

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野)

「低炭素社会の実現に向けたエネルギーシステムに関する研究」領域)

## モザンビークにおけるジャトロファバイオ燃料の持続的生産

(モザンビーク)

平成 22 年度実施報告書

代表者: 芋生 憲司

東京大学 大学院農学生命科学研究科・教授

<平成 22 年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

本プロジェクトは、モザンビークの乾燥地域に適合するジャトロファの栽培方法を確立し、BDF（バイオディーゼル燃料）生産システムを構築することで、二酸化炭素の排出削減に寄与するとともに、新産業の創出による地域住民の生活改善をねらいとする。更に副産物として固形燃料を生産することで、モザンビークにおける現在の主要エネルギー源となっている薪炭需要のための樹木の伐採を減少させ、土地荒廃の防止に貢献する。このような事業を経済的に成立させ、持続的に行うための技術開発とシステムの構築を目指す。このため、他の農産物を栽培しにくいモザンビーク南部の乾燥地域に適合するジャトロファの栽培方法を確立すること、副産物として安全な固形燃料を生産する技術を開発すること、さらに、環境への影響と社会的、経済的な観点からシステムを評価し、事業として成立し得る持続的なバイオ燃料生産システムを構築することを研究の主な目的とする。

研究内容は多岐にわたるので、以下の中課題を設定し、連携をとって進捗させる。1)ジャトロファの育種および栽培技術：現地の条件に適合する種の育成と栽培技術の確立。2)BDF の生産および残渣利用技術：BDF の生産と評価試験、残渣の固形燃料化技術および肥料としての有効性評価。3)BDF および副産物の生産と利用時における安全性評価：BDF および副産物の安全性リスク評価および使用時の健康影響を評価。4)収穫技術・変換技術：収穫機械の必要性の検討、および洗浄水を用いない BDF 変換プロセスの適合性評価。5)持続可能性評価：経済性と環境影響等の評価に基づく持続可能性評価。6)拡張性検討：CDM 事業化の可能性とアフリカ各国への適用性の検討。

平成 22 年度中に国内研究者間で内部打ち合わせを重ねるとともに、モザンビークで 2 回の現地調査および相手国研究者との打ち合わせを行った。またモザンビーク側研究者 3 名をフィリピンのジャトロファ圃場と東京大学および金沢工業大学に招聘した。これにより、研究内容と各機関におけるタスクの分担、栽培試験の実施圃場、経費計画および購入機材について合意し、正式なプロジェクト研究の実施に向けて準備を整えた。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### 東京大学グループ/ BDF および固形燃料生産の持続可能性評価

#### ①研究のねらい

研究代表機関としてプロジェクト研究全体の調整ととりまとめを行う。また特に環境影響評価について以下の課題に取り組む。

エネルギー作物の大規模栽培では、環境に対する特段の配慮が必要である。本研究は地域環境に好影響を与えることを目的としているが、適切な評価手法を用いて実証する必要がある。本研究では、土地利用転換プロセスも含めた BDF および固形燃料生産について、総合的な持続性が期待できる条件を明らかにする。また、CDM 事業化の可能性を検討し、必要条件を明らかにする。

#### ②研究実施方法

BDF および固形燃料生産について、LCA による温室効果ガス排出量評価、土地利用転換に伴う環境影響評価、経済性を分析し、事業の総合的な持続可能性を評価する。さらに、BDF および固形燃料生産について承認方法論に従って CDM 事業化の可能性を検討する。なお、経済性評価については、アフリカ開発協会が実施する。

#### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

研究代表機関として、国内での研究打ち合わせ、モザンビークでの調査および研究打ち合わせ、モザンビーク側研究者の招聘を行って、研究内容の調整、タスクの分担、経費計画の立案等を行い、正式なプロジェクト研究実施の準備を整えた。また研究員一名がフィリピンで栽培技術の研修を受けた。

環境影響評価については、モザンビークにおけるバイオ燃料生産や土壌炭素の現状、ジャトロファ BDF の生産等における温室効果ガス排出量評価について既往の研究事例を整理した。また、BDF および固形燃料生産等に関する CDM 方法論を収集した。また、BDF および固形燃料生産における温室効果ガス排出量評価や土地利用転換に伴う環境影響評価等に必要な情報やデータの項目を整理した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況

研究代表者のモザンビーク側研究機関への訪問、およびモザンビーク側研究者の招聘により、研究計画についての情報交換を行った。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況なし。

