

5-3 リグナイトブリケットの市場性

5-3-1 リグナイトブリケットの市場性調査の基本方針

現地準備調査の結果、リグナイトブリケットの有望市場は家庭・業務部門の木炭代替であると判断された。また、既存の燃焼機の大規模な改善なしに使用可能であれば、価格次第では、中小工場の一部で従来の燃料の代替としてリグナイトブリケットが使用される可能性がある。5-3-3(2)項で述べるごとくモニタリング調査の結果リグナイトブリケットは薪の代替として使われる可能性はない。

本調査では、調理用木炭をリグナイトブリケットで代替できることをモニタリング調査にて確認した。しかし、工業部門では、既存の燃料にリグナイトブリケットが代替できる可能性はほとんどない。モニタリング調査においては、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、タイ国産の原料を用いて製造したリグナイトブリケットをサンプルとして使用した。また、地方でのモニタリング調査に当たっては、NEAのエネルギーセンターの全面的な協力を受けた。

5-3-2 モニタリング調査

(1) モニタリング調査の目的

モニタリング調査の目的を下記に示す。

- 1) デモンストレーションに対する参加者の反応、試供サンプルに対する消費者の反応を受けて、消費者のリグナイトブリケットの品質に対する要望を最終的に確認する。必要があれば、現地準備調査の結果に基づき設計したリグナイトブリケットの暫定品質設計を変更する。
- 2) 調理用木炭の代替としてのリグナイトブリケットに関しては、上記の1)の他に、市場の受け入れ可能性の程度を試供サンプルに対する反応に基づき調査する。特に、木炭とリグナイトブリケットの価格比率と市場受入率の相関関係を求める。また、市場受入率の地域特性、社会特性も検討する。
- 3) 工業用リグナイトブリケットに関しては、主として燃焼設備を調査するこ

とにより、リグナイトブリケットを燃焼するための技術的問題点とその解決方法を調査する。また、リグナイトブリケットによる既存燃料の代替の経済社会的意義を検討する。

デモンストレーションに用いたリグナイトブリケットのサンプルおよび試供サンプルは、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、タイ国産の原料を用いて製造したブリケットである。これらを潜在需要者に配り、意見を求めた。

(2) モニタリング調査の成果

モニタリング調査により下記の成果を得た。

- 1) デモンストレーション参加者の反応および試供サンプルに対する反応を分析し、市場の要望品質を確認することができた。その結果は第6章で説明する。
- 2) 調理用木炭の代替としてのリグナイトブリケットが充分市場に受け入れられる可能性があることを確認した。また、市場受入率と木炭とリグナイトブリケットとの価格比との関係も解析できた。この結果はリグナイトブリケットの需要予測に用いる。
- 3) 工業用リグナイトブリケットに関しては、各種中小工業設備を調査し、リグナイトブリケットを燃焼するための技術的問題点、その解決方法、経済社会的意義を検討した。

(3) モニタリング調査の方法

家庭・業務部門を対象とする調査は、村人あるいはレストラン関係者の目前で、リグナイトブリケットを燃焼し意見を聴取した。具体的には、タイ国で一般に用いられているコンロ2個(一方はブリケット、他方は木炭)を準備し、同一条件で炊飯を行い、木炭との比較を行った。デモンストレーション終了後、リグナイトブリケットのサンプル(3~5kg)と共に表5-25に示す質問状を配布した。配布した質問状は、NEAのエネルギーセンター経由で回収した。地方でのモニタリング調査は2回行い、2回目のモニタリング調査では、第1回の調査にて回収された質問状を基にインタビュー調査を行った。また、第1回の調査で充分調査できなかった点についての追加調査も行った。

Table 5-25 Questionnaire of Monitoring Survey

1. Background

- (1) Name of Province : _____
(2) Community Type : (Urban/Sanitary/Village)
(3) Household Size : Adults _____ ; Children (under 16) _____
(4) Major Food : _____
(5) Cooking Place : (Inside/Outside/Under Shelter)
(6) Major Cooking Fuel : _____ ; Other Cooking Fuel : _____ , _____
(7) Price and Consumption Volume of Firewood and/or Charcoal
(only for users of firewood and/or charcoal)
(a) Firewood : _____ Baht/kg; _____ kg/month
(b) Charcoal : _____ Baht/kg; _____ kg/month
(8) Type of Meal Usually Cooked
(a) Breakfast : (boil/roast/steam/fry)
(b) Lunch : (boil/roast/steam/fry)
(c) Dinner : (boil/roast/steam/fry)
(9) Socio Economic Class : (farmer with land/farmer without land/
own business/employee/government staff)
(10) Annual Income : _____ Baht/Household

2. Quality of Lignite Briquette

- (1) easiness to catch fire : (excellent/good/fair/poor)
(2) Smoke Generation : (tolerable/intolerable)
(3) Smell : (tolerable/intolerable)
(4) Heating Power : (excellent/good/fair/poor)
(5) Strength : (excellent/good/fair/poor)
(6) Appearance : (excellent/good/fair/poor)
(7) Overall Evaluation : (excellent/good/fair/poor)

3. Replacement by lignite briquette

If firewood and charcoal are not available in near future, can lignite briquette be used as cooking fuel? (yes/no)

If yes, write the reasonable price level of lignite briquette.

_____ Baht/kg

If no, describe type of fuel which household use.

LPG (yes/no)

Paddy Husk (yes/no)

Electricity (yes/no)

Kerosene (yes/no)

Others _____

工業部門を対象とする調査は、工場にブリケットのサンプルを持参し、関係者の
目前で燃焼試験を行い、意見を聴取した。

(4) 調査地域

タイ国は、既述の様に、北部、東北部、中部および南部の4地域に大別され、各
々地域特性を有する。調査団は、リグナイトブリケット市場の地域特性を把握す
るために、NEAの全ての地方エネルギーセンターの周辺を調査地域とした。また、
バンコクはLPGの普及率が高いが、人口が多く、レストラン等で依然として木
炭が消費されているので、調査対象に含めた。調査対象地域は以下の通りである。

- 1) 北部 : チェンマイ、ピサヌロク
- 2) 東北部 : マハサラカム／コンケーン、ウボンラチャタニ
- 3) 中部 : バンコク、ラチャブリ
- 4) 南部 : ナコンシタマラート

(5) 調査対象

1) 木炭

木炭の大部分は家庭・業務部門で消費されているので、モニタリング調査は一般
家庭、レストランおよび屋台を対象とした。工業部門では、冶金等の家内工業を
対象に技術的代替可能性の調査を行った。

2) 薪

家庭・業務部門では、価格面でリグナイトブリケットによる代替が困難と予測さ
れる。従って、特別に薪のみを対象とした調査は行わなかった。工業部門では、
中小工業を対象に、燃焼機の改造の必要性の有無を含め、代替可能性の調査を行
った。陶器工場では燃焼試験を行った。他の工場では、調査団が燃焼機を観察し、
技術的な検討を行った。

3) リグナイト

リグナイトは家庭用燃料としては使用されていないので、工業用のみが対象となる。タバコ乾燥工場では実際に燃焼試験を行った。石灰工場では技術的な検討を行った。

(6) 調査スケジュール

モニタリング調査は以下のスケジュールにて実施した。スケジュールはサンプルブリケットの生産状況を考慮して決定した。

- 第1回モニタリング調査 : 7月10日～ 8月18日までの40日間
- 第2回モニタリング調査 : 9月 2日～ 9月30日までの29日間
- バンコクでのモニタリング調査 : 10月 3日、4日、7日、8日、12日の5日間

(7) 調査内容

詳細な調査スケジュール、調査内容、デモンストレーションの場所等について以下にまとめる。

1) 第1回モニタリング調査

(a) ナコンシタマラート

7月11日～7月13日までの3日間、ナコンシタマラートにて調査を行った。調査対象は木炭を使用している家庭である。デモンストレーションはエネルギーセンター、学校および寺院の3ヶ所でおこなった。3日間に配布したサンプルの数は合計で35である。

(b) ラチャブリ

7月17日および18日の両日、ラチャブリにて調査を行った。初日は、都市近郊の村(午前)および農村部の村(午後)にてデモンストレーションを行った。60人にサンプルを配布した。2日目は、石灰工場3ヶ所、陶器工場および調理用コンロ工場を訪問し、燃焼機を観察した。

(c) ウボンラチャタニ

7月23日～7月27日までの5日間、ウボンラチャタニにて調査を行った。家庭の主婦を対象とするデモンストレーションを4回行い、46サンプルを配布した。また、鍛冶屋と真鍮製品製造所(何れも家内工業)にて燃焼試験を行った。

(d) マハサラカム

7月30日～8月3日までの5日間、マハサラカム、コンケンおよびロイエットの3県にて調査を行った。家庭の主婦を主対象に、マハサラカムのエネルギーセンター、コンケン市郊外の2村、ロイエットの陸軍キャンプで、都合4回のデモンストレーションを行い、40サンプルを配布した。また、マハサラカムのスリナカリンウィロース大学にて講義とデモンストレーションを行った。工業用需要家としては、ソーセージ工場および製麺所を訪問・調査した。

(e) ビサヌロク

8月6日～8月10日までの5日間、ビサヌロクにて調査を行った。家庭の主婦を主対象とするデモンストレーションは、エネルギーセンターを含め6ヶ所で行い、65サンプルを配布した。また、製麺所と古タイヤ再生工場を訪問・調査した。

(f) チェンマイ

8月13日～8月17日までの5日間、チェンマイにてモニタリング調査を行った。デモンストレーションを3回行い、90サンプルを配布した。また、タバコ乾燥工場と陶器工場を訪問した。両工場では、第2回モニタリング調査時に燃焼試験を行う様に依頼し、打ち合わせを行った。

2) 第2回モニタリング調査

(a) ナコンシタマラート

9月3日～9月5日までの3日間、ナコンシタマラートにて調査を行った。今回の調査では、3ヶ所でインタビュー調査を行った。デモンストレーションは3回(レストラン、カレーショップ、ナコンシタマラート市内の主婦グループを対象)行った。配布したサンプルの数は9である。また、天然ゴム乾燥工場を訪問した。

(b) ラチャブリ

9月10日および11日の両日、ラチャブリにて調査を行った。前回デモンストレーションを行った2村を訪問し、インタビューを行った他、大学にて講義を行った。また、コンロ工場とリグナイトを燃料として使用している製紙工場を訪問した。

(c) ウボンラチャタニ

9月13日～9月15日までの3日間、ウボンラチャタニにて調査を行った。前回訪問した全ての村を訪問し、インタビューを行った。また、大学にて講義を行った。

(d) マハサラカム

9月17日～9月19日までの3日間、マハサラカム、コンケンおよびロイエットの3県にて調査を行った。前回訪問した全ての場所にて、インタビューを行った。また、マハサラカム市内の主婦グループとレストランにてデモンストレーションを行い、13サンプルを配布した。

(e) ピサヌロク

9月21日、22日および24日の3日間、ピサヌロクにて調査を行った。インタビュー調査は5村で行った。デモンストレーションは、レストランで行った。また、2大学で講義を行った。

(f) チェンマイ

9月26日～9月29日までの4日間、チェンマイにて調査を行った。前回訪問した3ヶ所でインタビューを行った。デモンストレーションは、チェンマイ市内で1回行い、34サンプルを配布した。また、大学で講義を行った。タバコ乾燥工場と陶器工場においては、燃焼試験を行った。

3) バンコクでのモニタリング調査

バンコクでの調査は、第2回モニタリング調査終了直後の10月初旬に行った。モニタリングを5回(1回はレストラン)行い、106サンプルを配布した。

5-3-3 モニタリング調査結果および評価

モニタリング調査結果を、家庭・業務部門と工業部門に分けて、以下にまとめる。

(1) 家庭・業務部門

1) 地方都市

(a) 性能評価

配布した質問状の数、回収した質問状の数およびインタビューの件数を、表5-26にまとめる。

Table 5-26 Summary of Monitoring Survey Activity

	Number of Questionnaire		Interviewed
	Delivered	Recovered	
Nakhon Si Thammarat	52	51	18
Ratchaburi	60	34	18
Ubon Ratchatani	46	46	32
Maharakam	53	40	26
Phitsanulok	66	64	30
Chiang Mai	124	92	27
TOTAL	401	327	151

回収された回答 327通の内、リグナイトブリケットを受け入れ不可能と判定した回答は全体で8通であった。従って、約98%の回答者がブリケットを価格しだいでは、受け入れ可能と判断した事になる。受け入れを不可能と判定した回答者は、発煙および発臭(8通の内1通は、着火に時間を要する事を併せて指摘している)を理由に挙げている。発臭と発煙に関しては多くの回答者より指摘があった。

最も指摘の多かった品質項目は発臭で、約35%の回答者が問題を指摘した。しかし、発臭に関しては、住民の大部分が石炭固有の燃焼臭を未知のため、必要以上に心配した事がインタビュー調査にて判明した。従って、発臭はリグナイトブリケット普及の上で大きな問題とはならないものと判断される。発煙の問題につい

ては、約30%の回答者より指摘があった。しかし、インタビュー調査の結果からも、発煙は着火時のみで、着火後は全く問題とならない。従って、発煙の問題は、リグナイトブリケットの製造コストを抑える意味からも、原料やプロセスの変更ではなく、着火を屋外で行う等の工夫あるいはコンロの改良により解決すべきであると判断したが、その後の調査でこの発煙は、市場に受け入れられ難いと判明した。従って、リグナイトブリケット製造プロセスおよび原料の混合比率を変更する事とした。

一方、リグナイトブリケットのサイズを大きくすべきであるとの指摘が多かった。インタビュー調査によれば、この指摘をした回答者の多くは、リグナイトブリケットが木炭に比較して小さいため、感覚的な判断から、リグナイトブリケットを大型にすべきであるとの意見が多かった。一部には、卵大のサイズが好ましいとの意見も有った。一方、技術的な観点からは、通気を良くし、着火時の発煙・発臭を抑える意味で、リグナイトブリケットのサイズは大型である方が好ましい。ただし、製造プロセス上の制限から、あまり大きなリグナイトブリケット(例えば卵大)を製造する事は困難である。

(b) リグナイトブリケットによる木炭の代替可能性

リグナイトブリケットが、品質的に受け入れ可能であるとの結論を得たので、木炭価格とリグナイトブリケット価格の比率をパラメーターとして、リグナイトブリケットによる木炭の代替可能性を検討した。表5-27に、回収した回答を基に作成したリグナイトブリケットによる木炭の代替率を示す。同表の上段は回収した全ての回答を分析し、その結果をまとめたものである。一方、同表の下段はインタビューを行った回答から算出した代替率を示す。回収した回答の中には、質問の意図を誤解したと判断せざるを得ない回答も含まれていた。しかし、表5-27の上段と下段の結果を比較すると、大きな差異は見られない。すなわち、何れの結果からも、リグナイトブリケットの価格が木炭の60%であれば58%の家庭が、40%であれば82%の家庭がリグナイトブリケットを木炭の代替として使用しても良いと判断を下している。都市毎の代替率には多少の差異が見られるが、統計的に有為な差があるとは言えない。

Table 5-27 Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette
(Unit:% of Household)

LB Price/CC Price (Weight Basis)	80%	60%	40%	20%	0%
From Recovered Questionnaire					
Nakhon Si Thammarat	10.4	56.3	97.9	100.0	100.0
Ratchaburi	39.4	63.6	90.9	97.0	97.0
Ubon Ratchatani	33.3	51.1	71.1	82.2	97.8
Mahasarakam	38.9	63.9	77.8	97.2	97.2
Phitsanulok	16.9	46.2	69.2	84.6	93.8
Chiang Mai	47.9	69.0	87.3	97.2	98.6
Average	30.9	58.1	81.9	92.6	97.3
From Interview					
Nakhon Si Thammarat	5.6	61.1	100.0	100.0	100.0
Ratchaburi	22.2	55.6	83.3	94.4	94.4
Ubon Ratchatani	40.6	59.4	81.3	90.6	96.9
Mahasarakam	42.3	73.1	76.9	96.2	96.2
Phitsanulok	10.0	50.0	76.7	90.0	100.0
Chiang Mai	37.0	51.9	81.5	96.3	96.3
Average	27.8	58.3	82.1	94.0	97.4

上表と第5章にて推定した木質系燃料の不足量から、リグナイトブリケットの市場規模を推定する事が可能である。しかし、全ての家庭が同じ量の木炭を使用している訳ではない。それ故、本調査では、各家庭の木炭消費量を加味した重量ベースでの代替率を算出し、表5-28示す。同表に示す様に、リグナイトブリケットが木炭の60%の価格(重量ベース)であれば、木炭需要の約63%がブリケットにて代替し得るとの結論を得た。

Table 5-28 Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette

(Unit:%)

LB Price/CC Price (Weight Basis)	80%	60%	40%	20%	0%
Nakhon Si Thammarat	0.2	56.6	100.0	100.0	100.0
Ratchaburi	24.2	60.4	90.0	92.8	92.8
Ubon Ratchatani	35.3	55.9	75.9	86.7	94.4
Mahasarakam	37.4	86.1	88.0	99.5	99.5
Phitsanulok	7.3	51.9	80.5	91.4	100.0
Chiang Mai	51.9	65.7	81.7	89.8	89.8
Average	25.5	62.7	84.1	92.8	96.9

(c) 調理用コンロの評価

タイ国の調理用コンロは陶製3層構造で外側が鉄板にて補強されている。各種サイズおよび形態のコンロが、国内各地で、広く使用されている。本調査の目的の一つは、リグナイトブリケットに適した調理用コンロを設計する事である。調査団は、昨年現地準備調査時にタイのコンロを日本に持ち帰り、リグナイトブリケットの燃焼に適するか否かの実験を行った。また、今回のモニタリング調査では、タイ国で一般に使用されているコンロを用いて、コンロの評価を行った。

リグナイトブリケットの様な新しい燃料を普及させる場合、生活様式や調理習慣の変更は好ましくない。調理用コンロも、既存のものが変更なしに、あるいは大幅な変更なしに使用可能である事が望まれる。また、従来のコンロを改良する場合には、性能ばかりでなく、価格、原料入手の容易性、使い勝手の良さ、製造の容易さ等を十分に考慮しなければならない。

日本での実験およびモニタリング調査の結果、タイ国の調理用コンロはリグナイトブリケットの燃焼に適している事が判明した。すなわち、タイ国のコンロは改造なしに、ブリケットの燃焼用コンロとして使用可能である。コンロの改造を行わずともリグナイトブリケットが燃焼可能である事は、リグナイトブリケット普及の上で大きな意義を持つ。タイ国のコンロの熱効率も、調査団が測定した結果、約35%であった。熱効率35%は、この種のコンロとしては、極めて高い値である。

一方、タイ国のコンロはリグナイトブリケット用として充分使用可能であるが、改善の余地が無い訳ではない。具体的は、二次空気の取り入れ口を設ける事および一次空気の供給量を調節可能とすることが必要である。コンロの改良試験は日本で行い、試作品をタイに持参した。コンロの改良実験については、第19章に詳述する。

2) バンコク

バンコクでは 106通の質問状を配布し、47通を回収した。47通の内、リグナイトブリケットを木炭の代替燃料として使用可能と答えたものは44通であった。バンコクにおける調査結果を、地方都市での調査結果と対比して、表5-29に示す。同表からも明らかなように、バンコクでの調査結果は地方都市での調査結果と大きな差異はなかった。

