

3.2 マイテュー白炭（ラオス）

3.2.1 背景・目的と調査方法

3.2.1.1 背景・目的

木炭の国内生産量が 1990 年代以降長期的に減少傾向にあり、国内の木炭供給は、海外からの輸入に大きく依存している。平成 26 年の黒炭・白炭についてみると²、国産が 11,040t、海外産が 59,891t で供給量の 84%が海外産となっている。国内産の白炭・黒炭の生産量は、黒炭の生産量が大きく減少しているのに対し、白炭は微減ないしは横ばい傾向で推移している。

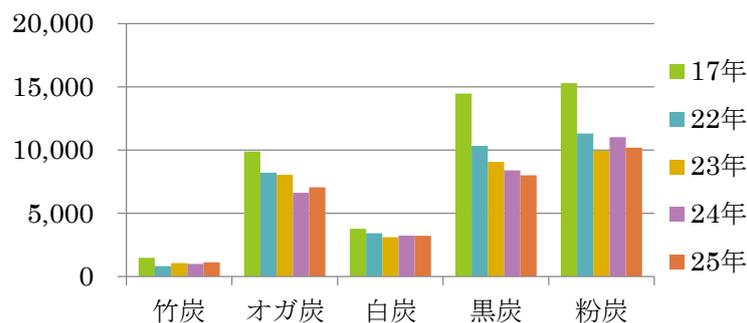


図 3-30. 国内木炭生産量（t）の推移（出所：農林水産省「特用林産物統計調査」）

海外産の木炭の輸入先国別の推移をみると、これまで中国、マレーシア、インドネシアが主たる供給国となっていたが、近年中国産の輸入量が急激に減少している。これは、平成 16 年以降、中国の天然木由来の木炭の輸出禁止措置が強化されたためであり、平成 23 年には 19,343t あった輸入量が平成 25 年には 9,234t と 48%にまで落ち込んでいる（最新統計（平成 27 年）では、平成 23 年比約 1/4 までさらに減少している）。

この中国産の輸入量の落ち込みをカバーする形で、東南アジア各国からの日本への輸入が増加しており、これまで輸入量の少なかったラオス、タイ、ベトナムからの輸入量が大きく増加している。白炭については、日本において、焼き鳥店、ウナギ屋等の外食産業からの需要に根強いものがあり、増加するラオス等からの輸入は、白炭が中心であるといわれている。

今後、日本の白炭需要に応じていくためには、海外産白炭の将来にわたる持続的生産体制の構築が必要であり、白炭ビジネスが盛んになればなるほど、森林の荒廃が進むという事態は回避しなければならない。本事業においては、原木の採取対象森林が天然林であり、原木生産の担い手が地域住民（農民）であるラオスを対象として、ビジネスモデルの検討を行った。

²農林水産省「特用林産物生産統計調査」では、国内生産の品目区分は、白炭、黒炭、竹炭、粉炭、オガ炭に生産数量が把握されているが、輸入木炭については、竹炭、粉炭、オガ炭、その他木炭に区分され、白炭と黒炭はその他木炭として一括されている。また、ヤシ殻炭は、木炭とは別の区分されている。

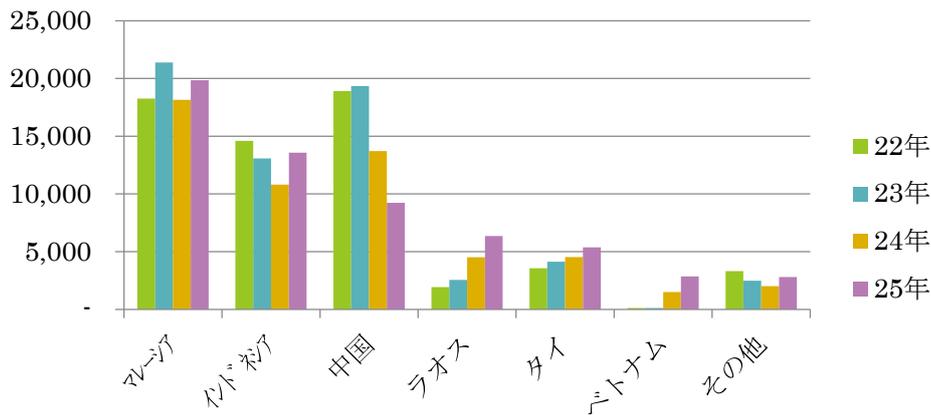


図 3-31. 輸入先国別黒炭・白炭合計輸入量の推移
(出所：農林水産省「特用林産物統計調査」)

木炭の種類

黒炭



窯の中で空気を絶って消火。
炭化温度は、800°C前後。
原材料は、主にナラ、クヌギ、カシ等。
炭質が柔らかく、着火が容易で早く大きな熱量を得られるため、以前から家庭用の燃料や暖房用等に使用。
他の用途としては、バーベキュー用や茶道用など。

