

平成 18 年度 C D M / J I 事業調査
フィリピン・ひまわり油バイオディーゼル
生産・供給事業の C D M 事業化調査

報 告 書

平成 19 年 3 月

サンケアフューエルズ株式会社

1. プロジェクト実施に係る基礎的要素

1.1. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、フィリピン共和国のルソン島の Central Luzon region において、ひまわりを栽培し、ひまわりの種の油を原料としてバイオディーゼル油（以下、BDF という）を製造して、マニラ市で軽油とブレンドして B1（『BDF 対軽油』の容積比 1：99）として販売を行う。そして、化石燃料である軽油をバイオマス燃料に転換することにより地球温暖化ガスの削減に貢献するものである。

本プロジェクトは、2007 年に設立予定である Sun Care Fuels Philippines（以下、SCF Philippines という）を中心に実施する計画である。SCF Philippine は、サンケアフューエルズ株が 50%、日本企業及び個人が 30%、プロジェクトに参加するフィリピン企業が 20%を出資し設立される予定で、バイオディーゼルの製造・販売を行い、本プロジェクトの実施者となる。

本プロジェクトシナリオは、ひまわり栽培・供給ステージ、BDF 製造ステージ、BDF 販売・消費ステージのステージで構成される。

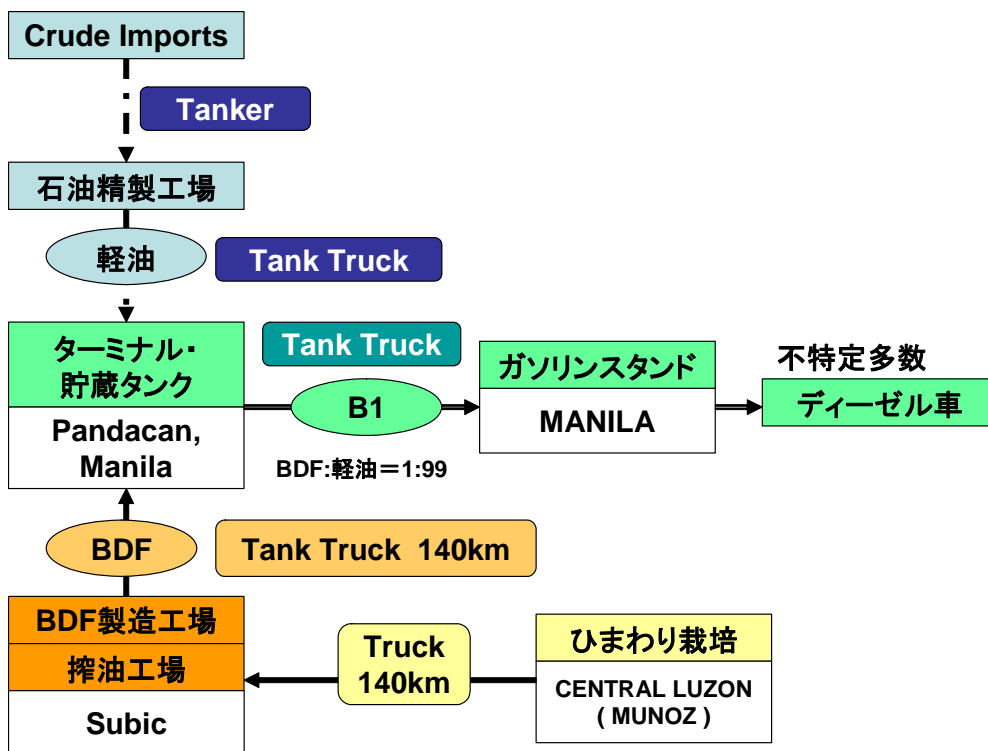


図 1-1 BDF プロジェクトの構造

原料となるひまわりの栽培は、Central Luzon region の中央部の Central Luzon 盆地で、稲作の裏作として行われ、貧しい農村部の収入の向上で持続可能な開発に貢献する。農地面積は 60,000ha、種の平均収量 2 t/ha として、年間約 120,000 t のひまわりの種の収穫を見込んでいる。栽培は、現地農家と契約して行い、SCF

Philippine は種の最低買取り価格を決定しておくことで、収穫した種を独占的に購入する。

Central Luzon 盆地は低地で、フィリピンで最も広い平野であり、フィリピンの最大の稲作地帯で、フィリピンの Rice Bowl と呼ばれている。フィリピン全体の気候は熱帯モンスーンに属し、Central Luzon region は、7月から10月が雨季で11月から5月が乾季であり、雨季に米栽培、乾季にひまわり栽培を行う。

本調査では、Central Luzon region の Nueva Ecija Province MUNOZ 市に位置する CENTRAL LUZON STATE UNIVERSITY の稲作試験農園で試験栽培を実施した。

BDF 製造プラントは、MUNOZ 市から約 140 km 離れた Central Luzon region の スービック湾自由貿易港・特別経済区に建設予定であり、SCF Philippine によって運転される。BDF 製造プラントは、収穫されたひまわりの種からひまわり油を搾油する搾油施設と、油から BDF を製造する BDF 製造施設を有する。搾油施設は、年間 38,000 t のひまわり油製造能力を持ち、BDF 製造施設は年間 38,000 t (126.6 t/day、年間 300 日稼動) の BDF 製造能力を有する。搾油後の油粕は、家畜用飼料として、BDF の副生成物であるグリセロールは、工業原料として販売される。

製造した BDF は、スービック湾自由貿易港・特別経済区から約 140 km 離れた マニラ市に輸送されて石油会社へ販売され、石油ターミナルで軽油とブレンドし、マニラ市内のガソリンスタンドで B1 として一般消費者へと供給される。

BDF を運輸用軽油の代替燃料として使用することにより、軽油の使用量が減少し、CO₂ 排出量を減少させることが期待される。

フィリピンでは、エネルギー省 (DOE) の「フィリピン・エネルギー・プラン」(2005 年～2014 年) の中期的なエネルギー開発計画で、2010 年にエネルギーの自給率 60% を掲げており、その柱はバイオマスをはじめとする再生可能エネルギー導入の促進である。

石油の輸入量削減とドル節約を目的とした Biofuels Act of 2006 が、昨年 11 月 23 日に両院協議委員会で承認され、1 月 11 日にアロヨ大統領が署名して成立した。同法では、ディーゼル油については、実施規則施行時にバイオ燃料を最低 1% 混合し、最終的には 5% にするとしている。

この様に、フィリピンにおいては BDF に対するニーズは高いが、軽油の現在の価格は、PhP36.26 (約 90 円) /ℓ であり、現在のひまわりの種の価格等では、IRR は厳しい数字となり、本プロジェクトの実施に当たっては、大きな経済的バリアを有する。

そこで、本プロジェクトでは、CDM による CER 収入により経済性を向上させて、事業化を図る。

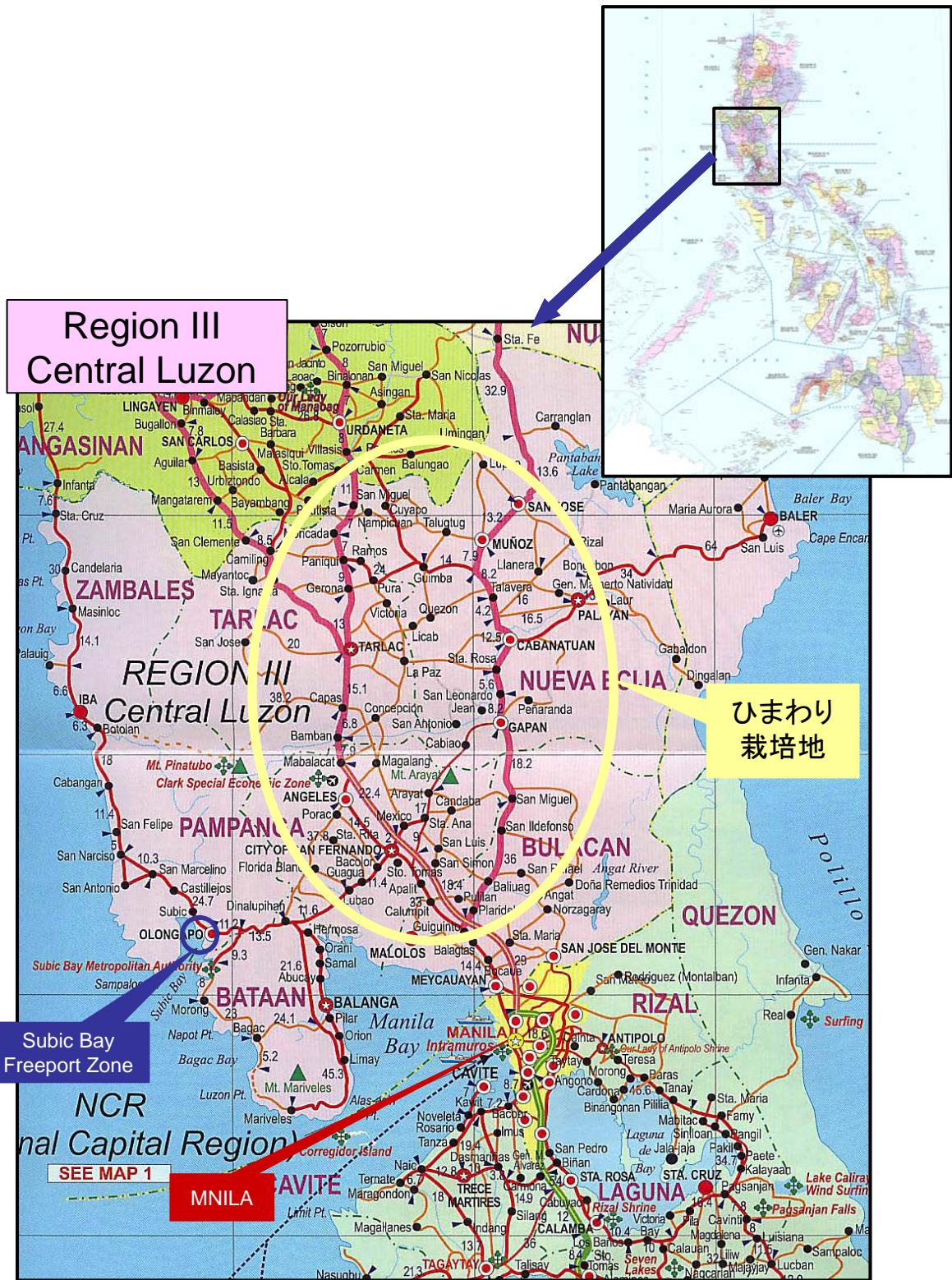


図 1-2 プロジェクトサイト図

本プロジェクトの BDF 製造量・販売量を表 1-1 に、CDM による ER を表 1-2 に示す。

表 1-1 プロジェクトシナリオ

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年
製造能力	5.0 k?/day	25.0 k?/day	145.0 k?/day	145.0 k?/day	145.0 k?/day	145.0 k?/day	145.0 k?/day
新設設備能力	5.0 k?/day	20.0 k?/day	120.0 k?/day	0.0 k?/day	0.0 k?/day	0.0 k?/day	0.0 k?/day
BDF製造量・販売量	1,500 k?/year	7,500 k?/year	43,500 k?/year	43,500 k?/y	43,500 k?/y	43,500 k?/y	43,500 k?/y
(t換算)	(1,310 t/year)	(6,548 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)
(Gcal換算)	(12,401 Gcal/year)	(62,005 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)
内新設量	1,500 k?/year	6,000 k?/year	36,000 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year
グリセリン精製 製品量(99.5%)	137.0 t/year	685.0 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year
油粕	2,774.0 t/year	13,869.9 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year
廃水	1.7 km3/year	8.5 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year
ひまわりの種収穫量	4,079 t/year	20,397 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year
ひまわり作付け面積	2,000 ha	10,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha
	(2,040 ha)	(10,198 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)

表 1-2 本プロジェクトの CO₂ 削減量

単位 : tonnes of CO₂e

Year	プロジェクト 活動による CO ₂ 排出量 (PE _y)	ベースラインの CO ₂ 排出量 (BE _y)	リーケージの CO ₂ 排出量 (L)	CO ₂ 削減効果 (ER _y)
2008	174	4,258	1,190	2,894
2009	1,355	21,290	5,737	14,197
2010	24,688	123,481	33,446	65,347
2011	26,043	123,481	28,363	69,075
2012	26,043	123,481	28,363	69,075
2013	26,043	123,481	28,363	69,075
2014	26,043	123,481	28,363	69,075
Total	130,389	642,951	153,823	358,738

1.2. フィリピンの概要

1.2.1 一般事情

(1) 国名

フィリピン国の正式名称は Republic of the Philippines、日本語表記による正式名称の訳はフィリピン共和国、通称はフィリピンであり、漢字では、比律賓と表記され、比と略される。本報告書ではフィリピンと記載する。

(2) 地理

北緯 4 度 23 分～21 度 25 分、東経 116 度～126 度 30 分に位置し、日本との時差は 1 時間である。面積は 299, 404km²、日本の約 0.8 倍 である。南北 1, 851 kmにわたり、7, 109 の島々で構成される島嶼国で、海外線は 34, 600km におよぶ。主な島は、ルソン島、セブ島、レイテ島、ネグロス島、ミンダナオ島、セブ島などで、太平洋火山帯の上に立地するため、活火山、休火山が多く存在する。

ミンダナオ島は熱帯雨林気候であり、その島々は高温多湿の熱帯モンスーン気候で、7 から 9 月にかけて台風が通過する。年間の平均気温は 27 度前後で、熱帯モンスーン気候では一般に 4 月～10 月が雨季、11 月～3 月が乾季とされる。

(3) 人口・民族・宗教・言語・社会階級

2005 年の人口は 8, 520 万人、マレー系が主体で、中国系、スペイン系、及びこれらの混血、更に少数民族からなる多民族国家である。

国民の 82.9%がカトリック、プロテスタント、フィリピン独立教会、イグレスシア・ニ・キリストの合計が 10.3%、イスラム教は 4.6%である。

フィリピンの国語はタガログ語をベースとしたフィリピノ語、公用語はフィリピノ語と英語である。英語は、教育や商業活動における共通語として使われており、全人口の約 80% が英語を理解する。

フィリピンの社会階級制度は、スペインによる植民地化に影響を受けている。スペインは、スペイン人を頂点としその血統の濃さに従って社会階級を決め、土地を分け与えるという土地政策をフィリピンに持ち込み、現在においても 18 万人程度のスペイン人がエリート階級として存在し、広大な土地を所有している。

一方で、スペイン植民地政府より商業活動特権を受けた華僑は約 60 万人で、フィリピン経済の約 6 割を支配していると言われ、マニラやセブなどの都市部に集中している。

(4) 教育

現在の学制は、初等教育（小学校）6 年、中等教育（高校）4 年、高等教育（大学）4 年の 6-4-4 制となっている。初等教育が 6 歳から 11 歳、中等教育が 12 歳から 15 歳、高等教育が 15 歳から 19 歳であり、初等教育の 6 年と中等教育の 3 年は無償である。大学は 4 年であるが、工学部は 5 年、歯学部、獣医学部 6 年、法学部 8 年、医学部は 9 年である。

(5) 通貨

ペソ (Peso : 略号 P) 1 Peso = 100 センタボ (Centavos)

(6) 税

- ・法人所得税率は 35% である。
- ・付加価値税 (Value-added tax) : 2006 年 2 月 1 日より 12% に変更。
納税者は物品、サービスの販売にかかる VAT (アウトプット VAT) から、仕入れなどの際に支払った VAT (インプット VAT) の差額を実際に納付する。

物品税 (Excise taxes) / 石油製品・精製油など : 1 リットルにつき PhP0 ~ PhP4.35 である。

(7) 地方行政区画

地方行政区画は、大きく分けて州 (Province)、市 (City)・町 (Municipality) そしてバラングイ (Barangay、最小の行政単位) で構成される。州は、市及び町から、市及び町はバラングイから構成されている。

市は一般的な市 (Component City) と、州の監督を受けない独立構成市 (Independent Component City) 及び高度都市化市 (Highly-Urbanized City) の 3 つの形態に分類される。

州の数は 2006 年現在 79 州、市は 119 市である。町は 2005 年現在、1,610 である。

首都はメトロ・マニラ (Metropolitan Manila) (人口 993 万人) で、フィリピンに 2 つある metropolitan areas の一つである。

ルソン島 (Luzon)	Region I	(Ilocos Region)
	CAR	(Cordillera Administrative Region)
	Region II	(Cagayan Valley)
	Region III	(Central Luzon)
	NCR	(National Capital Region) [マニラ市]
	Region IV-A	(CALABARZON)
	Region IV-B	(MIMAROPA)
	Region V	(Bicol Region)
ビサヤ諸島 (Visayas)	Region VI	(Western Visayas)
	Region VII	(Central Visayas)
	Region VIII	(Eastern Visayas)
ミンダナオ島 (Mindanao)	Region IX	(Zamboanga Peninsula)
	Region X	(Northern Mindanao)
	Region XI	(Davao Region)
	Region XII	(SOCCSKSARGEN)
	Region XIII	(Caraga)
	ARMM	(Autonomous Region in Muslim Mindanao)

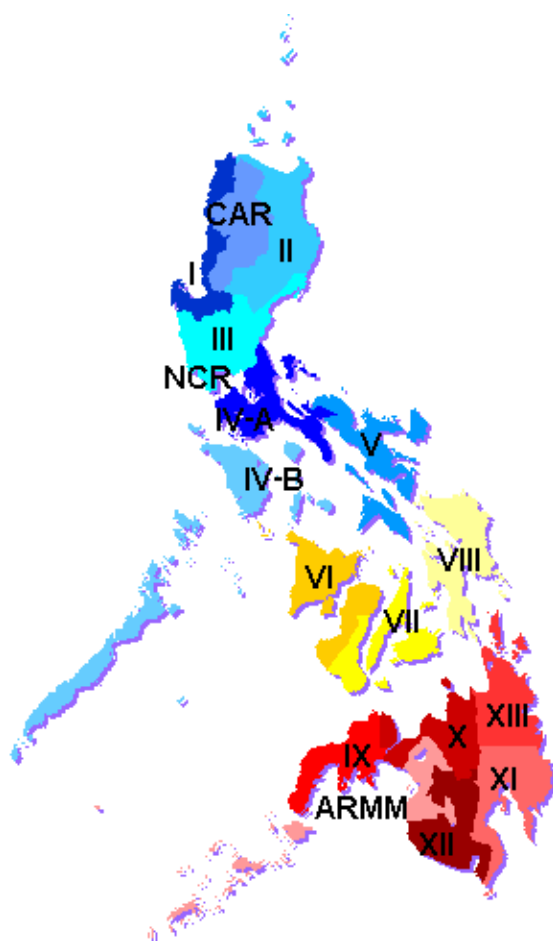


図 1-3 フィリピンの州区分

(8) 略史（近代）

1521 年	マゼランのフィリピン到着
1571 年	スペインの統治開始
1898 年	米西戦争中の 6 月 12 日、アギナルド将軍が独立を宣言
	米西パリ講話条約調印により、米の統治開始
1935 年	独立準備政府（コモンウェルス）発足
1942 年	日本軍政開始
1946 年	7 月 4 日、フィリピン共和国独立
1965 年	マルコス大統領就任（1972 年戒厳令布告）
1986 年	2 月革命によりアキノ大統領就任、マルコス大統領亡命
1992 年	ラモス大統領就任
1998 年	エストラダ大統領就任
2001 年	アロヨ大統領就任
2004 年	アロヨ大統領当選

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

1.2.2 政治

(1) 政体・元首

政体は、立憲共和制で、元首は、グロリア・マカパガル・アロヨ大統領である。

1946年7月4日、フィリピン共和国として独立し、フィリピンはアメリカ型の大統領制を採用した。大統領の主な権限は、行政権、国軍統帥権及び戒厳令発動権、条約締結権、法案拒否権、裁判官任命権などがある。人事権は地方自治長官を通じて、間接的に地方政府にまで及ぶ点で、アメリカ大統領よりも強大であるが、これら諸権限には議会等による種々の制約が設けられている。

行政府の長である大統領は、国民の直接選挙によって選出され、任期は6年で再選は禁止されている。副大統領は任期6年で、三選が禁止されている。大統領が任期途中で死亡、執務不能、ないしは辞任、罷免された場合には、副大統領、上院議長、下院議長の順で、その代行が定められている。

1998年の大統領選挙でエストラダ大統領が選出されたが、2000年10月に違法賭博からの不正献金が暴露されたことに端を発して失脚し、2001年1月にエストラダ前大統領の後継としてアロヨ副大統領が大統領に就任し、2004年5月の大統領選で当選した。

(2) 内閣

内閣閣僚任命権者は大統領である。任命に際しては、上下両院任命委員会(Commission on Appointment)の承認を得なければならない。上下両院議員による閣僚ポスト兼職は禁止されている。閣僚の数については特に定めはないが、現アロヨ政権では、50名程の閣僚が内閣を構成している。

(3) 国会

議会は上・下二院制である。上院は24議席で任期6年、すべて単一の全国区から選出され、連続三選禁止である。下院は250議席のうち50議席「政党名簿方式」により選出され、残り200議席は小選挙区制により選出される。任期3年、連続四選禁止である。「政党名簿方式」のリストは、労働者、農民、都市貧困層、少数民族、婦人、青年等の各セクターから選出することになっている。

2004年5月の選挙(上院議員の半数12名、下院議員全員を改選)の結果、アロヨ政権の与党連合が野党連合に勝利し、同年7月に開会した第13議会の各政党別勢力については、与党勢力が、上院では過半数を占め、下院においても236名中80%近くを占めている。

主要政党は下記のとおり

- ・ラカス(Lakas-NUCD-UMDP-KAMPI) ホセ・デ・ベネシア総裁
- ・N P C (民族主義者人民連合) ギルバート・チュドロ総裁
- ・自由党(LP) フランクリン・ドリロン総裁
- ・国民党(NP) マニユエル・ヴィリヤール総裁
- ・民主フィリピンの闘い(LDP) エドガルド・アンガラ総裁

(4) 地方行政制度

州には、州知事、副知事のほか、州議会 (Sangguniang Panlalawigan) が置かれている。

市には、市長・副市長のほか、市議会 (Sangguniang Panlungsod) が置かれている。

町には町長、副町長の他、町議会 (Sangguniang Bayan) が置かれている。

バラングイには、公選のバラングイ・キャプテン (最新の地方自治法ではタガログ語で Punong Barangay とされている)、バラングイ議会 (Sangguniang Barangay) が置かれている。

この他、マニラ首都圏には、首都圏議会 (Metropolitan Manila Sangguniang Bayan) がある。

1.2.3 経済

(1) 経済政策

2001年1月、政変によりアロヨ政権が誕生し、第一期政権下では、AFTA (アセアン自由貿易地域) の進展による地域経済連携・貿易自由化に対処するため政府は国際競争力強化に向けた重点施策 (雇用創出・中小企業育成・農業近代化による生産性向上・IT産業育成・輸出拡大等) に取り組んだ。

アロヨ大統領は、2004年5月実施の大統領選挙において勝利し、第二期政権の就任式において、10大課題 (下表参照) として、雇用の創出・財政均衡達成・インフラ整備等に重点をおいた取り組みを表明した。経済・社会政策は第一期のものと大きく変化していないが、第二期目の新たな重点として汚職撲滅・国軍、警察の改革等への取り組み強化が強調されている。

第二期アロヨ政権の10大課題

1. 農地開発・中小企業金融・起業機会提供を通じた600万の雇用創出
2. 新校舎の建設、貧困層への奨学金支給
3. 財政均衡
4. 通信・交通網及びデジタル・インフラの整備による地方分権
5. 全国バラングイへの電力・水の供給
6. 地方都市形成による首都圏混雑緩和
7. 流通拠点としてのスービック・クラーク開発
8. 電子化選挙
9. 和平交渉の公正な結末
10. エドサ1, 2, 3の間の不協終結

就任直後の2004年8月末大統領は国家財政危機宣言を行なった。財政均衡目標を2010年とし、VAT税率引き上げ・税制優遇措置の見直し・酒、たばこ、石油製品増税等8つの税制改革案を示した。VAT増税法は2005年11月施行され、ようやく財政改革の緒についたと言える。

(2) 経済の動向

フィリピン経済は、アジア経済危機後、実質経済成長率は低迷してきたが、2002年以降回復し、2002年度に鉱工業が天然ガス等の増産により4.5%の成長を達成、2003年度もサービス産業において5.8%成長を達成して4.5%となり、2004年度は1989年以来15年ぶりに6%台の成長を達成した。2005年の経済は実質GDP成長率を5.3%と予測している。

経済成長率を一見すると好調かのように見えるものの、財政赤字の拡大、投資の落ち込み、失業率高止まり、金融機関の不良債権問題等の構造的な問題を抱えている。

国内に主たる産業が育っておらず、優秀な国内人材が海外流出している。政府は、零細・中小企業の裾野産業の育成強化、供給側の生産性向上に取り組んでいるが、失業率は対象期間を通して11%台後半でありほとんど改善しておらず、労働人口の増加に経済成長が追いつかない状況にある。GDPの8割を占める民間消費が海外出稼ぎ労働者からの莫大な送金によるもので、2005年度は100億ドルを突破すると予測されている。

表 1-3 1999年から2006年までの経済指標

	2002	2003	2004	2005
実質 GDP 成長率 (%)	4.5	4.5	6.0	5.3
農林水産業 (%)	3.9	3.2	4.9	3.0
鉱工業 (%)	3.9	3.5	5.2	4.7
サービス業 (%)	5.1	5.8	7.1	6.6
経済収支 (US 100 万 \$)	4,383	1,396	2,080	2,499
輸出額 (US 100 万 \$)	35,208	36,231	39,598	41,223
輸入額 (US 100 万 \$)	35,427	37,497	40,297	44,910
貿易収支 (US 100 万 \$)	- 219	- 1,266	- 699	- 3,687
インフレ率	3.1	3.1	6.0	7.6
失業率 (%)	11.4	11.4	11.8	11.9
為替レート (ペソ/米ドル)	51.06	54.20	56.04	55.70
為替レート (ペソ/円)	0.44	0.52	0.54	0.45

出展：JETRO 貿易白書、国家統計局

1.2.4 農業

(1) 概要

1994年以降フィリピンは農産品の輸入国となっており、元々国内供給量が限られている製粉・飼料用小麦や飼料用大豆粕、乳製品のみならず、米、大豆、とうもろこしなどの主食、砂糖や糖蜜など伝統的輸出品目ですら輸入に転じている。

理由の一つに急激な人口増加があり、1970年に約3,500万人であった総人口は2000年に7,500万人、2005年には8,520万人へ増加している。

また、フィリピンは国土が火山灰で覆われているために土地が肥沃ではない。灌漑、排水設備等の農業インフラの充実、適正規模の肥料・農薬投入等、農業生産性を上げるための投資が、十分に行われて来なかった。

また、農地改革が成果を上げておらず、大地主と小作人という構図のまま小作人が大多数を占め、農業生産性が上がらない。

2003年にAFTA（ASEAN自由貿易地域）が発動されたが、フィリピンの農業産品が国際市場で競争力を保持しているのは、ココナツ関連商品、バナナ・パイナップル等の一部トロピカルフルーツに過ぎない。フィリピン政府は、砂糖に対する高関税や、ミンダナオ島の主要作物であるトウモロコシの輸入規制など、一部農産物をAFTA自由貿易品目から留保することで国内農業の保護を図っている。

(2) 米

フィリピンの米生産量は一貫して伸び続け、1970年代後半から1980年に掛けては輸出も行っていたが、人口増加が著しく、1980年代後半からは輸入するようになりなつた。米生産量は継続して増加基調にあり2004年には1,450万トンに達したが、旱魃、多雨により100万トン近い輸入を実施した。

表 1-4 米の作付面積、国内生産量と輸入量の推移

	2000	2001	2002	2003	2004
作付面積 1,000ha	4,038	4,065	4,046	4,006	4,127
生産量（粳米） 1,000mt	12,389	12,955	13,271	13,500	14,497
生産量（精米） 1,000mt	8,053	8,421	8,626	8,775	9,423
輸入量（精米） 1,000mt	617	808	1,147	835	1,000
合計 1,000mt	8,670	9,229	9,772	9,610	10,423

出展：Philippines statistical yearbook, National statistical coordination
精米歩留りは粳米の65%で計算

(3) 椰子油（ココナツオイル）

椰子（油）はフィリピンの重要な産業で、フィリピンの総人口のうち3分の1が何等かの形で椰子産業に関わっているとも言われている。

フィリピンで計画的な植林が始まったのは17世紀のスペイン統治時代であり、1970年代になって、日本からの投資も活発となったが、1979年9月の大統領令により椰子産業の統合の方針が打ち出され、フィリピンの椰子油総輸出量の70%以上を一手に取り扱う国策会社 UNICOM（United Coconut Oil Mills Inc.）が設立された。日本の各社が買収した搾油工場は、すべてUCPBに売却された。1983年8月のニノイ・アキノ元上院議員暗殺事件後、フィリピンは300億ドルを越える戦後最大の債務危機に陥り、経済再建を主導するIMFにより独占企業排除勧告が出され、UNICOMは1985年1月に名目上解散し、1986年2月アキノ政権誕生と共に実質的に解散となった。

