

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）
研究領域 「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」

研究課題名 「ベトナムおよびインドシナ諸国における、バイオマスエネルギーの
生産システム（植林・製造・利用）構築による多益性気候変動緩和策の研究」

採択年度：平成 23 年度/研究期間：5 年

相手国名：ベトナム社会主義共和国

平成 27 年度実施報告書

国際共同研究期間*1

平成 23 年 10 月 1 日から平成 28 年 9 月 30 日まで

JST 側研究期間*2

平成 24 年 4 月 1 日から平成 29 年 3 月 31 日まで

（正式契約移行日 平成 24 年 4 月 1 日）

*1 R/D に記載の協力期間（JICA ナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者： 前田泰昭
大阪府立大学・地域連携研究機構・特認教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

研究実施の概要

ベトナム政府は首相決定として、バイオエタノール(BE)をガソリンに 5%混合して (E5) 使用することを 2014 年に 7 大都市で、2015 年には全国で、さらに E10 については 2016 年に 7 大都市で、2017 年に全国で義務付けることが決められた (Decision No53/2012)。バイオディーゼル燃料(BDF)についても軽油への 5%混合燃料が 2015 年から 7 大都市で、次いで 2016 年から全国でその使用を推奨している。BE についてはキャッサバから採取したデンプンを原料としたエタノールの製造がそれぞれ 10 万 t 規模で全国 5 か所で進められているが経済的に問題が残っており、海外からの輸入も検討されている。

一方、BDF に関しては原料の選択、製造法の確定が全くできておらず、現在、年間約 1000 万 t も使用している軽油の 5%の 50 万 t の BDF のめども立っていない。

本研究では最初ベトナム戦争時に大量に散布された枯葉剤に含まれるダイオキシンによって汚染された中部山岳地域での植林を目指していたが、すでにダイオキシンによる土壌汚染は顕著ではなく、しかも *Jatropha curcas* は山岳地では冬季に落葉し、極めて成長が遅く、種子と油の生産性が悪いことが明らかとなった。そこで、間接的土地利用変化 (ILUC) で、気候変動緩和策にならないことが指摘された食用油の *Palm, Soy bean, Rape seed* 油以外の原料の探索を行った。その結果、気候変動緩和策になり得る、非食用油を生産し、ベトナムでの植林が進みつつある、*Jatropha curcas*(南洋アブラギリ)、*Vernicia montana*(広東アブラギリ)、*Hibiscus sabdariffa* (ロゼール)、*Pongamia Pinnata* (クロヨナ) を植物性の BDF 原料として選んだ。さらに廃棄物として処理に困っている、ナマズ油、獣脂、さらにアジアで数千万 t にも達する多量の種子が収集されているにもかかわらず、まだほとんど利用されずに廃棄されているゴムの実油などを原料とした BDF 製造の検討を進めた。BDF 製造法としては我々が開発した、高品質バイオディーゼル燃料 (BDF) の製造がどのような原料からでも可能で、消費エネルギーの少なく、しかも排出する廃棄物量の少ない共溶媒法で検討を進めた。製造した BDF を公共交通機関、ディーゼル発電機、船舶、農業機械の燃料として種々の混合割合 (B5-B100) で利用し、排ガス改善の技術開発を進めた。これらの技術をラオス、カンボジア、ミャンマーなどインドシナ周辺諸国への普及にも努めた。

本プロジェクトでは上記のように多くの課題に取り組むため、下記のように全体を 5 つのグループに分け、それぞれが有機的に連携し、効率良く実施されるように図った。

- [グループ 1] : **BDF 生産のための最適植林・栽培技術の開発** (最適な BDF 原料樹種 (*Jatropha Curcas*, *Pongamia Pinnata*, *Vernicia montana*, *Hibiscus sabdariffa*, *Rubber seed* 等) の優良樹種の選択と栽培場所、栽培方法の確立、栽培方法による油の採取量、油の品質の検討)。
- [グループ 2] : **ダイオキシン汚染土壌の対策技術の開発** (汚染土壌の現況調査と汚染改善技術の開発、土壌汚染物質の BDF 原料油への移行)
- [グループ 3] : **高品位 BDF クリーン製造技術** (クリーンな高品質 BDF 製造プロセスの確立、副生成物グリセリンの有効利用、油に含まれる薬効成分の抽出利用)
- [グループ 4] : **BDF 利用における大気汚染影響の評価** (BDF の公共交通機関、農業機械等への利用。大気汚染の現状と BDF 利用による大気汚染の改善の評価)
- [グループ 5] : **BDF 利用による社会経済・環境影響評価と BDF 戦略** (多益性の検証 (気候変動対策、大気汚染及び土壌汚染改善、貧困撲滅と経済効果))

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

表1に日本で実施する研究と、ベトナムで実施する研究のスケジュールを示す。

表1 国際共同研究のスケジュール

研究グループ テーマ	研究項目	年 度						
		開始前	H.23	H.24	H.25	H.26	H.27	H.28
グループ1/最適なBDF原料樹種（ <i>Jatropha</i> 等）の選択と栽培方法の確立	1-1 植林地の調査	圃場での <i>Jatropha</i> の栽培 栽培技術の開発(石垣島、大阪府大)						
	1-2 優良樹種の選択と栽培		植林地の選択、 荒地での植林試験、 荒地の気象調査、炭鉱跡地など植林適合地の選定		種子中の油成分と薬効成分の調査、 <i>Jatropha</i> 以外の原料の探索			
	1-3 油の採取と成分分析		油の最適分析法の確立					
	1-4 周辺国への成果の普及							
グループ2/汚染土壌の現況調査と汚染改善技術の開発	2-1 土壌測定法の開発		簡易測定法の確立					
	2-2 植林地の汚染マップの製作		汚染土壌の簡易測定法開発と土壌の1次スクリーニング					
	2-3 土壌汚染物質の油への移行調査		土壌汚染物質の油への移行の基礎研究					
	2-4 処理土壌浄化技術の開発		抽出法及び超音波分解法の確立					
グループ3/クリーンな高品質BDF製造プロセスの確立	3-1 B ₁₀₀ で利用できるBDFの開発		パイロットプラントの設計と設置 種々の原料による共溶媒法の確立、					
	3-2 副生成物グリセリンの利用法開発		副生グリセリンの品質分析、燃料電池への利用					

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) 成果の達成状況

(2. 1. 1.) 成果目標

グループ1-4まではほとんどの目標が達成されている。未達成の課題は以下のようである。

- (1) グループ2:ダイオキシンの植物への移行の再確認をし、国際誌に投稿する。
- (2) グループ4:VNUで製造したBDFの燃焼排ガス試験を行う。
- (3) グループ5:ベトナムでのBDF生産・消費を含む複数代替案の経済評価・環境影響評価とベトナムでのBDF利用戦略の提言についてはH28年度中に達成する予定である。

(2. 1. 2.) プロジェクト全体

A) SATREPS 特別企画でアフリカの2か所(モザンビーク、ボツワナ)、タイ(産総研と北九州市立大学)、ベトナムの合計5つのSATREPSを実施している研究グループが、(1) お互いの研究実施場所を訪問し、(2) 国際ワークショップを開催し、横の緊密な繋がりを持つことができた。



モザンビーク

左から、三本木(日本植物燃料(株))、
芋生(東京大学)、海津(東京大学)

ベトナム: 伏見(JIRCAS)、ボツワナ: 薮田(琉球大学)



タイ: 科学技術研究院のBDF製造パイロットプラント

左から3人目から: 前田(大阪府立大学)、葭村(産総研)
Boi教授(VNUハノイ)、朝見(北九州市立大学)



2016年3月22日、23日に開催された国際会議の全員写真

B) ベトナム国家大学・化学学部の敷地内にバイオエネルギー開発センターがVNUの予算で建設された。



バイオエネルギー開発センター

当初は2015年に建設される予定であったが、化学学部の建物が文化保護地域であったため、建設許可を得るのに約2年の歳月を要した。しかし開発センターはVNUのKey Labとなったので、VNUに予算請求ができ、今後SATREPSのプロジェクトが終了しても、その成果を継続して実施し続けることが可能となった。

2.2.1. 研究題目1：最適なBDF原料樹種（Jatropha等）の選択と栽培方法の確立

①研究のねらい：BDF生産のための最適植林・栽培技術の開発

研究グループ（大阪府立大学）（リーダー：生命環境科学研究科、北宅善昭教授）

研究グループ（JIRCAS）（リーダー：伏見 力）

参加メンバー

（日本）北宅善昭、渋谷俊夫、遠藤良輔、Nguyen Trang、Thien Khanh、伏見力、緒方達志、
（ベトナム）Nguyen Huu Thien（MARD）、Mai Trong Nhuan（VNU-Hanoi）、Le Dinh Kha（IIFPD）、Nguyen Thi Quynh（ITB）

②研究題目1の研究実施方法

研究の進め方

北部 Lao Cai 省、Si Ma Cai 地区、Quang Ninh 省、Ha Long 市炭鉱跡地、Ba Vi 圃場、南部 Trang Bang で、Jatropha curcas, Pongamia pinatta, Vernicia montana の優良種を栽培し、土壌、気候と樹木の生長との関係、採取した種子中の油分および他の有用成分の含有量を検討した。その結果に基づいて、植林適合地の選択を行なう。

Ba Vi で栽培した Jatropha 優良種について、熱帯植物研究所(ITB)の Quynh 博士の研究室で細胞培養によって同じ高い油生産能力の Jatropha 苗を多量に栽培する技術の開発を行う。南部 Trang Bang で Jatropha および Pongamia pinatta の植林を実施している油糧植物研究所（Institute of Oil Plant）と新たな協力を結び、Jatropha の栽培技術の共同開発および Pongamia pinatta の実の収集について研究を実施する。

今までの3年間の研究によって、やっと種子の採取が可能となったので、Jatropha Curcas、Pongamia pinatta、Vernicia montana の種子から採取した油について、グループ3に有効成分の含有量の分析を依頼した。

北部 BaVi、中部 Quang Tri、南部 Trang Bang で栽培した樹木から採取した油について、種子中の油の含有量、油成分分析、毒性物質 Phorbol Ester の含有量、土壌汚染物質の油への濃縮の有無について、グループ2と協力して実施する。

③研究題目2の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

実施計画に基づいて、グループ1の現在の進捗状況を表2.1に示す。

表2.1 グループ1の進捗状況

G1 進捗状況表

課題 No	内容	進捗状況 (%)	備考
1-1	BDF 原料優良樹種の選択と組織培養・挿し木技術による優良苗の生産	継続中 (一部完了) 90%	樹木の栽培についてはほぼ完了したが、種子の採取方法の開発についてはまだ残されている。
1-1-1	剪定・整枝技術開発	(完了)	ベトナムの Ba Vi、Quang Tri、Trang Bang 各栽培試験地で一部完了、および JIRCAS 石垣試験地で試験中
1-1-2	収穫適期の把握	(完了)	ベトナムの Ba Vi、Quang Tri、Trang Bang 各栽培試験地で一部完了、および JIRCAS 石垣試験地で試験した。
1-1-3	植林後の初期成長解析	(ほぼ完了)	ベトナムの Ba Vi、Quang Tri、Trang Bang、Halong 各栽培試験地（完了）、JIRCAS 石垣試験地、大阪府立大学で混栽について一部継続中、
1-1-4	最適栽植密度の把握	継続中 90%	JIRCAS 石垣試験地とベトナム試験地で試験
	光合成・蒸散の環境応答特性の把握	(完了)	JIRCAS 石垣試験地および大阪府立大学で完了

1-1-5	握		
1-1-6	優良樹種の選択	(完了)	ベトナムの Ba Vi、Quang Tri、Trang Bang 各栽培試験地で完了
1-1-7	優良樹の組織培養苗生産	(完了)	組織培養苗の低コスト大量生産のための培地組成、温湿度、光強度、CO2 濃度など環境要因の最適化
1-2	気候・立地条件の異なる数か所での栽培実験	(完了)	ベトナムの Ba Vi、Quang Tri、Halong 各栽培試験地に気象観測機器を設置済み、データを蓄積中
1-3	栽培方法の提言(2 トン/ha/年以上の種子生産方法の提言)	継続中 一部完了 90%	Jatropha Curcas の北部荒廃地での栽培では不可能であるとの結論。Vernicia montana と Pongamia pinatta での可能性を検討中
1-3-1	組織培養苗の植林地移植後の初期成長解析	(完了)	ベトナムの Ba Vi、Quang Tri、Trang Bang、Halong 各栽培試験地、JIRCAS 石垣試験地、大阪府立大学で試験終了
1-3-2	優良樹の挿し木苗生産	(完了)	培地含水率の最適化、発根促進、根の吸水能力向上
1-3-3	マメ科植物との混植技術開発	継続中 80%	緑肥および地被植物としてのマメ科植物と混植、JIRCAS 石垣試験地で試験開始、ベトナム試験地ではロゼーレとの混栽を実施中
1-3-4	植林地での家畜放牧技術開発	継続中 50%	除草効果および物質循環効果の実証試験を JIRCAS 石垣試験地で開始 ※新たに加わった研究活動項目
1-3-5	メタン発酵処理	一部完了 60%	メタン発酵処理技術の基礎試験完了、消化液中の有害物質残留が無いことを確認、発酵残渣消化液の肥料利用の検討中 ※新たに加わった研究活動項目
1-3-6	コンポスト処理技術	継続中 50%	生成コンポスト中の有害物質分析を実施 ※新たに加わった研究活動項目

④研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

(1) 気象観測技術の移転、(2) 組織培養技術および挿し木技術の移転、

⑤研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

初期には非食用油生産樹種として *Jatropha curcas* を植林を計画し、実施したが、北部荒廃地や中部山岳地帯では種子の生産量が 1t/ha 以下で経済的に栽培が不可能であったため、高価な不飽和脂肪酸が採取可、北部でも種子の生産量が 2t/ha が可能な *Vernicia montana* と *Pongamia pinatta* に植林対象を変えた。また最初はベトナム戦争時の枯葉剤由来のダイオキシン汚染地域での植林を考えていたが、既に枯葉剤の散布された土壌中にはダイオキシンは極めて低濃度でしか存在しなかったため、植林対象地域を炭鉱跡地と焼き畑農業による荒廃地に変更した。

研究結果

2.2.1.1 BDF 原料優良樹種の選択と組織培養・挿し木技術による優良苗の生産

BaVi, Trang Bang での南洋アブラギリ、クロヨナの栽培、HaLong での南洋アブラギリ、クロヨナ (*Pongamia pinatta*)、広東アブラギリ (*Vernicia montana*)、サザンカ (*Camellia*) の栽培、Quang Tri での南洋アブラギリの栽培結果から、優良樹種として北部は広東アブラギリ、とクロヨナが、南部では南洋アブラギリが BDF 原料優良樹種として適していた。今後、ベトナム政府および各省にこの成果を示して、全国的な優良樹種の栽培に向けて指導を始める。

2.2.1.2 気候・立地条件の異なる数か所での栽培実験

上記のように、南洋アブラギリは北部冬季に落葉により著しく成長が抑制され、ベトナム政府が油糧樹種の植林を最も必要としている、北部山岳地域では広東アブラギリとクロヨナの栽培が適していた。特に世界遺産ハロン湾の炭鉱跡地ではクロヨナを推薦種として Quang Ninh 省政府が石炭会社 VINACOMIN と協力してこの植林を始めることが決まった。

2.2.1.3. 栽培方法の提言(2 トン/ha/年以上の種子生産の提言)

2.2.2.研究題目 2（グループ 2）：

ダイオキシン汚染土壌の対策技術の開発(汚染土壌の現況調査と汚染改善技術の開発)

①研究題目 2の研究のねらい：ダイオキシン汚染土壌の対策技術の開発

- (1) 汚染土壌の現況調査と汚染改善技術の開発、
- (2) 土壌汚染物質のBDF 原料油への移行)
- (3) 汚染土壌の浄化技術の開発

研究グループ（愛媛大学：リーダー：農学部 本田克久教授）

参加メンバー

（日本）愛媛大学：本田克久、渡邊 功、上田祐子、立石陽子、大阪府立大学：今村 清、八木孝司、川西優喜、前田泰昭、興津健二、中村昌文

（ベトナム）Le Ke Son (CEM/MONRE)、Nguyen Hoai Chau (IET/VAST)、Nguyen Quang Trung (IET/VAST)、Luu Van Boi (VNU)

②研究題目 2の研究実施方法

土壌汚染、特にダイオキシン、重金属、農薬に汚染された土壌の測定法のマニュアルに基づいて、簡易測定法の研修を日本で行い、その技術によって、ベトナムでの土壌中のダイオキシン濃度の測定を開始する。IET/VAST ではエレイザー法(正式名は KinExA 法 (Kinetic Exclusion Assay：結合平衡除外法) で、CEM/MONRE では主として CALUX 法で測定した。2 法の更なる高感度化と再現性のある測定法への改善技術を研究し、両方の特徴を利用してダイオキシンを含む有害化学物質による土壌汚染の簡易測定法をほぼ確立した。

ベトナムでの調査に適した土壌試料採取法及び GC/MS 法、生物検定法 (2 種) についてマニュアルを作成し、ベトナムにおける土壌汚染、地下水汚染の測定例の調査を行なうとともに、Dien Bien Hu 省、Quang Tri 省、Son La 省、それぞれ 1 ha 当たり 10 地点 (計 30 地点) のダイオキシン類、重金属類、その他農薬 (DDT、Endrin、Dieldrin、HCB など) の分析を行なう。この中で 1000pg/g 土壌以上の地点については、GC-MS で確認した。

Quang Tri 省の土壌汚染地域の土壌の採取し、前処理及び高分解能 GC-MS 分析、各種簡易測定法でクロスチェックを行い、土壌の汚染マップの作製を始める。CEM と IET/VAST でのダイオキシン簡易測定研究室の設置に向けて、日本の技術者を派遣し、ベトナム技術者のベトナムにおける研修を実施。

VNU ハノイ、化学学部を設置した、超音波-紫外線ダイオキシン分解無害化装置で、汚染土壌の超音波照射での抽出と紫外線照射での分解無害化の検討を行う。抽出率、無害化率を塩素化芳香族化合物などのモデル化合物で実施する。

中部 Quang Tri でさらに広範囲な地域でのダイオキシン汚染マップを作成する。グループ 1 と協力して、採取した油中のダイオキシンと農薬類の分析を実施し、汚染と油への濃縮の有無を明らかにする。

③研究題目 2の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

達成状況を表 2-3-2-1 に示す。

表 2-3-2-1G2 進捗状況表

課題 No	内容	進捗状況	備考
2-1	GC/MS 法および生物検定法 (2 種類) によるダイオキシン分析法の開発およびマニュアル作製	完了 100%	
2-1-1	マニュアル作成 (GC/MS 法&2 種バイオアッセイ法)	完了 100%	スクリーニングマニュアルおよびこれを補完する 5 つのオペレーションマニュアル作成
2-2	GC/MS 法と生物検定法のクロスチェック	完了 100%	初期に計画していた植林地の分析は終了。ホットスポットの高濃度分析についても完了。
2-2-1	2 種バイオアッセイ法間のクロスチェック	完了 100%	分析法策定時のデータあり (日本側データのみ)

