

第 17 章 リグナイトブリケットの
振興戦略

第17章 リグナイトブリケットの振興戦略

17-1 リグナイトブリケット計画に対する基本認識

タイ国政府は既に、第1章および第3章で述べた森林破壊の危機的現状と薪炭の消費との因果関係、および森林破壊対策としてリグナイトブリケットを普及することの重要性を良く認識している。本計画調査の完了に当り、タイ国政府に具体的なリグナイトブリケット振興策をとることを提言する。後述するごとく、政府の役割は非常に大きく、それ無しではリグナイトブリケットの効果的普及は難しい。

17-2 新商品としてのリグナイトブリケット

リグナイトブリケットの主要用途は、調理用木炭の代替である。従って、リグナイトブリケットの潜在需要家は、現在木炭を購入して調理用に用いている人々である。LPGと電気だけを使用している者は社会・経済的に最も高い階層であり、1989年のLPGの消費量は調理用燃料の僅か15%に過ぎない。バンコク、チェンマイのような主要都市の洋式住宅ではLPGと電気のみを使用している。しかし、その他のLPG使用者の多くが木炭と電気を併用し、用途によって使い分けている。木炭は1989年において全調理用燃料の37.8%を占め、薪の42.1%と並び調理用燃料として非常に重要な地位を占めている。木炭を調理用燃料としている層は、国民の大多数であり、用途、収入、居住地域によりLPG、電気、薪も併用している。

リグナイトブリケットの品質は、主として原料に起因する制約により、発熱量が低い、着火性が劣る、煙を発生する等、木炭との比較において劣った点があることを認めざるを得ない。従って、品質上の弱点を補償するため、消費者段階にてリグナイトブリケットの価格は木炭価格より低く設定せねばならない。モニタリング調査の結果では、リグナイトブリケットの価格が木炭の価格の60%であれば、木炭の60%がリグナイトブリケットに代替可能である。本計画調査でも末端消費者価格を木炭価格の60%に設定した。しかも、リグナイトブリケットの品質を消

費者のライフスタイルや料理習慣を変更せずに使用可能なものとした。

しかし、これだけでリグナイトブリケットが容易に売れると考えることはできない。タイ国では、リグナイトブリケットは一般に知られていない新商品である。それを知っているごく一部の人達も概して、発煙と発臭が著しく、とても家庭用燃料には適さないとのイメージを抱いている。新製品であるため、総てゼロからのスタートである。第1に潜在消費者にリグナイトブリケットの存在と使い方、利点等を知らしめ、もしリグナイトブリケットの品質や価格に対する偏見があれば、それを正さねばならない。第2に新製品であるため、流通販売網が存在しない。従って、効果的な流通と販売方法を考えねばならない。第3に新製品であるため、最初に不評をかうと挽回が難しい。第4に、新製品であるがために、有効な普及活動を行えばその効果が期待できる。従って、関係諸機関の能力を糾合し、万全の体制を取って普及活動を行うことが必要である。万全の体制には、普及活動に必要な予算措置も含まれる。

17-3 普及活動の大綱

普及活動にはリグナイトブリケットの上記4特徴に合致した方法を実施すべきであるが、同時に、その時期に適した対策を取るべきである。即ち、パイロットプラントの稼働前に行っておくべきこと、パイロットプラントが稼働した後の重点事項、商業プラント稼働直前に行うべきこと、リグナイトブリケットの生産販売が順調になってから行うべきことを区別し、時宜を得た対策が必要である。

普及活動は次の3期に大別される。

- (1) パイロットプラントの稼働前 (第一期)
- (2) パイロットプラントの稼働後、商業プラントの稼働前 (第二期)
- (3) 商業化段階 (第三期)

17-3-1 パイロットプラント稼働前（第1期）

(1) 概要

以下の提言は、パイロットプラントが稼働するまでの期間に対してである。先ず関係各省庁による政策委員会と実行委員会を創設する。ランシットの燃料試験センターに設置したベンチスケールプラントを、連続運転が可能ないように改造する。それにより、1日24時間のフル運転で1,000トン/年相当のリグナイトブリケットの生産が可能となり、これは、約5,000人の調理用燃料に相当する。ベンチスケールプラントは研究目的にも使用するので、生産可能量は実際には約500トン/年程度と考えられ、約2,500人の調理用燃料に相当する。

振興計画を効果的に行うためには、リグナイトブリケットを実際に配布せねばならない。この期間はリグナイトブリケットの生産量が少なく、地域を絞って普及活動をする方が効果的である。2,500人の10倍、即ち約25,000人の人口を有する地域をモデル町村（モデルマーケット）に指定し、重点的に振興活動を行う。

モデルマーケットは、将来の最重要市場である中部地区のLPGがあまり浸透せず、木炭への依存率が高いところが望ましい。

住民への直接の普及活動はタスクフォースにより行う。タスクフォースはNEAの職員の他に農林・共同組合省の農業普及局と農業共同組合局の職員を起用する。17-4-5と17-4-6に述べるごとく、タイ国の農業普及員は全国に広く駐在し、農産物の新種、農業、肥料、新農業技術の普及の他にも、バイオガスの普及に顕著な実績をあげている。また農業共同組合局も農民と密接な関係を維持している。当初は、リグナイトブリケットを無料で配布する。

パイロットプラントの稼働前6か月頃にはベンチスケールプラントの生産量を増加し、モデルマーケットの周辺にも普及活動を広げる。

(2) 普及プログラム

普及活動の第1期は1992年始めから1994年末までの3年間である。提案スケジュールでは1995年頭にパイロットプラントのスタートを予定している。ベンチスケールプラントの改造は1992年末に完了する。1992年中はNEAもリグナイトブリケットを持たないので、実際に普及活動をすることはできないが、この期間は有効に活用せねばならない。1993年と1994年の普及活動が充分実を結ぶべく、1992年中に計画を建て、組織だった準備を整える。タスクフォースの結成、ベンチスケールプラントの改造、モデルマーケットの選定、モデルマーケットの準備、コンロと部品の改良、大衆教育等は特に重要で、この期間中に実施すべきである。

1993年と1994年にはNEAは、ベンチスケールプラントにて500から1,000トン/年相当のリグナイトブリケットを生産できる。それを活用し活発な普及活動を行うことができる。タスクフォースも現場で活動でき、1993年の前半は民衆に対するリグナイトブリケットのデモンストレーションと配布を日常的に行う。1993年の後半は既にリグナイトブリケットを使い始めた消費者に対するアフターケアと新しい使用者の獲得を活発に行う。1994年はモデルマーケットの地理的拡大を行う。

(3) タスクフォースの結成

タスクフォースは実行委員会より任命される。タスクフォースの結成はできるだけ早く行う。タスクフォースは製造チームと市場チームより成り、前者はベンチスケールプラントの運転を、後者は市場の開発を担当する。タスクフォースの市場チームにはNEAの職員の他に、農業普及局と農業協同組合局の職員を加える。この2組織は後述する如く、農村に密着した政府組織であり、その点ではこれと比べられる政府組織は存在しない。

(4) ベンチスケールプラントの改造

ベンチスケールプラントの改造は約1年を必要とすると考えられるので、早急に着手する必要がある。ランシットのベンチスケールプラントの改造の骨子は、連続運転を可能にすること、および減煙リグナイトブリケットを製造可能にすることである。改造に要する設備と工事を本章の最後に示す。しかし、この設備は一例であり、改造の本来の目的である連続運転と減煙が経済的に行えるものであれば良い。

(5) モデルマーケットの選定

モデルマーケットは中央部に選定する。中央部は森林枯渇が最も深刻である。森林枯渇の他にも、中央部はベンチスケールプラントと距離的に近い利点がある。前述のごとく、モデルマーケットは人口25,000人程度の地方社会が良い。25,000人の調理用燃料消費量はベンチスケールプラントの生産量の約10倍である。モデルマーケットは木炭への依存度が高く、LPGがあまり浸透していない所とする。

(6) モデルマーケットの準備

モデルマーケットの選定後効果的に普及活動が行えるよう、直ちにモデルマーケットの準備をする。タスクフォースが腰を落ち着けて仕事ができるよう、タスクフォースには事務所、通信手段、交通手段および住宅を与える。県知事、郡長、村長、農業普及事務所長、農業共同組合長には振興活動の重要性を徹底する。大衆への影響力のある人々、例えば公務員、医者、教師等にも普及活動の重要性を徹底する。

(7) 改良ストーブ

リグナイトブリケットはタイ国の普通の陶製コンロで燃えるように品質設計されているが、第19章で推奨するごとく、コンロとその部品の改良をすることが望

ましく、普及活動にも有益である。従って、実際にリグナイトブリケットを配布する以前に、改良コンロまたは改良部品をモデルマーケットに供給することが望ましい。コンロの多孔仕切板の穴面積を大きくすることは、極めて容易なわりによりかなり有効である。高さ50センチ程度の陶製または鉄板製の煙突を用いると着火が容易になるので、これも供給する。NEAはコンロ改良の研究を積んでおり、改良コンロと改良部品の普及は容易に行える。

(8) 教育

一般大衆に対する広範な教育とモデルマーケットの住民を対象としたきめの細かい教育の両方が必要である。前者の教育のためにはテレビ、新聞等のマスメディアを用いる。今や、一般大衆が深刻な森林破壊の現状、然るべき代替燃料を開発し薪炭を代替する必要性等を、良く認識しなければならない段階である。国営テレビのチャンネル5を用いる。

モデルマーケットではより集約的な教育活動が必要である。タスクフォースは世帯主と主婦に働きかけ、リグナイトブリケットを用いるよう説得する。リグナイトブリケットの最も良い使い方、着火法と燃焼法を主婦にわかりやすく説明する。上記(6)「モデルマーケットの準備」で言及した影響力のある人々にも、環境の保全のための教育に協力を願う。教師はタイ国の場合は殆ど公務員であり、少年少女に森林保護の重要性とリグナイトブリケットを使うことの意義を教える。

タスクフォースは経験を通じ、教育の方法を改善していくべきである。リグナイトブリケットの使用法と本プロジェクトの意義を印刷した袋にリグナイトブリケットを入れて配布する。

(9) 現場での普及活動

ベンチスケールプラントの改造の前後で現場の活動は異なる。改造前は準備的活動をする。現在ベンチスケールプラントには減煙装置が無いので、これで造った

リグナイトブリケットの配布はしない方が良い。煙とすす、およびそれに伴う臭気は品質の中でも重要な問題で、最初に使用した時に燃し方が悪く、煙とすすの発生が多いと、消費者が悪い印象を抱いてしまう心配がある。一旦抱かれた悪印象を正すのは容易ではない。タスクフォースはこの時期、即ち1992年の大部分を消費者の教育に専念する。

ベンチスケールプラントの改造完了後、NEAが減煙リグナイトブリケットの製造を開始した段階で、タスクフォースはリグナイトブリケットの配布を始める。当初はリグナイトブリケットを無料で配布する。リグナイトブリケットはプラスチックの容量1キログラム程度の小袋と10キログラム程度の中袋に入れて配布する。モデルマーケット地域の農業普及員は地域に密着している利点を活用し、影響力を行使する。リグナイトブリケットの配布と平行し、普通の陶製コンロか改良コンロを用い、リグナイトブリケットによる料理のデモンストレーションを行う。リグナイトブリケットの配布対象家庭には、一回だけではなく使い慣れるまで何回も配布する。タスクフォースと農業普及員は使用者を訪ね、正しい使い方を良く教える。このような活動を1993年と1994年に行う。

(10) 木炭業者の関与

上記の普及活動を行う一方、パイロットプラントの運転開始に備え、商業的流通と販売を開始する。リグナイトブリケットをバルクでモデルマーケットの木炭卸売業者と農業共同組合の店に供給し卸売する。ここで未熟練労働者を雇い、プラスチックの袋に詰め替え、農業共同組合の店舗と小売業者で小売する。リグナイトブリケットの小売価格は木炭価格の約60%とする。ここで生まれる細い流通販売網は、将来の商業化段階で太く成長させる。

(11) モデルマーケットの拡大

パイロットプラントの稼働以前に市場規模を3,000トン/年相当以上に拡大する必要がある。即ち、モデルマーケットでの需要、即ち消費者の購入希望量の総計

が 3,000トン以上にならねばならない。モデルマーケットの人口は約25,000人である。従って、調理用燃料の需要は石油換算にて約 2,500トン、リグナイトブリケットに換算すると約 5,000トンである。仮にもしモデルマーケットで 3,000トンのリグナイトブリケットが全量消費されると、調理用燃料の60%がリグナイトブリケットで占められることになり、これは実現性に乏しい。従って、タスクフォースは活動をモデルマーケットの周辺へ拡大せねばならない。当初モデルマーケットを選定する時に、周辺地域への活動拡張の可能性も考慮し選定する。

(12) 大衆教育の強化

モデルマーケットで当初の成功を収めた段階で、モデルマーケットでの経験を全国的にPRすべきである。例えばテレビコマーシャルとして、森林破壊の深刻な実情とその緩和に対するリグナイトブリケットの効果につき繰返して放映し、国民大衆に徹底させる。これにより次の第2期の活動を容易にできる。

17-3-2 パイロットプラント稼働後、商業プラント稼働前（第2期）

(1) 概要

リグナイトブリケットの商業化の準備期間であり、普及活動としては最も重要な時期である。パイロットプラントの生産量は年間 3,000トンで、約15,000人の調理用燃料に相当する。モデルマーケットは人口25,000人であるから、ここでの普及活動が順調に進捗しておれば、生産量のかなりの部分がモデルマーケットで吸収可能である。しかし、この期間は商業化に備え、リグナイトブリケット消費の地域的拡大を重点目標とする。テレビ、ラジオ等のメディアによるPR活動にも注力する。

リグナイトブリケットの流通販売網をこの期間に確立し強化せねばならない。リグナイトブリケット専用末端消費者に至る流通販売網を新たに構築することは、人的経済的資源の負担が大きく、現実的ではない。中間および末端流通販売は、

第5章で述べたように、既存の木炭流通販売網を活用する。第1期から継続し、農業普及員等によるリグナイトブリケットの無料配布をこの期間も継続する必要があるが、平行して木炭流通販売網による商業的マーケティングを拡大する。即ち、木炭卸業者への卸売りを行い、彼等に不足していく木炭の代りにリグナイトブリケットを販売させる。販売業者には木炭の場合と同等なマージンを得ることができる価格で販売し、十分なインセンティブを与える。

(2) 市場地域の拡大

パイロットプラントが既に稼働したこの段階では、タイ国政府は市場開発のために有効な手段を有している。この第2期は次の商業化段階の成否を握る重要な時期である。

第1期の普及活動が正しく行われていれば、3,000トン/年相当の生産量は、あたかもモデルマーケットが東西南北に拡大して行くがごとく、モデルマーケットとその周辺で吸収される筈である。しかし、タイ国政府はパイロットプラントの全生産量が完売できても安心はできない。商業化に備え、市場の拡大に努めねばならない。パイロットプラントは1995年年頭に稼働し、商業プラントは5年の期間を経て2000年年頭に稼働する。即ち顕在市場として年間75.5%という高率で市場規模が拡大する必要がある。しかし、この期間にはジレンマがある。市場の拡大に努力する必要がある一方、開発した市場を満たすリグナイトブリケットが存在しない。

実行委員会は数か所の戦略拠点市場を設定する。戦略拠点市場の選定基準はモデルマーケットの選定基準と同じである。即ち、木炭に対する依存度が高く、LPGの浸透度が少ないことである。戦略拠点市場はチェンマイ、ラチャブリ、ウボンラチャタニおよびマハサラカムのNEAのエネルギーセンターの付近にも戦略拠点市場を選定する。エネルギーセンターは中間貯蔵所、流通拠点、タスクフォースの基地等の役割を果たす。

各戦略拠点市場に充分配備できるようタスクフォースの数も増やす。各戦略拠点市場ごとにタスクフォースが必要と考えられる。第1期に結成するタスクフォースと異なり、この時点で結成するタスクフォースは製造担当者を必要としない。エネルギーセンターの職員、農業普及員、農業共同組合職員等によりタスクフォースを結成できる。時々、新たに開発した市場にリグナイトブリケットを供給する。当初は無料とし、その後は木炭の流通販売網に乗せて商業ベースとする。このような方法により、商業化段階に達し大量のリグナイトブリケットが供給できるようになる時まで、戦略拠点市場の消費者に、時にはリグナイトブリケットを実際に供給し、リグナイトブリケットへの関心を維持させる。

