3.3 エネルギー価格予測

本節では、ザンビア共和国の主要なエネルギー源である電力、石油製品、石炭及び木炭の価格予測を行う。手法として下記2方法を用いる。

1) 個々のエネルギー価格の過去の推移から定量的な傾向を探り、これに最近の価格ファクターを加味して予測を行う。
2) 個々のエネルギー価格と消費者物価指数（ Consumer's Price Index ; C.P.I.）との間の統計学的相関関係を探り、有意なものについて、消費者物価指数の将来予測に最近の価格ファクターを加味して当該エネルギー価格予測を行う。

上記 1) については、エネルギー価格の過去のデータが十分に入手可能で、且つ時間と価格を変数とした回帰曲線の決定係数（ Coefficient of Determination ; r ）が十分1.00に近いと判断した場合に採用した。また、上記 2) については、上記 1) の採用が困難であると判断した場合に採用した。尚、上記2つの手法の使用に当たっては、当然以下を大前提とした。

1) ザンビアの国内外の政治・経済情勢に大きな変化がないこと。
2) 原油の世界的な需給バランスが安定しており、且つ価格の急騰、下落が起こらないこと。

3.3.1 電力料金予測

ザンビアの国内向け電力料金は、 Zambia Electricity Supply Corporation Limited（ ZESCO ）が決定する。1979年9月から1985年10月にかけての電力料金を、Table 3－3－1に示す。但し、今回の電力料金予測においては、本プロジェクトが家庭用エネルギーを対象としていることから、家庭用電力のみをその対象とした。

家庭用電力料金を Table 3－3－1に示す。これらのデータの推移から定量的な傾向を探るには、データ数が少な過ぎる。そこで、まず電力料金と、同時期の消費者物価指数との統計学的相関関係を調べ、その結果を Table 3－3－2に示す。

Table 3 − 3 − 1 Electricity Tariffs in Kwacha

	9／1979	5／1983	10／1985
Domestic			
Fixed Monthly Charge * :	3.60	4.50	7.70
Charge per kwh :	0.0170	0.0213	0.0363
Commercial			
−Fixed Monthly Charge :	13.00	16.25	27.70
−Max. Demand Charge per KVA per month :	—	3.63	N.A.
−Charge per kwh :	0.0190	0.0238	4.05
Industrial (Max. Demand<300KVA)			
−Fixed Monthly Charge :	16.90	21.13	36.00
−Max. Demand Charge per KVA per month :	2.90	3.63	6.18
−Charge per kwh	0.0130	0.0163	0.0278
(Max. Demand<300-2000KVA)			
−Fixed Monthly Charge * :	325.00	406.25	690.00
−Max. Demand Charge per KVA per month :	2.60	3.25	5.53
−Charge per kwh	0.0100	0.0125	0.0213
(Max. Demand<2001KVA)			
−Fixed Monthly Charge per KVA per month :	3,250.00	4,062.5	6,900.0
−Max. Demand Charge per KVA per month :	2.22	2.78	4.73
−Charge per month :	0.0065	0.0082	0.0140

Note) * : Fixed Monthly Charge for Residential (Max. KVA=15.0)

Source : ZESCO

Table 3－3－2 Statistical Correlation Coefficients between Domestic Electricity Tariffs and Consumer's Price Index

	1979 Sept.	1983 May	1985 Oct.
(1) Fixed Monthly Charge (Kwacha/Month) :	3.60	4.50	7.70
(2) Unit Charge (Ngwee/Kwh):	1.70	2.13	3.63
(3) Consumer's Price Index (Low Income Group)* :	181.6 **	308.6	526.8 **
(4) Consumer's Price Index(High Income Group)* :	169.8 **	279.3	455.9 **
(5) Correlation Coefficient(1) VS.(3) :	←	0.987	→
(6) Correlation Coefficient(2) VS.(3) :	←	0.988	→
(7) Correlation Coefficient(1) VS.(4) :	←	0.984	→
(8) Correlation Coefficient(2) VS.(4) :	←	0.985	→

Nete : * : 1975=100.0

** : Average figures in 1979

*** : Figures in September, 1985

同表から明らかな如く、家庭用電力料金と消費者物価指数との間には高い相関関係が見られる。そこで、消費者物価指数の1975年から1984年までのデータと対応する時間（西暦年）を２変数として回帰曲線を求め、これに1985年９月時点における同指数（526.8）を初期値として与え、修正を加えた後、1985年９月から2000年までの消費者物価指数の予測値を求めた。この結果を Table３－３－３に示す。

Table 3 – 3 – 3 Consumer's Price Index Projection (Low Income Group)

Year	Actual											Projection		
	1975	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85 Sep.	'90	'95	2000
Consumer's Price Index (Low Income Group) (1975=100.0)	100.0	118.8	142.3	165.6	181.6	202.9	231.3	260.2	311.2	374.5	526.8			
· Exponential Curve Fitting (r=0.997)											526.8	890.4	1,703.8	3,323.6
· Power Curve Fitting (r=0.997)											526.8	837.5	1,447.4	2,475.6
· Linear Regresion Fitting (r=0.976)											526.8	645.7	785.6	925.5
· Logarithmic Curve Fitting (r=0.973)											526.8	634.0	753.7	867.3

Note) r : Coefficient of Regression Curve Determination

次に、消費者物価指数と家庭用電力料金を２変数とした回帰曲線を作成する。ここで注意すべきは、1985年10月11日にザンビアでは外貨オークション制度が導入され、これにより、物価が急騰したことである。Table ３－３－１においても、1985年10月時点の電力料金は、過去に比べて大幅に値上げされている。従って、回帰曲線を考える際に、このデータを考慮することは、同曲線の勾配を更に急にすることを意味する。本節の冒頭でも述べた様に、今回のエネルギー価格予測に当たっては、ザンビアの国内外の政治・経済情勢に大きな変化がないことを前提としている。そこで、上述した外貨オークション制度の導入等の変化は、今後起こらず、回帰曲線は比較的穏やかなものとなると仮定し、1985年10月時点のデータは除外して回帰曲線を求めた。これらの結果はまとめて、Table ３－３－４に示した。同表では、消費者物価指数と家庭用電力基本料金及び同指数と家庭用電力使用料金についてそれぞれ４種類の回帰曲線による予測を示したが、最も現実的な回帰曲線は一次回帰（Linear Regression）と考えられるので、この結果のみをFigure３－３－１及び３－３－２に図示した。

Table 3 − 3 − 4 Domestic Electricity Tariffs Projection by Consumer's Price Index (Low Income Group)

	1985(Oct.)	1990				1995				2000			
		Exp.*	Power *	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power *	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power *	Lin.*	Log.*
Consumer's Price Index (Low Income Group) (1975=100.0)	526.8	890.4	837.5	645.7	634.0	1,703.8	1,447.4	785.6	753.7	3,323.6	2,475.6	925.5	867.3
Fixed Montly Charge (Kwache/Month)													
Exp. Curve	7.70	13.61	12.49	9.23	9.07	53.32	34.38	11.50	10.93	900.38	203.77	14.40	13.11
Power Curve	7.70	9.09	8.91	8.20	8.16	11.30	10.69	8.73	8.62	14.30	12.87	9.21	9.02
Lin. Regression	7.70	10.28	9.90	8.54	8.46	16.04	14.22	9.53	9.31	27.52	21.51	10.53	10.11
Log. Curve	7.70	8.59	8.49	8.05	8.01	9.69	9.42	8.38	8.31	10.83	10.33	8.66	8.55
Unit Charge (Ngwee/Kwh)													
Exp. Curve	3.63	6.48	5.94	4.37	4.29	25.86	16.58	5.46	5.19	450.58	100.35	6.86	6.24
Power Curve	3.63	4.30	4.21	3.87	3.85	5.36	5.07	4.13	4.07	6.80	6.12	4.26	4.35
Lin. Regression	3.63	4.86	4.68	4.03	3.99	7.62	6.75	4.51	4.40	13.10	10.23	4.98	4.78
Log. Curve	3.63	4.06	4.01	3.80	3.78	4.58	4.45	3.95	3.92	5.12	4.88	4.09	4.03

Note) Exp. * : Consumer's Price Index derived from Exponential Curve Fitting (See Table 3 − 3 − 3)
Power * : 〃 Power Curve Fitting (〃)
Lin. * : 〃 Linear Regression Fitting (〃)
Log. * : 〃 Logarithmic Curve Fitting (〃)

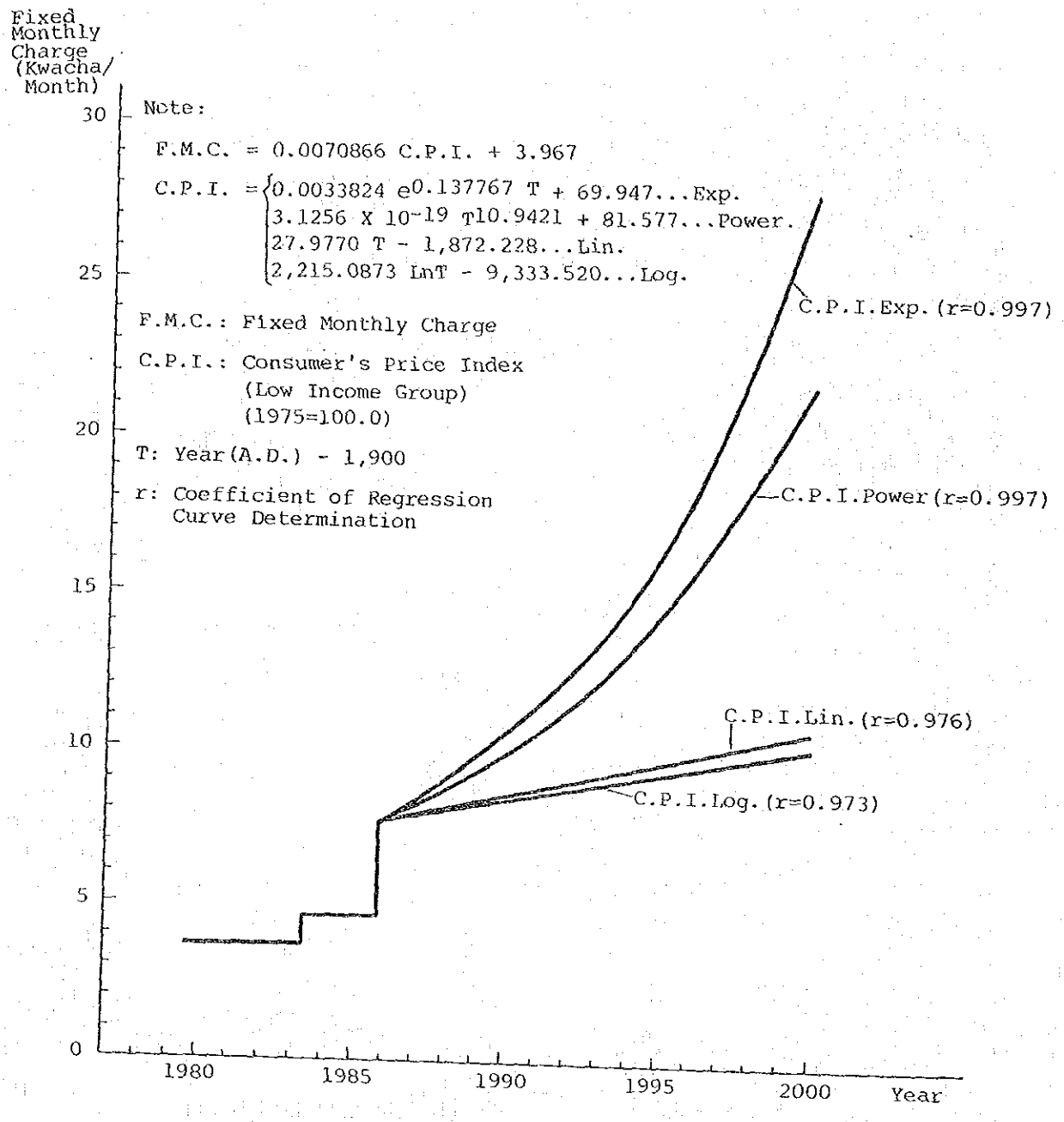


Figure 3-3-1 Domestic Electricity Tariffs Projection (Fixed Monthly Charge)

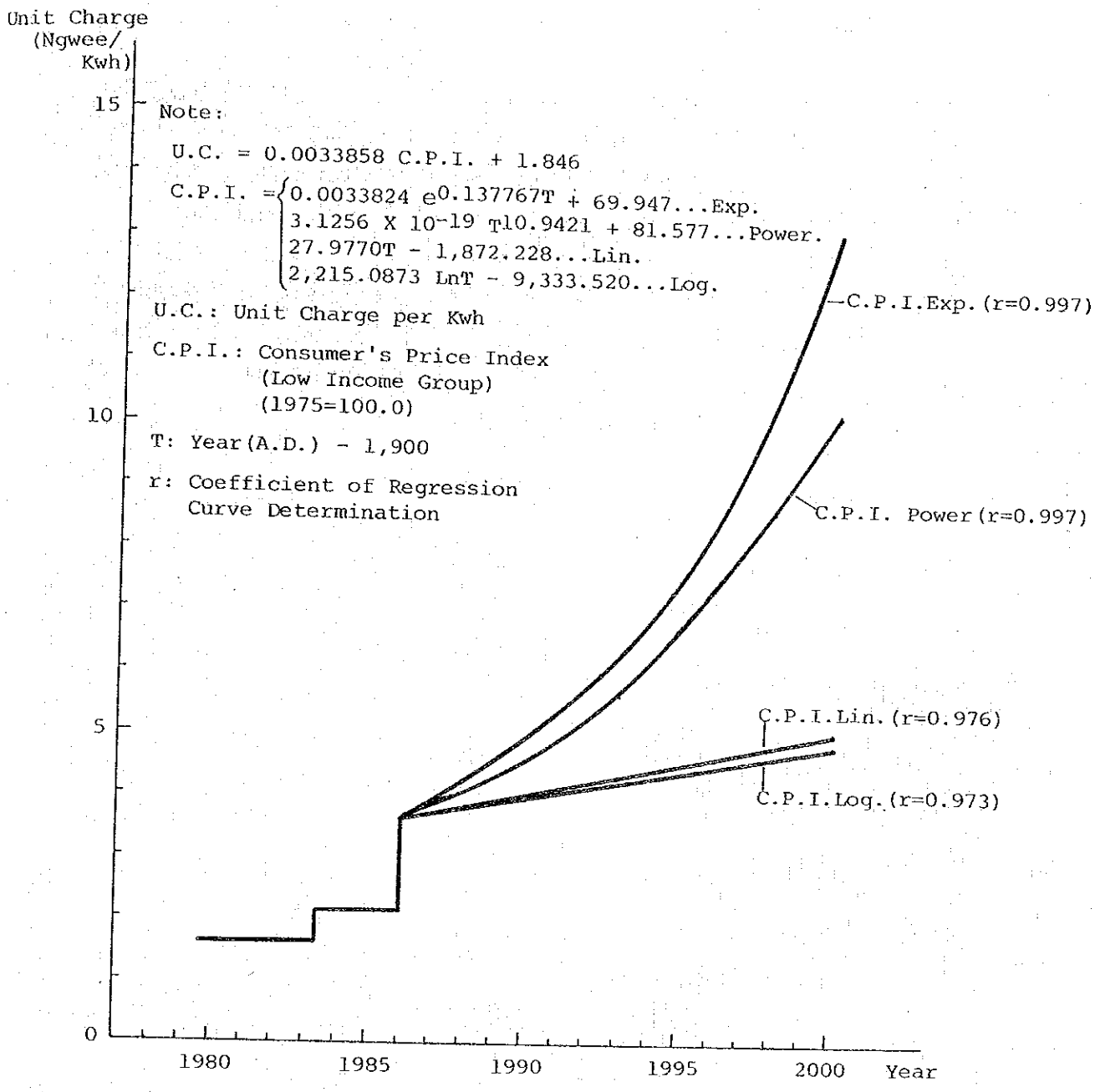


Figure 3-3-2 Domestic Electricity Tariffs Projection
(Unit Charge per Kwh)

3.3.2 石油製品価格予測

ザンビアは、石油を 100%輸入に頼っている。従って、ザンビア国内の石油製品価格は、世界の原油価格、特に OPEC の原油価格にリンクしていると考えられる。Table 3－3－5には、国内総生産（Gross Domestic Product ; GDP)、消費者物価指数、OPEC 原油 GSP（Government Selling Price）平均、及び石油製品の小売り価格の1978年から1985年までの推移を示す。同表に示したデータにより、石油製品小売り価格と、OPEC 原油 GSP平均（国内通貨ベース）、国内総生産、消費者物価指数の統計学的相関関係を調べてみると、Table 3－3－6に示した如く、それぞれ高い相関関係を持っていることがわかる。なかでも、石油製品小売り価格と OPEC 原油 GSP 平均との間には、最も高い相関関係が見られる。

Table 3 − 3 − 5 Gross Domestic Product, Consumer's Price Index, OPEC Oil GSP and Petroleum Products Retail Prices (1978 −1985)

						1983			1984				1985		
	1978	1979	1980	1981	1982	Jan.29	May 4	May30	Jun.1	Jan.28	Apr.11	Oct.30	Jan.26	Oct.15	Dec.
Gross Domestic Product (K Million) (At current purchasers' value)	2,250.7	2,660.4	3,063.6	3,485.4	3,595.3		4,181.2*				4,733.3*			N.A.	
Consumer's Price Index															
−Low Income Group (1975=100)	165.6	181.6	202.9	231.3	260.2		311.2*				373.5*		437.2	526.8(Sept.)	
−High Income Group (1975=100)	152.6	169.8	189.4	209.1	236.7		278.6*				336.8*		377.7	455.9(Sept.)	
Average OPEC GSP in US$ (US$/Barrel)	12.93	18.67	30.87	34.47	33.44		29.06*				28.48*			27.52*	
Average Exchange Rate (Kwacha/US$)	0.8008	0.7933	0.7887	0.8731	0.9308		1.2592*				1.8132*			3.1396*	
Average OPEC GSP in Kwacha(Kwacha/Litre)	6.513	9.316	15.31	18.93	19.58		23.02*				32.48*			54.35*	
Premium Gasoline (Ngwee/Litre)	51.0	79.0	84.0	100.0	103.0	106.0	98.0	97.0	97.0	105.0	130.0	130.0	141.0	282.0	282.0
Regular Gasoline (Ngwee/Litre)	40.0	73.0	78.0	94.0	97.0	100.0	92.0	91.0	91.0	96.5	119.0	119.0	129.0	258.0	258.0
Gasoil (Ngwee/Litre)	23.0	28.0	40.0	52.0	61.0	72.0	68.0	68.0	68.0	71.9	91.0	91.0	97.0	187.0	187.0
Kerosene (Ngwee/Litre)	11.0	17.0	19.0	36.0	41.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.5	69.0	69.0	72.5	152.0	152.0

Note) * : Figure represents the average in the corresponding year.

Table 3－3－6 Statistical Correlation Coefficients between Petroleum Products Retail Prices and, Average OPEC GSP, Gross Domestic Product, and Consumer's Price Index

Petroleum Products	Ave. OPEC GSP in Kwacha	Gross Domestic Product	Consumer's Price Index	
			Low Income	High Income
Premium Gasoline	0.987	0.983	0.989	0.987
Regular Gasoline	0.964	0.931	0.888	0.893
Gasoil	0.966	0.918	0.859	0.864
Kerosene	0.990	0.989	0.986	0.986

従って、石油製品価格予測には、OPEC 原油 GSP平均（国内通貨ベース）の予測を利用する方法が最良と考えられるが、GSP値とザンビアの為替レートの予測は非常に困難である。一方、Table 3－3－7から明らかな如く、ザンビアの石油製品価格構成は世界的な石油製品価格構成を必ずしも反映していない。これは、全ての石油製品の卸売り価格がザンビア政府によって設定されており、また消費者価格レベルにおいても、ガソリン、ケロシン及びディーゼル油が政府の管理下に置かれているためである。

Table 3－3－7 Comparison of International (Persian Gulf) Postings and Domestic Consumer Prices (1982)

Product	Index of Persian Gulf Posting (Kerosene=100)	Index of Domestic Consumer Prices (Kerosene=100)
Premium Gasoline	95	251
Regular Gasoline	91	236
Kerosene	100	100
Diesel Oil	98	149

Source : Zambia : Issues and Options in the Energy Sector Jan. 1983 Report of the Joint UNDP/World Bank Energy Sector Assessment Program

以上を勘案し、今回の石油製品価格予測では、本節の冒頭で述べた１番目の予測手法である、個々の石油製品価格の過去の推移から定量的な傾向を探り、これを最近の

石油製品価格で修正して予測する方法を採用した。Table 3－3－8には、この結果を示した。また、Figure 3－3－3から3－3－6には、Table 3－3－5及びTable 3－3－7のデータに基づいて、それぞれプレミアム・ガソリン、レギューラー・ガソリン、ガスオイル及びケロシンの価格予測を示した。

Table 3－3－8 Petroleum Products Retail Prices Projection

	1985 Dec.	1990	1995	2000
・Premium Gasoline (Ngwee/Litre)				
－Exponential Curve Fitting (r=0.880)	282.0	350.2	482.6	699.3
－Power Curve Fitting (r=0.891)	282.0	320.9	370.6	421.6
－Linear Regression Fitting (r=0.874)	282.0	318.0	362.5	407.1
－Logarithmic Curve Fitting (r=0.872)	282.0	304.8	327.3	345.8
・Regular Gasoline (Ngwee/Litre)				
－Exponential Curve Fitting (r=0.859)	258.0	331.5	481.1	739.4
－Power Curve Fitting (r=0.879)	258.0	300.1	355.4	413.8
－Linear Regression Fitting (r=0.877)	258.0	292.8	335.9	379.0
－Logarithmic Curve Fitting (r=0.883)	258.0	280.2	302.2	320.2
・Gasoil (Ngwee/Litre)				
－Exponential Curve Fitting (r=0.976)	187.0	316.3	695.5	1,666.4
－Power Curve Fitting (r=0.983)	187.0	252.3	356.9	488.8
－Linear Regression Fitting (r=0.968)	187.0	226.2	274.8	323.4
－Logarithmic Curve Fitting (r=0.960)	187.0	211.7	236.1	256.1
・Kerosene (Ngwee/Litre)				
－Exponential Curve Fitting (r=0.975)	152.0	318.6	972.5	3,260.4
－Power Curve Fitting (r=0.983)	152.0	229.6	375.7	588.3
－Linear Regression Fitting (r=0.971)	152.0	186.1	228.2	270.4
－Logarithmic Curve Fitting (r=0.961)	152.0	173.4	194.5	211.8