白炭



炭窯の外に出し、消し粉をかけて消火。
炭化温度は、1, 200°C。
原材料は、ウバメガシ、カシ類等。
炭質が硬く着火しにくいですが、着火すれば、炭質が均一で安定した火力を長時間にわたって得られる。焼き鳥やうなぎの蒲焼きなどに使用。
白炭は備長炭に代表されるが、特に和歌山県産のものは紀州備長炭の銘柄で最高級品とされている。

オガ炭



鋸屑や樹皮等を粉碎して高温、高圧力で圧縮形成したオガライトを炭化したもの。火力は安定している。
備長炭に似た性質を持ち、焼肉や焼き鳥、うなぎの蒲焼きなどに使用。

原図：林野庁のホームページより

図 3-32. 木炭の種類 (参考)

3.2.1.2 調査方法

事業化可能性調査については、マイテュー白炭の輸入実績があり、サプライチェーンの状況にも詳しい(株)恵山通商に委託し実施した。

今回の調査対象箇所は、図 3-33 のとおりである。

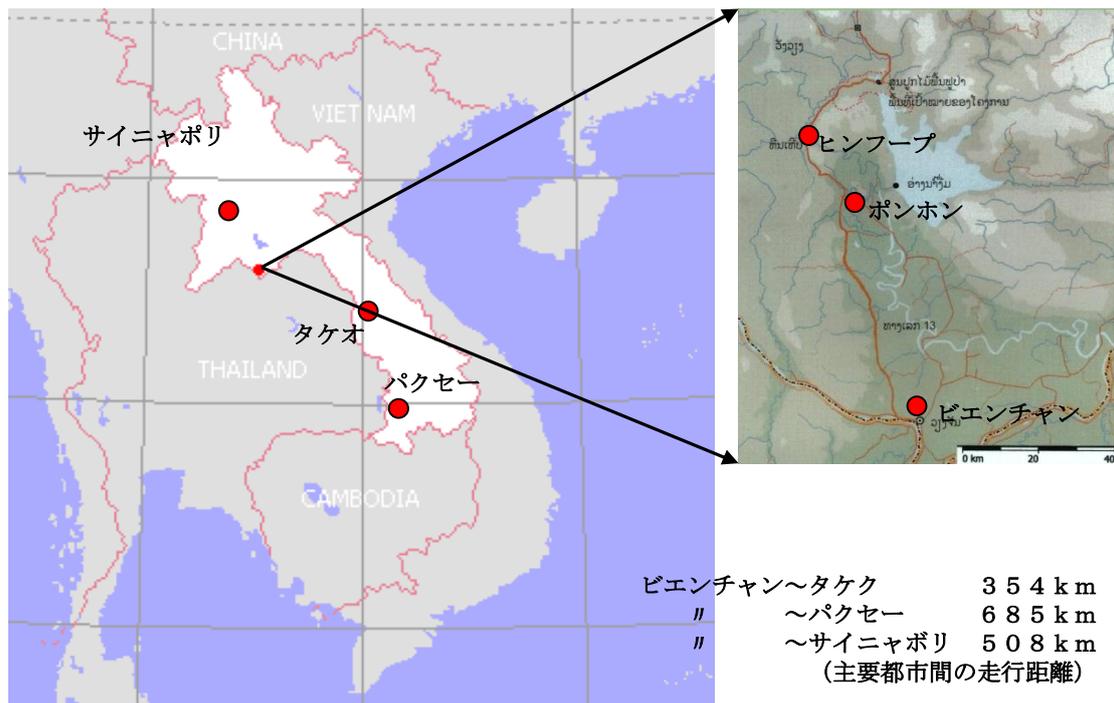


図 3-33. ラオスでの調査箇所 (●)

調査内容 ラオス国 (生産国)

- ①植林地の成長量調査
- ②白炭の生産、選別、聞取り調査
- ③木炭の消費 (需要) 動向
- ③白炭セミナーの開催による情報交換等

日本 (日本)

- ①消費者 (焼き鳥屋、ウナギ屋等) アンケート調査
- ②白炭生産者アンケート調査
- ③大手卸問屋、消費者への聞取り調査

3.2.2 対象製品の生産・流通の現状と課題

3.2.2.1 製品の概要

ラオス産白炭の原木となるマイテューは、オトギリソウ科オハグロノキ属の

Cratoxylum formosum

Cratoxylum pruniflorum(*C.formosum* の亜種)

Cratoxylum cochinchinese

の現地ラオ語の総称である。

マイテューは東南アジア地域に広く分布し、オハグロノキ属は、木材貿易上、Geronggang と呼ばれる比重の小さいグループと Derum と呼ばれる比重の大きいグループに区分されている。Geronggang はパーティクルボードやパルプの原料として適しており、商業取引が行

われているが、Derum は資源的にも少ないとされ、また貿易上の統計資料もほとんどないが、地元住民の建築用の材料となっているほか、薪や木炭の原木として使用されるほか、庭園樹として植栽されるなど、幅広く利用されている。