### 金沢工業大学グループ/ BDF および固形燃料のリスク確認・評価・マネジメント

平成 22 年度は、金沢工業大学グループ内で実施すべき研究内容の具体化等を行った。以下、その主要な実施項目を記載する。

#### ①研究のねらい

具体的には、下記 5 項目をねらいに研究を進めるための事前検討を行った。

- 1) ジャトロファからの無害な BDF 製造技術の開発
- 2) 得られた BDF に適したディーゼルエンジン技術の開発
- 3) オイル収穫後の残渣からの毒性成分除去技術の開発
- 4) 残渣活用技術の開発(固形燃料化、肥料効果の検証など)
- 5) ジャトロファ活用プロセスのリスクアセスメント、およびそれをもとにしたエネルギー自給自足システムの構築

#### ②研究実施方法

上記 5 項目に関して、平成 22 年度に実施した内容は以下の通りである。

- 1) ジャトロファからの無害な BDF 製造技術の開発  
技術アドバイスについての支援先の検討
- 2) BDF 燃料の確保  
当面の研究に必要な BDF について国内入手先を検討
- 3) 毒性物質分析技術の開発  
HPLC を用いた毒性物質高感度分析方法の検討
- 4) 残渣活用方法の検討  
ペレット化、炭化、肥料効果についての調査
- 5) ジャトロファに含まれる毒性物質のリスク評価  
これまでに発表されている関連文献を収集・分析・評価

#### ③ 当初の計画に対する現在の進捗状況

具体的には下記検討会等を開催し、計画を進めた。

<学内検討会> 2010 年 9 月 27 日, 11 月 27 日, 2011 年 1 月 24 日, 2 月 11 日, 3 月 3 日  
進捗状況は下記の通りである。

- 1) ジャトロファからの無害な BDF 製造技術の開発  
技術アドバイスを受ける候補先として豊田通商株式会社等を予定
- 2) BDF 燃料の確保  
当面の研究に必要な BDF 入手候補として豊田通商株式会社等を予定
- 3) 毒性物質分析技術の開発  
高感度 HPLC に必要なカラム検討に着手
- 4) 残渣活用方法の検討  
ペレット化, 炭化技術調査, 進行中
- 5) ジャトロファに含まれる毒性物質のリスク評価  
国際的に発表されている重要な文献の入手がほぼ完了

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況

平成 23 年 1 月 18・19 日, モザンビーク・エドワルド・モンドラネ大学のルーカス教授他 2 名及び, 東京大学芋生教授が金沢工業大学を訪問し, 上記研究内容及び同大学が購入する必要がある設備等について, 金沢工業大学の研究設備見学の後に検討を行った。詳細検討の結果, 金沢工業大学が提案した共同研究内容及び設備について, 合意を得た。

- ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合, その内容と展開状況  
なし。

### 久留米大学グループ/ BDF および固形燃料の安全性と健康影響評価

#### ①研究のねらい

ジャトロファ種子より産生される BDF 及びその搾油残渣であるオイルケーキなど固形燃料中のホルボールエステル類の安全性評価法とそれらを使用する際の健康影響評価法を開発し, その手法を用いて, BDF 及び固形燃料の適切なリスク確認・リスク評価・リスクマネジメントを行う手法を確立する。

#### ②研究実施方法

BDF 及びオイルケーキなど固形燃料の妥当な安全性評価法を *in vitro*, *in vivo* 実験で確立する。その手法を用いて, 試験試料およびその燃焼産物の安全性評価を行う。これらの手法を活用して, より安全性が高く低環境負荷のジャトロファバイオ燃料を開発するための問題点や改良点を明確にする。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

ジャトロファ種子中のホルボールエステル類の液体クロマトグラフィーによる微量分析とその画分の UV スペクトル及びマススペクトルによる分析方法を確立しつつある。ホルボールエステル類の安全性評価の指標として Ames 試験法, 形質転換試験法, PKC 活性測定法などを確立あるいは確立しつつある。ジャトロファホルボールエステル類の安全性及び健康影響評価手法を確立すべく, *in vivo*, *in vitro* 実験実施にむけてのホルボールエステル類の精製などに着手しつつある。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況

カウンターパートへの技術移転については, 技術を移転するために必要な機材について合意した。

- ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合, その内容と展開状況  
なし。

## 日本植物燃料株式会社グループ/

## 気候および土壌の条件に適したジャトロファの育種および栽培技術の確立

## ①研究のねらい

モザンビークでのジャトロファ栽培を円滑に開始するため、次年度以降現地での栽培担当予定者に対する苗の栽培と移植、日常管理、収穫、病虫害の防除等の基本的なジャトロファ栽培技術の習得を目指した。