Table 5-29 Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette
(Unit:% of Household)

LB Price/CC Price (Weight Basis)	80%	60%	40%	20%	0%
Nakhon Si Thammarat	10.4	56.3	97.9	100.0	100.0
Ratchaburi	39.4	63.6	90.9	97.0	97.0
Ubon Ratchatani	33.3	51.1	71.1	82.2	97.8
Maharakam	38.9	63.9	77.8	97.2	97.2
Phitsanulok	16.9	46.2	69.2	84.6	93.8
Chiang Mai	47.9	69.0	87.3	97.2	98.6
Average	30.9	58.1	81.9	92.6	97.3
Bangkok	35.1	56.8	70.3	83.8	91.9

3) 総合評価

モニタリング調査の結果、サンプルとして使用したリグナイトブリケットが、木炭消費者にとって基本的に受け入れ可能な品質である事が証明された。リグナイトブリケットは木炭と比較すると欠点を有する。しかし、その欠点は、リグナイトブリケットを木炭よりも安価に供給する事により、補うことが可能である。ただし、リグナイトブリケットは、原料であるリグナイト固有の問題から、用途が制限される。例えば、リグナイトブリケットの燃焼時にはリグナイトの不完全燃

焼により各種有機物が発生する。これらの有機物の人体への健康上の影響については明確ではないが、リグナイトブリケットで直接食物を加熱する調理法は好ましくない。特に、リグナイトブリケットが煙を発生している段階では、食物を直火で加熱する事は避けるべきである。

また、発煙によっても用途が制限される。炊飯等の調理を行う場合には、リグナイトブリケットの発煙は初期の短時間だけであるので、さほど大きな問題とはならない。しかし、長時間の燃焼が必要でリグナイトブリケットを追加する場合には、追加直後の発煙が大きく問題となる。従って、特に業務用でスープを長時間煮込む、麺をゆでるための湯を保温する等の用途には、リグナイトブリケットは不向きである。

(2) 工業部門

調査団はモニタリング調査の期間中に16の工業施設を訪問した。調査対象となった工業施設は、石灰工場、陶器工場、タバコ乾燥工場、天然ゴム乾燥工場、製紙工場、各種食品工場、コンロ工場、鍛冶屋および真鍮製品製造所である。これらの工場の大部分は薪を燃料としており、リグナイトブリケットを燃料として使用するためには、燃焼機の改良が必要である。しかし、皮肉な事に、ブリケットを使用できるように燃焼機を改良すると、リグナイトを燃料として使用可能となる。従って、現時点では、薪を使用している各種工場にリグナイトブリケットを導入する必然性はない。また、薪は森林資源の減少により入手が困難となりつつあるが、製材所の廃材やゴムの老廃木の価格は極めて安価であるため、薪の代替としてリグナイトブリケットを導入する事は困難である。

一方、家庭用燃料としてリグナイトブリケットを使用する際には、ブリケットに添加される消石灰が亜硫酸ガスの発生を抑える。しかし、大部分の工場の燃焼機の燃焼温度は調理用コンロに比較して高温であり、消石灰による脱硫効果が期待できない。従って、公害防止の観点から、リグナイトに替わってリグナイトブリケットを使用する必然性はない。

以上の状況を勘案すると、リグナイトブリケットが工業部門で使用される可能性は極めて少ない。

5-4 木炭の価格予測

5-4-1 薪炭の市場価格

リグナイトブリケットが他の燃料に対して競争力を有するためには、利用者の立場からは、性能はもとより価格面で優れていなければならない。従って、リグナイトブリケットが薪炭に対し価格面で競合可能か否かが重要となる。価格面での競争力を検討するためには、薪炭の市場価格を調査する事とリグナイトブリケットの小売り価格を推定する事が重要である。市場経済諸国における商品価格は、需要と供給のバランスと、商品の製造コストに大きく依存しているばかりではなく、競合品からの価格競争による制約も受ける。木炭の価格を予測するに当たって考慮すべきことは、競合関係にある燃料間の使用目的によって要求される品質の程度に影響されることである。使い勝手の良さから判断すると木炭は薪より、木炭の競合品であるLPGは木炭より優秀な燃料といえる。従って、薪は競合品である木炭の価格を越えることはなく、また木炭はLPGの価格を越えることはないといえる。また最近の森林伐採の禁止によって供給の制限を受ける木炭と薪は、潜在需要が供給を上回り、価格の上昇圧力が大きくなり、LPGの価格にリンクすると言えるであろう。すなわち、所得格差により、LPG、木炭、薪の消費者の間に明確な線が引かれるよりは、むしろ消費者は、性能と価格および用途を考え、LPGと木炭または木炭と薪の間の選択を行うようになってきている。

5-4-2 木炭の価格予測方法

図5-3にまとめた方法を用いて木炭の価格予測をおこなった。

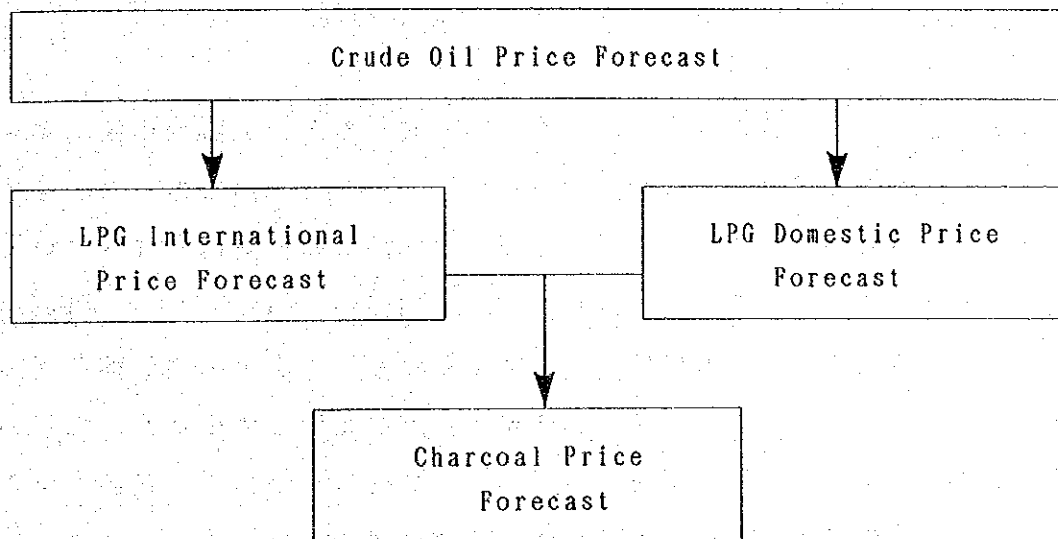


Figure 5-3 Simplified Flow of Charcoal Price Forecast

本項では、木炭の価格予測をまとめる。

木炭の価格予測は、以下の仮説に基づき因果関係法を用いて予測を行った。

木炭の価格はLPGの価格に影響され、薪の価格より高い関係にある。従って、LPGの小売り価格の予測を先ず行い、この結果に基づき木炭の価格の予測を行う。この結果と薪の価格との整合性も検討する。

5-4-3 木炭および薪とLPGの価格の現状

本項では、木炭と薪の価格に加へLPGの価格の推移をまとめる。

(1) 木炭、薪およびLPGの価格

木炭の価格は地域・品質・購入方法・季節等により異なるが、1kgの小袋で4～6バーツ、30～40kgの大袋で50～180バーツ(1.5～5バーツ/kg)であった。地域別ではバンコクが最も高く、中部、南部、北部、東北部の順で安価となっている。平均価格は1kgの小袋で5.5バーツ、52kgの大袋で110バーツ(3.1バーツ/kg)程度と推定される。木炭の売買は大袋が一般的であるため、木炭の平均価格は大袋と同一の3.1バーツ/kgであろう。薪は流通量が木炭に比較して少なく、取引の単位が様々である。また、値段に相当の幅(0.2～1.2B/kg)がある。正確な平均価格を把握する事は困難であるが、流通している薪の平均価格は1バーツ/kg以下と推定される。なお、木炭および薪の価格はタイ国全土で上昇している。これは最近の森林の減少および伐採の制限が原因となり供給不足が起こりつつある為である。

LPGの価格は既述の様に政府により統制され、地域毎に価格が決まっている。1990年8月末時のバンコクにおけるLPG価格は9.85バーツ/kgである。

一方、木炭、薪およびLPG間の価格は、使い勝手の良い燃料ほど高くなっている。例えば、LPGは扱い勝手の良さなどの面、例えば着火性や調理用器具への汚れや炊事環境などの影響から判断すると、木炭より優れており、木炭は薪より優れている。従ってそれぞれの価格は、LPGは木炭より高く、木炭は薪より高い。各地方で調査した結果によれば、LPG、木炭および薪の価格の比率は1990年8月現在、重量比で10:3:1、熱量換算で4:2:1である。

表5-30に、調査団が実際に調査した、1989年11月～12月時点での燃料価格をまとめる。

Table 5-30 Retail Price of Various Fuels

Fuel	Retail Price		Note
	Sales Price	US\$/MMBTU	
Charcoal	5 B/kg	6.9	Bangkok/Chiangmai Retail
	5 B/1.2kg	5.8	Phitsanulok Retail
	150 B/38kg	5.5	Phitsanulok Retail
	110 B/38kg	4.0	Phitsanulok Retail
	120 B/38kg	5.5	Chiangmai Market
	5 B/1.5kg	4.6	Maharakham Retail
	80 B/24kg	4.6	Maharakham Retail
	5 B/1.5kg	4.6	Khon Kaen Retail
	16 B/4.5kg	4.9	Nakhon Rachasima Retail
	3 B/kg	4.2	Nakhon Si Thammarat Retail
Firewood	1,900 B/3m ³	2.5	Chiangmai Pottery
	530 B/3.55m ³	0.6	Chiangmai Brick Burner
	10 B/8.1kg	3.4	Chiangmai Retail
Bagasse	25 B/ton	1.1	Chiangmai Sugar Mill
Coal Briquettes	8 B/3kg	3.9	Chiangmai Retail
	4 B/0.6kg	9.7	Chiangmai Retail
Coconut Shell	300 B/ton	0.65	Chiangmai Wholesale
Rice Husks	300 B/ton	0.19	Phitsanulok Retail
LPG	480 B/48kg	8.8	Chiangmai Retail
	160 B/15kg	9.4	Chiangmai Retail
	60 B/4kg	13.2	Chiangmai Retail

Note: (1) Net heating value for calculation, kcal/kg

Charcoal 7,000

Firewood 3,500

Bagasse, 50% moisture 2,115

Coal Briquettes 6,667

Coconuts Shell 4,500

Rice Husk, 8.7% moisture 3,820

LPG

(2) Firewood density used for calculation : 0.70gr/cm³

(3) Exchange Rate : One US Dollar is 26 Bahts

上表から明らかな様に、熱量ベースでは、LPGは木炭の2倍、木炭は薪の2倍の価格となっている。地域別の木炭価格を比較すると、輸送距離にかなりの違いがあるにも係わらず、価格に大きな差異は認められなかった。

(2) LPGの価格

LPGの国際価格と輸入価格、および国内の出荷価格と小売り価格を以下にまとめる。

1) LPGの国際価格と輸入価格

LPGの価格は、当然ながら原油の価格とリンクしており、例えば中東FOB価格はアラビアンライト原油の約80-110%で推移してきた。またバンコクCIF価格は、LPGの国際価格と連動しており、表5-31にLPG、原油およびLPGのCIF価格をそれぞれまとめた。

Table 5-31 Historical LPG Price at Houston USA and CIF Price at Bangkok

	International Price(US\$/T) (Houston USA)		Crude Oil Price Spot (Ar Light) US\$/bbl	Exchange Rate Bs/US\$	Import Volume 1,000 l	CIF Price	
	C3	C4				Bs/l	US\$/T
1973	52.0	32.2	2.12	20.380	-	-	-
1974	86.2	131.2	10.41	20.380	-	-	-
1975	104.9	89.7	11.08	20.400	1.0	1.18	108.9
1976	108.7	102.3	11.91	20.400	-	-	-
1977	131.6	118.6	12.57	20.400	3.5	2.23	206.2
1978	129.0	104.1	12.87	20.390	58.5	2.00	185.0
1979	149.5	269.8	30.73	20.425	77.7	2.85	263.3
1980	224.7	260.8	36.23	20.630	134.8	4.93	450.9
1981	251.8	266.5	34.10	23.000	231.3	5.36	439.7
1982	221.6	297.4	31.72	23.000	425.5	5.06	415.1
1983	248.5	302.0	28.76	23.000	602.5	5.25	430.7
1984	224.7	247.1	28.06	27.150	721.3	4.18	290.5
1985	196.7	247.6	27.54	26.650	237.1	3.92	277.5
1986	125.4	138.9	14.10	26.130	107.4	1.91	137.9
1987	166.2	166.7	17.35	25.070	232.6	2.33	175.4
1988	114.9	133.6	13.40	25.000	276.3	2.23	167.9

Source: Inhouse data

2) L P G の国内価格

L P G の工場出荷価格および原油の価格の推移を表 5 - 32 にまとめる。

Table 5-32 Domestic Ex-Refinery LPG Price

	Ex- Refinery Bs/T	Taxes Bs/T	Total		International Crude Oil Price US\$/BBL(Yr Av)
			Bs/T	US\$/T	
Aug. 01, 1973	777.1	510.8	1287.9	63.2	2.89
Sept. 16, 1974	2429.6	607.0	3036.6	149.0	10.41
Dec. 11, 1974	2279.6	450.1	2729.7	133.9	10.41
Sept. 11, 1975	2279.6	133.7	2413.3	118.3	11.09
Sept 01, 1977	3139.7	183.8	3323.5	162.9	12.57
Feb. 01, 1979	3139.7	262.1	3401.8	166.6	30.74
July 14, 1979	4963.0	404.0	5367.0	262.7	30.74
Feb. 09, 1980	7173.3	542.9	7716.2	374.0	36.24
Dec. 02, 1980	8363.9	0.1	8364.0	405.4	36.24
Feb. 05, 1981	8511.6	0.1	8511.7	370.1	34.28
Dec. 02, 1981	8978.3	0.1	8978.4	390.4	34.28
Feb. 18, 1982	8377.6	0.1	8377.7	364.2	31.75
Aug. 01, 1982	8188.3	0.1	8188.4	356.0	31.75
Mar. 29, 1983	8188.3	0.1	8188.4	356.0	28.78
Dec. 01, 1983	7973.8	486.4	8460.2	367.8	28.78
Jan. 06, 1984	7893.4	486.3	8379.7	308.6	28.06
Nov. 05, 1984	9189.2	486.0	9675.2	356.4	28.06
Jan. 03, 1985	9205.5	484.7	9690.2	363.6	27.55
Dec. 25, 1985	7854.5	489.9	8344.4	313.1	27.55
Jan. 02, 1986	7887.3	489.9	8377.2	320.6	14.11
Dec. 26, 1986	4923.0	2500.0	7423.0	284.1	14.11
Jan. 04, 1988	5546.6	2500.0	8046.6	312.9	13.81
Jul. 04, 1988	5642.9	2500.0	8142.9	325.7	13.81
Jan. 02, 1989	5109.0	2500.0	7609.0	304.4	16.35
Aug. 28, 1989	5275.0	2500.0	7775.0	311.0	16.35

Source: Oil and Thailand and Inhouse Data

最近の輸入LPGの価格および原油の価格の推移を、表5-33にまとめる。

Table 5-33 Imported Price of LPG

	Imported LPG Bs/T	Taxes Bs/T	Total		International Crude Oil Price US\$/BBL(Yr Av)	Ex- refinery Bs/T
			Bs/T	US\$/T		
Apr. 01, 1984	7893.4	483.0	8376.4	308.5	28.06	8379.7
Nov. 05, 1984	8001.3	880.4	8881.7	327.1	28.06	9675.2
Jan. 03, 1985	8032.5	490.9	8523.4	319.8	27.55	9690.2
Dec. 11, 1985	7010.7	490.9	7501.6	281.5	27.55	8344.4
Jan. 02, 1986	7314.3	490.9	7805.2	298.7	14.11	8377.2
Dec. 09, 1986	3858.5	2501.0	6359.5	243.4	14.11	7423.0
Jan. 04, 1988	4567.3	2501.0	7068.3	282.7	13.81	8046.6
Dec. 26, 1988	3707.0	2501.0	6208.0	248.3	13.81	8142.9
Jan. 02, 1989	3711.4	2501.0	6212.4	248.5	16.35	7609.0
Dec. 25, 1989	4378.7	2501.0	6879.7	275.2	16.35	7775.0

Source: Oil and Thailand

タイ国におけるLPGの価格は、卸売り価格、小売り価格など全てが政府の統制下にある。また、その価格は首都圏とその他の地方に分かれている。なお、バンコクにおけるLPG小売り価格を表5-34にまとめる。

また、LPGに対する課税額（1988年12月現在）は、キログラム当たり2.5バーツである。

Table 5-34 Retail Price of LPG in Bangkok

	1983 Dec. 1	1985 Jan. - Dec.	1986 Jul. 1	1987 Aug. 12	1988 Nov. 25
LPG (Large), Baht/kg	9.46	9.46	9.46	9.85	9.85
US\$/T	411	355	362	393	394
LPG (Small), Baht/kg	9.99	9.99	9.99	9.85	9.85
US\$/T	434	375	382	393	394

Source: Oil and Thailand

5-4-4 木炭価格の予測

タイ国の木炭は今後LPGに代替されると考えられ、この代替は、LPGの価格と木炭の価格との関係が大きな要因となろう。

(1) LPGの価格予測

世界のLPGの価格は原油の価格にリンクしており、またタイ国内における石油精製所からのLPGの価格も原油の価格に大きく依存している。一方、シャム湾からの天然ガスの分離によるLPGの価格は、天然ガス価格およびプラントの運転費用に負っていると考えられる。しかし、このLPGの価格も国内の価格政策の影響を受けるも、世界のLPG価格から全く独立しているとは考えられず、従ってタイ国におけるLPG価格は世界のLPG価格と相関関係があると考えられる。

従って、本調査でのLPGの価格予測は、原油の価格とタイ国のLPGの価格には相関関係があるとの仮定に基づきLPGの価格予測を行った。

1) 原油の国際価格予測

原油の価格は、基本的には埋蔵量と生産量との関係、さらにはOPEC加盟国の生産能力と需要量との関係で上下してきた。さらに、短期的には中東地域の政治情勢に左右されてきた。然るに今後の原油の価格は、OPEC以外の産油国とソビエト連邦の原油生産能力と石油の世界の需要に大きく依存すると考えられインフレーションを考慮にいれない固定価格ベースでも徐々に値上がりすると予想される。表5-35に原油の価格予測結果をまとめる。なお、この予測は国際的に著名なシンクタンク等の意見を参考にして予測されたものである。

Table 5-35 Arabian Light Price

(Unit:US\$/bbl)