椰子の実の内胚乳を乾燥したものをコブラといい、55～65%の油分を含む。

これから採取した油は、ラウリン系油脂で、マーガリン、コーヒークリーマー、アイスクリームなどの食用用途に広く使われている

フィリピンには約 311 万 6,000ha に 3 億 800 万本の成熟した椰子の木があり年間 109 億 500 万個の椰子の実が収穫されている。椰子は、バナナや砂糖キビと異なり、大規模なプランテーションで栽培されるのではなく大部分が 3～4 ヘクタールの土地を地主から借りている弱小農家で生産されている。主産地は、ミンダナオでフィリピン全体の 51% 次に南部タガログおよびビコール地方で 27% 次いでビサヤ地方の 21%となっている。

2004 年の生産量は、コプラベースで約 260 万トンが予想されているが、減少傾向にある。プランテーションは他の作物に転換される傾向にある。また気象状況も台風の発生による降雨量の減少が生産に悪影響を与えている

フィリピン全土での搾油能力はコプラベースで日約 1 万 7 千トン、年間約 500 万トンにもものぼる。規模、小は 1 日 3 トンのものから大は 1 日 1,000 トンのものまで様々である。一方精製能力はフィリピン全土で 1 日約 5,500 トン、年間で 165 万トンとされている。

(4) 灌漑

フィリピンの灌漑は、一般に国営灌漑地区、共同灌漑地区、ポンプ灌漑地区の 3 タイプに区分される。

国営灌漑地区 (NIS) は、国家灌漑庁 (NIA) が事業計画、施設建設、維持管理を行う。原則として灌漑するブロックの面積は 1,000ha 以上である。幹線・支線水路のみを NIA が建設し、末端施設は NIA の援助を受けて受益農家 (水利組合) が建設する。NIA が管理している国家灌漑地区数は、全国に 165 地区あり、総受益面積は 65 万 ha となっている。

受益農民は、ha あたり水利費として雨季作で 2 カバン (1 カバン = 粃 50kg)、乾季作で 3 カバン払っている。揚水ポンプが設置してある感概地区では、地区の実情により ha あたり 5～6 カバン、あるいはそれ以上払っている。

NIA の灌漑施設は水利組合への移管が進められている。

共同灌漑事業地区の受益農家は、基本的には灌漑施設建設費を NIA に償還する義務があるため、事業実施前に水利組合を設立する必要がある。施設建設は水利組合の要請により NIA が実施する。事業完了後原則 25 年間で施設建設費の償還を NIA に対して行う。末端施設は NIS 同様 NIA の援助を受けて受益農家 (水利組合) が建設する。1991 年に制定された地方自治体法により、共同灌漑事業地区では、計画、設計、施工、維持管理等は地方自治体に移行されることになっているが、NIA と地方自治体の役割が明確になっていない。

規模は 100ha 以上 1,000ha 未満の中小規模。1992 年時点で 3500 地区、総受益面積 56 万 ha。

ポンプ灌漑地区 (PIS) は、地表水または地下水をポンプでくみ上げて行う小規模揚水灌漑システム。プランテーションを含む個人農園用が多い。15 万 ha といわれている。

1.2.5 エネルギー

(1) 概況

フィリピンエネルギー省によるとフィリピンの 2005 年のエネルギー需要は、原油換算 5 億 50 万バレルで、今後この需要は年平均 3.9% で増加し、2010 年までに 6 億 540 万バレルまで達すると見込まれている。

一方、エネルギー供給は、エネルギーの輸入依存度が比較的高く、石油の輸入の比率が 36.5% と最も高い。世界の原油市場価格変動の影響を受けやすいエネルギー供給構造に成っており、世界的な原油価格の高騰下、安定したエネルギー源確保が課題となっている。

表 1-5 エネルギーの需給動向

		単位: ktoe									
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
国産エネルギー		5,737.8	12,544.9	13,208.3	13,207.0	13,315.8	14,452.7	15,412.9	15,374.8	17,612.0	18,948.9
化石燃料		971.0	832.2	749.4	575.3	700.4	580.7	646.0	780.6	2,811.1	3,877.4
		4.87%	2.92%	2.47%	1.75%	2.14%	1.74%	1.89%	2.30%	8.12%	10.31%
	石油	74.8	4.4	61.2	21.8	36.7	46.2	43.5	104.7	535.8	640.6
		0.38%	0.02%	0.20%	0.07%	0.11%	0.14%	0.13%	0.31%	1.55%	1.70%
	天然ガス	0.0	0.0	0.0	2.7	5.4	4.1	4.1	121.0	1,523.2	2,320.2
	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%	0.36%	4.40%	6.17%	
石炭	896.2	827.8	688.2	550.8	658.2	530.4	598.4	554.9	752.1	916.6	
	4.50%	2.90%	2.27%	1.68%	2.00%	1.61%	1.75%	1.63%	2.17%	2.44%	
再生可能エネルギー		4,766.8	11,712.7	12,459.0	12,631.7	12,615.4	13,872.0	14,766.9	14,594.2	14,800.9	15,071.5
		23.92%	41.06%	41.11%	38.43%	38.61%	41.55%	43.27%	42.97%	42.77%	40.08%
水力		1,375.0	1,457.1	1,655.1	1,422.6	1,188.6	1,836.0	1,829.2	1,666.0	1,649.7	1,848.2
		6.90%	5.11%	5.46%	4.33%	3.62%	5.59%	5.36%	4.91%	4.77%	4.91%
	地熱	1,482.4	1,438.5	1,536.8	1,697.3	2,090.3	2,486.1	2,726.8	2,448.0	2,401.8	2,303.8
		7.44%	5.04%	5.07%	5.16%	6.36%	7.56%	7.99%	7.21%	6.94%	6.13%
バイオマス	1,909.4	8,817.2	9,267.0	9,511.8	9,336.4	9,549.9	10,210.9	10,480.2	10,749.4	10,919.4	
	9.58%	30.91%	30.58%	28.93%	28.58%	28.60%	29.93%	30.86%	31.07%	29.04%	
輸入エネルギー		14,191.6	15,980.8	17,100.6	19,666.6	19,356.9	18,936.6	18,710.9	18,589.8	16,990.5	18,657.8
		71.21%	56.02%	56.42%	59.82%	59.24%	56.71%	54.83%	54.73%	49.10%	49.61%
化石燃料		14,191.6	15,980.8	17,100.6	19,666.6	19,356.9	18,936.6	18,710.9	18,589.8	16,990.5	18,657.8
		71.21%	56.02%	56.42%	59.82%	59.24%	56.71%	54.83%	54.73%	49.10%	49.61%
	石油	13,897.8	15,501.3	15,966.4	18,055.4	17,534.5	16,632.8	15,408.8	15,157.2	14,092.3	15,865.8
	69.74%	54.34%	52.68%	54.92%	53.67%	49.82%	45.16%	44.63%	40.73%	42.19%	
石炭	293.8	479.5	1,134.2	1,611.2	1,822.4	2,303.8	3,302.1	3,432.6	2,898.2	2,792.1	
	1.47%	1.68%	3.74%	4.90%	5.58%	6.90%	9.68%	10.11%	8.38%	7.42%	
合計		19,929.4	28,525.7	30,309.0	32,873.5	32,672.6	33,389.4	34,123.8	33,964.6	34,602.5	37,606.7
自給率		28.79%	43.98%	43.58%	40.17%	40.76%	43.29%	45.17%	45.27%	50.90%	50.39%
化石燃料		15,162.6	16,813.0	17,850.0	20,241.8	20,057.3	19,517.4	19,356.9	19,370.5	19,801.6	22,535.2
		76.08%	58.94%	58.89%	61.57%	61.39%	58.45%	56.73%	57.03%	57.23%	59.92%
再生可能エネルギー		4,766.8	11,712.7	12,459.0	12,631.7	12,615.4	13,872.0	14,766.9	14,594.2	14,800.9	15,071.5
		23.92%	41.06%	41.11%	38.43%	38.61%	41.55%	43.27%	42.97%	42.77%	40.08%

出展: PEP 2005 UPDATE

PEP 2005 UPDATE のデータの単位は MMBFOE (million barrels of fuel oil equivalent) : 石油換算百万バレルで記載。

1MMBFOE = 136ktoe で ktoe に換算。

(2) エネルギー政策

フィリピン政府のエネルギー部門はエネルギー省 (Department of Energy : 以下 DOE という) が管轄し、政策は毎年発表される「フィリピン・エネルギー

ー・プラン」(Philippine Energy Plan: 以下 PEP という)に示される。2006年11月現在の最新版は、The 2005-2014 PEP (2005 PEP) Updateである。

2005 PEP Update は、アロヨ政権が打ち出した「中期フィリピン開発計画: 2004-2010」(Medium-Term Philippine Development, 2004-2010)《国家経済開発庁(National Economic and Development Authority: NEDA)が策定》における5つの開発計画(Five-Point Reform Package)、即ち、

- ① 経済発展と雇用の創出(Economic Growth and Job Creation)
- ② 良い政治による汚職防止(Anti-Corruption Through Good Government)
- ③ エネルギーの自給化(Energy Independence)
- ④ 社会的公正と基本的ニーズ(Social Justice and Basic Needs)
- ⑤ 教育の振興と若者が活躍できる機会の創出(Education and Youth Opportunity)

のうち、エネルギー分野の政策を具体的に示したものである。

2005 PEP Update に記されたエネルギー分野の行動指針は、エネルギー自給化の促進と電力市場改革の実施の2つである。

エネルギー自給化の促進を達成するために、(1)国産石油および天然ガスの確保、(2)積極的な再生可能エネルギー資源(バイオマス、太陽光、風力、水力、海洋エネルギー)の開発、(3)代替可能な燃料の使用の増大、(4)他の諸国との戦略的な連帯、(5)エネルギーの効率的利用とその確保の5つのプログラムを示している。

エネルギー自給化の促進のゴールとして、2005年の自給率56.6%を2010年に60%とすることを掲げている。

再生可能エネルギーの開発は、2003年に策定したRenewable Energy Policy Framework (REPF)を基本に推進していくこととし、下記に示す2つの大目標を掲げている。

- ① 再生可能エネルギーの開発量を100%増加させる。
- ② 非電力直接利用再生可能エネルギー量を10MMBFOE増加させる。

再生可能エネルギーの開発量を100%増加させるために、各エネルギー別に下記の目標を掲げている。

- 世界No.1の地熱大国になる。(現在はアメリカに次いで世界2位)
- 東南アジアNo.1の風力大国となる。
- 2013年までに水力の開発量を現在の2倍以上に引き上げる。
- バイオマス、太陽光及び海洋エネルギーなどを約131MW開発する。

(3) 石油精製と石油製品販売

フィリピンの石油精製業は、Petron Corporation, Pilipinas Shell Petroleum Corporation, and Caltex Philippines, Inc. の3社に支配されている。原油のほとんどを輸入に依存している。これらの会社は自身の石油精製設備を所有している。フィリピンの石油市場は1998年に規制緩和された。

a) Petron Corporation

Petron は石油精製および石油製品販売会社としてはフィリピン最大手で、国内供給量の三分の一以上を取り扱っている。この会社は、1994年まで、国営企業 Philippine National Oil Company であったが、現在はフィリピン政府（PNOC を介して）とサウジの Aramco が各々40%、個人20%を出資している会社である。

その Limay の Bataan 精製所は能力 180,000 bbl/d であり、市場占有率は 34.9%である。

全国に 32 貯蔵設備・ターミナルおよび 1,200 のステーションを運営している。傘下のステーションにおけるガソリン、ディーゼル燃料、軽油の小売のほか、取扱店網を活用した液化石油ガスの消費者向け販売も手掛けている。産業界および電力部門などが顧客となっている。

b) Caltex (Philippines), Inc.

Caltex (Philippines)は、Singapore の合弁会社 Texaco-Chevron の子会社である。同社は 100%外国資本である。米国の Chevron Texaco Global Energy, Inc. 社が発行済み株の 73%を所有、残り 37%を英領ケイマン諸島で登記された Traders Insurance Ltd. 社が所有している。事業目的は石油製品の精製・販売である。

当初、フィリピンで 72,000-bbl/d 能力の石油精製所があったが、2003年10月に精製所を閉鎖、製品輸入基地への転用を開始した。2箇所のターミナルおよび 1,000 箇所以上のステーションを運営している。同社のステーションには直営のものとフランチャイズ契約を結ぶ第三者によるものがある。

Batangas の輸入ターミナルは貯蔵量約 2.7 百万バレルの大規模なものである。その市場占有率は 21.6%である。

c) Pilipinas Shell Petroleum Corporation

発行済み株式の 70%は英国の Shell Petroleum Company Limited 社が所有し、残りの 30%をフィリピン資本が所有している。事業内容は、石油製品の製造、精製、販売で、シェル製品のの小売を行うガソリンスタンドには、直営のものとフランチャイズ契約によるディーラー所有の両方がある。

Pilipinas Shell は、外資としてはフィリピン最大の 137,000-bbl/d 能力の石油精製所、約 1,000 箇所のステーションを運営している。その市場占有率は 33.3%である。

(4) 石油製品販売

1998年の規制緩和で、タイの PTT、オランダの Liquegaz、フランスの Total、マレーシアの Petronas およびアメリカの Coastal Petroleum など 66 社が新規に参入した。簡単な設備を要するだけなので、多くはバルク市場への参入である。市場占有率は、2000年で約 10%、2005年で約 20%である。

a) Total Philippine

1997年に設立された。Mariveles の Bataan に 50 百万ℓの流通ターミナル、Manila の Tondo の Manila Harbor Center に、9 百万ℓの流通ターミナ

ル、Luzonに62箇所のステーションを運営する。バス会社にディーゼル油、セメント会社および電力会社にBunker-Cを供給している。

b) PTT Philippines Inc.

Luzonで、13ステーションを運営する。

c) Seaoil Corp.

石油と石油化学製品の貯蔵業務のため1978年に設立され、その後石油製品卸売業を開拓した。1996年の規制緩和で、ガソリンの卸売りステーション運営のSEA0IL Philippinesを設立し、2002年Mindanao Galas, Dipologに販売会社を設立した。現在、Luzonに62 Visayasに8、Mindanaoに32ステーションあり、今後2年間で102ステーションから127ステーションに増やす計画である。

d) Flying V

Flying Vは120ステーション運営している。全フィリピンでの3,800ステーションの5%に相当する。今後2年間に、30-40ステーションを増設する予定である。

南ダバオ州でBDF精製工場を2007年前半に立ち上げる。

1.3. フィリピンのBDF事情

1.3.1 BDF政策

“Biofuels Act of 2006” (Republic Act No. 9367) が、2006年11月23日に上下両院協議会を通過し、2007年1月12日にアロヨ大統領が署名し発効した。直ちに、IRR (Implementing Rules and Regulations = 法律を実際に動かすための実施規則) 制定に向けた関係者とのコンサルテーションを、DOEが始めた。

フィリピンは、1月15日にビサヤ地方セブ州で開催された第2回東アジアサミットでの「東アジア・エネルギー安全保障宣言」の調印を主導したが、その重要項目である「バイオ燃料・代替エネルギーの開発・活用」で先鞭をつけた。

“Biofuels Act of 2006”は21条からなり、第5条で「国内の全車両の燃料がバイオ燃料を含有すること」を義務付けた。具体的には、PBB (The Philippine Biofuel Board) が定めるIRRに基づき、バイオディーゼルに関しては、同法の発効後3ヶ月以内にディーゼル車が容積比で1%、2年以内に2%のバイオディーゼルの使用することを義務付けている。

違法行為には、1年から5年の禁固刑と100万ペソから500万ペソの罰金が科せられ、エネルギー長官は営業停止、違反製品の没収を命ずる権限を有する。

一方、バイオ燃料の生産者には税制面で①バイオ燃料に対する重量税の免除、②バイオ燃料のココナツ等の原料に対するVAT (付加価値税) の免除の優遇策、さらにはバイオ燃料企業に対する国営金融機関の優先融資の優遇策が法制化された。

1.3.2 BDF 市場

表 1-6 に石油製品消費実績を示す。フィリピンでは、石油製品の 1 / 3 がディーゼル油で、自動車用燃料の市場では、石油よりディーゼル油の方が消費量が多く、BDF の普及はエネルギー自給率のアップに貢献する。

表 1-6 石油製品消費実績

(In Thousand Barrels, MB)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
プレミアム・ガソリン	10,431	11,981	13,620	13,823	13,622	17,913	17,270	17,404	18,165	18,599
レギュラー・ガソリン	3,597	3,959	4,142	4,456	4,970	5,420	5,555	5,691	5,938	5,975
ディーゼル油	39,237	38,601	40,211	42,998	42,993	42,109	42,014	43,119	43,933	42,517
LPG	7,132	8,335	9,287	9,438	10,690	11,904	12,288	12,214	12,730	13,132
灯油	4,283	4,361	4,563	4,681	5,007	5,178	4,569	4,014	3,669	3,985
Avturbo	4,985	4,914	6,103	6,978	5,357	5,869	6,690	6,750	6,535	6,707
航空ガソリン	52	34	35	35	35	36	28	26	24	25
Fuel Oil	36,005	45,734	45,158	45,550	49,960	40,248	30,047	30,764	24,812	24,005
合計	105,722	117,919	123,119	127,959	132,634	128,676	118,460	119,982	115,806	114,945

出展: PEP 2005 UPDATE

PEP 2005 UPDATE のデータの単位はThousand Barrels, MB : 石油換算百万バレルで記載。

1MMBFOE=136ktoe でktoeに換算。

フィリピンでは、バイオディーゼル原料として、豊富に生産されているココナツ油を使用しており、CME (Coco Methyl Ester) と呼んでいる。フィリピン政府は全土で B1 を普及させることを目標としており、そのために必要なココナツ油の量は、輸出用ココナツ油の約 7%と試算される。最近ジェットロファ油を原料とするためにジェットロファの栽培に取り組む動きもある。今後政府は B5 を普及していく考えであるが、ココナツやジェットロファだけでまかなうことができるか疑問であり、ひまわり油の生産は原料油の多様化と安定供給に貢献する。

2005 年フィリピンでは、58,000 kℓ のバイオディーゼルが生産された。その内の 2,760 kℓ が Sebel Fine Chemical Co. と Chemrez, Inc. で生産されている。2006 年には、この 2 社で 11 万 kℓ を生産する予定で、生産が順調であればフィリピン全土で CME1%混合ディーゼル油を普及させる需要に対応することが出来る。Romtron CME (日産 1 kℓ)、Atson Coco Inc. (日産 600 kℓ) などの建設が計画されており、CME5%混合ディーゼル油を全国展開する準備を進めている。

1.3.3 グリセロールの製造と販売

表 1-7 に示すとおり、Sebel Fine Chemical Co. および Chemrez, Inc. の BDF プラントとも、グリセロール精製設備が含まれていて、Chemrez, Inc. のものは最新鋭技術の様である。

従って、本プロジェクトでも最新鋭技術を導入してグリセロールを精製して販売する計画である。

表 1-7 BDF 企業のグリセリン精製工場

CME Manufacturer	Brand Name	CME Manufacturing Process	Glycerin Purification Process	Rated Capacity	Actual Production (2005)	Expected Capacity (2006)
Sebel Fine Chemical Co.	"Estrol"	Continuous Process	N.A.	36,000	360	36,000
Chemrez, Inc.	"BioActiv"	Lurgi Continuous Process	"HEEPM" Technology	15,600	2,400	75,600
Total				51,600	2,760	111,600

EET Corporation (Harriman, TN, USA) の HEEPM 技術はバイオディーゼル製造工業で副産される粗グリセロールの精製の経済的な方法である。HEEPM は、グリセロールの回収と精製のために、HEED 技術（高効率電気分解）とナノ・フィルター技術を組み合わせたものである。必要に応じてイオン交換樹脂で精製し、蒸発によって水・メタノールを除去した回収グリセロールは米国の医薬級のスタンダードに合致する。HEEPM 技術は、不純物の泡立ちによるキャリオバー、低回収、高設備費などのような蒸発および蒸留に伴う多くの問題を解決する。

1.4. スービック湾都市（BDF 製造設備設置予定地）の概要

フィリピン政府は、2004 年 10 月、アロヨ政権の全期間に及ぶ中期開発計画（Medium-Term Philippine Development Plan 2004-2010）を発表、10 項目の開発目標の一つとして、ルソン島中部に位置する「スービック湾自由貿易港・特別経済区」では、米軍より返還された基地跡地の再開発を進めている。

1992 年 3 月 13 日に設立した基地転換開発法（共和国法第 7227 号、）に基づき、米軍撤退後の基地施設・跡地の民生用途への転用を監督する基地転換開発庁（BCDA: Bases Conversion Development Authority）が設立され、スービック自由港における BCDA の実施機関として、管理、運営、維持及び開発を担当する SBMA が設立された。

スービック自由港は、米海軍基地跡地、オロンガポ市、スービック町、モロン町、ヘルモサ町の米軍跡地+1 市 4 町に跨っている。SBMA が管轄するスービック特別経済・自由港区（Subic Special Economic and Freeport Zone）は土地約 60,000ha（内、米海軍跡地は約 7,000ha）、海域約 9,500ha の面積を有する。開発はスービック湾自由港区（Subic Bay Freeport Zone）と呼ばれる約 15,000ha の範囲で行われている。

JBIC の特別円借款で、2007 年 7 月迄の工期で、コンテナ埠頭の建設などの「スービック港開発工事」が行われている。岸壁延長 560m、水深マイナス 13m のコンテナ埠頭を新設し、45,000 トン級の船舶（コンテナ 3,800TEU 積パナマックス船相当）2 隻が同時接岸ができ、ガントリークレーン 4 基を完備する 30 ヘクタールのコンテナターミナルを整備し、ターミナルに至る延長 3,100m の取り付け道路

が敷設される。その他、湾内 3 箇所の既設岸壁(15,000、20,000、40,000 トン級)の補修が行なわれる。

スービック・テクノパークは、JAIDO (株)日本国際協力機構)が合弁で開発している工業団地で、オムロン、三協精機、住建産業等日本企業が進出している。

スービック湾自由港区で事業活動を行う外国企業は、SBMA への登録と証券取引委員会 (SEC: Securities and Exchange Commission) への法人登録、中央銀行 (BSP: Bangko Sentraling Pilipinas) への投資資本の登録が義務付けられている。

登録企業は、基地転換開発法に基づき、全ての国税、地方税が免除されるが、総所得 (事業活動から獲得した総売上から、売上原価、製造原価、直接経費を差し引いた額) に対する 5%を税金として支払う。また、資本財、原材料、補給品、スペアパーツ、完成品など、全ての品目の輸入関税・国税が免除される。

1.5. 環境行政

1986 年に新憲法が制定され、1987 年に、政令 (Executive Order) 第 192 号によって環境行政機構が改編されて環境行政が一元化され、環境天然資源省 (DENR; Department of Environment and Natural Resources) が設立された。

DENR は、官房 8 局と実務 6 局及び付属 4 機関から構成されており、さらに行政区画毎に 13 の地域事務所を有している。官房 8 局は、特別問題局、総務局、計画・政策研究局、外国援助・特別プロジェクト局、地域事務所、管理局、行政局及び法制局で、実務 6 局は森林管理局、鉱山・地球科学局、環境管理局、生態系研究開発局、保護区・野生生物局及び土地管理局、付属 4 機関は公害裁定委員会、国立地理資源情報公社、天然資源開発公社及び国立電化局である。

DENR の中で、環境管理、公害防止、環境アセスメント等を所管しているのが、政令第 192 号で新設された環境管理局 (EMB; Environmental Management Bureau) である。EMB は、大気・水質の管理、環境アセスメントの実施を行っている。EMB は、法務部、研究開発部、環境保全部及び環境教育部の 4 部と総務、管理・財務、秘書等の局長直属部署から構成されている。

1.6. CDM/JI に関する政策・状況

1.6.1 温室効果ガス排出量

表 1-8 にエネルギー起源 CO₂ 排出量 (基準ケース) を、表 1-9 にエネルギー起源 CO₂ 排出量 (自給率 60%達成ケース) を示す。フィリピンでは、再生可能エネルギーの開発・利用で自給率 60%を目指しており、自給率の向上は CO₂ 削減にも寄与する。

表 1-8 エネルギー起源 CO₂ 排出量 (基準ケース)

単位 : Million Metric Tons

	2004 年	2005 年	2010 年	2014 年
石炭	19.59	16.95	30.73	38.32
石油及び石油製品	49.96	52.74	53.52	69.24
天然ガス	4.13	7.34	15.50	24.06
合計	73.69	77.03	104.75	131.62

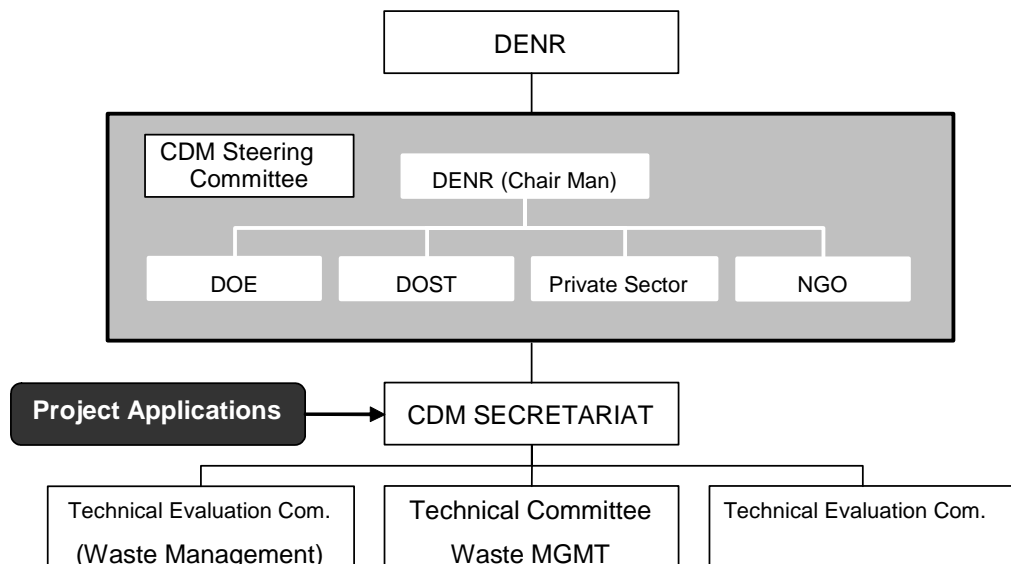
表 1-9 エネルギー起源 CO₂ 排出量 (自給率 60%達成ケース)

単位 : Million Metric Tons

	2004 年	2005 年	2010 年	2014 年
石炭	19.59	16.95	29.83	35.19
石油及び石油製品	49.96	52.78	53.78	65.85
天然ガス	4.13	7.34	15.99	23.15
合計	73.69	77.07	99.00	124.19

1.6.2 CDM に関する政策・状況

(1) DNA の設置状況



DENR = Department of Environment & Natural Resources

DOE = Department of Energy

DOST = Department of Science & Technology

図 1-4 CDM に関わる国家組織図

フィリピンは、2003年11月20日に京都議定書を批准している。CDMに関わる国家機関については、2004年6月25日に環境天然資源省 (Department of Environment and Natural Resources : DENR) が指定された。実施体制としては、DENR から議長を出すとともに、DENR 内に関係省庁間の調整を努める Inter-Agency Committee on Climate Change (IACCC) の事務局を設置している。

図 1-4 に CDM に関わる国家組織図を示す。DENR の下に、CDM 運営委員会、CDM 事務局を配置し、更に CDM の事務局の下に、技術評価委員会を配置している。DENR を議長として、DOE、科学技術省 (Department of Science of Technology : DOST)、民間セクター、NGO から構成されている。

(2) CDM 受入条件とクライテリア

DENR が公表した Designated Order (DO)によると CDM プロジェクトの対象及び条件は以下の通りであり、ひまわり油を原料としたバイオディーゼル油は、(2)と(3)に該当し、CDM プロジェクトとして有望である。

CDM プロジェクトの可能性のある分野

- (1) エネルギーの効率的利用、省エネルギー
- (2) 風力、地熱、バイオマス (籾殻、バガス、埋立地ガスの燃料利用発等)等の再生可能エネルギーの利用
- (3) 燃料転換
- (4) 廃棄物のエネルギー利用、ゴミ埋立て場発生ガスの利用
- (5) 植林及び再植林

1.7. プロジェクトがフィリピンの持続可能な開発へ貢献できる点・技術移転できる点

(1) 持続可能な開発へ貢献できる点

国産の農作物からバイオディーゼルを生産し、軽油代替燃料として利用することは、エネルギー自給率を向上させ、外貨節約にもつながる。

ひまわりは、米、とうもろこしの裏作又は遊休地/荒地で栽培されるため、他の作物と競合することなく、また外貨収入に影響を与えない。

フィリピンでは、以前はゴム・コーヒー・パーム油、バナナ、パイナップル等の大規模プランテーションが多くあったが、1988年に” Comprehensive Agrarian Reform Program (CARP)”が出された。この法律は、大規模プランテーションの土地を一度国が買い取り、プランテーションで働く農民に転売することで貧困層の農民を救済することを目的としている。この法律により、現在、農家の85%が平均2haの農地を持つ小規模農家が多い。人口の70%が地方に住み、地方人口の2/3が農業に従事、また労働人口の約半数が農業に従事しており、農業の活性化は国の発展に大きく貢献する。