Note) r : Coefficient of Regression Curve Determination

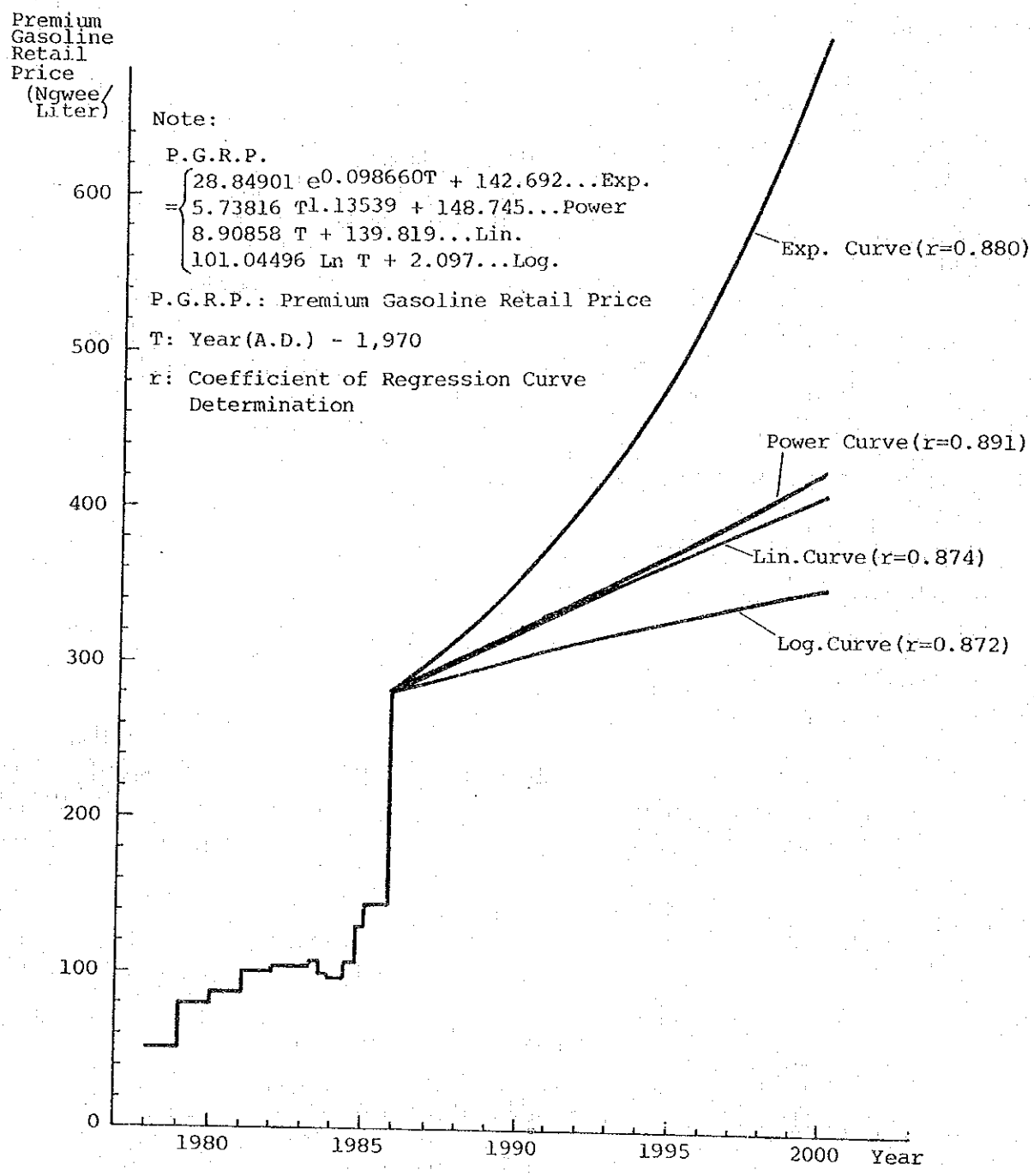


Figure 3 − 3 − 3 Premium Gasoline Retail Price Projection

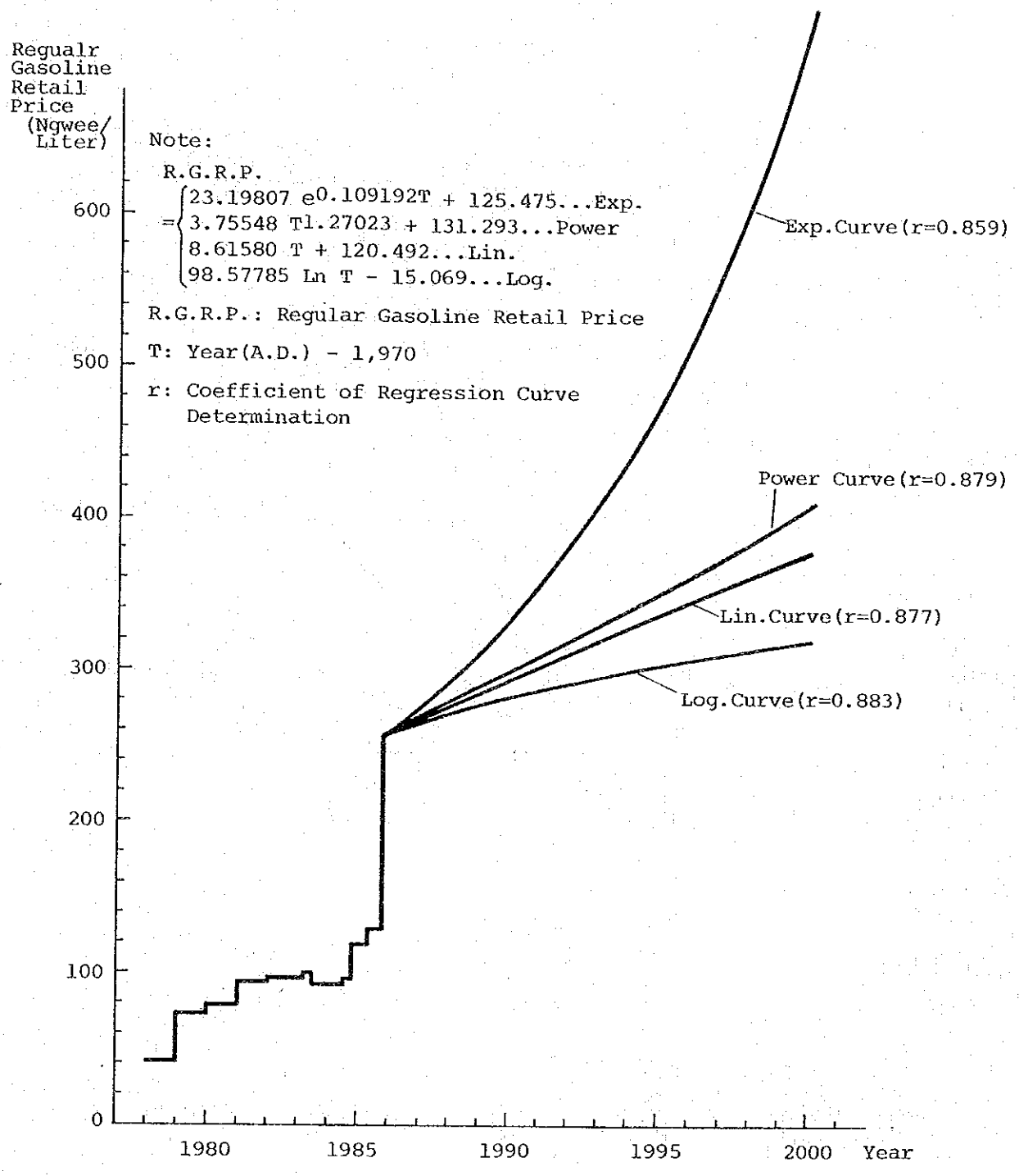


Figure 3 − 3 − 4 Regular Gasoline Price Projection

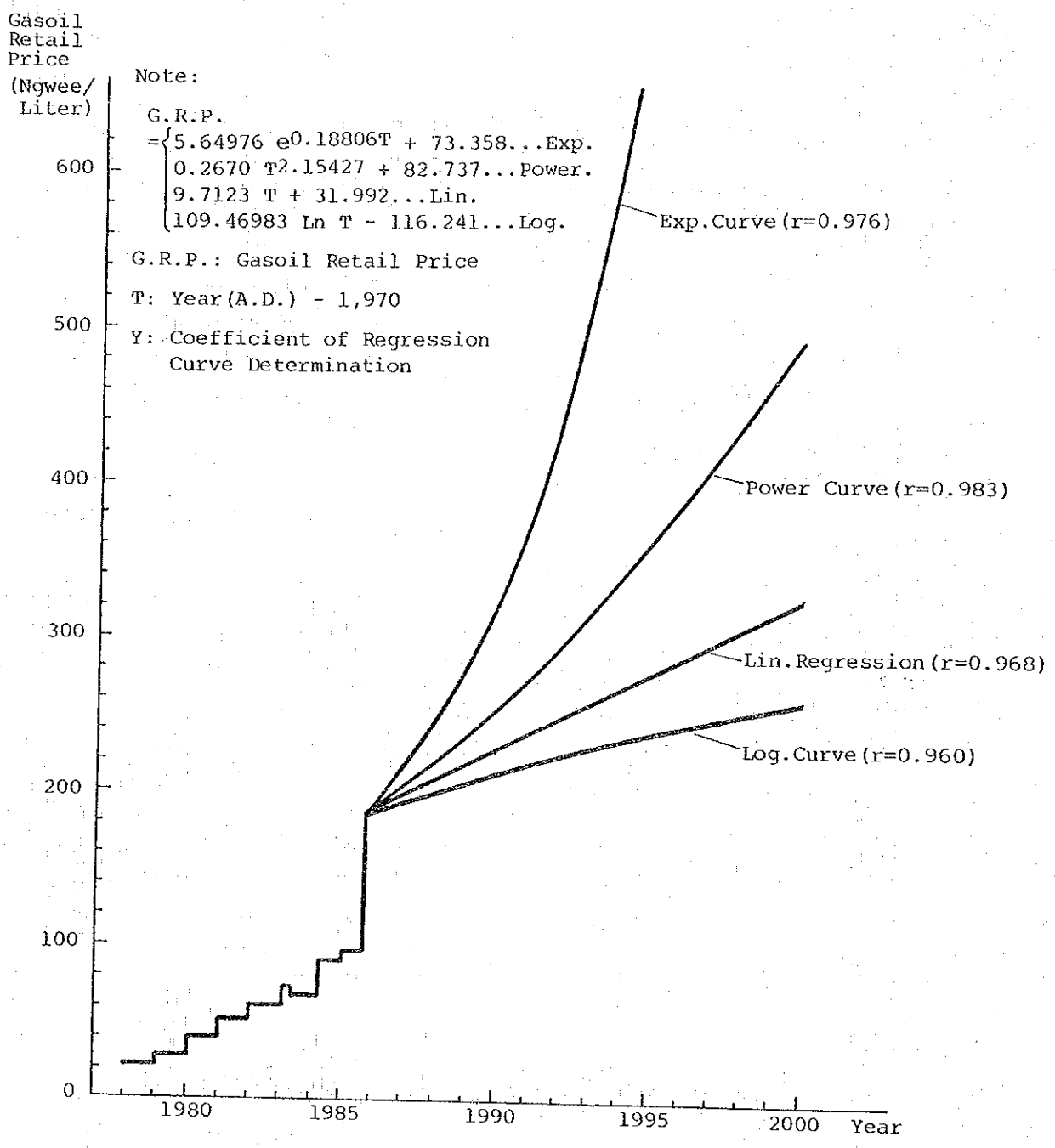


Figure 3 − 3 − 5 Gasoil Retail Price Projection

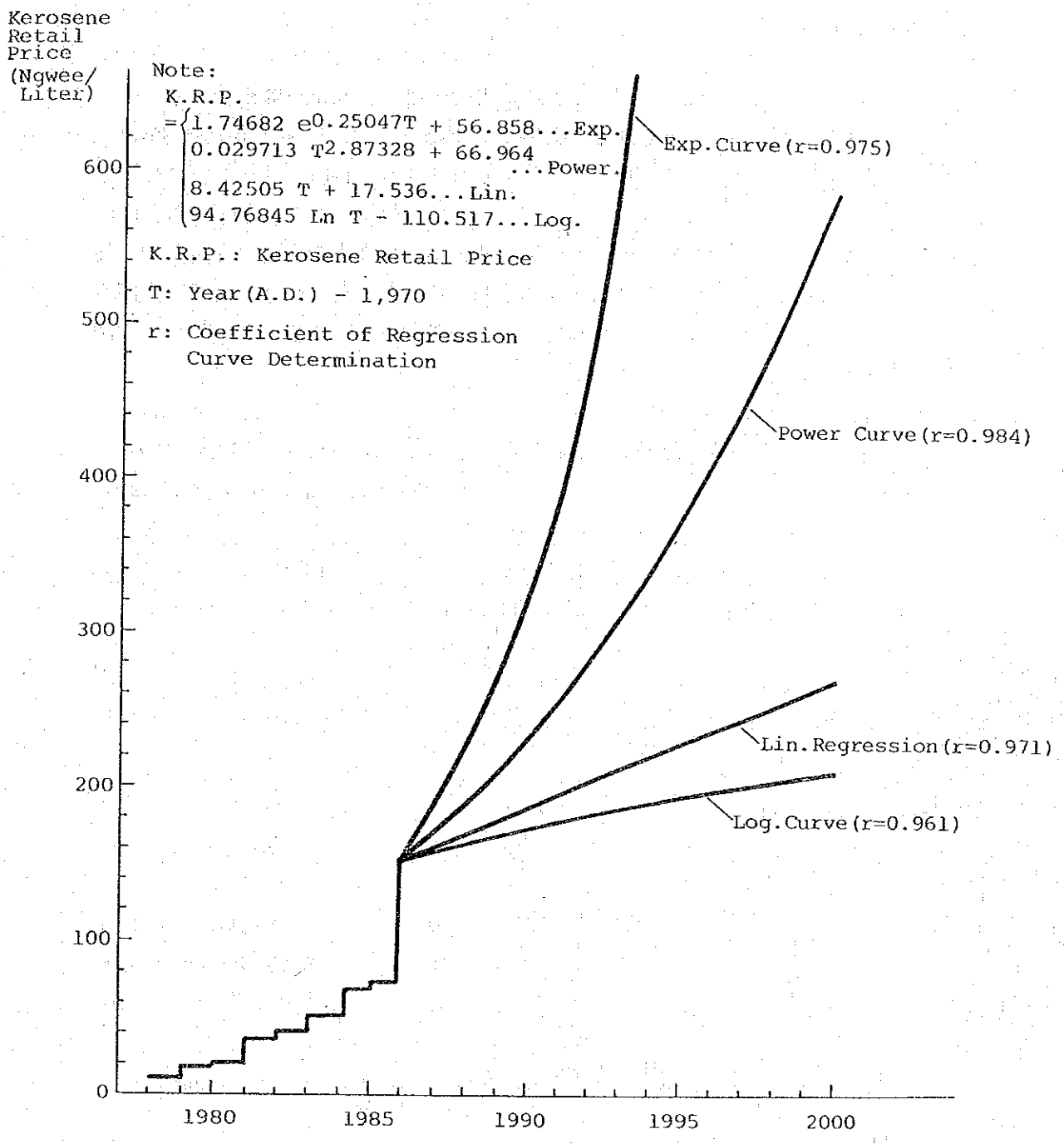


Figure 3 – 3 – 6 Kerosene Retail Price Projection

3.3.3 石炭価格予測

石炭は、前節でも述べた如く、ザンビアの有力な国産エネルギー資源であり、マンバ炭鉱で採掘されている。マンバ炭鉱を出る石炭価格（Coal Prices Ex-Maamba Collieries）は、ザンビア政府によって設定されており、Table 3－3－9に示した如く、生産コストを反映していない。従って、石炭の価格予測を行う際にも、本節の冒頭で述べた如く、石炭価格（Maamba Coal Price）の過去の推移から定量的な傾向を探り、これを最近の石炭価格で修正して予測を行った。Table 3－3－10及び3－3－11には、それぞれマンバ炭の平均価格の1978年から1985年までの推移と、2000年までの同価格の予測を示した。

Table 3－3－9 ZAMBIA : COST OF PRODUCTION (1980－1982)

(Kwacha per ton - 1k = US$ 1.12)

Year	1980－81	1981－82 1/
Production ('000 tonnes)	575,495	255,390
Cost/tonne		
Mining	K 10.08	K 11.93
Washing	2.89	3.58
Ropeway & Dispatch	4.54	4.47
Infrastructure 2/	6.53	9.18
Depreciation	5.88	9.41
Interest	0.77	1.98
Working Capital	1.00	1.18
Total/ton	K 31.69	K 41.73
Sale Price/ton	K 32.64	K 32.10 3/

1/ Provisional for six months, April to September 1981.

2/ Infrastructure includes Stores, Purchase, Administration, Township, Welfare, Medical, School, etc.

3/ This price is less than the recommended price of K 36.80 per ton which was to have been implemented in October 1981.

Original Source : Maamba Colliery

Source : Zambia : Issues and Options in the Energy Sector Jan. 1983
Report of the Joint UNDP/World Bank Energy Sector Assessment Program

また、Figure 3－3－7には、Table 3－3－10及び3－3－11に示したデータに基づいたマンバ炭の価格予測を図示した。

Table 3－3－10 Average Prices of Maamba (in Kwacha ton)

Year	Maamba Coal Price
1977／78	19.55
1978／79	26.85
1979／80	26.76
1980／81	32.19
1981／82	35.33
1982／83	37.86
1983／84	46.96
1984	60.09
1985	82.25

Source : National Development Plan Emergy (10th February, 1986)

Table 3－3－11 Maamba Coal Price Projection (in Kwacha per ton)

Regression Curve	1985 (Actual)	1990	1995	2000
Exponential (r=0.979)	82.55	146.93	277.39	540.58
Power (r=0.966)	82.55	139.42	241.45	418.11
Linear (r=0.954)	82.55	107.30	132.34	157.39
Logarithmic (r=0.951)	82.55	105.22	126.94	147.55

Note) r : Coefficient of Regression Curve Determination

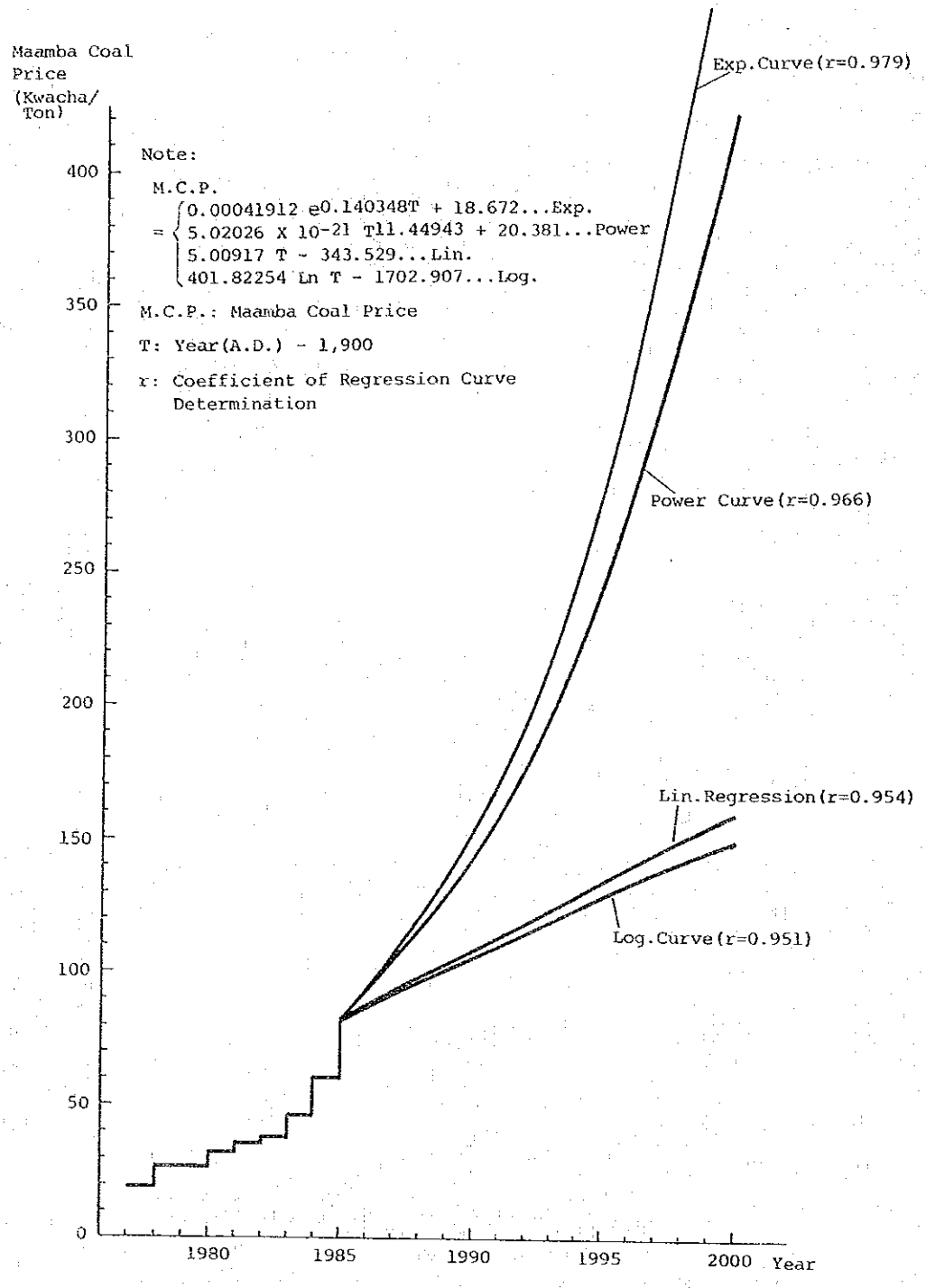


Figure 3 – 3 – 7 Maamba Coal Price Projection

3.3.4　木質燃料価格

ザンビアの木質燃料は、前節でも述べた如く、全家庭の80%以上が木炭あるいは薪を使用していることからわかるように、家庭用エネルギーとして重要である。本プロジェクトの実施により生産される豆炭の代替対象が家庭用エネルギーであることから、木質燃料は本計画調査において最も重要なエネルギーと言える。ザンビアにおいては、薪は農村部の90%以上の家庭で、木炭は都市部の80%以上の家庭で使用されており、将来の豆炭価格、流通形態等を勘案すれば、都市部、特にルサカ市における木炭価格の動向を知ることは極めて需要と言える。

Table 3－3－12には、ルサカ市都市部（Urban）における木炭小売り価格の1978年から1986年までの推移を、対応する期間の消費者物価指数と共に示した。同表において消費者物価指数を示したのは、1983年以前の木炭小売り価格のデータが少なく、また1984年以降の木炭小売り価格が急騰していることから、本節の冒頭で述べた2番目の予測手法である、木炭小売価格と消費者物価指数の関係より木炭小売り価格の予測する方法を採用した方が良いと、判断したためである。

Table 3－3－12に示した消費者物価指数と、木炭小売価格との間に、Table 3－3－13に示した如く、高い相関関係が見られる。特に消費者物価指数の低所得グループと木炭小売り価格との間では、相関係数（Coefficient of Correlation）が0.984と、消費者物価指数の高所得グループと木炭小売り価格との間の相関係数0.975よりも、高い値が示されている。

Teble 3 − 3 −12 Consumer's Price Index and Lusaka Urban Charcoal Retail Price in Kwacha per 35-40 kg Bag (1978−1986)

	1978	1983(Jul.)	1984(Oct.)	1985(Jan.)	1985(Jun.)	1985(Dec.)	1986(Mar.)
Consumer's Price Index							
−Low Income Group (1975=100.0)	165.6	317.9	383.3	437.2	487.5	N.A.	N.A.
−High Income Group (1975=100.0)	152.6	283.6	350.5	377.7	424.9	N.A.	N.A.
Charcoal Retail Price	2.50-3.00	4.00-4.50	5.00-6.00	6.50-7.00	7.00-8.00	10.00 *	12.00 *
in Lusaka Urban	2.75 *	4.25 *	5.50 *	6.75 *	7.50 *		

Note) * : Figure indicate the averages.

Table 3 − 3 −13 Statistical Correlation Coefficients between Consumer's Price Index and Charcoal Retail Price

	Consumer's Price Index	
	Low Income Group	High Income Group
Charcoal Retail Price	0.984	0.975

Table 3 − 3 −14 Lusaka Urban Charcoal Retail Price Projection Consumer's Price Index (Low Income Group)

	1986 (Mar.)				1990				1995				2000			
	Exp.*	Power*	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power *	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power*	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power *	Lin. *	Log.*
Consumer's Price Index (Low Income Group) (1975=100.0)	557.36	554.24	539.95	557.36	890.41	837.5	645.7	634.0	1,703.8	1,447.4	785.6	753.7	3,323.6	2,475.6	925.5	867.3
Charcoal Retail Price																
−Exponential Curve (r=0.997)	12.00	12.00	12.00	12.00	30.31	26.04	15.66	15.22	382.80	169.37	22.86	20.95	69,287.11	4,544.39	34.15	28.87
−Power Curve (r=0.982)	12.00	12.00	12.00	12.00	16.37	15.72	13.41	13.26	26.58	23.45	15.24	14.84	45.94	35.97	17.05	16.31
−Linear Regression (r=0.984)	12.00	12.00	12.00	12.00	17.01	16.26	13.59	13.43	29.25	25.44	15.70	15.23	53.62	40.91	17.80	16.94
−Logarithmic Curve (r=0.948)	12.00	12.00	12.00	12.00	13.99	13.75	12.76	13.99	16.74	16.07	13.59	13.42	19.56	18.34	14.28	14.02

Nete) Exp * Consumer's Price Index derived from Exponential Curve Fitting (See Table 3 − 3 − 3)
Power * 〃 Power Curve Fitting (〃)
Lin. * 〃 Linear Regression Fitting (〃)
Log. * 〃 Logarithmic Curve Fitting (〃)

従って、低所得者グループの消費者物価指数予測結果（Table 3－3－3参照）を消費者物価指数と木炭小売り価格との関係に基づく回帰曲線に適用して、ルサカ市都市部の木炭小売り価格予測を行ない、その結果を Table 3－3－14に示す。4種類の回帰曲線による予測を示すが、最も現実的な回帰曲線は一次回帰と考えられるので、この結果のみをFigure 3－3－8に示す。

ところで、薪は前述の如く、農村部で多く使用されている。しかし、本プロジェクトの適用対象地域としては、都市部、特にルサカ市都市部が予想されるので、Table 3－3－15に1979年から1986年までの同都市部での薪の小売り価格を示した。

Table 3－3－15 Lusaka Urban Firewood Retail Price in Kwacha per Cubic Metre

Year	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Firewood Retail Price	4.25	5.60	7.50	8.75	10.00	11.65	12.50	13.50

Source : Provincial Forest Office

薪は通常小さな束（ small pile ）、あるいは一本の丸太（single piece of bough ；直径約10cm、長さ約1m程度のもの）の形で販売されているため、他の燃料と比較した場合、正確に単価を決めることは難しい。従って上表のデータは、あくまで概略値と考えるべきであろう。

ザンビア政府は Forest Departmentが中心となってTable 3－3－16に示した課徴金制度を伐採者に対して適用し、この収入を森林破壊の防止のため使用している。但し、3.1.4木質燃料の部分でも触れた様に、合法的な、即ち課徴金を支払っている伐採者は極めて少ないと予想される。

