

平成 19 年度環境省委託事業

平成 19 年度 C D M / J I 事業調査

マダガスカル・ナンヨウアブラギリ由来の
バイオ燃料製造・販売事業調査

報 告 書

平成 20 年 3 月

株式会社 双日総合研究所

平成 19 年度 C D M / J I 事業調査

マダガスカル・ナンヨウアブラギリ由来の バイオ燃料製造・販売事業調査

目 次

目 次	I
略語一覧	IV
1 プロジェクトの実施に係る基礎的要素	1
1.1 提案プロジェクトの概要と企画立案の背景	1
1.1.1 バイオディーゼル燃料概要	1
1.1.2 ナンヨウアブラギリ概要	3
1.1.3 企画立案の背景	5
1.1.4 調査の実施体制	6
1.2 ホスト国の概要	6
1.2.1 一般事情	6
1.2.2 気 候	7
1.2.3 政 治	8
1.2.4 経 済	8
1.2.5 農 業	10
1.2.6 エネルギー	13
1.2.7 道路・港湾のインフラ整備状況	18
1.3 ホスト国の C D M / J I に関する政策・状況	21
1.3.1 マダガスカル国の C D M 体制	21
1.3.2 C D M プロジェクトの承認	22
1.3.3 マダガスカル国 C D M プロジェクト開発動向	26
1.4 持続可能な開発への貢献	28
1.4.1 マダガスカルの開発計画	28
1.4.2 本プロジェクトによる持続可能な開発への貢献	29
1.5 ホスト国におけるナンヨウアブラギリの栽培計画	30
2 プロジェクトの立案	37
2.1 プロジェクトの具体的な内容	37
2.2 B D F プラント設置予定地	39
2.3 収穫種子の輸送	40
2.4 製造プロセス	41
2.4.1 搾油工程	41

2.4.2.	バイオディーゼル製造工程	41
2.5	製造設備投資額	43
2.5.1.	搾油設備	43
2.5.2.	バイオディーゼル燃料製造設備	43
2.5.3.	設備投資額（まとめ）	46
2.6	製品販売	47
2.6.1.	バイオディーゼル燃料	47
2.6.2.	グリセリン	49
2.6.3.	ナンヨウアブラギリ搾り粕（ケーキ）	50
2.7	原料調達（種子）	51
2.7.1.	輸入種子	51
2.7.2.	国産種子/ナンヨウアブラギリ栽培適地（抽出・検証）	56
2.7.3.	国産種子/ナンヨウアブラギリの栽培技術および栽培コスト	71
2.8	原料調達（化学品）	83
2.9	公共ユーティリティー・廃水处理	84
2.10	プロジェクト操業人件費、一般管理費、プラント償却費	85
2.11	プロジェクト実施スケジュール	86
3	CDM 事業化分析	87
3.1	プロジェクト概要	87
3.1.1.	CDM プロジェクトの目的	87
3.1.2.	プロジェクト対象発電所の選定	87
3.2	使用する方法論	93
3.3	プロジェクトバウンダリーの設定	93
3.4	ベースラインの設定	94
3.5	追加性の証明	95
3.6	プロジェクト実施による GHG 削減量	96
3.6.1.	ベースライン排出量	96
3.6.2.	プロジェクト排出量	98
3.6.3.	リーケージ	101
3.6.4.	プロジェクト実施による GHG 排出削減量	104
3.7	モニタリング計画	106
3.8	プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間に関する調査	108
3.9	環境影響評価	108
3.9.1.	マダガスカルにおける環境影響評価制度	108
3.9.2.	プロジェクトによる環境影響	109
3.10	社会経済影響評価	109
3.11	利害関係者のコメント	112
4	事業化に向けて	114

4.1	プロジェクトの実施体制	114
4.2	プロジェクト実施のための資金計画	115
4.3	費用対効果	115
4.3.1.	投資効果	115
4.3.2.	感度分析	117
4.4	事業化に向けての見込み・課題	118
4.4.1.	原料の調達	118
4.4.2.	製品販売	119
	添付資料	121
	添付資料 1 出張報告書	123
	添付資料 2 第 1 回委員会議事録	143
	添付資料 3 第 2 回委員会議事録	149

略語一覧

A/R	Afforestation/Reforestation 新規植林・再植林
ADEMA	Aeroport de Madagascar (Airport of Madagascar) マダガスカル空港会社
ADP	Aeroports de Paris (Airport of Paris) パリ航空会社
AMS	Approved Small-scale Methodology 承認済小規模方法論
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer 資源探査用将来型センサー（人工衛星「Terra」に搭載されている）
BAMEX	Business and Market Expansion （USAID の）市場開発プログラム
BDF	Bio Diesel Fuel バイオディーゼル燃料
CASCADE	Carbon Finance for Agriculture, Silviculture, Conservation, and Action. against Deforestation 森林伐採を制御する農業、林業、保護、行動の為の炭素金融
CDM	Clean Development Mechanism クリーン開発メカニズム
CER	Certified Emission Reductions 認証排出削減量
CIF	Cost, Insurance and Freight 運賃・保険料込み条件
CNPC	China National Petroleum Corporation 中華人民共和国：中国石油天然気集团公司
DIREF	Forest Service regional director マダガスカル共和国：トアマシナ州森林局
DNA	Designated National Authority 指定国家機関
EB	Executive Board CDM 理事会
EIA	Energy Information Administration アメリカ合衆国：エネルギー情報局
EIA	Etude d'impact environnemental (Environmental Impact Assessment) 環境影響評価
EIU	Economist Intelligence Unit エコノミスト・インテリジェンス・ユニット社
EU	European Union 欧州連合またはヨーロッパ連合
FAME	Fatty Acid Methyl Ester 脂肪酸メチルエステル
FAO	Food and Agriculture Organization 国際連合食糧農業機関
FFA	Free Fatty Acid 遊離脂肪酸
FGEF	The French Global Environment Fund フランス地球環境基金

FMG	Franc Malagache (Franc Malagasy) マダガスカルフラン (マダガスカル共和国の旧通貨単位)
FOB	Free On Board 本船甲板渡し条件
FOFIFA	Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural (National Center for Rural Development Applied Research) マダガスカル共和国：国立農業技術センター
FS	Feasibility Study 事業化可能性調査
GDP	Gross Domestic Product 国内総生産
GHG	Green House Gases 温室効果ガス
GNI	Gross National Income 国民総所得
GPS	Global Positioning System 全地球測位システム
ICRAF	International Center for Research in Agroforestry 国際熱帯農林業センター
IEA	International Energy Agency 国際エネルギー機関
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change 気候変動に関する政府間パネル
IPP	Independent Power Producer 独立系発電事業者
IRR	Internal Rate of Return 内部投資収益率
JICA	Japan International Cooperation Agency 日本：独立行政法人 国際協力機構
JIRAMA	JIRO SY RANO MALAGASY (Madagas power and water supply company) マダガスカル共和国：電力・水道供給会社
LDC	Least Developed Countries 後発開発途上国
LLC	Limited Liability Company リミテッド・ライアビリティ・カンパニー (アメリカ合衆国の各州法に基づいて設立される企業体)
LoA	Letter of Approval 承認レター
LPG	Liquefied Petroleum Gas 液化石油ガス
MAP	Madagascar Action Plan マダガスカル行動計画
MECIE	Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement (Setting compatibility of the Investments with the Environment) 投資と環境の両立可能性
MDGs	Millennium Development Goals ミレニアム開発目標
MICTSL	Madagascar International Container Terminal Services Limited マダガスカル・インターナショナル・コンテナ・ターミナル・サービス・ リミテッド社

NASA	National Aeronautics and Space Administration アメリカ合衆国：国立航空宇宙局
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization 日本：独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
OE	Operational Entity 運営組織
ONE	l'Office National pour l'Environnement (National Office for Environment)
PAE	Plan d'Action Environnementale (Madagascar Environment Action Plan) 環境行動計画
PDD	Project Design Document プロジェクト設計書
PE	Programme Environnemental (Environmental Program)
pH	potential Hydrogen, power of Hydrogen 水素イオン指数
PIN	Project Idea Note プロジェクト・アイデア・ノート
PNT	Programme National de Transports (National Transportation Program)
PREE	Programme d'engagement environnemental (Program environmental engagement) マダガスカル共和国：環境遵守宣言
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper 貧困削減戦略文書
QA	Quality Assurance 品質保証
QC	Quality Control 品質管理
RDAP	Rural Development Action Plan 地方開発行動計画
RFR	Réserve Foncière pour le Reboisement (Reserve Land for the Afforestation) 植林の為に確保された土地
SDI	Sustainable Development Index 持続可能な開発指標
SNGF	Silo National des Graines Forestieres (National Forestry Seeds Center) マダガスカル共和国：国営種子センター
UNEP	United Nations Environment Program 国際連合環境計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change 気候変動に関する国際連合枠組条約
UNFPA	United Nations Population Fund 国際連合人口基金
USAID	United States Agency for International Development アメリカ合衆国：国際開発庁
VAT	Value Added Tax 付加価値税
VNIR	Visible and Near Infrared Radiometer 可視近赤外放射計

WSU	Washington State University アメリカ合衆国：ワシントン州立大学
WTI	West Texas Intermediate ウェスト・テキサス・インターミディエイト (アメリカ合衆国南部のテキサス州を中心に産出される原油)
ZIA	Zone d' Investissement Agricole (Agricultural zone for Investment) 農業投資の為に確保された土地

1 プロジェクトの実施に係る基礎的要素

1.1 提案プロジェクトの概要と企画立案の背景

1.1.1. バイオディーゼル燃料概要

BDF (Bio-diesel Fuel : バイオディーゼル燃料) とは植物油脂や動物油脂などの再生可能な資源とアルコールとの化学反応 (エステル交換反応 : 図 1-1) からつくられる軽油代替燃料である。なたね油、パーム油、ココナツ油、ヒマワリ油、大豆油、コメ油などの植物油脂や、魚油、牛脂などの動物油脂、あるいは廃食用油などが油脂原料として利用されている。また、アルコールとしてはメタノールが一般に利用されている。欧州ではなたね油、北米および中南米では大豆油、東南アジアではパーム油、ココナツ油が利用されている。

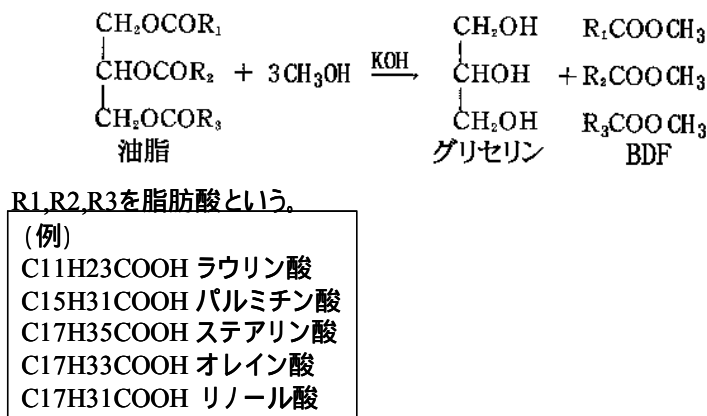


図 1-1 エステル交換反応

2006 年の世界の BDF 生産量は、5.4 百万トンである。地域別に見ると、EU が 4.0 百万トンで 73.2 % を占める。国別で見ると、ドイツ 2.2 百万トン (40.6 %)、米国 0.8 百万トン (13.8 %)、フランス 0.6 百万トン (10.2 %)、イタリア 0.5 百万トン (9.2 %) の順となっている。

また、図 1-1 に示すとおり、エステル交換反応においては副製品として、グリセリンが BDF 量の約 1/10 生成する。グリセリンは医薬品 (パップ剤、浣腸、坐薬、軟膏など)、化粧品 (クリーム、ローションなど)、トイレットリー、食品、モノグリセライド、カプセル、アルキッド樹脂、ポリウレタン、セロファン、フィルム、ハミガキ、マウスウオッシュ、インキ、香料、タバコ、タバコのフィルター、火薬、不凍剤、石鹼、繊維、紙、溶剤、コンデンサーなど、各分野において利用されている。

表 1-1 世界のバイオディーゼル生産量（2006年）¹

	生産量（トン）	(%)
Austria	75,000	1.4 %
Czech R.	135,000	2.5 %
Denmark	70,000	1.3 %
France	550,000	10.2 %
Germany	2,200,000	40.6 %
Italy	500,000	9.2 %
Poland	100,000	1.8 %
Spain	125,000	2.3 %
Sweden	30,000	0.6 %
UK	100,000	1.8 %
Other Europe	80,000	1.5 %
Europe	3,965,000	73.2 %
Argentina	30,000	0.6 %
Brazil	60,000	1.1 %
Canada	40,000	0.7 %
Colombia	50,000	0.9 %
USA	750,000	13.8 %
Other Americas	50,000	0.9 %
Americas	980,000	18.1%
Africa	50,000	0.9 %
Australia	80,000	1.5 %
China	60,000	1.1 %
India	30,000	0.6 %
Indonesia	1,000	0.0 %
Malaysia	120,000	2.2 %
Philippines	60,000	1.1 %
Singapore		
Thailand	30,000	0.6 %
Other Asia/Pacific	40,000	0.7 %
Total Asia/Pacific	421,000	7.8 %
World	5,416,000	100.0 %

¹ 出典：FO Licht March 22, 2007

1.1.2. ナンヨウアブラギリ概要

ナンヨウアブラギリ *Jatropha curcas* は、トウダイグサ科 *Euphorbiaceae* に属し、熱帯アメリカ原産であるが、現在世界中の熱帯地域や亜熱帯地域の一部で半野生状に分布している。また、ナンヨウアブラギリは、比較的乾燥地や貧栄養土壌でも生育できること、種子や挿し木により容易に増やせること、また葉や小枝、果実に毒性を含むため、家畜が葉を食べないことから牛小屋や家の生垣として栽培されている。また、生垣の他、古くから種子が油脂分を含むことからランプ用の灯油、石鹼、塗料や潤滑油の増量剤、さらには嘔吐剤や下剤として用いられてきた²。

ナンヨウアブラギリは、樹高 1 m ~ 7 m 位の低 ~ 中木である。葉は 5 ~ 15 cm のハート型 ~ 卵型で、3 ~ 5 角形の切り込みが入った単葉である。葉は、幹に添って展開し、葉色は薄緑 ~ 緑色を呈する。花は単性小花であり、5 つの花序をつくる。雄花と雌花は、同じ木に咲くが離れた位置で開花し、雌花は雄花より 4 ~ 5 回多く咲く。果実は、2 ~ 4 cm の長卵型で、結実初期は緑色、成熟すると褐色 ~ 黒色へ変化する。果実は 3 個の黒褐色の種子を内包する。種子の油脂含量は約 30 ~ 50 % と言われている³。

ナンヨウアブラギリの生育条件は、低地から海拔 300 m の場所でも生育可能である。降水量は、年間 300 ~ 2,380 mm の広範囲で生育可能で、最適降水量は 625 mm とされている。気温は 20 ~ 26 °C、35 °C 以上の高温や 15 °C 以下の低温では生育が抑制され、油脂含量が低下する。根茎は乾燥地でも発達し、土壌や土壌水分を保持するため、土壌保全(エロージョン防止)の効果が期待される。また、礫地、砂地や粘土質などの様々な土性や土壌タイプでも生育可能であり、pH 5.0 ~ 6.5 で、湿地を除く水はけのよい土壌が好まれる⁴。

ナンヨウアブラギリが、マダガスカルに導入されたのは 20 世紀初頭であり、前述の生垣の他、マダガスカルの主要輸出農産物であるバニラの支柱用として栽培されている。写真 1-1 と写真 1-2 はトアマシナ市近郊の民家が生垣に植栽している事例である。民家周辺の住民に、ナンヨウアブラギリの生垣以外の用途を確認したところ、「毒性があるので、生垣以外に利用することはない。また、種子から油脂がとれることは知らない」とのことであった。また、同市近郊での牛の生垣に植栽している事例を写真 1-3 に、同じく同市近郊の石鹼工場 Savonnerie Ramaroson のオイルパーム植林地内で試験的に栽培しているバニラの支柱用に植栽されている事例を写真 1-4 に紹介する。

² 農林省熱帯農業研究センター編：熱帯の有用植物(1975)353-356 頁

³ 熱帯植物研究会編：熱帯植物要覧(1991)225 頁

⁴ Surfactant and Bioenergy Research Center : JATROPHACURCAS(2007)_45page.



写真 1-1 生垣に植栽したナンヨウアブラギリ



写真 1-2 同結実初期の果実



写真 1-3 牛の柵（植栽事例）



写真 1-4 バニラの支柱用（植栽事例）

上述の用途以外に、ナンヨウアブラギリは、近年、化石燃料の代替エネルギー源として注目され、アフリカやインド、アジア地域ではインドネシア、フィリピン、中国などにおいて事業化計画が発表されている。その理由として、他の農作物に比べ、栽培適地が比較的に広いこと、農地との競合が少ないこと、種子から搾油される油脂成分には毒性を含むため、既存の食用油脂の市場価格や需要の影響を受けづらいこと、発展途上国が、自国内において再生可能なエネルギー資源（栽培 種子の収穫 搾油までの工程）として取り組みやすいことなどがあげられる。

マダガスカルにおいても、迅速な経済成長による貧困削減の実現をめざして策定された「マダガスカル行動計画 Madagascar Action Plan (MAP)」の中の戦略として、「バイオ燃料などの代替エネルギー源の開発および利用」の作物にナンヨウアブラギリを取り上げている。

1.1.3. 企画立案の背景

マダガスカルは、サバンナ～熱帯雨林と多様な気候を持ち、原猿類をはじめとする極めて特異的に進化した固有種の割合が高く、生物多様性の豊かな島国であることは広く知られている。しかしながら、これらの生物多様性を育む森林環境は、長らく人為的な影響を受けて、急速に脆弱化し草地化が進行している。森林の劣化や減少は、同国のエネルギー不足を背景に薪炭材用としての森林伐採、焼畑の延焼による草地化が主因とされている。⁵

また、2003年以降、内政が安定し自助努力による経済再建の動きがみられ、低位ではあるが経済成長率4.9%(2006年：世銀)を示しているが、1人当たりの国民総所得(GNI)はUS\$290、インフレ率は11.3%(2006年：世銀)と、依然、後発開発途上国(LDC)に位置付けられており、政府予算の基盤は脆弱である。

慢性的なエネルギー不足に加え、インフラが十分でなく、電力生産/分配設備の大部分が老朽化し、近年増加する電力需要を満たすことができていない。電力普及率は全土で約21%に留まる。複数の電力生産設備はすでに飽和状態にあり、悪天候に対し非常に脆弱である。エネルギーの不足は、都市部においてさえも薪炭利用が圧倒的であり、同国の森林減少の主因となっている。また、石油部門は同国の発展において大きな役割を担っているが、石油需要のほぼ100%は輸入に依存している状況である。

現在、王子製紙(株)は同国トアマシナ州において製紙産業の資源確保を目的とした吸収源 CDM プロジェクトを計画中である。本プロジェクトは、王子製紙(株)吸収源 CDM プロジェクトが対象としない土地、すなわち吸収源 CDM の適格性から除外される非森林地域を対象に、地域住民ヘナンヨウアブラギリの栽培を委託し、収穫された種子を用いて BDF を生産するものである。生産された BDF は、同国の持続的な発展の足かせとなっている発電部門や石油部門に供給する計画である。

王子製紙(株)吸収源 CDM プロジェクトと合わせ、提案プロジェクトが実施されれば、
両民間投資プロジェクトによる産業の育成
吸収源および排出源由来のクレジット獲得のシナジー効果
森林減少の主因であり、生物多様性を脅かしている原野火災の抑制
中国、インド、中南米に集中している CDM 開発案件の国・地域バランスの偏り軽減への寄与
が期待される。

⁵ (財)地球環境センター2003年FS報告書：王子製紙(株)「マダガスカル・トアマシナ州における循環型バイオマスプランテーションの事業化調査」p.3

1.1.4. 調査の実施体制

今回の調査は、(財)地球環境センターより(株)双日総合研究所が受託し調査を行った。ただし、一部の調査・業務については、深い知見を有する下記の企業に外注した。

(株)三菱総合研究所：リモートセンシングデータを組み合わせた栽培適地抽出、バイオマス、土壌などの GHG のサンプル測定

(財)海外産業植林センター：品種の選定、栽培条件、商業規模での栽培・種子収穫法、栽培コストの調査

大豊建設(株)マダガスカル営業所：現地情報収集および現地面談手配

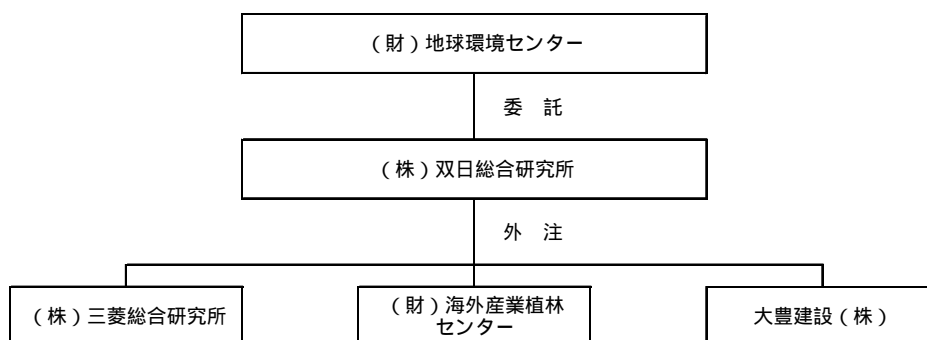


図 1-2 調査体制

1.2 ホスト国の概要

1.2.1. 一般事情

マダガスカル的一般事情は、下記のとおりである。

国名：マダガスカル（正式名：マダガスカル共和国）

位置：アフリカ大陸の東南、インド洋上の島国（図 1-3 参照）

面積：587,041 km²（日本の約 1.6 倍。世界第 4 位の大きさの島）

人口：1,910 万人（2006 年、UNFPA）

首都：アンタナナリボ（人口 484 万人：2003 年）

民族：アフリカ大陸系、マレー系、部族は約 18

言語：マダガスカル語、フランス語（共に公用語）に加え、2007 年の憲法改正により英語も公用語となった。

宗教：キリスト教 41%、伝統宗教 52%、イスラム教 7%。⁶

⁶ 外務省 HP：<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/madagascar/data.html>

1.2.2. 気 候⁷

気候は雨期と乾期が明瞭に分かれ、雨期は11月～3月、乾期は4月～10月である。

- ・ 中央高地の気候は温暖で、首都アンタナナリボ(Anntananarivo)の月平均の最高気温は24.7℃、同最低気温は14.5℃である。
- ・ 東部海岸地帯は、熱帯多雨林地帯で年間を通じ、高温多湿である。年平均気温は20℃、年間平均降水量2,000 mm以上、一部では3,000 mm～4,000 mmに達する場合もある。また、この気候帯の北部はしばしばインド洋で発生するサイクロンの被害を受ける。
- ・ 西部海岸地帯は、年平均気温は21℃～26℃で、年平均降水量は800 mm以下、最も少ない海岸部では400 mm以下で、マダガスカル島内最小の降雨量地帯である。

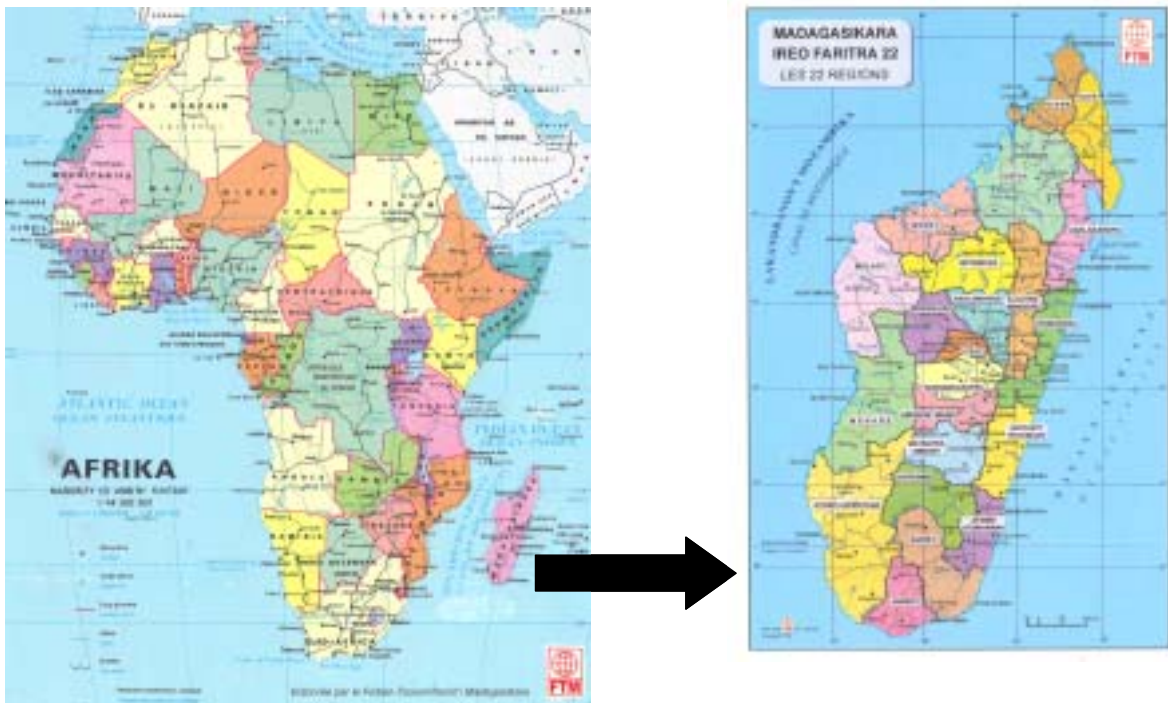


図 1-3 アフリカ大陸とマダガスカル

⁷ (社)海外林業コンサルツ協会「平成8年度・海外林業開発協力事業事前調査事業(森林・林業技術協力情報調査)報告書(マダガスカル共和国編)」より抜粋した。

1.2.3. 政治

1960年にフランスから独立を果たした後1972年までの間、仏共同体内の共和国として親仏政策がとられていた。1972年に経済低迷などを背景とした政治的混乱が生じ、その結果、軍事政権が成立した。同軍事政権下では、親仏路線から社会主義路線への転換がなされた。その後、1990年代に入ってから社会主義の行き詰まりにより、民主化や憲法改正を求める内外からの圧力を背景として大規模なデモとストライキが発生し、社会的・政治的混乱が長引いたが、1992年に国民投票により新憲法が採択され、経済体制的には20年近く続いた社会主義より自由主義への転換が行われた。⁸

2001年12月に行われた大統領選挙での得票結果をめぐり、ラチラカ候補とラヴァルマナナ候補が対立した。ラヴァルマナナ候補は2002年2月、一方的に「大統領」就任宣言を行い、独自の「内閣」を発足させた。この結果、二人の大統領が併存する政治危機となる。同年4月に実施された大統領選挙再集計では、ラヴァルマナナ候補が過半数を獲得しマダガスカル共和国大統領に選出され、また7月にはラチラカ前大統領が仏に出国し、事態は収束に向かった。12月に国民議会選挙が平穩に実施されラヴァルマナナ大統領派が圧勝し、2003年後半以降、内政は徐々に安定。政府は、迅速な成長、貧困削減などを目指し「マダガスカル行動計画 Madagascar Action Plan(MAP)」を策定した。2006年12月の大統領選挙の結果、ラヴァルマナナ大統領が再選された。⁹

同国の政体は共和制で、議会は二院制(国民議会127議席、上院90議席)。2007年9月の国民議会選挙においてもラヴァルマナナ大統領派与党である、「I Love Madagascar党」が127議席中105議席を獲得し圧勝した。

1.2.4. 経済

(1) 概観¹⁰

主要産業：農牧業(米、コーヒー、バニラ、砂糖、丁子、牛)、漁業(えび、まぐろ)

GNI：US\$53億(2006年：世銀)

1人当たりGNI：US\$280(2006年：世銀)

経済成長率：4.9%(2006年：世銀)

インフレ率：11.3%(2006年：世銀)

総貿易額(2005年、EIU):(輸出)US\$834百万、(輸入)US\$1,427百万

⁸ 平成18年度外務省第三者評価、マダガスカル国別評価：

http://www.mofa.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/kunibetu/gai/madagascar/pdfs/kn06_01.pdf

⁹ 外務省HP：<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/madagascar/data.html>

¹⁰ 外務省HP：<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/madagascar/data.html>

主要貿易品目(2005年、EIU):(輸出)織物、バニラ、甲殻類、(輸入)機材、消費財、燃料
主要貿易相手国(2005年、EIU):(輸出)仏、米、独、モーリシャス、(輸入)仏、中国、イ
ラン、モーリシャス

通貨:従来、マダガスカルフラン(FMG)が流通していたが、2003年8月から新通貨単位
アリアリ(Ariary)が流通開始。5 FMG = 1 Ariary

為替レート:1ユーロ約2,518 Ariary(2007年7月)

経済概況:農業が基幹産業。1990年代半ばより国営企業民営化、投資法改正、貿易自由化な
どの自由化政策強化により、1997年以降は一定の経済成長を遂げるに至った。し
かし、2002年前半の政治危機は経済にも深刻な悪影響を与え、経済もマイナス成
長(-12.7%)を記録。その後徐々に経済は回復し、近年は石油価格高騰の影響を
受けるも、観光サービス業が好況な他、鉱業分野での投資も活発化している。

(2) 経済政策の基本方針

MAPによると、以下の2つの目標、5つの戦略、8つの優先計画、および表1-2の経済指標目標
が挙げられている。

(目標)

1. インフレ率を抑え安定的な経済を実現する。
2. 経済不均衡を排除する。

(戦略)

1. インフレを抑制し外貨市場を安定化するための確固とした通貨政策を行う。
2. 公的機関の財政を健全化し、政府の無駄な歳出をなくす。
3. 財政赤字を低減する。
4. 国民個人の決断を奨励し、政府の歳入を増大させるため、税制の整備と簡素化を行う。
5. 行政機関における分析・予測能力を強化する。

(優先計画)

1. 国税・地方税を再構築し、徴税を効率的にする。一方、投資環境を改善し、非公式なセク
ターを公式的なセクターに引き入れる。
2. 国内の流動性を効率的に管理し、通貨の需要と供給を抑制するため、中央銀行に対する政府
債務の保証を含め、通貨管理の間接的手法を発展させる。
3. 財務省に対する中央銀行の貸付限度を低減する。
4. 行政機関の滞留を低減・排除する。
5. 税務署と税関の業務をコンピューター化する。
6. 国境警備の強化を含め、脱税の取り締まりを強化する。

7. 統計改善の国家戦略に従って、信用のある最新の統計データを入手するシステムを構築し、省庁間で情報を共有する。
8. 分析手法を開発し、経済モデルとセクターモデルの予測を進める。

表 1-2 MAP において設定されている経済指標

	2005	2012
インフレ率 (%)	11.4	5.0
財政赤字 (GDP 対比%)	4.3	3.0
政府に対する中央銀行の貸付 (前年の歳入対比%)	10	5
外貨準備高 (月間輸入総額費 (月数))	2.9	6
当座勘定残高 (GDP 対比%)	-11.7	-8.0
公的債務総計 (GDP 対比%)	81.4	60
経済成長率 (%)	4.6	7~10
投資比率 (GDP 対比%)	22.5	30
1人あたりの GDP (US\$)	309	476

1.2.5. 農業¹¹

マダガスカルにおける農業は、労働人口の 73 % が従事し、国内総生産の約 30 % を占める基幹産業となっている。主要作物としては、米、キャッサバ、さとうきびなどが栽培されている。国土総面積の 50 % は耕作可能とされているが、現段階ではその 5 % 程度を耕地として利用するにとどまっている。農業用地の 6 割以上は水田で稲作が中心となっている。土地の所有については、特に南部地方において著しい不均衡を生じている(大部分の農民が平均 4 ha 程度を所有している中、400 ha 以上を所有する大地主も存在する)。

近年、多数の就業者を吸収している農業分野の不振が顕著となっており、主食である米については、年間の生産量の変動が大きく、不足分補充のための輸入量が増加している。食料の需要は年々増加しているのに対し、農業の生産性が低いことから食料自給が追いつかず、輸入に依存している。

人口増加率が年間約 3 % と高水準にあり、近年急速に人口が増加している同国では、今後四半世紀のうちに人口が 2~3 倍に増加するという試算も発表されており、安定的な食糧確保とともに農業・農外所得向上による農村における生計向上をいかに実現するかが課題となっている。

MAP の Commitment 4 「地方開発と緑の改革」の Challenge 3 「持続可能な緑の改革」において、米の生産を 2005 年の 3,420 千トンから 7,000 千トンとすること、および農産物の生産性(収率)を 2005 年の 1.8~2.57 トン/ha から 2012 年には 3~5 トン/ha とすること、を目標として掲げている。

る。その具体策として、農業知識の向上、肥料の効果的な利用、種子の改良、農業機械の有効利用などを挙げている。

農業に関するデータを表 1-3、表 1-4、表 1-5、表 1-6 に示す。

表 1-3 農業の地位¹²

	生産額 (US\$億)	GDP に 占める割合 (%)
国内総生産額 (名目 GDP)	55	-
農 業	16	29.2

表 1-4 土地利用 (2003 年)¹³

	面積 (千 ha)	比 率 (%)
総土地面積	58,704	100
耕 地	2,950	5
永年草地	24,000	41
永年作物地	600	1
そ の 他	31,154	53

表 1-5 農業人口 (2003 年)¹⁴

総 人 口	(1)	1,740 万人
農 業 人 口	(2)	1,269 万人
(2) / (1)		72.9 %
総 就 業 人 口	(3)	834 万人
農 業 就 業 人 口	(4)	608 万人
(4) / (3)		72.9 %

¹¹ 農林水産省 HP (http://www.maff.go.jp/kaigai/gaikyo/z_madagascar.htm#2) を参考とした。

¹² 出所：世銀資料

¹³ 出所：FAOSTAT

¹⁴ 出所：FAOSTAT

表 1-6 主要農産物の生産状況（2004 年）¹⁵

	生産量 (千トン)	耕作面積 (千 ha)	単 収 (トン/ha)
米	3,030	1,223	2.48
キャッサバ	2,191	353	6.21
さとうきび	2,460	69	35.81
トウモロコシ	350	196	1.79
コーヒー豆	65	194	0.34

なお、同国の農業生産の話とは異なるが、1 人 1 日当たりの消費カロリーにつき、マダガスカル、近隣諸国、アフリカ平均、日本の数値を比較してみたので下記する。

南アフリカ共和国は 2,993 kcal/capita/day で日本の 2,838 kcal/capita/day を抜いている。アフリカ平均が 2,524 kcal/capita/day であるのに対し、マダガスカル、ケニア、タンザニア、モザンビークは各々、2,046 kcal/capita/day、1,974 kcal/capita/day、2,230 kcal/capita/day、2,288 kcal/capita/day といずれもアフリカ平均を下回っており、消費カロリーが不足している。

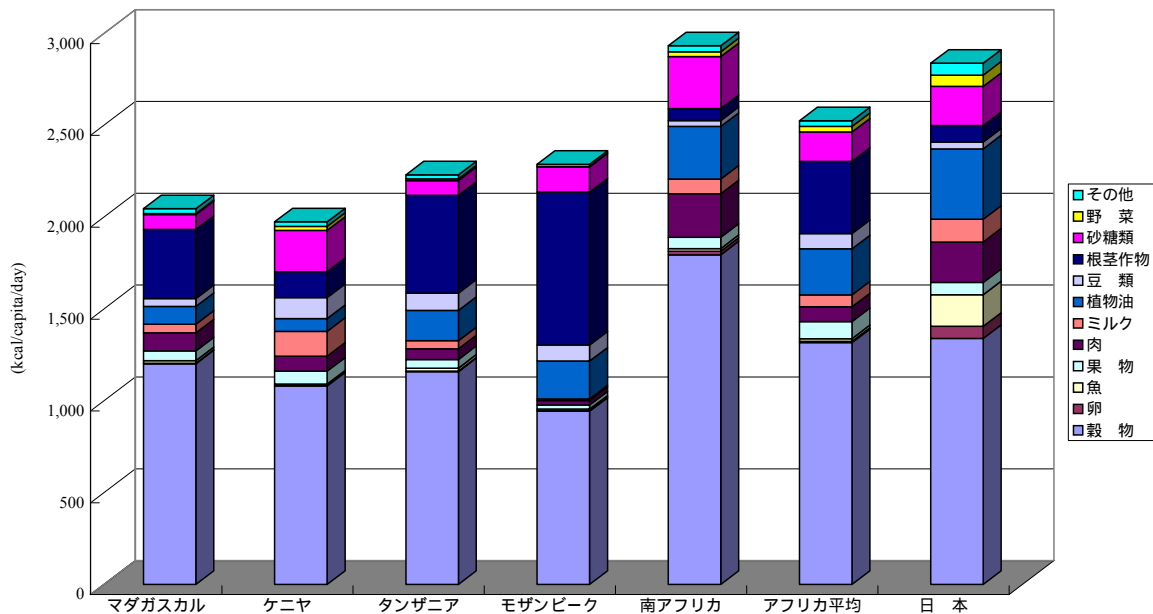


図 1-4 1 人 1 日当たりの消費カロリー（2005 年）¹⁶

¹⁵ 出所：FAOSTAT

¹⁶ FAO All Cora Data (<http://faostat.fao.org/site/336/default.aspx>) より作成

表 1-7 1人1日当たりの消費カロリー（2005年）¹⁷

(kcal/capita/day)

	マダガスカル	ケニヤ	タンザニア	モザンビーク	南アフリカ	アフリカ平均	日本
穀物	1,201.47	1,080.47	1,158.38	943.61	1,794.41	1,316.46	1,339.21
卵	2.79	5.15	2.99	2.03	19.29	7.18	66.00
魚	14.00	5.35	16.70	9.18	14.58	14.66	172.02
果物	53.24	69.94	46.62	21.88	61.79	92.75	66.97
肉	98.07	81.59	58.05	24.29	236.82	80.14	220.01
ミルク	47.01	135.62	43.49	9.58	80.33	64.74	124.07
植物油	96.69	69.33	165.70	205.47	286.57	251.07	383.20
豆類	42.81	114.30	94.10	87.43	32.13	83.01	36.69
根茎作物	375.58	141.03	531.67	832.89	64.82	393.14	89.71
砂糖類	81.77	224.74	81.43	137.12	282.46	159.70	212.97
野菜	5.41	22.50	8.71	1.84	27.53	30.71	62.16
その他	26.79	24.09	21.83	12.28	32.16	30.70	64.67
総計	2,045.63	1,974.11	2,229.67	2,287.60	2,932.89	2,524.26	2,837.68

内容で見ると、マダガスカル、ケニヤ、タンザニア、モザンビークは消費カロリーの大部分を穀物と根茎作物で賄っており、南アフリカ共和国や日本と比べると、肉の消費カロリーが小さいのが特徴的である。また、マダガスカル、ケニヤについては植物油の消費カロリーも小さい。

食物別の消費カロリーの状況は、ケニヤがトウモロコシ、タンザニアおよびモザンビークがトウモロコシとキャッサバ、南アフリカがトウモロコシと小麦に依存しているのに比べ、マダガスカルは籾米に依存している。