(3) 流通販売網

本報告書の随所に述べたごとく、リグナイトブリケット専用の流通販売網を創設することは推奨できない。現存する木炭の流通販売網をリグナイトブリケットに活用すべきである。リグナイトブリケットの普及の成否は、この木炭の流通販売網がリグナイトブリケットの販売に機能するか否かに依る。この第2期に木炭業者をリグナイトブリケットに対して準備させねばならない。本計画調査では木炭の卸業者と小売業者がリグナイトブリケットを取り扱う時、木炭を取り扱う場合と同じ利幅を期待できるようリグナイトブリケットの価格体系を定めた。従って、彼等にとってリグナイトブリケットを取り扱うことに経済的関心がある筈である。まして木炭の供給が益々困難になると予測されているので、彼等がリグナイトブリケットに関心を持つ条件はそろっている。しかしながら、木炭卸売業者と小売業者を説得し、教育し、リグナイトブリケットの商売に関心を持たせることはタスクフォースの重要な任務である。

17-3-3 商業化段階（第3期）

この時期は量的地域的拡大と、リグナイトブリケットビジネスが政府の財政的負担とならず、財務的に自立できるようになることを重点目標とする。リグナイトブリケットが正当な利益を期待できる産業になれば、民間起業家が参入する。そ

れによりリグナイトブリケットの生産量が増大し、木炭の代替を進め、森林破壊の防止という所期の目的に貢献することができる。

政府の役割は、この事業を長期間にわたって支援することではなくリグナイトブリケットが財務的に可能な産業となるための環境整備である。そのため、次のことが必要である。

- (1) 従来、発電用とセメント用にリグナイトが優先使用されたが、リグナイトブリケットの計画に対しては、品質の優れたリグナイトの割当を与える。
- (2) リグナイトブリケットによる植林コスト節約分をプラントの利益から減税する。
- (3) 将来リグナイトブリケットプラントが国産機械を主体とし、できるだけ安価に建設できるよう機械工業を育成する。プラント機器に対する販売税(3.3%)を免除する。
- (4) リグナイトブリケットの品質を維持するため、本計画調査によるリグナイトブリケットを標準品質とし、リグナイトブリケットメーカーにその品質を維持させる。
- (5) リグナイトブリケットの生産拡大と歩調を合わせ、調理用燃料の供給に支障をきたすことなく木炭の生産販売規制を強める。

17-4 政府の役割

リグナイトブリケットの末端価格は、モニタリング調査の結果に基づき、木炭と競合可能な値に設定した。また潜在市場の規模も大きい。しかし、これはあくまで潜在市場であり、顕在市場ではない。リグナイトブリケットの市場が経済規模に拡大するまでは、政府の力による市場育成が必要である。本プロジェクトの側面は非常に多岐にわたり、プロジェクトの成功のためには関連各省庁、政府機関の緻密な協力が不可欠である。リグナイトブリケットは、環境保護という観点から国家として必要不可欠な新産業であり、育成せねばならない。即ち、中央においては各省庁の協力の場として、政策委員会、実行委員会の設立、現場においてはタスクフォース、県、郡、村のレベルでのサポート等図17-4に示す組織をつくり、積極的に振興活動をすべきである。

17-4-1 関係省庁の代表者による委員会の設立

NEA および科学・技術・エネルギー省は関係省庁に働きかけ、下記の委員会を設立する。

関係省庁としては先ず本計画調査のカウンターパートであり、パイロットプラン
ト計画の実行者と考えられる国家エネルギー庁 (NEA)、その本省である科学・
技術・エネルギー省 (Ministry of Science, Technology and Energy)、科学・
技術・エネルギー省の下部機関である環境庁 (National Environmental Board)
農業・共同組合省 (Ministry of Agriculture and Co-operatives)、そこに属
する農業普及局 (Department of Agricultural Extension)、共同組合局 (Co-
operative Promotion Department)、王室森林局 (Royal Forestry Department)、
工業省 (Ministry of Industry)、鉱物資源局 (Department of Mineral Re-
sources)、内務省 (Ministry of Interior)、総理府 (Office of the Prime
Minister)、そこに属する国家経済社会開発庁 (National Economic and Social
Development Board)、対外技術経済協力局 (Department of Technical and
Economic Cooperation) 等が考えられる。

委員会は高いレベルの政策委員会 (Policy committee) と政策の実行に専念する
実行委員会 (Executive committee) を設立する。政策委員会は下記の役割を果
たす。

- (1) 実行委員会の人選、任命を行う。実行委員会には経験と知識を有する実務者
を選任する。
- (2) 必要な予算案の承認と、大蔵省より予算を獲得する。
- (3) リグナイトブリケット振興計画の進捗状況の定期的レビューと必要な軌道修
正を行う。
- (4) 高いレベルからの国民に対するリグナイトブリケットのPR、大衆教育を実
施する。
- (5) タイ国側の実施能力を評価する。外国、または国際機関からの援助の必要の

有無に対する判定を行う。必要と判断される場合は、担当省に対する提言を行う。

- (6) 各委員は自分が代表する機関が委員会の決定に対しリグナイトブリケットの推進計画のための協力するよう配慮する。

実行委員会は下記役割を果たす。

- (1) 政策委員会の決定に従い、NEAのリグナイトブリケット振興計画を支援する。
- (2) 原料調達、原料輸送、製造、製品の輸送と貯蔵、流通、販売、製品品質、消費者の動向、プロジェクトの財務情况等、振興計画の現場に起る総ての問題を分析し、対策をたて実施する。
- (3) 総てに関し、政策委員会に報告し、政策委員会として必要な措置を取れるようにする。

17-4-2 各省の協力

本プロジェクトの側面は非常に多岐にわたる。従って、関係省庁の協力は不可欠である。例をあげると、当初はリグナイトブリケットの無料配布が必要である。そのためには製造、輸送に必要な経費をカバーする予算措置が必要となり、大蔵省の理解が重要である。森林破壊の深刻な現状、リグナイトブリケットのPR等には大衆教育が必要である。そのためには政府系のテレビやラジオを使用すべきである。県、郡、村に至る縦の行政組織によるPR活動も必要である。最有望市場である地方都市およびその周辺の農村への普及活動には農業・共同組合省の下部組織である農業共同組合および農業普及員を活用する。王室森林局は森林保護と薪炭の生産規制を効果的に行うべきであり、森林保護の立場からもリグナイトブリケットの振興に協力すべきである。

17-4-3 予算措置

下記に対する予算措置が必要である。

(1) 第1期

- | | | |
|---------------------|------------|-----|
| 1. ベンチスケールプラントの改造費 | 32,000,000 | バーツ |
| 2. リグナイトブリケットの無料配布費 | 4,500,000 | バーツ |

(2) 第2期

- | | | |
|---------------------|------------|-----|
| 1. パイロットプラントへの投資 | 68,043,000 | バーツ |
| 2. リグナイトブリケットの無料配布費 | 15,000,000 | バーツ |
| 3. パイロットプラントの赤字補填 | 64,771,000 | バーツ |

(3) 第3期

- | | | |
|---------------|-------------|-----|
| 1. 商業プラントへの投資 | 270,066,000 | バーツ |
|---------------|-------------|-----|

但し、パイロットプラントの赤字は商業プラントの稼働により回収される。政府系メディアの使用料、政府職員のコストに関しては計上しない。

17-4-4 大衆教育

モニタリング調査により、国民大衆の森林破壊の現状、予想される結果に対する認識が極めて低いのが分かった。この点とリグナイトブリケットを国民に知らしめるためにもテレビ、ラジオ等のメディアによる大衆教育が必要である。特に、視覚に訴えるのが効果があると考えられるので、テレビの利用に重点を置くべきである。テレビの普及率は世帯数の約50%に近いので、効果が期待できる。

17-4-5 農業普及局の協力

農業共同組合省の農業普及局と後記する共同組合局はリグナイトブリケットの振興に建設的貢献ができる立場にある。農業普及局は中央および73県、725郡にわたる組織を有し、その活動は全国に及んでいる。近代農業技術の普及、生産性の向上、農家の収入増と生活水準の向上、病虫害対策、農林牧畜水産業の調和的発展、多収穫品種の導入、農民の教育等に成果をあげている。現場で働く職員の教育のため、本社機能の中に特別な部も持っている。農民の生活向上のために、バイオガス設備の普及に努力し、1980年から1990年の10年間に全国各地で2,896のバイオガス設備を設置したことは特筆に値する。最近は原料の牛糞が不足しているため、設置数が落ちているが、家庭燃料の分野でこれだけの成果を挙げている事実から、リグナイトブリケットの普及にも充分能力を発揮できるものと期待できるのでタスクフォースに参加させる。農業普及局の組織を図17-1に示す。

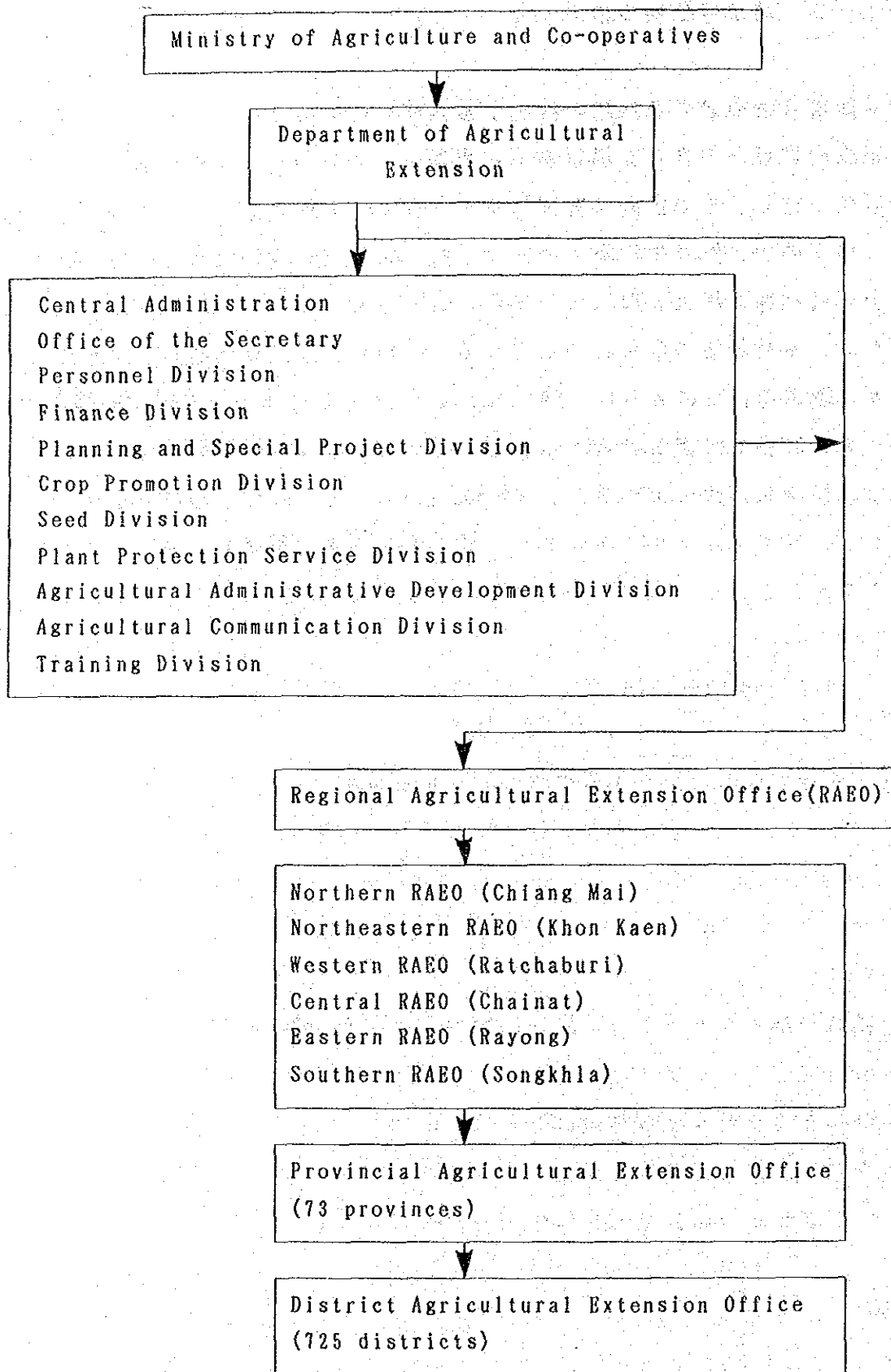


Figure 17-1 Organization Chart of Department of Agricultural Extension

表17-1に最近のバイオガス設備の設置状況を示す。

Table 17-1 Biogas Plants Constructed by DOAE

Region	up to 1985	1986	1987	1988	1989	1990	Total
North	384	54	130	89	31	44	732
North East	495	41	42	61	17	11	667
Central	196	19	30	22	29	22	318
East	257	36	46	43	14	-	396
West	232	13	14	18	6	4	287
South	386	43	23	44	-	-	496
Total	1,950	206	285	277	97	81	2,896

表17-2に示すごとく農業普及局は10,000人を越す職員を保有し、しかも9,500人以上が地方の現場で活躍している。

Table 17-2 Manpower of Department of Agricultural Extension

(As of 20, April 1988)

Academic Level	Central Administration	Provincial Administration	Total
Doctoral degree	8	-	8
Master's degree	173	61	234
Bachelor's degree	740	2,037	2,777
Agricultural Certificate and Diploma	738	5,698	6,436
Vocational Certificate	414	1,702	2,116
Vocational Rice Certificate		21	21
Elementary		23	23
Total	2,073	9,542	11,615

17-4-6 農業共同組合及び農業共同組合局

農業共同組合は全国の農村に根を張る巨大な組織であり、1990年時点で農業共同組合数は1,472であり、995,733家族が会員となっている。1組合当り平均676家族の組織である。最も重要な業務は農民からの籾の集荷、収穫前に米が不足している農民への米の貸し付け、肥料等の貸し付けであるが、日常の生活必需品の販売も行っている。農業・共同組合省の農業共同組合局の支援を受けている。また、大蔵省の直轄下にある農業・共同組合銀行（Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives）の財政的支援を受ける。

農業共同組合は下記の図17-2に示す縦の組織でつながっており、各レベルにおいて農業共同組合局の支援を受ける。

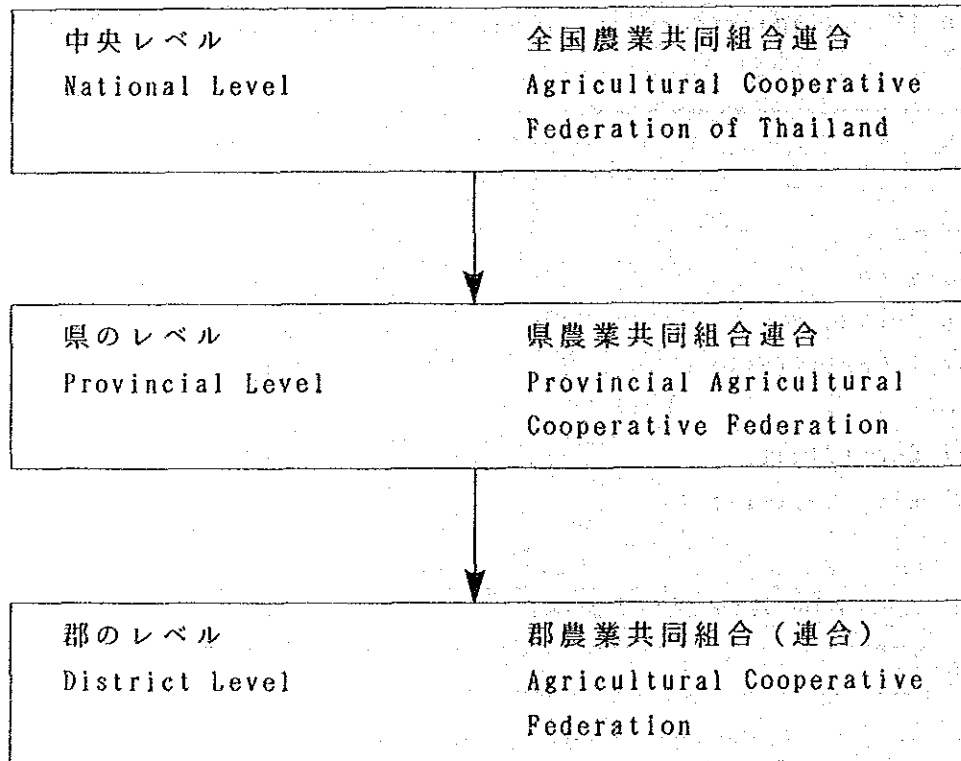


Figure 17-2 Vertical Structure of Agricultural Cooperatives

農業共同組合省の共同組合局の組織を下記の図17-3に示す。農業普及局と同様、全国的な組織で73県、695郡に事務所を持つ。上記農業普及局と並び、リグナイトブリケットの対象消費者である地方の木炭消費者と最も緊密な関係にある政府機関であり、農業を通じ、彼等と日常的に接触している。肥料や農薬、その他生活必需品と同様に共同組合を通じ、リグナイトブリケットの販売を行うべきである。この職員をタスクフォースに加える。