	エック		
2-2-2	GC/MS 法と 2 バイオアッセイ法のクロスチェック	完了 100%	分析法策定時のデータあり（日本側データのみ）
2-3	QuangTri における 10ha のダイオキシン汚染マップの作成	完了 100%	
2-3-1	土壌および地下水のダイオキシン、農薬および重金属の予備調査	完了 100%	Quang Tri, Ba Vi & Trang Bang は完了。
2-3-2	高濃度汚染地域におけるダイオキシン測定法および調査法の設定	HotSpot での調査を実施し、完了 100%	高濃度汚染地域はない。調査方法を立案し、飛行場など Hot Spot での生物検定を実施
2-3-3	汚染土壌の詳細調査（ダイオキシン、重金属、農薬）	完了 100%	Quang Tri 地区において 10 ha の調査を完了
2-3-4	土壌汚染マップの作成	完了 100%	完了。
2-4	ダイオキシンのジャトロファへの移行	測定は完了	調査結果を整理し論文作成中
2-4-1	ジャトロファ中汚染物質測定法の開発	完了 100%	分析法開発終了、マニュアル作成。
2-4-2	ジャトロファ中ダイオキシン、重金属、農薬の予備調査	計画中 10%	測定数、方法、項目、場所などの具体策の立案中
2-4-3	ジャトロファの汚染マップ	完了 100%	作成終了
2-5	汚染土壌浄化技術の開発		
2-5-1	汚染土壌抽出基礎実験	データ 100%	中間報告では、ダイオキシンの高濃度汚染地区はないため、実験室での研究を終了。
2-5-2	ダイオキシン標準物質による処理基礎実験		
2-5-3	土壌中ダイオキシンの抽出および分解基礎実験		
2-5-4	溶媒抽出および超音波分解による汚染土壌の浄化	100%	研究室での研究成果で報告。
2-5-5	浄化土壌の植林地への利用	0%	実施はしない。

④研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

ダイオキシンの分析法の技術を HRGC-MS 法、CALUX 法、KiNe x A 法ともに研修をし、技術移転を実施。超音波、紫外線照射法による dioxin の分解についても技術移転を完了。

⑤研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

当社予定していた高濃度ダイオキシンで汚染された土壌が存在していなかった。そこで、ベトナム政府に中部山岳地でのダイオキシン汚染の土壌がないことを報告し、従来、汚染されていると考えられ、作物の栽培を禁止していた地域での栽培を開始するように伝えた。

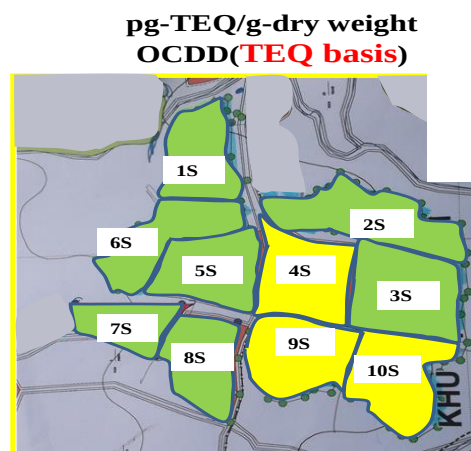
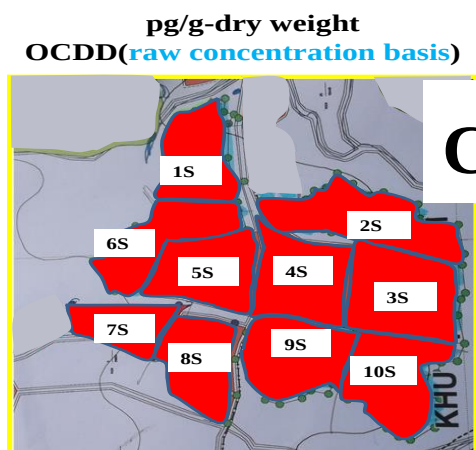
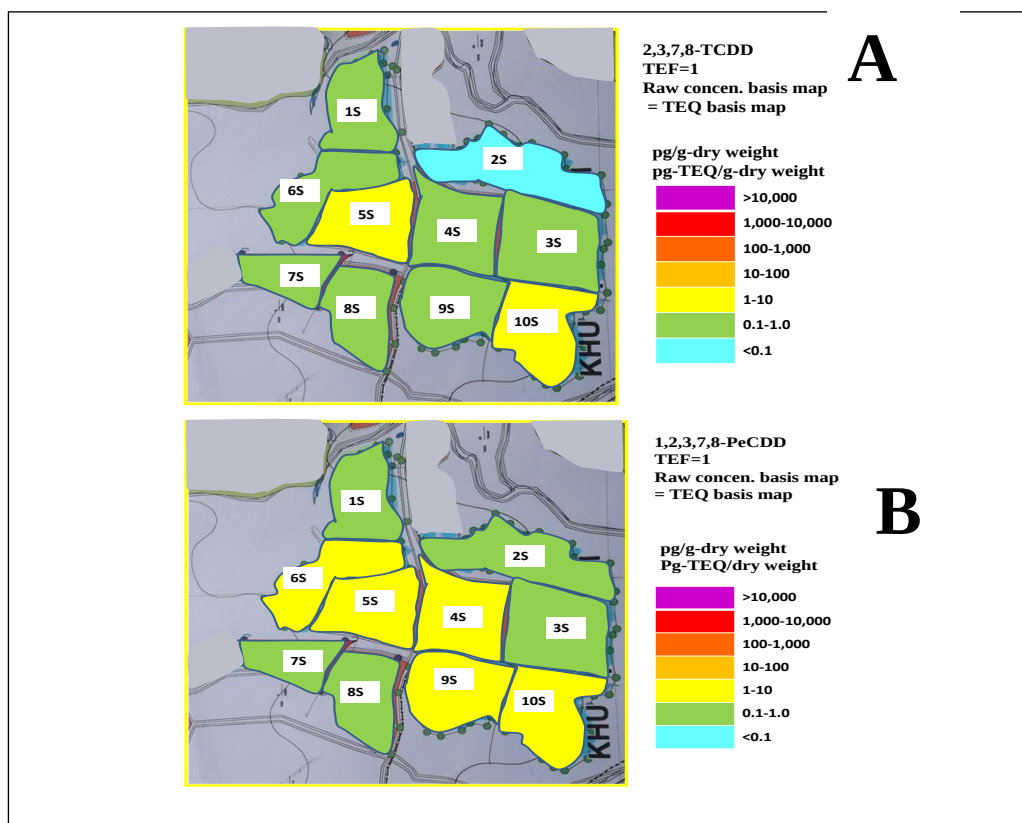
グループ 2 の研究結果

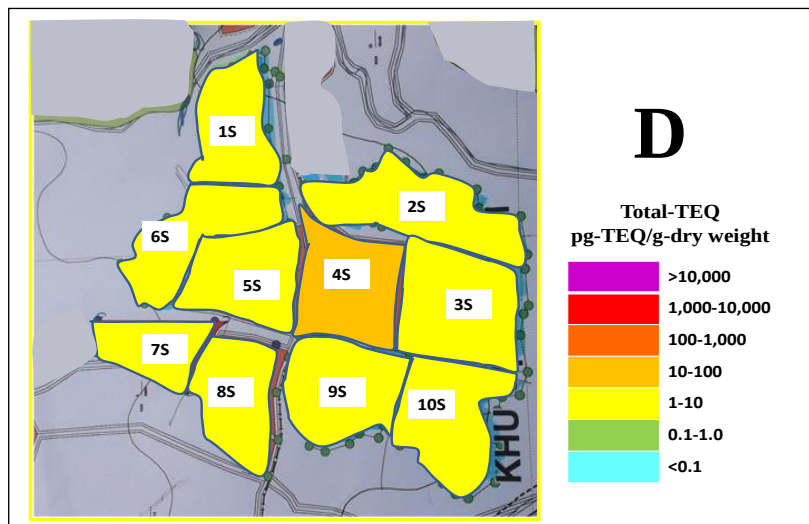
ダイオキシンマップを図 2-3-2-1 に、ダイオキシン汚染土壌の測定結果を表 2-3-2-2 に示す。

Table 2-3-2-2. PCDD/DFs (pg/g-dry wt) and total-TEQ in soil samples at Qung Tri

Compound	14QT 01S	14QT 02S	14QT 03S	14QT 04S	14QT 05S	14QT 06S	14QT 07S	14QT 08S	14QT 09S	14QT 10S
2378-TCDD	0.13	<0.10	0.31	0.67	1.0	0.21	0.25	0.42	0.77	1.11
12378-PeCDD	0.64	0.52	0.65	1.4	1.4	1.3	0.52	0.87	1.56	1.84
123478-HxCDD	1.1	2.4	2.0	4.3	3.2	2.7	1.6	2.73	2.38	1.99
123678-HxCDD	1.7	3.8	3.2	6.9	5.2	4.3	2.6	4.34	3.79	3.17
123789-HxCDD	1.5	3.2	2.7	5.8	4.4	3.7	2.2	3.68	3.22	2.69
1234678-HpCDD	14	30	26	550	41	35	20.9	34.6	30.2	25.2

OCDD	1450	3190	2730	5810	4360	3660	2210	3660	3190	2670
2378-TCDF	<0.10	0.12	0.10	0.22	0.16	0.14	<0.10	0.14	0.12	<0.10
12378-PeCDF	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
23478-PeCDF	<0.50	<0.50	<0.50	0.54	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
123478-HxCDF	0.75	1.7	1.4	3.0	2.3	1.9	1.14	1.90	1.66	1.39
123678-HxCDF	0.51	1.1	0.96	2.0	1.5	1.3	0.77	1.28	1.12	0.94
123789-HxCDF	<0.50	<0.50	<0.50	0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
234678-HxCDF	<0.50	<0.50	<0.50	0.55	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
1234678-HpCDF	0.92	2.0	1.7	3.7	2.8	2.3	1.40	2.31	2.02	1.69
1234789-HpCDF	<0.50	<0.50	<0.50	0.62	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
OCDF	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
total-TEQ	1.9	3.0	3.1	12	5.9	4.3	2.5	4.2	4.8	5.0
TCDD (%)	6.7	<3.3	10	5.7	17	4.8	10.2	10.1	15.9	22.0





A: 2,3,7,8-TCDD, B: 1,2,3,7,8-PeCDD, C-1: OCDD (raw concentration basis),
C-2: OCDD (TEQ basis), D: total-TEQ)

図 2-3-2-1 種々のダイオキシンによる土壌の汚染マップ

図 2-3-2-1 に Quang Tri 植林地区における 2,3,7,8-TCDD, 1,2,3,7,8-PeCDD, OCDD (実測濃度および TEQ) および total-TEQ の土壌汚染マップを示す。

この地域における 2,3,7,8-TCDD 濃度は低く、1 カ所は 0.1 pg/g-dry-weight 以下であり、7 カ所で 0.1~1.0 pg/g-dry-weight の範囲であった。1.0 pg/g-dry-weight を超えたのは 2 カ所であるがこの 2 カ所とも 1.0 pg/g-dry-weight をごくわずかに上回ったのみであった (5S: 1.0, 10S: 1.1 pg/g-dry weight)。したがって、2,3,7,8-TCDD が特に高い地点であるとは認められない (Figure 1-6-A)。また、2,3,7,8-TCDD の TEF (Toxic Equivalency Factor) は 1 であり、実測濃度 (raw concentration) による汚染マップと TEQ による汚染マップは同一である。

この地区で検出されたダイオキシン類の主成分である 1,2,3,7,8-PeCDD の分布は、Figure 1-5-B に示すように、5 カ所が 0.1~1.0 pg/g-dry-weight の濃度範囲、残り 5 カ所が 1.0~10 pg/g-dry-weight の濃度の範囲である。しかし、後者 5 カ所の値は 1.4 (4S), 1.4 (5S), 1.3 (6S), 1.6 (9S), 1.8 pg/g-dry weight (10S) であり、いずれも 1.0 pg/g-dry-weight を僅かに上回る程度であった。したがって、1,2,3,7,8-PeCDD も特に高い地点は認められない。なお、1,2,3,7,8-PeCDD の TEF は 1 で、raw concentration による汚染マップと TEQ による汚染マップは同一である。

この地区で検出されたダイオキシン類の主成分である OCDD の分布は、Figure 1-5-C-1 に示すように、raw concentration ベースでは、2,3,7,8-TCDD 濃度に比べ約 4 桁高いレベルであり、いずれも地点も 1000~10000 pg/g-dry weight の濃度の範囲であった (平均値: 3,020 pg/g-dry weight, 標準偏差: 1,390 pg/g-dry weight)。しかし、いずれの地点においても 10000 pg/g-dry weight を超える OCDD は検出されず、有意に高い地点は認められなかった。なお、OCDD の TEF は、非常に低く 0.0003 である。TEQ 濃度での汚染マップを Figure 1-5-C-2 に示すが、3 地点で 1~10 pg-TEQ/g-dry weight の範囲にあり、この 3 地点は、1.55 (5S), 1.01 (9S), 1.10 pg-TEQ/g-dry weight (10S) と 1.0 pg-TEQ/g-dry weight を僅かに上回る程度であった。

日本では、OCDD は過去に農薬 (除草剤) として使用された PCP の不純物として含まれていたものであり、日本の農用地土壌では現在でも 10,000 pg/g-dry weight 前後の OCDD が残留している (環境省: 農用地土壌及び農作物に係るダイオキシン類実態調査結果 (平成 12 年度, 濃度表), <http://www.env.go.jp/water/dojo/no-diox/index.html>)。日本の農用地土壌中の OCDD 濃度を比較すると Quang Tri 植林地域の OCDD 濃度は必ずしも高いものではない。

total-TEQ の汚染マップは、Figure 1-6-D に示すように、9 地域が 1~10 pg-TEQ/g-dry-weight の範囲であり、1 地域 (4S) のみ 10~100 pg-TEQ/g-dry-weight であった。残りの 4S 地点の濃度は 11.8 pg-TEQ/g-dry-weight と 10 pg-TEQ/g-dry-weight を僅かに上回る濃度であり、他の地点に比べ特に高いとは言えない。したがって、TEQ 濃度においても有意に高い地点は認められなかった。

結論的に、Figure 1-6 に示す各ダイオキシン類の汚染マップによる解析から、精密調査を行った Quang Tri 地域においては、有意に高い汚染を示す地点は認められなかった。また、2002 年における日本の農用地土壌の平均値が 21 pg-TEQ/g-dry weight (範囲: 0.0016~200, n=130) (<http://www.env.go.jp/water/dojo/no-diox/>) を考慮すると、調査した植林地域のダイオキシン汚染は枯葉剤が散布されたときと比べると極めて低濃度であった。これは毒性 (TEQ) で表した値が低いのであって、毒性の低い OCDD の濃度は 1500pg-5800pg/g-dry weight と極めて高く、枯葉剤中でも最も水への溶解度の低い OCDD だけが、水に洗い流されずに残ったのか、またはほかの発生源があるのかはさらに研究を続けて解明する必要がある。(通常、ドイツでは 100pg-TEQ/g-dry weight 以下を、日本では

400pg-TEQ/g-dry weight 以下のダイオキシン濃度が検出されても、土壌が汚染されているとは定義しない。日本では処理を必要とする汚染土壌は 3000pg-TEQ/g-dry weight である。

2.2.2.2. ダイオキシンの処理の研究室実験

2.1. 超音波と紫外線照射による土壌中のダイオキシンの分解無害化

2.1.1 超音波と紫外線照射の作用

超音波を水に照射すると短時間に生成・崩壊するキャビティ内では、局所的ではあるが数千℃、数百気圧の高温反応場と衝撃波による秒速数百 m にも達する、高速の水流が生成する。

一方、紫外線照射によって、ダイオキシンのような分子内に塩素を含む化合物は、脱塩素反応によって塩素を分子内に含まない化合物に無害化されることが知られている。本研究ではその両者を利用して、

低周波数超音波照射 高周波数超音波+紫外線
土壌中のダイオキシン → 土壌からの脱離 → 分解無害化を試みた。

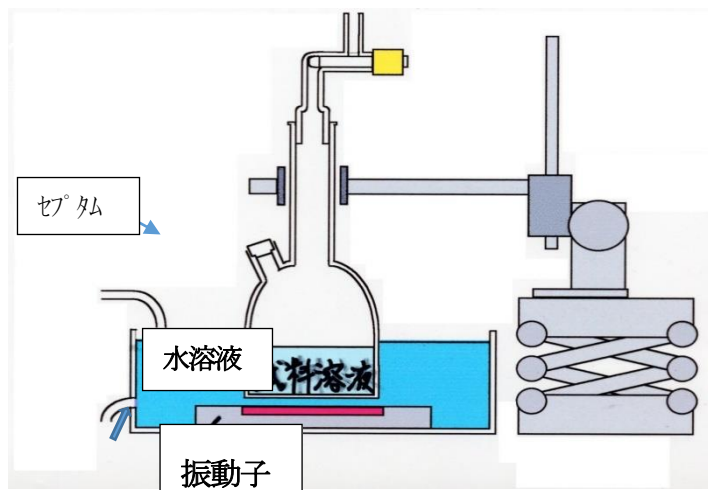


図 2.1. ダイオキシンの超音波分解装置

図 2. 1 にダイオキシン分解装置の概要を示す。超音波照射中に温度が上昇するので、周りを水で冷却し、常温で反応が進行するようにしている。

図 2. 2. と 2. 3. に超音波照射によるトリクロロエチレンとフロンの分解の経時変化を示した。

トリクロロエチレンは常温でも水溶液の中で迅速に完全分解され、CO と塩化物イオンにまで分解された。水素はトリクロロエチレンからも生成するがそのほとんどは水の超音波分解によるものである。紫外線照射では脱塩素は起こるが、完全分解には数時間の反応時間を要する。

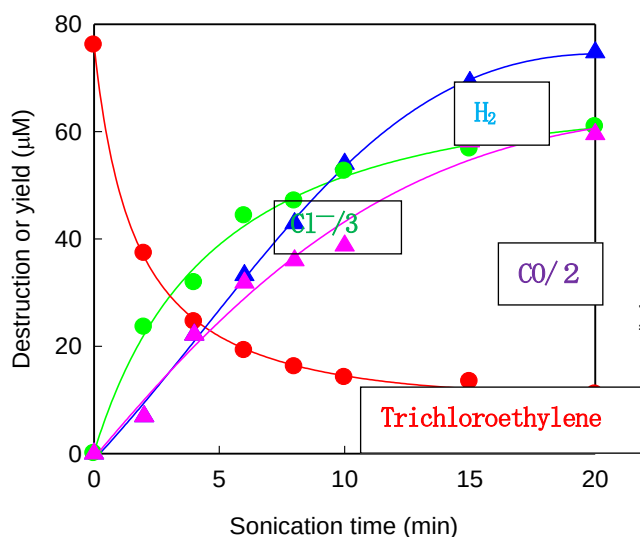


図 2.2. トリクロロエチレンの超音波分解生成物

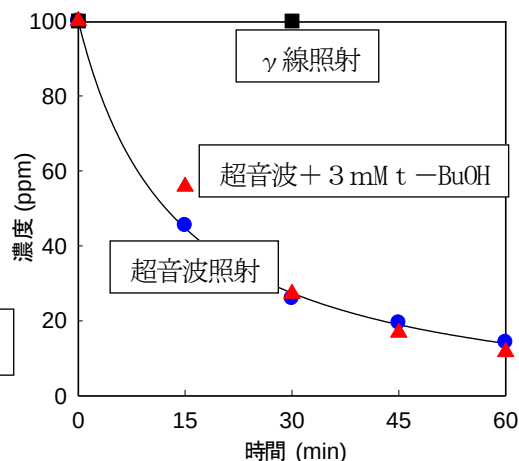


図 2.3. フロンの水中での超音波分解

図 2. 3. に示したフロン 1 1 3 は気相では 1000℃以上の高温でしか分解しない。またγ線照射で全く分解しないので、超音波照射では、OH ラジカルによるより、熱分解によってその大半が分解することが分かる。

