

第5章 風力・太陽光発電の現状と課題

5-1 政策概要

5-1-1 再生可能エネルギー法

モザンビークの大部分は薪炭のバイオマスに依存している。また、車両や重機が普及していないことにより、動物、及び人力が特に農村社会を支える重要な動力（エネルギー）となり、モザンビークの社会経済を支えている。モザンビークには多様な資源の開発ポテンシャルが存在するといわれるが、現在までのところ、その定量的な可能性調査は十分に行われていない状況である。

このようななかモザンビーク政府は、エネルギー安全保障、気候変動、金融リスクなどの諸事情に対して、エネルギー源の多様化の重要性を認識し、その一環として、新エネルギー・再生可能エネルギーの推進政策を明確化し再生可能エネルギー法を2009年6月に制定した。同法のなかでは再生可能エネルギー政策の目的と推進すべき取り組みを掲げている。

【再生可能エネルギー】

①人力・動物を動力とするエネルギー、②バイオマス、③太陽光、④風力発電、⑤水力発電、⑥海洋発電、⑦地熱（温泉）

※ハイブリッド型の混合利用も含む

【新エネルギー/再生エネルギー推進政策の目的】

- ・ 良質で低価格なエネルギー供給（特に農村部の貧困層が利用可能な料金帯）
- ・ 地域的、国家的なエネルギー安全保障の強化
- ・ 地域的、グローバル的な環境の負荷削減
- ・ サブセクターの技術発展支援、及び競争性のある市場形成
- ・ 雇用促進、貧困撲滅、ミレニアム開発目標への貢献

【主要な取り組み】

- ・ 既存の再生可能エネルギーの効率的利用
- ・ 近代的なエネルギー形態へのアクセス促進
- ・ サブセクターへの投資への有効なプラットフォームの形成
- ・ モザンビーク国内のエネルギー需要への対応（特に農村部）

また、同政策のなかでは、再生可能エネルギーの推進にあたっては、貧困削減、他のセクターの政策（天然資源と経済資源、水・土・森・野生動物・環境、化石燃料と工業のエネルギー源）などとの整合を重視することが明記されている。さらに、基本概念として、経済効率、均等性、持続可能性を担保し、エネルギーの平等で持続的な利用をめざすとしている。

5-1-2 エネルギー戦略計画における風力/太陽光発電の位置づけ

エネルギー省（ME）は2009～2013年までのエネルギー戦略計画のなかで、風力/太陽光発電の利活用促進に関して以下の戦略を有している。

(1) 太陽光発電

太陽光発電に関しては、オフグリッドの地域に対して、電灯、水供給、テレビ、ラジオ、冷蔵庫等の基礎的なニーズに対する電力供給を行うことを目標としており、主に以下の取り組みを推進することを掲げている。

- ・ へき地のコミュニティにおける太陽光技術の普及、及び技術革新による大幅なコストダウン
- ・ 環境保全に関するトレーニングプログラムやスタディーツアー、ワークショップなどの実施により、類似プロジェクトで得られたノウハウの共有や技術紹介を行い、地域内でのマネジメント能力やシステムのオペレーションに関する能力強化

なお、太陽熱利用分野においては、太陽熱利用システム〔Thermal Solar Systems (TSS) programme〕を、EdM の利用者を主なターゲットとして電力温水装置の代替技術として Maputo、Matola、Beira、Tete、Nampula、Pemba において促進を図ることを目標としている。さらに、TSS を推進するための法制度整備も同時に行うとともに、エネルギー基金 (FUNAE) が同プログラムを実施することにより、温室効果ガス削減による炭素クレジットの獲得が可能となるような環境整備も行うとしている。また TSS の推進にあたっては、大学などの研究機関との連携の重要性についても言及している。

表 5 - 1 エネルギー戦略計画（太陽光分野）

事業名	対象サイト	実施内容	推定費用 (百万ドル)	2013年ま での目標
太陽光 発電	Niassa 州 (Postos Administrativos de Msawize Mavago district; Matondovela -Mecula, Nacumua and Metarica's districts)	太陽光発電シス テムの導入	0.45	農村世帯の 5%による太 陽光発電利 用
太陽光 発電	Nampula 州 (Localidades of Muita and Meti -Lalaua district, and Aúbe - Angoche district)	太陽光発電シス テムの導入	0.45	農村世帯の 5%による太 陽光発電利 用
太陽光 発電	Tete 州 (Localidades of Muze - Zumbo district, Malowena - Angónia district and Vila Mualádz i - Chifunde district)	太陽光発電シス テムの導入	0.45	農村世帯の 5%による太 陽光発電利 用
太陽光 発電	Manica 州 (Localidades of Mavonde -Manica district, Mungari -Guro district)	太陽光発電シス テムの導入	0.30	農村世帯の 5%による太 陽光発電利 用
太陽光 発電	Sofala 州 (Localidades of Marínguè -Marínguè district, CasaBanana, Púnguè e Cudzo - Gorongosa district)	太陽光発電シス テムの導入	0.60	農村世帯の 5%による太 陽光発電利 用
太陽光 発電	Inhambane 州 (Localidade of Unguana-Massinga district, Maluvane village -Govuro district)	太陽光発電シス テムの導入	0.30	農村世帯の 5%による太 陽光発電利 用
太陽光 発電	Gaza 州 (Localidades of Chibondzane - Manjacaze district, Godide, Alto Changana and Maqueze -Chibuto district, Tlavene and Localidade of Tinzanwene -Mabalane district , Mucatine Village - Massingir district)	太陽光発電シス テムの導入	0.90	農村世帯の 5%による太 陽光発電利 用
太陽熱 導入事 業	州、及び district の中心地	太陽熱温水装置 による電力温水 装置の代替	120.00	電力温水装 置を利用す る世帯の 40%太陽熱 温水装置で 代替
国内産 業の基 盤促進 事業	Maputo, Matola and Beira	太陽熱利用装置 と技術に関する 民間セクターの 参加促進	5.00	国内企業3社 の育成

出所：Energy Strategic Plan, Ministry of Energy (2009-2013)

(2) 風力発電

風力発電に関しては、風況調査や法的枠組みの構築などプロジェクト推進のための基礎インフラの構築を主として、以下の取り組みを推進することを掲げている。

- ・ 多様な地域における風力発電ポテンシャルマッピングを完了し、技術的、経済的に適切な風力発電サイトの選定
- ・ 風況調査に関連する機器の取り扱いが可能な機関（空港や携帯電話会社など）との協力体制の確立
- ・ 独立電源事業者に関するライセンスやグリッド接続に関する売電価格体系などの具体的な法的枠組みの構築
- ・ パイロットプロジェクトの評価と、当該地域での波及活動の促進

表 5-2 エネルギー戦略計画（風力発電分野）

事業名	対象サイト	実施内容	推定費用 (百万ドル)	2013年までの目標
風力資源マッピング	沿岸部と内陸高地	風速、風特性を通年測定するためのタワー20機導入	1.0	関連データを含む、風力開発に適した風況マッピング
風力発電装置と技術に関する国内産業の基盤開発	Maputo, Matola and Beira	民間セクターの参加促進	5.0	国内企業3社による風力発電システム生産
給水システム	全国	地方政府によって特定されたコミュニティへの給水システム導入	4.0	500カ所の給水システム
風力発電（Wind Power's farm）パイロット事業	南部	風力発電所の試験的導入に最も適した地域の特定	12.0	10 MW 風力発電パークの完成

