

1.1 タマヌオイル（インドネシア）

1.1.1 背景・目的と調査方法

1.1.1.1 背景・目的

タマヌオイルは、テリハボク（*Calophyllum inophyllum*）の種子の仁を搾油して得られる種子オイルである。タマヌオイルは、皮膚の皮脂膜に含まれる脂肪酸をバランス良く含有し、カロフィル酸、キサントン及び抗生物質ラクトンの天然状態であるカロフィロリドを含むため、保湿力、抗酸化力、免疫力の向上及び抗炎症効果に優れる。このため、美容用途及び皮膚疾患に効果がある機能性オイルとしてインドネシア国内及び欧米を中心に販売されている。

テリハボクはオトギリソウ科の高木であり、常緑広葉樹で、太平洋からマダガスカルまでの幅広い範囲の海岸沿いに分布している。砂地から一時的に湛水する土地及び劣化した泥炭地まで様々な立地条件に生育可能な樹種である。

本事業の対象国であるインドネシア国（以下、「イ」国）は、生物多様性や温室効果ガス排出の点から重要とされる熱帯泥炭地が広く分布しているが、近年の開発によりその減少と劣化が課題とされている。そこで、本事業では、泥炭地の森林回復への貢献が期待できるテリハボクを用いた種子オイルビジネスの事業化可能性について検討した。

1.1.1.2 調査対象地及び調査方法

(1) 調査対象地

イ国では泥炭地回復庁が対象としての泥炭回復優先対象地が 7 州あるが、中でも南スマトラ州、リアウ州及び中央カリマンタン州の 3 州が最優先されている（図 1）。本調査では、既にタマヌオイル原油が生産されているジョグジャカルタ特別州及び製品製造工場が位置するバリ州の先行事例を基にして、泥炭地におけるタマヌオイルビジネスの事業化可能性を調査する。



図 1. イ国の泥炭地の位置図（オレンジの箇所が泥炭土壌エリア）

出典：インドネシア環境林業省、地理情報庁（2015）

(2) 調査方法

既存の文献調査及び現地調査（目視及び聞き取り）を通して情報を収集した。

1.1.2 テリハボクの種子オイル等のポテンシャル

1.1.2.1 テリハボクの分布及び特徴

テリハボクは、常緑広葉樹で、マダガスカルからインド洋諸島、熱帯アジア及び日本の沖縄、並びに、北オーストラリア、太平洋諸島及びポリネシアまでの幅広い範囲に分布している（図 2）。これは天然分布の範囲と考えられているが、植栽によって一部の個体群が帰化した可能性もある。また、カリブ海、ハワイ、中央アメリカと西アフリカ等では、外来種として植えられている（Thomson *et al.* 2018）。

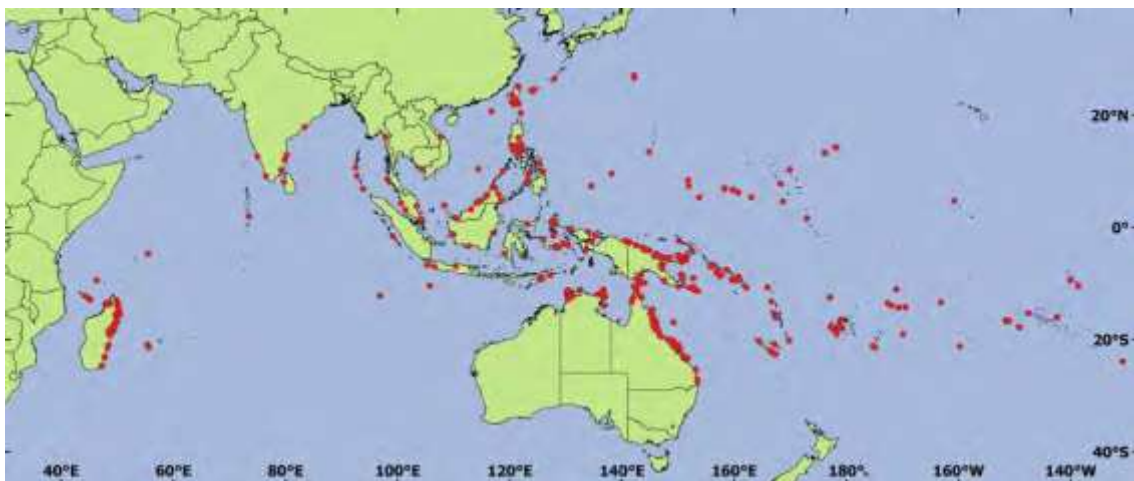


図 2. テリハボク (*Calophyllum inophyllum*) の分布

出典：Thomson *et al.* 2018

テリハボクの特徴は以下のとおりである（* 国際緑化推進センター 2018、** Thomson *et al.* 2018、*** 松下ら 2018）（図 3）。

- 樹高 10～20m*、老齢木では幹直径が 1m になる個体もある***
- 果実：直径 2～5 cm で非食用。年に 2 回程度結実し、ハワイでは 4 月～6 月と 10 月～12 月に果実が得られる*。
- 生育環境：平均気温 18～33℃、年降水量 1,000～5,000mm の熱帯性気候に適している。気温 12℃以下、又は 6 ヶ月以上の乾期では生育不良となる。標高は 0～200（～800）m。一般に海岸林を形成し、防風、防潮目的で植栽もされている。強光、強風、高潮・塩水、数カ月程度の湛水にも耐えるが、被陰には弱いとされる***。砂質土壌を好むとされるが、地域によっては粘土土壌でよく生育する場合もある。また、内陸にも生育可能であり植林も行われている*。



樹木



幹



花



実



乾燥した実（茶色）及び仁（白色）

図3. テリハボクの部位の写真

1.1.2.2 テリハボクの用途

テリハボクの用途には、大きく分けて、木材及び非木材利用がある。木材としては、幹が船の構造物や家具等***に利用される。非木材としては、樹液又は樹皮、葉、花、根の抽

出液、並びに種子オイルが様々な用途に有効利用されている（表 1）。

表 1. テリハボク(*Calophyllum inophyllum*)の主な利用例

利用	部位	用途
木材	幹	船の製造用材（張り板、甲板、肋材）、建築材（床材、ベニヤ板、合板など）
非 木材	樹液	HIV ウィルス抑制のための有効成分として活用
	葉	抽出液を傷、皮膚病などの薬、スキンケア用化粧品原料
	花	抽出液を髪用の香料
	種	<ul style="list-style-type: none"> - 種子オイルを傷、皮膚病などの薬及びスキンケア用化粧品原料 - 種子オイルはグリセルコースも含み、石けん製造にも利用 - 種子オイルは、バイオエネルギー・燃料にも利用 - 仁の絞り滓をやギ（中部ジャワ州 Purworejo 県）やウシ（中部ジャワ州 Bantul 県）といった家畜用のエサとして利用例あり - 種の殻から練炭や活性炭、熏液を製造

出典：Bustomi *et al.* 2008、Leksono *et al.* 2014 をもとに作成

1.1.2.3 テリハボクの種子オイル（タマヌオイル）の効能

上述のテリハボクの非木材利用のうち、今回の調査では、商品化され市場で流通している種子オイル（タマヌオイル）に注目する。オイルの人体への摂取には、経口と経皮があるが、テリハボク種子オイルは非食用とされているので、経皮からの摂取、すなわちスキンケア用として利用されている。

スキンケア用のオイル全般に期待される効果はバリア保護である。テリハボク種子オイルは、特にアンチエイジング効果が期待され、美容目的に使用されている。また、抗ガン性、抗酸化性、抗炎症性、抗 HIV 製、抗凝血性、抗菌性、鎮痛性、高免疫性をもつとされ、皮膚のケア（傷跡、アトピー、かぶれ、シワ）、日焼け止め（SPF30 程度）・日焼け後のケアに加えて、リウマチ、痛風等の関節痛による痛みの緩和にも効果があるとされる。

オイルに含まれる代表的な脂肪酸の種類及び期待される効果をアルガンオイル、マルラオイルと合わせて表 2 に示す。一般的に、オイル成分の比較に使用される項目は、不飽和脂肪酸のオレイン酸、リノール酸、並びに、飽和脂肪酸のパルミチン酸とステアリン酸で、これらの成分が化粧品として利用される場合に期待される効果は以下のとおりである。

- オレイン酸：保湿力が高いこと、他の美容成分が肌に浸透するのをサポートすること（YUKIE 2016）
- リノール酸：メラニン合成抑制及びチロシナーゼ活性抑制による色素沈着抑制作用、皮膚柔軟によるエモリエント作用¹（化粧品成分ジャーナル 2018）

¹ 皮膚からの水分蒸散を防止してうるおいを保持し、皮膚を柔軟にするという皮膚生理作用のこと（日本化粧品技術協会 2018）

- パルミチン酸：セッケンによる界面活性作用、乳化物の感触改良（化粧品成分ジャーナル 2018）
- ステアリン酸：セッケンによる界面活性作用、乳化物の感触改良、表面処理（化粧品成分ジャーナル 2018）

表 2. オイルの有効成分及びスキンケアに期待される効果

脂肪酸の種類				アルガン オイル	マルラ オイル	タマヌ オイル
不飽和	一価	オメガ 9 系	オレイン酸	43%	70-78%	40%
	多価	オメガ 6 系	リノール酸	28-36%	4-7%	28%
飽和			パルミチン酸	12%	9-12%	14%
			ステアリン酸	6%	5-8%	16%
期待される効果 (YUKIE, 2016)				保湿、 抗炎症	メラニン生成 抑制効果、 育毛効果	保湿、抗炎症、 抗酸化、 免疫力向上

これら 4 種の成分について、テリハボク種子オイルを他の 2 種のオイルと比べると、比較的アルガンオイルと似たオイル成分比である。しかし、スキンケアに期待される効果は異なっており、これはこれら 4 種以外の有効成分が含まれているためである。テリハボク種子オイルには、抗生物質カロフィリド（高い抗炎症効果）、カロフィル酸（保湿）、キサトン（免疫力向上、抗酸化）が含まれていることに加え（YUKIE 2016）、芳香族化合物のラクトンの 1 種であるクマリン（ $C_9H_6O_2$ ）も含まれている。

クマリンは、肌への効果としては日焼け止めが期待される他、服用により血管内での凝血塊の形成に対する予防薬及び治療薬ならびに特定の心臓の病態に対する治療薬を合成するのに用いられる物質である（weblio 2018）。また、抗 HIV、抗ガンに対して有効な成分とも言われている（Konstantina *et al.* 2004、Gacche *et al.* 2006、Wu *et al.* 2009、Basile *et al.* 2009、Riveiro *et al.* 2010）。

