

6-2 モデルB．木炭生産と択伐更新を組み合わせたモデル

6-2-1 区分

6-2-1-1 森林成長量による地域区分； 高成長地域（High Growth Site/Site Index H-I – H-V）

インドネシアにおいてマングローブ炭を生産するために現在実際に使用されている炭窯の種類は主に4種類ある。その概要は以下の通りである。

表 (20) 炭窯の概要⁹⁸

炭窯の種類 (高さ x 幅)	原木使用量 (m3)	収量 (ton)	収炭率 (%)	年間窯回転数 (回)
Option 1 中国式炭窯 (4m x 3.5m)	40 m3	4 ton	10 %	8 回/年
Option 2 伝統的インドネシア式 炭窯 (8m x 7 m)	60 m3	15 ton	25 %	8 回/年
Option 3 マレーシア式炭窯 (7m x 6m)	40 m3	10 ton	25 %	8 回/年
Option 4 日本式炭窯 (3.5m x 3.5m)	3.5 m3	0.9 ton	26 %	18 回/年

1 窯当たりが必要となる利用可能なマングローブ林の面積を求める式は以下の通りとなる。

- ・年間原木使用量 = 1 窯あたりの容量 × 年間窯回転数 ----- (1)
- ・30年間に必要な原木使用量 = 年間原木使用量 × 30 ----- (2)
- ・必要な面積 (ha) = 30年間に必要な原木使用量 / ヘクタール当たり利用材積 ----- (3)

上記の式にあてはめると、30年回帰年による施業に必要なマングローブ原木使用量は以下のよう
に算出できる。

Option 1 中国式炭窯

$40 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycle} = 320 \text{ m}^3$ ----- (1)

$320 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 9,600 \text{ m}^3$ ----- (2)

Option 2 伝統的インドネシア式炭窯

$60 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycle} = 480 \text{ m}^3$ ----- (1)

$480 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 14,400 \text{ m}^3$ ----- (2)

Option 3 マレーシア式炭窯

$40 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycle} = 320 \text{ m}^3$ ----- (1)

$320 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 9,600 \text{ m}^3$ ----- (2)

Option 4 日本式炭窯

$3.5 \text{ m}^3 \times 18 \text{ cycle} = 63 \text{ m}^3$ ----- (1)

$63 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 1,890 \text{ m}^3$ ----- (2)

これに基づいて、持続可能な経営に必要なマングローブ林の面積を計算すれば、以下の通りとなる。

⁹⁸ 現地聞き取り調査・リアウ州スラットパンジャン/西カリマンタン州バトゥアンバル村・1999年3-4月

表 (21) 高成長地域における 30 年回帰年択伐更新施業による
マングローブ製炭事業(炭窯各 1 つ)に必要な森林面積 (式(3))

Kiln Type	Site H-I	Site H-II	Site H-III	Site H-IV	SiteH-V
30 年生林分の 利用材積 (m ³ /ha)	213.36	194.50	177.08	161.05	146.33
保残する母樹を除 いた 択伐材積 (m ³ /ha)*	200.09	181.80	164.93	149.46	135.30
Option 1 中国式炭窯 (ha)	48	53	58	64	71
Option 2 インドネシア式 伝統炭窯 (ha)	72	79	87	96	106
Option 3 マレーシア式炭窯 (ha)	48	53	58	64	71
Option 4 日本式炭窯 (ha)	9	10	11	13	14

注：保残する母樹を除いた択伐材積 = 利用材積 - 母樹の材積

高成長地域において、地位が中位 (Site H-III) の林分では、30年目の利用材積は177.08m³/ha になると見積もられ、保残する母樹を除いた択伐可能材積は164.93m³となる。

このことから、30年回帰年の択伐施業を行った場合、中国式窯では、1釜につき58haの利用可能な森林が必要である。伝統的インドネシア窯では87ha，マレーシア窯では58ha，日本式窯では11haがそれぞれ必要である。

また、原料として実際に利用できる原木の大きさは⁹⁹、中国式窯では、直径20-30cm長さ2m、伝統的インドネシア窯では、5-15cm長さ3-5m，マレーシア窯でも同様に5-15cm長さ3-6mとなっている。日本式窯では直径10cm長さ1mで、品質の高い炭を焼くため、直径がこれより太い場合には割って利用している。

これらを鑑みると、High Growth Siteにおいては、収穫予想表の上では、Site Index H- IIIの箇所で、15年の材積がすでに81.21m³，平均樹高16.11m平均直径10.38cm，ヘクタール当たり本数2,516本となるため、伝統的インドネシア式窯，マレーシア式窯，日本式窯を利用するにあたっては、15年回帰年でも持続可能な経営が可能ではないかという仮定にたち、検討を試みた (6-2-2-2, (3) 考察、回帰年の短縮)。

6-2-1-2 経営単位面積当たりに必要な労働量による事業区分；

労働多投型経営 (High Labor Intensity work for Management Unit)

一窯につき常時1人から5人の常勤労働力を必要とする。他に伐採や輸送、パッキングなどの労働力が必要であるため、それらを勘案すれば、ヘクタール当たり約計0.041-0.25人を雇用することができる (15-90人日/ha/年)。

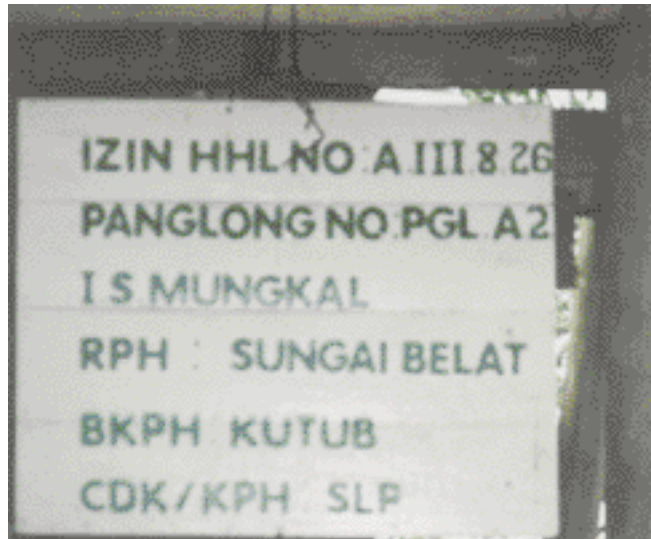
⁹⁹ 現地調査・西カリマンタン州パトゥアンパル村、リアウ州スラットパンジャン・1999年4月

6-2-2 モデル

6-2-2-1 経営主体： パンロン経営（林産物利用権（HPHH）、その他）

伝統的なマンガローブの製炭業経営は、一般にパンロン（Panglong¹⁰⁰）という名で呼ばれている。リアウ州等のマンガローブ炭生産のパンロンは数百年の歴史があると言われている。現在アチェ州やリアウ州などでは、HPHH（Hak Pemungunan Hasil Hutan; 林産物利用権）の制度が施行され、パンロンはそれぞれHPHHを取得し事業を行っている。

写真 3 3 林産物利用権許可の看板。製炭工場の入り口に掛ける。



HPHHは林産物採取に関する権利であり、HPH（森林開発権）とは全く別のものである。籐（ラタン）の採取の権利などもHPHHの許認可により統制されている。

以前は許認可権限が州レベルの自治体（DINAS Kehutanan）であったが、1999年1月の法律の改正にともない、県知事に申請し、県レベルで認可されることとなっている¹⁰¹。マンガローブ製炭業経営における原木を採取するためのHPHHはリアウ州の他にアチェ州などで実施されている。

HPHが20年単位の開発権であるのに対し、HPHHは単年度毎に申請、更新しなければならない。1人の炭窯保持者が、2つの権利まで取得することができる¹⁰²。1つの権利につき、最大で100haのマンガローブ林の区域が与えられ、その中から年間500m³のマンガローブ原木の採取が許可されることとなっている。義務を守り、規定通りに造林基金（DR; Dana Reboisasi）やロイヤリティ（PSDH: Provisi Sember Daya Hutan）等の税金を支払った場合に、毎年更新の申請をすることができる。

林産物利用権（HPHH）を取得すると、許可証（Surat Ijin HPHH mengambil hasil hutan lainnya）が交付される。これには、名前、面積、位置、地図、期間、許可採取数量などが記され、裏面にHPHH所有者の果たすべき義務が記載されている。

その内容は以下の通りである¹⁰³。（HPHH所有者；甲とする。）

- a) 伐採を実行する前に甲はKRPH（所長）にその旨報告しなければならない。
- b) 甲は割り当てられた区域内のみで伐採を行わなければならない。
- c) 甲はDR（造林基金）とPSDH（ロイヤリティ）を収穫時に支払わなければならない。
- d) この許可は、甲が伐採した林分と等価の植栽を行うことを前提として与えられるものである。
- e) この許可を更新したい場合は、実際の伐採数量、生産数量を報告し、税金の支払い証明を添付の上、証拠書類と共にKCDK/KPH（村長及び所長）に提出しなくてはならない。
- f) この許可書は甲個人に与えられるものであり、他の人に代替することは出来ない。

¹⁰⁰ 中国語起源の言葉、インドネシア、マレーシアでは、一般に製炭業者のことをPanglongまたはPengrajin Arangと呼んでいる。

¹⁰¹ 参照・1999年政令第6号・生産林における森林開発権、林産物利用権（Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 1999 tentang Pengusahaan Hutan dan Pemungutan Hasil Hutan pada Hutan Produksi）

¹⁰² 現地聞き取り調査・HPHH保有者・1999年4月、リアウ州スラットパンジャン

¹⁰³ 翻訳（筆者/1999年3月）Surat ijin HPHH mengambil hasil hutan lainnya

g) 籐（ラタン）の採取の場合は半製品、原料の形での輸出は禁止されている。

h) この許可書は下記の場合失効する。

(a)甲の死亡、(b)権利の不行使、(c)許可期間の終了、(d)義務の不履行、(e)許可数量の終了

上記の各項目のうち、“d)この許可は、甲が伐採した林分と等価の植栽を行うことを前提として与えられるものである。”という項目について、具体的に求められているものは伐採量1m³毎に同じ樹種4本の植栽という義務を果たすことである¹⁰⁴。