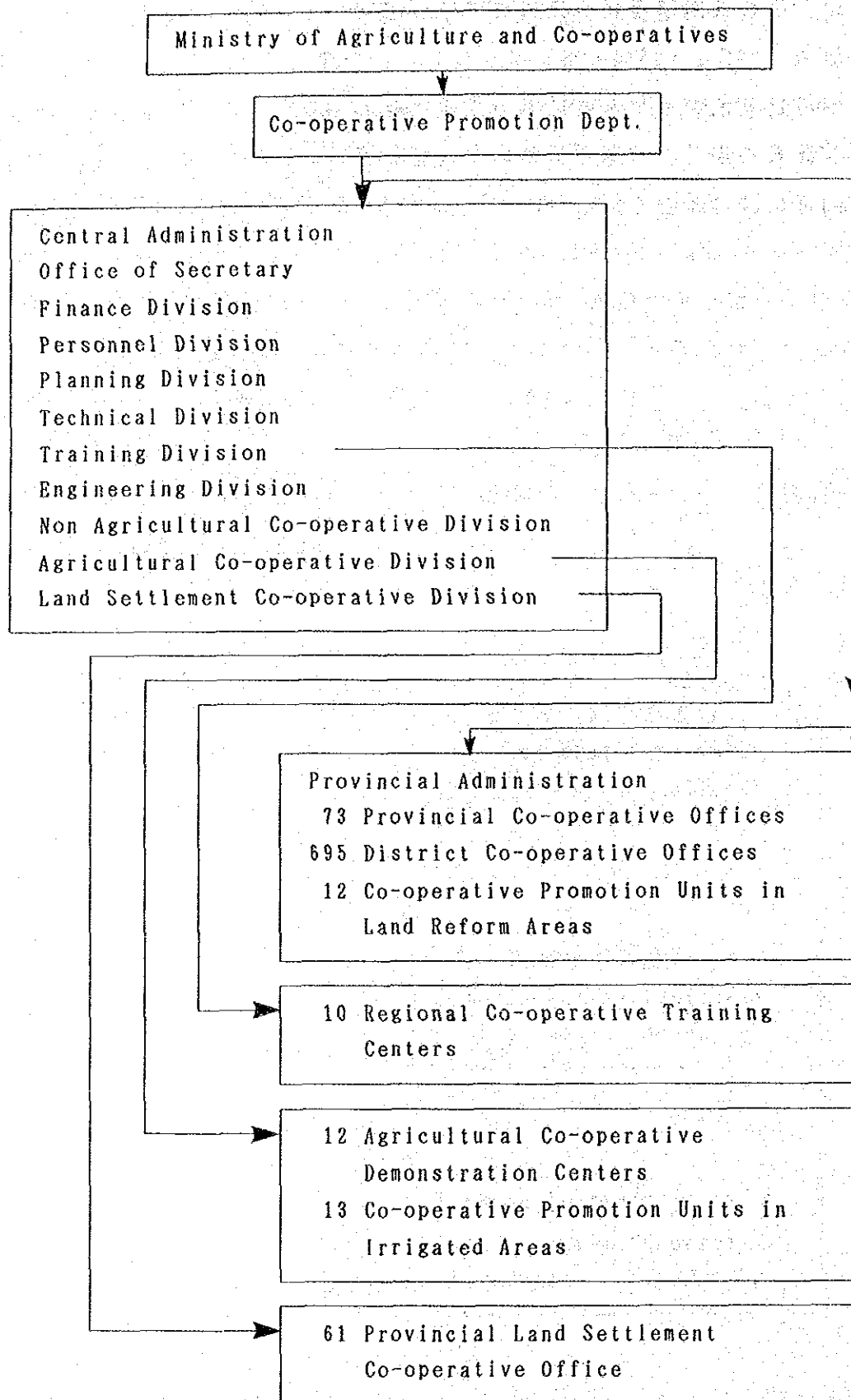


Figure 17-3 Organization Chart of Cooperative Promotion Department

17-4-7 組織系統図

リグナイトブリケット普及のための政府側の組織を下記の図17-4に提言する。

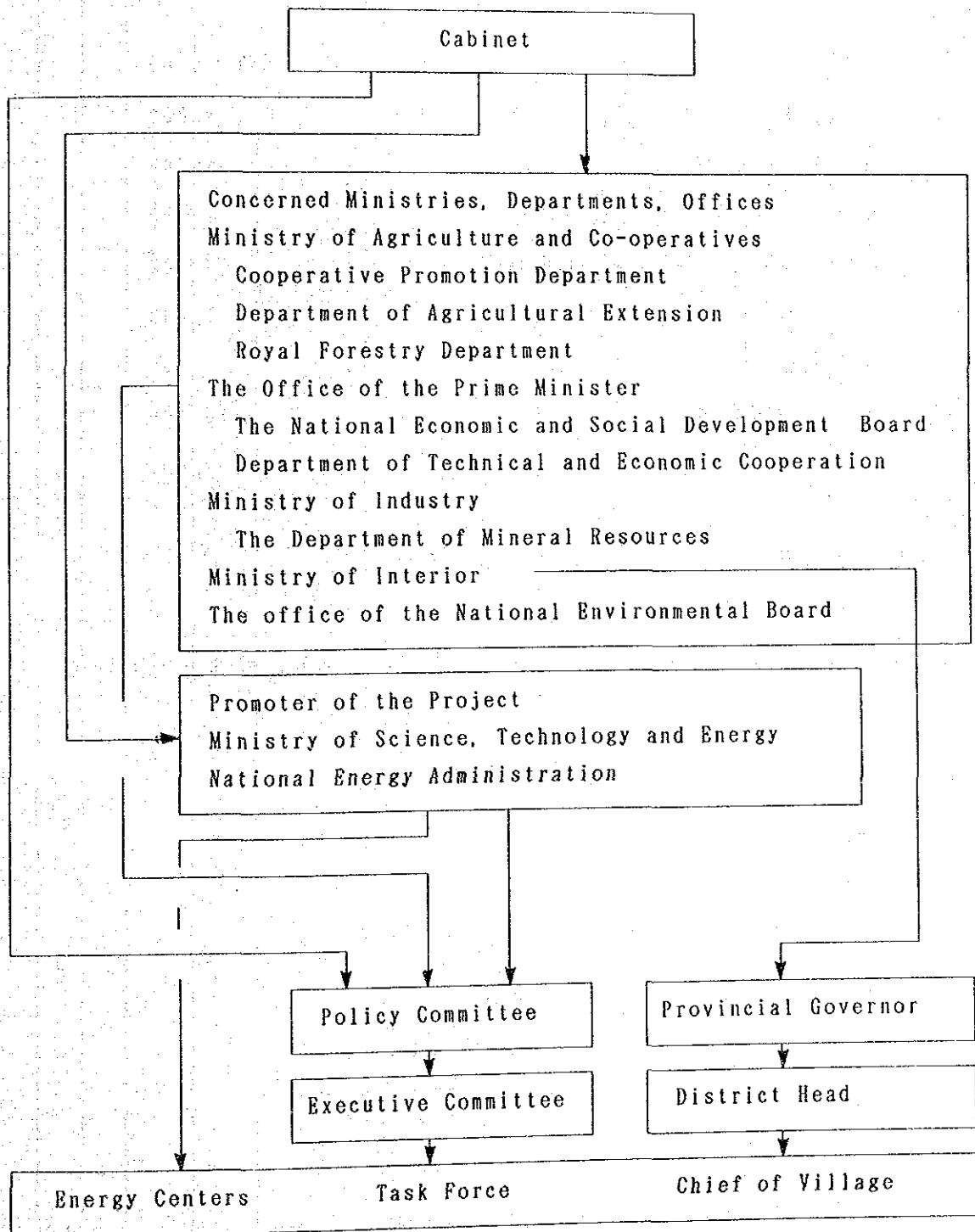


Figure 17-4 Organization for Promotion of Lignite Briquettes

17-5 ベンチスケールプラントの改造

前述したベンチスケールプラント改造内容を下記する。下記算定コストの機器類は総て日本にて設計製作され、タイ国に輸出するとの前提にて求めたものである。

(単位：1,000 パーツ)

脱煙装置および付帯設備	9,000
原料処理および付帯設備	1,900
熱ガス発生機、および付帯設備	1,700
定量フィーダ、サイロ、付帯設備	3,500
据付監督	1,700
海上運賃	700
タイ国内諸費用	13,500
合計	32,000

17-6 普及活動

図17-5 に時系列順に、普及活動、実施母体、工場の運転、組織と特典等をまとめる。

Year	1st Period			2nd Period			3rd Period					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 and on	
Promo-ter	National Energy Administration supported by Policy Committee											
Plant in Operat'n	BS Plant	Modified BS Plant										Commercial Plant
Organi-zation	<ul style="list-style-type: none"> . Policy committee . Executive committee . Task force . Model market 											
Major Activity	<ul style="list-style-type: none"> . Establish policy committee . Establish executive committee . Form task force . Start mass education . Select model market . Prepare model market . Start modified BS Plant . Expand dissemination activity around the model market . Intensify dissemination activity . Intensify mass education . Start intensifying geographical expansion . Intensify marketing on the charcoal marketing channel . Establish Thai quality standards of lignite briquettes . Form more task forces . Select more model markets 											
Incentive	<ul style="list-style-type: none"> . Tax exemption for replantation cost . Tax exemption for machines 											

Figure 17-5 Sequence of Activities for Dissemination of Lignite Briquettes

第 1 8 章 リグナイトブリケットの
試 製

第18章 リグナイトブリケットの試製

18-1 リグナイトブリケットの試製の目的と方法

リグナイトブリケットの試製の目的は、本プロジェクトの主原料であるバンパカ産のリグナイトとタイ国産のバイオマス、具体的にはバガス、稲わら、芻がら、およびタイ国産の脱硫剤を用いて要望品質を満足するリグナイトブリケットを製造することが技術的に可能であること、およびその場合の原料組成、作業条件を、モニタリング調査に先立ち日本で、実験的に確認することである。リグナイトブリケットの要望性状は、第一次現地調査期間中にタイ国現地のライフスタイルと調理習慣を調査し、リグナイトブリケットが木炭に代替するために必要な性状を定めたリグナイトブリケットの暫定品質設計であり、第6章で詳述する。暫定品質設計の中でも、試製にあたり特に留意した項目を下記に示す。

- (1) 着火が容易であること
- (2) 発煙量が少ないこと
- (3) 煙の刺戟性が少ないこと、特に亜硫酸ガスの発生量が少ないこと
- (4) 十分な機械的強度を有し、運搬および貯蔵が容易であること
- (5) 発熱量が大きいこと
- (6) 撥水性を有すること

試製方法は限られた量の試製用サンプルを有効に活用するため、最初に極めて小規模なタブレット試験により、リグナイトブリケットを成型できる原料組成の見当をつけた。次いでベンチスケール規模の実験用成型機により実際にブリケットを製造して原料組成を確認するとともに最適作業条件を求め、最終的に商業規模の実用成型機により原料組成と作業条件を実証するという3段階に分けて行った。実験用成型機と実用成型機では、各種品質試験に必要な量のリグナイトブリケットを製造し、試製と平行して、次章に述べる燃焼試験を含む各種試験を実施し、その結果をフィードバックしてより目的に合った品種のリグナイトブリケットを製造するため試製条件を調整した。

18-2 リグナイトブリケット試製試験の成果

日本で行った試製試験および燃焼試験の結果、ほぼ要望品質を満足するリグナイトブリケットをタイ国産原料により製造できることを確認し、またそのための原料組成と運転条件を定めることができた。但し稲わらと朶がらに関しては、日本の法律上の規制のため現地産のものを輸入できず、日本産のものを用いて試製した。そのため、試製段階では試製結果のタイ産の稲わらと朶がらへの適用性に疑問が残った。

しかし、第2次現地調査期間中にバンコク郊外のランシットに設置したベンチスケールプラントにて、現地産の稲わらと朶がらを用いて試製試験を行った結果、日本での試製結果とほぼ同じ結果が得られ、タイ国産の稲わらもバイオマスとして利用可能なことを確認した。

リグナイトブリケットの品質も、暫定品質設計のうちに完全に満足させることが難しい品質項目も有ったが、第2次現地調査期間に実施したモニタリング調査の結果を反映して一部訂正して最終的に定めた品質設計には完全に合格する。試製試験の方法と結果は以下に詳述するが、要望品質を完全に満足するリグナイトブリケットを製造するために標準組成はほぼリグナイトが80%、バイオマスが20%、脱硫剤が外割で0~30%の割合である。脱硫剤としては消石灰が望ましい。

18-3 リグナイトブリケットの試製で用いた製造技術

石炭ブリケットの製造方法は、大別すると次の4種類がある。

- (1) カーボニゼーションプロセス
- (2) 湿式プロセス
- (3) バインダープロセス
- (4) バイオマス配合高圧縮プロセス

本試製試験では下記理由によりバイオマス配合高圧縮プロセスを用いた。カーボニゼーションプロセスは、石炭を加熱しほぼ完全に炭化することにより、石炭中の揮発分と硫黄やその他の不純物を除去する方法である。このプロセスは原料炭の品質に左右されずに高品質のブリケットが製造できる利点がある。欠点は石炭を炭化するための設備費と燃料費を必要とするうえ石炭中のエネルギーとしてかなりの部分を占める揮発分を失うことである。

湿式プロセスは、石炭粒子とバイオマスに水を加えて混合し、押し出し成型機を用いて成型後、乾燥する方法である。この方式の特徴は、設備費および運転費ともに安価なことであるが、製品の品質は一般に良くない。

バインダープロセスは、粉炭等を有効利用するために、粉状の石炭をでんぷん、ピッチ、粘土等のバインダーを用いて成型する方法である。この方法では、用いるバインダーにより製品品質が異なり、良質なブリケットを製造するためには、高価なバインダーを用いる必要がある。

バイオマス配合高圧縮プロセスは、粉状の石炭およびバイオマスと消石灰等の脱硫剤の混合物を高圧に圧縮することにより成型する方法である。バイオマスは、その繊維によりバインダーとしての働きとブリケットの点火を容易にする助燃剤としての働きを有する。設備費と運転費が比較的安価であり、燃え易いブリケットが製造できるという長所がある、しかし、運転条件の選定が難しい。従ってこの方法の採用に先だって、予定する原料を用いてブリケットを試製し、製品品質の確認と最適運転条件の把握が必要である。

以上に述べた各製造方式の特徴、本プロジェクトで要求される製品の性状、および製造コストから判断すると、本プロジェクトにおいては、バイオマス配合高圧縮プロセスの採用が最適と判断される。