ひまわりは、米、とうもろこしとの輪作が可能であり、かつ輪作によって米、とうもろこしの収穫を向上することが出来る。フィリピンでは、旺盛な人口増加により米の完全自給ができないでいるが、収穫向上により、完全自

給の可能性が高まる。

蜂蜜、グリーンハウスでの植物交配用の蜂の収穫、搾油粕の飼料化（特に現地では飼料用の大豆粕が不足しており、ひまわり絞り粕の利用が有望視）などのメリットがある。農家にとっては、ひまわり栽培、とうもろこしの収穫増、養蜂などによる副収入などにより、収入のアップとなり、貧しい農民の生活の向上、農村の近代化に貢献する。

(2) 技術移転できる点

本プロジェクトで移転される技術は、触媒法によるエステル交換反応をベースにした BDF 連続製造プロセスである。触媒は、アルカリ触媒である水酸化ナトリウム (NaOH) を使用する。上記の基礎的検討を踏まえて、BDF 連続製造プロセスを組み立てる。

製造プラントから副生成物として出てくる油粕とグリセロールは、それぞれ肥料、工業用原料として販売される。油粕は非常に良好な有機肥料であり、ひまわり栽培農家へ安価に販売される。また、グリセロールは、シャンプーや石鹸、サプリメント食品等の工業原料となり、各製造業者等へ販売される。

1.8. 調査の実施体制

本調査は、日本の筑波大学、フィリピンの HAVILAH BIODYNAMIC FARM SYSTEMS, INC. CENTRAL および LUZON STATE UNIVERSITY タイの協力を得て行われた。また、本プロジェクトの PDD は、有限会社 Climate Experts 松尾 直樹氏に全面的に協力していただき、作成した。以下に関連団体名とその役割を示す。

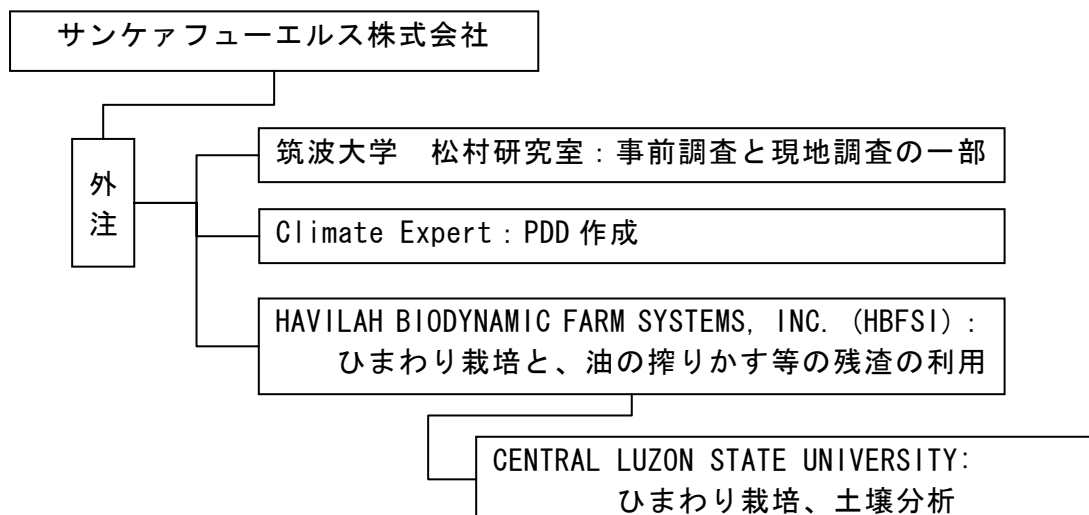


図 1-5 本調査の実施体制

2. フィリピン共和国中部ルソンにおけるヒマワリ試験栽培

本プロジェクトでは、ひまわりの栽培を、ルソン島の中央部の Central Luzon region (Aurora Province は除く) で米作の裏作として行う。雨季には米作、乾季にはひまわり栽培を行う。

今年度調査で、Nueva Ecija Province の MUNOZ 市に位置する CENTRAL LUZON STATE UNIVERSITY の協力を得て試験栽培を実施した。

2.1. 試験目的

バイオディーゼル生産の為に行なわれる大規模な油糧植物プランテーションの構築に対し、食糧生産との拮抗が危惧されている。ヒマワリは乾季に強い植物であり、雨季と乾季が存在する東南アジアでは、灌漑施設の整備されていない遊休地においても雨期明けから乾季にかけて栽培することが可能である。また、乾季に休耕地となる耕地での栽培も可能である。本年度は、Central Luzon region に位置する 3 箇所を栽培試験地とし、日本で用意した F 1 種のフィリピンにおける適合性、施肥条件、土質の生育に及ぼす影響について検討した。

2.2. Central Luzon region のひまわり栽培環境

ルソン島はフィリピン諸島の北部に位置し、フィリピンで最も面積の大きな島であり、世界で 17 番目に大きな島で、面積は約 10 万 4,688k m²、フィリピンの総面積の 35%を占める。首都マニラやケソン市が位置し、フィリピンの政治・経済で特に重要な位置を占めている。人口はで、世界で 4 番目に人口が多い島でもある。

Central Luzon region は、ルソン島の中央部に位置し、7つの州で構成され Regional center は、Pampanga Province の San Fernando 市である。面積は 21,470.30 km²、人口は 8,204,742 人、人口密度は 1 km²当たり 382.1 人である。

表 2-1 Central Luzon region の人口・面積

州	州都	人口 (人)	面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)
Aurora	Baler	173,797	3,239.5	53.6
Bataan	Balanga City	557,659	1,202.7	463.67
Bulacan	Malolos City	2,234,088	2,625.0	851.1
Nueva Ecija	Palayan City	1,659,883	5,284.3	314.1
Pampanga	City of San Fernando	1,882,730	2,118.74	888.6
Tarlac	Tarlac City	1,068,783	3,053.4	350.0
Zambales	Iba	433,538	3,714.4	116.7

Central Luzon region の 41%が農地であり、主要農作物は米である。森林は 23%を占める。region の中央部の Central Luzon 盆地は低地で、フィリピンで最も広い平野であり、フィリピンの最大の稲作地帯で、フィリピンの Rice Bowl と呼ばれている。

表 2-2 Central Luzon region の農業生産状況

Area in Hectares, Quantity in Metric Tons

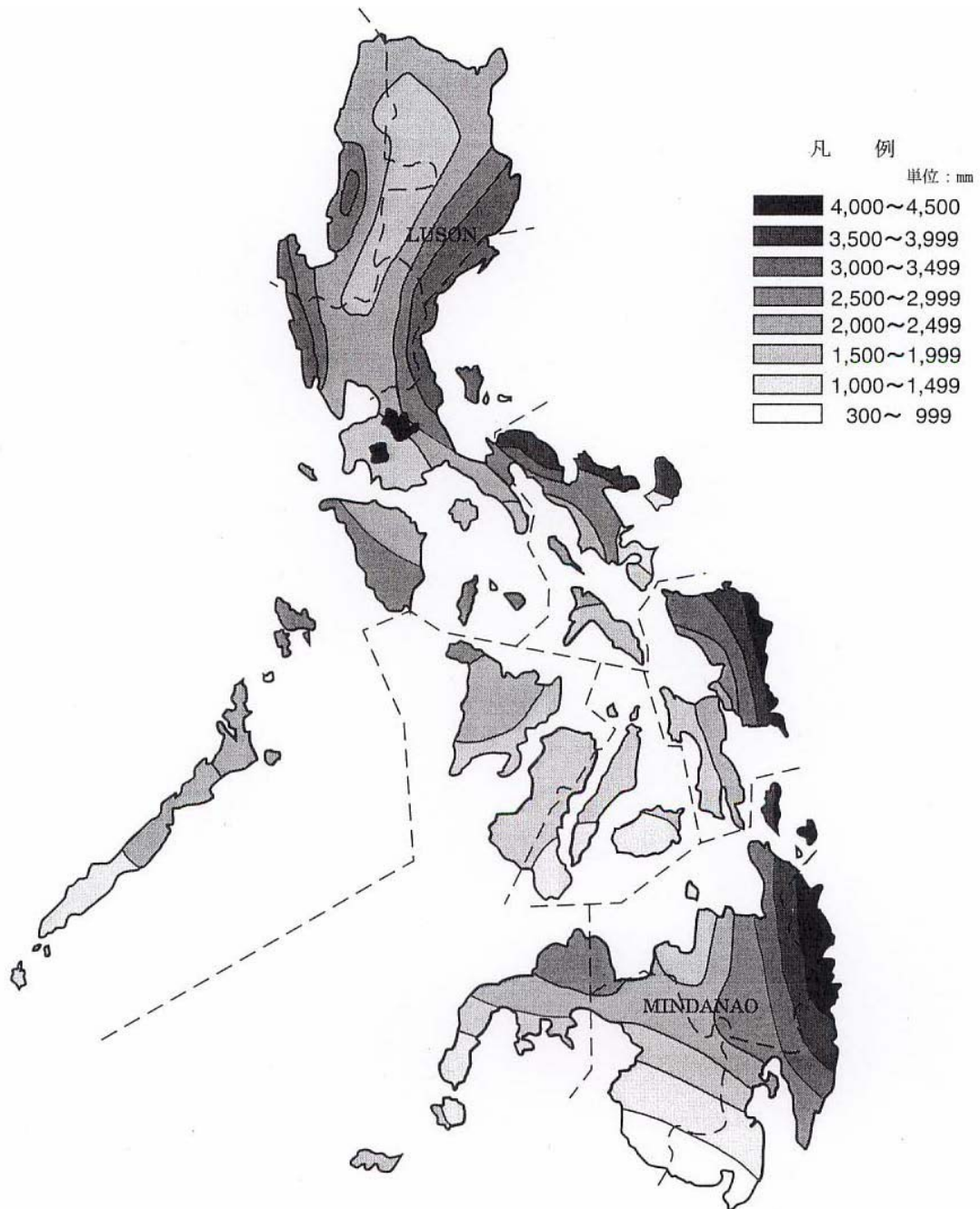
		2002		2003	
		Area	Quantity	Area	Quantity
米	Philippines	4,046,318	13,270,653	4,006,421	13,499,884
	Central Luzon	554,876	2,240,379	569,729	2,395,461
		13.7%	16.9%	14.2%	17.7%
とうもろこし	Philippines	2,395,456	4,319,262	2,409,828	4,615,625
	Central Luzon	33,739	122,546	36,823	143,619
		1.4%	2.8%	1.5%	3.1%
ココナッツ	Philippines	3,181,670	14,068,495	3,214,226	14,294,205
	Central Luzon	25,293	180,858	25,192	167,685
		0.8%	1.3%	0.8%	1.2%
Sugarcane	Philippines	359,867	21,417,287	389,422	23,981,269
	Central Luzon	28,302	1,531,828	28,091	1,427,670
		7.9%	7.2%	7.2%	6.0%
Banana	Philippines	398,005	5,274,826	409,831	5,368,976
	Central Luzon	6,358	46,383	6,336	44,194
		1.6%	0.9%	1.5%	0.8%
Pineapple	Philippines	44,961	1,639,163	47,635	1,696,345
	Central Luzon	97	863	89	621
		0.2%	0.1%	0.2%	0.0%
Coffee	Philippines	132,408	107,081	131,790	106,389
	Central Luzon	1,683	2,010	1,643	1,778
		1.3%	1.9%	1.2%	1.7%
Mango	Philippines	150,505	956,032	155,235	1,004,280
	Central Luzon	28,446	95,869	29,338	98,461
		18.9%	10.0%	18.9%	9.8%
tabacco	Philippines	40,659	50,174	41,723	52,903
	Central Luzon	955	449	940	434
		2.3%	0.9%	2.3%	0.8%
Abaca	Philippines	121,940	63,028	121,475	69,766
	Central Luzon	120	10	191	6
		0.1%	0.0%	0.2%	0.0%
合計	Philippines	10,871,789	61,166,001	10,927,586	64,689,642
	Central Luzon	679,869	4,221,195	698,372	4,279,929
		6.3%	6.9%	6.4%	6.6%

出展 : Bureau of Agricultural Statistics.

フィリピン全体の気候は熱帯モンスーンに属し、通常年間を通じて高温多湿で、低地での年間気温は 27 度である。11 月から 4 月にかけては北東からのモンスー

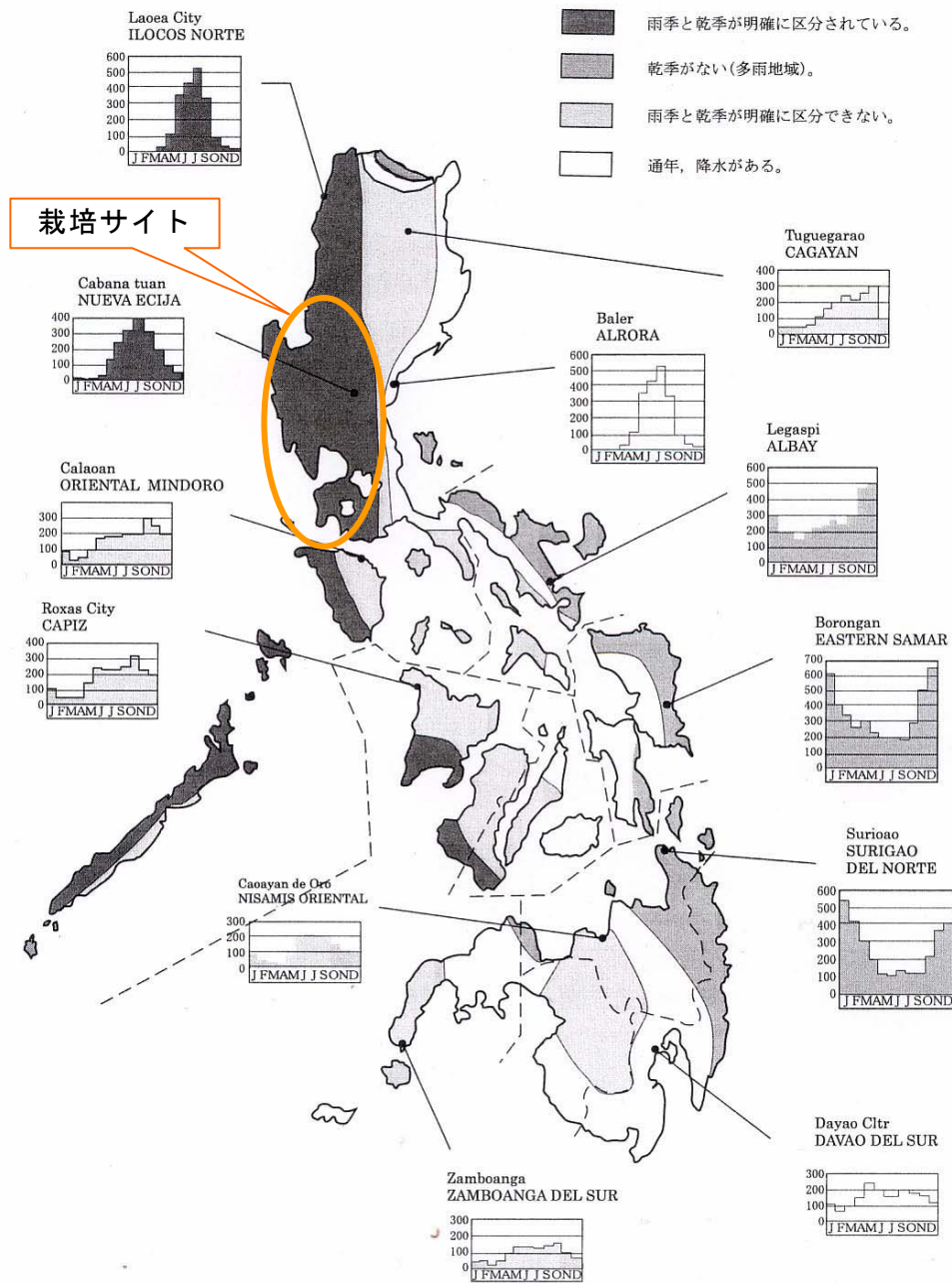
ンの影響を受けて乾季、5月から10月にかけては南西からのモンスーンの影響を受けて雨季となる。また、フィリピン北部は台風の通貨地帯に属している。

Central Luzon region は南シナ海に接しており、7月から10月が雨季で11月から5月が乾季とされている。



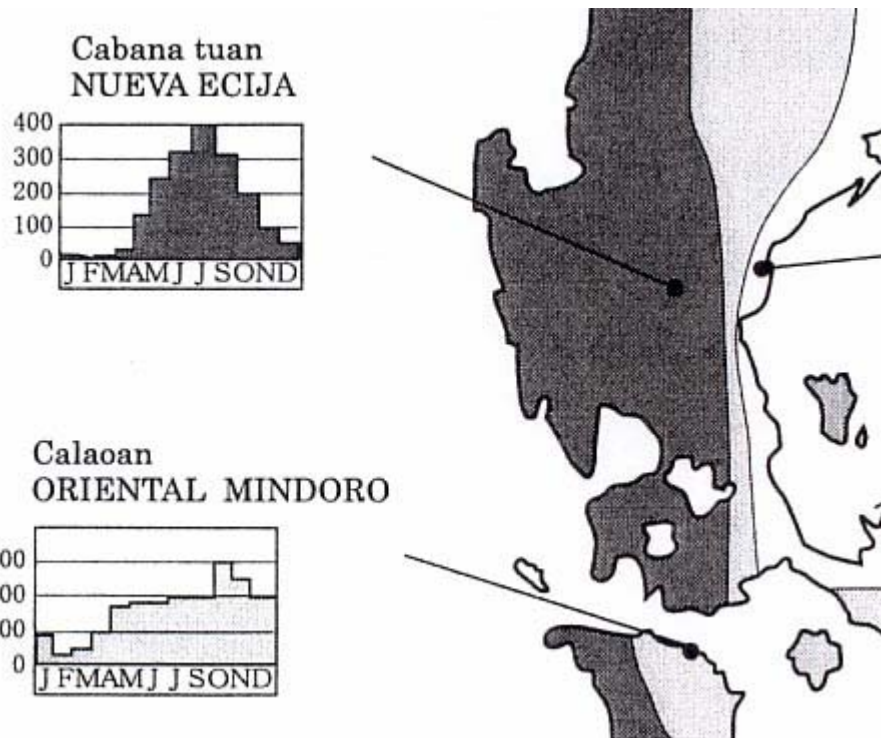
出展：社団法人農業土木機械化協会 「農業水利システムの管理」 (2000)

図 2-1 フィリピンの降雨量



出展：社団法人農業土木機械化協会 「農業水利システムの管理」 (2000)

図 2-2 フィリピンの気候



出展：社団法人農業土木機械化協会 「農業水利システムの管理」 (2000)

図 2-3 Central Luzon region の気候

2.3. 試験栽培

2.3.1 実施地区

施肥条件の影響については Central Luzon State University (Munoz, Nueva Ecija) の試験田を用いて実施した。稲刈り取り後の面積 3.41 ha を 8 分割し、無機肥料、有機肥料、両者の混合など種々の施肥条件を用いた。また、今後の委託栽培を考慮し、大学近郊の農家の耕地 (0.63 ha; Lupao, Nueva Ecija) において稲の裏作として無機肥料で栽培を行なった。また、遊休地の利用例として丘陵地 (0.89 ha; Tayug, Pangasinan) で、無機肥料と有機肥料の混合系で栽培を実施した。栽培を実施したこれら地区の地図をに示す。

(1) Lupao 地区

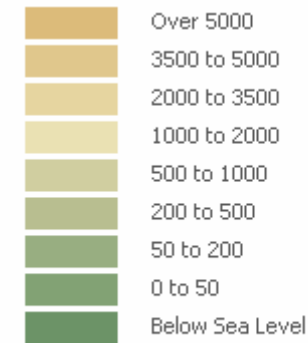
11月18日：ミニトラクターによって2度耕し、水牛を用いて畝作りを実施。

11月21日：畝幅 75cm、株間 25-30cm で1穴に2粒を播種、土壌は水はけ良好。施肥は無機肥料のみで、0.63 ha に 14-14-14 を 250kg、46-0-0 を 100kg 投入。

(2) Tayug 地区

11月14日：トラクターによって2度耕し、牛を使って畝作りを実施。

11月17日：畝幅 75cm、株間 25-30cm で1穴に2粒を播種、土壌は水はけ良好。
 施肥は、0.89 ha に有機肥料(plantmate) 750kg、無機肥料 14-14-14 を 250 kg, 46-0-0 を 50kg 投入。



Depth (in meters)

出展：World Atlas

図 2-4 ひまわり栽培地の地形図 a



図 2-5 ひまわり栽培地の地形図 b



写真 2-1 Lupao ひまわり栽培状況



写真 2-2 Tayug ひまわり栽培状況



写真 2-3 CLSU ひまわり栽培状況

(3) CLSU 地区

11月6日：トラクターによって2度耕した後、畝作りを実施。

11月17日：畝幅75cm、株間25-30cmで1穴に2粒を播種、土質は粘土質で水はけ良好とは言い難い。

施肥は、無機肥料のみで N:P(P₂O₅):K(K₂O) 投入量を 150:94:94 kg/ha と、120:30:30 kg/ha の2種類、2種類の有機肥料 (Plantmate, Biodynamic) のみを 2000kg/ha、また前述の無機肥料と有機肥料を 50%ずつ用いる8系統の施肥方法を試した。

12月1日に台風の来襲によって試験区4,5,6,7,8が3日間冠水した。12月9日に再度台風が来襲し、冠水による生育遅れが著しいために12月22日に再度播種した。CLSUの実験地は田んぼであり、冠水の影響が顕著に現れた、他の2地区は台風の影響は軽微であり、ヒマワリの栽培には水はけが極めて重要である事が明らかとなった。

2.3.2 土壌分析結果

表2-3は、ヒマワリが吸収する三大栄養素およびミネラルを示したものであり、ヒマワリの栽培にはかなりの肥料が必要である事がわかる。

表 2-4 は土壌の肥沃度を示したものである。適切な施肥量は、土壌分析結果に基づいて行なわれるべきである。しかし、土壌分析にはかなりの時間を要する事から、今回は施肥条件を変えた地域で栽培と、土壌分析を並行して実施し、収穫後に施肥量の影響について解析することとした。

表 2-5 は、CLSU 内の実験田 8 地区と学外 2 地区の施肥条件の異なる土壌について土壌分析を実施し、施肥条件による土壌肥沃度の変化を調べた。その結果、全ての地区で 3 台要素共に M あるいは LH のレベルで十分な肥沃度といえる。肥沃度に及ぼす施肥条件の影響が明確に現れなかったのは、台風による肥料留出などの外乱も大きく影響していると思われる。

表 2-3 ヒマワルの種子 (Seeds) および茎・葉 (Stover) に蓄積される栄養素
(1.12 ton-seeds/ha 収穫時における分析値)

Nutrient Removal (kg/ha)			
Elements	Seed	Stover	Total
Nitrogen (N)	33.6	20.2	53.8
Phosphorus (P ₂ O ₅)	13.4	3.4	16.8
Potassium (K ₂ O)	9.0	31.4	40.3
Sulfur (S)	2.2	4.5	6.7
Magnesium (Mg)	2.2	5.6	7.8
Calcium (Ca)	1.3	20.7	22.1
Zinc (Zn)	0.056	0.045	0.101

表 2-4 土壌の肥沃度

Items	VL	L	M	LH	VH
pH(1:1 H ₂ O)	<4.5	4.5 – 6.0	6.0 – 7.5	7.5 – 8.5	>8.5
O.M. (%)	<0.5	1.0 – 1.5	1.5 – 2.5	2.5 – 3.5	>4.5
N (%)	0.025	0.025– 0.075	0.075-0.125	0.125-0.175	>4.5
P (ppm)	<3.0	3.0-10.0	10.0-15.0	15.0-25.0	>25.0
K (ppm)	<30.0	30.0-60.0	60.0-90.0	90.0-120.0	>120.0
Ca (ppm)	<400	100-1000	1000-2000	2000-4000	>4000
Ca (me/100g)	<2.0	2.5-5.0	5.0-10.0	10.0-20.0	>20.0
Mg (ppm)	<36.5	36.5-120.0	120.0-365.0	365.0-975.0	>975.0
Mg (me/100g)	<0.30	0.30-1.0	1.0-3.0	3.0-8.0	>8.0
Na (ppm)	<23.0	23.0-69.0	69.0-161.0	161.0-460.0	>460.0
Na (me/100g)	<0.1	0.1-0.3	0.3-0.7	0.7-2.0	>2.0
CEC (me/100g)	<3.0	3.0-10.0	10.0-15.0	15.0-30.0	>30.0
B.S. (%)	<20.0	20.0-40.0	40.0-60.0	60.0-80.0	>80.0
EC (dS/m)	<2	2.0-4.0	4.0-8.0	8.0-16.0	>16
EC (ms/cm)	<0.324	0.324-0.464	0.464-0.745	0.745-1.305	>1.305

me: milliequivalent

表 2-5 CLSU および学外の 2 地区における土壌分析結果

Sample No	1	2	3	4	5	6	7	8
Total C (%)	1.3	1.1	1.1	1.4	1.2	1.3	1.3	1.5
Total N (%)	0.13	0.11	0.10	0.12	0.11	0.13	0.13	0.14
Available N (mg/kg)	19	39	23	11	20	37	21	32
C/N ratio	10	10	11	11.67	10.9	10	10	10.7
Total K (mg/kg)	2.1	1.5	2.0	1.7	1.5	1.6	2.1	2.0
Total P (g/kg)	1.1	1.2	0.98	0.91	0.97	2.5	1.3	1.6
Exchangible K (cmol (+)/kg)	0.89	1.2	1.0	1.4	0.79	1.1	1.1	1.0
Available P (mg/kg) (Olsen)	69	120	62	66	75	73	91	160
B (mg/kg)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

Sample numbers

1. 100% organic (plant mate)
2. 100% organic (Havilah)
3. 50% inorganic (suncare) 50% organic (Havilah)
4. 100% inorganic (suncare)
5. 50% inorganic (CLSU) 50% organic (Havilah)
6. 100% inorganic (CLSU)
7. LUPAO area 3 + TAYUG
8. LUPAO area 1 and 2

2.3.3 有機肥料の分析評価

試験栽培に用いた 2 社の製品、Biodynamic (Havilah) と Plantmate について表 2-6 に示すような詳細な成分分析を行い、有機肥料基準値と対比して評価した。後者は熟成が不十分であり、肥料成分の含有量も低い。

表 2-6 フィリピン製有機肥料の成分分析と標準規格との対比

	Parameter	Admissible levels	Biodynamic compost		Plantmate compost	
			Producer analysis	Our analysis	Producer analysis	Our analysis
1	Moisture	30 (%)	25%	58%	25%	57%
2	Organic matter	30 (%) (>25%)	39.6%	56%	40%	26%
3	C/N ratio	< 22 (10-15 ideal)		9		18
4	Inert materials	6 (%)		0%		0%
5	Particle size	8-40 mm (<25)		2-5 mm		2-5 mm
6	pH	6.5-8.0	6.9	6.5	7.5	8.7
7	Electrical conductivity	3000 μ S/cm max		10000 μ S/cm		3000 μ S/cm
8	Total N	0.6 (%)	1.24%	3.7%	2%	1.2%
9	Available N			<0.20%		
10	Total C			31.8%		21.74%
11	Color	Dark brown to black		Black		Brown
12	Total P (P_2O_5)	0.5 (%)		4.1%	3%	1.6%
13	Available P (P_2O_5)		4.43%	1.2%		0.97%
14	Total K	0.3 (%)	2.41%	2.5%	3%	1.2%
15	Available K					
16	Total S			1.8%		0.61%
17	Ca	2-3 (%)				
18	Mg	0.3 (%)				
19	Zn			1.01 g/kg		250 g/kg
20	B			14.3 mg/kg		19 mg/kg
21	Cu			364 mg/kg		83 mg/kg
22	Fe			13.1 g/kg		17 g/kg
23	Mn			449 mg/kg		660 mg/kg
24	Mo			2.9 mg/kg		0.31 mg/kg
25	Cl			9.4 g/kg		2.6 g/kg

2.3.4 栽培経費

栽培経費の推定は、今回の試験栽培における重要な課題である。農家に委託栽培した場合の結果、栽培面積 0.626ha で総経費 PhP23,453 であり、1 ha 当たりでは PhP37,465 であった。未だ収穫量が確定していないので、2,000kg/ha と 3,000kg/ha の収穫量の場合について種子価格を算出すると、それぞれ PhP18.7/kg-seed, PhP12.4/kg-seed となる。これは、EU での価格、PhP13.0 - PhP17.6/kg-seed とほぼ同じであり、ルーマニアでの価格、PhP11.2/kg-seed よりも割高である。今後、経費の再検討を行い、販売価格の低減が必要である。