1.1.2.4 テリハボクの種子オイル（タマヌオイル）の市場

タマヌオイルは、欧米市場及び日本国内市場向け製品として、化粧品、シャンプーなどの原料として利用されている。インドネシア及び日本国内で購入できるテリハボク種子オイルの製品名、オイルの産地、商品製造国及び単価を表 3 に示す。各製品 10ml 当たりの単価は、260 円から 2,000 円まで幅がある。これらは、テリハボク種子オイル 100% の製品もあるが、他の素材とブレンドされて製品化されているものもある。

表 3. 国内外のテリハボク種子オイル製品の一部

美容・化粧品							シャンプー	
 <p>(美容オイル)</p> <p>(石けん)</p>								
Minyak Tanamu Tanami (blended oil and soap) by TAMBA WARAS	OIL TT (blended oil) by THE BODY SHOP	Daily Reviving Concentrate (blended oil) by Kiehl's	石垣島タマヌオイル by 石垣島薬草園 なうひあ	ザ・タマヌ 100% ピュアタマヌオイル by REBULA	ラブ タマヌ 種子 オイル by Free Spirit	オーガニック・タマヌ オイル by Aura Casia	ケラスターゼ スペシフィック シャンプー by ケラスターゼ	ブラマサナ ビュリア イングスカルブ クレンザー by AVEDA
インドネシア産オイル	マダガスカル産オイル	—	日本産オイル	バヌアツ産オイル	バヌアツ産オイル	ベトナム産オイル	—	—
インドネシア製造	英国製造	米国製造	日本製造	—	豪州製造	ノルウェー製	—	—
イ国内市場	欧米等市場	欧米等市場	日本市場	日本市場	欧米等市場	欧米等市場	欧米等市場	欧米等市場
260 円/10ml	1,300 円/10ml	2,000 円/10ml	1,200 円/10ml	740 円/10ml	1,500 円/10ml	900 円/10ml	260 円/10ml	260 円/10ml

注) 単価は製品 10ml あたりで、テリハボク種子オイル 10ml あたりではない。

出典：各社 web サイト

1.1.3 インドネシアの森林、泥炭地の概況

1.1.3.1 インドネシアの森林の概況

イ国では、2017年時点で、国土面積 188 百万 ha のうち、120.6 百万 ha が森林区域 (Kawasan Hutan) に指定されている。そのうち、実際の森林面積は 85.8 百万 ha であり、森林率は 71.2% である。それに対して、その他の土地 67.4 百万 ha は、非森林用途区域 (APL) に指定されており、そのうち実際の森林面積は 8.1 百万 ha で、森林率は約 12.0% である。なお、国土全体の森林率は 50.0% である (表 4)。

表 4. イ国の森林区域面積及び森林率の概要

[単位: 百万 ha]

土地被覆	森林区域 (Kawasan Hutan)							非森林用途区域 (APL)	総計	%
	永久森林地					転換可能林地	合計			
	保護林	保安林	制限生産林	生産林	計					
森林	17.5	23.9	21.3	17.0	79.6	6.3	85.8	8.1	93.9	50
非森林	4.8	5.8	5.5	12.2	28.2	6.5	34.7	59.3	94.0	50
計	22.1	29.7	26.8	29.2	107.8	12.8	120.6	67.4	188.0	100
森林率 (%)	78.5	80.6	79.4	58.3	73.8	49.1	71.2	12.0	50.0	-

出典: Ministry of Environment and Forestry, Republic of Indonesia, 2017

森林セクターでは、森林減少とともに泥炭の分解に伴う温室効果ガス (GHG) 排出が著しい (図 4)。泥炭地が排水路を伴って開発され、泥炭地が乾燥して酸化するとともに、火災が頻発していることが大きな課題となっている。

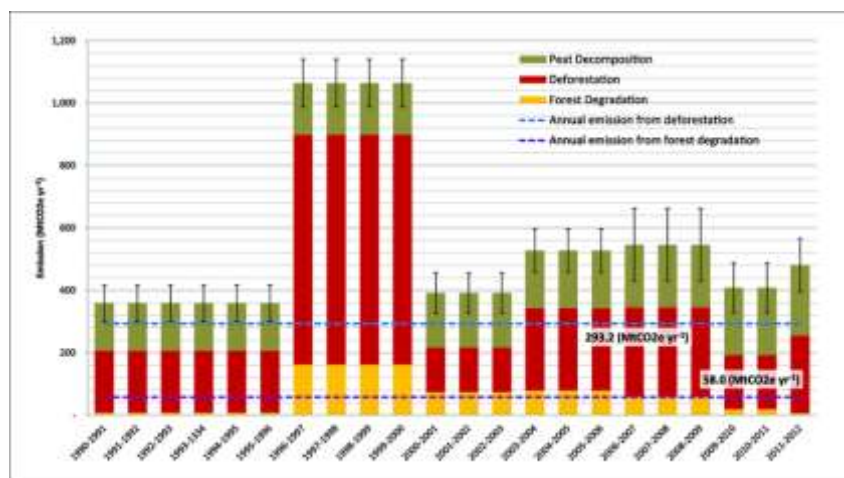


図 4. イ国の GHG 排出の森林参照レベル(1990-2013)

出典: Republic of Indonesia (2015)

1.1.3.2 インドネシアの泥炭地の概況

イ国では2016年第1号大統領令に基づき、約240万haの泥炭地を回復する目標が設定されている。この泥炭地回復に向けた施策を強化するため、期間限定の中央政府機関である泥炭地回復庁が設立され、国家予算やドナーの支援を得て、泥炭地回復計画が策定され、開始されている。イ国では、泥炭地とその周辺に分布するミネラル土壌を含む河川で取り囲まれた水理単位を「泥炭地水理単位(KGH)」として指定し、泥炭地の持続的管理の基本単位としている。全国で2,600百万haに上る泥炭水理単位が指定されている(表5)。

表5. イ国の泥炭地水理単位(KGH)の概要

州	KHG数	KHG面積(ha)		
		泥炭地	ミネラル土壌	計
スマトラ計	186	6,386,638	3,264,540	9,651,179
カリマンタン計	147	4,889,915	3,901,041	8,790,957
スラウェシ計	5	23,807	24,408	48,215
パプア計	320	3,558,550	4,305,076	7,863,626
合計	658	14,858,911	11,495,065	26,353,976

出典：Ministry of Environment and Forestry, 2015

国内4島内の全泥炭水理単位のうち、大統領令2016年第1号により、ジャンビ、リアウ、南スマトラ、西カリマンタン、中央カリマンタン、南カリマンタン、及びパプアの7州が、泥炭地回復の優先州として選定された。全国の泥炭水理単位のうち約65%弱が、これらの7州に位置している。泥炭地水理単位内は、泥炭の中央部のドームを中心とした「保全機能ゾーン」とその周辺部の「耕作機能ゾーン」に区分され、管理の要件が異なっている(表6)。なお、これらの面積には、非泥炭地も含まれており、また、コンセッション地等も含まれている。

表6. イ国泥炭地回復優先7州におけるゾーン別泥炭地水理単位の概要

州	KHG数	保全機能地域の泥炭		小計 (ha)	耕作機能地域の泥炭		小計 (ha)	合計 (ha)
		APL	林地		APL	林地		
Jambi	12	221,687	330,286	551,972	312,260	155,565	467,825	1,019,797
Riau	48	4,770	2,278,387	2,283,156	43,262	2,769,396	2,812,658	5,095,814
Sumatera Selatan	26	346,300	858,147	1,204,447	514,809	656,156	1,170,965	2,375,412
スマトラ計	86	572,756	3,466,820	4,039,576	870,331	3,581,116	4,451,447	8,491,023
Kalimantan Barat	91	330,599	682,986	1,013,585	1,228,462	811,629	2,040,091	3,053,676
Kalimantan Selatan	4	70,066	31,317	101,383	167,730	48,367	216,097	317,480
Kalimantan Tengah	32	1,146	1,487,823	1,488,969	47,566	2,952,782	3,000,347	4,489,316
カリマンタン計	127	401,812	2,202,126	2,603,937	1,443,758	3,812,777	5,256,535	7,860,472
Papua	198	90,081	2,625,131	2,715,212	157,569	2,649,262	2,806,831	5,522,042
パプア計	198	90,081	2,625,131	2,715,212	157,569	2,649,262	2,806,831	5,522,042
合計	411	1,064,649	8,294,076	9,358,725	2,471,658	10,043,155	12,514,813	21,873,538

出典：Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, KLHK, 2016

1.1.4 テリハボク及びテリハボク属の泥炭地水理単位における活用可能性

1.1.4.1 テリハボクの泥炭地水理単位における活用可能性

(1) テリハボクの現存資源分布

テリハボクは、イ国のほぼ全島、スマトラ、ジャワ、バリ、西ヌサテンガラ (NTB)、東ヌサテンガラ (NTT)、カリマンタン、スラウェシ、マルク及びパプア島に分布している (図4)²。Bustomi *et al.* 2008 によれば、図5の“Y”印で示された約200地点には、衛星画像解析の結果、テリハボク林分が500ha以上分布すると推定されている。