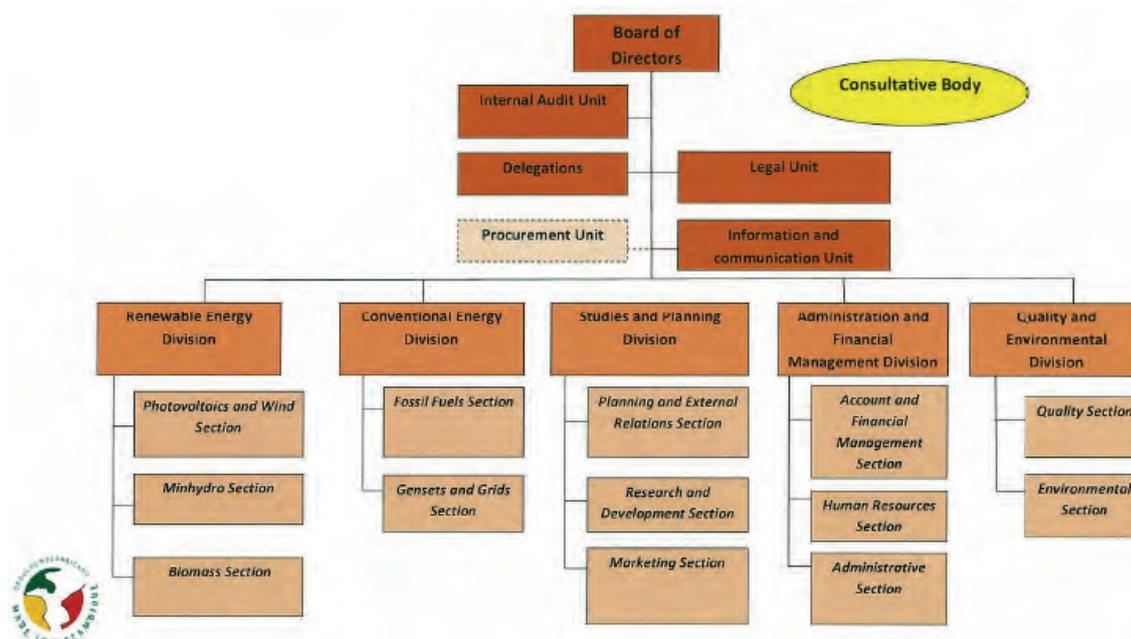
出所：Energy Strategic Plan, Ministry of Energy（2009-2013）

5-2 関連組織概要

風力・太陽光発電プロジェクトの推進活動は、MEの政策に基づき、FUNAEが実施機関としての役割を一手に担っている。FUNAEは1997年に省令No.24（1997/11/22）により、以下の活動に対して財政的な支援を行う基金として発足し、「農村部における代替エネルギーの普及と促進」を推進する機関として、太陽光、発電グループ、水力、空気ポンプ（家庭/農家への水供給）バイオマス、バイオ燃料、及びそのためのサービスステーションの建設をターゲットに、以下の分野において活動を行っている。

- ・ 都市、及び農村地域における低コストエネルギーサービスを拡大し得るエネルギーの開発、生産、及び利用

- エネルギー資源の保全、及び合理的で持続可能な管理の促進



出所：FUNAE 提供資料

図 5 - 1 エネルギー基金（FUNAE）組織図

5 - 3 風力・太陽光発電の利用に関する現状

5 - 3 - 1 再生可能エネルギー事業の実施状況

再生可能エネルギーの現状としては、特に太陽光システムを中心に幅広くパイロットプロジェクトや実証事業が実施されている。

(1) 太陽光発電

モザンビーク、特に農村地帯では、太陽光が最も活用されている再生可能エネルギー源である。モザンビーク政府は ME 管轄の機関である FUNAE を通して、保健施設や学校などの公共施設や地域経済を活性化させる商業センターなどを対象に農村地帯のソーラーパネルを利用した太陽光電化プロジェクトを推進している。優先度が最も高いとされる需要先は保健施設（クリニック/病院）と学校であり、既に全国各 300 ヶ所ずつの施設に太陽光パネルが設置されている。

また、モザンビークは現地生産や安価な技術の導入によるコスト削減も重要視している。FUNAE によると、インドの CEL 社（Central Electronics Limited）とモザンビークで太陽光パネル工場建設に関する合意文書を最近締結したが、現段階では具体的なプロジェクトの構想には到っていないということであった。

モザンビークの太陽光発電ポテンシャルは世界平均の $5.7\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日}$ に対して、最低水準の Lichinga（Niassa 州）でも平均 $5.2\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日}$ 、最高水準の Pemba（Cabo Delgado 州）、及び Maniquenique（Manica 州都 Chimoio）では $6.0\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日}$ という結果が得られており、太陽光発電ポテンシャルを十分有する水準にあることが明らかとなっている。

一方、電力グリッドがない無電化地域において、太陽光発電のニーズは高いが、現在ま

で十分なポテンシャル調査は実施されておらず、導入ポテンシャルの全容は明らかとなっていない。

(2) 風力発電

モザンビークにおいて風力発電開発は、水力や太陽光に比べて遅れているといえるが、風力のポテンシャルとその有効性に対する認識の高まりとともに急速に検討が進み始めている。ポテンシャルに対する評価はまだ行われていないが、Tofinho 地域 (Inhambane 州)、Ponta d' Ouro (Maputo 州) など、数箇所で風況調査が行われている。海拔 30m の沿岸地域の風況調査では 6.8m/s の風速が得られ、十分に風力発電のポテンシャルがあると認識されている。一方、水汲み上げポンプに必要な電力量の発電には最低 3.0m/s の風速が必要といわれるが、内陸地域ではこの水準に達さないという結果も得られた。しかし、内陸地域であっても河川や湖の周辺では 4.0m/s に達することもある (Niassa 湖以外)。

具体的なプロジェクトとしては、2009 年 8 月より南アフリカ共和国資本の民間のイニシアティブ (ESCOM 社) により Praia da Rocha (Inhambane 州) に 300kW の風力発電設備を設置、稼働を開始している²。エンジニアリングは南アフリカ共和国企業である Palmtree Power 社が担った。FUNAE によると、同プロジェクトでは、発電した電力を地下に埋設されたケーブルを通じて、風車から 50m 程度の位置に設置された変電施設に送電し、そこからグリッド網、及び同社経営のリゾート施設へ供給する計画であるという (リゾート地は当該設備に近接するが、海に面する丘の向こう側に位置するため写真撮影はできなかった)。

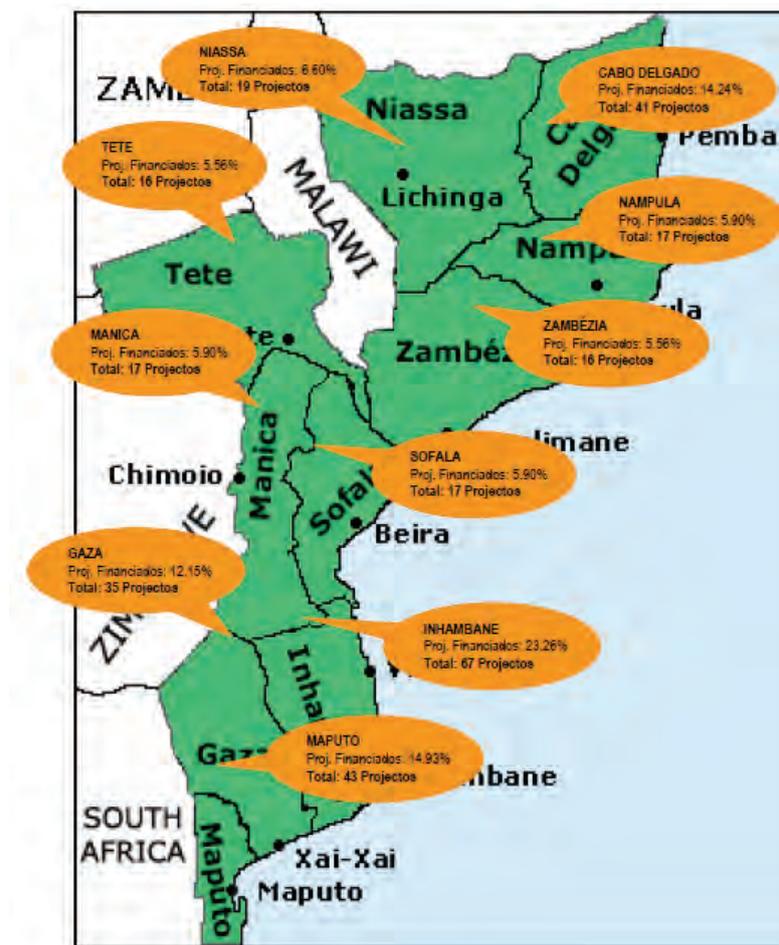
² 現地調査 (2009/10/8) の際には風の強度はかなり強かったが発電機は稼働していなかった。