1.2.6. エネルギー

表 1-8 に示す通り、マダガスカルはエネルギーを石油および、石油製品、および電気に依存しており、石炭および天然ガスの消費はない。

¹⁷ FAO All Cora Data (<http://faostat.fao.org/site/336/default.aspx>) より作成

表 1-8 エネルギーバランス¹⁸

石油および石油製品

(千バレル/日)

	2001	2002	2003	2004	2005
Total Oil Production	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crude Oil Production	0	0	0	0	0
Consumption	13.3	15.3	15.8	17.4	17
Net Exports/Imports(-)	-13.2	-15.2	-15.8	-17.3	-16.9
Proved Reserves	NA	0	0	0	0

天然ガス

(10 億キュービックフィート)

	2001	2002	2003	2004	2005
Production (Dry natural gas.)	0	0	0	0	0
Consumption (Dry natural gas.)	0	0	0	0	0
Net Exports/Imports(-)	0	0	0	0	0
Proved Reserves	70	NA	NA	NA	NA

石 炭

(百万ショート・トン)

	2001	2002	2003	2004	2005
Production	0	0	0	0	0
Consumption	0	0	0	0	0
Net Exports/Imports(-)	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3

電 気

(10 億 kWh)

	2001	2002	2003	2004	2005
Net Generation	0.8	0.8	0.9	1	1
Net Consumption	0.7	0.7	0.8	0.9	1
Installed Capacity (Gw) (One billion watts or one thousand megawatts of electric capacity, as of January 1.)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

(3) 石油および石油製品

マダガスカルにはトアマシナ港近郊に石油リファイナリーが 1 ヶ所だけあったが、老朽化のために 2005 年より停止している。したがって、現在は石油製品（ガソリン、軽油、灯油、重油）需要の

¹⁸ 出所：EIA (Energy Information Administration)、<http://www.eia.doe.gov/emeu/international/contents.html>

全てを、中東などよりの輸入で賄っている。2006年度の消費量は、ガソリン 103 千 kL、軽油 401 千 kL、重油 26 千 kL、潤滑油 0.5 千 kL、JET / 灯油 105 千 kL、LPG 7 千 kL となっており、石油製品の中では軽油の消費量が一番大きい。軽油は、自動車燃料、漁船燃料、農業機械燃料、発電燃料として利用されている。

2006年2月、中国石油天然気集団（CNPC）傘下の遼河石油探査局は、マダガスカル国際石油とともに、マダガスカル最大の海底油田の探査を行うことを発表した。共同探査の対象となるのは、2,104 区画で、面積は 20,100 km²。石油の推定埋蔵量は 159 億バレルに達する。

表 1-9 石油製品の生産・輸出入・消費量¹⁹

		(kL)				
		2002	2003	2004	2005	2006
生産（製油所）	ガソリン	36,320	80,221	62,071	0	0
	軽油	56,820	125,610	78,741	0	0
	重油	50,384	159,688	128,011	0	0
	潤滑油	0	0	0	0	0
	JET / 灯油	26,615	47,501	33,419	0	0
	LPG	1,255	2,856	2,560	0	0
輸入	ガソリン	76,416	34,875	60,885	117,308	104,586
	軽油	218,420	234,940	320,560	409,631	403,710
	重油	38,457	102,595	21,116	8,182	35,913
	潤滑油	256	784	1,360	768	699
	JET / 灯油	39,452	39,958	66,240	115,237	97,394
	LPG	2,903	3,735	6,794	6,454	8,129
輸出	ガソリン	0	0	0	0	0
	軽油	0	0	0	1,172	0
	重油	71,238	216,678	117,517	0	0
	潤滑油	0	0	0	0	0
	JET / 灯油	0	0	0	0	0
	LPG	344	449	0	0	0
消費	ガソリン	94,617	125,314	119,709	112,624	103,283
	軽油	270,014	356,243	401,938	403,739	400,900
	重油	19,979	30,700	33,081	29,209	25,590
	潤滑油	742	720	921	795	553
	JET / 灯油	55,857	85,982	101,648	104,847	105,381
	LPG	4,031	6,341	7,924	8,008	6,822
在庫	ガソリン	26,810	11,361	15,181	19,277	18,998
	軽油	52,508	54,235	48,989	53,668	54,861
	重油	11,677	25,880	25,705	6,817	18,521
	潤滑油	117	201	497	282	471
	JET / 灯油	19,760	18,863	13,783	22,867	14,886
	LPG	1,346	1,247	2,501	920	2,072

(4) 電 気

マダガスカルにおける発電は、JIRAMA (JIRO SY RANO MALAGASY : 電力・水道供給公社) および IPP (Independent Power Producer : 独立系発電事業者) により行われている。IPP の発電についても JIRAMA の発電所で行われており、発電データは全て JIRAMA により記録されている。表 1-10 に 2005 年と 2006 年の発電実績および軽油、重油などの消費量を示す。

表 1-10 マダガスカル全土での発電実績および軽油、重油などの消費量²⁰

	単 位	2005	2006
発電総容量	kW	211,802	214,762
水力発電 (JIRAMA)	kWh	647,903,251	637,921,814
火力発電 (JIRAMA)	kWh	203,152,142	175,997,967
火力発電 (独立発電事業者)	kWh	137,351,643	189,641,624
総発電量	kWh	988,407,036	1,003,561,404
発電ロス	kWh	-50,656,032	-50,108,753
純供給電気量	kWh	937,751,004	953,452,651
軽油消費量 (JIRAMA)	liter	54,486,354	48,266,602
重油消費量 (JIRAMA)	liter	7,234,287	6,063,193
エンジンオイル消費量 (JIRAMA)	liter	715,994	736,741
	liter		
軽油消費量 (Private)	liter	31,225,396	38,623,313
エンジンオイル消費量 (Private)	liter	128,848	182,790
軽油消費量総計	liter	86,106,269	87,580,300
重油消費量総計	liter	7,237,887	6,068,193
エンジンオイル消費量総計	liter	845,819	920,508

2006 年の数値で見ると、総発電量に対し、水力発電量約 64 %、火力発電量 36 %となっている。IPP 事業は政策として奨励されており、137 百万 kWh (2005 年) から 190 百万 kWh (2006 年) へと増加している。それに対し、JIRAMA による発電は、水力発電量については 648 百万 kWh (2005 年) から 638 百万 kWh (2006 年)、火力発電量については 203 百万 kWh (2005 年) から 176 百万 kWh (2006 年) といずれも減少している。

JIRAMA よりの話では、火力発電所の発電機は相対的に老朽化して、電気の供給は不足しており、国民に対し、節電を呼びかけている状況とのことであった。

¹⁹ マダガスカル燃料部局 (Office Malagache des Hydrocarbures) より入手した資料を元に作成

²⁰ JIRAMA より入手したデータを元に作成

MAP の Commitment 2 の Challenge 4 では、競争力のあるコストでのエネルギー供給の保障を挙げ、

「過去 4 年間で、電気供給への信頼は改善されてきたが、電気普及率は全土で、まだ約 15 % しかなく、地方では 5 % を下回っている。石油の純輸入国であるため、2001 年から 2005 年の間に、ほぼ 2 倍となった石油価格の変動の影響を受けやすい。それに加えて、水力発電の比率が低下して火力発電の比率が増大してきている。全発電量に対する火力発電量の割合は 21 % (1997 年) から 35 % (2004 年) となっている。

2006 年現在、エネルギー公社である JIRAMA は、高度経済成長に必要なエネルギーの需要に対応する体制ができていない。これは、資金不足、機器の老朽化、不適切な経営方式（大改革中ではあるが）に原因がある。JIRAMA は、2007 年に、今後 3 年～5 年で需要増が見込まれる、主要な電力消費地域に新しい電力設備を備えることを発表した。」

と現状分析した上で、以下の目標と戦略を定めている。

（目 標）

1. 都市と地方いずれにおいても、妥当な価格で、信頼して、持続的に電気の供給を受け得るようにし、2011 年までに都市部で 74 %、地方で 10 % の普及率とする。
2. 電力分野において競争原理を導入し、官民協力による発展を図る。
3. 新しい連携、特に高成長の期待できる投資、の全てに対して十分な支援を行う。
4. 石油依存度を低減するために、水力、太陽光、風力、波力、石炭、ガス、バイオエネルギーを含めた代替エネルギーや再生可能エネルギーの利用を進める。

（戦 略）

1. 変化する需要に柔軟に対応できる、戦略的な国家エネルギー発展計画を策定・実施する。
2. 発電コストを大幅に低減するために、IPP の可能性を開拓する。
3. JIRAMA の改革を行う。
4. 発電機の修繕や新しい発電機の導入を行う。
5. 主要な工業団地、観光・鉱山・農業を含めた高度経済成長産業に資する機器などに優先して電気を供給する。
6. 代替エネルギー源、特に水力発電の開発を行う。

優先するプロジェクトとしては以下を挙げている。

1. JIRAMA を改革し、信頼できる電力供給企業とすること。
2. 発電量を下記により増大させる。
 - ・ 新型火力発電機 (40 MW)
 - ・ Andekaleka における第 3 発電機の設置
 - ・ Lily から Ampefy にかけての新規水力発電所の建設

3. IPP を下記により増大させる。
 - ・ 75 MW の 5 ヶ所の水力発電所建設
 - ・ 80 MW の新規火力発電機の設置
4. 中都市部、高度経済成長エリア、および地方において電気へのアクセスを拡大する。
5. 環境の観点から、森林資源に負の影響を与える要素を低減する。特に、木炭の使用を低減する。
6. 代替エネルギー / 再生可能エネルギーの利用を促進する(ナンヨウアブラギリやエタノール)。

また、MAP において、目標とする指標を表 1-11 の通り設定している。

表 1-11 MAP において設定されている指標

	2005	2012
水力発電比率	64 %	76 %
電気普及率	4 %	10 %
再生可能エネルギー利用によるエネルギー生産量（水力は除く）	0 %	3 %

なお、表 1-10 に示した通り、2006 年火力発電において消費された主燃料は、軽油 87,580 kL/年、重油 6,068 kL/年であった。JIRAMA アンタナリボの発電所での聞き取り調査によると、マダガスカルで稼動して発電機は、ほとんどが軽油対応の発電機であるが、コスト削減の観点から、始動と終動時にのみ軽油を使用して、通常稼動時には重油を使用する火力発電所もあるとのことであった。これが上記の重油消費量に相当するものと考えられる。

1.2.7. 道路・港湾のインフラ整備状況

(1) 道路

マダガスカルの道路網は全長約 3 万 km である。2002 年以降、道路の建設と補修は精力的に行われてきており、2005 年だけでも 8,982 km の補修が行われた。

MAP によると、2005 年時点での道路状況および 2015 年の道路建設・補修目標は、図 1-5 の通りとなっている。補修の必要な大部分の道路につき、補修を完了すると同時に、東岸から西岸への道路網を拡充させる計画となっている。

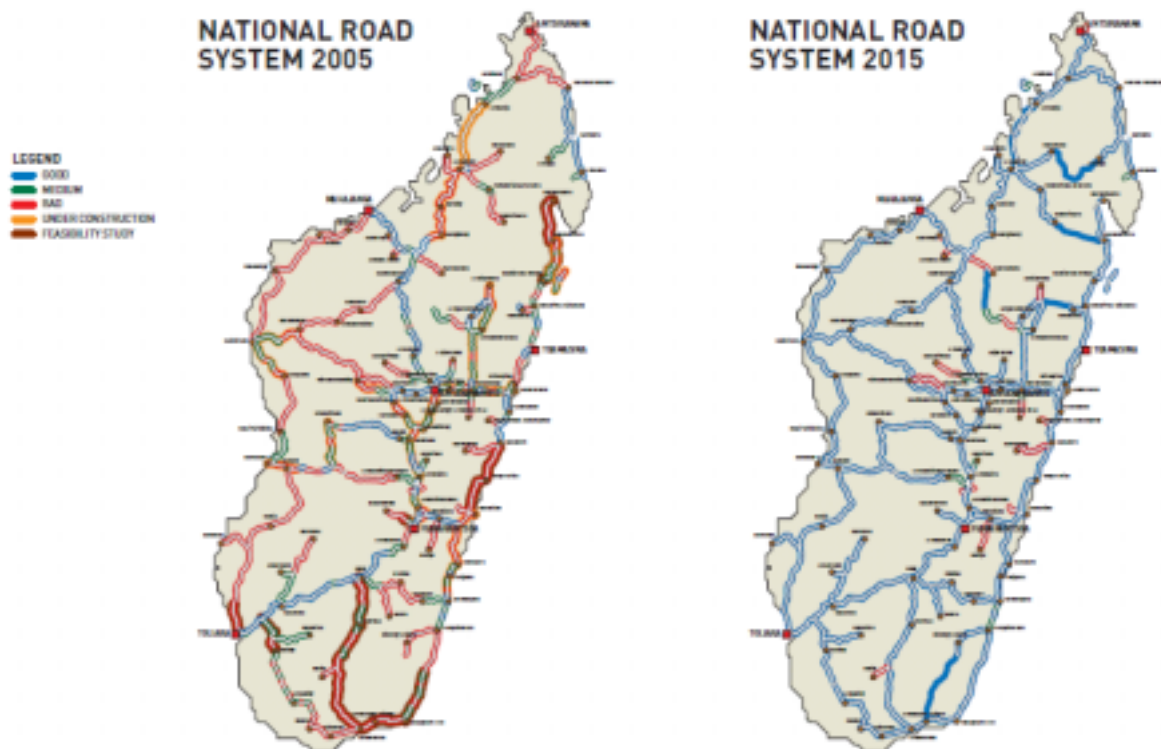


図 1-5 道路状況（2005年時点の状況と2015年の計画）²¹

(2) 港湾

マダガスカルには国際港 6、国内港 12 があり、このうち最大規模の最重要国際港はトアマシナ（Toamasina）港である。同港は首都アンタナナリボの北東約 200 km に位置し、インド洋に面している。

マダガスカルは内陸部が急峻な山地であるため、道路整備が極めて遅れており、内航海運が国内都市間を結ぶ重要な輸送手段となっている。同港はマダガスカル最大の国際貿易港であるとともに、内航海運のハブ港であり、対外的にも物流の中核として極めて重要な役割を担っている。しかし同港は、大型コンテナ船の接岸ができないため、モーリシャスのポートルイス港にて大型船から中小型船への積み替えを余儀なくされており、同国にとっては積み替えに係る時間とコストを要している。このような状況に対処するべく、同国は MAP において、同港の整備を国家の優先プロジェクトとして位置付けており、同港の能力拡張は同国の経済開発において喫緊の課題となっている。

²¹ MAP Commitment 2 / Challenge 1



図 1-6 現在のマダガスカル港

トアマシナ港湾開発協会（Societe d'Exploitation du Port de Toamasina）での聞き取り調査の内容は下記の通りであった。

現在、A バース、B バース、C1、C2、C3 バースがある。コンテナ船は C2 または C3 バースに入港し、MICTSL 社（フィリピンの荷役会社）により荷役が行われる。102,000 コンテナ/年の扱い量だが、年率 10% の勢いで扱い量が増加してきており、船混みが激しく、港の拡張が不可欠の状況となっている。

現在の拡張整備計画は、下記の通りである。計画はできているが、資金面の手当てがまだ決定していない。

A バース：水深 5 m 11 m とし、200 m 延長する。

B バース：260 m 延長し、延長部分はアンバトビーニッケルプロジェクト²²の専用バースとする。また、260 m 延長のさらに先に延長部分を設け、Galana 社のタンカー専用バースとする（2008 年着工予定）。

C1 バース：水深 10 m 12 m。

²² マダガスカルで鉱山開発から精錬所までの一貫生産設備を建設し、併せ鉄道・港湾などの既存インフラも一体整備するプロジェクト。Sherritt International Corporation（カナダ）、住友商事（日本）、Korea Resources Corporation（韓国）、SNC Lavalin Inc.（カナダ）の 4 社が出資している。2010 年後半には、ニッケルメタル 6 万トン/年、コバルトメタル 5,600 トン/年、副産物の硫安 19 万トン/年を生産する能力の工場を稼働、操業開始する予定で、2013 年初めにはフル操業体制に至る予定。

C2 バース：水深 10 m 12 m。

C3 バース：水深 12 m 14 m。

C4 バース：280 m 延長し、C4 バース（新規）を設ける。水深 14 m。

なお、老朽化により、2005 年に石油リファイナリーは停止して、現在サウジアラビアなどから石油製品を全量輸入している。B バースから 5 km の地下パイプラインを通じて Stock-Tank に陸揚げされている。また、同じく B バースおよびパイプラインを利用して、内航船が Stock-Tank から石油製品を積み込み、国内の主要港 5 ヶ所へ運んでいる。

(3) 航空

主要 12 空港のうち、5 空港が国際空港で、ADP マネージメント（パリ空港社）が株式総額の 33 % を保有する ADEMA（Airports of Madagascar）により運営されている。

(4) 鉄道

マダガスカルは鉄道網は 870 km に及ぶものの、施設と機材の老朽化が輸送発達の障害となっている。北方鉄道網は 1997 年 COMAZAR グループに営業権が割り当てられた。南方鉄道網（特にマナカラ～フィアナランツァ間）は、世界銀行の融資を通じて大幅に再建される予定である。

1.3 ホスト国の CDM / JI に関する政策・状況

1.3.1. マダガスカル国の CDM 体制

マダガスカルは、1998 年 12 月 18 日に、Décret 98-1068 に基づき、UNFCCC（国連気候変動枠組条約）を批准した。また、2003 年 9 月 3 日には、Loi n° 2003 /009 により、京都議定書の批准が承認された。これを受け、2003 年 11 月より京都議定書で要求されている制度の整備が進められている。

指定国家機関（DNA）

DNA（Designated National Authority：指定国家機関）の設置は、CDM の参加国が満たすべき要件として定められている。マダガスカル国においては、2003 年 11 月 7 日の Arrêté 19167 により、環境治水森林省内に DNA が設置された。

マダガスカル国の DNA は以下の役割を担う。

- ・ CDM に関する国の政策を策定する。
- ・ プロジェクト推進者より提案された CDM プロジェクトについて、提供された情報および気候変動国家委員会が提出する専門意見書に基づき、これを検討し、承認する。
- ・ CDM 理事会を含む CDM の管理機関との関係を確立する。
- ・ マダガスカル国の持続可能な開発に対する CDM の重要性についてプロジェクト推進者の関心を促すためのマーケティング・プランを導入する。

国会委員会

また、2003 年 11 月 3 日の Arrêté 19168 により、環境治水森林省内に UNFCCC および京都議定書を実施するための国家委員会が設置された。

国家委員会は、UNFCCC の国家フォーカル・ポイントが主宰するものであり、年 3 回、通常会議が開催される。しかしながら、必要に応じて特別会議を開くことができる。委員会には、承認対象となるために必要な書類、または委員会の意見書や推薦書の作成に必要な書類の処理および準備を行う常設事務局が設けられる。委員長と 1 人の専門秘書官で構成され、専門秘書官は環境治水森林省がその任を負うと定められている。

国家委員会の役割は以下の通りである。

- ・ UNFCCC および京都議定書の実施のためのあらゆるプロジェクトを確実に運営する。
- ・ UNFCCC および CDM に関する情報を確実に伝達する。
- ・ DNA による審査の前に、提案された CDM プロジェクトに関する調査を実施し、意見書を作成する。
- ・ CDM プロジェクトの承認および評価手順、ならびにマダガスカルにおける持続可能な開発の基準を承認する。

1.3.2. CDM プロジェクトの承認

(1) 承認手順

マダガスカルにおける CDM プロジェクトの承認手順を図 1-7 に示す。

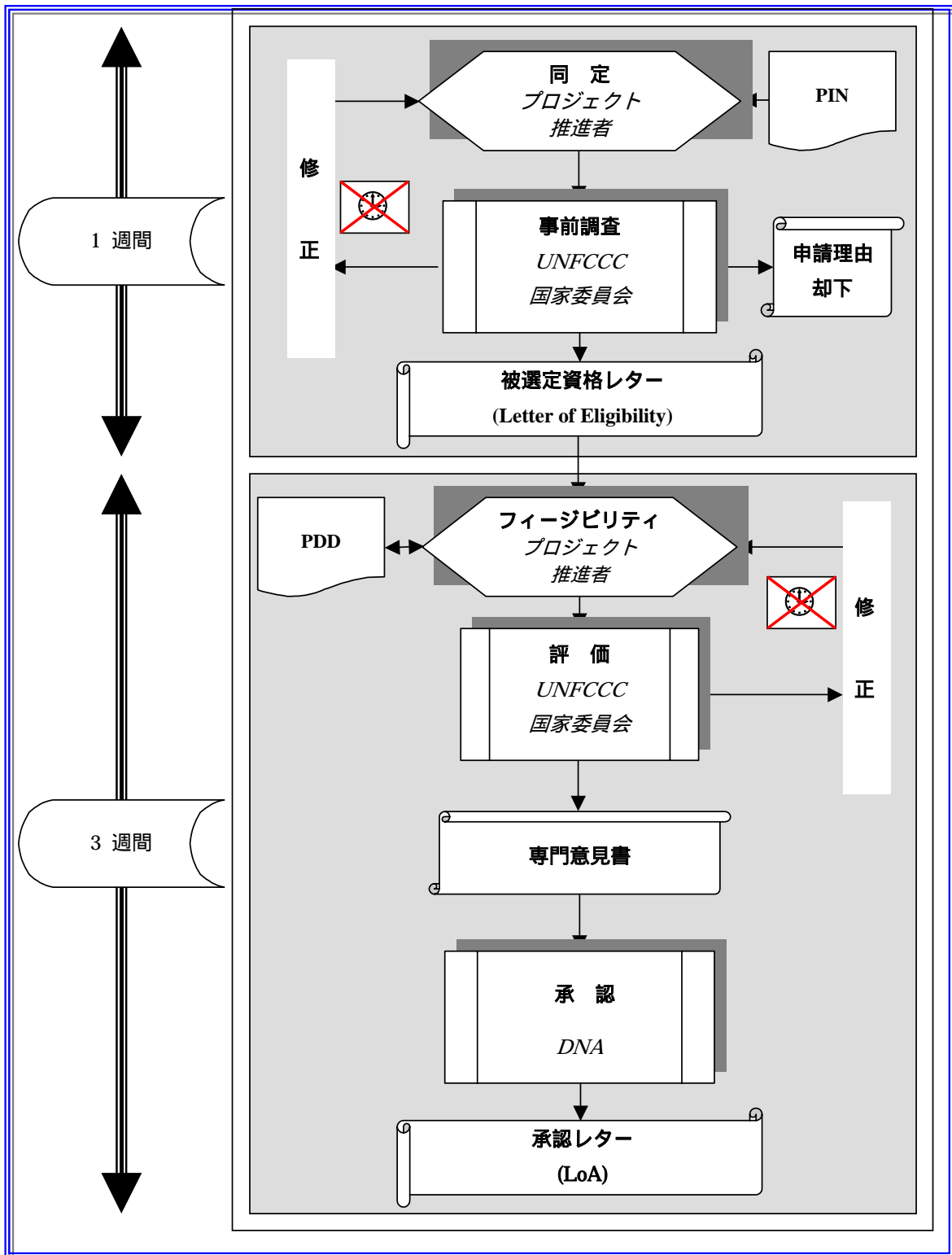


図 1-7 マダガスカルにおける CDM プロジェクト承認フロー²³

²³ 「CDM 評価・承認手順マニュアル」環境治水森林省

マダガスカルにおける CDM プロジェクトの承認手順は、2つのフェーズに分けられる。

第1フェーズ：事前調査

同フェーズは、PIN の提出を以って開始される。PIN に基づき、プロジェクトに関するあらゆる情報が整っているかどうかを検証されるが、ここではその情報の正確性は評価・判断しない。また、プロジェクトが CDM プロジェクトの基準を満たしているか、マダガスカルの持続可能な開発基準を満たしているかについても検証される。

検証の結果、DNA から被選定資格レター (Letter of Eligibility) が発行される。これにより、PDD を作成するためのフィージビリティ調査を行うことができる。

第1フェーズの所用日数は、1週間である。

第2フェーズ：承認

同フェーズは、PDD の提出を以って開始される。PDD に基づき、プロジェクトの審査が行われる。

UNFCCC 国家委員会の専門意見書に基づき、DNA が CDM プロジェクト承認に関する決定を下し、承認レター (LoA) を発行する。これにより、ホスト国政府による承認が取得され、OE による有効化審査に進むことができる。

第2フェーズの所用日数は、3週間である。

(2) CDM プロジェクトの優先セクター

マダガスカル政府は、プロジェクトの選定基準によって、採用されるプロジェクトがマダガスカルの持続可能な開発にどの程度貢献できるか左右されるため、この選定基準の策定は非常に重要なステップであると考えている。そのため、環境治水森林省は、「CDM 持続可能な開発の基準」というマニュアルを作成し、その中で CDM についてマダガスカルで優先されるセクターを特定している。

表 1-12 は、マダガスカル国の貧困削減戦略文書 (PRSP) や他の文書に示されている優先セクターのうち、京都議定書に直接関係するセクターを一覧にしたものである。これらのセクターが、マダガスカルにおける CDM プロジェクトで優先されるセクターである。

表 1-12 戦略的オリエンテーション文書による気候変動に関するセクター²⁴

セクター	PRSP	RDAP	PAE / PE	その他 関連文書
エネルギー	×		×	エネルギー
運 輸	×	×		PNT
森 林	×	×	×	
治 水	×	×	×	治水法
農 業	×	×	×	
廃棄物			×	
産 業	×		×	

さらに、エネルギーセクターにおける CDM 関連活動として、以下のようなものが挙げられている。

- ・ エネルギーの効率化（エネルギーの生産および分配、産業、運輸、家庭）
- ・ 再生可能エネルギー、代替エネルギー、GHG の排出量の少ないエネルギーの推進
- ・ 化石燃料の節約
- ・ 入手可能なあらゆる資源の活用

(3) 持続可能な開発の基準

CDM プロジェクトを選定するための持続可能な開発の基準は、世界レベルで広く使用される基準をもとに、社会・経済、文化、環境面のマダガスカル特有の状況を考慮した基準が提案され、採用された。提案された基準は、持続可能な開発指標（Sustainable Development Index : SDI）と呼ばれ、経済・環境・社会・技術の 4 つの要素で採用された 8 つの指標により構成される。

マダガスカルの持続可能な開発の基準に基づく CDM プロジェクトの評価は、これらの指標を 0 か 1 に数値化して計算することが提案されている。表 1-13 に、マダガスカル DNA により公表されている持続可能な開発の基準に基づく CDM プロジェクトの評価表を示す。

²⁴ 「CDM 持続可能な開発の基準」環境治水森林省

表 1-13 持続可能な開発の基準に基づく CDM プロジェクトの評価表

指 標	基準 C_i の 2 進数値
経 済 - 国にとって有益なプロジェクト (C1) - 地元経済の改善 (C2)	
環 境 - GHG の排出削減 (C3) - 地元環境の改善 (C4)	
社 会 - 地元の雇用の増加 (C5) - 国民にプラスになる影響 (C6)	
技 術 - 確かな技術 (C7) - 能力の強化 (C8)	
CDM プロジェクトの持続可能な開発指数 $ISD = \frac{\sum C_i}{8}$	

上述の計算により、持続可能な開発指標は、0~1 の間の標準化された値となり、評価対象となるプロジェクトの SDI スコアが 0.5 以上 ($SDI \geq 0.5$) である場合、CDM プロジェクトの一環として採用されることになる。

1.3.3. マダガスカル国 CDM プロジェクト開発動向

(1) 開発中の CDM プロジェクト

2007 年 10 月に行われた現地調査の時点では、マダガスカル国において、ホスト国承認を受けた CDM プロジェクトは存在しなかった。

環境治水森林省からの聞き取りによると、マダガスカル政府によって認識されているプロジェクトは 18 件であった。植林プロジェクトが 6 件と最も多く、その他、エネルギープロジェクトが 5 件、廃棄物プロジェクトが 3 件、バイオ燃料プロジェクトが 4 件であった。

マダガスカルにおける CDM プロジェクトの一覧とその承認状況を、表 1-14 にまとめる。

表 1-14 マダガスカルにおける CDM プロジェクト

SECTOR	PROJECTS	SITUATION
Energy	5 project of hydroelectric power station	PIN validated
	Hydroelectric power station	PIN validated
	Hydroelectric development project	PIN submitted
	Hydroelectric development project	PIN submitted
	Promotion of LBC bulb	PIN submitted
Waste	Recycling of household waste	PIN validated
	Recycling of household waste	PIN validated
	Management of municipal waste	PIN in elaboration process
Forest	Plantation of Ravintsara	PIN validated
	Project of conservation of the biodiversity and restoration of the corridor	PDD in elaboration process
	Industrial Reforestation CDM project	PDD in progress
	Reforestation project	PIN in elaboration process
	Reforestation project for 20 000 ha	PIN in elaboration process
	Reforestation project	PIN in elaboration process
Biofuel	Sugar cane plantation for biofuel production	PIN validated
	Biofuel production project by plantation of Jatropha	PIN in elaboration process
	Ethanol production by plantation of sugar cane	PIN in elaboration process
	Ethanol production from sugar cane	PIN in elaboration process

マダガスカルにおける CDM プロジェクトで、CDM 理事会に提出されたものはない。しかし、王子製紙による産業植林プロジェクトは、同プロジェクトに適用する新方法論を作成しており、その方法論が 2007 年 7 月の EB33 にて承認されている。

(2) 他援助機関による CDM プロジェクトの開発動向

UNEP Riso (国連環境計画 RISO センター) は、サブ・サハラ地域において、農業および森林・林業セクターの CDM を促進するため、「CASCADe (Carbon Finance for Agriculture, Silviculture, Conservation, and Action. against Deforestation)」というプロジェクトを立ち上げた。CASCADe プロジェクトは、森林プロジェクトならびにバイオエネルギープロジェクトを推進するため、技術協力のネットワーク作り、組織能力強化、パイロットプロジェクトの実施、森林減少および土地荒廃の回避に係るポスト 2012 の制度設計への支援などを行うものである。プロジェクト資金は、フランス地球環境基金 (FGEF) より拠出され、サブ・サハラ地域のフランス語圏 7 ヶ国 (ベナン、カメルーン、コンゴ、ガボン、マダガスカル、マリ、セネガル) が対象となっている。

1.4 持続可能な開発への貢献

1.4.1. マダガスカルの開発計画

マダガスカルでは、2003年に貧困削減戦略文書（PRSP：Poverty Reduction Strategy Paper）が策定され、2006年に終了した。それに続く成長と貧困削減戦略として、マダガスカル政府は「マダガスカル行動計画（MAP：Madagascar Action Plan 2007-2012）」を策定し、2007～2012年の経済政策の方向性を定めた。MAPは、政府の国家ビジョンを示した「Madagascar Naturally」や、国連のミレニアム開発目標（MDGs：Millennium Development Goals）に沿ったものである。

MAPでは、以下の8つの項目をコミットメントとして示している。

1. 責任ある統治
2. 接続されたインフラ
3. 教育の変革
4. 農村開発と緑の革命
5. 健康、家族計画、HIV/AIDSとの闘い
6. 高度経済成長
7. 環境配慮
8. 国民の団結

また、MAPでは、貧困削減達成の大きな目標（Big Goals）を掲げている。表 1-15 にその項目と数値目標を示す。

表 1-15 MAP の Big Goals

項目	2005年	2012年
国連人間開発指数	177ヶ国中146位	100位
貧困率	85.1%（2003年）	50%
家族規模（出生率）	5.4	3～4
平均寿命	55.5	58～61
識字率	63%	80%
中・高等学校卒業率	中学校：19% 高等学校：7%	中学校：56% 高等学校：40%
経済成長率	4.6%	8～10%
GDP	US\$50億	US\$120億
1人当りGDP	US\$309	US\$476
外国直接投資	US\$8,400万	US\$5億
世界銀行ビジネス環境ランク	131	80
腐敗認識指数	2.8	5.2
土地所有権所有世帯	10%	75%

1.4.2. 本プロジェクトによる持続可能な開発への貢献

上述の8つのコミットメントには、それぞれチャレンジと呼ばれるサブ項目が存在し、それぞれについて、現状、目標、戦略、優先的なプロジェクトおよび活動、その実施主幹、数値目標が掲げられている。「7. 環境配慮」のチャレンジの一つは、「天然資源劣化の削減」であり、その具体的な戦略として「パーム油、ナンヨウアブラギリ、大豆、サトウキビからできるバイオ燃料などの代替エネルギー源の開発および利用」が挙げられている。そのため、「パーム油、ナンヨウアブラギリ、大豆、サトウキビを使用したバイオ燃料製造に関する調査や開発の促進」は、マダガスカルにおける優先的なプロジェクトの一つとなっている。

しかしながら、同国の代替エネルギー開発プロジェクトは2006年以降着手されたばかりであり、その規模は1 ha以下～数百 ha程度の小規模な、またはコミュニティーレベルの開発に留まっていることから、同国のニーズを満たすものではない。本プロジェクトは、原油価格に影響を受ける同国の消費生活に対し、再生可能でかつ原油価格の影響を受けない、自立しかつ安定したエネルギー源の開発に貢献できると言える。また、本プロジェクト実施のための外国投資、バイオディーゼルはマダガスカル国内で製造・販売されることから GDP の向上も期待できるなど、Big Goals の達成にも寄与できる。

栽培予定地の農村部住民は、コメやキャッサバ、トウモロコシなどを中心に農作物を栽培し、自給自足の生活を行っている。現金収入の機会が少ないため、就学率や識字率も低く、病院や上下水道の設備も整備されていないため若年時の死亡率も極めて高い。こうした地域では、現金収入の機会を伴う開発案件は住民に切望されている。本事業の実施により、約1,000人の農民がナンヨウアブラギリ栽培による追加的な現金収入を得られると想定される。またバイオディーゼル製造プラントにおいて、約50人の地域住民の雇用が期待される。

1.5 ホスト国におけるナンヨウアブラギリの栽培計画

(1) BAMEX プログラム

現在、USAID²⁵はマダガスカルにおいて BAMEX (Business and Market Expansion) プログラムに基づき、環境に優しい天然作物の開発とマーケティングを支援している。支援作物としては、ナンヨウアブラギリ、ジャガイモ、ライチ、生姜、赤米、粳米、トウモロコシなどがある。

USAID-マダガスカルは、ナンヨウアブラギリ開発のための戦略とし以下を挙げている。

1. バイオ燃料製造原料としてナンヨウアブラギリ栽培を促進するため、栽培農家や農業団体とパートナーシップを結ぶ。
2. 栽培技術の教育・支援を行う。
3. ナンヨウアブラギリやバイオ燃料への投資を促進させるため、マダガスカル政府がバイオ燃料法案を立案するのを支援する。

具体的に 2004 年～2006 年に行った活動として、下記を挙げている。

1. 投資家 3 社 (D1 Oil 社²⁶、GEM 社²⁷、MMF 社) との協力。
2. D1 Oil 社の農家との栽培契約 (約 100 契約、2005 年～2006 年 21 契約、2006 年～2007 年 79 契約) による 4,650 ha の栽培地確保。
3. ナンヨウアブラギリ栽培に関し、農民や技術者約 200 名の教育。
4. ナンヨウアブラギリ搾り粕 (ケーキ) を木炭や肥料の代替品とする技術の確立。

USAID-マダガスカルの資料によると、2005 年～2006 年のマダガスカルにおけるナンヨウアブラギリ新規栽培計画は図 1-8 の通り、約 11,300 ha であるが、GEM 社が行っている TOLIARY 地区の栽培地が 10,000 ha と最大である。2006 年～2007 年の拡大計画は図 1-9 の通りとなっており、2008 年 1 月までで、総栽培面積は約 20,000 ha になるとしている。

Boeny 地区 (D1 Oil 社) 492 ha 809 ha

²⁵ USAID : 米国国際開発庁 (United States Agency for International Development) 。

1961 年に設置されたアメリカ合衆国のほぼ全ての非軍事の海外援助を行なう政府組織で、経済的、社会的な発展をめざして努力をしている発展途上国や移行国の人々を助けることを使命としている。同庁の活動はアメリカ政府の主要な海外援助の一翼であり、アメリカ国民が持っている、“ 恵まれない人々を助けたい ” という人道的感情や道徳的な価値観を強く反映し、また外交の重要な手段も担っている。本部はワシントン D.C. にあり、世界中に 72 ケ国の在外事務所 (アフガニスタンとパキスタンも含む) があり、活動範囲は 100 ケ国以上に及ぶ。

発展途上国や移行国に対する USAID の援助は主に次の分野である。

経済成長、貿易振興、農業開発分野 (基礎教育、環境保護も含む)

HIV/AIDS や他の感染症などを含む健康・保健分野

紛争予防や人道援助分野 (災害緊急援助も含む)

²⁶ D1 Oil 社 : 2004 年に設立された英国のベンチャー企業。スワージーランド、ザンビア、マダガスカル、インド、インドネシアなどアジアおよびアフリカにおいてナンヨウアブラギリの栽培を進めている。2004 年 10 月ロンドン代替燃料投資市場に上場。将来的にバイオディーゼル燃料の原料供給を目指している。

²⁷ Gem BioFuels 社 : 2005 年に設立された英国のベンチャー企業。2007 年 10 月ロンドン代替燃料投資市場に上場。マダガスカルにおいて、ナンヨウアブラギリを栽培し、将来的にバイオディーゼル燃料の原料供給を目指している。

Alaotra 地区 (D1 Oil 社)	209 ha	300 ha
Vakinankaratra 地区 (D1 Oil 社)	342 ha	1,800 ha
Fianarantsoa 地区 (ERI-USAID)	300 ha	拡大面積未定
Fort Dauphin 地区 (MMF 社)	0 ha	1,000 ha
Toliary 地区 (GEM 社)	10,000 ha	10,000 ha

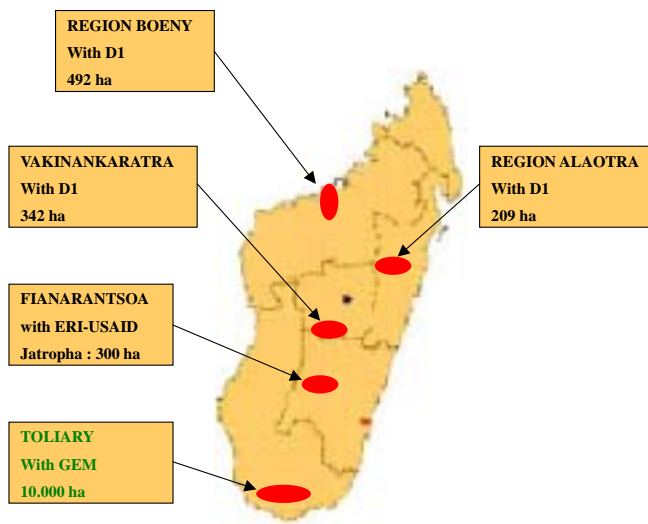


図 1-8 2005 年～2006 年のナンヨウアブラギリ新規栽培計画²⁸

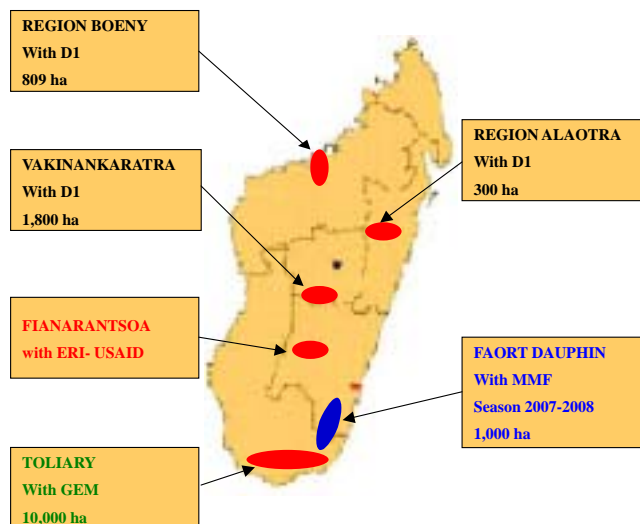


図 1-9 2006 年～2007 年のナンヨウアブラギリ栽培地拡大計画²⁹

²⁸ 出所：USAID-マダガスカルからの入手資料

²⁹ 出所：USAID-マダガスカルからの入手資料

(2) 大統領府策定計画

一方、先述の 1.2.5 農業にて触れた、MAP の Commitment 4 「地方開発と緑の改革」の具体策の一つとして、各州において重点的に栽培する地区と重点的に栽培する作物を、大統領府において策定している（表 1-16）。

