インドネシア・マレーシア間の連携強化を図った。

なお、インドネシア国内での現地研修に先立ち、研修に必要な基礎的な知識を習得するため、講義を中心とした国内研修を東京都内で実施した。

### 3. 参加者

応募資格を、「国際林業協力事業参加者（現在、国際林業協力分野や開発協力分野の事業に携わっている実務者、あるいは、将来においてそれらの活動に携わることを希望する者）」として参加者を募集した。募集にあたっては、国際緑化推進センターのホームページに公示するとともに、国際緑化推進センターが作成しているメーリングリストの登録者

への案内、NGO 支援組織のホームページや環境・森林関係のイベントを告知する掲示板への情報の書き込みを行った。

提出された応募書類及び小論文（応募の動機及び研修成果の活用計画を記載）を基に選考を行い、9名の参加者を決定した。参加者の内訳は、NGO 2名、学生 3名、民間企業等 4名となった。

## 4. 実施期間

研修の期間は2014年12月12日(金)から12月25日(月)であり、最初の2日間は国内で、講義を種としたカリキュラムを実施した(表-1)。

## 5. 研修プログラム

### 5.1 プログラムの構成

前述のとおり、本研修は国内研修と現地研修の2つのパートにより構成した。

#### 1) 国内研修

国内での研修は、以下の各氏の協力を得て実施した（講義実施順）。

- 福山研二（(一社)国際環境研究協会 プログラムオフィサー）
- 森川靖（早稲田大学人間科学学術院 教授）
- 酒井正治（(独)森林総合研究所 研究専門員）
- OpokuBoamah（東京農業大学地域環境科学部）

さらに、国際緑化推進センター技術顧問の石塚森吉が、一項目講義を担当した。

#### 2) 現地研修

現地研修では、以下の各氏の協力を得た。

- Andi Pramaria 氏（西ヌサテンガラ州森林局長）
- Basuki Winantu 氏（西ヌサテンガラ州森林局秘書官）
- Helmi Rahman 氏（西ヌサテンガラ州森林局）
- Iswanto Suwarno 氏（西ヌサテンガラ州森林局）
- Kurniasih Nur Afifah（西ヌサテンガラ州自然資源保護事務所）
- Woro A. Noerdjito 博士（インドネシア科学技術研究院）
- Tejo Wulan 博士（国立マタラム大学）
- I Gde Mertha 博士（国立マタラム大学）
- Baderun Zainal 氏（元西ヌサテンガラ州森林局）
- John Anak Sabang 氏（サラワク森林公社）

また、視察にあたっては、現地NGO や地域住民グループ、西ヌサテンガラ州森林局職員の協力を得た。

さらに、マタラム大学の大学院生、西ヌサテンガラ州森林局職員等が研修に同行し、日

本人参加者と共に研修プログラムを学ぶとともに、情報提供者として、地域住民との意思疎通の仲介者として重要な役割を担った。

加えて、現地には、国際緑化推進センターの石塚森吉技術顧問が同行し、適宜、技術的アドバイスをを行った。

## 5.2 各講義・視察の狙い

### 1) 講義（国内）

以下の3項目については、昨年度と同様の目的・内容で実施した。詳細については、昨年度までの報告書を参照。

- 熱帯地域における造林技術の基礎：石塚森吉 講師
- 熱帯林再生の諸問題と解決に向けて：森川靖 講師
- 林業と生物多様性：福山研二 講師

次の2項目については、今年度、内容を大幅に変えて実施したあるいは復活させたものである。

- 熱帯人工林の土壌と持続的生産：酒井正治 講師

土壌について、その定義、分類とその分布、森林破壊や灌漑に起因する塩類集積等の諸問題、土地利用変化の現状について学ぶとともに、酒井講師が過去に調査を実施したタイ東北部を対象として、チーク人工林の生長と施業方法及び土壌との関連について、具体的な事例の紹介を通して学んだ。