	Inflation Factor	Constant 1990 Price	Current Dollars
1970	0.335	4.03	1.35
1975	0.466	23.80	11.09
1980	0.652	55.58	36.24
1981	0.715	47.94	34.28
1982	0.760	41.78	31.75
1983	0.790	36.43	28.78
1984	0.819	34.26	28.06
1985	0.847	32.53	27.55
1986	0.866	16.29	14.11
1987	0.895	19.40	17.36
1988	0.925	14.93	13.81
1889	0.962	17.00	16.35
1990	1.000	21.75	21.75
(Jan-Jul)		(15.60)	(15.60)
(Aug-Dec)		(30.09)	(30.09)

		Low Case 1990 Price	Probable Case 1990 Price	Current Price	High Case 1990 Price
1995	1.217	10.00	23.00	27.99	26.00
2000	1.480	11.00	25.00	37.00	28.00
2005	1.801	16.00	28.00	50.43	35.00
2010	2.191	18.00	30.00	65.73	40.00

2) LPGの輸入価格推定

原油の価格を変化させた場合のLPGの価格推定結果を以下にまとめる。中東のLPGのFOB価格はかつては原油価格よりも高かった。しかし、近年LPGの供給量が需要量より大きく、現在では重量ベースでも原油の価格よりもLPGのFOB価格が安くなっている。長期的な需給予測でも、この傾向は変わらぬと予測されるため、LPGのFOB価格は、原油の価格の95%と予測した。フレートと保険は原油がバーレル15ドルの場合LPG1トン当たり30ドル、50ドルの場合44ドルとした。さらにターミナルチャージ、諸税およびディストリビューション費用をそれぞれLPGトン当たり25ドル、2,500パーツ、3,000パーツと推定した。表5-36に輸入LPG価格推定値をまとめる。

Table 5-36 Price Estimation of Imported LPG (Weight Base)

Crude Oil Price						
US\$/bbl	15	20	25	30	40	50
US\$/Ton	110.5	147.4	184.2	211.1	294.7	368.4
LPG Price (US\$/Ton)	109.3	140.0	175.0	200.5	280.0	350.1
Freight	30.0	32.0	34.0	36.0	40.0	44.0
Bangkok Pricing (CIF)	139.3	172.0	205.0	236.5	320.0	394.1
Terminal Charge	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Sub-Total (US\$/Ton)	164.3	197.0	234.0	261.5	345.0	419.1
(Bahts/Ton)	4,108	4,925	5,850	6,538	8,625	10,478
Taxes	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Distribution, etc.	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
TOTAL	9,608	10,425	11,350	12,038	14,125	15,978

3) LPGの国内価格予測

タイ国のLPGの工場出荷価格は、国際原油価格と相関関係があると考えられ、両者の過去の相関関係を推定し、さらに原油価格の予測値を代入してLPGの工場出荷価格を予測した。結果を、表5-37にまとめる。

Table 5-37 Domestic LPG Price Forecast

(Unit: Bahts/Ton)

	Ex-Refinery	Taxes	Total	Arabian Light Yearly Av. Price (US\$/bbl)
Actual				
Jan. 03, 1985	9205.5	484.7	9690.2	27.55
Jul. 04, 1988	5642.9	2500.0	8142.9	13.81
Aug. 28, 1989	5275.0	2500.0	7775.0	16.35
Forecast (Based on Constant Price Base)				
1995	7000	2500	9500	23
2000	7400	2500	9900	25
2005	7900	2500	10400	28
2010	8500	2500	11000	30

4) LPGの小売り価格予測

タイ国で販売されているLPGは、輸入品と石油精製所およびガス田ガスから分離されたLPGである。LPGの小売り価格は、過去の統計を参考にして、工場出荷価格にキログラム当たり2パーツを加えた価格として、また輸入推定価格が小売り価格より高くない様にした。表5-38にLPGの小売り価格予測結果をまとめる。

Table 5-38 Retail Price Forecast of LPG

	Actual			Forecast (Constant Price Base)			
	1986	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Probable Case							
Bahts/kg							
LPG (large)	9.46	9.85	11.05	11.5	11.9	12.4	13.0
LPG (Small)	9.99	9.85	11.05	11.5	11.9	12.4	13.0
Bahts/MMBTU							
LPG (large)	198.6	206.8	232.0	241.5	249.9	260.4	273.0
LPG (Small)	209.8	206.8	232.0	241.5	249.9	260.4	273.0

Note: Heating value of LPG is 12,000Kcal/kg.

(2) 木炭の価格予測

木炭、薪およびLPG間の価格は、使い勝手の良い燃料ほど高くなっている。例えば、LPGは扱い勝手の良さ、着火性や調理用器具への汚れや炊事環境などから判断すると木炭より優れており、木炭は薪より優れている。従って、それぞれの価格は、LPGは木炭より高く、木炭は薪より高い。現時点では、LPGと木炭の大型バッグの価格の比率は、重量比で10:3、熱量換算で2:1である。また木炭は小売り店では、1キログラムバッグに詰め直され売られておりLPGとこの価格比は、重量比で2:1である。

しかし、将来の木質系資源の減少および伐採の制限などを考慮すると熱量換算でのLPGの価格と木質系燃料の価格の差はかなり小さくなると考えられるが、決して特殊用途を除き木炭はLPGより高くはなり得ず、薪は木炭より高くはならない。従って、大型バッグの木炭の価格は、1995年には燃焼器の熱効率を考慮にいたした有効熱量換算でLPGの70%に達し、その後はこの価格レベルが続くと予想した。

表5-39に35kgバッグの木炭の価格予測、表5-40には1kgバッグの木炭の価格予測結果を示す。

Table 5-39 Price Forecast of Charcoal with Large Bag

	Actual		Forecast (Constant Price Base)			
	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Probable Case						
Bahts/35 kg Bag	100	110	162	167	174	183
Bahts/kg	2.86	3.14	4.63	4.77	4.97	5.23
Bahts/MMBTU	104.3	114.8	169.1	174.9	182.3	191.1

Table 5-40 Price Forecast of Charcoal with Small Bag

	Actual		Forecast (Constant Price Base)			
	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Probable Case						
Bahts/kg	5.0	5.5	7.4	7.6	7.9	8.3
Bahts/MMBTU	182.6	200.2	270.0	278.2	290.0	304.0

5-5 リグナイトブリケットの市場評価

5-5-1 リグナイトブリケットの小売り価格

(1) 市場性の観点によるリグナイトブリケットの適正価格

商品の価値は、商品の生産者が売りたいと考える価格あるいは、小売り業者が売りたいと考える価格ではなく、消費者が払うに値すると考える価格である。

タイ国では、リグナイトブリケットが新規分野で消費される市場はなく、既存の燃料がリグナイトブリケットによって代替される対象となる。価格を考慮にいない場合、技術的にリグナイトブリケットが多かれ少なかれ代替できる可能性がある燃料は、天然ガス、石油製品の一部、電気、リグナイト、薪炭、バガス、および朶がらなどが挙げられる。しかしエネルギーは、歴史的に技術の進歩と経済の発展に伴い、経済合理性の範囲内で固体燃料から液体および気体燃料あるいは電気に代替されてきており、この傾向は供給および経済状況の劇的変化が起こらぬ限り続くと考えられる。従って、リグナイトブリケットが比較的容易に代替できる燃料は、液体、気体燃料や電気ではなく、固体燃料である。

消費者は、当然ながらリグナイトブリケットに期待する価格は、安ければ安い程好ましいと考える。もし、リグナイトブリケットが石炭およびリグナイトより低価格なら、既存の石炭およびリグナイト市場に受け入れられるが、本リグナイトブリケットは、リグナイトを加工して製造するため、当然リグナイトより高価格になる。従って、価格面のみから判断すると現在リグナイトを使用している消費者に、リグナイトをリグナイトブリケットに代替させることは非常に困難と考える。また、リグナイトブリケットは家庭用コンロで使用する限り、燃焼時にリグナイトに含まれる硫黄分の70%近く固定し脱硫するが、工業炉では高温となるため硫黄分が固定されずこの面での利点は工業用にはない。

技術的にはリグナイトブリケットが、薪、バガス、朶がらに容易に代替できると考えるが、これらの燃料に代替するにはリグナイトブリケットはこれらの燃料よ

り安い価格でなければならない。しかし、リグナイトブリケットがこれらの燃料より安く製造できる可能性はかなり小さく、従って結論としてはリグナイトブリケットの代替対象製品は、主に家庭業務分野における調理用燃料、その中でも個体燃料の中で比較的価格の高い木炭である。

(2) リグナイトブリケットの小売り価格による市場動向

表5-41に、タイ各地で実施したモニタリング調査結果の中から、地域別の価格に関する調査結果をまとめる。同表から明かな様に、リグナイトブリケットの需要は木炭価格に対するブリケットの価格を変数とする関数として、捉えることができる。同表は、リグナイトブリケットが木炭価格の60%で消費者に供給されれば、約63%の木炭がリグナイトブリケットにより代替可能であることを示している。リグナイトブリケットが木炭の代替品として受け入れられる可能性が50%以上の市場を代替可能市場とするなら、同表から明かな様に、リグナイトブリケットが木炭価格の60%で消費者に供給されれば、タイ国のどの地域でも約50%に木炭がリグナイトブリケットにより代替可能である。従って、リグナイトブリケットは消費者価格で、木炭価格の60%であれば既存の木炭市場に受け入れられると判断される。

Table 5-41 Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette

(Unit:%)

LB Price/CC Price (Weight Basis)	80%	60%	40%	20%	0%
Nakhon Si Thammarat	0.2	56.6	100.0	100.0	100.0
Ratchaburi	24.2	60.4	90.0	92.8	92.8
Ubon Ratchatai	35.3	55.9	75.9	86.7	94.4
Mahasarakam	37.4	86.1	88.0	99.5	99.5
Phitsanulok	7.3	51.9	80.5	91.4	100.0
Chiang Mai	51.9	65.7	81.7	89.8	89.8
Average	25.5	62.7	84.1	92.8	96.9

(3) 木炭価格予測

リグナイトブリケットの価格は用途、使い勝手、販売方法などを考慮にいれると木炭の価格と競合関係にあるといえる。従ってリグナイトブリケットの価格評価の前に、木炭の価格予測結果を以下にまとめる。

木炭とLPG間の価格は、LPGが扱い勝手の良さなどの面、例えば着火性や調理用器具への汚れや炊事環境などから判断すると木炭より優れており、LPGの価格は木炭より高い。現時点では、LPGと木炭の大型バッグの価格の比率は重量比で約10:3、単純熱量換算で2:1である。またLPGと木炭の1キロバッグの価格比は重量比で2:1である。

しかし、将来木質系資源の減少および伐採の制限などを考慮すると熱量換算でのLPGの価格と木炭の価格の差はかなり小さくなると考えられが、決して特殊用途を除き木炭はLPGより高くはならない。従って、大型バッグ（一バッグ当たり35kgとした）の木炭の価格は、1995年には燃焼器の熱効率を考慮にいれた有効熱量換算でLPGの70%に達し、その後はこのレベルが続くと予想した。表5-42に35kgバッグの木炭の価格予測結果を示す。

Table 5-42 Price Forecast of Charcoal with Large Bag

	Actual		Forecast (Constant Price Base)			
	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Charcoal with Large Bag						
Bahts/35 kg Bag	100	110	162	167	174	183
Bahts/kg	2.86	3.14	4.63	4.77	4.97	5.23
Bahts/MMBTU	104.3	114.8	169.1	174.9	182.3	191.1
Price of LPG (Bs/MMBTU)	209.8	206.8	241.5	249.9	260.4	273.0

Note: Heating value of charcoal 6,900 kcal/kg
 Heating value of LPG 12,000 kcal/kg

(4) 市場性の観点によるリグナイトブリケットの価格予測

リグナイトブリケットの消費者に受け入れられる価格を、木炭の60%と仮定すると、リグナイトブリケットの小売り価格は表5-43に示すごとくなる。

Table 5-43 Price Evaluation of Lignite Briquette(Large Bag)
(Unit:Bahts/kg, Constant Price Base)

	1995	2000	2005	2010
Charcoal Price	4.63	4.77	4.97	5.23
Lignite Briquette Price	2.78	2.86	2.98	3.14

5-5-2 リグナイトブリケットの生産から消費までの価格構成

リグナイトの産地であるタイ国北部にリグナイトブリケットプラントを建設する予定である。工場で生産されるリグナイトブリケットの一部は工場の周辺住民に直接販売されるが、大部分はバルクでトラック等で業者に輸送され、大型バッグ、あるいは1kgバッグに詰めて販売される(図5-4参照)。

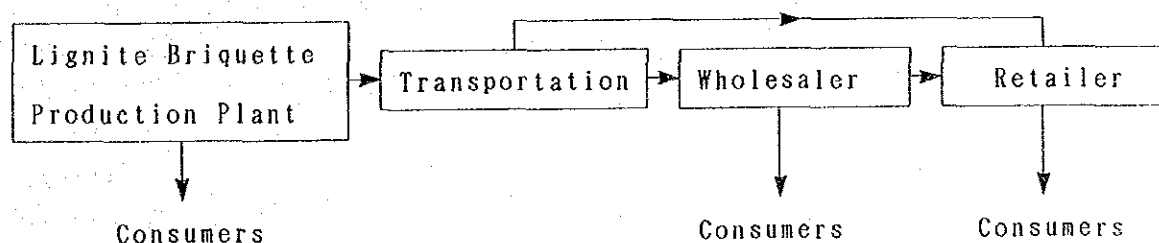


Figure 5-4 Distribution Route of Lignite Briquettes

バンコク周辺を、一例として、販売地域とすると、北部の工場から消費地までのリグナイトブリケットの輸送費は1トン当たり約300バーツ必要となる。業者にリグナイトブリケットを積極的に販売させるためには、販売マージンが必要となる。この販売マージンとして、大型バッグの場合、売値の5から15%程度を考える必要がある。また、小売業者が1kgバッグに詰め替えて販売するためには、より多くのマージンを必要とする。以上の前提に立った場合の工場出荷価格を表5-44にまとめる。同表は、極めて限られた情報に基づき作成されたものである。第2ステージ調査では、同表に示した価格でリグナイトブリケットを出荷可能であるか否かを詳細に検討した。

Table 5-44 Ex-factory Price of Lignite Briquette at Each Stage

(Unit: Bahts/kg, Constant Price Base)

	1995	2000	2005	2010
Sales Price in 35kg Bag	2.78	2.86	2.98	3.14
Margin	- 0.31	- 0.32	- 0.33	- 0.35
Transportation Cost	- 0.30	- 0.30	- 0.30	- 0.30
Ex-Factory Price	2.17	2.24	2.35	2.49

5-5-3 木炭の需要

(1) タイ国の木炭の需要

家庭・業務部門の木炭の消費は、薪からの代替によって増加してきた地域もあるが、都市部および都市近郊などでは急激に木炭はLPGに取って変わられてきた。

当部門の木炭の消費は1982年には2,227KTOEであったが1989年には2,008KTOEに低下しこの間の年平均増加率はマイナス1.5%を示した。一方、1989年の木炭の消費は、調理用に消費されたエネルギーの37.8%を占めた。2000年には木炭の需要は1,699KTOEに低下すると予測され1989年から2000年までの年平均需要伸び率は

マイナス1.5%を示し、調理用エネルギー需要の28.2%に低下すると予測される。2000年以降も木炭の需要はLPG等の燃料に代替され減り続けると予想される。表5-45に木炭の需要予測結果をまとめる。

Table 5-45 Demand Forecast of Charcoal

(Unit:KTOE)

Actual		Average Growth Rate(%)	Forecast				Growth Rate(%) 1989/2000
1982	1989		1995	2000	2005	2010	
2,227	2,008	-1.5	1,822	1,699	1,596	1,503	-1.5

(2) 地域別木炭の消費推定

地域別人口および地域別エネルギー統計を基に予測した木炭の消費推定結果を表5-46にまとめる。なお、推定の前提は5-1-4項に詳しくまとめた。

Table 5-46 Demand of Charcoal by Region

(Unit:KTOE)

	1989	1995	2000	2005	2010
Charcoal					
Bangkok Metropolitan	50	45	41	38	35
Central	391	355	331	311	293
North	512	465	435	409	386
Northeast	879	798	744	699	658
South	175	159	148	139	131
Whole Kingdom	2,008	1,822	1,699	1,596	1,503

5-5-4 リグナイトブリケットの需要

(1) リグナイトブリケットの総需要

5-1-6項では木炭の需要と供給バランスを推定し、表5-24にまとめた。同表に示す木炭の不足量がリグナイトブリケットの究極の需要であるが、全量がリグナイトブリケットによって代替されるわけではない。一方、5-3-3項で木炭の供給が不足した場合に、どの程度木炭がリグナイトブリケットにより代替され得るかを表5-28にまとめた。

従って、両表よりリグナイトブリケットの需要が算出される。表5-47に、木炭とリグナイトブリケットの価格比をパラメーターとする、リグナイトブリケットの需要をまとめる。

Table 5-47 Estimated Market size of Lignite Briquettes
(Unit:KTOE)

LB Price/CC Price (Weight Basis)	80%	60%	40%	20%	0%
1995	93	229	307	339	354
2000	211	518	695	767	800
2005	289	711	954	1,052	1,099
2010	338	831	1,114	1,230	1,284

上表から明かな様に、リグナイトブリケットが木炭の60%の価格で供給される場合、リグナイトブリケットの潜在需要は1995年で約23万KTOE、2010年には約83万KTOEと推定される。

(2) 地域別リグナイトブリケットの需要

リグナイトブリケットが木炭の60%の価格で供給される場合の、地域別のリグナイトブリケットの潜在需要を表5-48にまとめる。

Table 5-48 Lignite Briquette Demand by Region

(Unit:KTOE)

	1995	2000	2005	2010
Bangkok Metropolitan	6	13	17	19
Central	45	101	139	163
North	58	133	182	213
Northeast	100	226	311	364
South	20	45	62	72
Whole Kingdom	229	518	711	831

上表に示したリグナイトブリケットの需要は、何れの地域でもブリケットが同一価格で供給されるとの仮定に基づいて算出したものである。しかし、リグナイトブリケットの製造に必要な費用に輸送費と一定の販売マージンを上乗せした価格で販売されるとすると、実際の販売価格は地域毎に異なる。例えば、北部の炭田の近くに工場が建設されるとすると、東北部や南部での販売価格は、北部や中央部に比較して高価になる。換言すれば、東北部や南部でのリグナイトブリケットによる木炭の代替率は、他の地域に比較して小さくなる。

第 6 章 リグナイトブリケットの品質設計

第6章 リグナイトブリケットの品質設計

本章では、薪炭およびリグナイトの代替を目的に生産されるリグナイトブリケットに要望される品質を検討の上、品質設計を行う。

6-1 品質設計の基本方針

品質設計は第1ステージ調査で行った。第1ステージ調査の主目的は、現在でも調理用燃料として重要な地位を占める薪炭を代替し得るリグナイトブリケットの市場性調査である。薪炭の代替燃料となる家庭用リグナイトブリケットには、一般家庭の主婦や子供が、特別な訓練を受けずとも、薪炭を用いる場合と同様に、安全かつ容易に調理ができることが要求される。従って、本調査では、薪炭の使用者がライフスタイルや調理方法を大きく変える必要のない品質のリグナイトブリケットを導入することを品質設計の基本とした。品質設計上特に重要な項目は「発煙性」、「炎の強さと長さ」および「着火性」である。中でも、従来のリグナイトブリケットの普及の妨げとなってきた、発煙および石炭中の硫黄分に起因する刺激臭の防止については、充分留意して品質設計を行った。また、安価にブリケットを供給することがリグナイトブリケットを普及させる上で極めて重要であると考え、可能な限り簡単な製造工程にて達成し得る品質を目標とした。