表 2. 1. に汚染土壌の超音波照射および紫外線照射によるダイオキシンの分解の結果を示す。

表 2.1

番号	分解方法	反応前濃度 pg/g 土壌	反応後濃度 pg/g 土壌	分解率 (%)
(1)	紫外線照射のみ	250.0	220	88
(2)	超音波照射のみ：20 kHz		240	96
(3)	超音波照射のみ：100 kHz		170	68
(4)	20kHz を 30 分照射後、100kHz の超音波を 1 時間照射		80	32
(5)	紫外線と超音波の同時照射		68	27

分解時間は1時間、ダイオキシン濃度はCALUX法で測定した。

(4) 20 kHz の周波数の超音波で土壌中のダイオキシンを脱着させて、その後 100kHz の周波数の超音波で、1 時間照射。

(5) 20 kHz の周波数の超音波で土壌中のダイオキシンを脱着後、紫外線と超音波の両者の照射を1時間行った。

現在、Da Nang 飛行場では土壌中のダイオキシンの分解にメカニカルミリング法を用いて、高温化でダイオキシンを土壌から揮散させ、揮散したダイオキシンを活性炭に捕集して土壌の浄化を試みているが、大気中への逃散が大きな問題になっている。超音波照射は水中で短時間にしかも極めて狭い気泡中で (μs で μm) ダイオキシンを熱分解するので、周りの常温の水からはダイオキシンが逃散しないので、極めて安全な方法と言える。大きな規模での土壌の無害化にはさらに大規模な超音波照射装置を設置するか、または汚染土壌を一旦、溶媒中に抽出し、抽出した溶媒の無害化に超音波を用いることも可能である。

2.2.3. 研究題目3：高品位 BDF クリーン製造技術(クリーンな高品質 BDF 製造プロセスの確立)

①研究題目3の研究のねらい

- (1) 高品質の BDF を低エネルギー消費、低廃棄物排出によって、製造可能なプロセスを確立する。
- (2) 油分だけでなく油糧種子に含まれる糖質、ビタミン E、フィトステロールなどの薬効成分も同時に利用できる、カスケード利用法を検討する。
- (3) 副生するグリセリンの利用法を検討する。

研究グループ(大阪府立大学、リーダー：前田泰昭 地域連携研究機構・特認教授)

参加メンバー

(日本) 大阪府立大学：前田泰昭、興津健二、Luu Duc Phuong、Santi Kongmany、Truong Thi Hoa
(ベトナム) Luu. Van. Boi、Pham Ngoc Lan、Nguyen Cong Tuan (VNU-Hanoi)、
Nguyen Thi Phuong Thoa、Le Tu Thanh、(VNU-HCMC)

②研究題目3の研究実施方法

- (1) アセトンを溶媒として利用する共溶媒法による種々の油分原料から高品質 BDF を製造する、最適条件を確立する。
- (2) 油糧種子から薬効成分の抽出・利用 ショ糖、薬効成分、油分のカスケード抽出
BDF を石油系軽油と競争可能な価格にするためにすることを検討するために、糖質を水で、次いで、ビタミンE、フィトステロールなどの薬効成分をエタノールで、最後に油分をヘキサンで抽出する、カスケード抽出法を確立する。
- (3) 副生するグリセリンの利用について、燃料電池燃料およびアクリル酸の原料としての利用の2点について検討する。

③研究題目3の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

G3 進捗状況表

課題 No	内容	進捗状況	備考
3-1	BDF 製造パイロットプラントの設計と建設	完了 100%	
3-1-1	共溶媒法による BDF 製造パイロットプラントの設計	完了 100%	内容積 500L のパイロットプラントを木村化工機で製造、VNU に搬送、VNU でのバイオマスセンタ

			一の建設の遅れにより、ザーラムの工業団地内に設置、電源、水道も仮設し、運転中。
3-2	様々な原料油での BDF 生産と最適条件の確立	完了 100%	廃食用油、Jatropha Curcas 油、ゴムの実油、Pongamia Pinnata 油、獣脂、ナマズ油を原料とした、酸・アルカリ二段式反応の最適条件を確立。
3-2-1	廃油、Jatropha 油、ゴムの実油、を原料とした BDF 製造最適条件の確立。(たばこ油は中止)	完了 100%	遊離脂肪酸が 5 %以上の廃油または粗油から酸触媒法-アルカリ触媒法の 2 段法で、BDF を製造し、廉価で悪質な原料からでも、共溶媒法を用いれば、高品質の BDFF の製造が可能なことを明らかにした。
3-2-2	荒廃地で植林した樹種から採取した油を原料とした BDF 製造の最適条件の検討。	実施中 70%	まだ少量の油しか採れないので、小規模な実験を行い、絞りたての水分を含む油でも十分共溶媒法で対応できることを明らかにした。 パイロットプラントでの製造実験を実施中。
3-2-3	共溶媒法による BDF 製造の利点、改良点の利用	完了 100%	利点は反応速度が速いこと、常温で高品質 BDF の製造が可能なので、低消費エネルギー、石鹼生成が少ないので廃棄物および生成したグリセリンが高品質。 改良点は製品にアセトンが含まれることがあるので、製品の水洗回数を増やして解決できた。
3-3	副生成物研究 (グリセリン等)	継続中 70%	
3-3-1	グリセリンの加熱作用の基礎的検討:マイクロ波加熱、電熱器加熱、超音波霧化	継続中 80%	マイクロ波過熱と電熱器加熱を比較し、前者が 1/10 ほどの短時間で加熱できることが分かった。超音波霧化では不可能であった。
3-3-2	超音波照射による燃料電池用 Pd 触媒の調製	ほぼ完了 80%	200kHz の超音波を塩化パラジウムの水溶液に照射して 5-10nm の粒径のそろったナノ微粒子が調製できた。さらに Pt と Pd のコア-シェル・ナノ微粒子触媒を調製し、電池特性を実験中。
3-3-3	精製グリセリンの燃料電池燃料利用の検討	実施中 80%	3-2-2 で調整した触媒を用いて、電流・電圧値をエタノール、メタノール、グリセリンのそれぞれを燃料として測定した。グリセリンが電流・電圧ともに最高値を示した。
3-3-4	水から水素発生 of グリセリンの添加効果	実施中 80%	Pt-TiO ₂ 光触媒反応にグリセリンを少量添加すると従来の 100 倍以上の水素発生が観察できた。現在その添加効果および水素発生機構を解明中である。さらに Pd-TiO ₂ 触媒によって、太陽光でも水素発生 of 可能な触媒を探索中である。
3-3-5	グリセリンからアクロレインを経由してポリアクリル酸超吸水ポリマーの製造 廃グリセリンのチタン還元剤としての利用(大阪チタニウムとの共同研究)	実施したがまだ収率が低い。	BDF の副生成物のグリセリンを Nb をモレキュレーブに担持した脱水触媒を用いて、グリセリンからアクロレインの生成を検討中。まだ収率が 20 %と低く、さらに活性な触媒の探索が必要。アクリル酸を原料としてポリマーを作ったところ、重量比で約 750 倍の水を吸収した。
3-4	副生グリセリン燃料電池の試作品の作製	小型のものは制作済 50%	簡単な試作品を作製した。さらに高効率の燃料電池の作製を継続して実施中。
3-5	BDF 利用実証などを通じた課題の抽出		
3-5-1	各種油を原料とした BDF の凝固点の測定、凝固点降下物質の調査	完了 100%	ステアリン酸、パルミチン酸含有量の多い、パーム油を原料とすると 15℃で BDF に固形物の分離が始まった。獣脂は原料が固体であるが BDF にすると、10℃では固形物は分離しなかった。

3-5-2	凝固点降下物の製造実験	継 続 中 80%	凝固点降下剤としてマレイン酸セチルエステルと α テトラデセンの共重合物を合成した。重合反応の分子量を調整し、さらにマレイン酸エステルの炭素鎖を変えて合成中。
3-5-3	凝固点降下物質の BDF への添加実験（粘度、凝固点降下効果の測定）	継 続 中 70%	3-5-2 で合成した降下剤を 1000ppm 添加するとパーム油から製造した BDF の凝固点を 10℃降下することができた。しかしステアリン酸メチルエステルでは 3℃しか降下しなかった。マレイン酸エステルの炭素鎖を変えて合成した降下剤について引き続き検討中。
3-5-4	実燃料への利用（B10, B20, B100）	継 続 中 50%	B100 での実験は完了したが、軽油との混合燃料で実験中。
3-5-5	製造した BDF の B100 としての利用の問題点の抽出と解決	完了 100%	B100 として用いる場合のみ、冬の燃料の固形の問題がある。燃料タンクの加熱と凝固点降下剤の添加の 2 点から解決を検討中。ベトナム政府は B5 の使用を推奨しているので、その場合には全く問題はない。
3-6	周辺国への成果の普及	実 施 中 50%	ラオス、カンボジア、インドネシアで実施中
3-6-1	他の周辺諸国への普及	実 施 中 50%	ラオスからベトナムへ技術者を招いて共溶媒法での高品質 BDF 製造の技術移転を研修中

④研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

既に共溶媒法による高品質 BDF の製造法、油糧種子のカスケード抽出法、グリセリンの利用についてはそれぞれにベトナム側から研究者を招き、研修を実施し、さらに大阪府立大学・大学院博士課程に学生が入学し、技術の習得を行った。

⑤当初の計画では想定されていなかった新たな展開

プロジェクトを開始したときの 100USD/ガロンから 30USD/ガロンまで石油価格が低迷しバイオマス製造利用の熱意が減少した。従って、まず経済的に石油系軽油より廉価な BDF 製造が急務となった。

研究結果

2.2.3.1. 種々の BDF 原料から共溶媒法による高品質 BDF の製造

本技術シーズで用いる BDF の製造法の共溶媒法では、本来互いに混ざり合わない 2 つの反応物のメタノールと油分が、原料の油にアセトンに 10%混ぜるだけで、完全に均一になり、迅速に、しかも常温で、石鹼を生成することなく、高品質の BDF の製造が可能である。さらに石鹼が混ざらないため、副生する高品質のグリセリンを化学品として利用することが可能である。なお共溶媒として用いるアセトンはメタノールと一緒に約 80%は回収できるので再利用できる。共溶媒法を用いると、原料油に数%の水分を含んでいてもほとんど BDF 生成速度に影響がない。従来の機械攪拌法では約 10 時間もかかった、反応後の BDF と副生グリセリンの分離が約 15 分ときわめて迅速で、これは従来法ではグリセリンの生成とともにグリセリンときわめて性質の近いアルカリ触媒を含んだメタノールがグリセリンに溶解し、反応が阻害される。

共溶媒法によるとほとんどの原料から高品質BDFが
収率よく製造できる。



図 3-1 に示したように、アセトンを加えることにより、ほとんどすべての動植物系原料から高品質の BDF を低消費エネルギー、低廃棄物排出で製造できる。共溶媒法では石鹼が副生しないため、グリセリンを廃棄物として排出しない。そのために従来法と比べて廃棄物の排出量が約 10%に減少する。図 3-2. に VNU ハノイに設置した共溶媒法での BDF 製造装置を示す。反応速度、分離速度が速く、石鹼の混入しないグリセリンが副生し、チタンの還元反応および以下に説明する、水素発生、超吸水ポリマー合成原料として利用が可能になり、グリセリンを販売することによって、さらに BDF の値段を下げる事が可能である。

2. 2. 3. 2. 樹種のカスケード利用

従来は油糧種子中の油分だけに利用が限定されていたが、私たちは、表 3-2-1 に示すように油糧種子中には油分だけでなく、ショ糖、薬効成分が利用可能な量で含有されていることを初めて見出し、これらを一カスケードで抽出しそれぞれを利用するバイオマス燃料製造・利用総合システムを構築する。特に石垣島で防風林に利用されているテリハボクには 0.5%ものビタミン E で、しかもその大半が、最も抗酸化能の高いγ-トコトリエノールとδ-トコトリエノールである。これらは 1 万円/kg と高価であるため、種子を販売しただけで十分種子の購入代金が賄えるので、BDF に用いる油分は安価に使用ができ、従ってそれから製造する BDF も十分石油系軽油と競争できる値段で販売することが可能になる。バイオエタノールについても全く同じ事が言える。

表 3-2-1 油糧種子中の油分以外の有効成分の含有量

表1 砂糖、薬効成分、油分の含有量

種子	Oil contents kernel/all	Sugar (%)	Vitamine E (%)	Phytosterols(%)
クロヨナ	31.2/29.2	8.9	0.072	0.097
カントニアブラギリ	58.0/32.6	2.0	0.174	0.068
コム	46.4/24.7	5.8	0.035	0.011
南洋アブラギリ	45.2/27.4	6.6	0.056	0.079
テリハボク	44.0/20.7	1.8	0.510	0.038
	100円/kg	100円/kg	10,000円/kg	200,000円/kg

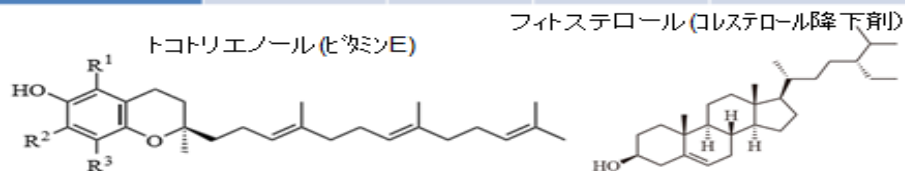


表 3-2-1. 油糧種子および米ぬかから取れる抗酸化剤

種子から有用成分のカスケード抽出の手順を図 3-2-1 に示す

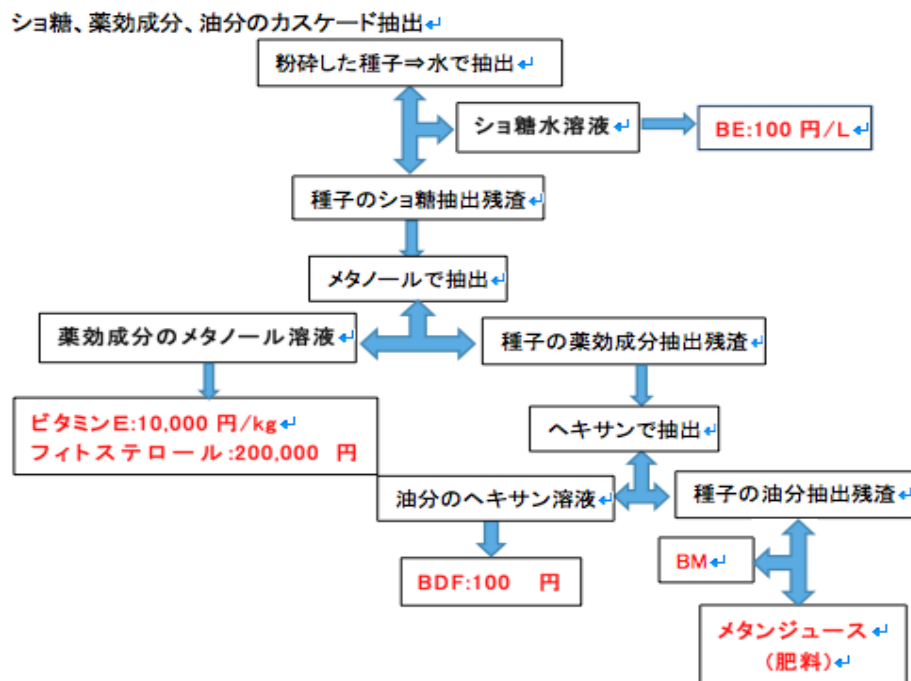


図 3-2-1 油糧種子から有効成分のカスケード抽出

図 3-2-1. に示したように、種子から砂糖、効成分、油分を別々に取り出すには、まず細かく砕いた、種子を水洗いすると砂糖が選択的に抽出される。抽出後の砂糖水と固形物を分けて、固形物をメタノールで抽出するとビタミンEとフィトステロールなどの薬効成分がメタノール中に抽出される。薬として用いるにはメタノールよりエタノールのほうが安全である。アルコール抽出後の残渣からヘキサンで油分を抽出することができる。このように、3 種類の溶媒を用いればカスケードで砂糖、薬効成分、油分を抽出できる。現在、水とヘキサンおよびメタノールとヘキサンで、混合した溶媒で、前者では砂糖と油分の、後者では薬効成分と油分の同時抽出の検討を行っている。

2.2.3.3. 副生物のグリセリンの利用技術の開発

Pd-MnO₂ コアーシェルナノ微粒子触媒による燃料電池の検討を行う。グリセリンの固体酸触媒による脱水反応の生成物の検討を始める。

BDF 製造過程から副生するグリセリンと粗油に多く含まれる遊離脂肪酸のエステル化反応によって、凝固点降下剤の生成反応の検討を行い、原料油の総合利用の検討を開始する。

現在 VNU にある装置で、Jatropha 油、ゴムの実油、及び廃油で行った BDF 製造の最適条件の検討結果に基づいて、2 段法の実施可能なパイロットプラントの設計を行う。また、現在大阪府立大学で検討している、各種油を原料とした BDF の凝固点の測定、凝固点降下物質をベトナムで行う。グリセリンの加熱作用の基礎的な検討をマイクロ波加熱、電熱器加熱、超音波霧化により行なう。

Jatropha だけでなく、ゴムの実、ナマズ、Pongamia Pinnata の油を原料として BDF 製造の最適条件を検討し、最低コスト、最少廃棄物排出での製造プロセスを検討する。特に凝固点降下剤と酸化防止剤の添加効果についても実証する。

2. 2. 4 研究題目 4 : BDF 利用における大気汚染影響の評価(BDF の公共交通機関への利用と大気汚染削減の評価)

①研究題目 4 の研究のねらい : BDF 利用における大気汚染影響の評価 (公共交通機関、農業機械等への利用。大気汚染の現状と BDF 利用による大気汚染の改善の評価)

研究グループ大阪府立大学 (リーダー : 竹中規訓 現代システム学域教授)

参加メンバー

(日本) 大阪府立大学 : 竹中規訓, 博士研究員、前田泰昭、今村 清、Phan Quang Thang

②研究題目 4 の研究実施方法

大気汚染連続観測のための測定場所を IET および VNU ホーチミン校内の最適な場所に定め、観測機器を設置し、連続測定を実施中であり、現在データの蓄積とその 0 解析を実施中である。さらに、広範囲にわたるベトナム大気の大気汚染を測定するためのパッシブサンプラーの開発を行なった。ギ酸ナトリウムを吸着剤として用い、測定するための基礎条件を検討し、妨害物質、吸着効率の季節変動、大気濃度への変換係数を求めた。さらに、ディーゼル排ガス中の粒子状物質の採取方法について、ディーゼル発電機を用いて、基礎検討中である。

各種原料から製造した BDF を実際に燃料として用いた、発電機とディーゼル自動車の排ガスの汚染物質の測定を行う。特に未燃の BDF および有機酸、アルデヒドについては詳細な検討を行う。

凝固点降下剤、酸化安定剤などを添加した燃料の燃焼排ガスの検討、軽油と BDF の混合燃料の燃焼排ガスの測定を実施し、燃料の化学的・物理的性質と排ガスとの関係を明らかにする。

BDF と軽油の排ガスの光化学スモッグ反応を比較し、オゾンの生成、微小粒子の生成について検討する。

ベトナム側の強い要請のある、ハロン湾の観光船への BDF 利用に備えるため、船のディーゼルエンジンの排ガス測定の基礎的検討を始める。そのために、船のエンジン排ガス測定の専門知識の取得のため、ヤンマーのコタキナバルエンジン研究所との連携によって、ベトナムでの BDF 利用の必須条件である、BDF 製品検査体制、エンジン排ガス測定技術の構築を図っている。

IET/VAST と VNU-HCMC に設置した大気汚染連続測定器での連続モニタリングから得られたデータの解析を行い、ハノイ、ホーチミンの大気汚染の原因物質の解明とハノイとホーチミンの違いを明らかにする。またパッシブサンプラーによる汚染マップの作成も継続する。