- 地域住民と森林保全・造成活動：Opoku Boamah 講師

住民参加型の森林保全・管理について、その目的、内容、アプローチ手法、便益や課題等の基本的事項について学ぶとともに、Opoku 講師が調査フィールドとしているガーナ国とベトナム国の住民参加型森林保全・管理について、その背景、歴史、具体的な実施内容や発生した課題とその解決のために取られた方策について、具体的な事例の紹介を通して学んだ。

### 2) 講義（現地）

以下の6項目については、昨年度と同様の目的・内容で実施した。詳細については、昨年度までの報告書を参照。

- インドネシアの森林・林業：Helmi Rahman 講師  
(昨年度は、前森林局長 Abdul Hakim 氏が担当した)
- 西ヌサテンガラ州の自然資源保護に関する方針と活動：Kurniasih Nur Afifa 講師
- アグロフォレストリーの理論と実例：Tejo Wulan 講師
- 企業と地域住民の協働をベースとした燃料木及び非木材林産物による荒廃地の復旧：Baderun Zainal 講師
- 生物多様性の評価手法と評価結果概要：Woro A. Noerdjito 講師

- マレーシア国サラワク州における森林復旧事業の事例紹介： John Sabang 講師

### 3) 現地視察

以下の6項目については、昨年度と同様の目的・内容で実施した。詳細については、昨年度までの報告書を参照。

- 荒廃地緑化による生物多様性の回復（その歴史と各プロジェクトの特色について）： Tejo Wulan 講師（12月16日）
- 荒廃地緑化による生物多様性の回復（多様性評価手法(昆虫)）： Woro A. Noerdjito 講師（12月16日）
- 燃料木及び非木材材産物による荒廃地の復旧： Baderun Zainal 講師（12月17日）
- ロンボック島の植生（国立公園地域の植生）： I Gde Mertha 講師，Tejo Wulan 講師（12月18日）
- 地元 NGO によるアグロフォレストリープロジェクト： Tejo Wulan 講師（12月18日）
- 森林の持つ生物多様性： Tejo Wulan 講師，I Gde Mertha 講師（12月19日）

次の3項目については、今年度、新たにカリキュラムに取り入れた、あるいは、内容や対象村を変更して実施したものである。

- 中部ロンボック県 Batu Jangkih 村における住民インタビュー： Tejo Wulan 講師他（12月17日実施）

昨年度までは、Mankung 村を対象地として実施していたが、今年度は住民参加型の森林復旧の2方式（HKMとHTR）に、より積極的な取り組みを行っているBatu Jangkih 村を対象に実施し、各方式の特徴（法規制や政府からの支援）、住民のモチベーションに与えている影響等をインタビューにより聞き出すとともに、方式の違いが造成された林分の樹種構成や植栽方法に与えている違いについて、各林分の状況を比較することにより学んだ。

- PT. Sadhana Arif Nusa の苗畑運営： Baderun Zainal 講師（12月18日実施）

PT. Sadhana Arif Nusa 社が地域住民と共同して実施している荒廃地復旧活動の現地は12月16日に視察したが、現地に苗木を供給している、コンテナを用いて先進的な育苗を行っている施設を視察し、苗木の特性や育苗方法等について学んだ。

- Grebgan 地域における統合的なアプローチ手法による森林・土地保全の実例： Tejo Wulan 講師他（12月19日実施）

養蜂や飼料木の生産、バイオガスの生産等の小規模経済活動を組み合わせて、住民参加への動機付けを行いながら実施されている森林・土地保全事業について、グループリーダーからの活動の内容や状況の報告を受けるとともに、その手法について実例の観察を通して学んだ。