インドネシアにおいては、相互扶助（ゴトンヨロン）の慣習から生まれた協同組合が多く存在する（全国に39,000組織・1992年）。リアウ州スラットパンジャンにおいては、製炭業者（HPHH所有者）が“KOPSILPA（Kooperasi Panglong）”という協同組合を組織し、輸出のために共同輸送業務などを行っている。数量をまとめれば、大きな船で一度に運べるので、コストを下げることができ、有利となるなど、合理的な理由によって組織されており、組合長が、その調整を行っている。HPHH所有者は平均3窯を持ち、製炭業を営んでいる。製品は主にシンガポールを経由して日本や台湾などに輸出されている。

この他にHPHHの制度が適用されていない伝統的なパンロン経営による木炭生産が西カリマンタン州などに存在している。西カリマンタン州には第2次世界大戦以前からクブ王国という国があり、王が炭焼き業者に許可証を発行する形でマングローブ炭の生産を行ってきた。1967年林業基本法より、私有地以外の森林が国有林とされてからは法律上厳密には違法となるものであるが、伝統的に行われていること、また、森林を傷めない形で続けられていること、さらに、炭窯の収益性が低く、行政の管理下においたとしてもDRやIHHなどの税金を徴収することが出来ないなどの理由のため、HPHH制度の適用が見合わせられている。パンロン経営者の多くは1窯のみしか保有していないが、中には2つ、3つの窯を所有しているものもいる。また、所有者より借り受けて製炭経営を行っている者もあり、その場合は、1回の炭生産につき、収益の中からRp.75,000を所有者に支払うこととされている。この金額は炭窯の大きさによって異なっている¹⁰⁵。炭窯の所有者は村に対して、1年間に炭窯1つあたりRp.10,000の税金を納めている¹⁰⁶。パンロン経営者が集まり“Kelompok Pengrajin Arang”というグループを結成している。Option 1 中国式窯は、この西カリマンタン州での事例を参考にしてモデルとしたものである。

¹⁰⁴ 現地聞き取り調査・HPHHホルダー・リアウ州スラットパンジャン・1999年4月

¹⁰⁵ 現地聞き取り調査・西カリマンタン州パトゥアンパル村・1999年4月

¹⁰⁶ 資料・*Yayasan Mangrove* (1998) *Penyusunan Rancangan Proyek Pengelolaan Hutan Alam Produksi oleh Masyarakat Tradisional de Kabupaten Pontianak Propinsi Kalimantan Barat*

6-2-2-2 経営システム； 回帰年30年の母樹保残択伐施業



写真34
HPHH所有者の
苗畑

写真35 植付作業 1m³伐採する毎に4本の植栽義務



(1) 林業経営システム

HPHHを取得した段階でまず、境界区域をペンキ、看板等で明示する。HPHHの経営も生産林で行われるものであるため、伐採方法や回帰年等については、林業局長令No.60/kpts/1978のマンガローブ造林施業規定に従わなければならない。このため、林業経営システムそのものは1.モデルA 択伐更新によるチップ生産モデルに準じたものとなる。ただし、規模的にチップの場合のように大きなものではなく、伐採には手斧を用い、カヌーで搬出する基本的に1人作業で実施できるものであり、1人1日当たり1-2m³木炭生産の原木が生産される。

また、造林、育林システムについても基本的には同様であるが、炭窯が一つの場合を想定すると、伐採面積とそれに伴う更新面積から必要となる苗木の本数を計算すると、苗畑の規模は、2つの苗床と3m×3m程度の小さな作業小屋の施設で十分である。前述のように1m³収穫する毎に4本植栽する。

西カリマンタン州で伝統的に行われている個人経営の製炭においては、DBH20cm以下の木をすべて残す択伐方式が採用されている。伐採後10年以上経過した後に森林の蓄積が元通りに回復したところで、再度伐採を行う、という方法によって森林を利用している。Option 1 中国式窯は、この西カリマンタン州の事例を参考にモデルとしたものであり、実際の更新方法はリアウ州等のHPHHによるものとは異なっているが、本書においては、造林と育林方法に関してHPHHでの方式と同様に行われるものとして仮定して考察されている。

(2) 炭生産システム

HPHH 権利の取得を申請するに当たっては、炭窯を保有していることが条件となっている。炭窯の良・不良で収炭率や炭の品質が大きく左右されるので、築窯の技術は重要である。使用可能な耐用年数は10年から20年とも言われているが、修理をしながらすでに40年間使用されている炭窯もみられる。

(1) 45日 / 1回転方式 (中国式窯、伝統的インドネシア窯、マレーシア窯)

- a) 原木を伐採業者から購入する。
- b) 炭窯の前に運び乾かす。 ----- 2日
- c) 炭窯の中に入れる。 ----- 2日
- d) 火を入れる。薪をくべ燃やす。
----- 5日
- e) 炭化する。 ----- ± 25日
- f) 火を消しさます。 ----- 10日
- g) 取り出す。 ----- 1日
- h) パッキングする。 ----- 3日

a) 21日 / 1回転方式 (日本式窯)

- a) 原木を伐採する。(歩合制労働者)
- b) 原木を炭窯の上の棚に移動する
(2 m上部) ----- 0.5日
- c) 1週間そのまま乾燥させる。
- d) 炭窯上部の穴から炭窯の中に入れる。 ----- 0.5日
- e) 火を入れる。薪をくべ燃やす。
----- ± 5日
- f) 炭化する。 ----- ± 9日
- g) すりあん。 ----- 1夜
- h) 取り出す。 ----- 0.5日
- i) さます。 ----- 3日
- J) 選別してパッキングする。 - 0.5日

上記の日程はあくまでも標準的なものである。

写真36
[中国式窯]
原料木



写真37 [中国式窯] 投入



写真38 [中国式窯] 燃烧



写真39 [中国式窯] 出荷準備



実際の製炭は気候や温度などにより、その度毎に変化することから、製炭技術者の経験と勘が重要となる。パンロン経営では、各炭窯に黒板を設置し、それぞれの仕事のタイミングを記号で掲示したりして円滑に進むようにしている。

写真40 [日本式窯] 原料木



(3) 回帰年の短縮の可能性

実際に利用されている木材の大きさは、伝統的インドネシア窯では、5-15cm長さ3-5m，マレーシア窯でも同様に5-15cm長さ3-6m，日本式窯では直径10cm長さ1mとなっている。品質の高い炭を焼くため、直径がこれより太い場合には割って使用している。なお、中国式窯では太い木材を使用しているためにここでは考察の対象はならない。

写真41 [日本式窯] 投入



高成長地域 (High Growth Site) のSite H- IIIの箇所においては、収穫予想表の上では、15年の林分のヘクタール当たりの材積がすでに81.21m³，平均樹高16.11m平均直径10.38cm，ヘクタール当たり本数2,516本となるため、伝統的インドネシア式窯，マレーシア式窯，日本式窯で木炭を生産するに当たっては、15年回帰年の択伐施業によっても持続可能な経営が可能ではないかということが仮定される。この場合においても更新、育林方法は、30年回帰年によるシステムと同じ方法で実施するものとする。

写真42 [日本式窯] 製炭工程を黒板に表示



1窯あたりに必要となるマングローブ林の面積を求める式は以下の通りである。

$$(a) \text{年間原木使用量} = 1 \text{ 窯あたりの容量} \times \text{年間窯回転数} \quad \text{-----} (4)$$

$$(b) \text{15年間に必要な原木使用量} = \text{年間原木使用量} \times 15 \quad \text{-----} (5)$$

$$(c) \text{必要な面積 (ha)} = \frac{\text{15年間に必要な原木使用量}}{\text{ヘクタール当たり利用材積}} \quad \text{-----} (6)$$

写真43 [日本式窯] 梱包



15年回帰年による施業に必要なマングローブ原木使用量は、以下のように計算することが出来る。

Option 2 伝統的インドネシア式炭窯

$60 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycle} = 480 \text{ m}^3$ ----- (4)

$480 \text{ m}^3 \times 15 \text{ years} = 7,200 \text{ m}^3$ ----- (5)

Option 3 マレーシア式炭窯

$40 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycle} = 320 \text{ m}^3$ ----- (4)

$320 \text{ m}^3 \times 15 \text{ years} = 4,800 \text{ m}^3$ ----- (5)

Option 4 日本式炭窯

$3.5 \text{ m}^3 \times 18 \text{ cycle} = 63 \text{ m}^3$ ----- (4)

$63 \text{ m}^3 \times 15 \text{ years} = 945 \text{ m}^3$ ----- (5)

これを基に、持続可能な経営に必要な面積を計算すると以下の通りとなる。

表 (22) 15年回帰年択伐施業で必要となるマングローブ林の面積 (式--(6))

Kiln Type	Site H-I	Site H-II	Site H-III	Site H-IV	Site H-V
15年生林分の利用材積 (m ³ /ha)	97.3	88.7	81.2	74.8	69.5
保残する母樹を除いた択伐材積 (m ³ /ha)	88.6	80.6	73.6	67.7	62.9
Option 2; インドネシア式伝統炭窯 (ha)	81	89	98	106	114
Option 3; マレーシア式炭窯 (ha)	54	60	65	71	76
Option 4; 日本式炭窯 (ha)	11	12	13	14	15

持続可能な事業経営に必要なマングローブ林の面積はどの種類の炭窯でも、どの地位でも、拡大する結果となる。15年回帰年から23回帰年までの全てについて確認したがやはり30年回帰年による経営よりも、必要な経営面積が拡大する傾向となる。1窯当たり必要な経営面積が拡大することは、窯数が多くなればなるほど拡大する面積は大きくなるということになる。



写真 4 4

HPHHによる造林
1995年 4年生
撮影・1999年4月
上層樹高: 5.06m
上層樹高の胸高直径
: 5.73cm

本書においては、経営モデルの原則として、効率的な事業運営と効率的な土地利用システムを掲げており、その点からも回帰年を短縮した場合には、この原則を満たさなければ経営を進めることはできないという結論に到達した。財務分析の結果は表B-6、B-9、B-12のとおりである。

(4) その他考察：森林の保護

経営者であり、また割り当てられた森林の管理者であるHPHH保有者らが、再造林にコストを掛けて、持続可能な経営を行っていても、また、当該企業が地域社会に経済的に利益をもたらすような経営を行っていたとしても、人口の多い地域で林業経営を行う場合には、違法な盗伐等による森林に対する人為的被害は、考慮せざるを得ない。これは森林を管理する行政当局と利用する者が協力して取り組むべき課題である。森林の保護を徹底していくための何らかの制度上の明確な手続きが必要である。