工業用リグナイトブリケットの品質設計の基本方針は、現在使用中の燃焼器（薪およびリグナイト用）に対し大きな改造を施さずに使用できるブリケットを安価に供給することである。

主原料のリグナイトは、本計画調査では、NEAが所有するバンパカ炭田の高品質炭と低品質炭を洗炭せずに使用する。高灰分・高硫黄分の石炭を原料とする場合には、発熱量の向上と硫黄分の削減のために洗炭が必要となる。また、洗炭により発熱量が向上するため、熱量当たりの輸送費が軽減されるので、洗炭コストを加算しても熱量当たりの消費者価格が低下する場合が多い。しかし、バンパカのリグナイトは低灰分・低硫黄のため洗炭は不要である。副原料のバイオマスには、

バガス、籾殻および稲わらを候補として検討した。バガスと稲わらはバインダーとして優れている。籾殻は単独で用いるとリグナイトブリケットの強度が不十分となるが、バガスまたは稲わらと混ぜて使用することにより十分な強度のリグナイトブリケットの製造が可能となる。本計画調査では、以下に示す理由から、バガスの使用量をおさえ、稲わらと籾殻を多く使用する。

- タイ国では、稲わらと籾殻が豊富で安価である。
- タイ国の製糖工場の余剰バガス量は少ない上、既に製紙原料等に使用されている為、安定供給に不安がある。
- バガスは他のバイオマスと比較して高価である

脱硫材の消石灰は、タイ国で一般に入手可能なものを使用する。

6-2 家庭用リグナイトブリケット

本調査で開発を目指す家庭用リグナイトブリケットは、木炭の代替を目的とする。木炭は煙や煤を発生しないクリーンな燃料であり、特に長い炎を必要とする場合を除き、薪よりも優れた燃料である。しかし、有効熱量当たりの価格は薪よりも高い。従って、品質的に木炭の代替となり得るリグナイトブリケットは、安価でありさえすれば、十分に薪の代替ともなり得る。

6-2-1 検討事項

前述の如く、薪炭の使用者がライフスタイル、調理方法および燃焼器具を大きく変更する必要のない性状のリグナイトブリケットを提供することを品質設計の原則とする。従って、以下の品質項目はタイ国の庶民が一般に使用しているコンロで達成されなければならない。

(1) 着火性

タイ国での火の使い方を実際に観察した結果、典型的な例として、木炭は焚き付けとして極めて少量の木片とマッチを用いて容易に着火され、着火後5分以内に安定した燃焼状態が得られる。従って、本プロジェクトで開発を目指すリグナイトブリケットも、5分以内で安定した燃焼状態が得られる事が望まれる。

(2) 火力、発熱量

火力は調理の上で重要なポイントである。リグナイトブリケットが消費者に受け入れられるためには、木炭と同様に調理ができる十分な火力をブリケットが有ることが必要である。ブリケットの発熱量は高いほうが好ましい。特にブリケットを遠距離輸送する場合には、高発熱量ブリケットが要求される。しかし、主原料のリグナイトもバイオマスも発熱量が木炭よりも低いので、木炭以上の発熱量のブリケットを製造することは困難である。現地準備調査の段階では、リグナイトブリケットの発熱量を、暫定的に5,000kcal/kg以上と設定した。

炎の長さについては、代替対象が木炭であるので、特に長い炎が要求される訳ではない。タイ国の一般家庭の調理場は木製で、コンロは壁の近くに置かれるのが一般的であるので、火災防止の面からは長炎の燃料は好ましくない。

燃焼時間については、コンロ一杯分の木炭が着火後30分程度は中途の補給なしで安定した状態で燃え続けるので、リグナイトブリケットも30分以上安定した状態で燃え続けることが要求される。

(3) 無煙性

家庭用リグナイトブリケットは木炭の代替であるので、煙も炎も出さないで燃えることが望ましい。完全に無煙・無炎のブリケットを製造するためには、原料のリグナイトを炭化（カーボニゼーション）しなければならない。炭化プロセスは石炭から揮発分を取り除くことにより煙・炎の発生を抑えるが、欠点もある。欠点の一つは原料中の重要な発熱物質である揮発分を失うことである。第二の欠点は、炭化プロセスの分だけ投資コスト・運転コストが上昇することである。

一方、タイ国庶民の家屋の調理場は半開放的な構造の為、発煙が全く許容されない訳ではない。従って、本計画調査においては、実用上差し支えない発煙にとどまるリグナイトブリケットの生産を目的とする。揮発分を除去せず、しかも着火直後の火力の弱い短時間に限って若干の発煙を許容するが、火力が強くなった後には発煙は起こらない品質を目指す。一般に、煙は燃料の不完全燃焼によって発生するので、発煙を抑えるにはリグナイトブリケットに燃え易い組織と構造をもたせることが必要となる。また、燃焼器具に十分な量の空気を供給することも大切である。バイオマスを用いたリグナイトブリケットは、石炭と燃え易いバイオマスができるだけ均一に混ざりあった構造とし、中心部まで完全に燃焼するようにする。

(4) 無臭性

無臭性と無煙性は密接な関係にあり、不完全燃焼等により煙が発生すれば当然のことながら悪臭が問題となる。発煙の問題が解決すれば、臭いの問題も減少する。但し、リグナイト中の硫黄分に起因する亜硫酸ガスは刺激臭を有するので、消石灰の添加等の適切な対策により、実用上問題のないレベル、すなわち人間の官能にて感知されない程度まで発生を抑える。

(5) 安全性

リグナイトブリケットは本質的に安定した個体燃料であり、気体・液体燃料と異なり、引火性・火花の発生・漏れ・爆発等の危険性が無い安全な燃料である。従って、安全対策上考慮すべき点は、以下の5点および、リグナイトブリケットを安全に使用するための指針を示すことである。

- 1) リグナイトが有する自然発火性を製造工程の適切な処理で解決すること
- 2) 原炭に含まれる硫黄分に起因する亜硫酸ガスの発生を抑えること
- 3) 原炭に含まれる酸性成分を中和し、燃焼後の灰を無害にすること
- 4) 原炭に含まれる重金属が水溶性のまま灰に残らないこと
- 5) 煙とすすの発生は、調理場で日常的に働くものに対し、危険でないレベルにとどまること

(6) 火力調節の容易性

火力の調節（着火と消火を含む）が容易なことは、家庭用燃料に求められる重要な条件の一つである。調理の際には、炒め物の様に短時間に強い火力を必要とする場合や、麺をゆでる場合の様に比較的弱い火力を一定時間必要とする等、様々な火力が要求される。従って、リグナイトブリケットの火力調節が薪炭と同等以上に容易であることは当然必要である。火力の調節は燃料の量と一次空気量の調節で行うが、燃料の仕込量や一次空気量の増減により著しい発煙や立ち消えが起こってはならない。これに加えて、燃料の火力調節を容易にする為には、燃焼器具（コンロ）の構造も火力調節が容易なものでなければならない。

(7) 耐水性

工場から消費者の手に届くまでの間に、リグナイトブリケットが濡れる機会は多い。消費者の手に渡った後でも、軒下等の防水の不完全な場所に貯蔵されるため、貯蔵中のリグナイトブリケットが雨水にさらされる危険がある。リグナイトブリケットが水分を吸収すると、着火し難くなるばかりでなく強度が減少し型崩れを起こし易くなる。また、リグナイトブリケットは重量で販売されるので、水分を含んだ単位重量当たりの発熱量の低い製品は、消費者にとって不利益となる。

(8) 物理的強度

リグナイトブリケットは工場から消費者に届くまでに、かなり手荒く取り扱われると考えねばならない。すなわち、リグナイトブリケットは、工場で保存用のサイロに投入され、輸送用トラックに投げ込まれる。卸売りおよび小売り段階では、輸送用トラックから投げ落とされたり、小型トラックや麻袋にスコップで投げ込まれたりする。従って、リグナイトブリケットは、これらの取扱いに耐え得る十分な機械的強度を持たなければならない。消費者の手元に届くまでに、割れたり、すり減ったりするようであってはならない。

(9) その他

リグナイトブリケットの大きさ・形・外見等については、消費者に便利なように設計すべきである。

6-2-2 暫定品質設計

以上の検討に基づき、タイ国で一般に用いられている家庭用コンロで燃やすことを前提に、1989年11月から12月に実施された現地準備調査の最終段階で、リグナイトブリケットの目標性状を暫定的に下記のように定めた。

- (1) 着火の容易性 : 着火5分以内に定常状態に達する
- (2) 火力 : 木炭に匹敵する強力な火力で燃える
発熱量は5,000kcal/kg以上
燃料の追加なしに30分以上安定して燃え続ける
炎の長さは充分短いこと
- (3) 無煙性 : 一般家庭の厨房にて実用上差し支えのない発煙にとどまる
- (4) 無臭性 : 一般家庭の厨房にて実用上差し支えのない発臭にとどまる
- (5) 安全性 : 燃焼ガスおよび灰が人畜に対し安全である
- (6) 燃焼調節の容易性 : 一次空気の調節により容易に火力調節が可能
- (7) 撥水性 : 雨水に濡れても水をはじき内部に浸透しない
- (8) 物理的強度 : 輸送その他の取扱いに充分耐える強度を有する
圧壊強度は150kg以上
- (9) その他 : 使いやすい形状と大きさ

6-2-3 リグナイトブリケットの品質設計の変更

上記の目標性状が、市場面から受け入れ可能であるか否か、技術的に妥当であるか否かにつき、モニタリング調査結果およびベンチスケールプラントにおける試製実験結果に基づき検討した。その結果、上記の目標性状の内、着火の容易性、火力、撥水性および物理的強度につき再考が必要となった。再考が必要となった理由および変更後の設計品質を以下にまとめる。

(1) 着火の容易性

リグナイトブリケットの着火に必要な時間を、暫定設計の着火後5分から着火後8～10分に変更した。木炭は多孔質の燃料であり、着火後5分間程度で調理可能な状態になるが、リグナイトブリケットは高密度の燃料であり、本質的に着火に時間を要する。着火の容易さが木炭に比較して劣る事は、リグナイトブリケットの欠点ではある。しかし、リグナイトブリケットは高密度の燃料であるが故に、木炭に比較して、火保ちが良いと言う長所を有する。

(2) 火力

リグナイトブリケットの発熱量を、暫定設計時の5,000kcal/kgから4,000kcal/kgに変更した。暫定設計時には、約7,000kcal/kgの発熱量を有する木炭に比較して、大きくは劣らない発熱量をリグナイトブリケットは有するべきであるとの判断から、リグナイトブリケットの発熱量を5,000kcal/kg以上とした。また、リグナイトブリケットは燃料であるので、製造・輸送・流通・販売の経済性および消費者の嗜好の観点から、リグナイトブリケットの発熱量は高いほど好ましいと考えた。しかし、リグナイトブリケットの発熱量は原料の発熱量と組成によってのみ決定され、発熱量の変更は原料組成の変更によってのみ可能である。しかも、原料組成は一般に他の要求性状によって決定されるため、発熱量の向上を目的に原料組成を変更する事は困難である。また、発熱量4,000～5,000kcal/kgのバンパカ炭を原料とする限りは、発熱量5,000kcal/kg以上のブリケットを製造する事は不可能である。調査団がモニタリング調査に用いたリグナイトブリケットの発熱量は約4,300kcal/kgであったが、木炭との比較を行ったモニタリング調査では、良好

な成果をおさめた。パンパカ炭を主原料とする限りにおいては、リグナイトブリケットの最低発熱量を4,000kcal/kg以上とすべきである。

(3) 撥水性

リグナイトブリケットは空気中に放置されている間に水分を吸収して強度が低下する。調査団が木炭の流通・貯蔵方法を観察した限りにおいては、吸湿・吸水にたいして十分な対策がなされているとは言い難い。調査団は暫定品質設計時に、リグナイトブリケットが木炭と同様に扱われるとの判断に基づき、ワックスコーティングによりリグナイトブリケットに撥水性を持たせるべきであると判断した。ワックスコーティングの長所は、言うまでもなく撥水性である。ワックスコーティングされたリグナイトブリケットは、たとえ水につけても、吸湿・吸水しない。しかし、ワックスコーティングは大きな欠点を有する。すなわち、ワックスコーティングされたリグナイトブリケットは、コーティングされていないリグナイトブリケットと比較して、多量の煙と臭いを燃焼時に発生する上、製造コストも高価となる。日本のベンチスケールプラントにて試製したリグナイトブリケットを用いた比較燃焼試験の結果、ワックスコーティングは長所より欠点が多い事が判明した。モニタリング調査の結果から、発煙・発臭はリグナイトブリケットの使用の可否の決定上、極めて大きなファクターで有る事が判明した。

以上より、本調査の品質設計として、調査団はワックスコーティングを推薦しないこととした。従って、いかにリグナイトブリケットの吸水・吸湿を防ぐかを検討した。製造から消費までの各段階に適し、現実的かつ安価な方法として具体的には以下の方法を採用する。

- 製造 : 密閉容器に貯蔵する
- 輸送(工場から中継基地) : 覆いをかけたトラックで輸送する
- 販売(中継基地以降) : プラスティックの小袋に詰める

(4) 物理的強度

暫定設計時 150kg以上としたリグナイトブリケットの強度を、100kg以上に変更す

る。その理由は以下の通りである。

- 150kgの強度は過剰品質であり、100kg以上であれば充分である。
- 技術的に 150kgの強度のリグナイトブリケットは製造可能であるが、原料・混合比・運転条件等の選択に制限が生じる。

(5) 安全性

燃焼ガス、煙、すすおよび灰は、人畜、植物に対し無害であること。灰とすすは経口摂取または吸入した場合、健康に問題がある有機化合物を数多くに含んでいる可能性がある。灰とすすは通常のタイ国の調理場で健康上問題とならないレベルまで引き下げるべきである。暫定品質設計に定めた事項に加え、上記事項が重要である。

6-2-4 最終品質設計

最終的に決定されたリグナイトブリケットの目標性状を以下にまとめる。

- (1) 着火の容易性 : 着火 8 ~ 10分以内に定常状態に達する
- (2) 火力 : 調理に十分な火力を有する
発熱量は4,000kcal/kg以上
燃料の追加なしに30分以上安定して燃え続ける
炎の長さは充分短いこと
- (3) 無煙性 : 一般家庭の厨房で実用上差し支えのない発煙にとどめる
- (4) 無臭性 : 一般家庭の厨房で実用上差し支えのない発臭にとどめる
- (5) 安全性 : 燃焼ガスおよび灰が人畜および植物に対し安全である
- (6) 燃焼調節の容易性 : 一次空気の調節により容易に火力調節が可能
- (7) 撥水性 : 撥水性を付与する事を目的とするワックスコーティングは行わない

(8) 物理的強度 : 輸送その他の取扱いに充分耐える強度を有する
圧壊強度は 100kg以上

(9) その他 : 使いやすい形状と大きさ

6-3 工業用リグナイトブリケット

工業用のリグナイトブリケットは、薪およびリグナイトを代替対象とする。薪およびリグナイトは木炭と異なり燃焼時に煙を発生する。従って、リグナイトブリケットが燃焼時に煙を発生しても、発煙量が現在使用中の燃料以下であれば、大きな問題とはならない。また、燃焼場所が工場であるので、工場が住宅地に位置している場合を除き、多少の発煙は許容される。以上より判断すると、工業用リグナイトブリケットの要求品質は、家庭用よりも緩やかである。発熱量・燃焼時間・形状等の個々の品質については、多種・多様の消費者が想定されるので、個々の消費者に対し最適のリグナイトブリケットを製造することとなれば、かなり多品種のリグナイトブリケットを製造しなければならない。

一方、価格面では、薪・リグナイトは木炭に比較して安価である。従って、工業用リグナイトブリケットには安価であることが第一に要求される。家庭用に比較して低品質のリグナイトブリケットを一種類のみ大量に製造するのであれば、その製造費用は家庭用リグナイトブリケットよりも安価となる。しかし、家庭用のリグナイトブリケットに加え、多品種の工業用リグナイトブリケットを少量ずつ製造する場合には、製造費用が割高となる。従って、ベンチスケールあるいはパイロットプラントの段階では、たとえ過剰品質となっても、家庭用と同一品質のリグナイトブリケットを工業用に使用することが望ましい。

将来的には、需要家の要求に応じ、数種類のリグナイトブリケットを製造することも必要となる可能性は否定できないが、本計画調査の段階では、上記の理由により家庭用と同一品質とする。

第7章 リグナイトブリケットの原料

第7章 リグナイトブリケットの原料

7-1 タイ国の石炭資源

7-1-1 タイ国の石炭資源量

タイ国における石炭資源量は地質上からみた埋蔵量としては24億トン（石油換算で4億4,000万トン）と推定されており、天然ガス資源の枯渇が予想されている。現在貴重な国産エネルギー資源と位置づけられている。近年鉱物資源局（DMR）により精力的に国内石炭資源の探鉱作業が実施されており、石炭資源の詳細も次第に明らかになってきている。表7-1および表7-2にタイ国における現在操業中の炭田と調査中の炭田の概要を、図7-1に炭田の位置を示す。これらの表や図で明らかのように、現在操業中の炭田の可採埋蔵量が約9.5億トン、現在開発中または開発が予定されている炭田での確認埋蔵量が約2.0億トンである。また、その90%はタイ国の北部地方に賦存している。

7-1-2 タイ国産炭の利用

(1) 石炭の品質

石炭資源の最適な利用方法の確立に当たっては、石炭の特性により用途がある程度限定されるのでまずその特性を把握することが求められる。

石炭は太古の植物が堆積して地中に埋没し、地熱と地圧の作用を受けて長時間のうちに変成したものと理解されている。したがって石炭の品質は、その根源となった植物の違いもさることながら、主に石炭化時の環境すなわち温度、圧力および時間の総合的な効果により相違を来している。地球上の石炭は、地質年代的には古生代の石炭紀（3億年前）から新生代の第三紀（6500万年前）に生成している。一般に石炭化が進行するにつれて炭素含量が増加し不純物含量が低下するため、古い年代の石炭ほど良質とされている。石炭紀はその名称の通り、最も良質な石炭がこの年代の地層に賦存しており、世界の主な大炭田の多くはこの地質年代のものである。