#### 4) その他

##### ○グループ別課題研究

本研修では、講義・視察による一方通行の情報提供を避け、参加者の自発的・積極的な情報収集を促すため、国内研修時に参加者をグループ分けし、各グループが課題を持って研修に臨むことを義務づけている。「生物多様性」、「森林の保全・造成」、「住民参加」をキーワードとし、講義・視察を通して得られた情報を基に、「自分達であればこのようなプロジェクトを策定する」という提案を作成し、ロンボク島での研修の最終日に現地関係者の参加のもと報告会を開催し、関係者との質疑応答を通して、現地の状況に即した現地の意向とうについて確認しながら学び取れる機会を提供した。

## 6. 研修参加者からのコメント(評価)

研修参加者には、研修開始時に、①「研修に対する期待・意気込み」を、研修実施期間中に講義・視察内容等に対して、②「研修に対する評価」を、研修終了時に、③「「研修を終えて」当初の期待・意気込みと今を比較して」を、記載して提出することを義務づけている。その中で、生物多様性及び住民参加を強く前面に押し出して実施したプログラム及びプログラム全体に対しての、研修参加者からのコメントを以下紹介する。

### 1) 講義：「林業と生物多様」 福山研二 講師 (12月13日実施)

- 生物多様性は、全ての生命が存立する基盤を整え、人間にとって有用な価値を持ち、豊かな文化の根源となり、将来にわたる暮らしの安全性を保証するものであることを理解した。
- 講義内容は基礎的なもので、新たな観点や知識は示されなかった。しかし、参加者のバックグラウンドが様々であることから、基礎知識を得るには重要な講義だと感じた。
- 人工植林が生態系に与える影響に関して、考えるきっかけとなった。
- 熱帯地域での生物多様性を維持していくためには、種子や動物の供給源となる step stone を作っておくことの重要性が理解できた。
- 国内での自分の仕事の成果を、異なった角度から見ることができそうだ。
- CDM について初めて本格的に学ぶことができた。
- CDM 植林の仕組みは理解できたが、実際のプロジェクトの活動や施行方法について、具体的な事例をより詳細に知りたかった。
- 生物多様性の話になると、森川講師との講義内容とも関係があることから、連携を図ると良いと感じた。

### 2) 講義：「地域住民と森林保全・造成活動」 Opoku Boamah 講師 (12月13日実施)

- ガーナでの改良型タウンヤシステムについて、その理論や手法について理解することができた。でき得ればベトナムの事例についても詳細な説明が欲しかった。
- 具体的な事例の紹介は参考になった。特に、失敗をどのように成功に導いたかという話は興味深く参考になった。

- PFM (参加型森林管理)のためには、住民の意識付けをきちんとすること、繰り返し説明をして権利と責任を理解してもらうことが重要なことを理解した。
- 細かくルールを設け、粘り強く活動することが、現地事業を成功させるのに重要なことが理解できた。
- 責任を課すると同時に目に見える形で利益を配分すること、モニタリング調査を行うこと、の重要性を理解できた。
- 植林を行った人のためにも、モニタリングが不可欠との話には納得がいった。
- 参加型森林経営の重要性は理解できたが、途上国では住民からの理解を得ることが困難な課題であると感じた。
- 限られた土地の中で植林場所を工夫するという技術面の話だけでなく、参加型に不可欠な住民の心を納得させる手法についての話も素晴らしかった。

### 3) 講義「西ヌサテンガラ州の自然資源保護に関する方針と活動」

Kurniasih Nur Afifah 講師 (12月15日実施)

- 国立公園における活動方針、ミッション、問題点、生物多様性に配慮した管理システムについて理解することができた。
- 山火事や違法伐採等、インドネシアの森林管理上深刻な課題について知識を新たにするとともに、地域住民との合意形成等、日本の森林管理と共通する課題についても参考になった。
- 管理に当たり、ファシリテーターやステークホルダーの重要性を認識した。
- 保全活動の取り組み自体は、参加型により、かなり先進的な方針で行っている事が理解できた。
- 自然資源を保全していくためには、住民の教育が大切であると感じた。
- 概況は理解できたが、実際のプロジェクトについての説明が欲しかった。

### 4) 講義「生物多様性の評価手法と評価結果概要」

Woro A. Noerdjito 講師 (12月15日実施)