たとえば、マレーシアのマタン国有林では、森林内で伐採等の作業に従事する者は、すべて森林局に届け出て、1年毎に更新するIDカードを作らなくてはならないというように定められている。写真と登録料が必要である。国有林で伐採作業を行う場合には、作業者は必ずそのカードを携帯しなければならないとされている。森林レンジャーは毎日警備しており、不審な場合には、手持ちのカードで確認を行い、違法な場合には取り締まる。登録せずに作業を行った場合には、罰金が課せられることになっている。マタンではリアウ州などと同様に、炭窯毎に伐採区域が割り当てられているので、伐採権を剥奪されないように、炭窯の所有者は責任を持って自らの作業員の管理を行う¹⁰⁷。

写真45 無許可の伐採・組織的な輸出



¹⁰⁷ 現地調査/聞き取り調査・マレーシア国マタン国有林・1999年2月

6-2-3 分析と結果

6-2-3-1 前提条件

前述した経営システムを勘案し、投資可能性を判断するため、以下に述べる前提条件によって財務分析が行われた。

- a) 炭窯の規模や稼働力から、それぞれのOptionに必要な原木量、収炭量、収炭率、年間製炭回転数については、前述したとおりである。製炭にはこの他、炭窯に投入する原木の10%程度の量の薪が必要となるが、マングローブを使用する必要はない。通常は安価で税金等のコストのかからない廃材などを利用しているため、薪のコストについては無視できるものとする¹⁰⁸。
- b) 初期投資の炭窯の建設コストについては、中国式窯の場合がRp.7百万であるが、ほかにマングローブ材運搬用の小舟製造コストがRp.1百万必要となる。インドネシア式伝統釜の場合、製造コストはRp25百万必要であり、マレーシア式窯の場合はRp20百万、日本式窯の場合はRp12百万の炭窯建設コストが必要である¹⁰⁹。
- c) 必要な労働力としては、中国式窯の場合は、オーナーを除いて、1回の製炭サイクルについて作業員の雇用が10人日必要であり、マレーシア式窯及び日本式窯の場合は常雇いの作業員が2人、インドネシア式伝統窯の場合は常雇いの作業員が3人それぞれ必要である¹¹⁰。
- d) それぞれのOptionの製炭経営に必要な年間のマングローブ原木消費量及び必要な面積については、前述の通りである。この面積は必要最低限なものであり、グリーンベルトなどの保護樹帯や施設の敷地面積は含まれていないので、実際に必要となる経営面積はより多くなる。胸高直径20cm以上の母樹をヘクタール当たり40本保残しなければならないためこれを考慮すると、例えば地位（Site H-III）の林分では、約12.15m³/haヘクタール当たりの利用可能な材積が減少する。

写真46 斧で伐採



写真47 カヌーで運搬



¹⁰⁸ マングローブ材を薪に利用した場合には、税金（PSDH；Rp.1,650/ton）を支払わなくてはならないこととなる。

¹⁰⁹ 現地聞き取り調査・西カリマンタン州・1999年4月

¹¹⁰ 現地聞き取り調査・西カリマンタン州・1999年4月

- e) 伐採量 1m^3 毎に同じ樹種4本の植栽義務が課せられている (Kewajiban HPHH) が、これを計算した結果は、モデル A (択伐更新施業によるチップ生産モデル) における必要植栽量とほとんど変わらないので、ほぼ妥当なものであると考えられる。
- g) 苗畑の建設コストについては、 $1\text{m} \times 9\text{m}$ の苗床が2床と $3\text{m} \times 3\text{m}$ の作業小屋を1棟建てた場合に必要な経費を見積もっている。年3回生産すれば、1年に10,800本の苗木生産が可能な施設で、5年ごとに再建する必要がある。
- h) 育林作業の刈り払いは植栽の翌年から年2回、2年間、計4回行われる。伐採箇所の20%の面積について必要になるものとする¹¹¹。
- i) 木炭のFOB価格は、マレーシア国ペラ州及び西カリマンタン州で調査されたものである¹¹²。
- j) 現在HPHHの制度が施行されていないOption 1 中国式窯による製炭経営の場合を除き、素材に対して造林基金 (DR) Rp.12,000/ m^3 、生産された木炭の重量に対してロイヤリティ (PSDH) Rp.18,000/tの各税金が掛けられる¹¹³。
- k) 伐採には斧を用い、人力で搬出し、ボートで搬送する。
- l) Case studyとして15年回帰年の場合についても財務分析も行われた。住民による個人経営を想定しているOption 1 中国式窯による製炭経営の場合を除き、管理諸経費 (Administration Cost) を通常の会社経営の場合に妥当な、売上げの10%にみている。Option 1 中国式窯による製炭経営においては、管理諸経費を月当たりRp.50,000としている。1個人により必要な場合にのみ日雇い労働者を雇う形態の小規模な経営を想定しているからである。この金額には村への税金年Rp.10,000や通信費などが含まれている。

更新作業に必要な数値、面積は以下のように計算できる。

- ・年間消費原木材積 = 炭窯の容量 × 炭窯数 (7)
- ・年間必要伐採面積 = (7) ÷ (19) (母樹保残択伐材積) (8)
- ・年間植栽本数 = (7) × 4本 (9)
- ・年間植栽面積 (hectares) = (9) ÷ 2,500 (10)
- ・年間直挿し植栽本数 = (9) ÷ 2 (11)
- ・年間ポット植栽本数 = (9) ÷ 2 (12)
- ・年間補植本数 = 20 % × (9) (全てポット苗による) (13)
- ・年間必要準備苗木本数 = (12) + (13) (14)
- ・年間ポット苗植栽本数 = (14) (15)
- ・年間直挿し植栽本数 = (11) (16)
- ・年間植栽面積 = (10) + ((13) ÷ 2,500) (補植を含む) (17)
- ・年間下刈り面積 = 20 % of (8) × 2回 / 年 × 2年 (18)
- ・保残する母樹の材積を除いたヘクタール当たり択伐材積 = 利用材積 - 母樹の材積 (19)

¹¹¹ 現地聞き取り調査・リアウ州・1999年4月

¹¹² 現地調査/聞き取り調査・マレーシア国マタン国有林・1999年2月/西カリマンタン州・1999年4月

¹¹³ 参照・2-3-2税制

写真48 製炭に使用する道具（中国式窯）
自作のもの



6-2-3-2 財務分析

前述の経営システムで、天然更新を中心とした木炭生産による経営モデルを実施した場合の財務分析の結果は以下の通りである。

Option 1. 中国式窯

財務分析の前提条件として、表 B-1にマングローブ造林にかかる費用、表 B-2に製炭にかかる費用便益が示されている。また、具体的な資金の流れについては添付資料 16に示されている。この結果、30年回帰年択伐更新施業による中国式窯による製炭業経営は当初10年間で65%の内部収益率（IRR: Internal Rate of Return）が見込まれ（表 B-3, Case a (添付資料 16)）、キャッシュフローについてみると、事業開始後2年間で投資を回収できることが見込まれる（インフレ率5%、Rp-US\$交換レート下落率5%が基本とされている）。

中国式窯製炭業のモデルについては、輸出向けではなく、国内市場に販売することを意図しているため、Rp-US\$交換レートが変化した場合を想定する必要がない。年インフレ率が上昇するとコストも上がるが、収益も上がることとなる。感度分析の結果は表 B-3に示すとおりである。年インフレ率10%の場合（Case b）、年インフレ率20%の場合（Case c）のそれぞれについて分析が行われた。その結果、初期投資が高く、それに比して運転費用が非常に低いため、インフレ率の上昇が収入面により大きな影響を及ぼすこととなり、収益性はより高まる。従って、ある程度経済が不安定な状況に変化することを想定しても、投資の魅力が十分に高いということが言える。

写真49 中国式窯



Option 2. 伝統的インドネシア窯

財務分析の前提条件として、表 B-4にマンガローブ造林にかかる費用、表 B-5に製炭にかかる費用便益を示されている。また、具体的な資金の流れは添付資料 17に示されている。この結果、30回帰年択伐更新施業によるインドネシア式伝統窯による製炭業は当初10年間で68%の内部収益率が見込まれ（表 B-6, Case a (添付資料 17)）、キャッシュフローについてみると、事業開始2年目ですでに投資を回収できることが見込まれる（インフレ率5%、Rp.-US\$交換レート下落率5%をベースケースとする）。15回帰年択伐更新施業とした場合は造林費等の負担が増加することから内部収益率は65%に下がる（Case d）。

写真50 伝統的インドネシア式窯



年インフレ率及びRp-US\$交換レートが変化した場合の感度分析の結果は表 B-6に示すとおりである。年インフレ率10%かつRp-US\$交換レート下落率5%の場合（Case b）、年インフレ率10%かつRp-US\$交換レート下落率0%の場合（Case c）についてそれぞれ分析が行われた。実質為替レートが毎年10%ずつ上昇する厳しい経済状況を仮定したケースcにおいても、収益が赤字に転ずる以前の5年間で活動を終了させることにより、16%の内部収益率が見込まれるため、ある程度経済が不安定な状況に変化することを想定しても、投資の魅力は十分に高いということが言える。

10年後のキャッシュフローの正味現在価値（NPV）は30年回帰年の場合、15年回帰年を想定した場合と比較すると7%高くなることがわかる。したがって必要な経営面積も少なくて済むことから、伐期は30年とした方が単位面積当たりの収益性が高いということが言える。

Option 3. マレーシア式窯

財務分析の前提条件として、表 B-7にマンガローブ造林にかかる費用、表 B-8に製炭にかかる費用便益を示した。また、具体的な資金の流れについては添付資料 18に示した。この結果、30回帰年択伐更新施業によるマレーシア式窯による製炭業は当初10年間で67%の内部収益率が見込まれ（表 B-9, Case a (添付資料 18)）、キャッシュフローについてみると、事業開始後2年間で投資を回収できることが見込まれる（インフレ率5%、Rp-US\$交換レート下落率5%を基本としている）。15年回帰年択伐更新施業とした場合には造林費等の負担が増加することから内部収益率は65%に下がる（Case c）。