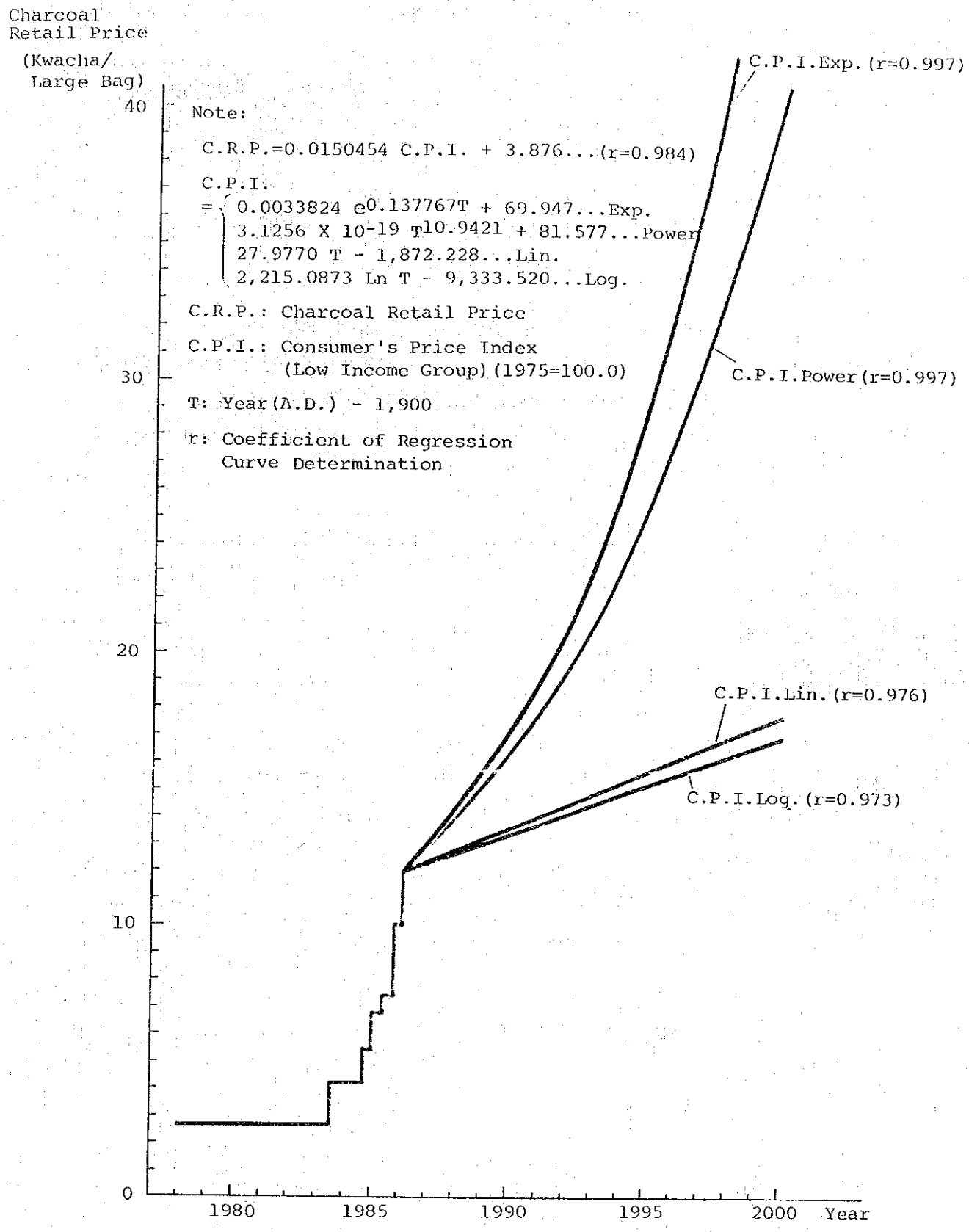


Figure 3-3-8 Lusaka Urban Charcoal Retail Price Projection

Table 3 − 3 −16 Woodfuel Government Fee (Harvested Under Licence)

Description	Unit	Unit Charge (Kwacha)
Stacked firewood	Cubic meter	0.12
Firewood (1m×1m×3m)	Cord	0.35
Firewood (headload)	5 headloads	0.12
Charcoal	Standard grain measure	0.09

Source : Ministry of Lands and Natural Resources

ところで、薪の価格予測については、過去のデータが、概略値ではあるがかなり十分にあり、また1985年10月に行われた、オークション制度導入の薪価格への影響も小さいと見られることから、本節の冒頭で述べた１番目の予測手法を採用した。

Table 3 − 3 −17には、Table 3 − 3 −15に示したデータに基づいて求めた2000年までの薪価格の予測を示した。

Table 3 − 3 −17 Lusaka Urban Firewood Retail Price Projection

(Kwacha per Cubic Meter)

Regression Curve	1986 (Actual)	1990	1995	2000
Exponential (r=0.978)	13.50	30.66	79.05	197.00
Power (r=0.980)	13.50	28.93	67.23	145.59
Linear (r=0.997)	13.50	19.12	26.15	33.18
Logarithmic (r=0.998)	13.50	18.74	24.97	30.88

Note) r : Coefficient of Regression Curve Determination

Figure 3 − 3 − 9には上表の結果を図示した。

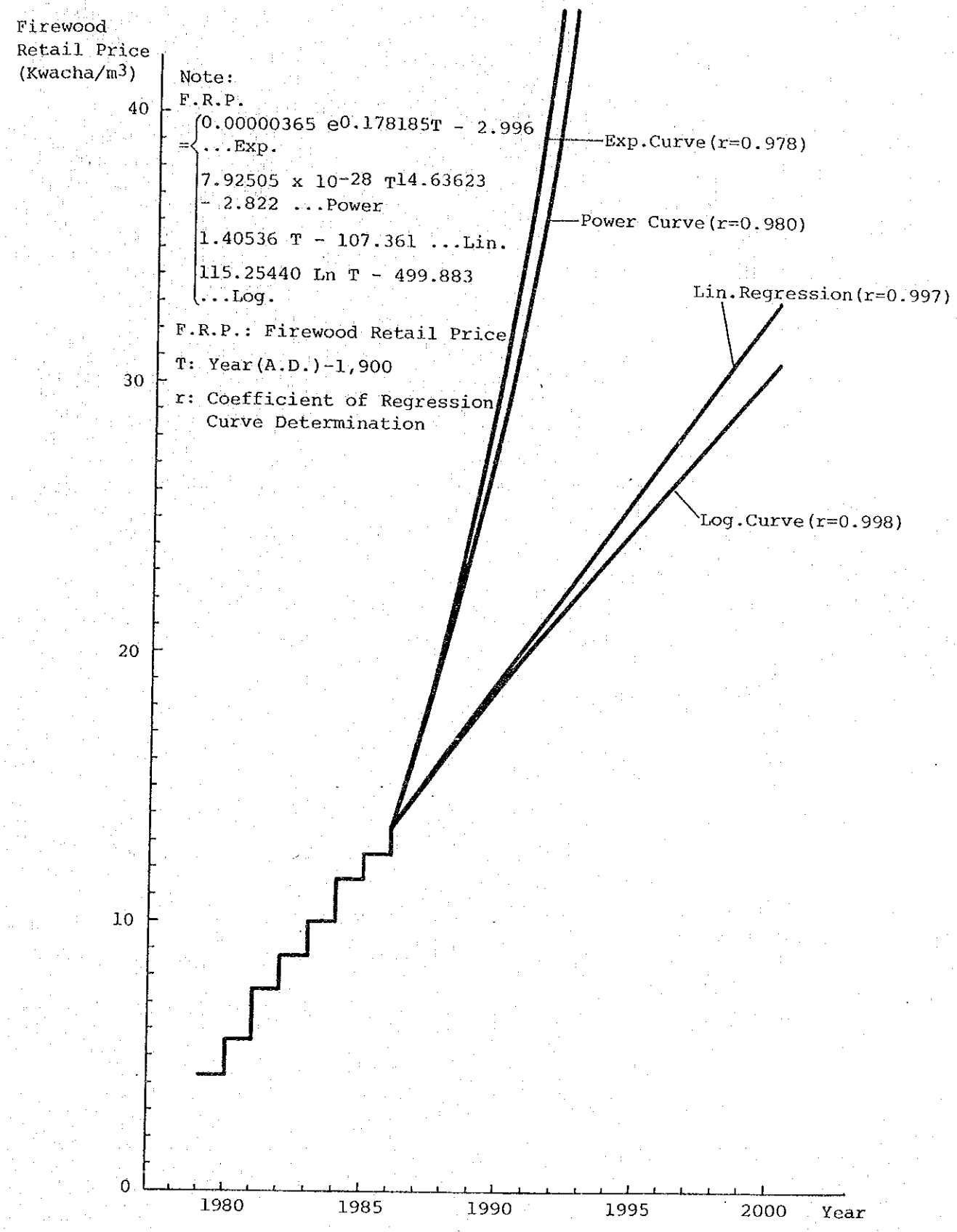


Figure 3 − 3 − 9 Lusaka Urban Firewood Retail Price Projection

第4章　市場と需要・供給

本プロジェクトによる豆炭と陶製コンロは、理想としてはザンビア全体に普及されるべきであろう。しかし今回は現実的な立場に立ち、あらゆる観点からその普及効果が最も期待できるルサカ市をこれらの市場として設定した。

本章では、本プロジェクトの主たる受益者である中低所得層の家庭用燃料使用動向、豆炭および陶製コンロの市場規模及び価格の検討を行い、最後に今後のマーケッティングのあり方を探る。

4.1　家庭用燃料の使用動向

現在ザンビアには豆炭市場は全く存在していない。そこで問題となるのは、本プロジェクトによる豆炭が既存のどの家庭用燃料に代替し得るかということである。この問題の検討にあたっては、本プロジェクトの主たる受益対象である中低所得層の家庭用燃料の使用動向調査が必要となる。従って本節では、家庭用燃料の使用動向を燃料使用構造と燃料使用形態の２つの観点から捉えて述べる。

4.1.1　家庭用燃料の使用構造

一般に、家庭用燃料の使用構造は各家庭の所得規模に大きく依存する。Table 4－1－1及び、Figure 4－1－1には、ルサカ市の家庭用燃料の１人当りの年間消費量を４つの所得階層別に示した。所得階層は、まず電力を利用している階層と利用していない階層に分類され、更に前者は高所得層と中低所得層、後者は中低所得層と低所得層に分類されている。同表及び同図から、以下のことがわかる。

1) 中低所得層では、木炭の占める比率が最も高く、55.0~69.1%である。
2) 木炭は、電力使用比率の高い高所得層においても、約２割使用されている。
3) 電力の使用比率は、高所得層の場合のみ高く、76.7%である。
4) 薪の使用比率は、所得が少ない程高い。
5) 灯油（ケロシン）は、主として照明用のため、未電化の階層の使用比率が高い。

上記の 1) 、 2) から明らかな如く、木炭はルサカ市の中低所得層において最も重要な家庭用燃料といえる。

Table 4 − 1 − 1 Annual per capita Household Fuel Consumption in Lusaka

Fuel Type		With Electriciey		Without Electriciey	
		High Cost	Medium / Low Cost	Medium / Low Cost	Low Cost
Electricity	(Kwh)	2,223	794		
	(10^3 Kcal)	1,912	683		
	(%)	76.7	35.4		
Kerosene	(Liter)	2.50	6.42	12.20	13.30
	(10^3 Kcal)	22	57	109	118
	(%)	0.9	3.0	5.5	4.9
Charcoal	(kg)	61.3	151.9	194.4	213.7
	(10^3 Kcal)	429	1,063	1,361	1,496
	(%)	17.2	55.0	69.1	62.6
Firewood	(m^3)	0.084	0.084	0.324	0.504
	(10^3 Kcal)	129	129	499	776
	(%)	5.2	6.7	25.3	32.5
Total	(10^3 Kcal)	2,492	1,932	1,969	2,390
	(%)	100.0	100.1 *	99.9 *	100.0

Note) Energy conversion factors used are :

Electricity : 1 Kwh = 860 Kcal

Kerosene : 1 Liter = 8,900 Kcal

Charcoal : 1 kg = 7,000 Kcal

Firewood : 1 m^3 = $1,540 \times 10^3$ Kcal

* These figures do not necessarily sumup to 100.0 due to rounding.

Source : The Status and Impact of Woodfuel in Zambia
(Department of Natural Resources)

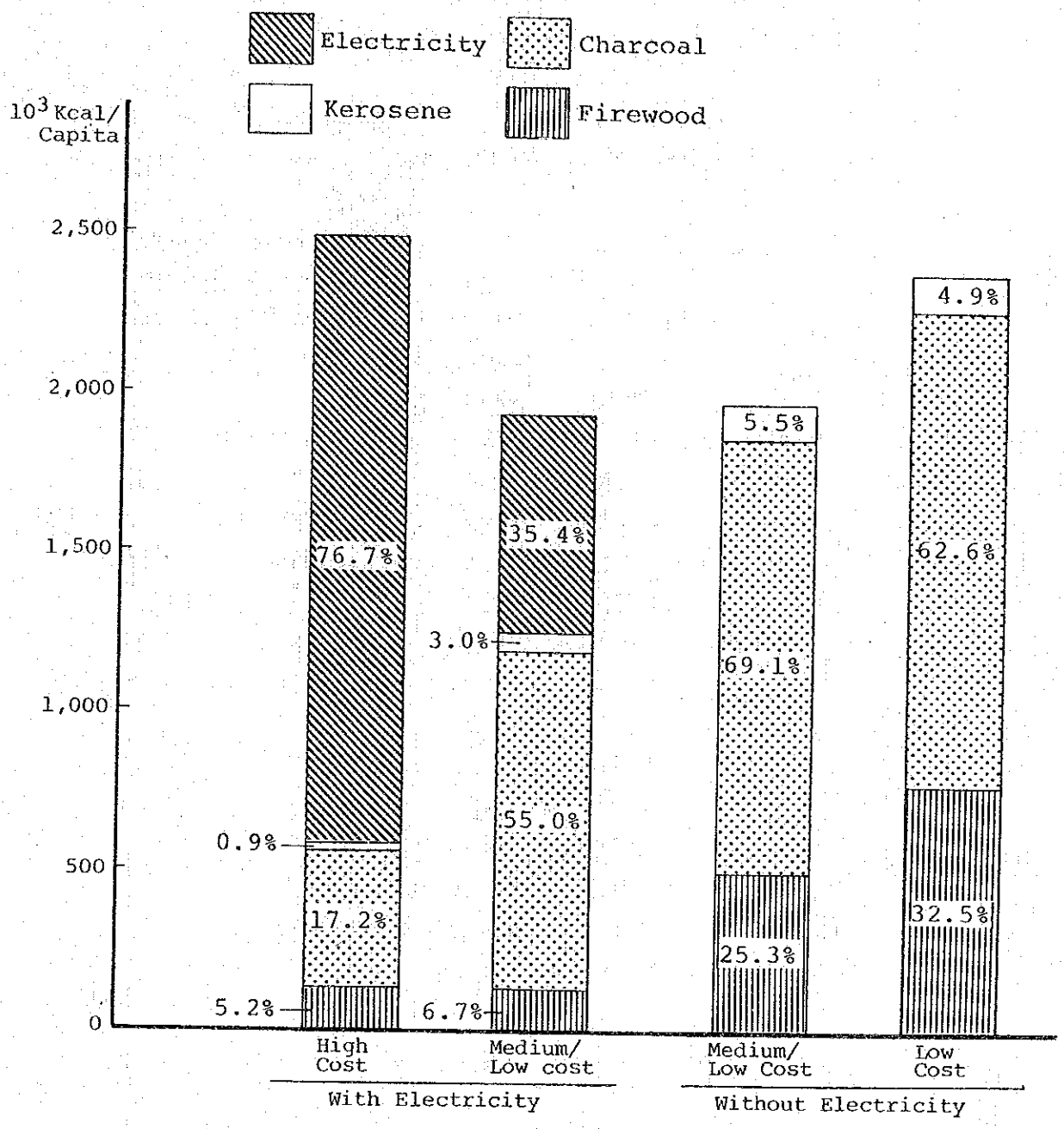


Figure 4 − 1 − 1 Annual per capita Household Fuel Consumption in Lusaka

一方、Table 4－1－2及びFigure 4－1－2には、1983年6／7月期のセントラル地域及びカッパーベルト地域の都市部における家庭用燃料への平均月額出費を示した。同表及び同図からは、以下のことがわかる。

Table 4－1－2 Average Monthly Expenditure on Household Energy Sources in Large Towns of Central and Copperbelt Regions in June/July 1983

(Kwacha/Household)

Energy Type		With Electriciey		Without Electriciey	
		High Cost	Medium / Low Cost	Medium / Low Cost	Low Cost
Electricity		30.93	12.61		
	(%)	(73.5)	(46.2)		
Kerosene		0.59	1.46	4.15	2.99
	(%)	(1.4)	(5.4)	(19.3)	(17.0)
Charcoal		9.77	12.28	15.05	11.54
	(%)	(23.2)	(45.0)	(70.2)	(65.5)
Firewood		0.35	0.55	1.78	2.55
	(%)	(0.8)	(2.0)	(8.3)	(14.5)
Candles		0.46	0.37	0.47	0.55
	(%)	(1.1)	(1.4)	(2.2)	(3.1)
Total		42.10	27.27	21.45	17.63
	(%)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.1) *

Note) * Figure is not always 100.0 due to rounding.

Source : The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia
(Department of Natural Resources)

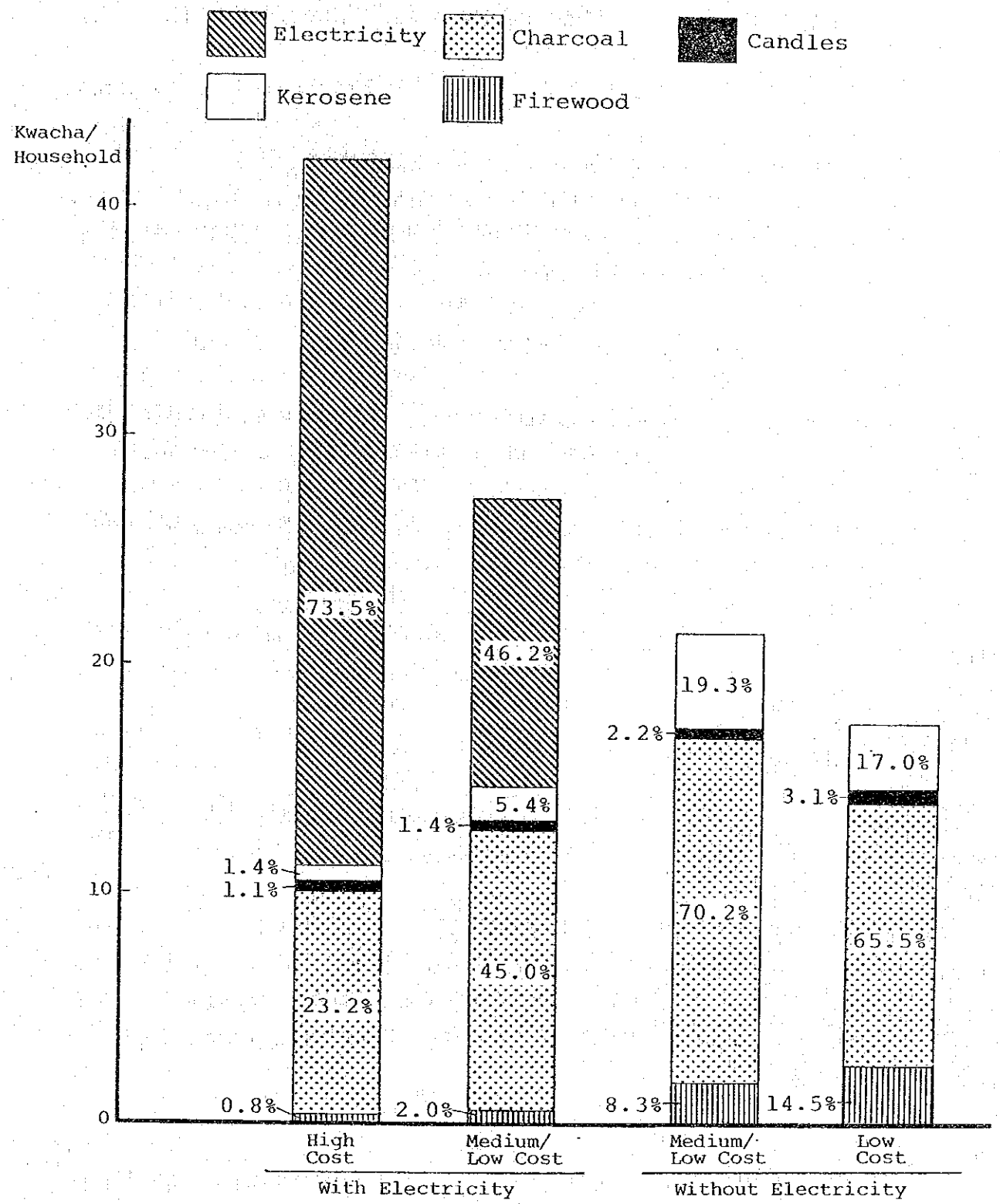


Figure 4 − 1 − 2 Average Monthly Expenditure on Household Energy Sources in Large Towns of Central and Copperbelt Regions in June/July 1983

1) 電力を使用していない階層では、木炭への出費比率が最も高く、65.5／70.2%を占めている。
2) 電力を使用している階層では、電力への出費比率が最も高く、46.2／73.5%を占めている。
3) 電力を使用していない階層の灯油への出費比率は、Table 4－1－1で示した灯油の使用比率と比べた場合、高い灯油価格を反映して大幅に増加している。
4) 電力を使用している中低所得者層の電力と木炭への出費比率は、それぞれほぼ同程度（45.0／46.2%）である。

以上、家計上からも中低所得層にとって、木炭が重要な家庭用燃料であることがわかる。

Table 4－1－3には、都市部の家庭用燃料使用率（燃料使用家庭数の全家庭数に対する割合）を示した。同表からも、木炭の使用率が非常に高いことがわかる。

Table 4－1－3 Average Percentage of Urban Household Using Each of The Four Energy Sources

Energy Source	Percent of User Households
Firewood	32.6
Charcoal	84.7
Candles	21.0
Kerosene	72.9

Source : The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia (Department of Natural Resouces)

上述の如く、木炭は使用比率、出費比率共に高いので、本プロジェクトによる豆炭及び陶製コンロの普及は、ルサカ市の家庭における燃料使用状況の向上に大きく貢献するものと考えられる。これは、豆炭が木炭を代替し、陶製コンロが従来のバウラを代替することによって、家庭用燃料のより効率的な利用が期待されるためである。

4.1.2 家庭用燃料の使用形態

本プロジェクトによる豆炭及び陶製コンロは、当然ザンビアの中低所得層の燃料使用形態に即したものでなければならない。そこで本項では、ルサカ市の中低所得層の

ライフスタイルとクッキングスタイルについて述べる。

(1) ライフスタイル

ルサカ市の家庭は、主としてその所得額によってライフスタイルが大きく異なっている。ライフスタイルの違いを明確に表わすものとして、居住区（Townships あるいはCompounds ）があげられる。居住区は、市役所（City Council）が計画・管理するものと、それ以外のものとに大別される。前者は更に、サイトから住宅及び設備機器まで備えた高級（ High Cost）、中級（ Medium Cost）、低級（ Low Cost ）の３段階の居住区（ Council Control Houses Areas ）と、サイトとメイン・ユーティリティーのみを備えた居住区（ Site and Services）の計４つに分類される。後者は、未計画地区に人々が不法に仮小屋（Shanty）を建て、そのまま住みついている居住区（Shanty Compounds又は Squatter Areas ）である。

高級あるいは中級の居住区の住民は、フォーマル・セクターと呼ばれる限られた大規模産業の従業員や公務員、あるいは小さなガレージや小売店等の経営者など、高中所得層に属し、その多くは ZESCO（ Zambia Electricity Supply Corporation Limietd ）からの電力供給を受ける現代的な住宅に住んでいる。彼らは、ルサカ市の全人口の約20%を占めているに過ぎず、調理や暖房（６～８月のみ）に、電気や灯油、あるいはわずかではあるが LPGを使用している。

一方、中低所得層は、高さ２m足らずのレンガやドロ、あるいは木製の小さな家に居住している。彼らは、ルサカ市の全人口の約80%を占め、調理や暖房に木炭と薪を、照明には灯油やロウソクを使用している。彼らの木炭と薪の使用状況は、Figure４－１－１からも明らかな如く、所得額の減少につれて薪の使用比率が高まる傾向にある。

Table ４－１－４には、ルサカ市の家庭の木質燃料（木炭及び薪）の入手先を示した。

Table 4－1－4 Percentage of Householders that Purchased Woodfuel from Municipal Markets and Private Selling Points

	Charcoal Purchases			Firewood Purchases		
	Sample Size	Municipal Market	Private Selling Points	Sample Size	Municipal Market	Private Selling Points
Lusaka	314	54.1 %	45.9 %	26	15.4 %	84.6 %

Source : The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia
(Department of Natural Resources)

同表から明らかな如く、木炭は市中のオープンマーケットと個人（主として居住区内の木炭販売人）から、それぞれ約半分の比率で購入されている。

(2) クッキングスタイル

上述の如く、高中所得層は電気や灯油を、中低所得層は木炭や薪を調理用燃料として使用している。従って、前者は電気コンロあるいは灯油コンロを、後者はバウラあるいは薪用のヤグラを調理用コンロとして使用している。

前者の台所は日本のものとほぼ同じ様式であるが、後者の台所は土間に調理器類や食器類を置いた程度のものである場合が多い。後者の場合、木炭や薪の燃焼により煙が生じるため、雨天の場合以外は屋外で調理することが多い。また、冬期には部屋を閉め切って調理することが多いため、以前は一酸化炭素中毒による死亡者が多く出たこともある。

ルサカ市の１世帯当りの家族数は、平均約５人（1980年人口及び家屋センサス調べ）と比較的多いため、調理器も概ね20～30cmのものが使用されている。高中所得層は上述の如く、電気コンロや灯油コンロを使用しているため、比較的迅速に調理できるが、中低所得層は、木炭や薪の着火性、燃焼性、及び火かげんの調節に問題があるため、調理に時間がかかっている。