- 指標としてある種の昆虫を使うことによって、その生態に必要な動植物のあり方が判ることが確認でき、興味深い内容であった。
- 詳細な説明により、昆虫2種が指標に適している理由を理解できた。英語は聞き取りにくかったが、スライドに情報が多く書かれていたため内容を把握できた。
- 生物多様性の研究により森林の現状を知り、それを保全することが森林を守ることに繋がることを理解できた。
- 森林の状況を評価するのに様々な手法があることを認識した。
- 調査対象地域(Selaroh)における雨季と乾季の生物相が大きく異なることに驚いた。
- 統計的手法での生物多様性評価についての説明がなかったのが残念だった。

### 5) 講義「マレーシア国サラワク州における森林復旧事業の事例紹介」 (12月15日実施)

- 保全・造成した森林を継続して管理することが大事だと感じた。

- インドネシアとマレーシアの法制度の違いなどの前置きがなかったため、やや唐突に具体例の説明があり戸惑いを感じた。
  - プロジェクトの材料 (Input) 及び手法, 施行方法, ステークホルダーについての情報や, 苦労話や失敗談など, 現場の体験談を聞かせて欲しかった。
- 6) 視察「荒廃地緑化による生物多様性の回復」 (12月16日実施)
- Sri Tejowulan 講師, Woro A. Noerdjito 講師 (12月16日実施)
- Sekaroh 地域での, JIFPRO プロジェクトやその他のプロジェクトについて, 方針, 施行方法, ルールについて理解できた。今後は, 住民の生計向上に向けた方針や施策の改善が求められると感じた。
  - 熱帯地域では, 植栽後 10 年余りの期間でも樹木が大きく生長することに驚いた。
  - 人数が多かったため, 講師と離れたところにいた人は聞き取りにくかったのでは。
  - 設置された看板は月日が経ち塗料が剥げ落ちていた。大した費用ではないと思われ, 新たに設置するか塗り直すことが必要である。
  - 各種トラップが興味深かった。
- 7) 視察「中部ロンボック県Batu Jangkih村における住民インタビュー」 (12月17日実施)
- 民有地では, 住民自らが資金調達を行うことが必要なことが理解できた。
  - 住民から直接話を聞くことができたのは良かった。
  - 有意義な時間だったが, もっとインタビューに時間を割ければ良かった。
  - でき得れば, 森林局担当者意見も聴取し, 住民・地元 NGO・森林局職員の 3 者が参加したミーティングに研修参加者が合流して問題点への対策を話し合う機会があると, 効果的な視察になると思う。
- 8) 視察「ロンボック島の植生 — 国立公園地域の植生」 (12月18日実施)
- 視察地用の資料(樹種特性等)が用意されていたため, 理解が促進された。
  - 同じロンボック島内でも地域によって植生が全く異なっていることに驚いた。
  - 国立公園内に棲息する他の生物(ほ乳類, 鳥類, 昆虫類等)についても説明できる専門家が参加して, 生物多様性の観点から講義を受けられると良いと思った。
  - 研修には, 国立公園のレンジャーをしているインドネシア人も参加していたので, 彼からも話を聞きたかった。
  - 至る所にゴミが放棄されており, 行く行くは環境教育等, 普及啓蒙活動を行うことが必要だと感じた。
- 9) 視察「地元NGOによるアグロフォレストリープロジェクト」 (12月18日実施)
- 対象地は, 以前は貧しい地域であったそうだが, 現在では作物が様々な木々の下に育ち, 生計向上活動が成功しているという印象を受けた。
  - それまで家畜飼育と樹木の植栽をばらばらに行っていた住民が, プロジェクトの導入により, 相互に売買を行って補いながら生計向上を行えるようになったのは良いと思った。



- 水が容易に得られる地域では緑化が比較的容易であることを理解した。
- プロジェクトの背景やステークホルダーについての説明が事前にあると、より理解が深まったと思う。