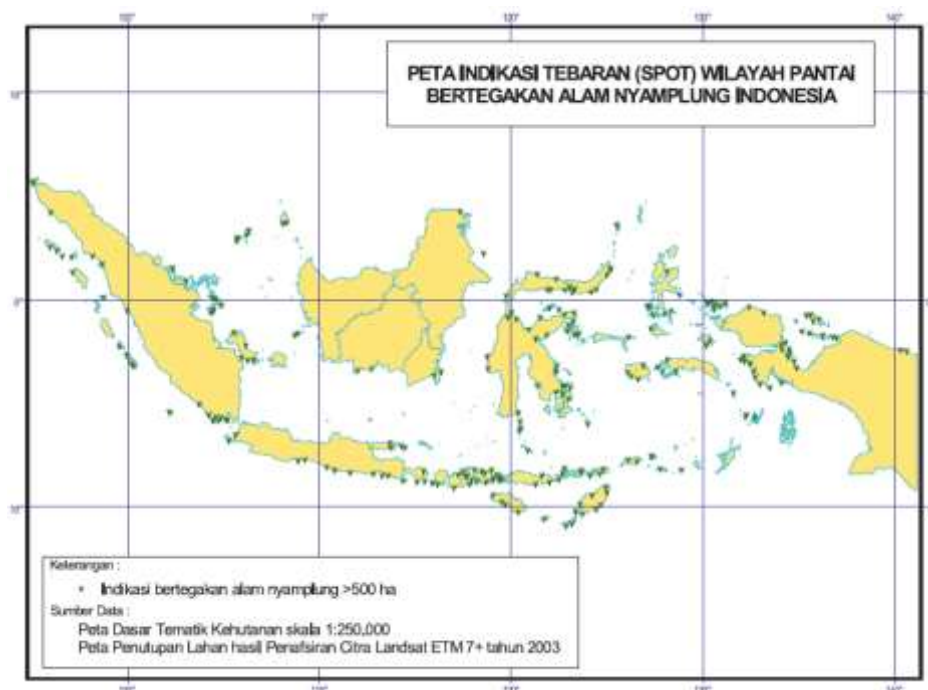


図5. イ国でのテリハボクの分布

出典：Bustomi *et al.*, 2008

ジャワ島では、テリハボクは砂質土やミネラル土壌で天然または植林によって生育している (Leksono *et al.* 2014)。分布する地形は海岸段丘、沖積平野や丘陵地などで、地質は河口堆積物と火山堆積物から形成される砂堆積岩や石灰岩タイプである。沿岸部では、テリハボクを防風・防潮林として防災目的に植栽しているケースがジャワ島の南岸で見られた。この防風・防潮林は、政府主導で1960年代及び1980年代の2時点に植林されており、ジョグジャカルタからチラチャップまでの数十kmの距離が海岸沿いに植林されている。

² 天然分布の範囲は、海岸沿いから標高1000mまでで、西ジャワ州の Alas Purwo 国立公園、Kepulauan Seribu 国立公園、沿岸、Baluran 国立公園、Ujung Kulon 国立公園、Pananjung 自然保護区、Batu Karas 観光エリア、バンテン州の Carita ビーチ、パプア州の Yapen 島、Jayapura、Biak、Nabire、Manokwari、Sorong、Fakfak 地域、北マルク州の Halmahera 及び Ternate 地域、スマトラ島の Berbak 国立公園でその分布が確認されている。

スマトラ島では、低地に分布しており、Berbak 国立公園や東部の沿岸部 (Bustomi *et al.* 2008)、ランブン州の Pasagi 地域の山岳地で確認されている (Efendi *et al.* 2016)。

その他、カリマンタン島については、東カリマンタン州の海岸沿い (Mukhlisi & Sidiyasa, 2011)、西カリマンタン州クタパン郡の Tanjung Batu 海岸い (Robiyanti *et al.* 2015)、南カリマンタン州 Pulau Laut 郡の Jorong 沿岸部 (Iriadenta 2013) に天然分布している。

南スラウェシ州 Selayar 島嶼県ではテリハボク現存資源量に富む (表 7)。

表 7. 南スラウェシ州 Selayar 島嶼県による県内のテリハボク現存資源量推定例

No.	場所			推定		
	郡	村落数	箇所数	面積(ha)	本数	果実生産/年 (t)
1	Bontosikuyu	1	3	458	11,464	561
2	Bontoharu	4	6	175	4,468	218
3	Bontomanai	4	4	1,109	27,745	1,388
計	3	9	13	1,742	43,577	2,167

出典：Prasetyawati 2011

このように、テリハボクは主に沿岸地域に分布しているが、中央カリマンタン州などの泥炭地にも生育しているとの情報もある (Osaki and Tsuji 編 2015)。また、中央カリマンタン州の薄い泥炭地などでテリハボクの試験植栽が行われており、植栽初期は生育可能との結果が出ている (Maimunah *et al.* 2018)。ただし、薄い泥炭地で開花・結実した事例に関する情報は得られなかった (図 6)。



中央カリマンタン州 Palangkaraya 市 Desa Kalamangan 州政府施設敷地内 (薄い泥炭地) テリハボク植栽例(2018年10月、Wonogiri 系統苗木3年生)



中央カリマンタン州 Palangkaraya 市 Desa Kalamangan 州政府施設敷地内 (薄い泥炭地) テリハボク新規植栽例(2018年10月、Wonogiri 系統苗木)

図 6. 泥炭地におけるテリハボクの試験植栽例の写真

(2) 開花・結実特性

テリハボクは年間を通じて結実するが、そのピークは通常、年 2 回程度ある。ジャワ島では 8 月から 9 月に多い。実は一般的には 7 年ほどすると結実するが、早ければ樹齢 2-3

年目の幼齢段階から実がつき始め、樹齢 100 年でも結実するとのことであった。施肥により結実が早くなる。自家受粉では種子の中身がなく、他家受粉が必要となる。

実 1 kgあたりの個数は 100-150 個である。実は黄緑色で、成熟すると黄茶色に変化する。果肉を除いた種の中にある仁は、緑がかった白色である (Bustomi *et al.*, 2008)。年間の実生産量は成木で約 50kg/本 (最大 150kg/本) と見込まれる。

1.1.4.2 テリハボク属の泥炭地水理単位における活用可能性

(1) テリハボク属の現存資源分布

文献調査及びヒアリング調査により、泥炭回復優先 3 州 (南スマトラ州、リアウ州、中央カリマンタン州) について調べたところ、22 種のテリハボク属が分布していることが判明した (表 9)。そのうち 3 州全ての泥炭地に分布するのは、No.12、18~21 の 5 種であり (表 8)、泥炭地における現存資源の活用及び植林樹種として有力なテリハボク属種と考えられる。

表 8. 泥炭地における植林樹種として代表的なテリハボク属種

No,	樹種
12	<i>Calophyllum lanigerum</i> Miq.
18	<i>Calophyllum soulatri</i>
19	<i>Calophyllum sundaicum</i> PF Stevens
20	<i>Calophyllum tetrapterum</i> Miq.
21	<i>Calophyllum teysmannii</i> Miq.

なお、南スマトラ州の泥炭地は 2015 年の大規模森林・泥炭地火災時の延焼の結果、主な泥炭地テリハボク属分布地が消滅しており、小規模なテリハボク属樹木の現存情報が得られた程度であった。

(2) 開花・結実特性

残念ながら、泥炭地テリハボク属の現存資源が最も多いとされるリアウ州 (図 7) での結実が 2019 年 1 月時点で遅れており、調査期間中に十分な結実がなく、成分分析に十分な種子オイルサンプルが採取できなかった。

表 9. インドネシアに天然分布するテリハボク属

No.	樹種	現地名	天然分布域			備考
			南スマトラ州:SS, スマトラ島:S	リアウ 州:RU	中央カリマ ンタン州:CK	
1	<i>Calophyllum bifflorum</i>	Kapur Naga (CK)			√TN; SPF ¹²⁾	3) 泥炭
2	<i>Calophyllum calaba</i>	Kayu bungkur (S)	√ ⁵⁾			5) 低地
3	<i>Callophyllum costulatum</i>			√ ECS ¹¹⁾		
4	<i>Calophyllum dasypodum</i> Miq	Mersaweu (SS),	√		√	9) 低地*
5	<i>Calophyllum depressinervosum</i> M.R.Handerson&Wyatt-Smith		√	√	√	排水されている土地*
6	<i>Calophyllum dioscurii</i> P.F.Stevens		√			*
7	<i>Calophyllum ferrugineum</i>			√ ECS ¹¹⁾		
8	<i>Calophyllum grandiflorum</i>	Panaga Kelakai (CK)			√ PKY ¹⁾	1) 泥炭が厚い土地
9	<i>Calophyllum hosei</i> Ridley	Bintangur (RU)	√ ⁵⁾		√SPF ^{14) 15)}	5) 泥炭湿地*
10	<i>Calophyllum inophyllum</i>	Bintangur (CK)	√ site survey2018		√ PKY ¹⁾ SPF ¹²⁾	3) 泥炭地
		Jampeluang (CK)				
		Penago (Lampung)				
11	<i>Calophyllum incrassatum</i>			√ PLW ¹³⁾		
12	<i>Calophyllum lanigerum</i> Miq.		√SBR**	√ ³⁾	√ ¹⁹⁾	**Site survey 2018
13	<i>Calophyllum lowii</i> Hook. F			√ ⁹⁾ GSK ¹¹⁾		
14	<i>Calophyllum macrocarpum</i>	Kapur Naga/Panaga (CK), Bintangur	√ ⁵⁾	√ RAPP ⁴⁾	√ PKY ¹⁾ TN ³⁾	1) 泥炭が厚い土地 3)泥炭地 4)泥炭地 (火事によって攪乱された土地); 5) 周期的に浸水する土地

		bunut (SS)				
15	<i>Calophyllum pulcherimum</i>	Jinjit (CK)		✓ RAPP ⁴⁾	✓ PKY ¹⁾	4) 泥炭 (火事によって攪乱された土地)
16	<i>Calophyllum retusum</i>			✓ ¹⁶⁾		Before converted to be forest plantation
17	<i>Calophyllum sclerophyllum</i>	Panaga jangkar/Kapurnaga (CK) Nangoi (SS)	✓ ⁵⁾ MB ⁷⁾ **		✓ PKY ¹⁾ SPF ¹⁴⁾	7) 泥炭が厚い土地 (火事によって攪乱された土地) **Site survey 2018
18	<i>Calophyllum soulatri</i>	Bintangur (RU; CK) Rambai ayam (SS)	✓**SBR	✓ SK ²⁾ ¹⁰⁾ BGS ¹⁸⁾	✓ PKY ¹⁾	2) 泥炭; 18) 泥炭; ** Site surveyed in 2018 (湿地);
19	<i>Calophyllum sundaicum</i> PF <i>Stevens</i>		✓ ⁵⁾	✓ ECS ¹¹⁾ PDG ¹⁶⁾	✓	5) 低地の泥炭湿地*
20	<i>Calophyllum tetrapterum</i> Miq.		✓**SBR, TM**	✓PLW ¹³⁾	✓ ¹⁷⁾	**Site survey 2018, 現地住民によるヒアリング. この種は浸水した場合、年 2 回開花
21	<i>Calophyllum teysmannii</i> Miq	Mahadingan (CK);	✓ ⁵⁾	✓ ⁸⁾	✓ PKY ¹⁾ SPF ¹²⁾	1) 泥炭が厚い土地; 5) 排水が良い低地から、フタバガキ科が混生する低山帯 (1400m) まで分布
22	<i>Calophyllum wallichianum</i>	Lutan (CK)			✓ PKY ¹⁾	

注)

