

## 第6章 輸送問題

### 6.1 豆炭、コンロの原料輸送に係わる輸送基盤の実情

#### 6.1.1 鉄道

ザンビア国の鉄道輸送システムは、2つの機関、Zambia Railways (ZR) と The Tanzania - Zambia Railway Authority (TAZARA) より構成され、前者が1,260km、後者が1,860kmの延長をもっている。Table 6-1-1は、ZRの現状を示すデータである。

表6-1-1 ZRの車両、旅客交通と貨物交通 (1974-1982)

	車 両 : 旅 客 交 通					貨 物 交 通	
	機 関 車	旅客車両	貨物車両	旅 客 数 (千人)	旅客人キロ (百万人・キロ)	貨 物 (千トン)	トン・キロ (百万トン・キロ)
1974	117	91	1,934	1,213	316	6,658	1,106
1975	94	89	1,944	1,136	270	6,402	1,397
1976	93	89	1,632	1,053	251	5,259	1,294
1977	92	91	2,229	1,243	296	4,783	1,110
1978	91	91	2,809	1,560	371	4,798	1,220
1979	93	92	2,402	1,570	372	4,800	1,245
1980	86	86	6,796	1,683	374	4,380	1,209
1981	84	88	6,768	1,853	371	4,324	1,409
1982	84	88	6,768	1,807	434	4,934	1,403

(出所) Central Statistical Office

また、ZRの保有車両構成の内訳は、Table 6-1-2の通りであるが、機関車、貨車の老朽化、整備・修理用のスペアパーツ不足、ディーゼル油の供給問題等多くの問題を抱えているため、1984年7月に「ZR再活性化10か年計画1984-1994」「Plan for Revitalisation of Zambia Railways Considering the Recent Economic Climate 1984-1994」と訳す。)を策定している。

表6-1-2 ZR 保有車両

保有車両	車 両	数	備 考
機 関 車	本 線 用	68台	} 電気式ディーゼル機関車
	入 換 用	16台	
貨 車		5,768両	内、約 1,300両は使用不能
客 車	普通客車	88両	
	レールカー	17両	

(出所) ZR

鉄道網は、Table 6-1-1に示すとおりであるが、本調査に関連のある石炭は、採掘地マンバよりロープウェイ（6.1.3参照）でマスクまで運ばれ、コッパーベルト地帯等に輸送している。首都ルサカよりマスクまでの輸送距離は、321kmである。

なお、Railway tariff book (ZR) (1982年現行)によれば、トン当りの貨物運賃は、100kmまでは一定で24.7K、100km以遠は遠距離低減制で、例えば、300kmで49.4K、500kmで68.1Kとなっている。

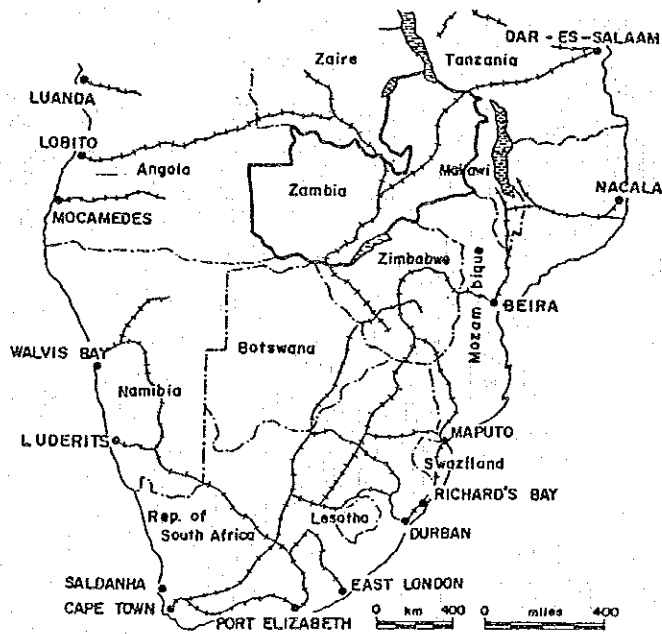
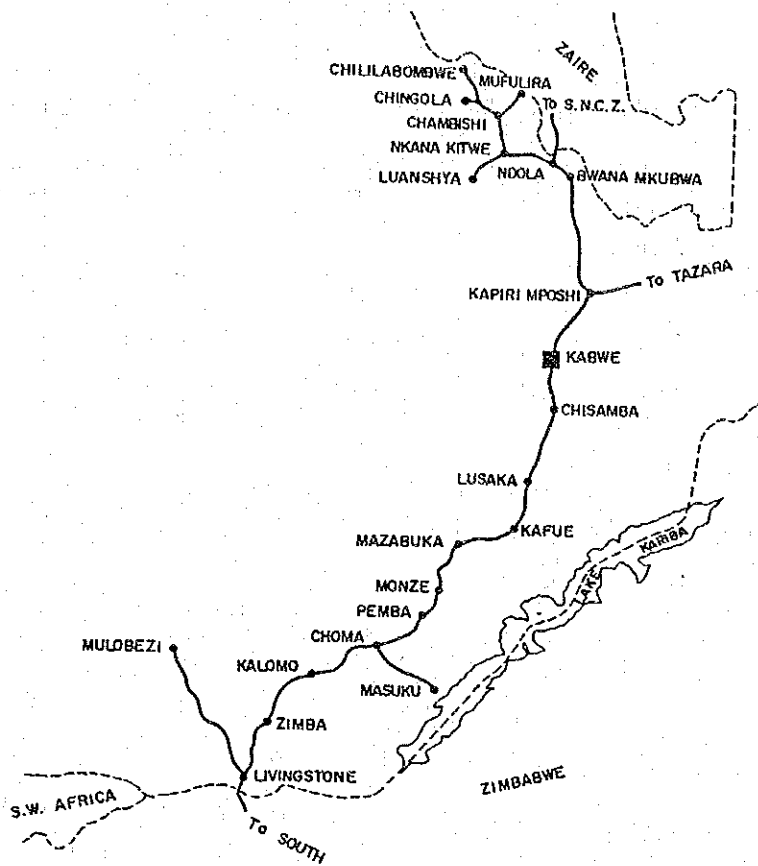
### 6.1.2 道 路

ザンビア国の道路網の全延長は、約37,000kmであるが、舗装道路はその15%である。Figure 6-1-2は、道路網であり、Table 6-1-3は、その道路区分と舗装種別をまとめたものである。主要幹線道路は、舗装されているが、ルサカ市など都市内道路部を除くと、往復2車線道路である。道路名称は、番号の頭に英文字のT.M.D.が付いており、本調査に関連する道路は、次の通りで、いずれも舗装され、維持管理も良い道路である。

ルサカ～カフェ：T<sub>2</sub>

カフェ～バトカ：T<sub>1</sub>

バトカ～マンバ：D 775



Source) Africa Research Bulletin (London) 1980.

图6-1-1 铁道网

表6-1-3 道路区分と舗装

単位：km

道路区分	舗装種別	道路高 (国)	市当高	町村当高	その他	合計
二国間 主要 幹線道路	クラスⅠ、歴青	2831	63			2,894
	クラスⅡ、砂利					
	クラスⅢ、砂利	64				64
	不分類	172				172
	小計	3,067	63			3,130
主要 幹線道路	クラスⅠ、歴青	1,974	17			1,991
	クラスⅡ、砂利	1,224				1,228
	クラスⅢ、砂利	612				612
	不分類	216				216
	小計	4,030	17			4,047
地方道路	クラスⅠ、歴青	698				698
	クラスⅡ、砂利	1,193				1,193
	クラスⅢ、砂利	5,612				5,612
	不分類	6,072		10,186		16,258
	小計	13,575		10,186		23,761
郡道路	不分類			5,714		5,714
網道路	同上			8	432	440
その他	同上				164	164
合計		20,672	80	15,908	596	37,256

(出所) Ministry of works and Supply

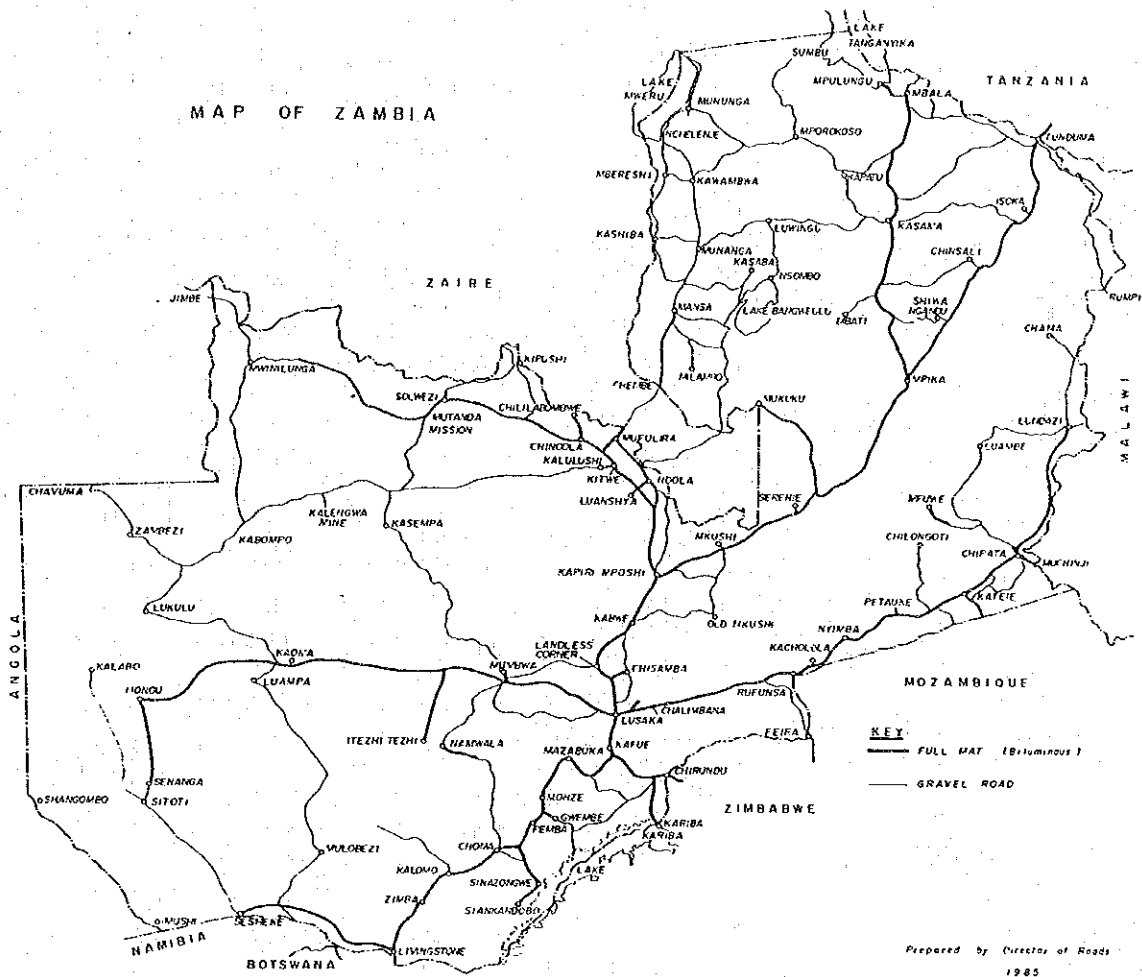


図6-1-2 道路網

次に道路の維持管理の実情であるが、主として、(1)除草、(2)標識、マーキング、(3)舗装、(4)排水、の作業に分かれている。この維持管理は、全国で127に分かれているゾーン毎に実施され、本調査に関連する道路も、Figure 6-1-3に示すように6ブロックに分かれている。

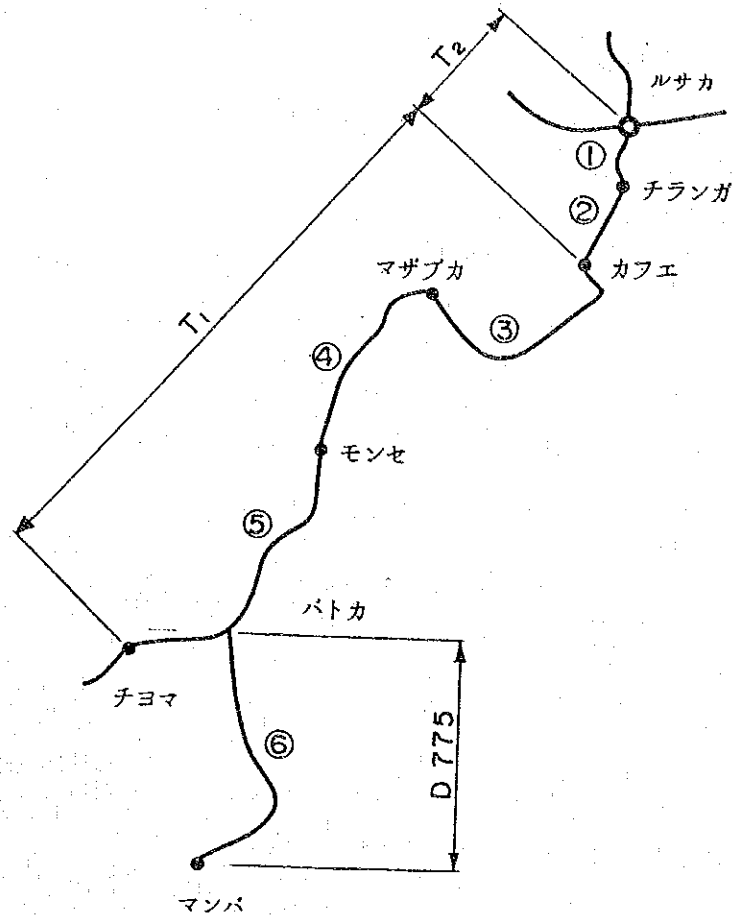


図6-1-3 維持管理ブロック割

舗装された主要道路の補修方法は、雨季と乾季とでは異なる。雨季にはセメントと土の混合物を穴に埋め込み、乾季に3～5cmのアスファルト混合物を敷くという作業を行っている。

最後に、自動車の保有状況を、Table 6-1-4に示す。全国で約11万台、その60%が乗用車類である。また1984年度のT<sub>1</sub>の平均日交通量は650台（大型車混入率25%）という実績がある。

表6-1-4 登録台数 (1970-1982)

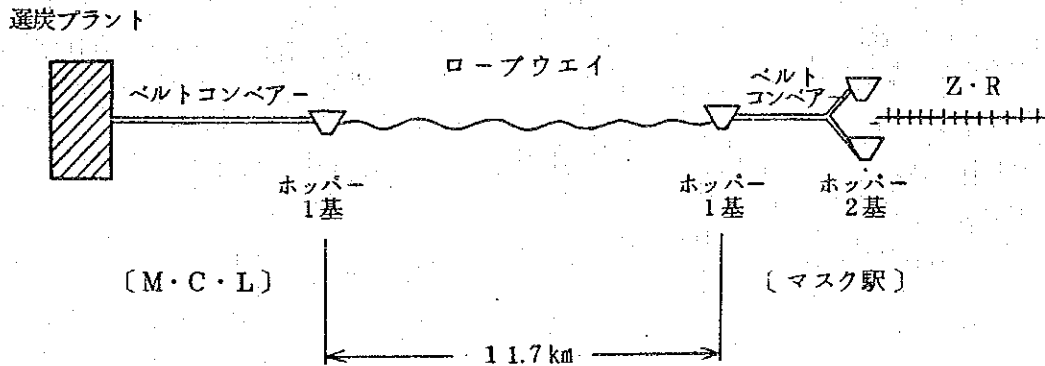
単位：台

年	合計	乗用車 類	小型 貨物車	トラック	バス	建設機 械車両	トラクター	自家 二輪車	トレーラー
1970	99,508	58,508	16,253	10,740	668	220	2,759	6,331	4,330
1971	107,612	61,579	18,118	18,118	690	258	3,393	3,939	4,969
1972	117,828	65,794	20,705	12,725	769	382	3,910	8,233	5,310
1973	128,763	72,140	23,502	13,375	780	472	4,469	8,446	5,519
1974	142,224	81,899	25,071	14,415	814	568	4,669	8,969	6,110
1975	150,842	85,994	27,077	15,712	855	659	5,010	9,417	6,110
1976	144,374	83,203	25,097	14,645	1,002	634	5,032	9,057	5,604
1977	134,826	79,761	22,831	12,966	837	483	4,994	7,760	5,194
1978	125,264	76,440	19,344	12,035	690	401	4,775	7,059	4,540
1979	117,849	71,615	17,454	12,157	734	320	4,641	5,984	4,373
1980	113,849	68,709	17,590	12,377	916	227	4,632	5,229	4,169
1981	111,516	67,506	17,169	12,745	1,030	189	4,283	4,734	3,860
1982	112,972	68,032	18,545	12,681	1,064	175	4,260	4,819	3,396

(出所) Ministry of works and Supply

### 6.1.3 ロープウェイ

このロープウェイは、Maamba Collieries Ltd. (M.C.L.) と ZR のマスク駅を直接結ぶ石炭運搬施設である。Figure 6-1-4 にその概要を示す。



(施設概要)

1. 運搬所要時間 : 58分 (11.7km)
2. 1コンテナ容量 : 1.5トン
3. 平均運用コンテナ数 : 200コンテナ  
最大運用コンテナ : 284 "
- 最大輸送容量 : 272トン/時
- その他 : 側道18kmが付設 (未舗装)

図6-1-4 ロープウェイ概要

6.2 豆炭、コンロの原料の輸送システム

6.2.1 輸送システムの定義

輸送とは、各種車両や鉄道等により物品を、そのままの状態、一定の場所から他の場所へ送り移すことをいう。従って、広義には、積降し、中継、運ぶ、集配等一連の作業を含めて輸送と称している。本調査では、広義に把えることにする。

6.2.2 豆炭の場合

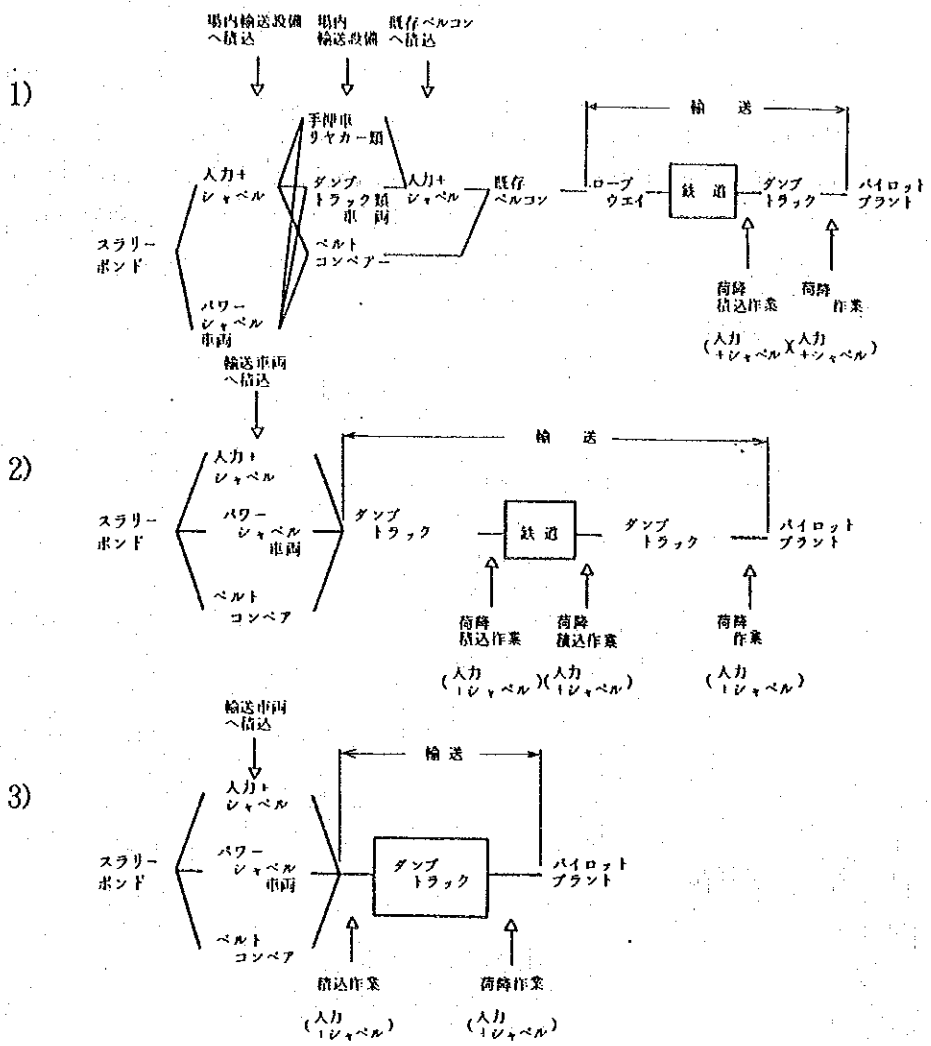
豆炭製造用の原料は、当国の諸事情を踏えて次の4種が選ばれている。

- (1) 石炭スラリー
- (2) モラシス
- (3) バガス
- (4) 消石灰

(1) 石炭スラリー

石炭スラリーは、マンバ採掘地のスラリーポンドに廃棄されている。従って、ここからパイロットプラントまで輸送するシステムは、次のように設定できる。





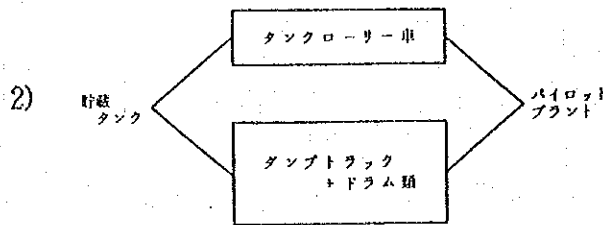
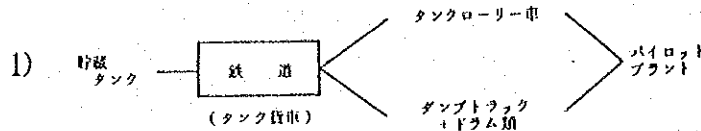
これら1)、2)、3)の各システムは、