10) 視察「Grebgan地域における統合的なアプローチ手法による森林・土地保全の実例」  
(12月18日実施)

- 地元 NGO のスタッフが活動的に事業に従事している様子がうかがえた。
- 牛糞を発酵させてガスとして利用するシステムを初めて知った。ガスの生成・生活への利用はアグロフォレストリーの恩恵であり、住民が緑化を主体的に進める動機付けになると認識した。
- 住民の暮らしの様子や水管理システム、バイオガスの利用が興味深かった。
- 事業が始まって数年であるが、周囲の山々は 10 数メートルのチーク林で覆われていた。改めて熱帯樹種の成長の早さ、日本の樹木との生長の違いに驚いた。
- 誰がどのような立場で資金支援しているかの情報があると、より理解が深まった。
- 住民と話をする機会は設けられていたが、ファシリテーター受け答えが長かった。
- 苗畑の管理や苗木の生育状況について、Tejo 講師から説明を受け概要は把握できたが、でき得れば苗畑の管理を実際に行っている人々からの話を聞きたかった。
- 住民へのインタビューでは、コミュニティリーダーからの説明と質疑に対する応答を受けたが、女性グループとの対話時間が設けられていれば良かった。

11) 視察「ロンボック島の植生 - Pusuk 地域の植生」 (12月19日実施)

- 人間にとって有用な樹種 (ex. 薬用植物) が熱帯の森林には多く含まれていることが理解できた。
- ロンボック島の自然林には非常に多くの有用樹種が生育していることが理解できた。アグロフォレストリーに、こうした樹種を取り入れることは重要であると思われ、今後の調査研究の実施が望まれると感じた。
- Sebau 地域と Pusuk 地域との地勢、気象、土壌の違いや、森林の構成樹種、生物多様性の比較についての説明があると良かった。
- 現地の生態系保全と住民との関わり方に課題があるという印象を受けた。

12) プログラム全体に対する意見

- 「住民参加型の森林保全・造成事業についての考察」がテーマなので、住民グループとの話し合いに多くの時間を割き、より問題点を掘り下げた討議ができると良かった。
- 現地視察での説明はマタラム大学の先生方で良いが、住民レベルの話し合いや質疑応答については住民リーダーを前面に出して進行すれば、住民達の直接の声が参加者に理解できると思った。
- 現地でのプログラムの開始前に、インドネシア人関係者も含めた、アイスブレイクゲームを 20~30 分程度催すなど、参加者同士が仲良くなれる仕掛けが必要だと思った。
- 現場の状況の変化に応じてスケジュールが変更されるのは仕方ないが、前日の夕方に

次の日のスケジュールと集合時間を確認する時間を設けたいと思った。

- 現地での度重なるプログラムの変更に苦慮した。また、視察先の情報を補足するための資料が用意されていなかった。
- 今後一層の啓発活動やアドボカシー活動、学生へのそれらの活動への参加の呼びかけの必要性を感じた。
- ロンボク島でもバリ島でも、日本の海外協力が少なからぬ力になっていることを知り、勇気が湧いた。

## 7. 研修成果の定着・発展に向けて

本研修は、「生物多様性を考慮に入れた住民参加型森林保全・造成活動のあり方について、講義や現地視察等、参加者同士の意見交換等を通して、参加者自らが考察し学び取る」ことを目的として実施した。

しかしながら、研修期間が短いこと、生物多様性や住民参加について参加者の事前の知識レベルが限られているため、本研修への参加を持って、即座に役立つ実践的な知識・技術を身につけ得たと評価するのは困難だと感じている。

そのため国際緑化推進センターでは、これまでも研修参加者間のネットワーク構築と情報を促すとともに、関連するセミナー等に参加を呼びかけることにより、アフターフォローを行ってきており、各参加者との長い繋がりを維持している。今後とも同様の取り組みを続けるとともに、今後は年度を超えたネットワークの構築についても努めていくことが必要である。