ザンビア人の主食は、所得階層に関係無く、シマ（Nshima）と呼ばれるトウモロコシ（ Maize）の粉を炊いて練り固めたもので、人々はこれに副食物を混ぜて食べている。このシマは、料理に多量の熱エネルギーを必要とするため、あまり熱効率の良くない（20%以下）バウラ（ Mbaula ）を主として使用している中低所得層は、料理のために毎日多大な時間と労力を費している。

4.2　豆炭市場

前節の家庭用燃料の使用動向で述べたことを総合的に勘案すれば、本プロジェクトによる豆炭の代替対象燃料は、木炭に限定して考えて良い。

そこで本節では、まずルサカ市の木炭の需給動向を探り、次にこの結果を踏まえて将来の豆炭の市場規模及び価格を考える。

4.2.1　ルサカ市における木炭需給動向

(1)　ルサカ市の木炭需要動向

ルサカ市の家庭は、木炭を袋詰（メイズ袋など）か、ばら売り（一杯ずつ小さなバケツに入れて販売）で購入している。袋は、大・中・小の大きさがあり、それぞれ木炭を一杯に詰めると、約40kg、32kg、及び16kgとなる。通常、各自が袋を用意し、木炭を購入する際にこれを販売人に渡す。袋がない場合は袋代を支払う。袋詰の木炭は割安のため、ほとんどの家庭はこちらを購入している。

Table 4－2－1及びTable 4－2－2は、それぞれ、ルサカ市の1985年の推定世帯及び推定人口に基づく推定木炭需要量を示す。両表より、推定木炭需要量は、袋詰で 5,795千袋、重量で 148,357トンである。両者の関係から、1袋当りの平均木炭重量は、25.6kgとなる。

Table 4 − 2 − 1 1985 Estimated Household Charcoal Demand in Lusaka by Projected Hovseholds

	Share in Total Households*(%)	No.of Householes** (1000 Households)	Charcoal Consump.Rate*** (Bags/Year/ Household)	Charcoal Demand (1000 Bags/Year)
Projected Households :	100.00	182.80		
With Electricity				
−High Cost Group :	19.13	34.97	2.00	839.27
−Medium/Low Cost Group :	22.26	40.69	2.90	1,416.06
Without Electricity				
−Medium/Low Cost Group :	40.18	73.45	2.86	2,520.77
−Low Cost Group :	18.43	33.69	2.52	1,018.79
Estimated Charcoal Demand :				5,794.89

Source : * Prices & Incomes Commission

** 1980 Population and Housing Census of Zambia

*** The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia

Table 4－2－2 1985 Estimated Household Charcoal Demand in Lusaka by Projected Population

	Share in Total Population*(%)	Projected Population**	Charcoal Consump.Rate*** (Kgs/Year/Capita)	Charcoal Demand (Ton/Year)
Projected Households :	100.00	909,976		
With Electricity				
－High Cost Group :	19.13	174,078	61.30	10,671
－Medium/Low Cost Group :	22.26	202,561	151.90	30,769
Without Electricity				
－Medium/Low Cost Group :	40.18	365,628	194.40	71,078
－Low Cost Group :	18.43	167,709	213.70	35,839
Estimated Charcoal Demand :				148,357

Source : * Prices & Incomes Commission
** 1980 Population and Housing Census of Zambia
*** The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia

一方、Table 4－2－3A及びBは、現在のルサカ市のオープンマーケットにおける業務用木炭需要量を示す。同表は、各オープンマーケットへ実際に調査員を派遣して得たデータの集計結果である。同表より、業務用木炭需要量は、約15万4千袋、前述した1袋当りの平均木炭重量25.6kgを用いれば、年間約 4,000トンである。従って、ルサカ市の現在の総木炭需要量は、家庭用と業務用を合計して約15万2千トンと推定される。

(2) ルサカ市の木炭需給動向

ルサカ市の木炭は、オープンマーケット内の木炭販売店舗、あるいは各居住区（Townshipsあるいは、Compounds）内の個人的な木炭販売人によって販売されている。まだ、大きな販売組織は存在しないため、大量販売によるバーゲンセール等は行われていない。

Table 4 − 2 − 3 A Estimated Commercial Charcoal Demand in Lusaka Markets

(Continued on Table 4 − 2 − 3 B)

Name of Markets	Nshima Shops				Roast Maize Shops			
	No. of Shops (Shops)	Daily Consump. Rate (Bags/Day/Shop)	Ave. Selling Days (Days/Year)	Total Ann. Consump. (Bags/Year)	No. of Shops (Shops)	Daily Consump. Rate (Bags/Day/Shop)	Ave. Selling Days (Days/Year)	Total Ann. Consump. (Bags/Year)
1.Arrakan Barracks	2	0.250	240	120	0	0.000	0	0
2.Chachacha Road	77	0.500	365	14,053	0	0.000	0	0
3.Chainda	0	0.000	0	0	7	0.500	365	1,278
4.Chaisa	9	0.250	360	810	4	0.200	240	192
5.Chawama	8	0.500	360	1,440	16	0.250	240	960
6.Chelston	5	0.500	365	913	8	0.500	365	1,460
7.Chibolya(Soweto)	195	0.500	310	30,225	4	0.500	240	480
8.Chifundo	12	0.500	360	2,160	12	0.143	240	412
9.Chilenje	7	0.250	365	639	2	0.500	365	365
10.Chilulu	3	0.333	300	300	8	0.500	300	1,200
11.Chingwere	0	0.000	0	0	0	0.000	0	0
12.Chipata	11	0.333	300	1,099	12	0.071	200	170
13.Chitukuko	10	0.500	365	1,825	15	0.500	365	2,738
14.Chunga	0	0.000	0	0	0	0.000	0	0
15.Garden	3	0.333	300	300	6	0.333	200	400
16.John Howard	1	0.333	300	100	11	0.143	240	378
17.Kabwata	12	0.333	360	1,439	3	0.333	240	240
18.Kalingalinga	3	0.333	300	300	2	0.143	200	57
19.Kanyama(New)	5	0.100	360	180	7	0.167	240	281
20.Kaunda Square	2	0.250	365	183	11	0.071	210	164
21.Kulima Tower	1	0.500	240	120	0	0.000	0	0
22.Libala	5	0.250	365	456	1	0.500	365	183
23.Lilanda	14	0.500	360	2,520	17	0.125	210	446
24.Longacres	0	0.000	0	0	6	0.500	240	720
25.Lubuma(Kamwala)	38	0.250	340	3,230	10	0.400	240	960
26.Malipole	1	0.500	300	150	1	0.083	200	17
27.Mandevu	10	0.500	360	1,800	16	0.143	240	549
28.Matero	8	0.500	360	1,440	6	0.500	240	720
29.Mutambe	2	0.143	365	104	0	0.000	0	0
30.Mutendere	5	0.143	360	257	8	0.500	240	960
31.Mwaziona	11	0.500	365	2,008	11	0.250	365	1,004
32.Ngombe	4	0.143	300	172	0	0.000	0	0
33.Northmead	3	0.333	300	300	6	0.071	200	85
34.Nyerere	0	0.000	0	0	0	0.000	0	0
35.Olympia Park	7	0.250	365	639	1	0.500	365	183
Total	474	-	-	69,278	211	-	-	16,599

Table 4 − 2 − 3 B Estimated Commercial Charcoal Demand in Lusaka Markets

(Continued on Table 4 − 2 − 3 A)

Name of Markets	Roast Beef Shops				Fritter Shops				Grand Total Ann. Consumption (Bags/Year)
	No. of Shops (Shops)	Daily Consump. Rate (Bags/Day/Shop)	Ave. Selling Days (Days/Year)	Total Ann. Consump. (Bags/Year)	No. of Shops (Shops)	Daily Consump. Rate (Bags/Day/Shop)	Ave. Selling Days (Days/Year)	Total Ann. Consump. (Bags/Year)	
1.Arrakan Barracks	1	0.250	240	60	5	0.250	365	456	636
2.Chachacha Road	77	0.250	365	7,026	0	0.000	0	0	21,079
3.Chainda	7	0.500	365	1,278	4	0.250	300	300	2,855
4.Chaisa	0	0.000	0	0	10	0.200	360	720	1,722
5.Chawama	0	0.000	0	0	21	0.250	360	1,890	4,290
6.Chelston	1	0.250	365	91	0	0.000	0	0	2,464
7.Chibolya(Soweto)	185	0.500	365	33,763	7	0.250	360	630	65,098
8.Chifundo	0	0.000	0	0	5	0.250	360	450	3,022
9.Chilenje	0	0.000	0	0	25	0.250	365	2,281	3,285
10.Chilulu	0	0.000	0	0	8	0.500	200	800	2,300
11.Chingwere	0	0.000	0	0	3	0.100	360	108	108
12.Chipata	0	0.000	0	0	6	0.067	200	80	1,350
13.Chitukuko	0	0.000	0	0	5	0.250	365	456	5,019
14.Chunga	0	0.000	0	0	7	0.100	300	210	210
15.Garden	0	0.000	0	0	20	0.250	300	1,500	2,199
16.John Howard	0	0.000	0	0	8	0.200	365	584	1,061
17.Kabwata	0	0.000	0	0	5	0.250	365	456	2,135
18.Kalingalinga	0	0.000	0	0	9	0.143	300	386	743
19.Kanyama(New)	0	0.000	0	0	12	0.250	360	1,080	1,541
20.Kaunda Square	0	0.000	0	0	0	0.000	0	0	347
21.Kulima Tower	0	0.000	0	0	0	0.000	0	0	120
22.Libala	0	0.000	0	0	25	0.250	365	2,281	2,920
23.Lilanda	0	0.000	0	0	8	0.143	300	343	3,309
24.Longacres	0	0.000	0	0	2	0.250	300	150	870
25.Lubuma(Kamwala)	0	0.000	0	0	12	0.500	365	2,190	6,380
26.Malipole	0	0.000	0	0	5	0.143	300	215	381
27.Mandevu	0	0.000	0	0	7	0.143	360	360	2,709
28.Matero	0	0.000	0	0	8	0.250	360	720	2,880
29.Mutambe	0	0.000	0	0	4	0.143	365	209	313
30.Mutendere	0	0.000	0	0	10	0.333	360	1,199	2,416
31.Mwaziona	0	0.000	0	0	6	0.250	365	546	3,559
32.Ngombe	0	0.000	0	0	5	0.071	300	107	278
33.Northmead	0	0.000	0	0	5	0.100	300	150	535
34.Nyerere	0	0.000	0	0	0	0.000	0	0	0
35.Olympia Park	0	0.000	0	0	1	0.071	365	26	847
Total	271	-	-	42,218	258	-	-	20,885	148,981

Table 4－2－4及びTable 4－2－5は、それぞれ現在のオープンマーケット内及び居住区内の推定木炭供給量を示す。両表も、現地調査により得たデータの集計結果である。両表より、オープンマーケット及び居住区内の推定木炭供給量は、それぞれ約 525万8千袋（重量換算13万5千トン）、約 1,517万4千袋（同38万8千トン）なので、結局ルサカ市の現在の推定総木炭供給量は、約 2,043万2千袋（同52万3千トン）となる。前者と後者の全体に占める比率をみると、それぞれ25.7%及び74.3%となっており、前節の Table4－1－4の比率と比べると後者の比率が大幅に大きい。

ところで、上記の推定総木炭供給量と前述した推定総木炭需要量とを比較すると、前者の量は、後者の量の約 3.4倍となっている。また、前者の調査の際に得られたルサカ市の総世帯数、約62万4千世帯も、Table 4－2－1に示した同世帯数、約18万3千世帯の約 3.4倍となっている。このルサカ市の総世帯数、62万4千世帯は、明らかに現実的ではない。従って、前者の調査の際に得られたデータは、実際よりも 3.4倍大きいものであったと推定される。

以上より、ルサカ市の現在の総木炭需給量は、前述の 152,000トンを採用する。

Table 4－2－4 Estimated Charcoal Supply in Lusaka Markets

Name of Markets	No.of Shops (Shops)	Daily Sales Vol. (Bags/Day/Shop)	Ave.Selling Days (Days/Year)	Ann.Sales Vol. (1,000 Bags/Year)
1.Arrakan Barracks	4	3.33	360	4.80
2.Chachacha Road	0	0.00	0	0.00
3.Chainda	2	3.33	360	2.40
4.Chaisa	10	350.00	360	1,260.00
5.Chawama	6	201.50	360	435.24
6.Chelston	7	16.00	365	40.88
7.Chibolya(Soweto)	9	13.50	360	43.74
8.Chifundo	2	45.00	360	32.40
9.Chilenje	5	35.00	360	63.00
10.Chilulu	4	80.00	300	96.00
11.Chingwere	1	62.00	360	22.32
12.Chipata	13	152.00	300	592.80
13.Chitukuko	10	350.00	365	1,277.50
14.Chunga	0	0.00	0	0.00
15.Garden	4	92.50	360	133.20
16.John Howard	6	6.00	365	13.14
17.Kabwata	5	12.50	360	22.50
18.Kalingalinga	6	11.50	300	20.70
19.Kanyama(New)	1	10.50	360	3.78
20.Kaunda Square	10	80.00	300	240.00
21.Kulima Tower	0	0.00	0	0.00
22.Libala	3	155.00	365	169.73
23.Lilanda	3	201.50	300	181.35
24.Longacres	0	0.00	0	0.00
25.Lubuma(Kamwala)	14	11.00	365	56.21
26.Malipole	4	26.00	300	31.20
27.Mandevu	8	3.33	360	9.59
28.Matero	5	176.50	360	317.70
29.Mutambe	6	32.50	365	71.18
30.Mutendere	17	8.00	360	48.96
31.Mwaziona	0	0.00	0	0.00
32.Ngombe	1	25.50	300	7.65
33.Northmead	1	201.50	300	60.45
34.Nyerere	0	0.00	0	0.00
35.Olympia Park	0	0.00	0	0.00
Total	167	-	-	5,258.40

(Source:JICA)

Table 4 – 2 – 5 Estimated Household Charcoal Supply in Lusaka Townships

Name of Townships	Ward Number	Townships Areas	No.of Households	No. of Shops (Shops)	Daily Sales Vol. (Bags/Day/Shop)	Ave.Selling Days (Days/Year)	Ann.Sales Vol. (1,000 Bags/Year)
1.Chunga	15 & 31	Site & Service	12,000	10	57.50	365	209.88
2.George	15 & 17	Site & Service	20,000	45	115.00	365	1,888.88
3.Lilanda(Kapvepve)	15	Medium/Low Cost	14,000	17	90.00	365	558.45
4.Chingwere	14	Council Control	13,000	12	115.00	365	503.70
5.Matero East(Mchinga)	14	Medium/Low Cost	12,000	11	60.00	365	240.90
6.Emmasdale	10	Site & Service	15,000	12	62.50	365	273.75
7.Mulobela	16	High Cost	11,000	2	103.50	365	75.56
8.Namunga	16	High Cost	11,000	0	0.00	0	0.00
9.Chinika	16	Site & Service	900	1	40.00	360	14.40
10.Mutambe	12	Council Control	11,000	10	60.00	365	219.00
11.Marrapodi	11	Site & Service	20,000	40	120.00	365	1,752.00
12.Mandevu	12	Site & Service	15,000	25	115.00	365	1,049.38
13.Chaisa	13	Site & Service	16,000	45	62.50	365	1,026.56
14.Chipata(Moulungu)	11	Site & Service	19,000	10	95.00	365	346.75
15.Garden	9	Site & Service	13,000	20	90.00	365	657.00
16.Roma	7	High Cost	2,000	18	60.00	365	394.20
17.N'Gombe	7	Site & Service	4,894	9	85.00	0	0.00
18.Kalundu	8	High Cost	5,000	0	0.00	0	0.00
19.Chivala Mabve	8	High Cost	1,000	0	0.00	0	0.00
20.Chikonkoto	8 & 10	High Cost	9,000	0	0.00	0	0.00
21.Luneta	10	High Cost	10,000	0	0.00	0	0.00
22.Chudleigh	6	Site & Service	3,000	0	0.00	0	0.00
23.Mwambula	6	High Cost	6,000	0	0.00	0	0.00
24.Kaunda Square	6	S. & S./C. C. H.	16,000	15	60.00	365	328.50
25.Chamba Valley	6	Peri-Urban	2,000	0	0.00	0	0.00
26.Kamanga	6	Site & Service	15,000	9	65.00	365	213.53
27.Chelston	5	Council Control	11,000	8	55.00	365	160.60
28.Chakunkula(Chainda)	1	Medium/Low Cost	7,400	8	55.00	365	160.60
29.Avondale	1	Council Control	9,000	5	35.00	365	63.88
30.Mutendere	2	Site & Service	30,000	25	115.00	365	1,049.38
31.Helen Kaunda	2 & 4	Council Control	11,000	5	40.00	365	73.00
32.Kalingalinga	4	Site & Service	12,000	9	60.00	365	197.10
33.Shikosuve	4	High Cost	7,000	0	0.00	0	0.00
34.Bimbe	4	High Cost	6,000	0	0.00	0	0.00
35.Kabulonga	3	High Cost	8,000	0	0.00	0	0.00
36.Ibex Hill	3	High Cost	7,000	0	0.00	0	0.00
37.Tukuka	3	High Cost	10,000	0	0.00	0	0.00
38.Bauleni	3	Site & Service	11,000	5	105.00	365	191.63
40.Ridgeway	30	High Cost	6,000	0	0.00	0	0.00
41.Woodlands	30	High Cost	7,000	0	0.00	0	0.00
42.Chilenje	29	Medium/Low Cost	25,000	12	60.00	365	262.80
43.Chilenje South	29	Medium/Low Cost	9,000	10	60.00	365	219.00
44.Libala	28	Medium/Low Cost	10,000	6	42.50	365	93.08
45.Kabwata	27	Medium/Low Cost	13,000	10	60.00	365	219.00
46.Kamwala	25	Medium/Low Cost	9,000	7	55.00	365	140.53
47.Malcha	26	High Cost	7,000	0	0.00	0	0.00
48.Kapila	26 & 4	High Cost	7,000	0	0.00	0	0.00
49.Chibolya	19	Site & Service	8,000	8	65.00	365	109.80
50.John Lange	19	Site & Service	10,000	9	60.00	365	197.10
51.Misisi	19 & 22	Site & Service	12,000	10	65.00	365	237.25
52.John Howard	23	Site & Service	15,000	20	120.00	365	876.00
53.Chawama	23	Site & Service	19,000	15	90.00	365	492.75
54.Jack	22	Site & Service	12,000	10	65.00	365	237.25
55.Ngwerere	9	Site & Service	4,000	1	8.50	365	3.10
56.Kanyama	20	Site & Service	10,000	7	65.00	365	166.08
57.Cathedral Hill	4,25,26,27 & 30	High Cost	9,000	0	0.00	0	0.00
58.Kalikiliki	?	Site & Service	6,507	4	35.00	365	51.10
59.Kabanana	11	Peri-Urban	14,000	7	55.00	365	140.53
60.Mwenbezi(Ward)	31	Peri-Urban	5,000	0	0.00	0	0.00
Total	-	-	623,701	512	-	-	15,173.95

Note: 'C.C.H.' and 'S. & S.' represent 'Council Control Houses' and 'Site and Service', respectively.
'Ward Number' corresponds to the following ward: No.1-Chainda, No.2-Mutendere, No.3-Kabulonga, No.4-Kalingalinga, No.5-Chakunkula,A, No.6-Munali, No.7-Roma, No.8-Mulungushi, No.9-Ngverere, No.10-Silvizuya, No.11-Mpulungu, No.12-Justin Kabwe, No.13-Chaisa, No.14-Mchinga, No.15-Kapvepve, No.16-Matero, No.17-Lima, No .18-Chisegalumbwe, No.19-Chibolya, No.20-KANYAMA, No.21-Munkolo, No.22-Nkolona, No.23-Chavama, No.24-Lilayi, No.25-Kamwala, No.26-Independence, No.27-Shivang'andu, No.28-Libala, No.29-Chilenje, No.30-Lubwa, No.31-Mwembezi

4.2.2 ルサカ市における豆炭市場規模

本章の冒頭でも述べた如く、ザンビアには現在豆炭市場は存在しない。従って、本プロジェクトによる豆炭が新しい市場を形成することになる。この市場は、前項で述べた如く、木炭の代替燃料市場という形で徐々に増大して行くものと考えられる。但し、その増大の程度は、以下の項目に大きく依存する。

1) 豆炭及び陶製コンロの木炭及びバウラに対する経済的優位性。
2) 豆炭及び陶製コンロの販売あるいは購入に対するザンビア政府の優遇措置。
3) 豆炭及び陶製コンロのセールスプロモーション。
4) 豆炭及び陶製コンロの流通形態。
5) 豆炭及び陶製コンロの供給可能性。

以上は、換言すれば、「ルサカ市の人々に豆炭及び陶製コンロを、如何に購入あるいは販売する気を起こさせるか。」ということに尽きる。

豆炭の市場規模は、上記の項目が相互に複雑に作用した結果決まる。しかし、最終的には、既存の木炭市場に対し、豆炭市場がどれだけ浸透し得るかということで定量的に表わすことができる。

尚、上記の項目に陶製コンロが含まれているのは、豆炭の普及には陶製コンロの普及が不可欠なためである。

Table 4－2－6及びFigure 4－2－1は、ルサカ市の人口予測に基づく家庭用木炭需要予測を示す。

Table 4－2－7及びFigure 4－2－2は、ルサカ市の豆炭需要予測を示す。同表及び同図では、既存の木炭市場に対する豆炭市場浸透率 (Market Penetration Rate) を設定する方法で豆炭需要量を予測する。

なお、同表及び同図の予測に際しては、木炭及び豆炭の単位重量当りの熱量をそれぞれ暫定的に 7,000Kcal／kg及び 5,200Kcal／kgと設定する。特に、木炭の単位重量当りの熱量は、ルサカ市内のオープンマーケットで購入した木炭では 6,738.9Kcal／kgであったが、標準的な値である 7,000Kcal／kgを採用する。

Table 4 – 2 – 6 Projected Household Charcoal Demand in Ludaka by Projected Population

	Share in Total Households*(%)	Charcoal Consump. rate** (Kgs/Year/Capita)	1985		1990		1995		2000	
			Projected Population***	Charcoal Demand (Tons/Year)	Projected Population***	Charcoal Demand (Tons/Year)	Projected Population***	Charcoal Demand (Tons/Year)	Projected Population***	Charcoal Demand (Tons/Year)
Projected Population:	100.00	-	909,976	-	1,211,573	-	1,607,537	-	2,123,658	-
With Electricity										
- High Cost Group:	19.13	61.30	174,078	10,671	231,774	14,208	307,522	18,851	406,256	24,903
- Medium/Low Cost Group:	22.26	151.90	202,561	30,769	269,696	40,967	357,838	54,356	472,726	71,807
Without Electricity										
- Medium/Low Cost Group	40.18	194.40	365,628	71,078	486,810	94,636	645,908	125,565	853,286	165,879
- Low Cost Group:	18.43	213.70	167,709	35,839	223,293	47,718	296,269	63,313	391,390	83,640
Projected Charcoal Demand:	-	-	-	148,357	-	197,528	-	262,084	-	346,229

Source: * Prices & Incomes Commission
** The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia
*** 1980 Population and Housing Census of Zambia

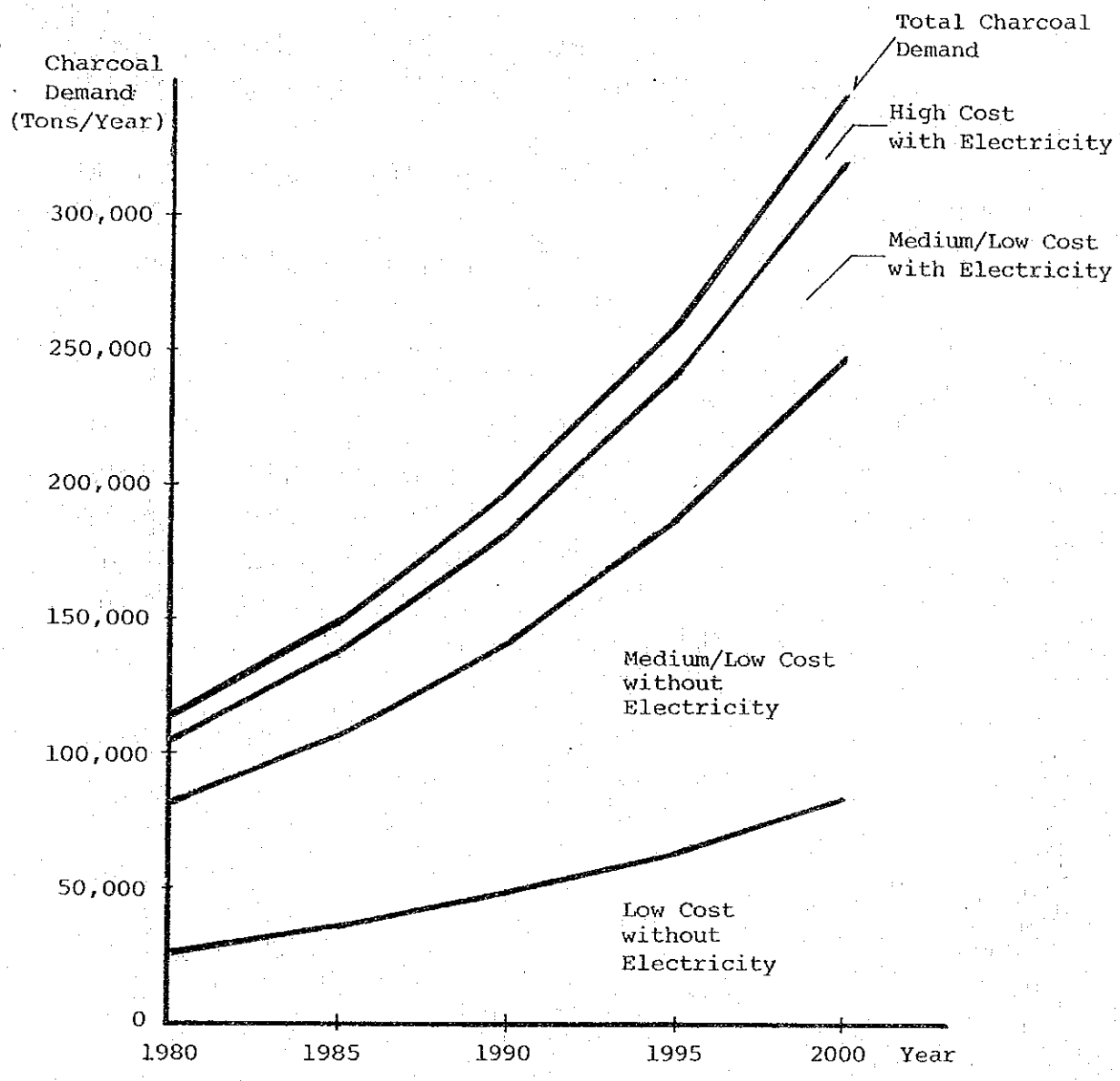


Figure 4 − 2 − 1 Projected Household Charcoal Demand in Lusaka by Projected Population

Table 4 − 2 − 7 Projected Coal Briquettes Demand in Lusaka by Market Penetration of Household Charcoak Market

	1985	1990	1995	2000
Projected Population * :	909,976	1,211,573	1,607,537	2,123,658
Projected Charcoal Demand ** (Ton/Year) :	148,357	197,528	262,084	346,229
Heating Value (Thousand Million Kcal):	1,038.50	1,382.70	1,834.59	2,423.61
Projected Coal Briquettes Demand (Ton/Year) :				
Market Penetration Rate				
1 % Case	1,997	2,657	3,528	4,661
2 % Case	3,994	5,318	7,056	9,322
3 % Case	5,991	7,977	10,584	13,982
4 % Case	7,988	10,636	14,112	18,643
5 % Case	9,986	13,295	17,640	23,304

Source : * 1980 Population and Housing Census of Zambia
** Table 4 − 2 − 6

Note : Heating values of charcoal and briquettes are assumed to be 7,000 Kcal/kg and 5,200 Kcal/kg, respectively.