図 3-34. 植林 4 年目のマイテュー

マイテューは、Derum に区分されるが、樹高が 30-40m、直径が 50-60cm に達するとされる高木で、若葉はピンク色、花は白または赤みがかかったピンク、まれに紫色で 6 枚の花弁からなる。河川沿いの森林のほか草原や斜面地形の箇所に出現する。ラオスでは、マイテューは、日当たりのよい乾いた斜面で旺盛な成長を示す。マイテューは根株あるいは根からの再生（萌芽ぼうが）力が強く、焼畑跡地のような箇所では萌芽更新により、人工林のような一斉林状の景観となる。このため、マイテューは、これまでラオス国内では植栽による人工林の造成はほとんど行われていないが、一部で試行的に実施された事例では、成長の早いところで、植栽後 5 年程度で根元径が 5-10cm になり、木炭の原木として適した大きさとなっている。また、挿し木苗やスタンプ苗に増殖も容易であるとされる。マイテューは、樹幹から堅いトゲ（3-10cm 程度）があるほか、樹幹

を傷つけるとヤニが出ることから、白炭原木として利用される以前は、地元消費用の黒炭か建築材に利用される程度であったが、白炭原木としての利用により、農民の現金収入源の一つとなりつつある。白炭の原木として主に使用されるのは、樹幹から堅いトゲの多い *C. pruniflorum* である。



雨季前に伐採した抜根



1~2年目萌芽4年目萌芽



4年目萌芽

図 3-35. 萌芽更新の状況



図 3-36. 根萌芽による小径木発生状況（左：地表部、右：地下部）

マイテュー白炭は、国内産白炭（和歌山県、高知県、宮崎県が主な産地）に比較して、火力は劣るものの、他の海外産白炭に比較し爆跳（木炭内に閉じ込められた水分や揮発成分が加熱により爆発すること。木炭の破片等により負傷や衣服を損傷する恐れがある）性が少なく、比較的安価であるという特徴を有している。

3.2.2.2 ラオスにおける製品の生産流通加工状況の概要

(1) ラオスから日本向け輸出品における木炭の位置づけ

ラオス国内においては、白炭の消費はほとんどなく、生産量のほぼ全量が輸出に向けられている。2014年度のラオスから日本への輸出品を金額ベースで見ると、マイテュー白炭は、8%を占め、ラオスにとって重要な輸出品となっている。

2014年度のラオスから日本への輸出品(割合)