		距離 (km)
1)	MCL からマスク	ロープウェイ 12
	マスクからルサカ	鉄道 321
	ルサカからプラントサイト	道路 2
2)	MCL からバトカ	道路 88
	バトカからルサカ	鉄道 226
	ルサカからプラントサイト	道路 2
3)	MCL からプラントサイト	道路 352

と表わすことができる。

(2) モラシス

モラシスは、液体であるため、鉄道、道路ともに特殊な容器を用意して輸送する必要がある。モラシスは、ナカンバラ砂糖公社内の鉄道引込線で、タンク貨車に横込み、周辺国等へ輸出していることから、本調査においても、モラシスは鉄道で輸送できるものとする。従って、モラシスを輸送するシステムは、次のように設定できる。



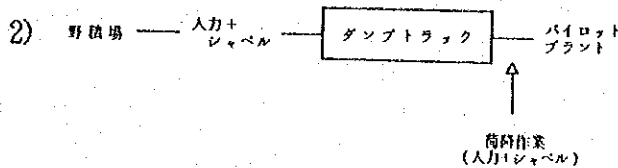
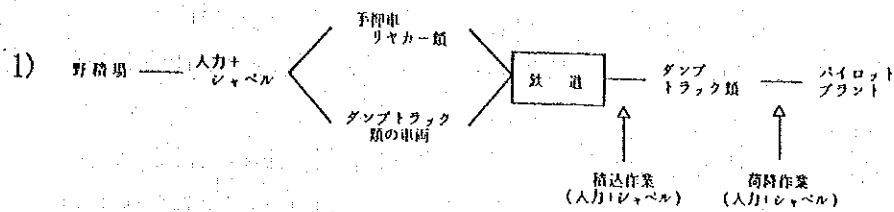
これら1)、2)の各システムは、

		距離 (km)
1) ナカンバラからルサカ	鉄 道	96
ルサカからプラントサイト	道 路	2
2) ナカンバラからプラントサイト	道 路	132

と表わすことができる。

(3) バガス

バガスは、当公社内の空地に野積されている。このバガスは、当公社内工場用の燃料や、周辺農家の肥料等に使用されているため、その輸送手段として鉄道は使用していない。しかし、鉄道の利用は可能であるためバガスを輸送するシステムは、次のように設定できる。



これら1)、2)の各システムは、

		距離 (km)
1) ナカンバラからルサカ	鉄 道	96
ルサカからプラントサイト	道 路	2
2) ナカンバラからプラントサイト	道 路	132

と表わすことができる。

#### (4) 消石灰

消石灰は、ルサカ市より8km離れた、市郊外の Crush Stone Sales Ltd. で生産、製品化されている。この製品は、袋詰め (1袋: 25kg) されており、積降し作業は比較的容易である。輸送手段は、道路に頼らざるを得ないので、当原料の輸送は、トラック類の車両で行うことになる。

#### 6.2.3 コンロの場合

コンロ製造用の原料粘土類は、現地調査で、次の3ヶ所より入手することが可能であることがわかった。

1) ネガネガ	粘 土	ルサカ市より33km
2) カシシ	粘 土	” 12km

### 3) ベンタ及びチャンババレー 粘土 …… ルサカ市内

これらの地点からの原料輸送は、道路輸送に頼らざるを得ない。これは、粘土産地の位置から見て明らかである。

以上、各輸送システムを想定したが、積み込み、荷降し作業、横持運搬作業に、重機車両や、ベルトコンベアなどの運搬施設を用いることは、原料の使用量が少ないことから見て、とても経済的とは考えられない。従って、調査の対象から外すことにする。

## 6.3 輸送コスト算定のための前提条件

鉄道（ロープウェイを含む）または道路による、豆炭およびコンロの各原料輸送コストの算定に必要な前提条件を以下に述べる。

### 6.3.1 輸送コストの定義

通常、鉄道や道路等の輸送原価は、先に述べた、広義の輸送システムを考慮に入れ設定したものではなく、あくまで物品の輸送部分に対するものである。しかし、本調査では、広義の輸送システムに対するコストを、輸送コストとするので、原価については、次の3つのコストについて設定する。

- 1) 積み込み、荷降し作業に関するコスト
- 2) 横持運搬コスト
- 3) 輸送コスト

コスト算定に当たっては、1986年2/3月を基準とする。

### 6.3.2 輸送原価

前述の如く、各原料の輸送システムは、豆炭に関しては、8システム、コンロに関しては、1システムを想定した。この各々について、コストも算定できる。Table 6-3-1に各システムのコスト構成を示す。

表6-3-1 各システムのコスト構成

	(1)	(2)	(3)
	積み荷降しコスト	横持運搬コスト	輸送コスト
石炭スラリー 1)	●	●	●
2)	●	●	●
3)	●		●
モラシス 1)	●		●
2)	●		●
バガス 1)	●	●	●
2)	●		●
消石灰	●		●
粘土	●		●

(1) 積み、荷降し作業コスト

人力で作業する場合は、熟練労働者は雇用しない。従って、年間所得を 2,000 クロッチャ (K) とする。必要な機材は、NCSR より使用出来るものとする。

(2) 横持運搬コスト

この横持とは、マンバ内での運搬、あるいは鉄道輸送を考える時発生する運搬に分けられる。ここでは、ロープウェイによる運搬も横持運搬とする。

1) マンバ内

作業員	2,000K/人
運転手	5,000K/人
運搬具	
手押車、リヤカー等*	1,000K/台
ダンプトラック** (10トン積)	200,000K/台
燃料 (ディーゼル油)	1.88K/ℓ
ℓ当走行距離	5 km

2) 鉄道輸送時に発生する運搬

運転手	5,000K/人
運搬具	

ダンプトラック (10トン積)	200,000K/台
燃料 (ディーゼル油)	1.88K/ℓ
ℓ当走行距離	5 km

(\* 耐用年数3年、\*\* 耐用年数10年とする)

上記は、直営の場合であり、委託の場合は、現地最大の運送業者、Contract Haulage Limited (CH) 社が規定している固定費、変動費、人件費 (運転手1人含) の輸送コスト単価の、K 0.5/トン/kmを採用する。

### 3) ロープウェイ

M.C.L.の実績では、1984/1985はK4.76/トン、1985/1986は、K6.08/トンである。本調査では、K6.08/トンを使用する。

## (3) 輸送コスト

### 1) 鉄 道

本調査における鉄道輸送コスト算定の条件は、次のとおりとする。(ZR の Railway Tariff Book より)

1. ワゴン、タンクは借用する。
2. 積み込みは、石炭スラリーは ZR、モラシス、バガスはナカンバラ砂糖公社と協議するが、原則として、委託者が実施する。
3. 荷降しについても委託者が実施する。
4. ワゴンの重量測定は、ZR で実施する。
5. ワゴン、タンク車の積載量は、それぞれ40 t、11 tである。

これより、輸送コストの内訳は、次のとおりとなる。

#### 運 賃

1. ワゴン測定料金 ; K 10.00/ワゴン
2. 書類作成費 ; K 5.00/目的地までの走行
3. ワゴン借用費 ; K 10.00/ワゴン
4. タンク車 " ; K 13.40/タンク

①石炭スラリー輸送、②モラシスとバガス輸送が想定される区間の運賃は、次のとおりである。

マスク	—————→ルサカ	; K 52.50/トン
バトカ	—————→ルサカ	; K 39.90/トン
マサブカ	—————→ルサカ	; K 24.30/トン

### 2) 道 路

上記横持運搬コストの 2) と同じ要領とする。

## 6.4 輸送システムの提案と輸送コスト

### 6.4.1 輸送コストの算出

豆炭製造に必要な原料は、石炭スラリー、モラシス、バガス、消石灰の 4 種類であり、コンロ製造には粘土が必要である。従って、これらの原料の産地からパイロットプラント（ルサカ）までの輸送は、当然技術的・経済的に望ましいシステムが選定されなければならない。

以下に原料毎の輸送コストの算定手順、及び計算結果を示す。

#### (1) 石炭スラリー

##### (a) ケース I（ロープウェー、鉄道、道路）

マンバ内のスラリーポンドからロープウェーまでの輸送は、手押し車を用い人力で行う。本調査では 1 人の人夫が 1 台の手押し車を用いて、1 年間に 300 トンのスラリーを運搬でき、手押し車は 3 年で償却するものとする。これにより、スラリー T トンを輸送するのに必要な年間コストは、委託、直営の場合とも、以下の様にまとめられる。

・人件費	$T / 300 \times 2,000$ (K/年)	=6.67T (K/年)
・償却費	$T / 300 \times 1,000$ (K/台) $\div$ 3年	=1.11T (K/年)
合 計		7.78T (K/年)

ただし、直営で固定費を負担しない場合は、人件費のみの 6.67T (K/年) となる。

ロープウェーの輸送費は、全方式とも 6.08T (K/年) である。

マスクからルカサまでの 321km の鉄道輸送費は、全方式とも、以下の様にまとめられる。

・運 賃		=52.5T (K/年)
・ワゴン測定料	$T / 40 \times 10$ (K/両)	=0.25T (K/年)
・書類作成費 (24回 1年運行)	5 (K/回) $\times$ 24 (回/年)	=120 (K/年)

・ワゴン借用料	$T/40 \times 10$ (K/両)	$= 0.25T$ (K/年)
合計		$120 + 53T$ (K/年)

ルサカ駅からプラントサイトまでの2 km (往復4 km) の輸送を直営で行う場合の輸送費は、以下の様にまとめられる。

・ドライバー人件費		5,000 (K/年)
・人夫代	$2,000$ (K/人・年) $\times 2$ (人)	$= 4,000$ (K/年)
・メンテナンス費用		2,000 (K/年)
・償却費		20,000 (K/年)
・燃料代	$4$ (km) $\div 5$ (km/ℓ)	
	$\times 1.88$ (K/ℓ) $\times T/10 =$	$0.15$ (K/年)
合計		$31,000 + 0.15T$ (K/年)

ただし、固定費を負担しない場合は、償却費を除いた $11,000 + 0.15T$  (K/年)となる。

委託の場合は、以下の通りである。

・運賃	$0.5$ (K/km・トン) $\times T$ (トン) $\times 2$ (km)	$= 1.0T$ (K/年)
・人夫代	$2,000$ (K/人・年) $\times 2$ (人)	$= 4,000$ (K/年)
合計		$4,000 + T$ (K/年)

以上を総合すると、各方式によるマンバからプラントサイトまでの輸送費は、下記のとおりである。

・委託	$4,120 + 67.9T$ (K/年)
・直営 (固定費負担有)	$31,120 + 67.0T$ (K/年)
・直営 (固定費負担なし)	$11,120 + 65.9T$ (K/年)

(b) ケースII (道路・鉄道・道路)

マンバからバトカまでの88kmをトラックで、バトカからルサカまでの226kmを鉄道で、ルサカ駅からプラントサイトまでの2 kmをトラックで輸送するケースの輸送費は、上記ケースIと同様の算出基準に基づき、以下の様に計算される。ただし本ケースではマンバ→バトカ間のトラックと、ルサカ→プラントサイト間のトラックは別のトラックであり、スラリーの積降しに必要な人夫の総数は、5人とした。



・委託	10,120+85.4T (K/年)
・直営 (固定費負担有)	64,120+47.2T (K/年)
・直営 (固定費負担なし)	24,120+47.2T (K/年)

(c) ケースⅢ (道路)

マンバからプラントサイトまでの 352kmの輸送を1台のトラックと、5人の人夫を用いて行う場合の輸送費を以下に示す。

・委託	10,000+176 T (K/年)
・直営 (固定費負担有)	37,000+26.5T (K/年)
・直営 (固定費負担なし)	17,000+26.5T (K/年)

(2) バガス

バガスはモラシスと共にナカンバラ製糖工場より供給されるので、トラック輸送はモラシスと共に行われるのとする。また輸送量はバガス9に対し、モラシス1の比率であるので、固定費 (人件費等) の90%をバガス輸送費に計上するものとする。

(a) ケースⅠ (鉄道、道路)

上記条件にと石炭スラリーと同様の計算方法に基づき、本ケースの輸送費を以下の様に定める。

・委託	3,720+25.8T (K/年)
・直営 (固定費負担有)	28,020+24.9T (K/年)
・直営 (固定費負担なし)	10,020+24.9T (K/年)

(b) ケースⅡ (道路)

本ケースの輸送費を以下の様に定める。固定費の取り扱いは、ケースⅠと同じである。

・委託	7,200+61 T (K/年)
・直営 (固定費負担有)	27,900+8.93T (K/年)
・直営 (固定費負担なし)	9,900+8.93T (K/年)

(3) モラシス

モラシスの輸送費は、バガスに準じた計算方法で以下の如く設定される。ただし、固定費負担は10%とする。

(a) ケースⅠ (鉄道、道路)

・委託	520+26.5T (K/年)
-----	-----------------

・直 営 (固定費負担有)	3,220+25.5T (K/年)
・直 営 (固定費負担なし)	1,220+25.5T (K/年)
(b) ケースⅡ (道路)	
・委 託	800+61 T (K/年)
・直 営 (固定費負担有)	3,100+ T (K/年)
・直 営 (固定費負担なし)	1,100+ T (K/年)

#### (4) 消石灰/粘土

消石灰及び粘土は、必要量が少ないので、バガス/モラシスのトラックで輸送可能であり、人夫も同様である。それゆえ、固定費負担はゼロとする。消石灰の輸送距離は片道8km、粘土は片道7kmである。以下に輸送コストを示す。

(a) 消 石 灰	
・委 託	4 T (K/年)
・直 営	0.6 T (K/年)
(b) 粘 土	
・委 託	3.5 T (K/年)
・直 営	0.5 T (K/年)

#### 6.4.2 最適輸送方法の提案

豆炭及びコンロ製造の調査・分析によって年間豆炭生産量 1,000トン及びコンロ 4,000個に対する各原料の必要量すなわち輸送量は、次のような結果を得ている。

石炭スラリー	1,214トン/年
バ ガ ス	940
モ ラ シ ス	123
消 石 灰	28
粘 土	51

そこで、前述の算定式を基に各システムの年間輸送費をTable 6-4-1にまとめる。この結果、固定費(償却費)負担がなければ、NCSR がトラックを保有し、全ての原料をトラック輸送する年間輸送コストが最も安価である。

Table 6-4-1 Summary of Transportation Cost

	(Unit :K/year)		
	Contract	Own Fleet	Own Fleet *
Coal Slurry			
Case-1	86,551	112,458	91,123
Case-2	113,796	121,421	81,421
Case-3	223,664	69,171	49,171
Bagasse			
Case-1	27,972	51,426	33,426
Case-2	64,540	36,294	18,294
Molasses			
Case-1	3,780	6,357	4,357
Case-2	8,303	3,223	1,223
Slaked Lime	112	17	17
Clay	179	26	26

\* Excluding depreciation

#### 6.4.3 他の候補地における輸送コストの算出

前述の輸送スタディーは、パイロットプラントの立地はルサカであると仮定して計算した。ここで他の候補地にプラントを立地した場合の輸送費を計算する。ルサカに立地する場合の輸送コストは、NCSR がトラックを保有し、全行程トラック輸送する場合に最少となることが明らかとなった。この原則は他の候補地に立地する場合も成立するはずである。マンバ炭鉱及びナカンバラにプラントを立地する場合の原料及び製品の輸送コストを直営、固定費負担なし、全行程トラック輸送にて算出する。輸送コストの算出にあたっては、以下の条件を用い、特記なき条件はTable 6-4-1に準ずるものとし、算出結果をTable 6-4-2に記す。

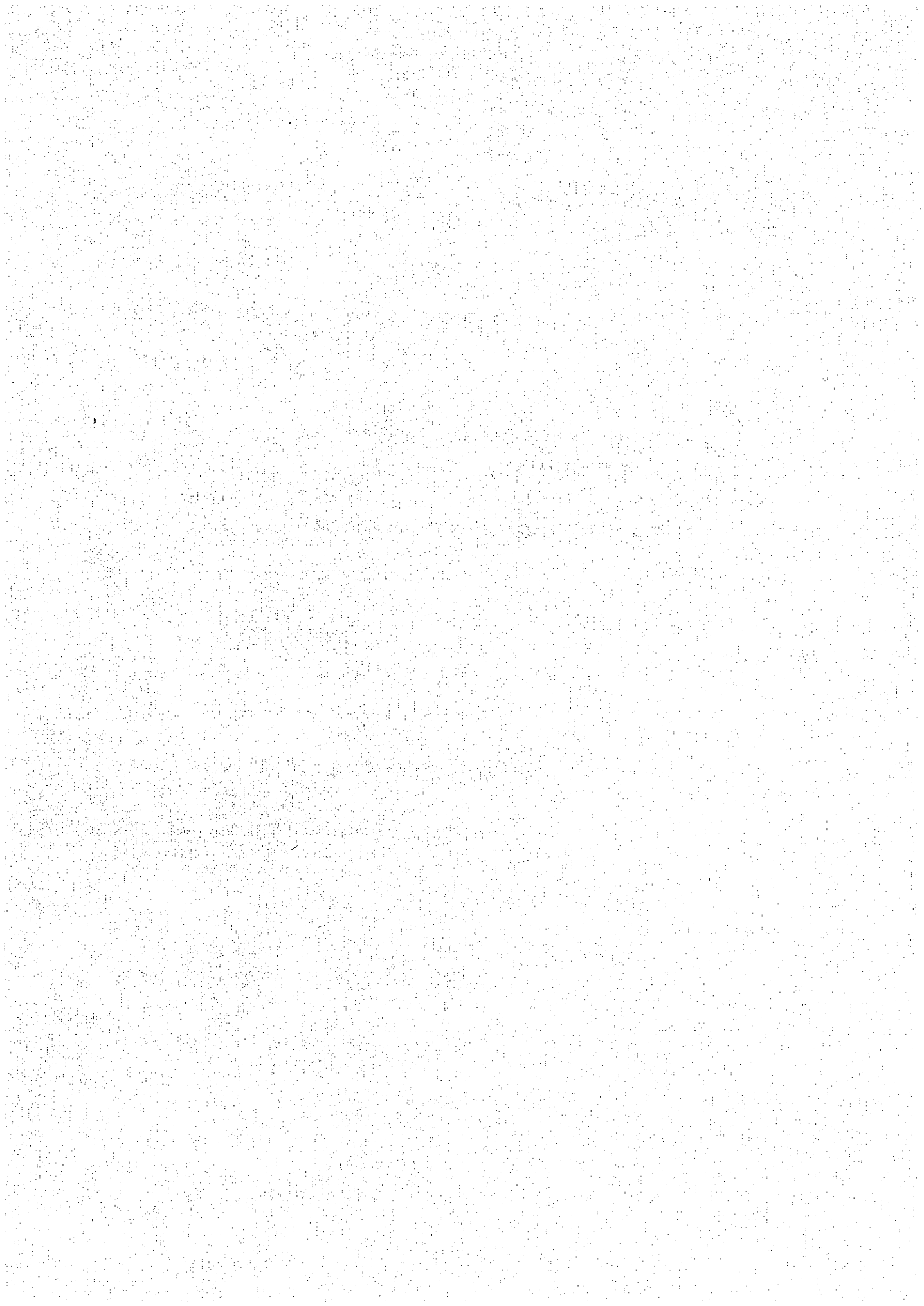
- ・マンバ立地の場合の石炭スラリーの輸送コストはゼロとする。
- ・ナカンバラ立地の場合のバガス/モラシスの輸送コストはゼロとする。
- ・消石灰、粘土は、マンバ及びナカンバラ近辺で入手可能、即ち、輸送コストはゼロとする。
- ・製品輸送は専用のトラックで行う。コンロの重量は豆炭に比して極めて少ないので、製品コンロの輸送費はゼロとする。