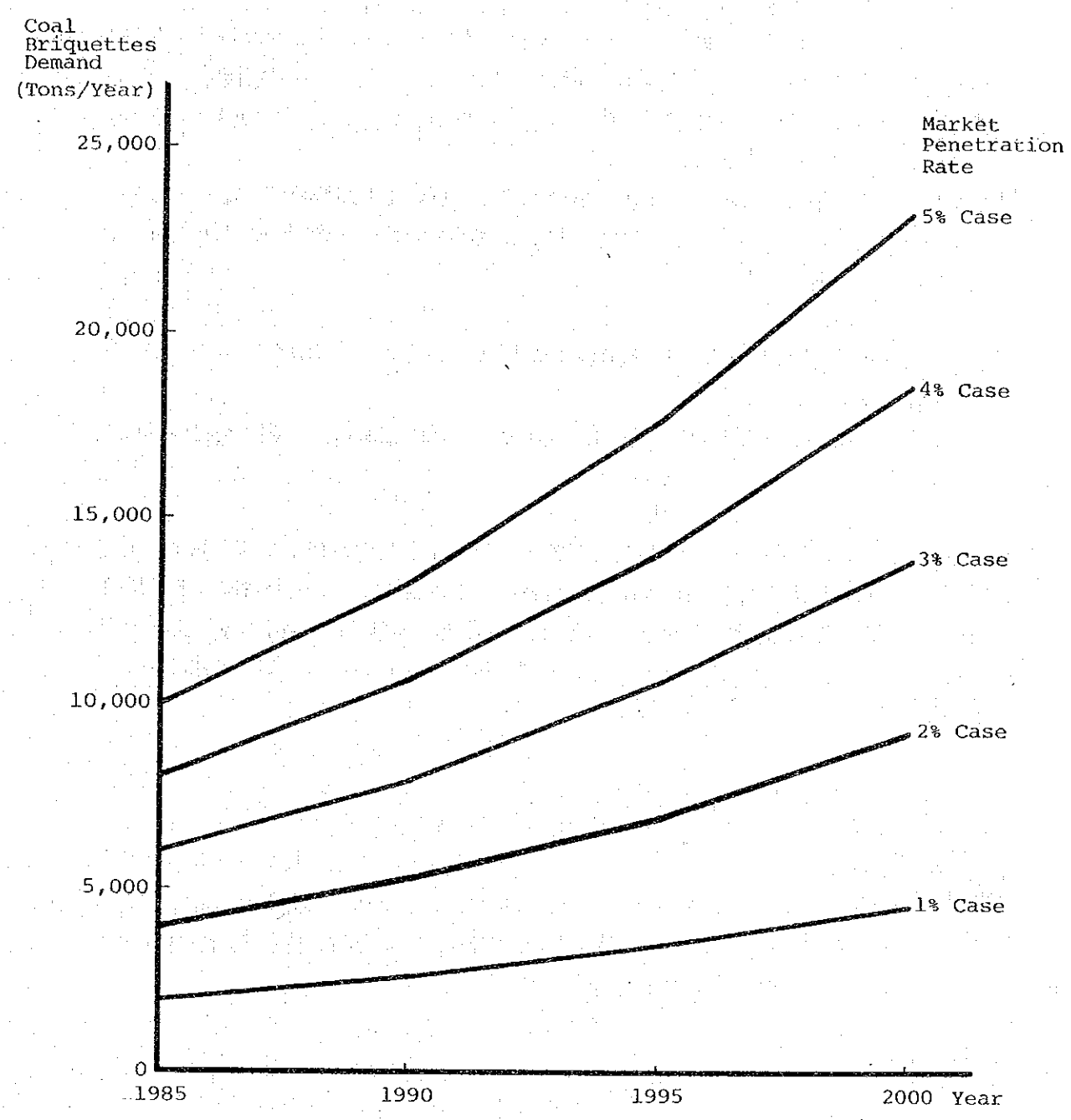


Figure 4 − 2 − 2 Projected Coal Briquettes Demand in Lusaka by Market Penetration of Household Charcoal Market

以上は、需要側の立場から豆炭の市場規模を考えたものであるが、一方供給側の立場から豆炭の市場規模を分析する。

Table 4－2－4で示す如く、ルサカ市には現在35か所にオープンマーケットがあり、このうちの28か所、 167店舗が木炭を販売している。これらの店舗は、市役所（City Council）によって管理されており、現在1店舗1日当り75 Ngwees を市役所に支払う。

従って、市役所の了解の上、上述店舗の1割で、豆炭を木炭換算で1店舗1日当り平均10袋（256kg）分販売すると仮定すれば、豆炭供給量は年間 1,700トンとなる。これは、以下の様にして求められる。

25.6木炭kg／袋×10袋／日／店舗×16店舗× 300日／年× 7,000Kcal／木炭kg
$=8.60\times10^{9}$Kcal ／年
8.60×10^{9}Kcal ／年÷ 5,200Kcal／豆炭kg÷ 1,000豆炭kg／豆炭 t ≃ 1,700豆炭 t ／年

以上は、オープンマーケットのみを対象とした、かなり控え目な仮定である。そこで、これに居住区内での豆炭販売も加えれば、Table 4－1－4に基づき、年間3,400トン程度の豆炭供給が可能であろう。従って、現状ではTable 4－2－7及びFigure 4－2－2の1％ Case 、あるいは2％ Case が妥当な豆炭市場規模予測といえる。

4.2.3 ルサカ市における豆炭価格

(1) 木炭価格構造

豆炭は、今まで述べた如く、木炭の代替対象燃料として位置づけることができる。従って、豆炭価格も当然木炭価格と結び付けて考慮する必要がある。Table 4－2－8には、ルサカ市の木炭価格構造を示した。

Table 4－2－8 Structure of Charcoal Price in Lusaka

(Kwacha/Bag)

	1978		1986 Mar.		Growth Rate of	Growth Rate of
	Price	(%)	Price	(%)	Price(%)	Share(%)
Producer Price	2.50	55.6	5.00	41.7	100.0	-25.0
Transpoptation Fee	1.00	22.2	3.80*	31.7	280.0	42.5
Forest Departmant Fee	0.10	2.2	0.10	0.8	0.0	-63.6
Trader Profit	0.90	20.0	3.10	25.8	244.4	29.0
Empty Bag Price	0.50	—	3.00	—	500.0	—
Total Price Inputs	5.00	—	15.00	—	200.0	—
Retail Price (Less Empty Bag)	4.50	100.0	12.00	100.0	166.7	—

* Hired truck fee plus cost

同表によれば、1978年と1986年３月時点を比較して、木炭生産者価格の上昇率は、相対的にはそれ程高くない。これは、各価格要素のシェアの伸び率にも現われており、木炭販売業者の利益分のシェアが29.0ポイント上昇したのに対し、木炭生産者価格のシェアは逆に25.0ポイント減少した。

一方、輸送費も価格ベースで 280.0ポイント、シェアベースで42.5ポイント上昇している。これが最近問題となっている森林破壊による輸送距離の増大によるものかどうかを以下で検討する。

Table 4－2－9及び Table 4－2－10は、それぞれルサカ市のオープンマーケット及び居住区内の販売業者の木炭購入先、ルサカ市から購入地までの輸送距離、木炭生産者価格、木炭販売者価格を示す。両表より明らかな如く、木炭販売者価格は必ずしも輸送距離に依存していない。これは、また以下の試算からも明らかである。

５トン積みトラックで 100kmを輸送した場合の木炭１袋当りの燃料費
＝ 100Km÷５Km／軽油 Liter／トラック×1.88Kwacha／軽油Liter
÷ 170 Bags ／トラック＝0.22Kwacha／Bag

以上より、たとえ輸送距離が 200kmに伸びたとしても、木炭１袋当りの燃料費は、0.44Kwachaにしかならず、木炭販売者価格に対する影響は小さいことがわかる。

Table 4 − 2 − 9 Charcoal Buying Place for Charcoal Sellers in Lusaka Markets

Name of Markets	Charcoal Buying Place	Average Distance from Lusaka (Km)	Ave.Buying Price (Kwacha/Bag)	Ave.Sales Price (Kwacha/Bag)
1.Arrakan Barracks	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
2.Chachacha Road	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.Chainda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
4.Chaisa	Mumbwa/Chongwe	130/60	5.00	N.A.
5.Chavama	Kapiri Mposhi	180	N.A.	12.00
6.Chelston	Chongwe	60	5.00	12.00
7.Chibolya(Soweto)	Kabwe/Mumbwe	120/130	4.50	11.00
8.Chifundo	N.A.	N.A.	5.00	11.00
9.Chilenje	Mumbwa/Katuba	130/70	5.00	12.00
10.Chilulu	Kasisi	60	5.00	12.00
11.Chingwere	Kaphoor/Kapiri Mposhi	180	5.00	12.00
12.Chipata	Chongwe/Kapiri Mposhi/Mumbwa	60/180/130	4.50	12.00
13.Chitukuko	Kapiri Mposhi	180	5.00	12.00
14.Chunga	Mumbwa	130	N.A.	12.00
15.Garden	Mumbwa	130	4.50	11.00
16.John Howard	Mumbwa	130	4.00	11.00
17.Kabwata	Congwe/Kasisi	60	5.00	12.00
18.Kalingalinga	Chongwe	60	4.50	12.00
19.Kanyama(New)	Kapiri Mposhi/Mumbwa	180/130	N.A.	10.00
20.Kaunda Square	Kasisi/Chongwe/Chisamba	60	5.00	12.00
21.Kulima Tower	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
22.Libala	Chongwe	60	5.00	12.00
23.Lilanda	Mumbwa	130	5.00	12.00
24.Longacres	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
25.Lubuma(Kamwala)	Chongwe/Kapiri Mposhi/Mumbwa	60/180/130	5.00	12.00
26.Malipole	Kapiri Mposhi	180	5.00	12.00
27.Mandevu	Pamaa Pang	N.A.	5.00	12.00
28.Matero	Kapiri Mposhi/Chongwe	180/60	5.00	12.00
29.Mutambe	Chongwe	60	5.00	12.00
30.Mutendere	Chongwe/Mumbwa	60/130	1.50	10.00
31.Mwaziona	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
32.Ngombe	Kasisi	60	5.00	12.00
33.Northmead	Kasisi/Mungule	60	5.00	13.00
34.Nyerere	N.A.	N.A.	N.A.	12.00
35.Olympia Park	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Table 4 − 2 −10 Charcoal Buying Place for Charcoal Sellers in Lusaka Townships

Name of Townships	Charcoal Buying Place	Ave.Distance From Lusaka(Km)	Ave.Buying Price (Kvacha/Bag)	Ave. Sales Price (Kvacha/Bag)
1.Chunga	Kapiri Mposhi	180	5.00	12.00
2.George	Chongwe	60	5.00	12.00
3.Lilanda(Kapwepwe)	Mumbwa	130	5.00	12.00
4.Chingwere	Mumbwa	130	5.00	12.00
5.Matero East(Mchinga)	Mumbwa	130	5.00	12.00
6.Emmasdale	Chongwe	60	5.00	12.00
7.Mulobela	Chinyunyu/Kabile	N.A.	5.00	12.00
8.Namnunga	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
9.Chinika	Mumbwa	130	4.00	10.00
10.Mutambe	Kapiri Mposhi	180	5.00	12.00
11.Marrapodi	Kabwe	120	5.00	12.00
12.Mandevu	Kabwe	120	5.00	12.00
13.Chaisa	Kapiri Mposhi	180	5.00	12.00
14.Chipata(Mpulungu)	Kapiri Mposhi	180	5.00	12.00
15.Garden	Mumbwa	130	5.00	12.00
16.Roma	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
17.N'Gombe	Chongwe	60	5.00	12.00
18.Kalundu	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
19.Chiwala Mabwe	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
20.Chikonkoto	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
21.Luneta	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
22.Chudleigh	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
23.Mvambula	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
24.Kaunda Square	Chongwe	60	5.00	12.00
25.Chamba Valley	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
26.Kamanga	Chongwe	60	5.00	12.00
27.Chelston	Chongwe	60	5.00	12.00
28.Chakunkula(Chainda)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
29.Avondale	Chongwe	60	5.00	12.00
30.Mutendere	Chongwe	60	5.00	10.00
31.Helen Kaunda	Kasisi	60	5.00	10.00
32.Kalingalinga	Kasisi/Chongwe	60	5.00	10.00
33.Shikosuwe	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
34.Bimbe	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
35.Kabulonga	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
36.Ibex Hill	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
37.Tukunka	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
38.Bauleni	Chongwe	60	5.00	12.00
40.Ridgeway	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
41.Woodlands	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
42.Chilenje	Katuba	70	4.00	10.00
43.Chilenje South	Katuba	70	4.00	10.00
44.Libala	Mumbwa	130	4.00	10.00
45.Kabwata	Mumbwa	130	4.00	10.00
46.Kamwala	Kasisi	60	4.00	10.00
47.Maluba	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
48.Kaila	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
49.Chibolya	Mumbwa	130	4.00	10.00
50.John Lange	Kasisi	60	5.00	10.00
51.Misisi	Mumbwa	130	4.00	10.00
52.John Howard	Mumbwa	130	4.00	10.00
53.Chawama	Chongwe	60	4.00	10.00
54.Jack	Chongwe	60	5.00	10.00
55.Ngwerere	Kabwe	120	5.00	12.00
56.Knyama	Mumbwa	130	4.00	10.00
57.Cathedral Hill	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
58.Kalikiliki	Chongwe	60	4.00	12.00
59.Kabanana	Chongwe	60	5.00	12.00
60.Mwenbezi(Ward)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

(2) 豆炭価格予測

ルサカ市の木炭価格は、上記から明らかな如く、木炭生産者価格や輸送コストに必ずしも依存していない。従って、これらに基づくよりも、直接木炭小売り価格の傾向を分析して将来の木炭価格を予測することが妥当と考えられる。この考え方に基づいた木炭小売り価格予測は、既にFigure 3 − 3 − 8に示した。

なお、同図の予測は木炭の原料となる薪の入手が十分可能であることを前提としている。これは、ルサカ市周辺の木炭生産地であるセントラルプロビンス及びルサカプロビンスの総森林面積が約 990万ヘクタール（出所： The Forest Vegetation of Zambia Wood Consumption Study Technical Notes No.2 : The Forest Area January 1986 ; Forest Department）で、現在のルサカ市の年間推定木炭需要量約15万トンに、木炭の生産原単位11.4 Tons/Hectare （出所：The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia ; Department of Natural Resoures）を適用して得られる年間推定森林伐採面積 13,000 Hectare から計算しても、ざっと約 750年伐採可能であると考えられるためである。（この計算を示した意図は、森林破壊を軽視しているのではなく、将来の木炭価格における輸送費の評価のためだけである。）

ところで、豆炭価格は、消費者側の立場に立てば、エネルギー等価ベースで木炭価格よりも安価であり、また販売者側の立場に立てば、木炭販売よりもより多くの利益を期待できる価格でなければならない。このような観点から、豆炭小売り価格及び豆炭工場出荷価格は、それぞれ木炭小売り価格及び木炭販売原価（木炭生産者価格＋輸送費＋販売税）よりも低く設定されなければならない。

Table 4 − 2 −11及び Figure 4 − 2 − 3には、Table 3 − 3 −14及び Figure 3 − 3 − 8に示したルサカ市都市部の木炭小売り価格予測に基づく豆炭小売り価格予測を示した。同予測も消費者物価指数と豆炭小売り価格との相関関係が一次回帰上で十分有意であるとの前提に立っている。また同予測は、豆炭小売り価格を木炭小売り価格からエネルギー等価換算で求めたもので、上述した様に、最も高い設定価格と考えねばならない。尚、Figure 4 − 2 − 3に示した豆炭小売り価格は、4本の消費者物価指数予測回帰曲線に基づいているが、一般に消費者物価指数予測が指数回帰予測によっていることを考慮すれば、同図中の C.P.I. Exp. （r = 0.997）で示した回帰曲線が最も妥当と考えられる。

Table 4 − 2 −11 Coal Briquettes Retail Price Forecast based on Projected Charcoal Retail Price

	1986(Mar.)				1990				1995				2000			
	Exp.*	Power*	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power*	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power*	Lin.*	Log.*	Exp.*	Power*	Lin.*	Log.*
Projected Charcoal Retail Price (Kwacha/Bag) :	12.00	12.00	12.00	12.00	17.01	16.26	13.59	13.34	29.25	25.44	15.70	15.23	53.62	40.91	17.80	16.94
Projected Charcoal Retail Price (Kwacha/Ton) :	375.00	375.00	375.00	375.00	531.56	508.13	424.69	416.88	914.06	795.00	490.63	475.94	1,675.63	1,278.44	556.25	529.38
Projected Coal Briquettes Retail Price (Kwacha/Ton) :	278.57	278.57	278.57	278.57	394.88	377.46	315.48	309.68	679.02	590.57	364.46	353.55	1,244.75	949.70	413.21	393.25

Note) Exp.* : Consumer's Price Index derived from Exponential Curve Fitting (see Table 3-3-3)
Power*: Consumer's Price Index derived from Power Curve Fitting (See Table 3-3-3)
Lin.* : Consumer's Price Index derived from Linear Regression Fitting (See Table 3-3-3)
Log.* : Consumer's Price Index derived from Logarithmic Curve Fitting (See Table 3-3-3)
Projected Charcoal Retail Price is shown in Table 3-3-14 and Figure 3-3-8, respectively.
Heating Values of Charcoal and Coal Briquettes are assumed to be 7,000 Kcal/Kg and 5,200 Kcal/Kg, respectively.

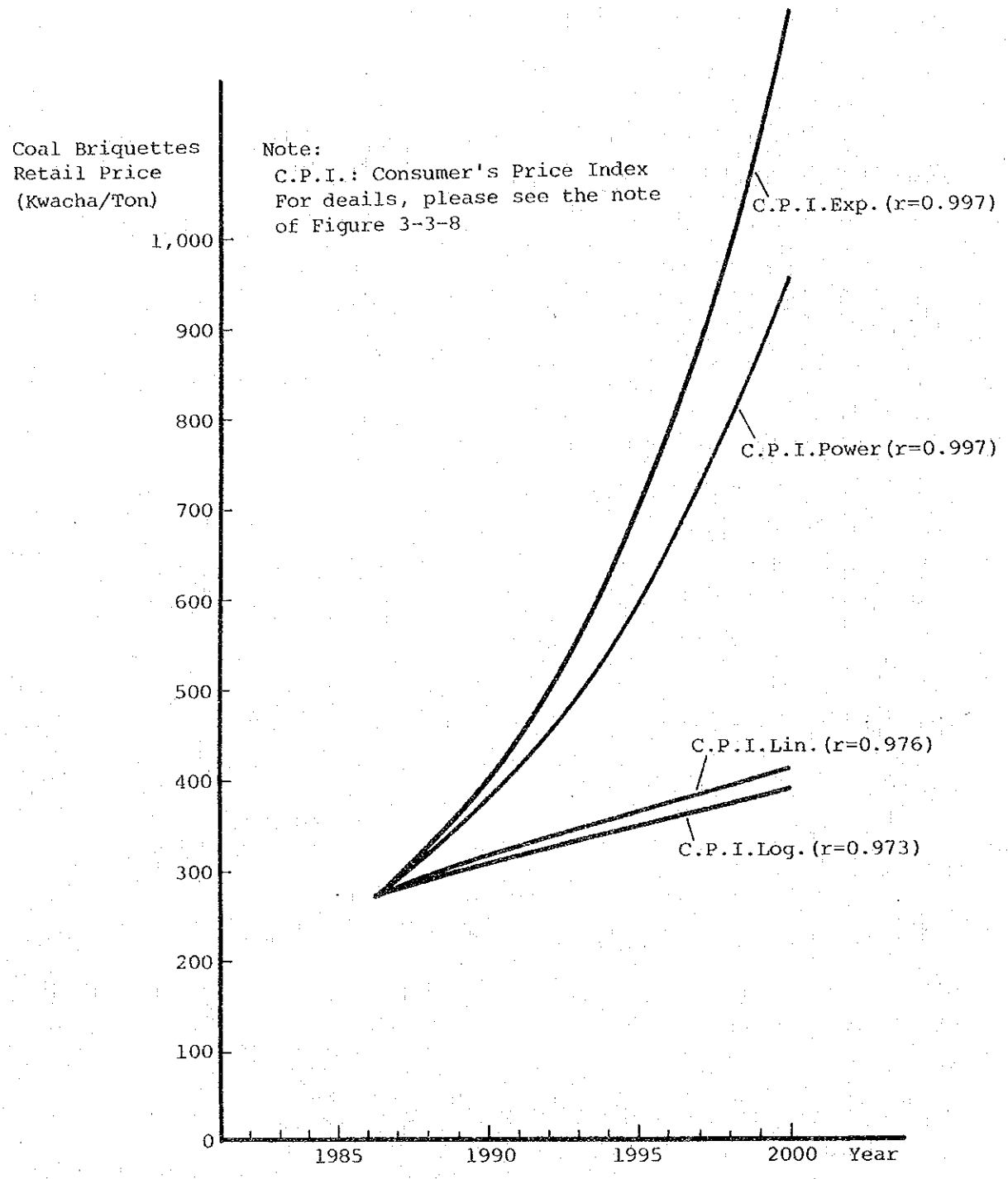


Figure 4 − 2 − 3 Coal Briquettes Retail Price Forecast based on Projected Charcoal Retail Price

4.3 陶製コンロ市場

ルサカ市の家庭用コンロとしては、4.1.2(2)クッキングスタイルで述べた如く、電気コンロ、灯油コンロ、バウラ及び薪用ヤグラがある。本プロジェクトによる陶製コンロは、本来豆炭用であるが、現在ルサカ市の家庭用燃料で最も多く利用されている木炭用にも理想的なものであり、バウラより熱効率が格段に優れている。従って、同コンロの市場を考える際にも、同コンロはザンビアの木炭燃焼用コンロであるバウラを代替するものとしてとらえることができる。

そこで本節では、まずルサカ市のバウラ需給動向を探り、次にこの結果を踏まえて将来の陶製コンロの市場規模及び価格を考える。

4.3.1 ルサカ市におけるバウラ需給動向

(1) ルサカ市のバウラ需要動向

ルサカ市の家庭では、木炭燃焼用にほとんど全てバウラを使用している。家族の大きさによってバウラの大きさは異なるが、ザンビアの平均的な家庭である5人家族では通常直径20～30cm、高さ20cm程度のものが使用されている。