③研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

表 2-2-4-1 グループ 4 の進捗状況

課 題 No	内 容	進捗状況	備 考
4-1	大気測定機器の設置	完了 100%	IET/VAST と VNU-HCMC の 2 か所に連続測定局を設置した。
4-1-1	NO _x , O ₃ , CO の連続測定、管状デューダー法による HONO 測定、月に一回以上の PAN、PAHs の測定	完了 100%	連続測定は順調に行われている。HCM では HONO および PAHs の測定は、随時行われている。PAN についても測定を実施している。
4-1-2	PM _{2.5} 測定および、PAHs の測定	完了 100%	PM _{2.5} の連続測定を継続中。PAHs の気/雨/粒子分配の測定については、論文になっており、日本での測定実績は多い。
4-1-3	大気中 HONO の連続測定	完了 100%	日本で測定法を確立し、特許申請を行った。ベトナムでも測定を実施した。
4-2	大気汚染の現状把握（データ蓄積 2 年以上）	継続実施中 100%	データ蓄積 2 年半
4-2-1	すべてのデータを解析し、ベトナムの大気質を評価する	完了 100%	一部データ解析を行い、ホーチミンとハノイで特徴が大きく異なることを見出した。
4-3	発電機排ガスの測定	完了 100%	
4-3-1	ディーゼル発電機を用いた排ガス中の種々の汚染物質を採取する方法を確立する	完了 100%	乾燥空気中で 20 倍に希釈することで、水の凝結なしにサンプリングすることができ、水溶性成分の測定もできるようになった。
4-3-2	種々の BDF と軽油およびその混合物（混合比も変える）を用いたときの排ガス中の汚染物質濃度の測定	ほぼ完了、現在最後の測定を実施中	入手したジャトロファ、なまず油、パーム油、廃食用油から作製した BDF では測定を行ったが、まだ多くの種類で調べていない。また、NO _x 、CO、炭化水素だけであるので、種々の汚染物質で調べる必要がある。
4-4	自動車エンジン燃焼排ガスの測定	YKRC で実	自動車の排ガスについては実施中。

		施中	
4-4-1	自動車排ガスの調査	一部実施 & 計画中 40%	ハノイで、なまず油 BDF を用いた排ガスの NOx、CO、炭化水素および低分子量メチルエステルの測定をアイドリング、約 30km/h 平均、約 60km/h 平均での実走行で行った。
4-4-2	シャーシダイナモを用いた自動車排ガスの調査	出来なかった	
4-5	BDF 利用実証などを通じた課題の抽出	実施中 80%	排ガス中に毒性の強い不飽和メチルエステルの生成の問題があった。
4-5-1	ガス状エステル物質の測定その他の未知汚染物質の調査	実施中 80%	ガス状エステルの採取法を確立し、測定を行った。その中で軽油排ガスには含まれない、ベンゼンよりも毒性の強い不飽和メチルエステルが含まれていることを発見し、論文に投稿した。すでに公開されている。さらに熱分解過程の研究を行い、削減方法を見出すことができるか調べている。また、軽油よりもオゾン濃度に対しては増幅効果が大いことを発見した。
4-5-2	3年目に開発した測定法を用いて実際の排ガス中の測定を行う	ほぼ完了 80%	不飽和メチルエステルの測定を用いて実際の排ガス中のメチルエステルを測定した。

④研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

大気連続観測技術、HONO、PAN、PAH ‘s の測定法は技術移転を完了した。既にベトナム側では独自に測定を継続している。

⑤研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

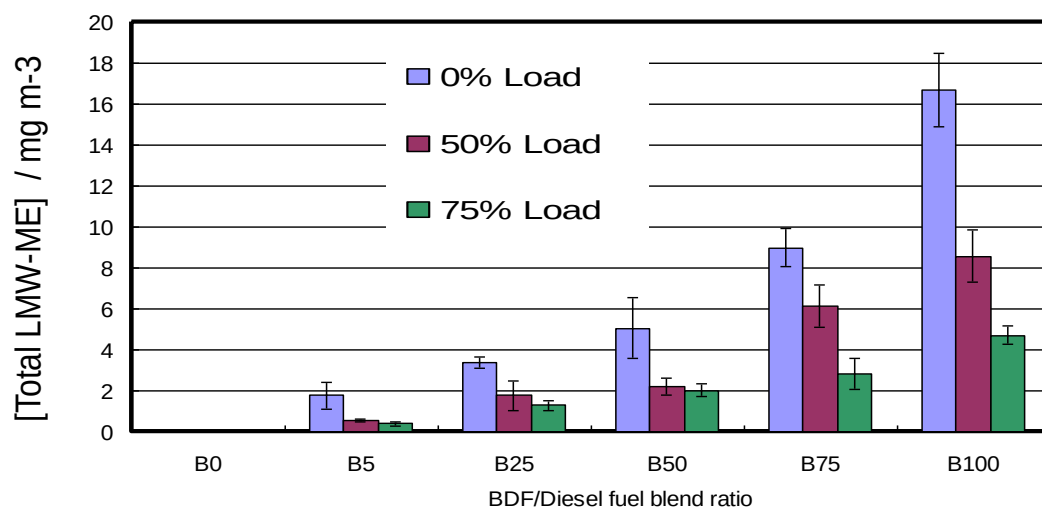
当初計画通りに研究を実施した。

研究結果

2.2.4.1. 2年以上の大気環境汚染物質の連続測定データーの蓄積

- 1) 連続測定器で NOx、O3、SO2、CO、PM2.5、炭化水素類の大気連続モニタリングを行い、日変動や季節変動を把握し、また、アルデヒド類、多環芳香族炭化水素類 (PAHs)、ビスフェノール A、亜硝酸ガス (HONO)、アンモニアガスなど特定の大気微量物質の測定を適宜行った。
- 2) 種々の BDF を用いた排ガス中の大気汚染物質の測定と、軽油と比べた時の汚染物質の削減効果について評価した。
- 3) BDF を使用した際に発生する、軽油からの排ガスには含まれない新規の大気汚染物質を探し、その測定方法を開発し、実際に測定を行った。

特に 3) について種々の BDF ブレンド燃料を燃焼した時の低級脂肪酸メチルの生成量を図 4-1 に示した。BDF 含有量の高い燃料を燃焼した時の生成量が多かった。



Total concentration of LMW Methyl Ester in gas phase

図 4-1. BDF ブレンドの燃焼排ガス中の低級脂肪酸メチル

2. 2. 5. 研究題目 5：BDF 利用による社会経済・環境影響評価と BDF 戦略

①研究題目 5 の研究のねらい(多益性の検証 (気象変動対策、大気汚染及び土壌汚染改善、貧困撲滅) と経済効果)

研究グループ：大阪府立大学 (リーダー：現代システム学域、大塚耕司教授)

研究グループ：大阪市立大学 (リーダー：経済学部、橋本文雄教授)

参加メンバー

(日本) 大阪府立大学：大塚耕司、新井 励、 Nguyen Hoang Phuong Lan、 Duong Phuoc Hung

大阪市立大学：橋本文雄、脇村孝平、長尾謙吉、瀬戸口明久、藤森梓、浅居孝彦、森脇祥太、

(ベトナム) Mai Trong Nhuan、Luu Van Boi (VNU-Hanoi)、 Nguyen Xuan Bao Tam、 Nguyen Khac Hieu (MONRE)、 Nguyen Thi Phuong Thoa、 Tran Thi Ngoc Lan (VNU-HCMC)、 Nguyen Huu Thien、 Le Dinh Kha (MARD)、 Nguyen Quang Trung (IET/VAST)

②研究題目 5 の研究実施方法

現地調査で明らかとなったいくつかのモデル地域を対象に、BDF 利用地区を選定し、利用シナリオを検討する。また Foot Print 評価手法を選んだ地区ごとに当てはめて検証する。さらにそれぞれの優位性を評価する。またベトナムでのバイオマス・エネルギー・再生可能エネルギー全体や燃料の利用状況、土地利用状況、大気環境、植物油の生産の基礎データをさらに蓄積し、それらと経済や社会との関連についての情報を蓄積する。

いくつかの検討したシナリオに従って、実際の評価手法を確定する。バイオマス燃料のヨーロッパや南アメリカでの実施例との比較を行い、評価手法の妥当性と改良を行い、さらに正確な再評価を試みる。日本とベトナムとの資源、土地利用、燃料の利用の違いから、日本とベトナムの再生可能エネルギーの経済性、環境改善への利点評価法を検討する。

③研究題目 5 の当初の計画に対する当該年度の達成状況とインパクト

表 3-5-3-1 グループ 5 の進捗状況表

課題 No	内容	進捗状況	備考
5-1	5-1 BDF 生産・利用における社会経済影響評価手法の確立	80%	
5-1-1	BDF 利用モデル地区の選定および利用シナリオの検討	一部完了 80%	モデル地区選定完了 モデル地区のうちハロンおよびハノイに関する詳細シナリオ設定、他は概略シナリオ設
5-1-2	経済影響評価モデルの確立	一部完了	ポリューション・ヘブン問題に関する検討完了

		80%	マルチ・エージェント・シミュレーション手法構築
5-1-3	環境影響評価モデルの確立	一部完了 70%	従来燃料とバイオジーゼル燃料との排気ガス比較 モデル確立 バイオジーゼル燃料の船舶からの流出影響検討 植林による環境改善効果検討開始
5-1-3	環境－経済統合評価手法の確立	完了 100%	環境（フットプリント評価）と経済（コスト／ベ ネフィット評価）の統合評価指標確立
5-2	データ収集：BDF 利用戦略のための 複数代替案の設定	60%	
5-2-1	各モデル地区におけるデータ収集	一部完了 60%	モデル地区のうちハロン、ハノイ、カンチーにお けるデータ収集中、他は今後収集
5-2-2	BDF 利用戦略のための複数代替案の 設定	一部完了 60%	モデル地区のうちハロンおよびハノイにおける B100 シナリオの詳細設定、他は概略設定 B5、B7 シナリオの検討開始
5-3	BDF 利用実証等を通じた課題の抽出	50%	
5-3-1	BDF 利用社会実験の実施	一部完了 50%	ハロンにおける船舶への BDF 利用社会実験実施 ハノイ－ハロン間の観光バスへの BDF 利用社会実 験検討中
5-3-2	BDF 利用社会実験およびシミュレー ション等の結果を用いた課題の抽 出	一部完了 60%	ハロンにおける社会実験による燃費やエンジンへ の影響などの課題抽出 マルチ・エージェント・シミュレーションによる 問題点の指摘
5-4	BDF 生産・消費を含む複数代替案の 社会経済・環境影響評価	60%	
5-4-1	各モデル地区における複数シナリ オの設定	一部完了 60%	ハロンおよびハノイにおける B100 詳細シナリオ 設定完了 他の地区における概略シナリオ検討中 B5、B7 利用シナリオ検討開始
5-4-2	各モデル地区における複数シナリ オに対する社会経済・環境影響評価	一部完了 50%	ハロンにおける B100 シナリオに対する低炭素効 果および排気ガス軽減効果の評価完了
5-5	ベトナムでの BDF 利用戦略の提言	現在検討 中 5%	日越工業化戦略への提言、Jatropha 協会との協力 体制の構築など：BDF だけでなくバイオマスエネ ルギー全体についても考える。

④研究題目 5 のカウンターパートへの技術移転の状況

カウンターパートと相談しながら情報を集めており、提言や複数のシナリオについてもベトナム政府機関（VNUHanoi, MONRE, MARD, MPI, MOIT）と相談しながら検討している。

⑤研究題目 5 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

ダイオキシン汚染地域と栽培樹種を *Jatropha curcas* を主に考えていたものが、炭鉱跡地などの荒廃地へ、*Jatropha curcas* から *Vernicia montana* と *Pongamia pinatta* へと変更になった。

研究結果

Group 5（多益性気候変動緩和策の評価）報告

1. バイオエタノールの現状と将来に関する評価

1.1 バイオエタノールの利用目標

2007 年 11 月に発表されたベトナム首相決定 177 号では、バイオ燃料（バイオディーゼル、バイオエタノール）の年間生産量を 2015 年に 25 万トン（ガソリン消費量の 1%）、2025 年に 180 万トン（同 5%）とすることが目標

とされた¹。このうちバイオエタノールの年間生産量は 2015 年に 10 万トン、2025 年には 60 万トンである²。

これを受けて、国営石油会社のペトロベトナムは、ベトナム北部・中部・南部でのプラント建設費用として 2.7 億ドルを投資し、それぞれのプラントでバイオエタノールの年間生産量 8 万トン、合計 24 万トンの供給を可能にした。

そこで以下では、2015 年のベトナム政府のバイオエタノール利用目標 10 万トン（バイオエタノール 5% 混合（体積比）ガソリン（以下 E5）を想定）、ペトロベトナムの年間生産可能量 24 万トン、2025 年の政府目標 60 万トンが利用された場合の CO₂ 排出削減量の試算を行う。

1.2 CO₂ 排出削減量の試算

表 1.1 は、ガソリンの生産・燃焼過程とバイオエタノールの生産過程における CO₂ 排出量原単位である³。E5 の燃費がガソリンと変わらないと仮定すれば、単純にガソリンとエタノールの CO₂ 排出量の差が削減量となるので、燃焼過程のみ考慮した場合には 2,360kg-CO₂/kl、生産過程も考慮した場合には 1,600kg-CO₂/kl の CO₂ 排出削減となる。エタノールの比重は 0.79 であるので、エタノール 1 トン当たりに換算すると、燃焼過程のみ考慮した場合 2.99t-CO₂/t、生産過程も考慮した場合には 2.03t-CO₂/t となる。

表 1.2 は、バイオエタノールを 10 万トン、25 万トン、60 万トン利用した場合の CO₂ 排出削減量を示している。これより、燃焼過程のみ考慮した場合には、バイオエタノールを 10 万トン利用することで 24.1 万トン、バイオエタノール 24 万トンの利用で 57.8 万トン、60 万トンの利用で 145 万トンの CO₂ 排出削減量となる⁴。

表 1.1 ガソリンとエタノールの CO₂ 排出量原単位

単位：kg-CO₂/kl

	生産	燃焼	合計
ガソリン	360	2,360	2,720
バイオエタノール	1,120	0	1,120

（出所）ジャパンエナジー・リサーチ・センター（2001）

表 1.2 生産過程を考慮する場合としない場合の CO₂ 排出削減量

単位：kt-CO₂/y

バイオエタノール利用量	10 万トン	24 万トン	60 万トン
燃焼過程のみ考慮した場合	299	550	1,374
生産過程も考慮した場合	203	487	1,218

1.3 バイオエタノールの生産・利用の現状と問題

以上の CO₂ 排出削減量の試算より、ベトナム政府の 2015 年、2025 年目標値に向けてバイオエタノールの生産・利用が行われた場合、CO₂ 排出削減に一定の効果があることがわかる。しかしながら、実際にはベトナムでのバイオエタノールの生産・利用は目標値に向けた計画通りに必ずしも進んでいないことが明らかになっている。そこで以下では、バイオエタノールの生産・利用において顕在化してきた問題について言及する。

(1) バイオエタノール混合ガソリンに対する需要不足

2012 年 11 月に発表されたベトナム首相決定 53 号では、2014 年 12 月 1 日から 7 つの省・都市で、2015 年 12 月 1 日からはベトナム国内全域で車両向けに生産・販売されるガソリンを E5 とすることが発表された⁵。しかし、E5 の販売に関しては、消費の伸び悩みによる需要不足が伝えられており、バイオエタノール生産プラントの閉鎖・操業停止が相次いでいる⁶。これについては、過大な生産計画と市場整備の遅れによる需要の低迷といった需給調整の失敗が指摘されている⁷。

¹ The Prime Minister Decision No.177, 20 Nov 2007.

² Asian Development Bank. [2009] *Status and Potential for the Development of Biofuels and Rural Renewable Energy: Vietnam*, Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, p.15.

³ ここでの試算は、ジャパンエナジー・リサーチ・センター（2001）『温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査：ベトナムにおけるサトウキビからエタノール含有ガソリンの製造に関する調査』に基づく。

⁴ ここでは、ベトナム政府のバイオエタノールの利用目標をもとに、それらをすべて利用した場合の CO₂ 排出削減量を算出している。

⁵ ペトロベトナム HP(http://english.pvn.vn/?portal=news&page=detail&category_id=104&id=3816：最終アクセス 2016 年 8 月 28 日)参照。

⁶ Vietnam News HP によると、ペトロベトナム社の 2011 年の国内バイオエタノール販売量は、2 万キロリットルに止まっており、政府の積極的な施策がなければ、今後数年間の年間販売量が 10 万キロリットルに止まることが伝えられている。また、2016 年 7 月には、1.3 兆 VND の負債を抱えた Dung Quat プラント(年間 10 万キロリットル生産可能)が操業停止に追い込まれたことが報じられた。

⁷ E5 ガソリン生産・販売の問題点については、吉田仁[2012]「混乱の中徐々に普及が進むベトナムのバイオエタノール」

(2) カーボンニュートラルに対する批判

バイオエタノールを含むバイオ燃料の CO₂ 排出削減量の測定には、「バイオマスは、その成長の過程で大気中の CO₂ を吸収するから、そのエネルギー利用で排出される CO₂ とバランスして、大気中の CO₂ は増加しない⁸⁾」とするカーボンニュートラルの前提がおかれている。これに対して、原料も含めたバイオ燃料の生産過程や土地利用転換による CO₂ 排出量をもとにカーボンニュートラルが成立しないとの批判がある⁹⁾。いわゆる ILUC (Indirect Land Use Change) の問題である。例えば久保田・松田 (2010) は、アメリカでのトウモロコシを原料とするバイオエタノールの CO₂ 排出量の削減率がマイナスであり、CO₂ の増加を主張する¹⁰⁾。一方で、Searchinger, T. et al. (2015) は、土地利用転換による食料消費の減少が CO₂ 排出削減を可能にすることを指摘している¹¹⁾。ベトナムでは、バイオエタノールの原料にキャッサバを用いており、ILUC の考え方では CO₂ 排出削減にカウントできないことになる。

ベトナム政府の目標に向けた E5 の利用は、一定の CO₂ 排出削減効果が期待できる。しかし、消費者の E5 に対する懸念による需要低迷、他方で、E5 利用による CO₂ 排出削減効果をどのように評価するか、など克服すべき課題は少なからず残されている。

2. BDF の生産および利用シナリオの提案

2.1 各樹種の BDF 生産量

Group 1 では、ベトナム北部の Ba Vi、Ha Long、中部の Quang Tri、南部の Trang Bang において、南洋アブラギリ (*Jatropha curcas*)、クロヨナ (*Pongamia pinatta*)、広東アブラギリ (*Vernicia montana*) 等の BDF 原料樹種の植林実験を行い、単位面積当たりの種生産量、種に含まれる油の含有量などの基礎データを取得している。表 2.1 は、これらの実験から得られた基礎データならびに文献調査により得られた基礎データをまとめたものである。これらのデータから各地の植物油由来 BDF の単位面積当たりの生産量を求めることができる。なお、クロヨナについては現在実験中で、種生産量データは未取得である。

表 2.1 各 BDF 原料樹種の BDF 生産量に関する基礎データ

樹種	種生産量 (t/ha/y)	油含有率 (%)	BDF 生産量* (t/ha/y)	植林候補地
ハイビスカス <i>Hibiscus sabdariffa</i>	8.00 (北部) 24.0 (南部)	19.6	1.46 (北部) 4.38 (南部)	北部荒地・炭鉱跡地 南部荒地
広東アブラギリ <i>Vernicia montana</i>	10.0	32.5	3.03	北部荒地・炭鉱跡地
ゴムノキ <i>Hevea brasiliensis</i>	0.75	24.7	0.17	中部ゴム園 (植林はしない)
南洋アブラギリ <i>Jatropha curcas</i>	3.00	33.3	0.93	南部荒地
クロヨナ <i>Pongamia pinatta</i>	実験中	—	—	北部荒地・炭鉱跡地

*BDF 生産量を原料油の 93%とする

2.2 植物由来 BDF 生産ポテンシャル

図 2.1 にベトナムの各省とゾーニングの地図を示す。北部を Hoa Binh 省、Ninh Binh 省以北、中部を Thanh Hoa 省以南で、Dak Nong 省、Lam Dong 省、Binh Thuan 省以北、南部を Binh Phuoc 省、Dong Nai 省、Ba Ria Vung Tau 省以南とする。また、北部、中部、南部それぞれにおいてさらに以下のようにゾーン分けした。

(http://www.dir.co.jp/consulting/asian_insight/120712.html: 最終アクセス 2016 年 8 月 28 日)参照。吉田は、需要低迷の原因として、E5 の燃費の悪さがガソリンに対する価格競争力の優位性を相殺してしまっていること、消費者の E5 に対する不信感を挙げている。

⁸⁾ 久保田宏・松田智[2010]『幻想のバイオマスエネルギー：科学技術の視点から森林バイオマス利用の在り方を探る』日刊工業新聞社、p.13。

⁹⁾ 同上書、pp.13-14、泊みゆき[2012]『バイオマス本当の話：持続可能な社会に向けて』築地書館、pp.32-35。

¹⁰⁾ 同上書、pp.13-15。ここでは、削減率＝{(化石燃料使用での CO₂ 排出量)－(化石燃料代替のバイオ燃料生産での CO₂ 排出量)}／(化石燃料使用での CO₂ 排出量)とされている。

¹¹⁾ Searchinger, T. et al. [2015] “Do biofuel policies seek to cut emissions by cutting food?” *Science* 347, pp. 1420-1421.