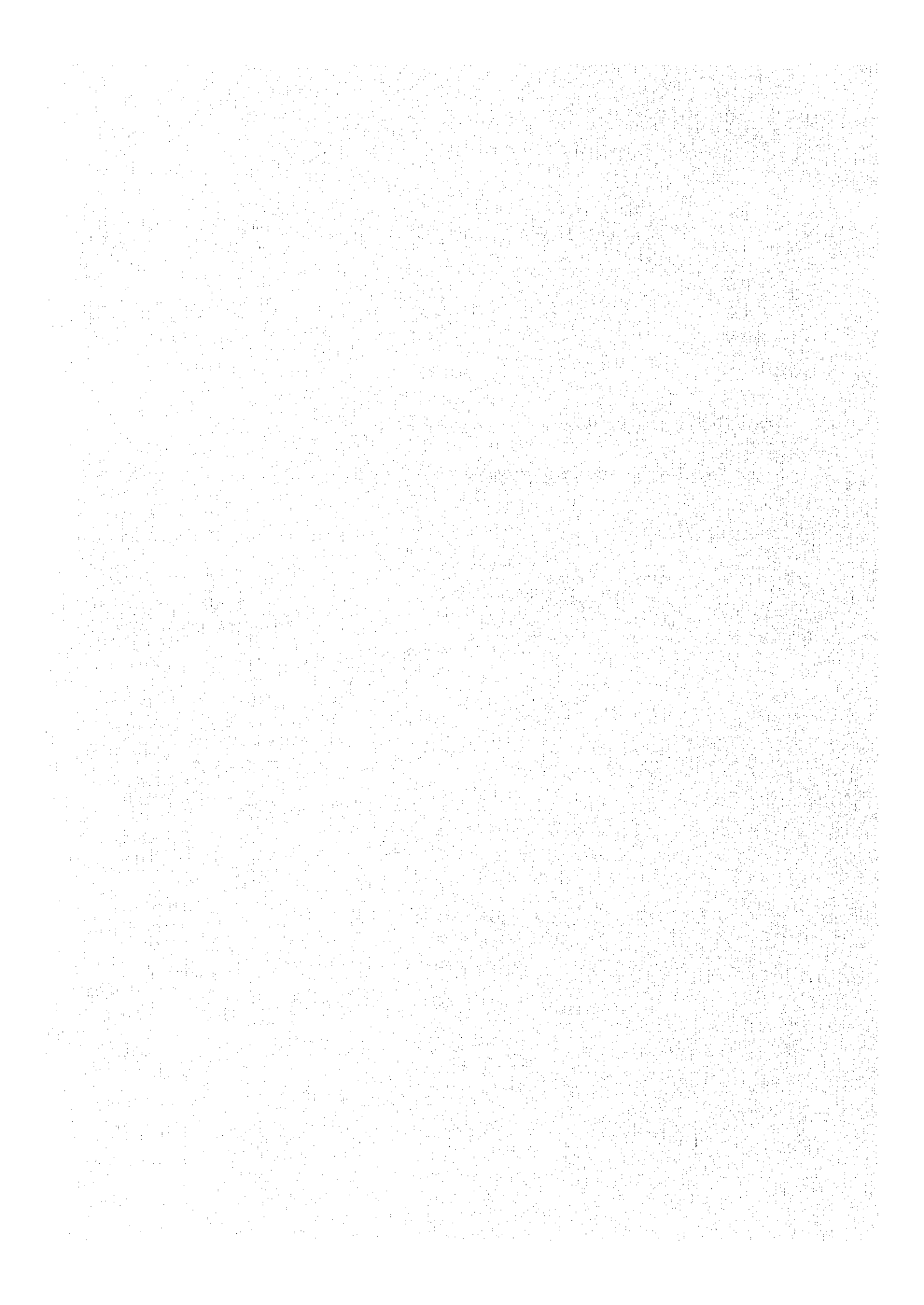
Table 6-4-2 Comparison of Transportation Cost

(Unit : Kwachas/year)

Plant Site	Lusaka	Nakambala	Maamba
Coal Slurry	49,171	31,031	0
Bagasse	18,294	0	23,906
Molasses	1,223	0	1,303
Product	0	20,926	37,470
Lime	17	0	0
Clay	26	0	0
Total	68,731	51,957	62,679

以上より輸送コストは、ナカンバラ立地の場合が最も安く、以下マンバ、ルサカの順となる。





## 第7章 インフラストラクチャー

豆炭開発にかかわりをもつインフラストラクチャーは、当国の一般的状況で広域にとらえ、次に直接に関連をもつ輸送ルートやプラントサイトについては、現地調査を通じて詳しく記述する。

### 7.1 インフラストラクチャーの一般概況

#### 7.1.1 運輸・通信

ザンビア共和国は内陸国であるため、対外的な運輸条件は、周辺諸国の政策に影響される。また、国内の運輸も、ほとんど、その幹線ルートに限られる。特にリビングストーンから首都ルサカを通り、銅ベルト地帯のそれぞれ地域を結ぶ回廊が、運輸の中心かつ通信の中心である。その運輸は、鉄道、道路、航空であり、以下に概況を示す。

##### (1) 鉄道

ザンビアの鉄道は、2つの異なる事業体により運営されている。一つは ZIMCOの子会社であるザンビア鉄道 (Zambia Railways Limited ; ZR) で、南部のジンバブエとの国境にあるビクトリアフォールズ橋から、中央北部の銅ベルトに至る幹線 848kmと、その支線 425kmの合計 1,273kmの路線である。もう一つは、タン

Table 7-1-1 Comparison between ZR and TAZARA

	ZR	TAZARA
延長 (km)	1,273	1,860
軌間 (mm)	1,067	1,067
旅客数 (千人)	1,748	975
貨物量 (千トン)	5,087	900
保有車両 機関車 (台)	84	102
貨車 (両)	6,316	2,149
客車 (両)	105	100

ザニア・ザンビア鉄道 ( Tanzania - Zambia railway Authority ; TAZARA ) で、ZR 路線の北部からタンザニアのダルエスサラーム港までの総延長 1,860kmの路線である。

ZRの施設 (インフラストラクチャー) は、旧ローデシア鉄道からの引き継ぎ部分も多く、全体に老朽している。これまで、世銀グループの3次にわたる融資を主体とした、外国等の経済援助を受けて、修復を行ってきたが、まだまだ十分でない。加えて、銅の国際市況の低迷による慢性的外貨不足のため、施設のメンテナンスに要するスペアパーツの入手が不十分となり、機関車をはじめ、各種設備・機器等の使用可能率ないし使用効率の改善向上が、ZRの当面の重要課題となっている。上記表の保有車両は、使用が困難なものも含み、運行可能なものは、機関車62%、貨車80%、客車70%程度となっている。TAZARAは、中国の全面的協力の下に、1970年着工され、1976年に営業運転を開始した比較的新しい鉄道で、ザンビア、タンザニア2か国の均等出費による合弁事業である。しかし機関車はパフォーマンスが悪く、エンジンの取替を順次実施している。貨車は損傷や故障で使用可能率は80%程度である。また、ZRとTAZARAは、貨物車に限り、相互乗り入れを行なっている。

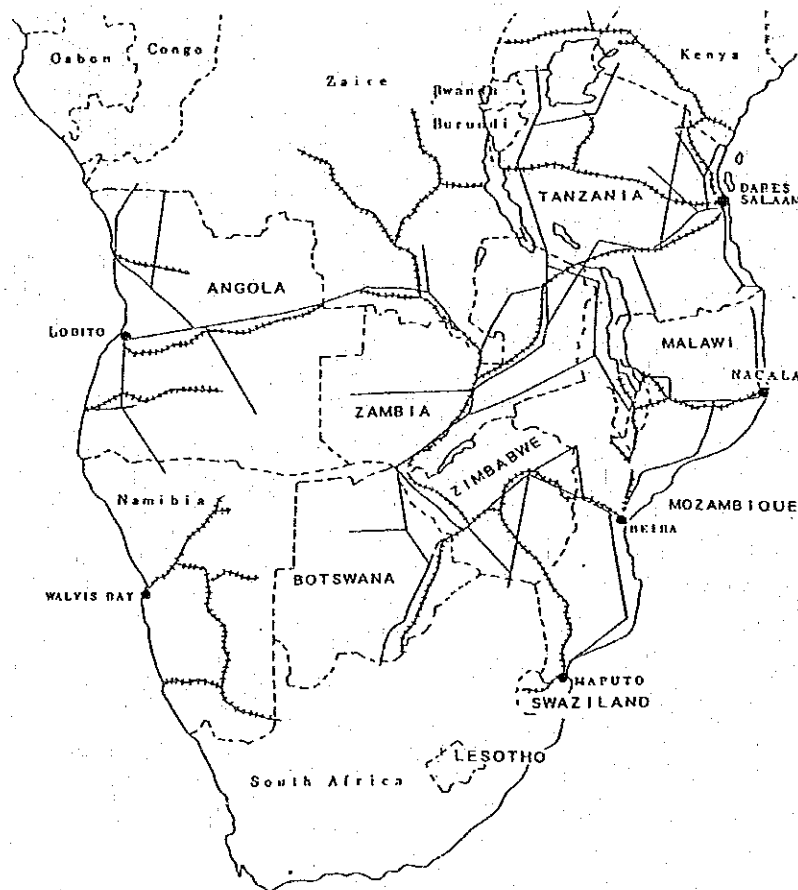


Figure 7-1-1 Railroad Map of Southern Africa



## (2) 道路

ザンビアの道路総延長は、37,000kmであり、公共事業所の道路局と地方州が管轄している。その現況は下表のとおりである。

Table 7-1-2 Type and Length of Road

	舗装道路	砂利道	土道等	計 (km)
主要幹線道路	2,894	46	172	3,112
幹線道路	1,991	1,840	216	4,047
郡路	698	6,806	16,258	23,762
地方道路	—	—	5,714	5,714
計 (km)	5,583	8,692	22,360	36,635

道路網は、首都ルサカより東西南北に伸びる4本の道路が、この国の骨格となり、特にコッパーベルト沿いの道路が、鉄道同様主軸である。また、ルサカ、キトエなどの主要都市内の幹線道路は、往復4車線以上の道路で形成されているところが多いが、郊外はほとんど往復2車線道路である。道路密度（道路延長・kmを国土面積・平方メートル、で割ったもの）は0.05であり、アフリカ諸国では平均値に近いが、舗装率が15%と低い。道路のネットワークは、国外貿易対象に整備されてきて、国内の地域開発への効果が考慮されてこなかった。そのため、近年、重要政策として推進中の農業生産の多様化に対して、生産物の安全な輸送という点で、大きな問題となってきている。即ち、地方での道路整備と輸送手段及び燃料不足等で困窮している状況である。

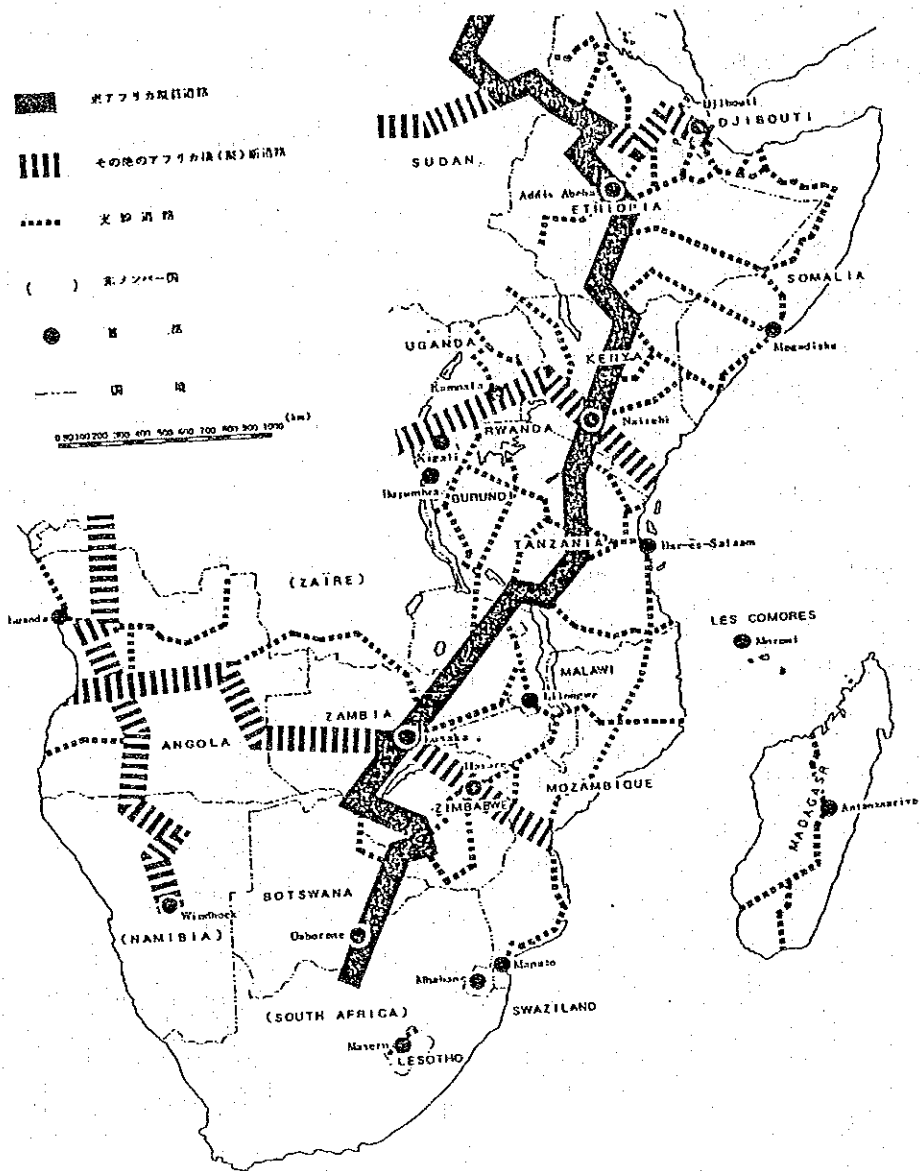


Figure 7-1-2 Trunk Road Networks of South and East Africa

### (3) 通信

通信は、衛星通信によって国内・外とも連絡が可能となり、ラジオは国営のザンビア・ブロードカースティング・サービス社が担当し英語の他7つの部族語で放送している。受信機は約20万台となっている。テレビは、テレビジョンサービスが英語で放映しており、他に教育テレビ局がある。受像機は約9万台であった。

電話回線は約8万、テレックス回線は約16,000である。特に電話は最近需要が多く、ルサカ市内では、非常につながりにくい状況にあり、また地方との通話は更に悪い状況にある。

### 7.1.2 電力

この国の電力事状は良く、世界一の人造湖であるカリバ湖、ビクトリアフォール、カフェリバーと自然の地形と水量に恵まれており、電力のほとんど(99%)がこれら

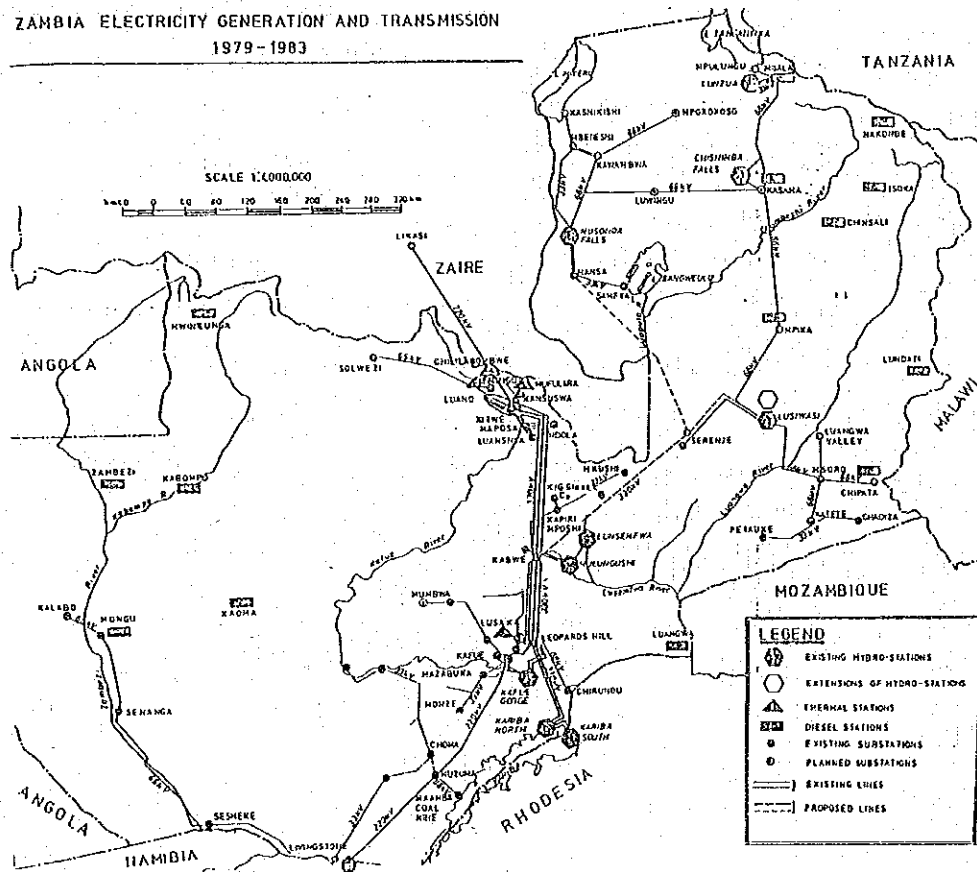


Figure 7-1-3 Zambia Electricity Generation and Transmission

を利用した水力発電で生産されている。また潜在発電力は 400万Kwであり、主として、は発電能力60万Kwの Kariba North Bank、90万Kwの Kafue Gorge、11万KwのVictoria Fall 等である。電力生産は約 100億Kwh で、その内約40%はジンバブエを主にザイール等に輸出している。

配電は都市部と幹線道路添いに設備されてきている。都市部での中・高級住宅の電化は完備されているが、その他については無電化の状況にあり、配電網の全国的ネットワーク強化と生活格差の是正が今後の課題である。

### 7.1.3 住 宅

#### (1) 人口分布と都市部への集中

ザンビアの人口は約 570万人で (1980年センサス)、人口密度は 7.5人/1平方キロである。又、都市部に住む人口は全人口の43%と非常に高く、アフリカ諸国の中で最も人口が都市部に集中している国の一つである。農村から都市地域への労働流出が続いており、特にコッパーベルトとルサカ地域に集中している。人口増加率については過去の1969年～1980年でみると、国全体では年率平均 3.1%、都市部では 6.7%である。ザンビアの人口分布と密度を以下の表に示す。

Table 7 - 1 - 3 Distribution and Density of Population (1980)

Province	Population (1,000)	%	Area km <sup>2</sup> (1,000)	Population Density per km <sup>2</sup>
Central	514	9.0	94	5.4
Copperbelt	1,249	22.0	31	39.9
Eastern	656	11.6	69	9.5
Luapula	613	7.3	51	8.2
Lusaka	694	12.2	22	31.7
Northern	678	11.9	148	4.6
North - Western	302	5.3	126	2.4
Southern	686	12.1	85	8.0
Western	488	8.6	126	3.0
Zambia Total	5,680	100.0	753	7.5

## (2) ルサカ市の住宅事情

ルサカ市の人口集中は深刻で、政府も住宅供給を、公共輸送整備とともに最緊急、優先サービス事業としている。今まで、この国では建築用木材が生産されにくく、鉄製材料と同様に輸入に依存していた。コンクリート材料やアスベスト製品は国内でまかなえるが、建築材料・製品の多くを輸入に依存している。住宅の供給は、一部の特権階級や外国人を除いて、一般的には事業主が雇員に住宅を提供するか、もしくは住宅手当てを出すことになっている。そしてアーバンエリアでの住宅のクラシフィケーションは、シティカウンスルによって計画や管理がされるものと、そうでないものに分かれる。前者は高級・中級・低級の3段階に分れ、いずれもサイトから住宅及び設備機器まで備わっている。その他にサイトとメインユーティリティーだけが備わったものと4つに分かれる。後者については、特に計画の無いサイトに、不法にシャンター（仮小屋）を建て、そのまま住みついているものである（スコーターエリア）。高級・中級は全体の約20%であり、これらは電気コンロが装備されている。従って残りの約80%が家庭燃料として、木炭や薪を使用している。

## 7.2 原料輸送ルートのインフラストラクチャー

豆炭及びコンロの原料産地は、粉炭のマンバ、バガスとモラセスのナカンバラ、粘土のルサカ地区とネガネガである。一方、プラント候補地としてマンバ、ナカンバラ、ルサカがある。これらを結ぶ輸送ルートは350km以上にわたり、輸送手段は鉄道（ロープウェイを含む）か道路となるが、両者の併用も考えられる。この輸送ルートは、輸送手段の違いの他に、道路の状況やそれに架る橋等の状況が違ふこと、代替ルートの選択、輸送手段の中途変更等を考えると9区間に分けることが出来る。これらそれぞれのインフラストラクチャーを以下に述べる。