写真 5 - 1 Rocha 海岸付近に設置された 300kW の風力発電設備 (1)



写真 5 - 2 Rocha 海岸付近に設置された 300kW の風力発電設備 (2)



出所：Realizacoes do Sector de Energia (2005-2008)

図5-2 各州における再生可能エネルギープロジェクト分布状況 (2005-2008)

5-3-2 無電化地域の現状

本調査では、Inhambane州に位置する2カ所の無電化地域コミュニティ(Massinga district 及び Jangamo District)にて現地調査を実施した。両地域はFUNAEによって、風力・太陽光プロジェクトのポテンシャルサイトとして特定されている地域である。現地調査では、最も電化のニーズの高いクリニックを中心として、近隣住民に対しても聞き取りを行った。

(1) 電化ニーズ

モザンビークでは、いまだ86%が無電化地域であり、特に医療現場、教育現場などの公共施設における電力ニーズは極めて高い。FUNAEによると、最も電化ニーズの高い施設は保健施設(クリニック/病院)と学校であり、これは今回の現地調査で得られた情報と一致した。本調査で実施した現地調査で把握した現場での電力ニーズを以下に述べる。

① 夜間の診察

太陽光パネルが導入される以前は、出産に対しても、ろうそくやランプでの対応となり、妊婦の死亡率が高かったという。聞き取りを行ったクリニックの技師によると、蛍光灯による照明は夜間診療時の医療技術を向上させるだけでなく、待合所の治安も向上

させるとのことであった。

② 薬品の貯蔵

今回現地調査を実施したクリニックでは両者ともに数年前に設置された小規模の太陽光パネルが稼働していた。クリニックにとってワクチンなどの薬品の保管のためには電力は不可欠であるが、聞き取り調査では太陽光パネルの設置以前には、ディーゼル発電機などで発電するといった措置は取られておらず、電気がないために薬品の冷蔵保管ができなかったとのことであった。医療現場において極めて重要なニーズであるといえる。

③ 夜間学校

長期間の内戦からいまだ復興の途上にあるモザンビークは、国連開発計画（UNDP）による人間開発指数が 177 ヲ国中 172 位に位置づけられており、国の将来にとって教育が極めて重要である。夜間学校は教室数不足による待機児童に対するサービスと、就学経験のない成人に対するサービスの両者のニーズが存在するようであった。特に日中労働に従事しなくてはならない成人、あるいは日中労働に従事しなくてはならない児童にとって夜間学校の重要性が感じられた。

このほかにも、井戸のポンプや、各家庭の食料保存のための冷蔵庫、また販売用の農産物の保存（による付加価値向上）などの電力ニーズが聞かれた。同診療所で診察できない場合、マシंगाにあるセンターに電話をし、救急車で迎えに来てもらう必要があるが、道が悪いため車両で片道 1 時間半かかる。一方、Jangamo のクリニックは、幹線道路から離れていることから流通網からほとんど隔絶されており、さらに携帯電話が通じていないために地域外への通信手段がなく、地域内のクリニックのみが唯一の医療機関であった。

このようなへき地における電化ニーズは極めて高いことを FUNAE も認識しており、全国の州政府に対して再生可能エネルギーによる電化ポテンシャル地域の選定調査を実施し、ポテンシャルサイトの特定に取り組んでいる。FUNAE からの質問票は、州政府から District 政府に送付され、District レベルで把握しているニーズの高い地域が FUNAE に報告されるシステムをとっている。



写真 5 - 3 屋根に太陽光パネル（Jangamo District 無電化地域クリニック）



写真 5 - 4 診察室内灯（Jangamo District 無電化地域クリニック）



写真 5 - 5 太陽光パネルと野外灯/敷地内井戸 (Massinga Nhachengue 無電化地域)

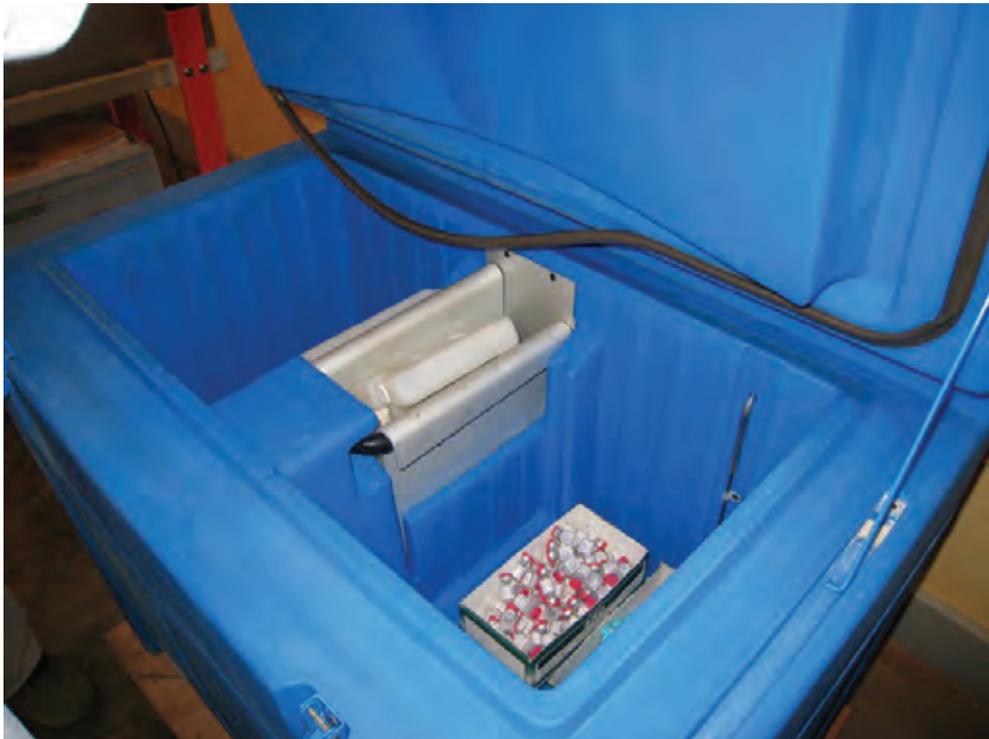


写真 5 - 6 ワクチン保冷庫 (Massinga Nhachengue 無電化地域)



写真5-7 クリニック敷地内待合室 (Massinga Nhachengue 無電化地域)



写真5-8 学校 (Massinga Nhachengue 無電化地域)