18-4 原料サンプルの試験

18-4-1 試製用原料サンプル

(1) 原料サンプル量

下記の量の原料をタイ国より日本に空輸して使用した。

高品位リグナイト、トン	3.0
低品位リグナイト、トン	1.0
バガス、トン	1.0
消石灰、トン	0.5

(2) リグナイト

タイ国北部リー地区のバンパカ炭鉱で採取した高品位リグナイトと低品位リグナイトの2種類で、炭鉱側職員と調査団が立合って採取した。サンプルは蓋付きドラム缶で密閉状態で輸送した。

(3) バイオマス

タイ国は多様な農産物を生産する農業国であるため、バイオマスには種々のものがある。賦存量、価格その利用状況、集荷の難易などの面から、バガス、稲わら、芻がらをバイオマス原料として選定した。バガスはバンコク近郊より採取し日本に輸送したが、稲わら、芻がらは日本の輸入規制のため輸送できず、日本産のものを試験に用いた。バガスは寒気のため受領時に一部凍結していたため、水分含量に変化があったと考えられる。

(4) 脱硫剤

主原料のリグナイトは燃焼性硫黄を含むため、燃焼にともない亜硫酸ガスを発生する。従って、脱硫剤の添加が必要である。脱硫剤は亜硫酸ガスを発生時に固定させる能力を有する消石灰や炭酸カルシウムが用いられる。

タイ国は石灰資源が豊富で、消石灰も大量に生産されている。従って脱硫剤とし

て消石灰を選定した。消石灰サンプルは蓋付きドラム缶により密閉状態で輸送されたが、蓋を開けた際にかかなりの水分(約25%)を含んでいた。なお、後述するように、消石灰として入手したサンプルは実際には脱硫効果の乏しい炭酸カルシウムが主成分であったため、試製には日本製消石灰も用いた。

18-4-2 試製用サンプルの調製

(1) リグナイト

両品位のリグナイトとも水分12%以下に乾燥した後、粒径2mm以下に粉碎、混合してからいったんドラム缶に保存して使用した。

(2) バイオマス

バイオマスサンプルは水分約4%に乾燥した後、分別用スクリーン付きカタ式粉碎機で粒径2mm以下または3mm以下に粉碎して用いた。

(3) 脱硫剤

タイ製の脱硫剤は水分約1%に乾燥した後、粒径0.5mm以下に粉碎・篩分けし試験に用いた。日本製の消石灰は市販品をそのまま用いた。

各原料受領時の水分値およびpH値を表18-1、18-2に示し、粉碎後のリグナイトとバイオマスの粒度分布を、表18-3、18-4に示す。

Table 18-1 Analysis of Moisture of Sample

(Unit: wt%)

High quality lignite	Low quality lignite	Thai Slaked Lime	Bagasse	Rice straw	Rice husk
22.8	17.6	24.6	41.22	7.4	15.4

Table 18-2 pH Value of Separated Water from Sample

High quality lignite	Low quality lignite	Bagasse	Rice straw	Rice husk
4.7	5.4	7.1	7.2	6.2

Table 18-3 Particle Distribution of Lignite Sample

Particle size, mm	High quality lignite	Low quality lignite
2.0min	0.18	0.20
1.0/2.0	7.26	7.25
0.5/1.0	26.30	28.54
0.25/0.5	29.78	27.77
0.25max	36.48	36.25

Bulk density, g/cm ³	0.75	0.77

Table 18-4 Particle Distribution of Biomass Sample

Biomass	Bagas- se	Bagas- se	Rice straw	Rice straw	Rice husk	Rice husk	Raw bagas- se	Raw rice husk
mmMax	3	2	3	2	3	2		
2.0mm min	0.16	0.00	0.30	0.00	0.41	0.00	52.21	72.47
1.0/2.0	29.52	15.84	22.23	9.97	9.01	3.49	27.18	24.74
0.5/1.0	39.81	45.69	35.92	37.32	42.83	56.98	12.79	1.78
0.25/0.5	21.89	37.94	26.51	34.22	29.71	30.70	6.00	0.79
0.25 max	8.62	0.53	15.03	18.50	18.04	8.83	1.82	0.22

Bulk density g/cm ³	0.125	0.196	0.152	0.189	0.353	0.355		

18-4-3 各サンプルの分析結果

(1) リグナイト

高品位リグナイトと低品位リグナイトの分析結果を表18-5に示す。ブリケットを製造するために特に重要なリグナイトの特性は、発熱量、灰分および硫黄分含有量とハードグロブ指数であり下記に記す。

	高品位リグナイト	低品位リグナイト
(無水ベース)		
灰分含量	: wt% 12.2	21.5
全硫黄含量	: wt% 1.03	2.08
(内燃焼性硫黄含量)	: wt% 0.76	1.63
総発熱量	: kcal/kg 6,396	5,812
ハードグロブ指数	: - 38	52

Table 18-5 Analysis of Lignite Sample

Sample	High-quality lignite		Low-quality lignite	
	Wet	Dry	Wet	Dry
Moisture, %	12.6	-	9.5	-
Ash, %	10.7	12.2	19.5	21.5
Volatile matter, %	39.5	45.2	38.7	42.8
Fixed carbon, %	37.2	42.6	32.3	35.7
Gross heating value, kcal/kg	5,590	6,396	5,260	5,812
Total sulfur, wt%		1.03		2.08
Incombustible sulfur, wt%		0.27		0.45
Combustible sulfur, wt%		0.76		1.63
Carbon, %		63.7		57.2
Hydrogen, %		4.44		4.27
Nitrogen, %		0.97		0.80
Oxygen, %		18.11		14.50
HGI	38		52	

高品位リグナイトは灰分および硫黄含量が少なく発熱量が高いため、良質のブリケット原料となりうる。しかしハードグロブ指数が低いので成型性にやや問題があると予想される。これに対し、低品位リグナイトは、成型性は優れているもののブリケットの原料としては劣る。特に発熱量が低いため、ブリケットの要求性状を満たさない可能性がある。

図18-1、18-2にそれぞれのリグナイトのX線回折結果を示す。両リグナイト共、亜硫酸ガスの発生原因となる黄鉄鉱を含むことを示している。表18-6にリグナイト中の化合物別硫黄の分析値を示す。硫酸塩硫黄は不燃性硫黄であり、黄鉄鉱硫黄、有機硫黄は燃焼性硫黄である。黄鉄鉱硫黄は主として、おき燃焼時に、有機硫黄は主として揮発分燃焼時に亜硫酸ガスを発生する。

Table 18-6 Distribution of Sulfur in Lignite by Type of Compound

(Unit: wt%)

	High quality lignite	Low quality lignite
Total sulfur	1.0	1.8
Sulfate sulfur	0.0	0.1
Pyrite sulfur	0.3	0.8
Organic sulfur	0.7	0.9

(2) バイオマス

表18-7にバイオマスの分析値を示す。バガスは、稲わらおよび籾がらに比べて灰分含有量が3.5%と少なく、発熱量が4,985kcal/kgと高い。また、いずれのバイオマスも燃焼性硫黄含有量は0.1%以下である。以上より、3種の中ではバガスがバイオマス原料として最も適した特性を有しているが、通常、水分含量が約50%もありその乾燥費用も考え併せて評価する必要がある。

Table 18-7 Analysis of Biomass Sample

Sample	Bagasse		Rice straw		Rice husk	
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
Moisture, %	2.5	-	2.2	-	1.2	-
Ash, %	3.4	3.5	16.6	17.0	15.8	16.0
Volatile matter, %	83.3	85.4	66.8	68.3	67.7	68.5
Fixed carbon, %	10.8	11.1	14.4	14.7	15.3	15.5
Gross heating value, kcal/kg	4,860	4,985	3,910	3,998	4,070	4,119
Total sulfur, wt%		0.06		0.16		0.06
Incombustible sulfur, wt%		0.03		0.08		0.02
Combustible sulfur, wt%		0.03		0.08		0.04
Carbon, %		48.00		41.80		42.20
Hydrogen, %		5.89		5.15		5.10
Nitrogen, %		0.23		0.64		0.35
Oxygen, %		42.35		35.30		36.31

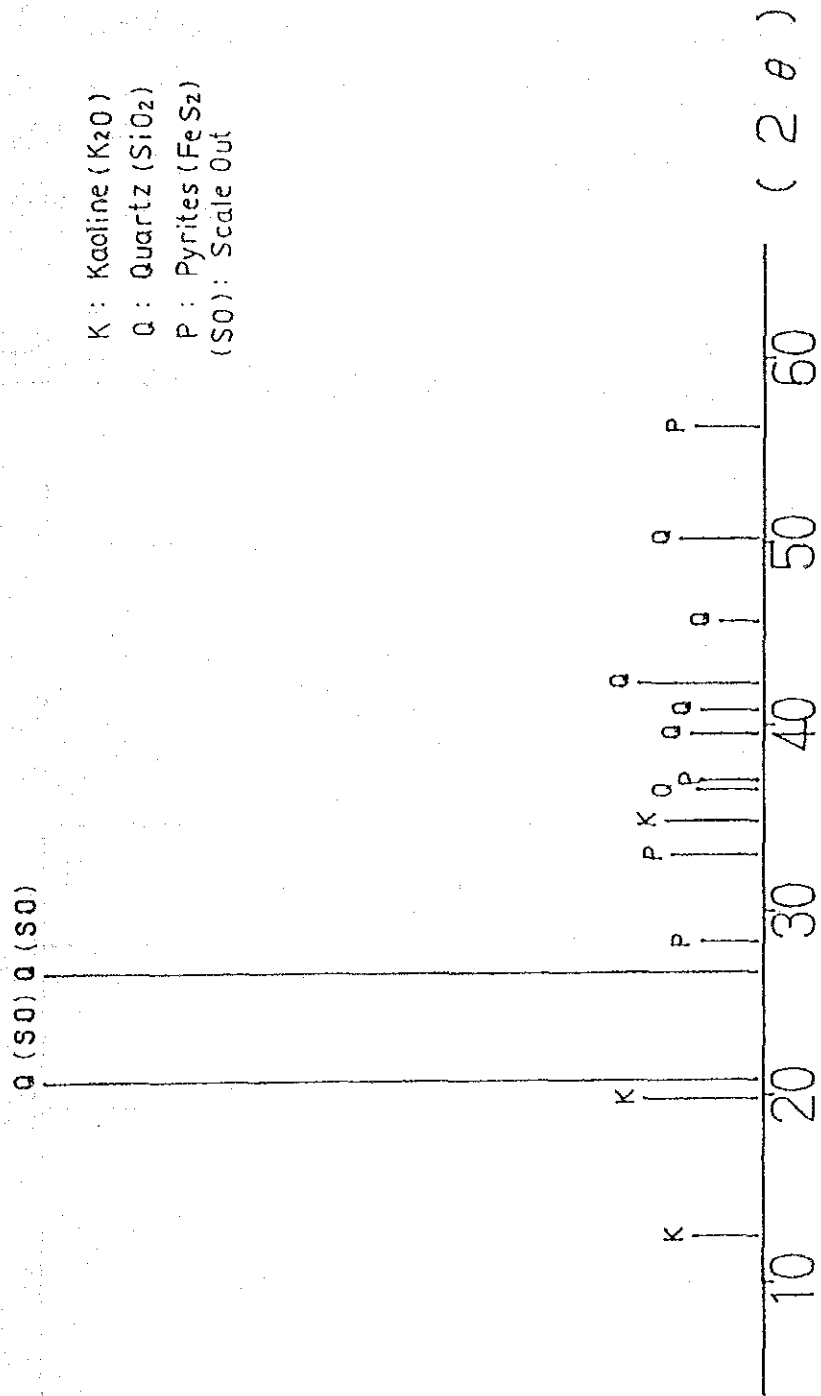


Figure 18-1 X-ray Diffraction Pattern of High-quality Lignite

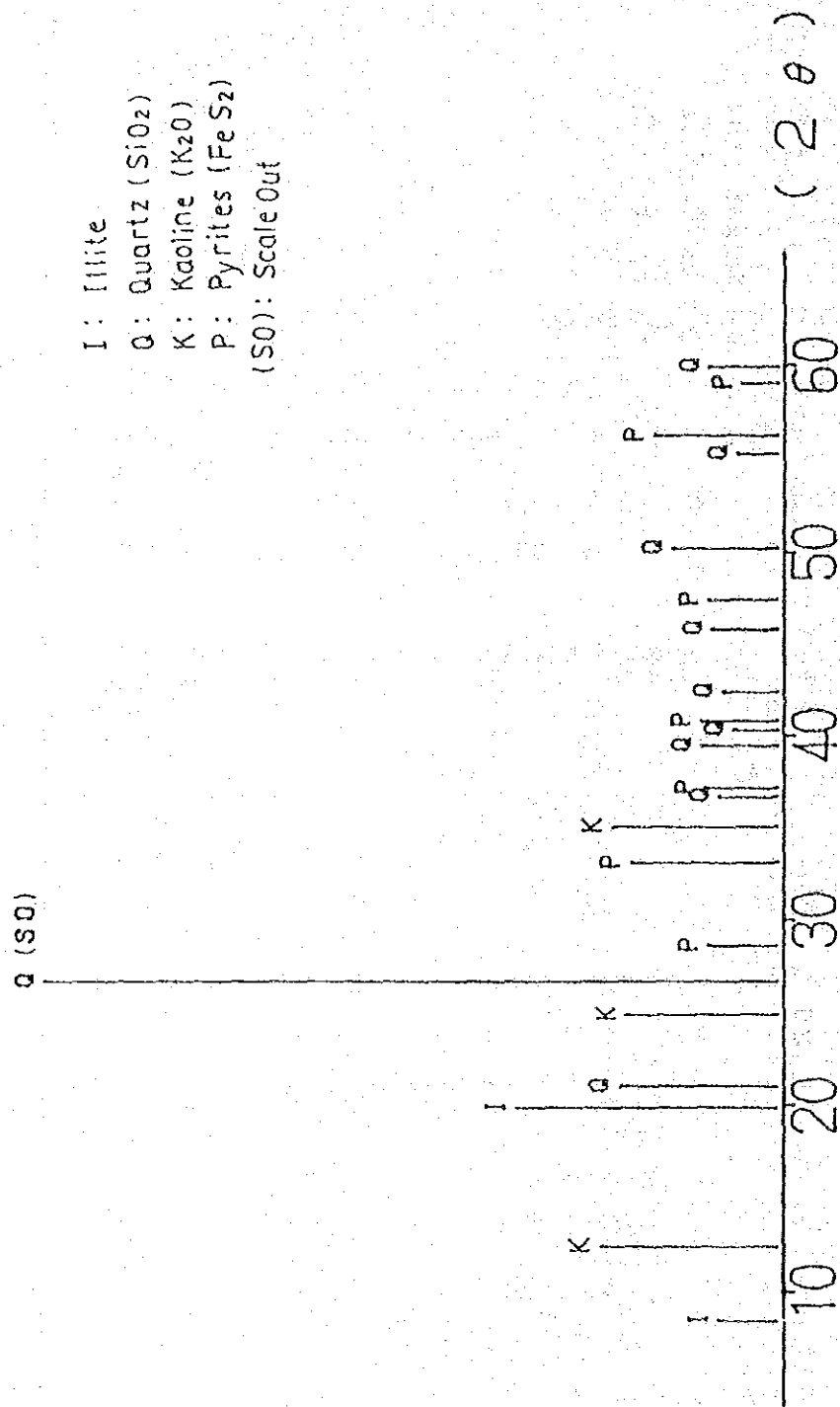


Figure 18-2 X-ray Diffraction Pattern of Low-quality Lignite

(3) 脱硫剤

本試験に用いた脱硫剤の分析結果を表18-8、タイ国製脱硫剤のX線回折結果を図18-3、日本製消石灰のX線回折結果を図18-4に示す。タイ国製の脱硫剤には日本製消石灰にある水酸化カルシウムのピークが認められず炭酸カルシウムのピークのみが見られた。したがって、これは炭酸カルシウムであると評価される。これは石灰岩から生石灰を焼成する際に、その温度が石灰岩の主要な構成物である方解石が分解する温度、すなわち約 900°Cに達していなかったためと推測される。

Table 18-8 Analysis of Desulfurizing Agent

(Unit: wt%)