RU: Riau; SS: South Sumatera; CK: Central Kalimantan; KP: Kalangpangan; PKY: Palangkaraya; SK: Siak; RAPP (Siak, Pelalawan, Inhu, Kampar, Kuansing, Kepulauan Meranti);

PLW: Pelalawan; SBR: Sebokor; SPF: Sebangau Peat-Sawamp Forest; TM: Toman; GSK: Giam Siak Kecil; PDG: Pulau Padang; ECS: East Coast of Sumatra; MB: Musi Banyuasin;

BGS: Bagansiapi-api; TN: Tumbang Nusa;

出典)

1) Siti Maimunah (Universitas Muhammadiyah Palangkaraya); 2) Darwo (Puslitbang Hutan); 3) Hesti Lestari Tata (Puslitbang Hutan); 4) Rencana Pemulihan Gambut (RAPP); 5) PROSEA (Soerianegara & Lemmens) ; 6) ; 7) Chandra Agung Septiyadi Putra (MRPP-GIZ) ; 8) Haris Gunawan *et al.* (Pusat Studi Bencana Universitas Riau); 9) Haris Gunawan *et al.* (Biologi, FMIPA Universitas Riau) ; ; 10) Nurul Qomar (Disertasi IPB); 11) Haris Gunawan, Kobayashi, Mizuno (Kyoto University) ; 12) Edi Mirmanto (LIPI); 13) Abbas (LIPI) ; 14) Laura Graham (CIMTROP, University Leicester) ; 15) Government of Indonesia (Guideline for the rehabilitation of degraded PS) ; 16) Haryanto (IPB); 17) Subeki (Hokkaido University); 18) Muhammad Nurmaulani (IPB); 19) www.asiaplant.net



リアウ州Bengkalis県Suaka Margasatwa Bukit Batu保全林内泥炭地テリハボク属樹木
(2018年10月、開花・結実なし)



泥炭地テリハボク属試植例(2013年植栽)
リアウ州Bengkalis県Tanjung Leban村
(2018年10月、開花・結実なし)

図 7. リアウ州泥炭地テリハボク属樹木³の写真

1.1.4.3 テリハボク及びテリハボク属の泥炭地水理単位における活用可能性

テリハボクは沿岸部だけでなく、泥炭地周辺部や泥炭が薄いエリアでも生育する特徴があり、植林試験も実施されていることから (Maimunah *et al.*, 2018)、イ国が指定する泥炭地水理単位の耕作機能地域における植林に適した樹種と考えられる。

一方、泥炭中心エリアの保全機能地域における植林樹種については、泥炭地に天然分布するテリハボク属のうち上述の 5 種が有力候補として考えられる。ただし、種子生産量及び種子オイルの成分については、今後、調査研究等を含む長期的な検討が必要である (図 8)。

³ *Calophyllum tesamannii* 又は *Calophyllum schlerophyllum* と推測される。

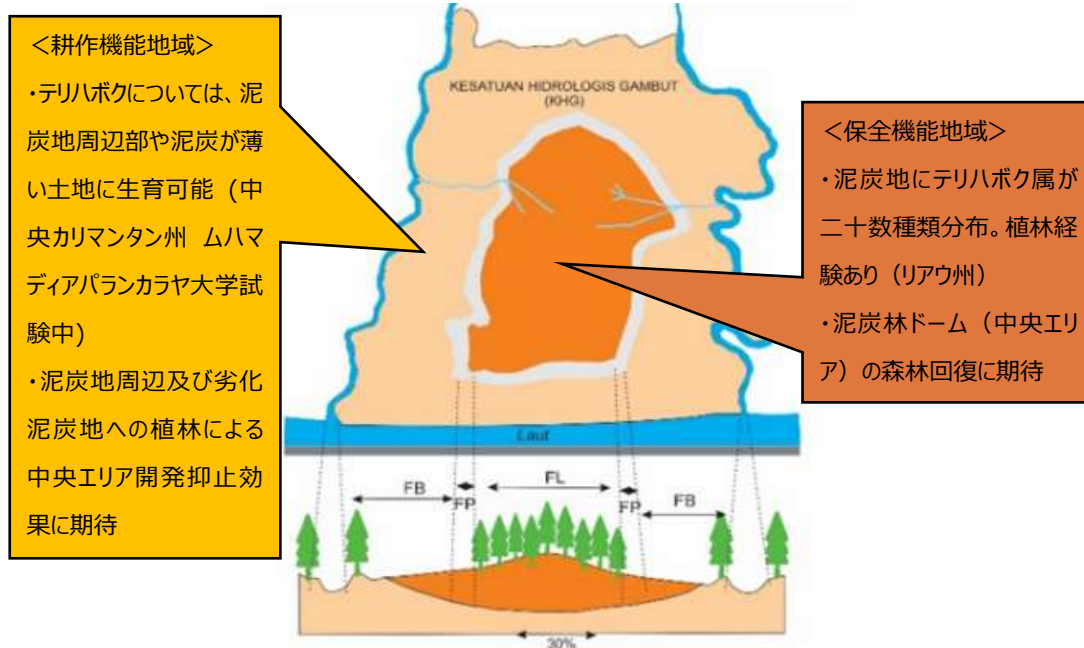


図 8. テリハボク属種子オイルの原料供給源としての泥炭地及び劣化泥炭地

出典：調査実施者作成

1.1.5 生産国における生産・加工の現状と課題

1.1.5.1 生産国における生産・加工の現状

製品化の過程には、大きく、実の収集、搾油、製品化という流れがある。この過程について、イ国のジャワ島産のテリハボク種子オイルの事例を図 9 に示す。まず、テリハボクの実は、PERHUTANI と呼ばれる国営林業公社の林地、あるいはコミュニティ林地で地域住民により収集される。

収集された実は、搾油工場に運ばれる。近隣の工場は Bantul の有限責任会社⁴と Purworejo 農家グループ運営の 2 か所があり、ここで搾油されたオイルは仲買人を介して、製品製造・販売業者の TAMBA WARAS 社⁵（バリ州）に運ばれる。

コミュニティ林地で収集された実は、Cilacap の「Jarak Lestari」という団体名の組合が運営する工場に運ばれる。ここで搾油されたオイルは直接バリの製造・販売業者に引き渡される。

⁴ 社名は PT. Sinergi Panggim Lestari。2018 年末に法人化し、村営公社から有限責任会社へ移行。

<http://www.panggunharjo.desa.id/bumdes-panggung-lestari-dirikan-perseroan-terbatas/>

⁵ <https://tambawaras.co/>

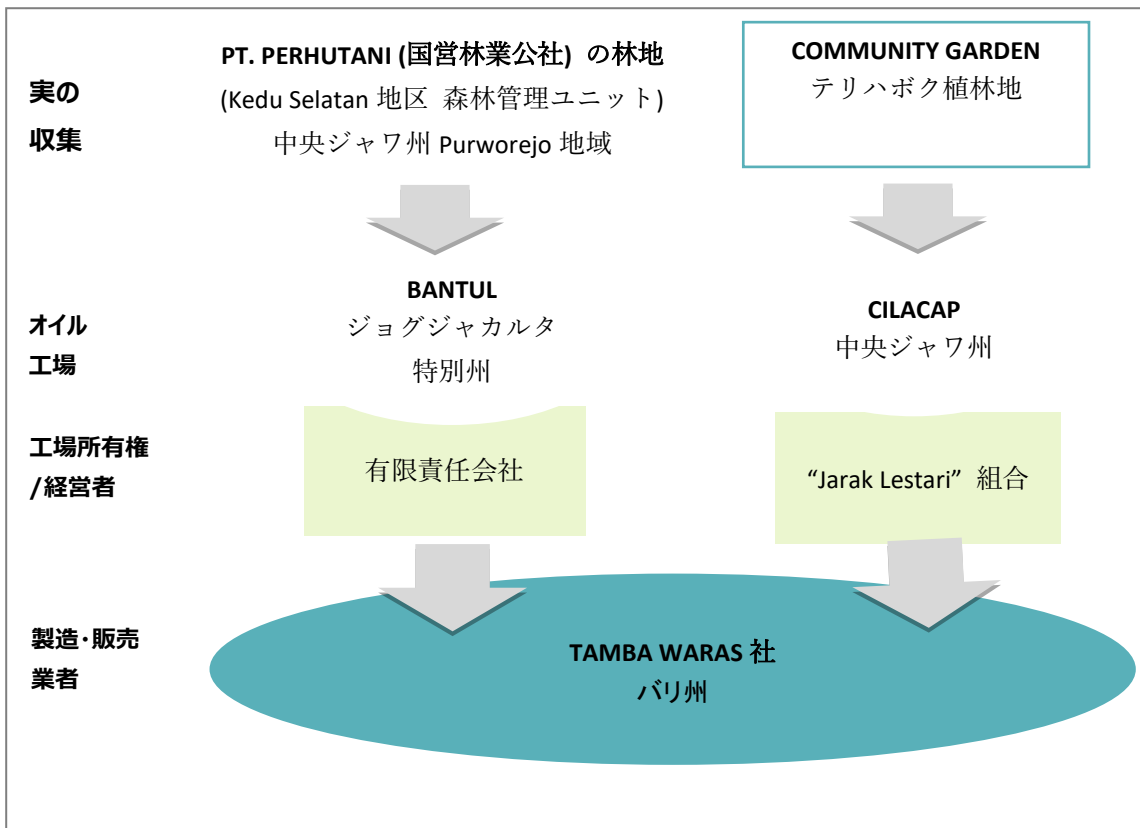


図 9. 実の採取から商品化までの事例

イ国内に、テリハボクの種子オイルの搾油工場は、上述の工場を含む以下の 7 箇所あると言われている。ジャワ島内の工場は、もともとエネルギー・資源省及び林業省のプロジェクトでバイオディーゼル生産を目的に建設されたものである。

- ① 東ジャワ州 Banyuwangi
- ② ジョグジャカルタ特別州 Bantul
- ③ ジョグジャカルタ特別州 Guning
- ④ ジョグジャカルタ特別州 Kindul
- ⑤ 中央ジャワ州 Cilacap
- ⑥ バンテン州 Ujung Kulon
- ⑦ 南スラウェシ州 Selayar