写真 5－9 学校の独身教員住宅（Massinga Nhachengue 無電化地域）

(2) 維持管理体制/盗難対策

太陽光パネルなど目立つ設備を新たに導入する際には、盗難リスクは避けられない課題のひとつである。見学した Massinga のクリニックには、小規模の太陽光パネルが 2007 年のデンマーク国際開発事業団（DANIDA）の資金的支援により設置され、現在、薬品保管用冷蔵庫、夜間の室内・野外電灯用電源として 220W が利用されている。このような地域において、治療に必要な薬品保管用冷蔵庫の安定的な運転は生命線ともいえる重要な役割を担っている。盗難されてクリニックがその重要な機能を失うことのないよう、FUNAE は住民による管理委員会を設置し、定期的にパトロールを行うなどの対策、及び住民への啓発活動により、盗難防止をめざしている。なお、同地域においても過去に 1 度盗難が生じたが、その後、住民によるパトロールにより、無事奪還したとのことであった。

[Massinga の管理委員会]

- ・ 住民から選ばれた 5 名で構成（委員長含む）され、委員長は当該コミュニティの長が行うことになっている。事務的な手続きを行う事務担当、クリニックの技師、隣接する学校の教師、公務員で構成される。また住民（受益者）からは少額（100MT/月）の料金を徴収している。
- ・ 管理委員会の定期的な活動は、清掃、及び料金徴収である。また、盗難防止のために、委員会が住民に対して同システムの地域にとっての重要性に関する啓発活動を行っているとのこと。
- ・ 毎日 18 時～明朝まで 2 名が弓矢と笛を携帯してパトロールを行っている。太陽光パネルに関してはこれまでに一度盗難事件があったが、パトロール隊が犯人を特定し、無事奪還した。

- ・ パトロール隊のほかに、警察が地域内に配備されているため、笛を鳴らすことにより、住民や警察の援護を受けることができる。

[FUNAE の提唱する管理委員会]

太陽光パネルなどの電化に必要な新しい機器を適切に管理/運転し、盗難予防を行うために、FUNAE は、機器の管理責任を担う管理委員会の設置を推奨している。同管理委員会は、住民から少額の会費を回収し、これを原資に機器の維持管理を行う。委員会は回収した会費の 10～15%のみを使用し、残りの金額を銀行預金として積み立て、将来的なバッテリー更新費用やプロジェクトの拡大などの必要経費に充てることとしている。

5-3-3 FUNAE による無電化地域の再生可能エネルギー導入計画

2010～2014 年の 5 年間で FUNAE は、学校 1,400 カ所と、クリニック 1,000 カ所に対して太陽光発電システムの導入と、105 村の電化を目標としている。学校及びクリニックの電化にかかる費用総額は 2,050 万米ドルであり、これらのプロジェクト実施による受益者数は 140 万人を見込んでいる。105 村の電化のためには、1,225 万米ドルを要し、25 万 6,000 人の受益者が見込まれる。

表 5-3 FUNAE による太陽光発電プロジェクト計画 (2010～2014)

州	学校	クリニック/病院	コスト (百万米ドル)
Cabo Delgado	250	250	4.25
Niassa	225	250	4.04
Inhambane	200	200	3.41
Manica	200	200	3.41
Tete	225	50	2.38
Sofala	150	25	1.52
Gaza	150	25	1.52
合計	1,400	1,000	20.53

出所：Strategic Plan 2010-2014, FUNAE

表5-4 FUNAEによる農村電化プロジェクト計画（2010～2014）

州	プロジェクト数	コスト（百万米ドル）	想定受益者数
Cabo Delgado	15	1.75	-
Niassa	15	1.75	-
Inhambane	14	1.63	-
Manica	14	1.63	-
Tete	9	1.05	-
Sofala	9	1.05	-
Gaza	9	1.05	-
Nampula	10	1.17	-
Zambézia	10	1.17	-
合計	105	12.25	256,000

出所：Strategic Plan 2010-2014, FUNAE

5-4 課題

(1) 導入設備の適切な運営管理体制の確立

導入した設備を盗難や故障により利用不可能な状態にしないためには、FUNAE が提唱している管理委員会のような受益者自身が自立的に設備の管理を行うためのしくみづくりが重要であり、そのための人材育成の取り組みが求められるといえる。

(2) 新エネ・再エネ供給システムの改善

モザンビークでは、国民の大部分は貧困層であるため、主に薪炭バイオマス、人力、動物的エネルギーに依存しているが、エネルギーニーズに十分応えられている環境にない。また、近代的なエネルギーシステムの恩恵を受けている国民はごく一部に限定されている。モザンビークの国民の生活の質の向上のためには、地域の文化、慣習に配慮しながら、従来の伝統的なエネルギー源を近代的な再生可能エネルギーに代替すること、及び、より有効で持続的なエネルギーシステムの導入によりエネルギーシステムの多様化を図ることが、モザンビーク政府に課された課題といえる。

(3) 小規模・大規模需要への対応

農村地域の主なエネルギー需要は、各家庭の調理用燃料であり、現状では、女性や子どもが労力を費やし運搬する森林バイオマスが最も一般的に用いられている。一方、都市部のエネルギー需要は、産業型の大規模のものであり、多様な液体燃料や公共機関により供給される電力が利用されている。

再生可能エネルギーの推進には、小規模需要に対しては、バイオマス用の調理オーブンや、小規模太陽光システム、水汲み上げや小麦などをすりつぶすための風力などが想定される一方で、大規模需要に対しては、グリッドに電力供給が可能な大規模太陽光発電センターやガソリンやディーゼルの消費を軽減するバイオ燃料などが想定され、規模、用途に応じて、必要となる機材、インフラは異なる。今後、モザンビーク政府の優先度の高い分野に対して、

どのような技術の組み合わせが望ましいのかについての技術支援も求められると考えられる。

(4) 再生可能エネルギーポテンシャルの定量評価

再生可能エネルギー法では、今後、より効果的、適切に再生可能エネルギーの推進を図るには、以下の項目に対する定量評価を行う必要があるとしている。

- ・ 森林廃棄物等の有機廃棄物のポテンシャルの定量評価
- ・ 木材バイオマス、風力、エネルギー作物、小規模水力発電、海洋エネルギー調査、地熱調査のポテンシャルとそのマッピング
- ・ 森林保全活動の導入開発
- ・ エネルギー向けの成長の早い品種の栽培を促進

(5) インセンティブ制度の設定

再生可能エネルギー事業の初期コストを勘案すると、現状では、森林バイオマスエネルギーから再生可能エネルギー利用への転換に関して経済的インセンティブが担保されにくい状況にあることから、再生可能エネルギー事業者への支援策として、再生可能エネルギー法では、優遇金利や基金の創設、特別な融資制度、環境対策技術に対する輸入税免除などの措置、国内における関連機器の生産を推進するような税金や援助、支援金の促進、免税地域の設定などの検討の必要性が示されている。

(6) クリーン開発メカニズム（CDM）の有効活用

国際的な取り組みが活発化する気候変動（京都議定書）についても考慮し、温室効果ガス削減による炭素クレジットの獲得がエネルギーセクター戦略のなかでも言及されている。

第6章 バイオマスの現状と課題

今回の調査においては、バイオマス資源のなかでも特にバイオディーゼル（B.D.F）、及びその生産のための原料作物であるジャトロファ（*Jatropha curcas* L.）を中心に調査を行った。

6-1 政策概要

モザンビーク政府は太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギー導入をエネルギー戦略に掲げており、民間セクターの参画を推進している。「国家エネルギー戦略」のなかでは、バイオマス利用戦略として以下が掲げられている。