3. プロジェクトの立案

3.1. プロジェクトの具体的な内容

3.1.1 プロジェクトの概要

(1) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、フィリピン共和国のルソン島の Central Luzon region において、ひまわりを資源作物として栽培し、ひまわりの種の油を原料として BDF を製造して、マニラ市で軽油とブレンドして B1 (『BDF 対 軽油』の容積比 1:99) として販売を行い、化石燃料である軽油をバイオマス燃料に転換することにより地球温暖化ガスの削減に貢献するものである。

原料となるひまわりの栽培は、Central Luzon region の中央部の Central Luzon 盆地で、稲作の裏作として行われ、貧しい農村部の収入の向上で持続可能な開発に貢献する。農地面積は 60,000ha、種の平均収量 2 t/ha として、年間約 120,000 t のひまわりの種の収穫を見込んでいる。栽培は、現地農家と契約して行い、SCF Philippine は種の最低買取り価格を決定しておくことで、収穫した種を独占的に購入する。

Central Luzon 盆地は低地で、フィリピンで最も広い平野であり、フィリピンの最大の稲作地帯で、フィリピンの Rice Bowl と呼ばれている。フィリピン全体の気候は熱帯モンスーンに属し、Central Luzon region は、7月から10月が雨季で11月から5月が乾季であり、雨季に米栽培、乾季にひまわり栽培を行う。

BDF 製造プラントは、MUNOZ 市から約 140 km 離れた Central Luzon region のスービック湾自由貿易港・特別経済区に建設予定であり、SCF Philippine によって運転される。BDF 製造プラントは、収穫されたひまわりの種からひまわり油を搾油する搾油施設と、油から BDF を製造する BDF 製造施設を有する。搾油施設は、年間 38,000 t のひまわり油製造能力を持ち、BDF 製造施設は年間 38,000 t (126.6 t/day、年間 300 日稼動) の BDF 製造能力を有する。搾油後の油粕は、家畜用飼料として、BDF の副生成物であるグリセロールは、工業原料として販売される。

製造した BDF は、スービック湾自由貿易港・特別経済区から約 140 km 離れたマニラ市に輸送されて石油会社へ販売され、石油ターミナルで軽油とブレンドし、マニラ市内のガソリンスタンドで B1 として一般消費者へと供給される。

BDF を運輸用軽油の代替燃料として使用することにより、軽油の使用量が減少し、CO₂ 排出量を減少させることが期待される。

表 3-1 プロジェクトシナリオ

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年
製造能力	5.0 kl/day	25.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day
新設設備能力	5.0 kl/day	20.0 kl/day	120.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day
BDF製造量・販売量	1,500 k?/year	7,500 k?/year	43,500 k?/year	43,500 k?/y	43,500 k?/y	43,500 k?/y	43,500 k?/y
(t換算)	(1,310 t/year)	(6,548 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)
(Gcal換算)	(12,401 Gcal/year)	(62,005 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)
内新設量	1,500 k?/year	6,000 k?/year	36,000 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year
人員計画	9 人	19 人	31 人	31 人	31 人	31 人	31 人
管理職	1 人	4 人	4 人	4 人	4 人	4 人	4 人
従業員	8 人	15 人	27 人	27 人	27 人	27 人	27 人
工場敷地面積	100,000 m2	100,000 m2	100,000 m2	100,000 m2	100,000 m2	100,000 m2	100,000 m2
グリセリン精製製品量 (99.5%)	137.0 t/year	685.0 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year
油粕	2,774.0 t/year	13,869.9 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year
廃水	1.7 km3/year	8.5 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year	49.4 km3/year
ひまわり油搾油量	1,545.6 k?/y	7,728.1 k?/y	44,823.2 k?/y	44,823.2 k?/y	44,823.2 k?/y	44,823.2 k?/y	44,823.2 k?/y
(t換算)	(1,305 t/year)	(6,527 t/year)	(37,857 t/year)	(37,857 t/year)	(37,857 t/year)	(37,857 t/year)	(37,857 t/year)
ひまわりの種収穫量	4,079 t/year	20,397 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year
ひまわり作付け面積	2,000 ha	10,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha
	(2,040 ha)	(10,198 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)	(59,151 ha)
播種用ひまわりの種	10.2 t/year	51.0 t/year	295.8 t/year	295.8 t/year	295.8 t/year	295.8 t/year	295.8 t/year

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年
消費電力	804.2 MWh/y	3,934.6 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y
重油	41.7 t/year	203.6 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year
用水	1.55 km3/year	7.77 km3/year	45.09 km3/year	45.09 km3/year	45.09 km3/year	45.09 km3/year	45.09 km3/year

BDF製造プラント・化学薬品消費量

メタノール(新規投入分)	145.3 t/year	726.3 t/year	4,212.3 t/year	4,212.3 t/year	4,212.3 t/year	4,212.3 t/year	4,212.3 t/year
水酸化ナトリウム	6.5 t/year	32.6 t/year	189.0 t/year	189.0 t/year	189.0 t/year	189.0 t/year	189.0 t/year
酢酸	7.6 t/year	38.2 t/year	221.4 t/year	221.4 t/year	221.4 t/year	221.4 t/year	221.4 t/year

グリセリン精製設備・化学薬品消費量

活性炭	3,562.0 kg/year	17,809.8 kg/year	103,296.6 kg/year	103,296.6 kg/year	103,296.6 kg/year	103,296.6 kg/year	103,296.6 kg/year
硫酸	15.1 kg/year	75.3 kg/year	437.0 kg/year	437.0 kg/year	437.0 kg/year	437.0 kg/year	437.0 kg/year
窒素	3,562.0 Nm3/year	17,809.8 Nm3/year	103,296.6 Nm3/year	103,296.6 Nm3/year	103,296.6 Nm3/year	103,296.6 Nm3/year	103,296.6 Nm3/year

ひまわり畑・肥料消費量

肥料 窒素	142,778 t/year	713,892 t/year	4,140,576 t/year	4,140,576 t/year	4,140,576 t/year	4,140,576 t/year	4,140,576 t/year
肥料 リン酸	224,366 t/year	1,121,831 t/year	6,506,619 t/year	6,506,619 t/year	6,506,619 t/year	6,506,619 t/year	6,506,619 t/year
肥料 カリ	183,572 t/year	917,862 t/year	5,323,597 t/year	5,323,597 t/year	5,323,597 t/year	5,323,597 t/year	5,323,597 t/year

稼動日数(合計)	300 日
BDF低位発熱量	9,470 kcal/kg
BDF密度	0.873 t/m3
ひまわり油密度	0.845 t/m3
含油率	40%
搾油率	80%
収穫量	2 t/ha
播種用の種	0.005 t/ha

GRID-LUZON
Emission Factors
tCO ² /MWh
0.522

Source: CDM Baseline Construction for The Electricity Grids in the Philippines

Klima Climate Change Center

(2) プロジェクト実施スケジュール

2007年にSCF Philippinesを設立し、プラントの建設とひまわり栽培を開始する。2008年から段階的にプラントの設備能力とひまわり栽培農地を拡大し、2010年からフル稼働する計画である。

表 3-2 プロジェクト実施スケジュール

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年
製造能力	5.0 kl/day	25.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day
新設設備能力	5.0 kl/day	20.0 kl/day	120.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day
BDF製造量・販売量	1,500 k?/year	7,500 k?/year	43,500 k?/year	43,500 k?/y	43,500 k?/y	43,500 k?/y	43,500 k?/y
(t換算)	(1,310 t/year)	(6,548 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)	(37,976 t/year)
(Gcal換算)	(12,401 Gcal/year)	(62,005 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)	(359,628 Gcal/year)
内新設量	1,500 k?/year	6,000 k?/year	36,000 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year
グリセリン精製製品量(99.5%)	137.0 t/year	685.0 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year
油粕	2,774.0 t/year	13,869.9 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year
ひまわりの種収穫量	4,079 t/year	20,397 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year
ひまわり作付け面積	2,000 ha	10,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha

3.1.2 ひまわり栽培

原料となるひまわりの栽培は、Central Luzon region の中央部の Central Luzon 盆地で、稲作の裏作として行われる。Central Luzon region は、7月から10月が雨季で11月から5月が乾季であり、雨季に米栽培、乾季にひまわり栽培を行う。

農地面積は60,000ha、種の平均収量2 t/haとして、年間約120,000 tのひまわりの種の収穫を見込んでいる。栽培は、現地農家と契約して行い、SCF Philippine は種の最低買取り価格を決定しておくことで、収穫した種を独占的に購入する。

3.1.3 BDF 製造プラント

(1) BDF 製造設備設置予定地

スービック湾自由貿易港・特別経済区にプラントを建設する予定。主な設備は、下記の通りである。

- ・ひまわりの種：貯蔵サイロ
- ・搾油施設
- ・バイオディーゼル製造プラント
- ・洗浄水処理施設

スービック湾都市開発庁 (SBMA : Subic Bay Metropolitan Authority) Chairman Commo. Feliciano G. Salonga, Pcg と面談、ひまわりの種を原料とするバイオディーゼルのプレゼンテーションを行なった。SBMAからは、工場建設候補地として、下記4箇所の推薦が行なわれた。

工場立地としては、原料の種、BDF の輸送を考慮すれば、埠頭に隣接していることが望ましく、②、③等が候補となるであろう。

- ① スービック・テクノパーク
- ② コンテナ埠頭隣接地
- ③ SA INTERNATIONAL AUCTIONEERS INC 社有地の一部。
- ④ コンテナ埠頭の対岸・建設中の工業団地



図 3-1 BDF 製造プラント建設予定地

(2) BDF 製造技術

バイオディーゼル燃料 (BDF ; Bio Diesel Fuel) は、厳密な化学的定義はなく、一般的に、大豆油、パーム油、廃食用油等の油脂を化学処理して製造し、ディーゼル自動車用燃料等として使用するものを指している。

ディーゼル車用燃料として使用されているのは、植物油をメチルエステル化などの化学処理を施し、脂肪酸メチルエステル (FAME ; Fatty Acid Methyl Ester) 等の軽油に近い物性に変換したものである。

本プロジェクトの BDF は、トリグリセリドからなる油脂 (ひまわり油) とメタノールのエステル交換反応 (図 3-2) によって生成する脂肪酸メチルエステル (FAME) である。

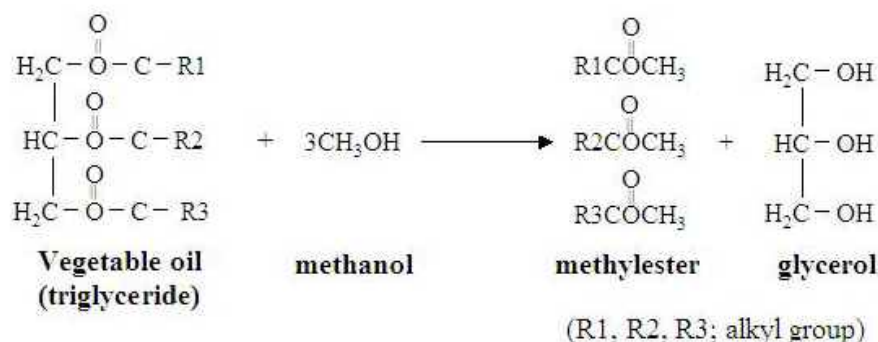


図 3-2 メタノールのエステル交換反応

植物油にメタノールを加え反応させるとグリセロールとメタノールとの間で交換反応が起こり、グリセロールが解離してメタノールが脂肪酸と結合したメチルエステルが新たに生成される。このメチルエステルが BDF として利用される。

本プロジェクトでは、エステル交換反応を起こさせる方法として、生産プロセスの基礎が確立しているアルカリ触媒法を採用、アルカリ触媒としては水酸化物 (水酸化ナトリウム : NaOH) を用いる。

反応プロセスが簡易で装置も安価であることから、世界中で唯一実用化されている方法であり、欧米にある BDF 製造施設は本方法が用いられている。また、欧米で採用されている BDF 品質規格 (EU ; EN14214, USA ; ASTM D6751) は、触媒法を前提に制定されている。マイナス面として、①触媒の中和・洗浄工程が必要である、②触媒の再利用が出来ない、等が挙げられる。

(3) バイオディーゼル油の品質特性

フィリピンでは、まだ BDF の規格は無い。EU 及び日本の規格は、FAME をディーゼル車用の燃料として認めており、

- ① ニート (Neat) FAME : 軽油と混合していない FAME100% (B100) の状態での使用を想定したもの
- ② 軽油との混合使用を想定したもの

とに大別される。

BDF の EU・日本の品質規格とひまわり BDF 品質比較(ニート)を表 3-3 に、BDF の EU・日本の品質規格比較(ブレンド)表 3-4 に示す。ひまわり BDF は、本プロジェクトで技術導入する BDF 製造プロセスにより、粗製ひまわり油から生産された BDF の品質である(筑波大学よりデータ提供)。

EU は、欧州指令 2003/30/EC (2003 年 5 月 8 日) で、加盟国ごとにバイオ燃料、再生可能燃料の導入目標を設定した。ただし、目標値は強制力を有していない。

・バイオ燃料導入標準目標値：

- ① 2005 年末：エネルギー量換算で輸送用燃料の 2% を切り替える。
- ② 2010 年末：エネルギー量換算で輸送用燃料の 5.75% を切り替える。

EBB 資料によれば、2004 年の BDF 生産能力は 9 カ国で 225 万 t / 年であり、2007 年には 12 カ国で 400 万 t / 年が見込まれている。

ニート段階での FAME 規格は、2003 年 7 月に EN14214 が制定された。軽油との混合使用の規格については、既存の鉱物ディーゼル燃料(軽油)の品質規格(EN590)の改定が 2004 年に行われ、EN14214 規格適合ニート FAME を軽油に混合する際の添加量が 5% 以下であれば、EN590 規格の軽油と見なされることとなった。

日本では、バイオマス・ニッポン総合戦略が平成 18 年 3 月 31 日に閣議決定され、BDF への関心も高まっているが、国としての導入目標は設定されていない。

2006 年 4 月に経済産業省資源エネルギー庁が所管する総合資源エネルギー調査会・石油部会燃料政策小委員会において、FAME 混合軽油強制規格及びニート規格(案)が公表された。

ニート規格については、FAME 混合軽油強制規格が施行されるタイミングと同時期に策定できるよう、まずは社団法人日本自動車技術会の団体規格である JASO 規格(JASOM360)として標準化を行い、JASO 規格を将来的に JIS 規格として標準化する予定である。社団法人自動車技術会では、JASOM360 を、2006 年 10 月に制定した。EN14214 規格に準じて作成されたが、日本では、廃食油をはじめ原料が多種多様な BDF が使用されるため、酸化安定性、酸価及び特定酸の含有量、低温流動性が追加された。

BDF 混合軽油を一般のディーゼル車に用いた場合における必要な燃料性状に係る項目を規定するため、平成 19 年 1 月 15 日に、揮発油等の品質の確保等に関する法律施行規則(昭和 52 年通商産業省令第 24 号。)(以下 品確法)の改正が行われた。ニート規格を満足する FAME を用いることを前提に、添加量が 5% 以下であれば、品確法が適用される。現行の「軽油規格」に加えて、FAME の混合により影響を受ける燃料性状のうち、自動車の安全性等に影響するものが追加された。

表 3-3 BDF の EU・日本の品質規格とひまわり BDF 品質比較 (ニート)

項目	Sunflower BDF	EN14214	JASO M 360
脂肪酸メチルエステル含有量	>98.0 %mass	96.5 %mass以上	96.5 %mass以上
密度 (15°C)	885 kg/m ³	860~900 kg/m ³	0.86 - 0.90 g/ml
動粘度 (40°C)	4.17 mm ² /s	3.50~5.00 mm ² /s	3.5 - 5.0 mm ² /s
引火点 (PMCC)	180°C	120°C以上	120°C以上
硫黄分	1.0 mg/kg以下	10.0 mg/kg以下	0.0010 %mass以下
残留炭素分(10%残油)	0.01%mass	0.30 %mass以下	0.3 %mass以下
セタン指数			51以上
セタン価	51.7	51以上	-
硫酸灰分	0 %mass	0.02 %mass以下	0.02 %mass以下
水分	213 mg/kg	500 mg/kg以下	500 mg/kg以下
全夾雑物量		24 mg/kg以下	24 mg/kg以下
銅板腐食, 3hrs@50°C	1	Class1	1以下
酸価	0.21mg-KOH/g	0.50 mg-KOH/g以下	0.50 mg-KOH/g以下
酸化安定度		(110°C) 6.0 hr以上	受渡当事者間の合意による a)
ヨウ素価	112-118 iodine/100g	120g iodine/100g以下	120g iodine以下
リノレン酸ME		12.0 %mass以下	12.0 %mass以下
多不飽和脂肪酸ME		多価不飽和(≥4二重結合) 1 %mass以下	-
メタノール	<0.01%mass	0.20 %mass以下	0.20 %mass以下
モノグリセライド	0.39 %mass	0.80 %mass以下	0.80 %mass以下
ジグリセライド	<0.05 %mass	0.20 %mass以下	0.20 %mass以下
トリグリセライド	<0.05 %mass	0.20 %mass以下	0.20 %mass以下
遊離グリセリン	<0.005 %mass	0.02 %mass以下	0.02 %mass以下
全グリセリン	<0.10 %mass	0.25 %mass以下	0.25 %mass以下
金属 (Na + K)		グループ I 金属類 5.0 mg/kg以下	5 mg/kg以下
金属 (Ca + Mg)		グループ II 金属類 5.0 mg/kg以下	5 mg/kg以下
リン	<10 mg/kg	10 mg/kg以下	10 mg/kg以下
流動点	-5°C	-	
フィルター目詰まり点 (CFPP)	-6°C	6grade	
蒸留性状90%留出温度	342°C		
低温性能			受渡当事者間の合意による b)

グループ I 金属類 : アルカリ金属

グループ II 金属類 : アルカリ土類金属

a) FAMEとしての規定は設けないが、軽油(B0)に当該FAMEを混合したものが、“揮発油等の品質の確保等に関する法律”の省令で定めた、酸化安定性の規定を満足しなければならない。

b) FAMEとしての規定は設けないが、軽油(B0)に混合したものが、JIS K 2204の該当する種類に適合しなければならない。

白抜き	原料が数値に影響を与える
黒字	主に製造プロセスが数値に影響を与える

表 3-4 BDF の EU・日本の品質規格比較（ブレンド）

項目	standard EN590 2004	揮発油等の品質の確保等に関する法律施行規則（昭和52年通商産業省令第24号）の改正
		BDFを混合した軽油
脂肪酸メチルエステル含有量	≤5.0 %mass (EN 14214 合格FAME)	5.0 %mass 以下 (FAME)
硫黄分	Two grades: ≤50 mg/kg ≤10 mg/kg	0.001 %mass 以下
蒸留性状	250°C ≤65 %mass	
	350°C ≤85 %mass	
	蒸留性状95%留出温度 ≤360°C	蒸留性状90%留出温度 ≤360°C
セタン指数	≥46.0	45以上
セタン価	≥51	-
メタノール	-	0.01 %mass 以下
トリグリセライド	-	0.01 %mass 以下
酸価	-	0.13 mg KOH/g以下
酸価増加量	-	16hrs × 115°C 0.12 mgKOH/g 以下
酸化安定性	95°C × 16h ≤25 g/m ³	-
ギ酸、酢酸、プロピオン酸の合計	-	計0.003 %mass 以下
密度	(15°C) 820-845 kg/m ³	-
動粘度	(40°C) 2.00-4.59 mm ² /s	-
引火点 (PMCC)	≥55°C	-
残留炭素分(10%残油)	≤0.30 %mass	-
灰分	≤0.01 %mass	-
水分	≤200 mg/kg	-
全夾雑物量	≤24 mg/kg	-
銅板腐食	class1	-
多環芳香族炭化水素	≤11 %mass	-
潤滑性	60°C ≤460 μm	-
目詰まり点 (CFPP)	6grade	-

白抜き	追加・改定事項
-----	---------

BDF の品質は、原料油又は製造プロセスに依存するものに大別される。原料油に起因する物性値には、表 3-3 の白抜き箇所、密度、動粘度、流動点、目詰まり点、酸価値、ヨウ素値、酸化安定性などが挙げられる。また、BDF の一大欠点である燃料フィルター、噴射ポンプの目詰まりを起こす原因と考えられている残存モノグリセリド、ジグリセリド、トリグリセリド、遊離グリセロールおよびメタノール、アルカリ金属類、含水率などは精製プロセスに依存する。

以下の、原料とプロセスの項で、ひまわり BDF の品質について検証する。

(4) 原料

BDF の原料である植物油の基本構造は、グリセロールと脂肪酸がエステル化したもので、この脂肪酸は植物の種類によって大きく異なる。一般的には、炭素数 16 又は 18 の脂肪酸が多いが、ココナツ・オイルのように 12、14 が多いものもある。また、パルミチン酸、オレイン酸、リノール酸といったように、不飽和結合の数も 0~2 まで変化している。

表 3-5 代表的植物油の脂肪酸組成

油脂	脂肪酸組成 (重量%)						
	飽和脂肪酸				一価不飽和脂肪酸	多価不飽和脂肪酸	
脂肪酸分類							
二重結合数	0	0	0	0	1	2	3
炭素数	12	14	16	18	18	18	18
脂肪酸名	ラウリン酸	ミリスチン酸	パルミチン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リノレン酸
ひまわり			6.7	3.7	19	69.9	0.7
ひまわり ハイオレック種			3.2	3.5	85.2	6	
菜種			4	1.7	58.6	21.8	10.8
大豆			10.3	3.8	24.3	52.7	7.9
パーム			44.2	4.5	39.3	9.6	0.3
ココナツ	47	18	9	3	7	2	
ジェットロファ			14	8	34	43	

ひまわり油は、表 3-5 に示すとおり飽和脂肪酸が 10.4%と少なく、高水準の多価不飽和脂肪酸を含んでいる。

酸化され易さは多価不飽和脂肪酸エステルにおいて顕著である。リノール酸の多いひまわりは酸化し易いといえるが、軽油用の酸化安定剤が有効であり、これらの利用によって容易に対応できる。ヒマワリには多くの種類があり、ハイオレックの場合の酸化安定性は菜種より優れており、また、オレイン酸とリノール酸の含有量がほぼ等しいニューサン種等もあり、品種を選択することによっての対応することも可能である。

エステル含有量は、EN14103 に規定されたガスクロマトグラフィー法によって測定される。この試験方法は炭素数 14 から 24 までのすべてのピークを

加算する方法であり、ほとんどの植物油原料をカバーできるが、炭素数の少ないココナツ油から製造した BDF の分析には問題を有している。

ヨウ素価、酸価及び酸化安定性、低温流動性などは主に植物油の脂肪酸組成に起因するものである。

(5) プロセスフロー

BDF の品質の内、残存モノー、ジー、トリグリセロール、残存グリセロール、残存メタノール、含水率などは製造プロセスに起因する。

PDF の製造プロセスは、図 3-3 に示すように、搾油プロセス、触媒溶液製造プロセス、メチルエステル化反応プロセス（バイオディーゼル化）、グリセロール・溶媒除去プロセス、メチルエステル精製プロセスから構成される。

副生成物であるグリセロールは、濃度が 50% であることから、グリセロール精製プロセスで 99.5% に精製して、グリセロール石鹼等の原料として販売する。

一次洗浄で使用した廃水と遠心分離機により除去された不純物は、プラント内にある廃棄物処理施設により環境基準を満たすよう処理される。

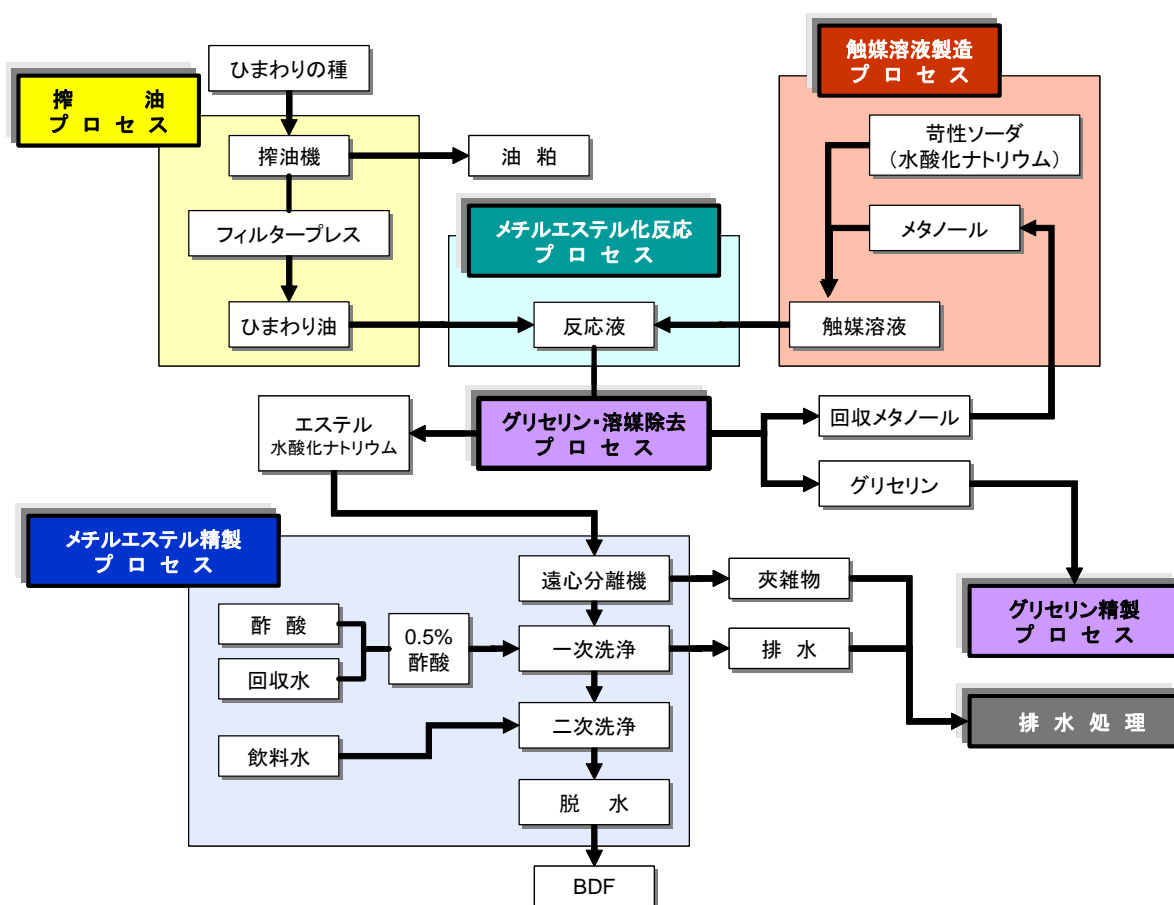


図 3-3 BDF 製造プラントのフロー

a) 搾油プロセス

ひまわりの種は、搾油機で破碎・圧搾され、ひまわり油が搾り出される。搾ったひまわり油には、細かな搾りかすが含まれるので、フィルタープレスを通して夾雑物が除去される。夾雑物を取り除いたひまわり油が、BDFの原料となる。

原料に用いているヒマワリ油を構成する脂肪酸には、融点の高い飽和脂肪酸であるパルミチン酸やステアリン酸の含量が少なく、逆に二重結合を二つ持っている不飽和脂肪酸のリノール酸 ($C_{17}H_{33}COOH$) を 69.9% と多く含むところに低温流動性の優れた BDF が作り出せる要因となっている。ただし、この原料油は精製されていない粗製油であるため、タンパク質、リン脂質、ミネラル成分を微量含んでいるので、これらは BDF の精製の過程で取り除く必要がある。

b) 触媒溶液製造プロセス

本プロジェクトでは、エステル交換反応を起こさせる方法としてアルカリ触媒法を採用し、アルカリ触媒とし、水酸化ナトリウム (NaOH, 苛性ソーダ) を使用する。触媒溶液は、メタノールに苛性ソーダを混合した苛性ソーダ (0.56mass%)メタノール溶液である。

作成手順を以下に示す。(図 3-4 参照)

メタノールは、グリセロール・溶媒除去プロセスで回収されたメタノールと補充用のメタノールが、メタノールタンク T-01 に投入される。

溶解槽は、T-02 と T-03 を 2 台並べて 1 日交替で使用する。触媒溶解槽 T-02 または T-03 に T-01 からメタノールポンプ P-01 でメタノールを張り込み、次に固形苛性ソーダを投入して攪拌して溶解させて、苛性ソーダ濃度 5.6wt% のメタノール溶液を作成する。苛性ソーダ濃度 5.6% のメタノール溶液と T-01 からのメタノール溶液を触媒ランドミキサー LB-01 で混合して苛性ソーダ (0.56wt%)メタノール溶液とし、加熱器 HE-01 で 60°C にしてメチルエステル化反応プロセスの反応器 RE-01 に送り込む。

c) メチルエステル化反応プロセス

ヒマワリ油を構成しているグリセロールを外して、脂肪酸をメチルエステルに替える反応プロセスである。

反応温度が高い程、メチルエステルの生成速度及び生成率は上昇する。短時間に、高効率でメチルエステルを生成させるためには反応温度を上げればよいが、メタノールの沸点が 64.65 °C であるため、それ以上の加熱はメタノールの蒸発を促進させ反応を非効率にする。よって、反応温度は 60 度 C とした。反応時間 1 時間程でメチルエステル変換率 95% 以上に達する。