この中には、ナンヨウアブラギリを重点的に栽培する地区として下記が挙げられている。

Antsinanana 州ブリッカビル地区 Ambodihintsina Ambodizarina 村：21,280 ha

Antsinanana 州ブリッカビル地区 Manambato Ambodihintsina 村：4,009 ha

Bongolava 州 Tsiroanomandidy 地区 Tsimbolovolo 村：2,000 ha

表 1-16 「緑の革命」にて挙げられている重点栽培地域および作物³⁰

GREEN REVOLUTION OPPORTUNITIES

AGRICULTURAL INVESTMENT AREAS

REGION 1:BOENY

Localisation / Place	Dimension (Hectares)	Status of the Land	Type de Plantation
Ambato-Boeny	1,600	Public Land	Cereals (Maize / Peanuts etc)
Andakalakana-District of Marovoay	1,500	Public Land	Rice
Ambatobe-District of Marovoay	1,200	Public Land	Rice
Mahatsinjo-District of Marovoay	1,500	Public Land	Rice
Andriambato-District of Marovoay	1,500	Public Land	Rice
Ambahiboa Befanjava-District of Mahajanga	2,000	Public Land	Rice

Region 2:ANTSINANANA

Localisation / Place	Dimension (Hectares)	Status of the Land	Type de Plantation
Ambodihintsina Ambodizarina-Brickaville	21,280	Public Land	Zatropha
Manambato Ambodihintsina-Brickaville	4,009	Public Land	Zatropha
Iamborano	2,000	Title N° 937 BI	Sugar cane / Coffee

³⁰ 出所：大統領府よりの入手資料

Region 3:BETSIBOKA

Localisation / Place	Dimension (Hectares)	Status of the Land	Type de Plantation
1-Andranofasikakely-Maevatanana	600	Public Land	Agricole-Pâturage
2-Morafeno-Maevatanana	1,200	Public Land	Agricole
3-Marokoro-Maevatanana	600	Public Land	Agricole-Pâturage
4-Antanimbaribe-Kandreho	2,000	Public Land	Agricole : Baiboho-Plaine-Pâturage
5-Sarobaratra-Tsaratana	1,500	Public Land	Agricole-Pâturage
6-Tsararova-Tsaratana	400	Public Land	Agricole
7-Andranofasikavaly-Maevatanana	600	Public Land	Agricole-Pâturage
8-Ambinankely-Maevatanana	800	Public Land	Agricole-Pâturage

Region 4:VATOVAVY FITOVINANY

Localisation / Place	Dimension (Hectares)	Status of the Land	Type de Plantation
Andranomavo -Mananjary	300	Terrain domanial	Poivre rouge (Baie rose)
Andranomavo -Mananjary	2,500	Terrain domanial	Canne à sucre (Ethanol)
Amberobe-Mananjary	2,000	Terrain domanial	Jatropha (Bio diesel)
Betampona-Mananjary	800	Terrain domanial	Canne à sucre (Ethanol)

Region 5:BONGOLAVA

Localisation / Place	Dimension (Hectares)	Status of the Land	Type de Plantation
1-Antanimihetry-Belobaka-Tsiroanomandidy	800	Terrain domanial	Maïs-Soja
2-Ampasika-Belobaka-Tsiroanomandidy	500	Terrain domanial	Maïs-Soja
3-Andohafarihy-Miandrarivo-Tsiroanomandidy	250	Terrain domanial	Maïs
4-Tsaratana-Miandrarivo-Tsiroanomandidy	1,000	Terrain domanial	Maïs
5-Sarotravoaka-Miandrarivo-Tsiroanomandidy	250	Terrain domanial	Maïs
6-Torabato-Miandrarivo-Tsiroanomandidy	100	Terrain domanial	Maïs
7-Antoby-Miandrarivo-Tsiroanomandidy	200	Terrain domanial	Maïs

8-Ambohiby-Ambatolampy-Tsiroanomandidy	200	Terrain domanial	Maïs-Jatropha
9-Goavindrainivao-Tsijoarivo Imanga-Tsiroanomandidy	600	Terrain domanial	Maïs-Poivre Rouge
10-Soamahamanina-Tsijoarivo Imanga-Tsiroanomandidy	700	Terrain domanial	Maïs-Poivre Rouge
11-Andohanakivoka-Ankadinondry Sakay-Tsiroanomandidy	100	Terrain domanial	Maïs-Poivre Rouge
12-Soamihary-Ankadinondry Sakay-Tsiroanomandidy	100	Terrain domanial	Poivre rouge
13-Tsarafiraisana-Ankadinondry Sakay-Tsiroanomandidy	100	Terrain domanial	Poivre rouge
14-Boanara Tia Fan-Ankadinondry Sakay-Tsiroanomandidy	200	Terrain domanial	Poivre rouge
15-Soafianarana-Mahasolo-Tsiroanomandidy	320	Terrain domanial	Riz-maïs
16-Bezavona-Mahasolo-Tsiroanomandidy	140	Terrain domanial	Riz-maïs
17-Maevarano-Mahasolo-Tsiroanomandidy	140	Terrain domanial	Riz-maïs
18-Tsimbolovolo-Tsiroanomandidy	2,000	Terrain domanial	Jatropha
19-Ankadimena-Fierenana-Tsiroanimandidy	1,000	Terrain domanial	Riz
20-Ambatofotsibe-Kiranimena-Fenoarivobe	200	Terrain domanial	Riz-Manioc
21-Ambohitsivalana-Kiranimena-Fenoarivobe	100	Terrain domanial	Riz-manioc
22-Ankoririrka-Kiranimena-Fenoarivobe	100	Terrain domanial	Riz-manioc
23-Mandrosoa-Kiranimena-Fenoarivobe	100	Terrain domanial	Riz-manioc
24-Ankaditsaravala-Kiranimena-Fenoarivobe	100	Terrain domanial	Riz-manioc
25-Ampamoizankova-Kiranimena-Fenoarivobe	1,500	Terrain domanial	Riz-manioc
26-Antsaingona-Fenoarivobe	472	Terrain domanial	Ravintsara
27-Andriambikinina-Fenoarivobe	590	Terrain domanial	Ravintsara
28-Vohitsara Ampasika-Fenoarivobe	170	Terrain domanial	Ravintsara
30-Mamonomby-Firavahana-Fenoarivobe	600	Terrain domanial	Riz
31-Tsiafakarivo-Firavahana-Fenoarivobe	400	Terrain domanial	Riz
32-Ampany-Firavahana-Fenoarivobe	200	Terrain domanial	Riz
TOTAL	13,432	Terrain domanial	

REGION 6:SAVA

Localisation / Place	Situation juridique	Superficie (ha)	Type de Plantation
1-Besariaka-Andapa	Domaniale	800	Riz, ...
2-Andranomavo-Andapa	Domaniale	200	Riz
3-Beangivy-Sambava	Domaniale	2,000	Riz
4-Ambia-Farahalana	Domaniale	60	Riz
5-Ofaina-Marojala	Domaniale	50	Riz
6-Fanambana-Vohemar	Domaniale	3,000	Maïs-manioc-Elevage-Riz
7-Beambary-Vohemar	Domaniale	3,000	Riz
8-Ambatojoby-Vohemar	Domaniale	500	Elevage-Maïs-Riz
9-Marambo-Antalaha	Domaniale	150	Riz
10-Tanandava -Antalaha	Domaniale	70	Riz

REGION 7:SOFIA

Localisation / Place	Situation juridique	Superficie (ha)	Type de Plantation
1-Mahadrodoka-Analalava	Terrain domanial	700	Riz
2-Ankorabe-Analalava	Terrain domanial	1,000	Riz
3-Ampompimanangy-Mampikony	Terrain domanial	300	Riz
4-Antsiatsiaka-Mandritsara	Terrain domanial	600	Riz

REGION 8:ALAOTRA MANGORO

Localisation / Place	Situation juridique	Superficie (ha)	Type de Plantation
1-Mahariavana-Ambatondrazaka	Terrain domanial	7,100	Riz
2-Didy-Ambatondrazaka	Terrain domanial	10,000	Riz
3-Andrangorona-Ambatondrazaka	Terrain domanial	950	Riz
4-Vodivato-Andilamena	Terrain domanial	2,500	Riz

上記、 はブリッカビル地区で、今回の提案プロジェクトのナンヨウアブラギリ栽培地候補地に近く、現地調査において場所の確認・特定を試みた。

Ambodihintsina Ambodizarina 村 (ブリッカビル地区): 21,280 ha

GPS No.045: 国道 2 号線の東側。国道 2 号線沿いの住民への聞き取りによると、「当該の村は池の上方にある。荒廃草地もあるが、グロベリアも生えている。」とのことであった。当該の村までの道のりが険しいこともあり、同村の訪問は断念した。

Manambato Ambodihintsina 村 (ブリッカビル地区): 4,009 ha

GPS No.046: 国道 2 号線の東側。一面の荒廃草地であり、ナンヨウアブラギリの栽培候補地と成り得るであろうことが確認できた。



図 1-10 ブリッカビル地区におけるナンヨウアブラギリ栽培計画 (大統領府策定計画)

2 プロジェクトの立案

2.1 プロジェクトの具体的な内容

ナンヨウアブラギリ油については、エステル交換反応を用いて BDF として利用するのではなく、ナンヨウアブラギリ油をそのまま、あるいは簡易脱ガムを経て、発電燃料として利用しようとする試みがインドネシアでなされている。

平成 17 年度 4 月に、NEDO による「インドネシアにおけるナンヨウアブラギリ油の小規模分散発電システム開発」の調査報告がある。

同報告書 65 ページには、

「ナンヨウアブラギリ(粗油)混合率 10%の連続運転試験結果、燃料噴射ノズルの交換なしに 500 時間連続運転することは不可能であった。」との記載がある。

また、同報告書 70 ページには、

「これまでの各ディーゼル発電機運転試験の結果から、ディーゼル発電機の運転の信頼性および保守性に対して支配的な影響を及ぼす燃焼残渣物の生成は、燃料中に含まれるガム分(リン脂質)の濃度と相関が強く示され、燃料中のリン分が 100 ppm オーダの場合、10 時間程度、数 10 ppm オーダで 100 時間程度の点検間隔が必要であることが確認できた。

この結果から、更なる発電システムの信頼性および保守性の向上には、燃料中のリン分を数 ppm のオーダ以下に抑え込む必要があると考えられる。

また、EN 規格 (EN14214) におけるバイオディーゼル燃料のリン分含有量は 10 ppm 以下とするように規定されており、バイオディーゼル燃料の先進地域である欧米においては、数%~20%混合のものを主体として使用していること、およびこの燃料の混合率を仮に 10%とした場合のリン分の含有量は 1 ppm 以下となることを参考とし、ナンヨウアブラギリ油に含まれるリン分が 1 ppm 程度となるような混合率を目標とした。

前項 3.4.7 簡易精製油の性状分析結果より、ナンヨウアブラギリ粗油を水和脱ガムすることによりリン分含有量を粗油に対して 53%程度 (140 ppm → 74 ppm) に低減できることを確認した。このナンヨウアブラギリ水和脱ガム油を使用し、燃料中のリン分含有量 1 ppm を目標とする軽油との混合率は 1.5%である。」との記載がある。

植物油自体の粘度が軽油(石油系)に比べて粘度が高いという問題に加え、リン脂質などの残差物の燃料噴射ノズルでの目詰まりという問題がある。上記報告書から、簡易精製では軽油との混合率 1.5%程度が限界と推定される。十分な脱ガム工程を加えれば、混合率を上げることは可能であろうが、実験報告はない。現段階ではナンヨウアブラギリ油をそのまま、あるいは脱ガム工程を経て 100%油とし、十分な混合率で軽油(石油系)と混合した後に、発電燃料として利用する技術はまだ確立されていないと言える。

したがい、今回の提案プロジェクトでは、BDFとして100%利用する方針とした。すなわち、ナンヨウアブラギリのプランテーションを行い、その種子を収穫して、種子から抽出されるナンヨウアブラギリ油からBDFを生産するものである。ただし、ナンヨウアブラギリは植えてから、十分な油含有量の種子ができるまで3年掛かる植物であり、当初は搾油用の種子を輸入する。さらに、生産されたBDFは、トアマシナ市近郊の数ヶ所のディーゼル発電所に供給しB100として利用されるものである。提案プロジェクトの概要を図2-1に示す。

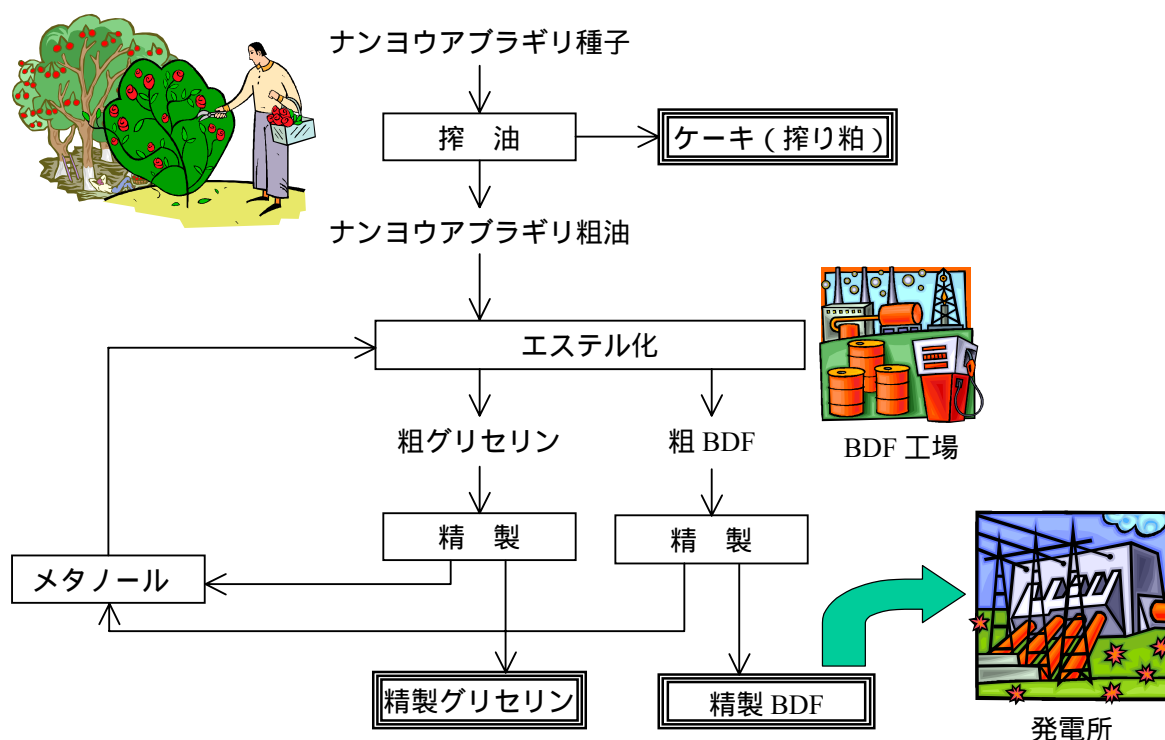


図 2-1 提案プロジェクトの概要

(1) 栽培、搾油、およびBDF製造

提案プロジェクトのナンヨウアブラギリ粗油生産量、バイオディーゼル燃料生産量などの概要を表2-1に示す。

表 2-1 ナンヨウアブラギリ粗油を原料とするモデル BDF 生産計画

	数 量	単 位	備 考
(1) ナンヨウアブラギリ粗油生産量	33,000	トン/年	
(2) バイオディーゼル燃料	生 産 量	33,000	トン/年
	生産稼働日数	330	日
(3) グリセリン生産量	3,300	トン/年	
(4) ケーキ生産量	56,600	トン/年	種子重量の 56.4 %
(5) 上記(1)を調達するのに必要なナンヨウアブラギリ種子量	100,400	トン/年	油留分 35 %、搾油率 94 %
(6) 上記(5)を調達するのに必要な木の本数	51,620,000	本	収穫種子：1.945 kg/木
(7) 上記(6)を調達するのに必要な栽培面積	20,626	ha	2,500 本/ha (2 m × 2 m/本)

2.2 BDF プラント設置予定地

プラント設置予定地は、トアマシナ近郊の国道 2 号線沿いの造成地における面積 20,000 m² (200 m × 100 m) を想定する。

トアマシナ港湾開発協会 (Societe d'Exploitation du Port de Toamasina) での、当該造成地に関しての聞き取り調査では、

個人所有部分を除いて 250 ha ある。造成地取得の相談は中国企業などから多数来ているが、実際に賃借が確定した土地はまだない。突き当りはアンバトビーニッケルプロジェクト³¹のニッケル精錬工場 (以下、「ニッケル精錬工場」という) 建設予定地で 200 ha を確保している。

実土地賃借価格については、まだガイドラインなどはないが、例えば、港湾のタンク設置場所については TIKO 社³²とは 1 Euro/m²/month で契約している。

国道 2 号線から、ニッケル精錬工場への送電線はすでにできあがっており、造成地に工場を建てるのであれば、送電線を引き込むことできるであろう。工業用電力 = 380 V。

ニッケル精錬工場は用水を運河から取るのではなく、国道 2 号線から、用地確保地に向かって右側に造る予定の用水路から取水すると思われる。

³¹ マダガスカルで鉱山開発から精錬所までの一貫生産設備を建設し、併せ鉄道・港湾などの既存インフラも一体整備するプロジェクト。Sherritt International Corporation (カナダ)、住友商事 (日本)、Korea Resources Corporation (韓国)、SNC Lavalin Inc. (カナダ) の 4 社が出資している。2010 年後半には、ニッケルメタル 6 万トン/年、コバルトメタル 5,600 トン/年、副産物の硫酸 19 万トン/年を生産する能力の工場を稼働、操業開始する予定で、2013 年初めにはフル操業体制に至る予定。

³² マダガスカルにおける乳製品製造会社

2.3 収穫種子の輸送

提案プロジェクトにおけるナンヨウアブラギリの栽培地は、

トアマシナ市の南西 150 km に位置するバトマンドリイ市と南西 85 km に位置するブリッカビル市を結ぶ国道 2 号線の東側のエリア、および

アロチャ湖周辺地域

を想定する。

農民によって収穫された種子は、トラックにより、上記 の場合は国道 2 号線を利用してバトマンドリイ市～ブリッカビル市～トアマシナ市の搾油・BDF 工場のルートで輸送する。同区間の道路は比較的整備されており、バトマンドリイ市～ブリッカビル市まで車で約 2 時間、ブリッカビル市～トアマシナ市まで約 3 時間の距離である。

一方、上記 の場合、アロチャ湖はトアマシナ市の北西方向、直線距離 120 km に位置するが、直接トアマシナ市と結ぶ道路がないため、アロチャ湖～Moramanga～ブリッカビル～トアマシナ市の搾油・BDF 工場のルートで輸送せざるを得ない。トラックにて約 11 時間の行程となる。

ナンヨウアブラギリ栽培地と工場の位置関係を図 2-2 に示す。

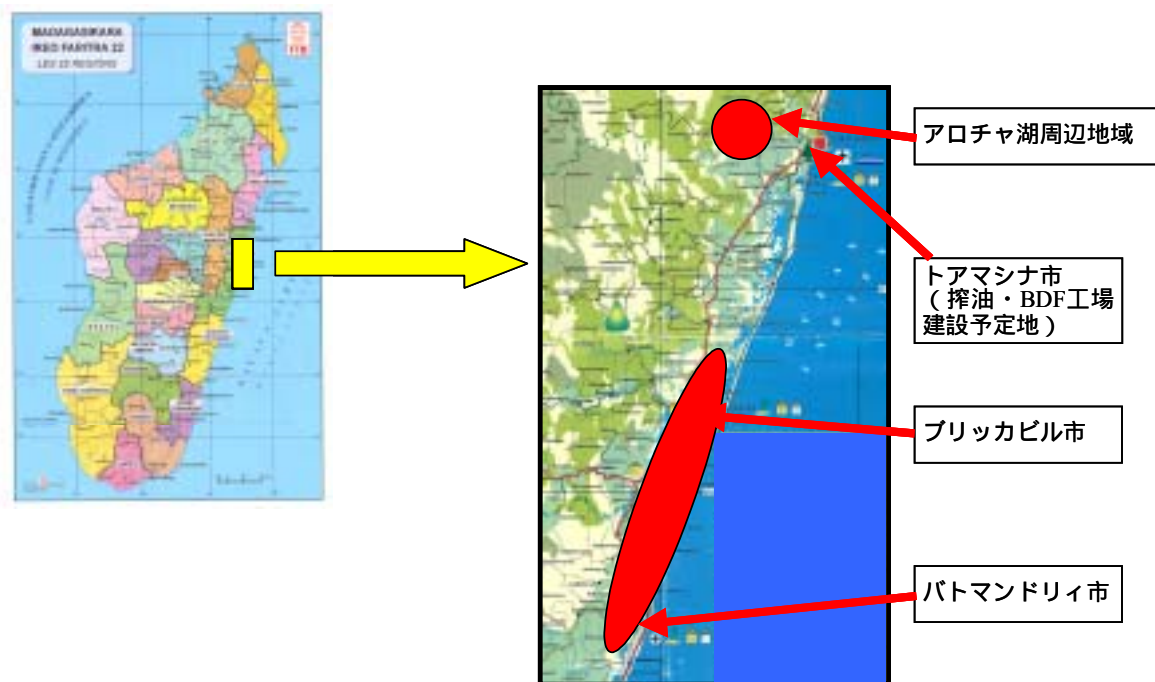


図 2-2 ナンヨウアブラギリ栽培地と搾油・BDF 製造工場の位置関係

2.4 製造プロセス

2.4.1. 搾油工程

一般の植物種子の搾油工程では、加熱・水分調整処理、粗粉、加熱、搾油、遠心分離、フィルター濾過、脱ガム（リン脂質除去）の工程を経て脱ガム済み植物油が得られる。提案プロジェクトでは、種子処理能力量が 50 トン/24 hour の搾油機を 7 台設置することとする。なお、一般に搾油の対象となる子実には、ナタネ、ヒマワリ、綿実などあるが、ナンヨウアブラギリは一般の植物子実と比較して繊維質が多いという特徴があり、搾油機器の選定には留意を要する。

2.4.2. バイオディーゼル製造工程

油脂とメタノールからバイオディーゼルを製造する際の化学反応ではエステル交換反応（図 2-3）が最も広く利用されており、提案プロジェクトにおいてもこの反応方式を用いる。エステル交換反応では、強アルカリ触媒（水酸化ナトリウム（NaOH）や水酸化カリウム（KOH））の存在下、原料油脂とメタノールとを反応させ、脂肪分子からその構成要素である脂肪酸を外し、アルコール分子を構成しているアルキル基とを結合させることで脂肪酸メチルエステル（FAME）を製造する。実際のプロセスでは、図 2-4 のとおり、エステル交換を中心に、原料油脂の前処理などのサブプロセスと組み合わせて全体の製造プロセスを構成している。³³

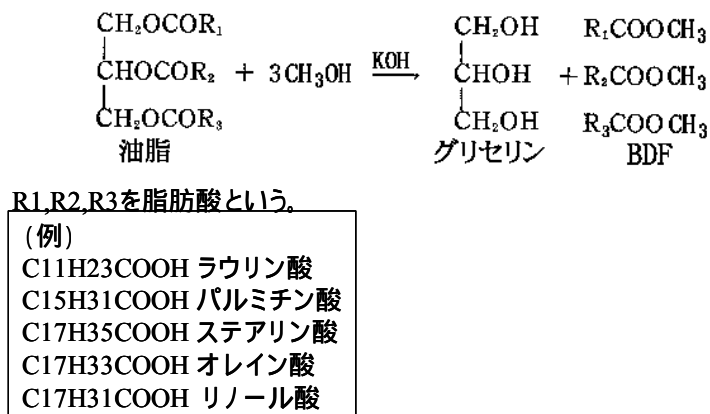


図 2-3 バイオ燃料の製造における化学反応（アルカリ触媒法）

³³ 「アジア諸国における未利用バイオマスからのバイオディーゼル燃料精算に関わる調査」（NEDO 平成 18 年度成果報告書、（株）三菱総合研究所、平成 18 年 9 月）を参考にした。

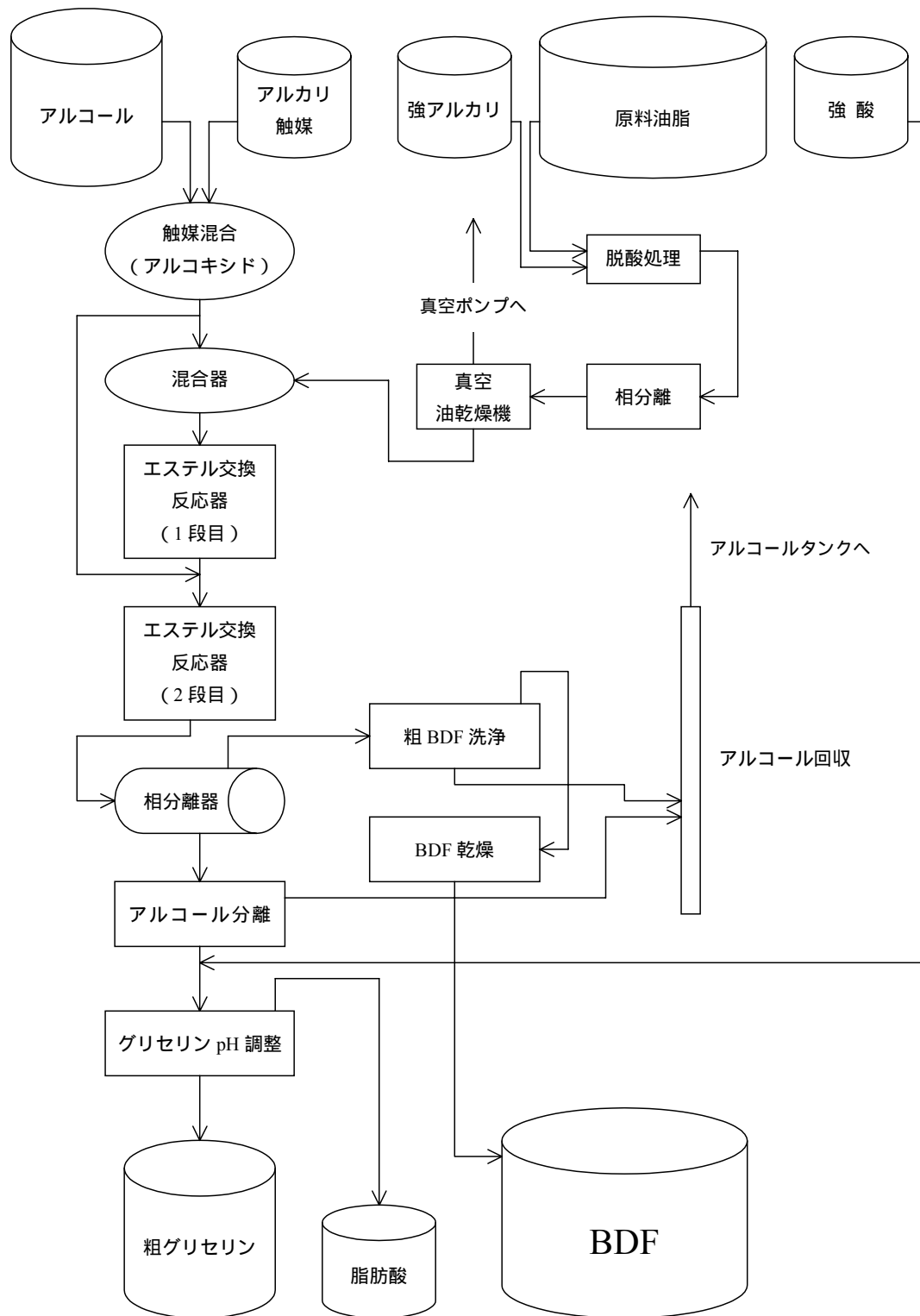


図 2-4 アルカリ触媒法（エステル交換）によるバイオ燃料製造フロー図³⁴

³⁴ 出所：“The Biodiesel Plant Development Handbook” (Independent Biodiesel Feasibility Group, LLC(2006))

2.5 製造設備投資額

2.5.1. 搾油設備

搾油機器メーカーの試算では、提案プロジェクトの種子量を搾油するには、種子処理能力が50トン/24 hourの搾油機が7台必要であり、また一連の処理設備も併せると概算で下記のとおりとなる。

搾油機（種子処理能力：50トン/24 hour）	0.5億円×7台	3.5億円（US\$3.0百万）
その他一連設備（前処理設備、遠心分離機、フィルター濾過機など）		2億円（US\$1.8百万）
建設費		3.5億円（US\$3.0百万）

2.5.2. バイオディーゼル燃料製造設備

2005年6月の米国農務省の「A process model to estimate biodiesel production costs」のレポートでは、大豆油を原料とした場合のバイオディーゼル製造設備モデルのコストを計算している。バイオディーゼル燃料製造においては、ナンヨウアブラギリ油を原料とした場合も、大豆油を原料とした場合と全く同様の設備で製造可能である。また、同レポートによると、製造設備コストは能力37,850 kL/年³⁵の規模で、約US\$11.3百万（=約13億円）と計算している（図2-5、表2-2）。この製造設備能力は、バイオディーゼル燃料の比重0.88を考慮すれば、提案プロジェクトの設備能力33,000トンと合致する。コストの内訳は下記のとおりとなっている。

原料保管タンク、製品保管タンクなど	US\$1.0百万
プロセス設備	US\$2.2百万
ユーティリティー設備	US\$0.4百万
建設費	US\$7.2百万
その他	US\$0.5百万
合計	US\$11.3百万

³⁵ 24時間/日×330日稼働

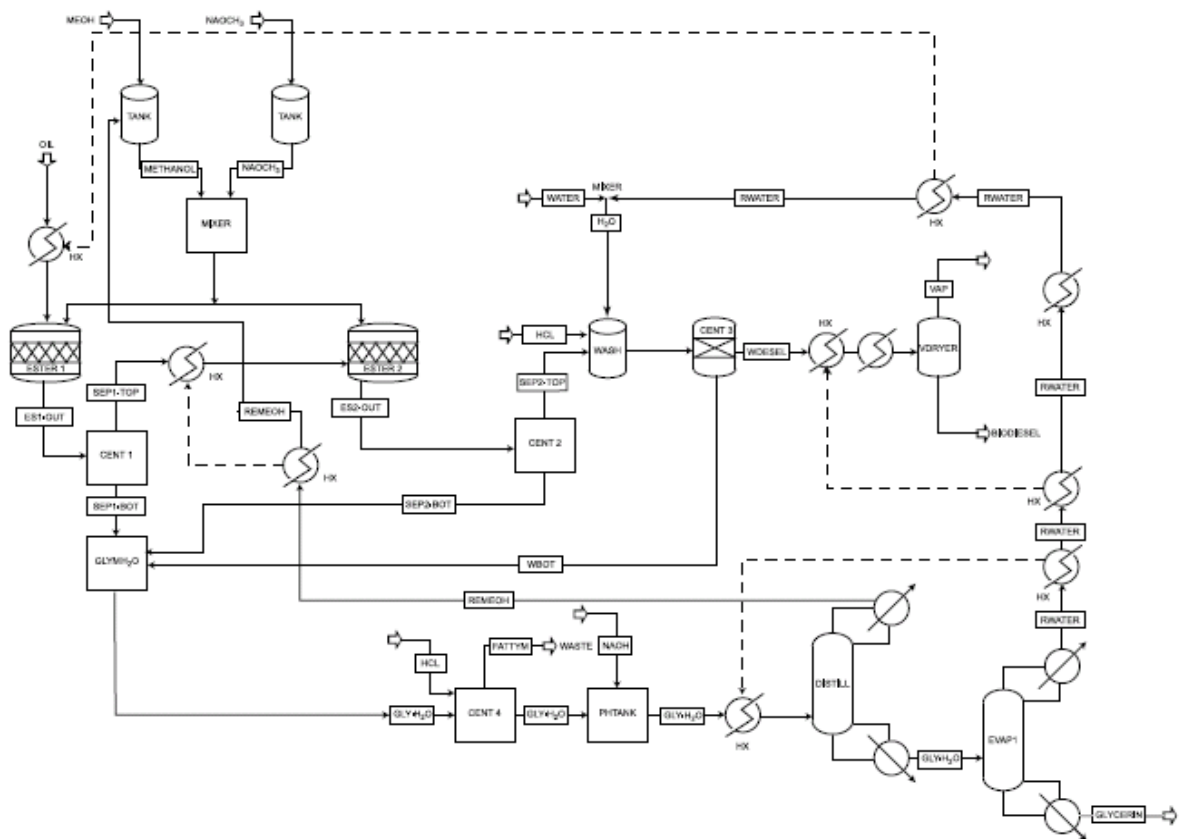


図 2-5 バイオディーゼル燃料製造設備のモデル³⁶

表 2-2 バイオディーゼル燃料製造設備（能力：10,000,000 ガロン（= 37,850 kL/年））モデルの初期投資コスト試算³⁷

Item	Cost (US\$, thousands)
(1) Storage facilities	
Oil storage tank	506
Biodiesel storage tank	447
Crude glycerol storage tank	22
Loading/unloading stations	50
Pumps to/from storage (5 pumps)	22
Sub Total (Storage facilities)	1,047
(2) Process equipment	
Methanol storage tank	24
Sodium methoxide tank	25
Methanol/catalyst mixer	7

³⁶ 出所：A process model to estimate biodiesel production costs（米国農務省レポート、June 2, 2005）
[http://www.engin.umich.edu/class/che460/images/ModelBiodieselProductionCosts\(Haas\).pdf](http://www.engin.umich.edu/class/che460/images/ModelBiodieselProductionCosts(Haas).pdf)

³⁷ 出所：A process model to estimate biodiesel production costs（米国農務省レポート、June 2, 2005）
[http://www.engin.umich.edu/class/che460/images/ModelBiodieselProductionCosts\(Haas\).pdf](http://www.engin.umich.edu/class/che460/images/ModelBiodieselProductionCosts(Haas).pdf)

Reactor #1 preheater	3
Reactor #1	70
Glycerol biodiesel separator #1	311
Reactor #2 preheater	9
Reactor #2	61
Glycerol biodiesel separator #2	315
Biodiesel/HCL mixer	7
Biodiesel wash tank	35
Biodiesel wash water separator	328
Biodiesel final water removal preheater	9
Biodiesel final water removal heater	2
Biodiesel final water removal flash tank	15
Biodiesel final water removal vacuum system	75
Glycerol/methanol tank	6
Methanol distillation tower preheater	4
Methanol distillation tower	95
Distillation reboiler	5
Distillation condensor	13
Glycerol/fatty acid separator	174
Fatty acid storage tank	10
NaOH mix feeder	5
Glycerol/NaOH mix tank	6
Glycerol distillation tower	16
Glycerol distillation reboiler	26
Glycerol distillation condenser	2
Glycerol distillation postcondenser	13
Pumps (12 Pumps)	62
Additional process equipment	433
Subtotal (Process equipment)	2,166
(3) Utility equipment	
Cooling tower system	174
Steam generation system	104
Instrument air system	25
Electrical distribution system	100
Subtotal (Utility equipment)	403
Total equipment cost	3,616
(4) Other costs	
Installation, @ 200% of equipment costs	7,232
Rail siding and miscellaneous improvements	500
Subtotal (Other costs)	7,732
(5) Total costs	11,348

また、2007年10月30日に米国で開催された Oilseeds and Biodiesel Workshop における「Biodiesel Economics」講演資料では、バイオディーゼル製造プラント初期投資コストを製造能力別にグラフにした図 2-6 が示されていた。

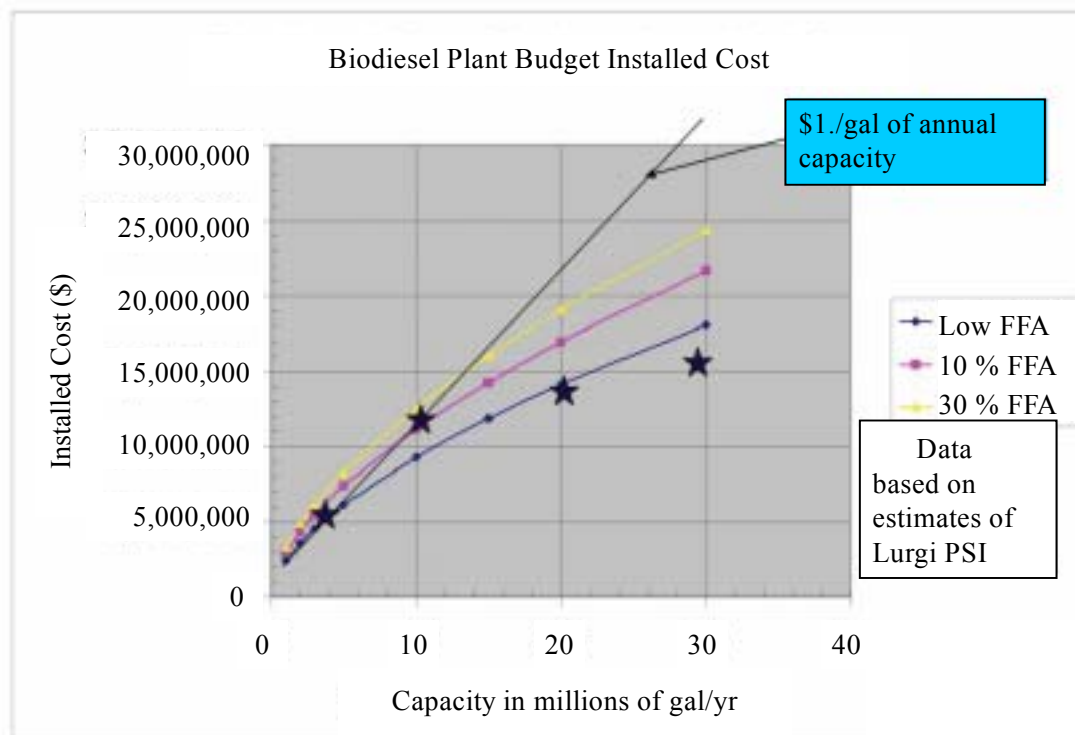


図 2-6 バイオディーゼル製造プラント初期投資コスト³⁸

このグラフによると、能力 10 百万ガロン/年 (37,854 kL/年) プラントで US\$9 百万。ドイツの有名なプラントメーカーである、Lurgi PSI 社の数値として US\$12 百万を示しており、先述のモデルでの US\$11.3 百万とほぼ合致する。今回の提案プロジェクトにおけるバイオ燃料製造設備の設備投資額は US\$11.3 百万にて試算する。