- ① 薪使用量の暫減と高効率ストーブの導入
- ② 森林資源の持続可能な管理と植林の推進
- ③ 農業事業の推進

エタノール、及びバイオディーゼルなどの液体燃料を除くバイオマス燃料に関しては、「再生可能エネルギー政策」にて規定されており、液体燃料については2009年5月に可決された閣僚評議会決議第22/2009号が「バイオ燃料政策、及び戦略」にて規定されている。

6-1-1 バイオ燃料政策及び戦略

「バイオ燃料政策及び戦略」は、2007年に実施された「ベース・スタディ」の結果に基づき策定されている。ベース・スタディが行われた背景には（1）エネルギー安全保障、持続可能な社会経済開発、温室効果ガスの削減、（2）国際原油市場のボラティリティ対策、輸入化石燃料への依存度、及び輸入支出の低減という基本事項があった。

バイオ燃料政策、及び戦略を策定し、バイオ燃料の生産及び使用を選択するに及んだ期待として次のものがあげられている。

- ① 国際貿易収支の改善
- ② 農村部における雇用の創出
- ③ 他の食用栽培も可能にするような農業開発モデルの確立
- ④ 港・鉄道・道路・パイプラインなどのインフラの整備
- ⑤ 国内消費、及び輸出を見据えた大規模なバイオ燃料生産
- ⑥ 南部アフリカ開発共同体の地域市場がもたらすビジネス機会の活用
- ⑦ 大統領が、自ら「ジャトロファ栽培キャンペーン」を牽引したことからも証明される現政権の当政策に対する強いコミットメントを活用する
- ⑧ 農民に対し、単なる原料供給者から付加価値のある製品を輸出する生産者になる機会を与える
- ⑨ 研究拠点の整備

指導原則として次の6つがあげられている。

- ・ 「社会一体性」
- ・ 「透明性」
- ・ 「環境社会保護」
- ・ 「漸次性」
- ・ 「税制面での持続性」

・ 「イノベーション」

政策の柱として以下のものがあげられている。

- －国内バイオ燃料市場の短期間での育成
- －農地利用指定に従った生物多様性を保全し持続可能な農業モデルの確立
- －バイオ燃料の混合の段階的導入
- －「バイオ燃料開発国家プログラム（PNDB）」に關係する機関の技能向上

戦略の柱として以下のものがあげられている。

- －PNDB を設立し、バイオ燃料セクターの活動や促進プロジェクトへの資金援助を行う。
- －「国家バイオ燃料委員会（CNB）」を創設し、当戦略導入の監督にあてる。
- －国内バイオ燃料市場の育成にあたり、「再生可能燃料規格（NCR）」を導入し、現行の燃料調達メカニズムの一環である「バイオ燃料買取りプログラム（PCB）」と連動させることで需要を創出する。
- －国内バイオ燃料価格設定に際しては国際市場価格が反映されるべきである。
- －バイオ燃料政策は南部アフリカ開発共同体の枠組みと協調することが望ましい
- －燃料税（TSC）は重要な財源であるため、バイオ燃料に対しても非課税は想定されない。
- －国立品質研究院（INNOQ）は、PCB の応札者に求められる認証プロセスの判断基準となる国家規格を定める。
- －バイオ燃料の生産地は、政府が農地利用指定を基に地域指定を行い、これらの指定地に限定される。

「ベース・スタディ」において数十種類の栽培種の評価を行い、その後、ジャトロファ、ココナツ、ヒマワリ、大豆、ピーナツを詳細検討した結果、モザンビークにおいてバイオ燃料の原料として適しているとされたのはジャトロファ、及びココナツであったことが記されている。

PNDB における優先項目として、以下のものもあげられている。

- －バイオ燃料小規模生産プロジェクトの実施
- －バイオ燃料の品質確認、及び認証のための研究施設
- －原料の供給力を高めるために在来種の研究を含めた新しい栽培種の研究、及び栽培技術の開発

6-1-2 農業省によるランドマッピング

以下に述べる農業省主導のランドマッピングが、2-1-2 で述べた政府の農地利用指定と一致しているか否かは未確認である。バイオ燃料の場合、原料となる作物を育成する必要があるが、農業省は、トウモロコシ、キャッサバ、サトウキビ、ジャトロファなど商品作物と燃料作物について、ランドマッピングを行い、事業に可能な面積を算出している。ランドマッピングの際のパラメーターとしては、土壌・気象・森林・土地のコンセッション・保護区・水域湿原保護区・居住域・耕作域などのデータが反映されている。ジャトロファについては、灌漑を行う場合と灌漑を行わない場合、及び小規模農家が焼畑を行い年ごとに耕作地を転々とするすべての範囲を保護地域に含める場合（表のシナリオ2）と含めない場合（表のシナリオ1）の、それぞれのシナリオで検討している。小規模農家が焼畑を行い年ごとに耕作地を転々とするすべての範囲を保護地域とし（表のシナリオ2）、かつ灌漑を用いない場合、329万4,000haのジャトロ

ファ栽培の「比較的適」とされる土地がある。ここで、「適地」があるのは灌漑導入した場合のみである。なお、シナリオ1の前提は、政府が、小規模農民が焼畑ではなく定着農業ができるように肥料の配布や資金支援、技術指導などの政策が確立実施された場合のシナリオとされている。従って、現段階においてはシナリオ2に基づき土地利用を考慮すべきである。また、当該地図は、100万分の1スケールで作成されており、全体の傾向を知るには大変有益であるが、実際の土地利用計画づくりに際しては、現場に足を運び確認を行うことが必須である。