## ②究実施方法

フィリピンの Palawan Agribusiness Development 社のジャトロファ農園において、2010 年 12 月に次年度以降現地長期滞在予定者 1 名の研修を行った。2011 年 1 月に弊社より 1 名およびエドワルドモンドラーネ大学からも工学部のカルロス・ルーカス氏、農学部のアルメイダ・シトイ氏、イナシオ・マポッセ氏が同社の農園を訪問し、育種の母材となる個体の確認を行った。

## ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

2010 年 12 月にモザンビークでのジャトロファ栽培を円滑に開始するため、次年度以降現地にてジャトロファ栽培を担当する者に対する研修をフィリピンで行い、苗の栽培と移植、日常管理、収穫、病虫害の防除等の基本的なジャトロファ栽培技術を習得させることが出来た。

## ④カウンターパートへの技術移転の状況

2011 年 1 月にカウンターパートであるエドワルドモンドラーネ大学からも工学部のカルロス・ルーカス氏、農学部のアルメイダ・シトイ氏、イナシオ・マポッセ氏がフィリピンの Palawan Agribusiness Development 社のジャトロファ農園を訪問し、苗の栽培と移植、日常管理、収穫、病虫害の防除等の基本的なジャトロファ栽培技術の他、ジャトロファの育種についての基本的な技術を視察した。

## ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況

2011 年 1 月にカウンターパートであるエドワルドモンドラーネ大学から工学部のカルロス・ルーカス氏、農学部のアルメイダ・シトイ氏、イナシオ・マポッセ氏がフィリピンの Palawan Agribusiness Development 社のジャトロファ農園を訪問した。

## アフリカ開発協会グループ/

## ジャトロファ栽培および BDF 生産・流通にかかわる財務分析・評価、アフリカ諸国におけるジャトロファ BDF 生産事業の適用性評価

## ①研究のねらい

アフリカ諸国においてジャトロファ種子を原料とする BDF 生産・流通事業の妥当性を経済・財務面から評価し、持続的開発を可能ならしめる諸条件を検討する。

## ②研究実施方法

BDF 需要、ペレット需要、流通体制、ジャトロファ栽培・BDF 生産・ペレット生産に係わる所要初期投資資金、ディーゼル燃料流通価格、家庭用燃料価格、所要原料・資材コスト、操業費等のデータ収集を行い経済・財務分析および事業評価を行う。

## ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

経済・財務分析に要する関連データの収集を実施した。

## ④カウンターパートへの技術移転の状況

事業の持続性を評価するための経済・財務分析手法の解説を行った。

## ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況

なし。

### 3. 成果発表等

#### (1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 0 件、国際 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)
- ③ 論文詳細情報

#### (2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

### 4. プロジェクト実施体制

#### (1) 東京大学グループ (BDF および固形燃料生産の持続可能性評価)

- ① 研究者グループリーダー名: 芋生 憲司 (東京大学・教授)
- ② 研究項目:
  - 温室効果ガス排出量評価
  - 土地利用転換に伴う環境影響評価
  - CDM 事業化の検討

#### (2) 金沢工業大学グループ (BDF および固形燃料のリスク確認・評価・マネジメント)

- ① 研究者グループリーダー名: 鈴木 康允 (金沢工業大学・教授)
- ② 研究項目:
  - BDF および固形燃料の生産と燃焼試験
  - 搾油残渣の肥料への利用試験
  - BDF および固形燃料製造プロセスの安全性評価

#### (3) 久留米大学グループ (BDF および固形燃料の安全性と健康影響評価)

- ① 研究者グループリーダー名: 石原 陽子 (久留米大学・教授)
- ② 研究項目:
  - BDF および固形燃料自体の安全性評価
  - ジャトロファ試料のホルボールエステル検出と単離
  - 搾油残渣施肥土壌の安全性評価

#### (4) 日本植物燃料株式会社グループ

(気候および土壌の条件に適したジャトロファの育種および栽培技術の確立)

- ① 研究者グループリーダー名: 合田 真 (日本植物燃料株式会社・社長)
- ② 研究項目:
  - ジャトロファの育種と栽培技術の確立

無毒種の栽培と評価  
種子と果実の成分分析

(5) アフリカ開発協会グループ

(ジャトロファ栽培および BDF 生産・流通にかかわる財務分析・評価, アフリカ諸国における  
ジャトロファ BDF 生産事業の適用性評価)

①研究者グループリーダー名: 長沼 秀明 (アフリカ開発協会・事務局長)

②研究項目:

BDF および固形燃料生産の経済性評価

アフリカ各国への適用性検討

以上