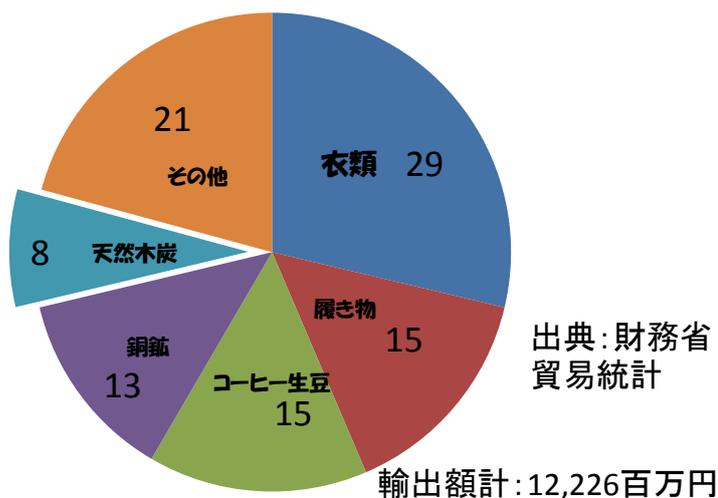


図 3-37. 品目別輸出額割合（平成 26 年 ラオス→日本）

(2) マイテュー白炭の原木生産から販売までの流れ

ラオスにおけるマイテュー白炭の原木生産から販売までの流れは、図 3-38 のとおりである。この各段階の概要は以下の通りである。

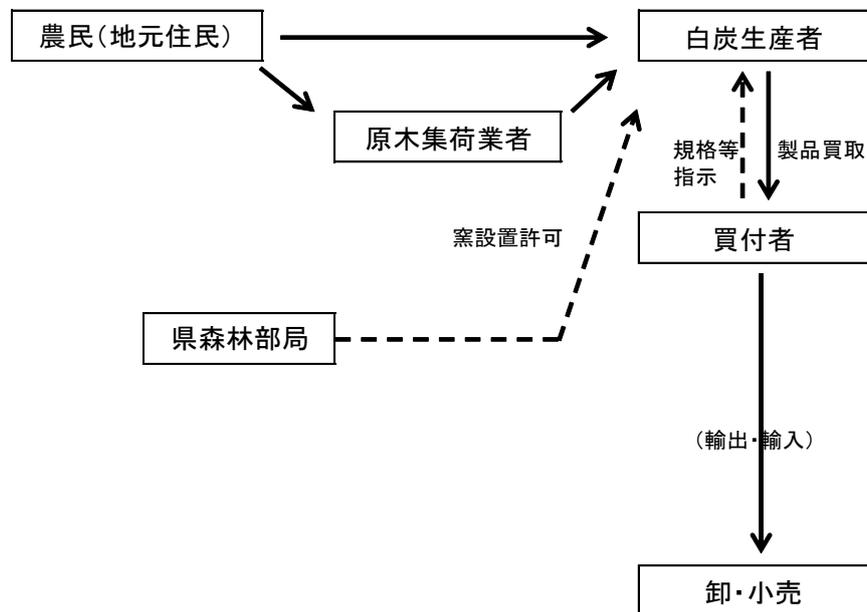


図 3-38. マイテュー白炭の生産流通の現状

- ・原木資源・・・行政部局において、マイテューの資源量は把握されておらず、また白炭原木としての維持培養方策も検討されていない。法令・規則では、マイテューの伐採可能な森林は、①生産林、②村落林、③農業区域内の森林、④ダム・道路等の開発許可区域であるが、農民（地元住民）にとって伐採のための手続きが簡便な②や③に区分される森林からの伐採が中心になっていると推定される。特に、③の農業区域内の森林とは、焼畑の休閑地に生育する 2 次林が該当し、マイテューが焼畑跡地によく見られることから、白炭の原木の供給ソースになっているといわれている。
- ・原木生産・・・原木の生産は、主に農民（地元住民）が担っており、チェーンソーといった機械力を使用するのではなく、ナタ等で伐採し 2m の長さにそろえ、道端までの搬出も多くの場合人力で行われている。原木の買取価格は、丸太の太さ（元口径 6-12cm が適材として価格が高い）や買い付ける白炭生産者により異なるが、今回の現地調査の結果では、工場着価格で、1 ラー（ラオスの計量単位で、丸太を高さ、幅を 1m×1m とし積み上げたもの。奥行きが 1.2m の場合、層積で 1.2m³ となるが、これを 1 ラーとして計算する）当たり 15 万キープ（日本円換算で 2300 円程度）が平均的な価格であった。元口径が 6cm の場合、1 ラー当たりの丸太の本数は 180 本で、1ha

当たりのマイテューの成立本数が 2200 本と仮定すると、 $2,200 \text{ 本} \div 180 \text{ 本} \times 2 \div 25 \text{ ラー/ha}$ となる。したがって、マイテューの生育期間を 5 年とすると、1 年間 1ha 辺りの収入は $15 \text{ 万キープ} \times 25 \text{ ラー} \div 5 \text{ 年} \div 75 \text{ 万キープ/年 ha}$ と試算される。



図 3-39. マイテュー伐採



図 3-40. 積み上げられたマイテューの丸太

- ・原木流通・・・①農民（地元住民）が直接原木を白炭窯工場まで搬入する場合
 - ②原木集荷業者が農民（地元住民）から現金で購入し白炭窯工場に持ち込む場合
 - ③白炭生産者が農民から集荷する場合
- の 3 つの流通ルートがある。



図 3-41. 工場への原木持込み



図 3-42. 白炭生産者による原木集荷

- ・白炭生産・・・白炭の生産者は、ラオス人の中小資本家や中国でかつて日本向け白炭生産を行っていた中国人企業家などが中心である。日系企業も数社白炭生産を行っているが生産量は多くない。白炭生産工場の規模は、一か所で 10 窯程度から大規模なものは 50 窯に達する。窯の製作費は、平成 24 年で 1 窯当たり 2,600US\$ の経費が掛かった事例がある。
- 製炭技術については、中国で日本向けの白炭窯を製作していた中国人技術

者から、直接間接に指導を受けた白炭工場が多い。白炭窯はビエンチャン県、カムアン県、ポリカムサイ県に集中しているが、近年アタプー県、サイニャポリ県で新規の窯が建設されつつある。

また、白炭工場では、1 窯で 1 回 10-12 ラーの原木を消費して、約 700kg の白炭を生産しているといわれる。

生産された白炭の規格は、基本的には次の 3 区分に選別される。

L：断面の形が丸く、直径が 1.5-6cm、長さ 10cm 以上のもの

M：割れていたり、もともと大きな木を割ったりしたもので、断面が 2×3cm 以上、長さが 10cm 以上のもの

S：断面の形状にかかわらず長さが 5-10cm のもの

価格は、L が高く、M、S の順で安くなる。これらの規格は、買付者の要請によりさらに細かく分類される。

白炭の出荷先は、主に日本と韓国で、日本が L と M、韓国が S を中心に買い付けている。



図 3-43. 白炭窯出しの様子



図 3-44. 白炭の選別

表 3-6. 一般的な中国白炭の規格表

区分	ラオス側 区分名	日本語 商品名	丸割	長さ	径・厚
L	L0	太丸大	丸	20~27cm	6.0~8.0cm
	L1	太丸	丸	〃	4.5~6.0cm
	L2	上丸	丸	〃	3.5~4.5cm
	L3	丸	丸	〃	2.5~3.5cm
	L4	細丸	丸	〃	1.5~2.5cm
	L5	上割大	割	〃	4.0~8.0cm
	L6	上割小	割	〃	2.0~4.0cm
M	M0	切太丸大	丸	11~19cm	6.0~8.0cm
	M1	切太丸	丸	〃	4.5~6.0cm
	M2	切上丸	丸	〃	3.5~4.5cm
	M3	切丸	丸	〃	2.5~3.5cm
	M4	切細丸	丸	〃	1.5~2.5cm
S	S1	荒上丸	丸	5~10cm	4.0~6.0cm
	S2	荒丸	丸	〃	1.5~4.0cm
	S3	荒上大	割	〃	4.0~6.0cm
	S4	荒上小	割	〃	2.0~4.0cm