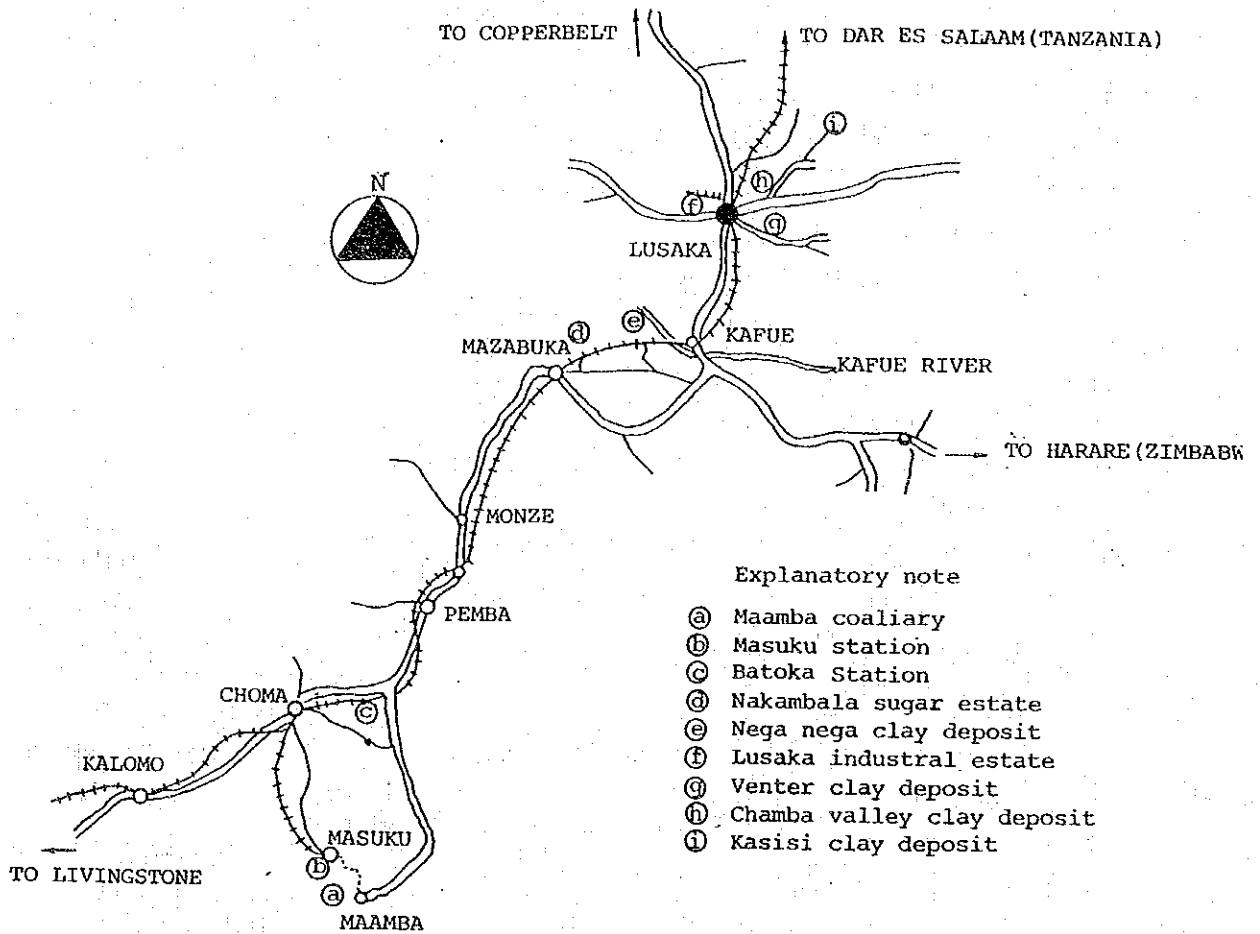


Figure 7-2-1 Material Production Site and Transportation Routes

### 7.2.1 マンバ・バトカ間

区間距離66kmの幹線道路で、巾員は舗装部が7mで、全体としては約12m程度であるが、側溝やガードレールの設備が不十分である。舗装は薄く、ところどころに穴ボコもあり、必要に応じ補修が行なわれる。この間に橋は4か所あり、すべてコンクリート橋である。これらの橋はアバットも剛健であり、B.S (ブリティッシュスタンダー

ド)で設計されているので、問題はない。但し中間点付近で道路が低湿地を2ヶ所で横ぎっている。1か所は大型ドレネッジが石積みで作られていて、構造的に不安があるが、現状では支障がない。もう1か所は冠水跡がみられ、約100m間舗装が壊れている。雨期には水溜りを車を走行することもあるが通行は可能である。

#### 7.2.2 マンバ・マスク間

マンバ近くに、ZRのチョマから引き込み線があり、その終点が石炭積み出しを主としたマスク駅である。マンバ炭鉱とマスク駅間はロープウェイが設置され、その長さは11.7kmである。また、それに添ってメンテナンス用道路が28km、巾員3.5mで敷設されているが、この道路は山道で勾配やカーブがきつく、且つ未舗装である。輸送路としてこの道を使うことは、現状では難かしい。石炭スラリーを道路で運搬する場合は、当然ながら、ロープウェイを使用することになる。これは、スラリーポンドからベルトコンベアー、ロープウェイ、ベルトコンベアーを使い、自動的に貨車積みを行うことができる。この場合、ロープウェイのバケットが、石炭と違って硫黄分を多く含むコールスラリーで腐食が促進され、寿命が短縮される不安がある。

#### 7.2.3 マスク・バトカ間

この間は鉄道で95km、フィーダー道路が89kmである。鉄道は定期的にマクスから1日2列車が運行していて、その他に、臨時列車の運行もある。途中、インフラストラクチャーは支障なく、冠水か所もない。一方道路は未舗装で、通行部巾員6m(一部山岳地で3.5m)である。この道路はマスク駅から石炭輸送に使われたこともあり、通行は可能である。しかし途中の道路状況は悪く、あまり有効なルートとは言えない。またバトカには鉄道の貨物駅があり、ここでの輸送手段の変更は可能である。

#### 7.2.4 バトカ・マザブカ間

この間は鉄道・道路とも幹線上にあり、雨期における冠水もなく、3か所の小さいコンクリート橋も支障はない。道路は舗装部が7mであり、両側はブッシュが茂って、メンテナンスは必ずしも十分ではないが、道路用地は十分に確保されている。道路の舗装断面構成は、一般幹線道路では、サブベースコース、ベースコース、サーフェイスと3層で構成される。しかしながらこの幹線はベースコースの砂利が少なく道路が壊れ易い状況にある。一方この間の周辺は農牧地がほとんどで、マザブカ周辺は大型

農場（サトーキビ畑、トーマロコシ畑）がつづく。従ってマザブカの貨物駅は農産物の積み込みが主で、そのための倉庫もみられる。ナカンバラ砂糖公社サイトは、この駅に隣接する。

#### 7.2.5 マザブカ・カフェ間

この間は、全般に小高い地形の丘陵地帯で、周辺は雑木が茂り、木炭はこの周辺で多く産する。道路の状況はバトカ、マザブカ間と同様であるが、丘陵地帯にあるため、カーブや登り降りの道がつづく。小さな橋も三ヶ所あるが支障はない。

#### 7.2.6 ネガネガ採粘土場・カフェ間

ネガネガの採粘土場へのルートは、マザブカ、カフェ間幹線道路の途中、カフェから12kmの地点でフィーダー道路に入る。このフィーダー道路を20km、更に田舎道1kmで採粘土場に到る。フィーダー道路は巾員6mで未舗装、凹凸の表面が目立つが、通行に大きな支障とはならない。田舎道への入口に大きなレンガ工場跡があり、ここからは道がブッシュで隠れ、ジープしか通行できない。

#### 7.2.7 カフェ・ルサカ間

カフェでは幹線がジンバブエ方向とマザブカ方向に2つに分かれる。従ってこの間は交通量も増す。区間44km、舗装巾員7mの2車線でルサカ地区に入って4車線になるが、道路は良好に保たれている。カフェには大きな肥料工場があり、途中にはチランガセメント工場の他二、三の大きな工場が点在し、ルサカ地区に入ってから工場が多くなる。この間はルサカへの給水、ルサカ・コッパーベルトへの電力配給と給電・給水のメインラインが道路と平行して走っている。

#### 7.2.8 カシシ採粘土場・NCSR間

カシシ採粘土場はNCSRから国際空港へ向かって4km地点から左折し、フィーダー道路を5km、更に田舎道を3km入った所に位置する。ここはルサカ市外になるが、バスも運行している。フィーダー道路は未舗装だが、良く維持管理されて良好である。田舎道はジープやランドローバーしか入れない。途中小川があり雨期は通行が難かしく、そこから徒歩になる。



Table 7-2-1 Infrastructure related to Transportation

	Route & Distance (km)	Availability Width (m)	Condition of Surface	Condition of Bridge	Flooded Place	Maintenance	Route & Distance (km)	Available Station	Available Stockyard
1. Maamba-Batoka	66	Yes 7	Paved good	4 (concrete)	1 35 km from Maamba	Soil sand filling	-	-	-
2. Maamba-Masuku	28	Yes 3.5	Not paved Bad	0	2	Cutting & filling	11.7 (ropeway)	Yes	Open air
3. Masuku-Batoka	89	Yes 6	Not paved Not good	3 Not good	2	Soil filling	95	Yes	Open air
4. Batoka-Mazabuka	128	Yes 7	Paved Good	3 Good	0	Soil & sand filling	130	-	Warehouse
5. Mazabuka-Kafue	81	Yes 7	Paved Good	3	0	ditto	48	Yes	Open air
6. Kafue-Tusaka	44	Yes 7	Paved Good	1 (steel truss) Good	0	complete	48	Yes	Open air
7. Neganega Clay Depo.-Kafue	rural 1 connect 20 main 12	No Yes Yes	Bush Not paved Paved	0 1 Not good	1	Soil filling	0	Yes	Open air
8. Kasisi Clay Depo.-NCSR	rural 3 connect 5 main 4	No Yes Yes	Bush Not paved Paved	0	-	No soil filling complete	-	-	-
9. Venter & Chamba Valley clay Depo.	in the city	Yes 7	Paved Good	0	0	complete	-	-	-

### 7.2.9 ベンダ及びチャンバ・バレイ採粘土場・NCSR間

ベンダ採粘土場はNCSR間から約2km、チャンバ・バレイも約6kmと近くにあり、両方とも市内に位置する。これらは現在、レンガ工場を隣接して持ち、粘土の量も十分にある。以上原料輸送ルートに関するインフラストラクチャー調査結果をTable 7-2-1に示す。

### 7.3 豆炭消費地の現況（ルサカ市）

豆炭の需要が最も大きいと思われるのは、都市部の賃金生活者で、且つ電気ストーブを料理や暖房に使えない階層が対象となる。これらの階層は主として木炭を家庭燃料に使用している。そして、豆炭がこれに代替する家庭燃料として、彼等の生活スタイルにいかにか受け入れられるかを検討する必要がある。従って、これらの階層の住宅地のインフラストラクチャー、環境、住宅構造等々の実態を以下に述べ、豆炭の受け入れに対する判断の一つとする。

#### 7.3.1 土地利用とコンパウンド

ルサカアーバンエリアは人口約60万人で、51のタウンシップ（教区）に分割されている。土地利用状況は、市の西部にあるカイロ道路を中心とし、その周辺の商業地区、これに隣接した北西部が工業地区、一方市の中心部のカテドラルヒル地区が行政の中心としてまとまっていて、その他は住宅地とされている。市全体は上記2地区を中心に、インフラネットワークが構成されてきたが、全体に広々と良く整備されている。人口密度も未だ少なく、人口密度が高くて混み入った住宅地は一つのコンパウンド（構内）としてまとまっており、市全体は閑静な美しい町である。人口密度が70人/haを越して、ローコスト住宅やバラック屋（シャンティー）が多いコンパウンドは、市の北西部地区、南西部のチャワマ地区周辺、西部のカリングガリング地区等である。特に北西部地区のチャイサ、マラボティ、マンデブ、リランダは人口密度が120人/ha以上の人口密集地である。

一般にコンパウンドは、シティカウンスルが計画・設計・建設を行い、且つ入居後の維持管理・料金徴収も行って、コンパウンド全体をコントロールしている。従って、コンパウンドの一角には、市の出張所を設置しているのが通常である。対象コンパウンドは、敷地全体のインフラストラクチャーを整備し、住宅までを用意して賃貸もしくは売却するローコスト住宅があり、その他に敷地区画やインフラストラクチャー

を整備して、建物は個人の負担で建設するタイプがある。この国の土地制度は99年リース型式である。

### 7.3.2 対象コンパウンドのインフラストラクチャー

コンパウンドは、小さいもので構内面積2ヘクタール、大きいもので10ヘクタールと一つのまとまりをもち開発されている。構内は全体でクローズドされていて、不十分ながらも構内のインフラは整備されていて、その維持管理も行われている。但し、その整備内容は一般に低く、以下に順を追って説明を加える。

#### (1) 構内道路

広い構内はメイン道路が一周して、巾も約6mと広くとられているが未舗装である。この他は、全て住宅寄りつき道路が縦横して住宅の区画が整然としている場合と、寄りつき道路が不明確で未整備の場合とがある。そしてメイン道路外は自動車は通行せず、メイン道路も、通行は極めて少ない為、雨期に道路面が不快である事を除けば支障はない。

#### (2) 給電

ルサカ市内の給電事情は良く、又住宅の電化状況は7.1.3の(2)で記述したとおりである。しかしながら、対象となるコンパウンドは、照明も含めて未だ住宅設備の電化がなされていないため、部分的な給電となっている。即ち、メイン道路までは配線されているが、その先の各住宅ブロックや各住戸への引き込みは、各戸の負担が大きい為か、ほとんど未整備の状況である。

#### (3) 給水

市の水道はカフェから送水されている。しかしながら、ポンプの故障や浄水設備が十分でなく、井戸水を併用していることが多い。

コンパウンド内では、共同水呑み場が数か所設備されていて、その水道栓からバケツで水を各戸に運んでいるのが通常であり、各戸の厨房まで配管されるまでには到っていない。

#### (4) 排水、汚水

雨水排水は道路網にそって素掘りで行われている。その他の雑排水は部分的に処理されている。便所は共同便所が設置されていたり、各戸で簡易な小屋を建てたものがあったりする。どちらの場合も型式は竖穴式か浸透式で、古くなると移動するタイプである。

#### 7.3.3 対象コンパウンドの環境

市が供給するローコスト住宅コンパウンドは、標準として、一住戸の敷地面積は 275 m<sup>2</sup>、住宅面積は 66 m<sup>2</sup>であり、土地利用配分は以下の表に示すとおりである。

Table 7-3-1 Division of Plot Area according to various uses

Use	Area (m <sup>2</sup> )	Area as (%) of Plot
Gardening and storage	165	60
Outdoor living	22	8
Outdoor housework and hobbies	22	8
House (Interior)	66	24
Total	275	100

一方、スクーターセトルメントで占めるコンパウンドは、この標準には満たない低水準の状況であるが、相方共に空地率（敷地面積/建物面積）は比較的高い環境が維持されている。更にこの空地は野菜畑に利用され、庭先に小屋を建てニワトリを飼育したりして生活の足しにしている。全般的に、住宅の質及びインフラの整備こそ貧弱であるが、このような生活環境は現状では彼等に合っている。問題点としては将来に向けての住宅のグレードアップとインフラの整備強化であり、既に衛生面や保安面で支障がある。

#### 7.3.4 住宅構造

一般に住宅は、まず、オーナーの要求スペースがあり、次にオーナーや建設者の資金力・建設技術・材料調達のかかわりの中で決定される。ルサカ市での一般大衆住宅

の発展を住宅プランで示すとFigure 7-3-1となる。

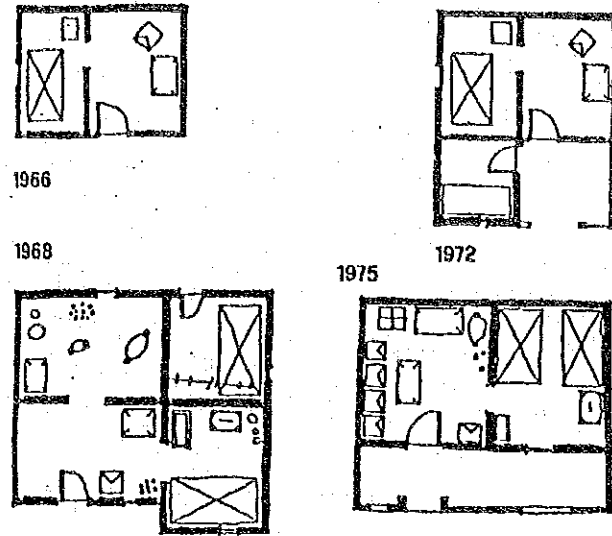
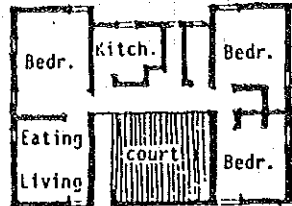
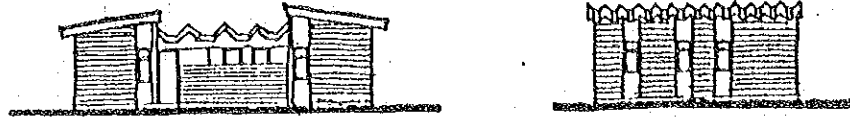


Figure 7-3-1 Development of House

対象コンパウンドにおける住戸のプランは、大体このようなものが多く、大きさは住人の資金力によってまちまちである。市が供給するローコスト住宅の標準プランの代表例を Figure 7-3-2 に示す。これは高いレベルに属する。住宅の構造はコンクリートブロックやレンガを使用した組積構造で屋根は鉄板やスレート板葺きが主である。床は土とセメントを混ぜ、周囲から高くして突き固めたものであり、開口部は板窓や板ドアで、スチールやアルミを使ったものは輸入品となるために高価となる。



Low-Cost-House Type 302

Plinth area = 63,0 sq.m.  
Largest house type for junior  
civil servants

Figure 7 - 3 - 2 Typical Plan of Low-Cost-House

このような住宅構造の中で、調理や暖房を行う燃料となっているのが木炭であり、調理場は屋内の台所が土間、もしくは下図のようなコート部で行われる。木炭の代替燃料として豆炭が使われる場合、豆炭か生じる煙や臭気が木炭と大きく変わらない限り、このような住宅構造の中で豆炭を使用することに支障はない。