写真51 マレーシア式窯



年インフレ率及びRp.-US\$交換レートが変化した場合の感度分析の結果は表 B-9に示すとおり

りである。年インフレ率10%かつRp.-US\$交換レート下落率5%の場合（Case b）、年インフレ率10%かつRp.-US\$交換レート下落率0%の場合（Case c）についても分析が行われた。実質為替レートが毎年10%ずつ上昇する厳しい経済状況を仮定したケースcにおいては、収益が赤字に転ずる以前の5年間でプロジェクトを終了させた場合でも16%の内部収益率しか見こめず、投資のリスクは伝統的インドネシア釜と比べ、若干高いと言える。これは、毎年の売上に対する初期投資及び運転資金の割合が、伝統的インドネシア釜に比べ若干高くなっているためである。

10年後のキャッシュフローの正味現在価値（NPV）は30年回帰年の場合を、15年回帰年を想定した場合と比較すると6%高くなることが明らかになった。したがって必要な伐採面積も少なくて済むことから、伐期（回帰年）は30年とした方が単位面積当たりの収益性が高いということが言える。

Option 4. 日本式窯

財務分析の前提条件として、表 B-10にマ 写真 5 2 日本式窯
ングローブ造林にかかる費用、表 B-11に製炭にかかる費用便益を示した。また、具体的な資金の流れについては添付資料 19に示した。

日本式窯では、1回の製炭による原木消費量は約3.5m³で、要する時間が21日、年間18回回転することができる。このため、年間原木消費量は63m³となる。収炭率は約26%であり、年間生産量は約16.2tonとなる。

高成長地域の地位中位（High Growth Site , Site H-III）利用材積177.08m³/ha、択伐材積164.93m³/haを基準に、考察すると、30年回帰年とすると必要な面積は1窯あたり約11ヘクタールとなる。

苗畑の建設費用、造林、育林のシステムは先に前述の窯と同様に実施されるものであるとする。

管理諸経費（Administration Cost）は、小規模の会社経営として妥当である年間総売上額の10%とみている。DRはRp12,000/m³、PSDHはRp.18,000/ton徴収される。

財務分析の結果、回帰年30年の場合、表 B-12にあるように、当初10年間で37%のIRRが見込めることが明らかになった（インフレ率5%、Rp-US\$交換レート下落率5%をベースケースとする）。しかしながら、日本式窯の場合には、期待される毎年の収入に対する初期投資の比率が、他の方式に比べて非常に高くなっているため、投資を回収するのに時間を要する。その結果、実質為替レートの変化によるリスクが高くなっている。年インフレ率10%、Rp-US\$交換レート下落率5%となった場合には、収益が赤字に転ずる以前の8年間でプロジェクトを終了させても、12%の内部収益率しか見込まれず、さらに、年インフレ率10%、Rp-US\$交換レート下落率0%となった場合には、4年目から赤字に転落し、投資の回収は全く不可能となる。



6-2-3-3 市場性及び大規模外国投資の可能性

日本では最も高級なウバメガシの備長炭は200グラムで1,200円（Rp420百万/ton）で販売されている。日本の市場では、安価で品質の良いとされている中国産のカシ木炭の輸入が伸びている。しかしながら、日本式の窯で生産されたマングローブの木炭は高級な備長炭と並ぶ品質の木炭であるという評価を受けており、日本における市場のポテンシャルは高い。

精練計を用いて測定した結果、日本の最高級ウバメガシ (*Quercus phillyraeoides*) の備長炭と確かに変わらない値を示している。

表 (23) 木炭の品質試験及び販売価格

	精練度	硬度	pH	消費者価格
Option 1 中国産炭窯 *ローカルマーケットで販売	>9	1	7.9	(地元の市場) Rp.1,000/kg (ディスカウント価格) Rp700,000/t
Option 2 インドネシア式伝統炭窯 Option 3 マレーシア式炭窯 *シンガポールへ輸出	>9	1	8.7	—
Option 4 日本式炭窯 (<i>Rhizophora</i> sp.) *日本へ輸出	6.8	1	10.9	—
日本ウバメガシ備長炭 (<i>Quercus phillyraeoides</i>) *日本国産	7.2	7	8.1	(特約店価格) Yen1,200 /200g (Rp.420 千/kg)
マレーシア マタン国有林生産 マングローブ木炭 (<i>Rhizophora</i> sp.) *日本へ輸出	>9	1	7.1	(デパート) Yen 320/3kg (Rp.7,400/kg)

- Examined by Forest Management component JICA, May 1999

(サンプル提出・調査協力：Yayasan Mangrove & 製炭業者)

写真53 日本ウバメガシ備長炭



写真54 金龍備長炭(マングローブ白炭)
(*Rhizophora* sp.)

他の木材製品と同じように、木炭の市場も環境問題に厳しい消費者の購買行動に大きく左右されている。前述したような、法律に基づいた森林施業を行い、持続可能な森林経営を行っているにもかかわらず、インドネシアから日本へ輸出されている木炭の箱には、マングローブが原料である旨明記されていないものがほとんどである。その大きな原因は日本の消費者のマングローブに対する画一的なイメージに問題（弱い、減少しているなど）がある。

マタン国有林から輸出されている木炭の箱には、「ペラ州林野庁」の持続可能な森林からのマングローブ炭である旨の公式に認定されたマークや説明文が印刷されている。この木炭の輸出業者は、日本から、購入側の担当者呼び寄せ、マタン国有林がいかに持続可能な形できちんと経営されているか見学させ、納得してもらうようにしているという¹¹⁴。



写真 5 5 マレーシア国林野庁が発行するマーク

Photo: Ir. Fairus Mulia
Yayasan Mangrove

（環境保全製品であることを保証する）

この製品の箱には以下のように記載されている。
「マレーシア林野庁認定品/マレーシアの厳しい森林保護政策によって守られたマングローブの森で25年以上経過した老木だけを計画的に使用しています。大きさをそろえて、燃えやすい良質な木炭に仕上げました。環境保護政策に基づいて若い木から作られた細い木炭は一切使っておりません。」

この木炭は、日本式の炭窯から製造される木炭が、室内で利用される高級な炭としてレストラン等に販売されるのに対し、屋外でバーベキューをするために使用される炭として販売されている。すなわちそれほど高い品質を求めず、一般的な所得層の消費者に販売する形で、備長炭とは異なったマーケットを狙っているということが言える。

大規模外国投資の可能性については、現地に有能な人材を確保し、本プロジェクトの成果を活用することにより、十分に可能であると考えられるが、現行の法令規則上、HPHHの取得は外資に開放されていない¹¹⁵。また、現在のところ、投資規制対象業種に「マングローブの最終加工ならびに半加工」が上げられている¹¹⁶。

10,000ha以下の小規模な事業投資に関しては、中央政府、投資省の認可の必要が無い、地方レベルに許認可権がおかれているため、現行の法律下であっても、HPH、HPHHともに、地方政府により合法的に認可を受けることが出来る。

しかし、外国投資（PMA企業）による場合には、投資省を通じて認可を受ける必要があり、小規模なものであっても、HPHHを取得することは不可能とされている。

表 (24) 日本の木炭需給量の推移

	1965	1975	1985	1995	1996	1997
生産量	539,133	70,412	32,255	69,896	66,611	61,170
輸入量	3,277	19,815	6,685	92,364	98,998	105,249
消費量	596,376	90,201	38,788	162,111	165,478	166,302

-日本国林野庁 (1998)

¹¹⁴ 聞き取り調査・Malaysian Mokutan・1999年2月

¹¹⁵ 参照・1999年政令第6号・生産林における森林開発権、林産物利用権（Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 1999 tentang Pengusahaan Hutan dan Pemungutan Hasil Hutan pada Hutan Produksi）

¹¹⁶ 投資閉鎖分野表（ネガティブリスト）に関する大統領令（Keputusan Presiden RI tentang Daftar Bidang Usaha yang Tertutup bagi Penanaman Modal. 1998年7月2日付No.96/1998）

6-2-3-4 フィージビリティ

マングローブの生育条件の良い地域において、蓄積のある森林が一定の面積確保されれば、4種類の炭焼き窯による持続可能な経営システムで、高い収益性を期待できる経営が可能であることが明らかにされた。

製炭業の経営は築窯から木炭の焼き方まで経験を要する高度な技術であるため、経験のある人材の確保がまず肝要である。その上で、どのような炭焼き窯を用いるのか、検討し、立地条件に最も適した炭焼きの方法を考案しなくてはならない。良い炭窯を現地における材料で開発することが事業開始の第1歩である。このため、事業開始当初数年間は試験的な事業として取り組む必要がある。

- (下) 写真56 日本式炭窯 60窯で経営している。
- (右上) 写真57 日本式炭窯を建設するための重要な材料(土)
- (右下) 写真58 日本式炭窯を建設するための重要な材料(レンガ)

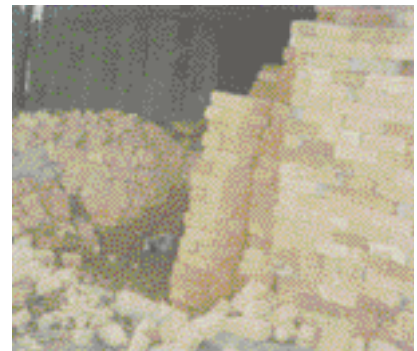
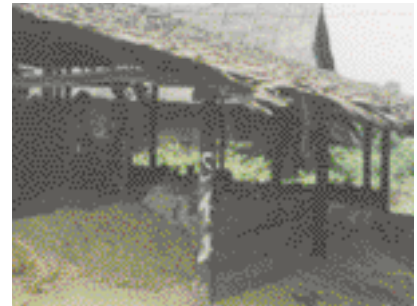


表 B-1 択伐更新による木炭生産のためのマングローブ造林コスト(高成長地域)

モデル B 択伐更新による木炭生産モデル

Option 1 中国式炭窯

	Amount	Unit	Note
M1. Seedling Production Cost			
M1-1. Construction Cost of Nursery Facilities	478,000	Rp/5years	to be renewed every 5 years (2 beds and a potting house (3m x3m))
M1-2. Seedling Production Cost	74.5	Rp/seedling	
M2. Planting Cost (2m x 2m)			
M2-1. Direct Planting Cost	33.9	Rp/seed	to be applied in a half of areas
M2-2. Pot Planting Cost	55.2	Rp/seedling	to be applied in a half of areas
M3. Weeding Cost	150,000	Rp/ha	to be applied to 20% of logging areas 4 times in the first 2 years
M4.Initial Investment Cost for Silviculture	790,181	Rp	kiln 1