搾油プロセスにより得られたひまわり油は、加熱器 HE-04 で 60°C に加熱され、反応機 RE-01 に移される。油が反応機に入る直前で、メタノールに触媒である水酸化ナトリウム (NaOH) を溶解させた混合液を混ぜ、反応槽でメチルエステル化反応を起こさせる。この反応による生成物がメチルエステルで、BDF となる。(図 3-5 参照)

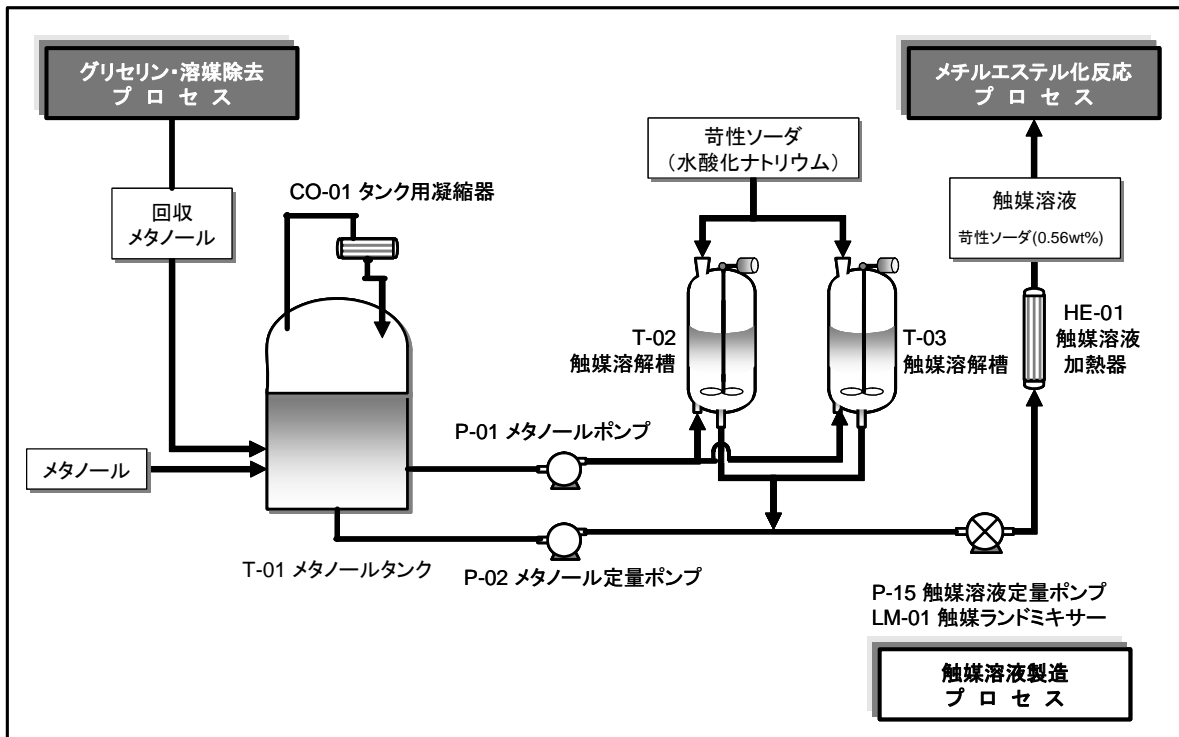


図 3-4 触媒溶液製造プロセス

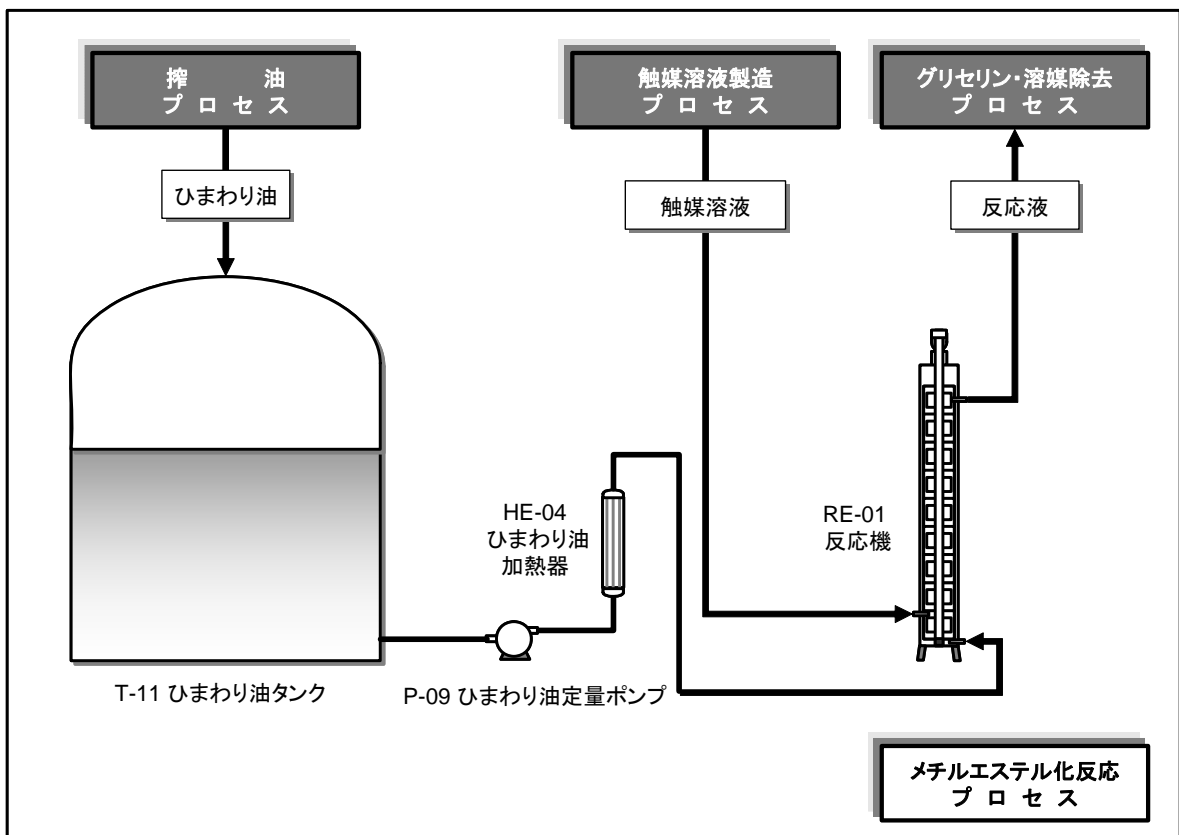


図 3-5 メチルエステル化反応プロセス

アルカリ触媒法の欠点は原料油中の遊離脂肪酸と水分に対して敏感に反応して石鹼を生成することである。遊離脂肪酸が 1.5%以下、水分が 3.0%以下のバージンオイルを原料とする場合には簡潔なプロセスを構築できる。ひまわり油も遊離脂肪酸が 0.5%以下、水分が 0.12%以下である。

d) グリセロール・溶媒除去プロセス

反応終了後、反応液の中には、溶媒として存在するメタノールと副生成物であるグリセロールが含まれており、グリセロール・溶媒除去プロセスで除去する。

溶媒のメタノール分を除くため加熱器 HE-02 で昇温され、さらに蒸発器 EV-01 に導入加熱される。メタノールの沸点 64.65°C 近傍でメタノール分を蒸発させる。蒸発器から出るメタノール蒸気は蒸留器 DT-01 に送られて精製される。蒸留器の塔頂から出る純メタノール蒸気は凝縮器 CO-05, CO-06 で冷やされ液化され常温で、触媒溶液製造プロセスのメタノールタンク T-01 に戻されて、再利用される。

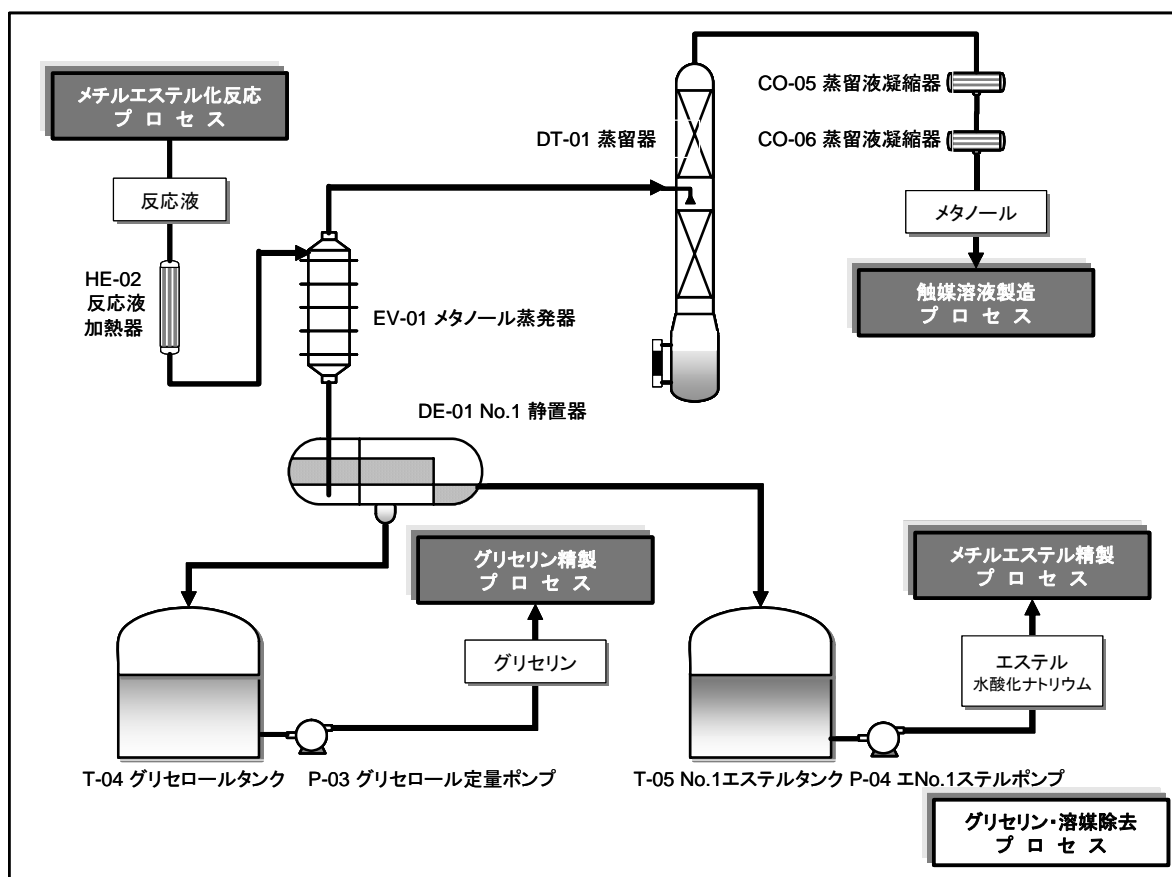


図 3-6 グリセロール・溶媒除去プロセス

蒸発器 EV-01 の底部から出てくるメチルエステルとグリセロールは、No.1 静置槽 DE-01 に入る。メチルエステルの比重は 0.85、グリセロールの比重は 1.26 であり、比重差により二相に分離する。静置槽で 1 時間静

置してから、沈殿した粗グリセロールはグリセロールタンク T-04 へ貯蔵されグリセリン精製プロセスへ送られ、上澄みの粗メチルエステルはエステルタンク T-05 に貯蔵されメチルエステル精製プロセスに送られる。

e) メチルエステル精製プロセス

グリセロール・溶媒除去プロセスでグリセロールを分離した粗メチルエステルは4段階で精製される。

最初に、遠心分離機 CE-01 でメチルエステルに分散している原料油に由来するリン脂質やタンパク質、ミネラル成分、副反応生成物などの夾雑物を除去する。夾雑物は、夾雑物タンク T-06 に貯蔵され、排水処理システムに送られる。

次に、メチルエステルに残存するアルカリ触媒を除去するため、中和槽 NE-01 に送られて一次洗浄が行われる。

この水洗工程で、メチルエステルが加水分解を受けて脂肪酸を生成し、この脂肪酸とアルカリ触媒が反応して石鹼が発生する。この石鹼生成に伴ってメチルエステルと水の分離が困難となり、メチルエステルの回収率低下を引き起こす可能性がある。酢酸水溶液で洗浄した場合には、メチルエステルに残存するアルカリを酸で中和することで、この問題を解決する。また、メチルエステル化反応中に生成した石鹼も遊離脂肪酸に変換される

中和槽では、濃度 0.5masa%の酢酸でアルカリ分の中和を行う。酢酸は酢酸タンク T-12 に投入された後、酢酸混合タンク T-13 に送られる。水は、二次洗浄の回収水が T-16 から No.2 フィルター FI-02 で濾過された後、酢酸混合タンク T-13 に送られる。そして、酢酸混合タンクで、濃度 0.5wt%の酢酸液に調整されて、中和槽 NE-01 に送られる。

中和されたメチルエステルと酢酸ソーダを含む廃水は、No.2 静置槽 DE-02 に送られ、メチルエステルと廃水に分離される。廃水は、排水システムに送られる。

メチルエステルには、酢酸が分散溶解している。二次洗浄では、メチルエステル中に分散溶解している酢酸を純水で水洗除去する。また、品確法では、ギ酸、酢酸、プロピオン酸の合計が 0.003 %mass 以下である。酢酸除去の際には、これらの除去も行われる。

二次洗浄で使用した水は回収され、酢酸を加えて一次洗浄に使用し、再利用される。純水は、飲料水フィルター FI-01 で、飲料水中の異物を除去し、純水製造装置 H20-01 で塩素イオン、微生物、鉄さびなどを除去して製造する。

最終工程は脱水である。BDF に対する水の溶解度は 1,500mg/kg 前後であり、EN14214 と JASO M 360 の水分の要求は 500 mg/kg 以下である。酢酸の沸点は 118°C で、120°C 程度の蒸留で脱水と酢酸の除去が行われる。

メチルエステルは、HE-03 で 76°C まで加熱し、さらに水分蒸発器 EV-02 で 120°C まで昇温して、メチルエステル中に溶解する水分および水洗もれ

の酢酸を加熱・蒸発除去する。蒸発器からの酢酸を含む蒸気は、水分凝縮機 CO-04 で冷却凝縮して、No.2 静置槽 DE-02 に送られる。

その後、メチルエステルはフィルターを通して、最終生成物である BDF が製造される。

120 °C の蒸留によって水分 213 ppm と欧州統一規格の半分になった。また、メチルエステル中に残存していた酢酸も除去され、精製メチルエステルの酸度は 0.21 mg-KOH/g と欧州統一規格を十分満足するものとなった。

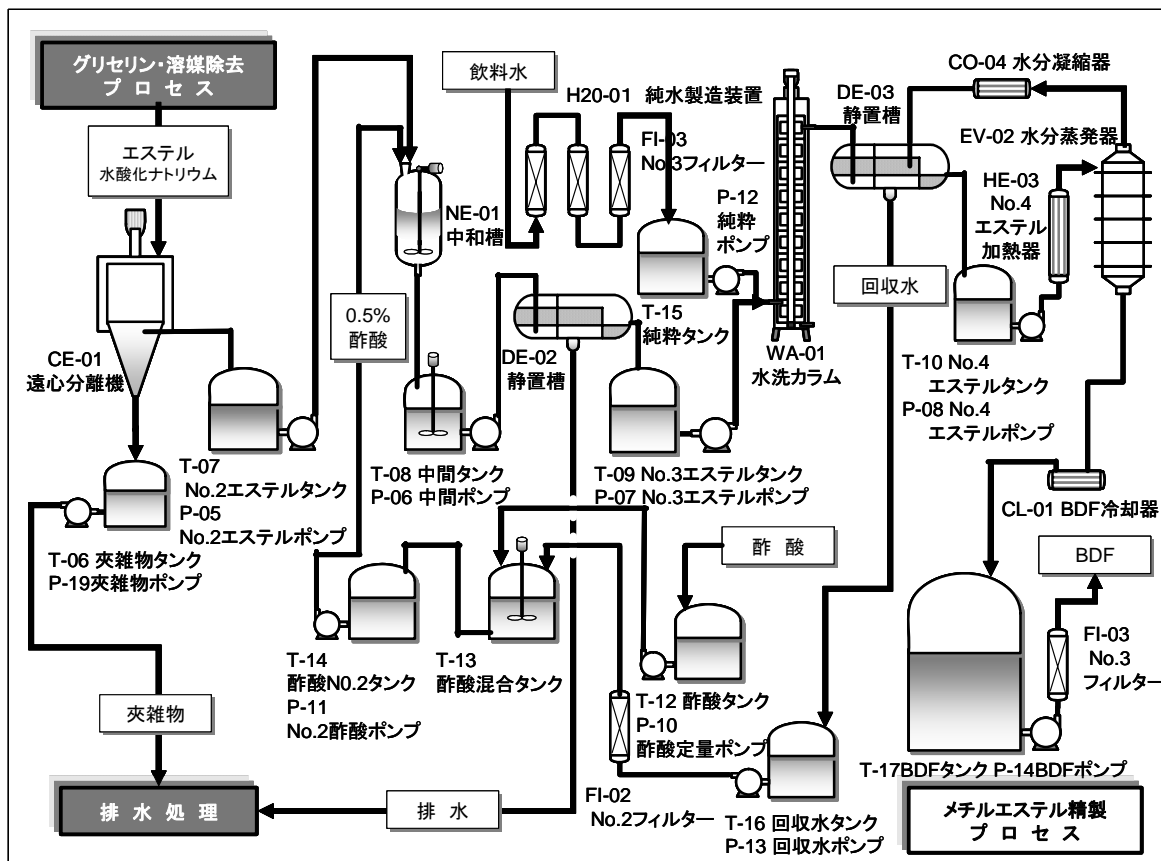


図 3-7 メチルエステル精製プロセス

(6) BDF 製造の物質収支

表 3-1 に BDF 製造設備の物質収支を示す。また、

図 3-8 に BDF を 1kl/day のプラントで製造したときの、図 3-9 にフル稼働時・145 kl/day のプラントで製造したときの BDF 製造の物質収支を示す。

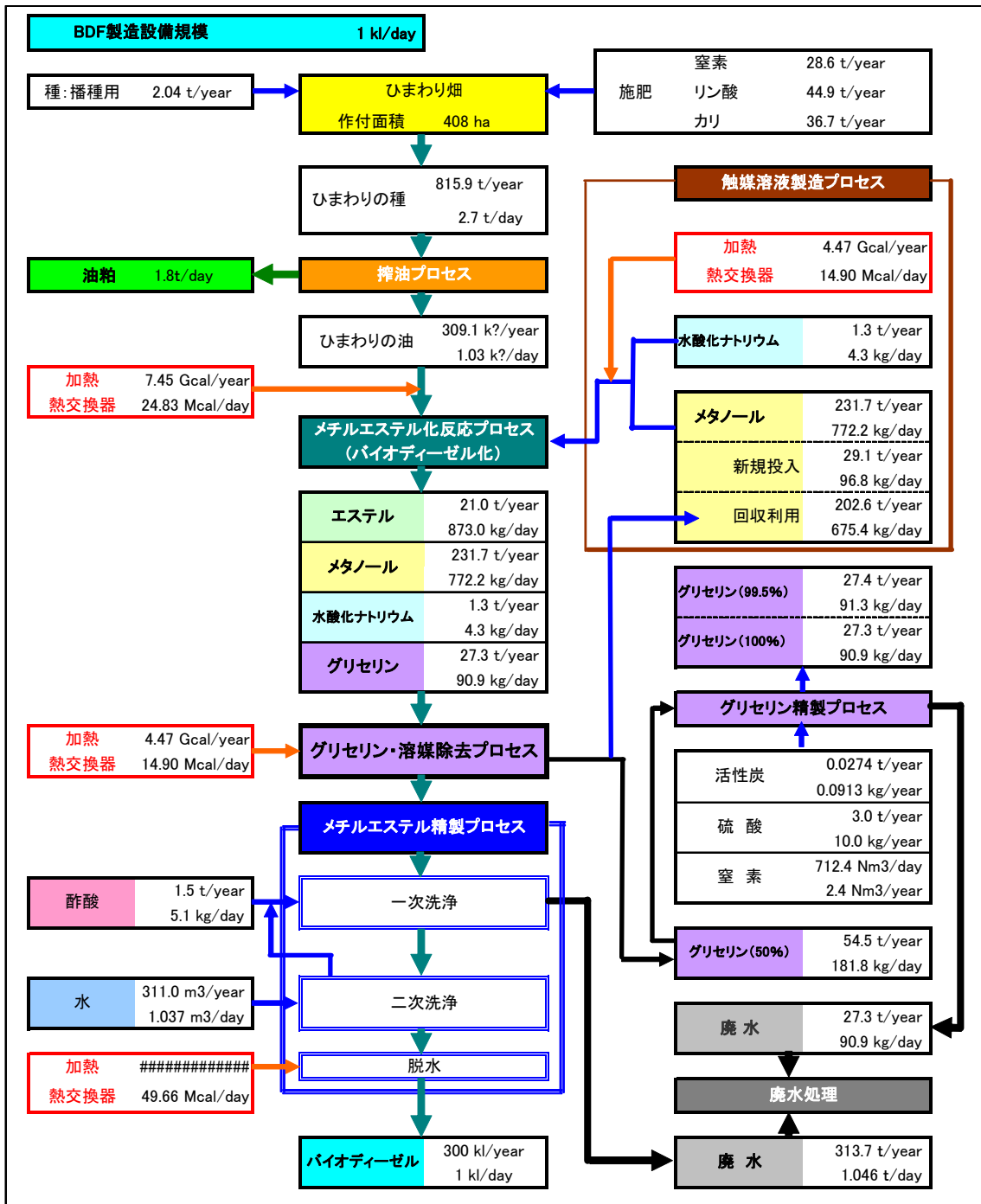


図 3-8 BDF を 1kl製造したときの物質収支

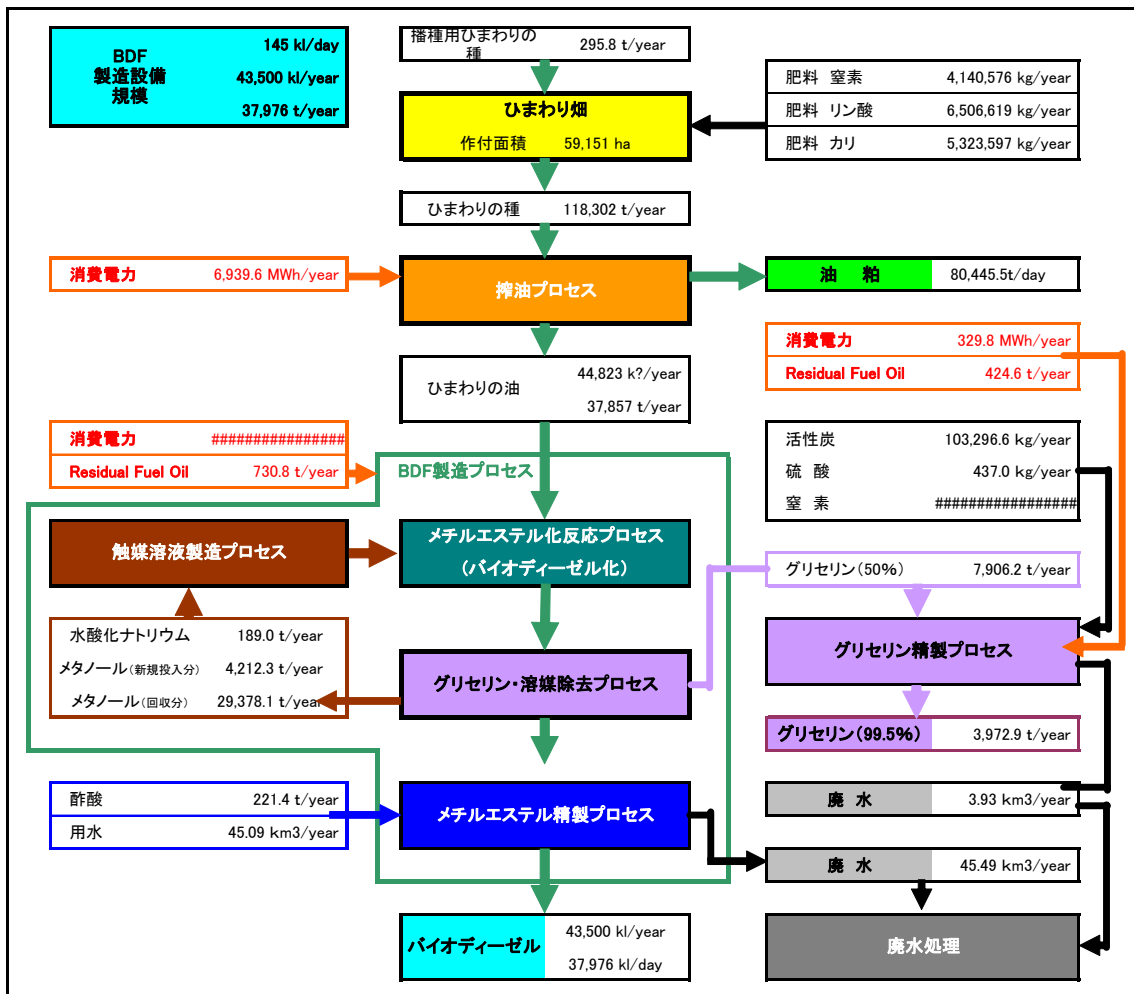


図 3-9 BDF を 145 kl製造したときの物質収支

3.2. B1 ブレンドと販売

フィリピンの石油精製業は、Petron Corporation, Pilipinas Shell Petroleum Corporation, and Caltex Philippines, Inc. の 3 社である。B1 または B2 のブレンドは、これら企業の石油ターミナルでブレンドされる。

3 社とも、マニラ市内の Pandacan に石油ターミナルを有している。同ターミナルで軽油とブレンドし、マニラ市内のガソリンスタンドで B1 として一般消費者へ販売することを計画している。



図 3-10 BDF ブレンド・ターミナル

3.3. ベースライン新方法論とモニタリング新方法論

バイオディーゼルに関するベースライン方法論及びモニタリング方法論は、現在 CDM 理事会によって承認されていない。サンケアフェューエルズ株式会社は、Climate Experts・松尾氏とともに新ベースライン・モニタリング方法論 NM 0129 “Generalized baseline methodology for transporation Bio-Fuel production project with Life-Cycle-Assessment” を作成、2005 年 7 月に CDM 理事会へ提出した。現在 B の評価を受けており、2006 年 5 月 16 日に訂正後再度提出した Version: 5.0 が最終版であり、現在 Version: 6.0 を作成中である。

本プロジェクトは、PDD を NM0129 Version: 6.0 (以下 方法論) に基づいて作成する。

3.4. プロジェクトバウンダリー

プロジェクトによる GHG 排出削減は、バイオ燃料を用いる多数の車両で行われる。この状況は、グリッド電力削減型プロジェクトの状況と類似のものである。したがって、ACM0002 にならい、プロジェクトバウンダリーを以下のように考える。

- ① 原料バイオマス栽培サイト
- ② プロジェクトサイト (バイオ燃料製造施設) への運搬
- ③ プロジェクトサイト
- ④ バイオ燃料供給施設への運搬
- ⑤ バイオ燃料供給施設
- ⑥ プロジェクトによってバイオ燃料を消費する全ての車両