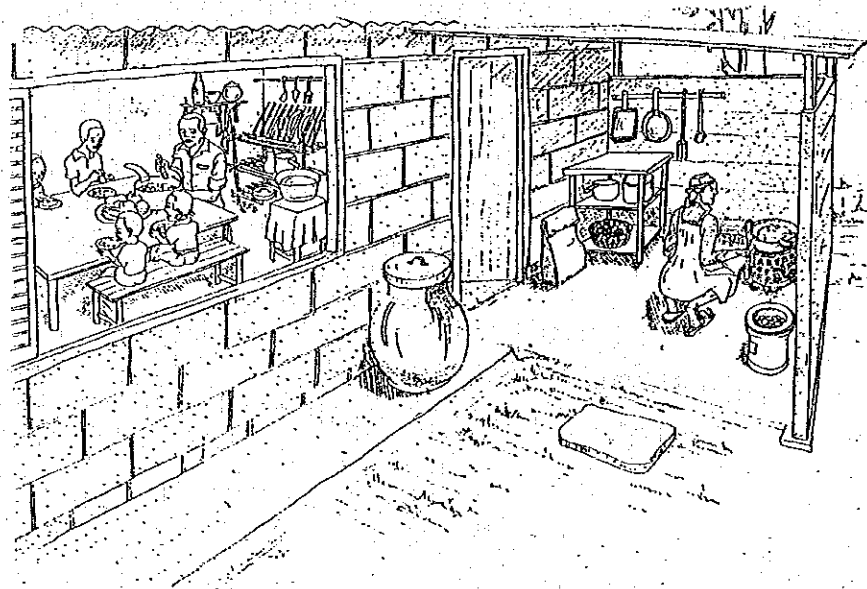
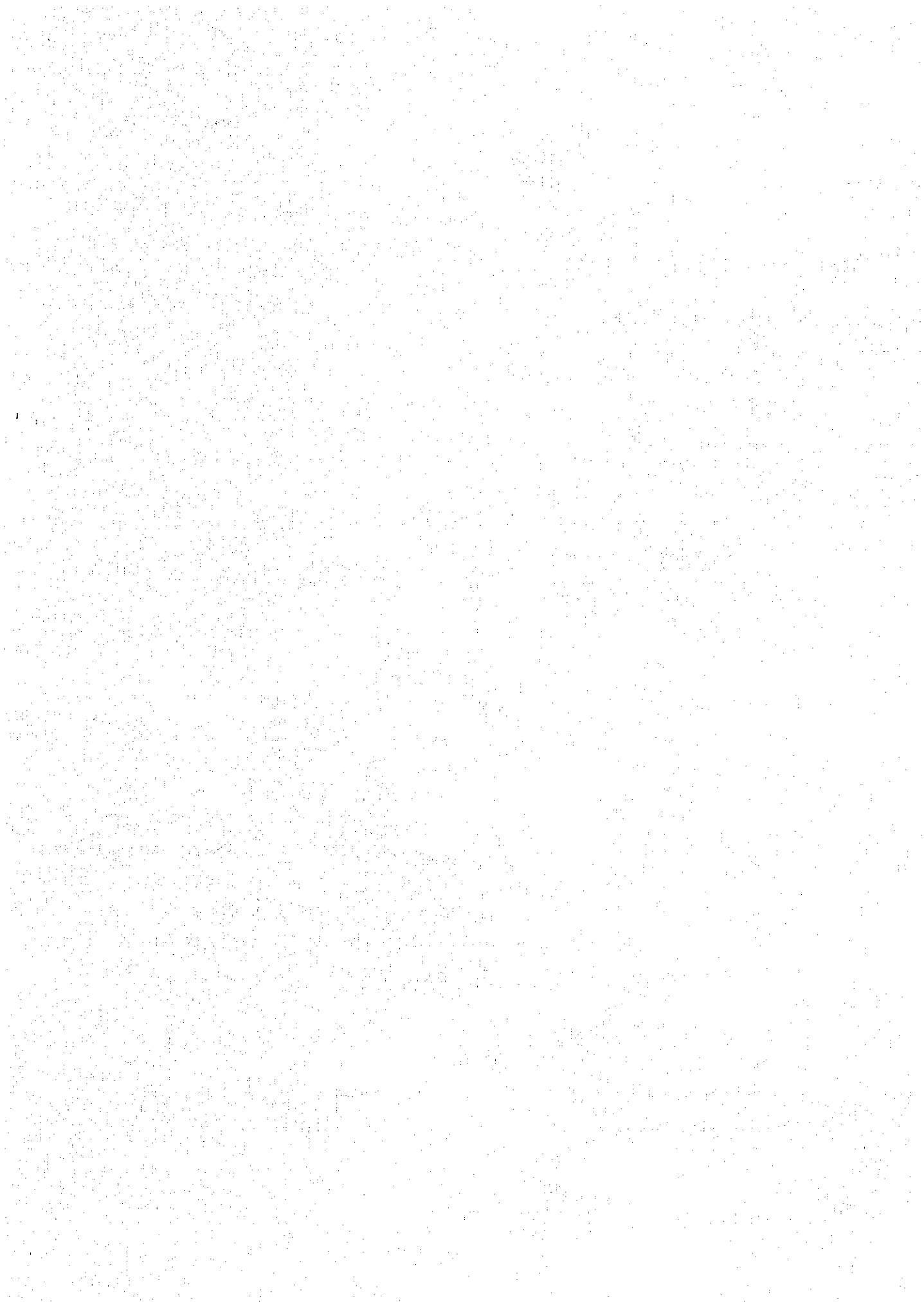
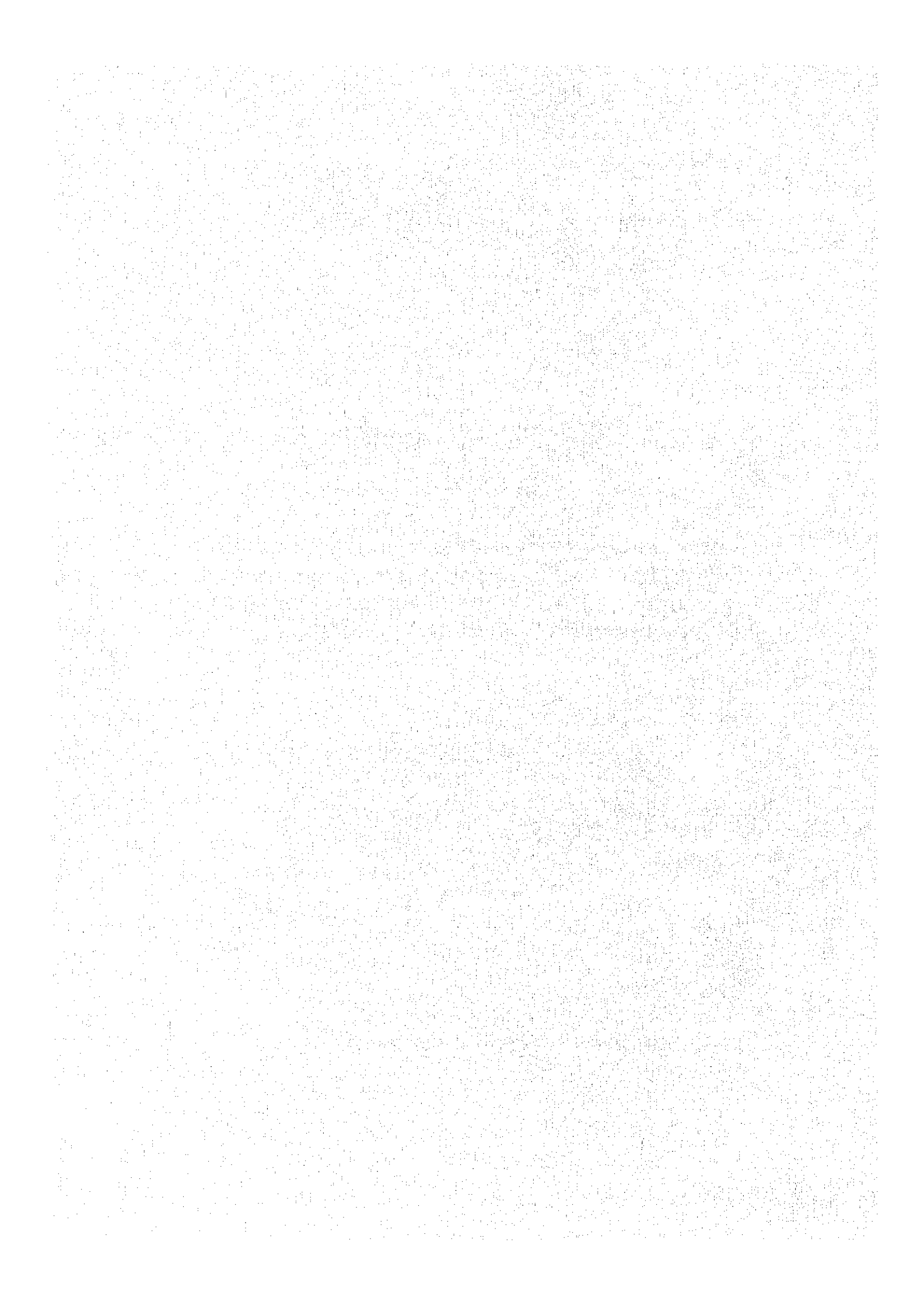


Figure 7 - 3 - 3 Picture of Cooking Style







## 第8章 プラントサイト

プラントサイト候補地は、原材料産地、消費地、輸送条件、エネルギー事情、水源、労働力、自然条件等によって地域として大別される。ここでは、原料産地としてのマンバ、ナカンバラの候補地、消費地としてのルサカが候補地となる。次に、地域別候補地の中で、実際にいくつかの可能性をもつ候補地があるが、これらは、プラント用地として適当な広さをもつ用地が確保可能であること（パイロットプラント規模としては敷地面積が一万平方メートルから二万平方メートル）、周辺土地利用と合って工場の建設に問題がないこと、更には以下に記述される、諸々の工場立地前提条件をおおむね満足することによって候補になり得る。マンバでは、MCL (Maamba Colliery Limited) サイト内とマスクステーション隣接地がある。ナカンバラではナカンバラ砂糖工場の隣接地とネガネガにある粘土の採取場に隣接したレンガ工場の跡地がある。そしてルサカには、工業団地の西側の奥に隣接した用地、ナムヌンガ南部の工業団地内の用地、更には、NCSR の用地内東南部の用地がある。以上の7か所について、現地調査を基に記述する。

### 8.1 立地前提条件

豆炭プラントの候補地を抽出し、評価・選定をするに当たっては、以下の前提条件がその基となる。

- 1) プラントの種類と内容
- 2) プラントの生産規模とサイトの大きさ
- 3) 原材料産地と製品消費地
- 4) 輸送ルートとその手段
- 5) 運営実施体
- 6) 気象条件、地理的条件、他の自然条件
- 7) 工場建設条件

これ等について、具体的に順を追って記す。

#### 8.1.1 プラントの種類と内容

本プラントは化学工業の部に属し、石炭製品製造業に類別される。即ち石炭を原料として凝結成型して豆炭を製造する事業所である。これは、石油精製業、パルプ製造、

化学肥料、プラスチック、製鉄業等と業種区分を異にし、これ等に比較して、危険性や公害性は低いものである。また同時に、本プロジェクトはコンロ製造も行うが、これは窯業に類別され、豆炭と同じ業種区分である。

### 8.1.2 プラントの生産規模とサイトの大きさ

生産規模は、第4章「市場と需要供給」で記述される需要や、他の条件から総合的に決められ、その規模は公称年間1,000トンと決定した。

サイトの大きさは、この生産規模を目標に計画される本体設備の内容、原材料及び製品のストック量、副次的プラント（汚水処理）の有無、附属諸施設（管理事務所、修理場、試験室、従業員サービス施設等）の充実、によって決定される。そしてこれ等については以下の前提とする。

- 1) 本体設備の内容は、そのほとんどが機械化された装置とする。但し、乾燥機は天日乾燥の代替案を考慮しておく。
- 2) 原材料のストック量は、輸送トラブルに対する安全をみて、2週間分とする。製品ストックも同様とする。但し粘土は、ウェザリングのため6か月分とする。
- 3) 副次的プラントは全て、同一サイト内に用意できることを前提とする。
- 4) 附属諸施設は当国の実状に合った充実を図る。

以上の前提から更に8.1.7「工場建設条件」で記載する敷地面積と、生産施設面積の比率等から概算すると、サイトの大きさは、最低で7,000㎡だが、配置計画の自由度を考慮すると約12,000㎡が適当な大きさである。また、周辺土地利用や環境を考慮に入れると、マンバ候補地とルサカのナムヌンガ候補地を除いた4か所の候補地は、サイト内でその周辺に環境施設（緑地もしくはその他のバッファゾーン施設）を設ける必要があり、サイトの広さは、2～3割増しになる。

一方、コンロの生産規模は、豆炭の生産規模に適応して考慮される。これは年間約4,000個である。コンロのプラントは豆炭プラントと同一サイトを前提とする。そしてサイトの大きさは、本件設備の施設が追加され、その他の施設は併用することとする。

### 8.1.3 原料産地と製品消費地

原材料産地はコールスラリーがマンバ、バガス・モラシスがナカンバラである。製品消費地は、ルサカ市が主要消費地である。ナカンバラ及びマンバ地域は、ナカンバ

ラは木炭が近くで産出すること、マンバでは木炭の他石炭クズも使用していること等から、対象消費地とは考えない。

#### 8.1.4 輸送ルートとその手段

既設の道路、鉄道、ロープウェイを利用できることで、寄りつき道路・鉄道引き込み線等のインフラの新設・改修の必要はない。但し、貨物用トラック、鉄道貨車、荷積用車等については購入・改修負担があると考ええる。

最終的な輸送ルートとその手段の選択は、6章、7章の調査結果の評価と、輸送費負担の低いもので選ばれることとなり、この結果に準ずることとする。

#### 8.1.5 運営実施体

豆炭生産事業所の運営実施体は、豆炭、コンロの両者ともパイロットプラントのスケールでは NCSR である。

#### 8.1.6 気象条件・地理的条件

マンバ、ナカンバラ、ルサカの三地域間は 120km～350kmと離れた地域であり、標高は 1,000m～1,300m、年平均最高気温26.6℃～28.5℃、年平均最低気温10.9℃～14.1℃、年間降雨量 777mm～831mm、である。

当国は雨期と乾期に分かれた気象を示し、雨期は11月～3月である。気温が低くなるのは6月～7月で、月平均の最低気温は4℃前後（マンバは0℃前後となる）。風はルサカが他の2地域に比べて強い。

サイトの地形は平坦地とし、大規模な造成工事の必要がないことが望ましい。プラントの動力は電力で、近くからとれることとし、工業用水についても同様であることが前提条件である。

#### 8.1.7 工場建設条件

- 1) サイトの取得は、全ての候補地で可能である。しかしナムヌンガの用地は、隣接地やその周辺で既に建設が始まっており、現在は本プロジェクトサイトとして適当な区画（平均 1,800㎡）の5区画が残っている。

- 2) 工場建設に当って、環境基準や設計基準は特別に施行されていないが、コンサルがそれなりの安全性等を検討し、その裏付けが必要となる。
- 3) 建設輸入資材は、国内ストックがなく、購入のための外貨制限があり、且つその手続き及び調査期間が長くかかり、資材供給状況は非常に悪い。特殊なものを除いた建築輸入材は、一般にジンバブエから入手するのが現状である。従って輸送距離上ルサカ、ナカンバラ、マンバの順に高くなる。
- 4) コントラクターはルサカやンドラに集中しているためナカンバラはやや建設費が割り高となり、マンバでは更に高くなる。

## 8.2 マンバ地域の候補地

マンバ地域では、炭鉱内候補地（MCLサイトと仮称）、及びロープウェイの頂上駅と且つマスク鉄道駅の接続地点にあるサイト候補地（マスクサイト仮称）がある。この二つのサイトはMCLの用地内であるが、マスクは炭鉱から約12km離れた SHIPPING とストックヤードのために利用されている。MCL サイトとマスクサイトは多くの点で性格が異なる。

### 8.2.1 MCL サイト候補地

#### (1) 現況

##### (a) 周辺土地利用とサイトの位置

大きな谷合いが採炭場で、その周辺一帯が炭鉱に利用されている。北側の一角が選炭プラントを中心に出荷、修理、管理等の諸施設及び給電、給水のステーションが配置されている。（Figure 8-2-1参照）プラントサイトは、この一角の中に十二分の空地があり、自由に選べるが、スラリーポンドの近辺が適当である。

##### (b) 地形・地質

周辺一帯は、なだからな山岳地帯であり、サイト候補地周辺は平坦に整備されている。地質は良好で、地耐力も20 t/m<sup>2</sup>近くあるものと測定される。



Figure 8-2-1 Maamba MCL Site

## (2) 整地及び寄りつき道路

サイト候補地は既に整地されており、寄りつき道路の敷地も自由である。従って、設計図に合った仕上げ工事を行なう事で済む。

## (3) 水、電気、排水

サイト候補地から約 200m地点に、パワーサブステーションがあり、十分な電力が用意されている。また約 350m地点に貯水タンクがあり、この水はカリバ湖から送られてきている。選炭プラントと同様に、この水を工業用水として使用することになり、給水容量も十分にある。排水は約 200mの近くにカジンゼ水路があり、セッティングポイントと同様に、この水路を利用できる。この排水路は 3 km下ってカジンゼ川に合流する。そして、この川はカリバ湖に流れ込むが、カリバ湖沿岸は漁業が行われているため、カジンゼ川の水質汚染調査をおこなっている。明確な悪影響は今のところ不明である。

## 8.2.2 マスク候補地

### (1) 現況

#### (a) 周辺土地利用とサイトの位置

周辺土地利用は、これといってなされていない。MCL の住宅が数十世帯の他に小さな部落が点在する。サイトの位置は、MCL 用地内で、マスク駅の西側のやや平坦地がよい。

#### (b) 地形、地質

周辺は丘陵地帯であり、サイト候補地は平坦部と傾斜地が混在する場所となる。地質は MCL サイト候補地と同様である。

### (2) 整地及び寄りつき道路

整地工事は、平坦にする必要があるが、工事量は少なく、容易である。道路は現存する。

### (3) 水、電気、排水

工業用水の設備はなく、下の炭鉱からポンプアップすることになる。電気はこのステーションから給電できる。排水はあらたに計画することになり、排水路の放流先は約数百m下った小川までとする。

## 8.3 ナカンバラ地域の候補地

ナカンバラ地域では、ナカンバラ砂糖工場隣接地と、粘土採集地があるネガネガのレンガ工場跡地がある。

### 8.3.1 ナカンバラ候補地

#### (1) 現況

##### (a) 周辺土地利用とサイトの位置

ナカンバラ地域一帯は、カフエ川やその支流に近く、水利用に恵まれ、且つ広域に亘り平野であるために、農作物の産地である。主として、砂糖キビ畑とトウモロコシ畑である。サイト候補地の位置は、マザブカの市街地から約1kmで、ナカンバラ砂糖工場サイトの入口に到るが、その手前の隣接地とする。

##### (b) 地形・地質

地形は周辺全体に平坦であり、地質は腐植土であり、地下層は不明だが地耐力はやや弱く3 t/m程度と測定される。

#### (2) 整地及び寄りつき道路

整地は約30cmマウンドアップして、つき固める必要がある。寄りつき道路は既存道路を利用できる。

#### (3) 水・電気・排水

工業用水は、砂糖キビ工場サイト内に水路がゆきわたり、近くに水門がある。この水を利用する交渉は容易と考えられる。

電気は約 200m先のフィダー道路から引き込み可能である。

排水は、雨水排水はサイトに隣接して流出可能であるが、スラリー洗浄水は放流できず、排水処理が必要である。

### 8.3.2 ネガネガ候補地

#### (1) 現況

##### (a) 周辺土地利用とサイトの位置

地形は周辺一帯平坦で、農作地と未利用地（ブッシュ地帯）が占める。プラントサイト候補地は、レンガ工場の跡地で、粘土の採取場に隣接する。レンガ工場跡地は敷地が約5万㎡で建屋も約1万㎡の規模である。中の設備は、既に除去されているが、工場は鉄骨造で屋根はアスベスト板葺き、間口は44mと18mの連棟式で、長手方向156m、梁高も十分高い。建物は未だ古くなく、豆炭工場に十二分に利用出来るものである。これは INDECO が所有している。

##### (b) 地形・地質

地形は平坦だがやや起伏がある。土質は表土は山土で、下は粘土混りである。

#### (2) 整地・寄りつき道路

整地・寄りつき道路とも完備されている。

#### (3) 水・電気・排水

工業用水、電気ともレンガ工場のものを利用でき問題はない。排水は流出先不明だが地形、周辺環境から大きな問題はない。

### 8.4 ルサカ地域の候補地

ルサカ地域の候補地としては、ジョージタウンの南側で工業団地の隣接地、ナムヌンガの工業団地内、それに NCSR のサイト内がある。



#### 8.4.1 工業団地隣接地の候補地

##### (1) 現況

###### (a) 周辺土地利用とサイトの位置

北側隣接地はジョージタウンの住宅地、東側は700m離れて工業団地（その間は空地だが工場立地に適する）、その他の側も空地である。サイトの位置は Figure 8-4-1 で示す。

###### (b) 地形・地質

地形は平坦であるが、候補地はその隣接地を含め、各所で約1~2mの凹凸が目立ち、ずい所に大きな石灰岩が露出している。

##### (2) 整地・寄りつき道路

このサイトは全般に埋め立てを行ない、整地することとなる。しかしながら、整地後の工場建設において、基礎工事やピット工事、給排水管及び電气管の埋設工事が相当難かしいことになる。これは石灰岩層が地表に近く、しかも複雑に起伏しているからである。

寄りつき道路は、南側の道路から約100m引き込むよう新設することとなる。

##### (3) 水・電気・排水

工業用水は、約700m東側にある水道メイン管から取水する。メイン給水管は660mm径のスチール管である。流出先の排水管も、同様にこの道路下位置となり、これに接続される。電気は前面の道路（約100m）から取れる。

#### 8.4.2 ナムヌンガ候補地

##### (1) 現況

###### (a) 周辺土地利用とサイトの位置

周辺は全て、工業用地に利用されていて、サイトは工業団地内に位置する。西側の隣接地はザンビア鉄道の用地である。この候補地は、敷地面積約7,000m<sup>2</sup>で、その



Figure 8-4-1 Lusaka Industrial Complex

周辺隣接地は、人手にわたっているために、数千㎡程度このザンビア鉄道用地の借用を考慮する。この鉄道用地は、広い空地を所有し、サイト候補地側は未使用のままである。従って、この程度の面積は鉄道側にとって、小さい面積であり、借用の可能性は高い。また、この候補地の北側は、鉄道の引きこみ線となっていて、現在使用中である。周辺は南側の近い所を除き、大型の工場が立地している。

## (b) 地形・土質

周辺部及び候補地は、地形が平坦である。候補地は空地で、ブッシュや草が繁る。土質は、表層は土とシルトの混合物であり、下層部は石灰岩の層である。この層は表面には突出してなく、表層から2 m以上深いとのことであるが、正確なデータはない。地質書によると、この辺りの石灰層は、層の方向、傾きが一定しているため、先の候補地とは性格を異にしている。従って、大きな問題点はないと思われる。

## (2) 整地・寄りつき道路

サイト内の表面は、高低差約1 mの帯状の段差が数ヶ所見られ、未整地である。多少の盛土と整地工事は必要となる。寄りつき道路は団地内にあり、これに接している。従って新設の必要はない。