2.5.3. 設備投資額 (まとめ)

機器の海上輸送運賃を US\$0.7 百万と試算し、上記 2.6.1 と 2.6.2 を US\$ベースでまとめると、設備投資総額は概算で下記のとおり US\$20.0 百万となる。

³⁸ Biodiesel Economics (Oilseeds and Biodiesel Workshop, Plson, MT October 30, 2007)
http://www.deq.state.mt.us/Energy%5Cbioenergy/Biodiesel_Production_Educ_Presentations/Montana_Economics_Oct2007_JVG.pdf。ナンヨウアブラギリ油の場合は遊離脂肪酸濃度が 5 %程度なので、Low FFA のラインに相当する。

表 2-3 設備投資額（まとめ）

(US\$百万)

(1) 搾油関連	
搾油機器 7 台	3.0
その他の搾油関連設備一式	1.8
設計・建設費	3.0
(2) バイオディーゼル燃料製造関連	
原料保管タンク・製品保管タンクなど	1.0
プロセス設備	2.2
ユーティリティー設備	0.4
設計・建設費	7.2
その他	0.5
(3) 海上輸送運賃	0.9
合 計	20.0

2.6 製品販売

2.6.1. バイオディーゼル燃料

プラントにて製造されるバイオディーゼル燃料は、全量 JIRAMA の発電所への供給を想定しているが、輸送距離を勘案し、トアマシナ市、トアマシナ市近郊地区、マダガスカル南東部地区およびマダガスカル中東部地区の発電所を販売対象として検討する。3.1.2 の(2)で、CDM プロジェクトの対象となる発電所の選定を行っており、本項においても、そこで選定された発電所 31 ヶ所(表 2-4) を供給先と設定して分析を行う。

31 ヶ所合計での年間発電容量（推計）は 14,536 kW、発電量（推定）は 63,067,657 kWh、軽油消費量は 7,563,168 リットル、重油消費量は 10,024,752 リットルとなる。また、これらの軽油・重油を全て BDF に置き替える場合に必要となる BDF 量は 22,368 トン/年と計算される。

なお、発電量、発電量、軽油の消費量、重油の消費量について、No.2～No.31 は 2006 年実績数値を用いた。No.1 については、JIRAMA トアマシナにて聴取した新規設置計画のある発電機の推計消費量を 2006 年実績値加えて算出した。

また、BDF 消費量の計算は、軽油の比重 0.83 kg/リットル、重油の比重 0.85 kg/リットル、および下記の Net Calorific Value 値³⁹を用いて計算した。

Biodiesels : 27.0 TJ/Gg、 Diesel Oil (軽油) : 43.0 TJ/Gg、 Residual Fuel Oil (重油) : 40.40 TJ/Gg

³⁹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.htm>

表 2-4 供給を想定している JIRAMA の発電所 31 ヶ所

			発電容量 (kW)	発電量 (kWh)	軽油の消費量 (liter)	重油の消費量 (liter)	左記の軽油/重油の消費量を BDF に置き替える場合の BDF 消費量 (トン)	
1	トアマシナ市	TOAMASINA	重油焚	7,500	38,250,000	0	10,024,752	12,750
			軽油焚	2,000	10,200,000	2,572,149	0	3,271
2	トアマシナ市近郊地区	AMBODIATAFANA (02)	軽油焚	20	22,867	24,608	0	31
3		ANTANAMBAO (B2)	軽油焚	28	62,348	33,579	0	43
4		BRICKAVILLE (12)	軽油焚	182	614,205	214,488	0	273
5		FOULPOINTE (B3)	軽油焚	210	697,223	235,736	0	300
6		MAHANORO (40)	軽油焚	201	682,039	241,937	0	308
7		MANANARA (73)	軽油焚	282	917,522	283,945	0	361
8		MAROANTSETRA (31)	軽油焚	518	1,543,976	559,520	0	712
9		MAROLAMBO (82)	軽油焚	69	90,898	30,368	0	39
10		SAINTE MARIE (39)	軽油焚	587	2,141,506	719,937	0	916
11		SOANIERAN'IVONGO (16)	軽油焚	116	320,515	136,379	0	173
12		VAVATENINA (B1)	軽油焚	131	413,257	167,067	0	212
13		マダガスカル南東部地区	BEFOTAKA (N3)	軽油焚	10	12,428	5,427	0
14	BETROKA (37)		軽油焚	261	685,428	256,595	0	326
15	IAKORA (N4)		軽油焚	28	31,874	12,147	0	15
16	IKALAMAVONY (N2)		軽油焚	86	165,923	60,707	0	77
17	IKONGO (N5)		軽油焚	41	40,934	15,954	0	20
18	IVOHIBE (85)		軽油焚	40	67,732	25,493	0	32
19	MANANJARY (09)		軽油焚	540	1,991,200	606,276	0	771
20	MIDONGY (98)		軽油焚	29	41,472	16,533	0	21
21	NOSY VARIKA (N1)		軽油焚	56	94,858	37,562	0	48
22	RANOHIRA (N6)		軽油焚	84	179,486	68,551	0	87
23	VANGAINDRANO (66)		軽油焚	190	563,239	192,909	0	245
24	VOHIPENO (50)		軽油焚	113	356,423	122,968	0	156
25	VONDROZO (67)		軽油焚	29	47,860	20,183	0	26
26	マダガスカル中東部地区	ANDILAMENA (C2)	軽油焚	235	450,436	157,467	0	200
27		ANJOZOROBE (C3)	軽油焚	78	131,139	46,189	0	59
28		ANOSIBE AN'ALA (63)	軽油焚	97	152,556	53,540	0	68
29		FENOARIVO CENTRE (11)	軽油焚	75	114,838	42,126	0	54
30		MANAKAMBAHINY (61)	軽油焚	100	157,343	56,324	0	72
31		TSIROANOMANDIDY (15)	軽油焚	600	1,826,132	546,504	0	695
合計				14,536	63,067,657	7,563,168	10,024,752	22,368

一方、価格については、JIRAMA アンタナナリボでの聞き取りによると、2007年10月時点では、JIRAMAの軽油購入価格はVAT 18%込みで、1,500 Ariary/リットル（VAT抜きで1,271 Ariary/リットル）とのことであった。JIRAMAにとってバイオディーゼル燃料を利用する経済的メリットを熱効率も勘案して考えると、

$1,271/\text{リットル} \times 33.3 \sim 35.7 \text{ MJ}/\text{リットル} \div 36.4 \text{ MJ}/\text{リットル} \times \text{比重} 0.88$

$=1,023 \sim 1,097 \text{ Ariary}/\text{kg}$

$=\text{US\$}574 \sim \text{US\$}616/\text{トン}^{40}$ （JIRAMA各発電所への納入ベース）

となる。

ただし、原油価格（WTI）は2007年10月でUS\$86.2/バレル、2007年12月で91.73/バレルであることを考慮すると、上記の価格は納入ベースUS\$610/トン～US\$656/トンとなる。

したが、2007年12月の原油価格をベースとすれば、マダガスカルにおいて、発電用途でバイオディーゼル燃料を販売するには、US\$650/トン、またはそれ以下の価格が必要であると言える。

2.6.2. グリセリン

グリセリンは、化粧品、石鹸、食品、医薬品、タバコ、ポリウレタン、アルキド樹脂などの広汎な分野において利用されている化学品である。グリセリンの製法には、植物原料からの製造、

牛脂原料からの製造、石油からプロピレンを経て工業的に合成する製法の3種類ある。狂牛病騒動以来、牛脂系は激減し、現在はかの2種類に大別される。植物原料からの製造は、ヤシ油、パーム油を加水分解して得られる水溶液（甘水）を精製、濃縮して、粗製グリセリンを製造、さらに蒸留、精製して製品化する方法で生産されている。また、近年はバイオディーゼル燃料の生産時の副産物として生産され、特に欧州におけるナタネ油からのバイオディーゼル燃料生産の副産物として生産が伸びている。

東南アジアにおける脂肪酸・天然アルコール設備の増強や欧州を中心としたバイオディーゼル燃料の利用拡大により、それから副生されるグリセリンの供給が増加した結果、近年のグリセリン相場は世界的に下降線をたどってきた。中国をはじめとした、経済成長の著しい発展途上国の需要増もあり、世界のグリセリン需要は年率約4%の伸びを示しているが、それ以上に供給の拡大ペースが速かったためである。東南アジアFOB価格は2004年中盤のUS\$1,200/トンから続落し、2006年は約US\$600/トンの水準に、2007年春にはUS\$500/トン付近まで低下した。⁴¹

しかし、2007年初頭よりナタネ油やパーム油の価格が高騰しはじめ、それらの油を原料としたバイオディーゼル燃料生産の採算が悪化し、生産が停滞した。これを受けて、バイオディーゼル燃料生産からの副製品グリセリンの供給も停滞し、2007年10月以降は価格が急上昇している。

⁴⁰ 為替換算レートは、Bloomberg 2008年1月16日の換算レートUS\$ = 1,782 Ariaryを適用した。

<http://www.bloomberg.co.jp/analysis/calculators/currency.html>

⁴¹ 月刊油脂 2007年11月号を参考にした。

2007年7月～2008年1月までのグリセリン価格の推移を図2-7に示す。2008年1月9日のデータではUS\$719/トンのレベルにまで達している。

提案プロジェクトにおいては、主に欧州向け輸出を想定し、経済性分析ではグリセリンの販売価格をUS\$700/トンにて試算することとする。

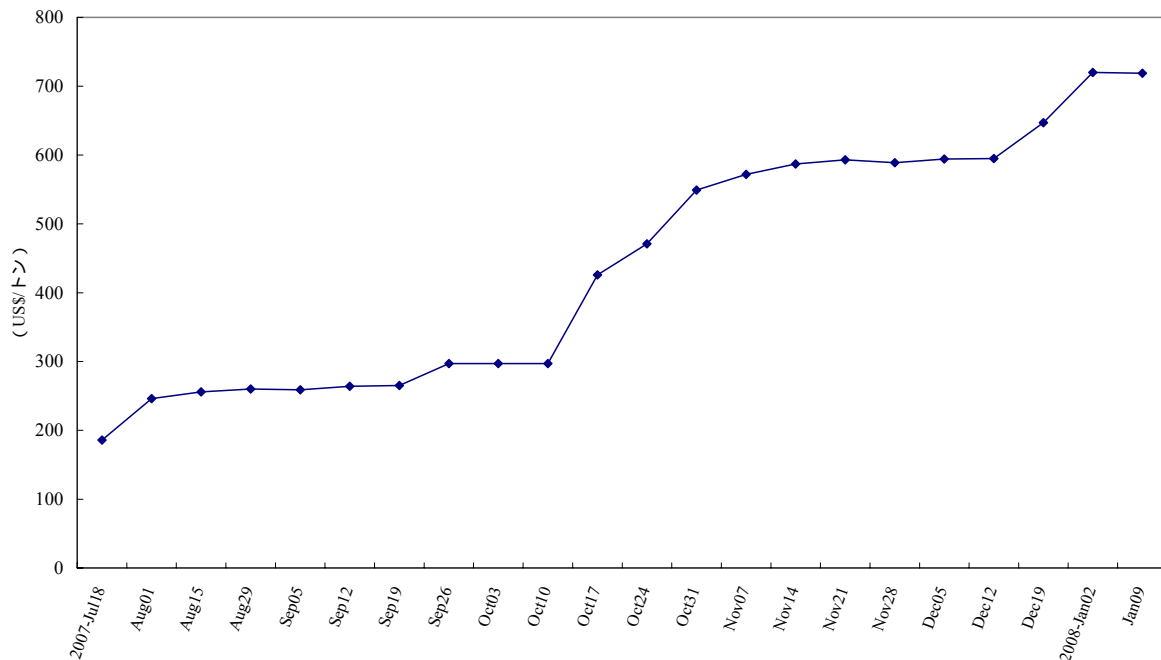


図 2-7 グリセリン価格（欧州北西部受渡価格）⁴²

2.6.3. ナンヨウアブラギリ搾り粕（ケーキ）⁴³

ケーキは植物の搾油工程で発生する副産物となる。小規模な加工においては、ナンヨウアブラギリ種子からのケーキは約11%の油、58%～60%の粗タンパク（53～55%の純タンパク）を含んでおり、リジンを除く主なアミノ酸の含有量はFAOの参考値よりも高い数値を示している。しかし、ナンヨウアブラギリ種子からのケーキはクルシン（Curcin）という毒性の強いタンパクを含んでおり、飼料用途には不適である。肥料用途、あるいは量がまとまれば、発電用の蒸気タービン燃料としての利用が可能である。

ワシントン州立大学（WSU）の実験によると、ナンヨウアブラギリ種子からのケーキはN、P、Kの点で他の有機肥料と同等との結果が出た。しかしながら、保管、有機酸の発生、リグニンの緩やかな分解、殺虫剤処理の必要性（微生物による分解の欠如による）などが指摘されている。

⁴² 出所：Kingsman energy from nature

⁴³ Assessment of the potential of *Jatropha curcas*, (biodiesel tree,) for energy production and other uses in developing countries (USAID レポート、Aug, 2006) を参考にした。

マダガスカルにおいては、ナンヨウアブラギリ油の製造がまだ行われておらず、ケーキの販売・流通も確認されなかった。一方、平成 18 年度環境省委託事業調査、CDM/JI 事業調査「タンザニア国ジャトロファ・バイオディーゼル普及 CDM 事業化調査」(平成 19 年 3 月、(株)建設企画コンサルタント)の報告書によると、タンザニアのアルーシャ地区においては、ケーキが切花栽培の肥料に用いられているとのことである。同報告書においても販売・流通価格は明らかにされていないが、提案プロジェクトにおいては US\$50/トンにて試算することとする。

2.7 原料調達(種子)

2.7.1. 輸入種子

十分な油量(種子重量の約 35%)を含むナンヨウアブラギリの種子を収穫するのに 3 年~5 年掛かる。提案プロジェクトにおいては、BDF 工場の早期稼働、バイオディーゼル燃料の早期供給を目指すため、マダガスカルにおける収穫種子が十分な油含量を有し、自国調達種子で全必要量を賄えるようになるまでの期間、種子を海外より輸入する計画とした。この 1~2 年の間に、ナンヨウアブラギリの栽培計画については、様々な発表がなされているが、広大なエリアへの植栽には時間が掛かり、かつナンヨウアブラギリの種子を収穫するのに 3 年~5 年掛かることより、ここ数年以内にナンヨウアブラギリの種子を供給できる国、地域は限定的である。提案プロジェクトにおいては、数年前より栽培が初められ、さらに本格的な栽培をすでに進めているミャンマーよりの種子調達を計画する。

ミャンマー農業・灌漑省(The Ministry of Agriculture and Irrigation)(下記参考資料)によると、ミャンマーにおけるナンヨウアブラギリの栽培面積はすでに、2006 年 8 月の段階で 40 万 ha、2007 年 5 月の段階で 65 万 ha となっており、今後の計画では、2008 年末で 127 万 ha、2009 年末で 209 万 ha とする予定である。上記の大規模な栽培拡大計画は図 2-8 に示す、Mandalay 州、Sagaing 州、Magway 州において計画されている。

(参考資料)

GOVERNMENT PLANS TO INCREASE JATROPHA PLANTINGS (FO Licht (May 23, 2007))

Myanmar's Ministry of Agriculture and Irrigation said that the area planted with jatropha for biodiesel production will be raised to up to 3.24 mln ha from a current 648,000. The plantations are mainly located in the regions of Mandalay, Sagaing and Magway.

Physic nut goals expanded (Myanmar Times (Aug21-27, 2006)) / By Ye Kaung Myint Maung

PHYSIC nut cultivation reached the one million acre mark in the middle of this year, as the government expanded its goals to grow the plant on a total of more than eight million acres within three years, said an official from the Ministry of Agriculture and Irrigation.

Early this year the government began touting the mass cultivation of physic nut plants, also called *Jatropha curcas*, as a means to produce nuts from which oil can be extracted for use as a biofuel in agricultural machinery.

The original plan called for the plant to be cultivated on seven million acres in all states and divisions throughout Myanmar.

The updated plan calls for the nuts to be grown on 2.3 million acres in 2006-2007, 2.68 million additional acres in 2007-2008 and 3.38 million more acres in 2008-2009.

U Myat Shein, general manager of Myanmar Perennial Crops Enterprise, said 1.2 million of the 2.3 million acres planned for the current financial year had been planted by mid-monsoon, and the rest would be planted by the end of rainy season.

(<http://www.myanmar.com/myanmartimes/MyanmarTimes17-330/n021.htm>)



図 2-8 ミャンマーにおいて栽培拡大が計画されている州

ha あたりの栽培が 2,500 本、種子収穫量が 2 kg/本と仮定した場合、5,000 kg/ha の種子が収穫できることとなる。油糧の十分な種子の収穫まで 3 年待つことを考慮し、種子の油含有量を 33% と仮定すれば、ミャンマーにおけるナンヨウアブラギリ種子生産量およびナンヨウアブラギリ油搾油量は推定で表 2-5 のとおりとなる。

表 2-5 ミャンマーにおける推定収穫種子量および搾油量（推定）

	年	収穫種子量 (千トン)	搾油量 (トン)
2007 年 5 月まで 65 万 ha (実績)	2010 年	3,250	1,073
2008 年まで 127 万 ha (計画)	2011 年	6,350	2,096
2009 年まで 209 万 ha (計画)	2012 年	10,450	3,449

一方、ミャンマーにおける 2004 年の石油および石油製品の需給は下記のとおりである（表 2-6）。2004 年は、生産された原油 1,002 千トン（国内 3 ヶ所）において精製し、石油製品として、ガソリン 394 千トン/年、軽油 305 千トン/年、その他 165 千トン/年を生産したが、これだけでは国内需要を満たせないため、各種石油製品を輸入した。軽油に関しては、931 千トン/年を輸入しており、上記の自国精製品と合わせて合計約 1,236 千トン/年を、工業用 89 千トン/年、輸送用 845 千トン/年、発電用 91 トン/年、その他 211 千トン/年に利用している。

表 2-6 ミャンマーにおける石油および石油製品の需給（2004 年）⁴⁴

	Crude Oil	Natural Gas Liquids	Refinery Feedstocks	Naphtha	Liquified Petroleum Gases	Motor Gasoline	Aviation Gasoline	Jet Kerosene	Other Kerosene	Gas/ Diesel	Residual Fuel Oil
<i>Unit - 1000 tonnes</i>											
Production	1,002	6	0	0	5	371	0	80	2	305	78
From Other Sources	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imports	0	0	0	0	0	6	0	3	0	931	0
Exports	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
International Marine Bunkers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	0
Stock Changes	58	0	0	0	2	17	0	-1	0	12	6
Domestic Supply	1,060	6	0	0	7	394	0	82	2	1,245	84
Transfers	0	-6	0	0	6	3	0	0	0	0	0
Statistical Differences	-32	0	0	0	0	-14	0	0	0	6	40
Total Transformation	1,028	0	0	0	0	0	0	0	0	91	20
Electricity Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	20
CHP Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heat Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petroleum Refineries	1,028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Transformation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energy Sector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	1
Distribution Losses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Final Consumption	0	0	0	0	13	383	0	82	2	1,128	103
Industry	0	0	0	0	2	0	0	0	0	89	67
Transport	0	0	0	0	3	383	0	82	0	845	31
Residential	0	0	0	0	4	0	0	0	1	140	0
Commercial and Public Services	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agriculture/ Forestry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fishing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Non-Specified	0	0	0	0	4	0	0	0	1	54	4
Non-Energy Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- of which Petrochemical Feedstocks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

⁴⁴ 出所：IEA (International Energy Agency)、http://www.iea.org/Textbase/stats/oildata.asp?COUNTRY_CODE=MM

ミャンマーにおいて、ナンヨウアブラギリの栽培が進められてきた理由は、このような石油依存度、とりわけ軽油依存度、の低減を目的としている。

輸送用燃料として、軽油にナンヨウアブラギリ由来のバイオディーゼルを B10 で混ぜると仮定しても、ミャンマー自国内で必要とするナンヨウアブラギリ油は8万トン～10万トン/年であり、2011年以降は余剰が出てくる。したがい、ミャンマー政府としては、余剰分をナンヨウアブラギリ種子、ナンヨウアブラギリ油、あるいはバイオ燃料として海外へ輸出する必要性が生じてくる。

本プロジェクトでは、マダガスカルにおけるナンヨウアブラギリ栽培を行いながら、十分な油含有量の種子が収穫できるまでの5年間、ナンヨウアブラギリ種子をミャンマーから調達することを想定する。現在のところ、ミャンマーにおける種子の収穫方法、搾油の状況についての詳しい情報は入手できていないが、近年中に大量の種子を供給する能力を有する国は、世界においてミャンマーを含め極めて限定的である。

現在のところ、ナンヨウアブラギリ種子の供給は十分な量が確保されておらず、大量取引価格や国際取引価格の情報は入手できなかった。提案プロジェクトにおける経済性分析においては、US\$250/トンにて試算することとする。

2.7.2. 国産種子/ナンヨウアブラギリ栽培適地（抽出・検証）

(1) 土地利用に関する制度

マダガスカルでは、国内における植林活動や農業活動の推進のため、権利関係のあいまいな国有地や公有地の土地利用権を委譲する制度が存在する。植林活動の場合には環境治水森林省の管轄する RFR(Réserve Foncière pour le Reboisement)、農業活動の場合には農業省の管轄する ZIA(Zone d'Investissement Agricole) がそれにあたる。これらの制度の下、担当官庁と州政府により、対象となる土地が許される活動の種類とともに指定されている。ナンヨウアブラギリ栽培の場合、RFR と ZIA の両制度の適用が可能である。ブリッカビル地区においては、ナンヨウアブラギリを目的とした ZIA が2ヶ所合計 25,289 ヘクタール設けられている⁴⁵。

一方、本プロジェクトにおいては、地元住民自身が土地を確保した上でナンヨウアブラギリを栽培し、プロジェクト実施者は、種子または絞った油を買い取るスキームを想定している。州の森林局 (DIREF) への聞き取りでは、本プロジェクトが想定するスキームの下では、土地利用に関する契約や RFR と ZIA の活用は必要ないことが確認された。

⁴⁵ Green revolution opportunities, Agricultural investment areas.

(2) ナンヨウアブラギリの栽培適地

ナンヨウアブラギリは、中南米を原産とするトウダイグサ科の落葉低木であり、乾燥した低養分の痩せた土地でも栽培が可能であるとされる。表 2-7 にいくつかの機関が示す栽培可能な環境条件を示す。BAMEX は、USAID がマダガスカルで行うプログラムであり、マダガスカルの持続的開発に資する市場の形成を目的とした活動を進めている。ナンヨウアブラギリにも注目しており、マダガスカルにおいて様々な機関が行っている関連プロジェクトの情報や栽培に関する情報を所有する。D1 オイルは、イギリスに本部を置くバイオ燃料を扱う企業であり、マダガスカルにおけるナンヨウアブラギリ栽培の検討も進めている。

表 2-7 ナンヨウアブラギリの栽培可能な環境条件

	情報源		
	国際熱帯農林業センター (ICRAF) ⁴⁶	BAMEX	D1 オイル
気温または気候区	20～28	熱帯、亜熱帯	亜熱帯
年降水量	300～1000 mm またはそれ以上。	500～700 mm。	480～2380 mm。ただし、油生産のためには雨量が少ない方がよい。
土 壌	通気性と水はけのよい土壌が適する。	水はけの良い土壌が適する。粘土質土壌は避ける。	あらゆる土壌タイプで生育するが、特にやせた土地に適する。

これらの情報に限らず、ナンヨウアブラギリの栽培適地として水はけの良い土地が挙げられている場合は多い。また、気温については表 2-7 に示された各情報源からの条件がほぼ揃っているのに対し、年降水量については、各情報源で若干異なる。マダガスカルについての情報という点で、BAMEX と D1 からの情報は、特に注目に値するであろう。

(3) 対象地の自然条件

プロジェクトが計画されているのは、マダガスカルの東部地域であり、バトマンドリィからトアマシナまでの海岸沿いの低地地域とトアマシナから内陸側に約 80 km 入ったアロチャ湖の周辺地域を想定している。アロチャ湖の周辺地域では、JICA により「マダガスカル共和国アロチャ湖南西部地域流域保全及び農村総合開発計画事前調査」が実施されており、多くのデータ・情報が収集されている。本 FS 調査では、海岸沿いの低地地域を対象を絞り、現地調査を行った。

両地域の気象条件を表 2-8 にまとめる。年平均降水量は、海岸沿いの低地地域のトアマシナで 3,368 mm、アロチャ湖周辺地域のアンバトンドラザッカで 2,363 mm であった。前項で示したナンヨウ

⁴⁶ <http://www.worldagroforestrycentre.org/sites/TreeDBS/aft/speciesPrinterFriendly.asp?Id=1013>

アブラギリの栽培が可能な環境条件と比較し、両地域、特に海岸沿いの低地地域で降水量が多い傾向にある。

土壌に関して、海岸沿いの低地地域においては、粘土質を含む保水性の良いB層を有する土地と砂質の水はけの良い土地が混在することが分かった（写真 2-1）。一方のアロチャ湖周辺地域の主要な土壌は、砂質土壌であることが示されている⁴⁷。また、海岸沿いの低地地域の2地点において、土壌をサンプリングし、土壌の pH (H₂O)、硝酸態窒素、水溶性リン酸、水溶性カリウムを簡易土壌診断キット「みどりくん」を用いて測定した（写真 2-2、表 2-9）。いずれの地点においても土壌養分が極めて低いという結果であった。対象候補地の土壌は、水はけという点でナンヨウアブラギリに適している場合が多いと推察される。特に、対象地域は丘陵が多く、斜面地がほとんどであることを考慮すると、水はけが問題になることは少ないであろう。土壌養分に関しては、痩せている土地で生育が可能ではあるが、一方で十分な収量を得るためには、ある程度の養分が必要とされる。本プロジェクトにおいても施肥が実施される計画である。

表 2-8 トアマシナとアンバトンドラザッカの気象条件

	トアマシナ (海岸沿い低地地域)			アンバトンドラザッカ (アロチャ湖周辺地域)		
	平均気温 ()		降水量 (mm)	平均気温 ()		降水量 (mm)
	日最低	日最高		日最低	日最高	
1月	23	30	410.1	23	30	270.5
2月	23	30	382.1	23	30	333.2
3月	22	30	478.4	23	30	341.5
4月	21	29	322.8	22	29	235.8
5月	20	27	228.3	20	27	222.9
6月	18	26	259.0	18	26	187.1
7月	17	25	288.6	17	25	173.7
8月	17	25	218.2	17	25	136.4
9月	17	26	121.1	17	26	101.6
10月	19	27	132.6	19	27	67.7
11月	20	28	169.7	20	28	87.7
12月	22	29	357.3	22	30	204.9

⁴⁷ JICA(2002)「マダガスカル共和国アロチャ湖南西部地域流域保全及び農村総合開発計画事前調査」



写真 2-1 海岸沿い低地地域の土壌断面。左はB層に粘土質を含む。右は一様に砂質。

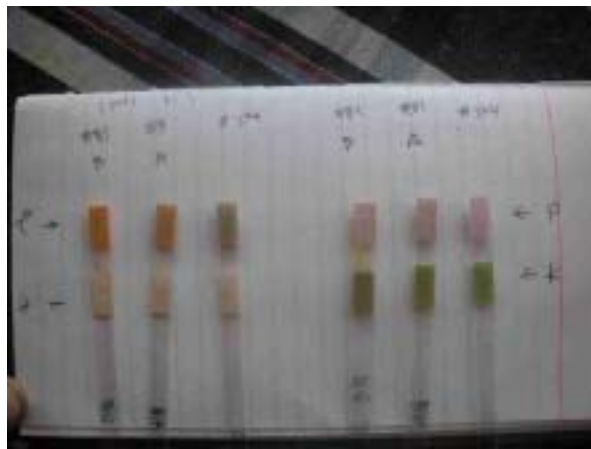


写真 2-2 土壌診断キット「みどりくん」を用いた測定

表 2-9 土壌診断キット「みどりくん」を用いた測定結果

地点	サンプル採取層	pH (H ₂ O)	硝酸態窒素 (mg/L)	水溶性リン酸 (mg/L)	水溶性カリウム (mg/L)
地点 234	B層	6	0	3 - 7	7
地点 81	A層	5	0	3 - 7	7
	B層	4.5	0	3 - 7	3 - 7

(4) 対象地の地理的条件

プロジェクト計画地域のうち、マダガスカル東部地域のバトマンドリィからトアマシナまでの海岸沿いの低地地域は、王子製紙株式会社が再植林 CDM プロジェクトを計画している熱帯林が入植者による伐採または火入れにより草地化した荒廃地である⁴⁸。このため、本プロジェクトの実施においては、再植林 CDM の対象地（プロジェクトバウンダリー）との土地利用の競合が生じないように配慮することが必要である。一方、内陸部のアロチャ湖周辺地域は、森林伐採による土壌劣化による荒廃地が拡大している一方で、同国の穀倉地帯として重要な地域であり、農作地との土地利用競合に注意することが必要である。

本プロジェクトにおいては、地元住民自身が土地を確保した上でナンヨウアブラギリを栽培し、プロジェクト実施者は、種子または絞った油を買い取るスキームを想定している。このため、地元住民が管理可能な土地を選定するとともに、収穫した種子、あるいは油の販売と利用を想定して、バイオエネルギーの需要地との関係を考慮することが求められる。

写真 2-3 に、プロジェクト計画地域周辺の地図を示す。同図では、東部地域最大の都市であるトアマシナから直線距離で 150 km 以内の範囲を円内にてあらわしている。

⁴⁸ <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/MJJZXVY4W8R65Y83SKBTU70IAI6CFR/view.html>

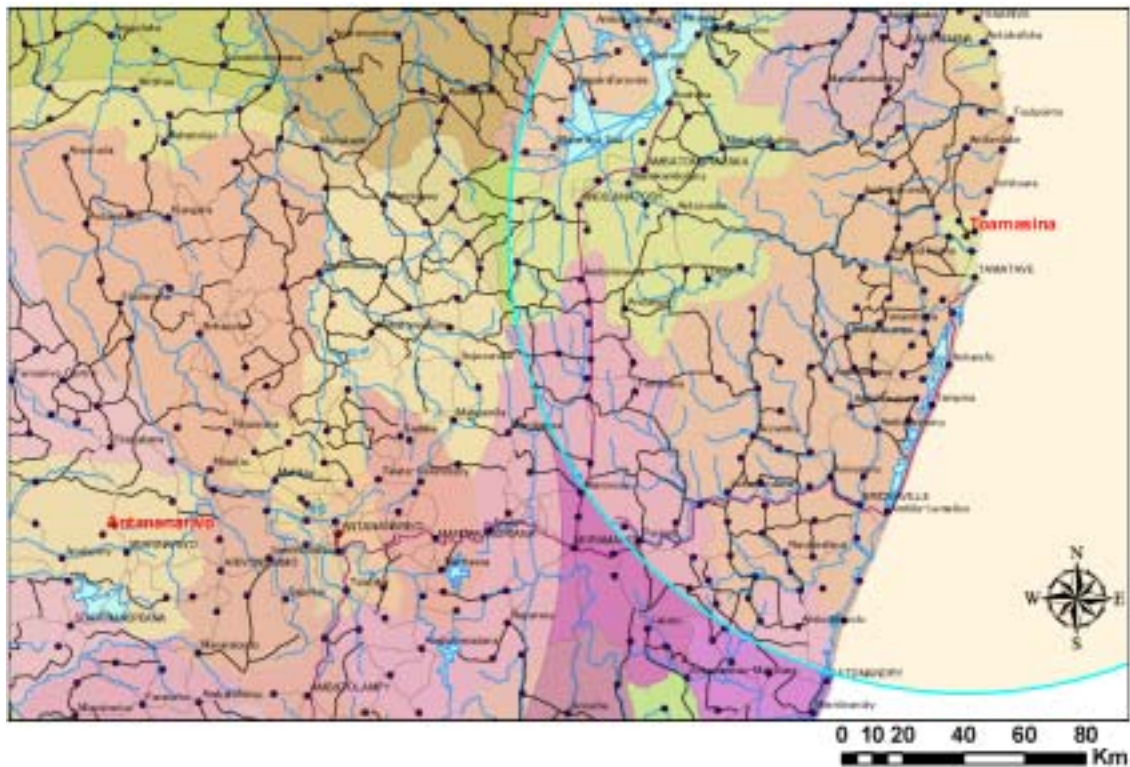


写真 2-3 プロジェクト計画地の周辺図

同図より、プロジェクト計画地域である東部海岸地域（トアマシナ～バトマンドリィ）とアロチャ湖周辺地域（図中の中央上部の湖 -水色-）は、いずれもトアマシナからの 150 km 圏内に含まれることがわかる。ただし、アロチャ湖周辺地域にトアマシナより車両により直接アクセス可能な道路が整備されておらず、トアマシナへのアクセスには、南下した上で東部海岸側へ抜けるルートしかないことを考慮する必要がある。

以上を踏まえ、マダガスカルの東部海岸地域とアロチャ湖周辺地域のそれぞれについて、ナンヨウアブラガリの栽培対象地の地理的条件をまとめる。

1) 東部海岸地域

同地域においては、王子製紙がユーカリとアカシアを主とした再植林 CDM プロジェクトを計画している。同プロジェクトでは、対象地域内において約 15,000 ha の植林事業を計画しており、5～7 年伐期による持続的な生産林の形成を目指している。同事業では、再植林 CDM のプロジェクトバウンダリーとして、植林 CDM の適格地内における⁴⁹荒廃した草地を対象としている。写真 2-4 に同地域に分布する典型的な荒廃草地の例を示す。また、写真 2-5 に、再植林 CDM プロジェクトにおける潜在プロジェクトバウンダリーの位置を示す。



写真 2-4 東部海岸地域における荒廃草地

本プロジェクトにおいては、王子製紙による再植林 CDM プロジェクトのプロジェクトバウンダリーを踏まえたうえでナンヨウアブラギリの栽培地を設定することにより、両プロジェクトによる土地利用の競合を避けるとともに、プロジェクト実施地域周辺に居住する地元民に対する便益を向上させるための配慮が必要とされる。これより、同地域におけるナンヨウアブラギリの栽培地として以下の地理的条件を設定した。

⁴⁹ EB35 Annex 18 - Procedures to demonstrate the eligibility of lands for A/R CDM project activities

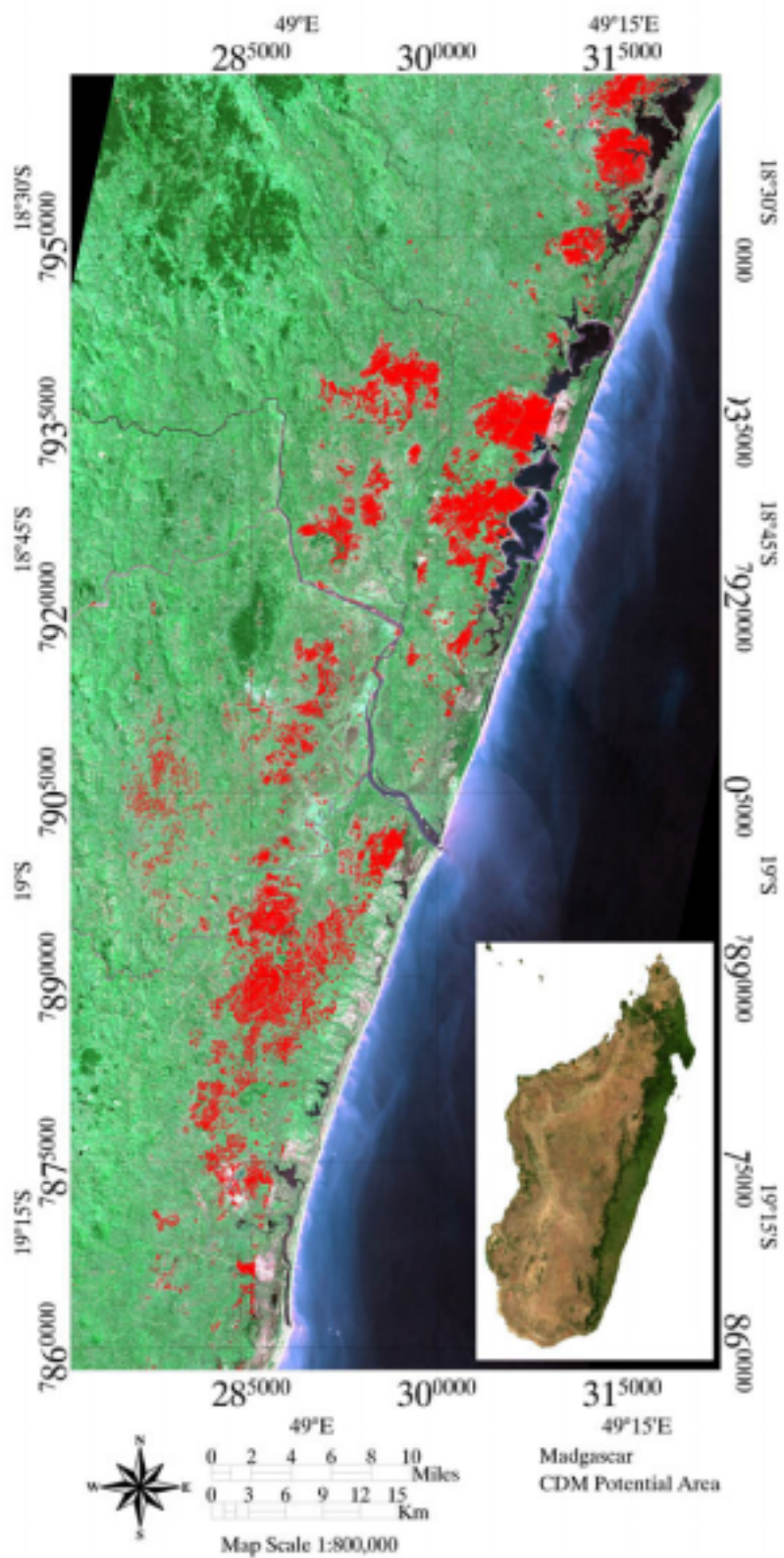


写真 2-5 再植林 CDM プロジェクトにおける潜在プロジェクトバウンダリーの位置 (赤色域)⁵⁰

東部海岸地域におけるナンヨウアブラギリの栽培地の地理的条件

- ・ 再植林 CDM プロジェクトのバウンダリーを含まないこと
 - 再植林 CDM との競合の回避
- ・ 人為的活動地域を含まないこと
 - 農地、放牧地との競合の回避、活動の移動による森林伐採の回避
 - 再植林 CDM においても該当地域は除外される
- ・ 森林地域を含まないこと
 - 森林伐採の回避
- ・ 地元民の居住地に近い地域を優先的に選定すること
 - 地元民による栽培管理、種子収穫を想定した配慮
- ・ 丘陵地における窪地、河川沿いを含まないこと
 - 特に雨季における冠水の回避