3.2.2.3 日本における白炭の需要動向

(1) 白炭の需要者のマイテュー白炭の利用状況

日本における白炭の主な需要者は、焼鳥店、鰻屋などの炭を使用する外食店であり、本事業化可能性調査において、こうした外食店を対象にマイテュー白炭に関するアンケート調査を行った。(全国の 2,300 店を対象に調査票を送付、139 店から回答。139 店のうち 7 割が関東、2 割が甲信越地域に所在)

・回答者の業態別内訳

焼鳥店 43、焼肉店 19、居酒屋 19、
鰻屋 7、その他（カレー、イタリ
アン等） 51 である。

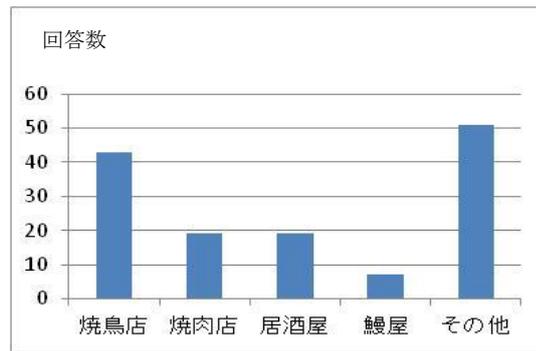


図 3-45. 回答者の業態別内訳

・マイテュー白炭の業種別使用頻度

鰻店では約 7 割がマイテュー白炭を使用しているが、焼鳥店、焼肉店で 3 割前後、その他業種で 2 割、居酒屋では 15%程度の店がマイテュー白炭を使用しているに過ぎない。

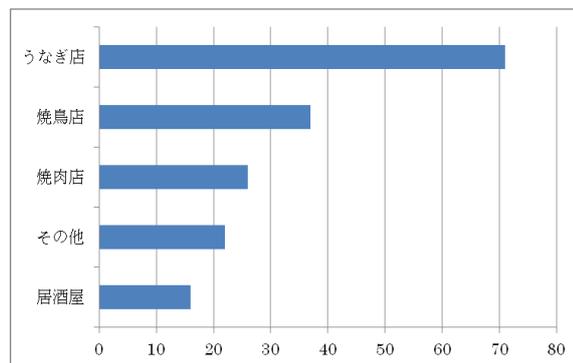


図 3-46. マイテュー白炭の使用頻度

・マイテュー白炭の使用開始時期

2010 年以前にマイテュー白炭を使用していた店は約 4 分の 1 程度で、大半がマイテュー白炭の使用開始から 5 年を経過していない。中国産白炭の供給減に伴い、マイテュー白炭への切り替えたところが多い。