表 B-2 製炭コスト算定基礎

モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 1 中国式炭窯

	Amount	Unit	Note
C1. Charcoal Production Capacity			
C1-1. Capacity of Charcoal Kiln	40	m ³ /cycle/kiln	
C1-2. Weight of Charcoal per cycle	4	t/cycle/kiln	
C1-3. Production Period per cycle	45	day/cycle	
C1-4. Frequency of Charcoal Production	8.0	cycle/year	365 / (C1-3)
C1-5. Annual Mangrove Consumption	320	m ³ /year/kiln	(C1-1) x (C1-4)
C1-6. Annual Charcoal Production	32.0	t/year/kiln	(C1-2) x (C1-4)
C2. Price of Kiln & ship	8,100,000	Rp./kiln	to be replaced every twenty years
C3. Operation Costs			
C3-1. Maintenance Cost of Kiln&Ship	405,000	Rp/year/kiln	5% of (C2)
C3-2. Price of Equipment	26,500	Rp/year/kiln	Axe
C3-4. Wage	17,000	Rp/day/man	
C3-5. Labor per cycle of production	10	day/cycle/kiln	
C3-6. Annual Labor Cost for Charcoal Production	1,360,000	Rp/year/kiln	(C3-4) x (C3-5) x (C1-4)
C3-7. Total Operation Costs	1,791,500	Rp/year/kiln	(C3-1) + (C3-2) + (C3-6)
C3-3. Administration Cost	600,000	Rp/year/kiln	Rp.50,000 x 12month
C4. Charcoal Loading Costs	4,000	Rp/t	
C5 Price of low material (mangrove wood)			
C5-1. Logging & Transportation Cost	15,000	Rp/m ³	
C6. Price of Charcoal			
C6-1. FOB Price of Charcoal	400,000	Rp/t	
C6-2 US\$-Rupiah Exchange Rate	8,000	Rp/US\$	

表 B-3 財務分析—感度分析の要約表

モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 1 中国式炭窯

(要約表)

Case	Case a	Case b
Rotation Period	30	30
Number of Kiln	1	1
Annual Charcoal Production (t/year)	32	32
Annual Mangrove Consumption (m3/year)	320	320
Mangrove Yield at Harvest (m3/ha)	165	165
Annual Logging Area (ha/year)	1.9	1.9
Total Logging Area (ha/30year)	58.2	58.2
Total Plantation Area (ha/30year)	11.64	11.64
Initial Investment Cost for Silviculture (Rp)	790,181	790,181
Annual Silviculture Cost (Rp)	562,944	562,944
Annual Tax & Royalty (Rp)	0	0
Price Escalation (%/year)	5	10
Exchange Rate Depreciation (%/year)	n.a.	n.a.
Net Cash Flow (Rp)	Year	
	0	(8,578,000)
	1	5,426,735
	2	5,421,605
	3	5,692,685
	4	5,977,320
	5	6,276,186
	6	5,949,429
	7	6,919,495
	8	7,265,469
	9	7,265,469
	10	8,010,180
	Total	55,626,574
	IRR	65%
	NPV at 10%	13,936,298

表 B-4 択伐更新による製炭事業のためのマングローブ造林コスト（高成長地域）

モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 2 伝統的インドネシア式炭窯

	Amount	Unit	Note
M1. Seedling Production Cost			
M1-1. Construction Cost of Nursery Facilities	478,000	Rp/5years	to be renewed every 5 years
M1-2. Seedling Production Cost	74.5	Rp/seedling	
M2. Planting Cost (2m x 2m)			
M2-1. Direct Planting Cost	33.9	Rp/seed	to be applied in a half of areas
M2-2. Pot Planting Cost	55.2	Rp/seedling	to be applied in a half of areas
M3. Weeding Cost	150,000	Rp/ha	to be applied to 20% of logging areas 4 times in the first 2 years
M4. Initial Investment Cost for Silviculture	984,295	Rp/ha	kiln 1

表 (23) 木炭の品質試験及び販売価格

	精煉度	硬度	pH	消費者価格
Option 1 中国式炭窯 *ローカルマーケットで販売	>9	1	7.9	(地元の市場) Rp.1,000/kg (ディスカウント価格) Rp700,000/t
Option 2 インドネシア式伝統炭窯 Option 3 マレーシア式炭窯 *シンガポールへ輸出	>9	1	8.7	—
Option 4 日本式炭窯 (<i>Rhizophora</i> sp.) *日本へ輸出	6.8	1	10.9	—
日本ウバメガシ備長炭 (<i>Quercus phillyraeoides</i>) *日本国産	7.2	7	8.1	(特約店価格) Yen1,200 /200g (Rp.420 千/kg)
マレーシア マタン国有林生産 マングローブ木炭 (<i>Rhizophora</i> sp.) *日本へ輸出	>9	1	7.1	(デパート) Yen 320/3kg (Rp.7,400/kg)

- Examined by Forest Management component JICA, May 1999
(サンプル提出・調査協力：Yayasan Mangrove & 製炭業者)

表 B-6 財務分析—感度分析の要約表

モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 2 伝統的インドネシア式炭窯

(要約表)

Case	Case a	Case b	Case c	Case d
Rotation Period	30	30	30	15
Number of Kiln	1	1	1	1
Annual Charcoal Production (t/year)	120	120	120	120
Annual Mangrove Consumption (m ³ /year)	480	480	480	480
Mangrove Yield at Harvest (m ³ /ha)	165	165	165	74
Annual Logging Area (ha/year)	2.91	2.91	2.91	6.53
Total Logging Area(ha/30 or 15 years)	87.31	87.31	87.31	97.88
Total Plantation Area (ha/30yrs or 15 yrs)	23.04	23.04	23.04	11.52
Initial Investment Cost for Silviculture (Rp)	984,295	984,295	984,295	1,418,090
Annual Silviculture Cost (Rp)	905,339	905,339	905,339	1,772,929
Annual Royalty(PSDH) & Reforestation Fund(DR)(Rp)	7,920,000	7,920,000	7,920,000	7,920,000
Price Escalation (%/year)	5	10	10	5
Exchange Rate Depreciation (%/year)	5	5	0	5
Net Cash Flow (Rp)	Year			
	0	(30,478,000)	(30,478,000)	(30,478,000)
	1	19,659,890	18,196,075	15,796,075
	2	20,202,939	17,012,840	12,092,840
	3	21,213,086	16,068,124	8,502,124
	4	22,273,740	14,896,636	4,552,336
	5	23,387,427	13,469,085	207,570
	6	23,916,233	10,906,111	
	7	25,784,638	9,711,980	
	8	27,073,870	7,306,137	
	9	28,427,564	4,490,857	
	10	29,848,942	1,216,755	
	Total	211,310,329	82,796,601	200,307,732
	IRR	68%	51%	16%
	NPV at 10%	53,486,559	22,936,948	(1,431,493)

Note: IRR and NPV in Case c was calculated on the cash flow up to Year 5

表 B-7 択伐更新による製炭事業のためのマングローブ造林コスト（高成長地域）

モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 3 マレーシア式炭窯

	Amount	Unit	Note
M1. Seedling Production Cost			
M1-1. Construction Cost of Nursery Facilities	478,000	Rp/5years	to be renewed every 5 years
M1-2. Seedling Production Cost	74.5	Rp/seedling	
M2. Planting Cost (2m x 2m)			
M2-1. Direct Planting Cost	33.9	Rp/seed	to be applied in a half of areas
M2-2. Pot Planting Cost	55.2	Rp/seedling	to be applied in a half of areas
M3. Weeding Cost	150,000	Rp/ha	to be applied to 20% of logging areas 4 times in the first 2 years
M4. Initial Investment Cost for Silviculture	1,104,727	Rp/ha	kiln 1

表 B-8 製炭コスト

モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 3 マレーシア式炭窯

	Amount	Unit	Note
C1. Charcoal Production Capacity			
C1-1. Capacity of Charcoal Kiln	40	m ³ /cycle/kiln	
C1-2. Weight of Charcoal per cycle	10	t/cycle/kiln	
C1-3. Production Period per cycle	45	day/cycle	
C1-4. Frequency of Charcoal Production	8.0	cycle/year	365 / (C1-3)
C1-5. Annual Mangrove Consumption	320	m ³ /year/kiln	(C1-1) x (C1-4)
C1-6. Annual Charcoal Production	80	t/year/kiln	(C1-2) x (C1-4)
C2. Price of Kiln			
	20,000,000	Rp/kiln	
C3. Operation Costs			
C3-1. Maintenance Cost of Kiln&Ship	1,000,000	Rp/year/kiln	5% of (C2)
C3-2. Price of Equipment	100,000	Rp/year/kiln	0.5% of (C2)
C3-3. Wage	200,000	Rp/month	
C3-4. Labor per kiln of production	12	month/year	
C3-5. Labor per kiln	2	man/kiln	
C3-6. Annual Labor Cost for Charcoal Production	4,800,000	Rp/year/kiln	(C3-3) x (C3-4) x (C3-5)
C3-7. Total Operation Costs	5,900,000	Rp/year/kiln	(C3-1) + (C3-2) + (C3-6)
C4. Administration Cost			
	3,200,000	Rp/year/kiln	10% of Sales revenue
C5 Price of low material (mangrove wood)			
C5-1. Logging & Transportation Cost	15,000	Rp/m ³	
C6. Price of Charcoal			
C6-1. FOB Price of Charcoal	400,000	Rp/t	Interview at Batu Ampar
C6-2 US\$-Rupiah Exchange Rate	8,000	Rp/US\$	
C7. Tax and Royalty			
C7-1. Reforestation Fund (DR)	12,000	Rp/m ³	
C7-2. Royalty (PSDH) for Charcoal	18,000	Rp/t	

表 B-9 財務分析—感度分析の要約表—
モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 3 マレーシア式炭窯

(要約表)