また、研修参加者間のみならず、現地でのプログラムを通して作られた、日本ーインドネシアーマレーシア間の繋がりも維持することが、今後、NGO等民間団体が当該地域での事業化を志した場合の、円滑な開始・運営に資することが可能となる。

特に、本研修実施に対する補助金が平成26年度で終了し、自己資金や参加費のみでの研修継続の見通しが立たない中で、これまで培われたリソースを確保・維持し、リソース間の情報交換を通してお互いを高めあっていくために活用できるよう、働きかけを行っていくことが重要である。

表-1 平成26年度 国際森林・林業協力人材育成研修実施日程

月日		研修内容
12/12 (金)	11:30-13:00 14:00-14:15 14:15-15:45 16:00-17:30	オリエンテーション①： 「JIFPRO の活動概要」説明, 自己紹介等 開講式 講義1：「熱帯地域における造林技術の基礎」(石塚森吉 講師) 講義2：「熱帯林再生の諸問題と解決に向けて」(森川靖 講師)
12/13 (土)	09:00-10:15 10:30-12:00 13:15-14:45 15:00-16:30 16:45-	オリエンテーション②：「日程及び視察予定地の概要」, 「研修生自主研究」等 講義3.：「林業と生物多様性」(福山研二 講師) 講義4.：「熱帯人工林の土壌と持続的生産」(酒井正治 講師) 講義5.：「地域住民と森林保全・造成活動」(Opoku-Boamah 講師) グループ別課題研究「住民参加による森林保全・造成事業についての考察」 (研究課題・方針の決定, 作業の進め方について協議)
12/14 (日)	00:30-06:25 10:50-13:55	移動：羽田→ジャカルタ (ガルーダインドネシア航空： GA-875) 移動：ジャカルタ→マタラム (ガルーダインドネシア： GA-430)
12/15 (月)	08:00-09:00 09:30-10:30 11:00-12:00 13:00-14:00 14:00-15:00 15:30-16:30 16:30-17:30	現地開講式 (Hotel Lombok Garden) 講義：「西ヌサテンガラ州の森林・林業」 講義：「西ヌサテンガラ州の自然資源保護に関する方針と活動」 講義：「アグロフォレストリー理論と実例」 講義：「企業と地域住民の協働をベースとした燃料木及び非木材林産物による荒廃地の復旧」 講義：「生物多様性の評価手法と評価結果概要」 講義：「マレーシア国サラワク州における森林復旧事業の事例紹介」
12/16 (火)	08:00-17:00	視察：「荒廃地緑化による生物多様性の回復」(スカロー地区, ロンボク島南東部) - その歴史と各プロジェクトの特色について - 多様性の評価手法
12/17 (水)	08:00-16:00	視察：「燃料木及び非木材林産物による荒廃地の復旧」 視察：「中部ロンボック県 Batu Jangkih 村における住民インタビュー」
12/18 (木)	08:00-17:00	視察：「ロンボック島の植生 - 国立公園地域の植生」他 (ロンボク島北東部) 視察：「PT. Sathana Arifnusa の苗畑運営」 視察：「地元 NGO によるアグロフォレストリープロジェクト」
12/19 (金)	08:00-18:00	視察：「Grebagan 地域における統合的なアプローチ手法による森林・土地保全の実例」 視察：「ロンボック島の植生 - Pusuk 地域の植生」
12/20 (土)	08:00-15:00 15:00-18:00 18:00-18:30	グループ別課題研究発表準備 (Hotel Lombok Garden) 発表会：課題研究「住民参加による森林保全・造成事業についての考察」 終了式
12/21 (日)	09:30-10:10 11:00-12:00 13:00-22:00	移動：マタラム→デンパサール (ガルーダインドネシア： GA-7024) 視察：マングローブ情報センター 視察：バリの生活と文化
12/22 (月)	00:50-08:50	移動：デンパサール→成田 (GA-880) 解散式