Table 4－3－1には、ルサカ市の1985年の推定世帯数に基づくバウラの推定需要予測を示した。

Table 4－3－1 1985 Estimated Mbaulas Demand in Lusaka by Prijected Households

	Share in Total Households*(%)	No. of Households** (1000 Households)	Mbaulas Consump. Rate*** (Pieces/ Year/Households)	Mbaulas Demand (1000 Pieces /year)
Projected Households:	100.00	182.80	—	—
With Elecrticity				
－High Cost Group :	19.13	34.97	0.250	8.74
－Medium/Low Cost Group :	22.26	40.69	0.333	13.55
Without Electriclty				
－Medium/Low Cost Group :	40.18	73.45	0.400	29.38
－Low Cost Group :	18.43	33.69	1.000	33.69
Estimated Mbaulas Demand :	—	—	—	85.36

Source : * Prices & Incomes Commission
** 1980 Population and Housing Census of Zambia
*** National Council for Scientific Research

バウラの１世帯当りの年間平均消費量は、各世帯のバラウ保有数、使用頻度（これは、バウラの耐用年数に関係）によって決まり、同表でも明らかな如く、低所得層ほど高くなっている。また、同表からルサカ市のバウラの総需要量は、年間約８万５千個で、１世帯当りの年間平均バウラ消費量は、約0.47個であることがわかる。

一方、Table ４－３－２Ａ及びＢには、ルサカ市のオープンマーケットにおける現在の業務用バウラ需要量を示した。同表も現地調査により入手したデータの集計結果である。同表より、業務用バウラ需要量は、約２千個である。従って、ルサカ市の現在の総バウラ需要量は、家庭用と業務用を合計して約８万７千個と推定される。

(2) ルサカ市のバウラ供給動向

ルサカ市のバウラは、木炭の場合同様、オープンマーケット内の荒物販売店、あるいは居住区内の個人的な荒物販売人によって、その場で製造・販売されている。バウラの原料としては、通常古いドラム缶、自動車用ボディー、洗濯機などの鉄板が利用

されており、例えば1本のドラム缶から5～6個のバウラが製造されている。本調査の範囲内では、スーパーマーケットなどでの大量販売は確認されていない。

Table 4-3-2A Estimated Commercial Mbaulas Demand in Lusaka Markets
(Continued on Table 4-3-2B)

Name of Markets	Nshima Shops			Roast Maize Shops		
	No. of Shops (Shops)	Ann. Consump. Rate (Pieces/Year/Shop)	Total Ann. Consump. (Pieces/Year)	No. of Shops (Shops)	Ann. Consump. Rate (Pieces/Year/Shop)	Total Ann. Consump. (Pieces/Year)
1.Arrakan Barracks	2	3.00	6	0	0.00	0
2.Chachacha Road	77	3.00	231	0	0.00	0
3.Chainda	0	0.00	0	7	0.00	0
4.Chaisa	9	2.00	18	4	1.00	4
5.Chawama	8	4.00	32	16	1.00	16
6.Chelston	5	2.00	10	8	3.00	24
7.Chibolya(Soveto)	195	3.00	585	4	1.00	4
8.Chifundo	12	3.00	36	12	1.00	12
9.Chilenje	7	3.00	21	2	2.00	4
10.Chilulu	3	2.00	6	8	1.00	8
11.Chingvere	0	0.00	0	0	0.00	0
12.Chipata	11	3.00	33	12	1.00	12
13.Chitukuko	10	2.00	20	15	2.00	30
14.Chunga	0	0.00	0	0	0.00	0
15.Garden	3	2.00	6	6	1.00	6
16.John Hovard	1	1.00	1	11	1.00	11
17.Kabwata	12	4.00	48	3	1.00	3
18.Kalingalinga	3	3.00	9	2	1.00	2
19.Kanyama(Nev)	5	1.00	5	7	1.00	7
20.Kaunda Square	2	2.00	4	11	1.00	11
21.Kulima Tover	1	2.00	2	0	0.00	0
22.Libala	5	3.00	15	1	2.00	2
23.Lilanda	14	3.00	42	17	1.00	17
24.Longacres	0	0.00	0	6	1.00	6
25.Lubuma(Kamwala)	38	3.00	114	10	1.00	10
26.Malipole	1	2.00	2	1	1.00	1
27.Mandevu	10	2.00	20	16	1.00	16
28.Matero	8	3.00	24	6	1.00	6
29.Mutambe	2	3.00	6	0	0.00	0
30.Mutendere	5	1.00	5	8	1.00	8
31.Mvaziona	11	3.00	33	11	1.00	11
32.Ngombe	4	2.00	8	0	0.00	0
33.Northmead	3	3.00	9	6	1.00	6
34.Nyerere	0	0.00	0	0	0.00	0
35.Olympia Park	7	2.00	14	1	2.00	2
Total	474	-	1,365	211	-	239

Table 4-3-2B Estimated Commercial Mbaulas Demand in Lusaka Markets
(Contineued from Table 4-3-2A)

Name of Markets	Roast Beef Shops			Fritter Shops			Grand Total Ann. Consumption (Pieces/Year)
	No. of Shops (Shops)	Ann. Consump. Rate (Pieces/Year/Shop)	Total Ann. Consump. (Pieces/Year)	No. of Shops (Shops)	Ann. Consump. Rate (Pieces/Year/Shop)	Total Ann. Consump. (Pieces/Year)	
Arrakan Barracks	1	1.00	1	5	2.00	10	17
Chachacha Road	77	1.00	77	0	0.00	0	308
Chainda	7	1.00	7	4	1.00	4	11
Chaisa	0	0.00	0	10	1.00	10	32
Chavama	0	0.00	0	21	1.00	21	69
Chelston	1	1.00	1	0	0.00	0	35
Chibolya(Soweto)	185	1.00	185	7	1.00	7	781
Chifundo	0	0.00	0	5	1.00	5	53
Chilenje	0	0.00	0	25	1.00	25	50
Chilulu	0	0.00	0	8	1.00	8	22
Chingvere	0	0.00	0	3	1.00	3	3
Chipata	0	0.00	0	6	1.00	6	51
Chitukuko	0	0.00	0	5	1.00	5	55
Chunga	0	0.00	0	7	1.00	7	7
Garden	0	0.00	0	20	1.00	20	32
John Howard	0	0.00	0	8	1.00	8	20
Kabwata	0	0.00	0	5	1.00	5	56
Kalingalinga	0	0.00	0	9	1.00	9	20
Kanyama(New)	0	0.00	0	12	1.00	12	24
Kaunda Square	0	0.00	0	0	0.00	0	15
Kulima Tower	0	0.00	0	0	0.00	0	2
Libala	0	0.00	0	25	1.00	25	42
Lilanda	0	0.00	0	8	1.00	8	67
Longacres	0	0.00	0	2	0.00	0	6
Lubuma(Kamwala)	0	0.00	0	12	1.00	12	136
Malipole	0	0.00	0	5	1.00	5	8
Mandevu	0	0.00	0	7	1.00	7	43
Matero	0	0.00	0	8	1.00	8	38
Mutambe	0	0.00	0	4	1.00	4	10
Mutendere	0	0.00	0	10	2.00	20	33
Mwaziona	0	0.00	0	6	1.00	6	50
Ngombe	0	0.00	0	5	1.00	5	13
Northmead	0	0.00	0	5	1.00	5	20
Nyerere	0	0.00	0	0	0.00	0	0
Olympia Park	0	0.00	0	1	1.00	1	17
Total	271	-	271	258	-	271	2,146

4.3.2 ルサカ市における陶製コンロ市場規模

陶製コンロ市場は、豆炭市場同様ザンビアには現在存在しない。従って、本プロジェクトによる陶製コンロもやはり豆炭同様新しい市場を形成することになる。この市場は、バウラの代替コンロ市場という形で徐々に増大していくものと考えられる。この増大の程度は、前節の豆炭市場の場合と同様の項目に依存する。但し、一つ注意しなければならないことは、陶製コンロは木炭の燃焼にも使用できるということである。従って、陶製コンロ市場規模は必ずしも豆炭市場規模にリンクしていなくても良い。

陶製コンロ市場規模も、豆炭市場規模同様、既存のバウラ市場に対し、陶製コンロ市場がどれだけ浸透し得るかということで定量的に表わすことができる。

Table 4－3－3及び Figure 4－3－1は、ルサカ市の世帯数予測に基づくバウラ需要予測を示す。

Table 4－3－4及び Figure 4－3－2は、ルサカ市のバウラ需要予測を示す。同表及び同図でも、豆炭市場規模の場合と同様に、既存のバウラ市場に対する陶製コンロ市場浸透率を設定する方法で陶製コンロ需要量を予測する。

以上は、需要側の立場から陶製コンロの市場規模を考えたものであるが、一方、供給側の立場から陶製コンロの市場規模を以下の通り考案する。

バウラを販売する店としては、オープンマーケット内の木炭販売店及び荒物販売店、そして居住区内の木炭販売店及び荒物販売店が挙げられる。これらの内オープンマーケット内での販売のみを対象としても、これらの店舗の1割で、1店舗1日当り平均1個の陶製コンロを販売すると仮定すれば、陶製コンロの供給量は年間 7,800個となる。

＜オープンマーケット内の木炭販売店による陶製コンロの販売＞

1.0個／日／店舗×16店舗× 300日／年＝ 4,800個／年

＜オープンマーケット内の荒物販売店による陶製コンロの販売＞

1.0個／日／店舗×10店舗× 300日／年＝ 3,000個／年

以上は、オープンマーケット内の販売のみを対象とした、かなり控え目な仮定である。これに更に居住区内での陶製コンロの販売を加えれば、少なくとも1万5千個程度の陶製コンロが供給可能であろう。

従って、現状ではTable 4－3－4及びFigure 4－3－2の9％ Case から18％ Case が妥当な陶製コンロ市場規模予測といえる。

Table 4-3-3 Estimated Mbaulas Supply in Lusaka Markets

	Share in Total Households*(%)	Mbaulas Consump. Rate*** (Pieces/ Year/Household)	1985		1990		1995		2000	
			No. of Households (1,000 Households)	Mbaulas Demand (1,000 Pieces/Year)	No. of Households (1,000 Households)	Mbaulas Demand (1,000 Pieces/Year)	No. of Households (1,000 Households)	Mbaulas Demand (1,000 Pieces/Year)	No. of Households (1,000 Households)	Mbaulas Demand (1,000 Pieces/Year)
Projected Households**:	100.00	-	182.80	-	242.70	-	321.80	-	411.40	-
With Electricity										
- High Cost Group:	19.13	0.250	34.97	8.74	46.43	11.61	61.56	15.39	78.70	19.68
- Medium/Low Cost Group:	22.26	0.333	40.69	13.55	54.03	17.99	71.63	23.85	91.58	30.50
Without Electricity										
- Medium/Low Cost Group:	40.18	0.400	73.45	29.38	97.52	39.01	129.30	51.72	165.30	66.12
- Low Cost Group:	18.43	1.000	33.69	33.69	44.73	44.73	59.31	59.31	75.82	75.82
Projected Mbaulas Demand:	-	-	-	85.36	-	113.33	-	150.27	-	192.11

Source: * Prices & Incomes Commission
** 1980 Population and Housing Census of Zambia
*** National Council for Scientific Research

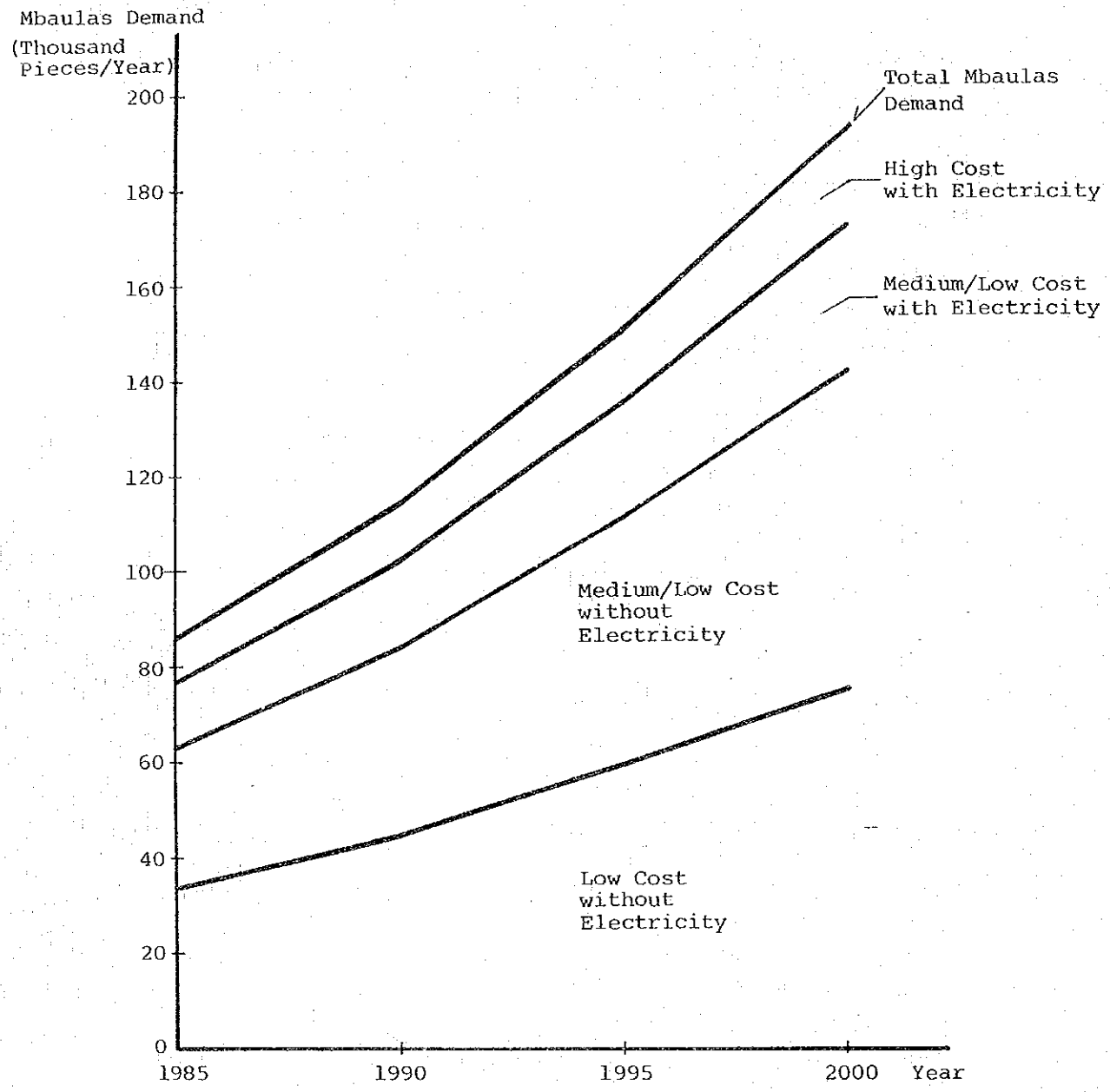


Figure 4-3-1 Projected Mbaulas Demand in Lusaka
by Projected Households

Table 4 − 3 − 4 Projecetd Clay Stoves Demand in Lusaka by Market Penetration of Mbaulas Market

	1985	1990	1995	2000
Projected Households*				
(1000 Households/Year) :	182.80	242.70	321.80	411.40
Projected Mbaulas Demand**				
(1000 Pieces/Year) :	85.36	113.33	150.27	192.11
Projected Clay Stoves				
Demand (Pieces/Year) :				
Market Penetration Rate				
5 % Case	4,268	5,667	7,514	9,606
6 % Case	5,122	6,800	9,016	11,527
7 % Case	5,975	7,933	10,519	13,448
8 % Case	6,829	9,066	12,022	15,369
9 % Case	7,682	10,200	13,524	17,290
10% Case	8,536	11,333	15,027	19,211
11% Case	9,390	12,466	16,530	21,132
12% Case	10,243	13,600	18,032	23,053
13% Case	11,097	14,733	19,535	24,974
14% Case	11,950	15,866	21,038	26,895
15% Case	12,804	17,000	22,541	28,817
16% Case	13,658	18,133	24,043	30,738
17% Case	14,511	19,266	25,546	32,659
18% Case	15,365	20,399	27,049	34,580
19% Case	16,218	21,533	28,551	36,501
20% Case	17,072	22,666	30,054	38,422

Source : * 1980 Population and Housing of Zambia

** Table 4 − 3 − 3

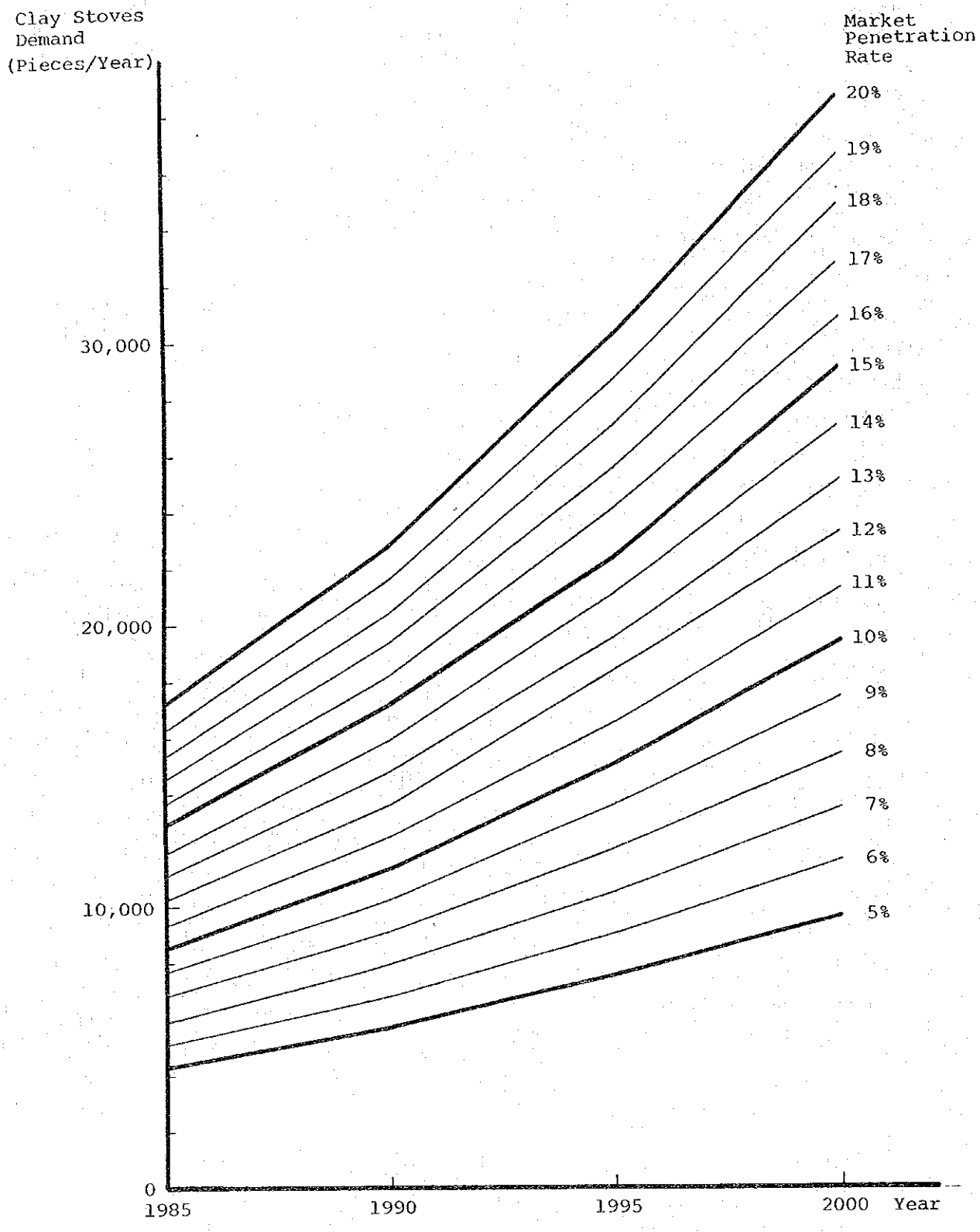


Figure 4-3-2 Projected Clay Stoves Demand in Lusaka by Market Penetration of Mbaulas Market

4.3.3 ルサカ市における陶製コンロ価格

陶製コンロは、今まで述べた如く、バウラの代替対象コンロとして位置づけることができる。従って、陶製コンロ価格も当然バウラ価格と結び付けて考慮する必要がある。

ルサカ市内で販売されているバウラは、直径15cm位のものから50cm位のものまで様々なサイズのものがあり、これらのサイズにより価格も異なっている。

一方、本プロジェクトによる陶製コンロは、中低所得層の調理用を目的としており、本計画調査におけるクッキングスタイル調査並びに現地ヒアリング調査結果によれば、中低所得層が通常使用しているバウラのサイズは、20～30cmである。従って、本計画調査では、このサイズのバウラを陶製コンロの代替対象と限定することにする。同サイズのバウラのルサカ市内の現在の小売り価格は、販売店によって若干異なるが、概ね10～15 Kwacha の範囲にある。

4.4 マーケッティング

本プロジェクトによる豆炭及び陶製コンロは、既に述べた様に、ザンビアでは販売されておらず、新しい市場を形成することになる。従って、これらの市場を開拓し発展させるためには、様々な観点から販売を促進させる方法が検討されねばならない。そこで本節では、豆炭及び陶製コンロの流通経路、 PR 方法及び販売方法を検討する。

4.4.1 流通経路

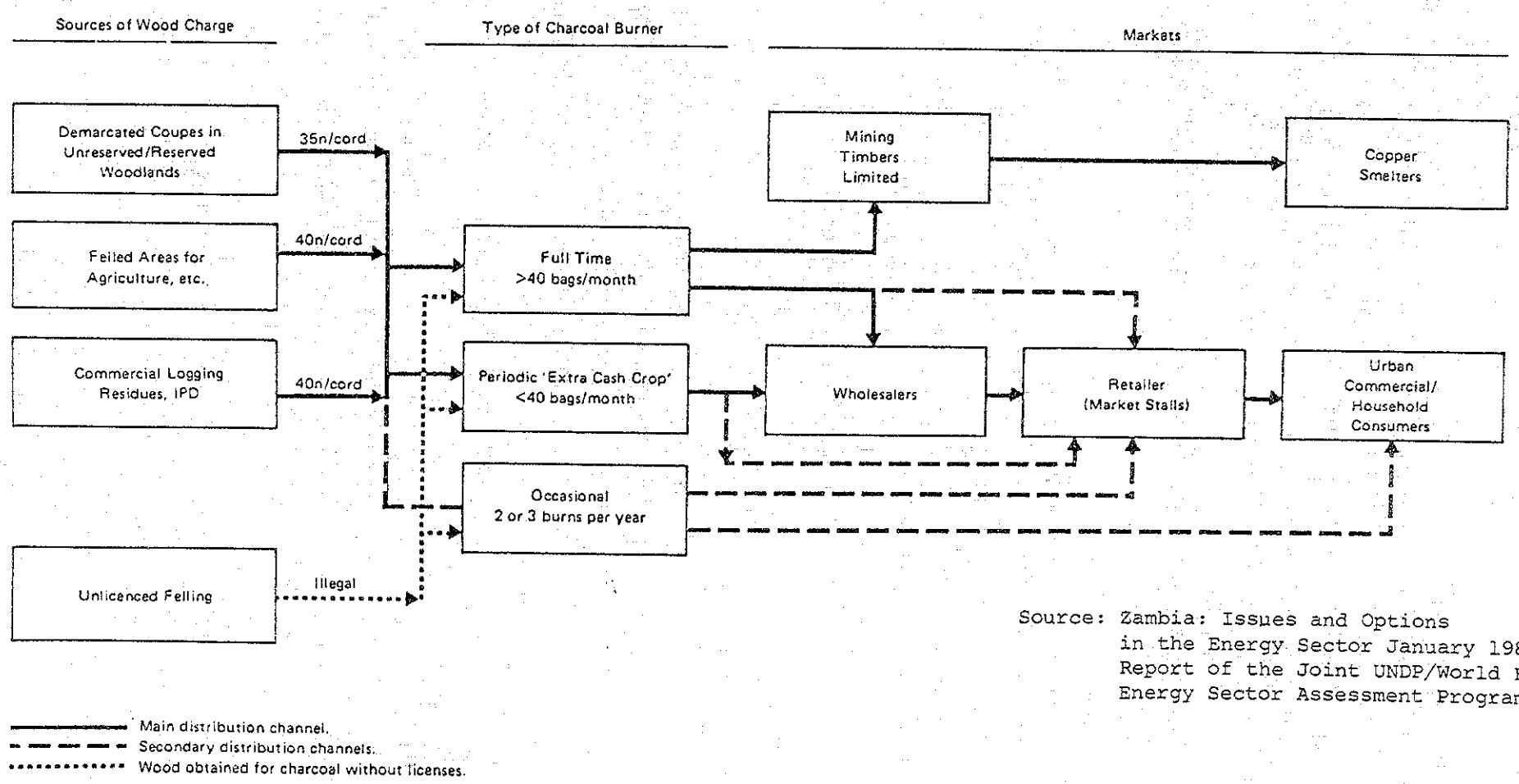
豆炭は主として木炭の流通経路を利用する。陶製コンロはバウラを代替するものであるが、ザンビアではバウラは製造と販売が直結しており、流通経路は存在していない。そこで、陶製コンロの販売に当っては、バウラの販売店である荒物店を利用するか、日本の場合がそうである様に、木炭販売店を利用する方法が妥当と考えられる。従って、以下では陶製コンロが豆炭と併せて販売されることを前提として、木炭の流通経路とその他の流通経路を検討する。