Case	Case a	Case b	Case c	Case d
Rotation Period (years)	30	30	30	15
Number of Kiln	1	1	1	1
Annual Charcoal Production (t/year)	80	80	80	80
Annual Mangrove Consumption (m ³ /year)	320	320	320	320
Mangrove Yield at Harvest (m ³ /ha)	165	165	165	74
Annual Logging Area (ha/year)	1.94	1.94	1.94	4.35
Total Logging Area(ha/30 or 15 yrs)	58.21	58.21	58.21	65.25
Total Plantation Area (ha/30yrs or 15 yrs)	15.36	15.36	15.36	15.36
Initial Investment Cost for Silviculture (Rp)	815,530	815,530	815,530	1,104,727
Annual Silviculture Cost (Rp)	622,631	622,631	622,631	1,201,025
Annual Royalty(PSDH) & Reforestation Fund(DR)	5,280,000	5,280,000	5,280,000	5,280,000
Price Escalation (%/year)	5	10	10	5
Exchange Rate Depreciation (%/year)	5	5	0	5
Net Cash Flow (Rp)	Year			
	0	(20,478,000)	(20,478,000)	(20,478,000)
	1	13,106,593	12,130,717	10,530,717
	2	13,447,599	11,318,816	8,038,816
	3	14,119,979	10,686,698	5,642,698
	4	14,825,978	9,903,168	3,006,968
	5	15,567,277	8,948,674	107,664
	6	15,705,075	6,954,685	
	7	17,162,923	6,437,487	
	8	18,021,069	4,829,875	
	9	18,922,122	2,948,934	
	10	19,868,228	761,702	
	Total	140,268,843	54,442,757	132,933,779
	IRR	67%	51%	16%
	NPV at 20%	35,397,260	14,890,207	(1,134,212)

Note: IRR and NPV in Case c was calculated on the cash flow up to Year 5

表 B-10 択伐更新による製炭事業のためのマングローブ造林コスト
 モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 4 日本式炭窯

	Amount	Unit	Note
M1. Seedling Production Cost			
M1-1. Construction Cost of Nursery Facilities	478,000	Rp/5years	to be renewed every 5 years, a potting house and 2beds
M1-2. Seedling Production Cost	74.5	Rp/seedling	
M2. Planting Cost (2m x 2m)			
M2-1. Direct Planting Cost	33.9	Rp/seed	to be applied in a half of areas
M2-2. Pot Planting Cost	55.2	Rp/seedling	to be applied in a half of areas
M3. Weeding Cost	150,000	Rp/ha	to be applied to 20% of logging areas 4 times in the first 2 years
M4. Initial Investment Cost for Silviculture	544,451	Rp/ha	kiln 1

表 B-11 製炭コスト

モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 4 日本式炭窯

	Amount	Unit	Note
C1. Charcoal Production Capacity			
C1-1. Capacity of Charcoal Kiln	3.5	m ³ /cycle/kiln	
C1-2. Weight of Charcoal per cycle	0.9	t/cycle/kiln	
C1-3. Production Period per cycle	21	day/cycle	
C1-4. Frequency of Charcoal Production	18.0	cycle/year	365 / (C1-3)
C1-5. Annual Mangrove Consumption	63.0	m ³ /year/kiln	(C1-1) x (C1-4)
C1-7. Annual Charcoal Production	16.2	t/year/kiln	(C1-2) x (C1-4)
C2. Price of Kiln			
	12,000,000	Rp/kiln	
C3. Operation Costs			
C3-1. Maintenance Cost of Kiln&Ship	600,000	Rp/year/kiln	5% of (C2)
C3-2. Price of Equipment	60,000	Rp/year/kiln	0.5% of (C2)
C3-3. Wage	200,000	Rp/month/man	
C3-4. Working Period per year	12	month	
C3-5. Labor per kiln	2	men	
C3-6. Annual Labor Cost for Charcoal Production	4,800,000	Rp/year/kiln	(C3-3) x (C3-4) x (C3-5)
C3-7. Total Operation Costs	5,460,000	Rp/year/kiln	(C3-1) + (C3-2) + (C3-6)
C4. Administration Cost			
	1,296,000	Rp/year/kiln	10% of Sales Revenue
C5 Price of low material (mangrove wood)			
C5-1. Logging & Transportation Cost	15,000	Rp/m ³	
C6. Price of Charcoal			
C6-1. FOB Price of Charcoal	800,000	Rp/t	Interview at Malaysia (US\$100/ton)
C6-2. US\$-Rupiah Exchange Rate	8,000	Rp/US\$	
C7. Tax and Royalty			
C7-1. Reforestation Fund (DR)	12,000	Rp/m ³	
C7-2. Royalty (PSDH) for Charcoal	18,000	Rp/t	

表 B-12 財務分析—感度分析の要約表—
モデル B 択伐更新による木炭生産システム

Option 4 日本式炭窯

(要約表)

Case	Case a	Case b	Case c	Case d
Rotation Period (years)	30	30	30	15
Number of Kiln	1	1	1	1
Annual Charcoal Production (t/year)	16.2	16.2	16.2	16.2
Annual Mangrove Consumption (m ³ /year)	63	63	63	63
Mangrove Yield at Harvest (m ³ /ha)	164.93	164.93	164.93	73.56
Annual Logging Area (ha/year)	0.38	0.38	0.38	0.86
Total Logging Area(ha/30 or 15 yrs)	11.46	11.46	11.46	12.85
Total Plantation Area (ha/30yrs or 15 yrs)	3.02	3.02	3.02	3.02
Initial Investment Cost for Silviculture (Rp)	544,451	544,451	544,451	601,387
Annual Silviculture Cost (Rp)	118,826	118,826	118,826	232,697
Annual Royalty(PSDH) & Reforestation Fund (DR) (Rp)	1,047,600	1,047,600	1,047,600	1,047,600
Price Escalation (%/year)	5	10	10	5
Exchange Rate Depreciation (%/year)	5	5	0	5
Net Cash Flow (Rp)	Year			
	0	(12,478,000)	(12,478,000)	(12,478,000)
	1	4,352,196	3,911,444	4,292,414
	2	4,512,063	3,558,815	4,386,520
	3	4,737,666	3,200,276	4,605,846
	4	4,974,550	2,770,163	4,836,138
	5	5,223,277	2,259,531	5,077,945
	6	4,843,875	811,648	4,691,277
	7	5,758,663	955,917	5,598,435
	8	6,046,596	139,708	5,878,356
	9	6,348,926		6,172,274
	10	6,666,372		6,480,888
	Total	40,986,185	5,129,502	(5,826,685)
	IRR	37%	12%	-30%
	NPV at 20%	7,053,941	(1,733,324)	(6,283,117)

Note: IRR and NPV in Case b was calculated on the cash flow up to Year 8
IRR and NPV in Case c was calculated on the cash flow up to Year 3

6-3 モデルC．木炭生産とマングローブ造林を組み合わせたモデル

6-3-1 区分

6-3-1-1 森林成長量による地域区分；

低成長地域 (Low Growth Site/Site Index L-I - L-V <JICA収穫予想表>)

低成長地域で地位中位 (Site L-III) の場合には、30年生の林分の利用材積は94.47m³/haとなる¹¹⁷。マングローブ林の成長が比較的低い地域においては、天然更新もあまり活発ではないことから、小面積皆伐による全面積再造林という形で経営していくことが望ましいと考えられる。マレーシア式窯を想定した場合、年間伐採面積 (造林面積) は、Site L-IIIの場合で3.4ha , Site L-Vで4.8ha , Site L-Iの場合で2.5haとなる。モデルBの場合と比較し、約2倍の面積が必要となる。30年輪伐期の皆伐再造林施業により、持続可能な経営を行う場合に必要となるマングローブ林の面積は以下の通りである。

当モデルでは、植林地における森林開発権 (HPHT : Hak Pengusahaan Hutan Tanaman) の取得者が事業を行うこととして考察された。(1999年7月現在まで、この制度がマングローブ林で適応された実績は無い。) HPHTの取得は外資にも開放されている。

- ・年間原木消費量 = 炭窯収容量 × 燃焼回数 / 年 ----- (1)
- ・30年輪伐期にかかる消費量 = 年間消費量 × 30 ----- (2)
- ・最小必要経営面積 (ha) = 30年輪伐期にかかる消費量 ÷ ヘクタール当たり利用材積 ----- (3)

上記の計算式によって30年間のマングローブ消費量を計算すると次のようになる。

Option 1 中国式炭窯

$$40 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycles} = 320 \text{ m}^3 \text{ ----- (1)}$$

$$320 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 9,600 \text{ m}^3 \text{ ----- (2)}$$

Option 2 伝統的インドネシア式炭窯

$$60 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycles} = 480 \text{ m}^3 \text{ ----- (1)}$$

$$480 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 14,400 \text{ m}^3 \text{ ----- (2)}$$

Option 3 マレーシア式炭窯

$$40 \text{ m}^3 \times 8 \text{ cycles} = 320 \text{ m}^3 \text{ ----- (1)}$$

$$320 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 9,600 \text{ m}^3 \text{ ----- (2)}$$

Option 4 日本式炭窯

$$3.5 \text{ m}^3 \times 18 \text{ cycles} = 63 \text{ m}^3 \text{ ----- (1)}$$

$$63 \text{ m}^3 \times 30 \text{ years} = 1,890 \text{ m}^3 \text{ ----- (2)}$$

¹¹⁷ 添付資料3 Site H-III, The Yield Prediction Table in Indonesia for *Rhizophora apiculata*, JICA 1999,

表 (25) 低成長地域における 30 年輪伐期皆伐再造林施業による
マングローブ製炭事業に必要な森林面積¹¹⁸

Kiln Type	Site L-I	Site L-II	Site L-III	Site L-IV	Site L-V
30 年生林分の利用材積(m ³ /ha)	128.00	110.55	94.47	79.75	66.39
Option 1; 中国式炭窯 (ha)	75 ha	87 ha	102 ha	120 ha	145 ha
Option 2; インドネシア式伝統炭窯 (ha)	113	130	152	181	217
Option 3; マレーシア式炭窯 (ha)	75	87	102	120	145
Option 4; 日本式炭窯 (ha)	15	17	20	24	28

6-3-1-2 経営単位面積当たりの必要な労働量による区分；
労働過少型経営 (Low Labor Intensity Work)

炭窯 1 つを経営するのに必要な雇人数は1-5名であり、このほか伐採や輸送などの人員が必要となる。単位面積あたりに必要な労働量は、約0.020-0.13men/ha (7-47人日/ha/year) となる。

6-3-2 経営モデル

6-3-2-1 経営主体： 植林地における森林開発権 (HPHT : Hak Pengusahaan Hutan Tanaman)
個人、企業、コミュニティー等

マングローブの成長が遅い地域で進められてきた造林の成果を今後どのような形で経済的に生かすことができるのか、あるいは収益性のある林業経営を行うことができるのかということ
を明らかにすることを目的としている。たとえ、成長が遅く更新も活発とはいえないような、
マングローブの生育にとって条件の厳しい地域であっても、ある一定の面積を確保して、木炭
生産による事業経営を行えば持続可能な開発がなしうることが明らかにされた。