	Thai slaked lime	Japanese slaked lime
Moisture	0.65	-
Ignition loss	41.24	-
SiO ₂	3.94	-
Al ₂ O ₃	0.13	-
Fe ₂ O ₃	0.08	-
CaO	49.69	71.1
MgO	2.01	-
Na ₂ O	2.98	-
K ₂ O	0.06	-
SO ₃	0.09	-
Purity	65.4	96.1

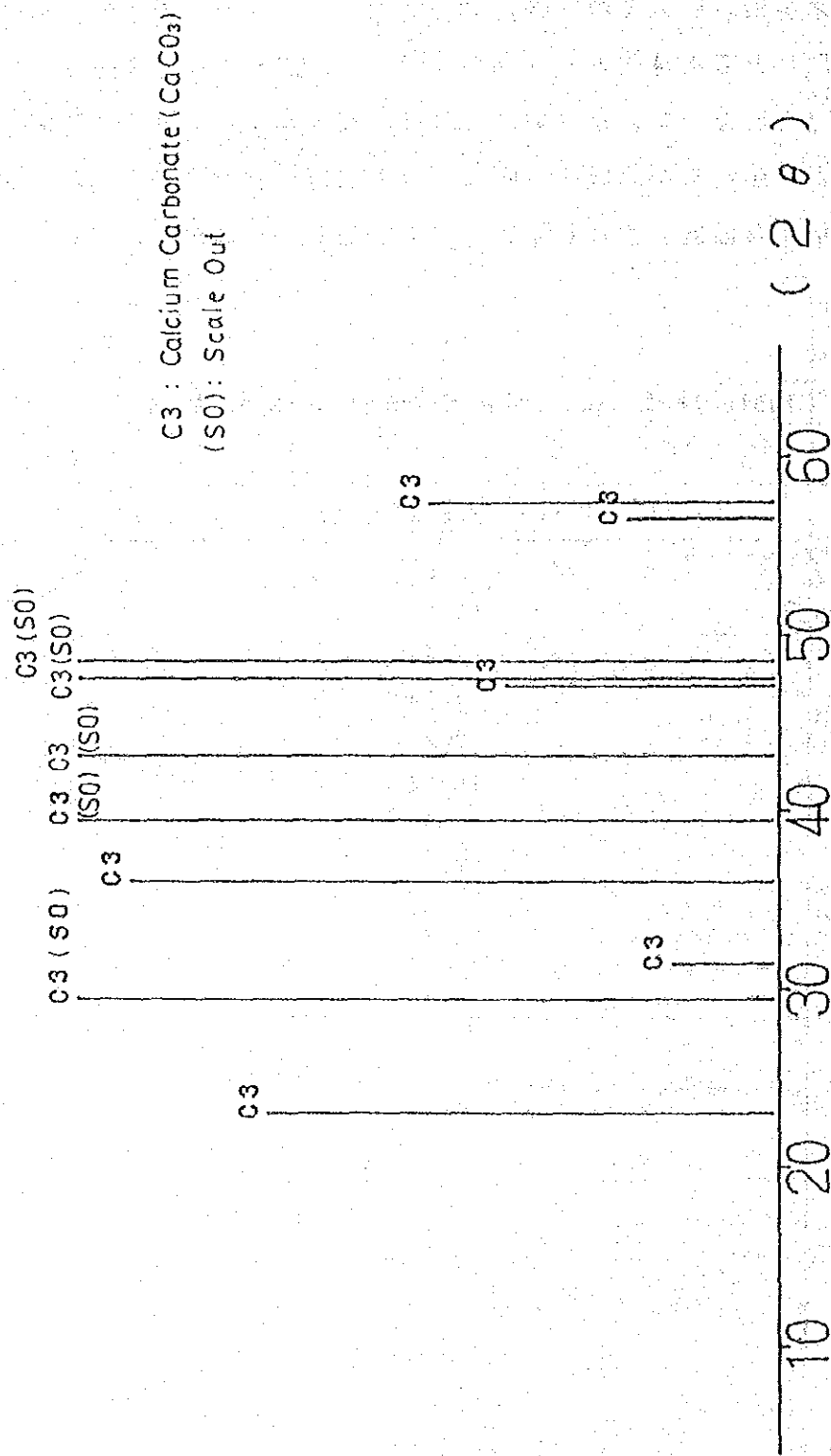


Figure 18-3 X-ray Diffraction Pattern of Slaked Lime Sample

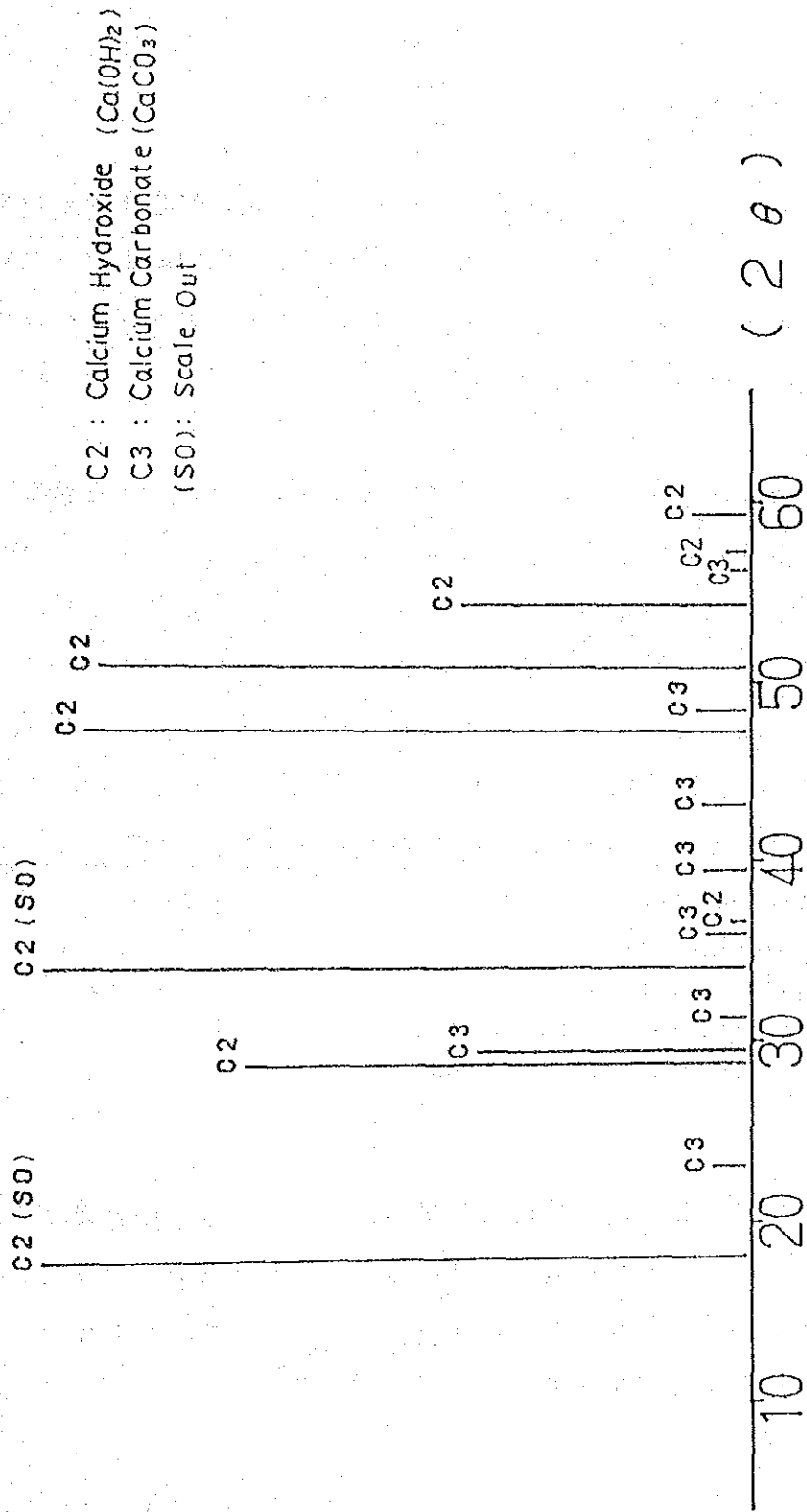


Figure 18-4 X-ray Diffraction Pattern of Japanese Slaked Lime

18-5 タブレット成型試験

18-5-1 試験方法

リグナイトブリケットを製造するにあたり、その最適配合比決定のための予備試験としてタブレットを製造し、その圧壊強度および成型膨張率を測定した。この試験は、少量の原料を用いしかも容易に実施できるので、ブリケット製造のための予備試験として欠くことができない。

タブレット製造には図18-5に示す成型金型を用い、粉碎・混合した原料を油圧式圧縮機で圧縮し成型した。タブレットの原料配合比はリグナイト60～100%、バイオマス0～40%の範囲とした。タブレットの成型条件を表18-9に示す。圧壊強度試験は図18-6に示すように、タブレット上に直径20mmの鋼球を置き、万能試験機で圧縮し、タブレットが崩壊したときの荷重をもって圧壊強度とした。

Table 18-9 Tableting Condition

Sample, grams	3.0
Diameter, mm	15
Sample temperature, C	20, 50, 80
Compression pressure, tons/cm ²	2.4
Compressing time, second	10

タブレットは成型後、圧縮された原料の復元力により多少膨張する。その大小はリグナイトブリケットの強度と成型性の善し悪しに密接に関係し、成型膨張率が小さいことは製品の強度が高く、成型性が良いことを示唆している。成型膨張率は以下の計算方法で算出する。

$$\text{成型膨張率 (\%)} = (T_1 - T_0) \div T_0 \times 100$$

T₀ : 成型圧縮時のタブレット厚さ

T₁ : 圧縮開放後のタブレット厚さ

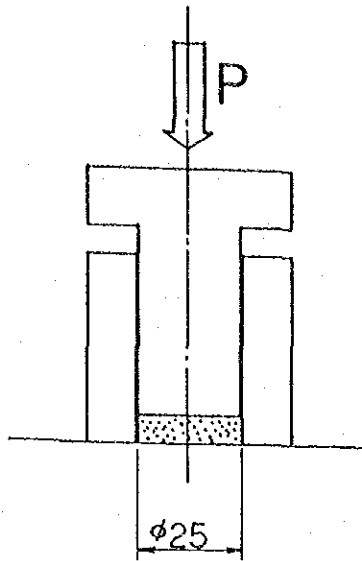


Figure 18-5 Mold Used for Tableting

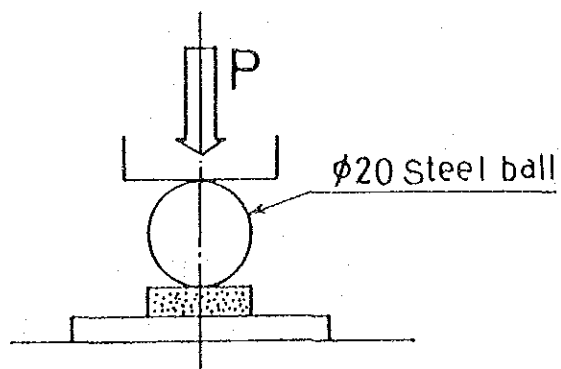


Figure 18-6 Universal Testing Machine with a Jig

18-5-2 圧壊強度

図18-7は高品位リグナイト、図18-8は低品位リグナイトを用いたタブレットの圧壊強度測定結果を示す。圧壊強度は炭種にかかわらずバイオマス配合量を増すにしたがい高くなった。バイオマスの種類別では、バガスを混合した場合が最も強度が高く、以下稲わら、朶がらの順になった。また、リグナイトの種類別では、朶がらを除き、同じバイオマスではリグナイトの種類に関係なく圧壊強度はほぼ同一の値を示した。

リグナイトブリケット成型の目安である強度100Kgfを満足するバイオマス配合量は、バガスで約13%、稲わらで約20%、朶がらでは高品位リグナイトの場合で約30%、低品位リグナイトで約40%であった。

18-5-3 成型膨張率

図18-9は高品位リグナイト、図18-10は低品位リグナイトを用いたタブレットの結果を示す。バガスをバイオマス原料とした場合、配合率が25%までは炭種に関係なく膨張率は27%前後と一定となり、それ以上の配合率では膨張率は高くなった。他のバイオマスでは配合率が増すに従い膨張率は増した。炭種による違いは、低品位リグナイトの方が若干膨張率が低くなった。

18-5-4 加熱タブレット試験

圧壊強度を高くし、膨張率を抑制するには試料を加熱して成型するのが有効である。試験は高品位リグナイト、バガス、消石灰を用い、表18-10に示した配合比で試験を行った。結果の一例を図18-11、18-12に示す。