## (3) 水・電気・排水

水・電気・排水はこの工業団地内に計画されていて、既に工事も大半は完了しているため問題はない。

### 8.4.3 NCSR 候補地

#### (1) 現況

##### (a) 周辺土地利用とサイトの位置

この地区は、ルサカ市から外れたばかりの所で、土地利用は自由であるが、現状は、既に住宅建設が進んでいる。この辺から市内に向けてのグレートイースト道路（主要幹線道路）の両側は中・高級住宅地であり、周辺環境も良い。サイトの位置は、NCSRの用地が広大であり、この中の一部とする。そしてその位置はセラミック試験棟の南西部で、現在のネットフェンスの外側となる。

##### (b) 地形・地質

地形はゆるやかな起伏のある平坦地であり、全体的に北東部にゆっくりと下る。地質はシルトと土の混合で、下層は粘土質層である。

## (2) 整地・寄りつき道路

候補地は未整地で、ブッシュが繁る未利用地であり、整地工事が必要である。寄りつき道路は、現存の構内道路利用は好ましくないために、空地道路から別に新設（約400m）するか、もしくはグレートイースト道路から約2km引き込むかの2案がある。

## (3) 水・電気・排水

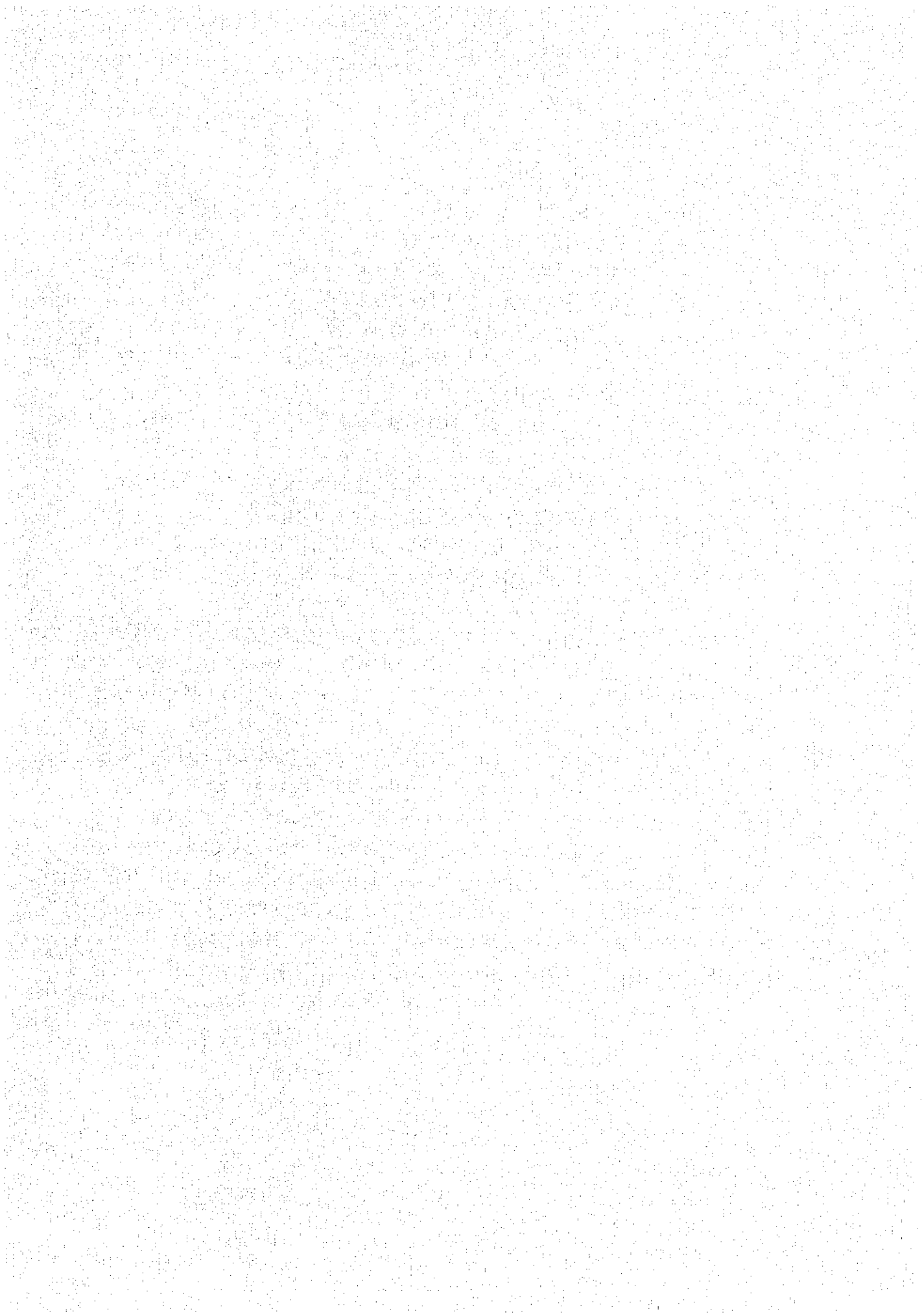
工業用水は、NCSR側からとれるが、水量が足りない。井戸を掘って補充することが必要となろう。

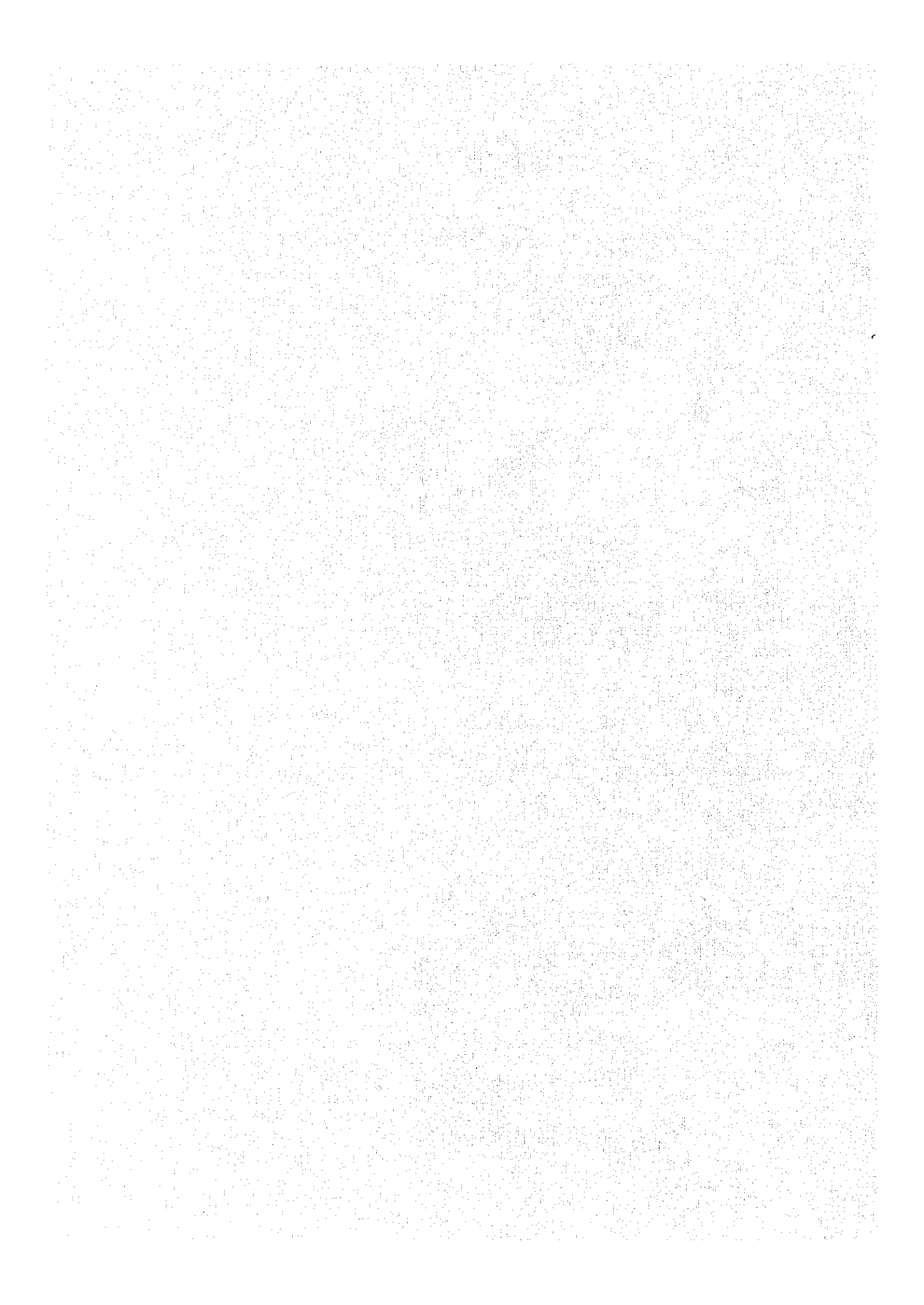
以上、各候補地の調査結果と評価は簡略化して表にまとめた。

Table 8-4-1 Plant Site Summary

Field survey for infrastructure & utilities related to the pilot plant location

Maamba	MCL Site	Existing Condition		Topography	Geology Surface	Underground	Site Preparation	Road Connection	Installation of Utilities			Land Acquisition	Communication With NCSR
		Land Use Surrounding	Relative Position						Water Supply	Electricity	Drainage & Sewage		
		Industrial or free	In the site	Flat & Hilly	Compacted	-	Good	Complete	Cheap	Cheap	Not Expensive	Possible	Bad
	Masuku	Industrial or free	Near rail-station	Sloped & Hilly	Soil		Not Good	50m	Expensive	Not Expensive	Expensive	Possible	Bad
	Naka-mbala	Agricultural	-	Swampy	-		Bad	-	Expensive	Expensive	Ditto	-	Bad
	Naka-mbala	Agricultural	-	Flat	Soil clay		Good	-	Expensive	Expensive	Ditto	-	Bad
	Lusaka	Residential	South of George town	Rugged	Rock & Soil	Rock	Bad	100m	Cheap	Expensive	Expensive	Possible	Good
	Lusaka	Industrial	In the site	Flat	Silt & Soil	Rock	Good	150m	Not Expensive	Cheap	Not Expensive	Ditto	Good
	Lusaka	Free	In the site	Flat	Soil & Clay	Rock	Good	Complete	Cheap	Cheap	Not Expensive	Ditto	Good







## 第9章 コンロの原料と製法

粘土を利用してコンロを作ることは、日本はもとより、東南アジアの各国、インド亜大陸にかけて大昔より民衆の知恵として、農民の片手間仕事として行われ、その製品の一部は都市部まで供給されてきた。国ごとに形状の差はあるが、いづれも干し草、小枝、トウモロコシの茎、木炭などを燃やして炊事に使用してきた。今回の調査でまず確認したことは、ザンビアでは陶製コンロが全くなく、鉄板製コンロだけが広く一般家庭で使用されていた。この事情は近隣国タンザニヤ、ケニヤなど、東アフリカ地域では殆んど同じ様な状況である。ザンビア大学工学部部長 Dr. Yambaの説明では、かつてケニヤで陶製コンロの製造が試みられたが、使用に当りすぐ壊れてしまったので、陶製コンロに対する需要を喚起するまでに至らなかったとのことである。このことは、製造に当り、使用粘土の選定を誤ったことが原因である。キリマンジャロ火山のふもとに広く分布している火山灰の風化粘土は、微細な水蒸気を巻き込んだ火山ガラス質が多量に残存している。この粘土を使用して作った陶製コンロが、焼成に際して熱膨張を起して、細かいひび割れができ、更に炊事に使用毎に、そのひび割れが大きくなってコンロの破損へとつながったと思われる。

日本におけるコンロ製造は、1940年代までは赤粘土を主原料として、550℃から600℃位で焼成した素焼コンロが生産された。珪藻土が使用しはじめられた1940年代後半より赤粘土の使用が急激に減少して、現在では95%以上のコンロが珪藻土で製造されるようになった。珪藻土で作ったコンロは、軽く保温性がよい利点がある反面、耐熱性が弱く、熱膨張の変化によるひび割れが発生して、長期間の使用に耐えられない欠点がある。ザンビア鉱山省地質調査局、ザンビア大学鉱山学部での資料調査によると、ザンビア国内での珪藻土の埋蔵は全く報告されていない。また地質担当の教授、研究者達との話し合いでも、発見の可能性は全くないとの結論になった。このため珪藻土の調査は断念して、赤粘土と砂質原料だけを目標として調査をした。加えて重要な副資材として、コンロ成形に必要な石膏型製造のための、石膏原石の埋蔵、焼石膏への加工技術及び品質についての調査をすると共に、燃料事情、生産に際して必要な原材料、製品の分析、テストなど、国立試験機関による技術的支援態勢についても調査した。以下その結果について報告する。

## 9.1 陶製コンロの原料の調査

下記豆炭製造サイト候補地周辺で、コンロ製造に適する粘土の有無と埋蔵量について調査を行った。

1. マンバ炭鉱周辺
2. ナカンバラ砂糖工場周辺
3. ルサカ周辺

調査地区概略図を以下に示す。

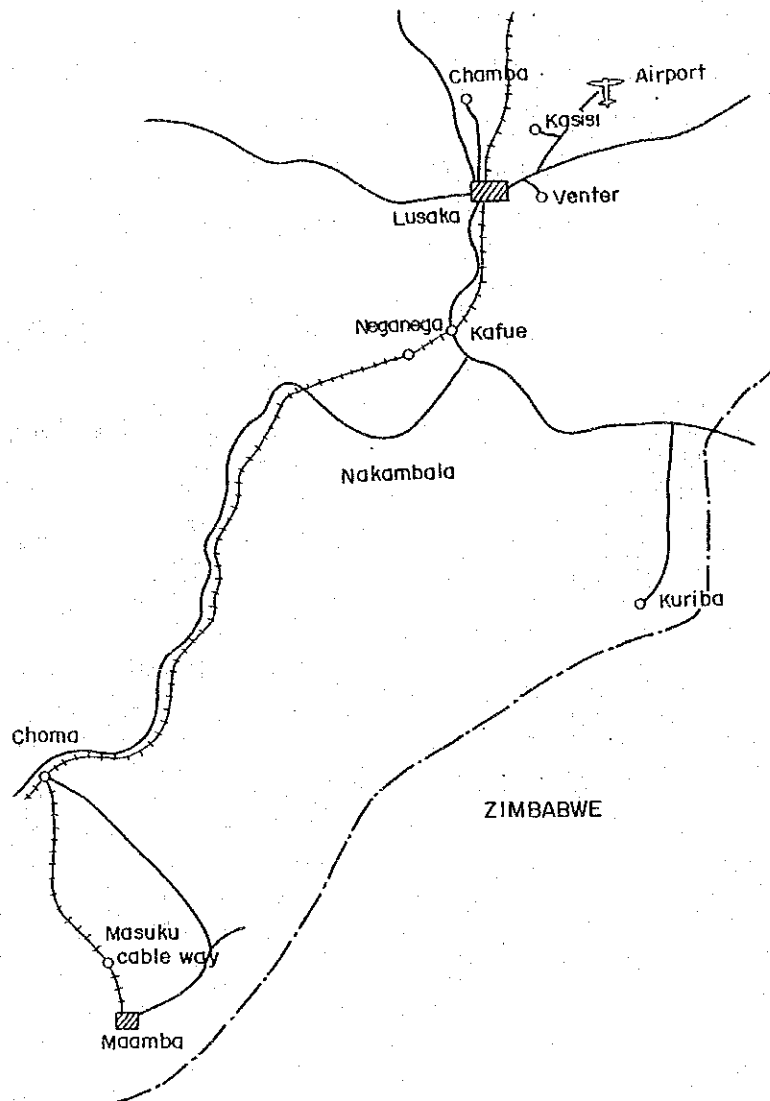


Figure 9-1-1 Location Map

### 9.1.1 マンバ炭鉱周辺の粘土

石炭採掘場周辺は、ゆるやかな起伏の続いた丘陵地で、低い雑木と草に覆われている。その表土は片麻岩、蛇紋岩などの、こぶし大の碎石を混じえた赤土である。採掘場から石炭積出し地まで11.6kmのロープウェーが設けられ、それに沿って未舗装のロープウェー修理道路が走っている。この間3つの丘陵を越えて調査したが、すべて小石、碎石を混じえた同じ粘土質の表土であった。途中露出している高さ20m、巾500mに亘る掘り割りの切口も、同様な粘土のたい積状況を示しており、結論として、この地区の粘土は、全くコンロの製造に適さないと判断した。更にロープウェーの終点、石炭積出し駅のあるマスク村周辺も調査した。鉱山省地質部の報告に、白色カオリンの採掘が行われているとある、駅より東北2.5km鉄道に沿った丘陵地で既に50×50mの広さを8mまで掘り下げて掘削した跡があるが、現在休止中である。カオリン質の粘土が、未風化の母岩の間に10cm程の厚みで混ざりあっている。この粘土は白色粘土として不純物の少ない良質のものであるが、粘力が少ないのでザンビア陶器工場で、ごく少量しか使用されていない。この粘土は粘力が十分でない上、焼成温度を高くしなければならないためコンロ製造には不適當である。

この他に、ルサカへ通じる国道沿いにチョマまで調査したが、すべて小石まじりの粘土だけであった。結局、マンバ炭鉱周辺では、コンロ製造に適した粘土は発見できなかった。

### 9.1.2 ナカンバラ砂糖工場周辺の粘土

この地域は広大な砂糖きび栽培地であり、同時に赤レンガなどの粘土製品の製造に適した粘土層でもあるが、農地のため採掘ができない。この栽培地のはずれから10km北方にネガネガ駅があり、隣接して操業中止した大きなレンガ工場がある。

この工場で使用した粘土は、レンガ製造用には良質で、陶製コンロ製造にも適したものである。既に6年間の操業で、30m×60m、深さ10mの広さで採掘した跡がある。しかも、深さ20mまでは、鉱山省資料によって粘土の埋蔵が確認されている。

豆炭コンロプロジェクトのサイトとして、この地を選んだ場合、この地区の粘土は質・量ともに十分で、利用できることが判った。加えるに、工場内に残された製品レンガを持ち帰り、耐熱テストを行ったが、満足な結果を得た。

しかし、他地区へ移送するには、短距離(120m)ではあるが、取付け道路、橋などのインフラストラクチャーの増設が必要となる上、鉱区採掘権などの解決に、年月を要する問題点がある。

### 9.1.3 ルサカ周辺の粘土

首都ルサカ周辺では、既に中小規模の工場が赤レンガの大量生産を行なっている。その製品は、官公庁の建物、学校、近代的住宅などの建設に使用され、国内産建材の主要資材となっている。

これらレンガ工場が使用している粘土は、コンロ製造にも使用できる可能性があり、主としてこの工場地区の粘土を調査した。

主な粘土の埋蔵地はルサカ市の北部と東部に集中していて、鉱山省の報告（1967）によると、この地区だけで、8地区4百万 Cu.Yds（約1千百万トン）の埋蔵がある。この中で粘土の採掘搬出が容易な下記3地区を選定して調査を行った。

	推定埋蔵量（鉱山省）（万トン）
1. チャンバ溪谷地帯	500
2. ベンター村附近	50
3. カシン村地区	20

チャンバ粘土、ベンター粘土は、既に土木機械を用いて、大規模な採掘を行ない、両地区合せて年間約300万個のレンガ生産を行っている。現在の製品は焼成温度が約500℃と低いので、強度が十分でないが、レンガの市場への供給には問題なさそうである。

コンロの製造には製品の強度と耐熱性を考慮して、800℃以上の焼成温度が必要であるが、両地区でのレンガの品質より判断して、有望なコンロ製造用原料でもであると判断された。

この両地区から採取したサンプルをNCSRのIndustrial Mineral Researchで800℃、850℃、900℃の3段階で焼成した結果、強度は、いずれの温度で焼成したのも好結果をみた。また焼成サンプルを200℃まで加熱したものを急冷するテストを行ったが4回のくり返し後も何ら変化はみられなかった。

カシン地区の粘土は、最近になって、2、3家族が家内工業規模でレンガ製造を始めた。適度に砂を混じえた砂質粘土は、前記チャンバ粘土、ベンター粘土と配合することで、その耐熱性を向上できる可能性がある。50×50mに亘る現地調査によれば、深さ1.5mまでは均質な砂質粘土の埋蔵を確認した。

以上3か所の粘土を調査したが、十分な埋蔵量が確認されており、Industrial Mineral Researchでのテストの結果も良好であった。

以上の調査結果より、ルサカでコンロを生産する場合、上記3か所の粘土を使用す

るのが望ましいと結論づけられる。

## 9.2 焼石膏に係る調査

コンロ成形のために石膏型が必要である。ザンビア国内で使用されている焼石膏は、現在主として輸入品であり、国産品の使用はまだ少ない。理由は、強度、耐用寿命が短いなど、品質が劣るためである。しかし、国内産石膏原石を焼いて焼石膏に加工している工場が、ルサカ市内に一社あり、製造能力も3トン/日規模で国内需要をまかなうには十分である。焼石膏加工工場に必要な、各種粉碎機も完備しており、原石仮焼設備もドイツ製の炉を使用している。ただ製品の品質はまだ改善の余地がある。例えば、混水後の硬化時間が長く、石膏型にした場合の強度が、輸入品の半分以下である。これは、石膏原石の中の粘土質不純物が多いためで、加工前の水洗分離とか、焼成温度、時間の調整と、焼成後の熟成方法の改善などで品質向上をはかることが可能である。