北部：North East (NE)、North West (NW)、Red River Delta (RRD)

中部：North Central Coast (NCC)、South Central Coast (SCC)、Central Highlands (CH)

南部：South East (SE)、Mekong River Delta (MRD)

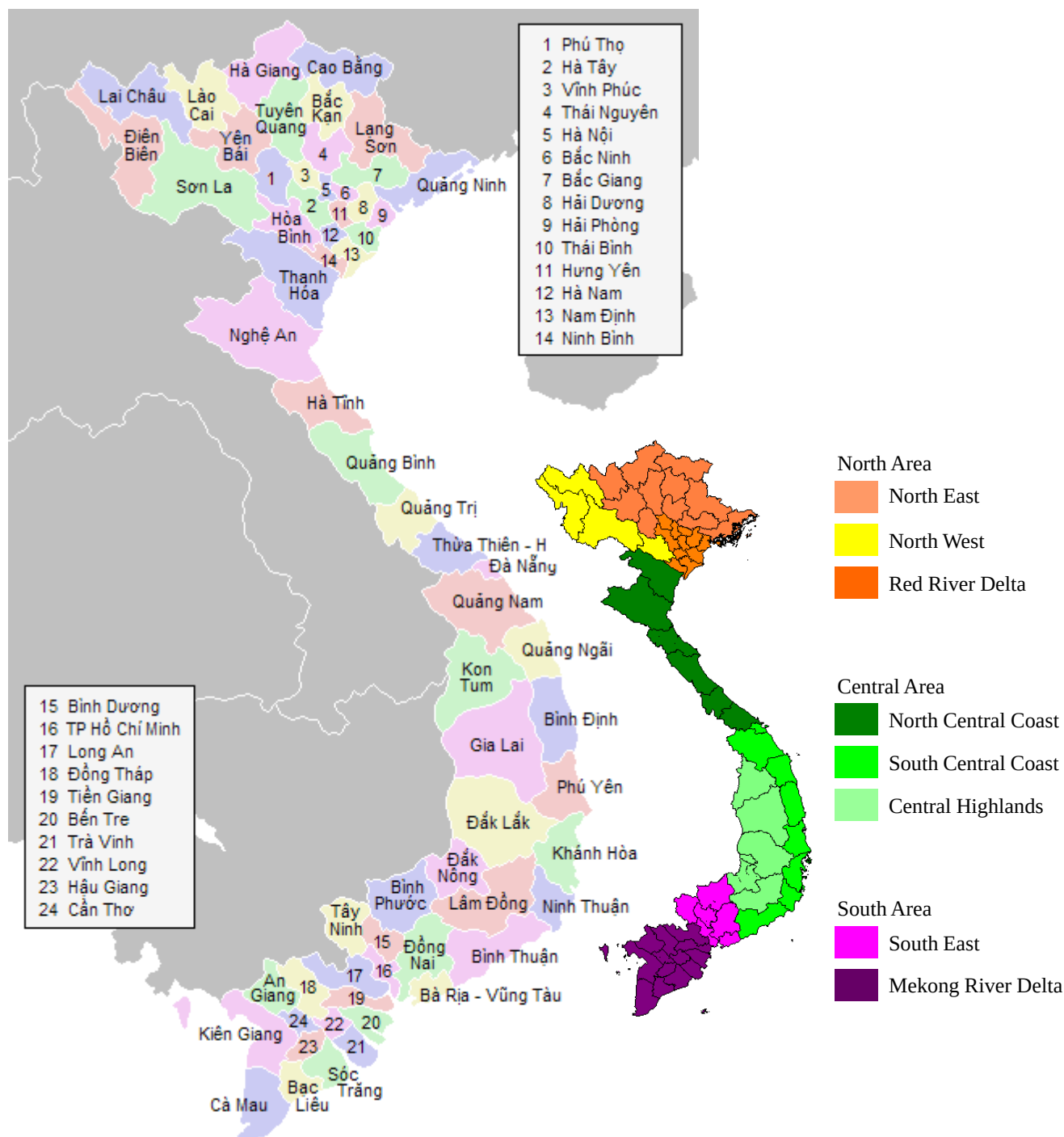


図 2.1 ベトナムの各省とゾーニング

次に、各省でBDFの原料樹種を栽培できる土地面積を調査した。ここでは、すでに農耕地として利用されている土地は含めず、荒廃地や未利用地の中でBDF原料樹種の栽培が可能な土地面積を求めた。なお、ゴムノキに関しては、実際に栽培されている面積とした。さらに、その値に表 2.1 に示した原料樹種の収量をかけることによってBDF生産ポテンシャル (t/y) を算出した (図 2.2)。ただし、各地域で栽培する樹種は異なり、北部ではハイビスカスと広東アブラギリ、中部ではゴムノキ、南部では南洋アブラギリとゴムノキを対象とした。図を見ると、北部山岳地帯のポテンシャルが高く、特に Lao Cai 省、Dien Bien 省、Son La 省のポテンシャルが非常に高いことがわかる。一方、中部、南部ではそれほど高くなく、North Central Coast に位置する Nghe An 省、Central Highlands に位置する Gia Lai 省で少し高くなっているほかは、すべて Low 以下に分類されている。表 2.2 は各ゾーンにお

ける潜在的 BDF 生産量をまとめたものである。これを見ても、North East、North West の値が非常に高いことがわかる。

表 2.2 各ゾーンにおける潜在的 BDF 生産量

単位 : kt/y

北部		中部		南部	
ゾーン	生産量	ゾーン	生産量	ゾーン	生産量
NE	3,950	NCC	231	SE	38
NW	4,940	SCC	186	MRD	80
RRD	99	CH	149	—	—
合計	8,989	合計	566	合計	118

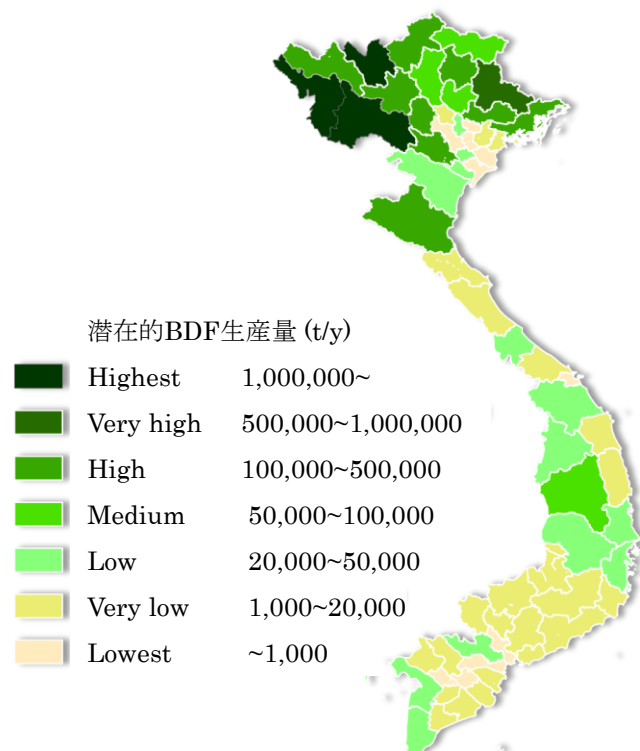


図 2.2 ベトナム各省における植物由来 BDF の潜在的生産量

2.3 BDF 消費シナリオ

まず、北部、中部、南部それぞれの地域において、BDF の消費が見込まれるディーゼル・エンジンを使用している交通機関を調査する。次に、それぞれ年間の軽油消費量を調査し、次式によって BDF 消費量 $f(x)$ を算出する。

$$f(x) = x \times b / a \times c \times d$$

ここで x は各交通機関の年間軽油消費量 (t/y)、 a は軽油の密度 = 0.8227kg/l、 b は BDF の密度 = 0.887kg/l、 c は軽油に対する BDF の燃料消費比率 = 1.1、 d は BDF 混合率 (B5 であれば 0.05) である。

以上の方法で求めた BDF 消費量を表 2.3 に示す¹²。ベトナム政府のバイオ燃料戦略では、B5 あるいは B10 が想定されているが、本研究では、できるだけ低炭素効果を向上させたいこと、Group 4 の報告で B20 の排気ガスが成分的に良いとされていることから、B5、B10、B20 の 3 ケースで考えることとした。

表 2.3 に示した潜在的 BDF 消費量 (単位 t/y) と表 2.2 に示した潜在的 BDF 生産量 (kt/y) を比較すると、生産ポテンシャルは消費ポテンシャルに比べてはるかに高いことがわかる。すなわち、未利用地の全てを BDF 原料樹種の栽培に利用した場合、供給過多となる。したがって、次節で述べる BDF 生産シナリオにおいては、消費ポテンシャル分のみ生産することとした。

一方、軽油の燃焼に伴う CO₂ 排出量原単位は 2,620kg-CO₂/kl である。前述のように BDF の密度が 0.887kg/l、軽油に対する BDF の燃料消費比率が 1.1 であるので、BDF を 1 トン使用する際の CO₂ 排出量は 2,620/0.887/1.1/1,000

¹² フエ、ダナン、ホイアンの市バスについては現在調査中であり、仮値を与えている。今後データが入手できた時点で差し替える。

=2.69t-CO₂/t となる。これに表 2.3 の値を掛けると、B5 の場合 22.4kt-CO₂/y、B10 の場合 44.7kt-CO₂/y、B20 の場合 89.4kt-CO₂/y の CO₂ 削減となる。

表 2.3 各地域における BDF 消費量

地域	交通機関	BDF 消費量 (ty)			BDF 生産地	備考
		B5	B10	B20		
北部	ハノイ市バス	1,000	2,000	4,000	ハノイ	政府からの要望量
	ハノイーハロン長距離バス	30	60	120		調査済
	ハノイーホーチミン長距離バス ^{*1}	170	340	680		調査済
	計	1,200	2,400	4,800		
	ハノイーハロン長距離バス	30	60	120	ハロン	調査済
	ハロンの炭鉱で使用されるダンプカー	510	1,020	2,040		調査済
	ハロン湾の観光船	1,050	2,100	4,200		調査済
	計	1,590	3,180	6,360		
中部	フエ市バス	1,000	2,000	4,000	ダナン	調査中 (仮値) ^{*2}
	ダナン市バス	1,000	2,000	4,000		調査中 (仮値) ^{*2}
	ホイアン市バス	1,000	2,000	4,000		調査中 (仮値) ^{*2}
	計	3,000	6,000	12,000		
南部	ホーチミン市バス	1,000	2,000	4,000	ホーチミン	政府からの要望量
	ホーチミンーハノイ長距離バス ^{*1}	170	340	680		調査済
	計	1,170	2,340	4,680		
	フーコック島観光船	125	250	500	ラチジャー	調査済
	フーコック島漁船	1,225	2,450	4,900		調査済
	計	1,350	2,700	5,400		
合計		8,310	16,620	33,240		

*1 総消費量を半分に分けてハノイとホーチミンで分担するとした

*2 ハノイ市バスおよびホーチミン市バスにおける政府からの要望量と同じとした

2.4 BDF 生産シナリオ

前述のように、未利用地の全てを原料樹種の栽培に利用した場合、供給過多となる。したがって、ここでは表 2.3 に示す BDF 消費量分のみ生産することとする。以下北部、中部、南部のシナリオについて言及する。

(1) 北部における BDF 生産シナリオ

北部では、ハイビスカスと広東アブラギリの混成栽培を想定する。このうちハイビスカスは植林した年から最大収量 (1.46t/ha/y) が見込めるが、広東アブラギリは成長が遅く、3 年目で最大収量の約 15% (0.47t/ha/y)、5 年目で最大収量の約 30% (0.93t/ha/y)、10 年目ですら最大収量 (3.03t/ha/y) が見込める。したがって、初年度から B5 あるいは B10 に必要な BDF が供給されるようにするためには、ハイビスカスのみで十分な種子が収穫できるように植林面積を確保する必要がある。ここでは、ハイビスカスの収量を基準に必要な面積を求め、ハロンで生産する BDF に必要な種子はすべて Quang Ninh 省 (図 2.3 の⑨) の炭鉱跡地で、ハノイで生産する BDF に必要な種子は、ベトナム政府の政策を考慮して山岳地帯の国境に面する省 (図 2.3 の①～⑧) で、それぞれ収穫することとし、①～⑧の省の配分は、2.2 節で述べた各省の生産ポテンシャルで按分することとした (表 2.4、2.5)。なお、①～⑧の各省で収穫された種子は 2 トントラックによってハノイへ輸送するものとし、そのトラックにも B5 あるいは B10 を用いるとしたので、省ごとに、年間栽培する種重量からトラックの台数を算出し、ハノイまでの距離と、トラックの燃費から必要な BDF 量を算出し、その分を上乗せした BDF 量を生産するとして計算した。このように、ハイビスカスのみで B5 あるいは B10 の必要 BDF 量を生産できるとしたため、3 年目から徐々に広東アブラギリから生産される BDF が上積みされることとなり、10 年目では B5 シナリオでは B10 に、B10 シナリオでは B20 に、それぞれ必要な BDF 量を超える BDF が生産されることになる。このような BDF の余剰分については、一般のトラックやバスで利用されるものとする。

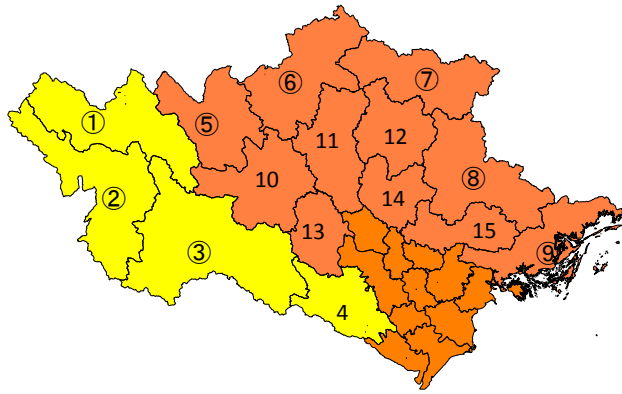


図 2.3 北部（RRD を除く）における各省の番号（丸番号の省で BDF 樹種を栽培）

表 2.4 北部における各省の栽培面積と BDF 生産量（当初 B5、10 年後 B10 シナリオ）

省	栽培面積 (ha)	ハイビスカス BDF 量 (t/y)	広東アブラギリ BDF 量 (10 年後) (t/y)	BDF 量計 (t/y)
①Lai Chau	44	62	133	195
②Dien Bien	133	187	404	591
③Son La	382	534	1,157	1,691
⑤Lao Cai	162	226	490	716
⑥Ha Giang	40	55	120	175
⑦Cao Bang	11	16	34	50
⑧Lang Son	93	130	282	412
⑨Quang Ninh	1,136	1,590	3,441	5,031
合計	2,001	2,800	6,061	8,861

表 2.5 北部における各省の栽培面積と BDF 生産量（当初 B10、10 年後 B20 シナリオ）

省	栽培面積 (ha)	ハイビスカス BDF 量 (t/y)	広東アブラギリ BDF 量 (10 年後) (t/y)	BDF 量計 (t/y)
①Lai Chau	89	125	270	395
②Dien Bien	268	375	812	1,187
③Son La	772	1,080	2,338	3,418
⑤Lao Cai	326	456	987	1,443
⑥Ha Giang	80	112	242	353
⑦Cao Bang	23	32	69	101
⑧Lang Son	187	262	567	829
⑨Quang Ninh	2,271	3,180	6,882	10,062
合計	4,016	5,622	12,167	17,789

(2) 中部における BDF 生産シナリオ

中部では、既存のゴム園から採れるゴムノキ種子を用いて BDF を生産する。したがって、初年度から B5、B10、B20 のシナリオに沿った必要面積を確保すればよい。ここでは、種子をダナンに集約して BDF を生産するとし、ダナンに比較的近くゴム園の面積が広い省（図 2.4 の④～⑥、⑧、⑨、⑮、⑯）で種子を収穫することとし、各省の配分は、2.2 節で述べた各省の生産ポテンシャルで按分することとした（表 2.6）。なお、各省で収穫された種子は 2 トントラックによってダナンへ輸送するものとし、そのトラックにも B5 あるいは B10 を用いるとしたので、省ごとに、年間栽培する種重量からトラックの台数を算出し、ダナンまでの距離と、トラックの燃費から必要な BDF 量を算出し、その分を上乗せした BDF 量を生産するとして計算した。

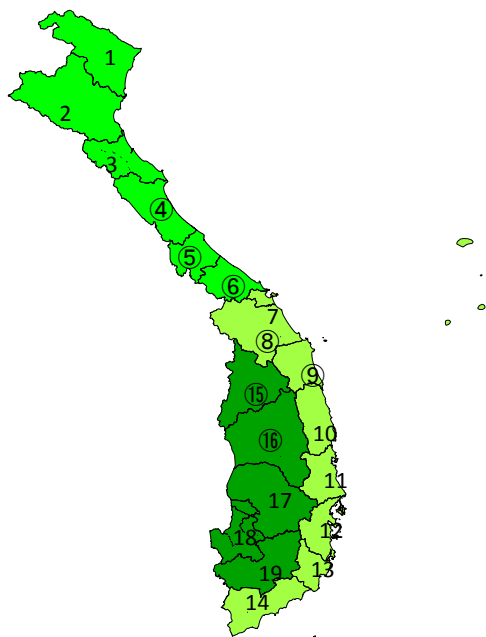


図 2.4 中部における各省の番号（丸番号の省で BDF 樹種を栽培）

表 2.6 中部における各省の栽培面積と BDF 生産量

省	B5 シナリオ		B10 シナリオ		B20 シナリオ	
	栽培面積 (ha)	ゴムノキ BDF 量 (t/y)	栽培面積 (ha)	ゴムノキ BDF 量 (t/y)	栽培面積 (ha)	ゴムノキ BDF 量 (t/y)
④Quang Binh	1,222	208	2,461	418	4,990	848
⑤Quang Tri	1,428	243	2,868	488	5,785	983
⑥Thua Thien Hue	701	119	1,406	239	2,824	480
⑧Quang Nam	962	164	1,928	328	3,871	658
⑨Quang Ngai	112	19	225	38	453	77
⑮Kon Tum	5,613	954	11,303	1,921	22,913	3,895
⑯Gia Lai	7,732	1,314	15,595	2,651	31,716	5,392
合計	17,770	3,021	35,786	6,083	72,552	12,333