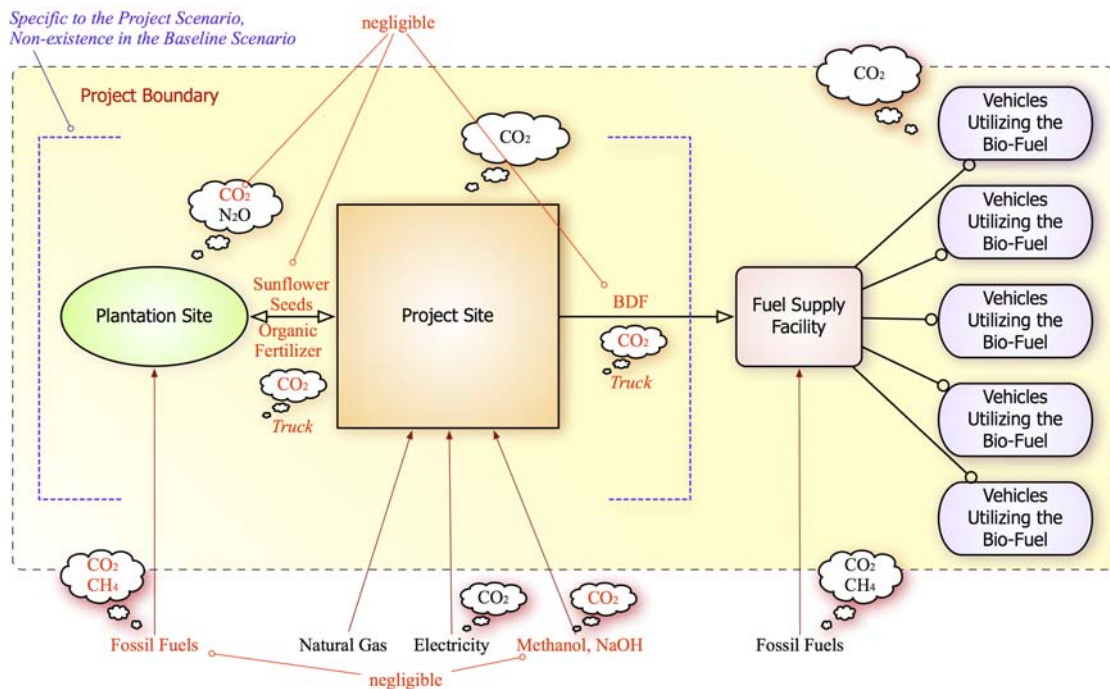


図 3-11 プロジェクトバウンダリー

表 3-6 バウンダリー内外の排出源

	Source	Gas	Project Boundary?	Monitored?	Justification / Explanation
Baseline	PJSでバイオ燃料を使用する自動車	CO ₂	Inside	Yes (BE)	バイオ燃料中の生物由来によって代替される石油燃料からの CO ₂ [代替効果]
		CH ₄		No	石油燃料の燃焼により少量の CH ₄ と N ₂ O が放出されるが、しかし、PJS との差はわずかで無視できる。
		N ₂ O			
	バイオ燃料によって代替される化石燃料の開発、精製、輸送（油田/港/精製所/ガス・ステーション）	CO ₂	Outside	Yes (BE)	LCAの影響を組み込む。CO ₂ 排出量は CH ₄ よりかなり多い。
		CH ₄		No	CO ₂ や CH ₄ と比較して N ₂ O 排出量はわずかであり、無視できる。
		N ₂ O			
Project Activity	バイオ燃料を使用した自動車	CO ₂	Inside	No	PJS でバイオ燃料を使用した自動車。バイオ燃料と混合した石油燃料からの CO ₂ （バイオ燃料中の生物由来ではない C 源からの CO ₂ ）は BLS と共通のため無視する。
		CH ₄		No	石油燃料から少量の CH ₄ と N ₂ O が排出される。しかし、PJS との差はわずかで、無視できる。
		N ₂ O			
	バイオ燃料の運搬（製造プラントからガソリンスタンド）	CO ₂	Inside	Yes (PE7)	少ないが、無視できるほどではない。
		CH ₄		No	CO ₂ と比較してわずかであり、無視できる。
		N ₂ O			
	バイオ燃料製造プラント・蒸気供給施設	CO ₂	Inside	Yes (PE5)	プラント内や蒸気を発生させるために燃焼させた石油燃料からの CO ₂
		CH ₄		No	石油燃料から少量の CH ₄ と N ₂ O が排出される。しかし、無視できる。
		N ₂ O			
	バイオ燃料製造プラント	CO ₂	Inside	No (PE6)	メタノールの組成 C のグリセリンへの転換
		CH ₄		No	無視できるほど小さい。
		N ₂ O			
	バイオマスの運搬（プランテーションからバイオ燃料製造プラント）	CO ₂	Inside	Yes (PE4)	少ないが、無視できるほどではない。
		CH ₄		No	CO ₂ と比較してわずかであり、無視できる。
		N ₂ O			
	プランテーション	CO ₂	Inside	Yes (PE1)	農業機械からの CO ₂
		CH ₄		No	野焼きは行われぬ。

			(PE3)	
	N ₂ O		Yes(PE2)	使用した有機肥料からの N ₂ O
グリッドに接続した発電所	CO ₂	Outside	Yes (LE1)	バイオ燃料製造プラントで消費した電力からの CO ₂
	CH ₄		No	発電所で消費した化石燃料から少量の CH ₄ と N ₂ O が排出されるが、無視できる。
	N ₂ O			
化学肥料製造	CO ₂	Outside	No	もし化学肥料が使用されれば、その製造プロセスからの N ₂ O の排出がカウントされる。
	CH ₄			
	N ₂ O		Yes (LE2)	
バイオ以外の原料製造プロセス	CO ₂	Outside	Yes (LE4)	原料製造プロセスの GHG 排出は、もしそれが無視することができなければ、モニタリングされる。
	CH ₄		No	これらは重要でなく、CH ₄ と N ₂ O はカウントする必要は無い。詳細は Leakage を参照。
	N ₂ O			
バイオ燃料製造プラントやプランテーションで使用した石油燃料の採掘・精製・運搬 [油田・港・精製所・ガソリンスタンド]	CO ₂	Outside	Yes (PE1,4,5,7)	LCA の影響は BLS と共通である。
	CH ₄			
	N ₂ O		No	
廃水処理システム	CO ₂	Outside	No	カーボンニュートラルにより無視できる。
	CH ₄		No (LE3)	嫌気処理を行う場合は、検討が必要。
	N ₂ O		No	CH ₄ よりかなり小さく、無視できる。
プロジェクトによる直接の、また間接の森林伐採	CO ₂	Outside	Yes (LE5)	もし、プロジェクト活動によって土地の開墾や森林伐採が行われるときはカウントする。
	CH ₄		No	無視できるほど小さい
	N ₂ O		No	

BLS: ベースラインシナリオ、 PJS: プロジェクトシナリオ

3.5. ベースラインの設定

温室効果ガス削減に関連する本プロジェクトのライフサイクルは、下記の 3 段階に分けられる

- ステージ 1 ひまわりの種の供給
- ステージ 2 BDF の製造

ステージ3 BDF の消費

ベースラインシナリオを同定するために、CER 収入が無い状態でどのようなシナリオが実現するか、代替シナリオとしてリストアップし、適用可能条件を用いて絞り込む。方法論に基づいて、プロジェクト活動の核であるステージ2 BDF の製造から同定作業をはじめめる。

(1) ステージ2：「バイオ燃料製造」ステージ

「バイオ燃料製造」ステージで考えられるオプションは、以下の3つである。

ステージ2：バイオ燃料生産（バイオディーゼル生産）

オプション 2-1：現状維持（BaU ケース）

オプション 2-2：BDF 製造施設の設置（プロジェクトケース）

オプション 2-3：BDF 製造施設の設置（プロジェクトよりも生産規模が小さいか大きい場合）

もし、BDF の生産量の規模が、適応可能条件(b)で立証されれば、オプション 2-3 はベースラインシナリオではない。

適応可能条件(b)は下記である。

Condition (b)

The project is the optimal solution in its scale in the project participants' decision making, taking account of several barriers¹ including economical perspectives, as far as a Bio-Fuel production plant (by using the same biomass) is invested;²

プロジェクトの経済性とひまわりの種の供給能力で、適応可能条件(b)を立証する。

現時点で想定される経済性の評価は、「4.3.2 経済性評価」に記載する。CER 収入があれば、IRR が投資意思決定水準に達することから工場規模は適正といえる。

現在、フィリピンではひまわりは農作物、資源作物として栽培されておらず、供給能力“0”である。本プロジェクトは、栽培地と収穫量の増加に伴

¹ Economically, the scale-merit is observed. However, the amount of economically obtainable biomass and/or financial limitation prescribes the upper limit of the scale of Bio-Fuel production.

² As demonstrated in the “additionality assessment” later, the project would not be invested in case of no CER (as the baseline). This condition is set to exclude the case where another scale of Bio-Fuel production would be chosen as the baseline.

い、BDF 製造プラントの生産能力をスケールアップする。

サンケアフェューエルズ株式会社は栽培地の選定作業中であり、本調査で試験栽培を実施した。バリデーション時には PDD に記載される工場規模は、ひまわりの種の供給能力に合致したものであり、そのデータは PDD に記載され、公表できないデータはバリデーターに提示される。

以上により、本プロジェクトの工場規模は適正であり、適応可能条件(b)を立証出来ることから、オプション 2-3 が削除される。結果残ったオプションは、オプション 2-1 とオプション 2-2 である。

次に、ベースラインシナリオでプロジェクトが実施されないことを検証する。

BDF 工場の計画立案の段階で投資意思決定に利用されるバリア分析と経済性評価で追加生を確認する。方法論では、「“Tool for the demonstration and assessment of additionality” の“Step 3. Barrier analysis” と“Step 2. Investment analysis” を適用する。」としている。また、ベースラインシナリオがプロジェクト活動で実施されないことが、バリア分析で実証されない場合には投資分析を行うとしている。

本プロジェクトでは、エステル交換反応を起こさせる方法として、生産プロセスの基礎が確立しているアルカリ触媒法を採用しており、BDF 製造技術としては広く普及している。

通常、バイオ燃料では、食糧生産との拮抗が危惧されているが、本プロジェクトでは、米の裏作で乾季にひまわりを栽培し、あわせて、ひまわりと共生する菌根菌の働きにより、リンの吸収が高まり、稲の生育が旺盛する。この様に、栽培技術では技術的特長を有している。フィリピンではココナッツを原料とした BDF の製造と使用はスタートしているが、ひまわりの種を原料とした BDF の製造は行われておらず、初の試みである。しかし、これは食用油としての市場が形成されておらず、需要が無かったことに起因し、バリア分析での追加性の立証は困難である。

従って、“Tool for the demonstration and assessment of additionality” の投資分析で追加性を検証する。

“Tool for the demonstration and assessment of additionality” の

Step 2. 投資分析

Sub-step 2a. 分析法の決定

Sub-step 2b. Option II. 投資比較分析

Sub-step 2b. Option III. ベンチマーク分析

Sub-step 2c. 指標の計算及び比較

Sub-step 2d. 感度分析

Sub-step 2a. 分析法の決定

「Sub-step 2b. Option II. 投資比較分析」を採用する。

Sub-step 2b. Option II. 投資比較分析

「4.3 経済性分析」に投資比較分析を記載した。CER 収入が無いケー

スでは、表 4-12 に示すとおり IRR は 5.51% で、サンケアフューエ
ルス㈱の投資判断基準の 15% に達しない。

従って、ベースラインシナリオとして残った唯一のオプションは、
オプション 2-1 の現状維持である。。

また、CO₂ 1 トンあたり 13 \$ の収入があったケースでは、表 4-13
に示すとおり IRR は 18.4% に達して投資対象となり、プロジェク
トは実施される。

次に、ステージ 2 の Common Practice 分析 (Step 4 of the Additionality
Tool) を行った。

「もしホスト国において同じ種類のバイオ燃料の普及率が 10% 以上の場
合、なぜ CER の収入がなければプロジェクトを行うことができないのかを
証明する必要がある。」との条件が記載されている。本プロジェクトはひま
わりの種から BDF を製造する。フィリピンでは初めての取り組みであり、普
及率は 0% である。

従って、ベースラインシナリオとして、オプション 2-1 の現状維持が確認
された。

(2) ステージ 1 : ひまわりの種の供給とステージ 3 : BDF の消費

方法論では、ステージ : 2 が現状維持の場合、ステージ 1 : ひまわりの種
の供給とステージ 3 : BDF の消費も現状維持である。

以上より、たとえ他のバイオ燃料が市場に普及していたとしても、ベース
ラインシナリオは現状維持である。

3.6. 追加性の証明

追加性は、“Tool for the demonstration and assessment of additionality”
を適用し、バリア分析・投資分析を行い証明する。

本プロジェクトでは、以下の 2 つのバリアが考えられる。特に 2 つ目の経済的
バリアが非常に大きく、CER 収入がなければ、本プロジェクトは実施される
ない。

- ・技術的バリア：フィリピンでは、ひまわりからのバイオディーゼルの製造
が行われておらず、日本側の技術提供がなければ難しい。
- ・経済的バリア：「4.3 経済性分析」に投資比較分析を記載したとおり、C
ER 収入が無いケースでは、表 4-12 に示すとおり IRR は 5.51% で、サン
ケアフューエルス㈱の投資判断基準の 15% に達せず、投資の対象となら
ない。

3.7. プロジェクト実施機関

本プロジェクトは、2007年に設立予定である SCF Philippines を中心に実施する計画である。SCF Philippine は、サンケアフェューエルズ(株)が 50%、日本企業及び個人が 30%、プロジェクトに参加するフィリピン企業が 20%を出資し設立される予定で、バイオディーゼルの製造・販売を行い、本プロジェクトの実施者となる。

3.8. クレジット獲得期間

- ① プロジェクト実施期間：2007年から25年
- ② クレジット獲得期間： 2008年から7年間、その後、さらに7年間継続する。

3.9. プロジェクト実施による GHG 削減量及びリーケージ

計算に当たって、下記略号を使う。

- BDF : 本プロジェクトの BDF
- SF : 本プロジェクトの BDF 原料であるひまわりの種
- PD : B 本プロジェクトで DF が代替するディーゼル油
- HF0 : 本プロジェクトで B D F 工場で消費する燃料 (residual fuel oil)
- DM : ドライベース

3.9.1 ベースライン排出量

方法論に従い、ベースライン排出量の計算を行う。ベースライン排出量 BE_y は、本プロジェクトで消費される（または販売される）BDF を代替するディーゼル油が、ライフサイクルで排出する CO_2 量である。

ある年 y におけるバウンダリー内のベースライン排出量を BE_y とおくと、 BE_y は次の式で求められる。

$$BE_y = FC_{BDF, y} \times Q_y \times EF_{PD} \times F_{LCA} \quad (1)$$

ここで、

$FC_{BDF, y}$: non-Annex I におけるプロジェクトの B D F (100%) の年間使用量または販売量 [kilo-litre/yr]

Q_y : PD と B D F の単位容積あたりの熱量比[no dimension]. ((3) 式参照)

EF_{PD} : PD の CO_2 排出係数 [t CO_2 eq/kilo-litre]
= $CEF_{PD} \times NCV_{PD} \times DEN_{PD}$ (2a)

ここで;

CEF_{PD} : PD の CO₂ 排出係数 [[tCO₂eq/TJ]
 =74.1 tCO₂/TJ (2006 IPCC Vol. 2, Table 1.4)

NCV_{PD} : PD の真発熱量 [TJ/kilo tonne]
 =43.0 MJ/kg = 36.8 MJ/l (2006 IPCC Vol. 2, Table 1.2.)

DEN_{PD} : PD の密度 [tonne/kilo litre]
 =0.855 kg/kl (DEFRA (Oct. 2002, Annex A))

F_{LCA} : Life-cycle 係数
 = $(EF_{PD, WTT} + EF_{PD, TTW}) / EF_{PD, TTW}$ (2b)
 = $(0.293 + 2.723) / 2.723 = 1.11$

$EF_{PD, TTW}$: フィリピンの石油タンクから車までの (車での消費量のみ) LCA の CO₂ 排出量
 = $CEF_{PD} \times NCV_{PD} \times DEN_{PD}$
 = $74.1 (tCO_2/TJ) \times 43.0 (TJ/kton) \times 0.855 (ton/kl)$
 = $2.723 tCO_2/kl$ (IPCC のデフォルト値を使用)

$EF_{PD, WTT}$: 油田からフィリピンの石油タンクまでの LCA の CO₂ 排出量
 =292.7 gCO₂e/litre (AM00XX (NMB0129) Section L の emission factors)

Q_y は次の式で求められる。

$$Q = \frac{ECE}{ECP} = \frac{NCV_{BDF, y} \times DEN_{BDF, y}}{NCV_{PD} \times DEN_{PD}} \quad (3)$$

ここで:

Q : PD と BDF の単位容積あたりの熱量比
 ECE : BDF の単位容積あたり熱量 [MJ/litre]
 ECP : PD の単位容積あたり熱量 [MJ/litre]
 $NCV_{BDF, y}$: BDF の真発熱量 [MJ/ton]
 =39.6 MJ/kg (サンケアフューエルズ株式会社提供)
 NCV_{PD} : PD の真発熱量 [MJ/ton]
 =43.0 MJ/kg = 36.8 MJ/l (2006 IPCC Vol. 2, Table 1.2.)
 $DEN_{BDF, y}$: BDF の密度 [klitre /ton]
 =0.873 kg/kl (サンケアフューエルズ株式会社提供)
 DEN_{PD} : PD の密度 PD [klitre /ton]
 =0.855 kg/kl (DEFRA (Oct. 2002, Annex A))

BDF の生産量=消費量 (販売量) とした (表 3-7 参照)。2008 年から 2008 の 7 年間の BE_y を計算した。計算結果を表 3-8 に示す。

表 3-7 BDF生産量

年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
生産量 (ton/yr)	1,500	7,500	43,500	43,500	43,500	43,500	43,500

表 3-8 ベースライン排出量 BE_y

年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Baseline Emission (tCO ₂ /yr ha)	4,258	21,290	123,481	123,481	123,481	123,481	123,481

3.9.2 プロジェクト排出量

(1) ひまわり栽培時のトラクター等の燃料消費による CO₂ 排出量

ひまわり栽培時のトラクター等の燃料消費による CO₂ 排出量は下記の式で求められる。

$$PEA_{agri,y} = EF_{PD,LCA} \times F_{LCA} \times \frac{FE_{AG}}{Y_y} \quad (5)$$

$$PEA_{agri,y} = 2.723 \times 1.11 \times 1.5 / 2.0 = 2.3 \text{ [kgCO}_2\text{/tSF/yr]}$$

ここで;

PEA_{agri,y} : ひまわり栽培時のトラクター等の燃料消費による CO₂ 排出係数
[kgCO₂e / tonne of SF]

EF_{PD} : 燃料 (ディーゼル油) の CO₂ 排出係数 [[tCO₂e/TJ]
=2.723 [kgCO₂e/litre]

F_{LCA} : ディーゼル油の Life-cycle 係数 = 1.11 (式(2b)参照)

FE_{AG} : ひまわり畑の年間燃料消費量 [litre/ha]
=1.5 litre/ha (推定値。バリデーション時には、実績に基づく数値に置き換える。)

Y_y : 1 ha 当りのひまわりの種の収穫量 [tonnes of SF / ha]
= 2.0 tonnes of SF / ha (推定値。バリデーション時には、実績に基づく数値に置き換える。)

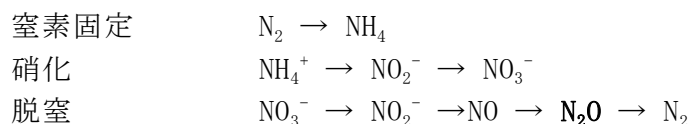
(2) ひまわり畑で化学肥料又は有機肥料を施した土中から直接排出される N₂O

以下の計算は、2006 IPCC Guidelines Vol. 4, Chapter 11. Section 11.2 に基づいて行った。

N₂O (一酸化二窒素・亜酸化窒素) は GWP が 310 であり、その排出源の一つ

は農地へ施された化学肥料と言われている。ひまわり畑に化学肥料又は有機肥料を施し、土壌中に窒素分が入ると、窒素がバクテリアによって硝化と還元を繰り返す窒素循環が行われ、その過程で N_2O が大気中に排出される。

窒素循環は窒素固定 (nitrogen fixation)、硝化(nitrification)、および脱窒(denitrification)により構成される。



これを Direct Soil N_2O emissions と称する。考え方を図 3-12 に示す。

土中から直接排出される N_2O は次の式で求められる。尚、今回の評価では、必要窒素肥料量を 60kg/ha とし、栽培初年度は全量化学肥料が施され、2年目以降はひまわりの茎等の残渣をコンポストにして施し、不足分を化学肥料で補った。そのため、栽培初年度と栽培2年目以降の $PEA_{fertD,y}$ の値は異なる。

$$PEA_{fertD,y} = \frac{N_2O_{direct} \times (44/28)}{Y_y} \times 310 \quad (6)$$

1) 栽培初年度	$PEA_{fertD,y} = 0.60 * (44/28) * 310 / 2.0$ $= 146.1 \text{ kg CO}_2\text{/tSF/yr}$
2) 栽培2年目以降	$PEA_{fertD,y} = 0.626 * (44/28) * 310 / 2.0$ $= 152.4 \text{ kg CO}_2\text{/tSF/yr}$

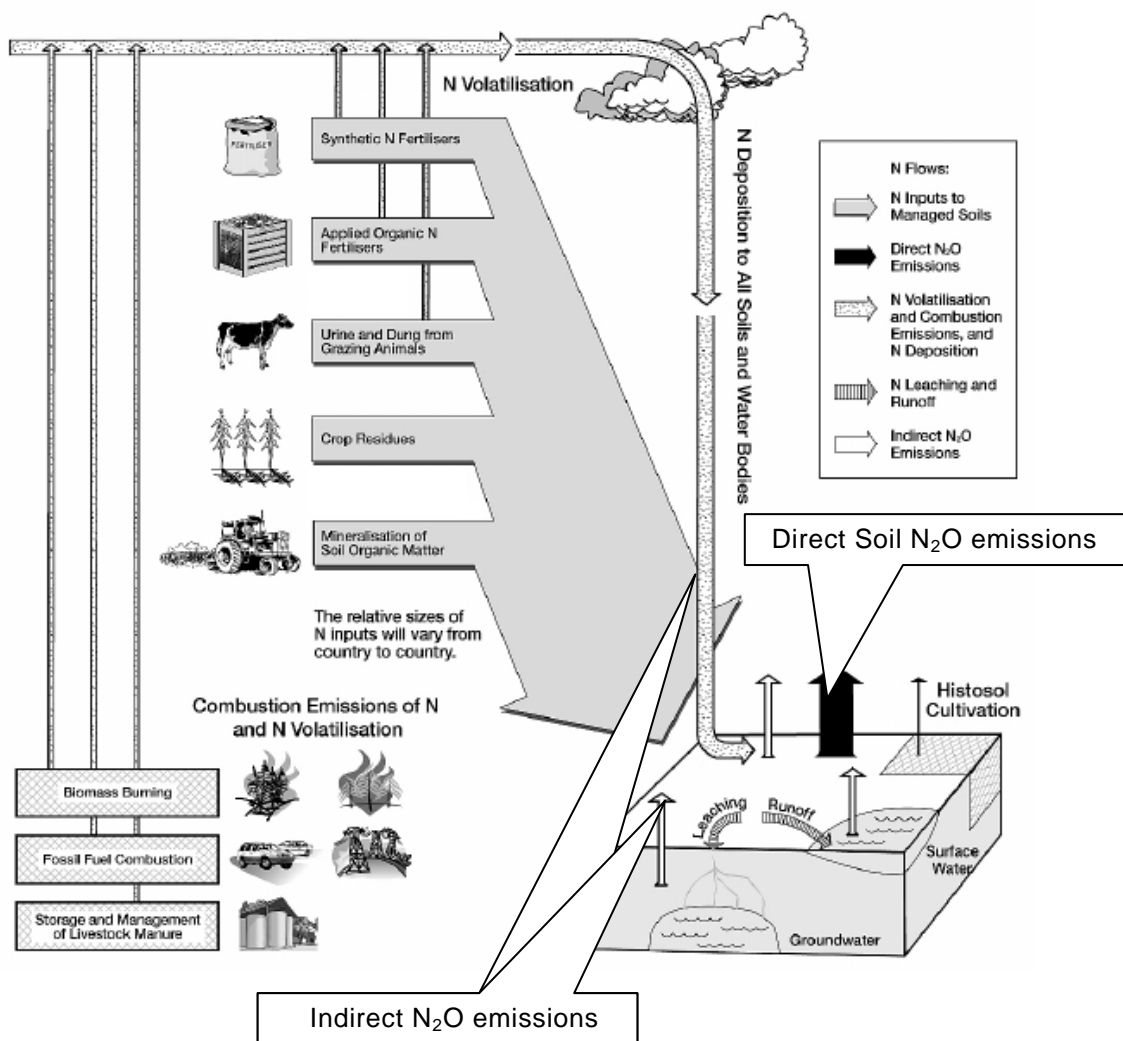
ここで；

$PEA_{fertD,y}$: 肥料使用によるNからの N_2O の直接排出での CO_2 排出係数
[kgCO₂e/tSF]

N_2O_{Direct} : 1年間に 1ha の農地の土中から直接排出される N_2O -の N 換算
 [kg-N/ha/yr]

Y_y : 1 ha 当りのひまわりの種の収穫量 [tonnes of SF / ha]
 = 2.0 tonnes of SF / ha (推定値。バリデーション時には、実績に基づく数値に置き換える。)

N_2O の分子量 = 44 N_2 の分子量 = 28 (N の分子量 = 14)



出展 : 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
 Chapter 11: N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions
 from Lime and Urea Application Figure 11.1 P11.8

図 3-12 Direct Soil N₂O emissions と Indirect N₂O emissions

N₂O_{Direct} は次の式で求められる。

$$N_{2}O_{Direct} = (F_{SN} + F_{Comp} + F_{CR}) \times EF_1 \quad (7)$$

1) 栽培初年度	$N_{2}O_{Direct} = (60.0 + 0 + 0) \times 0.010 = 0.60$ [kg-N/ha/yr]
2) 栽培 2 年目以降	$N_{2}O_{Direct} = (34.2 + 28.4 + 0) \times 0.010 = 0.63$ [kg-N/ha/yr]

ここで ;

N₂O_{direct} : 1 年間に 1ha の農地の土中から直接排出される N₂O の N 換算量
 [kg-N/ha/yr]

EF₁ : ひまわり畑に蓄積された N からの N₂O 排出係数。
 = 0.010 [kg N₂O-N/kg N input] (2006 IPCC Vol. 4 Table 11.1)

F_{SN} : 1 年間に 1ha の農地に施される化学肥料の N 量 [kg-N/ha/yr]
 = W_{SN,y} × NF_{SN} (8)

ここで;

W_{SN,y} : 農地に施肥された 1ha あたりの化学肥料量
 [kg-Fertilizer/ha/yr]

NF_{SF} : 化学肥料量の N 分

バリデーション時には、W_{SN,y} と NF_{SN} の実績値を用いる。また、化学肥料をサンケイフューエルズ株式会社より農家に直接提供することでモニタリングする。

=F_{Req} - F_{CR} (9)

ここで;

F_{Req} ; 土壌のタイプと農地の管理タイプに基づくひまわり栽培に必要な 1ha 当たりの N の量。 [kg-N/ha/yr].
 60.0 [kg-N/ha/yr]. として試算する。

F_{CR} ; 1 年間に 1ha の農地に戻された収穫されたひまわりの残渣 (茎等) に含まれる N 量 [kg-N/ha/yr]
 初年度 : 0 [kg-N/ha/yr]
 2 年目以降 : 25.8 [kg-N/ha/yr]・・・(11)式参照

従って

1) 栽培初年度	F _{SN} = 60.0 - 0 = 60 [kg-N/ha/yr]
	• F _{Req} = 60.0 [kg-N/ha/yr]
	• F _{CR} = 0 [kg-N/ha/yr]
2) 栽培 2 年目以降	F _{SN} = 60.0 - 25.8 = 34.2 [kg-N/ha/yr]
	• F _{Req} = 60.0 [kg-N/ha/yr]
	• F _{CR} = 25.8 [kg-N/ha/yr]

F_{Comp} : 1 年間に 1ha の農地に施されたコンポストに含まれる N 量
 [kg-N/ha/yr]

F_{CR} の 110% がコンポストに相当するとして試算。

= F_{CR} × 1.1 = 25.8 × 1.1 = 28.4 [kg-N/ha/yr] (10)

従って

1) 栽培初年度	F _{comp} = 0 [kg-N/ha/yr]
2) 栽培 2 年目以降	F _{Comp} = 28.4 [kg-N/ha/yr]

F_{CR} : 1 年間に 1ha の農地に戻された収穫されたひまわりの残渣 (茎等) に含まれる N 量 [kg-N/ha/yr]

= Crop × (1 - AF_{burnt} × C_f) × Frac_{Renew} × [(R_{AG} × N_{AG}) × (1 - Frac_{Removed,y}) + R_{BG} × N_{BG}] (11)

$$= 1.76 \times (1 - 0 \times 0.8) \times 1 \times [(1.59 \times 0.006 \times (1 - 0) + 0.57 \times 0.009)]$$

$$= 25.8 [\text{kg-N/ha/yr}] \rightarrow 0 [\text{kg-N/ha/yr}]^3$$

ここで；

Crop ; 1年間に1haの農地で収穫されたひまわりの種の量
[t DM/ha/yr]

$$= Y_y \times \text{FDM}_{\text{Crop}} = 2.0 \times 0.88 = 1.76 [\text{t DM/ha/yr}]$$

(12)

ここで；

Y_y ; ひまわりの収穫量 2.0 [t Crop/ha/yr]
バリデーション時のPDDは実績値を置く。

FDM_{Crop} ; ひまわりの収穫量のドライベースへの換算率 0.88. (2006 IPCC Vol. 4, Table 11.2)

$\text{AF}_{\text{burnt}} \times C$; ひまわりの収穫後、野焼きは行われないので”0”。

$\text{Frac}_{\text{Renew}}$; 1年間に植える割合。ひまわりは1年そうなので1。

R_{AG} ; ドライベースの収穫されたひまわり種量の地表の残渣部分 (AG_{DM}) の割合 [kg DM/kg DM]

$$= \text{AG}_{\text{DM}} / \text{Crop} = 2.80 / 1.76$$

$$= 1.59 [\text{kg DM/kg DM-Crop}]$$

(13)

ここで；

AG_{DM} ; 乾燥ベースの地表部分の残渣量

$$= \text{Crop} \times \text{slope} + \text{intercept}$$

$$= 1.76 \times 1.09 + 0.88 = 2.80 [\text{tDM/ha}]$$

(14)

slope ; AG_{DM} 計算の勾配: 1.09

(2006 IPCC Vol. 4 Table 11.2)