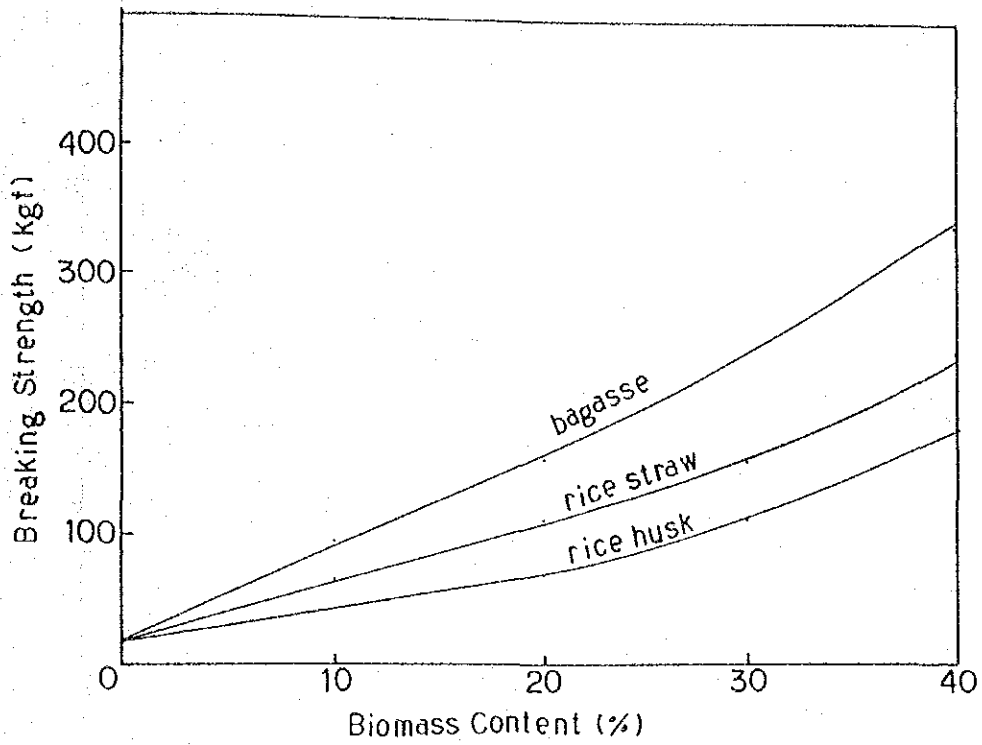


Figure 18-7 Breaking Strength of Tablet with High-quality Lignite

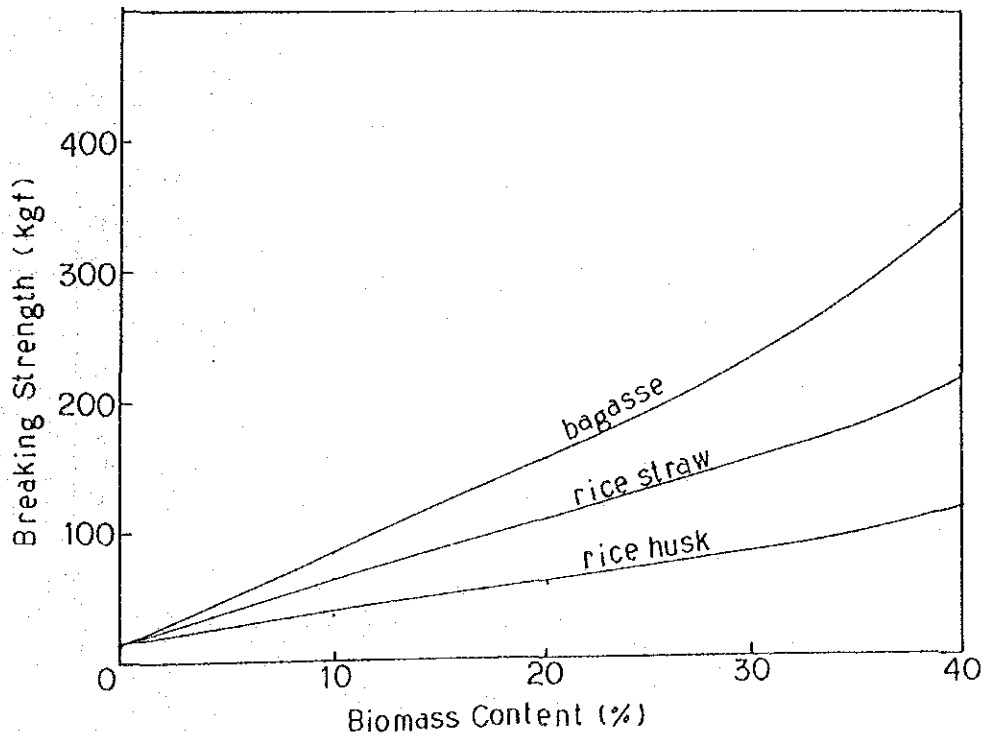


Figure 18-8 Breaking Strength of Tablet with Low-quality Lignite

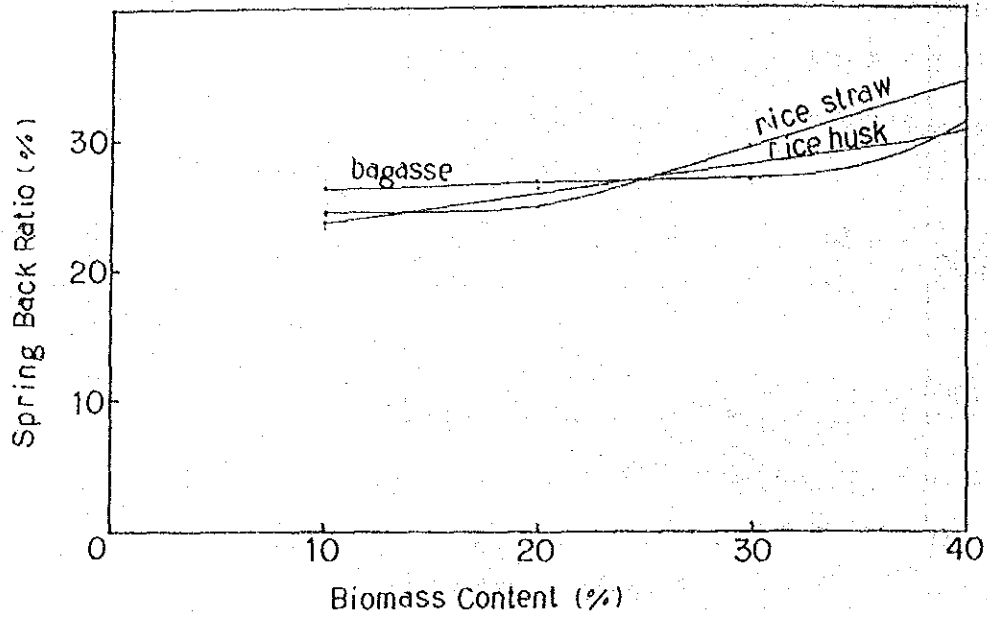


Figure 18-9 Spring Back Ratio of Tablet with High-quality Lignite

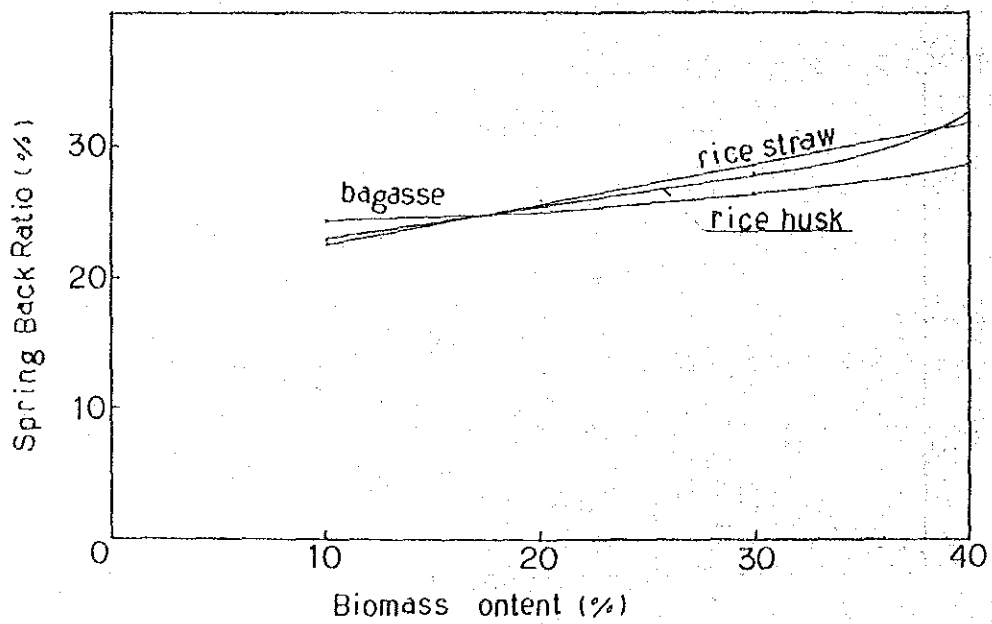


Figure 18-10 Spring Back Ratio of Tablet with Low-quality Lignite

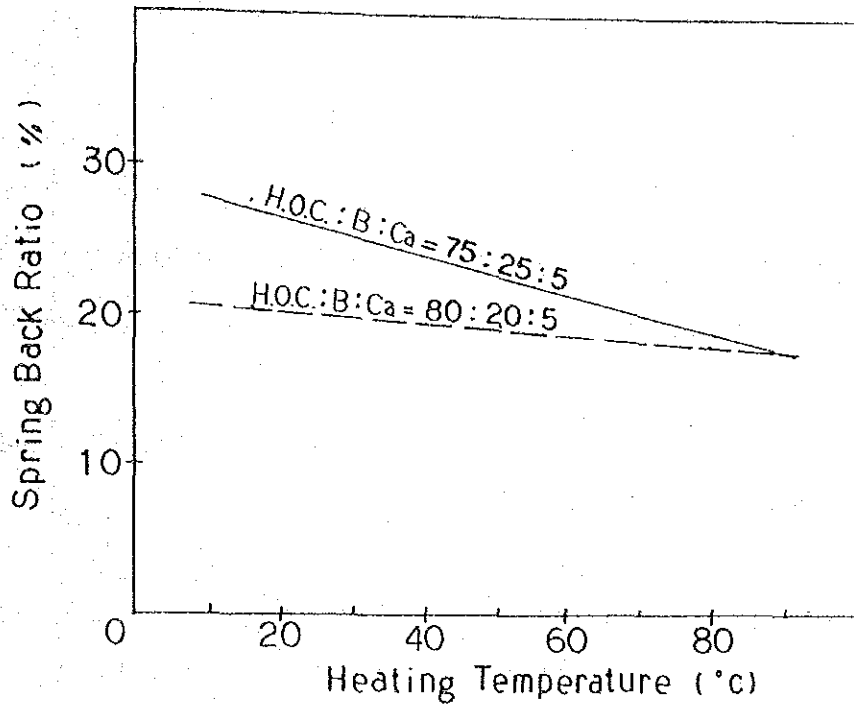


Figure 18-11 Effect of Material Heating on Breaking Strength

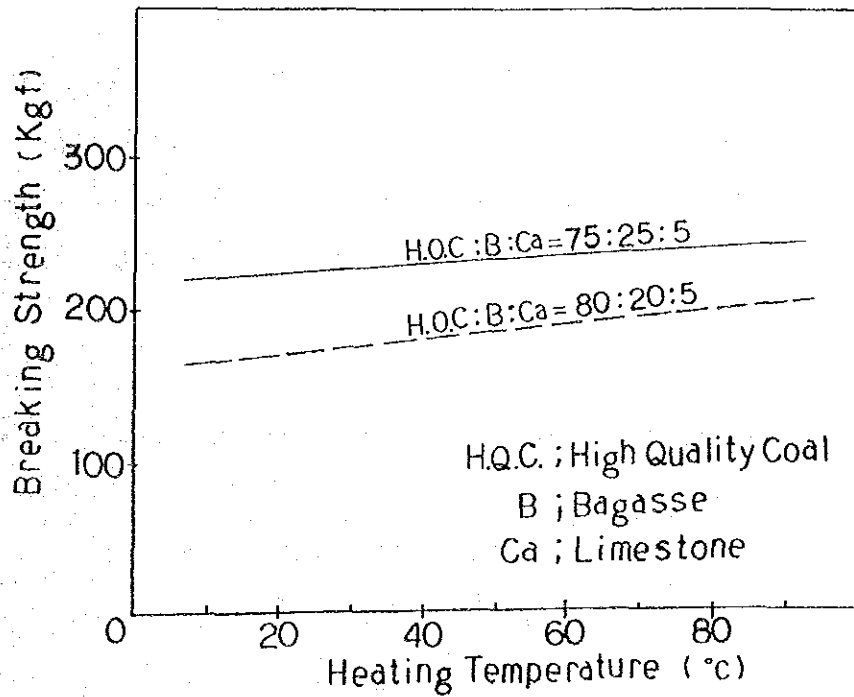


Figure 18-12 Effect of Material Heating on Spring Back Ratio

Table 18-10 Mixing Ratio of Sample for Tableting (Heating Test)

High quality lignite, wt%	75	80
Bagasse, wt%	25	20
Slaked lime, external %	5	5

圧壊強度は成型温度の上昇にしたがい高くなり、成型膨張率は小さくなることを示している。これらの結果は、加熱によってバイオマスの塑性変形が促進されたためと考えられる。

18-5-5 混合バイオマスの配合試験

圧壊強度と成型膨張率の両方を考慮すると、糊がらの場合では所定の圧壊強度を得るように配合量を増すと成型膨張率大きくなるので単味では使用できず、バイオマス原料としてはバガス、稲わらの使用が適している。しかし、バガスはタイ国内では比較的高価であり、単味での使用は原料コストを上げる要因となる。したがって、製造原価低減のためにバガスと糊がら、稲わらと糊がらの組合わせで成型試験を行った。

この試験で得られた結果を図18-13から18-16に示す。なお、試料の配合比を表18-11に示す。成型膨張率はいずれもほぼ25%以下となり成型性が良いことを示している。圧壊強度はバガス、稲わらの混合率が5%以上になれば100kgf以上の強度を得た。従って、他のバイオマス原料と混合することにより、糊がらを使用することも可能である。

Table 18-11 Mixing Ratio of Sample for Tablet (Biomass Evaluation)

	(Unit: wt%)									
Lignite	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Bagasse	0	5	10	15	20	-	-	-	-	-
Rice straw	-	-	-	-	-	0	5	10	15	20
Rice husk	20	15	10	5	0	20	15	10	5	0