(1) 南部における BDF 生産シナリオ

南部では、ハイビスカスと南洋アブラギリの混成栽培を想定する。南部では年間を通じて温暖なためハイビスカスの種子は初年度から年3回収穫することができる（4.38t/ha/y）が、南洋アブラギリは2年目で最大収量の約50%（0.47t/ha/y）、3年目で最大収量（0.93t/ha/y）となる。ここでは、3年目にハイビスカスと南洋アブラギリを合わせて B10 あるいは B20 に必要な BDF が供給できるようにするとし、それまでは B5 あるいは B10 の運用を想定する。ハイビスカスからの BDF 生産量が非常に大きいので、初年度から B5 あるいは B10 で必要とされる BDF より多くの BDF が生産されることとなるが、この余剰分については、一般のトラックやバスで利用されるものとする。また、ホーチミンで生産する BDF に必要な種子はホーチミンに近い省（図 2.5 の⑦～⑨）で、フーコック島に近い都市であるラチジャーで生産する BDF に必要な種子はラチジャーのある省（図 2.5 の⑰）で、それぞれ収穫することとし、各省の配分は、2.2 節で述べた各省の生産ポテンシャルで按分することとした（表 2.7、2.8）。なお、⑦～⑨の各省で収穫された種子は 2 トントラックによってホーチミンへ輸送するものとし、そのトラックにも B5 あるいは B10 を用いるとしたので、省ごとに、年間栽培する種重量からトラックの台数を算出し、ホーチミンまでの距離と、トラックの燃費から必要な BDF 量を算出し、その分を上乗せした BDF 量を生産するとして計算した。

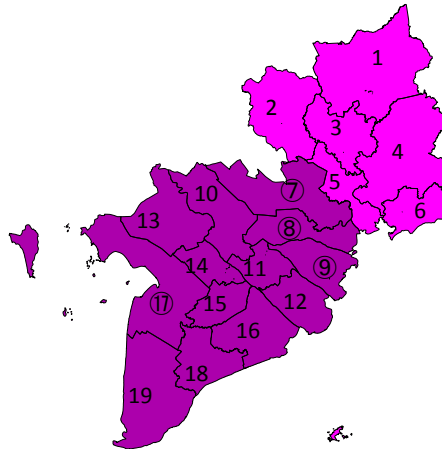


図 2.5 南部における各省の番号（丸番号の省で BDF 樹種を栽培）

表 2.7 南部における各省の栽培面積と BDF 生産量（当初 B5、3 年後 B10 シナリオ）

省	栽培面積 (ha)	ハイビスカス BDF 量 (t/y)	南洋アブラギリ BDF 量		BDF 量計 3 年後 (t/y)
			2 年後 (t/y)	3 年後 (t/y)	
⑦Long An	161	746	75	149	895
⑧Tien Giang	75	350	35	70	420
⑨Ben Tre	193	897	91	179	1,076
⑰Kien Giang	494	2,295	232	459	2,754
合計	923	4,288	433	857	5,145

表 2.8 南部における各省の栽培面積と BDF 生産量（当初 B10、3 年後 B20 シナリオ）

省	栽培面積 (ha)	ハイビスカス BDF 量 (t/y)	南洋アブラギリ BDF 量		BDF 量計 3 年後 (t/y)
			2 年後 (t/y)	3 年後 (t/y)	
⑦Long An	322	1,495	151	299	1,794
⑧Tien Giang	151	702	71	140	842
⑨Ben Tre	387	1,799	182	360	2,159
⑰Kien Giang	987	4,590	464	918	5,508
合計	1,847	8,586	868	1,717	10,303

3. 北部山岳地帯における BDF 生産による貧困改善効果

3.1 貧困改善シナリオ

ここでは、北部山岳地帯における BDF 生産による貧困改善のため、これらの地区に住む少数民族の年間現金収入 3～5 万円（モン族を参考）に対し、この年間収入を 5 割増から倍増できるくらいを目標として種子生産の対価として給与を支払うこととする。2.4 節で述べたように、対象地域ではハイビスカスと広東アブラギリの混裁栽培で種子生産を行うことを想定しており、当初 B5 シナリオと当初 B10 シナリオを設定している。ここで、対象貧困世帯に対して、1 世帯当たり 3ha を割り当て、樹木の世話、種子採集等の作業に従事してもらうこととし、年間労働日数 70～80 日（植林と樹木の世話：50 日/年、種子採集：20～30 日/年）に対して、日給として 600 円を支払うこととする。表 3.1 は、以上のシナリオに基づき賃金が支払われる（貧困改善効果が得られる）世帯数をまとめたものである。当初 B5 シナリオでは 288 世帯が、当初 B10 シナリオでは 582 世帯が貧困の改善につながる。

表 3.1 北部山岳地帯の各省における栽培面積と貧困改善世帯数

省	当初 B5、10 年後 B10 シナリオ		当初 B10、10 年後 B20 シナリオ	
	栽培面積 (ha)	貧困改善世帯数	栽培面積 (ha)	貧困改善世帯数
①Lai Chau	44	15	89	30
②Dien Bien	133	44	268	89
③Son La	382	127	772	257
⑤Lao Cai	162	54	326	109
⑥Ha Giang	40	13	80	27
⑦Cao Bang	11	4	23	8
⑧Lang Son	93	31	187	62
合計	865	288	1,745	582

3.2 貧困改善シナリオの課題

労働日数は年間の 1/5 程度と、年間のほとんどを働いていないことになってしまうため、BDF 原料栽培を主たる収入源としにくい。そのため、補助的な労働として位置づける必要がある。また、適切な賃金率と労働時間（日数）の設定が必要である。例えば、高すぎる給与を与えると、これまで行ってきた主たる収入源の仕事を疎かにする可能性がある。また、非荒廃地（耕作可能地）で BDF 原料を栽培し始める可能性がある。一方、上記のシナリオでは、収穫が軌道に乗るまで期間を要する。ハイビスカスは 1 年目から収穫が可能で、1.46t/ha/y の BDF 生産が可能であるが、広東アブラギリは成長が遅く、3 年目で最大収量の約 15% (0.47t/ha/y)、5 年目で最大収量の約 30% (0.93t/ha/y)、10 年目でようやく最大収量 (3.03t/ha/y) が見込める。この間の賃金の支払いをどうするかも課題である。例えば植林と樹木の世話のみの対価を支払うか、貧困改善を重視して、広東アブラギリの種子が生産できない間もフルで支払うか、などを決定する必要がある。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し(公開)

1) ベトナム政府の再生エネルギー政策として、2007 年に公布された首相決定 No177 号で、記載されていた、BDF を B5 および B10 で使用するロードマップが 2012 年の首相決定 53 号でエタノールだけが残されて、BDF は推奨する (Encourage application) まで後退しているの、本 SATREPS の研究結果を説明し、植林・高品質 BDF の製造と利用が可能であることを示す必要がある。

特に植林については MARD(農業地域開発省)に、BDF の製造については MOIT (工業貿易省)に、利用については MONRE(天然資源環境省)にと異なった省庁に説明する必要がある。

2) 廉価な燃料は輸送費用をかけて遠距離輸送をすると経済的に成り立たないので、地産地消を基本とする。そのために北部は広東アブラギリと *Pongamia pinatta* を、中部ではゴム、南洋アブラギリとロゼーレを南部では南洋アブラギリを植林し、北部では VNU ハノイで、南部は VNU ホーチミンで BDF を製造し、それぞれの地域で消費する必要がある。

3) 日本政府に対しては、植林および BDF 製造・利用が炭酸ガスの吸収と発生削減の両方に役立つことを説明し、ベトナムでの気候変動緩和策として、JCM プロジェクトの提案をする予定である。

III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など (公開)

(1) プロジェクト全体

近年の原油価格の極端な低迷によって発展途上国だけでなく、アメリカや EU での BDF の製造削減が顕著である。ベトナムにおいても 2010 年以降の BDF 原料のナマズ油の高騰、2015 年以降のガソリンの価格の低下によって、バイオエタノール原料のキャッサバの価格との釣り合いが取れず、BDF は 2005 年以降、バイオエタノールは 2015 年以降、国内の多くの会社が撤退しつつある。

そこで、SATREPS としては、ベトナム政府の MARD, MOIT, MONRE などの多くの機関と相談しながら、単なる高品質の BDF 製造から、新たな BDF 原料の探索、油糧種子のカスケード利用による他の有用成分の利用を目指し、価格面からの経済的な BDF 製造・利用を模索した。

(2) 各グループ

(2. 1.) グループ 1 : 南洋アブラギリだけでなく、北部山岳地域での広東アブラギリ、ハロン湾炭鉱跡地での南洋アブラギリ、*Pongamia pinatta*、サザンカ、広東アブラギリ、南部での南洋アブラギリ、ロゼーレと新たな油糧樹種の植林を試み、北部では広東アブラギリが、ハロン湾炭鉱跡地では *Pongamia pinatta* が冬季の低温時期

での成長の速さ、種子の生産性から最適種であることを明らかにし、MARD と Quang Ninh 省人民委員会に報告し、現在国及び省政府がこれらの油糧樹種の植林を始めた。特に従来、紙の原料のウッドチップ生産のためのアカシアとユーカリの植林を推進していたが、上記油糧樹種の植林が加わった。

(2. 2.) グループ2：ベトナム中部の枯葉剤大量散布地域でのダイオキシン類の詳細分析の結果、毒性で表示する p g TEQ/ g 土壌で表すと、すでに 40 年以上を経た結果、1 0 p g TEQ/ g 土壌以下で極めて低濃度であった。しかし最も水に溶解しにくく、毒性の最も低い、OCDD(塩素が 8 つ含まれているダイオキシンで、毒性は 2, 3, 7, 8-TCDD の 1/10000)は数千〜数万 p g で存在していた。最近の研究では毒性は低い母乳を経由して子供たちに遺伝的に障害を与えるダイオキシンは PC(塩素が 5 つ)や OC(塩素が 8 つ)であるとの報告があるので、今後とも注意深く測定を続けるように、CEM/MONRE と IET/VAST に提言する予定である。

(2. 3.) グループ3：経済的に成り立つ、軽油と価格競争ができる BDF の製造・販売の実現のため、各種油糧種子のカスケード利用をさらに推進するつもりである。沖縄の防風林に用いられているテリハボクには極めて高濃度でビタミンEのうちでも特別に高価な γ と δ のトコトリエノールが他の種子類の10倍以上も含まれていることを見出した。またアジアで広大な面積で植林されているが、その種子は全く利用されていないゴムの実には30%以上の含有率で油が含まれており、この油の主成分は凝固点の低いリノール酸(二重結合が2つ)トリグリセリドであることを見出したので、今後この油からBDFを製造することを試してみる。

(2. 4.) グループ4：ベトナムではBDF燃焼排ガスの信頼できる測定機関が無いので、マレーシアのコタ・キナバルのYKRCに我々がベトナムで製造したBDFを輸送して排ガス測定を依頼した。またハノイとホーチミンに設置した大気汚染連続測定局のSATREPS終了後の継続的利用について、相手側機関と検討中である。環境省の環境特別推進費の申請を考えている。

(2. 5.) グループ5：気候変動緩和策としての多益性とベトナムでの貧困改善の実現性についての評価を今年度は行ったが、2017年3月のSATREPS終了までに、さらに信頼性のある評価を実施し、その結果に基づいて、ベトナム政府に以下の提言をする。特に石油価格の低迷による経済性の検討をきちっと実施する。

SATREPS の BDF 原料油糧樹種の植林および BDF 製造利用に対するベトナム政府機関への提言

(1) 首相決定 53 における BDF に関する事項の追記

2007 年の Prime Minister Decision にバイオエタノールと同じように記載されていたが、その後削除されたバイオディーゼル燃料の利用についての年次ごとの計画とそのためのベトナム政府機関、石油会社 (Petro Vietnam と Petrolime)、BDF を利用する機関 (National Railway, 地方自治体のバス会社など)への BDF 製造・利用の推進を新たな首相決定で行う。

(2) 油糧樹種の植林に対する MARD・Department of Forestry への提言

従来の木材チップ生産のためのアカシアとユーカリの植林に加え、北部での広東アブラギリ、Pongamia pinatta の植林をベトナム政府および北部に広大な荒廃地を有する省に推薦するとともに、資金的援助をする。

(3) MOIT(工業貿易省)への提言

ベトナム工業化戦略に記載された、BDF 原料の薬効成分および油分の利用による、軽油と価格競争のできる BDF 製造・利用について具体的にベトナム国内での実施に向けて具体策の検討を始める。ベトナム国内で利用されるバイオエタノール、バイオディーゼル燃料の品質を確保するために、品質分析を義務付ける。

(4) MONRE(天然資源環境省)への提言

バイオエタノールとバイオディーゼル燃料の利用による大気汚染の改善の調査を、SATREPS の報告を参考として、早急に初めて、ベトナム政府へ、バイオマス燃料の製造・利用の必要性を進言する。

(5) Quang Ninh 省人民委員会への提言

Quang Ninh 省の広大な炭鉱跡地の修復のために、VINACOMIN の資金援助によって、Pongamia pinatta と Vernicia montana の植林を早急に始め、そこから取れる種子のカスケード抽出利用によって、Halong 市に BDF 製造装置を建設し、Quang Ninh 省、グリーン成長の一環として、事業を行う。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

SATREPS の成果に基づいて、JST と NEDO の社会実装のためのプロジェクトに応募したが採用に至らず。
応募の詳細情報は非公開とする。

(2) 社会実装に向けた取り組み

- 1) Quang Ninh 省の JICA グリーン成長に VINACOMIN 石炭跡地での広東アブラギリと *Pongamia pinatta* の植林と BDF 製造、ハロン湾観光船への利用で、実装化するように、Quang Ninh 省人民委員会に提案、
- 2) Son La 省において、日本とベトナムのゴム会社と協力して、ゴムの実油から BDF と脂肪酸または金属石鹸の製造販売のプロジェクトを構築中。
- 3) ラオス、ルアンプラバン市で、広東アブラギリの植林と BDF 製造を実施するために、Makkau 社から BDF 製造のための社員を招聘し、VNU ハノイの SATREPS パイロットプラントで BDF 製造の研修を実施した。
- 4) VNU ハノイの新しいキャンパスの Hoa Lac に Biomass Research Center を建設中。今年度中に BDF 製造パイロットプラントを移設し、現在より大きな容量での BDF 製造を開始する。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

SATREPS を実施したことに対して、VNU ハノイから前田が名誉博士を授与した。またグループ 2 で環境観測を分担した VAST から、前田が VAST のメダルを授与され表彰を受けた。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

次ページ以降に記載

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

①原著論文 (相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項 (分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
H27年度	1)Phan Quang Thang, Yasuaki Maeda, Nguyen Quang Trung, and Norimichi Takenaka, Detailed Chemical Kinetics for Thermal Decomposition of Low Molecular Weight-Methyl Esters Generated by Using Biodiesel Fuel, Environ. Progress & Sustainable Energy, 2016、March, 1-8	DOI 10.1002/ ep.12309	国際誌	発表済	世界で初めて、BDF燃焼から毒性のある低級脂肪酸メチルエステルの排出を報告
	2) Duong Huu Huy, Truong Thi Hoa, Le Thi Ngoc HanhLuu The Phuong, Luu Van Boi, Norimichi Takenaka and Yasuaki Maeda, Fate of toxic phorbol esters in Jatropha curcas oil by a biodiesel fuel production process, Journal of Clean Technologies and Environmental Policy, 1-10, 2016.	DOI 10.1007/s1 0098 -016-1149- 4	国際誌	発表済	アルカリ触媒でBDFを製造するときに毒性のあるPhorbol ester が毒性の弱い phorbolに変わることを明らかにした。
	3) Tu Anh Nguyen and Misa Masuda va Seiji Iwanaga, "Status of Forest Development and Opportunity Cost of Avoiding Forest Conversion in Ba Be National Park of Viet Nam," TROPICS, 2016, Vol. 24, No. 4, pp. 153-167		国際誌	発表済	
H26年度	4)Khanh, N., Kitaya, Y., Xiao, L., Endo, R., Shibuya, T., Microalgae Culture with Digestate from Methane Fermentation - Effects of Digestate Concentrations and pH on the Growth of Euglena gracile. Eco-Engineering, 27(1), 7-11 (2015)		国際誌	発表済	
	5)L. D. Phuong, N. Takenaka, P. N. Lan, L. V. Boi, K. Imamura, Y. Maeda, Co-solvent method produce biodiesel from waste cooking oil with small pilot plant, Energy Procedia, Vol. 61, pp. 2822-2832 (2015).		国際誌	発表済	
	6) Le Tu Thanh, Kenji Okitsu, Yasuaki Maeda, Hiroshi Bandow, Ultrasound assisted production of fatty acid methyl esters from transesterification of triglycerides with methanol in the presence of KOH catalyst: Optimization, mechanism and kinetics, Ultrasonics Sonochemistry, 21, 467-471(2014).		国際誌	発表済	

	7)P. Q. Thang, Y. Maeda, N. Q. Trung, N. Takenaka, Low molecular weight methyl ester in diesel/waste cooking oil biodiesel blend exhausted gas. Fuel 117 PartB, 1170-1171.(2014)		国際誌	発表済	
	8) P. Q. Thang, T. Taniguchi, Y. Nabeshima, H. Bandow, N. Q. Trung, N. Takenaka, Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons concentrations simultaneously obtained in gas, rainwater and particles. Air Quality, Atmosphere & Health 7(3) 273-281(2014)		国際誌	発表済	
	9)S. Kongmany, M. Furuta, H. Matsuura, S. Okuda, K. Imamura, Y. Maeda, Degradation of phorbol 12,13-diacetate in aqueous solution by gamma irradiation J. Rad. Phys. Chem., Vol. 105, pp. 98-103 (2014).		国際誌	発表済	
	10)L. D. Phuong, T. T. Hoa, P. N. Lan, L. V. Boi, K. Imamura, N. Takenaka, Y. Maeda, Production of biodiesel from Vietnamese Jatropha curcas oil by a co-solvent method, Bioresource Technology, Vol. 173, pp. 309-316 (2014).		国際誌	発表済	
	11)Nguyen Lan, Y. Maeda, K. Otsuka, Willingness to Pay for Biodiesel fuel Utilization for Tourist Boats in Ha Long Bay, Viet Nam, Proceeding of The OCEANS'14 MTS/IEEE Conference, 131128-005, Taiwan		国際誌	発表済	
	12)S. Kongmany, M. Furuta, H. Matsuura, S. Okuda, K. Imamura, Y. Maeda, Degradation of phorbol 12,13-diacetate in aqueous solution by gamma irradiation, Radiation Physics and Chemistry, Vol. 105, pp. 98-103 (2014).		国際誌	発表済	
	13)H. Matsuura, Y. Onishi, S. Kongmany, M. Furuta, K. Imamura, Y. Maeda, Effect of active radical production on plasma degradation of phorbol 12-myristate 13-acetate in methanolic and aqueous solution, Plasma Medicine 4(1-4), pp. 29-36 (2014).		国際誌	発表済	
H25年度	14)Khanh, N., Kitaya, Y., Xiao, L., Endo, R., Shibuya, T., Selection of microalgae suitable for culturing with digestate from methane fermentation. Environmental Technology, 34, 13-14, 2039-2045,(2013)		国際誌	発表済	