以上から、同地域におけるナンヨウアブラギリの栽培地として、表 2-10 に該当する地域を選定することとした。

表 2-10 東部海岸地域におけるナンヨウアブラギリ栽培地

栽培地	概要
1) 再植林 CDM プロジェクトのバウンダリー縁辺部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再植林 CDM における植林地（バウンダリー）の林道沿いまたは外縁に垣根として植栽。 ・ 再植林 CDM のバウンダリーと隣接することから、栽培管理や種子収穫が容易となる。
2) 再植林 CDM 適格地であるが、まとまった土地を確保できない地域	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再植林 CDM では、1ヶ所につき 50 ha 以上の植林地が確保できる地域のみを対象地とする。 ・ このため、50 ha より小規模な土地を栽培地とすることにより、両プロジェクトの競合を回避。 ・ アクセスが困難な場所が増えることから、居住地（集落）や接続道路などの位置関係を考慮することが必要となる。
3) 再植林 CDM 適格地であるが、再植林 CDM において植林する樹種（ユーカリ、アカシア）の良好な成長が望めない地域	<ul style="list-style-type: none"> ・ ユーカリ、アカシアの生育が困難であるが、ナンヨウアブラギリの生育が可能な地域を対象とする。 ・ 具体的には、砂地、品栄養土壌の地域が対象となる。特に、同地域では海岸部に再植林 CDM のバウンダリーには含まれない砂地が多いが、砂地の栽培妥当性については詳細検討が必要。

⁵⁰ <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/MJJZXVY4W8R65Y83SKBTU70IAI6CFR/view.html>

写真 2-5 に示した再植林 CDM プロジェクトの潜在プロジェクトバウンダリーは、植林適格地として抽出された約 23,000 ha の地域のうち、一定のアクセス条件化において、1ヶ所にて 50 ha 以上のまとまった植林が可能な地域を示しており、合計約 16,000 ha である。再植林プロジェクトにおける植林面積として 15,000 ha を想定していることから、潜在プロジェクトバウンダリー内において、ナンヨウアブラギリの栽培に利用可能な面積は 1,000 ha 足らずとなる。一方、表 2-10 に示した各条に合致する地域の面積について、1)は植林事業における林道整備計画を踏まえたうえで面積を確定する必要があることから、現時点では明確な面積を示すことは難しい。2)の条件については、植林適格地として抽出された地域は約 23,000 ha であり、残された土地の面積は約 7,000 ha と見積もれる。ただし、本条件に該当する土地の多くは分断されており、地元住民の居住地、村落の位置を考慮した上で栽培地を決定する必要がある。また、3)について、再植林プロジェクトにおいては、海岸線から約 3 km の範囲は砂地の可能性が高いことから潜在プロジェクトバウンダリーより除外している。このため、砂地におけるナンヨウアブラギリの栽培が可能な場合には、ナンヨウアブラギリの栽培適地として含めることとする。

2) アロチャ湖周辺地域

JICA 報告書(2002)⁵¹によると、アロチャ湖南部(写真 2-6 参照)は米を主食とする同国にとって重要な穀倉地帯であるが、周辺の河川から流入する土砂量が膨大な量のため、湖岸線が年々後退し、周辺地域の水田、耕作地への土砂流入、灌漑水路の機能低下などの悪影響を及ぼしている。これらの土砂の流出の発生原因は、河川上流域の丘陵地帯にて多発している崩壊地形に起因すると考えられている。JICA 調査団による現地調査においては、アロチャ湖南部を中心とした調査が実施され、周辺にはほとんど樹木のない丘陵地形が延々と続いており、過去の森林伐採、焼畑の繰り返しなどに夜林地荒廃が想像以上であったことが示されている。

特に、ラバカ(LAVAKA)と呼ばれる崩壊地形がいたるところに見受けられ、11月~12月の集中豪雨による土砂が上流部のラバカや露出土壤から下流に運ばれ、水田などを埋めている。また、森林消失による裸地化も土砂流出に影響を与えていると考えられ、土砂流出の抑制は同地域における重要な課題となっている。

⁵¹ マダガスカル共和国アロチャ湖南西部地域流域保全及び農村総合開発計画事前調査報告書 平成 14 年 2 月

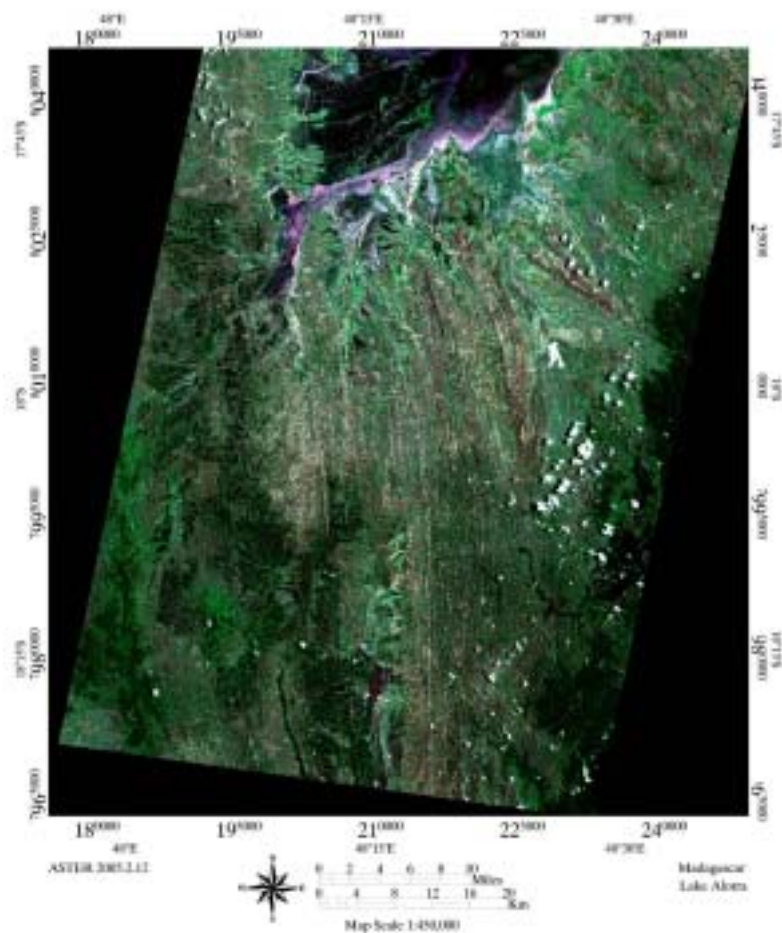


写真 2-6 アロチャ湖南部地域の衛星画像（ASTER）

このため、本プロジェクトでは、これらの崩壊地形においてナンヨウアブラガリの栽培を行うことにより、土砂流出を抑制するとともに、地元住民の経済・社会的環境の改善につなげることを想定した。なお、今回の現地調査においては、作業期間の関係からアロチャ湖周辺の現地調査を実施することはできなかった。このため、前出の JICA 報告書を参考にして、対象地域の衛星データ（ASTER）による土地被覆・利用解析を行うことにより、ナンヨウアブラガリの潜在的な栽培適地を選定することとした。

解析に使用したデータは、NASA の Terra 衛星に搭載された日本のセンサである ASTER 画像により 2005 年 2 月 12 日に取得されたデータである。同センサによる画像は、東海岸地域の解析においても用いている。本解析では、分類手法として教師つき分類である最尤法を適用し、VNIR 域（3 バンド）を対象として処理を行った。なお、対象地域は現地調査を行っていないことから、分類の教師とするトレーニングエリアの選定においては、JICA 報告書と東部海岸地域における現地調査における知見に基づき、画像判読を行うこととした。この結果、水田地域 1（冠水域）、水田地域 2（植生域）、氾濫原、森林、灌木、谷地植生、草地、裸地 1（土壌）、裸地 2（砂地）の 9

つのカテゴリーについてトレーニングエリアを設定できた。各トレーニングエリアは、それぞれ約 100 画素である。

表 2-11 に処理結果を各土地被覆・利用分類ごとに示す。また、写真 2-7 に分類結果の図を示す。これより、同地域では水田が広く広がっている一方で、灌木地、草地、裸地が優勢であり森林地域が少ないことがわかる。JICA 報告書では、崩壊地形の多くは裸地である一方で、一部の地域では草地、灌木地など植生回復が見られることが報告されている。本処理結果も JICA 報告書における調査結果と同様の傾向が示されている。

表 2-11 対象地域における土地被覆・利用分類の結果

土地被覆・利用分類	面積 (ha)	比率 (%)
水田地域 1 (冠水域)	21,797.1	4.93
水田地域 2 (植生域)	78,024.7	17.64
氾濫原	7,691.9	1.74
森林	40,156.4	9.08
灌木地	75,797.5	17.13
谷地植生	26,005.2	5.88
草地	69,461.3	15.70
裸地 1 (土壌)	54,807.6	12.39
裸地 2 (砂地)	68,663.5	15.52
合計面積	442,05.17	

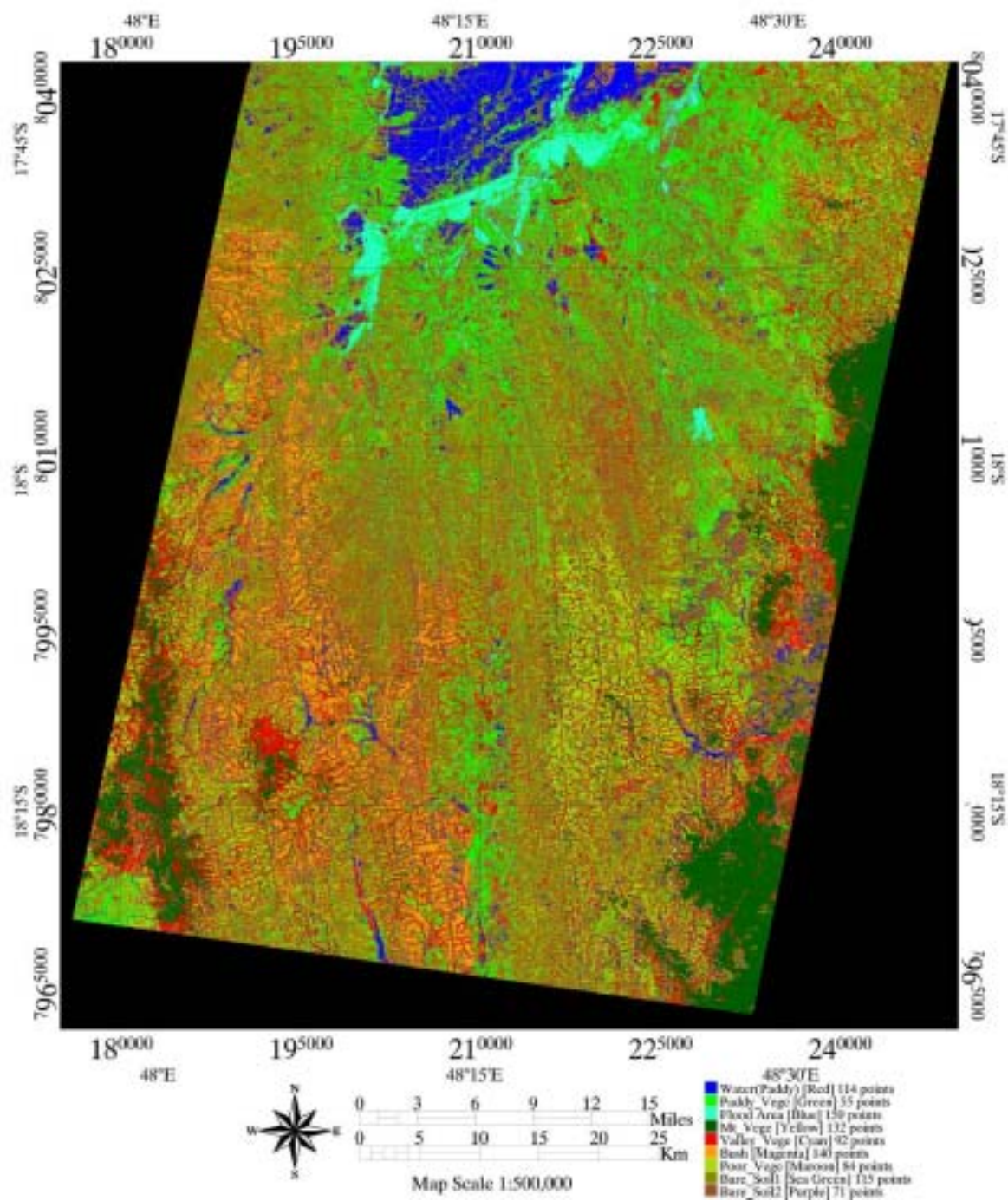


写真 2-7 アロチャ湖南部地域の土地被覆分類結果 (ASTER)

(図右下の凡例は、上から順に、水田地域1(冠水域)、水田地域2(植生域)、氾濫原、森林、灌木地、谷地植生、草地、裸地1(土壌)、裸地2(砂地)を示す。)

次に、ナンヨウアブラギリの潜在的な栽培適地を解析結果に基づき評価した。同地域においても、ナンヨウアブラギリの栽培地は、人為的活動が行われている地域（農地）、既存の森林地域を除外することとした。また、灌木地は今後の植生回復により森林になり得ること、氾濫原と谷地植生は雨季において冠水域となりナンヨウアブラギリの栽培には適さないことから除外した。この結果、草地と裸地が潜在的な栽培適地となるが、砂地でのナンヨウアブラギリ栽培には不確定要素が多いことから、最終的に草地と裸地（土壌）を潜在適地として選定した。なお、栽培においては、一定の面積以上を有する、まとまった栽培地を選定することが事業の効率化につながる。このため、本解析においては、10 ha 以上のまとまった栽培地を確保できる土地のみを適地として抽出することとした。この結果、同地域においては、73,970 ha が潜在的な栽培適地として抽出された。写真 2-8 に栽培適地の抽出結果を示す（潜在栽培適地は赤域）。

なお、実際の栽培においては、既存道路からのアクセス性、ナンヨウアブラギリの管理を主体的に行う地元民の集落からの距離などを考慮する必要がある。特に、同地域は崩壊地形により陸路からのアクセスが寸断されている地域が多いことから、既存道路（写真 2-8：白線）との関係を重要視することが求められる。

以上の解析結果より、東部海岸地域（バトマンドリィ～トアマシナ）と内陸部のアロチャ湖南部において、本プロジェクトにて想定しているナンヨウアブラギリの栽培面積を確保することは可能と思われる。特に、アロチャ湖南部は、現地調査による精査が必要であるが、栽培可能地が広く分布していると考えられ、同地域を中心とした事業の展開の可能性はある。

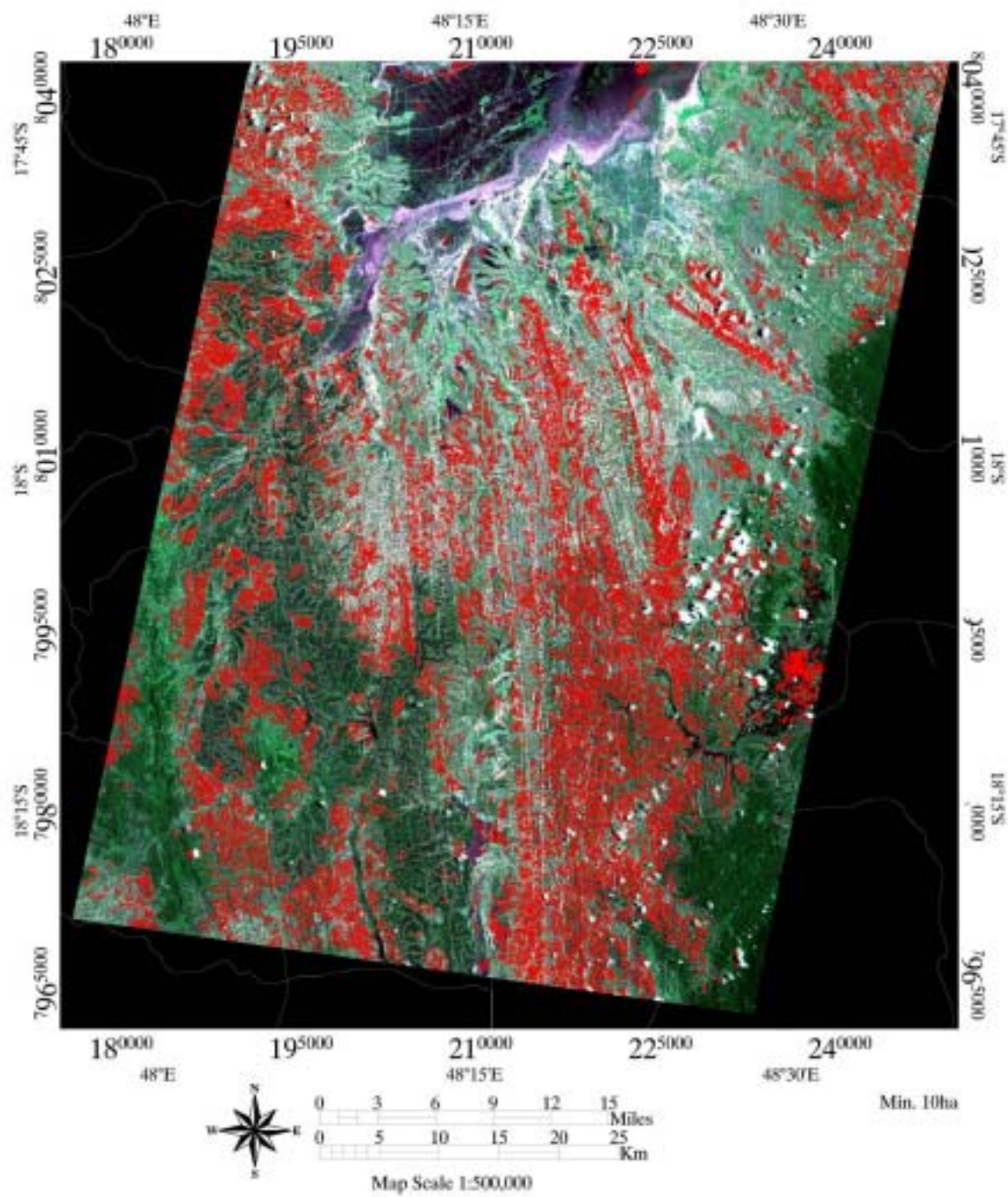


写真 2-8 アロチャ湖南部地域の潜在栽培適地 (ASTER)

2.7.3. 国産種子 / ナンヨウアブラギリの栽培技術および栽培コスト

ナンヨウアブラギリが、マダガスカルに導入されたのは 20 世紀初頭であり、古くから生垣やパニラの支柱用として栽培されている。さらに、前述の通り、近年は代替エネルギー源や地方の持続的な発展の視点から、換金作物としてのナンヨウアブラギリの栽培普及が取り組まれている。また、民間企業や政府系ドナーがナンヨウアブラギリのプロジェクトを開始している。関係者への聞き取りおよび資料の収集を行った。

BAMEX は、USAID のプログラム活動（果樹や農産物、医薬品の生産他）をサポートしている機関であり、同国において一部実施中も含め 5 つのナンヨウアブラギリプロジェクトをサポートしている。同組織では、栽培、搾油、BDF 生産までの詳細な資料を有していた。同組織のナンヨウアブラギリプロジェクトの技術責任者の栽培技術に関するコメントおよび資料の概要を、以下に紹介する。

(1) BAMEX のナンヨウアブラギリプロジェクトの技術者のコメント

- ・ 同国において、ナンヨウアブラアギリは 50 年前から植えられ、主に灯火用の燃料として利用されてきた。しかし、BDF 燃料を目的としたプロジェクトとして、D1 Oil 社、GEM 社、MMF 社などのプロジェクトを含め 5 つほどある。
- ・ 5 つほどある本格的プランテーションは、2005 年に開始されたばかりである。現在のナンヨウアブラアギリ栽培面積は合計で 20,000 ha（うち、D1 Oil 社が約 5,000 ha）。同国での目標栽培面積は 450 千 ha である。
- ・ 栽培方法は、ポット苗植栽、直播き、挿し木の 3 つの方法があるが、ポット苗は他の方法に比べコストがかかる。文書化された栽培マニュアルはないが、各地域の栽培マネージャーが栽培技術の経験を持っている。
- ・ 栽培は雨季の 12 月がよい。各栽培地域では、農民組合（Association of farmers）を組織し、投資家は各々の農民組合と、種子の買い取り契約を結んで栽培の普及を図っている。

(2) 栽培方法⁵²

栽培方法

ケース 1：ポット苗を植栽する場合

- ・ 種子：種子は、播種前に 24 時間冷水に浸漬後、12 時間日陰で乾燥させる。再度、12 時間、冷水に浸漬する。

⁵² 出所：BAMEX よりの入手資料より抜粋

- ・ 播 種：ポット用土は、砂：堆肥 = 1：2 の割合で混合する。プラスチック製の育苗ポット（直径 10 cm × 高さ 15 cm）に、ポット当たり、2、3 粒の種子を播種する。発芽 2 週間後に、稚苗を間引く。
- ・ 地 拵：植栽箇所の土壌が固い場合は、植栽前に深さ 30 cm 程度耕耘を行う。植え穴は 30 cm × 30 cm × 30 cm で、2 m 間隔で、植え穴にポット苗を植栽する。

ケース 2：直播する場合

- ・ 雨季の開始 30～45 日前に、前述の様に地拵えを行う。植栽 1 ヶ月前に深さ 30 cm に耕耘する。雨季のハイシーズンの場合は、排水用の溝を掘る。種子は、2 m × 2 m 間隔で、植え穴当たり 2、3 粒播種する。
- ・ 直播の場合、ポット苗に比べて投資が少なく、（種子の発芽力にもよるが）種子生産 2 年以内の種子を用いる場合、植栽が成功する場合が多い。

ケース 3：挿し木苗を植栽する場合

- ・ 挿し穂は、長さ 30 cm 程度の木質化した健全な枝を選び、4 本に切り揃える。挿し穂を湿った土に直挿しし、日陰で育苗する。
- ・ 雨季の開始 30～45 日前に、前述の様に地拵えを行う。植栽 1 ヶ月前に深さ 30 cm に耕耘する。雨季のハイシーズンの場合は、排水用の溝を掘る。植栽は、2 m × 2 m 間隔で行う。

植栽地の管理

- ・ 除草は、植栽 1 ヶ月後に行う。
- ・ 可能ならば、乾燥を防ぐために、枯れたワラや枝などを用いて地際をマルチングする。
- ・ 植栽 10 ヶ月後、樹高が 1 m に達したならば、地際から 20 cm の高さに枝を切り戻す。
- ・ 灌水が必要な場合は、6～10 日置きに灌水を行う。

果実の収穫と種子の乾燥

- ・ 果実は、2 月～7 月に成熟し、成熟した果実は茶褐色に変色するので採取する。果実から 3 個の種子を取り出す。種子は、長期間の保管を避け、次の工程に移す。
- ・ 自然光で数日間、種子を乾燥させ、種子の水分率を 13 % 以下に乾燥させる。乾燥した種子は、湿度を避けてプラスチックバッグ内で保管する。

栽培方法

種子の前処理：種子を、酸で処理、または温水に 20 分浸漬した後、冷水に一晩浸漬する。

播 種：水はけのよい砂の育苗ベッド（高さ 15～20 cm、幅 1 m）に、2 cm × 10 cm × 深さ 2 cm 以内に播種する。灌水は 1 日 2 回、14 日間行う。

ポット移植：播種 14 日後、稚苗を 10×15 cm のポリバックに移植する。ポット用土は、赤土：砂：堆肥 = 2：1：1 の割合で混合したものを用いる。これらの作業は、直射光を避けて、朝、若しくは夕方行う。播種 2～ヶ月後には植栽可能な苗木となる。

地拵え：軽い土壌では 1 回、重い土壌では 2 回の耕耘を行う。

植 栽：雨季の 1～2 週間前に、植栽を行う。植栽間隔は、2×2 m (2,500 本/ha) または 2×1.5 m (3,250 本/ha)。植栽穴は、30×30×30 cm。表層土に、施肥（苗木 1 本当たり、リン酸 250 g、石灰 300 g、堆肥 500 g、ならびにココナッツ粉 2 kg）を混ぜる。乾燥を防ぐために、植栽木 1 本当たり毎週 5 リットル、または隔週で 10 リットルを灌水する。

切り戻し：植栽 3 年間は、枝と着果量を増やすために切り戻しを行う。最初の切り戻しは 9～10 ヶ月後に、地上高 20 cm 以上で幹を切り戻す。2 年目に、高さ 40～63 cm のところで幹と枝を切り戻す。植栽 3 年間は、枝を展開させ樹冠を作るように切り戻しを行うことが推奨される。

除 草：植栽初期の若い苗木は、除草が必要である。除草や病虫害のリスクを軽減するために、ナンヨウアブラギリの植栽列間に他の作物を混植することが推奨される。推奨作物として、ソルガム、小麦、大豆、ターメリックなど。

参 考：インドネシアにおける育苗～栽培～管理

調査収集した資料のうち、JATROPHA_CURCAS(2007)⁵³では「インドネシアにおける育苗～栽培～管理」に関する手順を詳細に記載している。以下に、主要な手順を紹介する。

種 子：種子は、黒褐色の保存期間の短い良好な種子を選び、播種前に殺虫剤 0.2 %の Aldrine や Azodrin などの液 + 殺菌剤 0.1 %の Dithane M-45 液を準備し 70 ℃の温水で 12～24 時間、種子を浸漬する。浸漬後、30 分間、薬剤を洗い流す。

挿し木：地面から高さ 50 cm 以上の枝を、25 cm 程度に切り取り、長さ約 5 cm の挿し穂をつくる。挿し穂は、事前に籾殻・鋸粉・堆肥を混ぜたポット用土に直挿しする。

育苗床：苗木の育苗は、育苗用のポリエチレンバックや育苗床で行う。ポット用土の材料として、前記以外に、籾殻の焼却灰、ココナッツの屑なども利用できる。育苗床は、ココナッツの葉やワラ、遮光ネットなどで、光を調整する。灌水は 1 日 2 回、朝と夕方に行う。播種 1.5 ヶ月後には手作業、若しくは除草剤を用いて除草を行う。ポット苗の場合、112,500 本/ha 育苗でき、得苗率は約 80 %である。播種～出荷までの育苗期間は、約 2～3 ヶ月である。

⁵³ Surfactant and Bioenergy Research Center : JATROPHACURCAS(2007)_7-19page.

地拵え：地拵えは、植栽箇所の雑草や灌木のクリアリング、マーキング、植栽穴掘りである。植栽間隔は、a)3 m×3 m(植栽密度 1,100 本/ha)、b)2 m×3 m(1,600 本/ha)、c)2 m×2 m(2,500 本/ha)、d)1.5 m×2 m(3,300 本/ha)が推奨される。特に、傾斜地の場合は、等高線にそって植栽し、植栽列の幅は 1.5 m が望ましい。植栽穴のサイズは、ポット苗の場合、40×40×40 cm である。また、挿し穂を直接植え穴に挿す方法もある。

植 栽：植栽次期は、雨季の開始前に行う。補植は、最初の植栽後 6 ヶ月以内に実行する。また、病虫害のリスクを軽減するために、植栽列間にトウモロコシや大豆、唐辛子、ピーナッツなどの農作物も栽培可能であり、下記の除草作業を軽減させる。

除 草：雑草との競合を避けるために、植栽前および植栽 3～4 週間後に除草を行う。

施 肥：植栽地の土壌養分によるが、生育を促進させるために施肥は好ましい。最適な施肥の割合は明らかではない。施肥は、雨季の開始時と終了時の年 2 回行う。なお、本書では、参考例として、N、P、K、ならびに Mg 源として、植栽 1 年目～5 年目以降までの施肥量を紹介している。

枝の切り戻しと間引き：枝の生育を促し着果量を増やすために、植栽 6 週間後に、地面から高さ 20～30 cm 以上の幹や枝を切り戻す。切り戻し後、新しい枝が伸長する。着果の量や質は土壌養分にも左右されるため、枝の切り戻しは数回行う。また、1×2 m に植栽した場合は、植栽木の競合を防ぐために、2×2 m に植栽木を間引きする。

開花と受粉：ナンヨウアブラギリは虫媒花であり、開花後着果、成熟までに約 90 日を要する。種子の収穫は、植栽 4、5 ヶ月後から可能であり、植栽 5 年目には年間 3 kg/本の安定した種子が収穫できる。また、開花や着果量は土壌養分や降水量に左右される。植栽本数が 2,500 本/ha の場合、種子 7.5～10 トン/ha の収穫が期待できる。油脂含量が 30 %で採油率 25 %の場合、油脂 1.9～2.5 トン/ha となる。

種子の収穫：果実は、開花 90 日以降の成熟した果実（黄褐色、黒褐色）を、手作業で収穫する。乾燥した果実をナイフで割り種子を採取する。採取した種子を、播種に用いる場合は日陰乾燥する。搾油する場合は直射光下で乾燥する。乾燥種子は湿度 5～7 %で、プラスチックバッグで保管する。播種用に種子を保管する場合は保管期間 2 ヶ月以内が推奨される。また、油脂の酸化を防ぐために、乾燥種子の保管を可能な限り短期間とする。

(3) ナンヨウアブラギリの育苗事例

国営の種子センター SNGF (Silo National des Graines Forestieres) は、同国の幾つかナンヨウアブラギリプロジェクトの委託を受けて、苗木の生産販売を行っている。同センターの苗畑を視察し、技術者より育苗技術に関し聞き取りを行った。以下に、概要を述べる。

- ・ ナンヨウアブラギリの品種は選定されていない。同国の西部および南部地域の自然植栽されている種子を採取し、育苗や種子の販売を行っている。
- ・ 同センターでは、*Jatropha curcas* と *J. mafarience* (マファリアンス) の苗を育苗・販売している。*J. mafarience* は、生垣用として利用される。*J. curcas* は、油脂用として注目されており、苗木の生産を行っている。用いる種子は、同国南部地域の天然種子を採取し、1,200 粒で 10,000 Ariary で販売している。ポット苗は、苗木の輸送運賃を含まずに苗畑渡して、1 ポット当たり 120 Ariary で販売する。
- ・ 種子の選別は、水に浮かべて沈んだ種子が良い種子である。発芽率は、約 80 % であるが、悪い場合は 50 ~ 60 % になってしまう。
- ・ ポットは、直径 10 cm × 高さ 15 cm を使用し、ポット用土は粘土質の混ざる表層土を用いる。他の用土材料は使用しない。また、特に施肥は行わない。ポットに 2 粒ずつ播種し、約 10 ヶ月育苗後、出荷している。出荷苗木の規格はあまり統一されていない。健全な苗木を順次販売している。

同センターの育苗技術に関するコメントを、以下に述べる。写真 2-9 と写真 2-10 は、同センターで育苗した山出し苗である。苗木は、播種苗と挿し木苗を育苗している。播種苗は、苗高が不揃いで着葉量も少なく、ポットの大きさに比べて、小さな苗木である。出荷用のポットは除草を行っているが、除草が徹底していないポット苗が多数散見された。また、挿し木苗は、挿し穂の太さや長さが不揃いであり、根系の発達も未熟である(写真 2-11、写真 2-12)。また、播種や挿し木後、生育不良や枯死により廃棄されたポット残苗が多数散見され、得苗率は極めて低いと推察された。

- ・ 育苗期間は通常 2 ヶ月程度であるが、同センターの育苗期間 10 ヶ月は極めて長い。多分に健全な苗木が一定量確保できれば、出荷販売しているものと推察する。苗木の出荷時期がずれた場合は、翌植栽シーズンまで、育苗するものと思われる。
- ・ 一般に、根系が未発達な苗木を植栽すると、植栽時にポット用土が崩壊し、根系を痛めてしまう。根系の痛んだ苗木の活着率(植栽直後の枯死率)は、極めて高くなる。また、規格の統一されていない苗木を植栽した場合、植栽後の生育差が顕著に現れる。この結果、ナンヨウアブラギリの場合、安定した種子の生産が望めない。
- ・ 一般に、育苗期間が 2 ~ 3 ヶ月の場合、根系の発達や運搬・育苗コストを考慮し、ポットサイズはより小径のポットを用いる。例えば、ユーカリの場合、育苗期間 3 ヶ月で、苗木規格(苗高 25 cm 前後、根元系 5 mm 以上)の苗木を生産するために直径 5 cm × 高さ 10 cm のポットを用いる。ポットサイズが小さいことにより、育苗スペースや用土量や灌水量が少なく、かつ均一な苗木を生産することが可能となる。



写真 2-9 SNGF 苗畑での *J. curcas* の
播種苗（左）と挿し木苗（右）



写真 2-10 同 *J. curcas* の播種苗



写真 2-11 運搬用の木箱にいれた挿し木苗



写真 2-12 根茎が未発達の挿し木苗

(4) 栽培技術に関する解決すべき課題

上述の SNGF の苗畑技術者や政府関係者への聞き取りの結果、同国では「安定した種子の収量が望めるほどの栽培技術の体系化が進んでいない状況である」と推察する。安定した種子の生産を行うためには、「技術移転、すなわち、品種の選定、育苗・栽培技術の体系化、技術者の養成」が必要である。同国の技術移転の事例として、同様な粗放的な栽培技術の経験を積み、技術移転に取り組んでいるのが王子製紙の植林 CDM プロジェクトである。同プロジェクトで用いられた技術や経験は、ナンヨウアブラギリの栽培技術の改善としても極めて参考になる。以下に、王子製紙の取り組みを紹介する。

王子製紙の吸収源 CDM プロジェクトにおける育苗、植林技術の紹介

王子製紙株式会社（以下「王子製紙」）は、（財）地球環境センターの CDM/JI 事業調査の支援を受けて、2003 年「マダガスカル・トアマシナ州における循環型バイオマスプランテーションの事業化調査」⁵⁴を行っている。その結果、同地域における吸収源 CDM の可能性をみだし、独自に事業化調査を進めてきている。2007 年 7 月には、CDM 理事会に承認された吸収源 CDM の方法論として 8 例目となる方法論「ARAM0008：持続的な森林生産のための荒廃地における新規植林（Afforestation）、もしくは再植林（Reforestation）」を開発している⁵⁵。同プロジェクトの概要を、以下に述べる。

王子製紙は、同国において、製紙用原料の木材チップと二酸化炭素クレジットの獲得を目的とした吸収源 CDM プロジェクトを計画している。プロジェクト対象地は、マダガスカル国トアマシナ州（現 ATISINANANA 州）の東海岸沿いに位置する。毎年約 2,000 ha のユーカリ植林を行い、合計 15,000 ha の植林地を造成する。植林 7 年後から伐採をはじめ、伐採木はチップ加工し製紙用原料として同国から輸出する。伐採跡地は、再植林を行い持続的な森林生産活動を行う計画である。同地域では、民間外資による産業植林プロジェクトは初の事例となり、技術移転や雇用の創出など、地方の経済的な発展に対する期待も高い。なお、同プロジェクトにおいて獲得見込みのクレジット量は、事業期間 30 年の総量で約 1,858 千 CO₂ トン、第一約束期間では年約 135 千 CO₂ トンである。

なお、同地域には産業規模の植林実績がなく、植林木の生育データなどが蓄積されていない。また、高品質の苗木生産や植林技術も蓄積されていない。このため、王子製紙は技術者を長期間派遣し、苗畑の造成や必要資材の提供、ならびに住民へのトレーニングを行いながら、2006 年 3 月、植林地 100 ha を造成している。現在、除草や施肥などの管理作業を継続中しながら、成長量をモニタリング中である。

植林地 100 ha の苗木約 20 万本を育苗するために、トアマシナ州農業研究センター FOFIFA が所有する苗畑を借用している。同苗畑は、同地域の典型的な苗畑であり、育苗中のユーカリ苗は下葉が枯れ上がり、苗高も不揃いで、産業規模で要求される苗木の品質は極めて劣る（写真 2-13）。この原因は、種子の選定や育苗技術（施肥や除草、灌水他）が体系化されていないためである。このため、王子製紙は同苗畑を拡張し、育苗ポット（直径 5 cm）をはじめ、育苗用土や肥料、灌水用ポンプ、作業小屋など必要な全ての設備を提供し、集約的な育苗施設を整えている。さらに、技術者を、育苗期間の 3 ヶ月間派遣させ育苗技術を現地住民に指導した（写真 2-14）。植栽用の山出し苗の規格は、苗高約 25 cm、根元系 5 mm 以上である。同苗畑での山出し苗の得苗率は 97 % 以上、植栽後の活着率も 95 % と高品質の苗木を生産することが可能になった（写真 2-15、写真 2-16）。

⁵⁴ 財団法人地球環境センター、CDM/JI 事業調査結果データベース、<http://gec.jp/jp/index.html>

⁵⁵ 承認された方法論。

UNFCCC：http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html

同プロジェクトで用いた育苗および植林技術は、仏語マニュアル“ Porject de plantation industrielle a Madagascar ”として、現地住民や政府関係者へ配布している。



写真 2-13 改修前の粗放的な苗畑
(ユーカリ)



写真 2-14 改修後の集約的な苗畑
(ユーカリ)



写真 2-15 品質・規格が均一な苗木



写真 2-16 整然と植栽された植林 1 年後

同地域におけるナンヨウアブラガリの栽培技術に係る解決すべき課題

ある地域のある土地からある一定の生産物や収穫物を得るためには、 土壌条件や気象条件を加味した適地の選定、 用いる種子や品種の選定、 現地にて利用可能な資材を用いた育苗技術の確立、 栽培技術や栽培後の管理技術、そして 技術者や組織などの人材育成などの要因を組み合わせ、目的とする生産物や収穫物の最大公約数化を図ることが重要である。

例えば、同国で栽培が奨励されているナンヨウアブラガリの種子は同国西部や南部の自然交配種を用いている。これらの種子が他の地域で期待通りの生育を示すのか検証されていない。また、目標生産物である種子の油脂含量も検証されていない。一般に、自然交配種は、ある一定の指標

を用いて選定した交配種に比べ、遺伝上バラツキが多い。このため、それぞれの個体の成育や油脂量は極めて異なると推察する。さらに、一定の品質を維持する育苗技術や栽培技術が確立していなければ、生育がバラツキ、期待する結果が得られない場合が多い。

このため、同国において、ナンヨウアブラガリの栽培を普及するためには、前述の王子製紙が実施しているパイロット植林のような栽培試験の実施が望まれる。

- ・ ナンヨウアブラガリは、前述の通り、アフリカ、インド、インドネシア、フィリピンで栽培が普及しつつある。これら栽培品種のうち、目的とする油脂含量が検証された種子やクローンを、同国へ導入する。
- ・ 集約的な育苗技術を有した技術者に、育苗を委託し、健全で均一な苗木を生産する。なお、用いる育苗資材は、当地にて入手可能資材を用いる。
- ・ 栽培対象地は、対象地域の代表土壌を選定する。例えば、白色の砂地や、粘土質を含む褐色土。技術者は、同一の植栽密度で同一の栽培および管理を行う。
- ・ 毎年、成長量や着果量、ならびに種子の油脂含量をモニターし、同地域で最も適した品種を選定する。
- ・ 技術者は、品種の選定、育苗、栽培、管理などの技術をマニュアル化する。
- ・ プロジェクト事業者は、栽培試験地の視察および栽培マニュアルを用いて、周辺農民への栽培の普及を図りながら、人材を育成する。