なお、上述の 7 つの工場以外に、中央ジャワ州 Pucoworejo の農民グループが運営する工場もあるが、現在、搾油機械が故障しており操業が停止している。

1.1.5.2 生産国における生産・加工過程

(1) 実の収集

テリハボクの種子オイルを抽出する場合、完熟し枝から落ちており、かつ発芽していな

い実を収集する (Dweck & Meadows 2002) (図 10)。



図 10. 搾油用に収集される種子

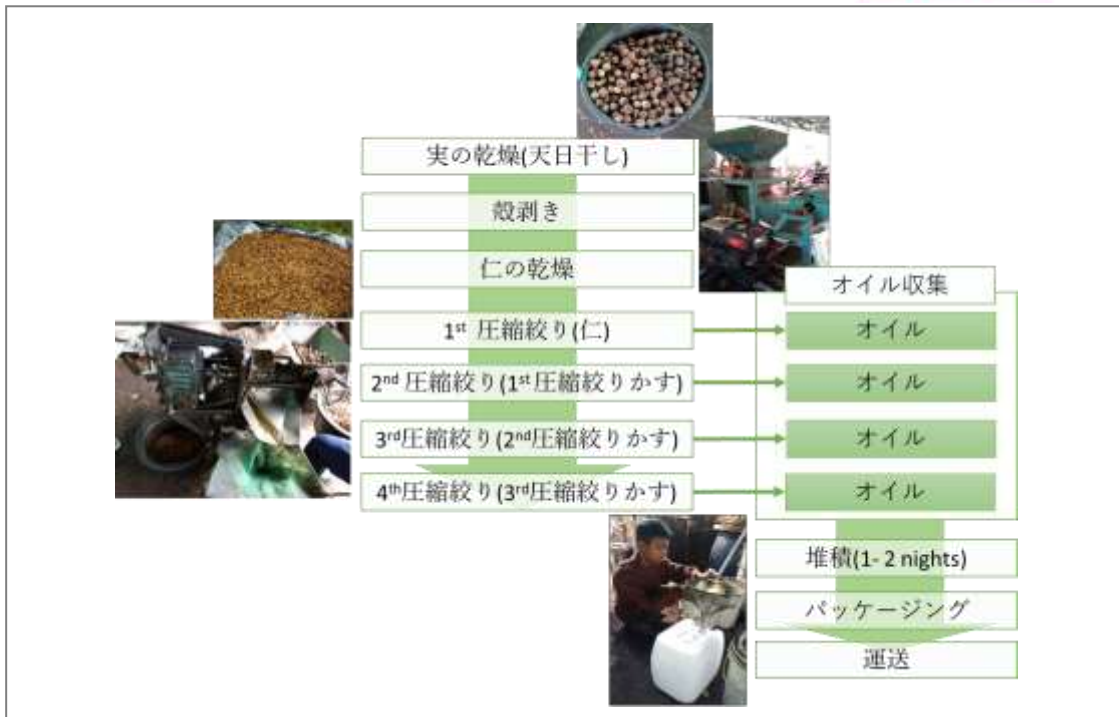
(2) 搾油

搾油の作業は、実/種の殻剥きと仁の選別、仁の乾燥、搾油、パッキングがある。一般的な作業方法は以下のとおりである。

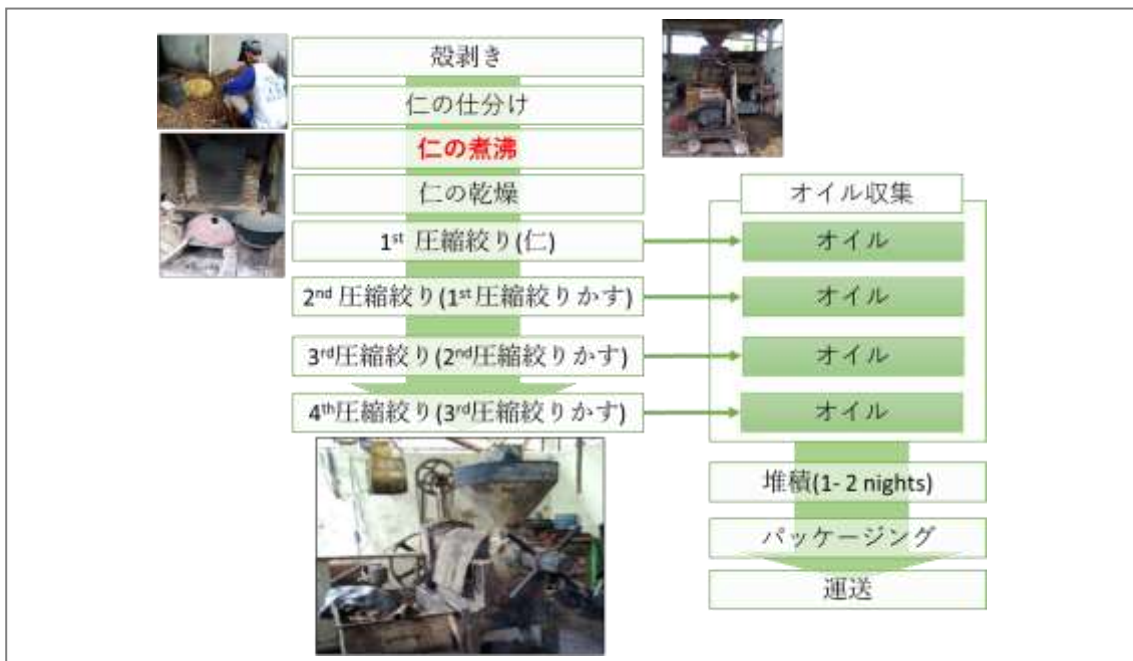
収集された実は、まず果肉がついた種の殻を剥き、仁を取り出す。その後すぐに仁を天日干しして乾燥させる。この時、湿気を避ける。これによりカビ類の発生を防げる。天日干しは仁が十分に乾燥するまで続ける (2 カ月間ほど)。この間に、仁の色は茶色になり、香りが生じ、オイル含有量が増加する。また、発芽力は低下する。この作業を施した仁は長期間貯蔵できる (Dweck & Meadows 2002)。なお、乾燥させた仁であれば、Bantul の工場のヒアリングによると約 1 年間は保管可能とのことであった。

植物オイルの抽出方法には、大きく圧縮抽出法及び溶剤抽出法がある。前者は、機械的手段で、冷温と熱温の 2 種類の抽出法がある。冷温の場合は、得られるオイルには、主要な有効成分のすべてが含まれているが、40℃を超えないよう注意する必要がある。熱温については、オイルの抽出を簡単にするため、圧縮する前に粉砕され加熱処理される。比較的不快な香りとなるため、商品化するために精製加工がなされる。この方法は加熱することで一定の割合の成分が損なわれる。溶剤抽出法は、溶剤を利用してオイルを抽出する方法である (クレルジョウとクレルジョウ 2012)。

イ国の工場の搾油方法について、先の②ジョグジャカルタ特別州 Bantul 及び⑤中央ジャワ州 Cilacap の事例を記載する。両工場とも一般的な仁の天日干し期間よりも短い。圧縮抽出法を利用しているが、Bantul は冷温圧縮、Cilacap は仁の乾燥の前に仁を煮沸するという加工を加えており、製造方法に一部違いがみられた (図 11)。



(1) Bantul の場合



(2) Cilacap の場合

図 11. オイル抽出手順

1. 1. 5. 3 生産国における流通の現状と課題

(1) 取引価格

実の収集から製品販売まで、ジャワ島の事例では、住民が採集した実の仲買人による買取価格は kg で 1,000 ルピア（10 円弱）、これを実の商人が 1,500 ルピア（15 円弱）で購入し、搾油工場が 3,500 ルピア（35 円弱）で買い取る。

搾油されたオイルは、製造・販売業者の企業が 50,000 ルピア（500 円弱）/リットルルピアほどで購入する。製品化された商品は 100ml のボトルにテリハボク種子オイルを 5 割程度ブレンド配合して販売されているが、ブレンドを考慮せず単純に 1 リットルあたり換算すると 3,250,000 ルピア（約 30,000 円）の価格である。

これらの価格について、仁 1 kgあたりの価格をオイル 1 リットルあたりの価格に換算した、サプライチェーンにまとめたものを図 12 に示す。重量から容積への換算するための係数を、乾燥仁あたりのオイルの割合を 0.5 (Leksono *et al.* 2013)、また植物オイルの比重を 0.9 (日本油脂検査協会 2018) と仮定して計算した。

川上価格と川下価格の差が 1,500 倍と大きく、流通ルートにおける課題があると考えられる。

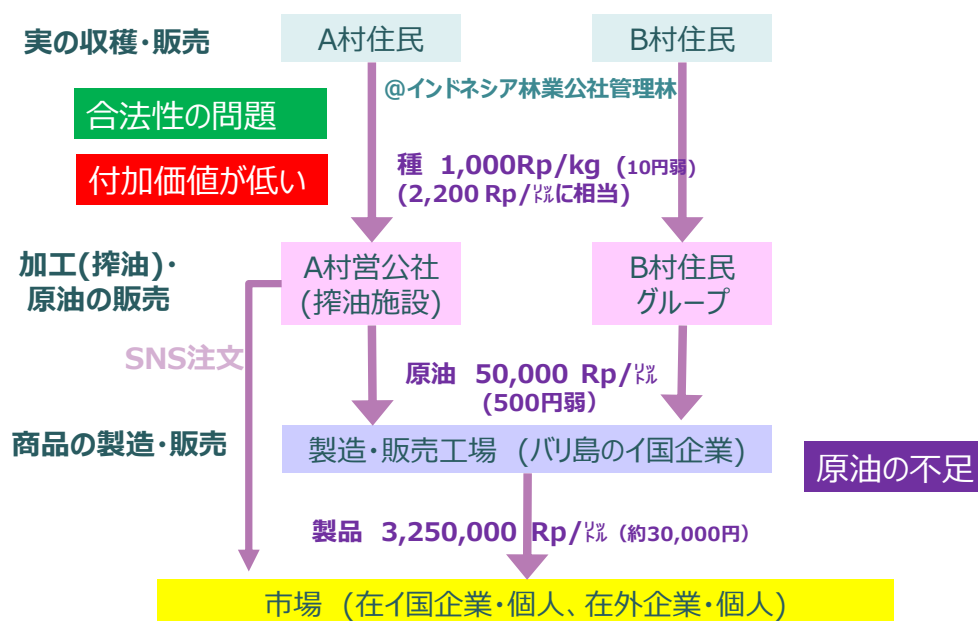


図 12. イ国テリハボク種子オイルの現状と課題の概観

出典：調査実施者作成

(2) 森林資源料

イ国では、国有林地内の森林資源を原料として非木材林産物 (NTFP) 産品を生産する場合、森林管理者として森林管理ユニットは NTFP の収穫/採取計画を立案する。一方、NTFP の利用/採取を行いたい者は、NTFP 利用事業許可 (IUPHHBK) 又は NTFP 採取許可