想定される経営の主体は、個人、企業、コミュニティーの他、公共事業体が住民のイニシア
ティブを促すためにモデル的に実施することも考えられる。

6-3-2-2 林業経営システム： 輪伐期 30 年小面積皆伐再造林施業

現行のインドネシアのマングローブ林造林施業規則には規定されていないが、伐期30年によ
る皆伐再造林施業が想定されている。低成長地域 (Low Growth Site) では、高成長地域 (High
Growth Site) と比較して、天然の更新力が低いことから、1m × 1mの植栽間隔で全面積再
造林し、確実な更新を図ることとする。50%をポット苗、50%を直挿しで造林することとする。
1年後に生存率の調査を行い、60%以下に生存率が下がってしまった箇所について補植を行う。

¹¹⁸ 各炭窯の概要については、モデルBの表(20)を参照

補植を行う率は高成長地域と同様に20%と仮定し、全てポット苗を使用することとする。その後、育林作業として、成長阻害植生の刈り払いを行う。植栽面積の約10%に対して年2回、2年間行うものとする。低成長地域では高成長地域と比較して、ニッパなどの刈り払い植生の植被も少ないため、刈り払い必要面積は少なく見積もられている。苗畑は必要な本数を確保するために、4苗床と作業小屋1棟を建設することとする。

河川沿岸や海岸には適切な幅の保護樹帯（グリーンベルト）を設定して保全を図るようにする。

伐採は手斧で行い、人力による搬出作業が採用されるものとする¹¹⁹。

製炭システムは最も築窯が容易で普及しやすいとされている、モデルBのOption 3 マレーシア式窯によるものが想定されている。

6-3-3 分析と結果

6-3-3-1 前提条件

前述の経営システムを勘案し、投資可能性を判断するため、以下に述べる前提条件によって財務分析が行われている。

- a) マレーシア式炭窯の概要は以下の表のとおりである。窯に投入する原料木の10%程度の量の薪が必要となるが、マングローブを使用する必要はなく、通常は安価で税金等¹²⁰のコストの低い廃材などを利用するため、薪のコストについては無視できるものとする。

表 (26) 炭窯の概要¹²¹

炭窯の種類 (高さ x 幅)	原木使用量 (m ³)	収量 (ton)	収炭率 (%)	年間窯回転数 (回/年)
マレーシア式炭窯 (7m x 6m)	40	10	25	8

- b) 初期投資の炭窯の建設コストについては、マレーシア式窯の場合にはRp20百万要する¹²²。
- c) 製炭作業や造林作業に必要な労働力として、常用の作業員を2人雇用することとする¹²³。
- d) 製炭に必要な年間マングローブ原木供給量及び必要な面積については、表(25)に記述されている。この面積については必要最低限なものであり、グリーンベルトなどの保護樹帯や施設の敷地面積は含まれていないため、実際に必要となる経営面積はより多くなる。
- e) 更新作業については、低成長地域(Low Growth Site)での経営であるため、輪伐期30年の小面積皆伐再造林施業によるものが想定されている。更新作業に必要な面積や苗木の必要準備量などの計算方法については以下に記述されている。
- f) 苗畑の建設コストについては、1m x 9mの苗床が4床と3m x 3mの作業小屋を1棟建てた場合に必要な経費を見積もっている。年3回生産すれば、1年に21,600本の苗木生産が可能な施設で、5年ごとに建直すものとする。

¹¹⁹ 現地調査・リアウ州、西カリマンタン州1999年3-4月

¹²⁰ マングローブ材を薪に利用した場合には、税金(PSDH; Rp.1,650/t)を支払わなくてはならないこととなる。

¹²¹ 現地聞き取り調査・リアウ州スラットパンジャン/西カリマンタン州パトゥアンバル村・1999年3-4月

¹²² 現地聞き取り調査・西カリマンタン州パトゥアンバル村での情報を元に考察・1999年4月

¹²³ 現地聞き取り調査・リアウ州スラットパンジャン1999年3-4月

- g) 育林作業の刈り払いは植栽の翌年から年2回、2年間、計4回行われる。植栽箇所の10%の面積について必要になるものとする。
- h) 炭のFOB価格については西カリマンタン州で調査された数字が用いられている¹²⁴。
- i) 製炭業にかかる税金は造林基金 (DR :Dana Reboisasi) がRp.12,000/m³とロイヤリティ (PSDH; Provisi Sumber Daya Hutan) がRp.18,000/tonとなっている¹²⁵。
- j) 伐採作業には斧が用られ、人力で搬出し、炭窯までカヌーで搬入することとする。コストは伐採から搬入まででRp15,000/m³必要である。
- k) 管理諸経費 (Administration Cost) は、通常の会社経営の場合に妥当とされる、売り上げの10%としている。

更新作業 (伐期30年再造林小面積皆伐施業) に必要な面積や苗木の必要準備量などの計算方法については以下のように計算できる。

- ・ マングローブ造林面積 = 伐採面積 ----- (1)
- ・ 植栽面積 = (1) × 10,000本/ha (植栽間隔1m × 1m) ----- (2)
- ・ 直挿し植栽種子数 = (2) ÷ 2 ----- (3)
- ・ ポット苗植栽本数 = (2) ÷ 2 ----- (4)
- ・ 補植本数 = 20 % × (2) (全てポット苗植栽) ----- (5)
- ・ 年間必要ポット苗準備数 = (4) + (5) ----- (6)
- ・ 年間ポット苗植栽本数 = (6) ----- (7)
- ・ 年間直挿し植栽数 = (3) ----- (8)
- ・ 年間植栽面積 = ((2) + (5)) / 10,000 (補植箇所を含む) ----- (9)
- ・ 必要刈り払い面積 = (10 % × ((1)) × 2 回 × 2 年 ----- (10)

6-3-3-2 財務分析

財務分析の前提条件として、表 C-1にマングローブ造林にかかる費用、表 C-2に製炭にかかる費用便益が示されている。また、具体的な資金の流れについては添付資料 20に示されている。この結果、伐期30年の小面積皆伐再造林施業によるマレーシア式炭窯を用いた製炭業は、41%の内部収益率が見込まれ (表 C-3, Case A (添付資料 20))、キャッシュフローについてみると、事業開始後2年間で投資を回収できることが見込まれる (インフレ率5%、Rp.-US\$交換レート下落率5%が基本とされている)。地位の異なるSite L- V (Case D)、Site L- I (Case F) の場合についても、財務分析の結果は、それぞれ42%、61%と高い内部収益率が見込まれることが明らかになった。

年インフレ率及びRp.-US\$交換レートが変化した場合の感度分析の結果は表 C-3に示されているとおりである。年インフレ率10%かつRp.-US\$交換レート下落率5%の場合 (Case B、Case E、Case G)、年インフレ率10%かつRp.-US\$交換レート下落率0%の場合 (Case C、Case H) について分析が試みられた。Site L- Vの場合は、収入に対する初期投資、運転費用がともに比較的高いが、実質為替レートが年間5%で上昇する場合 (Case E) においても24%の内部収益率が見込まれる。さらに厳しい経済状況を仮定した、実質為替レートが年間10%で上昇するケースにおい

¹²⁴ 現地聞き取り調査・1999年4月

¹²⁵ 参照・2-3-2 税金

ても、比較的成長率の高いSite L- Iにおいては、投資は回収される。これらの結果から低成長地域（Low Growth Site）においては、実質為替レートが現在の水準をほぼ保ち、経済的に安定していれば、成長率が低く地位が低い場合でも、持続可能な経営が可能であると判断される。

Site L-IIIの地域において、実際に一基の炭窯を建設し、HPHTを取得して、IHPHを支払って事業を開始し、30年輪伐期の小面積皆伐再造林事業を行うことを想定したケースでは事業として可能であるという結果が期待される。

6-3-3-3 市場性及び大規模外国投資の可能性

マングローブ炭の市場性についてはモデルBの項と同様である。

投資の可能性としては、民間企業等が無立木地を最初から造林し、30年後に初めて木炭生産を開始するという事業形態は、長期間投下資本を寝かせておかなければならないというリスクを考えると現実にはありえない。したがって、利用可能な林分が現存し、かつ必要な面積が確保される箇所において事業化されることが想定されている。

分析結果によれば、本プロジェクトサイトのような更新してから30年後の材積が、66-128m³/haしか期待できないような低成長地域においても、実質為替レートが現在の水準をほぼ保つならば、成長率が低く地位が低い場合（Site L-V）でも、上述のような内部収益率が期待できる。しかしながら、将来の実質為替レートを予測することは非常に困難であることから、成長率が低く地位が低い場合（Site L-V）には、輸出を前提とした木炭生産を行うことはリスクが高いと言える。このため、為替レートの影響を受けず、インフレ率がむしろ将来の収益にプラスに働くと見込まれる、国内市場向けの木炭生産を行う方が事業的には安全性が高いということが言える。低成長地域であっても、地位が比較的高い場合（Site L-I）には、実質為替レートがかなり変動しても一定以上の内部収益率が見込まれるため、輸出を前提とした木炭生産を行うことも可能である。

6-3-3-4 フィージビリティ

1999年1月に公布された政令¹²⁶においてHPHT（植林地における森林開発権）の取得申請が外資企業（PMA）にも可能であるとされた。このため、大規模外国投資については、ある程度まとまったマングローブ林の面積が確保されることが前提となるが、数基の炭窯で効率的にかつ良質の木炭が生産できる製炭技術が開発されれば、事業化の可能性はある。50,000ha以上の林地の場合は、公開競争入札制度によって権利を取得することができるようになり、50,000ha以下の場合は、申請によって許可される。マングローブ林でのHPHTは現在のところまだ存在しないが、経験の豊富な技術者と現地の有能なマネージャーを確保し、事業箇所の設定及び林業省関係機関との交渉にあたらせることにより、将来十分に実現しうると考えられる。

インドネシア国における公共事業として実現の可能性も考えられる。税金として徴収している造林基金（DR；Dana Reboisasi）などを活用して国庫資本を投下し、公的事業として初年度から継続的に造林を行うことは可能であると考えられる。30年間育林を行った後、木炭生産の事業を開始して、その収益を利用してさらに森林面積の拡大を図り、社会的便益の増大化を図るというようなプロジェクトを実施することは可能である。