Table 7-1 Coal Production Areas in Thailand

Name	Location		Reserve MM ton	Production MM ton	Heating Value Kcal/kg	Proprietors
	District	Province				
North						
Mae Chaem Basin	Mueang Chae	Chaing Mai	1.20	0.138	4800-5300	Private
Mae Teep Basin	Ngao	Lampang	11.00	0.519	2400-8200	Private
Mae Mo Basin	Mae Mo	Lampang	820.90	36.398	1900-4600	EGAT
Mae Than Basin	Sop Prap	Lampang	1.20	0.097	3600-5800	Private
Li Basin	Li	Lamphun	28.00	6.289	2800-6600	NEA/Private
Mae Tuen Basin	Mae Ramat	Tak	1.23	0.323	1700-8200	Private
Mae Lamao Basin	Mae Ramat	Tak	1.63	0.137	3300-5200	Private
Central						
Nong Ya Plong Basin	Nong Ya Plong	Phetchaburi	1.40	0.465	2400-7800	Private
South						
Krabi Basin	Muang	Krabi	83.60	6.631	1600-4700	EGAT
Kan Tang Basin	Kan Tang	Trang	N.A.	0.0004	2500-3900	Private
Northeast						
Na Duang Basin	Naduang	Loei	N.A.	0.062	4700-7700	Private
Na Klang Basin	Naklang	U-don Thani	N.A.	0.006	4800-6400	Private

Note:

- 1) Reserve = Mineable Reserve
- 2) Production Data = As end of May 1990
- 3) Heating Value = As determined basis

Table 7-2 Quality of Coal from Various Basin investigated by DMR during 1987-1990

Name	F.C. (%)	V.M. (%)	M (%)	A (%)	S (%)	H.V. (Kcal/kg)	d,mmf V.M.(%)	d,mmf,H.V. (Kcal/kg)	Reserve (MM ton)	Operator
Chae Hom	11.93	24.98	14.29	48.87	3.70	2,044	76.07	4,458	15.78	DMR
Chiang Muan	20.03	30.40	22.96	26.62	3.11	3,213	59.27	4,557	25.27	DMR/NEA
Khian Sa	31.40	31.76	13.84	22.99	6.91	3,936	48.57	5,296	15.41	DMR
Mae Tha	23.08	26.49	20.07	30.35	4.04	3,068	50.45	4,632	N.A.	DMR
Muang Pan	7.16	21.75	16.96	54.13	2.97	1,580	69.22	3,943	0.51	DMR
Ngao	11.66	27.44	15.94	45.00	5.19	2,099	67.04	4,161	48.40	EGAT
Pong	21.30	25.49	34.50	18.72	5.28	2,628	52.71	3,382	N.A.	DMR
Pua	24.80	27.33	31.95	15.92	5.94	3,120	46.84	3,885	N.A.	DMR
Serm Ngam	30.83	32.57	22.22	14.38	2.39	4,128	50.66	4,927	6.19	DMR
Sin Pun	24.28	32.84	24.35	18.53	6.12	3,534	55.25	4,512	N.A.	EGAT
Wang Nua	19.18	28.00	16.86	35.96	2.45	2,980	58.78	4,874	9.01	DMR
Wiang Haeng	20.05	23.51	24.25	32.19	0.92	2,883	51.14	4,246	93.02	EGAT

Note : F.C. = Fixed Carbon, V.M. = Volatile Matter, M = Moisture, A = Ash, S = Sulfur

H.V. = Heating Value as received basis

d,mmf = dried, mineral matter free

Reserve = as measured basis

All figures except amount of reserve are average of collected samples

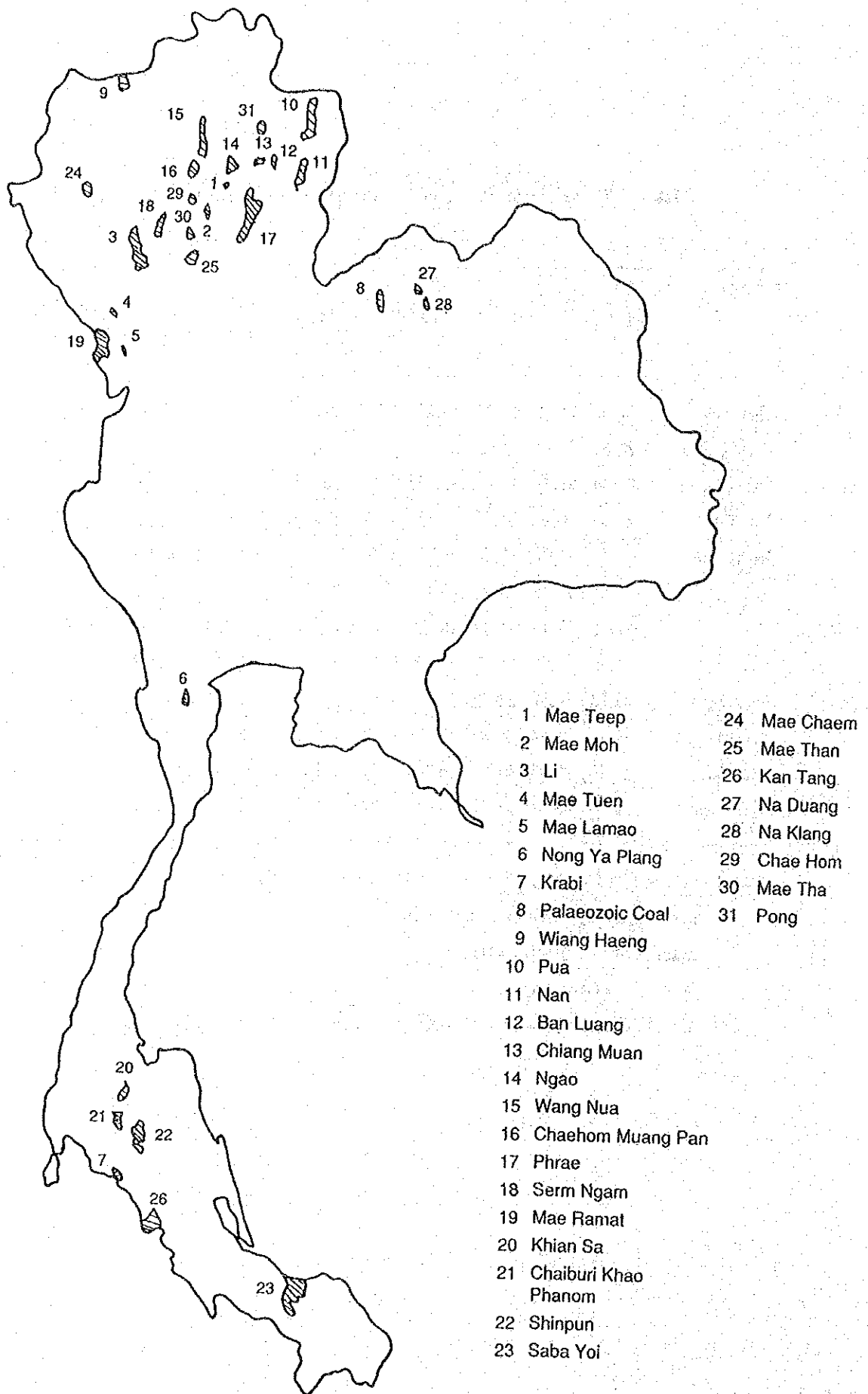


Figure 7-1 Location of Coal Deposit in Thailand

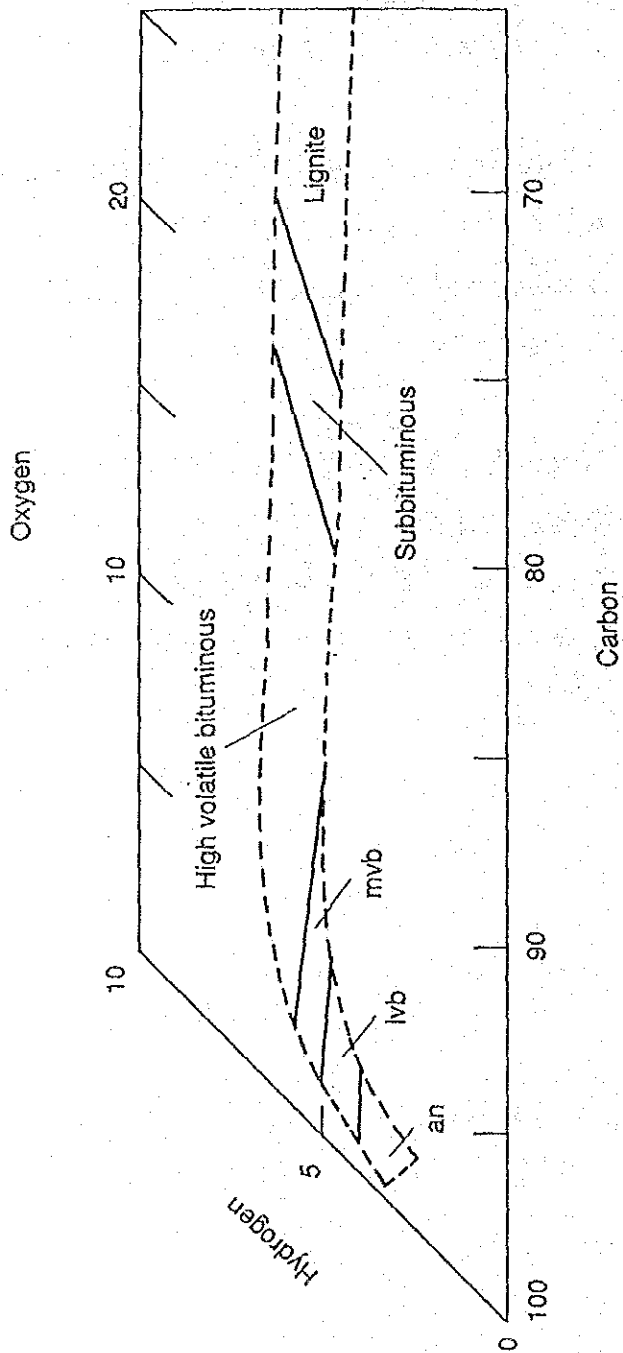
石炭は一般に、石炭化度の順に褐炭（リグナイト）、亜れき青炭、れき青炭、無煙炭に分類される。

通常石炭の分析には次の二種類の方法が用いられる。

- 元素分析（石炭中の炭素、酸素、水素、窒素、硫黄元素の含有量）
- 工業分析（石炭中の水分、灰分、揮発分、固定炭素含有量）＋発熱量測定

石炭化度は以上の分析結果をもとに決定されが、統一された手法は未だ確立されていない。当初石炭の分類は元素分析により得られる炭素の割合をもって指標としていたが、図7-2に示すように炭素の割合だけでは石炭を分類する事ができず、水素および酸素の含有割合も考慮するようになってきた。

また、石炭化の進行につれて揮発分が小となり固定炭素が大となる傾向にあるので、工業分析により得られる揮発分の含有量（無水無鉱物質ベース）は石炭の分類基準としてよく用いられている。また、発熱量（無水無鉱物質ベース）も石炭化度の尺度として信頼性が高い。表7-3に米国における石炭分類基準を示す。



an : anthracite,
 lvb : low volatile bituminous,
 mvb : medium volatile bituminous.

Figure 7-2 Triangular Diagram of Coal Composition, atomic %

Table 7-3 Classification of Coals by Rank (ASTM)

Class	Group	Fixed Carbon Limits, % (dry, mineral matter- free basis)		Volatile Matter Limits, % (dry, mineral matter- free basis)		Calorific Value Limits, Kcal/kg (moist. ^b mineral matter- free basis)		Agglomerating Character
		Equal to or Greater Than	Less Than	Equal to or Greater Than	Less Than	Equal to or Greater Than	Less Than	
I. Anthracitic	1. Meta-anthracite	98			2			
	2. Anthracite	92	98	2	8			
	3. Semianthracite	86	92	8	14			Nonagglomerating ^c
II. bituminous	1. Low volatile bituminous coal	78	86	14	22			
	2. Med volatile bituminous coal	69	78	22	31			
	3. High volatile A bituminous coal		69	31		7,780 ^d		Commonly
	4. High volatile B bituminous coal					7,220 ^d	7,780	agglomerating ^c
	5. High volatile C bituminous coal					6,390	7,220	Agglomerating
II. Subbituminous	1. Subbituminous A coal					5,830	6,390	Nonagglomerating
	2. Subbituminous B coal					5,280	5,830	
	3. Subbituminous C coal					4,610	5,280	
IV. Lignite	1. Lignite A					3,500	4,610	
	2. Lignite B						3,500	

Note :

- This classification does not include a few coals, principally nonbanded varieties, which have unusual physical and chemical properties, and which come within the limits of the fixed carbon or calorific values of the high volatile bituminous and subbituminous ranks. All of these coals either contain less than 48% dry, mineral matter-free fixed carbon or have more than 8,610 moist. mineral matter-free Kcal/kg.
- "Moist" refers to coal containing its natural inherent moisture, but not including visible water on the surface of the coal.
- If agglomerating, shall be classified in the low volatile group of the bituminous class.
- Coals having 69% or more fixed carbon on a dry, mineral matter-free basis shall be classified according to fixed carbon, regardless of calorific value.
- It is recognized that there may be nonagglomerating varieties in these groups of the bituminous class, and there are notable exceptions in the high volatile C bituminous group.

タイ国のほとんどの石炭は新生代第三紀層中に賦存しており非常に若い石炭で石炭化度も低い事を示している。また、揮発分の含有量および発熱量から判断してもタイ国の石炭は燃料としての品質の低い亜れき青炭およびリグナイトに分類され、なかでも発熱量が3,000kcal/kg以下の低品位リグナイトが大部分を占める。

(2) タイ国産炭の利用

リグナイトの特徴は水分、揮発分の含有量が多いことと発熱量（無水無鉱物質ベース）が低い事であり、その利用に関しては以下のような制約がある。

- 反応性が高いため乾燥すると自然発火する可能性がある。
- 揮発分が多いため点火時に著しい発煙がある。
- 発熱量が低いため輸送コストが割高になる。

リグナイトは世界の石炭資源の34%を占めているが、山元の火力発電所の燃料としての利用を除いては有効に利用されていない。

タイ国における国産リグナイトの利用においても発電用燃料としての利用に重点がおかれ、埋蔵量 1,500万トン以上の大規模な炭田は優先的に電力公社（EGAT）に割り当てられている。中小規模の炭田の操業権が民間会社に譲渡され、セメント製造、ボイラー用燃料、タバコ乾燥等の発電以外の用途に使用されている。

1989年度には 890万トンの石炭が採掘されその約76%が発電に用いられた。この採掘量は表7-4に示す1987年作成の石炭の需要予測を大きく上回っている。これは、近年の驚異的な経済発展により燃料需要が急増した事にくわえ、表7-5に示すように他の燃料と比較してリグナイトは安価な事による。そのため鉱物資源局（DMR）は有望炭田の探査を実施するとともに、その採掘権を順次民間に譲渡している。採掘権を譲渡された会社は、採掘量に応じてロイヤルティを政府に納めるが、1990年における石炭基準価格は 500パーツ/トンであり、これに対応するロイヤルティは20パーツ/トンであった。なお、表7-4の需要予測によるとタイ国におけるリグナイト採掘量は 1995年には約2,000万トン/年になると予想されているがこの量をベースにしてもタイ国の石炭資源の可採年数は50年もある。よって、タイ国のリグナイトは将来にわたり貴重なエネルギー源であり、その利用計画をうまく策定する事が求められる。

Table 7-4 Forecast of Coal Demand in Thailand

(Unit: 1,000 tons/year)

Type/Year	1988	1989	1990	1991	1995	2000
Lignite						
Power Plant	5,898	6,414	7,512	8,736	18,859	19,374
Cement Industry	763	797	833	870	1,070	1,341
Tabacco Curing	80	80	80	80	82	85
Others	203	249	305	375	436	530
Sub-total	6,944	7,540	8,730	10,061	20,447	21,330
Imported Coal						
Power Plant	0	0	0	0	0	4,447
Others	297	315	334	354	461	675
Sub-total	297	315	334	354	461	5,122
Total	7,241	7,855	9,064	10,415	20,908	26,452

Sources: "REPORT OF THE FIFTH MEETING OF THE ASIAN EXPERTS GROUP ON COAL", 28-29 January, 1988

1. Demand for Power plant - Power Development Plan, EGAT, Nov. 1987
2. Demand for Cement, Tabacco and Other Industries - Seminar on Lignite-Substituted Fuel for Industry, Nov. 1987
3. Imported Coal for Industries - Report submitted to Energy Demand and Production Study Sub-Committee, Dec. 1987

Table 7-5 Energy Price in Thailand

(as of Nov. 1, 1990)

Item	Unit	Retail Price (Bahts/unit)	Heating Value (Kcal/kg)	Energy Price (US\$/MMBTU)
Electricity	kWh	1.23	860	14.42
LPG	kg	11.05	11,000	10.13
Kerosene	liter	8.72	8,250	10.65
Fuel Oil	liter	3.90	9,500	4.14
Charcoal	kg	3.10	6,900	4.53
Lignite	kg	0.80*	4,400	1.83

Note: Exchange Rate = 25 Bahts/US\$

* Lignite Price = Ex-mine price + Transportation cost
(0.55 Bahts/kg) (0.25 Bahts/kg)

7-1-3 ブリケット原料としてのタイ国産炭

本プロジェクトで採用したバイオマス配合高圧縮プロセスによるリグナイトブリケット製造においては、製品品質は原料石炭の特性に大きく依存する。よって高品質のリグナイトブリケットを製造するためには、以下の性質を持つ石炭を原料とする事が望ましい。

- 高発熱量（リグナイトブリケットの発熱量に影響）
- 低灰分（リグナイトブリケットの発熱量に影響）
- 低硫黄（消石灰の必要量およびリグナイトブリケットの発熱量と灰分に影響）
- 低揮発分（ブリケットの発煙性に影響）
- 低水分量（乾燥工程の費用に影響）

なかでもリグナイトの選定に当たっては発熱量が問題となり、発熱量が高いリグナイトすなわち高品位リグナイトの利用が望ましい。よって、高品位リグナイトが入手できない場合には、灰分および硫黄含量を下げ発熱量を高める洗炭プロセスの導入を考慮すべきである。また、発煙が問題となる場合には、揮発分の含量を下げるための前処理として原料石炭を加熱処理する事も考慮すべきである。

7-2 バンパカ炭田からのリグナイト

7-2-1 バンパカ炭田の概要

本プロジェクトへの原料石炭の供給が予定されているバンパカ炭田はタイ国北部のランブーン県のリ地区に位置する。リ地区にはバンパカ炭田のほかにも、バンナサイ炭田、バンブ炭田があり、比較的良質なリグナイトを産する。

バンパカ炭田は従来 NEAにより運営されていたが、政策の変更に伴い1986年より民営化され、現在ランナリグナイト株式会社が採掘を実施中である。図7-3の地質模式柱状図に示すように、バンパカ炭田には上下二層の炭層があり、下層はさらに比較的まとまった塊状炭層と細かく分割された分割炭層に分かれている。各炭層の石炭性状を表7-6に示す。この表で明らかのように、下層の塊状炭層からは発熱量が6,500 kcal/kg(無水ベース)の高品位リグナイトが採掘できるが、他の2層からのリグナイトは発熱量が劣る。

採掘方法はショベルカーを用いた露天掘りで、採掘されたリグナイトは山元で2インチ以下に破碎され、ダンプトラックにてユーザーまで輸送されている。

図7-4にバンパカ炭田における石炭破碎および分級システムのフローを示す。






Zone	Lithology	Thickness (M.)	Lithologic Description
Overburden		0-10	<u>Overburden</u> Quaternary deposit : Unconsolidated sand, silt, clay and rock fragments, yellowish to reddish brown, lateritic subrounded to rounded gravels and boulders in the bottom' portion.
		20-150	Semiconsolidated claystone, gray to brown, laminated and highly compaction, thin bedded of oil shale interbedded in some portion, and common leaves remains interbedded with sandstone, gray to brownish gray, fine to medium grained, common laminated with very small coal fragment, moderately sorted, rather loose, poorly cement with clay cement.
Upper Coal Zone		10-15	<u>Upper coal zone</u> : Composed of coal, brown to black, hard, dull and bright interbanded, commonly interbedded with ligneous claystone and claystone.
Interburden		15-40	<u>Interburden</u> : Composed of claystone and sandstone. Sandstone is light gray, fine grained, semiconsolidated, mainly found in upper portion. Claystone is gray to brown, well compacted, laminated, well bedded, common leaves remains. Thin bedded of oil shale interbedded in the lower portion.
Lower Coal Zone		15-20	<u>Lower coal zone</u> : Coal, black, hard, bright, subconchoidal fracture, massive in the upper part. Ligneous claystone and claystone interbedded in the bottom part.
Underburden		2-3 M. UP TO > 30	<u>Underburden</u> : Claystone and sandstone interbedded. Claystone is light gray to gray, compact, poorly bedded. Sandstone is gray, low compact, poorly sorted. The bottom part is gradational to pebbly sandstone and conglomerate with some fragments of basement rock that remainly quartzite and greenish gray sandstone.