(IPHHBK) を保持する必要がある⁶。このように、NTFP の生産にあたっては、木材生産に類似した NTFP 取扱い事務手続きを行うことが求められる。

税金外の国庫収入料 (PNBP) として、国有林内で産出される NTFP に対して、森林資源料 (PSDH) の支払いが義務付けられている。種子オイルの場合、森林から果実部分を収穫することから、1 トン当たりの基準価格 Rp. 500,000 の 6% が課せられる⁷。

コミュニティビジネス単独で、上述のように NTFP の合法性を確保することはかなりの負担になると考えられ、コミュニティを通じて NTFP 生産を行う場合、森林管理ユニットと協働することがその負担を減らすための鍵となる。

1.1.5.4 消費国における製品の流通の現状と課題

(1) 日本の輸入の概況と輸入に関する法規制

日本における化粧品の取り扱いは、「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」(以下、医薬品医療機器等法) の規制を受ける。以下に、関連する法律、手続きの流れ、輸入にあたっての必要な書類リストを整理する。

(a) 関税分類など

① 関税分類

テリハボクの種子オイルの関税分類は、輸入する際の形態によって、原油と最終製品とに分かれる (表 10)。

表 10. テリハボク種子オイルの輸入形態による関税分類

種類	状態	関税分類
原油	粗油を濾過し浮遊物を除去	第3部 第15類 動物性又は植物性の油脂及びその分解生産物、調製食用脂並びに動物性又は植物性のろう 1515 その他の植物性油脂及びその分別物 1515.90 その他のもの
最終製品	パッケージされた商品としてそのまま流通する状態	実際の商品の製法、配合、包装状態、包装記載内容によって異なるため、税関に確認。

⁶ Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.66/MenLHK/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang Tata Cara Pemberian dan Perpanjangan Izin Usaha

⁷

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku pada Kementerian Kehutanan (14 Feb. 2014)
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.64/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Penetapan Harga Patokan Hutan untuk Perhigungan Provisi Sumber Daya Hutan dan Gani Rugi Tegakan (19 Dec. 2017)

② 特恵関税

イ国は特恵関税の適用対象国（特恵受益国）とされている。特恵関税とは、日本が「特恵受益国」と認めた開発途上国を原産地とする品目（一部の例外品目は除く）を日本に輸入する場合に、通常の間税率より低いか、あるいは無税が適用される制度である。

(b) 輸入時の規制

① 医薬品医療機器等法

- 化粧品製造販売業許可と化粧品製造業許可
- 外国製造業者認定
- 品目ごとの製造販売承認
- 規格基準とラベル表示義務

② 関税法（知的財産権侵害物品）

偽ブランド商品など知的財産権（商標権、著作権、著作隣接権、特許権、実用新案権、意匠権）を侵害する物品の輸入は禁止されている。

(c) 販売時の規制

① 不当景品類及び不当表示防止法（景品表示法）

原産地の虚偽または誤認表示がある製品は、輸入時には関税法、国内販売時には景品表示法、輸入販売が禁じられている。

② 化粧品の表示に関する公正競争規約

化粧品公正取引協議会が策定した業界自主基準。表示、広告、包装などについて規制している。

(2) 製造及び販売に関する手続きの流れ

(a) 原料を輸入し国内で製造する、または最終製品（化粧品）を輸入する場合

日本国内で、物品を製造及び販売する場合、国及び都道府県から承認を得る必要がある。承認までの流れを図 12 に示す。

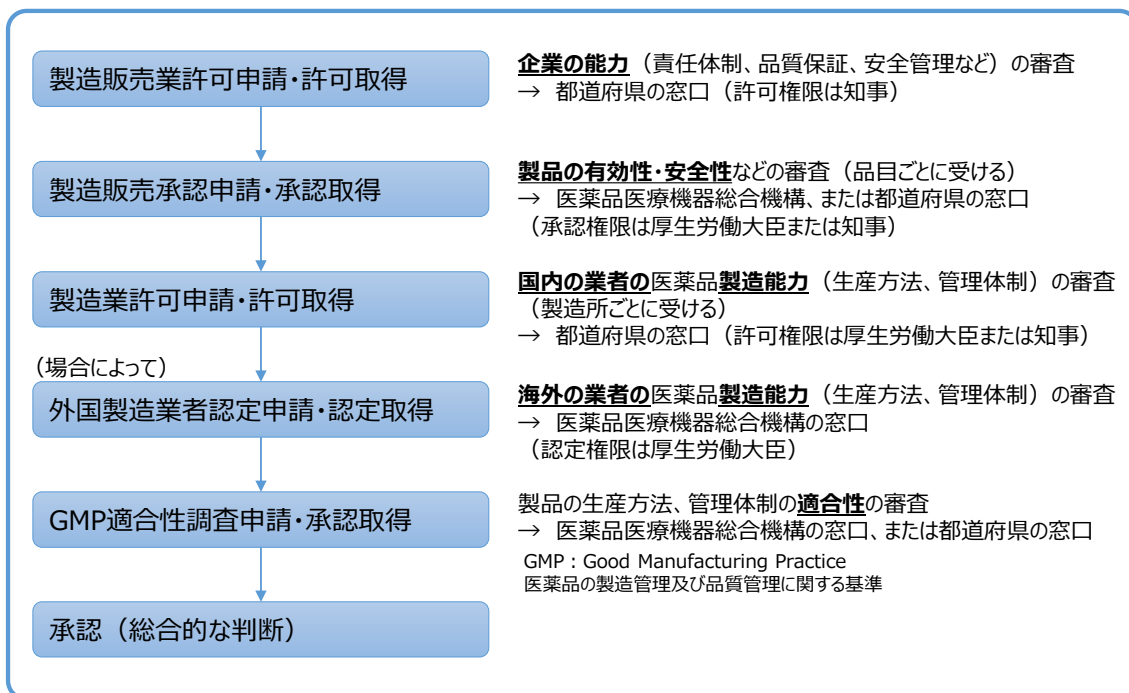


図 12. 日本国内での製造・販売に必要な国及び都道府県からの許可・承認の手続き

(b) 原料の輸入・販売の場合

化粧品原料は、医薬品医療機器等法の規制対象ではないため、輸入時には製造販売業と製造業の許可は必要ない。ただし、外国製造業者認定申請・認定取得の手続きは必要となる。

(c) 通関

日本への貨物の到着後、税関に輸入申告、関税の納税申告を行う。輸入の許可後、貨物を引き取る。通関業務は通関業者に代行してもらうことが可能である。通関業務に対する費用は、通関業法基本通達によって定められている（例：輸入申告（申告納税）11,800 円など）。通関に必要な書類は次の表 11 及び表 12 のとおりである。

表 11. 通関に必要な書類リスト

No	書類	説明
1	輸入（納税）申告書	商品の内容、取引の内容
2	仕入書	Invoice 輸出者と輸入者の間で「どんな商品を、いくらで、いくつ売買ったのか」を示す書類

3	船荷証券または航空貨物運送状	Bill of Lading または Air Way Bill 荷送人が品物を船積みすると引換えに船会社から取得する本船貨物受領書で、荷受人にとっては、船会社から本邦に到着した品物の引渡しを受けるために欠くことのできない有価証券
4	包装証明書 (必要に応じて)	Packing List 貿易取引する貨物をどのように梱包したのかを説明する書類
5	保険料明細書 (必要に応じて)	Marine Insurance Policy CIF（運賃・保険料込み値段）条件の契約においては海上保険証券もしくは証明書
6	運賃明細書 (必要に応じて)	Arrival Notice 船の到着案内 船会社から輸入者あてに発行
7	原産地証明書 (必要に応じて)	Certificate of Origin 貿易取引される商品の国籍を証明する書類
8	他法令の関係書類など (必要に応じて)	

表 12. 医薬品医療機器等法に付随して必要な書類リスト

No	書類	説明
1	製造販売業許可証の写しまたは製造業許可証の写し	医薬品を製造販売するにあたって、製品の市場に対する最終責任、品質保証業務責任、安全管理業務責任を担う能力を持っていることを都道府県へ申請し、許可を受ける
2	製造販売承認書または製造販売承認申請書の写し（化粧品の場合、製造販売届書の写し）	医薬品そのものに対して性能、安全性等の面で問題がないことを厚生労働省へ申請し、承認を受ける

(3) 生物多様性条約への配慮

生物多様性条約(CBD 条約)の目的として、生物多様性の保全、生物多様性の持続可能な利用、遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分 (ABS) がある。ABS については、「各国の遺伝資源はその国が権利を持ち、その利用(Access)には政府の許可が必要である」ことが名古屋議定書に定められた。さらに、CBD 条約 8 条生息域内保全(J)は、締約国が、「可能な限り、かつ、適当な場合には、自国の国内法令に従い、生物の多様性の保全及び持続可能な利用に関連する伝統的な生活様式を有する原住民の社会及び地域社会の知識、工夫及び慣行を尊重し、保存し及び維持すること、そのような知識、工夫及び慣行を有する者の承認及び参加を得てそれらの一層広い適用を促進すること並びにそれらの利用がもたらす利益の衡平な配分を奨励すること」を行うよう規定している。

しかし、本規定を巡っては、「伝統的知識の定義が不明であり、利益分配先をどのように決めるのか、どのように保護するのかといった問題に十分な解答が得られていない現状が

あり、本規定は実際の運用に至らない場合が多い」（バイオインダストリー協会⁸ 2011）。

更に、同書は、「医薬品・化粧品に対する ABS 関連のクレームは、遺伝資源に関連した伝統的知識の利用に関する特許や特許申請に対するものであり（CBD 条約 8 条(J)に関するクレーム）、ABS の遵守に対するものではないのが現状である。また、正式に裁判所に提起されたものはごくわずかで、大半がメディアへのキャンペーン（企業等に対する糾弾）、行政への異議申立て、利用者に対する直接的な要求などであった」。しかし、「ニュースやインターネット等のメディアを通じてのクレームは、利用者である企業や研究機関に対して極めて深刻な影響を及ぼすことになる。企業にとって問題なのは、クレームが最終的に根拠のないものであることが証明されるか否かではなく、クレームされたという事実そのものが、生物遺伝資源の取引や製品の販売に悪影響を及ぼすことである。すなわち「企業イメージが損なわれる」という、重大な風評被害をこうむることになってしまうことである」と指摘している。

以上から、テリハボク種子オイルの製品開発・取引においては、インドネシア政府が、今後、どのような ABS 関連法を整備していくのかを注視する必要がある。また、テリハボク生息地において、住民がどのような利用をしているのか等、その実態を把握し、クレームの発生に備えておくことが望ましい。