(1) 木炭の流通経路

ザンビアでは、キトウェ（Kitwe）で木炭生産者組合（The Kitwe Professional Charcoal Burners Association）が組織された等の報告があるが、ルサカ周辺ではこの様な組織は確認されていない。ルサカ市で使用される木炭は、一般に３つのルートで流入している。第１のルートは、ルサカ市内のオープンマーケットの木炭販売業者を経由するルート、第２は、ルサカ市の居住区内の木炭販売人を経由するルート、第３は、ルサカ市周辺の路上で木炭生産者から消費者に直接販売されるルートである。第１及び第２のルートでは中間に木炭卸し売り業者、木炭仲介業者あるいは木炭輸送請負業者が介在することもある。しかし、大部分の木炭販売業者は、自家用トラックを使って木炭生産地で直接木炭を買い取り、ルサカ市内で販売しているものと考えられる。

Figure４－４－１には、ザンビアの木炭の流通経路を示した。同流通経路は、銅精練用の木炭の流通を除けば、ルサカ市での木炭販売においても同様と考えられる。

同図のマーケット部分は、豆炭及び陶製コンロの流通経路としても利用できる。即ち、一部の木炭販売業者に豆炭及び陶製コンロの販売を依託する形をとることになる。この方法は、木炭販売業者が木炭消費者と直接接触する機会が多いため、木炭及びバウラの代替物としてこれらを販売する上でも極めて有効な方法と考えられる。



Source: Zambia: Issues and Options in the Energy Sector January 1983 Report of the Joint UNDP/World Bank Energy Sector Assessment Program

Figure 4-4-1 Charcoal Production/Marketing Channels in Zambia

(2) その他の流通経路の利用

豆炭及び陶製コンロの販売を促進する上で、上述の木炭販売ルートを利用する以外に、独自の販売ルートを持つ物流機関あるいは企業に販売を依託する方法も考えられる。有望な機関／企業の例としては、以下を挙げることができる。

(a) National Import and Export Corporation Limited (NIEC)

ザンビア最大の物流企業で、傘下には、以下の企業を持っている。

1) Wholesale sector
   - Zambia National Wholesale and Marketing Company Limited (ZNWMC)
   - NIEC Agencies Limited
2) Retail Sector
   - Consumer Buying Corporation of Zambia Limited (ZCBC)
   - NIEC Stoves Limited
   - Mwaiseni Stores Limited
3) Pharmaceutical Sector
   - National Drug Company Limited
4) Agricultural Sector
   - Zambia Horticultural Products Limited (Zamhort)
5) Purchasing
   - NIEC Overseas Services (Zambia) Limited

(b) Lusaka Province Co-operative Union Limited

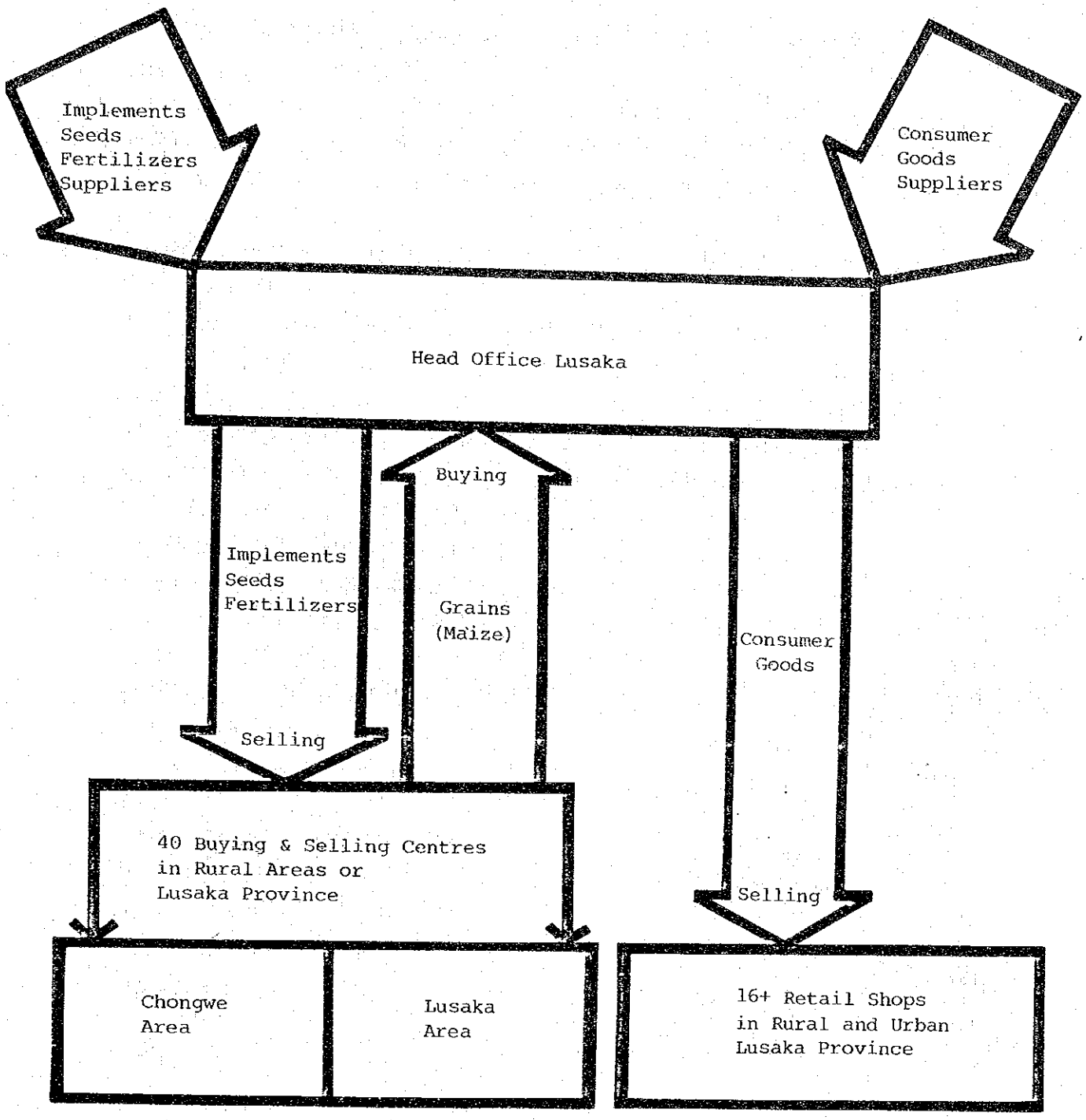
同ユニオンは、経済及び社会開発に関与することで地域社会の発展に貢献することを目的として1980年に設立された農業協同組合であり、27の組合支部 (Primary Co-operative Societies) 、約 2,000人の組合員、40のオペレーションセンター (Depots) を持っている。同ユニオンの取扱い商品は、農業関係のものが多いが、今後は多角的な経営を目ざしている。

Figure 4 － 4 － 2 には、同ユニオンの流通経路を示した。

(c) Midlands Farmers Co-operative Society Limited

同組合も農業協同組合であり、ザンビア各地に支部と組合員を持っている。

ヒアリング調査によると、販売地域をルサカ市内に限定しないならば、豆炭 1,000トン、陶製コンロ 4,000個の販売は可能であるとのことであった。



Source: Lusaka Province Co-operative Union Ltd.

Figure 4-4-2 Lusaka Province Cooperative Union Marketing Channels

以上の機関あるいは企業の中で、(a)の NIEC は販売対象が比較的高所得層に限定されているのに対し、(b)及び(c)は同対象が中低所得層まで広がっている。従って、現状では豆炭及び陶製コンロの販売依託先としては、(b)及び(c)が妥当と考えられる。

ところで、豆炭及び陶製コンロの販売に当って、先ず考慮すべきことは、これらの製品の工場出荷後の取り扱いである。考えられるケースとしては、以下の2ケースがある。

Case 1 ：卸し売り会社が一括して製品を引き取り、これらを販売業者へ卸すケース。

Case 2 ：販売業者に工場へ直接製品を買い取りに来させるケース。

Case 1 の卸し売り会社は、工場の子会社であっても良いし、また全く別会社に卸し売り販売を依託しても良い。Case 1 は一見、製品の販売計画が立て易く、またマーケッティング、販売手続き等を円滑に行える等の長所がある如く見えるが、卸し売り会社の介在によって、製品の販売価格がかなり上昇する可能性があることと、市場の反応を直接把握し難いことである。一方 Case 2 の場合は、Case 1 とは逆に、長所は卸売り会社が介在しないことで、市場のニーズを NCSR が直接把握し易く、また販売コストを最小限に抑えられることである。短所は、製品の販売計画が立て難く、またマーケッティング、販売手続き等も NCSR にとって煩雑なことである。

Table 4－4－1には、以上述べたことを取りまとめ、豆炭及び陶製コンロの流通経路を6つのケースとして示した。この内 Case 2－3が本計画の目的にもっとも叶っている。

Table 4－4－1 Optional Marketing Channels for Coal Briquettes nad Clay Stoves

	Wholesale Company	Charcoal Marketing Channels*	New Marketing Channels**
Case 1－1	○	○	×
Case 1－2	○	×	○
Case 1－3	○	○	○
Case 2－1	×	○	×
Case 2－2	×	×	○
Case 2－3	×	○	○

○ Applicable

× Not applicable

* See Figure 4－4－1

** See Figure 4－4－2

4.4.2 PR 方法

前述の如く、豆炭及び陶製コンロは、現在ザンビアでは販売されていない。従って、これらの販売を促進するためには、ルサカ市民に先ずこれらの存在を知らしめ、且つ、これらの利用価値（木炭に対する経済上あるいは使用上の優位性等）を十分認識させねばならない。

ルサカ市にも放送局、新聞社、雑誌社など多数のマスコミ関係機関が存在する。しかし、豆炭及び陶製コンロの販売対象は主に中低所得層であるため、これらの機関の利用による販売価格の上昇は避けねばならない。また、これらの機関による PR は、豆炭及び陶製コンロの存在を消費者に知らしめるためには有益であるが、これらの利用価値を認識させるためには、十分とは考えられない。

そこで以下では、以上を認識した上で、特にこれらの実質的な消費者である家庭内の婦人を対象として、これらの販売を効果的に促進するための PR 方法を検討する。

(1) 草の根（グラスツール）方式

ルサカ市には、60以上の居住区が存在し、これらにはそれぞれ婦人会が組織されている。居住区は、小さなものから大きなものへ、セクション（ Section）、ブランチ

（Branch）、ワード（Ward）と分類されており、25軒が1セクション、10セクションが1ブランチ、16ブランチが1ワードとなっている。従って1ワードは計算上は4,000軒となる。但し、居住区は2つ、あるいは3つのワードにまたがっていることもある。各セクション、ブランチ、ワードでは、チェアマンと共にチェアレディーが選任されており、定期的に会合を開いている。

そこで、上記の婦人会組織を豆炭及び陶製コンロの PR に活用することが考えられる。そのためには、先ず上記婦人会の上層部に対し、豆炭及び陶製コンロを使ったデモンストレーションを行い、これらの長所を十分認識させる。次に、各居住区のブランチあるいはセクション単位の婦人会で多数の婦人を集めて上記デモンストレーションを行なわしめ、普及の協力を得る。

(2) トップダウン方式

ザンビアの政治形態は、現在 United National Independence Party（UNIP）による一党民主制で、同党の政治力は極めて強力である。従って、同党の婦人連盟（Women's League）に本プロジェクトの普及効果、並びに豆炭及び陶製コンロの長所を十分理解させ、婦人連盟等を動員してルサカ市の末端の家庭の婦人にまでこれらを PR させる。

また、同時に労働省（Ministry of Labour and Social Services）の下部機関である、地域社会開発局（Department of Community Development）にも、家庭経済プログラム（Programmes on Home Economics）の一環として協力を仰ぐ。上記方式は、ザンビア大学（University of Zambia）のビジネス・経済学部等のアドバイスによるものである。

(3) その他の方式

前項の流通経路の部分で述べた機関あるいは企業に販売を依託する場合には、当然これらの機関あるいは企業のマーケッティング専門家が十分に効果的な PR 方式を開発することが期待できる。

4.4.3 販　売

豆炭及び陶製コンロの流通経路については、既に4.4.1で述べた。本項では、これらの実際の販売方法及び荷姿について検討する。

(1) 販売方法

豆炭及び陶製コンロの販売は、市場を新たに開拓しなければならないことから、ステップを踏んで徐々に拡大して行くことが必要である。販売促進のための条件は、既に4.2.2で述べた。これらの条件を前提とした上で、現在考えられる確実な販売方法としては、以下の2つのステップを踏む方法が考えられる。

ステップ1：オープンマーケットでは、豆炭及び陶製コンロが多数のルサカ市民の目に触れる機会が期待できる。そこで、オープンマーケット内の木炭および荒物販売業者の一部にこれらの販売を依託する。この際、場合によっては、これらの販売を促進させるために木炭あるいはバウラの販売の利益率と同等以上の利益率をザンビア政府が優遇措置等で保証すべきである。

ステップ2：ステップ1の結果が良いことを確認した上で、物流業者および居住区内の木炭／荒物販売業者の一部にこれらの販売を依託する。

尚、上記の販売の目安としては、当面豆炭は、1日1店舗当り平均 300～ 400kg（木炭換算10袋）、陶製コンロは、1日1店舗当り平均1個を想定する。

(2) 荷　姿

木炭は、ザンビアでは現在メイズ袋などの穀物用の袋を利用して輸送されている。

バウラは、製造と販売が直結しており、また、たとえ輸送する場合でも、破損し難いため、梱包せずに輸送しているものと予想される。

豆炭は、日本の場合と同様に美しく印刷を施した紙袋あるいはビニール袋の利用が考えられる。しかし、木炭の場合の袋のリサイクリング、紙袋あるいはビニール袋の利用による販売価格の上昇（これらはリサイクリングが困難）等を勘案すれば、木炭の場合と全く同様の袋を利用することが現状では最適と考えられる。

また、陶製コンロは、2個ずつひもで縛って輸送する方法を取ることが妥当と考えられる。

4.5　関係法規

以下には、豆炭と陶製コンロの販売に関係すると考えられる、木炭とバウラに関する法規について述べる。

4.5.1 関係法規

(1) 木 炭

1) 森林局 (Forest Department) 関係
Appendix に木炭関係法規のみを抜粋して示した。

2) ルサカ市役所 (Lusaka Urban District Council) 関係
ルサカ市のオープンマーケット内の店舗は、1日1店舗当り75 Ngwees をルサカ市役所に支払う。

(2) バウラ

バウラの販売に関係するものは、上記4.5.1の(2)のみである。

木炭、バウラ関係法規で、豆炭や陶製コンロの販売上問題となるものは特にない。

第5章　豆炭原料

5.1　本プロジェクトでの留意点

5.1.1　豆炭の特徴と用途

豆炭は種々の炭素質材を原料として、工業生産することができ、しかも手軽に使用できる固体燃料である所に特徴がある。

家庭用あるいは小口の業務用燃料として、居住地域においては無煙豆炭が使用されるのが一般的である。これは屋内での使用の場合、燃焼器具が極めて簡便であることによる。一方有煙豆炭では少量の発煙でも不都合であること、大量使用の場合には煙突を付けても煤煙や亜硫酸ガスが住居環境を悪化させるだけでなく、燃焼器具が複雑かつコスト高になる難点がある。

種々の品質の無煙豆炭が、原料および製法の選択によって生産できるが、木炭と競合して消費者に受入れられるためには基本的に次の条件を満足している必要がある。

1) 実用上、無煙、無臭であること
2) 着火性がよいこと
3) 適度の燃焼速度を持つこと
4) 未燃炭素分が少ないこと
5) 輸送、使用にたえる充分な強度を有すること
6) 適度の灰分を含み、適度の熱間強度を有すること
7) 5,000Kcal／kg程度の発熱量があること

これらの要求品質を充す無煙豆炭をザンビア国内産の原料を使用し、木炭と競合し得る条件で生産し、販売しなければならない。

しかしながら、豆炭原料と生産工程および使用形態の点から、木炭と全く同等の品質を目標とすることは得策ではない。問題は消費者サイドにおいて木炭を使用することと同等の価値感が得られることが必要である。そのためには次の様なことが重要である。

1) マンバ炭スラリーそのものは有煙であり、しかも燃焼性が必ずしもよくないので、流動乾留により脱煙と同時に燃焼性の向上をはかる。
2) 「着火性」と「適度の燃焼速度」をそれぞれ独立に制御する。豆炭は着火性はやや劣るものの、火力調整は可能であるがコンロの性能が関係する。

したがって豆炭の適切な品質設計と豆炭の使用器具（コンロ）、使用法の開発によ

って木炭と同等以上の価値感を持つ豆炭の製造を目標とすべできある。

5.1.2　ザンビアにおける豆炭原料

豆炭は原料に関し、融通性に富むのが利点である。

ザンビアには石炭、バガス、木炭、農産廃棄物等が炭素資源としてあり、粘結剤としてモラシス、イオウ分固定剤として石灰がある。これらが経済的に有効に使用できるならば好都合である。

豆炭の製品品質設計も融通性があることは既に述べた通りであり、それは経済性と消費者ニーズによって変更できることを前提にして、原料について検討する。

5.2　マンバ炭

ルサカ南方 350kmにマンバ炭鉱がある。確認埋蔵量 1.5億トン、可採鉱量 3,500万トン、1980～1984年平均出炭量52万トンである。現在のリノベーション工事が完成すると 100万トン／年になると見込まれている。

この炭鉱の洗炭廃水沈降池に推定約30万トンの廃スラリー粉炭が貯留されている。

マンバ炭は、瀝青炭であるが、粘結性はなく、弱い粒子凝結性を有し、急熱によってわずかに膨張性を示す。 450～ 550℃でタールと少量のガスを発生して粉半成コークスになる。マンバ炭の着火温度は測定法によって異なるが、 270℃～ 300℃附近から酸化反応が認められ、条件によっては着火する。燃焼速度は比較的遅いが、ストーブやコンロで燃焼すれば問題ない。

出炭実績をTable 5－2－1に示す。

Table 5－2－1　Coal Production Record

Year	Production (1,000 ton)
1980	571
1981	539
1982	543
1983	509
1984	449
Average	522

今後発生する洗炭の廃スラリーは、年間出炭量の４％と推定され、粒度は 0.5㎜以下が主体になる。発生量は実績基準では 2.2万トン、最大４万トン、平均70万トン／年の出炭量の場合には約３万トンとなる。

Table ５－２－２に石炭および洗炭廃棄物の工業分析値を示し、Figure５－２－１に発熱量と灰分の関係を示す。原炭は粉砕、分級、ジグ選炭機及び洗炭工程によって精炭、ズリ、廃スラリーに分けられる。

本工程の範囲内で、各原料の工業分析値は NCSR の分析値によれば、以下の通りとなっている。但し、今回調査対象となっている廃スラリーは、本表のスラリーが沈澱池内で、風化脱硫を受けたもので、その詳細は別項で述べる。

Table ５－２－２ Proximate Analysis of Coal

		Raw Coal	Washed Coal	Reject	Slurry
Moisture	%	1 ±0.2	1.0±0.5	1 ± 2	1.2±0.2(-0.5㎜)
Ash	%	25± 2	17.0±1.0	50±15	27.2± 7
Volatile Matter	%	17± 2	19± 1	15± 2	17.0± 1
Fixed Carbon	%	56± 2	65± 2	40±10	54.7± 5
Total Sulfar	%	2.5±0.5	1 ±0.5	6 ± 4	2.5～7
Calorific Value	kcal/kg	5600±250	5500±200	4000±1000	5600±600

Ash fusion temp 1400～1450℃

Note that about 62% of the total S is the conbustible Pyritic S as FeS_2.

The sulfur range in the slurries is from 2.5 to 7 %, the average 3.2%.

(NCSR)

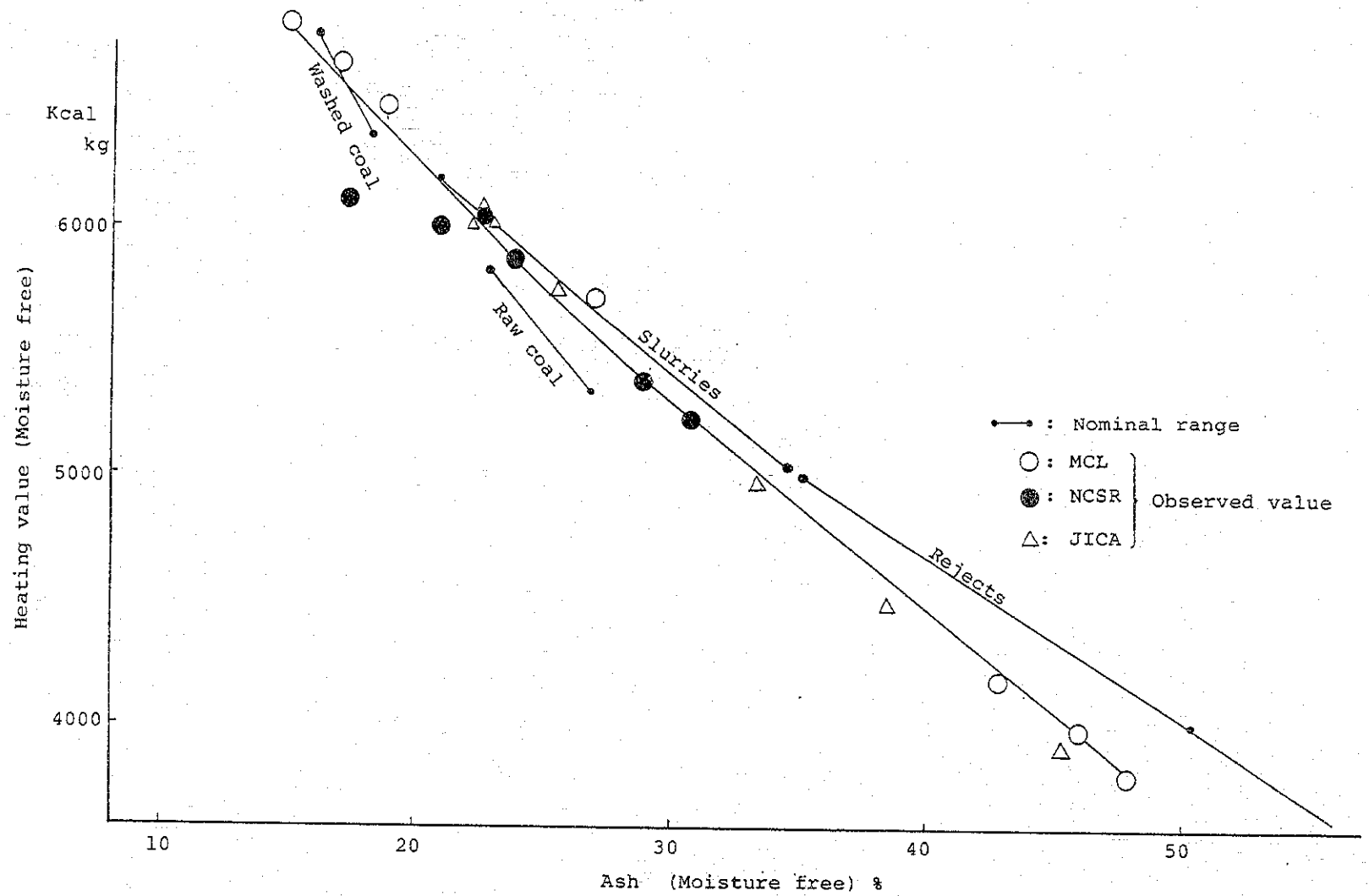


Figure 5-2-1 Relation between Heating value and Ash content

原炭は灰分およびイオウ分が比較的多く、洗炭によって精炭の品位を上げ、品質を一定化する。当然灰分およびイオウ分はズリおよび廃スラリーに濃縮されるので、その有効利用にあたって留意せねばならない。

灰分は精炭の場合16～18%となっているが、新しい廃スラリーについては20.2～34.2%と幅が広い。精炭の全イオウ、総発熱量はそれぞれ1 ± 0.5%、6,500±200Kcal／kgであるのに対し、新しい廃スラリーではそれぞれ 2.5～7%、5,600 ± 600Kcalとなっている。即ち発熱量は使用できる程度であるが、イオウ分が多く、粒度が細かい。

しかし、リノベーションが完成するとこの点のバランスは変化するものと思われる。

現地調査の際、旧ポンドの表面から2mまではサンプルを採取し、そのイオウ分は低かったが、それ以下については確認していない。従って、さらに深部の堆積スラリーを活用する場合には、イオウ分が増加する可能性を考慮すべきである。

Table 5－2－3に元素分析値を示す。炭素、水素、酸素の比率には特異な点は見られない。

Table 5－2－3 Ultimate Analysie of Washed Coal

	C	H	O	N	S (Comb)	Ash	Moisture
Coal	63.2	4.1	5.9	1.8	1.4	13.6	10.0
D.M.F.	84.8	5.5	7.3	2.4	—	—	—

(NCZ)

Table 5－2－4は工業分析値を比較表としたものである。石炭質発熱量の評価にM.A.F. 値を計算した場合と M.M.F. 値の場合を示した。マンパ炭及びその粉半成コークスを評価する場合には M.M.F. (Moisture and Mineral free base) も考慮すべきである。

元素分析値や水分から判定される石炭化度に比し、石炭質の総発熱量はやや低い様に思われる。しかし逆に、乾留による粉コークスに移る熱量は相対的に多く、その際のタール、メタン等の炭化水素類の脱離による熱量損失は少ない事を予想させる。

また揮発分が少ないから乾留の際の粉半成コークス歩留も良いので、乾留処理をして粉半成コークスを得る目的には有利な石炭である。

Table 5 − 2 − 4 Proximate Analysis of Coal and Slurries

		Inherent moisture %	Ash %	Volatile matter %	Fixed carbon %	Total sulfur %	Heating value Kcal/kg	Heating value M.A.F.	Heating value M.M.F.	
1	Seam A	1.12	18.56	17.97	62.35	1.14	6,408	7,978	8,164	Washed coal (MCL)
2	Seam B	1.09	14.85	18.65	65.41	1.24	6,750	8,030	8,181	
3	Combined	1.10	16.70	18.31	63.89	1.19	6,579	8,004	8,173	
4	Rejected +40mm	0.75	45.76	15.43	38.06	2.99	3,942	7,369	8,058	Rejected coal (MCL) −0.5mm
5	〃 −40+10mm	0.69	47.52	15.41	36.38	5.93	3,774	7,287	8,170	
6	〃 −10+0.5mm	0.75	42.64	16.23	40.38	9.13	4,134	7,302	8,198	
7	Slurries	1.11	26.79	17.29	54.81	3.55	5,660	7,850	8,217	
8	〃		20.89			0.77	5,983	7,659	7,851	(NCSR)
9	〃		28.58			1.44	5,331	7,570	7,874	
10	〃		22.21			1.27	5,969	7,773	7,972	
11	〃		23.67			1.19	5,831	7,740	7,979	
12	〃		30.56			1.44	5,168	7,551	7,882	
13	〃		17.24			0.78	6,034	7,389	7,529	
14	〃	2.30	22.30	18.96	56.44	1.40	5,922	7,854	8,112	JICA
15	〃	2.30	23.06	19.44	55.20	1.37	5,881	7,879	8,152	
16	Slurries	2.10	21.95	19.39	56.56		5,968	7,858	(8,045)	
17	0.1mm >	1.80	44.61	19.24	34.35	5.12	3,827	6,901	7,896	
18	0.1mm >	2.27	37.59	18.68	41.46	3.20	4,388	7,296	7,813	
19	A-2m	2.31	22.64	17.78	57.27	1.07	5,891	7,849	8,080	
20	A-mix	2.28	22.39	18.95	56.38	1.29	5,895	7,326	8,059	
21	B-mix	2.51	22.14	19.93	54.42	1.00	5,863	7,781	8,000	
22	C-mix	1.75	33.06	19.90	45.29	2.43	4,899	7,515	7,926	
23	D-mix	2.24	25.10	19.44	53.22	1.44	5,657	7,786	8,056	
average									8,017	

M.A.F. : Moisture and Ash free base

M.M.F. : Moisture and Mineral free base (Mineral = 1.08A +0.55 Scomb.)