Figure 7-3 Typical Columnar Section, Ban Pa Kha Coal Mine

Table 7-6 Coal Quality of Ban Pa Kha Coal Mine

	As-received Basis			Dry Basis		Remarks
	Moisture (%)	Ash (%)	Heating Value (kcal/kg)	Ash (%)	Heating Value (kcal/kg)	
Run of Mine						
Upper Seam	25.12	23.65	3,547	31.58	4,737	V.M. 35-40%
Lower Massive Seam	28.70	6.10	4,649	8.56	6,520	F.C. 40-45%
Lower Split Seam	25.81	20.25	3,742	27.29	5,044	S 0.5-1.5%
Average	27.03	14.27	4,132	19.56	5,663	
Finished Coal						
Washed Coal	28.00	10.80	4,238	15.00	5,886	
Lower Massive	28.70	6.10	4,649	8.56	6,520	
Average	28.43	7.88	4,493	11.01	6,278	Average for sale

Note: Reserves, million tons

Mineable Reserve: 18
 Upper Coal Seam: 5
 Lower Massive Seam: 9
 Lower Split Seam: 4

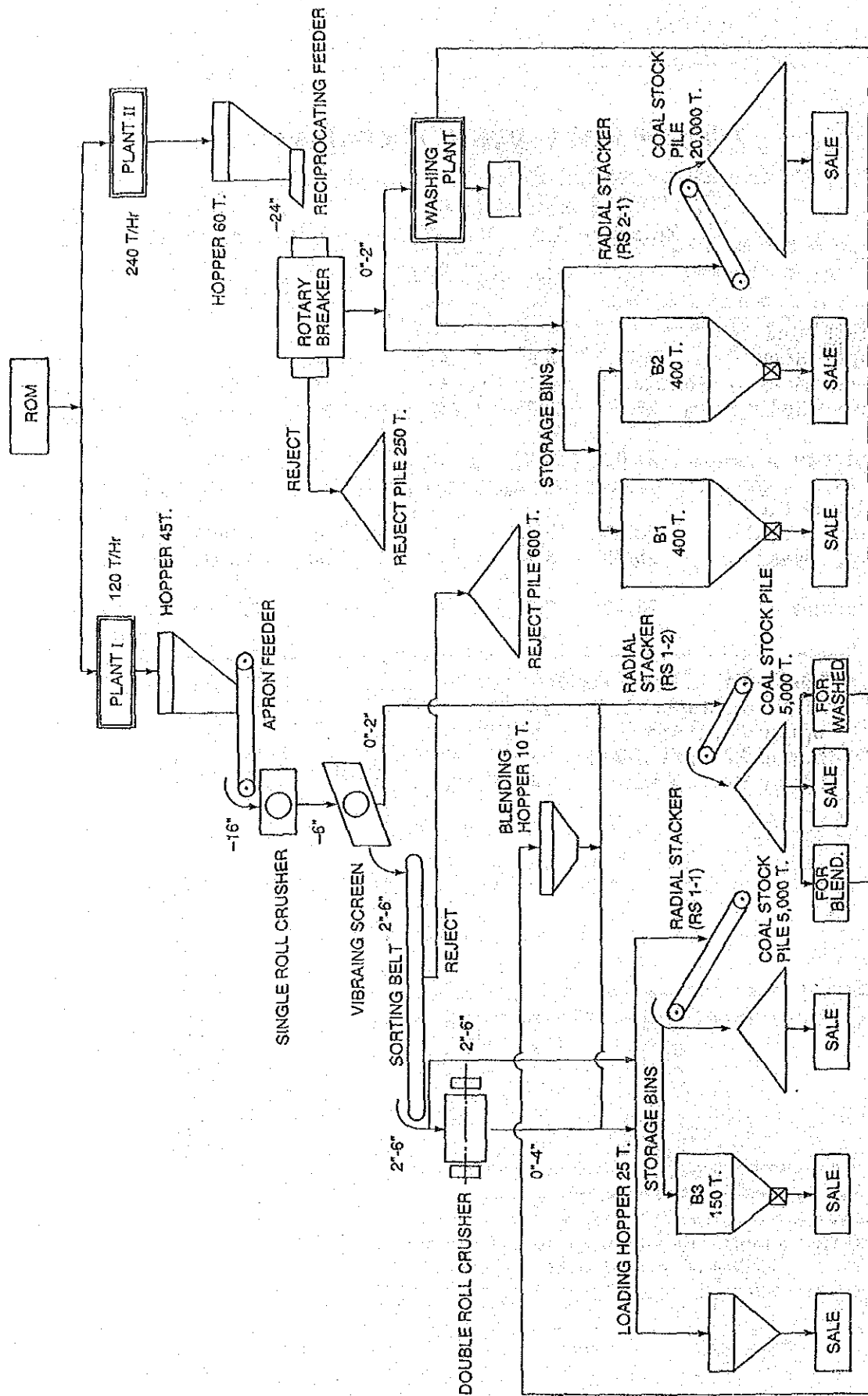


Figure 7-4 Lignite Production Flow Scheme, Ban Pa Kha Coal Mine

石炭の販売価格は、以下のように発熱量により2種類に分けられており、このうちタバコ乾燥工場向けの低品位リグナイトの価格は政府の統制価格である。

高品位リグナイト = 550 バーツ/トン

低品位リグナイト = 260 バーツ/トン

ランナリグナイト(株)のリグナイト生産販売計画を表7-7に示す。

Table 7-7 Marketing and Production Plan of Lanna Lignite Co., Ltd.

Marketing Plan

Year	Marketing Volume (tons/year)
1986	37,000
1987	275,000
1988	410,000
1989	690,000
1990	1,000,000
1991-2004 (planned)	1,000,000

Detail of Marketing Plan

User	(tons/year)
Cement Factory	720,000
Lime Kiln and others	180,000
Tabacco Curing	100,000
Total	1,000,000

Production Plan

Grade	(tons/year)
High-quality Lignite	400,000
Washed Lignite	700,000
Low-quality Lignite	100,000
Total	1,200,000

セメント工場、石灰工場やその他の工業向けに90万トン/年の高品位リグナイトが販売される計画であるが、高品位リグナイトの不足分は、1991年2月に完成した洗炭プラントにて低品位リグナイトの灰分を除去し発熱量を高めユーザーに供給する予定である。なお、洗炭プラントの能力および洗炭コストを以下に示す。

- 洗炭プラント石炭処理能力	240 トン/時間
- 洗炭費用	150 パーツ/トン

7-2-2 リグナイトブリケットプロジェクトへのリグナイトの供給

バンパカ炭田に隣接して設置されるリグナイトブリケット製造パイロットプラントおよび50,000トン/年のコマーシャルプラントにおいては以下の品質および量のリグナイトを必要とする。

リグナイト品質

発熱量（無水ベース） min. 4,750 kcal/kg

水分含量 max. 30 wt%

粒径 max. 50 mm

リグナイト必要量（水分含量 30 wt% として）

パイロットプラント 3,176 トン/年

コマーシャルプラント 52,940 トン/年

ランナリグナイト（株）のリグナイト生産販売計画によると、年間20万トンの高品位リグナイトまたは洗炭リグナイトの余剰がある。したがって、バンパカ炭田での採炭操業が終了する2004年末までは、パイロットプラントおよびコマーシャルプラントに要求される品質および量のリグナイトを供給する事は可能である。

バンパカ炭田からの高品位リグナイトの供給可能量に限界がある事から判断すると、本プロジェクトへは高品位リグナイト以外のリグナイトを供給する方が現実的である。表7-6に示すようにバンパカ炭田の各炭層から生産される原炭はいずれも要求品質を満たしている。よって、粒径50mm以下に破碎した原炭をそのまま原料とする事も可能である。しかしながら高品質のリグナイトブリケットを製造し、かつ製造プロセスにおける粉碎コストを削減するためには、高品位リグナイトと同等の発熱量を持ちしかも粒径の小さな洗炭リグナイトを原料とする事が

望ましい。

7-3 他の炭田からのリグナイト

バンパカ炭田での採炭操業が終了する2004年以降、本プロジェクトでは他のリグナイト供給源を必要とする。その場合にはプラントの近傍にはバンナサイ炭田およびバンプ炭田があり、両炭田からのリグナイトの供給が期待できる。また、リグナイトブリケットの需要が拡大し数多くのコマーシャルプラントがタイ国全土に建設される場合には、その他の炭田からリグナイトを供給することが必要となる。

7-3-1 本プロジェクトへのリグナイト供給

(1) バンナサイ炭田

リ地区にあるバンナサイ炭田は現在開発中であり、1994年には採掘が開始される予定である。その概要を以下に示す。

リグナイト埋蔵量 : 11百万トン

リグナイト品質 : 発熱量(無水ベース) = 4,265 kcal/kg

硫黄含量 = 2.06 wt%

所有者 : NEA

開発予定 : 1994年に生産開始

石炭ユーザー : セメント工場、石灰工場、タバコ乾燥工場

以上の発熱量はリグナイトブリケットの原料としての要求発熱量(4,750 kcal/kg-無水ベース)をやや下回る。よって要求発熱量を満足するリグナイトを供給するには、下記のどちらかの対策をとる必要がある。

- 発熱量の高い鉱脈のみをブリケット用に採掘し供給する。
- 洗炭プラントを設け洗炭リグナイトを供給する。

(2) バンプ炭田

バンプ炭田は現在バンプコールマイン株式会社により採掘されている。この会社はバンプ炭田以外にもリグナイトを採掘しており、1989/1990 会計年度にはその合計採掘量は 100万トンに達した。この会社が採掘権を保有している炭鉱（略号で示されている）の概要を表7-8に示す。この表に示されるように、いずれの炭質もリグナイトブリケット製造の要求値を越えている上に洗炭プラントも設置される予定である。したがって、バンパカ炭田の操業終了後は、同社が最も確実なリグナイト供給者になるものと期待される。

Table 7-8 Outline of Deposits Operated by Ban Pu Coal Mine

	Unit	Deposits' Name				
		BP1	BP2	BP3	LP1	LP2
Deposit Size	km ²	0.146	0.88	0.6	0.58	0.81
Drilling	m	1,450	8,148	6,426	6,232	-
Performance	holes	30	109	82	153	-
Geological	mmton	2.788	5.80	3.577	1.390	12.00
Recovery	x:1	1,433	3.3	6.54	13.61	-
Quality						
Moisture(AR)	%	30.00	30.23	36.06	24.71	30.88
Ash	%	19.49	19.41	15.88	25.50	14.60
V.M.	%	42.59	42.30	44.52	39.80	44.64
F.C.	%	39.00	36.82	39.58	34.80	40.76
Heat.Value	kcal/kg	5,516	5,186	5,560	5,008	5,662
(dry)						
Sulfur	%	1.71	1.33	0.58	1.50	1.43

Note:

- 1) All quality value are dry-basis, except moisture value which are received basis.
- 2) Among BP1, BP2, BP3 and LP1, some coal reserves have been mined out.
- 3) BP1 is under exploration for mine project expansion.

7-3-2 大規模にリグナイトブリケットを製造する場合のリグナイト供給

第5章のリグナイトブリケットの需要予測によると、2010年のブリケットの需要は石油換算約80万トン／年に達する可能性がある。その需要を満たすためには年間200万トンを超えるリグナイトがブリケット製造に消費される事になる。この量はその時点でのタイ国におけるリグナイト採掘量の10%を占める事になり、タイ国の高品位リグナイトの資源量から判断すると、洗炭リグナイトを使用せざるを得ない。

洗炭プラントが整備されれば、有効な利用法に乏しい粉炭や低品位リグナイトを洗炭プラントで処理しリグナイトブリケット製造原料として利用する事が可能となる。

製品炭の20~40%も生成する粉炭は取扱いや輸送に問題があり、現在利用されずに放置されている事が多い。高品位リグナイトを産する炭田では、その粉炭を洗炭プラントで処理すれば比較的 low cost で高発熱量の洗炭リグナイトが製造できる可能性がある。一方、タイ国の石炭資源のほとんどは低品位リグナイトであり、その原料化をはかれない限り200万トン／年のリグナイトを確保することは困難である。よって、低品位リグナイトの発熱量を向上させるために洗炭プラントを設置する事が求められる。洗炭プラントの設置にはリグナイトの可選性をチェックする事が前提となるが、入手できたデータをみる限りにおいてはタイ国産リグナイトの可選性はよく、洗炭プラントの利用により灰分を除去し、発熱量を大幅に増加させる事が可能である。

7-4 バイオマス

バイオマス配合高圧縮プロセスによるブリケット製造においては、バイオマスはリグナイト粒子、消石灰粒子を接着するバインダーとしての働きと点火および燃焼を助ける助燃材としての働きを持つ。ほとんどすべてのバイオマスを原料として使用することが可能であるが、農業廃棄物を使用する事が实际的である。タイ国は農業国であり各種農業廃棄物がバイオマス原料として考えられるが、最適なバイオマス原料を選択するには使用可能量、費用および品質の観点から利用可能なバイオマスを評価する事が求められる。

(1) 供給可能量

リグナイトブリケット製造に必要なバイオマス量はバイオマス使用原単位約0.25 kg/kg から計算できる。2百万トン/年のリグナイトブリケットを製造するためには50万トン/年のバイオマスが必要となる。

(2) 費用

リグナイトブリケット製造におけるバイオマス原料に要する費用すなわち調達、輸送、貯蔵、処理費用を削減するという観点から最適なバイオマス原料を選択するためのチェックリストを以下に示す。

- 生産量は多いが用途は少ない
- 栽培の季節変動が少なく年間を通じて入手可能
- リグナイトブリケット製造プラントの近傍で入手可能
- 水分含量が少ない

(3) 品質

各バイオマスは独自の成形性を有しており、そのバイオマスを使用した試製によりそれを確認する必要がある。本プロジェクトにおいては当初稲わら、籾がら、バガスを可能性が高いバイオマスとしてとらえ、実際にブリケットを製造しそれぞれの成形性を検討した。その結果、バガス、稲わらは十分な成形性を持つが、籾がらは成形性が劣りバガスと混合しない限りブリケット原料として使用できない

事が判明した。

以下に、可能性のあるバイオマス原料の生産量および現在の用途について述べる。ただし、稲わらおよびバガス以外のバイオマスに関しては成形性の確認は行っておらず、今後の検討が必要である。

7-4-1 稲わら

(1) タイ国の米作

米はタイ国の最も重要な農産物であり、タイ国全土で栽培されている。よって、その廃棄物である稲わらはタイ国各地で入手可能である。1990年における地域別の米収穫量を以下に示す。

(単位：千トン)

	一期作分	二期作分	合計
北部	5,471	807	6,278
東北部	7,106	197	7,303
中央部	4,581	1,080	5,661
南部	894	41	935
合計	18,052	2,125	20,177

タイ国の自然条件は大量の水を必要とする米作に適しており、雨期に田植え、乾期に刈り取りが行われる。ただし、灌漑設備が比較的整備されているタイ国中央部においては、二期作も盛んである。

稲わらは米の収穫量にたいして2倍の量が収穫されるので、稲わらの収穫量は4,000万トン/年と想定される。現在、稲わらの利用方法としては、家畜の飼料、野菜の敷わら、茸の栽培等があるが、大部分の稲わらは田で焼却され肥料とされている。タイ国全土で生産される稲わらの2%がリグナイトブリケット製造に利用できれば200万トン/年のブリケット製造が可能となる。よって、量的には稲わらは最も確実なバイオマス原料といえる。

(2) 本プロジェクトへの稲わらの供給

本プロジェクトのプラント建設場所となるランブーン県の1990年における米の収穫量を以下に示す。

一期作分（収穫時期：11～1月）	113,735 トン／年
二期作分（収穫時期：3～7月）	14,128 トン／年
合計	127,863 トン／年

よって稲わらの収穫量は約25万トン／年と推定されるが、この量は100万トン／年のリグナイトブリケット製造分に相当する。したがって、合計生産量53,000トン／年のパイロットプラントおよびコマーシャルプラントに対してはランブーン県で生産される稲わらの5%が供給できれば必要量がまかなえる。

ランブーン県では灌漑設備の整備が遅れており、米と野菜（玉ねぎ、にんにく、たばこ）の二毛作農業が主体である。米の二期作が行われているのは米作地の約9%である。一期作米の栽培期間は6月から収穫期の11～1月までであり、それ以外の時期には野菜および二期作米が栽培される。二毛作農家では収穫した稲わらを野菜栽培の敷わら、茸の栽培、家畜の飼料等に利用しているが、要求があれば余剰稲わらの外販も行っている。少量購入時の販売価格は2 パーツ／束(2kg)であるが、大量に買い付ける場合は値引きも可能であるとのことなので500 パーツ／トン程度の価格で購入できるものと推定される。また購入契約をむすべば、乾期の間は稲わらを農家で保管してもらう事も可能である。二期作農家においては稲わらの用途は少なく、収穫後直ちに外販するかまたは焼却される。

ランブーン県では、2月および8～10月には米が収穫できない。しかも8～10月は雨期であり、農家で稲わらを貯蔵してもらうことも不可能となる。よってこの時期における稲わらの供給に関して以下の対策が必要になる。

- 米の収穫時期が異なる他の地域にて稲わらを購入しプラントまで輸送する。
- プラントにて3カ月分の稲わら貯蔵設備を設ける。
- 年間2カ月を予定しているプラントの保守期間をこの時期に当てる。この場

合は稲わら貯蔵容量は一カ月分となる。

本プロジェクトへの稲わらの供給には重大な障害はないと思われるが、この地域では稲わらの集荷販売業者は存在しないので、購入に際しては購入者が直接集荷する必要がある。よって、適正な価格で稲わらを購入しリグナイトブリケットプラントに供給するためには地域別または主要農家別の収穫時期および販売価格を調べ、それをもとに適切な稲わら購入計画を作成する必要がある。