NCSR の Industrial Mineral Researchでも同じ原石を使用した自家製焼石膏を使用しているが、強度硬度は輸入品とあまり差のない品質のものである。また鉱山省の情報によれば、不純物の少ない石膏原石の埋蔵も確認されているとのことである。石膏原石の選定や水洗などの精製法、焼成加工法等技術的な支援を行ない、業者の育成をはかれば、コンロ製造に適した高品質な焼石膏の供給も可能となる。

## 9.3 コンロ焼成の燃料について

コンロの焼成方法は、使用燃料によって、おのずと決まる。コンロの焼成温度800℃は、一般陶磁器の焼成としては、素焼き程度の低温度である。

ザンビアは石炭産出国であり、石炭は鋼の精練、レンガの焼成、近隣諸国への輸出などに向けられている。国内消費の余力はまだあるが、輸送と流通機構の不備から、国内消費はあまり活発でない。既存の陶器工場では、政府公社、民間企業を問わず、すべて製品の焼成に電力を使用している。

当コンロプロジェクトの場合も、焼成温度が低い、年間生産量が少ない・保守が容易である等勘案し、高価な石炭焚焼成窯を使用するよりも、電力使用の焼成方法を採用する方が効率的である。しかも、電気窯の方が、焼成技術の習得も容易であり、作業内容も簡便で、省力化が可能となり、作業中の破損、焼むらなどによる製品歩留りの低下を防止することもできる。

#### 9.4 NCSR の支援態勢

本パイロットプラントプロジェクトの実施者は NCSR であり、プラントサイトが本部の敷地外であっても、当然 NCSR の全面的な技術的支援が行なわれるとの前提である。特に、製品の品質保持のため、原料の分析管理、製品品質検査、品質向上など、たえず研究開発を行ってプロジェクトを支援すべき立場にある。今回の現地調査でも、職員の全面的かつ適切な支援を得た。現在の NCSR の活動状況は、こうした要望に十分応え得ると思われる。各種試験機器は殆んど完備され十分機能している。各研究員も高度の知識、技能を有し、原材料の分析、配合試験、試作品の製作、製品の品質テストなど、多くの開発試験を遂行できることは疑いない。

従ってザンビア研究員により、たとえば日本工業規格に定められた各種試験分析を実施することは容易であると判断する。コンロ生産の開発試験の中心的機関として Industrial Mineral Research に対する期待は大きい。研究職員の知識経験は、原料の精製、試作品の製作を含めて専門的開発研究に応ずることができる水準である。

また石膏型の製作、コンロの成形など特殊技能を要する技能者も既に育ちつつあり、短期間の指導訓練で技能の習得が期待できる。研究室内の機械設備は、主として一般陶磁器開発のためのものであり、コンロ開発のために若干の新規機材の導入が必要である。コンロ生産技術の全般知識経験を習得するため、先進国での技術研修も必要である。

#### 9.5 現地での試験結果

現地調査と併行して、NCSR の Industrial Mineral Research 試験室の施設機器を利用して、次の実験的試験を行った。

- 1) 現地製コンロ（バウラ）と日本製コンロの熱効率の比較テスト
- 2) 採集した粘土サンプルの焼成テスト
- 3) 焼成サンプルの急熱急冷テスト

##### 9.5.1 コンロの熱効率比較テスト

ザンビアで広く使用されている鉄板製コンロバウラと、日本から持参した珪藻土製コンロの、熱効率の比較テストを実施した。試験方法は、同量の木炭 300グラムをそれぞれのコンロで燃して、2.5リッターの水道水をどれだけ蒸発させるかを測定した。

1. 木炭の燃焼時間はバウラで1時間30分、日本製コンロでは2時間10分で燃えつき

た。

2. バウラで熱した水の最高温度は66℃、日本製コンロは90℃であった。
3. 300グラムの木炭を燃して蒸発させた水の量は、バウラで 314グラム、日本製コンロでは 1,197グラムとなり、この実験でみる限り、日本製コンロはバウラの3倍以上の熱効率があることを確めた。

#### 9.5.2 採集粘土の試験結果

採集粘土の乾燥収縮、焼成収縮、抗折強度、吸水率を測定した結果、チャンバ粘土の粘力の強い粘土が強度、吸水率で最高数値を示したが、耐熱性、耐急冷性では砂質粘土と粘力のある粘土との配合物の方が結果がよかった。

Clay \ test	Total Shrinkag	吸水性 (%)	抗折強度 (MOR Lb/m <sup>2</sup> )
Chamba Single	11.3	17.71	211.413
Chamba Mixed	9.8	19.22	153.852
Venter Single	8.9	46.76	85.512

チャンバ粘土が好結果を示しているにもかかわらず、ベンター粘土、カシシ粘土を日本に送付したのは、コンロの強度だけでなく、耐熱性、耐急熱性を持たせることを考えたためである。即ち、これ等の粘土の配合品による試験を実施するためである。

#### 9.5.3 サンプルの急熱急冷テスト

焼成したテストピースを電熱コンロ上に置いて、加熱と冷却のくり返し、ひび割れの発生を観察するテストを実施した。加熱温度が低いため、テストピースにはほとんど異状を認めず、電熱器での加熱約 200℃では問題ないことを確認したにすぎない。

#### 9.5.4 ザンビア産焼石膏の硬化試験

Sanpoo Industries Limited 製焼石膏の硬化時間と硬化度のテストを実施したが、現在の製品では、コンロ成形用の石膏型を作るためには不適合である。現地で実施した品質テストの結果を比較してみると次の通りであった。

混 合 比		硬 化 時 間 (分)		硬 化 温 度 (°C)		抗 折 強 度 (kg/m <sup>2</sup> )	
水	焼石膏	原地産	日本産	原地産	日本産	原地産	日本産
80	100	20	15	31	36	11.43	24
75	100	12	14	37	36	13.34	26
70	100	8	12	39	34	10.26	28

日本製焼石膏の平均値と比較して、抗折強度は半分以下であり硬化時間が長い、このことは、実際の使用に際して石膏型製造の障害となり、耐用命数が少なくなる。これらの不備は、焼石膏業者に対する技術指導により改良できる余地があるので、現地産焼石膏を用いることとする。

以上が現地で、粘土、副資材、に係る調査の結果である。

結びとして、ルサカ市周辺で産出するレンガ生産用粘土は陶製コンロの製造にも利用できることがほぼ確認された。ひきつづき日本で、現地より送付したサンプルを用い、分析、物性試験などを行い適否を見極め、最終的にコンロの試作を行い、耐用試験まで行った。

#### 9.6 陶製コンロの製法

陶製コンロは古くから日本でも手造りで作られていた。また東南アジアの国々では、現在でも手造りコンロが都市のマーケットで石油コンロ、電気コンロなどと共存して売られている。加えるに、家庭用水がめ、土器製クッキングポット、植木鉢などの手作り土器製品も近代的工業製品と並んで市場で販売されている。

今回の調査で、ザンビアではこうした土器製品の少ないのに驚いた。短期間の調査では、その理由を確かめることができなかったが、事実として、粘土を使用する伝統的な土器作りの技術が、あまり育っておらず、日常生活の中にも土器製品があまり浸透していない。従ってザンビアでのコンロ生産は、手作業によるよりも、機械類を使用する近代的製法を導入する方がよいと思われる。

コンロのデザインの決定に当たり、一重構造と二重構造が考えられるが、コンロの保温性の向上、耐用寿命の延長、燃焼を助ける二次空気の調節などの機能をもたせるには、外枠と内枠より構成する二重構造が望ましい。この場合、外枠には内枠を定置できるような溝を設ける。内枠をこの溝にはめ込んで固定し、木炭、豆炭等の燃料を直接保持し、燃焼させる。当然、この部分は耐熱性、耐急熱冷性を備えたものになる。このため耐火レンガ砕などを配合したものとなる。またこの内枠は長期間使用中に不意の破損などの場合には交換可能である。



二重構造コンロの概略図を示す。

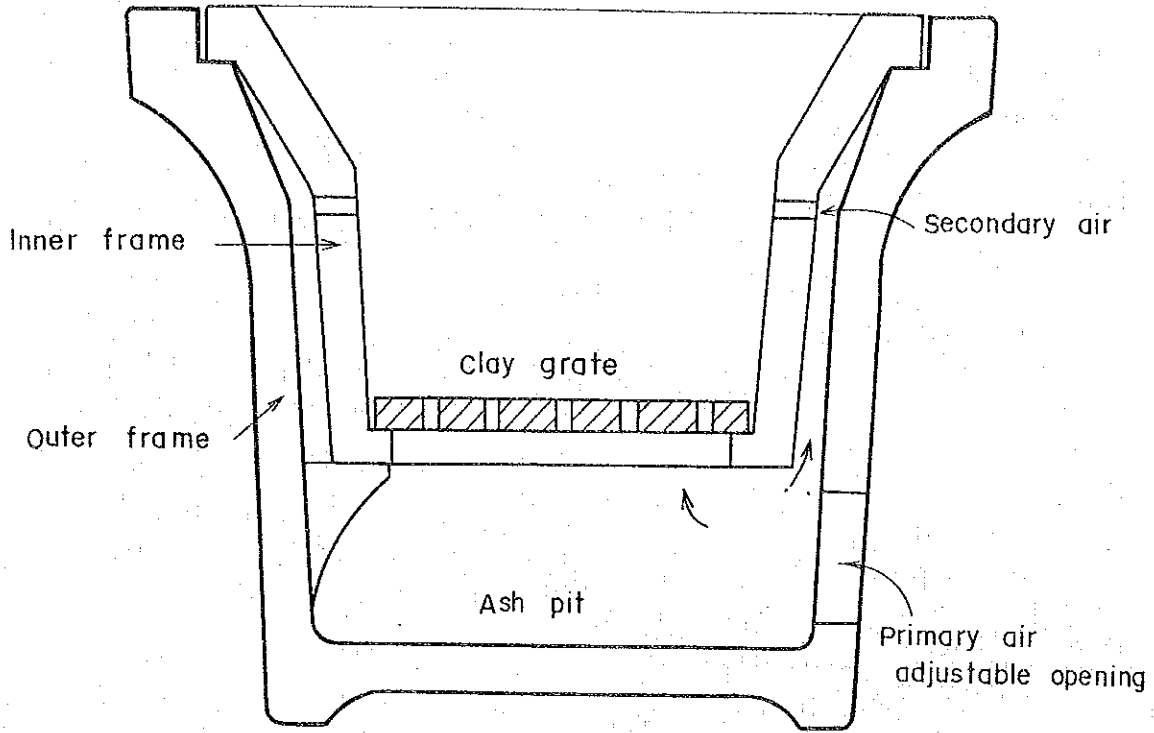


Figure 9 - 5 - 1 Double - Frame Clay Stove

コンロの製造は次のような5工程で行われる。

1. 原料の精製
2. 成形
3. 仕上げ
4. 焼成
5. 石膏型の製作

製造行程の流れをFigure 9-6-2に示す。

### 9.6.1 原料の精製

パイロットプラントに搬入した粘土類は、陽光、雨水にさらして風化させる。可溶性塩類の除去が主目的で、その結果、成形し易くなり、乾燥中のひび割れなどの障害も少なくなる。そのため、原則として新鮮な掘りたての粘土の使用を避け、最低限半年分のストックを持つようにする。よく風化した粘土を原料供給機（Box Feeder）に入れる。ここで、グロッグと粘土を配合割合を基いた比率で供給するように制御する。ここから、生産量に応じたスピードで、配合原料をロールクラッシャーヘベルトコンベヤーを用いて供給する。ロールクラッシャーでは、粘土の塊を砕き、粘土に含まれている水分を、なるべく平均化するため、一次的な粉碎混合を行う。この工程を数回繰り返すことで更に効果をあげることができる。次にこの粘土を土練機（Pug mill）で練る。土練機は、回転する多くの薄刃（Blade）で土を切り碎いて粘土に含まれる水分の均一化をはかる。この間に、含水量を測定し、ほど良いやわらかさに加減する。この作業は原則として水分測定機器によりコントロールするが、通常は、経験ある作業員の手ざわりによる判断ですましている場合が多い。ここで既定の含水量、即ちやわらかさに練られた粘土を更に真空土練機を通す。この機械は、粘土を真空室を通して、素地中に含まれている細かい気泡を除去し、密度の高い粘土とする。この作業はコンロ成形後の切れや歪みを防止するためである。土練機より押出された粘土の塊は、円筒形であるが、コンロ1個分の重量になるように、所定の長さに切断して、成形する。

### 9.6.2 コンロの成形

コンロの成形は機械ロクロにより行なう。予め作った石膏型をたて軸ロクロの上に置いて回転させ、必要量の粘土を押込みながらコンロの内側断面に合せて作ったこて（Template）を押し当て、成形する。この場合粘土はかなりやわらかくて、水分含

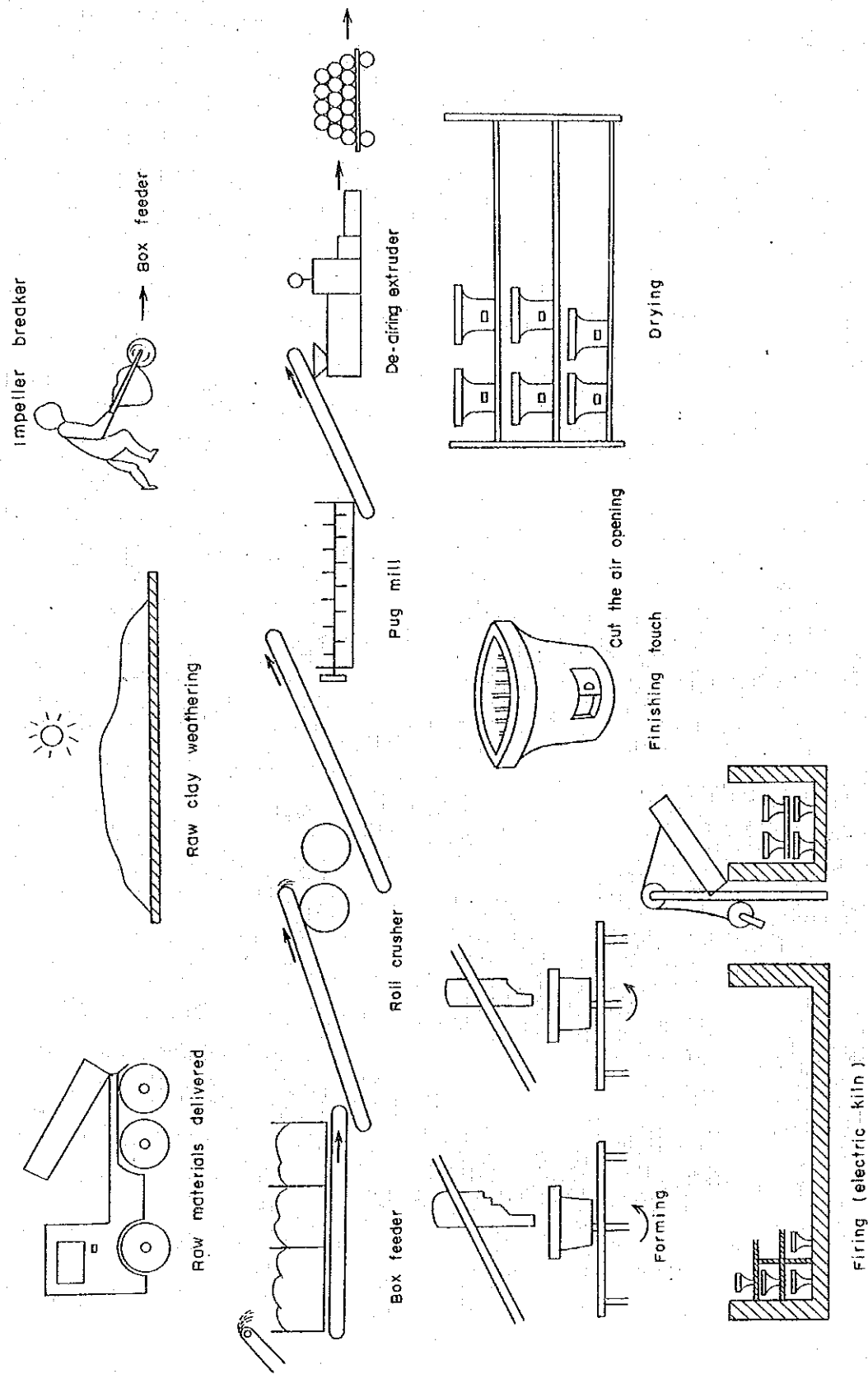


Figure 9 - 6 - 2 Clay Stove Production Flow

有量32~33%である。この作業を外枠と内枠両者に対しておこなう。成形後 120分位で、粘土の水分は石膏型に吸収されて多少かたくなり、同時に収縮して石膏型より離れ、取外すことができる。石膏型は連続作業ができるだけの数量を準備する必要があるが、本計画の場合80個とする。

作業として、こての位置調節、ロクロの回転数調節、成形の際の使用水のコントロールなど、経験と熟練を必要とするが、2か月位の訓練で初心者でもロクロ成形に慣れて成形できるようになる。

### 9.6.3 仕上げ作業

ロクロ形成したコンロの外枠、内枠共に約1昼夜室内に放置して、生乾き(Leather hard)状態のときに仕上げを行う。仕上げ作業の内容は、外枠下方側面に一次空気の取入れ口を切り出すこと、内枠を支える支え受けをとりつけることである。内枠には空気溝と二次空気取入れ孔をあける。いずれも手仕事であるため、習熟するまで1から2か月を必要とする。一次空気の取入れ口は、同事に灰の取出口にもなり、作りつけた扉の開閉により一次空気の供給量を調節できる。

これら手作業は、すべて、ゲージを当て、特殊形状のカッターを使用するので、仕上りにあまり個人差はない。熟練すれば一人の作業員で一日当り60個以上の仕上がが容易である。

### 9.6.4 コンロの焼成

仕上げの終わったコンロは6~7日間自然乾燥する。十分乾燥した生コンロを点検して、切れ、仕上げ不良品を除いて窯詰めする。焼成には電気窯を使用する。

窯の有効容積	1.5×0.7×1.0メートル
電力容量	50 KW
一回の焼成コンロ数	30 個
焼成温度	800℃
焼成時間	8~9 時間

将来生産量増加に際しては窯基数を増加してゆけばよい。温度測定にはサーモカップル(thermocouple)とパイロメーター(Pyrometer)を使用するか、自動コントロール方式を使用すれば、無人焼成も可能である。

### 9.6.5 石膏型の製作

プロジェクト発足当初は輸入石膏型を使用するが、技能者の訓練を兼ねて、生産と並行して現地製石膏型の製作を始めるべきである。作業は、原型の製作、ケース型の作製、作業型の製作となる。原型、ケース型の製作はかなり高度の技能を要するので、プロジェクト発足と共に選ばれた技能者に対し、時間をかけて不断の訓練が必要となる。作業型の製作は、ていねいな作業を必要とするが2～3か月の訓練でよい。

### 9.6.6 生産現場の監督者の養成

いかなる工業でも機械設備と労働者だけでは品質の一定した製品はできないし、トップの指示も徹底しない。中間管理者の適切な指導監督と、品質管理の適不適が、直に製品の質に影響する。特にコンロ製造は、手作業にたよる工程も多く、作業員の不注意が直ちに不良品となってくる。このため中間管理者は、すべての作業を自分で経験し、作業内容を体得することが必要である。従って、プロジェクト発足前の試験、実験的な開発試験にこれら要員を参加させることにより、生産に際しての作業内容、チェックポイントなどを十分把握できるよう訓練してゆくことも必要である。