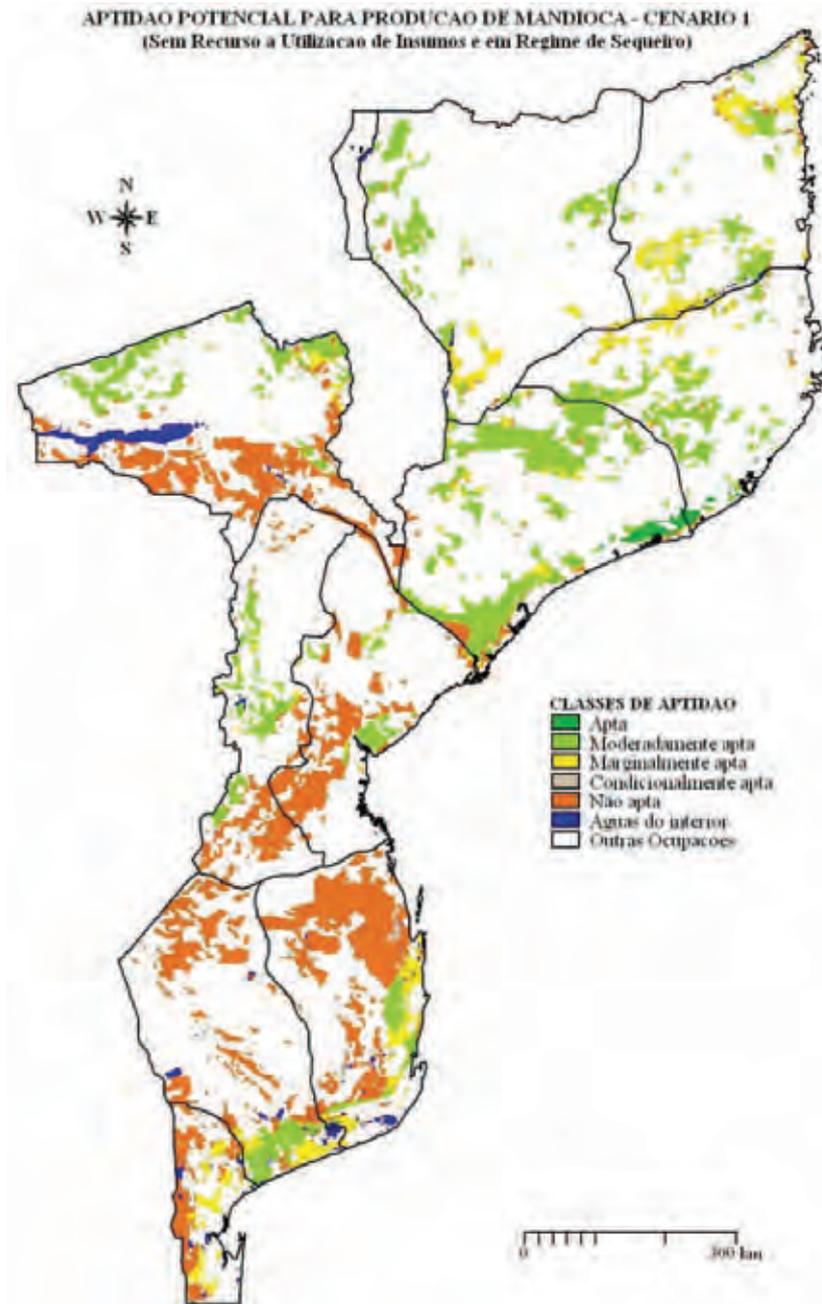
表6-1 ジャトロファ栽培適地面積（灌漑非導入の場合）

州	シナリオ1 適地 (000ha)				シナリオ2 適地 (000ha)			
	適地	比較的適	限界	不適	適地	比較的適	限界	不適
Cabo Delgado	0.0	944.4	366.0	114.8	0.0	278.0	31.2	38.8
Niassa	0.0	564.4	547.6	81.2	0.0	385.6	356.0	52.4
Nampula	0.0	1,138.0	216.0	86.4	0.0	415.2	39.6	24.8
Zambezia	0.0	1,554.0	1,141.2	232.4	0.0	748.0	309.6	114.8
Tete	0.0	860.4	1,352.8	756.0	0.0	570.0	1,115.6	700.8
Manica	0.0	378.8	695.6	359.6	0.0	72.4	302.8	198.8
Sofala	0.0	367.2	885.2	285.2	0.0	270.0	591.6	271.6
Inhambane	0.0	754.0	495.2	1,830.4	0.0	525.6	422.4	1,436.4
Gaza	0.0	26.4	451.6	1,491.2	0.0	26.0	352.4	1,459.6
Maputo	0.0	3.2	100.8	834.8	0.0	3.2	98.8	743.2
Total	0.0	6,591	6,252	6,072	0.0	3,294	3,620	5,041
Grand Total		18,914.8			11,955.2			

出所：ZONEAMENTO AGRARIO DE MOCAMBOQUE

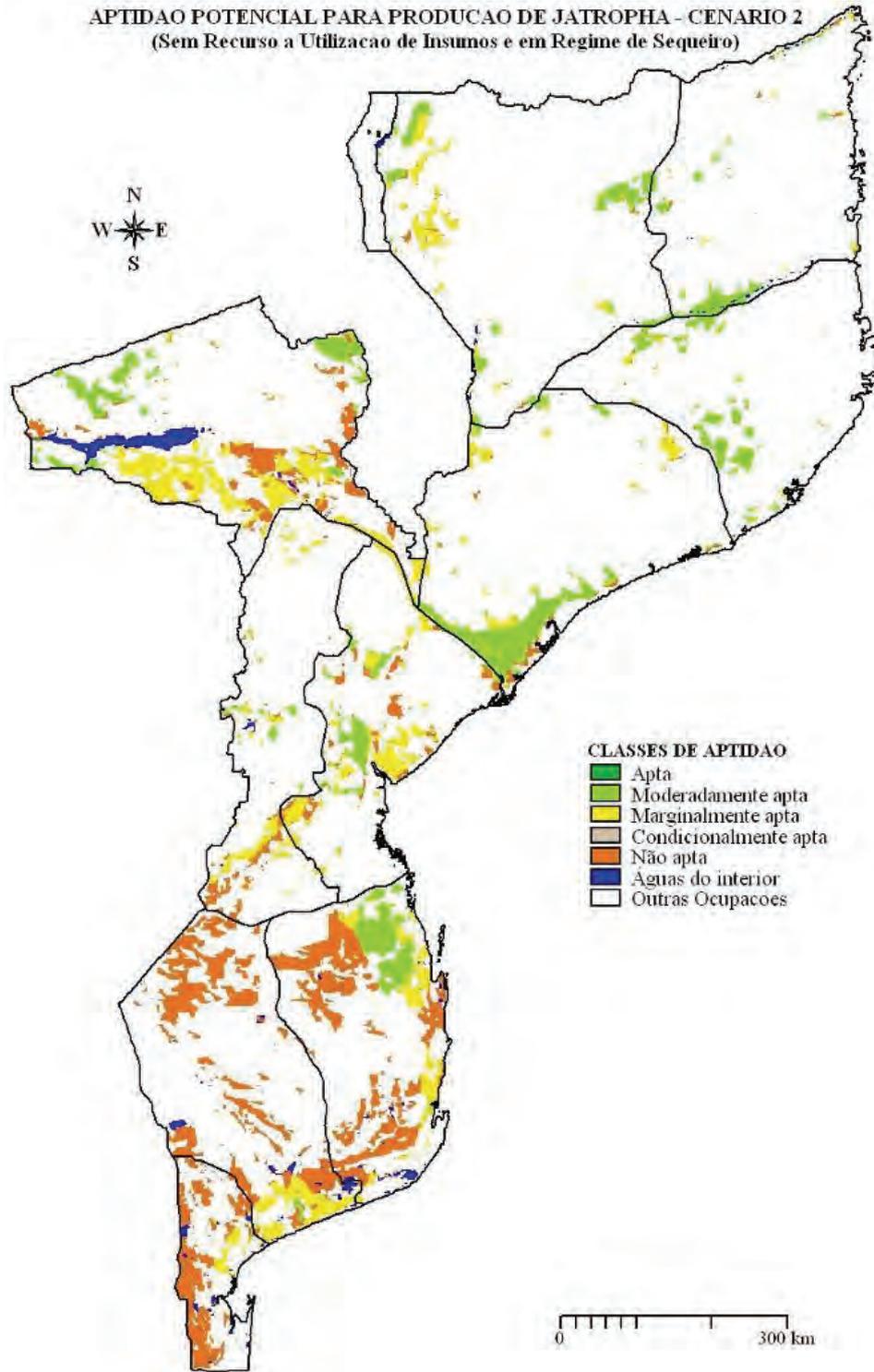
灌漑非導入の場合で、小規模農家が焼畑を行い年ごとに耕作地を転々とするすべての範囲を保護地域に含める場合（シナリオ2）と含めない場合（シナリオ1）のそれぞれのジャトロファ栽培適地図を図6-1、6-2に示す。

なお、図6-1、6-2はランドマッピングの100万分の1スケールでつくられた、フェーズ1のデータである。現在、25万分の1スケールでのフェーズ2のデータ作成を農業省が計画している。



出所：ZONEAMENTO AGRÁRIO DE MOÇAMBIQUE
 図6-1 モザンビークのジャトロファ栽培適地図（シナリオ1）

APTIDAO POTENCIAL PARA PRODUCAO DE JATROPHA - CENARIO 2
(Sem Recurso a Utilizacao de Insumos e em Regime de Sequeiro)