7-4-2 バガス

バガスは製糖工場から排出されるサトウキビのしぼりかすであり、その大部分は製糖工場内のボイラー燃料として自家使用されるが、その残りが、利用可能となる。水分含有量が多いという欠点を有するものの、バガスは発熱量が高い上に、それを原料としたブリケットは外観および圧壊強度に優れており、製品の品質面では稲わらと同等に最適なバイオマス原料の一つである。

1990年のタイ国での地域別サトウキビ収穫量を以下に示す。

(単位 1,000トン)	
北部	6,779
東北部	5,879
中央部	20,903
南部	-
合計	33,561

このようにサトウキビは主としてタイ国の中央部で栽培されている。また、その収穫時期は12～3月である。

最新式の製糖工場では、1トンのサトウキビから搾り液(シュガー Juice)が700kg、水分含量約50%のバガスが300kg得られる。このバガスのうち約75%が

自家消費されるので、約25%が余剰となる。この量をベースにするとタイ国におけるバガス利用可能量は約 2.5百万トン（水分50%）となる。この量はリグナイトブリケットを年間5百万トン製造するのに必要な量に相当する。

余剰バガスは一般に飼料、燃料、製紙原料として使用されるが、水分含量が多く、輸送コストがかさむため製糖工場の近傍で消費される事が多い。特にタイ国中央部においては製紙原料として利用される事が多い。製紙会社におけるバガス購入価格は100~150バーツ/トン（輸送費を除く）である。タイ国北部地方には大量のバガスを消費する製紙工場はない。酒造工場で廃液とバガスを用いて有機肥料を製造している。

バガスをリグナイトブリケットの原料とする場合

- 高品質のブリケットが製造できる。
- 既に粉碎された形状で製糖工場から供給されるので、ブリケット製造工程におけるバイオマス粉碎コストが安い。
- 価格が稲わらより安価である。
- 購入先が分散していないので購入が容易である。

という利点がある反面、

- 製糖工場の操業すなわちバガスの供給がサトウキビの収穫時期に限られるので、年間を通じてブリケットを製造するためには大規模なバガス貯蔵設備が必要となる。
- 余剰バガスの既存用途と競合するのでバガス価格が上昇する可能性がある。
- 水分含量が高いため脱水工程の設備・運転費用がかさむ。

という欠点がある。

プラントの近傍に製糖工場がある場合にはバガスをバイオマス原料として使用する事も考慮すべきである。その場合には、下記の項目を検討の上バガスの利用を決定する事が求められる。

- 現在の用途
- 価格

- 製糖工場からブリケットプラントまでの輸送コスト
- 利用可能な時期と量
- バガスの貯蔵および乾燥工程に要する費用

7-4-3 その他のバイオマス

タイ国におけるリグナイトブリケットのバイオマス原料として利用可能な農業廃棄物には、稲わら、バガスの他にもメイズの茎、キャッサバの茎、ゴムの廃木等が挙げられる。これらの推定生産量および現在の用途を以下に示す。

	生産量 (1000トン/年)	廃棄物量 (1000トン/年)	廃棄物用途
メイズ	4,393	10,983	肥料
キャッサバ	20,701	3,337	燃料
ゴム	936	不明	家具、木炭

南部地帯の主要農産物は、米や砂糖キビでなく、プランテーション栽培のゴムが主な農産物である。従って、リグナイトブリケットを製造する場合、バイオマス原料としてゴムの廃材が考えられる。ラテックスの生産性を維持するために、ゴムの木は25年程度で植え換えられるため、リグナイトブリケットの製造に必要な量のゴムの廃材は入手可能である。

日本では、豆炭を製造する時のバイオマス原料に樹皮が使われている。したがって、樹皮や木材そのものが、ブリケットの製造に適したバイオマス原料と言える。ゴムの廃材は現在家具の製造や木炭用として利用されている。

上記の目的で使うゴムの廃材の購入価格は1トンあたり300バーツである。ゴム材から作られる木炭の価格が不振なため、生産を中止した業者もある。このことで今後ゴム廃材価格が下がる可能性もある。

7-5 消石灰

水酸化カルシウムを主成分とする消石灰は、燃焼時に排出される硫黄酸化物を捕集する目的でリグナイトブリケットに添加される。

7-5-1 タイ国における消石灰の製造

消石灰は石灰石を原料として製造されるが、図7-5に示すように、タイ国には原料となる石灰石が全土に分布している。1988年度における石灰石採掘量は1,426万トンであり、その99%がセメント製造に、1%がその他の用途に使用された。この1%を消石灰の製造に使用したと仮定すると、9万トン/年の消石灰が製造された事になる。

消石灰の製法は、石灰石を焼成炉にて900℃以上の温度で強熱して生石灰とし、それに水を注いで消化して消石灰とする。消石灰または生石灰は、製鉄所、亜鉛工場、製糖工場等で化学薬品、中和剤または水処理剤として使用されている。焼成炉の燃料には薪またはリグナイトが用いられている。大手製造業者の中には重油を使用しているところもある。

7-5-2 本プロジェクトへの消石灰の供給

本プロジェクトで建設を計画しているリグナイトブリケット製造パイロットプラントおよび50,000トン/年のコマーシャルプラントにおいては下記の量の消石灰を必要とする。

パイロットプラント	276 トン/年
コマーシャルプラント	4,595 トン/年

タイ国における消石灰の製造はセメント製造とは異なり比較的小規模に製造されている。消石灰製造工場の集中しているサラブリ県においてさえ22の生産業者の

生産量は9～900トン／月（平均214トン／月）であり、他の地域ではほとんどが家内工業的に製造されている。消石灰の品質はカ焼温度に大きく左右される。温度が低い場合には炭酸カルシウムから水酸化カルシウムへの転化が制限され、製品中に未転化の炭酸カルシウムが多く含まれる。日本におけるリグナイトブリケット試製試験用に持ち帰ったタイ国製消石灰にはほとんど水酸化カルシウムが含まれていなかった。水酸化カルシウムの含有量が少ないとリグナイトブリケットでの脱硫効果が低下する。よって、信頼できる業者の高品質の製品を使用することが求められる。

大手消石灰製造業者によると、バンバカのリグナイトブリケット製造プラントにて上記の量の消石灰を消費する場合、供給能力と輸送コストの削減を勘案するとタク県の既存のプラントから供給する事が望ましい。価格は2,500バーツ／トン、荷姿は25kgのプラスチック袋詰またはタンクローリーによるバルクとしての両方が可能である。また、ブリケットプラントの近傍に高品質の石灰石の鉱脈があれば、ブリケットプラントに隣接して消石灰プラントが建設されることも考えられる。

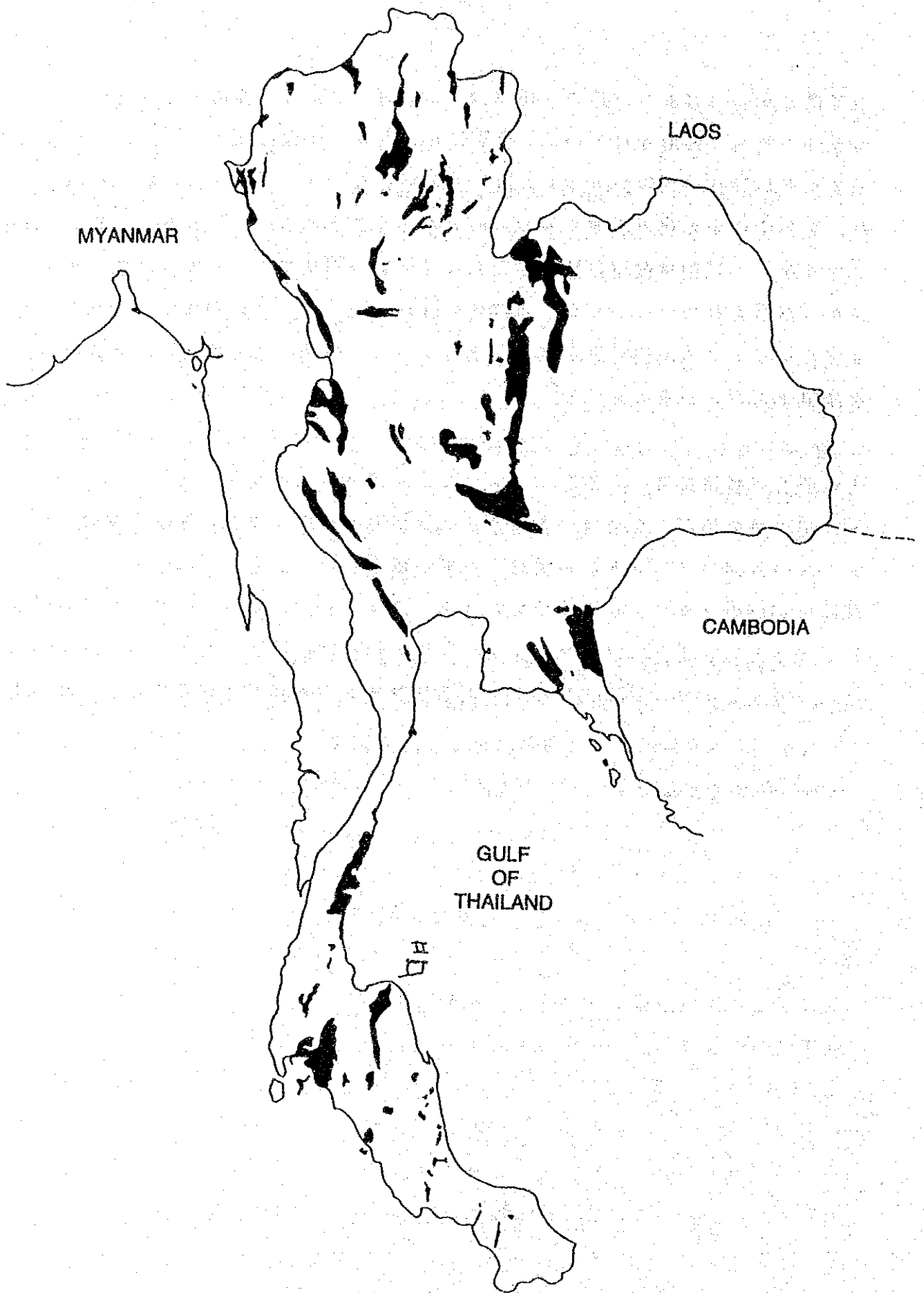


Figure 7-5 Location of Limestone Deposit

第 8 章 インフラストラクチャー
およびユーティリティ

第8章 インフラストラクチャーおよびユーティリティ

8-1 インフラストラクチャーおよびユーティリティの一般状況

8-1-1 輸送に関わるインフラストラクチャー

(1) 道路

タイ国に於ける高速道路網は、図8-1に示す通り充分に発達しており、その一部はアジア・ハイウェイを構成し、隣接するマレーシアを縦断し、シンガポールに至る。地域間を結ぶハイウェイは、首都のバンコクを中心として、各県の主要都市を連結している。ハイウェイは7タイプに分類され、以下の管轄下に置かれている。

Department of Highways

(1) Special Highway

(2) National Highway

(3) Provincial Highway

(4) Concede Highway

Changwat (Provincial) Administrative Organization

(5) Rural Highway

Municipal Public Works

(6) Municipal Highway

(7) Sanitary Highway

輸送手段の状況は国家的な社会・経済開発に多大な影響を及ぼすことから、新設道路の建設、既存道路の改修および保守管理は国家の重要な役割の一つである。タイ国においても、道路の総延長距離は、表8-1に示す通り、年率5%で伸びており、道路網の拡充が図られている。第6次国家経済開発計画(1987-1992)のもとでは、高速道路局(Department of Highway)により330kmの主要高速道路および県道106kmの総計436kmの建設が計画されている。

また、表 8-2 に示される通り、自動車の登録台数も増加しており、国内輸送における道路輸送の占める役割が着実に重要となってきたことを示している。以上より、タイ国における道路輸送は、他の内陸輸送手段と比較して最も発達しており、有効な方法であると言える。

(2) 鉄道

鉄道は、State Railway of Thailand (SRT) によって運営されている。総路線距離は、単線 3,644km、複線 181kmを含む総計 3,825kmであり、乗客および貨物用の停車駅およびワークショップは 623箇所を所有している。線路はメーターゲージを採用している。鉄道は電化されていないため、動力車には、蒸気機関車およびディーゼル機関車が使用されている。

図 8-1 に示す通り、鉄道の主要ルートは、バンコクのフアラボン駅から、北部のチェンマイ、東部のノンカイとウボンラチャタニ、東部のプラチンブリ県を結んでいる。南方面は、マレーシア鉄道と接続し、シンガポールに至る。SRT はサタヒップ港等の南部の産業開発地区とバンコクを結ぶ鉄道の拡張計画を実施している。

道路輸送との競合が厳しいため、鉄道による人員および貨物の輸送量は横ばいになっている。表 8-3 に鉄道による乗客および貨物の輸送量の推移を示す。主要な取扱い貨物は特殊な容器を必要とする原油、石油製品およびセメント等である。

以上の通り、鉄道の輸送力は道路と比較すると、ネットワーク、輸送実績において劣っており、この傾向は今後も続くと言測される。

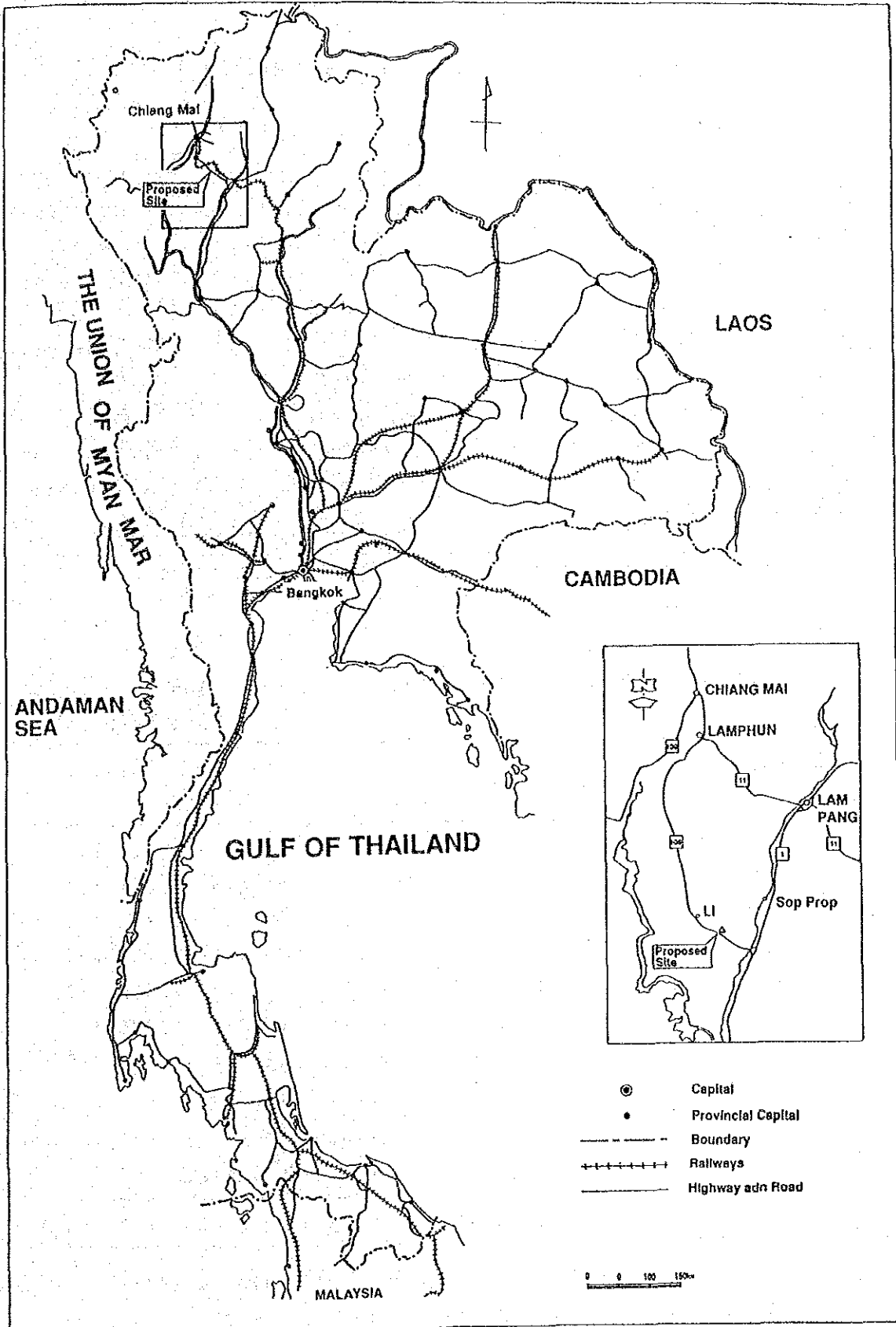


Figure 8-1 Highway Network and Railways

Table 8-1 Length of Main Highways and Roads

(Unit: Km)

Fiscal Year	State Highway		Provincial Highway	Total Length
	Primary	Secondary		
1980	6,632.7	7,260.5	14,257.4	28,150.6
1981	6,797.7	7,377.8	15,840.7	30,016.2
1982	6,805.9	7,542.6	16,652.9	31,001.4
1983	7,225.5	7,846.9	18,075.7	33,148.1
1984	7,252.1	7,907.6	19,542.0	34,701.7
1985	7,304.5	7,913.3	21,016.7	36,234.5
1986	7,272.0	8,114.1	22,338.5	37,724.6
1987	7,278.3	8,385.8	24,500.1	40,164.2
1988	7,314.1	8,585.2	25,894.9	41,794.2

Source: Department of Highways, Ministry of Transport and Communications

Table 8-2 Number of Motor Vehicle Registration

(Unit: Numbers)

Fiscal Year	Personal Car	Taxi & Bus	Van & Truck	Motor Cycle	Other Vehicle	Total
1970	188,327	44,116	126,590	337,708	20,382	717,123
1975	248,562	39,629	224,142	456,467	65,528	1,034,328
1980	390,394	66,512	299,946	919,928	60,540	1,737,320
1981	432,312	68,701	469,305	1,168,824	66,160	2,205,302
1982	493,654	73,327	537,498	1,422,971	72,987	2,600,437
1983	540,554	72,429	564,906	1,737,210	80,716	2,995,815
1984	671,446	74,399	600,336	1,916,921	84,788	3,347,890
1985	715,131	76,294	608,198	1,826,290	86,993	3,312,906
1988	1,146,512	65,399	1,061,348	3,894,824	214,857	6,382,940

Source: Department of Land Transport (Data from 1970 to 1986)
Department of Highways (Data for the year 1988)

Table 8-3 Railways Passenger and Freight Summary

	Unit	1985	1986	1987	1988
Passenger Carried (1,000 Numbers)		78,013	76,702	77,931	81,618
First Class (1,000 Numbers)		69	65	64	45
Second Class (1,000 Numbers)		1,757	2,344	2,368	2,140
Third Class (1,000 Numbers)		76,187	74,293	75,499	79,433
Passenger-Kilometers (1,000,000)		9,140	9,274	9,583	10,301
Freight Ton-Kilometers (1,000,000)		2,718	2,583	2,729	2,867
Goods Wagon-Kilometers (1,000,000)		334	306	333	333
Loaded Wagon-Kilometers (1,000,000)		199	183	194	207
Empty Wagon-Kilometers (1,000,000)		135	123	139	126

