

マダガスカルにおけるCDM試験植林地設定（第一報）

松平 昇^{*1}・原口 直人^{*2}

はじめに

王子製紙株式会社（以下「王子製紙」）は、製紙用資源と二酸化炭素クレジットの獲得を目的に2005年10月よりマダガスカル共和国（以下「マダガスカル」）においてCDM植林のスキームに即した試験植林100haを実施中である¹⁾。

CDM植林の場合、すでに承認された方法論を用いて二酸化炭素クレジットの獲得見込量を推定しなければならない。しかしながら、同地域はユーカリやアカシア等の早生樹の産業植林の実績がなく、成長量を推定するための試験データなど極めて乏しいことが事前の調査で判明していた。

王子製紙は林業技術者を派遣して、現地住民に苗畑設営や育苗、植林などの技術指導をしながら試験地を設定した。筆者は、2005年10月から苗畑造成、苗木養成、植林などの技術指導にたずさわって、その後2009年1月まで植林木の成長量測定や土壌調査の分析を担当した。本報告は、CDM試験植林地設定についての育苗～植林までについて報告する。

2. 試験植林地帯の環境、および現況

マダガスカルは、アフリカ大陸の南東のインド洋上の南半球にあり国土面積は日本の約1.6倍、人口は約1,600万人、首都は中央高地にあるAntananarivoである。一次産業従事者は約8割で、国連後発開発途上国の分類によれば同国は最貧国として26位に位置付けられている²⁾。

試験地は、首都から約250kmの東海岸沿いのAtsinanana（旧Toamasina）州のBrickaville地区である。この地区の年平均降水量（2003～2007年）は1,350mmで、12月～2月、6月～7月と2回の雨期がみられ、年平均気温は24℃である。地形は丘陵地形を示し細やかな谷状の集水地形がみられる（写真1）。

この地区の植生状況は、丘状部分にはイネ科草本*Aristida* sp. が優占植生であり、被度は90～100%、草丈は30～50cmである。一方、集水部分にはタビビトノキ*Ravinala*（屋根葺きの材料）と湿地性植物ラフエ*Raffia*（工芸用の材料）が占める。また、政府が1960年代に侵食防止を目的に種子散布したハゴロモノキ*Grevillea*（マメ科）の灌木が所々に繁殖している。

試験地近くの住民は、ハゴロモノキは主に薪、ユーカリやアカシアは木炭として、自家用もしくは販売用に利用している。また、住民の生活基盤は水稻、果実（バナナ、ライチ他）、焼畑による畑作物（キャッサバ、トウモロコシ他）などである。

試験植林地は、少なくとも1989年以降現植生が維持されている無立木草原地であり、標高は30～60mで海岸からの距離は約20kmである。

試験地土壌は、平行斜面の上・中・下部の各3箇所で行った土壌調査の結果、土壌理化学性は概ね“表層部で粒状～細粒状”、“下層部で塊状の土壌構造”を呈し、土性は“砂土～壤土と砂質系”であった。土壌硬度は、いずれの位置でも“表層部で疎～

Noboru Matsuhira, Naoto Haraguchi : CDM Trial Plantation in Madagascar (1)

^{*1} 前王子製紙(株) 森林博物館, ^{*2} 王子製紙(株) 資源戦略本部植林地部



写真 1 試験植林地の植林前状況



写真 2 播種作業状況

中と軟らかい”が、“下層部（40 cm 以下）では樹木の根系伸長に悪影響を及ぼす可能性が伺われる極密”を呈していた。土壌化学性調査目的に土壌を採取し、農林水産省植物防疫所の許可を受け王子製紙森林博物館にて化学性の分析を行った。主な分析結果は土壌酸度 pH : 5, 電気伝導度 EC : 10~25 μ S, 全窒素 : 0.01~0.10%, 全炭素 : 0.3~1.5% を示し、表層部で高く下層部で低い傾向にあった。一方、全加里 : 0.02~0.17% は下層部で高い値を示した。尚、塩基置換容量 (CEC) は 1~4 me/100 g, 塩基飽和度は 3~7% の値を示した。

試験植林地設定には近く（約 60 km 圏内）の現地作業員を募り苗畑・植林作業を行った。この地域では産業規模での植林経験はなく、育苗から植林作業までの全てについての指導が必要であった。作業員の日当は周辺の平均賃金 2,000~3,000 Ariary（2006 年当時のレート ; 2,000 Ariary/US\$）とし、男女は同額とした。但し、作業時間は当地の慣習に従い朝 7 時~午後 1 時までの 6 時間とした。

3. 植栽苗の養成

試験植栽用苗約 20 万本を養成するために、FOF-IFA（国家農村開発応用研究所）が小規模（約 0.05 ha）に使用していた既存苗畑を拡大整地（約 0.4 ha）した。

苗畑造成は 2005 年 9 月末に開始し、播種床・播種箱など播種の準備を始める。これらに使用した資材は製材板、木杭、日覆材（竹製）、防水シート、釘、紐などは近隣（約 150 km 範囲）から調達した。また、灌水には近くに流れる小川の水質を確認して使い、ガソリンエンジン付のポンプ、ホース、ジョウロ、水槽タンク（ポンプ故障時の予備）などを同様に調達した。