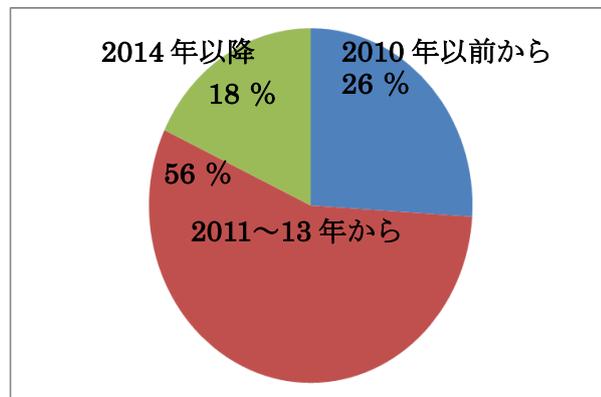


図 3-47. マイテュー白炭の使用開始時期

・マイテュー白炭を使わない理由

マイテュー白炭の品質の問題があったとする割合は低く、マイテュー白炭という商品の存在自体を知らないとする回答者が多い。

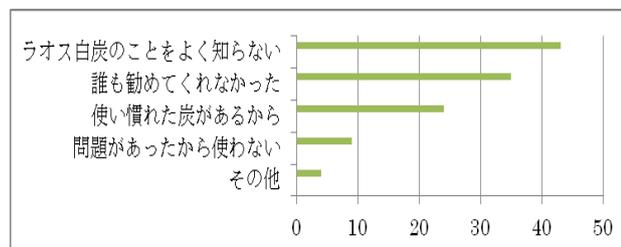


図 3-48. マイテュー白炭を使わない理由

・マイテュー白炭を使わない店が使用している他の木炭

オガ炭が最も多く、黒炭、中国白炭、国産白炭が続き、ベトナム産やマングローブ白炭はわずかである。

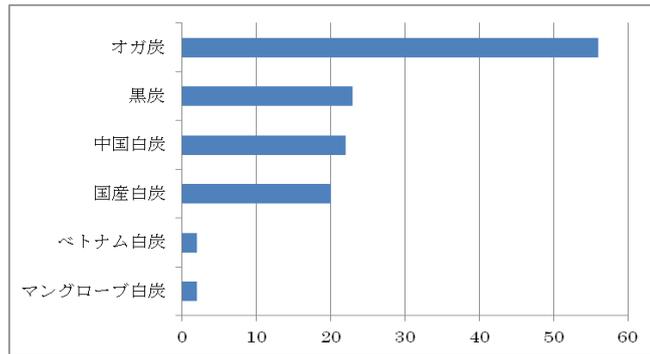


図 3-49. マイテュー白炭不使用店で使う他の木炭

・マイテュー白炭を使用する理由

爆跳性が少ない、価格の手ごろさ、火力があるなどの理由を挙げているところが多い。

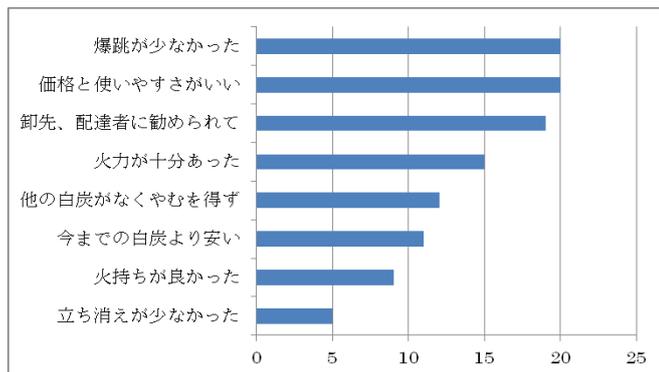


図 3-50. マイテュー白炭を使用する理由

(2) 白炭の価格比較

国内産白炭は輸入白炭の 2.0-2.8 倍の価格となっている。

輸入白炭では、中国産白炭を 100 とすると、ラオス、ベトナム産白炭は 72-73 程度の価格となっている。

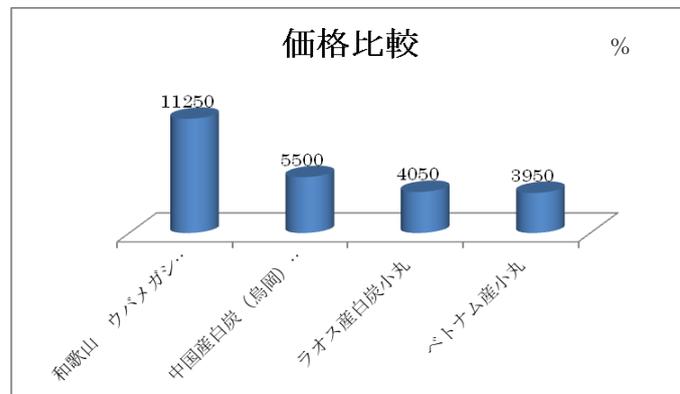


図 3-51. 国産白炭（和歌山県ウバメガシ白炭）、中国（烏岡）白炭、ラオス（マイテュー）白炭、ベトナム（ユーカリ）白炭の小売価格比較（2015 年 12 月現在、15kg 箱、小丸の小売価格。チャコールタイムスの記事から作成）

(3) マイテュー白炭の日本市場での見通し

中国産白炭の供給減少が続く中で、マイテュー白炭はその代替として、爆跳性が少ない、火力があるなどのマイテュー白炭の品質が評価されているほか、価格の手ごろさや安定供給力により日本市場に一定程度定着している。

しかしながら、マイテュー白炭が日本市場への本格参入から 5 年程度の期間しかたっていないこと、マイテュー白炭という商品が消費者である外食店等に十分に知られていないことなどから、今後の商品としての安定供給力が継続できれば、現在の日本でのマイテュー白炭の市場の維持拡大は期待できる。

今後、マイテュー白炭と競合すると考えられるのは、価格の安い海外産のオガ炭や東南アジアの他国産の白炭（例えばベトナムのユーカリ白炭など）などであり、これらの競合商品の生産や消費動向に注意を払う必要がある。

3.2.3 ビジネスモデル

3.2.3.1 ビジネスモデルの提案

(1) ビジネスモデルの方向

前項までで見てきたとおり、ラオスにおいては、マイテュー白炭の生産から輸出及び日本市場における販売まで、一連のサプライチェーンは一定構築されており、マイテュー白炭の製炭技術も既にラオス国内に定着しているといえ、マイテュー白炭ビジネスはラオスにとっても外貨獲得手段として重要性を増してきている。

しかしながら、ラオス国内の一部地域では、原木不足により、白炭生産施設（窯）の操業休止や県森林部局からの新規窯の設置の許可がなされない事例もみられ、今後の白炭ビジネスの持続的な展開に向けての関係者の取組が必要な状況となっている。

一般に、途上国でビジネスを計画する場合、途上国の資金・技術の不足をカバーするため、産業植林にみられるように、原木林造成や生産加工施設の設置等に投資し製品の販売によって投資を回収し利益を得て事業を完結させるという手法がとられる場合が多いが、今回のラオスでのマイテュー白炭のビジネスモデルの検討にあたっては、投資と回収といったビジネスモデルではなく、ラオスでの持続的は白炭生産が可能となる体制づくりに主眼をおいた。