1.1.5.5 その他の課題

(1) 素材利用における課題 1：匂い

テリハボク種子オイルは独特のスパイシーな匂い（カレー臭）を持ち、衣類に付着すると匂いが残る。エステ協会へのヒアリングでは、マッサージ用オイルに強い匂いがあると敬遠される可能性があるとのことであった。これは、洗濯しても匂いが落ちないオイルを使用すると、タオルの再利用が難しく破棄することになり、コストが高くなるからである。また、オイルを使用する際には、衣類にオイルが付着しないよう注意する必要がある。

この匂いの元の成分が有効成分の一つであると考えられることから（太平洋諸島センターでのヒアリング）、オイルを処理して匂いを除去することは品質の点で難しい。独特な匂いを苦手と感じる利用者もいることを想定すると、他の素材とブレンドしてテリハボク種子オイルの配合を減らす、エッセンシャルオイルと調合し香りを調整する、といった匂いを考慮した製品が利用者にとって使いやすいと考えられる。

(2) 素材利用における課題 2：運輸コスト及び安定供給

日本国内企業におけるテリハボク種子オイルの利用については、南太平洋諸島産のオイルは、素材そのものには興味はあるものの、運輸コストと安定供給の面が課題となり導入

⁸ 海外の遺伝資源へのアクセスに関する相談窓口

- 一般財団法人バイオインダストリー協会 生物資源総合研究所によるホームページ (<http://www.mabs.jp/abs/madoguchi.html>)
- The access and benefit-sharing clearing-house (ABSCH) のホームページ (<https://absch.cbd.int/>)

が難しいとの課題があげられた（南太平洋諸島（太平洋諸島センターでのヒアリング）。バヌアツ国の例としては、もともと種子の採集エリアが小さいことに加え、生産側が家族経営であるため供給量が少ないとのことであった。

1.1.6 ビジネスモデル

1.1.6.1 ビジネスモデルの提案

(1) 現状と課題のレビュー

バリ島の企業は、現状の需要を満たすだけの原料種子オイルの確保に苦勞しており、既存林からの増産、さらに、植林によるテリハボク資源の増加が必要とされている。

また、ヒアリングの結果、バリ及び南スラウェシ島の製造・販売企業は、海外企業と提携してブランド・製品開発することを望まないとのこと。海外の企業が新ブランド・製品開発を行う場合、果実収穫を行うコミュニティ又は村落レベルで搾油を営むコミュニティビジネスと直接協働する体制を整備する必要がある。さらに、原料となるテリハボク実の合法性が低いこと、テリハボク果実を収穫するコミュニティの付加価値が低いことから、サプライチェーン管理を強化する必要がある。

(2) 提案するビジネスモデル

インドネシア環境林業省が政策的に重視している森林管理ユニットを通して、①住民支援体制・合法性の確保、②テリハボク資源及び実生産の増強（原油の安定生産）及び③住民への利益還元（付加価値の向上）を図る官民連携のビジネスモデルが提案される（図 13）。

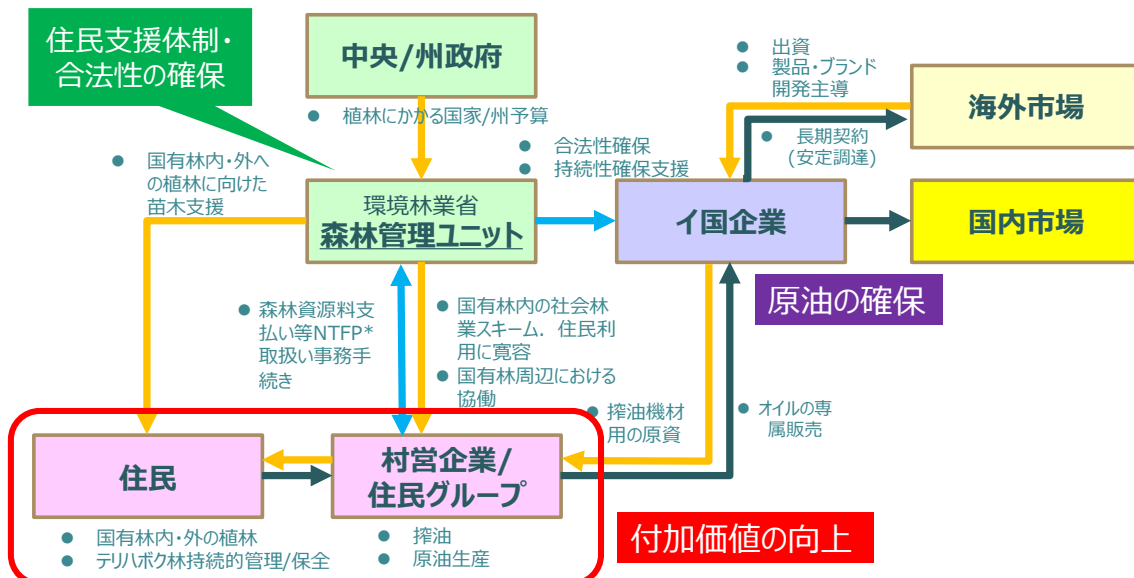


図 13. 持続可能な森林経営に資するテリハボク種子オイルビジネスモデル

出典：調査実施者作成

(3) 生産拠点地域

ビジネス/生産拠点について、現存資源、植林への関心、テリハボク樹木の持続性面から検討した結果、7ゾーン11州の候補地域が想定される（図14）。

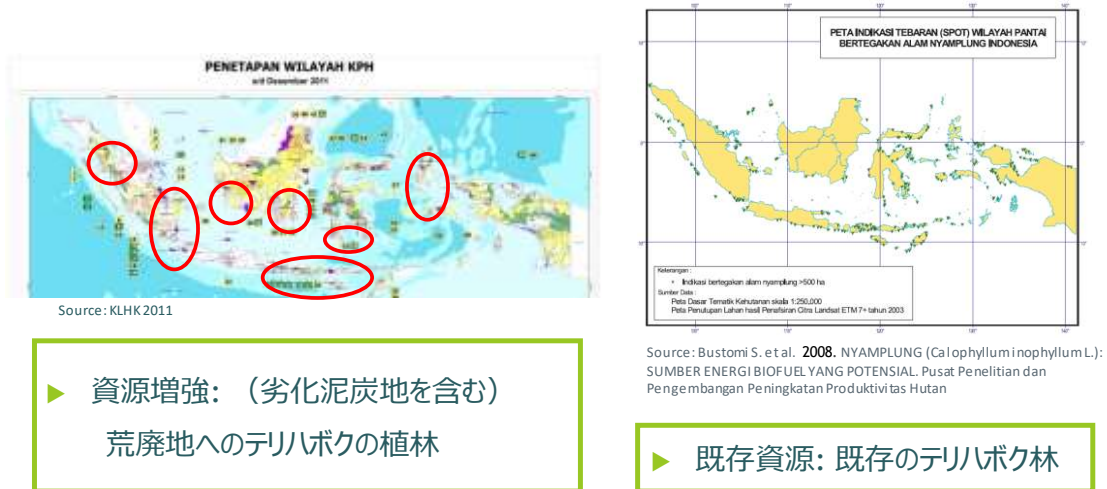


図 14. テリハボク及びテリハボク属の生産候補地域

(3) 社会林業スキームの活用

イ国では、国有林内での違法な土地使用・占有に関係するコンフリクトの予防や解決のために、社会林業スキームが発達している。国有林地内における NTFP の収穫/採取を伴うコミュニティと協働する場合、表 13 に示したような社会林業スキームにもとづく森林管理権の取得を支援することが重要となる。また、社会林業スキームに基づく森林管理権を保持するコミュニティと協働することにより、国有林地外での事業用地の確保の際に負担となりやすい賃借料等の土地に関するコストが軽減される。

表 13. イ国の主要な社会林業スキーム

No.	スキーム名 (インドネシア語)	概要
1	慣習林(Hutan Adat/HA)	慣習権が認められるコミュニティのテリトリー内の森林
2	コミュニティ林 (Hutan Kemasyarakatan/HKm)	コミュニティ福利向上のために国有林内でコミュニティが管理するコンセッション
3	村落林(Hutan Desa/HD)	村落の福利向上のために国有林内で村落評議会が管理するコンセッション
4	コミュニティベース人工林 (Hutan Tanaman Rakyat/HTR)	森林の持続性が確保される適正な更新システムで森林生産の品質回復を図るための生産林でコミュニティが営む人工林
5	林業パートナーシップ (Kemitraan Kehutanan)	コミュニティと森林コンセッション保持者、森林管理ユニットとの協力（森林サービス利用許可）

出典：Tjiptono 2018

1.1.6.2 ビジネスモデルの収益性

南スマトラ州 MUBA 県 Maara Medak 村、Suka Damai 村に分布する Lalan Medis 森林管理ユニット管轄の国有林(泥炭地周囲のミネラル土壌⁹)でのテリハボク植林を想定した収益性を試算した(表 14 に収益性計算の条件、表 15 に結果を記載)。テリハボク新規植林及び実の販売、テリハボク新規植林及び原油の販売、及び比較としてオイルパーム新規植栽及び実の販売の 3 つのケースを示す。

表 14. 泥炭地周辺部植林によるテリハボク種子オイルビジネスの収益性試算条件の概要

項目	条件
基本事項	<ul style="list-style-type: none"> ■ ha当たり ■ 銀行金利:11% ■ 市場:バリ島(PT. Tamba Waras)
植林	<ul style="list-style-type: none"> ■ 8 x 9m=138本/ha(南スマトラ州現地情報:コミュニティのオイルパーム農地) ■ 生産期間58年(Bustomi <i>et al.</i>, 2008) ■ 環境林業省標準工程を適用。ただし、毎年、除草/施肥。
果実採取	<ul style="list-style-type: none"> ■ 6年生より(南スマトラ州現地情報: 現存テリハボク)海 ■ 15kg/本/年(6年)、20kg/本/年(7-8年)、25kg/本/年(9-10年)、30kg/本/年(11-12年)、35kg/本/年(13-58年)(Bustomi <i>et al.</i>, 2008: 年平均30kg/本/年) ■ 平均実生産量: 4,621.7kg/ha ■ 実販売価格:Rp. 1,000/kg(Cilacap現地情報) ■ 森林資源料支払い、NTFP取扱い事務コスト込み
搾油	<ul style="list-style-type: none"> ■ 殻剥き・選別機:1 ■ 圧縮絞り機:1 ■ 種子乾燥: 36人日/ha ■ 搾油: 36人日/ha ■ 容器・送料込み ■ 仁:実重量の70% ■ オイル含量:仁重量の50% ■ 平均オイル生産量: 855.87Lt/ha ■ オイル販売価格: Rp.50,000/Lt