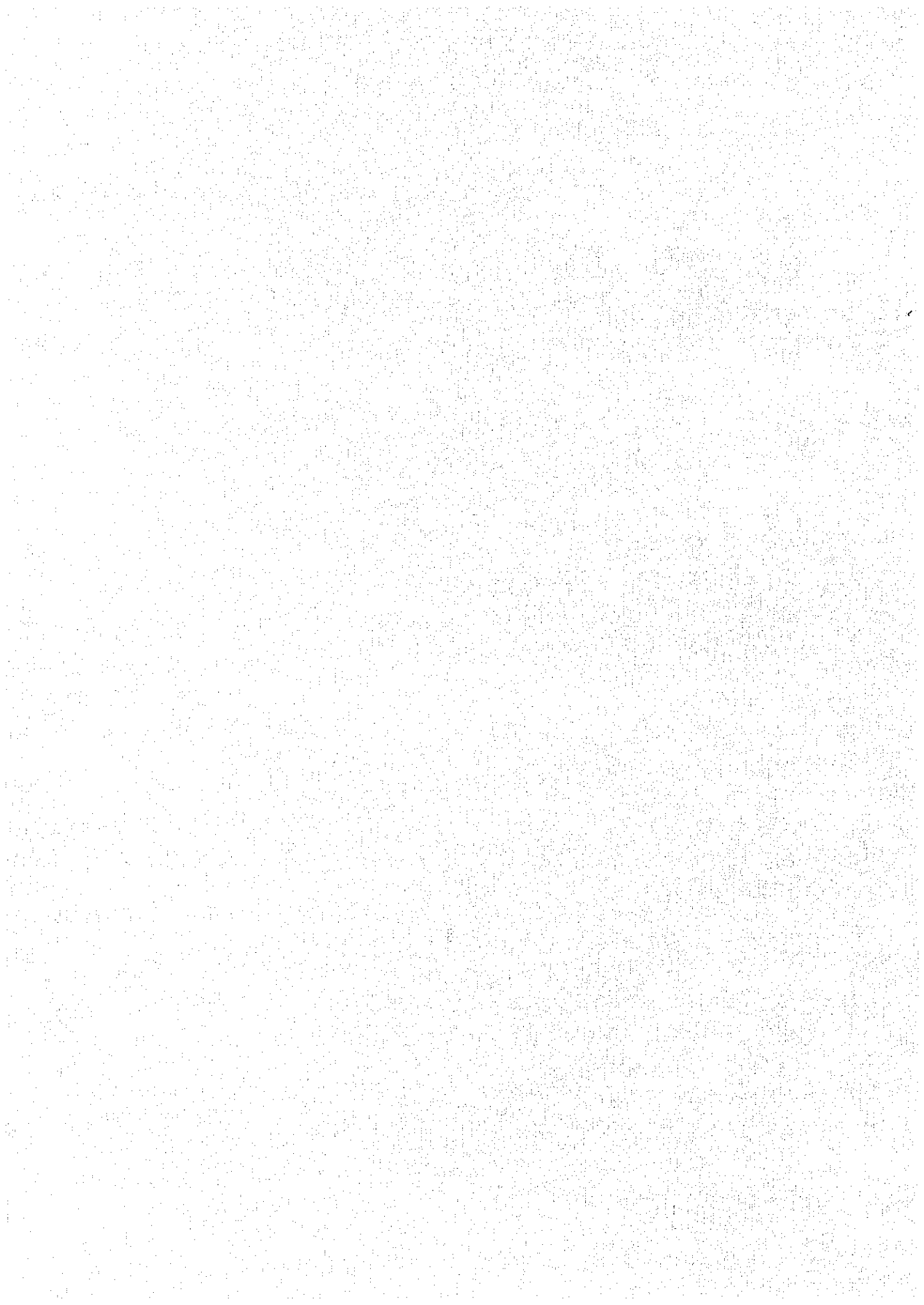
## 9.7 余剰能力活用の可能性

年間4000個の生産量は、一日20個（200kg）のコンロを作るにすぎない。効率の良い製造機械の最小のものを選んで設置しても、一日1トンの生産が可能となる。従って、目標生産量は設備キャパシティの20パーセントを活用するにすぎない。

だが陶製コンロ製造のパイオニア的存在として、将来同種工業の振興と類似新規製品の開発など、ザンビアでの中心的役割りを果たしてゆくことを考えると、この余剰能力を有効に活用する途もある。

近い将来、国家的要望として、この余剰キャパシティを活用することの意義がでてくることは疑いないことである。

将来の展望として、参考までに述べると、当面のコンロ製造設備で、石膏型の追加だけで、土なべ、水つぼ、植木鉢などの生産もできる。また、プレスと金型を入れれば屋根瓦、歩道タイル、無釉内外装タイルの生産もできる。押出し機を加えれば、土管、粘土製側溝などの生産も可能である。



## 第10章 プロジェクトスキーム

### 10.1 プロジェクトスキーム設定の必要性

本計画調査の概念計画、財務経済評価、総合評価と進むためには、本パイロットプラントプロジェクトを定義する必要がある。言いかえると、本プロジェクトの規模、すなわち年間生産量、立地、原料、製品の品質、原料と製品の輸送方法、原料と製品の価格等を定める必要がある。本調査では、これらプロジェクトの定義を総称して、プロジェクトスキームと称する。

本計画調査は、事業団の事前調査段階では、プロジェクトスキームの詳細な定義はなされず、本調査段階において、現地調査の結果、NCSRの意向、国内作業の結果、その他必要事項を広く勘察し、決定することとなっている。したがって、本計画調査では、現地調査の段階で、暫定的に、プロジェクトの規模、立地、豆炭とコンロの目標価格に関するプロジェクトスキームだけを定め、国内作業の結果によっては、変更も有り得るとの条件つきで、NCSRと合意した。本計画調査では、これを暫定プロジェクトスキームと称するが、その内容は、下記のとおりである。

#### 1) 豆炭パイロットプラント

立地	ルサカのナムヌンガ工業団地
年間生産量	1000トン、但し設備的には若干の余裕を持つ
原料	マンバの洗炭スラリー、及びバガス、モラシス
目標価格	200K/トン

#### 2) コンロのパイロットプラント

立地	ルサカのナムヌンガ工業団地
年間生産量	4000個、但し設備能力的にはかなりの余裕を持つ
原料	現地産の粘土
品種	3種
目標価格	8K/個

上記暫定プロジェクトスキームの設定にいたる経緯とその根拠は、現地調査の最終段階で作製し、NCSRに提出したプログレスレポートに説明した。

概念設計に進む前に、国内作業の結果を反映させ、必要あれば訂正を加え、プロジェクトスキームを確定することになっていたが、結論としては、現地で定めた暫定プロジェクトスキームを変更する必要なく、暫定プロジェクトスキームに加えて、製品の品質、原料の種類と配合、原料と製品の輸送方法などを定め、下記のとおり、プロ

プロジェクトスキームを確定した。

1) 豆炭パイロットプラント

立地	ルサカのナムヌンガ工業団地
年間生産量	1000トン、但し設備的には若干の余裕を持つ
原料	マンバの洗炭スラリー、及びバガス、モラシス
目標価格	200K/トン
製品品質	着火性良く立ち消えしないこと
原料の配合	乾留スラリー 90 重量比 乾留バガス 10 モラシス 13 消石灰 3

輸送方法

原料	自家用トラックを使用
製品	自家用ピックアップを使用

2) コンロのパイロットプラント

立地	ルサカのナムヌンガ工業団地
年間生産量	4000個
原料	チャンバヴァレー産粘土
目標価格	8K/個
製品品質	充分堅牢、耐熱性、断熱性に優れていること
原料の配合	チャンバヴァレー産粘土を主体とし、それに耐火レンガ 砕を加える
品 種	3種、大、中、小
輸送方法	
原料	自家用トラック
製品	自家用ピックアップ

上記プロジェクトスキーム決定に至った経緯と根拠を、次節以降に説明する。

## 10.2 パイロットプラント立地

パイロットプラントの立地としては、まず大きく、原料産地のマンバ、またはナカンバラとすべきか、あるいは NCSR があり、首都であるルサカとすべきかの問題がある。経済的得失は勿論のこと、管理上の問題、NCSR の意向等も充分考慮せねばならない。



### 10.2.1 立地による経済的得失

経済的得失としては、輸送費、投資コスト、管理費が問題となる。豆炭1トン製造するためには、原料の石炭スラリーとバガス合計で、下記に示すとおり約2.3トン必要とする。従って、輸送費の面からは、プラント立地は、出来るだけ原料産地に近いことが望ましい。豆炭、1,000トンあたりの原料所要量は試製試験の結果、

スラリー	1,214トン
バガス	940
モラシス	123
消石灰	28
合計	2,305

である。この原料輸送費はプラント候補地ごとに下記の通りである。

立地	輸送費 (K)	増加分 (K)
ルサカ	68,731	16,774
ナカンバラ	51,957	0
マンバ	62,679	10,722

すなわち、ナカンバラが最も有利でルサカとマンバはほぼ同等である。

コンロに関しては、原料となる良質の粘土が、ルサカ付近で採取され、製品コンロの市場も主としてルサカであり、輸送費の問題では、ルサカ以外に、考えられない。

豆炭パイロットプラントの投資コストは、ルサカが最も少なく、マンバが最も高くなる。ナカンバラでは、そのほぼ中間になる。投資コスト及びそれに起因するコストをサイト毎に下記に示す。

工場立地	建設コスト (1,000K)	設備関連コスト (1,000K/年)	設備関連コスト増加分 (K/年)
ルサカ	63,577.9	9,537	0
ナカンバラ	66,756.8	10,014	477,000
マンバ	69,935.7	10,490	953,000

パイロットプラントをマンバあるいは、ナカンバラに立地することによる、固定費の増加分は、ルサカに立地する場合に比べ、上記のごとく、輸送費の節約分を、大きく上回る。本計画調査では、最終的に、財務分析を、投資コストとそれに起因する建中金利を除外して行なった。従って、見掛け上投資コストの差は、プロジェクトの評価に現われていないが、サイトの決定のごとく、ごく基本的戦略の決定には、無視すべきではない。管理費の差は、上記2コストに比して、極めて小さいが、当然、NCSR が管理を行なうかぎり、マンバが最も高く、次いでナカンバラ、ルサカが最も安い。以上説明したとおり、経済的には、ルサカに立地するのが最も有利である。

#### 10.2.2 立地による管理上の得失

本調査団は、現地調査段階で、マンバ迄往復し、ルサカ間 350km移動し、片道移動に丸1日かかることを、つぶさに体験した。本パイロットプラントプロジェクトの運営主体は NCSR であり、NCSR がルサカからマンバにあるプラントを管理することは容易ではない。人員配置上の問題も有り、また、本パイロットプラントプロジェクトが、さらに研究開発を進めることも、重要な目的であることを考えると、NCSR の幹部のいないマンバに立地することは、その目的を充分果たせるとは、考え難い。

#### 10.2.3 NCSR の意向

NCSR の意向は、上記立地による管理上の問題を反映し、もしマンバに立地すれば、満足な管理をすることは、不可能であり、是非、ルサカに立地してほしいということである。

#### 10.2.4 ルサカにおけるサイト

上記の如く、経済上の得失、管理上の得失、NCSR の意向いずれからも、本パイロットプラントの立地はルサカとすべきである。ルサカには候補サイトとして3か所考えられる、すなわち、NCSR がすでに用地として確保済みのジョージタウン南側の工業団地隣接地、NCSR の敷地内、及び、現地調査期間中に候補地として加えたナムヌンガ工業団地内の用地である。ジョージタウン南側の工業団地隣接地については、すでに第8章で述べたごとく、技術上の問題点が多く、パイロットプラントの用地としては、不相当と判定した。NCSR の敷地内を活用するためには、道路を新設せねばならないという問題もあるが、その他にこの地域は、環境が良好で、パイロットプラン

トとはいえ、工場の新設は、あまり望ましくはない。ナムヌンガ工業団地内の用地は、原料の搬入、製品の出荷にも便利であり、工業団地であるため、環境上の問題もない。NCSR から多少離れているが、ルサカ市内であり、人員の移動、連絡上の問題もない。面積が7000㎡しかなく不足であるが、必要面積だけ、隣接のザンビア鉄道の用地を借用、または購入できる見込みである。結論としては、考えられる候補地のなかでは、ルサカのナムヌンガ工業団地が最適であり、本計画調査では、サイトをナムヌンガ工業団地とする。概念計画も、それに基づき行なう。

### 10.3 プロジェクトの規模

プロジェクトの規模、すなわち、年間生産量は、まず、市場規模が最も重要な因子である。豆炭は木炭の代替、コンロはバウラの代替である。主たる市場はルサカであり、ルサカの年間木炭消費量は 150,000トンを超える。品質と価格において、木炭と充分競合できる豆炭を製造できることは、本調査の試製試験で確認した。しかし、この量を直ちに豆炭で置き替えることができる潜在需要と考えることは、まったく不適當である。豆炭も陶製コンロも、ザンビアの一般大衆にとっては、まったく馴染みのない新製品であり、マスメディアの普及が不十分なザンビアで、たとえ、比較的情報伝達の良いと考えられるルサカにおいても、新製品が急速に普及するとは考え難い。市場から考えて本プロジェクトが販売上のリスクを冒すことのない妥当な規模を考えるべきである。

さらに、本調査が、パイロットプラントプロジェクトであり、商業プラントではないこと、ならびに、研究開発機関であるという NCSR の性格と、その管理能力の限界も考慮する。

#### 10.3.1 豆炭パイロットプラントとしての妥当な規模

研究開発を目的とするパイロットプラントの規模としては、最大1トン/時と考えてよからう。プラントの規模を 0.5トン/時と1トン/時の両ケースを想定する。NCSR の勤務時間は、1日8時間であるが、有効作業可能時間を1日6時間と考えることができる。月間10日運転と20日運転の2ケース、すなわち、年間720時間と1440時間の2ケースを考える。これにより、パイロットプラントの能力と運転時間、および、年間生産量の間下記のごときマトリックスで表わされる関係が成り立つ。

装置能力	年間生産量 (トン)	
	年 間	年 間
	720時間運転	1440時間運転
0.5トン	360トン	720トン
1.0トン	720トン	1440トン

パイロットプラントの運転面から見れば、豆炭生産規模は1000トン程度が無理のない大きさである。

### 10.3.2 木炭市場面からの考察

年間生産量、1000トン、があまり無理なく販売可能かを検討する。これは、勿論販売価格と NCSR の販売努力にもかかわることであるが、NCSR があまり無理な努力をすることなく、また価格も、工場渡して、木炭の卸値と比べて、充分競争力のある 200K/トン (1986年2/3月ベース) に設定するとの条件である。

ルサカにおける木炭の市場規模、流通経路、その価格については、第4章「市場と需要供給」で説明したが、木炭のルサカにおける流通で最も必要な役割を果たしているものは、いわゆる、オープンマーケットであり、その主役は自由な私企業者である燃料業者である。彼等は、生産者またはその代理人からの調達、輸送、市内での貯蔵、小売業者への卸売をする。彼等のなかには、自ら、オープンマーケットに店舗を有し、小売までするものもいる。彼等の挙動は基本的には自由であり、マーケットメカニズムにより動く。すなわち、できるだけ安く買い、高く売ることである。しかし、現地調査の所見では、集荷価格、小売価格ともに、一応の相場があり、あまりバラツキはないようである。

ルサカにはオープンマーケットが35か所あり、そのうち7を除く28か所で木炭を取り扱っている。オープンマーケットは商品ごとに店舗がまとまっており、木炭だけ数店舗まとまって売っている。1店舗あたり、1日平均約1トン程度販売する。

その28か所のオープンマーケットに、総計167店の木炭販売店があり、最低その十分の1の16店に豆炭を小売させるよう、複数の燃料業者と販売関係を作ることであり、これによりルサカ市内に、豆炭小売店舗16か所設け、彼等小売商が一般消費者への販売を行なう。これが最も重要な販売チャネルである。

第4章「市場と需要供給」で述べたが、上記の他に、オープンマーケットではパウラで炊事しながら、食物を小売する業者がある。またオープンマーケットとは別に、コンパウンド (住宅団地) での小売があり、また、一般消費者への密接度においては劣

るが、政府系の NIEC STORES チャンネルも用いる。この他に、第 4 章で述べた一般消費者への広報活動も活発に行う。ルサカには年間 150,000 トン以上の木炭需要があり、豆炭 1,000 トンの販売は可能と判断する。

### 10.3.3 コンロパイロットプラントの規模

プロジェクトスキームでは、コンロの年間生産量を 4,000 個と定めた。コンロはザンビアの木炭使用の現状にあわせ、大中小の 3 種類とする。

まず、パイロットプラントの運転面から考察する。陶製コンロ製造用に一連の装置を設置するが、設備能力的には、各装置に、日本で入手可能な最小のユニットを並べたとしても、4,000 個の数倍を楽に生産できる能力がある。これを同時に運転し、原料から製品まで、流れ作業で製造するという方式をとらず、限られた人員数で（作業員 2 名）で各単位操作を時間ごとに次々と区切りをつけていく生産方式をとる。実作業時間 6 時間/日で、作業分析の結果、この方式でも、年間 4,000 個の生産は設備的には問題ない。既に、最小の機器で計画しているので、装置をこれ以上小さくすることは、意味がない。

また、大中小のコンロの組み合わせによっても異なるが、原料の所要量は年約 60 トンであり、原料の採取、購入、搬入、ストック等問題になるものはない。また製品のストック、搬出も問題ない。電気、水等のユーティリティー上の問題もない。この程度の生産量では、時間的に余裕もあり、NCSR が更により良いコンロの原料、形、製法等の開発研究をする時間もある。

すなわち、年間 4,000 個のコンロ生産は、設備的、作業的には充分可能である。しかし、これ以上生産量を上げることは、NCSR の性格、市場の限界から考えて、必ずしも望ましくなく、将来需要が拡大した時は、民間のレンガ生産者等に技術移転をおこない、民間レベルでの生産を促進すべきである。

一方、市場の観点より分析すると、まず留意すべきことは、この陶製コンロの特徴として、豆炭用のみならず、バウラの代替として、木炭用にも使用可能であり、その場合、調査団の実験では、バウラに比して厨房用の熱効率が約 3 倍にも向上する。外側が熱くならないので、安全性も向上する。従って、陶製コンロには、木炭用の需要も期待でき、木炭用としての陶製コンロの普及は、木炭の節約にもつながり、望ましいことである。弱点としては、陶製であるため、乱暴な外力や衝撃によって壊れることもあり、平均寿命はバウラより短くなるであろう。たとえ、多少コンロの寿命が短くても、熱効率の向上による費用節約分のほうが何倍も大きい。

日本では、一般に豆炭 1 トン/年当たり、コンロの需要 2 個/年程度である。しか

し、次のごときザンビアの状況を考慮に入れる。

- 1) 日本の主たる厨房器具はガス台であり、その他に電気器具と多彩である。現在では、木炭、豆炭の使用は例外的であり、概して、使用者1軒当たりコンロの1個あれば充分である。一方、ルサカ地区の中底所得者の主燃料は木炭であり、その燃焼器具は、必ずしも1軒に1個あれば充分とは言えない。すなわち、豆炭を使い始める消費者も、コンロを2個購入する可能性も考える。
- 2) 陶製コンロの工場渡し価格を、末端価格がバウラと競合可能な値に抑える計画であり、木炭用にバウラに代わって陶製コンロが売れる可能性も見込める。現在ルサカでのバウラ販売数は約87,000個と推定される。
- 3) 豆炭はバウラでは、うまく使用できず、陶製コンロを用いねばならない。豆炭普及のためにも、それに先行して、一般消費者の間に陶製コンロが普及していることが望ましい。そのため、陶製コンロの普及活動には特に力を注がねばならない。

上記考慮のうえ、当初の1、2年は苦勞するとしても、年4,000個は、市場面から見て妥当と判断する。

#### 10.3.4 投資コスト面での検討

豆炭及びコンロのパイロットプラントともに、設備的には、ほぼ最小に近い機器より構成され、これ以上規模を縮小しても、投資コストの削減はほとんど望めない。従って、投資コストの観点から、規模を縮小する意味はない。

#### 10.4 原料と配合比

原料及びその配合比は、試製試験を含む検討結果に基づく。コンロの原料として、耐火レンガ砕を一部用いるが、これは量的に極めてわずかであり、セメント工場、製油所、その他工場の炉の改修時に確保できると考える。その他の原料は既に説明済みである。

#### 10.5 目標価格

目標価格は、豆炭コンロのいずれも1986年2/3月現地調査実施時をベースとした。目標価格は工場渡しで豆炭200K/トン、コンロ8K/個である。豆炭目標価格は、木炭の価格に対して、コンロはバウラに対して、それぞれ競争力をもつ価に設定した。

すなわち、業者が、自己のインセンティブで NCSR より製品を仕入、マーケットで売って利潤をとることができる価格とした。

現地調査時の価格は、木炭が、ルサカの卸し値で 336K/トン、ルサカのオープンマーケットで 370～380K/トンであった。パウラは大きさにより、5から30K程度であり、一般家庭で広く用いられている直径20cm程のものが12～15Kであった。

業者は、ルサカ市内にある NCSR より、豆炭 200K/トン、パウラ 8K/個で仕入、オープンマーケットで売れば、充分利潤を上げられ、業者側のインセンティブがあると判断される。

## 10.6 製品品質

豆炭は木炭の代替であり、従って、使い易さと安全を考え、煙と刺臭発生のないこと、着火性が良く、立ち消えしないこととした。陶製コンロの大きさは、市販パウラの大きさを参考にしたが、品質はパウラにとらわれず、経済的にできる限り良いものとする事とした。

## 10.7 輸送方法

第6章「輸送問題」で述べたごとく、豆炭製品1トン当たりの輸送費は輸送手段により下記のとおりとなる。

	償却費込み	償却費除外
1) 鉄道主体の輸送方法	119 (K)	— (K)
2) 請負による自動車輸送	297	—
3) 自家用自動車による輸送	109	70

豆炭1トン当たりの製造コストは、人件費、用役費等の輸送費以外の合計で 113K となる。目標価格の 200Kにおさめるために、上記 3) の自家用自動車による輸送のみが本パイロットプラントプロジェクトを経済的に可能にする輸送方法である。