(2) 課題と対応方向

ア 原木確保

課題

- ①白炭生産のため、過度な伐採により一部地域では原木資源が不足している。また、県、国といったよりレベルでの資源量の把握がなされていない。
- ②マイテューは、都市部向け木炭（黒炭）の原木として重要な樹種であり、また輸食用白炭の原木として禁煙高値で売れることから、回復が早い樹種とは云え無秩序な伐採により（マイテューは伐採後尊重への届出が必要な緩やかな規制対象樹種。実際は野放し状態になっている）、森林の減少・劣化が一層進展する恐れがある。

対応方向

- ①マイテューは萌芽による更新が期待できるため、伐採に係る農民に対し、伐採のローテーションを決め、計画的な萌芽更新施業がなされるよう、村毎に取決めを作る

<理由>・マイテューの伐採にあたって村長に届け出が必要な規制樹種であることを農民が理解しており、村ぐるみの取組が期待できる

・焼畑は5-6年のサイクルで実施されており、休閑地でのマイテュー育成が農民の経済的インセンティブにもつながることが期待できる

・ラオスではゴム植林が急拡大しているが、マイテュー植林に比して圧倒的な高収入が期待できるため、マイテュー植林を農民に期待することは困難。

②日本の木炭輸入事業者は、白炭生産者、ラオス森林担当部局等と連携し、マイテュー原木が計画的に生産されるよう、村/農民を支援

③持続的原木生産者、植林者への優遇措置

④なお、①～③においては、原木供給者は農民（地域住民）と想定してきたが、白炭生産者又は白炭の買付者による人工林の造成への投資も考えられる。

マイテューの植林については、本事業化可能性調査によれば、植林コストが最低でも120万kip(1.8万円)/haと562万kip(8.3万円)/haの事例も報告されている。また5年後のマイテューの原木販売代金は、375万kip/ha(5.7万円)と試算されている。資金投資により人工林の造成を行う場合は、植林対象地の確保と併せて、その収支について十分な検討が必要である。

イ サプライチェーンに係る関係者及び森林担当部局の情報共有

課題

①・生産・加工・輸出の各段階の関係者がマイテュー白炭の持続的生産に向けたビジョンを持たずに事業活動を展開。

②白炭生産、輸出にかかる法令・諸規則の情報が共有されておらず、また地方行政部局の運用がまちまち

対応方向

①行政を含めた情報交換を円滑に行うとともに、マイテュー白炭の持続的生産を図るための共通目標を設定するための場の設定（協議会、協会等）

②マイテュー白炭ビジネスに係る手続きの簡素化、迅速化

白炭ビジネスに係る日本の企業がその事業の持続的な生産を達成し、ラオスにおける持続可能な森林経営にするための体制づくりにどのように関わっていくかということに主眼をおく。

(3) ビジネスモデルの流れ

マイテュー白炭の持続的生産を実現していくためには、(2)の課題と対応方向を踏まえ、白炭ビジネス関係者が現状認識を共有し、共通の対応方針のもとに行動していくことが重要である。特に原木生産に関しては、伐採規則や資源量の把握など、村を含む行政部門の役割が重要であり、原木林（焼畑跡地）のマイテューの計画的管理の実施について、原木

供給者である農民に働きかけていく体制作りが不可欠である。また、白炭生産者に「持続的に生産される原木で木炭を製造する」という意識改革を求めることも重要であり、将来的には、木炭生産者が「木炭生産組合」のような組織を立ち上げ、持続的な白炭生産を推進する運動方針を策定し、共同歩調をとることが望まれる。

このため、原木生産から製品の買付者までの一連の関係者が構成員となる持続的白炭生産のための連絡協議会（仮称）を設置し、原木確保対策、白炭ビジネスの許認可等の諸手続き等の円滑化について、共通の認識をもち、それぞれの立場で、対策を検討し、実行に移していくことが望まれる。協議会の構成員としては、国、県、村の行政関係部局、農民、原木集荷業者、白炭生産者、買付者等であり、協議事項としては、①白炭生産に係る情報共有、②原木生産、白炭生産に関する諸手続きや法令規則の周知、③持続的白炭生産のための啓蒙普及、④持続的白炭生産のための対策の検討等が考えられる。

白炭生産者や買付者は、こうした取組を促進する役割を果たすことが重要で、資金支援やマイテュー白炭の日本国内での流通業者、最終消費者と一体となって、ラオスでのマイテュー白炭の持続的生産についての支援体制を構築することも将来的には検討する。（例えば原木確保対策に対する資金支援、分収林契約や持続的白炭生産を認証する仕組みなど）