出所：ZONEAMENTO AGRÁRIO DE MOÇAMBIQUE

図6-2 モザンビークのジャトロファ栽培適地図（シナリオ2）

6-2 バイオマスの利用に関する現状

6-2-1 概要

2008 年末時点でモザンビークのバイオディーゼル事業は、13 件のジャトロファ、2 件のココナッツが承認済又は実施中等としてリストアップされている。リストによると、事業費 970 万米ドル、9,150 ha のジャトロファ栽培で、既に実施中のものなどが含まれる。また、エタノールを目的としたサトウキビ事業も 6 件ある。外国投資による数百億円規模の事業も既に承認又は実施されている。

表 6-2 モザンビークのバイオ燃料プロジェクトリスト

No.	事業名	燃料植物	場所	初期投資額		面積	状態
				US\$	EUR		
1	C3-Biodiesel	ジャトロファ	Maxixe, Inhambane	3,000,000			承認済
2	DEULCO	ジャトロファ	Panda, Inhambane	2,000,000			承認済
3	ELAION Africa	ジャトロファ	Dondo, Sofala	100,000			承認済
4	ECOMOZ	ココナツ	Maputo, Sofala, Nampula	110,800,000			承認済
5	ADAMA	ジャトロファ	Manica				
6	JATROPHA	ジャトロファ	Moamba, Maputo	1,700,000			実施中
7	PROCANA	サトウキビ	Massingir, Gaza	510,042,736		30,346	承認済
8	JSE-Jatropha Sociedade de Energia	ジャトロファ	Maputo, Sofala, Nampula		12,000,000		停止中
9	Grown Energy Zambeze	ジャトロファ	Sofala	212,000,000			実施中
10	Hende Wayela Energia	ジャトロファ	Homoine, Inhambane	725,000			承認済
11	D1 Oil Africa	ジャトロファ	Manhica, Maputo				承認済
12	Moninga Investimentos e serviços	ジャトロファ					
13	AVIA SPA	ジャトロファ			12,000,000	20,000	
14	Bioenergie Mozambique	ジャトロファ	Moamba, Maputo	9,690,000		9,150	実施中
15	Grown Energy	サトウキビ	Zambezia	212,129,000		162,000	実施中
16	ENERTERRA		Sofala, Nampula	172,211,550		250	
17	Grown Energy (TPY)	サトウキビ	Sofala	202,878,000		36	
18	MBFI Lda	サトウキビ	Mocuba-Zambezia	436,000			
19	Grown Energy (PTY) Ltd	サトウキビ	Sofala	202,878,000			
20	Companhia Industrial de Mozambique	ジャトロファ	Nampula	1,210,000		190	実施中
21	Companhia Principle Energy	サトウキビ	Manica	280,000,000		18,000	
22	Bio diesel Mozambique	ココナツ	Inhambane	57,300,000			実施中

出所：Projectos de Produção de Biocomnustiveis em Moçambique, Ministério dos Recursos Minerais e Energia

モザンビークには合計 4,120 万 ha の農業限界地³があり⁴、ジャトロファなどの油糧作物の栽培地として期待されている。

プラントとしては、南アフリカ共和国などの資本により、ココナッツを原料とした B.D.F の製造が開始されている。ペトロモック社が出資している Ecomoz 社は 40 kℓ/日のプラントを Matola のペトロモック社貯蔵施設内に建設し、2007 年 1 月建設開始、8 月に操業を開始し、2009 年 10 月現在 2 万 6,600ℓ の B.D.F を販売した実績がある。また、民間の搾油会社なども B.D.F の製造ユニットを導入している。例えば、Inhambane 州の Fabricante de Sabao 社は、0.45 kℓ/日 B.D.F 製造設備を有している。両施設とも、事業者によると製品の品質に問題はないとのことであった。しかし、原料となるココナッツ油の価格の高騰で原料が手に入らず、生産は縮小又

³ 環境条件が悪く土地生産性の低い土地のこと。

⁴ Bioenergy and Sustainable Development: Opportunities and Challenges, March 2008. Ministry of Energy

は停止中であった。農業を管理し、農産物として油糧作物を確実に供給できる体制を構築することが事業の鍵であるとの認識に基づき、ペトロモック社、及び Ecomoz 社は、ジャトロファの自社農園を計画しているほか、マレーシアとパーム油の輸入について交渉をもっており、マレーシア側から、輸出時にかかる輸出関税の免除特権の申し出を受けているとのことであった。

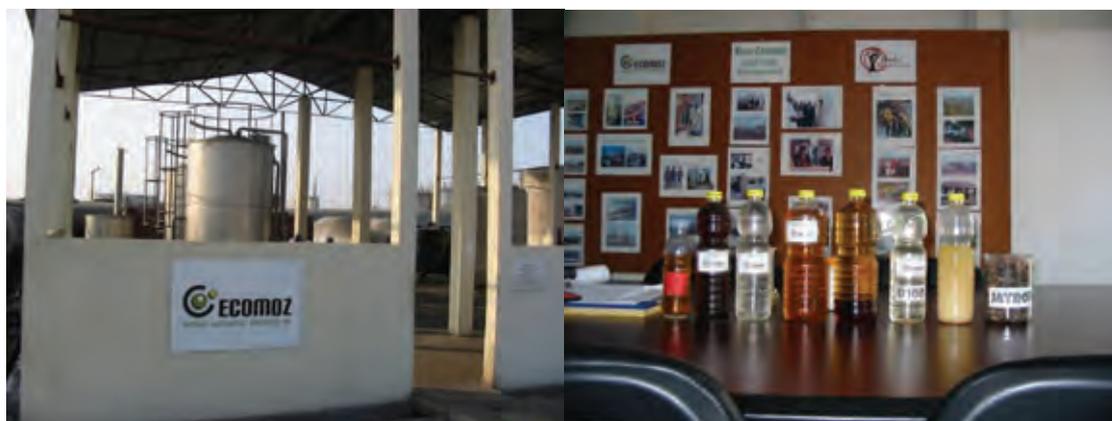


写真 6 - 1 Ecomoz 社の B.D.F 精製プラント

6 - 2 - 2 視察地

ペトロモック社は、Ecomoz 社と共同で 5,000ha のジャトロファ用の土地の開発権限をもち、イタリア共和国（以下、「イタリア」と記す）の MONCADA 社とも共同で 6,000ha のジャトロファ用の土地の開発権限をもっている。

(1) 視察地①

ペトロモック社が Ecomoz 社と共同でもっている 5,000ha の用地を視察した。

当該候補地は、元々森林地帯であり、狩猟ができる地域であったとのことであるが、この 4～5 年の間に、炭の生産のためにほとんどの木が切られてしまった場所とのことであった。土壌は、深さ 180cm 以上が砂で表土はない。pH4.0-6.5 の酸性土である。月次の平均気温は 18～28℃、最高気温は 34℃、最低気温は 7℃である。雨期には雑草が生えるとのことであるが、乾期にはそれらも枯れてしまっている。ジャトロファは乾燥に強いとはいえ、一般に年間降雨量 500mm 以下は限界値であるため、きちんと根付くまでの期間は維持管理に相当の注意を払う必要がある。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
霜	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
雨量(mm)	89	69	61	29	11	10	3	10	8	41	59	93	482
降雨日	10	8	7	4	2	2	0	1	1	5	7	11	58