出典：調査実施者作成

財務内部収益率 (FIRR) はパームオイルが 35.4%と最も高く、テリハボク新規植林及び原油販売も 33%と同等に高い数値を示した。また、初期の資本を回収する期間(搾油機・殻剥き機等の設備日は減価償却期間で均等配分)は、テリハボク新規植林+原油販売の場合、オイルパームと同程度の 6 年ほどかかると予測される。オイルパームよりやや収益性が落

⁹ Babel 州系統のテリハボク木の現存樹林があり、結実も確認されている。

ちるため、オイルパームの生産性が低いところで候補地を探すことが重要となると考えられる。

表 15. 泥炭地周辺部植林によるテリハボク種子オイルビジネスの収益性の試算結果の概要

試算結果	テリハボク 新規植林+実販売	テリハボク 新規植林+原油販売	比較: オイルパーム農家 (新規植栽+実販売)
正味現在価値 NPV (Rp/ha/year)	5,247,013	98,044,845	40,004,776
便益費用比率 BCR	1.33	2.00	1.75
財務内部収益率 FIRR (%)	27.28	33.0	35.4
資本回収期間	10.42	6.04	5.84
損益分岐点(生産量)			
販売開始年	576 kg (6年目)	115 liter (6年目)	2,920 kg (3年目)
10年目	636 kg	158 liter	2,920 kg

出典：調査実施者作成

コミュニティ単独で行う場合、テリハボクは結実時期が 2 カ月間程度であり、実の収集と乾燥作業が一時期に集中すること、また搾油自体の作業は年間を通じれば 1 日あたりの作業日数は少なることから、副業として行うことが効率的と考えられる。また、結実するまでは、現金収入がないため初期の植林コストについては政府支援が必要となる。

1.1.6.3 ビジネスモデルによって期待される波及効果

テリハボク植林地は 28.98t/ha の炭素貯留効果があると推定され (Indrajaya & Mulyana, 2017)、植林することで森林セクターの GHG 排出抑制に寄与することが期待される。さらに、オイルパームの生産性が低い傾向にある泥炭地周辺部では、オイルパーム農地の拡大のために泥炭地を開発することの抑制に寄与でき、泥炭地分解や泥炭地火災の予防による GHG 排出抑止にもつながる。

さらに、沿岸地域における海岸林として植林が拡大すると、防風・防潮効果、高波・津波時の流勢緩和効果が期待される。気候変動により海面上昇や海岸災害のリスクが高まるイ国の気候変動適応対策にも寄与できる。

参考文献

Basile, A., Sorbo, S., Spadaro, V., Bruno, M., Maggio, A., Faraone, N., & Rosselli, S. (2009) Antimicrobial and Antioxidant Activities of Coumarins from the Roots of *Ferulago campestris* (Apiaceae). *Molecules*, 14(3), 939-952.

- Bustomi, S., Rostiwati, T., Sudradjat, R., Kosasih, A. S., Anggraeni, I., Leksono, B., . . . Hendra, D. (2008) NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.): SUMBER ENERGI BIOFUEL YANG POTENSIAL (in Indonesia).
- Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, KLHK (2016, 7 22) Peta Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG), Indikatif Fungsi Lindung Gambut, dan Areal Restorasi Ekosistem Gambut Sumatera, Kalimantan dan Papua.
- Dweck, A. C., & Meadows, T. (2002) Tamanu (*Calophyllum inophyllum*) – the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International Journal of Cosmetic Science*, 24, 1-8.
- Efendi, M., Lailaty, I. Q., Nudin, R. U., & Samsudin, A. D. (2016) Komposisi dan keanekaragaman flora di Gunung Pesagi, Sumatera (in Indonesia). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 198-207.
- Gacche, R., Gond, D. S., Dhole, N. A., & Dawane, B. (2006) Coumarin Schiff-bases: As Antioxidant and Possibly Anti-inflammatory Agents. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 21(2), 156-161.
- Indrajaya, Y., & Mulyana, S. (2017) Simpanan karbon dalam biomassa pohon di hutan kota Kebun Binatang Bandung (in Indonesia). *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS, Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berkelanjutan*. UMS. Solo.
- Iriadenta, E. (2013) DEGRADASI EKOSISTEM RAWA PESISIR DI KEC. JORONG KABUPATEN TANAH LAUT KALIMANTAN SELATAN (DEGRADATION OF COASTAL SWAMP ECOSYSTEM IN SUBDISTRICT OF JORONG TANAH LAUT REGENCY SOUTH KALIMANTAN) (in Indonesia). *Fish Scientiae*, 4(6), 157-170.
- Konstantina, F. C., Dimitra, H.-L. J., Litinas, K. E., & Nicolaides, D. N. (2004) Natural and Synthetic Coumarin Derivatives with Anti-Inflammatory / Antioxidant Activities. *Current Pharmaceutical Design*, 10(30), 3813-3833.
- Leksono, B., Hendrati, R. L., Windyarini, E., & Hasnah, T. (2013) Coumarins content of seed and crude oil of Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) from forest stands in Indonesia. *International Seminar "Forests & Medicinal Plants for Better Human Welfare"*, 107-118.
- Leksono, B., Windyarini, E., & Hasnah, T. (2014) *Budidaya Tanaman Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.) untuk Bioenergi dan Prospek Pemanfaatan Lainnya*. Bogor: Penerbit IPP Press.
- Maimunah, S., Rahman, S. A., Samsudin, Y. B., Artati, Y., Simamora, T. I., Andini, S., . . . Baral, H. (2018) Assessment of Suitability of Tree Species for Bioenergy Production on Burned and Degraded Peatlands in Central Kalimantan, Indonesia. *Land*, 7.

- Ministry of Environment and Forestry (2015) Indicative Map Description on National Peatland Hydrological Unit.
- Ministry of Environment and Forestry, Republic of Indonesia (2017) The State of Indonesia's Forests 2018. Table 2.1 Extent of land cover types in forest area and non-forest are in Indonesia.
- Mukhlisi, & Sidiyasa, K. (2011) ASPEK EKOLOGI NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.) DI HUTAN PANTAI TANAH MERAH, TAMAN HUTAN RAYA BUKIT SOEHARTO (Some Ecological Aspects of Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) at Tanah Merah Coastal Forest, Taman Hutan Raya Bukit Soeharto)) (in Indone). *Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(3), 385-397.
- Osaki, M. and Tsuji, N 編 (2016) *Tropical Peatland Ecosystems*. Springer, Japan.
- Prasetyawati, A. C. (2011) Penanaman Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) untuk Mendukung Konservasi Kawasan Pesisir dan Program Desa Mandiri Energi di Kab. Kepulauan Selayar.
- Republic of Indonesia (2015) Submission by Indonesia NATIONAL FOREST REFERENCE EMISSIONS LEVEL FOR REDD+ In the Context of Decision 1/CP.16 Paragraph 70 UNFCCC.
- Riveiro, M. E., Kimpe, N. D., Moglioni, A. G., Vázquez, R., Monczor, F., Shayo, C., & Davio, C. (2010) Coumarins: Old Compounds with Novel Promising Therapeutic Perspectives. *Current Medicinal Chemistry*, 17(13), 1325-1338.
- Robiyanti, Muin, A., & Wulandari, R. S. (2015) SELEKSI PENETAPAN KANDIDAT POHON PLUS PENAGE *CALLOPHYLUM INOPHYLLUM* L.) DI KECAMATAN MATAN HILIR SELATAN KABUPATEN KETAPANG (in Indonesia). *JURNAL HUTAN LESTARI*, 3(2), 279-285.
- Thomson, L., Doran, J., & Clarke, B. (2018) Trees for life in Oceania: conservation and utilisation of genetic diversity. *ACIAR Monograph*, No. 201, 278 pp.
- Tjiptono Herudojo (2018 年 6 月 28 日) Social Forestry: Community Legal Access to Manage Forest. (2018 年 6 月 28 日駐日インドネシア大使館主催「日本-インドネシア国交樹立 60 周年記念森林セクターセミナーインドネシア森林政策のパラダイム転換: コミュニティベースの持続的森林管理の促進に向けて.
- vikaspedia (201812 月 10 日 閲 覧) *Calophyllum inophyllum*. 参 照 先 : <http://vikaspedia.in/agriculture/forestry/tree-crops/calophyllum-inophyllum>
- weblio (2018 年 12 月 10 日 閲 覧) weblio 辞 書 . 参 照 先 : <https://www.weblio.jp/content/%E3%82%AF%E3%83%9E%E3%83%AA%E3%83%B3>
- Wu, L., Wang , W., Xu, W., & Farzaneh, F. (2009) The Structure and Pharmacological Functions of Coumarins and Their Derivatives. *Current Medicinal Chemistry*,

16(32), 4236-4260.

YUKIE (2016) 読むオイル辞典. 東京: 大日本印刷.

一般財団法人バイオインダストリー協会 (2011) 生物遺伝資源へのアクセスと利益配分.
(磯崎博司, 編) 文京区: 信山社.

インドネシア環境林業省地理情報庁 (2015) インドネシア国の泥炭地の位置図.

クレルジョウシヤンタルとクレルジョウリオネル (2012) 美容と健康のための植物オイル・ハンドブック. 東京: 東京堂.

化粧品成分ジャーナル (2018年12月10日閲覧) 2016-2019 化粧品成分オンライン. 参照先: <https://cosmetic-ingredients.org/>

公益財団法人国際緑化推進センター (2018年12月1日閲覧) 途上国ビジネスデータベース. 参照先: BFPRO: <https://jifpro.or.jp/bfpro/product/1334/>

公益財団法人日本油脂検査協会 (2018年12月10日閲覧). 植物油の基礎知識: 植物油とJAS制度. 参照先: <http://www.oil.or.jp/kiso/jas.html>

松下通也, 花岡創, 千吉良治, 古本良, 織邊俊爾, 加藤智子, . . . 加藤一隆 (2018) 気候変動適応のための林木育種分野における国際技術協力: 早期の防風林造成に資するテリハボクの植栽試験. 海外の森林と林業, 101, 20-24.

日本化粧品技術協会 (2018年12月10日閲覧) エモリエント. 参照先: https://www.sccj-ifsc.com/library/glossary_detail/208