本プロジェクトは、換金作物の一つとして、ナンヨウアブラガリの栽培を農民に委託し、農民が収穫した種子を買い取るスキームである。王子製紙の植林 CDM の場合、纏まった、かつ大規模な面積を必要とするが、農民がナンヨウアブラガリを栽培する場合、対象地は比較的小面積で、他の土地利用と平行して行われることが想定される。同地域でナンヨウアブラガリの栽培候補地として考えられる土地利用の例を、以下に示す。写真 2-17 は、水田面積が乏しいため、換金作物として、灌木のハゴロモノキ *Gravilia banksi* を伐採し薪や木炭を生産している典型的な集落である。伐採跡地は、キャッサバやトウモロコシを栽培している。写真 2-18 は、ユーカリの疎な孤立木である。これらの孤立木の周辺に、ナンヨウアブラガリを栽培することは可能である。

王子製紙は、100 ha のパイロット植林地の周辺で、極めて小面積であるが、ナンヨウアブラガリの栽培試験を計画している。写真 2-19 は、前述の SNGF より入手した *J. curcas* の種子を、ユーカリ用のポット用土（直径 5 cm、表層土：山砂：おがくず = 7 : 2 : 1 + 肥料（NPK11-22-16）1 g）に播種しているところである。2008 年 2 月（育苗開始約 2 ヶ月後）苗高約 20 cm 前後の苗を、同地域の典型的な 2 種類の土壌（白色砂地と褐色粘土）に植栽した。植栽間隔は 2 m × 2 m で、苗木 1 本当たり、前述の肥料 100 g を施した。植栽本数は、各々の土壌に 190 本、合計 760 m² × 2 ヶ所である。今後、ナンヨウアブラガリの一般的な栽培方法を遵守し、同地域での生育量や着果量をモニターする予定である。



写真 2-17 薪や木炭に依存した集落



写真 2-18 ユーカリの疎な孤立木



写真 2-19 ナンヨウアブラギリの播種



写真 2-20 苗木の植栽

(5) 栽培コストの計算例

BAMEX より入手した育苗～栽培～栽培後の管理作業（枝の手入れ、果実や種子の収穫、運搬他）に係るコストの試算例を示す。

表 2-12 育苗・栽培・栽培後の管理作業に係るコスト試算

1. 前提

為替 (Ariary/US\$)	2,000
植栽面積 (ha)	100
植栽本数 (本/ha)	2,500
育苗本数 (本/ha)	3,000
育苗期間 (月/年)	2

2. 初年度、育苗/栽培費 (試算)

	Ariary/ha
育苗費	
育苗用土	11,314
作業賃	15,875
育苗資材	38,475
(小計)	65,664
栽培費	
地拵え/植え穴	44,000
植栽/補植	72,000
施肥	220,000
(小計)	336,000
苗畑家屋(5年償却)	87,100
初年度合計	401,664
(US\$/ha 換算)	201

3. 2年目以降の管理作業費

	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	合計
苗畑家屋 (5年償却)	87,100	87,100	87,100	87,100					348,400
技術指導費 (2名)	43,200	43,200	43,200	43,200	43,200	43,200	43,200	43,200	345,600
種子の収穫 作業									
切り戻し 他	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	360,000
果実の収 穫	1,250	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	33,250
種子の収 穫	50,000	120,000	160,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	1,330,000
種子の運 搬	5,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	145,000
施肥			1,100,000			1,100,000			2,220,000
(小計)	101,250	188,000	1,329,000	270,000	270,000	1,370,000	270,000	270,000	4,068,250
燃料費	10,938	43,750	43,750	43,750	43,750	43,750	43,750	43,750	317,188
(小計)	242,488	362,050	1,503,050	444,050	356,950	1,456,950	356,950	356,950	5,079,438
種子の生産 量 (トン/ha)	1.25	3	4	5	5	5	5	5	33

管理作業費 (Ariary/ トン)	193,990	120,683	375,763	88,810	71,390	291,390	71,390	71,390	1,284,806
管理作業費 (US\$/トン)	97.00	60.34	187.88	44.41	35.70	145.70	35.70	35.70	642

ha 当たりの年間平均管理作業費：	634,930 (Ariary/ha/年)	317.46 (Ariary/ha/年)
種子生産トン数当たりの平均管理作業費：	160,601 (Ariary/トン)	80.30 (US\$/トン)

下記に、試算結果の概要を示す。

- ・ 育苗費：栽培本数 2,500 本/ha 換算で、育苗費は 65,664 Ariary/ha となる。これに苗畑家屋（5 年分償却費 87,100 Ariary/ha）を加算すると、合計 152,764 Ariary/ha（76.38 US\$/ha）となる。本プロジェクトでは、農民に栽培を委託することを想定しているため、仮に農民に苗木を販売すると想定した場合、苗木の販売価格は 61 Ariary/ha（0.03 US\$/ha）となる。
- ・ 栽培費：同前提で、栽培費は 336,000 Ariary/ha（168 US\$/ha）。
- ・ 管理費：2 年目以降の ha 当たりの年間平均管理作業費は、634,930 Ariary/ha（317.46 US\$/ha）。同じく、種子生産トン数当たりの年間平均管理作業費は、160,601 Ariary/ha（80.30 US\$/ha）。

これをもとに搾油・BDF 製造工場までの運賃も考慮に入れると、国産種子の調達価格は約 US\$120/トンとなる。

2.8 原料調達（化学品）

バイオディーゼル燃料に必要な化学品原料の2007年1月時点での概算価格、および提案プロジェクト（年産33,000トン）における化学品原料コストを表2-13に示す。マダガスカル国内では必要な化学品原料を調達できないため、提案プロジェクトでは全ての化学品原料を主に南アフリカから輸入調達する。

表 2-13 化学品原料コスト⁵⁶

	(1) バイオディーゼル 燃料 1 トン製造す るのに必要な量 (トン)	(2) 2008年1月時点 の価格 (CIF ベース換 算。US\$/トン)	(1)×(2)	(3) バイオディーゼル 燃料 33,000 トン/年 でのコスト (千 US\$)
塩 酸	0.0070	300	2.10	69
水酸化ナトリウム (苛性ソーダ)	0.0050	700	3.50	116
ナトリウムメチレ ート、25% (w/w)	0.0130	1,000	13.00	429
メタノール	0.1010	560	56.56	1,866
水	0.0340	0.48	0.02	1
活性炭	0.0002	2,500	0.50	17
リン酸 (H ₃ PO ₄)	0.0132	900	11.88	392
合 計			68.96	2,276

なお、近年の石油化学の高騰を受けて石油化学製品の価格も上昇傾向にある。バイオディーゼル燃料製造において、一番多量に使用する化学品であるメタノールの価格を参考までに図2-9に示す。2006年1月～9月および2007年4月～9月において、メタノールの国際価格はUS\$280～US\$300/トンのレベルであったが、2006年10月～2007年3月および2007年10月～12月はUS\$500～US\$600/トンのレベルとなっている。直近の2007年1月時点では、US\$500/トンレベルとなっている。

⁵⁶ 製造するのに必要な量は、A process model to estimate biodiesel production costs(米国農務省レポート: June 2, 2005、[http://www.engin.umich.edu/class/che460/images/ModelBiodieselProductionCosts\(Haas\).pdf](http://www.engin.umich.edu/class/che460/images/ModelBiodieselProductionCosts(Haas).pdf)) の資料を元に算出した。

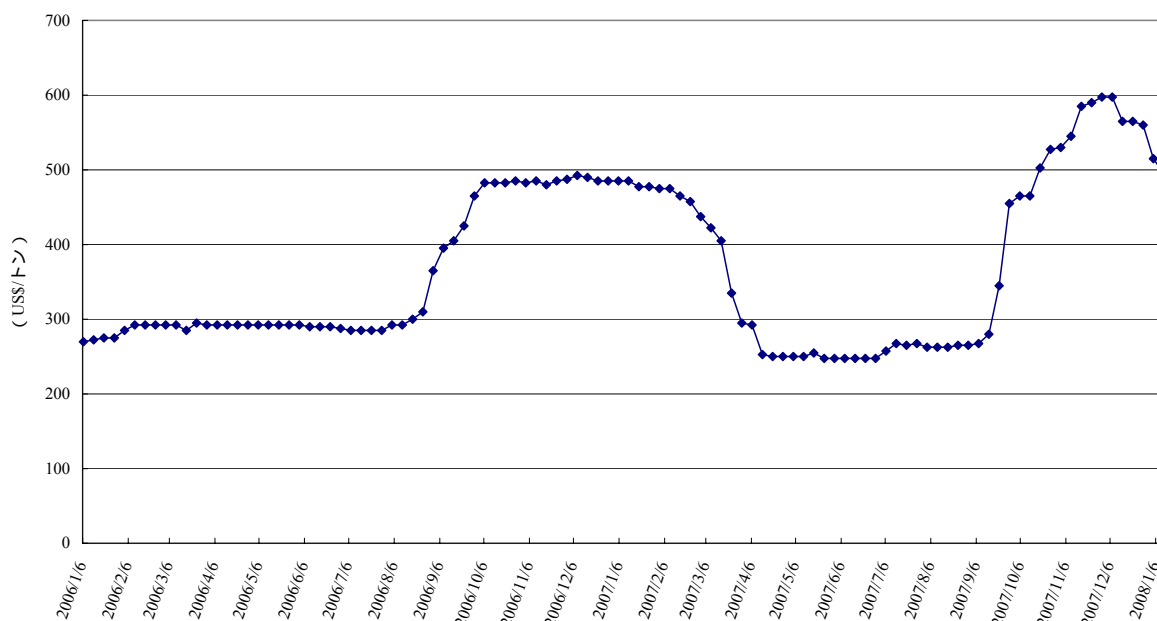


図 2-9 メタノール価格 (FOB シンガポール) ⁵⁷

2.9 公共ユーティリティ・廃水処理

提案プロジェクトにて必要な重油、電気および廃水処理費は表 2-14 のとおりとなる。

表 2-14 重油、電気、廃水処理費

	(1) バイオディーゼル 燃料 33,000 トン/年 生産するのに必要 な量	単 位	(2) 2008 年 1 月時点 の価格 (US\$)	(3) バイオディーゼル 燃料 33,000 トン/年 でのコスト (千 US\$)
重 油	2,000	kL	600	1,200
電 気	3,500,000	kWh	0.11	385
廃水処理				50
				1,635

なお、マダガスカルにおける、工業用の水および電気の価格は全国一律で、下記の通りである。

工業用水：840 Ar/m³

電 気：190 Ar/kWh

また、参考までに家庭用の水および電気の価格は二段階で、

水 : (0~10 m³) 355 Ar/m³、(10 m³以上) 840 Ar/m³
 電気 : (0~130 kWh) 200 Ar/kWh、(130 kWh以上) 270 Ar/kWh
 となっている。

2.10 プロジェクト操業人件費、一般管理費、プラント償却費

提案プロジェクトの BDF プラント (BDF 生産量 : 33,000 トン/年) の操業に必要な人件費、一般管理費、プラント償却費は表 2-15 のとおりである。工場の稼働は 1 シフト 8 時間で、3 シフト 24 時間の稼働を想定する。

表 2-15 操業人件費、一般管理費、プラント償却費

		コスト (千 US)	備 考
人件費	社 長	150	1 名
	技術管理職	120	1 名
	技術職	80	1 名
	工場従業員給与	254	8 名/シフト。 US\$4/h (US\$4 × 8 h × 8 名 × 3 シフト × 330 日)
	メンテナンス労働者	45	2 名
	福利厚生費	117	給与総額の 18 % (社会保険 13 %、健康保険 5 %)
	小 計	766	
一般管理費	操業供給品	51	工場従業員給与の 20 %
	メンテナンス供給品	200	資本コストの 1 %
	固定資産税	20	資本コストの 0.1 %
	固定資産災害など保険	100	資本コストの 0.5 %
	プラント用地賃借料	351	1 Euro/m ² /月 (= US\$1.4622/m ² /月)
	その他一般管理費	100	資本コストの 0.5 %
	小 計	822	
償却費	2,000	10 年償却 (資本コストの 10 %)	
合 計	3,588		

⁵⁷ 出所 : Platt's のデータを元に作成

2.11 プロジェクト実施スケジュール

提案プロジェクトの実施スケジュールは図 2-10 のとおりである。

		2007			2008				2009				2010				2011			
		4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
FS、PDD案作成				■																
CDM 関連	マダガスカル、日本国家承認					■														
	有効化審査・承認							■												
投資 関連	投資許可								■											
	BDF販売契約交渉・締結							■												
	ナンヨウアブラギリ種子購入契約交渉・締結							■												
	資本金投下									■										
融資 関連	融資契約交渉・締結					■														
	融資実行										■									
設備 関連	設備購入契約交渉・締結							■												
	建設契約交渉・締結							■												
	輸 送										■									
	建 設										■									
	設備稼働（試運転期間含む）																			■

図 2-10 マダガスカルにおけるバイオディーゼル燃料製造プロジェクト実施スケジュール

3 CDM 事業化分析

3.1 プロジェクト概要

3.1.1. CDM プロジェクトの目的

本プロジェクトで製造されたバイオディーゼルは、JIRAMA が所有する発電所に販売され、発電燃料として使用されている軽油を代替する。

3.1.2. プロジェクト対象発電所の選定

(1) マダガスカル電力システム

図 3-1 は、マダガスカル全土における発電所と電力系統網を示したものである。マダガスカルにおける電力系統網は、中央部に位置する首都のアンタナナリボ、中南部のフィアナランツァ、東部のトアマシナの 3 ヶ所にのみ見られる。それ以外の地域は、独立したマイクログリッドにより発電所の周辺地域に電力を供給している。

電力系統網では、水力発電が中心ではあるが、ピーク時には火力発電も使用されている。マイクログリッドでは、全て火力発電である。2006 年の発電実績は、水力による発電量は 638 GWh、JIRAMA の火力発電設備による発電量は 176 GWh、IPP やその他民間による発電量は 190 GWh であった。



図 3-1 JIRAMA の電力システム図

(2) 販売対象発電所の検討

JIRAMA では、全国を 8 つの地域に分け、その地域ごとに実績・計画を管理している。それぞれの地域は、R0、R1、R2、R3、R4、R5、R6、R8 と呼ばれている。図 3-2 は、その地域区分を图示したものである。

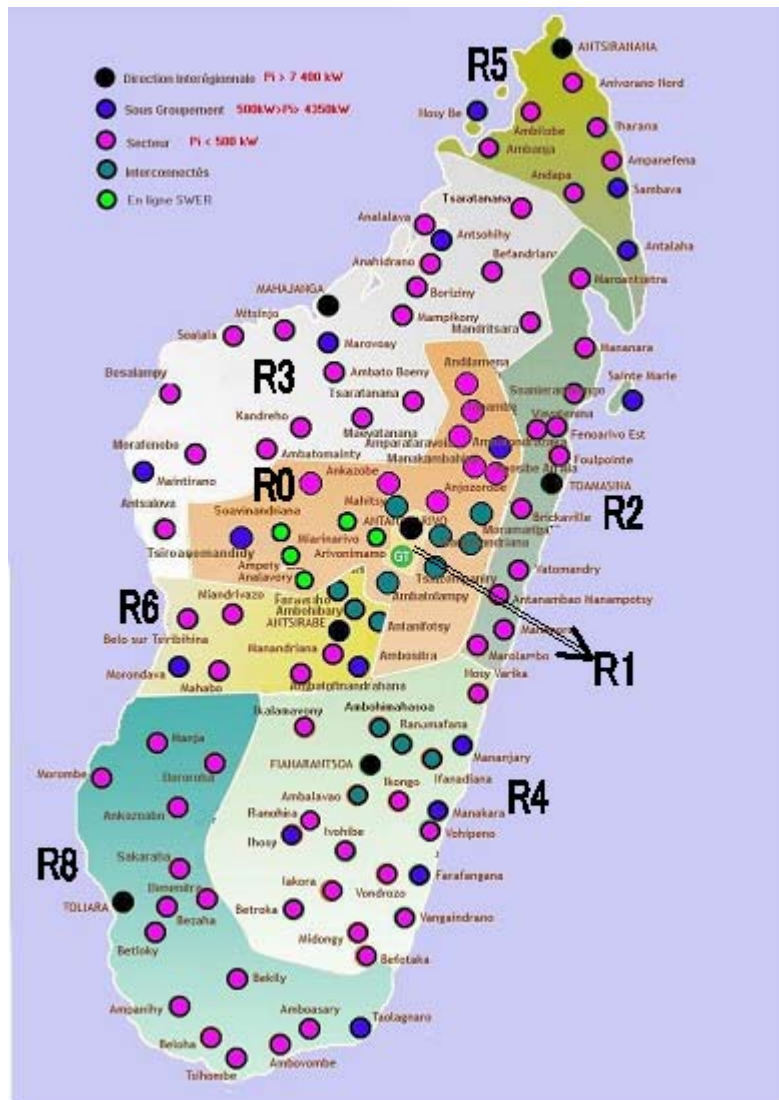


図 3-2 JIRAMA の地域区分

R1 は、先に述べたアンタナナリボの電力系統網であり、この地域にはマイクログリッドは含まれていない。フィアナランツァの電力系統網は R4、トアマシナの電力系統網は R2 に属する。これらの地域には、大都市に電力を供給する電力系統網と、街ごとの独立したマイクログリッドの両方が含まれる。

本プロジェクトのバイオディーゼルプラントはトアマシナ市に建設されることから、輸送距離を勘案し、製造されたバイオディーゼルの販売対象発電所は、トアマシナ電力系統網に属するディーゼル発電所、R2、R4、R0地域のマイクログリッドのディーゼル発電所、とする。

これらの地域には、JIRAMA 以外の IPP 発電設備やコミュン発電設備も存在するが、データの入手やモニタリングの困難さから、本プロジェクトの対象から除外する。また、対象地域の JIRAMA 発電所についても、ベースラインシナリオにおける排出を推定するためのデータが整備されていない発電所は現時点では対象から除いた。今後、プロジェクト開発者は更なる検討を重ね、バリデーション前に対象発電所を最終確定する。

(3) 対象発電所の概要

トアマシナ電力系統網

現地調査において、JIRAMA トアマシナ事務所と面談を行った。トアマシナ電力系統には、6.2 MW の水力発電所と 7.7 MW の火力発電所があり、変電所を経由して 38,000 軒に電力が供給されている。火力発電所では発電燃料に軽油を使用している。しかし、現在使用しているレンタルのディーゼル発電機の使用を止め、2007 年 12 月に 7.5 MW 重油焚き発電機 1 基、2008 年 1 月に 1 MW ディーゼル発電機 2 基を導入していく予定である。



写真 3-1 トアマシナ火力発電所概観

マイクログリッド

JIRAMA より入手した 2006 年発電実績を基に、R2、R4、R0 地域の独立したディーゼル発電所をリストアップした。表 3-1 に、対象発電所と、その発電容量および 2006 年の年間発電量を示す。

表 3-1 本プロジェクトの対象発電所とその容量および年間発電量（2006年）

R2-2006	発電容量 kW	年間発電量 kWh
AMBODIATAFANA (02)	20	22,867
ANTANAMBAO (B2)	28	62,348
BRICKAVILLE (12)	182	614,205
FOULPOINTE (B3)	210	697,223
MAHANORO (40)	201	682,039
MANANARA (73)	282	917,522
MAROANTSETRA (31)	518	1,543,976
MAROLAMBO (82)	69	90,898
SAINTE MARIE (39)	587	2,141,506
SOANIERAN'IVONGO (16)	116	320,515
VAVATENINA (B1)	131	413,257
	2,344	7,506,356

R4-2006	発電容量 kW	年間発電量 kWh
BEFOTAKA (N3)	10	12,428
BETROKA (37)	261	685,428
IAKORA (N4)	28	31,874
IKALAMAVONY (N2)	86	165,923
IKONGO (N5)	41	40,934
IVOHIBE (85)	40	67,732
MANANJARY (09)	540	1,991,200
MIDONGY (98)	29	41,472
NOSY VARIKA (N1)	56	94,858
RANOHIRA (N6)	84	179,486
VANGAINDRANO (66)	190	563,239
VOHIPENO (50)	113	356,423
VONDROZO (67)	29	47,860
	1,507	4,278,857

R0-2006	発電容量 kW	年間発電量 kWh
ANDILAMENA (C2)	235	450,436
ANJOZOROBE (C3)	78	131,139
ANOSIBE AN'ALA (63)	97	152,556
FENOARIVO CENTRE (11)	75	114,838
MANAKAMBAHINY (61)	100	157,343
TSIROANOMANDIDY (15)	600	1,826,132
	1,185	2,832,444

本調査において、対象発電所の一つであるブリッカビル発電所を訪問し、その設備および稼働状況についての聞き取りを行った。

ブリッカビル発電所では、90 kW、80 kW、35 kW⁵⁸の3基のディーゼル発電機が導入されており、24時間電力を供給している。担当職員によると、使用されている発電設備は非常に古いため、24時間の連続運転が困難なことから、需要に合わせて3基を交互に休ませながら運転させているとのことであった。

1日当たりの平均発電量は1,950 kWh、平均軽油消費量は670リットルとのことである。発電量は電力計で計測され、職員が記録している。軽油投入量は、燃料タンクにおいてレベルゲージを用いて1日に3回計測され、記録されている。発電量および燃料消費量は、月毎に集計され、本会社に提出される。本会社では、提出された発電所の記録を電子化して保存していることが確認された。



写真 3-2 ブリッカビル発電所のディーゼル発電機

対象発電所の発電容量

表 3-2 に、本 CDM プロジェクトの対象と選定された発電所の発電容量を一覧する。

表 3-2 CDM プロジェクト対象発電所の発電容量

		発電容量 (MW)
トアマシナ	重油焼き発電機	7.5
	ディーゼル発電機	2
R2 合計		2.344
R4 合計		1.507
R0 合計		1.185
プロジェクト合計		14.536

⁵⁸ 3基合計の発電容量は205 kWとなるが、JIRAMA 本手で入手したデータでは182 kWとなっている。

3.2 使用する手法論

本 CDM 事業は、プロジェクト参加者によって製造されたバイオディーゼルを発電燃料として利用することで、化石燃料代替による CO₂ 排出削減を図るものである。対象となる発電設備は、3.1.2 で示す通り、JIRAMA 社の電源系統へ電力を供給しているディーゼル発電設備であり、その発電容量の合計は 15 MW 以下である。

このことから、本プロジェクトには以下に示す承認済み小規模 CDM 手法論を適用する。

Type: Type I – Renewable Energy Projects
Category: I.D. – Renewable electricity generation for a grid

3.3 プロジェクトバウンダリーの設定

AMS-I.D.によると、同カテゴリーにおけるプロジェクトバウンダリーは、「再生可能発電源の物理的、地理的なサイト」と定義されており、BDF を利用する発電所内となる。しかしながら、本プロジェクトは、プロジェクト参加者がバイオディーゼルを製造し利用するものであることから、バイオディーゼル製造プラント（バイオディーゼル原料となるナンヨウアブラギリ油の搾油、バイオディーゼルの製造）およびバイオディーゼルの輸送もバウンダリー内に含む。ナンヨウアブラギリの栽培については、農民に種子を提供し、生育したナンヨウアブラギリから収穫される種子を購入する予定であるため、栽培および種子の運搬はプロジェクト参加者の管理下にないことからプロジェクトバウンダリー内に含まず、リーケージとして GHG 排出削減量の計算に含む。本プロジェクトにおけるバウンダリーを図 3-3 に示す。

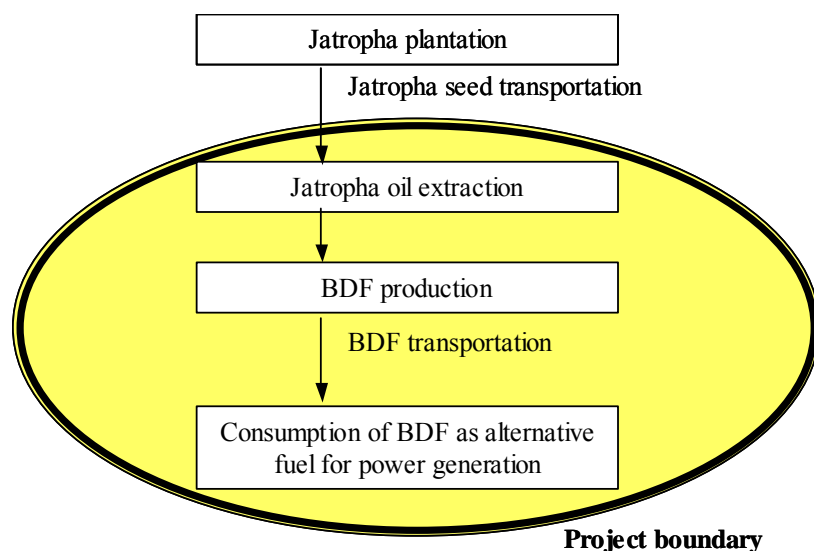


図 3-3 本 CDM 活動のフローとプロジェクトバウンダリー

3.4 ベースラインの設定

3.1.2 で述べた通り、マダガスカルを送配電システムは、3ヶ所の電力系統と、国内に分散した小型ディーゼル発電所がその周辺地域に電力を供給するマイクログリッドによって構成されている。本 CDM 事業の対象となる発電所には、その両方が存在するため、ベースラインおよびその排出量は分けて考える必要がある。

電力系統のベースライン

AMS-I.D.(Version 13)では、全生成機が石油燃料・ディーゼル燃料のみを利用するシステムの場合（パラグラフ 8）と他の全システムの場合（パラグラフ 9）が挙げられている。トアマシナ地域の電力系統は、水力発電設備とディーゼル発電設備から電力が供給されているものであることから、そのベースラインはパラグラフ 9 に従って同定され、バイオディーゼルを燃料として発電される年間電力量（kWh）にグリッドの排出係数を乗じたものとなる。ここでは、現状の混合発電の加重平均排出を用いることとする。

トアマシナ地域における電源の加重平均排出係数は、JIRAMA 社の 2006 年発電実績を基に、表 3-3 で算出した。

表 3-3 トアマシナ地域におけるグリッド電源の加重平均排出係数算出表

燃料の種類	年間発電量 (kWh)	燃料 消費量 (liter)	比 重 (g/ml)	単位 熱量 (TJ/Gg)	CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /TJ)	酸化比率 係数	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂)	CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /kWh)
水 力	41,469,800							
軽 油	19,725,880	5,708,030	0.88	43.0 ⁵⁹	74,100 ⁶⁰	1.00 ⁶¹	15,995,226	
計	61,195,680						15,995,226	0.261

マイクログリッドのベースライン

本 CDM 事業の対象となるマイクログリッドは、全てディーゼル発電所により電力が供給されていることから、そのベースラインは、AMS-I.D.のパラグラフ 8 に従って同定され、バイオディーゼルを燃料として発電される年間電力量（kWh）に、AMS-I.D.の表 I.D.1 に示す最適負荷で稼動する適切な容量の近代的ディーゼル発電設備の排出係数を乗じたものとなる。

⁵⁹ IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, 1 Introduction, TABLE 1.2

⁶⁰ IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, 2 Stationary Combustion, TABLE 2.2

⁶¹ IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, 1 Introduction, TABLE 1.4

AMS-I.D.の表 I.D.1 では、負荷係数の異なる 3 レベルのディーゼル発電システムの排出係数が与えられている（表 3-4）。その中から、各発電所の発電容量に応じて適切な排出係数を選択する。

表 3-4 負荷係数^{**}の異なる 3 レベルのディーゼル発電システムの排出係数 (kgCO₂e/kWh)⁶²

負荷係数 (%)	24 時間稼働の小規模グリッド	i) 一時稼働(4~6 時間/日)の小規模グリッド ii) 生産的適用 iii) 送水ポンプ	蓄電の小規模グリッド
	25 %	50 %	100 %
15 kW 未満	2.4	1.4	1.2
15 kW 以上 35 kW 未満	1.9	1.3	1.1
35 kW 以上 135 kW 未満	1.3	1.0	1.0
135 kW 以上 200 kW 未満	0.9	0.8	0.8
200 kW 以上 ^{***}	0.8	0.8	0.8

*)1996 年改定版 IPCC 国別温室効果ガス目録ガイドラインにしたがい、ディーゼル 1 kg 当たり 3.2 kg の CO₂ の転換係数が利用される。

**) 数字は、<http://retscreen.net/>からダウンロードできる、オンラインマニュアル RETScreen International の PV2000 モデルの燃料曲線に由来する。

***) デフォルト値。

3.5 追加性の証明

小規模 CDM 簡易実施手順 (simplified modalities and procedure for small-scale CDM project activities) appendix B の attachment A によると、小規模 CDM プロジェクトの追加性の証明に関しては、a)投資バリア、b)技術バリア、c)一般的な慣行に伴うバリア、d)その他のバリア、の 4 つのバリアを規定している。当該プロジェクトがこのうち一つ以上に合致すれば、そのプロジェクトは追加的であり、簡易ベースラインおよびモニタリング方法論が利用可能であるとされている。

当該プロジェクトに想定されるバリア

マダガスカルでは、MAP が掲げる戦略の一つとして、「パーム油、ナンヨウアブラギリ、大豆、サトウキビからできるバイオ燃料などの代替エネルギー源の開発および利用」が挙げられていることから、ナンヨウアブラギリの栽培普及が取り組まれている。しかし、現地調査での政府関係者や苗畑技術者からの聞き取りの結果、同国では安定した種子の収量が望めるほどの栽培技術の体系化が進んでいない状況であることが推察された。

また、バイオディーゼル燃料の製造についても、国内でのバイオディーゼル燃料製造の事例はなく、具体的な実施が見込まれるプロジェクト計画も存在しない。よって、本プロジェクトに適用

⁶² AMS-I.D.

可能となるバイオディーゼル燃料製造技術は、マダガスカル国内に普及していないと言え、技術バリアが存在する。

同バリアは、小規模 CDM 簡易実施手順で挙げられているバリアに合致するため、本プロジェクトは追加的であることが証明された。

3.6 プロジェクト実施による GHG 削減量

3.6.1. ベースライン排出量

3.4 で述べた通り、電力システムのベースライン排出量は、年間電力量 (kWh) にグリッドの排出係数を乗じて求める。また、マイクログリッドのベースライン排出量も、それぞれの発電所での年間電力量 (kWh) に近代的ディーゼル発電設備の排出係数を乗じて求めた排出量の合計となる。

本プロジェクトのベースライン排出量は、電力システムのベースライン排出量とマイクログリッドのベースライン排出量の合計で、ある年 y のベースライン排出量 $\langle BE_y \rangle$ は、以下の式を用いて計算される。

$$BE_y = BE_{T,y} + BE_{m,y} \quad \dots(1)$$

- ・ $BE_{T,y}$: トアマシナ電力システムの火力発電所における年間ベースライン排出量 (tCO₂e/y)
- ・ $BE_{m,y}$: マイクログリッドのディーゼル発電所における年間ベースライン排出量 (tCO₂e/y)

トアマシナ電力システムの火力発電所ベースライン排出量

発電所における GHG 排出量は以下の式を用いて算出する。

$$BE_{T,y} = EG_{T,y} * CEF_T * 10^{-3} \quad \dots(2)$$

- ・ $EG_{T,y}$: トアマシナ電力システムの火力発電所における年間発電量 (kWh)
- ・ CEF_T : トアマシナ電力システムのグリッド排出係数 (kgCO₂e/kWh)

トアマシナ電力システムの火力発電所における年間ベースライン排出量 $\langle BE_{T,y} \rangle$ の計算に用いたデータを表 3-5 に一覧する。

表 3-5 トアマシナ火力発電所の GHG 排出量の推定に用いたデータ

	値	単位	出典
EG _{T,y}	48,450,000	kWh	JIRAMA トアマシナ事務所からの聞き取りを 基にした予測値
CEF _T	0.261	kgCO ₂ e/kWh	JIRAMA トアマシナ事務所より入手した「2006 年実績」を基に計算（表 3-3）

これらを用いて計算した結果、BE_{T,y} は 12,645 トン CO₂ と推定される。

マイクログリッドのディーゼル発電所ベースライン排出量

マイクログリッドの発電所にて発生する GHG 排出量の合計は、以下の式を用いて算出する。

$$BE_{m,y} = \sum_m EG_{m,y} * CEF_m * 10^{-3} \quad \dots(3)$$

- EG_{m,y}：マイクログリッドのディーゼル発電所 m における年間発電量 (kWh)
- CEF_m：最適負荷で稼動する適切な容量の近代的ディーゼル発電設備の排出係数 (kgCO₂e/kWh)
- m：発電所を示すインデックス

マイクログリッドのディーゼル発電所における年間ベースライン排出量 < BE_{m,y} > の計算に用いたデータを表 3-6 に一覧する。

表 3-6 ディーゼル発電所の GHG 排出量の推定に用いたデータ

	値	単位	出典
EG _{m,y}	表 3-7 参照	kWh	「2006 年発電実績」 JIRAMA
CEF _m	表 3-7 参照	kgCO ₂ e/kWh	AMS-I.D. Table I.D.1

表 3-7 に、現時点におけるプロジェクト対象発電所ごとの EG_{m,y} と CEF_m の値を示す。マダガスカル国で使用されている発電設備は非常に古く、供給量の増加が困難であることから、プロジェクトシナリオにおける年間発電量 < EG_{m,y} > は、2006 年の年間発電量と同じであると仮定する。

表 3-7 発電所別の年間発電量およびディーゼル発電設備の排出係数

	発電容量 (kW)	EG _{m,y} (kWh)	CEF _m (kgCO ₂ e/kWh)
AMBODIATAFANA (02)	20	22,867	1.9
ANTANAMBAO (B2)	28	62,348	1.9
BRICKAVILLE (12)	182	614,205	0.9
FOULPOINTE (B3)	210	697,223	0.8
MAHANORO (40)	201	682,039	0.8
MANANARA (73)	282	917,522	0.8
MAROANTSETRA (31)	518	1,543,976	0.8
MAROLAMBO (82)	69	90,898	1.3
SAINTE MARIE (39)	587	2,141,506	0.8
SOANIERAN'IVONGO (16)	116	320,515	1.3
VAVATENINA (B1)	131	413,257	1.3
BEFOTAKA (N3)	10	12,428	2.4
BETROKA (37)	261	685,428	0.8
IAKORA (N4)	28	31,874	1.9
IKALAMAVONY (N2)	86	165,923	1.3
IKONGO (N5)	41	40,934	1.3
IVOHIBE (85)	40	67,732	1.3
MANANJARY (09)	540	1,991,200	0.8
MIDONGY (98)	29	41,472	1.9
NOSY VARIKA (N1)	56	94,858	1.3
RANOHIRA (N6)	84	179,486	1.3
VANGAINDRANO (66)	190	563,239	0.9
VOHIPENO (50)	113	356,423	1.3
VONDROZO (67)	29	47,860	1.9
ANDILAMENA (C2)	235	450,436	0.8
ANJOZOROBE (C3)	78	131,139	1.3
ANOSIBE AN'ALA (63)	97	152,556	1.3
FENOARIVO CENTRE (11)	75	114,838	1.3
MANAKAMBAHINY (61)	100	157,343	1.3
TSIROANOMANDIDY (15)	600	1,826,132	0.8

これらを用いて計算した結果、BE_{m,y} は 13,201 トン CO₂ と推定される。

ベースライン排出量の合計

年間ベースライン排出量< BE_y >は、式(1)を用いて計算し、25,846 トン CO₂e と推定された。

3.6.2. プロジェクト排出量

プロジェクトバウンダリーに含まれる活動には、バイオディーゼル製造プラントにおけるナンヨウアブラギリ油の搾油、ナンヨウアブラギリ油からのバイオディーゼルの製造、製造されたバイ

オディーゼルの輸送、発電所でのバイオディーゼルの消費が含まれる。しかし、発電所でのバイオディーゼルの消費は、カーボンニュートラルの考えに基づき、CO₂の排出はゼロと見なされる。

本プロジェクトにおける、ある年 y のプロジェクト排出量 $\langle PE_y \rangle$ は、以下の式を用いて計算される。

$$PE_y = PE_{elec,y} + PE_{fuel,on-site,y} + PE_{t,y} \quad \dots(4)$$

- $PE_{elec,y}$: プロジェクトサイトでの電力使用に伴う排出量 (tCO₂e/y)
- $PE_{fuel,on-site,y}$: プロジェクトサイトでの化石燃料消費による排出 (tCO₂e/y)
- $PE_{t,y}$: 発電所への燃料輸送の増加に伴う排出 (tCO₂e/y)

プロジェクトサイトでの電力使用に伴う排出量

本プロジェクトのバイオディーゼルプラントでは、エネルギーとして電力の使用が想定される。電力は、プラント建設予定地であるトアマシナ地域の電力グリッドより購入する。

プラントにおける電力使用に伴う GHG 排出量は、以下の式を用いて算出する。

$$PE_{elec,y} = EG_{PJ,FF,y} * CEF_{elec} \quad \dots(5)$$

- $EG_{PJ,FF,y}$: グリッドからの電力購入量 (MWh)
- CEF_{elec} : 購入電力のグリッド排出係数 (tCO₂/MWh)

プラントでのグリッド電力使用に伴う年間プロジェクト排出量 $\langle PE_{elec,y} \rangle$ の計算に用いたデータを表 3-8 に一覧する。

表 3-8 プラントでの電力使用に伴う GHG 排出量の推定に用いたデータ

	値	単位	出典
$EG_{PJ,FF,y}$	3,500	MWh	
CEF_{elec}	0	tCO ₂ /MWh	計算

先に述べた通り、トアマシナ電力システムのグリッドは、水力発電と火力発電から構成されている。トアマシナの火力発電所は、本プロジェクトの対象発電所であることから、その発電燃料はバイオディーゼルに代替される。そのため、プロジェクトシナリオにおけるトアマシナ電力システムのグリッド排出係数はゼロとなり、 $PE_{elec,y}$ は 0 トン CO₂ と推定される。

プロジェクトサイトでの化石燃料消費による排出

2.10 で述べた通り、本プロジェクトのバイオディーゼルプラントでは、重油の使用も想定される。

化石燃料の消費に伴う GHG 排出量は、以下の式を用いて計算される。

$$PE_{\text{fuel, on site, y}} = F_{\text{cons, y}} * NCV_{\text{c, fuel}} * EF_{\text{c, fuel}} \quad \dots(6)$$

- $F_{\text{cons, y}}$ ：プラント内での化石燃料利用量 (ton)
- $NCV_{\text{c, fuel}}$ ：当該化石燃料（重油）の熱量 (MJ/ton)
- $EF_{\text{c, fuel}}$ ：当該化石燃料（重油）の CO₂ 排出係数 (tCO₂/MJ)

プラントでの化石燃料消費に伴う年間プロジェクト排出量 < $PE_{\text{fuel, on-site, y}}$ > の計算に用いたデータを表 3-9 に一覧する。