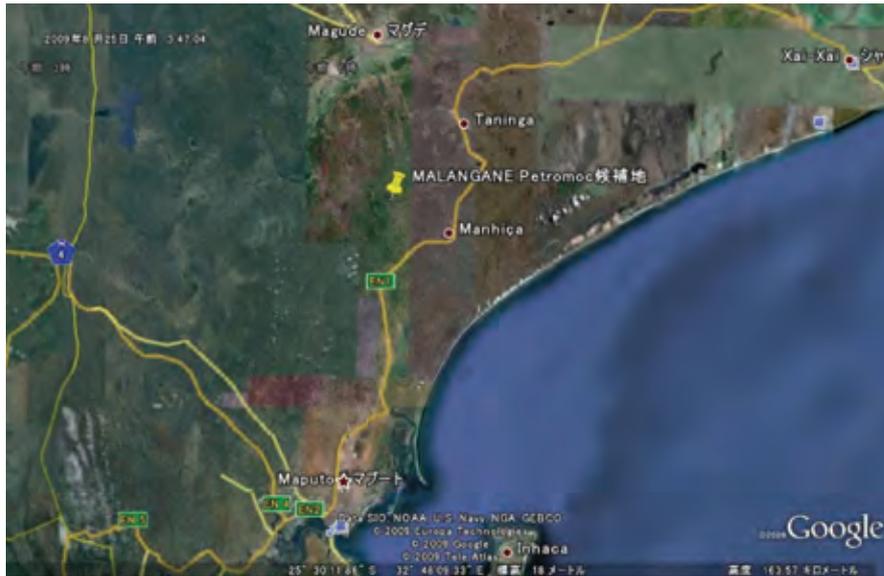


写真6-2 視察地（ペトロモック社のジャトロファ農園候補地）の位置

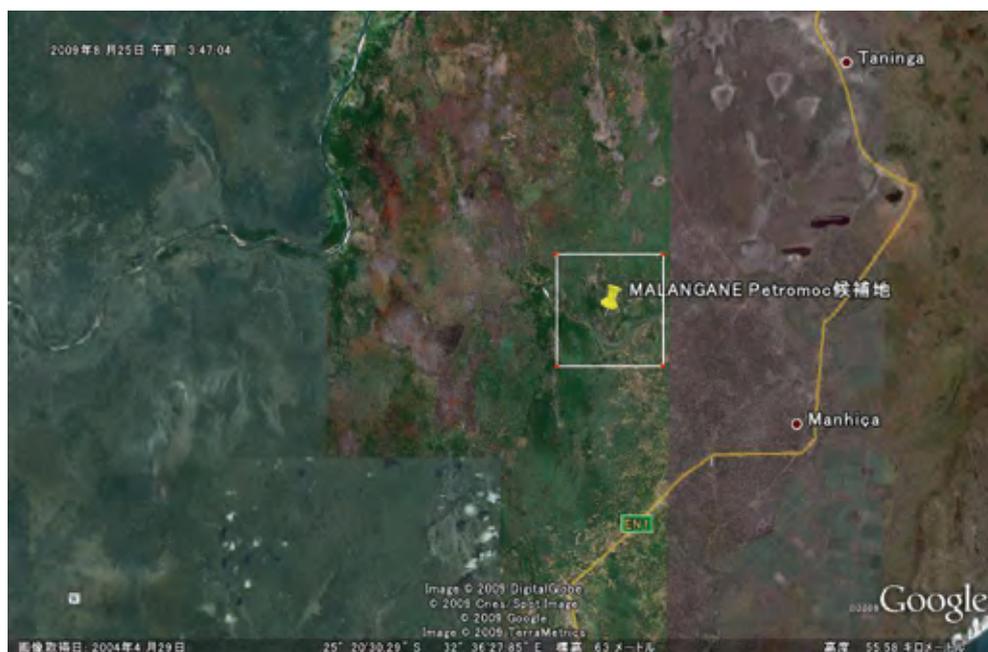


写真6-3 ↑白線内 4,994ha 周囲 28.25km



写真6-4 サイト中心地点からの風景 砂地



写真6-5 サイト中心地点からの風景

(2) 視察地②

南アフリカ共和国資本である ENERGEN 社（ガザ州ビレーネ市）の農園 2,000ha を視察した。サイトの責任者は海外出張中であったため、詳細をヒアリングできなかったが、栽培試験にかかわっている担当者が案内をしてくれた。農園全体としては、2009 年の雨期から作付を行っている。全体的なサイクルとしては、3～4 月頃に花が咲き 6～7 月頃に収穫し、8～9 月頃に花が咲き 11～12 月頃に収穫するとのことであった。栽植密度試験は、4m×3m が標準であるのに対し、2m×2m などを試験している。優良種選抜については、アフリカ以外にもインドネシア共和国（以下、「インドネシア」と記す）などから持ち込んでおり、6 系統を試験している。種子直播、種子からナーサリーで育成した後移植、挿木での繁殖なども試験している。

試験区と試験区外とでは、生育状況が全く異なり、農園の大部分は何らかの対策を行う必要があると考えられた。逆に、試験区のようにある程度の管理が行われていれば、天水のみであってもきちんと生育しており、このような完全に砂地の貧栄養地においてもジャトロファは生育可能であることが示されているといえる。

また、案内をしてくれた試験栽培の担当者は、調査団に対して、優良種の選抜をどのように行っているのか、どのような病害虫があり、それらに対してどのような対策を行っているのかなどを質問してきたので、彼らが、モザンビークの気候土壤に適応した優良種の開発や病害虫などに課題を抱えていると推測された。



写真 6－6 栽植密度試験区（奥と手前は剪定の時期が異なったとのこと）



写真 6 - 7 栽植密度試験区（奥側）



写真 6 - 8 栽植密度試験区（奥側）



写真 6-9 栽植密度試験区
(6-7の写真と道路を挟んだだけであるが、全く様相が異なる。)



写真 6-10 優良系統選抜試験区



写真6-11 挿し木繁殖試験区（天水のみ）



写真6-12 挿し木繁殖試験区

（2010年7月末植付 一部開花が始まっている。天水のみであるが、挿木を行った7月に降雨があったとのこと。）



写真 6-13 栽培試験区

(試験区外の大半は、雑草に埋もれてしまっており、
手を入れなければ収穫がほとんどないのではないかと危惧された。)

6-3 課題

(1) 再生不可能エネルギーとしてのバイオマス利用実態

肥料を買うお金も土地を育てる余裕もないことから、耕作地を移動しながらの焼畑農業が中心となっている。南部の気候土壌条件は悪いことから食料自給に満たない飢餓地域が存在する。現金収入を得るために自生している樹木を伐採し、炭をつくって販売している。炭もバイオマス燃料であるが、止め処なく伐採が続けられることから当該地域の炭は再生不可能エネルギーとなってしまっている。

このような地域において、ジャトロファの栽培が可能となり、油を抽出した搾りかすや剪定枝やグリセリンなどを活用して、炭の替わりとなる商品の開発や安価な肥料の生産技術の開発を行うことで、再生可能なバイオマス燃料の供給・森林減少や土地荒廃の防止、及び地域住民の生活環境の向上に資する可能性がある。

なお、伐採が続く地域においては、以前の狩猟場が荒廃地となってしまっており、生物多様性の喪失も続いている。

(2) ジャトロファ農園の基礎研究不足

ジャトロファ農園を運営している企業を視察したが、農園の大半が健康とはいえない状態であった。優良品種の選定や栽培方法の確立、病虫害対策なども進めているが、まだ商業レベルで油の安定供給を行える段階には程遠いと感じられた。モザンビークにおけるジャトロファ栽培は、商業規模にスケールアップできる前段階にあり、各地域に適した品種の確立と栽培方法の確立が喫緊の課題といえる。なお、モザンビークをはじめとしたアフリカ地域では、アジア地域に比べ、気候条件、土壌条件が劣る乾燥地域が多いことから、適合品種の開

発はより一層の努力が求められるとともに、そのうえでも降雨量の絶対量が少ないことから、アジア地域よりも生産量が劣ると予測される。そのため、生産物として、油利用だけでなく、搾りかすや剪定枝などすべてを活用する工夫が求められる。