取組の第一段階としては、いくつかの村を対象として、具体的な対策を検討・実施し、この取組事例をモデルとして、他の地域に波及させていくことが望ましい。

ビジネスモデルの流れを例示すると図 3-52 のとおりである。

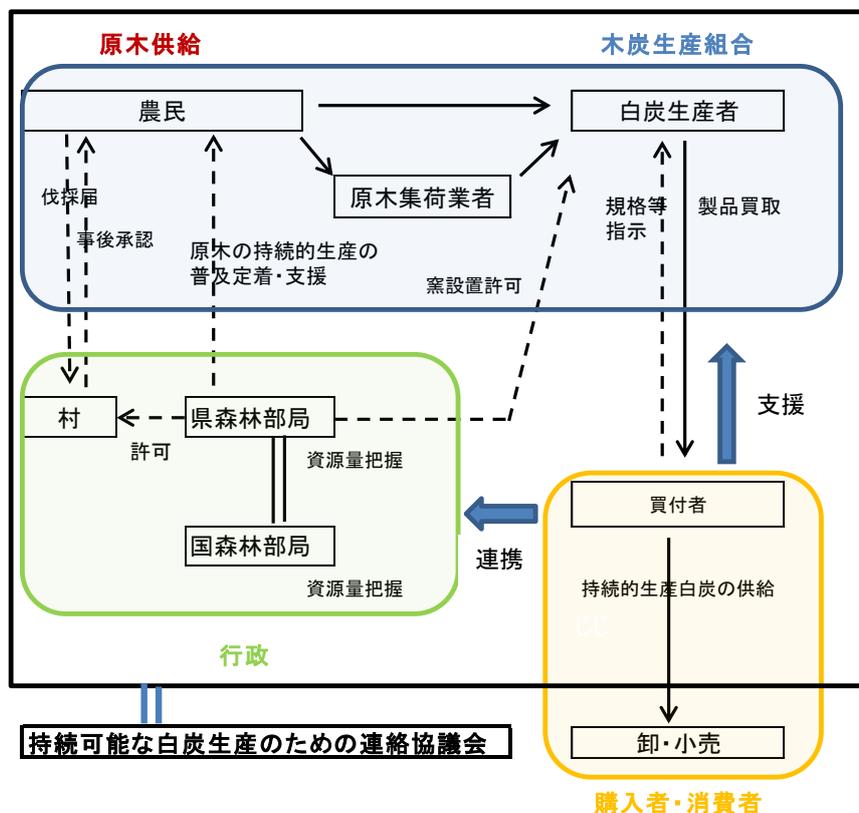


図 3-52. ビジネスモデルの流れ

4.3.3.2 ビジネスモデルによって期待される波及効果（森林保全・生計向上）

本事業化可能性調査において、日本が現在ラオスから輸入しているマイテュー白炭の経済効果は、日本の輸入量を 6,000t/年とすると、原木代、製炭・選別作業員等に支払われる賃金等を合計すると、ラオスの農村部には 2 億 6 千万円が支払われ、約 4,000 名近くの雇用を確保されていると試算されている。持続的な白炭生産が可能となれば、将来にわたって現在と同様の規模で農村部の地場産業の振興に貢献することができ、また森林の荒廃防止を図ることが可能となる。特に、農民が行う焼畑システムの中にマイテューの育成を組み込むことができれば、食糧生産と、マイテューの販売による現金収入を同時に期待でき、農民の生計向上に貢献する可能性が高い。さらにラオスで急増しているゴム植林について、一定の歯止めがかかることも期待されており、生物多様性の保全やゴム価格に変動に左右されない安定した地域経済の構築が可能となる。

4.3.3.3 今後に向けて

ラオスにおける持続的なマイテュー白炭生産を行っていくためには、マイテュー原木の持続的な調達がかぎとなる。本事業化可能性調査の中で、焼畑跡地でのマイテューの萌芽更新についての可能性について、農民への聞き取り調査を実施しているが、焼畑を 5～6 年回帰とすると、陸稲の収量を落とさずに、マイテューの育成が可能と回答があったと報告されている。今後、焼畑とマイテュー林育成の両立の方法等について、農民の協力を得て、モデル的に実施し、両立の可能性を検証していくことが必要である。また、こうした取組と並行して、ラオス国内において持続的な白炭生産体制の構築を進めていくためには、焼畑の実施地域（特に焼畑による森林荒廃が問題となっている北部地域）の分布や焼畑跡地の更新状況についてのさらなる調査が必要である。

さらに、ラオス国内での取組と併せて、日本国内市場のマイテュー白炭の購入者等に対しこうした取組みの周知を図り、資金的な協力を含め支援の可能性を検討することも重要である。

（参考文献）

- 1 平成 27 年度 途上国持続可能な森林経営推進事業 事業化可能性調査 マイテュー白炭 報告書（平成 28 年 1 月）株式会社 恵山通商
- 2 農林水産省 特用林産物統計調査（農林水産省ホームページ掲載）
- 3 「ラオス産木炭 特にマイテュー白炭について」 圓谷浩之 海外の森林と林業 No80 2011
- 4 ラオス国別援助検討会報告書 国際協力事業団 1998
- 5 PROCEA 1994 Plant Resources of South-East Asia No(5) Major Commercial Timbers
- 6 「ラオス中山間地域における薪消費量と資源量の推定」 木村健一郎ほか 2015 年環境情報科学学術研究論文集