Intercept ; AG_{DM} 計算の接線 0.88

(2006 IPCC Vol. 4 Table 11.2)

N_{AG} ; 収穫されたひまわりの地表の残渣部分のN分 [t N/t residues DM]

$$= 0.006 [\text{t N/t residues DM}]$$

(2006 IPCC Vol. 4 Table 11.2)

$\text{Frac}_{\text{Removed}, y}$ [kgN/kgcropN]; 地表部分の残渣は全てコンポストに回され、転用される部分は”0”。

R_{BG} ; ドライベースの収穫されたひまわりの地下の残渣部分の割合 [kg DM/kg DM]

$$= R_{\text{BG-Bio}} \times (\text{AG}_{\text{DM}} + \text{Crop}) / \text{Crop} = 0.22 \times (2.80 + 1.76) / 1.76$$

$$= 0.57 [\text{kg DM/kg DM-Crop}]$$

(15)

³ ひまわりの残渣（茎等）はコンポストにされたとして“0”として計上、コンポストの F_{Comp} に 25.8 [kg-N/ha/yr] を計上する。

ここで

R_{BG-Bio} ; ひまわりの収穫量（種＋残渣）に対する地下部分の残渣の割合。

= 0.22 (2006 IPCC Vol. 4 Table 11.2)

N_{BG} ; 収穫されたひまわりの地下の残渣部分の N 分
[t N/t residues DM]

= 0.009 [t N/t residues DM]

(2006 IPCC Vol. 4 Table 11.2)

従って

1) 栽培初年度	$F_{CR} = 0$ [kg-N/ha/yr]
2) 栽培 2 年目以降	$F_{CR} = 0$ [kg-N/ha/yr]

(3) ひまわり畑で化学肥料又は有機肥料を施した土中から間接的・直接排出される N_2O

以下の計算は、2006 IPCC Guidelines Vol. 4, Chapter 11. Section 11.2 に基づいて行った。

ひまわり畑に施された化学肥料又は有機肥料の窒素の一部は、アンモニア等の形で大気中に放出され、その一部は N_2O に変化する。

これを、Indirect N_2O emissions と称する。考え方を図 3-12 に示す。

土中から間接的に排出される N_2O は次の式で求められる。

$$PEA_{fertI,y} = \frac{N_2O_{indirect,y}}{Y_y} \times (44/28) \times 310 \quad (16)$$

1) 栽培初年度	$PEA_{fertI,y} = 0.06 \times (44/28) \times 310 / 2.0$ = 14.6 [kgCO ₂ e/tSF]
2) 栽培 2 年目以降	$PEA_{fertI,y} = 0.09 \times (44/28) \times 310 / 2.0$ = 22.2 [kgCO ₂ e/tSF]

ここで；

$PEA_{fertI,y}$: 肥料使用による N からの N_2O の間接的排出での CO₂ 排出係数
[kgCO₂e/tSF]

Y_y : 1 ha 当りのひまわりの種の収穫量 [tonnes of SF / ha]
= 2.0 tonnes of SF / ha (推定値。バリデーション時には、実績に基づく数値に置き換える。)

$N_2O_{indirect}$: 間接的に排出される N_2O の N 換算量 [kgN/ha/yr]

$N_2O_{(ATD),y}$: 肥料から揮発し NO_x、NH₄ として大気圏に堆積しその後 N_2O に変化した量 [kgN/ha/yr]

$$N_2O_{indirect,y} = N_2O_{(ATD),y} = 0.06 \text{ [kgN/ha/yr]}$$

$$N_2O_{(ATD), y} = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + (F_{Comp} * Frac_{GASM})] * EF_4 \quad (17)$$

ここで；

F_{SN} : 1年間に1haの農地に施されるされる化学肥料のN量[kg-N/ha/yr]

栽培初年度

$$F_{SN} = 60.0 \text{ [kg-N/ha/yr]} \quad (9) \text{ 式の結果参照}$$

栽培2年目以降

$$F_{SN} = 34.2 \text{ [kg-N/ha/yr]} \quad (9) \text{ 式の結果参照}$$

$Frac_{GASF}$: NH_3 、 NO_x として揮発する化学肥料の量

$$= 0.1 \text{ t(NH}_3\text{+NO}_x\text{)-N/tN} \quad (2006 \text{ IPCC Vol. 4 Table 11.3})$$

F_{Comp} : 1年間に1haの農地に施されたコンポストに含まれるN量[kg-N/ha/yr]

栽培初年度

$$F_{Comp} = 0.0 \text{ [kg-N/ha/yr]} \quad (10) \text{ 式の結果参照}$$

栽培2年目以降

$$F_{Comp} = 28.4 \text{ [kg-N/ha/yr]} \quad (10) \text{ 式の結果参照}$$

$Frac_{GASM}$: NH_3 、 NO_x として揮発する有機肥料の量

$$= 0.2 \text{ t(NH}_3\text{+NO}_x\text{)-N/tN} \quad (2006 \text{ IPCC Vol. 4 Table 11.3})$$

EF_4 : 大気圏のひまわり畑の土壌・水に起因するNからの N_2O 排出係数= 0.010 t N_2O /t(NH_3 + NO_x)-N volatilised

$$(2006 \text{ IPCC Vol. 4 Table 11.3})$$

(4) ひまわり農場からBDF工場までの輸送によるCO₂排出量

ひまわり農場からBDF工場までの輸送によるCO₂排出量 $PET_{SF, y}$ は、下記式から求められる。この排出量は、BDF製造量に比例する。

$$PET_{SF, y} = \frac{AD_{SF} \times FE_{SF} \times EF_{PD} \times F_{LCA} \times \beta}{TC_{FS} \times 1,000} \quad (18)$$

$PET_{SF, y}$	=	$\frac{200 \times 0.15 \times 2.723 \times 1.11 \times 1}{16 \times 1,000}$
	=	6.5 [kgCO ₂ e / tonne of sunflower seeds]

ここで；

$PET_{SF, y}$: ひまわり農場からBDF工場までの輸送によるCO₂排出係数
[kgCO₂e / tSF]

AD_{SF} : 農場から工場までの平均往復距離
= 200 [km] (中部ルソンの栽培地からスービックまでの平均距離)

$FE_{PD, SF}$: 燃費= 1.5 [litre/km] (Revised IPCC Guideline for National GHG Inventories, Reference Manual, Table 1-39)

EF_{PD} : トラック燃料のCO₂排出係数

$$\begin{aligned}
 EF_{PD} &= CEF_{PD} \times NCV_{PD} \times DEN_{PD} \\
 &= 74.1 \text{ (tCO}_2\text{/TJ)} \times 43.0 \text{ (TJ/kton)} \times 0.855 \text{ (ton/kl)} \\
 &= 2.723 \text{ tCO}_2\text{/kl}
 \end{aligned}$$

F_{LCA} : ライフサイクル係数

$$F_{LCA} = (EF_{PD,TTW} + EF_{PD,TTW}) / EF_{PD,TTW} = (0.293 + 2.723) / 2.723 = 1.11$$

TC_{SF} : トラック積載量 14 [tonnes]

β : トラックの積載貨物に占めるひまわりの割合 = 1.

(5) フィールド (BDF 製造過程) での CO₂ 排出量

フィールド (BDF 製造過程) の CO₂ 排出係数は以下の式で求められる。

$$EFF_{SF,y} = PEA_{agri,y} + PEA_{fertD,y} + PEA_{fertI,y} + PET_{SF,y} \quad (19)$$

ここで、

$EFF_{SF,y}$: フィールド (BDF 製造過程) での CO₂ 排出係数
[kgCO₂e / tonne of SF]

$PEA_{agri,y}$: ひまわり栽培時のトラクター等の燃料消費による CO₂ 排出係数
[kgCO₂e / tonne of SF]

$PEA_{fertD,y}$: 肥料使用による N からの N₂O の直接排出での CO₂ 排出係数
[kgCO₂e/tSF]

$PEA_{fertI,y}$: 肥料使用による N からの N₂O の間接的排出での CO₂ 排出係数
[kgCO₂e/tSF]

$PET_{SF,y}$: ひまわり農場から BDF 工場までの輸送による CO₂ 排出量
[kgCO₂e / tSF]

フィールド (BDF 製造過程) での CO₂ 排出係数は以下のとおりである。初年度では、肥料は全量化学肥料であり、2 年目以降はひまわりの残渣である茎等をコンポストとして主に施し、不足分を化学肥料で施す。このため、 $PEA_{fertD,y}$ と $PEA_{fertI,y}$ の初年度と 2 年目以降の数値が異なる。

表 3-9 フィールド (BDF 製造過程) の CO₂ 排出係数

単位 : kgCO₂e/tSF

	初年度	2 年目以降
$PEA_{agri,y}$	2.3	2.3
$PEA_{fertD,y}$	146.1	152.4
$PEA_{fertI,y}$	14.6	22.2
$PET_{SF,y}$	6.5	6.5
合計	169.5	

表 3-10 フィールド (BDF 製造過程) の CO₂ 排出

年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
BDF 製造量 (ton/yr)	1,500	7,500	43,500	43,500	43,500	43,500	43,500
(%)	3.4%	17.2%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
栽培面積 (ha)	2,041	10,204	59,181	59,181	59,181	59,181	59,181
PEA _{agri,y}	0.078	0.390	2.262	2.262	2.262	2.262	2.262
PET _{SF,y}	0.223	1.114	6.463	6.463	6.463	6.463	6.463
栽培面積 (ha)	1 st yr	2,041	8,163	48,977	0	0	0
	2 nd yr	0	2,041	10,204	59,181	59,181	59,181
PEA _{fertD,y}	1st yr	5.039	20.158	120.946	0.000	0.000	0.000
	2nd yr	0.000	5.256	26.281	152.431	152.431	152.431
PEA _{fertI,y}	1st yr	0.504	2.016	12.095	0.000	0.000	0.000
	2nd yr	0.000	0.764	3.821	22.160	22.160	22.160
フィールド排出係 数 (kgCO ₂ /tBM)	5.844	29.698	171.867	183.316	183.316	183.316	183.316
フィールド排出量 (PE1-PE4) (tCO ₂ /yr)	24	606	20,342	21,697	21,697	21,697	21,697

(6) BDF 製造工場での燃料燃焼による CO₂ 排出量

BDF 製造プロセスでの燃料燃焼による CO₂ 排出量は、下記の式で求められる。工場での電力消費は、leakage. でカウントする。

$$PEP_{BDF,y} = FCP_{HF0,y} * EF_{HF0} * F_{LCA} \quad (20)$$

ここで；

PEP_{BDF,y} : BDF 製造で重油を燃焼による年間 CO₂ 排出量 [tCO₂e/y]
(PE5)

FCP_{HF0,y} : BDF 製造工場での年間重油消費量 [kl/y]

EF_{HF0} : 重油の CO₂ 排出係数=. 3.09 [tCO₂e/kl HF0]

F_{LCA} : Life cycle correction factor. Set 1.11 [No dimension]

表 3-11 BDF 製造工場での燃料 (重油) 消費量

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
BDF製造量・販売量	1,500 kl/year	7,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year
重油消費量	41.7 t/year	203.6 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year	1,155.4 t/year

(7) エンドユーザーまでの BDF 輸送による CO₂ 排出量

エンドユーザーまでの BDF 輸送・ブレンドによる CO₂ 排出量は、下記の式

で求められる。

$$PET_{BDF,y} = AD_{BDF,y} * (FC_{BDF,y} / TC_{BDF}) * FE_{PD,BDF} * EF_{PD} * F_{LCA} * TEC_y \quad (21)$$

ここで；

- $PET_{BDF,y}$: エンドユーザーまでのBDF輸送・ブレンドによるCO₂排出量
[tCO₂e/y]
(PE7)
- AD_{BDF} : BDF工場(スービック)から消費地(マニラ)までの往復輸送距離=280 [km/yr]
- $FC_{BDF,y}$: BDF製造量 [kl/y]
- TC_{BDF} : タンクローリーの積載容量
= 16 [kl] (Common tank car capacity at the project area)
- EF_{PD} : タンクローリーの燃料のCO₂排出係数 = 2.723 [tCO₂/l]
- F_{LCA} : ライフサイクル係数 = 1.11 [No dimension]
 $EF_{PD,TTW} = CEF_{PD} \times NCV_{PD} \times DEN_{PD}$
= 74.1 (tCO₂/TJ) × 43.0 (TJ/kton) × 0.855 (ton/kl) = 2.723 tCO₂/kl
 $F_{LCA} = (EF_{PD,TTW} + EF_{PD,TTW}) / EF_{PD,TTW} = (0.293 + 2.723) / 2.723 = 1.11$
- FE_{BDF} : タンクローリー車の燃費 = 0.15 [l/km]
(Section 3.7.3 of "Life cycle Inventory Analysis of Fossil Enrgies in Japan" http://eneken.ieej.or.jp/en/data/old/pdf/e161_01.pdf)
- $TEC_{BDF,y}$: Whether the calculation of transport emissions required. Set 1

(8) プロジェクト排出量

プロジェクトの排出量は、フィールドの排出量(表3-10)とPE5とPE7の合計である。表3-12に示す。

表 3-12 プロジェクト排出量

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
フィールド (tCO ₂ /yr)	24	606	20,342	21,697	21,697	21,697	21,697
PE5	138	690	4,001	4,001	4,001	4,001	4,001
PE7	12	59	344	344	344	344	344
PE	174	1,355	24,688	26,043	26,043	26,043	26,043

3.9.3 リークージ排出量

リークージは、BDF工場の電力消費、ひまわり畑に施す化学肥料、BDFの原料のメタノールであり、下記の式で求める。

$$LE_y = LE_{EL,y} + LE_{SN,y} + LE_{Me,y} \quad (22)$$

ここで；

- LEP_{EL, y} : B D F 製造プラントで消費する電力を供給する発電所の CO₂ 排出量 [tCO₂e/yr]
 (LE1)
- LEP_{SN} : ひまわり畑で消費する化学肥料の製造にともなう CO₂ 排出量 [tCO₂e/yr]
 (LE2)
- LEP_{Me, y} : B D F 製造で消費する原料のメタノールの製造にともなう CO₂ 排出量 [tCO₂e/yr]
 (LE4)

(1) BDF 製造プラントで消費する電力を供給する発電所の CO₂ 排出量

BDF 製造プラントで消費する電力を供給する発電所の CO₂ 排出量は下記の式で求められる。

$$LEP_{EL, y} = ECP_{BDF, y} * EF_{EL} \quad (23)$$

ここで；

- LEP_{EL, y} : BDF 製造プラントで消費する電力を供給する発電所の CO₂ 排出量 [tCO₂e/yr]
- ECP_{BDF, y} : BDF 製造プラントで消費する電力量 [MWh/y]
- EF_{EL} : ルソン地域の Grid の CO₂ 排出係数 = 0.522 [kgCO₂e/MWh]
 (CDM Baseline Construction for The Electricity Grids in the Philippines Klima Climate Change Center)

表 3-13 BDF 工場の電力消費量

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
BDF製造量・販売量	1,500 kl/year	7,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year	43,500 kl/year
電力消費量	804.2 MWh/y	3,934.6 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y	22,615.9 MWh/y

(2) ひまわり畑で消費する化学肥料の製造にともなう CO₂ 排出量

ひまわり畑で消費する化学肥料の製造にともなう CO₂ 排出量は下記の式で求められる。

$$LEP_{SN \text{ per area}} = EFP_{SN} \times F_{SN} \times W_{SF, y} / (Y_y \times A_{Field}) = EFP_{SN} \times F_{SN} \quad (24)$$

ここで；

- LEP_{SN, y} : 化学肥料の製造にともなう CO₂ 排出量 [t CO₂e/yr]
- EFP_{SN} : 化学肥料の製造にともなう CO₂ 排出係数
 = 4.02 [kgCO₂e/kg fertilizer] (Wood & Cowie (2004))
- F_{SN} : ひまわり畑の窒素化学肥料消費量 [t N]

- 栽培初年度の窒素化学肥料 平均消費量 (9式)参照 ; 60.0 [kgN/ha]
 栽培2年目以降の窒素化学肥料 平均消費量 (9式)参照 ; 34.2 [kgN/ha]

表 3-14 窒素化学肥料消費量

Year		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
栽培面積 (ha)	1 st yr	2,041	8,163	48,977	0	0	0	0
	2 nd yr	0	2,041	10,204	59,181	59,181	59,181	59,181
	Total	2,041	10,204	59,181	59,181	59,181	59,181	59,181
窒素肥料 (t-N)	1 st yr	122,443	279,169	0	0	0	0	0
	2 nd yr	0	69,792	348,962	2,023,978	2,023,978	2,023,978	2,023,978
	Total	122,443	348,962	348,962	2,023,978	2,023,978	2,023,978	2,023,978

(3) BDF 製造で消費する原料のメタノールの製造にともなう CO₂ 排出量

BDF 製造で消費する原料のメタノールの製造にともなう CO₂ 排出量は下記の式で求められる。

$$EP_{Me, y} = EFP_{Me} * FS_{Me, y} \quad (25)$$

ここで、

LEP_{Me, y} ; BDF 製造で消費する原料のメタノールの製造にともなう CO₂ 排出量 [tCO₂e/yr]

EFP_{Me} ; メタノールの製造にともなう CO₂ 排出係数
= 2.0 [tonCO₂e/tonMethanol]

(or methanol production, Presentation by M. Appl at the 1998 World Conference held in Frankfurt. For others, use reputable literature.)

FS_{Me, y} ; BDF 製造のために新規に投入されるメタノール量 [ton/yr]

表 3-15 BDF 工場のメタノール（新規投入分）消費量

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
BDF製造量・販売量	1,500 kl/y	7,500 kl/y	43,500 kl/y	43,500 kl/y	43,500 kl/y	43,500 kl/y	43,500 kl/y
メタノール(新規投入分)	145.3 t/y	726.3 t/y	4,212.3 t/y	4,212.3 t/y	4,212.3 t/y	4,212.3 t/y	4,212.3 t/y

(4) リークエージの CO₂ 排出量

リークエージの CO₂ 排出量を表 3-16 に示す。

表 3-16 リークエージの CO₂ 排出量

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
LE1	407	2,035	11,805	11,805	11,805	11,805	11,805
LE2	492	2,249	13,215	8,133	8,133	8,133	8,133
LE4	291	1,453	8,425	8,425	8,425	8,425	8,425
Total LE	1,190	5,737	33,446	28,363	28,363	28,363	28,363

3.9.4 本プロジェクトのCO₂削減量

ある年 y における排出削減量を ER_y とおくと、 ER_y は次のように表される。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L$$

本プロジェクトのCO₂削減量を表 3-17 に示す。

表 3-17 本プロジェクトのCO₂削減量

単位 : tonnes of CO₂e

Year	プロジェクト活動による CO ₂ 排出量 (PE _y)	ベースラインの CO ₂ 排出量 (BE _y)	リーケージの CO ₂ 排出量 (L)	CO ₂ 削減効果 (ER _y)
2008	174	4,258	1,190	2,894
2009	1,355	21,290	5,737	14,197
2010	24,688	123,481	33,446	65,347
2011	26,043	123,481	28,363	69,075
2012	26,043	123,481	28,363	69,075
2013	26,043	123,481	28,363	69,075
2014	26,043	123,481	28,363	69,075
Total	130,389	642,951	153,823	358,738

3.10. モニタリング計画

モニタリング方法論に従い、本プロジェクトでのモニタリングを行う。ひまわり栽培サイト、BDF 製造プラントでモニタリングされる項目を以下にまとめる。

(1) BDF 製造プラント

$FP_{BDF,y}$: BDF の生産量 [kL/yr]

モニタリング箇所・ソース ; B D F プラント出口の集計機能のある流量計を計測。

測定記録 ; 連続して計測。毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$FC_{BDF,y}$: BDF の特定ユーザーまたは市場で販売または消費された量 [kL/yr]

モニタリング箇所・ソース ; レシートによる販売記録をその日の終わりに集計。また、B D F プラント出荷ラインの集計機能のある流量計のデータを計測。

測定記録 ; 毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$DEN_{BDF,y}$: BDF の密度 [ton/m³]

モニタリング箇所・ソース；BDFプラント出荷ラインで毎日1回サンプリング
測定記録；毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$NCV_{BDF,y}$ ：BDFの熱量 [TJ/Gg = MJ/kg]
モニタリング箇所・ソース；BDFプラント出荷ラインで毎日1回サンプリング
測定記録；毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$FCP_{HFO,y}$ ：BDF製造工場の重油消費量 [ton/yr]
モニタリング箇所・ソース；集計機能と温度補正のある流量計
測定記録；連続して計測。毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$ECP_{BDF,y}$ ：BDF製造工場の電力消費量 [MWh/y]
モニタリング箇所・ソース；電力会社の請求明細書
測定記録；請求明細書を受け取り次第、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$FS_{Me,y}$ ：BDF製造工場のソースノール消費量（新規投入量） [kL/yr]
モニタリング箇所・ソース；BDFプラント出口の集計機能のある流量計を計測。
測定記録；連続して計測。毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

(2) ひまわり栽培サイト

$W_{SF,y}$ ：BDF原料のひまわりの種 [ton/yr]
モニタリング箇所・ソース；ひまわりの種の購買記録
測定記録；契約農家からひまわりの種を受け取り次第、直ちに重量を測定する。データを記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$A_{field,y}$ ：ひまわりの栽培面積 [ha]
モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書
測定記録；契約農家の栽培報告書を手し、栽培面積を集計して、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

Y_y ：ひまわりの種の平均収穫量 [ton/ha]
モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書
測定記録；契約農家の栽培報告書を手し、平均収穫量を集計して、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$W_{SN,y}$ ：栽培面積あたりの窒素化学肥料の施肥量 [kg/ha/yr]
モニタリング箇所・ソース；窒素化学肥料の購買記録、契約農家への供

給記録と栽培報告書。（契約農家へは、サンケアフューエルズ株式会社
が肥料を購入して供給する。）

測定記録；契約農家の栽培報告書入手し、窒素化学肥料の購買記録、
契約農家への供給記録とを集計して、施肥量と施肥箇所を記録紙
に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$Frac_{removed,y}$ ：ひまわりの茎等残渣で、コンポストしなかった量。

[No dimension]

モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書と契約農家への聞き
取り調査

測定記録；契約農家の栽培報告書入手し、さらに契約農家にひまわり
の茎等残渣利用について聞き取り調査を行い、記録紙に記入する
とともに電子媒体でデータ保存。

$A_{burnt,y}$ ：ひまわり栽培地の野焼き面積。[ha]

モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書と契約農家への聞き
取り調査

測定記録；契約農家の栽培報告書入手し、さらに契約農家に野焼きに
ついて聞き取り調査を行い、記録紙に記入するとともに電子媒体
でデータ保存。

3.11. 環境影響及びその他の間接影響

3.11.1 環境影響評価

BDF 製造プラントは、Central Luzon region のスービック湾自由貿易港・特
別経済区に建設予定である。

EIA 実施については、DENR の環境管理局 (Environmental Management Bureau :
EMB) が担当しており、本プロジェクトは、地方環境管理局である SBMA の Ecology
Centr が審査し、許可をだす。EIA は、DENR の認可を受けたコンサルティングが
実施する。

EIA は、1978 年に EO 1586 によって制定されたもので、環境上重要なプロジ
ェクト及び環境上重要な地域におけるプロジェクトは建設前に Environmental
Clearance Certificate (ECC) を取得する必要があることを規定している。EIA レ
ポートは、プロジェクトの概要と評価要素の記載、環境影響の抽出、環境影響の
予測・評価、対策の策定、モニタリング及び実施計画から構成される。

3.12. 工場建設サイトの環境影響

(1) 生態系への影響

本プラントは、既に整地されている工場用地に建設する。従って、新たに
森林伐採や農地を整備することはない。

(2) 排水基準

水質汚濁防止対策関連の法規の最新版のものは1990年3月20日に公布されたDENR行政命令第34号1990年シリーズ「1978年NPCC規則規制第3章第68条及び第69条を補足する利水分類と水質環境基準改定版」(DENR Administrative Order No.34, Series of 1990、Revised Water Usage and Classification / Water Quality Criteria Amending Section No: 68 and 69, Chapter III of the 1978 NPCC Rules and Regulations)及びDENR行政命令第35号1990年シリーズ「1982年排水基準を補足・改定する1990年排水基準改定版」(DENR Administrative Order No. 35, Series of 1990, Revised Effluent Regulations of 1990, Revising and Amending the Effluent Regulations of 1982)である。

DENR行政命令第34号では、利水を①河川・湖及び貯水池等の淡水域と②沿岸水域及び海域に分類している。本プロジェクトサイトは沿岸水域及び海域はに該当する。同域は、Class SA、SB、SC及びSDの4種類に区分されており、有機汚濁物質等の水質環境基準を定めている。

本プロジェクトサイトは、Class SDの「工業用水2級(冷却など)」に該当する。(表3-18参照)

表 3-18 沿岸水域及び海水域の利水目的の分類

分類	利水目的
Class SA	1) 商業目的の貝類の繁殖・生存・捕獲に適した水 2) 観光地域と大統領布告第1801号により設置されている国立海公園及び保護地域 3) 関係法律・機関によって指定された珊瑚礁公園及び保護地域
Class SB	1) レクリエーション用水1級(水浴び、水泳、スキューバダイビングなどのために通常は公衆によって利用される地域) 2) 水産1級(Chanos chanos別名Bangusとその他同種の産卵場)
Class SC	1) レクリエーション用水2級(ボートなど) 2) 水産2級(商業及び生計漁業) 3) 魚類と野生生物サンクチュアリーに指定された湿地または／かつマングローブ
Class SD	1) 工業用水2級(冷却など) 2) その他の沿岸水及び海水

出展 : DENR Administrative Order No. 34, Series of 1990; Revised Water Usage and Classification / Water Quality Criteria Amending Section Nos: 68 and 69, Chapter III of the 1978 NPCC Rules and Regulations Criteria of Water Use Regulation (EMB・DENR、1990年3月20日発行)

排水処理基準は下記のとおりである。

表 3-19 沿岸水域・海水域における外観と酸素要求量に寄与する一般
及びその他の汚染物質水質 環境基準(a)

項目	単位	Class SA	Class SB	Class SC	Class SD
色度	PCU	(C)	(C)	(C)	(C)
温度摂氏 上昇分(d)	°C	3	3	3	3
P H		6.5~ 8.5	6.0~8.5	6.0~8.5	6.0~ 9.0
溶存酸素 最低 (e)	% sath	70	70	70	50
	Mg/l	50	50	50	20
BOD (5日 20°C)	Mg/l	3	5	7 (10)	-
全浮遊物 (TSS)	Mg/l	(f)	(g)	(g)	(h)
界面活性剤 (MBAS)	Mg/l	0.2	0.3	0.5	-
油分 (エステル抽出法)	Mg/l	1	2	3	5
フェノール類	Mg/l	nil	0.01	(1)	-
全大腸菌	MPN/100ml	70 (m)	1,000 (m)	5,000 (m)	-
糞便性大腸菌	MPN/100ml	nil	200 (m)	-	-
銅	Mg/l	-	0.02 (n) (0)	0.05 (0)	-

(c) 不自然な原因による尋常な変色がないこと

(d) 各月の平均気温に比較して許される温度差。この差は排出口よりも前の段階のある地点で記録された各日の最高温度の1カ月以上にわたる平均値によるものとする
(e) 午前9時から午後4時の間にとられたサンプル

(f) 30%以下の増加

(g) 30mg/l 以下の増加

(h) 60mg/l 以下の増加

出展 : DENR Administrative Order No. 34, Series of 1990; Revised Water Usage and Classification / Water Quality Criteria Amending Section Nos: 68 and 69, Chapter III of the 1978 NPCC Rules and Regulations Criteria of Water Use Regulation (EMB・DENR、1990年3月20日発行)

また同様に一般及びその他の汚染物質について、やはり保護水域カテゴリー I、同 II、淡水クラス C、淡水クラス D、海水クラス S C 及び海水クラス S D・その他の分類されていない水域の6分類において、それぞれ既設、新設の施設に分けて定めている。これらについては、表 3-21 及び表 3-22 示した。

フィリピン国内で操業する工場等は、これらの排水基準を遵守することが求められるが、DENR が定めている淡水域等の分類にしたがって該当する排水基準をチェックする必要がある。

表 3-20 公衆衛生保護のための沿岸水・海水における有害物質
及び有毒物質の水質環境基準

項目	単位	Class SA	Class SB	Class SC	Class SD
ヒ素 (i)	Mg/l	0.05	0.05	0.05	-
カドミウム (i)	Mg/l	0.01	0.01	0.01	-
6価クロム (i)	Mg/l	0.05	0.1	0.1	-
シアン化物	Mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05
鉛 (i)	Mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05
総水銀 (i)	Mg/l	0.002	0.002	0.002	0.002
有機リン酸塩	Mg/l	nil	nil	nil	nil
アルドリア	Mg/l	0.001	-	-	-
DDT	Mg/l	0.05	-	-	-
ディルドリン	Mg/l	0.001	-	-	-
ヘプタクロール	Mg/l	Nil	-	-	-
リンデン	Mg/l	0.004	-	-	-
トクサファン	Mg/l	0.05	-	-	-
メトキシクル	Mg/l	0.10	-	-	-
クロルデン	Mg/l	0.03	-	-	-
エンドリン	Mg/l	Nil	-	-	-
PCB	Mg/l	0.01	-	-	-