15) Hoa Thi Truong, Phuong Duc Luu, Yasuaki Maeda, Asu Zylan, Yoshiteru Mizukoshi, New Green Technology for the Biodiesel Fuel Production by Co-solvent method - Extraction of useful chemicals and the utilization of by-products Glycerin- Proc.2013 International Conference on Frontiers of Environment, Energy and Bioscience, Beijing China, October 24-25 (2013)		国際誌	発表済	
16) S. Kongmany, H. Matsuura, M. Furuta, S. Okuda, K. Imamura, Y. Maeda, Plasma application for detoxification of Jatropha phorbol esters, J. Phys. Confer. Ser. Vo. 441, 012006 (2013).		国際誌	発表済	
17) Ueda Y, Watanabe I, Nam VD, Minh NH, Son LK, Honda K, Rapid analysis for dioxins derived from Agent Orange in soil. I - HRGC/HRMS determination method Organohalogen Compounds, 75, 371-374 (2013)		国際誌	発表済	
18) Tateishi N, Takagi Y, Oshima S, Ueda Y, Watanabe I, Binh MD, Trung NQ, Honda K, The rapid analysis for dioxin derived from Agent Orange in soil II- Analytical method with flow immunosensor. <i>Organohalogen Compounds</i> , 75, 347-350 (2013)		国際誌	発表済	
19) Nakamura M, Nishida M, Binh HV, Mo NT, Hue NTG, Nam VD, Minh NH, Son LK, Honda K, The rapid analysis for dioxin derived from Agent Orange in soil. III- CALUX assay for developing country. <i>Organohalogen Compounds</i> , 75, 406-409 (2013)		国際誌	発表済	
20) Thanh T Le, Kenji Okitsu, Yasuhiro Sadanaga, Norimichi Takenaka, Yasuaki Maeda, Hiroshi Bandow, "A new co-solvent method for the green production of biodiesel fuel - optimization and practical application", Fuel, Vol. 103 pp.742-748 (2013).		国際誌	発表済	
21) J. Hong, Y Miki, K Honda and H Toita, Development of the automated cleanup system for the analysis of PCDDs, PCDFs and DL-PCBs. <i>Cemosphere</i> 88, 1287-1291 (2012).		国際誌	発表済	
22) Y. Maeda, L.T. Thanh, K. Imamura, K. Izutani, K. Okitsu, L.V. Boi, P. N. Lan, N.C. Tuan, Y.E. Yoo, N. Takenaka, "New Technology for The Production of Biodiesel Fuel" <i>Green Chem.</i> Vol. 13, pp. 1124-1128. (2011).		国際誌	発表済	

論文数 22 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 22 件

公開すべきでない論文 0 件

②原著論文(上記①以外)					
年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項（分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。）
H27年度	1) Akihiro Tokai, Kenji Okitsu, Fuminobu Hori, Yoshiteru Mizukoshi, Akihiro Iwase. One-step synthesis of graphene-Pt nanocomposites by gamma-ray irradiation. Radiation Physics and Chemistry, 123(2016)68–72		国際誌	発表済	
	2) Kenji Okitsu, Masaki Iwatani, Koji Okano, Md. Helal Uddin, Rokuro Nishimura, Mechanism of sonochemical reduction of permanganate to manganese dioxide in aqueous alcohol solutions: reactivities of reducing species formed by alcohol sonolysis, Ultrasonic Sonochem. 31 (2016) 456-462		国際誌	発表済	
	3) Md. Helal Uddin, Ben Nanzai and Kenji Okitsu, Effects of Na2SO4 or NaCl on sonochemical degradation of phenolic compounds in an aqueous solution under Ar: positive and negative effects induced by the presence of salts,2016, Vol. 28,144-149.		国際誌	発表済	
	4)Gadang Priyotomo, Sanat Wagle, Kenji Okitsu, Akihiro Iwase, Yasuyuki Kaneno, Rokuro Nishimura, Takayuki Takasugi, The environment-induced cracking of as-cold rolled Ni3(Si,Ti) and Ni3(Si,Ti) with 2Mo in sodium chloride solution		国際誌	発表済	
H26年度	5) A.Z.Yavas, Y.Mizukoshi, Y.Maeda, N.H.Ince, Supporting of pristine TiO2 with noble metals to enhance the oxidation and mineralization of paracetamol by sonolysis and sonophotolysis, Applied Catalysis B: Environmental. 172 7-17(2015)		国際誌	発表済	

	6) Kandasamy Thangavadivel, Masako Konagaya, <u>Kenji Okitsu</u> , Muthupandian Ashokkumar, Ultrasound-assisted degradation of methyl orange in a micro reactor, Journal of Environmental Chemical Engineering, 2, 1841-1845(2014)		国際誌	発表済	
H26年度	7)Kandasamy Thangavadivel, Gary Owens, Kenji Okitsu, Muthupandian Ashokkumar, Effect of Partitioning on Sonochemical Reactor Performance under 200 kHz Indirect Sonication, Ind. Eng. Chem. Res.2014, 53, 9340–9347.		国際誌	発表済	
	8) Abulikemu Abulizi, <u>Kenji Okitsu</u> , Jun-Jie Zhu, “Ultrasound assisted reduction of graphene oxide to graphene in L-ascorbic acid aqueous solutions: kinetics and effects of various factors on the rates of graphene formation”, Ultrason. Sonochem., 2014, Vol.21, 1174-1181		国際誌	発表済	
	9) <u>Kenji Okitsu</u> , Yuho Nunota, “One-pot synthesis of gold nanorods via autocatalytic growth of sonochemically formed gold seeds: the effect of irradiation time on the formation of seeds and nanorods” Ultrason. Sonochem. 2014, ,Vol. 21, 1928-1932.		国際誌	発表済	
	10) Hiroki Habazaki, Rokuro Nishimura, <u>Kenji Okitsu</u> , Hiroyuki Inoue, Ikuo Kiriyaama, Fumitaka Kataoka, Masatoshi Sakairi, Hideaki Takahashi, The effects of film thickness and incorporated anions on pitting corrosion of aluminum with barrier-type oxide films formed in neutral borate and phosphate electrolytes, J. Solid State Electrochem., 2014, Vol. 18, 369-376		国際誌	発表済	
	11) T.Kameda, K.Inazu, K.Asano, M.Murota, N.Takenaka, Y.Sadanaga, Y.Hisamatsu, and H.Bandow, Prediction of rate constants for the gas phase reactions of triphenylene with OH and NO3 radicals using a relative rate method in CCl4 liquid phase-system, Chemosphere, 90(2), 766-771(2013)		国際誌	発表済	
	12) Kandasamy Thangavadivel, Gary Owens, Peter J. Lesniewski, <u>Kenji Okitsu</u> , Influence of reactor shapes on residence time distribution and methyl orange degradation efficiency in a continuous process under indirect 200 kHz sonication, Ind. Eng. Chem. Res.2013, Vol. 52, 18175–18183.		国際誌	発表済	

	13)Honda K, Ueda Y, Watanabe I, Evaluation of the rapid cleanup method for the analysis of dioxins derived from herbicide “Agent Orange” in soils. <i>Organohalogen Compounds</i> , 75, 363-366 (2013) .		国際誌	発表済	
	14)Ueda Y, Watanabe I, Honda K, Evaluation of the rapid cleanup method for the analysis of dioxins in foodstuff. <i>Organohalogen Compounds</i> , 75, 367-370 (2013)		国際誌	発表済	
	15)Y.Sadanaga, M.Sengen, N.Takenaka, and H.BandowAnalyses of the ozone weekend effect in Tokyo, Japan: Regime of oxidant (O3+ NO2) production, <i>Aerosol Air Qual. Res.</i> , 12,161-168(2012).		国際誌	発表済	
	16)藤原大, 定永靖宗, 竹中規訓, 坂東博,大阪府におけるオゾンとその前駆物質の週内変動, 大気環境学会誌, 47(2), 75-80(2012).		国際誌	発表済	
	17)重富陽介, 弓場彬江, 定永靖宗, 高見昭憲, 畠山史郎, 加藤俊吾, 梶井克純, 竹中規訓, 坂東博,沖縄辺戸岬での長期連続観測による越境大気汚染物質の経年変動, 大気環境学会誌,47(1), 46-50(2012).		国内誌	発表済	
	18)弓場彬江, 定永靖宗, 高見昭憲, 清水厚, 松井一郎, 杉本伸夫, 畠山史郎, 竹中規訓, 坂東博,清浄地域におけるガス状硝酸の日内変動要因解析, 大気環境学会誌, 47(1), 26-32(2012).		国内誌	発表済	
	19)上田祐子,渡邊功,本田克久:枯葉剤 (Agent Orange) 由来の土壤中ダイオキシン類の超音波抽出法に関する検討. 環境化学,23(2),95-102,(2013).		国内誌	発表済	
	20)Arai, R., Akita, K., Nishiyama, T., Nakatani, N., and Otsuka, K., ”Measuring Instrument for Dissolved Inorganic Nitrogen and Phosphorus Ions,” <i>Jour.of Offshore and Polar Engineers, IJOPE, Vol. 21, No. 1, pp.44-49, 2011</i>		国際誌	発表済	
H23年度	21) G. Priyotomo, K. Okitsu, A. Iwase, Y. Kaneno,R. Nishimura, T. Takasugi, “The corrosion behavior of intermetallic compounds Ni ₃ (Si,Ti) and Ni ₃ (Si,Ti) + 2Mo in acidic solutions” <i>Applied Surface Science. Vol. 257. pp. 8268– 8274. (2011).</i>		国際誌	発表済	
	22)長尾謙吉 「創造都市をめぐる省察」日本都市学会年報 Vol145, 121-130, 2011 (笹島と共著)		国際誌	発表済	

	23)大塚耕司：包括的環境影響評価指標Triple I, KANRIN (日本船舶海洋工学会誌), 第38号, pp.15-18, 2011		国内誌	発表済	
	24)Y. Komai, K. Okitsu, R. Nishimura, N. Ohtsu, G. Miyamoto, T. Furuhashi, S. Semboshi, Y. Mizukoshi, N. Masahashi, “Visible light response of nitrogen and sulfur co-doped TiO2 photocatalysts fabricated by anodic oxidation” Catalysis Today, Vol. 164, pp. 399-403, 2011		国内誌	発表済	
	25)M. Ohyama, K. Oka, S. Adacho and N. Takenaka, Histological Effect of Nitrous Acid with Secondary Products of Nitrogen Dioxide and Nitric Oxide Exposure on Pulmonary Tissue in Mice, J. Clin. Toxicol., 1:103(2011).		国内誌	発表済	
	26)N. Takenaka, I. Takahashi, H. Suekane, K. Yamamoto, Y. Sadanaga and H. Bandow Acceleration of Ammonium Nitrite Denitrification by Freezing: Determination of Activation Energy from the Temperature of Maximum Reaction Rate, J. Phys. Chem. A, 115, 14446-14451(2011).		国際誌	発表済	

論文数 26 件
うち国内誌 6 件
うち国際誌 20 件
公開すべきでない論文 件

③その他の著作物（相手国側研究チームとの共著）（総説、書籍など）

著者名, タイトル, 掲載誌名, 巻数, 号数, 頁, 年				
年度		出版物の種類	発表済 / in press / accepted の別	特記事項
H24年度	1) L.T. Thanh, K. Okitsu, L.V. Boi, Y. Maeda, “Catalytic Technologies for Biodiesel Fuel Production and Utilization of Glycerol: A Review” Catalysts, Vol.2, pp.191-222, (2012).	総説	発表済	世界で初めての共溶媒法によるBDF製造の論文

著作物数 1 件
公開すべきでない著作物 件

④その他の著作物（上記③以外）（総説、書籍など）

著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ—おわりの

年度			出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
H27年度	1)Kenji Okitsu, Yoshiteru Mizukoshi, Chapter. Synthesis and catalytic applications of noble metal nanoparticles produced by sonochemical reduction of noble metal ions: Handobook of Ultrasonics and Sonochemistry, 2016, September,		書籍	in press	
	2)K. Okitsu, B. Nanzai, K. Thangavadiel、Chapter. Sonochemical degradation of dyes, organic acids, aromatic compounds, and surfactants in aqueous solutions : Handobook of Ultrasonics and Sonochemistry, 2016, September		書籍	in press	
	3)H. Harada, K. Okitsu, Chapter 10. Applications in Environmental Technologies Sonochemistry and the acoustic bubble, pp. 231-250		書籍	発表済	
	4) N. Enomoto, K. Okitsu, Chapter 8. Applications in Inorganic Synthesis, Sonochemistry and the acoustic bubble,pp. 187-206		書籍	発表済	
H26年度	5) 興津健二、第3章1節第1項 超音波マイクロバブル発生法を利用する金属ナノ粒子の合成, 177-187、『マイクロバブル（ファインバブル）のメカニズム・特性制御と実際応用のポイント』		書籍	発表済	
	6)K. Okitsu, Chapter 2 Generation of size-, structure- and shape-controlled metal nanoparticles using cavitation, pp. 29-54, 『Cavitation: A Novel Energy Efficient Technique for the Generation of Nanomaterials.』		書籍	発表済	
H25年度	7)K. Okitsu, (Ed. By Challa S. S. R. Kumar), Chapter 4 UV-vis spectroscopy for characterization of metal nanoparticles formed from reduction of metal ions during ultrasonic irradiation, pp.151-177, UV-Vis and Photoluminescence Spectroscopy for Nanomaterials		書籍	発表済	
H24年度	8)原田久志, 興津健二、(編集：崔 博坤, 榎本尚也, 原田久志, 興津健二) 第10章 環境関連技術への応用, pp.202-221、『音響バブルとソノケミストリー』		書籍	発表済	

9)脇村孝平、(杉原薫・脇村孝平・藤田幸一・田辺明生編) 『歴史のなかの熱帯生存圏—温帯パラダイムを超えて』「豊饒、瘴癘、そして貧困—熱帯アジアへの眼差し」(講座 生存基盤論 第1 巻)京都大学学術出版会, 387-414 頁, 2012 年		書籍	発表済	
10)脇村孝平、(杉原薫・脇村孝平・藤田幸一・田辺明生編) 「人類史における生存基盤と熱帯—湿潤熱帯・半乾燥熱帯・乾燥亜熱帯」『歴史のなかの熱帯生存圏—温帯パラダイムを超えて』(講座 生存基盤論 第1 巻)京都大学学術出版会, 53-78 頁, 2012 年		書籍	発表済	
11)脇村孝平、(東長靖・石坂晋哉編)「グローバル・ヒストリーと環境」『持続型生存基盤論ハンドブック』京都大学学術出版会, pp. 232		書籍	発表済	

著作物数 11 件
公開すべきでない著作物 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項
H27年度	ダイオキシン分析の試料の精製手法の研修(ベトナム人:5人)	1) Operation Manual of the Simple and Rapid Method for Dioxins in Water using Magnetic Flocculant and Semi-automated Cleanup Device”, Published in December 2015 by Faculty of Agriculture, Ehime University	
H26年度	土壌および植物中のダイオキシンの抽出と生成方法(ベトナム人)	2) Operation Manual of Extraction and Purification Method for Measurement of Dioxins derived from “Agent Orange” in Biological Samples”, Published in September, 2014, by Center of Advanced Technology for the Environment, Ehime University, 10 pp	

H25年度	半自動クリーンアップ装置SZ-DXN-PT050を用いた、精製・濃縮 捜査のマニュアル（ベトナム人：10人）	3)“Operation Manual on the Purification and Concentration for Measurement of Dioxins derived from “Agent Orange” in Soil using Semi-automated Cleanup Device, SZ-DXN-PT050”, published in September 2012, revised in October 2013 by Center of Advanced Technology for the Environment, Ehime University, Japan, 13	
H24年度	エージェントオレンジで汚染された土壌中のダイオキシン分析 マニュアル（ベトナム人：10人）	4)“Operation Manual for Extraction of Dioxins derived from “Agent Orange” in Soil”, published in September 2012, revised in October 2013 by Center of Advanced Technology for the Environment, Ehime University, Japan, 6	
	ダイオキシンの生物検定CALAXの測定マニュアル(ベトナム 人：10人)	5)“Operation Manual for CALUX (Chemical Activated Luciferase gene expression) assay”, published in September, 2012, by Center of Advanced Technology for the Environment, Ehime University, Japan, 11 pp	
	ダイオキシン生物検定KinExAの測定マニュアル (ベトナム人；10人)	6)“Operation Manual for KinExA (Kinetic Exclusion Assay) ”, published in September, 2012, by Center of Advanced Technology for the Environment, Ehime University, pp57	
	枯葉剤エージェントオレンジで汚染された土壌の採取方法のマ ニュアル (ベトナム人：10人)	7)“Operation Manual of Soil Sampling for Measurement of Dioxins derived from “Agent Orange” in Soil”, published in September, 2012, by Center of Advanced Technology for the Environment, Ehime University, Japan, 9 pp	

	枯葉剤エージェントオレンジによるダイオキシンの測定のスクリーニングの方法のマニュアル(ベトナム人:5人)	8)“Screening Method for Measurement of Dioxins derived from “Agent Orange” in Soil”, published in Aug. 2012, revised in October 2013 by Center of Advanced Technology for the Environment, Ehime University, Japan, 57 pp	
		8件	

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
H27年度	国際	1)Yasuaki Maeda, Luu Ban Boi、The New Green System for BDF Production Competitive with Petro-diesel,, Workshop on Development of Renewable energy for the Mekong Delta, Can Tho ,Vietnam, 14 th , March,2016	招待講演
H27年度	国際	2)N.T.T.Khanh, Y. Maeda, Microalgal Culture with Digestate from Methane Fermentation, Workshop on Development of Renewable energy for the Mekong Delta, Can Tho ,Vietnam, 14th, March,2016	招待講演
H27年度	国際	3)Hanh Ngoc Thi Le, Kiyoshi Imamura, Masakazu Huruta, Yasuaki Maeda, Optimization of biodiesel production from Vietnamese Vernicia montana Lour. Using a co-solvent method with an alkaline catalyst, Workshop on Development of Renewable energy for the Mekong Delta, Can Tho ,Vietnam, 14th, March,2016	ポスター
H27年度	国際	4)Hue T. K. Do, Shota Tanaka, Yasuaki Maeda, Norimichi Takenaka, Chemiluminescence Method for Monitoring chemical oxygen demand and ammonium ion in water, Pacific Chem 2015, Honolulu ,Hawaii, 15th, December, 2015	口頭発表
H27年度	国際	5)Trinh Thai Ha, Katsuma Imanishi, Tatsuko Morikawa, Hiroyuki Hagino, Norimichi Takenaka, Measurement of HONO emission from diesel engines, Pacific Chem 2015, Honolulu ,Hawaii, 15th, December, 2015	口頭発表
H27年度	国際	6)Truong Thi Hoa, Kiyoshi Imamura, Yasukai Maeda, Tocochromanols in biofuel raw materials, “2nd Asian-Oceania Sonochemical Society Conference, Kuala25-28 July ,2015	口頭発表
H26年度	国際	7)Y.Maeda, T.T.Hoa, Improvement of the marine water environment and the sea food safety, Int. Conf. on marine environ. Da Nang, 16-18 March, 2015.	招待講演
H26年度	国際	8)Y.Maeda, K.Imamura, K.Honda, I.Watanabe、 N.Q.Trung, T.T.Hoa, L.K.Son, V.D.Nam, M.Nakamura, L.V.Boi、 LUX and KinExA) and HRGC-MS in Vietnam and Japan, Int.Workshop on dioxin contamination, 25 March, 2015	招待講演