播種用土は、苗畑造成箇所の白砂を用いて播種は箱蒔きと床蒔きの両方とした。播種は 10 月 10 日より開始し、播種量は発芽率から求めて発芽苗が 2 cm^2 に 1 本発芽するように配慮した。養成樹種はユーカリ 5 種（グランディス *Eucalyptus grandis* : 4 産地, ユーロフィラ *E. urophylla*, ダニアイ *E. dunnii* : 2 産地, カマルドレンシス *E. camaldulensis*, ロブスター *E. robusta*）とアカシア 1 種（*Acacia melanoxylon*）である。

播種後の管理状況は、竹製の簾と日本製の遮光ネットで晴天時の日中照度を約 2 万 Lux に維持し、雨滴の落下防止として上部にビニールシートを用いた（写真 2）。苗の養分管理は、葉色を見ながら葉面散布肥料（日本製）を適宜施肥した。また、苗の病害対策としてビスダイセンとボルドー（日本製）を週に一度、交互に散布した。また、播種は移植作業が一時期に集中しない様に、移植日程を考慮して 3



写真 3 ポットへの用土詰め



写真 4 苗床での成長調整結果

期に分けて行った。なお、アカシアは養成ポットに2粒を直播し成長を見ながら1本に間引き養成した。

苗木養成は、ビニールポット（径：5 cm、深さ：12.5 cm）を使用した。ポット用土は10 mm目で篩った苗畑近くの表層土を容積率で7割、苗畑近くの白砂を2割、さらに土壌膨軟性維持と保水性向上の目的で製材工場内より腐朽した鋸屑（後で問題が発生）を10 mm目で篩い1割を混合してポット用土とした。また、用土には現地で購入した肥料 Bulikblend（中国製輸入品 NPK 割合 11：22：16）を1 kg/m³の割合で混合した。なお、これらの混合割合は事前に数通りの割合で用土を作成し、透水性、通気性、保水性、pH、ECなどを測定して最善と思われる割合を決定した。ポット用土の充填は苗畑近郊と植林地近くの集落の女性により行い、凡その作業能率は50ポット/時・人である（写真3）。

苗木養成床は水分過剰障害を防ぐために5 cm厚さで砂利を敷き周囲には床板を廻し、さらに80 cm上部には日覆が可能な杭などを設けた。養成床は、幅1 mの長さ20 mで30床を作成した。試験植栽に必要な本数は16万7千本であるが植栽終了後作業員や住民に苗木を配布する目的もあったことから約20万本の養成を目指した。

播種苗のポットへの移植は、不慣れな作業による

茎折れを防ぐために現地で輪ゴムと竹でピンセットを作成し、播種約3週後の稚苗（約3～5 cm高）をポットに移植した。作業能率は400本/人・日である。移植作業は、乾燥と葉焼けを防止するために日覆い下で行い、移植後の2日間は晴天時の日中照度を約6万Luxに日覆い管理した。

移植苗の管理は毎日の灌水と生育状況を観察し、ポット下部からの発根防止と苗高を揃えるためにポット苗を移動し、水分と肥料をコントロールして苗高の揃った健全苗を計画通り準備することができた（写真4）。

4. 植林地の地拵え

2005年9月下旬、試験地へアクセスするための橋および作業道の設営を開始した。作業道開設後、10月上旬から植え穴掘を始めた。植え穴の大きさは表層の草を1 m×1 m剥ぎ取り、幅70×70 cmで深さ30 cmをシャベルで耕す方法とした。植栽密度は2 m×3 mで1,670本/haであり100 haで16万7千穴となり、当初の作業効率は概ね40穴/人・日であり、全植え穴掘に必要な作業員数は単純計算で約4,200人工となる。一方、苗の成長から推測して12月中には植え穴掘作業を終了しなければならない。このため多い時には日に130名の作業員が穴掘に従事し、途中からは40 Ariary/穴での請負作業も行わ



写真 5 植え穴掘り作業

れた(写真5)。雨季に入り土壤水分も多くなり土壤が軟らかくなったことなどから概ね2006年1月上旬に穴掘りが終了した。しかし、作業員の個人差で規格を満たさない浅い植え穴もみられたことから、全穴について棒挿し検査を行い、適宜修正した。

5. 植栽作業

植栽作業は2006年1月23日から開始した。作業開始にあたり地拵え作業などから信頼のできる作業員を8名選び、植栽方法と注意点を1日間指導してチームリーダーとした。各リーダーには7名の作業員を担当させて指導、作業点検をさせた。因みに、チームリーダーの日当は作業員の2倍である。植栽能率は約1,000本/1チーム・日である(写真6)。また、植栽作業の他に苗畑で苗の出荷準備、山までの運搬(手製の播種箱使用)などで10名程の作業員が必要であった。