(i) 自然状態の濃度が高い場合はこれを適応しない。これを優先し、基準とする

出展：DENR Administrative Order No. 34, Series of 1990; Revised Water Usage and Classification / Water Quality Criteria Amending Section Nos: 68 and 69, Chapter III of the 1978 NPCC Rules and Regulations Criteria of Water Use Regulation (EMB・DENR、1990年3月20日発行)

表 3-21 排水基準：有害及びその他の有毒物質（公衆衛生保護のための最大値）(a)

単位：mg/l

項目	海水 SC 級		海水 SD 級	
	既設	新設	既設	新設
ヒ素 (i)	1.0	0.5	1.0	0.5
カドミウム (i)	0.2	0.1	0.5	0.2
6価クロム (i)	0.5	0.2	1.0	0.5
シアン化物	0.5	0.2	-	-
鉛 (i)	1.0	0.5	-	-
総水銀 (i)	0.005	0.005	-	-
PCB	0.003	0.003	0.003	-
ホルムアルデヒド	2.0	1.0	-	-

(a) 記されているものを除き、数値はすべて最大値であり、この値を超えてはならない。

出展：DENR Administrative Order No. 35, Series of 1990; Revised Effluent Regulations of 1990, Revising and Amending the Effluent Regulations of 1982 (EMB・DENR、1990年3月20日発行)

表 3-22 排水基準：一般及びその他の汚染物質

項目	単位	海水 SC 級		海水 SD 級	
		既設	新設	既設	新設
色度	PCU	(C)	(C)	(C)	(C)
温度摂氏 上昇分	°C	3	3	3	3
PH		6.0~9.0	6.0~9.0	5.0~9.0	5.0~9.0
COD	Mg/l	250	200	300	200
沈殿性物質 (1 時間)	Mg/l	項目なし	項目なし	項目なし	項目なし
BOD (5 日 20°C)	Mg/l	120(d)	120	150(d)	100
全浮遊物 (TSS)	Mg/l	200	150	(g)	(f)
全浮遊物 (TDS)	Mg/l	-	-	-	-
界面活性剤 (MBAS)	Mg/l	15	1-	-	-
油分 (エステル抽出法)	Mg/l	15	10	15	15
フェノール類	Mg/l	1.0(i)	0,5(i)	5.0	1.0
全大腸菌	MPN/100ml	-	-	-	-

- ・ COD 値は一般的に家庭排水の処理施設からの排水に適用される。
- ・ クロムについては、海水を使用しかつ使用後に内水域に排出される工場排水以外には基準値が定められていないが、500mg/l を超えてはならない。
- ・ 排水基準は製造業に関する工場や市町村の処理施設で1日当たりの排水量が30立方メートルを超える場合に適用される。
- (c) 排水地点以降に異常な色が見られないこと
- (d) 処理前の排水の BOD 値が1,000mg/l 以上3,000mg/l 未満の排水の場合は、最高200mg/l または90%の削減率のいずれか厳しい値までこの基準値を超えてよい
- (f) 乾期には30mg/l 以下の増加に抑えること
- (g) 乾期には60mg/l 以下の増加に抑えること
- (i) 魚の味及びにおいや腐敗などに影響を与える濃度ではない

出展：DENR Administrative Order No. 35, Series of 1990; Revised Effluent Regulations of 1990, Revising and Amending the Effluent Regulations of 1982 (EMB・DENR、1990年3月20日発行)

BDF 製造過程で出る粗グリセロールは、化学メーカへ販売され、周辺環境へと流出することはない。

本プロジェクトでは、バイオディーゼル製造過程から排出される有機不純

物や廃水は、プラント内の高度排水処理施設で処理され、排水基準を満たして放流される。よって、周辺環境・生態系への影響は小さいものと考えられる。

(3) 大気汚染基準

1999年に制定された Clean Air Act では、表 3-23 に示すとおり指定ガスについて、排出基準値が設定されている。

本プロジェクトでは、重油をボイラで燃焼し、蒸気を熱源として利用する。基準をクリアできるボイラを選定する。

表 3-23 排出基準値

対象汚染物質	濃度	
	$\mu\text{g}/\text{N cm}$	P P M
アンモニア	200	0.028
二硫化炭素	30	0.01
塩素及び塩素化合物	100	0.03
ホルムアルデヒド	50	0.04
塩化水素	200	0.13
硫化水素	100	0.07
鉛	20	
二酸化窒素	375	0.2
フェノール	100	0.03
二酸化硫素	470	0.18
浮遊粒子状物質	300	
アンチモン	0.02 mg/N cm	
ヒ素	0.02 mg/N cm	
カドミウム	0.01 mg/N cm	
アスベスト	2×10^6 Particulates/N cm	
硫酸	0.3 mg/N cm	
硝酸	0.4 mg/N cm	

(出典：Clean Air Act)

(4) BDF 消費

バイオディーゼルは、植物油を燃料に転換したものであり、軽油の代替燃料として利用することで、石油消費量の削減、温室効果ガス排出量の削減につながる。しかしそれだけでなく、BDF はクリーンなエネルギーで、ディーゼルエンジンの排気ガスによる大気汚染を改善する効果が期待できる。バイオディーゼルは、軽油に混合して使用しても、排気ガス中の PM、PAH、CO、SO_x 等の大気汚染物質を減少させることができる。

世界銀行が、フィリピンの都市、特にマニラ首都圏における大気汚染の悪

化に関する研究結果を明らかにした「2002年大気汚染に関するフィリピン環境モニター」の報告によると、微粒子の排出物が4大都市で毎年2,000件の早死や、9,000件の慢性気管支炎の原因となっている。また、大気汚染による医療費、賃金の低下、生産性の低下、死亡などによって毎年15億ドル近くの損失があると報告している。BDFの普及は、大気汚染の防止と市民の健康に貢献し、地球温暖化対策に大きく貢献する。

3.12.2 その他の間接影響

ひまわりの栽培は、新たに農地を開拓するのではなく、水田、とうもろこし畑の裏作で栽培する。搾油後の搾りかすは、優良な有機飼料として販売される。また肥料としても優良で、ひまわり農地へ還元され、資源の再循環が行われる。よって、環境・生態系への負荷はかからないと考えられる。

農家は、米、とうもろこしとの輪作で新たにひまわり栽培の収入を得るだけでなく、輪作によって米、とうもろこしの収穫も向上する。また、養蜂などによる副収入により、収入のアップとなる。都市部の住民は、自動車排ガスによる公害が改善され、健康面で恩恵を受ける。また、自動車燃料の自給率が高まり、石油の供給リスクが軽減される。

3.13. 利害関係者のコメント

(1) Lupao 農民 (Lupao では約 1 ha の農地を借り上げ、ヒマワリの委託栽培を依頼した。)

この地区では約 20 年前のマルコスの時代にセントラルルソン州立大学の指導の下でヒマワリ栽培を実施した事がある。その栽培結果は良好であったが長年にわたって収穫物を確実に買い上げる契約がされなかったために栽培の規模を上げることなく中断した。本プロジェクトで、長期に安定した価格での買い上げが約束されるのであれば、是非ひまわりを栽培したい。

(2) Tayug 農民 (一農家に委託し。約 1 ha の栽培を実施した。)

ひまわり栽培の強い希望を持っているが、栽培の準備資金が無い事から、種子代金、肥料など栽培に必須な物品の準備に必要な前借を希望する。

(3) スービック湾都市開発庁 (SBMA : Subic Bay Metropolitan Authority) Chairman Commo. Feliciano G. Salonga, Pcgga

ひまわりの種を原料とするバイオディーゼルの製造工場をスービックに建設することは、スービック地域の経済の発展と雇用拡大に貢献する。是非、スービックに建設してもらいたい。優遇政策もあり、全面的にサポートする。工場建設候補地として、下記 4 箇所を推薦する。

- ① スービック・テクノパーク
- ② コンテナ埠頭隣接地
- ③ A INTERNATIONAL AUCTIONEERS INC 社有地の一部。
- ④ コンテナ埠頭の対岸・建設中の工業団地

(4) Flying V ,Chief executive officer Ramon F. Villavicencio

ココナッツの年間生産量の国内消費量は 10%、海外販売量が 90%。海外販売の価格は低く抑えられ、採算割れ。農家の中には、ココナッツを伐採して、木材として販売するものも出てきている。Biofuels Act of 2006 は、ココナッツ農家救済の意味合いが大きい。バイオディーゼルの需要に対して、ココナッツ供給量は十分にある。

• Flying V の B1 販売実績

ココナッツ B100 の購入価格 44 ペソ + 輸送費

FLYING V は、製造会社ケム社に BDF を取りに行き、自社の設備でブレンド

$\text{PhP}44 \times 1\% + \text{PhP} 33 \times 99\% + \text{ブレンド経費等} = \text{PhP} 33.11 + \text{ブレンド経費等} = \text{PhP} 33.2$

3月まで、PhP 33.2 で販売、ユーザーが買わなかった。

8月からディーゼル油と同じ価格で販売 PhP 0.2 の赤字

• 石油精製会社 カルテック、シェル、ペテロ社がブレンドして販売することになる。FLYING V 社は、石油精製会社に B100 を販売する。

PhP 125 で販売を予定。

• ココナッツの BDF 製造工場建設中、12月完成予定。

• VAT は 12%、With in ,With out

• ココナツ BDF B1 走行上のトラブルはない。

• ジェトロファ 投資者はいないだろう。

(5) DNA=DENR CDM 運営委員会 (CDM Steering Committee) の事務局

CDM Secretariat Joyceline A. GOCO

ひまわりの BDF プロジェクトは、フィリピンの CDM 優先プロジェクトであるバイオマス等の再生可能エネルギーの利用と燃料転換に該当し、有望なプロジェクトである。DENR は CDM 化に向けて喜んで支援を行う。

ホスト国承認に当たっては、PDD 内容修正等の干渉を行わない。決められた手続きに則って行う。

ひまわりの BDF プロジェクトの技術評価は DOE が行う。

(6) DOE Aiternative Fuels and Energy Technology Division ,

Officer in charge ELMA T.Karunungan, CDM Secretariat の

下の技術評価委員会メンバー Andresito Ulgado, 他スタッフ

「フィリピン・エネルギー・プラン」(2005年～2014年)の中期的なエネルギー開発計画で、2010年にエネルギーの自給率60%を掲げており、その柱はバイオマスをはじめとする再生可能エネルギー導入の促進である。Biofuels Act of 2006 は、ココナッツ生産は対策ではなく、エネルギーの自給率UP対策であり、ひまわりの BDF プロジェクトはエネルギーの自給率の向上にすることから歓迎する。

B1 は、石油の精製所で強制的にブレンドする。

4. 事業化に向けて

4.1. プロジェクトの実施体制

本プロジェクトは、2007年に設立予定である SCF Philippines を中心に実施する計画である。SCF Philippine は、サンケアフェューエルズ(株)が 50%、日本企業及び個人が 30%、プロジェクトに参加するフィリピン企業が 20%を出資し設立される予定で、バイオディーゼルの製造・販売を行い、本プロジェクトの実施者となる。

4.2. プロジェクト実施のための資金計画

プロジェクト実施のための初期投資計画を以下に示す。プロジェクトは、フィリピンでは現状ひまわりの栽培が行われておらず、0から原料のひまわりの種の供給体制を整備する必要があることから、3期に分けて B D F 工場のスケールアップを行う。プロジェクト開発コストは、プラント仕様検討、市場調査等で設備投資コストの 15%を見込んだ。

表 4-1 初期投資計画

	設備規模	設備投資コスト	プロジェクト 開発コスト	プロジェクトコスト (初期投資コスト)
第 1 期 2008 年	1,500 kℓ/y	120,000 千円	18,000 千円	138,000 千円
第 2 期 2009 年	6,000 kℓ/y	480,000 千円	72,000 千円	552,000 千円
第 3 期 2010 年	36,000 kℓ/y	1,500,000 千円	225,000 千円	1,725,000 千円

初期投資は、融資先としては、政府系金融機関、例えば国際協力銀行等を想定している。

残りの投資額は、日本側では商社等とのコンソーシアムから、またフィリピン側ではプロジェクト参加企業からの出資により得られる計画である。

国際協力銀行の投資金融及び中小企業優遇制度の活用（案）

サンケアフェューエルズ(株)が、国際協力銀行の投資金融の融資を受けて SCF Philippine への出資と SCF Philippine への貸付を行う。

表 4-2 国際金融等業務・輸入投資金融の円貨貸付金利

年限	5 年以下	5 年超 6 年以下	6 年超 7 年以下	7 年超 8 年以下	8 年超 9 年以下	9 年超 10 年以下
	財政融資資金貸付金利	1.3%	1.4%	1.5%	1.6%	1.6%
下限金利	1.40%					

- ① 融資期間：原則として、投下資本の回収期間等を勘案して決められる。通常1年を超え10年程度。
- ② 返済方法：原則として分割返済。

出展：国際協力銀行 HP

<http://www.jbic.go.jp/japanese/finance/investmt/A39/method.php>

4.3. 経済性分析

4.3.1 前提条件

経済性評価に当たっての前提条件は以下の通りである。

(1) 為替レート

経済性評価に当たっての為替レートを示す。

表 4-3 為替レート

日本 円	フィリピン ペソ	US \$
10,000 円	PhP 4,035.63	US\$ 82.85
2.48 円	PhP 1.00	US\$ 0.020525
120.67 円	PhP 48.71	US\$ 1

2007年2月5日 16:49 実績

(2) プラント規模と生産量

プロジェクトの製品は、BDF、BDF の副生成物であるグリセリン精製製品 (99.5%) と搾油工場で産出される油粕である。BDF は B1 用として、グリセリンは工業原料として、搾油後の油粕は家畜用飼料として販売される。プラント規模と製品生産量は表 4-4 に示す。

プラントは、2007 年から建設を開始し 2008 年から稼動する。2008 年に 5.0 kℓ/day プラント、2009 年に 20.0 kℓ/day プラント、2010 年に 120 kℓ/day プラントが稼動し、2010 年から年産 38,000 t 体制となる。年度別生産量を表 4-5 に示す。

経済性評価に採用した製品販売単価を表 4-6 に示す。9 月調査時のディーゼル油の単価は PhP 36.24 /ℓであった。ディーゼル油と同価格での製造は困難なため、Flying V 社のココナッツ BDF の製造コストと同値の PhP 44 /ℓで経済性を評価した。尚、Flying V 社は、Biofuels Act of 2006 が施行されれば、PhP 44 /ℓ以上の価格で販売できると強気の見通しを示した。

工場建設に必要な敷地面積は 100,000m²で、第 1 期プラント建設を開始する 2007 年から、Subic Bay Metropolitan Authority (以下 SBMA) より借りる。借地料は、US\$ 40/m² for 50 years である。(SBMA 提供データ)

表 4-4 設置プラントの規模と生産量

	第 1 期設置プラント	第 2 期設置プラント	第 3 期設置プラント
プラント BDF 製造能力 (t 換算)	5.0 kℓ/day (4.4 t/day)	20.0 kℓ/day (17.5 t/day)	120.0 kℓ/day (104.8 t/day)
年産量 年産量 (t 換算)	1,500 kℓ/y (1,310 t/yr)	6,000 kℓ/y (5,238 t/yr)	36,000 kℓ/y (31,428 t/yr)
グリセリン精製品 (99.5%)	137.0 t/yr	548.0 t/yr	3,288.0 t/yr
油粕	2,774.0 t/yr	11,095.9 t/yr	66,575.6 t/yr

表 4-5 年度別生産量

	1 年目 (2008 年)	2 年目 (2009 年)	3 年目 (2010 年) 以降
BDF 製造能力	5.0 kℓ/day	25.0 kℓ/day	145.0 kℓ/day
年産量 年産量 (t 換算)	1,500 kℓ/y (1,310 t/yr)	7,500 kℓ/y (6,548 t/yr)	43,500 kℓ/y (37,976 t/yr)
グリセリン精製品 (99.5%)	137.0 t/yr	685.0 t/yr	3,972.9 t /yr
油粕	2,774.0 t/yr	13,869.9 t/yr	80,445.5 t /yr

表 4-6 製品販売単価

単価・円		単価・ペソ	単価・US\$
BDF	109.12 円/ℓ	PhP 44.00 /ℓ	
グリセリン精製品 (99.5%)	60,335.00 円/t	PhP 24,355.00 /t	US\$ 500 /t
油粕	27.28 円/kg	PhP 11.00 /kg	

(3) 初期投資額と減価償却

プロジェクトの初期投資額は表 4-1 に示す。
初期投資の減価償却は 8 年間、残存簿価は 0 とした。

(4) 人員計画と操業体制

操業体制を以下に示す。

- ・稼働日数 (合計) 300 日
- ・稼働時間 24 時間
- ・操業体制 3 shift

人員計画を表 4-7 に、人件費単価を表 4-8 に示す。従業員の人件費単価は、SBMA 提供データの最低賃金 PhP239.50/日 と住居費 PhP 38.50/日の合計 PhP 278.00/日を採用、管理職単価は従業員単価の150%とした。

表 4-7 人員計画

	2008年 1年目	2009年 2年目	2010年 3年目	2011年～ 4年目～
人員計画	9人	19人	31人	31人
管理職	1人	4人	4人	4人
従業員	8人	15人	27人	27人

表 4-8 人件費単価

人件費	日本円	フィリピン ペソ
管理職	1,034 円/day	PhP 417.00 /day
従業員	689 円/day	PhP 278.00 /day

(5) 原材料消費量

原材料消費量を表 4-9 に示す。ひまわりの種の消費量は、含油率40%、搾油率80%で試算した。ひまわりの種の価格はEUの販売価格 \$ 249～\$ 337/ton の平均値である PhP15.30/kg 日本円換算 37.54 円/kg を採用した。

表 4-9 原材料消費量

	1年目(2008年)	2年目(2009年)	3年目(2010年)以降
ひまわりの種	4,079 t/year	20,397 t/year	118,302 t/year
BDF 製造プラント・化学薬品消費量			
メタノール(新規投入分)	145.3 t/year	726.3 t/year	4,212.3 t/year
水酸化ナトリウム	6.5 t/year	32.6 t/year	189.0 t/year
酢酸	7.6 t/year	38.2 t/year	221.4 t/year
グリセリン精製設備・化学薬品消費量			
活性炭	3,562.0 kg/year	17,809.8 kg/year	103,296.6 kg/year
硫酸	15.1 kg/year	75.3 kg/year	437.0 kg/year
窒素	3,562.0 Nm ³ /year	17,809.8 Nm ³ /year	103,296.6 Nm ³ /year

(6) 光熱水消費量

光熱水消費量を表 4-10 に示す。

電力代は、SBMA 提供データより PhP5.5539/kWh とし、Residual Fuel Oil は 9 月調査時のディーゼル油の単価 PhP 36.24 /ℓを使用した。

表 4-10 光熱水消費量

	1 年目(2008 年)	2 年目(2009 年)	3 年目(2010 年)以降
消費電力	804.2 MWh/y	3,934.6 MWh/y	22,615.9 MWh/y
Residual Fuel Oil	41.7 t/year	203.6 t/year	1,155.4 t/year
用水	1.55 km ³ /year	7.77 km ³ /year	45.09 km ³ /year

(7) CER 収入

クレジット獲得期間は 7 年間とし、8 年目以降も継続するものとした。クレジットの価格は、CO₂ 1 トンあたり 13 \$ (1,569 円) として計算した。

(8) 法人所得税

SCF Philippine は「内国法人」に該当し、課税対象は全世界所得で、法人所得税は 35% である。

ひまわりの種は、現在商業ベースで生産されていない。従って、本プロジェクトは、1987 年 8 月 13 日に発効したオムニバス投資法 (大統領令 226 号) 17 条のパイオニア企業の定義の「①フィリピンの過去も現在も商業ベースで生産されていない品物・製品・原材料、単に組み立てたり包装したりするだけでなく、生産、加工、製造する事業。」に該当し、パイオニア企業に認定される。投資委員会 (BOI) に登録すれば、「新規登録のパイオニア事業……所得免除 6 年間 (最長 8 年間)」の優遇措置が付与される。

従って、生産開始から 6 年間は、法人税を“0”とした。

4.3.2 経済性分析

BDF の販売価格 PhP 44 /ℓで経済性を評価した。CER 収入が無いケースを表 4-12 に示す。IRR は 5.51% にて、サンケアフユーエルス(株)の投資判断基準の 15% に達しない。CO₂ 1 トンあたり 13 \$ の収入があったケースを表 4-13 に示す。IRR は 18.4% に達し、投資対象となる。

BDF 販売価格、ひまわりの種の価格、投資コストが本プロジェクトの経済性に与える影響について、感度分析を行った。表 4-11 に分析結果を示す。

BDF 価格が 1% 下がったケース、即ち PhP 0.5 /ℓ下がっただけで赤字となる。他方、2% に上昇したケース、即ち PhP 44.9 /ℓでは、IRR が 18.4% と CER 収入があるケースと同じになる。ココナッツ BDF 価格の動向によって

は、採算ベースに達する可能性がある。

Biofuels Act of 2006 の施行により、当面は B-1 (1%) を目指すこととなる。必要とされる BDF は、ココナッツ BDF で、ほぼカバーができる。達成後は、B-5 (5%) を目指す。BDF (100%) の価格上昇は、B D F 添加量すなわち濃度増加により、下記に示すようにディーゼル油との価格差の拡大につながる。BDF (100%) の価格は、国民生活、経済への影響も大きいことから、ココナッツオイルの赤字を出さない程度の BDF の販売価格 PhP 44 /ℓがベースとなると推察される。

また、ひまわりの価格が 1 %上がった、即ち PhP 0.15/kg 上がったケースでも、赤字となる。価格 PhP15.30/kg が 2%下がったケース、即ち PhP15/kg では、I R R が 21.06%と C E R 収入があるケースを上回る。

PhP15.30/kg でひまわりの種を購入する計画である。1 農家の所有面積は、1 から 2ha で、収穫量は 2 から 4 t である。4 t の収穫で、1 農家の収入は PhP 61.200、農薬等を考慮すれば、種の買い取り価格の増額要求は大きいと考えられる。また、今回の試験栽培も台風の影響を受けたが、資源災害による収穫の現象と、買い取り価格上昇の懸念も考えられる。

ひまわりの価格と同様に、ひまわりの種の含油率と搾油率の影響も大きい。ともに、1 %下がるだけでプロジェクトは赤字となり、1 %上昇するだけで経済性を有する。搾油設備の選定とひまわりの種の含油率のコントロールが課題である。

以上述べたように、投資コストが本プロジェクトの経済性に与える影響は小さいが、BDF 販売価格、ひまわりの種の価格変動が経済性に与える影響は大きい。本プロジェクトはフィリピンの政情不安、ひまわりの種の供給体制が整っていない、台風によるひまわりの種の収穫への影響等のリスクを抱えており、収益を安定させるためにも CER 収入は不可欠である。

表 4-11 感度分析

	-2%	-1%	-0.5%	0	0.5%	1%	2%
BDF販売価格	-	-0.74%	2.36%	5.51%	8.70%	11.95%	18.60%
ひまわりの種価格	21.06%	13.14%	9.28%	5.51%	1.80%	-1.86%	-
投資コスト	6.78%	6.14%	5.82%	5.51%	5.20%	4.89%	4.29%
ひまわりの種の含油率	42%	41%	40.5%	40%	39.5%	39%	38%
IRR	44.29%	24.63%	14.97%	5.51%	-3.78%	-	-
搾油率	82%	81%	80.5%	80%	79.5%	79%	78%
IRR	24.63%	14.97%	10.21%	5.51%	0.85%	-3.78%	-

表 4-12 GER 収入が無いケースでの IRR

項目	建設期間	製造期間									
	2,007年	2,008年	2,009年	2,010年	2,011年	2,012年	2,013年	2,014年	2,015年	2,016年	2,017年
	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
販売収入	0	247,620	1,238,100	7,180,980	7,180,980	7,180,980	7,180,980	7,180,980	7,180,980	7,180,980	7,180,980
操業コスト	30,461	336,587	1,480,236	6,736,817	6,736,817	6,736,817	6,736,817	6,736,817	6,732,450	6,732,450	6,732,450
減価償却費	0	27,600	138,000	483,000	483,000	483,000	455,400	345,000	0	0	0
税引き前キャッシュフロー	-30,461	-116,567	-380,136	-38,837	-38,837	-38,837	-11,237	99,163	448,530	448,530	448,530
法人税	0	0	0	0	0	0	0	34,707	156,985	156,985	156,985
税引き後キャッシュフロー	-30,461	-116,567	-380,136	-38,837	-38,837	-38,837	-11,237	64,456	291,544	291,544	291,544
キャッシュフロー(累計)	-30,461	-147,028	-527,164	-566,000	-604,837	-643,674	-654,911	-590,455	-298,910	-7,366	284,178
内部収益率(IRR)	5.51%										

表 4-13 GER 収入があるケースでの IRR

項目	建設期間	製造期間									
	2,007年	2,008年	2,009年	2,010年	2,011年	2,012年	2,013年	2,014年	2,015年	2,016年	2,017年
	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
販売収入	0	252,069	1,259,926	7,281,440	7,287,172	7,287,172	7,287,172	7,287,172	7,287,172	7,287,172	7,287,172
操業コスト	37,773	342,681	1,486,330	6,742,911	6,742,911	6,742,911	6,742,911	6,742,911	6,738,544	6,738,544	6,738,544
減価償却費	0	27,600	138,000	483,000	483,000	483,000	455,400	345,000	0	0	0
税引き前キャッシュフロー	-37,773	-118,212	-364,404	55,530	61,261	61,261	88,861	199,261	548,628	548,628	548,628
法人税	0	0	0	0	0	0	0	69,741	192,020	192,020	192,020
税引き後キャッシュフロー	-37,773	-118,212	-364,404	55,530	61,261	61,261	88,861	129,520	356,608	356,608	356,608
キャッシュフロー(累計)	-37,773	-155,985	-520,389	-464,860	-403,599	-342,338	-253,477	-123,958	232,650	589,258	945,866
内部収益率(IRR)	18.48%										

4.4. 事業化に向けての見込み・課題

本プロジェクトの投資判断をするにあたって、BDF が代替するディーゼル油の価格 36.24 /ℓでは採算性がなく、Flying V 社のココナッツ BDF の製造コストと同値の PhP 44 /ℓで経済性を評価した。その結果、CER 収入があれば、投資対象となるとの結果を得た。Biofuels Act of 2006 の施行により、ココナッツ BDF の製造コストが保証されるかどうか、現在、BDF 価格動向を注視している。

SCF Philippines の設立は、フィリピンのカウンターパートである HAVILAH BIODYNAMIC FARM SYSTEMS, INC. とともに作業を進めている。建設資金の調達、最大の課題となっている。

BDF 製造コストを、大きく左右するのはひまわりの油の価格である。油の価格を左右するのは、ひまわりの種の価格、種の含油率、搾油工場での搾油率とコストである。

ひまわりの種を、安定して、低価格で購入するためには、最適の栽培地を選定し、農家との契約等を進めていく必要がある。原料のひまわりの種の供給体制はまだ整ってなく、本調査の試験栽培結果をもとに、その作業を進めている。

今回、低湿地帯で稲の裏作を行った結果は、台風の影響による冠水等により芳しいものとはいえなかった。他方、水はけのよい丘陵でのとうもろこし栽培の裏作は、順調であった。台風の影響が少なく、丘陵地帯で水はけのよいとうもろこし栽培地が、ひまわり畑として最適と考えられる。したがって、ルソン島の Cagayan Valley、ミンダナオ島南部等での候補地選定作業が急務である。

また、ひまわり栽培の実績がないため、農家の人材育成、栽培ノウハウ等のソフト面での対応も必要であり、CENTRAL LUZON STATE UNIVERSITY 協力を得ながら、取り組みを進める。

裏作ではなく、草原等遊休地を活用する場合には、灌漑設備、道路等の整備も必要であり、DDA の活用も検討する。

含油率の影響も大きく、今回の栽培試験では、現時点では収穫作業中で分析が行われていない。早急に、分析を行い経済性評価に反映する。

搾油率、搾油コスト対策、さらには初期投資削減対策として、既存のココナッツ搾油工場の遊休施設の活用が考えられ、サンケアフューエルズ株式会社では、ミンダナオ島等で対象プラントの調査、交渉を開始した。

本プロジェクトでは、グリセリン、油粕の飼料化により採算性を高める。日本商社等とも交渉中である。

CDM の実現に向けては、ひまわり油を原料とした BDF 事業に対して、DENR、DOE とともに歓迎しており、ホスト国承認に関しては大きな問題はない。他方、バイオディーゼルに関するベースライン方法論及びモニタリング方法論は、現在 CDM 理事会によって承認されていない。サンケアフューエルズ株式会社は、Climate Experts・松尾氏とともに、現在 Version: 6.0 を作成中であり、承認へ向けての取り組みを強化していく。