本プロジェクトサイトでも、1基の炭窯を稼働させる製炭業を運営するだけのマングローブ林面積が造成されているので、将来において植栽された木が十分に収穫できる大きさに成長した段階で、上述べたような形で事業化を図ることは可能になると考えられる。

写真59 マレーシア式炭窯（マレーシア国マタンマングローブ国有林）



¹²⁶ 参照・Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 6 tahun 1999 tentang Pengusahaan Hutan dan Pemungutan Hasil Hutan pada Hutan Produksi

表 C-1 マングローブ小面積皆伐再造林にかかるコスト (低成長地域・1m x 1m 植栽間隔)
 モデル C 小面積皆伐再造林による木炭生産システム

	Amount	Unit	Note
M1. Seedling Production Cost			
M1-1. Construction Cost of Nursery Facilities	536,000	Rp	to be renewed every 5 years, 4beds + a Potting house
M1-1b. Construction Cost of Nursery Facilities	14,325,000	Rp	to be renewed every 5 years, 300 beds + a Potting house
M1-2. Seedling Production Cost	74.5	Rp/seedling	<i>Rhizophora mucronata</i>
M2. Planting Cost (1m x 1m)			
M2-1. Direct Planting Cost	29.3	Rp/seed	to be applied in a half of areas
M2-2. Pot Planting Cost	47.0	Rp/seedling	to be applied in a half of areas
M3. Weeding Cost	150,000	Rp/ha	to be applied to 10% of planting areas 4 times in the first 2 years
M4. Logging and Transportation Cost	15,000	Rp/m ³	
M5.Initial Investment Cost for Silviculture(1kiln)	5,120,000	Rp/ha	Cost for Nursery construction, Planting (Spacing 1m x 1m), Supplementary Planting and Weeding
M5b..Initial Investment Cost for Silviculture(20kiln)	18,909,000	Rp/ha	

表 C-2 製炭コスト(1 kiln・マレーシア式炭窯)

モデル C 小面積皆伐再造林による木炭生産システム

	Amount	Unit	Note
C1. Charcoal Production Capacity			
C1-1. Capacity of Charcoal Kiln	40	m ³ /cycle	Malaysian Type Charcoal Kiln
C1-2. Weight of Charcoal per cycle	10	t/cycle	
C1-3. Production Period per cycle	45	day/cycle	
C1-4. Frequency of Charcoal Production	8.0	cycle/year	365 / (C1-3)
C1-5. Annual Mangrove Consumption	320	m ³ /year	(C1-1) x (C1-4)
C1-6. Annual Charcoal Production	80	t/year	(C1-2) x (C1-4)
C2. Price of Kiln			
C2. Price of Kiln	20,000,000	Rp	to be replaced every ten years
C3. Operation Costs			
C3-1. Maintenance Cost of Kiln	1,000,000	Rp/year	5% of (C2)
C3-2. Price of Equipment	100,000	Rp/year	0.5% of (C2)
C3-3. Wages	200,000	Rp/month	
C3-4. Working Period per year	12	month/year	
C3-5 Labour number per kiln	2	men	
C3-6. Annual Labor Cost for Charcoal Production	4,800,000	Rp/year	(C3-3) x (C3-4) x (C3-5)
C3-7. Total Operation Costs	5,900,000	Rp/year	(C3-1) + (C3-2) + (C3-6)
C4. Administration Cost			
C4. Administration Cost	3,200,000	Rp/year	10% of Sales Revenue
C5-5. Tax and Royalty for HPHT			
C5-1. Royalty (PSDH)	18,000	Rp/t	
C5-2. Initial Payment for Right Aquisition (IHPH) in Rp	80,000	Rp/ha	(Kalimantan&Maluku: US\$10, Irian Jaya, NTT& NTB US\$4, Sumatra& Sulawesi/US\$7.5)
C6. Price of Charcoal			
C6-1. FOB Price of Charcoal in US\$	50	US\$/t	
C6-2 US\$-Rupiah Exchange Rate	8,000	Rp/US\$	
C6-3. FOB Price of Charcoal in Rp	400,000	Rp/t	(C6-1) x (C6-2)

表 C-3 財務分析—感度分析の要約表—
モデル C 小面積皆伐再造林による木炭生産システム

(要約表 (1))

Case	Case A	Case B	Case C	Case D	
Rotation Period	30	30	30	30	
Number of Kiln	1	1	1	1	
Annual Charcoal Production (t/year)	80	80	80	80	
Annual Mangrove Consumption (m ³ /year)	320	320	320	320	
Mangrove Yield at Harvest (m ³ /ha)	94	94	94	66	
Annual Logging (Replanting) Area (ha/year)	3.4	3.4	3.4	4.8	
Total Plantation Area (ha/year)	102.1	102.1	102.1	145.5	
Initial Investment Cost for Replanting (Rp)	3,307,064	3,307,064	3,307,064	4,482,667	
Annual Silviculture Cost (Rp)	3,548,936	3,548,936	3,548,936	5,054,545	
Annual Tax & Royalty (Rp)	1,440,000	1,440,000	5,280,000	1,440,000	
Price Escalation (%/year)	5	10	10	5	
Exchange Rate Depreciation (%/year)	5	5	0	5	
Net Cash Flow (Rp)	Year				
	0	(36,876,426)	(28,706,213)	(28,706,213)	(32,172,364)
	1	14,583,383	13,677,830	12,077,830	13,349,000
	2	14,454,948	12,424,387	9,144,387	12,795,014
	3	15,177,695	11,902,826	6,858,826	13,434,764
	4	15,936,580	11,240,909	4,344,709	14,106,503
	5	16,733,409	10,420,189	1,579,179	14,811,828
	6	16,851,788	9,420,158		15,552,419
	7	18,448,583	8,218,021		16,330,040
	8	19,371,013	6,788,462		17,146,542
	9	20,339,563	5,103,379		18,003,869
	10	21,356,541	3,131,592		18,904,063
	Total	136,377,079	63,621,540		122,261,677
	IRR	41%	37%	8%	42%
	NPV at 20%	25,997,250	11,054,274	(4,659,977)	23,886,192

表 C-3 財務分析—感度分析の要約表—
モデル C 小面積皆伐再造林による木炭生産システム

(要約表 (1))

Case	Case A	Case B	Case C	Case D	
Rotation Period	30	30	30	30	
Number of Kiln	1	1	1	1	
Annual Charcoal Production (t/year)	80	80	80	80	
Annual Mangrove Consumption (m ³ /year)	320	320	320	320	
Mangrove Yield at Harvest (m ³ /ha)	94	94	94	66	
Annual Logging (Replanting) Area (ha/year)	3.4	3.4	3.4	4.8	
Total Plantation Area (ha/year)	102.1	102.1	102.1	145.5	
Initial Investment Cost for Replanting (Rp)	3,307,064	3,307,064	3,307,064	4,482,667	
Annual Silviculture Cost (Rp)	3,548,936	3,548,936	3,548,936	5,054,545	
Annual Tax & Royalty (Rp)	1,440,000	1,440,000	5,280,000	1,440,000	
Price Escalation (%/year)	5	10	10	5	
Exchange Rate Depreciation (%/year)	5	5	0	5	
Net Cash Flow (Rp)	Year				
	0	(36,876,426)	(28,706,213)	(28,706,213)	(32,172,364)
	1	14,583,383	13,677,830	12,077,830	13,349,000
	2	14,454,948	12,424,387	9,144,387	12,795,014
	3	15,177,695	11,902,826	6,858,826	13,434,764
	4	15,936,580	11,240,909	4,344,709	14,106,503
	5	16,733,409	10,420,189	1,579,179	14,811,828
	6	16,851,788	9,420,158		15,552,419
	7	18,448,583	8,218,021		16,330,040
	8	19,371,013	6,788,462		17,146,542
	9	20,339,563	5,103,379		18,003,869
	10	21,356,541	3,131,592		18,904,063
	Total	136,377,079	63,621,540		122,261,677
	IRR	41%	37%	8%	42%
	NPV at 20%	25,997,250	11,054,274	(4,659,977)	23,886,192

C-3

モデル C

(要約表 (2))

Case	Case E	Case F	Case G	Case H	Case I	
Rotation Period	30	30	30	30	30	
Number of Kiln	1	1	1	1	20	
Annual Charcoal Production (t/year)	80	80	80	80	1,600	
Annual Mangrove Consumption (m3/year)	320	320	320	320	6,400	
Mangrove Yield at Harvest (m3/ha)	66	128	128	128	94	
Annual Logging (Replanting) Area (ha/year)	4.8	2.5	2.5	2.5	68	
Total Plantation Area (ha/year)	145.5	75.0	75.0	75.0	2,043	
Initial Investment Cost for Replanting (Rp)	4,482,667	2,571,000	2,571,000	2,571,000	69,746,277	
Annual Silviculture Cost (Rp)	5,054,545	2,606,250	2,606,250	2,606,250	70,978,723	
Annual Tax & Royalty (Rp)	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	28,800,000	
Price Escalation (%/year)	10	5	10	10	5	
Exchange Rate Depreciation (%/year)	5	5	5	0	5	
Net Cash Flow (Rp)	Year					
	0	(32,172,364)	(26,536,000)	(26,536,000)	(26,536,000)	(510,665,426)
	1	12,384,667	15,356,250	14,487,500	12,887,500	409,372,660
	2	10,602,600	15,494,259	13,565,038	10,285,038	412,689,207
	3	9,898,860	16,268,972	13,157,541	8,113,541	433,323,668
	4	9,036,546	17,082,421	12,621,095	5,724,895	454,989,851
	5	7,995,391	17,936,542	11,938,395	3,097,385	477,739,344
	6	6,752,879	18,833,369	11,090,184	207,123	482,429,441
	7	5,284,014	19,775,038	10,055,049		526,707,627
	8	3,561,055	20,763,789	8,809,194		553,043,008
	9	1,553,232	21,801,979	7,326,184		580,695,158
	10		22,892,078	5,576,677		609,729,916
	Total	34,123,309	159,668,698	82,090,857		4,430,054,454
	IRR	24%	61%	48%	20%	82%
	NPV at 20%	3,063,414	38,716,421	18,353,943	96,908	1,013,688,656

Note: IRR and NPV in Case C was calculated on the cash flow up to Year 5

IRR and NPV in Case E was calculated on the cash flow up to Year 9

IRR and NPV in Case G was calculated on the cash flow up to Year 6