試験地の全体面積は約100ha、その内に樹種試験地を2箇所、グランディスの産地試験地を6箇所設定した。2006年2月15日に全ての植栽作業が終了し、各樹種の植栽面積はグランディス:66ha、ユーロフィラ:5ha、ペリータ:5ha、ダニアイ:1.5ha、カマルドレンシス:4ha、ロブスター:4ha、メラノキシロン:16haであった。なお、同試験地は同一年で植栽された面積として、同地域で最大規模の植林



写真 6 チームリーダーによる植え付け指導

地である。

6. おわりに

試験地周囲の丘上部分には天然木は皆無で一面草原状であるが住民の話では、「植民地時代に、フランス人が伐採して持ち帰った」との話もあるが、草地化の理由には疑問が残る。近くには小面積のユーカリの植林地があり、8~10年生林分でMAI(総幹材積/樹齢)が $15\text{m}^3/\text{ha}$ 前後で現存していること、土壤養分は(十分ではないが)塩類の過剰蓄積もみられず、現存植林地と試験地は土壌学的に特異な差異は認められないことなどから、草地化は自然的要因とは考え難い。人為的要因としては、特に同地域で「毎年広範囲に発生する放牧のための野焼き」が一つの要因として考えられる。

前述の通り、産業植林の実績がない、資機材の入手が困難な、あるいは技術者が少ない地域で100haの植林を行うには大変な労力を要する。例えば、他国で一般に使用している籾殻やピートモスなどの有機質資材を同地では入手することができず、150km離れた製材工場から廃棄された“腐朽した鋸屑”を入手した。しかしながら、“腐朽していない未分解の鋸屑”が多くなった。この結果、苗木養成時に夜盗虫の被害が発生し、南アフリカから急遽輸入した薬剤(Furadan)で対処した。結果的に、約2万本の

苗木が被害を受けた。

筆者は試験地設定のために苗畑設営から植栽までの160日の間で計120日間同地に滞在した。苗畑や植栽作業にたずさわった住民にとってこれらの作業は初めての経験であり、互いに言葉が通じない中で本試験地が設定できたのは互いに心から信頼できるリーダー Roby 氏の存在が大きい。試験地設定後、前述の作業手順はマニュアルとして、各リーダーおよび政府関係者に配布し好評を得ている。

本試験植林作業にたずさわった住民の経験が、自らが植林を行おうとする意識、あるいは森林保全や

火災防止に対する意識の改善に繋がれば幸いである。さらには本試験植林が同地域の数万 ha の無立木草地を森林地に変身させる第一歩になれば幸いである。

〔引用文献〕 1) 原口直人他 (2008): 吸収源 CDM の方法論及びプロジェクトの開発にたずさわって. 海外の森林と林業 No. 71. 2) UN (2008) List of least developed countries. <http://www.un.org/special-rep/ohrrls/ldc/list.htm>

図書紹介

黄砂対策植生回復技術マニュアル (砂漠化対策と乾燥地の緑化技術)

真木太一・吉川 賢他著, 国際緑化推進センター, 2009年, 無料

日本では通常なじみのない場所ではあるが, 地球上の陸地面積のおよそ 1/3 を占める乾燥地とはどのようなところなのか。砂漠化が進んでいると言われるが, 砂漠とはなにか, 砂漠化とは果たしてどのようなことを指し, どのような要因が引き起こす現象なのか。乾燥地で緑化・修復しなければならない, 緑化修復が可能な場所, あるいは緑化ができないまたは緑化してはいけない場所とはどのようなところなのだろうか。

本技術マニュアルは平成 16 年度~20 年度の 5 年間にわたり中国・モンゴルの 2 カ国を対象に実施された林野庁の補助金事業「黄砂対策植生回復実証調査事業」による調査結果をもとに作成されたものであり, 次の総論, 各論とも 4 章ずつからなる。

(総論) I 乾燥地生態系の特徴, II 乾燥地の環境, III 乾燥地の土地利用と砂漠化, IV 砂漠化対

策の方向

(各論) I 緑化基礎工, II 植生工, III 乾燥地緑化と土地利用, IV 緑化事例

本書はマニュアルと名づけられてはいるが, 内容は乾燥地の地理, 地形形成や生態, さらに住民の生活との関わりや政策など社会的な視点からの問題把握も多く含まれ, 特に総論 III 章「乾燥地の土地利用と砂漠化」では緑化事業が出来る可能性のある様々な問題が広く世界の事例から紹介され, 事業対象とした地域や乾燥地についてだけではなく, 他の様々な気候帯, 生態系のシステムにおける植生の維持や修復ということについても考えさせられる。広く語りながら話が乾燥地の話に収斂していくのは本書の目的上やむを得ないであろうが, これらの執筆者達による他の気候帯, 生態系での話も含めたものが読みたくなる, 大学などでの教科書として出版されてもおかしくない充実したものとなっている。事業報告書という性格上非売品であることはやむを得ないが, web 上での公開などにより広く情報を提供されることが期待される。あるいはさらに充実させた内容のもの市販も考慮してほしい書である。

(田淵隆一)