H26年度	国際	9)Nguyen, K., Endo, R., Shibuya, T., Maeda, Y., Kitaya, Y., Microalgal culture with digestate from methane fermentation - light environment in the culture solution with different digestate concentrations and microalgal cell densities, International Symposium on Agricultural Meteorology) 2015, March 2014 Tsukuba, Ibaraki, Japan, 16-20 March, 2015	□頭発表
H26年度	国際	10)Y. Maeda, L.D. Phuong, P.Q.Thang, K. Imaura ¹ ,L. V. Boi, T. T. Hien, L. T.Thanh, N. Takenaka, Air Pollution by using Biodiesel Fuel, Int.Conference in VNU HCMC, Nov.21, 2014.	招待講演
H26年度	国際	11)T. T. Hoa , K. Imamura, L. T. Hanh, L. D. Phuong, K. Santi , Y. Maeda, and L. V. Boi, Simultaneous Identification and Determination of Fatty Acids, Sugars, and Phytochemicals in Jatropha Seeds as Their TMS Derivatives by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, Int. Conference in VNU HCMC, Nov.21, 2014.	□頭発表
H26年度	国内	12)Khanh, N., Endo, R., Shibuya, T., Kitaya, Y., Culture of Microalgae with Digestate from Methane Fermentation. 日本農業気象学会近畿支部大会、大阪(2014年11月29日)	□頭発表
H26年度	国内	13)Duong Huu Huy、竹中規訓、アンモニアガス連続測定装置の開発、第55回大気環境学会年会、予稿集、P-067 (2014年9月、松山)。	□頭発表
H26年度	国内	14)Tring Thi Ha 竹中規訓、向流管と蛍光検出を用いた大気中での亜硝酸ガス(HONO)測定、第55回大気環境学会年会、予稿集、P-077(2014年9月、松山)。	□頭発表
H26年度	国内	15)PhamQuangThang、無徒勇祐、竹中規訓、ディーゼル、及びバイオディーゼル排ガスのオゾン生成能、第55回大気環境学会年会、予稿集、2G0900(2014年9月、松山)。	□頭発表
H25年度	国内	16) Duong Huu Huy, Norimichi Takenaka, Simultaneous Measurement Method for Gaseous Ammonia and Particulate Ammonium in Ambient Air, 日本化学会第95回春季年会、予稿集, 1PB-055 (2014年3月、船橋)	□頭発表
H25年度	国内	17)Phan Quang Thang, 竹中規訓, 低分子メチルエステルの熱分解における化学反応メカニズム, 日本化学会第94春季年会 (2014年3月、名古屋).	□頭発表
H25年度	国内	18) 酒巻 剣, 関 友洋, 下山沙織, 中塚久美子, Phan Quang Thang, ベトナムハノイにおける大気汚染の現状調査, 日本化学会第94春季年会 (2014年3月、名古屋).	□頭発表

H25年度	国内	19)Do Thi Kim Hue, Norimichi Takenaka, A new chemiluminescence method for the measurement of chemical oxygen demand,日本化学会第95回春季年会、予稿集, 4B5-02 (2014年3月、船橋)	口頭発表
H25年度	国内学会	20)Trinh Thai Ha, Norimichi Takenaka, Measurement of gaseous nitrous acid by surface modified air-dragged aqua-membrane-type denuder and fluorescence detector, 日本化学会第95回春季年会予稿集, 予稿集, 4B5-04(2014年3月、船橋)	口頭発表
H25年度	国内	21)竹中規訓、吉田 新、小出哲也、田中萌子、田中 里依、西野温志、To Thi Hien、Le To Thanh、ベトナムホーチミンにおけるガス状汚染物質およびPM2.5濃度の測定(2)、日本化学会第95回春季年会、予稿集, 3PA-138 (2014年3月、船橋)。	口頭発表
H25年度	国内	22)Duong Huu Huy, Norimichi Takenaka, Simultaneous Measurement Method for Gaseous Ammonia and Particulate Ammonium in Ambient Air,日本化学会第95回春季年会、予稿集, 1PB-055 (2014年3月、船橋)。	口頭発表
H25年度	国内学会	23)Phan Quang Thang, Yasuaki Maeda, Nguyen, Quang Trung, Norimichi Takenaka, ディーゼル/廃食用油ハイオディーゼル混合燃料による排ガス中低分子メチルエステル, 第54回大気環境学会年会(2013年9月、新潟).予稿集, p.071	口頭発表
H25年度	国内学会	24)無徒勇祐、Phan Quang Thang、竹中規訓、ディーゼルおよびバイオディーゼル排ガスによるオゾン生成能, 第54回大気環境学会年会(2013年9月、新潟).E-4.	口頭発表
H25年度	国際	25)Phan Quang Thang, Tatsuya Taniuchi, Yosmie Nabeshima, Hiroshi Bandow, Nguyen Quang Trung and Norimichi Takenaka, Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Gas, Rainwater and Particles Obtained in Osaka, Japan, The 12th International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality, 2013 June 3-5, Seoul, Korea	招待講演
H25年度	国内学会	26)上田祐子、渡邊功、Vu Duc Nam, Nguyen Hung Minh, Le Ke Son, 本田克久, エージェントオレンジ由来ダイオキシン汚染土壌の簡易迅速測定法(第二報) I. HRGC/HRMS法におけるクロスチェックとその評価. 第22回環境化学討論会, 講演要旨集, pp.538-539 (2013年7月、東京)	口頭発表
H25年度	国内学会	27)立石典生、高木陽子、上田祐子、渡邊功、Mai Duc Binh, Nguyen Qunag Trung, 本田克久, エージェントオレンジ由来ダイオキシン汚染土壌の簡易迅速測定法(第二報) II. フロー式イムノセンサー法におけるクロスチェックとその評価. 第22回環境化学討論会 講演要旨集, pp.540-541(2013年7月、東京)	口頭発表
H25年度	国内学会	28)中村昌文、新川菜摘、上田祐子、渡邊功、Vu Duc Nam, Nguyen Hung Minh, Le Ke Son, 本田克久, エージェントオレンジ由来ダイオキシン汚染土壌の簡易迅速測定法(第二報) III. 途上国向けケイラックスアッセイ法におけるクロスチェックとその評価. 第22回環境化学討論会 講演要旨集, pp.542-543(2013年7月、東京)	口頭発表
H25年度	国際	29)Y.Maeda, T.T.Le, K.Okitsu, L.V.Boi, and Y.Mizukoshi, Application of Ultrasound and Microwave to the Production of Biodiesel Fuel, Asian-Oseanian International Conference on Sonochemistry, Melborne, July 10-12 (2013).	招待講演

H24年度	国際学会	30)K. Okitsu, Y. Nunota, T. Shikaku, R. Nishimura, Size and shape controlled synthesis of gold nanorods by ultrasonic irradiation in an aqueous solution, International Conference on Emerging Advanced Nanomaterials (ICEAN), Brisbane, Australia (2012年10月)	招待講演

招待講演 9 件
口頭発表 25 件
ポスター発表 1 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
H27年度	国際学会	1) Yasuaki Maeda, Multi-beneficial Measure for Mitigation of Climate Change in Vietnam and Indochina Countries, Pacific Chem 2015, Honolulu ,Hawaii, 15th, December, 2015	招待講演
H26年度	国際学会	2)Nakamura, K., Kitaya, Y., Shibuya, T., Endo, R., Effects of soil water contents on early growth and root development of Jatropha curcas. The 6th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants, Nagoya, Japan (8-12 September, 2014)	招待講演
H26年度	国内学会	3)野口 泉、山口 高志、松本 利恵、岩崎 綾、玉森 洋樹、堀江 洋佑、竹友 優、坂本 武大、恵花孝昭、竹中 規訓、わが国における大気中HONOの挙動 (5) 第55回大気環境学会年会 (2014年9月、松山)、予稿集、3E0915.	ポスター
H25年度	国内学会	4)北田耕大、竹中規訓、凍結下におけるアミン類のニトロソ化の反応促進の可能性、日本化学会第95回春季年会、予稿集、3PA-131 (2014年3月、船橋) .	口頭発表
H25年度	国際学会	5)中村昌文(株式会社日吉) ダイオキシン類生物検定法の日本での運用の紹介. 2014年ダイオキシンスクリーニング法推進シンポジウム(2014年3月17日, 台北市, 台湾)	招待講演
H25年度	国内学会	6)伏見力(JIRCAS)、北宅善昭(大阪府立大学)、The cultivation experiment of Jatropha curcas in Ishigaki Island、国際環境資源生物学会 7th International Symposium 'Effective use of bioresources in arid land'、大阪大学工(大阪府吹田市)、2014年3月18日	口頭発表
H25年度	国際学会	7)Nakamura M (Hiyoshi Corporation) Application of CALUX in East Asian countries. The First Southeast Asian International Workshop on Integrated Exposure and Effects Analysis, Application of CALUX in East Asian countries, (January 10 ,2014, Hanoi, Vietnam,	招待講演
H25年度	国内学会	8)上田祐子, 渡邊功, 本田克久, 超音波抽出器を利用したダイオキシン汚染土壌における簡易迅速分析法の開発. 第16回日本水環境学会シンポジウム 講演要旨集, pp.127-128(2013年11月, 沖縄)	口頭発表

H25年度	国内学会	9)竹中規訓, 大気中亜硝酸の分析, 日本分析化学会 第62年会, 東大阪(2013年9月).要旨集E3009.	口頭発表
H25年度	国内学会	10)西川晴香、橋本祥平、竹中規訓, 化学発光式COD測定法による自然水COD連続測定, 東大阪(2013年9月).要旨集F3014Y.	口頭発表
H25年度	国内学会	11) 泉、山口高志、松本利恵、岩崎 綾、玉森洋樹、堀江洋佑、浴口智行、富田健介、恵花孝昭、竹中規訓, わが国における大気中HONOの挙動(4), 第54回大気環境学会年会(2013年9月、新潟).予稿集, P-060	口頭発表
H25年度	国内学会	12)野呂和嗣、竹中規訓, 寒冷地対応亜硝酸ガス測定装置の開発, 第54回大気環境学会年会(2013年9月、新潟).予稿集, P-022.	口頭発表
H25年度	国内学会	13)大山正幸, 中島孝江, 東 賢一, 峰島知芳, 酒巻 剣, 永田 真, 岡 憲司, 森永謙二, 竹中規訓, 亜硝酸と喘息症状の関連性に関する疫学的事例調査 第2報, 第54回大気環境学会年会(2013年9月、新潟). 予稿集,	口頭発表
H25年度	国内学会	14)竹中規訓、今西克磨、森川多津子、萩野浩之, 新長期規制ディーゼル車からのHONO発生, 第54回大気環境学会年会(2013年9月、新潟).2G1030.14)	口頭発表
H25年度	国内学会	15)北宅善昭・中村健二・渋谷俊夫・遠藤良輔(大阪府立大学)、油料植物Jatropha curcasの成長に及ぼす土壌水分の影響、2013生態工学会年次大会、玉川大学(東京都町田市)、2013年6月29日～30日	口頭発表
H25年度	国際学会	16)Norimichi Takenaka, Katsuma Imanishi, Tazuko Morikawa and Hiroyuki Hagino, Direct emission of HONO from diesel exhaust gas, The 12th International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality, 2013 June 3-5, Seoul, Korea.	招待講演
H24年度	国際学会	17)Fushimi, T. Kitaya, Y. Maeda, Y., Cultivation and research of Jatropha curcas in Ishigaki Island, 6th International Symposium: Green Biotechnology for Global Sustainability, Osaka, Japan, 9 March, 2013	招待講演
H24年度	国際学会	18)Kitaya, Y. Fushimi, T. Maeda, Y., Notes on establishing nursery plants of Jatropha, 6th International Symposium: Green Biotechnology for Global Sustainability, Osaka, Japan, 9 March, 2013.	招待講演
H24年度	国際学会	19)Y. Maeda, Integration of the technology for biodiesel production, 1st Int. workshop on Nano Materials for Energy Conversion and Fuel Cell, 2012, August 20-23, Ho Chi Minh City, Vietnam,	招待講演
H24年度	国内学会	20)Y. Maeda, ベトナム及びインドシナ諸国における、バイオマスエネルギー生産システム(植林・製造・利用)構築による多益性気候変動緩和策の研究、バイオマス燃料の事業化に向けた国際戦略シンポジウム	招待講演

H24年度	国内学会	21)Y. Maeda、Production of Biomass Energy from Waste, 9th Biomass Asia Workshop, 2012,Dec.3,4, Tokyo	招待講演
H24年度	国内	22) 超音波キャビテーションを利用する有機物の分解と金属ナノ粒子の合成, 第21回ソノケミストリー討論会、川崎 (2012年11月)	口頭発表
H24年度	国内学会	23)アブリキム アブリズ, JunJie Zhu, 興津健二、超音波キャビテーションがグラフェンオキシサイドの還元反応に与える影響, 第21回ソノケミストリー討論会、川崎 (2012年11月)	口頭発表
H24年度	国内	24)四角哲夫, 興津健二, 西村六郎、超音波還元法を利用する金ナノ粒子の形状制御合成:アスコルビン酸の影響, 第21回ソノケミストリー討論会、川崎 (2012年11月)	口頭発表
H24年度	国内	25)中井太地, 水越克彰, 久貝潤一郎, 興津健二, 山本孝夫, 西村六郎, 正橋直哉重金属イオン吸着剤を目指したハイドロキシアパタイト/ γ 酸化鉄複合材料の合成に対する超音波照射効果, 第21回ソノケミストリー討論会、川崎 (2012年11月)	口頭発表
H24年度	国際学会	26)K. Okitsu, Y. Nunota, T. Shikaku, R. Nishimura, Size and shape controlled synthesis of gold nanorods by ultrasonic irradiation in an aqueous solution, International Conference on Emerging Advanced Nanomaterials (ICEAN) Brisbane, Australia (2012年10月)	招待講演
	国内学会	27)北宅善昭, 伏見力, 前田泰昭, バイオディーゼル燃料生産におけるJatropha curcas利用の課題と展望, 第64回日本生物工学会大会シンポジウム, 神戸, 2012年	口頭発表

招待講演	11	件
口頭発表	15	件
ポスター発表	1	件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する外国出願 ※
											PCT/JP2012/1 23456
No.1											
No.2											
No.3											

※関連する外国出願があれば、その出願番号を記入ください。

国内特許出願数 2 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する国内出願 ※
											特願2010- 123456
No.1											
No.2											
No.3											

※関連する国内出願があれば、その出願番号を記入ください。

外国特許出願数 件
公開すべきでない特許出願数 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
H25年 度	11月22日	日越交流40周年記念、天然資源環境省、功労賞	天然資源環境省での環境改善の取り組みの評価	前田泰昭	ベトナム政府	プロジェクトで実施しているBDFの大気汚染軽減への期待	
		ベトナム国家大学ホーチミン校よりDistinguished Professorの称号授与	ベトナム国家大学ホーチミン校から多くの博士課程の学生を指導	前田泰昭	ベトナム国家大学ホーチミン校	SATREPSでハノイ校とホーチミン校から多くの学生の博士取得を指導した。	
		日本国環境省大臣表彰	環境対策に係る模範的取組表彰	前田泰昭	環境省	SATREPSで大気汚染の改善に取り組んだ	

1 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
H27年	3月22日、 23日	SATREPS 特別企画、国際学会	日本、大阪市	ボツワナ、モザンビーク、タイ、ベトナムの4か国から合計20名、日本から約40名が集まった。	4つのSATREPSと1つのALCAのプロジェクトからの参加者が一堂に集まり、最適なBDF原料の選択、BDF製造法及び使用方法について活発な議論が行われた。
H27年	2月1日	SATREPSのJCC	ベトナム、ハノイ市、VNUハノイ校	日本から約10名、ベトナムから約40名が参加した。	新しく建設されたベオマスエネルギーセンターが披露された
H26年	10月19日、20日	SATREPS のワークショップ	堺市	ベトナムから15人、日本から15人が参加	BDF製造・利用に興味のある、会社、日吉、環境総合システム、ヤンマーから関連部局の研究者が参加した。
H26年	7月25日	SATREPSのJCC	ベトナム、ハノイ市	ベトナム人50人、日本人20人	主査の堤先生、JICAの安達氏、大西さん、大阪府立大学の奥野学長、VNUハノイのNha学長、各グループの責任者全員が参加。
H25年	7月24日	Work shop on SATREPS	日本、石垣市	40人、ベトナム人11人	プロジェクト参加研究者ほぼ全員と主査の堤先生が参加。日本で成長が可能な沖縄で南洋アブラギリの栽培状況を調査した。
H25年	7月25日	Jatropha 研究会	、ハノイ	30人：SATREPSの南洋アブラギリの研究をしている東京大学の芋生先生のグループ、鳥取大学の明石戦士絵のグループからも研究者が参加した。	SATREPSで、南洋アブラギリの研究をしている複数のグループからそれぞれの活動について講演を聞くことができた。
H25年	1月7日	JCC	ベトナム、ハノイ	80人	JICA,JST,VNU,OPUさらに各グループの責任者がそれぞれの活動を報告した。
H23年	12月2日、3日	キックオフミーティング	ベトナム、ハノイ	60人	JICAハノイ所長、VNU学長、大阪府立大学学長、各グループの責任者、MONRE,MOIT、MARD各省からも関連分野の研究者が参加した。

8 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要			

0 件

JST成果目標シート

研究課題名	ベトナムおよびインドシナ諸国におけるバイオマスエネルギーの生産システム(植林・製造・利用)構築による多益性気候変動緩和策の研究
研究代表者名(所属機関)	前田 泰昭 (大阪府立大地域連携研究機構 特認教授)
研究期間	H22採択(2011年10月1日～2016年9月30日)
相手国名/主要相手国研究機関	ベトナム共和国/ベトナム国家大学ハノイ校

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	BDFの普及、グリセリンの利用、BDF原料の販売、凝固点降下剤、酸化防止剤などBDF利用のための周辺薬剤の販売、グリセリンから製造される超吸水ポリマーの普及、 太陽光による水から水素発生へのグリセリンの加速効果
科学技術の発展	光触媒による水から水素発生へのグリセリン添加効果の解明、油脂成分の混合による沸点および凝固点の変化の解明(有機化合物の混による物理変化)
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	酸・塩基二段法の効率化、グリセリン精製技術・グリセリン利用技術の開発、BDF燃料使用基準の国際化、生物由来薬効化合物の抽出と利用の安全基準の設定 米ぬかから薬効成分の抽出の特許申請
世界で活躍できる日本人人材の育成	ベトナム側研究者と共同で20報以上の国際論文誌への投稿、グリセリン利用のための触媒の開発に関する国際論文誌5報の投稿、日本人学生の海外協力能力の強化
技術及び人的ネットワークの構築	ベトナム国家大学から招聘した研究者の修士取得 3人 および博士取得 10人 、近隣諸国への普及(ラオス、カンボジア、ミャンマーとの学術協定の締結の人材交流の実施)
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	石炭採掘会社との植林地の協力、ベトナムと日本の政府間協定への本研究結果の利用、ヤンマー(農機具)との協力、本研究結果の国際出版社による本の出版(中間年と最終年の2回)

JST上位目標

バイオマスが広く世界で燃料に利用されることにより、地球温暖化防止、大気汚染、貧困の削減につながる。

ベトナムおよびインドシナ諸国においてプロジェクトが開発した高品質BDFの製造・利用が実用化される。

JST達成目標

荒地および炭鉱跡地で、最適なBDF原料樹種の栽培方法を確立し、共溶媒法による高品質BDFの製造方法を共同開発する。さらに、製造したBDFをベトナム国内で利用した場合の社会経済・環境影響について評価し、ベトナム政府に高品質BDFの利用計画を政策提言する。