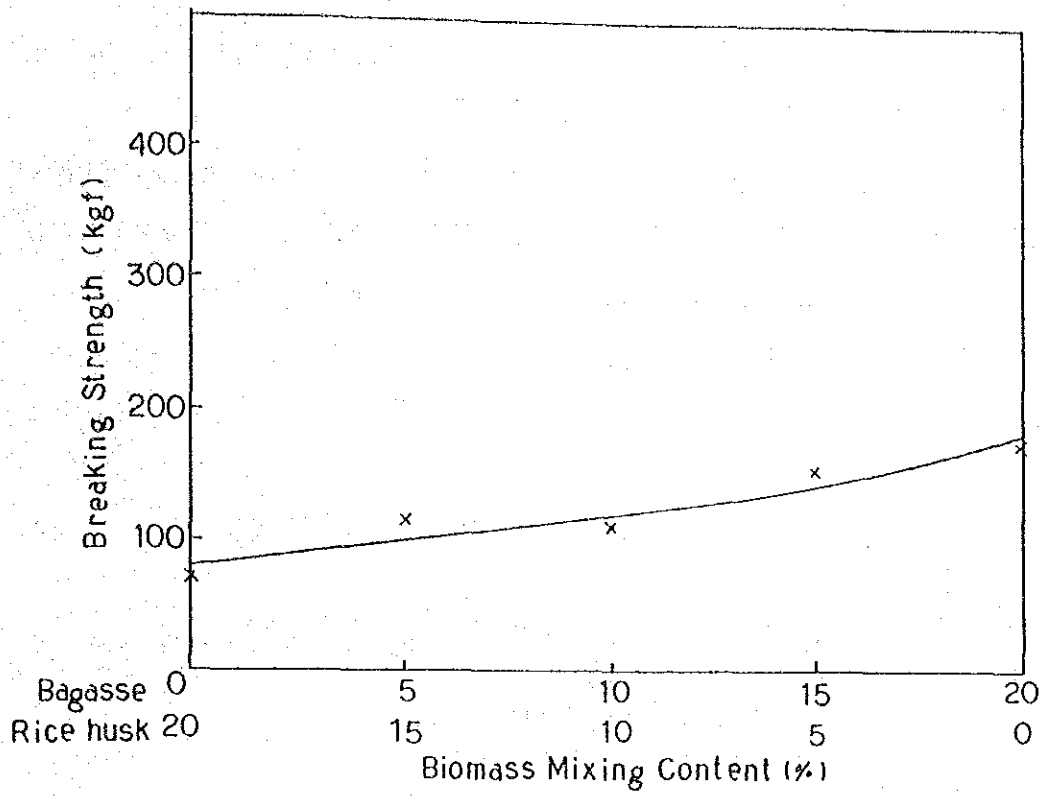


Figure 18-13 Breaking Strength of Tablet with High-quality Lignite

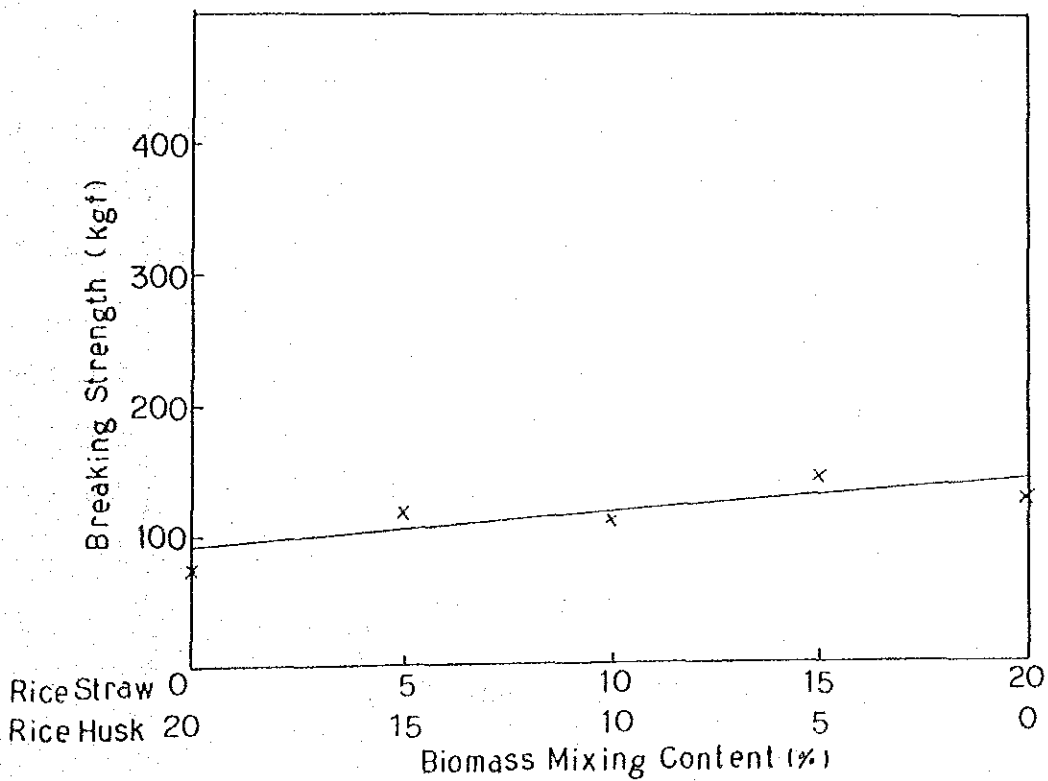


Figure 18-14 Breaking Strength of Tablet with Low-quality Lignite

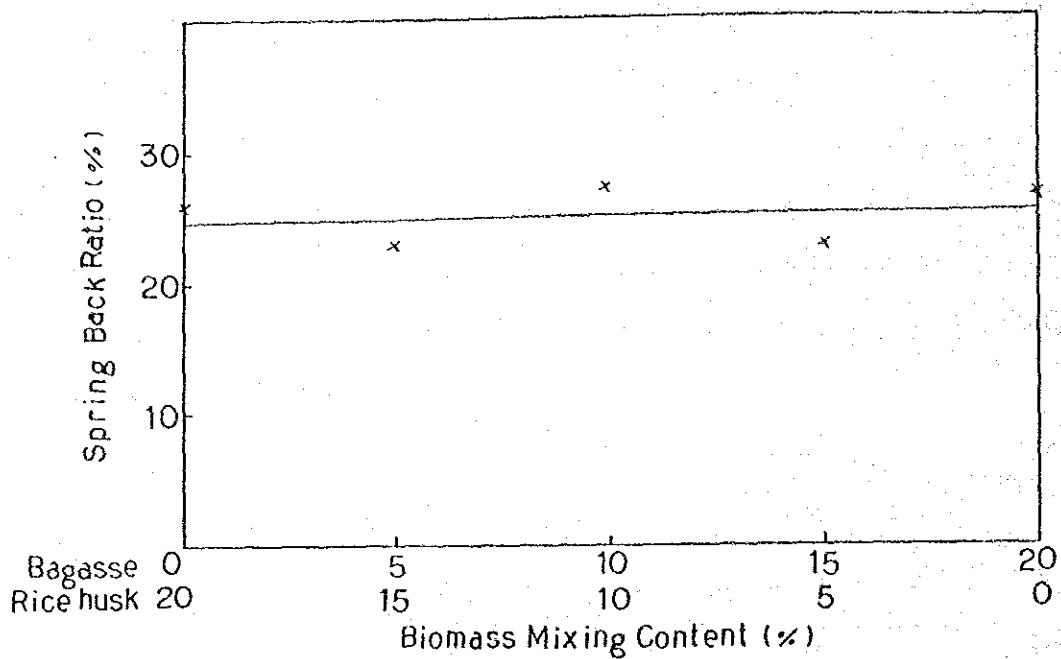


Figure 18-15 Spring Back Ratio of Tablet with High-quality Lignite

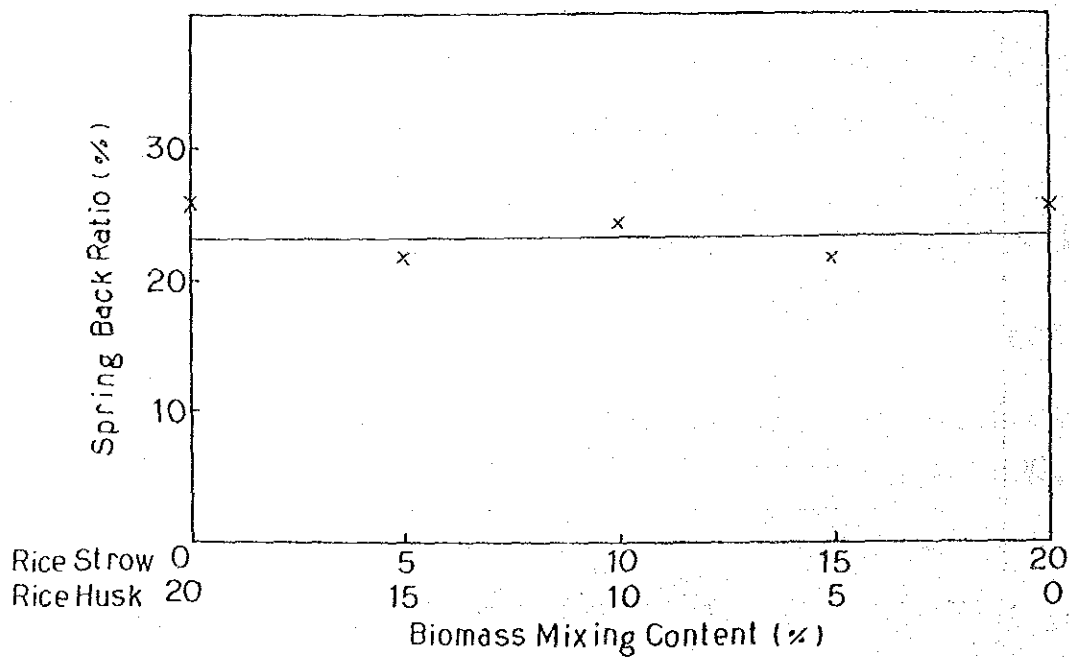


Figure 18-16 Spring Back Ratio of Tablet with Low-quality Lignite

18-5-6 脱硫剤が成型性に及ぼす影響

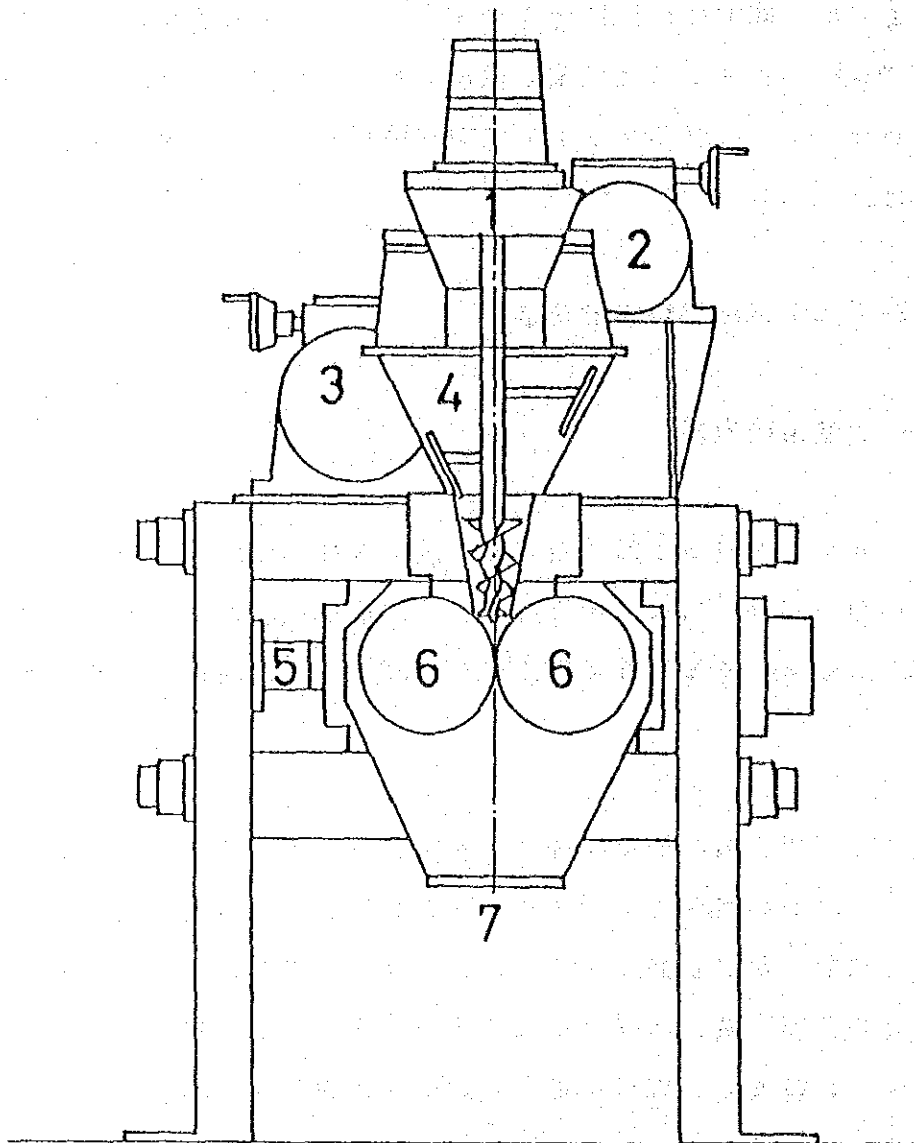
脱硫剤が成型性に及ぼす影響について、これまでに多くの試験を行った結果、添加率が30%までは、成型性に悪影響を与えず、かつ強度が若干増すことが分かっている。本プロジェクトでは脱硫剤の添加率がこの範囲内であるため、タブレット試験を行わなかった。ブリケットの試製実験を通じて脱硫剤による問題は一切生じなかった。

18-6 実験用成型試験機による試験

18-6-1 実験用成型機

リグナイトブリケット製造試験に使用した成型機は、高圧ロールプレス型成型機で、その外形図を図18-17に、仕様を表18-12に示す。なお、本成型機一式は、本プロジェクトにおいてNEAに設置したものと、ほぼ同様の仕様、能力のものである。

成型試験は、まず所定の粒度に粉碎した石炭とバイオマスのサンプルを所定の配合比で調合する。その原料をスパイラルリボン付きの混合機で室温あるいは最高温度80℃まで加熱しながら混合する。混合の際、必要に応じて脱硫剤を添加するが、それ以外の原料、例えば結合剤などはいっさい添加しない。次いで混合原料を成型機ホッパに装入し、成型しながら適正な成型条件を設定し、以後この条件下で連続的にリグナイトブリケットの製造試験を行った。なお、この成型機には1バッチあたり15kgの混合原料を装入でき、1回の試験で1~3バッチ(15~45kg)の成型試験を行った。



- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1 : Charging hopper | 5 : Load cell |
| 2 : Feeder drive motor | 6 : Roll tyre |
| 3 : Roll drive motor | 7 : Product outlet |
| 4 : Screw | |

Figure 18-17 Sketch of Pilot Briquetting Machine

Table 18-12 Specifications of Bench-scale Plant

Model number	K-123A
Roll diameter, mm	300
Roll thickness, mm	75
Roll pressure, kg/cm ²	165
Roll rotation, rpm	3.4 to 14
Feeder rotation, rpm	7.5 to 90
Motor, for roll	5.5kw x 4P
Motor, for feeder	3.7kw x 4P
Briquette dimensions, mm	37 x 21 x 12
Capacity, kg/hr	120 to 200

18-6-2 成型条件

(1) 原料配合比

タブレット試験結果から原料配合比をリグナイト80：バイオマス20程度を基本とし、成型のしやすさ、成型品強度および燃焼特性などの試験結果をフィードバックしながら配合比を石炭75～80：バイオマス20～25の範囲で変化させ成型試験を行った。なお、脱硫剤は、燃焼時の脱硫効果を確認しながら外割で5～30%添加した。

(2) 原料粒径

石炭の粒径はこれまでの実績より2mm以下とし、バイオマスの粒径も2mm以下とした。

(3) 原料水分

原料水分は成型後のリグナイトブリケットの強度に大きな影響を与えるため、十分に管理する必要がある、とくに吸湿しやすいバイオマス原料の水分管理は重要である。従って、これまでの実績からバイオマス原料の水分は4～7%程度に、石炭の水分は4～12%程度に調製して成型試験を行った。

18-6-3 成型試験結果

(1) 高品位リグナイトの成型試験結果

表18-13に高品位リグナイトを主原料として、これに単一のバイオマスか、または混合物を混入して成型試験を実施した結果を示す。

Table 18-13 Briquetting Test by Bench-scale Plant (High-quality Lignite)

No.	Raw Matl.	DSA	Moisture	Breaking Strength	Rotation Roll Feeder	Remarks	Evaluation
6	H80, B20	0	-	129	7	57	A
45	H80, B20	T5	8.7	220	7	51	35C A
50	H75, B25	T5	3.8	-	-	-	80C Not molded C
35	H80, S20	T5	9.0	186	7	54-57	30C B
4	H80, h20	0	-	68	7	51	B
21	H80, B10, h10	5	9.4	133	7	45	A
61	H80, B10, h10	10	9.4	119	7	42	A
62	H80, B10, h10	25	8.1	140	7	28	A
44	H80, B10, h10	T10	4.4	118	7	57	30C A
39	H80, B10, h10	T10	4.4	131	7	45	50C A
42	H80, B10, h10	T10	4.4	151	7	43	80C A
24	H80, S10, h10	10	10.3	108	7	34	B
28	H80, S10, h10	T5	10.6	130	7	42	B

Note:

1. DSA, H, B, S, h, T stand for desulfurizing agent, high-quality lignite, bagasse, rice straw, rice husks and Thai lime. A, B, C in the column of evaluation represent good, fair and bad, respectively.
2. The biomass used are less than 2 millimeters in length except for Nos. 45 and 4 which used biomass crushed to less than 3 millimeters in length.

前述のハードグローブ指数から推測されるように、原料温度が室内温度(10~15℃)では、表18-14で示す低品位リグナイト成型試験結果と比べ、成型性が劣る傾向が見られるが、原料を多少加温することにより、いずれのバイオマスに対しても

良好な成型特性が得られた。また、成型性が良くない初がらを配合した原料に対しても同様な方法によって成型特性が改善される。たとえば、試料No.39、No.42、No.44では原料温度約30℃の場合には圧壊強度約120kgf、原料温度約50℃では圧壊強度約130kgf、原料温度約80℃になると圧壊強度が約150kgfの製品が得られた。ここで原料を加温した温度は、既存実用プラントで生産される石炭ブリケットが高圧成型時に摩擦熱によって加温され、昇温した成型直後の製品温度50～60℃に近いものである。

(2) 低品位リグナイトの成型試験結果

表18-14に低品位リグナイトを主原料として、高品位リグナイトの場合と同様のバイオマス配合比で成型試験を実施した結果を示す。

Table 18-14 Briquetting Test by Bench-scale Plant (Low-quality Lignite)

No.	Raw Matl.	DSA	Moisture	Breaking Strength	Rotation Roll Feeder	Remarks	Evaluation
12	L80, B20	0	-	130	7	45-56	B
32	L82.5, B17.5	0	7.9	112	7	67	B
29	L82.5, B17.5	T10	7.8	154	7	49	A
13	L80, S20	0	-	80	7	45-56	B
37	L80, S20	T10	7.8	180	7	45-85 30C	A
38	L80, S20	T10	7.1	204	4.5	45-85 80C	A
14	L80, B10, h10	0	-	64	7	51-57	B
15	L80, B10, h10	0	-	109	7	62-68	B
22	L80, B10, h10	10	7.8	98	7	57	B
22	L80, B10, h10	10	8.3	150	4.1	62	A
59	L80, B10, h10	10	6.4	127	7	49	A
60	L80, B10, h10	30	5.6	119	7	32	A
30	L80, B10, h10	T10	7.6	127	7	53	A
57	L80, B10, h10	T20	8.2	138	7	47	A
56	L80, B10, h10	T30	7.8	106	7	45	B
16	L80, S10, h10	0	-	73	7	62-68	B
31	L80, S10, h10	T10	7.9	123	7	56	A

Note:

1. DSA, L, B, S, h, T stand for desulfurizing agent, low-quality lignite, bagasse, rice straw, rice husks and Thai lime. A, B, C in the column of evaluation represent good, fair and bad, respectively.