表 3-9 化石燃料消費に伴う GHG 排出量の推定に用いたデータ

	値	単位	出典
$F_{\text{cons, y}}$	1,800	ton	プロジェクト開発者による予測値（表 2-13）を比重 0.9 kg/L を用いて換算
NCV_{fuel}	40.4	MJ/ton	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 2: Energy, 1 Introduction, TABLE 1.2)
EF_{fuel}	0.0774	tCO ₂ /MJ	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 2: Energy, 2 Stationary Combustion, TABLE 2.2)

これらを用いて計算した結果、 $PE_{\text{fuel, on-site, y}}$ は 5,629 トン CO₂ と推定される。

発電所への発電燃料輸送の増加に伴う排出

IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories によると、軽油の単位発熱量 43.0 TJ/Gg に対し、バイオディーゼルの単位発熱量は 27.0 TJ/Gg である。発電量が同じ時、発電燃料の代替となるバイオディーゼルの必要量は、ベースラインシナリオにおけるディーゼルの使用量と比較して容量ベースで増加すると考えられる。よって、発電所への燃料の輸送回数も増加するため、その増加分をプロジェクト排出量として計算する必要がある。

発電燃料輸送の増加に伴うプロジェクト排出量は、以下の式を用いて計算される。

$$PE_{\text{t, y}} = NO_{\text{vehicles, y}} * DT_{\text{y}} * VF_{\text{cons}} * NCV_{\text{t, fuel}} * D_{\text{fuel}} * EF_{\text{t, fuel}} \quad \dots(7)$$

- $NO_{\text{vehicles},y}$:トラックによる輸送の増加回数 (台)
- DT_y :輸送距離 (km)
- VF_{cons} :トラックの燃費 (L/km)
- $NCV_{t,\text{fuel}}$:トラック燃料の熱量 (MJ/kg or other unit)
- D_{fuel} :トラック燃料の比重 (kg/L)
- $EF_{t,\text{fuel}}$:トラック燃料の排出係数 (tCO₂/MJ)

トラックによる輸送の増加回数 $\langle NO_{\text{vehicles},y} \rangle$ を求めるにあたり、本プロジェクトの対象発電所全て(トアマシナ電力系統の火力発電所および表 3-7 に挙げられているディーゼル発電所)につき、それぞれの現行の輸送回数を確認することは、本 FS 段階では困難である。そのため、発電燃料輸送の増加に伴う排出量の事前 (ex-ante) の推定は行わない。しかし、プロジェクト実施時には輸送回数のモニタリングを行い、式(7)を用いて計算することとする。

プロジェクト排出量の合計

年間ベースライン排出量 $\langle PE_y \rangle$ は、式(4)を用いて計算し、5,629 トン CO₂e と計算された。

3.6.3. リークエージ

小規模 CDM 簡易実施手順の appendix B に attachment C として、「General guidance on leakage in biomass project activities」が与えられおり、これに従ってリークエージを算定する。

表 3-10 バイオマスの種類別の GHG 排出源

Biomass type	Activity / source	Shift of pre-project activities	Emissions from biomass generation / cultivation	Competing use of biomass
Biomass from forests	Existing forests	-	-	x
	New forests	x	x	-
Biomass from croplands or grasslands (woody or non-woody)	In the absence of the project the land would be used as cropland / wetland	x	x	-
	In the absence of the project the land would be abandoned	-	x	-
Biomass residues or wastes	Biomass residues or wastes are collected and used	-	-	x

表 3-10 は、ガイドンスで示されているバイオマスの種類別の GHG 排出源である。本プロジェクトで使用されるナンヨウアブラギリは、マダガスカル国の森林の定義には該当せず、また廃棄物でもないため、「Biomass from croplands or grasslands」となる。

また、本プロジェクトで使用するナンヨウアブラギリの栽培が想定される土地は、2.8.3 で述べた通り、入植者による熱帯雨林の伐採または火入れにより草地化した荒廃地、および森林伐採による土壌劣化による荒廃地であり、具体的な土地利用計画も存在しないことから、「In the absence of the project the land would be abandoned」と考えられる。従って、本 CDM 事業のリーケージは、「Emissions from biomass generation / cultivation」である。

ガイドンスでは、再生可能バイオマスの製造における潜在的に重大な排出源として、

- (a) Emissions from application of fertilizer (施肥による排出)
- (b) Project emissions from clearance of lands (栽培地の造成による排出)

を挙げている。

施肥による GHG 排出

施肥による GHG 排出量を求める式は、第 33 回 CDM 理事会で制定された A/R 方法ツール「窒素肥料からの直接的な亜酸化窒素排出量の推定 (EB33 Annex 16)」に示されている以下の式を利用する。

$$N2O_{\text{direct-N,t}} = (F_{\text{SN,t}} + F_{\text{ON,t}}) * EF_1 * MW_{N2O} * GWP_{N2O} \quad \dots(8)$$

$$F_{\text{SN,t}} = \sum_i^I M_{\text{SF}_i,t} * NC_{\text{SF}_i} * (1 - \text{Frac}_{\text{GASF}}) \quad \dots(9)$$

$$F_{\text{ON,t}} = \sum_j^J M_{\text{OF}_j,t} * NC_{\text{OF}_j} * (1 - \text{Frac}_{\text{GASM}}) \quad \dots(10)$$

- $N2O_{\text{direct-N,t}}$: 窒素肥料施肥によって生じる直接的な N_2O 排出量 (tCO₂e)
- $F_{\text{SN,t}}$: t 年 1 年間に使用された合成肥料の窒素量 (t-N/yr)
- $F_{\text{ON,t}}$: t 年 1 年間に使用された有機肥料の窒素量 (t-N/yr)
- EF_1 : 窒素添加による N_2O 排出係数 (t- N_2O -N / t-N input)
- MW_{N2O} : N_2O と N の分子量比 (t- N_2O / t-N)
- GWP_{N2O} : N_2O の温暖化係数 (kg-CO₂-e / kg- N_2O)
- $M_{\text{SF}_i,t}$: t 年 1 年間に施肥された合成肥料 i の質量 (tonne)
- NC_{SF_i} : 施肥された合成肥料 i の窒素量 (g-N/100 g fertilizer)
- $\text{Frac}_{\text{GASF}}$: 合成肥料の NH_3 と NO_x として脱窒する割合

- $M_{OFi,t}$: t 年 1 年間に施肥された有機肥料 j の質量 (tonne)
- NC_{OFi} : 施肥された有機肥料 j の窒素量 (g-N/100 g fertilizer)
- $Frac_{GASM}$: 有機肥料の NH_3 と NO_x として脱窒する割合
- I : 合成肥料のタイプの番号
- J : 有機肥料のタイプの番号

本プロジェクトにおける施肥による GHG 排出量を推定するにあたっては、ナンヨウアブラギリ栽培における単位面積当たりの窒素量の実績データを用いる。この時、式(9)、式(10)は以下のように変形される。

$$F_{SN,t} = \sum_i^I N_{SN,i,t} * A * (1 - Frac_{GASF}) \quad \dots(11)$$

$$F_{ON,t} = \sum_j^J N_{ON,j,t} * A * (1 - Frac_{GASM}) \quad \dots(12)$$

- $N_{SN,t}$: t 年 1 年間に単位面積当たりに施肥される合成肥料 i の窒素量 (t-N/yr/ha)
- $N_{ON,t}$: t 年 1 年間に単位面積当たりに施肥される有機肥料 j の窒素量 (t-N/yr/ha)
- A : ナンヨウアブラギリ栽培面積 (ha)

窒素肥料の施肥によって生じる GHG 排出量 $\langle N_2O_{direct-N,t} \rangle$ の計算に用いたデータを表 3-11 に一覧する。

表 3-11 施肥による GHG 排出量の推定に用いたデータ

	値	単位	出典
EF ₁	0.01	t-N ₂ O-N /t-N input	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, TABLE 11.1)
MW _{N₂O}	44/28	t-N ₂ O /t-N	
GWP _{N₂O}	310	kg-CO ₂ -e /kg-N ₂ O	第一約束期間中の IPCC デフォルト値
N _{SN,t}	0.0375	t-N/yr/ha	Philippines Forest Corp.による実績値 ⁶³
A	20,626	ha	プロジェクト計画(表 2-1)
Frac _{GASF}	0.10	dimensionless	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, TABLE 11.3)
N _{ON,t}	0	t-N/yr/ha	Philippines Forest Corp.による実績値 ⁵
Frac _{GASM}	0.20	dimensionless	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, TABLE 11.3)

これらを用いて計算した結果、N₂O_{direct-N,t} は 3,392 トン CO₂ と推定される。

栽培地の造成による排出

栽培地の造成に伴う既存バイオマスの減少による排出は、プロジェクトで使用するバイオマスの栽培に森林伐採が行われる時に問題とされる。本プロジェクトにおけるナンヨウアブラギリの栽培候補地は、上述の通り未利用の草地であることが確認されている。そのため、既存バイオマスの減少による GHG 排出は計算する必要がない。

リーケージの合計

年間のリーケージは、3,392 トン CO₂e と計算された。

3.6.4. プロジェクト実施による GHG 排出削減量

プロジェクト実施による GHG 排出削減量は、ベースライン排出量からプロジェクト排出量とリーケージを差し引いて求められる。クレジット期間における年間 GHG 排出削減量を表 3-12 に示す。

⁶³ 平成 18 年度 CDM/JI 事業調査「フィリピン・再植林、アグロフォレストリー、バイオマス「トリプル・ベネフィット型」CDM 事業調査報告書」株式会社三菱総合研究所

表 3-12 クレジット期間における GHG 排出削減量

年 度	ベースライン 排出量 (tCO ₂ e)	プロジェクト 排出量 (tCO ₂ e)	リーケージ (tCO ₂ e)	GHG 排出 削減量 (tCO ₂ e)
1	25,846	5,629	3,392	16,825
2	25,846	5,629	3,392	16,825
3	25,846	5,629	3,392	16,825
4	25,846	5,629	3,392	16,825
5	25,846	5,629	3,392	16,825
6	25,846	5,629	3,392	16,825
7	25,846	5,629	3,392	16,825
8	25,846	5,629	3,392	16,825
9	25,846	5,629	3,392	16,825
10	25,846	5,629	3,392	16,825
クレジット 期間合計	258,640	56,290	33,920	168,250

3.7 モニタリング計画

本プロジェクトでモニタリングされる各項目について表 3-13 に示す。

表 3-13 本プロジェクトにおけるモニタリング項目

データ変数	単 位	説 明	データソース	モニタリング方法	頻 度	QA/QC
EG _{T,y}	(kWh)	トアマシナ電力系統の火力発電所における年間発電量	JIRAMA 発電データ	測 定	連 続	
CEF _T	(kgCO ₂ e/ kWh)	トアマシナ電力系統のグリッド排出係数	JIRAMA 発電データを基に計算	計 算	毎 年	
EG _{m,y}	(kWh)	バイオディーゼルを利用して発電された電力量	JIRAMA 発電データ	測 定	連 続	
CEF _m	(kgCO ₂ e/ kWh)	最適負荷で稼動する適切な容量の近代的ディーゼル発電設備の排出係数	AMS-I.D.	選 択	毎 年	
EG _{PJ,FF,y}	(MWh)	グリッドからの電力購入量	バイオディーゼルプラントの電力計	測 定	連 続	電力計は通常のメンテナンスを要し、精度確保のテストを行う。測定結果は、配電会社の記録によってダブルチェック。
CEF _{elec}	(tCO ₂ /MWh)	購入電力のグリッド排出係数	JIRAMA 発電データ	方法論にしたがい計算	クレジット期間開始前	
F _{cons,y}	(kL or ton)	プロジェクトサイト内での化石燃料利用量	化石燃料の購入伝票	購入伝票を保存	毎 年	
NO _{vehicles,y}	number	トラックによる輸送の増加回数	運送会社の BDF 配送記録	測 定	毎 年	
DT _y	(km)	輸送距離	推 計	計 算	毎 年	

VF_{cons}	(L/km)	トラックの燃費	運送会社の燃料消費記録	測定	毎年	
NCV_{fuel}	(MJ/kg or other unit)	トラック燃料の熱量	IPCC ガイドライン	確認	毎年	
D_{fuel}	(kg/L)	トラック燃料の比重	IPCC ガイドライン	確認	クレジット 期間開始前	
EF_{fuel}	(tCO ₂ /MJ)	トラック燃料の排出係数	IPCC ガイドライン	確認	毎年	
$M_{\text{SFi,t}}$	(tonne)	t年1年間に施肥された合成肥料 i の質量	購入、使用した合成肥料の表示	購入量、使用量の記録を保存	毎年	プロジェクトレベルで合成肥料の購入と使用量と施肥した合計面積のクロスチェック。
$M_{\text{OFi,t}}$	(tonne)	t年1年間に施肥された有機肥料 j の質量	購入、使用した有機肥料の表示	購入量、使用量の記録を保存	毎年	プロジェクトレベルで合成肥料の購入と使用量と施肥した合計面積のクロスチェック。
NC_{SFi}	(g-N/100 g fertilizer)	施肥された合成肥料 i の窒素量	肥料会社	窒素量の記録を保存	クレジット 期間開始前	
NC_{OFi}	(g-N/100 g fertilizer)	施肥された有機肥料 j の窒素量	肥料会社	窒素量の記録を保存	クレジット 期間開始前	
BDF 投入量	(tonne)	発電燃料として投入されたバイオディーゼル量	各発電所での流量計による計測を集積した JIRAMA データ	測定	連続	
特定燃料消費量	(kg/kWh)	単位発電量あたりの燃料消費量	実験室データ	実験	クレジット 期間開始前	

3.8 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間に関する調査

本プロジェクトの実施期間は、工場建設期間を含み 25 年と想定される。クレジット獲得期間は更新なしの 10 年間を予定する。

ナンヨウアブラギリは、植栽後、十分な油含有量の種子ができるまで 3 年～5 年を要するため、当初は搾油用の種子を輸入する事業計画となっている。本プロジェクトが、ナンヨウアブラギリ種子を輸入することで、輸出国の GHG 排出増加を引き起こさないことを検証することは困難である。そのため、本プロジェクトでは、輸入されたナンヨウアブラギリ種子から製造されたバイオディーゼルによる化石燃料代替をクレジットの対象としない。

プロジェクト開始は 2011 年を予定しており、3 年間は輸入種子を使用する計画となっている。そのため、本 CDM 事業のクレジット期間は 2014 年からの 10 年間とする。

3.9 環境影響評価

3.9.1. マダガスカルにおける環境影響評価制度

マダガスカルにおける環境に対する基本法は、1990 年 12 月に制定された Loi n° 90-033 (1997 年 6 月に Loi n° 97-012 に改訂)「charte de l'Environnement Malagasy(マダガスカル環境指針)」である。同指針 10 条において、環境に影響を与える可能性のある全ての投資案件に対して環境影響評価 (EIA) の実施を義務付けている。

マダガスカルにおける環境影響評価の実施方法は、Décret n° 99-954 「Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement (MECIE)」に規定されている。また、MECIE の形式として、EIA (Etude d'impact environnemental)、環境遵守宣言 (Programme d'engagement environnemental : PREE) 既存の企業に対しても、この法令に基づく EIA もしくは PREE を行い必要あれば見直し要請を実施、の 3 つが示されている。

MECIE の構成は以下に示す通りである。

第 1 章：一般規定

第 2 章：規則と手順

- EIA の手法
- 評価の手順
- 住民参加

第 3 章：進捗管理と統制

第 4 章：違反と罰則規定

第 5 章：移項規定

第 6 章：種類の規定

付属文書 1：EIA が必要なプロジェクトに関する文書

付属文書 2：PREE が必要なプロジェクトに関する文書

付属文書 3：EIA 実施に係る経費に関する文書

3.9.2. プロジェクトによる環境影響

マダガスカルでは、全ての CDM プロジェクトにおいて環境影響審査が必要とされているため、現地調査において、EIA の管轄機関である National Office for Environment (l'Office National pour l'Environnement : ONE) と面談を実施し、本プロジェクトの環境影響評価について聞き取りを行った。

本プロジェクトにより建設されるバイオディーゼルプラントに係る EIA は必須である。また、マダガスカルでは、森林に限らず、1,000 ha 以上のプランテーションには EIA の実施が必要とされており、バイオディーゼルの原料となるナンヨウアブラギリの栽培は農民によって実施されるものの、その EIA の実施は本プロジェクトに含まれるとのことであった。

本プロジェクトでは、プラントからの排水による水質汚染、また騒音・振動、土壌の変化などの環境影響が発生する可能性が想定されるため、プロジェクト実施者は、関連する全ての法規および基準に従ってプロジェクトを設計し、負の影響が大きいものに対しては、適切な低減策を講じる。

3.10 社会経済影響評価

環境影響評価と同様に、マダガスカルでは社会経済影響評価結果を PDD に記載しなければならない。特に、社会経済影響評価は、本報告書 1.3.2.に記載した CDM プロジェクト選定手順の「持続可能な開発の基準」において重要な要素の一つである。このため、栽培候補地周辺に住むトアマシナ州ブリッカビル地区の 4 集落 (Ambohsmanoakely、Ambohimahatsinjo、Ambohimoina、Ampasimbe) とアンツアパナナ地区の 1 集落 (Andoanoamarna) の計 5 集落の住民を対象に聞き取り調査を行った。



写真 3-3 地域住民への聞き取り調査

調査手法は、各村の代表者として村長クラス（男性）の他数名に対し、各村の概要を聞き取りした。さらに、プロジェクトの概要書や質問票を用いてプロジェクトに対する期待や懸念材料を聞き取りした。

- ・ 各村の世帯数は、Ampasimbe 村が約 200 世帯と最も多く、他の村の世帯数は 5 世帯～40 世帯と小規模な集落である。Ampasimbe 村も含め全村とも電化、水道、下水などの生活インフラは整っていない。灯火用の油は購入するが、車やバイクをもっているものはいない。
- ・ Ampasimbe 村の主要な換金作物はサトウキビである。各世帯あたり数 ha 程度の栽培地を有している。サトウキビは、約 10 数 km 離れたブリッカビルの製糖会社 SIRAMA に販売する。このため、Ampasimbe 村は他村に比べて裕福な集落である。他の 4 集落の換金作物はトウモロコシ、キャッサバ、ラフィエ（工芸用の天然シダ）、薪、木炭などである（写真 3-4、写真 3-5 参照）。
- ・ 換金作物の販売以外に、現金収入の機会が少ない。支出の割合が最も高いのは食料（コメ）である。
- ・ 村長は、州の集会に参加したこともあるため、政府がナンヨウアブラギリの栽培を推奨していることは聞いている。しかし、実際にみたことがないので、ナンヨウアブラギリのことは知らない。種子から油が絞れることや油が灯火用に使えることも知らない。
- ・ 村の利益になるのならばプロジェクトに参加したい。プロジェクトの早期実施に期待する（これまでいろんなプロジェクトの話がたくさんあったが、実際に行われたプロジェクトはない）。種子の買い取り価格を知りたい。参考までに、コメ 1,050 Ariary/kg、ラフィエ 700～800 Ariary/kg、キャッサバ 400 Ariary/3～5 個、トウモロコシ 1,000 Ariary/kg、木炭 1,800 Ariary/袋（20 kg 程度）、薪 800 Ariary/束（5 kg 程度）。
- ・ 栽培する場合、土地条件を選ばないのであれば、集落の周りや未利用地に栽培したい。ただし、栽培方法や管理方法を知らないので、技術指導を行って欲しい。特に、肥料を購入する資金はないので、その点を考慮して欲しい。

本プロジェクトは、住民にナンヨウアブラガリの栽培を委託し種子を買い取るスキームである。このため、住民がナンヨウアブラガリの栽培に関心を持ち、同スキームを実施するためには下記の点を考慮しなければならないと考える。

既存の農作業との競合回避

食料に対する支出割合が高いことから、ナンヨウアブラガリの栽培を委託する場合、既存の農作業（作業時期や投下労働力）との競合を避けなければならない。参考までに、Andoanoamarna 村で聞き取りした農作業時期を、表 3-14 に示す。

表 3-14 Andoanoamarna 村の農作業時期

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12(月)
乾季												
雨季												
コメ(1期作、もしくは2期作)												
キャッサバ(約6ヶ月)												
トウモロコシ(約4ヶ月)												
サツマイモ(約4ヶ月)												
ラフィエ(年2回採取)												
日雇い作業(ライチ収穫)												

種子の買取価格

ha あたりの収入が、既存の換金作物と同等となるまでは必要ないが、労働作業との兼ね合いで、極端に低ければ農民に栽培のインセンティブが働かない。このため、買い取り価格はその他の換金作物の販売価格を考慮し決定しなければならない。

マダガスカルにおける主要作物の平均単収と住民聞き取りから推定した ha あたりの推定収入を表 3-15 に示す。

表 3-15 マダガスカルにおける主要作物の単収と ha あたりの推定収入

	生産量 (千トン)	耕作面積 (千 ha)	単収 (トン/ha)	収入 (Ariary/kg)	収入 (Ariary/ha)	収入 (US\$/ha)
米	3,030	1,223	2.48	1,050	2,604,000	1,302
キャッサバ	2,191	353	6.21	400	2,484,000	1,242
さとうきび	2,460	69	35.81			
トウモロコシ	350	196	1.79	1,000	1,790,000	895
コーヒー豆	65	194	0.34			

提案プロジェクトでは、種子の買い取り価格を US\$120/トンと設定している。ナンヨウアブラガリの収量は約 5 トン/ha ゆえ、収入は約 US\$600/ha となる。確かに、米、キャッサバ、トウモロコシと比較して ha あたりの収入は少ないが、ナンヨウアブラガリ栽培の作業負荷

がその他の作物と比較して小さい点、農民が追加的換金作物を渴望している点を考慮すれば、US\$120/トン は農民のインセンティブが働くレベルであると考えられる。

栽培技術者の養成・組織化

技術者の育成を含めた栽培技術の支援。土地の選定方法、苗木、資材（肥料や、除草、および剪定器具他）ならびに栽培マニュアルなど、参加者が理解しやすい材料や手段を用いた栽培技術者の養成や組織化が重要である。同地域にはナンヨウアブラギリの栽培事例がないことから、小規模な栽培モデルを実施する方法も考慮すべきと考える。



写真 3-4 トウモロコシ（手前）とラフィエ（奥）



写真 3-5 薪（ハゴロモノキ）の販売

3.11 利害関係者のコメント

本調査では、現地調査において、関連機関との面談やナンヨウアブラギリ栽培候補地周辺の住民からの聞き取り調査を実施し、事業実施における利害関係者からの意見を聴取した。以下にそのコメントを記載する。

エネルギー省計画局：Andriat Simisetra Desire Lala 氏、Remi 氏

- ・ エネルギー関連プロジェクトの管理を行い、情報提供を行う部署である。
- ・ 石油の輸入削減の観点から、非常に興味があり、かつ有益なプロジェクトだと考える。
- ・ ナンヨウアブラギリプロジェクトは MAP に含まれているため、期限の 2011 年までにやらなければならないものだと認識しているので、マダガスカル国もエネルギー省もサポートをすると約束。

環境治水森林省大臣：Koto Bernard 氏

- ・ 植林の保護、村民の活性化という観点から、本プロジェクトに期待するとともに、環境省としても支援する。
- ・ 技術的情報が提出されれば、関係各局に連絡し、具体的に支援できるようにする。
- ・ 現在マダガスカルで計画されているバイオディーゼル製造プロジェクトは、全て輸出を想定しているが、本プロジェクトは国内消費を目的としていることが特徴的である。

JIRAMA 総裁：Bernhard P. ROMAHN 氏

- ・ 再生可能エネルギーは、積極的に導入していきたい。価格競争力のあるものを期待する。
- ・ ナンヨウアブラギリについては、計画は聞いているが実際に栽培が進んでいないことは知っている。
- ・ JIRAMA は国営企業であるため、合併会社の出資者の立場では参加できない。

BAMEX：技術者 Manitra RAKOTOARIVELO 氏

- ・ BAMEX は、USAID のプログラム活動をサポートしている機関で、ナンヨウアブラギリプロジェクトも含む。
- ・ マダガスカルにおいては、ナンヨウアブラギリは 50 年前から植えられ、主に家庭における灯火用の燃料として利用されてきたが、ビジネスとしてのプランテーションは 2005 年から開始されたばかりである。
- ・ プロジェクトの開発をサポートするため、ナンヨウアブラギリのフィールドとバリューチェーンに関する情報を提供できる。

ATSINANANA 地方政府：次官 Victor Fidele RAZANADRAKOTO 氏

- ・ ATSIANANANA 地方にとっても大きな機会。
- ・ 栽培地に関しては、王子製紙の再植林プロジェクトと連動しているので、あまり問題とはならないであろう。
- ・ 過去にもナンヨウアブラギリ栽培事業の話が持ち込まれたことはあったが、実現に至ったプロジェクトはない。

トアマシナ州森林局 (DIREF)：Henri 局長

- ・ 提案プロジェクトは、開発の面から見てもマダガスカルに有用であると考えるので、サポートする。
- ・ プロジェクトの実施のためには、村民との相互理解が必要である。

4 事業化に向けて

4.1 プロジェクトの実施体制

提案プロジェクトの所要施設建設、製造、販売、運営管理は、新たにマダガスカルにおいて設立登記する事業会社が行う。この事業への出資社としては、本邦企業である双日株式会社などを予定しているが、現地側の企業として JIRAMA の関連企業などにも出資要請を行う予定である。さらに、それ以外の共同事業パートナーの参加についても、CDM 事業として承認を得た後、協議して決めていくこととする。図 4-1 に現時点での BDF 生産販売事業実施体制を示す。

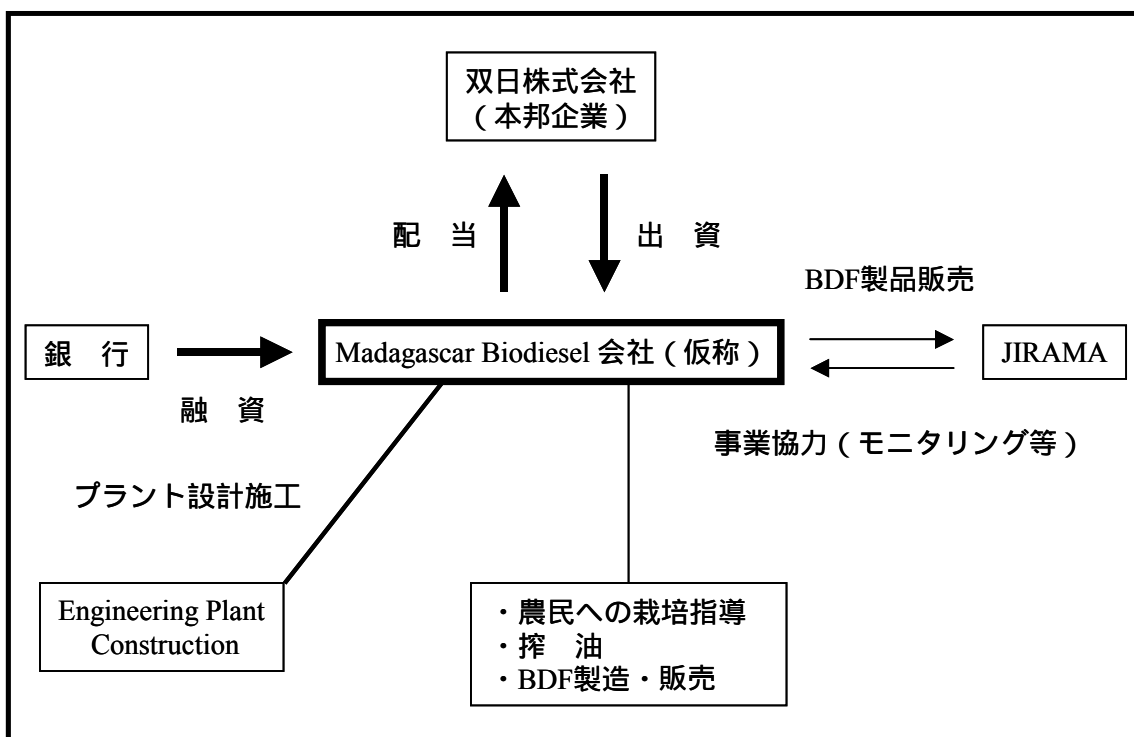


図 4-1 提案プロジェクトの BDF 生産販売事業実施体制

4.2 プロジェクト実施のための資金計画

提案プロジェクトの初期投資額は、プラント資金 US\$20 百万、運転資金 US\$5 百万の合計 US\$25 百万である。このうち、30%を自己資金、70%を借入金として資金を調達する計画である。詳細事業実施計画を策定する段階において、本邦の公的資金導入方法についても具体的な検討を加えることとする。現段階での、資金調達先の候補は下記のとおりである。

- ・ 国際協力銀行の投資金融
- ・ 国際協力銀行の輸出金融

ただし、国際協力銀行として、マダガスカルへの公的金融として、いかなる金融形態または条件が可能かは国際協力銀行の判断によるため、同銀行との密接な取り組みが必要となる。

4.3 費用対効果

4.3.1. 投資効果

表 4-1 に示す前提条件をベースケースとして、提案プロジェクトの財務分析を行った。

表 4-1 財務分析におけるベースケースの仮定条件

	内 容	備 考
プロジェクト期間	15 年	機械類の減価償却期間に準ずる
生產品目	ナンヨウアブラギリ由来のバイオディーゼル	
副生產品	粗グリセリン（80%品）、ナンヨウアブラギリ搾り粕（ケーキ）	
原 料	ナンヨウアブラギリ種子	
BDF 生産量	初年度：約 10,000 トン/年	
	2 年目：約 18,000 トン/年	
	3 年目：約 23,000 トン/年	
	4 年目：約 24,000 トン/年	
	5 年目：約 32,000 トン/年	
	6 年目～15 年目：約 33,000 トン/年	
プラント稼働時間	24 時間（3 シフト/日）	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
プラント稼働日数	330 日/年	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値

初期投資額	US\$25 百万	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
年間売上高	US\$26 百万/年	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
年間操業変動費	約 US\$17.2 百万/年	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
年間操業固定費（販売管理費）	約 US\$1.6 百万/年	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
製品販売価格	バイオディーゼル : US\$650/トン 粗グリセリン : US\$700/トン ケーキ : US\$50/トン	
原料購入価格	輸入種子 : US\$250/トン マダガスカル栽培種子 : US\$120/トン	
年間二酸化炭素排出削減量	16,825 トン CO ₂ e	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
排出量取引価格	US\$15/トン	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
年間排出量取引収入	US\$0.25 百万	フル稼働（6 年目～15 年目）での数値
クレジット期間	4 年目から 10 年間	

これらを前提条件にした場合の内部投資収益率（IRR⁶⁴）を表 4-2 に示す。

表 4-2 内部投資収益率（IRR）

	内部投資収益率（IRR）
排出権が認められない場合	13.84 %
排出権売却価格を US\$5 とした場合	14.01 %
排出権売却価格を US\$10 とした場合	14.19 %
排出権売却価格を US\$15 とした場合	14.36 %
排出権売却価格を US\$20 とした場合	14.54 %
排出権売却価格を US\$25 とした場合	14.71 %

表 4-2 に示されるように排出権が認められない場合、収入が現地通貨（Ariary）であり、為替リスクが存在することによる、原料・製品の価格変動リスクを考慮すると投資対象としては不十分な数値である。排出権が認められ、かつ売却価格が US\$15/tCO₂e～US\$20/tCO₂e 以上のレベルにて投資案件としての検討対象の範疇に入ってくると言える。

⁶⁴ Internal Rate of Return

4.3.2. 感度分析

CERの価格変動、初期投資額の増減、製品：バイオディーゼル価格の増減、副産物：グリセリン価格の増減、副産物：ケーキ価格の増減、原料：輸入種子価格の増減、原料：マダガスカル種子購入価格の増減、原料：化学品原料価格の増減の8要素に関して、ベースケースから±25%変動した場合にIRRに与える影響を図4-2に示す。

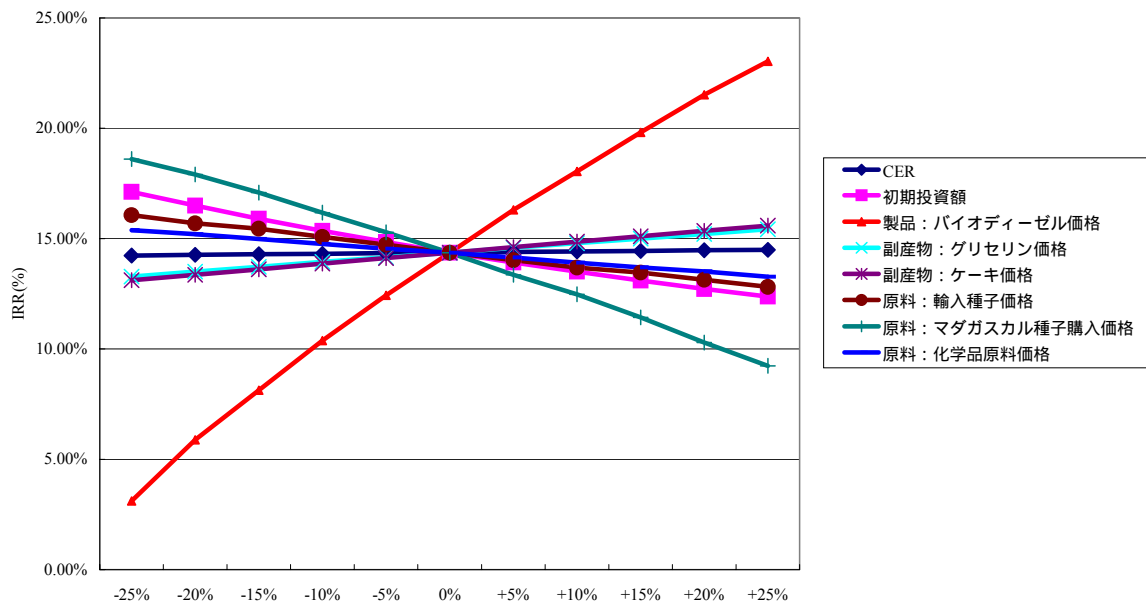


図 4-2 IRR 感度分析

製品：バイオディーゼルの価格の増減がIRRに対して極めて大きな影響を与えることがわかる。それ以外では、原料：マダガスカル種子購入価格の増減、初期投資額の増減、原料：輸入種子価格の増減の順にIRRに対する影響が大きい。石油価格のさらにもう一段の高騰が発生・継続すれば、バイオディーゼルの価格のアップを図ることができるため、IRRは良化することとなる。

4.4 事業化に向けての見込み・課題

提案プロジェクトの事業化は現段階で即座に実行に移すことは難しく、克服すべき課題がある。各々の課題とその解決策について以下に記す。

4.4.1. 原料の調達

(1) 輸入種子

提案プロジェクトにおいては、BDF 工場の早期稼働、バイオディーゼル燃料の早期供給を目指すため、マダガスカルにおける収穫種子が十分な油含量を有し、自国調達種子で全必要量を賄えるようになるまでの期間、種子を海外より輸入する計画とした。提案プロジェクトにおいては、数年前より栽培が初められ、さらに本格的な栽培をすでに進めているミャンマーよりの種子調達を計画した。しかし、ミャンマーにおける栽培状況および栽培計画の詳細確認は未だできておらず、現地訪問して栽培状況の確認および政府関係者との種子調達交渉が必要である。

(2) マダガスカルにおける栽培

苗木を実際に植えていく作業は現地農民が行う。マダガスカルにおける栽培候補地近隣の村落の労働人口は1村落当たり20人～100人規模である。したがって、複数の村落に対し提案プロジェクトの事業概要を説明した上で、ナンヨウアブラギリの特徴、栽培方法、施肥方法、種子収穫方法、コスト、および村落へのメリットなどを十分に説明して、村落の理解・納得を得なければならない。また、複数の村落が協働して、かつ組織的に栽培候補地に植苗していくことが必要となる。マダガスカルにおいては、村落のリーダーは存在するが、複数の村落間でのコミュニケーションはほとんどなく、上記の作業を行うためには、日本側の栽培指導者の存在が不可欠である。小規模モデル事業から始め、日本側の栽培指導者を派遣して栽培技術をマダガスカルに定着させていくことが必要である。

4.4.2. 製品販売

(1) バイオディーゼル

提案プロジェクトでは、商業的採算性のあるプラント規模を考え、バイオディーゼル燃料生産能力 33,000 トン/年のプラントとした。一方、供給に関しては、JIRAMA の発電所 31 ヶ所に対して合計で約 26,000 トン/年供給する計画であり、約 7,000 トン/年が残ることとなる。これについては、

- ・ 想定した 31 ヶ所以外の JIRAMA 発電所への供給
- ・ 特定運送業者への供給
- ・ 一般軽油自動車への供給

が考えられるが、これらについて CDM 化するかどうか、できるかどうかについては、バイオ燃料の輸送用燃料利用についての方法論の承認状況も踏まえながら、今後検討していく必要がある。

(2) グリセリン

副製品であるグリセリンは欧州向け輸出を想定している。2007 年、中国などのアジアにおける旺盛な需要を受けて、ナタネ油やパーム油の価格は高騰し、欧州およびマレーシアにおける BDF 生産稼働率が低下した。これを受けて、BDF の副製品であるグリセリンの供給量が減少し、グリセリン価格は高騰した。しかし、環境問題で世界をリードしようとし、かつバイオ燃料の利用も積極的に促進しようとしている欧州において、この状況が長く続くかどうかは注意を要する。欧州におけるバイオ燃料政策、補助金政策、生産動向、市況価格について注視していく必要がある。

(3) ナンヨウアブラギリ搾り粕（ケーキ）

ケーキについては、現在の世界における流通形態、流通量、流通価格の情報が入手できなかったが、大量に発生する副製品であり、提案プロジェクト採算性に与える影響は、バイオディーゼル燃料価格ほどではないにしても、小さくはない。

そのまま販売するか、配合肥料に加工して販売するかなどの流通形態や、流通量、流通価格について、ミャンマー、インド、インドネシア、タンザニアなどの例を調査・検討していく必要がある。

添付資料

添付資料 1 出張報告書

現地調査面談録

調査名：マダガスカル・ナンヨウアブラギリ

由来のバイオ燃料製造・販売事業 FS 調査

(現地調査期間：平成19年10月5日(金)～平成19年10月27日(土))