Source: The State Railway of Thailand

8-1-2 電力

公共電力の発電は主に Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) により行われる。配電は、首都圏の Metropolitan Electricity Authority (MEA) およびその他の地域の Provincial Electricity Authority (PEA) により行われている。現在、国内では、水力発電所12箇所、火力発電所 7箇所およびガスタービン発電所 4箇所が稼働している。これに加え、EGATは北部および南部地域に新規発電所の建設を計画している。発電タイプ別の設備容量および発電量を表8-4に示す。近年、発電量は年率10%を越える割合で増加しているにもかかわらず、急激な電力需要の増加により、停電がしばしば生じている。

発電のエネルギー源は、水力、燃料油、ディーゼル油、リグナイトおよび天然ガスである。1988年に於ける天然ガスの使用は全体の58%に当たり、その使用量は今後も増加していくと思われる。これは、タイランド湾に於ける、天然ガスの開発に起因している。

図8-2に示す通り、国内の居住地域の多くは電化されている。1988年の年間電力消費量は 28,000GWhで、国民一人当たりの消費量は年間10%の割合で増大しており、1988年には598kWhとなっている。産業別の総消費量に占める割合は、民生用22%、商業用31%、工業用46%、農業その他 1%であり、近年、商業用の占める割合が伸びている。送電用の標準電圧は、高圧230kv、115kv、および69kv、低圧33kv、22kvおよび11kvであり、周波数は50Hzが用いられている。

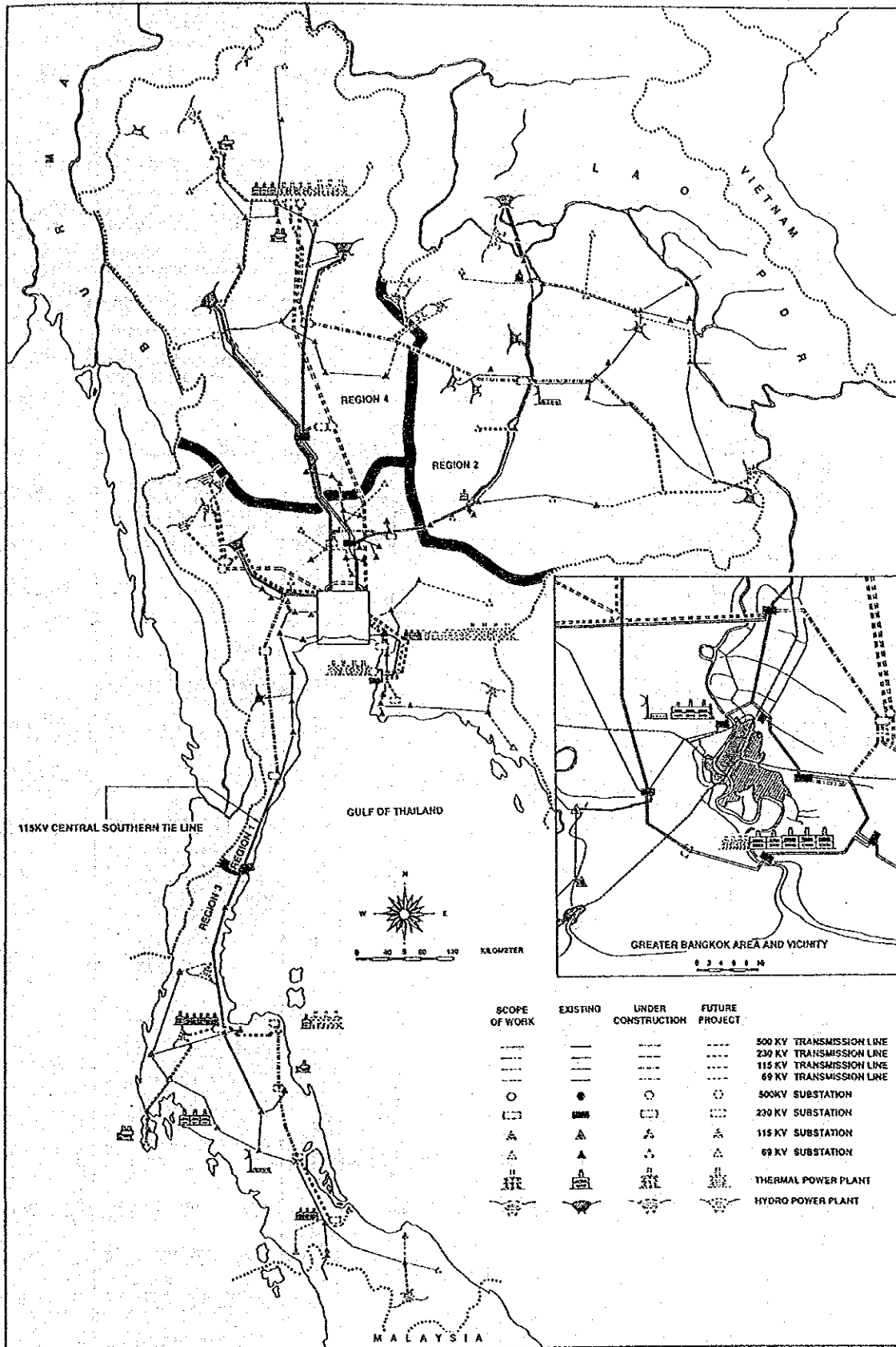


Figure 8-2 Location Map of Electric Power System

Table 8-4 Installed Generation Capacity and Electricity Generation by Type of Power Plants

Year	Utility Installed Capacity (MW)				Utility Electricity Generation (Gwh)					
	Hydro	Steam	Gas Turbine	Diesel	Hydro	Steam	Gas Turbine	Diesel	Combined Cycle	Total
1980	1,270	1,778	285	115	1,273.0	12,762.4	259.4	131.2	-	14,426.0
1981	1,361	1,928	610	106	2,974.3	11,907.1	383.3	46.6	-	15,377.3
1982	1,519	1,477	490	106	3,836.8	11,907.1	847.3	23.3	5.4	16,619.9
1983	1,714	3,327	255	108	4,081.4	12,077.9	162.2	38.3	17.8	18,856.6
1984	2,096	3,608	265	86	4,692.2	14,935.2	346.0	20.9	2.1	21,074.4
1985	2,256	3,608	265	82	5,554.4	16,087.7	554.3	18.2	1.4	24,716.8
1986	2,268	3,608	267	82	4,075.3	16,507.8	754.5	64.7	0.0	28,652.2
1987	2,268	3,608	267	82	3,779.0	22,966.8	763.7	20.9	4.0	32,464.4
1988	2,268	3,608	267	82	3,779.0	22,966.8	763.7	20.9	4.0	32,464.4

Source: EGAT, PEA, NEA, POF

Table 8-5 Electricity Consumption by Categories of Consumers and Per Capita

Year	Electricity Consumption (Gwh)						Total	kwh Per Capita
	Residential	Commercial	Industrial	Agricultural	Street Lighting	Other		
1980	3,005.3	561.0	6,454.5	22.5	71.2	34.5	13,149.2	323
1981	3,168.3	468.2	7,064.0	32.5	83.5	33.0	15,837.0	337
1982	4,187.5	530.5	7,389.6	41.8	103.3	30.6	18,906.3	355
1983	4,731.7	912.5	8,723.5	47.8	118.9	38.2	22,929.9	429
1984	5,164.1	847.8	9,298.7	55.0	127.9	42.2	26,034.4	459
1985	5,735.5	831.2	10,162.7	61.3	140.0	46.8	28,894.2	481
1986	6,253.5	847.6	11,319.4	67.4	-	46.8	32,894.2	538
1987	6,253.5	847.6	11,319.4	67.4	-	46.8	32,894.2	538
1988	6,253.5	847.6	11,319.4	67.4	-	46.8	32,894.2	538

Source: EGAT, PEA, MEA, POF

8-1-3 通信

タイ国に於ける電気通信サービスは、Telephone Organization of Thailand (TOT)およびCommunications Authority of Thailand (CAT)の2つの政府事業体によって運営されている。TOTは、国内の電話ネットワークおよびマレーシア、ラオスへの国際電話を運営している。CATはその他の国への国際電話、電報、テレックスおよびファクシミリ業務を運営している。

1988年には、100人当たりの電話の普及率は1.83台であった。TOTの保有する使用可能な電話回線数は、約百万回線あり、その60%がバンコクに設置されている。しかし、通話状態はバンコクに於いても決して良好とは言えない。TOTの第5次開発計画(1984-1991)によると、今後、2百万回線の設置を目標としている。

現在、首都圏およびその周辺の県では、移動電話が普及し始めている。また、無線電話および電話回線のリースも使用可能である。国際間の通信は、通信衛星および海底ケーブルを使用しており、国内の都市部に於いては、国際電話、ファクシミリ、電報の施設が完備している。

8-1-4 郵便

郵便業務は、Communications Authority of Thailand (CAT)により運営され、全国の72%の地域を網羅している。郵便網は、21,284カ所の郵便箱、5,941カ所の郵便切手取扱所および4,004カ所の電信・電話局によって構成される。電信・電話局は、CATの直営とCATによってライセンスを与えられた公営、民間局および地方の郵便集配事務所を含む。

(1) 放送

テレビ放送局はバンコクに5局、その他の地方には6局ある。その内の1局は陸軍放送 (Army Television Station-Channel 5) で、全国放送を実施している。1986年に於けるTV受像機の一般家庭への普及率は全国平均で50%、その保有台数は5百万台と推定される。TV普及率は年々向上しており、TV放送は新聞と並びタイ国最大のマスメディアとなりつつある。

ラジオ放送は、AM局とFM局の合計で298局により全国的に放送されている。1983年に於けるラジオ保有台数は7百万台、100人当たりの普及率は14.9台となっている。

(2) 新聞

日刊新聞は、合計69紙発行されている。そのうちの主要紙は、タイ字35紙、華字6紙、英字3紙の43紙で、発行部数は約3百万部である。

8-2 プラントサイト周辺のインフラストラクチャーおよびユーティリティ

8-2-1 道路状況

(1) 既存道路

図8-3に示す通り、プラントの建設予定地から約3kmの距離に高速道路106号線が通っている。これにより、チェンマイその他の全国の主要都市と建設予定地が結ばれている。この高速道路は、アスファルト舗装されており、2車線を有している。ガードレールおよび側溝は設置されていないが、交通量は少なく、道路の整備状況は良好である。プラント建設のための重量物の輸送に支障となる、橋梁やトンネルも存在しない。また、最寄りの鉄道の駅は約70km離れたランパンに位置する事から、本計画における製品および原材料を鉄道により輸送することは経済的ではない。

高速道路から建設予定地までのアクセスはラテライト道路による。この道路は、バンパカ炭鉱からのリグナイトの搬出に用いられている。また、この道路は周辺の水田より高いため、乾期はもとより、雨期に於ける通行にも支障はきたさないと判断できる。従って、本計画の実施の為に道路を改修する必要はない。

建設予定地と隣接する、バンパカ炭田地区内の道路は、舗装されていないラテライト道路であるが、採炭業者による維持管理は良く行き届いており、本計画へのリグナイトのトラック輸送には支障がないと判断される。

(2) 道路改修の必要性

本計画で必要とする輸送には、プラント建設期間中の建設資機材の輸送、プラントの稼働に要する原料の集荷および製品の出荷が上げられる。前述の通り、建設資機材は、バンコクその他の都市から、高速道路および既存道路を通りプラントサイトに支障なく搬入できる。

高速道路およびプラントサイトへの進入道路は、リグナイト以外の原料および製品の輸送に利用される。第9章で述べる通り、コマーシャルプラントに必要なとする原料と製品の輸送量および運搬車両台数を表8-6に示す。

Table 8-6 Transportation Volume
and Required Number of Vehicles

Description	Required Volume of Material (Tons/day)	Required No. of Vehicles (Numbers/day)
Lignite Briquette	177	15
Rice Straws	38	3
Slaked Lime	18	2
Sub Total	233	20
Lignite	215	18

年間生産量50,000トンのコマーシャルプラントの稼働が開始すると、輸送量が最大となり、1日当たり、トラック20台の輸送が必要となる。従って、本計画による既存道路に与える負荷の増加は大きくないことから、道路の改修は必要ないと判断される。

プラントサイトに隣接するバンパカ炭田の構内道路は未舗装であるが、採炭業者によって、良く管理されている。本計画による輸送量の増加は、1日当たりトラック17台であることから、リグナイトの輸送には構内道路の改善を必要としない。

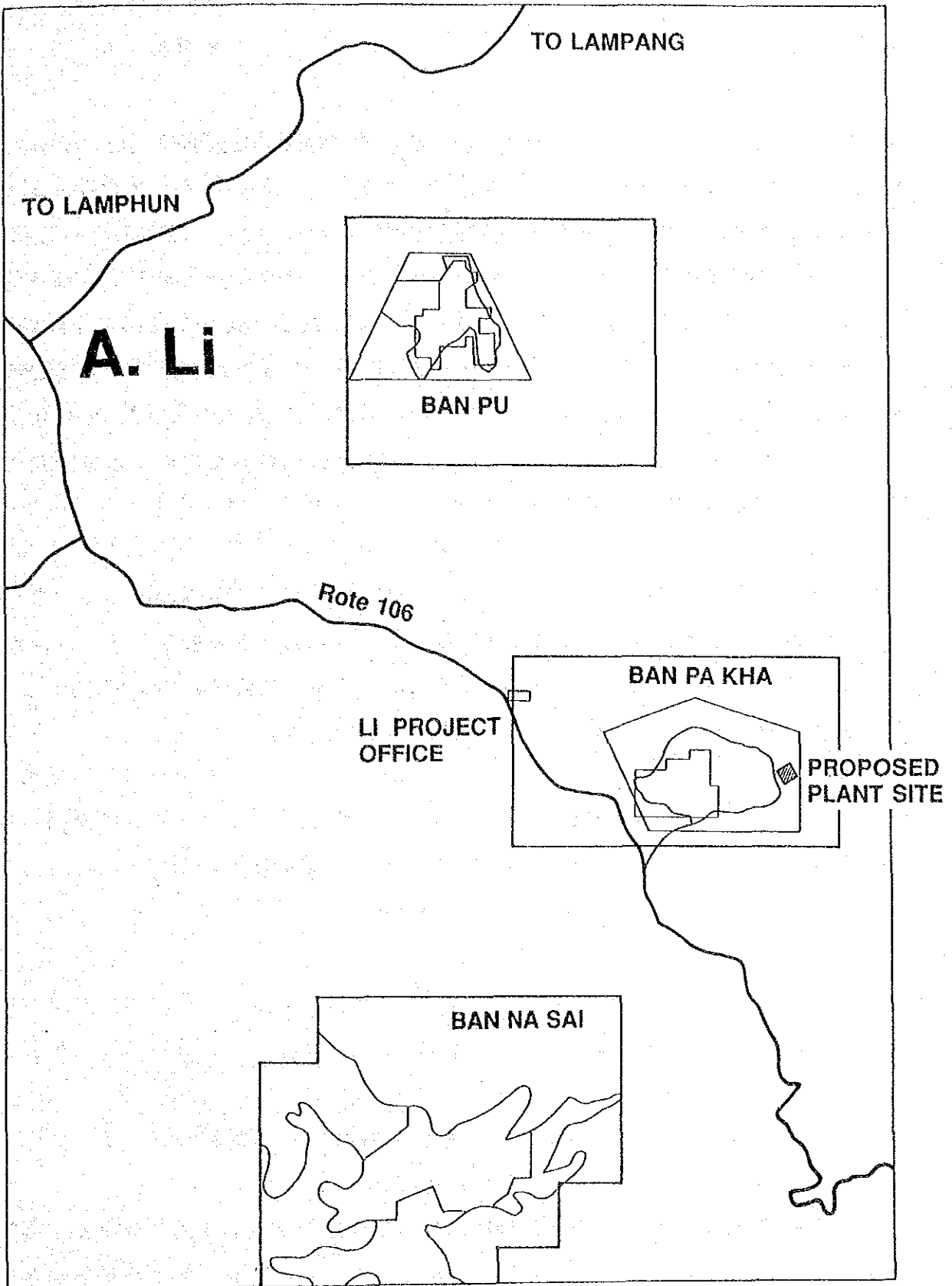


Figure 8-3 Location Map of Plant Site and Surrounding Area

8-2-2 電力

図8-3に示すハイウェイ106号線に沿って、電圧22kv、最大電流500Aの公共の配電線が架設されている。これは、本計画による、パイロットプラントおよびコマースナルプラントの稼働開始に伴う電力需要の増加にも充分に対応できる。現在の電力供給状況に於いては、電力需要のピーク時には電圧降下が生じ、24時間操業である本計画に支障きたす事となる。しかし、Provincial Electricity Authority (PEA) では、1年以内に既存のサブステーションに自動電圧安定装置を設置する事となっており、これにより問題は解決される。また、PEAでは新規の13MVAのサブステーションを建設予定地から、約50km離れた地点に建設予定であり、周辺の電力事情は大きく改善される。

バンパカ炭鉱の採炭業者は、アクセス道路に沿って、配電線から炭鉱まで、自己の費用負担で、電線を引いて受電している。この引き込み線の容量では、本計画に必要とする2,000kWを賅えない。従って、配電線から建設予定地まで、約3kmの引き込み線を架設する。架設費用は以下の通りである。

電線架設	: 400,000 Baht/km
電柱架設	: 5,000 Baht/unit (平均電柱間隔 80m)
変圧器	: 437,500 Baht/unit
検査	: 50,000 Baht

本計画の消費電力単価は、以下の通りである。

(Medium Manufacturing and Mining 500-1,999kW)

Demand charge	: 174.00 Baht/kW/month
Energy charge	: 1.23 Baht/kWh

8-2-3 給排水

プロジェクト予定地周辺には公共の上下水道の施設はない。バンバカ炭田では隣接する川からパイプを通し、洗炭および事務所の衛生設備に使用している。この炭鉱の給水設備より、毎時 $10M^3$ の取水が可能である。本計画の生産プロセスでは、排ガスの冷却用以外に工業用水を使用しない。給水は生活用水および消火用が主である。生活水の必要量は、作業員一人当たり 100リットル/日であり、水の供給量は充分である。消火設備は消火栓をプラントおよび稲わらのストックヤードに設置する。貯水は高架水槽にて行う。

本計画による生産工程においては、工場汚水を排出しない事から、一般の簡易浄化槽および浸透ますによる排水が可能である。工場用水のプラントからの排出口にはトラップ池を設ける。

8-2-4 通信

電話本線は、ハイウェイ 106号線沿いに架設されている。バンバカ炭田では、上述の配電線と同様、本線からアクセス道路沿いに引き込み線を引いている。従って、本計画ではこの引き込み線の利用が可能である。電話料金は、以下の通りである。

電話機設置費用：3,700 バーツ（電話線300m迄の架設を含む）

電話線設置費用： 350 バーツ / 50m

8-2-5 宿泊施設

建設予定地に隣接して、炭鉱労働者の簡易住居が建ち並んでいる。それ以外には、宿泊施設はないが、本プロジェクトのスタッフは、近隣の村落からの通勤が可能である。