低品位リグナイトは高品位リグナイトに比べて成型しやすく、バイオマスがバガス、稲わら、あるいはバガスと糶がらの混合原料の場合でも、加温せず室温程度で十分に強度のあるリグナイトブリケットが得られた。

上述の実験用成型機による成型試験結果から判断して、良好なリグナイトブリケットが得られる原料の配合比を表18-15に示す。

Table 18-15 Composition of Raw Material for Briquette

Lignite, less than 2 mm, wt%	80
Biomass, less than 2 mm, wt%	20
Desulfurizing agent, ratio to lignite plus biomass	0 to 30

18-7 実用プラント機による成型試験

18-7-1 石炭ブリケット製造工程と成型機の仕様

使用した商業用成型機仕様を表18-16に示す。本プラントは、主原料の石炭とバイオマスとして樹皮を75:25で混合し、石炭ブリケットを製造することを目的として、1985年に北海道に建設されたもので、その能力は1時間あたり1.25トンである。ここで生産される石炭ブリケットは、一般家庭用燃料として使用されている。工場の製品の規格、分析値を表18-17に示す。

Table 18-16 Specifications of Commercial Plant

Model number	K-209
Roll diameter, mm	520
Roll thickness, mm	236
Roll pressure, kg/cm ²	165
Roll rotation, rpm	10
Feeder rotation, rpm	9.9 to 39
Motor, for roll	45kw x 6P
Motor, for feeder	7.5kw x 4P
Briquette dimensions, mm	37 x 21 x 12
Capacity, kg/hr	1,250 to 1,200

Table 18-17 Analysis of Commercial Product

Sample	Product 1986		Product 1988	
	Wet	Dry	Wet	Dry
Base				
Moisture, %	6.6	-	1.9	-
Ash, %	9.6	10.3	12.1	12.3
Volatile matter, %	48.6	52.0	36.6	37.3
Fixed carbon, %	35.2	37.7	49.6	50.4
Gross heating value, kcal/kg	5,910	6,328	6,347	6,470
Sulfur, %				
Total		0.23		
Incombustible		0.10		
Combustible		0.13		
Carbon, %	59.9		66.9	
Hydrogen, %	4.7		4.5	
Nitrogen, %	1.1		1.0	
Oxygen, %	18.0		13.4	
Specification				
Shape	Almond			
Gross heating value, kcal/kg	5,800 to 6,200			
Ash, wt%	10 to 15			

18-7-2 実用成型機による成型試験結果

表18-18に、原料配合比、成型条件および製品の圧壊強度を示す。原料配合比が実験用成型機による場合と同様に、表18-15に示す割合にて良好なリグナイトブリケットを成型できた。以上の結果より、商業用規模にて原料配合比率を適当な値に調節することにより、実用プラントにおいてリグナイトブリケットを生産することが可能であることを確認した。

Table 18-18 Briquetting Test by Commercial Plant

No.	Raw Matl.	DSA	Moisture	Breaking Strength	Rotation Roll/Feeder	Evaluation
1	H80, B20	0	10.8	92	10 39	B
6	H82.5, B17.5	0	13.1	72	10 39	B
14	H82.5, B17.5	T5	6.2	91	10 24	B
23	H80, B20	T5	8.7	104	10 26	B
27	H78, B22	T5	12.1	162	10 36.5	A
2	H80, S20	0	10.6	105	10 36.5	B
17	H80, S20	T5	6.8	120	10 21-22	A
3	H80, h20	0	11.4	44	10 36.5	B
8	H80, B12.5, h7.5	T5	11.8	108	10 32	B
15	H80, B12.5, h7.5	T5	5.9	101	10 29.5	B
5	H80, S10, h10	0	10.5	113	10 36.5	B
9	H80, B12.5, h7.5	T5	12.6	90	10 29.5	B
10	L82.5, B17.5	T10	8.4	128	10 29.5	A
18	L80, B20	T10	8.7	136	10 24	A
20	L80, h20	T10	7.6	143	10 23	A
22	L80, h20	T10	8.5	65	10 21.5	B
17	L80, B12.5, h7.5	T10	8.4	113	10 24.5	B
13	L80, B10, h10	T10	7.6	143	10 24	A
12	L82.5, S12.5, h7.5	T5	8.9	114	10 21	B
21	L82.5, S10, h10	T10	7.4	82	10 21.5	B

Note:

1. DSA, H, L, B, S, h, T stand for desulfurizing agent, high-quality lignite, low-quality lignite, bagasse, rice straw, rice husks and Thai lime. A, B, C in the column of evaluation represent good, fair and bad, respectively.

18-8 リグナイトブリケットの分析

各種配合比にて成型したリグナイトブリケットの分析値を表18-19に示す。

Table 18-19 Analysis of Lignite Briquettes

No.	Raw Matl.	DSA %	MT %	Ash %	VM %	FC %	HV %	TS %	IS %	CS %
6	H80, B20	0	8.5	11.5	46.6	33.4	5,160	0.78	0.27	0.51
19	H85, B15	0	9.0	8.8	45.8	36.4	5,440	0.94	0.23	0.71
25	H82.5, B17.5	0	8.9	8.4	46.6	36.1	5,380	0.85	0.34	0.51
26	H82.5, B17.5	T5	9.2	10.8	45.6	34.4	5,160	0.81	0.47	0.34
9	H80, B10, h10	0	8.5	14.5	43.8	33.2	4,980	0.81	0.27	0.54
21	H80, B10, h10	5	8.7	13.4	44.8	33.1	5,070	0.83	0.67	0.16
20	H80, B10, h10	10	8.0	16.0	43.8	32.2	4,890	0.80	0.67	0.13
61	H80, B10, h10	10	7.3	17.0	43.4	32.3	4,820	0.72	0.62	0.10
62	H80, B10, h10	25	6.1	24.1	41.7	28.1	4,290	0.58	0.56	0.02
27	H80, B12.5, h7.5	5	9.1	11.6	45.7	33.6	5,080	0.80	0.46	0.34
10	H80, S10, h10	0	8.0	17.0	42.5	32.5	4,860	0.80	0.31	0.49
24	H80, S10, h10	10	8.2	12.2	42.8	31.8	4,780	0.82	0.75	0.07
12	L80, B20	0	5.3	19.0	45.4	30.3	4,940	1.60	0.46	1.14
29	L82.5, B17.5	T10	7.4	24.7	43.0	24.9	4,370	1.36	0.80	0.56
15	L80, B10, h10	0	7.5	18.1	44.9	29.5	4,970	1.60	0.44	1.16
23	L80, B10, h10	5	7.0	24.3	43.0	25.7	4,540	1.33	0.92	0.41
22	L80, B10, h10	10	6.3	27.0	42.8	23.9	4,320	1.27	1.01	0.26
58	L80, B10, h10	15	5.7	30.1	41.3	22.9	4,110	1.16	0.92	0.24
59	L80, B10, h10	15	5.3	30.1	41.8	22.8	4,140	1.31	1.13	0.18
60	L80, B10	30	4.9	35.4	40.7	19.0	3,680	1.15	1.01	0.14
57	L80, B10, h10	T20	5.9	29.7	44.1	20.3	3,950	1.09	0.79	0.30
56	L80, B10, h10	T30	5.9	29.7	42.0	22.4	4,140	1.09	0.96	0.13
30	L80, B12.5 h7.5	T10	7.0	25.5	40.0	27.5	4,300	1.28	0.74	0.54
31	L80, S12.5, h7.5	T10	7.4	26.3	42.3	24.0	4,240	1.29	0.90	0.39

Note :

DSA: Desulfurizing agent

L: Low-quality lignite

S: Rice straw

T: Thai slaked lime

VM: Volatile matter

HV: Gross heating value, kcal/kg

CS: Combustible sulfur

H: High-quality lignite

B: Bagasse

h: Rice husk

MT: Moisture

FC: Fixed carbon

TS: Total sulfur

IS: Incombustible sulfur

上表に示した (6, 19), (25, 26), (9, 21, 20, 61, 62), (10, 24), (23, 22, 58, 59, 60) および (57, 56) のグループのサンプルによって構成される各グループ内で分析値を比較し、次のことが言える。

1. 脱硫剤の添加により燃焼性硫黄分を低下させることができる。
2. この原料と調合割合に対しては消石灰を25%加えることにより、現実的に可能な最低レベルまで、燃焼性硫黄が低下する。
3. 脱硫剤が10%程度の調合率では消石灰は炭酸カルシウムより著しく有効である。

№. 20, 21, 29, 31 および 22 の試料の脱硫実験での脱硫率は、それぞれ 56.6%、78.9%、66.3%、76.7% および 80.4% であった。60~85% の脱硫が可能である。

18-9 燃焼灰の分析

燃焼灰中の重金属の分析は発光分光法で、6価クロムの分析は原子吸光法で行った。分析結果を表18-20に示す。カドミウムについては日本における特殊肥料の規制値である5ppm以下をいずれのリグナイトも満足している。また、リグナイトブリケット燃焼灰中には検出できなかった。カルシウムについては、リグナイトブリケットには脱硫剤を添加しているため、高い値を示した。クロムについては、6価クロムの分析も行ったが検出されなかった。灰のpHの測定値は約12である。

以上より、この燃焼灰は環境上問題ないと考える。

Table 18-20 Analysis of Ash

	Cadmium (ppm)	Total chromium (ppm)	Calcium (%)
High quality lignite	2.63	101.0	3.0
Low quality lignite	4.13	90.9	2.3
High calorie lignite briquette	ND	64.5	23.6
Low calorie lignite briquette	ND	91.1	20.5

18-10 リグナイトブリケットの物性評価

18-10-1 衝撃試験

リグナイトブリケットの強度が苛酷なハンドリングに耐えうるか否かを判定するため、20kgのリグナイトブリケットを袋に詰め、1.2mの高さから鋼板上に落下させブリケットの崩壊比率を測定する落下強度試験を実施した。試験は落下回数10回の比較的苛酷な条件で行った。この実験を3回繰り返した。落下試験中に14mm以下に破損したものは全体の12~15wt%であった。しかし、このような破損品であっても、微粉化されていなければ実際の燃焼にはほとんど影響がなく、また、この程度の強度があれば通常の輸送、ハンドリングには十分に耐えるものと判断できる。

18-10-2 耐湿性試験

20℃、湿度95%の雰囲気下でリグナイトブリケットの吸湿率を測定した。測定結果を図18-18に示す。この湿度雰囲気は通常の貯蔵雰囲気と比較して過酷な条件と言える。

吸湿率(H)は次式で表現される。

$$H = (W - W_0 / W_0) \times 100$$

H : 吸湿率 %

W : 吸湿後のブリケット重量

W₀ : 吸湿前のブリケット重量

Condition : 20 °c 95 % Humidity

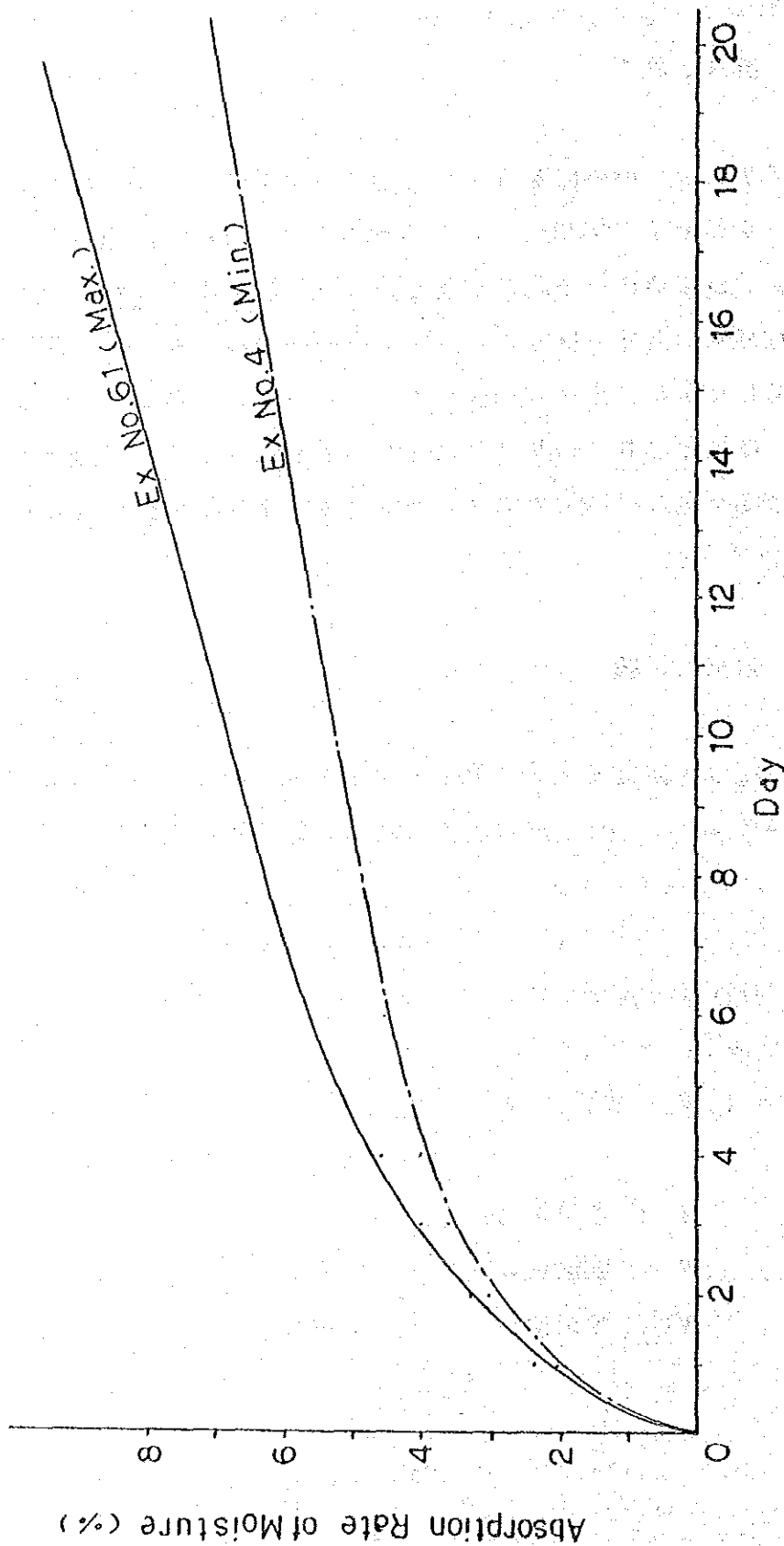


Figure 18-18 Moisture Absorption of Lignite Briquettes

18-10-3 耐水性試験

防水処理を行っていないリグナイトブリケットは、水と接すると直ちに水分を吸収して膨潤し短時間で崩壊してしまうことがある。それを防止するための有効な方法として、リグナイトブリケットの表面をパラフィンでコーティングする方法がある。ここでは、無処理の試料と3 wt%のワックスでコーティングした試料の耐水性の比較試験を行った。すなわち、両試料を降水量50mm/hの状況下で120分間放置しその変化を観測した。

無処理の試料は付着した水分がブリケットの内部へ浸透し膨張が始まり試験開始後約5分で完全に崩壊した。しかし、コーティングした試料は表面から水をはじき、120分経過後も全く形状に変化は見られなかった。

コーティングした試料は屋内貯蔵はもちろんの事、輸送中あるいは屋外貯蔵時の一時的な耐水性には問題はないと判断される。

18-11 追加試製実験

第6章、の6-2-3(5)「安全性」および第10章、10-5「製品の品質」で述べたごとく、第2ステージ調査の現地調査後に煙とすすの発生を減少することを決定した。煙とすすは通常燃焼の初期段階に、原料リグナイトとバイオマスに含まれる揮発分の不完全燃焼により発生する。リグナイトブリケットの潜在需要家はバイオマス、すなわち稲わらより発生する煙とすすには慣れている。問題はリグナイトより発生する煙とすすである。従って、製造工程に原料リグナイトを処理し揮発分の一部を除去するプロセスを加えることとした。プロセスは部分炭化(部分乾溜)であり、密閉容器中でリグナイトを加熱する。

このプロセスの作業条件は、第2ステージ調査期間中に行った追加実験により定めた。実験は3段階よりなる。第1段階は作業条件を求める炭化実験、第2段階は脱煙リグナイトの成型性を確認する成型実験、第3段階は炭化の効果を確認するための燃焼実験である。実験で最も難しい点は最適炭化度を求めることである。過度に炭化すると成型性と燃焼性が損なわれる。炭化が不十分の場合は大量の煙とすすが発生する。一連の実験の結果、バンパカのリグナイトには下記の条件が最適との結論を得た。

温度、℃	250~300
加熱時間、分	30
混合比、重量	
リグナイト	75
稲わら	25
消石灰	10~30

上記条件にて試製したリグナイトブリケットは未処理のリグナイトより製造したリグナイトブリケットと比較し、煙とすすの発生量が顕著に少なかった。燃焼試験は陶製タイコンロにて行った。