行程表

- (1) 10月8日(月) / エネルギー省 / Director
- (2) 10月8日(月) / エネルギー省 / 計画局長
- (3) 10月8日(月) / Conservation International (CI) / Technical Director
- (4) 10月8日(月) / Centre Poids Lourds (Leong)
- (5) 10月9日(火) / 環境省 / 総局長
- (6) 10月9日(火) / 環境省大臣
- (7) 10月9日(火) / SNGF (Silo National des Graines Forestieres)
- (8) 10月9日(火) / 環境省評価局
- (9) 10月9日(火) / マダガスカル燃料部局
- (10) 10月10日(水) / JIRAMA / 総裁
- (11) 10月10日(水) / JIRAMA / アンタナナリボ地区・インターコネクト局長
- (12) 10月11日(木) / USAID (BAMEX) / 技術責任者
- (13) 10月11日(木) / Agence Portuaire Maritime & Fluviale (APMF)
- (14) 10月11日(木) / 大統領府 / MAP Senior Advisor
- (15) 10月11日(木) / エネルギー省 / 次官
- (16) 10月11日(木) / JIRAMA / 発電・送電局長
- (17) 10月12日(金) / JIRAMA-Antananarivo 発電所視察
- (18) 10月16日(火) / JIRAMA-Brickaville
- (19) 10月16日(火) / マーケットにて米の価格チェック
- (20) 10月17日(水) / Ampasimbe 村の住民聞き取り
- (21) 10月17日(水) / SIRAMA / 開発部長
- (22) 10月18日(木) / JIRAMA-Vatomandory
- (23) 10月18日(木) / 住民聞き取り
- (24) 10月18日(木) / Savonnerie Tropicale S.A.
- (25) 10月19日(金) / JIRAMA-Toamasina
- (26) 10月19日(金) / 環境省土地局 (DIREF) / 局長
- (27) 10月22日(月) / トアマシナ港湾開発協会
- (28) 10月23日(火) / トアマシナ港湾開発協会
- (29) 10月25日(木) / 運輸省 / 次官

(1) 10月8日(月) / エネルギー省 / Director

Mr. Andrian Jafitrimo

エネルギー省における、バイオ燃料の専門担当。

プロジェクトについて、農地、王子製紙、双日プロジェクトにおいて土地の重複問題、農民の労力分散問題ないか。王子プロジェクト、双日プロジェクトのエリアは隣接してはいるが重複しないこと説明。

バイオ燃料の生産・消費に関しては、2007年11月に法律が提出される予定。
OMH(Malagasy Office for Fuel) にて法案ドラフト作成中。

電力に関する法律は、エネルギー省にて特に担当部署はなく、政府直轄の形となっている。

(2) 10月8日(月) / エネルギー省 / 計画局長

Mr. Andriat Simisetra Desire Lala & Mr. Remi

石油の輸入削減の観点から、提案プロジェクトについて非常に興味があり、かつ有益なプロジェクトと思うとのコメント。

D1 Oil 社 や 某米国の会社など外国企業からの Jatropha プロジェクトの話は多数聞いているが、D1 Oil 社以外は、なかなか実現に至っておらず、是非実現することが肝要である。

なぜ Jatropha が 食料油が高騰しており、食料油と競合しない油が求められている。
Jatropha には毒性があるため食料とバッティングしない。

毒性問題ないか 生垣などで過去利用されてきており、意図的に食べれば別だが、問題はない。

日本での実証実験あるか。 ない。インドにおいては自動車燃料として Jatropha 由来 BDF5%混合にて実証されている。

発電機の Modification 必要ないか 日本の発電メーカーにて調査するが、問題ないと考えている。

Jatropha の Association of Farmers がいくつかの栽培地でできている模様だが、種子は継続して輸入せねばならないのか Jatropha は十分な油含有の種子ができるまで、3年~5年かかる。従い、本来はマダガスカルでの Jatropha 種子を使用したいが、時間がかかるので、止む無く当初は輸入種子で計画している。

なぜ工場はトアマシナか BDF 製造の際に副製品として製造されるグリセリンについて輸出を考えているので、港湾の近隣をサイトとするのがコスト的に有利と考えている。

フランスやドイツは BDF 混合だが、BDF100%で輸送用、発電用燃料とできるのであれば望ましいが。自動車用燃料については明確な知見ないが、発電用燃料としては、油そのままで利用しようとしているところもあり、BDF であれば問題ない。

農業省の意見等も取得して、再度当部門にフィードバックしていただけると有難い。

了解。農業省の意見等も取得してプロジェクト調査の状況は適宜ご連絡するようにする。

海外の他社は CDM-Project として Jatropha 由来の BDF を提案してきているのか。

必ずしも CDM-Project としての提案ではない。

(3) 10月8日(月) / Conservation International (CI) / Technical Director

Mr. James MacKinnon

CI-Madagascar では DNA の Capacity Building は行っていない。おそらく Bank Consultant が独自で行っていると思われる。

CI-Madagascar は、Protected Area における下記の植林および森林伐採防止事業に協力している。

Mandaty 地域 habitant restriction

Bio-Carbon Fund による 3,200ha の植林。最終的には 400,000ha を目指す。AR-CDM 事業。

Makira 地域

Voluntary Market 事業 WCS(Work Conservation Social) 。 US\$200,000 の donation により開始。PDD 不要。最終的には 380,000ha の森林の伐採防止を目指す。

Jatropha に関しては、D1 Oil 社に協力しているが、大規模ではない。D1 Oil 社は 3ヶ所ぐらいで栽培を行っていると聞いている。

GTZ によるアンタナナリボ州外の西南における 900ha の植林事業あり。(FORICA Project)

(4) 10月8日(月) / Centre Poids Lourds (Leong)

Mr. Leong Siw Lone

マダガスカルの手燃料運送会社。

Capacity of Truck : 35,000 リットル。

運賃 : 55,000Aryari/l/360km(Tana Antananarivo) + VAT18%

55,000/360km = about 150Aryari/km/l はほぼ全土で適用できるが、道路事情で若干の上下はあろう。

燃費 : 100km / 60liter diesel = 1.4km/liter diesel

Diesel 燃料の供給設備は同所にあり、筆記作業ではあるが都度供給量の記録を採っている。

Gasoline 2,380Aryari, Diesel 2,150Aryari の税金部分はいくらか知っているか 把握していない。
OMH で判ると思う。

大概は中古トレーラーを購入するが、新車購入の場合の価格は下記 :

トレーラー

120,000 Euro

5,000 Euro (Freight)

上記合計に対し、VAT18%, Custom Clearance +10%加算される。

積載タンク

US\$30,000

US\$ 5,000 (Freight)

上記合計に対し、VAT18%, Custom Clearance +10%加算される

耐用年数 : 約 20 年 (メンテナンス状況に拠る。)

(5) 10月9日(火) / 環境省 / 総局長

Mr. Laurent Guy Rakotondranony

土地の確保については、政府直轄地と Community 所有地の 2 種類がある。大部分は Community 所有地である。

Community 所有地の利用については、Forester Commission への申請を行い、

Forest Local Authority と Agreement を交わした後、環境省、農業省の順で承認され、

Land Certificate が発行される。手続きから承認まで約 1 ヶ月掛る。

土地の確保については、Chief of Region との関係を良好にしておくことが非常に重要。

環境省関連のプロジェクトとしては、Carbon Fund、Reinforcement Nature Forest、Real Forestation、Oil Production 等があるが、そのいくつかは CDM プロジェクトである。

CDM の承認プロセスについては、Approval Phase(4 weeks) と Validation がある。

(6) 10月9日(火) / 環境省大臣

環境省大臣/Dr. Koto Bernard & 環境省次官/ Mr. Rokotobe A. Tovondriaka

植林の保護、村民の活性化という観点から、本プロジェクトに期待するとともに、環境省としても支援する。

Technical Brochure を提出いただければ関係各局に連絡し、具体的に支援できるようにする。

バイオ燃料については、他社のプロジェクトは輸出を想定しているが、本プロジェクトはマダガスカル国内消費であることが特徴である。

Jatropha のプロジェクトについては、D1 Oil 社および米国のプロジェクトの話がある。

南部は乾燥地帯であり、樹高 5m に達しない植林が多く、樹高 2m をもって森林と定義するようにして欲しいとの要望があり、現在議論が行われている。

(7) 10月9日(火) / SNGF (Silo National des Graines Forestieres)

国営の苗研究・販売所。Jatropha、松などの苗を作り販売している。

Jatropha Curcus と Jatropha Mafariance(マファリアンス)の苗を生育・販売している。

Jatropha Mafariance は搾油用よりもむしろ生垣用として利用される種である。

肥料投入せずに、ポットに 2 粒の種子を植え、約 10 カ月育てたのち出荷している。

良い種と悪い種があるが、これは水に浮かべてよし悪しを判断している。(沈むのが良い種)発芽率は約 80%であるが、悪いと 50-60%になってしまう。

5,000-6,000 pots/month 販売している。

種子購入価格：10,000Aryari/kg = 1,200 seeds

苗販売：120 Aryari/Pot

(8) 10月9日(火) / 環境省評価局

Mr. Ndriana 他 1 名

提案プロジェクト支援する。

Land system in Madascar :

土地リースに関しては、最終的には農業省とのリース契約となる。

Jatropha プロジェクトについては、USAID のプログラムがあり、GALANA, TOTAL, SHELL などの石油会社を含めてミーティングが持たれている。

森林の定義については、樹高 5m, Land Cover 率 30%以上、1ha 以上の 3 点で定義されているが、南部のマンタディア・プロジェクトにおいて、南部が乾燥地帯で生育が良くないことを理由に樹高 2m にして欲しいとの要望が出され、現在議論されている。

本議論の関係部署は環境省(Mr. Omer/Planification Dept.)および National Design Authority である。

(9) 10月9日(火) / マダガスカル燃料部局

Mr. Ratovoson Michael, Mr. Razafindratsara Jean Noel, AH-Lone Leon 他 2 名

燃料の下流部門を管轄し、燃料の規格、ガソリンスタンドの規則、燃料輸送規則などを決める部局。

燃料消費統計入手：Gasoline 100,000kL/year, Diesel 500,000kL/year。

バイオ燃料に関する規則書（法案）ドラフト入手。

バイオ燃料については、D1 Oil 社および Clean Energy 社(豪州)のプロジェクトがあると聞いている。

(10) 10月10日(水) / JIRAMA / 総裁

Dr. Bernhard P. Romahn

Diesel 使用量：7,000m³/month ゆえ、本プロジェクトが実現すれば、約 50%は BDF に置き換えられるということになる。

近年発電機を導入している、Waltimore 社(フィンランド)の技術者は BDF の使用は問題なく可能としている。

Diesel 購入金額 1,500aryari with VAT18%。BDF が 1,000aryari /リットルが指標となる。

Renewable Fuel の導入については、環境問題もあり、積極的に導入していきたいとの考えである。

(11) 10月10日(水) / JIRAMA / アンタナナリボ地区・インターコネクト局長

Mr. Francois Xavier Rakotozafy

マダガスカルには3つの inter-connect がある。(アンタナナリボ、トアマシナ、フィナラシオン)。
面談者は Antananarivo の管轄局長。

アンタナナリボ地区における水力発電所

マンジラガ 24MW

アンテルミット 8.2MW

マナデゥナ 2.0MW

アンデカリガ 62MW

トータル 94-98MW

アンタナナリボ地区における Diesel 発電所 (2 か所)

CTA

CTABE

アンタナナリボ地区全体で見ると、70%は水力、30%は Diesel 発電。

コスト IPP 500-600Aryari/kwh, 水力 5-6Aryari/kwh, Diesel 300Aryari/kwh。

Diesel 発電における燃料使用量と購入金額：

Gas Oil 9,622,095 リットル/年 ----- 1,700Aryari/リットル(not VAT 18%)

Heavy Oil 53,198,624 リットル/年 ----- 1,100Aryari/リットル(not VAT 18%)

発電機の稼働開始時と終了時に Gas Oil を使い、通常は Heavy Oil を使用。Gas Oil を常時使用する
のが理想的ではあるが、コストの観点からこのようにしている。

Transmission Loss

From Power Plant to sub-station : 5%

From Power Plant to customer : 22%

(12) 10月11日(木) / USAID (BAMEX) / 技術責任者

Mr. Manitra Rakotoarivelo

フルーツ、シリアル(米など)、アロマ、医薬などの生産に関するサポート(USAID のプログラ
ムの一つ)を行っている。

マダガスカルにおける Jatropha 栽培プロジェクト計画は、下記の4件ある。

- 1 . D1 Oil
- 2 . GEM
- 3 . MMF
- 4 . South African Investor

マダガスカルにおいて、Jatropha は 50 年前から植えられ、主に灯火用の燃料として利用されてきた。しかし、BDF 燃料を目的とした本格的なプランテーションは 2005 年に開始されたばかりであり、現在の Jatropha 栽培面積は合計で 20,000ha。(内、D1 Oil 社は 5,000ha)。Atsimondrefana の栽培地が 10,000ha で現在 最大の栽培地である。

将来のマダガスカル全土での目標としては 450,000ha。

Investoer の中には CDM 事業を考えているところもある。

栽培方法は、苗植え、Direct Seeding、挿し木の 3 法あるが、苗植えはコストが掛る。文書化された栽培マニュアルはない。各地の栽培のマネージャークラスが経験的に把握している。

栽培は 12 月(雨期)に開始するのが良い。

栽培地には農民組合(Association of Farmers)が組織されている。投資家はこの農民組合と引き取り契約を行って、栽培を要請している。

BAMEX は Jatropha の利用として、石鹼、灯火用燃料、化粧品、燃料(BDF にしないでそのまま)を検討している。トアマシナには Jatropha からの石鹼製造会社がある。

JICA の森林プロジェクト地である、アローチャ 750,000ha において Jatropha を栽培するのモ一案ではないかとの示唆あり。

(13) 10 月 11 日(木) / Agence Portuaire Maritime & Fluviale(APMF)

General Director / Mr. Jerome Sambalis

全てのトアマシナ港に関するプロジェクトは APMF にて決められる。

王子プロジェクトは港湾開発にとって重要なプロジェクトの一つである。

港の Capa は Max に到達しつつある。

以前は長さが 12m の船が入港できたが、現在は船混みの為、10.5m 以下の船しか入港できない。

B バースは 18m 延長する計画である。

港湾サイトの整備の一環として、Operation Site の一部移転が行われた。

(14) 10月11日(木) / 大統領府 / MAP Senior Advisor

Mr. Rolland (農業) & Mr. Razakamanarina Ndranto (環境)

農業開発方針：

- 1 . Seeds to farmers
- 2 . Fertilizers to small scale farmers
- 3 . Technique SRI(System Rice Intensive)
- 4 . Irrigation System
- 5 . Small Agriculture equipment (農機) タイの Siam-Kubota。
Nov6-8 に 1,000 名の全国の農民代表を集めて、農機の展示会を大統領 Garden にて行う。

土地利用：

- 1 . Green Revolution
- 2 . Land Tenner
- 3 . Institution of Micro Financing Policy
- 4 . Agri-business (Big Scale)

開発土地については、RFR(Land Reserve for Forestry) と ZIA(Zone Investment for Agriculture)に区分されている。ZIA は Region Chief が申請を上げて、農業省が承認する形となっている。

ユーカリは RFR だが、Jatropha は RFR, ZIA のいずれでも可能ではないか。

PNF(Program National Foncier(=Land))が土地使用権契約書の雛型を持っている。

(15) 10月11日(木) / エネルギー省 / 次官

Mr.Rajaonarison Andriamiarinarivo 他 2 名

エネルギー省は本プロジェクトを支援するので、逐次、調査状況を教えていただけるとありがたい。

次官の隣席の方より、Vatomandry は十分な土地がないのではないか。西部、例えば VAKINAKRTA Region は気候、気温も適しておりかつ広大な土地がありお勧めだが、とのコメントあり。

(16) 10月11日(木) / JIRAMA / 発電・送電局長

Directeur de Production et du Transport Electricite / Mr. Pierre Claver

マダガスカル全土の、各発電所における、発電量、軽油使用量等に関し、2007 年度見込み、2008 年度予測のデータを入手。

トアマシナの発電所では重油はほとんど使用していない。相対的にトアマシナの発電機は古い為、重油使用による発電機のダメージを回避するため。アンタナナリボの発電機は比較的あたらしいので、コスト削減の観点からリスクをとって重油を使用している。

(17) 10月12日(金) / JIRAMA-Antananarivo 発電所視察

Mr. Raoeliharixony Haja

Tank No.1 重油

Tank No.2 軽油

入車ローリーからパイプを通じて Tank へ。

重油はボイラーにより加温されるとともに、Separator (Alfa Lavel 社 (スペイン製)) にて水と Dust が取り除かれる。供給される重油や軽油の温度は 110-115 。

エンジンオイル 1C-HFX404 SAE40 (210liter/drum) BP 社製使用。

3 Generator (6MW x 3 基): Jeumont-Schneider 社 (フランス) 製。1 基は修理中。

重油や軽油の使用量は、流量計は設置されておらず、タンクが目盛から減少量を読み取って測定している。

(18) 10月16日(火) / JIRAMA-Brickaville

JIRAMA Sector Chief : Lahady Paul

Chief of Zone : H'Letandra Tialdla Basile

Zone Agent : Niandra Haurice

Generator 3 基

90kw 24 時間/日 稼働 (Catapiller 社 (USA) 製)

80kw 17 時間/日 稼働 (Catapiller 社(USA)製)

35kw 11 時間/日 稼働 (Catapiller 社(USA)製)

使用燃料は 100%軽油。発電所の裏に 10m³ のタンクあり。毎週 1 回 5,000liter をローリーにて購入している。

800 世帯に電力を供給。

発電量 : 195kWh

軽油使用量 : 670liter/day (毎週ローリーにて 5,000liter 購入。)

(19) 10月16日(火) / マーケットにて米の価格チェック

赤みのある米 1,000Ariary/kg

パキスタンからの輸入米 1,000Ariary/kg

通常の米 1,200Ariary/kg

(20) 10月17日(水) / Ampasimbe 村の住民聞き取り

質疑応答。

(村人) 自分達は、収入のために植える。kgあたりの買い取り価格を知りたい。

(調査団) まだ調査段階であり明確な数字は言えない。トウモロコシ等の換金植物のコスト・価格、その他の社会的情報を考慮して価格を決める。

(村人) どのような土地に植えるのか。川沿いも植栽可能か。

(調査団) 水気の多い場所は向かない。現在利用されていない土地が対象である。(調査団)

(村人) 植えてから果実が取れるまでにどのくらいかかるのか。

(調査団) 3-5年である。

(村人) 開発援助は、アソシエーションと個人のどちらを対象とするのか。

(調査団) アソシエーションである。

(村人) 種子を入手したとして、その後の管理は誰が負担するのか。自分たちかあなたたちか。

(調査団) 村人である。ただし、管理は非常に単純である。

(村人) 施肥はトラディショナルなものだけか。

(調査団) トラディショナルなものだけでよい。

(村人) ヘクタールあたりどの程度の収穫が期待できるか。

(調査団) 5トン種子/haである。

(村人) いつプロジェクトは開始するのか。もうはじめたい。

(調査団) 今回の訪問は、プロジェクトをはじめめるためではなく、調査のためである。情報を集めて、プロジェクトをはじめめるか否かを来年3月に決める。

(村人) 早くプロジェクトが始まるのを願っている。

(調査団) いろいろな人がやってきて、植える(plant)のを援助してくれるが、植えたところで彼らは村のことを忘れてしまう。はじめた途端に去られる(忘れられる)のは大変悲しい。

(村人) プロジェクトをやるか否か、進捗についてはチーフに手紙を送って知らせる。

(調査団) プロジェクトを開始する場合には、種子を持って来る。それまでは、これまでどおりの生活を今までどおりに送ってください。

(村人) 土壌テストはするのか。

(調査団) まだテストは行ってない。文献を集めて調べる。データによれば、ジャトロファは乾燥地や栄養状態の悪い土壌に強いといわれている。マダガスカル西部でも育つ。

(調査団) Madagascar Action Plan を知っているか。

(村人) チーフ (chef of region) は知っている。チーフ対象のトレーニングがあり、そこで知らされている。ジャトロファの植栽を推奨していることは、政府からチーフに知らされている。しかし、地元住民には直接は伝えられていない。

(村人) 援助してくれるのはありがたいが、ファイナンスする際には、何をしてくれるのか。

(調査団) 苗とプランテーション技術を提供する。

(村人) ジャトロファらしきものがこの村にあるが、ジャトロファか否か自信がない。

(調査団) このミーティングのあとに確認したい。

(21) 10月17日(水) / SIRAMA / 開発部長

Directeur d'Exploredro / Dr. Rakotomanantsoa Tel :034-03-18-187

マダガスカルにおける砂糖会社は SIRAMA と SUCOMA (西部) の二つ。SIRAMA には下記の 4 工場と本社があったが、 と は最近中国企業に買収された。 と についても民営化すべきであると世界銀行はマダガスカル政府に進言している。

Naimaksa

Brickaville

Nosylbe

Ambilobe

Antananaribo(Head Office)

Brickaville 工場は 1930 年設立。製造品目は砂糖と飲料アルコール。

注文によっては white-sugar も製造するが、大部分は mid-brown-sugar。

従業員 400 人、high-season のパート 800 人。

輸入砂糖の価格の影響を受け、販売価格は大きく下がった。

年間を通じて稼働しているが、high season Jul-Nov を終えた 12 月は 1 ヶ月休業している。

一日の稼働時間は 6-8 時間。

バガスはボイラー燃料として発電に利用している。(Generatorの発電容量215KVA)
余剰電力があるので、近隣の村に供給している。

(22) 10月18日(木) / JIRAMA-Vatomandory

BDFはマダガスカル、特に東部沿岸地域において、非常に重要な燃料と認識している。

Generator 2基

容量400kw (18h/day, 18h/day, 18h/day, 7h/dayのサイクルで稼働)

容量200kw (古いので実際には135kwの容量しかない。)

365日稼働。燃料はGas-Oilのみ使用。

Gas-Oil 使用量 800-900liter/day。

電力は1,260メーター(=家族)に供給。一つの家で2~3家族住んでいるケースが多く、各家族で1メーターを設置するのが通例。

Gas-Oilの使用量はタンク側のゲージチェック及び発電機側のゲージチェックによる。(フローメーターは設置なし。)毎日一定時刻にチェックしマニュアルにて記録している。紙ベースでのファイル保管。パソコンは設置されたばかりでまだ活用していない。

タンク容量40,000liter。2週間に1度ローリーにて16,000liter購入

近隣のガソリンスタンドに納入するGas-Oilとは別送である。どこの石油会社のGas-Oilを購入するかはJIRAMA本社の決定事項であるが、現在はJovena社のGas-Oilである。常に同社からの納入というわけではなく、毎年どの会社からの購入するか検討の上決定されている。

他のBDFプロジェクトとして、米国のMCA(Madagascar Challenging Account)を耳にしている。VatomandoryにてJatropha Plantationを計画しているようだ。

電力需要は旺盛だが、機器/原料の点で需要を賄えていない。一方、JIRAMA本社は需要を満たすのではなく、むしろ電力の削減を国民に呼びかけている。

(23) 10月18日(木) / 住民聞き取り

住民30名(内、長老5名、男性約10名、女性約15名)が車座になり、質疑応答。

(調査団) Jatrophaという植物を知っているか。

(住民) 知らない。見たことがない。

(調査団) 提案プロジェクトは、王子プロジェクトの隣接地に Jatropha を植えるプロジェクトである。

(住民) 新たに土地使用权を獲得するのか。

(調査団) 否、プロジェクトの内容に賛同できたら、自分達の土地に植えてほしい。但し、プロジェクト実施主体が栽培指導および種子購入は保証する。

(調査団) プロジェクトが開始されたら参加するか。

(住民) 村にとって金銭的利益があるのなら参加したい。肥料の購入資金がないので、その点も考慮して欲しい。

(調査団) プロジェクトが開始されたらどこに植えるか。

(住民) 村には未利用地があるので、そこに Jatropha を植えることができる。

(調査団) 仮に、搾油を村で行う場合、Jatropha 油はどうか。

(住民) 販売する。

(調査団) 参考までに、現在の作物の販売価格を教えてください。

(住民) 米 1,050Ari/kg。ラフィエ 700-800Ari/kg。キャッサバ 400Ari/pack(3-5 pieces)。トウモロコシ 1,000Ari/kg。木炭 1,000Ari/pack(=50kg)

(24) 10月18日(木) / Savonnerie Tropicale S.A.

Operation Manager / Mrs. Danick Ramaroson

住所 : Villa Nirina plle 32/12, Tanamakoa, Toamasina 501)

Toamasina 近郊にある石鹸メーカー。女性のマネージャーと面談後、ご子息の方に Jatropha 栽培地を案内してもらった。

マダガスカルには石鹸工場が 52 社あり、原料は主にココナッツ油を利用している。Savonnerie 社はパーム農園を 1,000ha 保有しており、パーム油から石鹸を製造している。トアマシナはパーム油製造工場のみで、アンタナナリボに石鹸製造工場がある。トアマシナで搾油されたパーム油がアンタナナリボに運ばれ石鹸製造に利用されている。

設立は 1991 年。それ以前は官営会社であった。

トアマシナ工場 :

従業員 170 名。(High Season (9ヶ月間)には 400 名)

パーム油だけでは、原料として不足なので、ドイツからタロー油等を輸入している。搾油機器はイタリア製。

同社では、マダガスカル南部の人が持ち込んだ Jatropha を親木として、同社の栽培試験地 0.5ha において、挿し木により、栽培している。将来 Jatropha 油からの石鹸製造を考えている。

(25) 10月19日(金) / JIRAMA-Toamasina

Director / Mr. Andrianiaina

水力発電所 6.2MW (35km away from the city)

火力発電所 7.7MW (4km away from the city)

いずれも、Interconnected であり、Substation を経由して 38,000 世帯に電力が供給されている。

水力発電所には発電機が 4 基ある。もう 1 基いれるスペースあるが、ファイナンス上の問題でまだ入れていない。

火力発電所については、自社所有 2 基のうち、1 基は稼働しているが、あと 1 基は修理中である。レンタルの発電機 3 基が稼働中。メンテナンス期間を除き、17-20h、365 日稼働。メンテナンス期間は 10days/year。但し 5 年を経過した発電機については 2 ヶ月/year。電力需要が低下する夜間 3h、週末 6h は稼働を止めている。

新規導入予定の発電機は下記。

セントマリー島 (not interconnected)

現状キャパ 1,680kw (実キャパ 1,020kw) であるが、500kw を 2 基を導入予定。

トアマシナ発電所(interconnected)

1. 7.5MW 重油対応発電機 1 基 (Waltira 社製) を 2007 年 12 月 15 日に導入予定。
2. 1MW の発電機 2 基 (三菱電機製) を 2008 年 1 月に導入予定。

(26) 10月19日(金) / 環境省土地局 (DIREF) / 局長

Mr. Henri

BDF の推進はマダガスカルの発展にとって重要と考える。

土地所有権の獲得については、ポイントは下記 2 点。

1. 村長および村民と協議し、村民の benefit、利便性などの点も含め、両社が合意・納得を得ること。
2. 書類手続き

MAP においても、土地所有権については明記されている。

1. 村民との、同一観点からの協議。
2. Initiation

3 . Contract/Agreement (村長)

提案プロジェクトについては、栽培技術 Training 契約なども文書化されていると DIREF としてもサポートしやすい。

尚、Association of Villege プロジェクト(村民全員ではなく、村民の1グループと協議の上で行われるプロジェクト)であれば、Contract は必要ない。

2005年にイタリアのグループが Jatropha とサトウキビの栽培について村民に推奨し、一部の少数の村民が栽培を開始している。

(27) 10月22日(月) / トアマシナ港湾開発協会

Societe d'Exploitation du Port de Toamasina

Samuel Ranaivojaona

Christian Eddy Avellin

Randrianirina Laurent

現在、Aバース、Bバース、C1,C2,C3バースがある。

コンテナ船はC2またはC3バースに入港し、MICTSL社(フィリピン)により荷役が行われる。102,000コンテナ/年の扱い量だが、年率10%の勢いで扱い量が増加してきており、船混みが激しく、港の拡張が不可欠の状況となっている。

現在の拡張整備計画は、下記のとおり計画はあるが、資金面の手当てがまだ決定していない。

Aバース：水深5m 11mとし、200m延長する。

Bバース：260m延長し、延長部分はDynatecの専用バースとする。また、260m延長の更に先に延長部分を設けGalana社のタンカー専用バースとする。(2008年着工予定。)

C1バース：水深10m 12m。

C2バース：水深10m 12m。

C3バース：水深12m 14m。

C4バース：280m延長し、C4バース(新規)を設ける。水深14m。

尚、老朽化により、2004年に石油リファイナリーは停止して、現在サウジアラビア等から石油製品を全量輸入している。Bバースから5Kmの地下パイプラインを通じてStock-Tankにlandingされている。また、同じくBバース&パイプラインを利用して、内航船がStock-Tankから石油製品を積み込み、国内の主要港5か所へ運んでいる。

(28) 10月23日(火) / トアマシナ港湾開発協会

Societe d'Exploitation du Port de Toamasina / Coordonnateur

Mr. Jhonson Rakotonirina

C バースについては、250m 延長して C4 バースを造ること、C4 バースから折れ曲がる形で C5 バースを造ることが計画されている。フィリピンの MICTSL 社が管轄責任者であり、港湾は同社との間で 2005 年に契約を交わした。

C1, C2, C3 バースは一般コンテナ貨物の荷降ろし場所であり、Tiko 社や Suvone Tropical 社なども植物油の輸入荷降ろしに利用している。

B バースは Dynatec 社により 650m の延長が計画されている。(第一ステップは 350-360m の延長)

既存バースの裏手にも新規バース建設計画がある。クロムなどの輸出入。

国道 2 号線沿いの造成地は 250ha(個人所有部分を除き)あり、相談の話は中国企業等から多数来ているが、まだ実際に賃借が確定した土地はない。

土地賃借価格については、no idea であるが、例えば港湾のタンク設置場所については Tiko 社とは 1 Euro/m²/month で契約している。

国道 2 号線から Dynatec への送電線はすでにできあがっており、造成地に工場を建てるのであれば、送電線を引き込むことできるであろう。工業用電力=380V。

(29) 10 月 25 日 (木) / 運輸省/ 次官

Mr. Rabeson Tokiaritefy

マダガスカル道路、鉄道に関する現状および将来計画については MAP(Madagascar Action Plan) に沿って作成中で、現時点で纏まった書類はない。

鉄道については Ministry of Transport の管轄。

トアマシナ港開発についても Ministry of Transport の管轄。(JETRO が来年 F/S 調査に来ることになっている。)

道路の整備については Ministry of Public Works の管轄となっている。

鉄道は Consesional には政府管轄だが、Management はフランスおよび南アフリカの会社によって行われている。World Bank および Private Sector からの支援もあり、老朽化した鉄道の Rehabilitation を来年から行うこととなっている。

以上

添付資料 2 第 1 回委員会議事録

マダガスカル共和国におけるナンヨウアブラギリ由来の
バイオ燃料製造・販売事業 F S 調査 第 1 回委員会 議事要旨

1 日時

2007 年 9 月 25 日(火) 10:00 ~ 11:30

2. 議事要旨

冒頭、プロジェクトの概要を説明。

(1) 提案プロジェクトに関して

調査団：プランテーションは基本的に荒廃地・非森林地域・灌木地にて行う。また、集落隣接地や橋がないためブルドーザー等が入れないところは、ユーカリ植林には不適地としているが、住民は歩いて行って作物を植えている。

調査団：土地は国有だが登記がない。植えているところはその人の土地という慣習的利用が行われている。ゆくゆくは栽培地の登記をファシリテーションしていきたい。

調査団：ジャトロファ種子の購入は、農民と直接契約。トウモロコシも自分達の食用の残りを肥料袋に詰め、仲買人に売るシステムがあるので、同様のスキームを想定する。

調査団：植林不適地にジャトロファ植えられると考えられるが、降水量が多く気温も高い条件下で、油の含有量どのくらい見込まれるのか等は、文献調査を行わねばならない。砂浜などには植えない予定。

委員：ジャトロファ種子を輸入している分(プロジェクト開始後 3 年間の予定)については、CER を申請するのは難しいであろう。ミャンマーで栽培されているジャトロファも提案プロジェクト用の新規プランテーションだったら問題ないが、既存のものを持ってきてしまうと、その分ミャンマーで使用する予定だった分が減り、それを化石燃料が代替することとなると考えられるので。

委員：植林を含む排出系 CDM は、AR 程複雑ではないが、どこまで検討する必要があるのかのガイダンスが出来ていない。ガイダンスは半年から 1 年でできると思う。AR ほど難しくならないと思われる。

委員：輸送燃料に関しては、ブラジルが POA（活動プログラム）でやりたいという意向を示している。POA とは、プログラムにぶら下がる小さな活動を一つの CDM プロジェクトとすること。まだプロジェクトはないが、活動プログラム設計書（POADD）はできた。

（参考：POA について http://gec.jp/gec/gec.nsf/jp/Activities-CDM_and_JI-PoA ）

電球を電球型蛍光灯に交換するような、製品 CDM において、CPA（POA の下でのプロジェクト活動）は一つの電球を一つ交換すること、というのが理事会の共通認識。

委員：POA とバンドリングの違いは、バンドリングはプロジェクト実施者が一緒かどうか。また、バンドリングの場合、プロジェクトの開始時期がバラバラでも、クレジット期間はクレジット取得開始日から 10 年間（固定の場合）で、遅れて始まったプロジェクトは後ろが切れてしまう。POA の場合、各 CPA の開始時期がずれていてもそれぞれにつき 10 年間となる。また、バンドリングでは、後からプロジェクトを追加できないが、POA では CPA を追加していくことができる。

委員：提案プロジェクトは、BDF を作って利用するというプロジェクト。「BDF プラントを作る + 使う」というアクティビティを POA として、BDF プラントの建設（利用を含む）の横展開を POA にすることは出来ると思うが、使う部分（発電所）のみが複数では、POA とは出来ない。提案プロジェクトは、小規模 CDM の一つのプロジェクトということによいと思う。

委員：発電所側に CER をクレームしないことを約束させる必要がある。また、原料供給側（農民）との契約も必要。

(2) ナンヨウアブラギリの情報に関して

委員：現在、ナンヨウアブラギリの栽培に関する情報は錯綜しており、最適種の選定や最適栽培方法が確立されていないといえる。インドネシアにおいては既に 3 年分のデータがあり、一度関係者が集まり、情報の整理・総括を行おうという動きがある。

委員：インドネシアでは、レストランからの廃油は屋台、家庭で再利用されているが、衛生的観点から止めていこうという方針が示されている。インドネシア料理は大量の油を使用するので、廃油を回収して BDF を製造する CDM 事業の可能性もあるであろう。

(3) ジャトロファ以外の可能性

調査団：提案プロジェクトでジャトロファを選択した理由は、乾燥地でも育つ、王子のユーカリ植林地の間にスポットで植えられる、食糧と競合しない。パームは、植林と同じかそれ以上に集約的にコスト掛けないとできないので、マダガスカルでは無理。

委員：ヒマワリは1年で種が収穫出来るのはメリット。ひまわりにも色々な種類があり、寒冷地でも栽培可能な種もある。タイにおいてはヒマワリ BDF プロジェクトが進められている。一面のヒマワリ畑は観光資源にもなる。ジャトロファとの混合利用の可能性もあるのではないか。

(4) 副生物

調査団：グリセリンは、エポキシ樹脂の原料となる化学物質にするために、EU やアジアへの輸出を想定している。

委員：輸出した場合、グリセリンからの GHG 排出のカウントが難しいのではないか。輸送燃料の場合は、副生物は全量燃えたと仮定して計算をしている。もともとの植物に含まれているカーボンはどこへいったのかが問題。BDF に移ったのか、グリセリンに移ったのか。メタノールから製造されているので、グリセリンはカーボンニュートラルにはならない。

委員：メタノールの製造に係る排出は、小規模ではそこまでカウントしなくていいと思う。それより肥料の方が大きい。有機肥料はまだいいが、化学的な窒素肥料は製造段階での GHG 排出が結構ある。LCA で見ると1-2割。但し、近年はアンモニアプラントの CDM が進んでおり、そういうところから買うというのも一つの方法。ちなみに AR ではダイレクトエミッションのみなので、肥料の製造に係る GHG 排出はカウント不要となっている。

以上

添付資料3 第2回委員会議事録

マダガスカル共和国におけるナンヨウアブラギリ由来の
バイオ燃料製造・販売事業 F S 調査 第 2 回委員会 議事要旨

1 日時

2008 年 3 月 3 日(月) 16:00 ~ 17:30

2. 議事要旨

(1) ジャトロファに関する世界動向

委員：インドネシアでは、ジャワ島スカブミ（年降水量 4600mm 程度の湿地帯）、中部（半乾燥地域）、東部（乾燥地域）の 3 箇所で、ジャトロファの優良原木の選定のための栽培実験を行っており、スカブミが最も進んでいて 2 年半が経っている。

委員：ジャトロファに関する情報は錯綜している状況。本年インドネシアの大学で、バイオ燃料に関するインドネシアのキーパーソン 4,5 名と東京大学のチームが集結して情報の整理を行う予定。

委員：インドネシアにおける栽培品種は Curcas。Curcas の中でも 5 品種あり、BDF 製造原料として、油含有量が最も高い Curcas について栽培試験が行われている。

調査団：マダガスカルにおける本プロジェクトでも、SILO（苗畑）で購入した種子を、条件の異なる 2 ヶ所で試験的に栽培開始したので、今後栽培データを取っていく予定である。

調査団：2008 年 2 月 15 日に UNID と外務省の共催で国際シンポジウム「アフリカにおける持続可能な開発のための環境とエネルギー（バイオ・ディーゼル）」が開催された。シンポジウムのテーマの全てがナンヨウアブラギリに関する話であった。タンザニア、マリで栽培が開始されたとのことである。マダガスカルでは GEM Biofuel 社が南西部で栽培を実施しているが、同社の狙いはナンヨウアブラギリ油をヨーロッパ等へ輸出することにある。農民の納得を得て、協力しながら栽培面積を拡大していくことが最も重要なポイントとの話であった。5 月の TICAD（アフリカ開発会議）を控え、ナンヨウアブラギリも一つのテーマとなる可能性があるだろう。

(2) バイオ燃料 CDM に関する動向

委員：Meth31 で AM0047（既存のバイオ燃料方法論）について議論された。議論された改定事項は、「Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin and/or oil from oilseeds for use as fuel」。バイオ燃料の消費については相変わらず限定的だが、バイオ燃料の原料については、廃油に加え、waste fats と oil from oilseeds まで広がりつつある。議論の進行状況は、「Work in Progress」で、理事会からパネルに対して課題が示されている。AR ほど厳しくなくとも、プランテーションにおいて出てくる問題は解決していかなばならない。また発生する副生物をどう扱うかについても議論されている。バイオ燃料の CDM 事業は承認に向けて少しずつ動いている状況である。

委員：廃食油 BDF プロジェクトをやりたいという、インドネシアの大学がある。しかし、プラントを稼働させるのに原料が不十分だと予測されるため、廃食油に加えてジャトロファ油やヒマワリ油を混ぜるといった案も検討されている。

調査団：本プロジェクトは発電燃料の代替だが、本調査結果の CER 量では、\$15/ton-CER でも、IRR を 0.6%しか向上させることができない。余剰分の BDF を特定の運送業者に販売し、バイオ燃料 CDM プロジェクトとして CER を獲得することも今後の検討課題である。

(3) ODA 事業と CDM 事業

調査団：ODA 事業でも CDM 事業として認められるケースがでてきているようだが、理論的な整理はされているのか。

委員：CDM の事業資金は ODA の流用であってはならないという決まりがあり、どんな ODA でも認められるというわけではない。しかし、流用であるかどうかという判断は誰がするのかは明記されていない。ホスト国ときちんと話をしておくことが必要であろう。ODA 案件を CDM 事業化する場合、初めから CDM 事業化を前提としてプロジェクトを進めたというエビデンスを残しておくことが必要である。

以上