Table 5－2－4で新しい石炭と風化したスラリー炭を比較すると石炭質の純炭発熱量（M.M.F.）低下は 100～ 150Kcal／kgと少ない。これはスラリーの利用のためには有利な性質である。

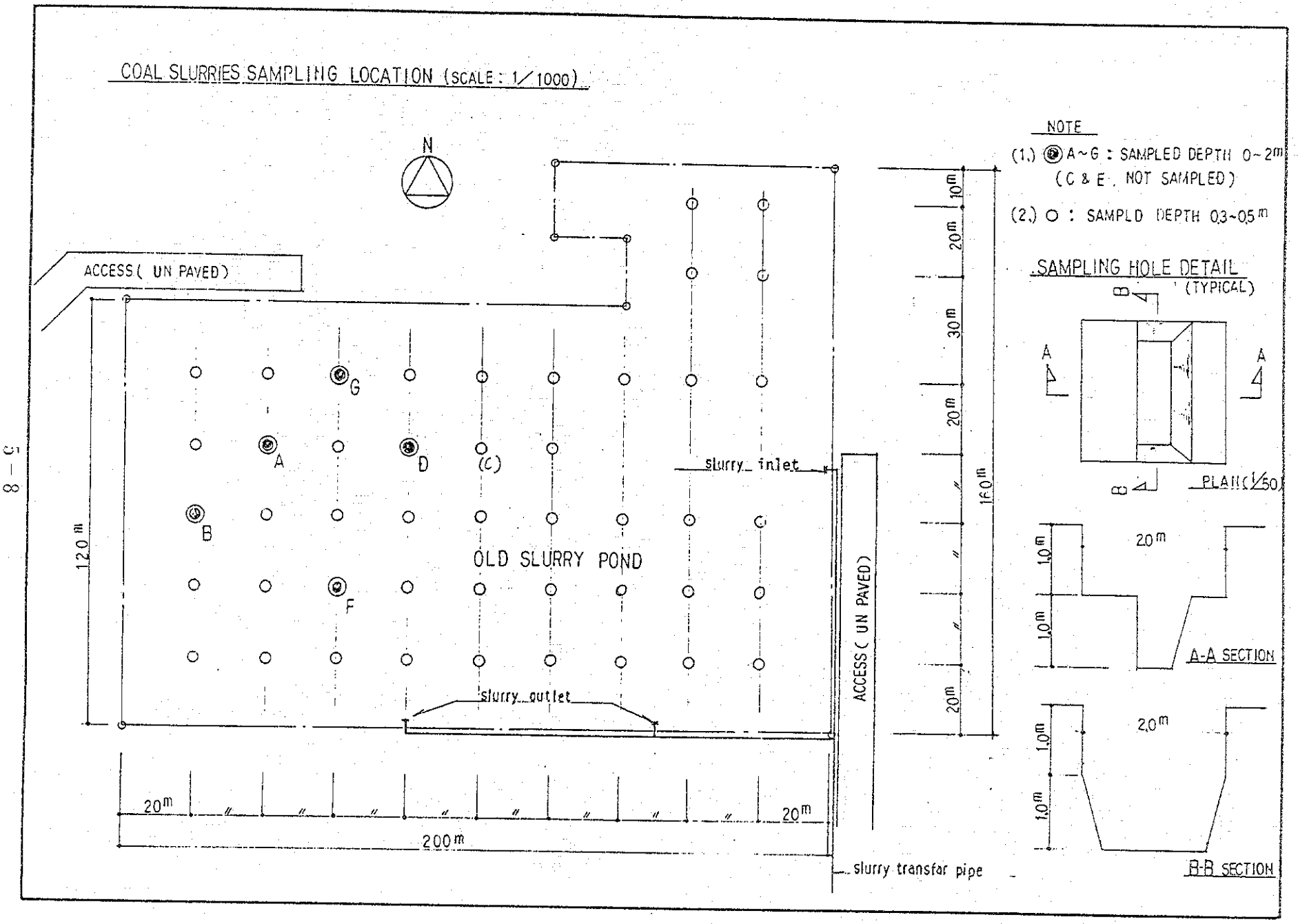
使用中の新ポンドは現在沼状で豆炭原料採取はできない。将来の原料として考慮すべきである。なお、このような増加を見込まなくても、今回のパイロットプラントに使用する低イオウ堆積炭量は十分である。

5.2.1　石炭スラリーポンド

マンバ炭鉱の洗炭工場から排出される石炭スラリーのポンドは新旧２つあり、前者は使用中なので任意サンプルをとるにとどめ、主として後者について検討を行った。

5.2.2　廃スラリー堆積量

Figure５－２－２に旧スラリーポンドの略図を示す。大きさは東西 200m、南北 120mで、深さ４～５mである。有効な大きさを 180m×90m×４mとし、約65,000㎥（嵩比重 0.7から0.75とし無水換算40,000～44,000トン）を調査対象とした。旧スラリーポンドには水はなく、表面付近は乾燥していたが、スラリー層は軟弱で重量機械を置くことはできなかった。したがって試験堀りおよびサンプリングはハンドシャベルを使用して人力で行った。A、B、C、D、F、Gの６点を選んだ。Figure５－２－２に示したように、２m堀って層の状態を観察した。C点では粘土混入が認められ、使用の前に処理が必要と判断されたので、分析サンプルの採取に止めた。溢流出口付近にあるB点では、粒子が細かく、黒い粘土状の可塑性を持つものであった。A、D、F、Gの堆積物の状態は似ており、しかも豆炭原料として適する品質であると判定した。２mまで堀下げても同じ状態が続いているので、もっと下層も同様と推測できるが、労働安全のために２mまで堀下げて目視確認し、12,000トンを使用可能量とした。約 0.5トン（無水ベース）の豆炭原料サンプルをこれらの穴から採取した。


COAL SLURRIES SAMPLING LOCATION (SCALE : 1/1000)
N
ACCESS (UN PAVED)
G
A
D
(C)
B
F
OLD SLURRY POND
slurry inlet
slurry outlet
120 m
20m
200m
ACCESS (UN PAVED)
slurry transfer pipe
10m
20m
30m
160m
NOTE
(1.) A~G : SAMPLED DEPTH 0~2m
(C & E . NOT SAMPLED)
(2.) O : SAMPLD DEPTH 0.3~0.5m
SAMPLING HOLE DETAIL
(TYPICAL)
PLAN (1/50)
2.0m
1.0m
A-A SECTION
B-B SECTION

5.2.3 廃スラリー炭の性状

廃スラリー炭の粒度、水分をTable 5－2－5に示す。工業分析値をTable 5－2－6に示す。A、D、F、Gは粒度、工業分析値ともよく似ていることがわかる。すなわちA.mixとD.mixについては 100メッシュ (0.15㎜) 以上の粒度が占める割合は、それぞれ74%、76.4%であり、工業分析値の灰分はそれぞれ、 22.39%、 25.10%である。そのスラリー流入口側のC点からのサンプルは 100メッシュ以上の粒度が81.4%、灰分 33.06%と粒度が粗く、灰分が多く、沈降速度が相対的に大であるものが堆積している。全イオウも2.43%と相対的に多い。

Table 5－2－5 Sieve Analysis of Slurries

Mesh	㎜	A-Bottom %	A-mix. %	B-mix. %	C-mix. %	D-mix. %	F-mix. %	G-mix. %
10	1.65	0.9	3.2	0.4	4.0	5.5	3.0	7.3
20	0.84	5.2	10.5	2.8	11.0	11.2	22.9	25.8
30	0.59	19.8	18.5	6.0	19.9	19.0		
40	0.42	16.5	11.2	6.0	13.0	11.0	29.8	23.5
50	0.30	18.5	9.9	7.1	11.8	10.2		
60	0.25	11.8	8.1	10.7	8.9	7.8		
100	0.15	13.6	12.6	16.9	12.8	11.7	17.6	11.6
-100		12.7	25.0	46.2	17.9	20.9	26.7	31.8
Loss		1.0	1.0	3.9	0.7	2.7	—	—
計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
moisture	%	10.8	16.1	21.6	12.1	14.3	13.4	16.0
bulk density			0.7-0.8 0.9(Wet)					

Table 5－2－6 Proximate Analysis of Slurries

	A-Bottom	A-mix.	B-mix.	C-mix.	D-mix.	F-mix.	G-mix.
Inherent moisture	2.31%	2.28	2.51	1.75	2.24	2.50	2.30
Ash	22.64	22.39	22.14	33.06	25.10	25.10	22.30
Volatile matter	17.78	18.95	19.93	19.90	19.44	19.90	18.96
Fixed carbon	57.27	56.38	54.42	45.25	53.22	52.50	56.44
Heating value	5891	5894	5863	4899	5657	5704	5922
Total sulfur	1.07	1.29	1.00	2.43	1.44	1.47	1.40

A、D、F、G群より下流側のB点からのサンプルは、100メッシュ以上の粒度が50%と細かくなっているが、灰分、全イオウ分はそれぞれ22.14%、1.00%であり、工業分析値はAの群と似ている。

Figure5－2－3はこの関係を図示したものである。スラリー炭を流動乾留して、無煙豆炭原料とする時、灰分含量はほぼ25%以下であるのが望ましい。D点から下流ではこの条件を充している。

燃焼時の臭気の点から、イオウ分は低いのが望ましいが、灰分25%以下の範囲では燃焼性イオウにして0.6～0.9%の物が安定して得られる。（全イオウと、燃焼性イオウの比率はNCSRデータに準拠）なおイオウ分については、この大部分を消石灰の配合によって吸収除去することも可能である。

石炭中のイオウ分は石炭に結合している有機イオウと硫化物、硫酸塩の形で存在する無機イオウとがある。これらはまた燃焼性イオウと不燃性イオウに分類される。

スラリーは洗炭廃棄物であるから、灰分とイオウ分が多くなるのは当然であり、しかもその組成が安定しないのが普通である。幸なことに旧沈降池は灰分、イオウ分の分離装置として働いていることがわかった。

Figure5－2－4は風化を受けた堆積スラリーの灰分含量、全イオウ分を新スラリー、原炭、精炭の数値と比較したものである。

全イオウは新スラリーでは2.5～7%であるが、風化したスラリーでは灰分によって0.7～2.5%（同一灰分範囲で）と約1/3に減少している。

Figure5－2－4で灰分37.6%および44.6%のスラリーは団塊を除去した粉炭部分の0.1㎜以下の微粉のデータである。同様な微粉でも団塊からのものは灰分が22～25%の程度でありイオウ分は1.5%以内に留まる。

風化によって減少するイオウ分は主としてパイライト（黄鉄鉱）であり、次の化学反応が考えられる。

$$FeS_2 + O_2 \longrightarrow FeS + SO_2 \uparrow \qquad -\Delta H_{18} = 50Kcal$$
$$FeS + O_2 \longrightarrow FeSO_4 \qquad -\Delta H_{18} = 200Kcal$$
$$FeSO_4 + 2H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + H_2SO_4$$

*1　低温では変化せず 500℃以上が必要とする報告もある。

$FeSO_4$ は水に可溶性で、酸性を示す。したがって風化の初期には沈降池からの浸出水は酸性を示す。しかし、時間と共に流出して現在旧沈降池の、灰分が少なく、残留硫化鉄 FeSの量が少ないサンプル地点では、水素イオン濃度は中性である。

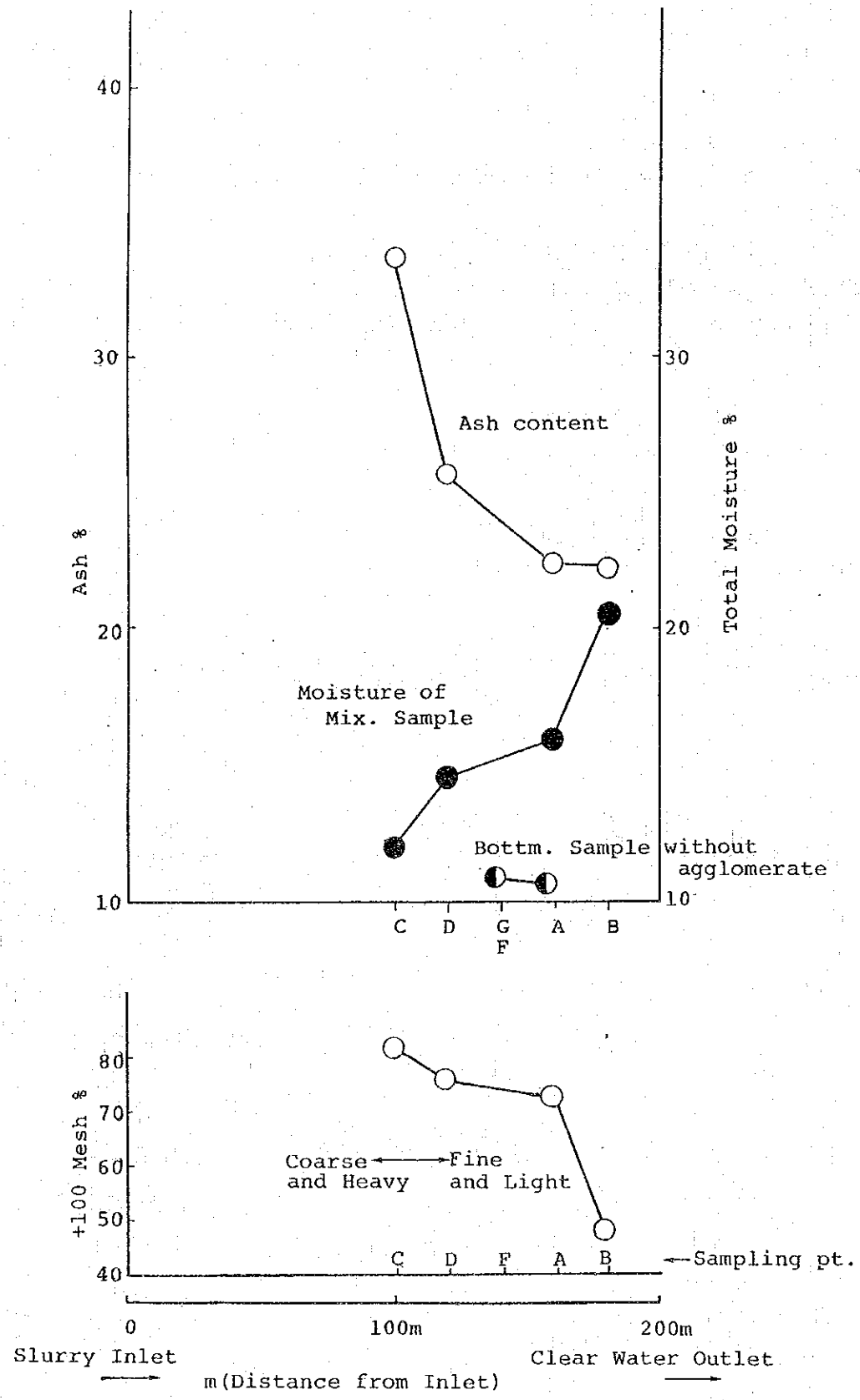


Figure 5-2-3 Sieve Analysis and Moisture by Sampling points

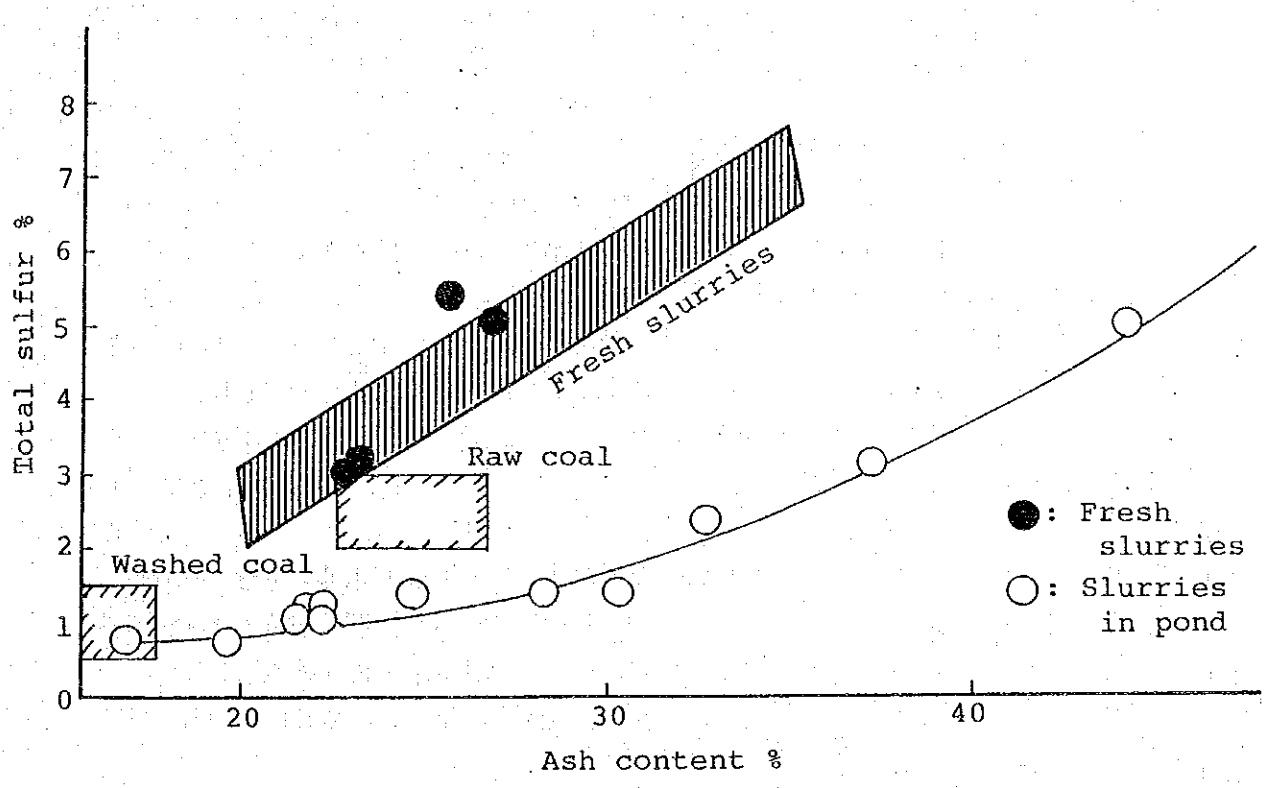


Figure 5-2-4 Relation between Ash content and Total sulfur

5.2.4　原料スラリーの選定採取

廃スラリー炭の堆積状態と品質を検討した結果、豆炭原料として許容できるイオウ分、灰分、粒度、水分のスラリーを選別して採取するには、採取位置をD点より下流にすれば良いことが分った。

5.2.5　スラリー取扱の安全

スラリーポンド採掘の場合には次の項目について注意を必要とする。

1. 採掘場所の崩壊（乾燥時、降雨時）
2. 採掘穴内の酸欠
3. 機器倒壊
4. 機械の腐食
5. 微粉の乾燥による火災
6. 微粉による塵肺

スラリーサンプリング時にポンド内の粉炭は幸運にも適度の水分を保持しており、垂直に近い堀下げが可能であった。しかし一般にはこの様な幸運は期待できない。持帰りサンプル検討の結果もこの事を裏付けている。充分な水を含むと流動し易く、山崩れの状態になる。表面に付着水がない程度に乾燥すると砂山の砂の様に崩壊し易くなる。

採掘時の器械の置き方には細心の注意が必要である。多分降雨毎に、また降雨からの時間経過と共に足場の状態が変化することを予想しなくてはならない。

重機械の使用は避けるべきである。

5.2.6　スラリーの価格

NCSR 及びマンバ炭鉱側の意見を聴取した結果、本プロジェクトに関して、原料スラリー価格をゼロとすることとした。

5.3 バガス

5.3.1 バガス生産状況

ルサカ南方 130km、マンバ炭鉱への道路の途中にナカンバラ砂糖公社のエステートがある。

カフェ川とマザブカを通る鉄道の間にあり、鉄道引込線を有する。

エステートは9900ヘクタールの栽培面積を有し、附近に別に同じくさとうきび農場2,100ヘクタールがある。

粗糖生産量は年15万トンで、 130万トンのさとうきびを処理し、40万トンのバガスを副生する。（ミル出口でのバガス水分は50%である）そのうち35万トンをバガスボイラーで燃焼して工場に必要な蒸気を発生する。余剰バガスは年間5万トンある。バガスは野積にしてあるので、雨水によって残留糖分を抽出され、また長期に放置されたものは生化学的分解を受けて腐食土化（ humus化）する。即ち一定品質のものではない。

乾燥物換算で年間25,000トン得られる。充塡密度は50%含水物で 160～ 190kg／㎥、乾燥物の嵩比重は40～ 100kg／㎥である。

バガスの篩分析の結果をTable 5－3－1に、工業分析結果をTable 5－3－2に示す。参考として Sawdustの分析例を並記する。

Table 5－3－1 Sieve Analysis of Bagasse

篩孔	%
Longer fibrous materials	38.8
1.8	31.9
0.59	22.9
0.25	4.9
0.1	1.5
0.1>	0.0
Total	100.0

Max. long piece (unit mm)
length : 120
width : 10 to 15
thickness : 6

Table 5－3－2 Proximate Analysis of Bagasse and Saw dust

	Bagasse	Sawdust
Inherent moisture	5.7 %	—
Ash	2.4	0.4 %
Volatile matter	80.5	83.6
Fixed carbon	11.4	16.0
Heating value	3770	4700
Total sulfur	0.06	0.0

砂糖キビは雨季（11月～3月）に生育して乾季（4月～10月）に収穫する。したがってバガスの生産も乾季に限られる。

5.3.2 豆炭原料としてのバガス

本プロジェクトはバガスをルサカまで輸送して乾留炉にかけ、バガス炭として豆炭の配合材料に使用することを計画している。バガス炭は豆炭の着火性と燃焼性を改善する目的で加えられる。バガスはできるだけ乾燥していることが望ましいが、雨季でも山積の表面をさけ、できるだけ乾燥したところを選べば使用できる。現在年間50,000トンの余剰があり、この余剰を使用する工業計画は現在のことろない。従って原料として期待できる。

5.3.3 バガスの性質

バガスの篩分結果をTable 5－3－1に示す。
硬い皮でできた長いせんい質で、粉砕機の使用は困難である。
工業分析結果を鋸屑と比較してTable 5－3－2に示す。
元素分析結果をTable 5－3－3に示す。
鋸屑に比して灰分が多く、固定炭素が少ない。
乾燥時の嵩密度は0.04～0.11kg／ℓで剛性のせんい質なので圧密は難かしい。

Table 5－3－3 Ultimate Analysis of Bagasse and Saw dust

		Bagasse	Sawdust	Cellulose	Wood
Carbon	%	47.3	51.0	44.4	49.7
Hydrogen	%	5.4	6.1	6.2	6.1
Oxygen	%	41.7	42.4	49.4	44.1
Nitrogen	%	0.4	0.1	—	0.1
Sulfur	%	0.0	0.0	—	—
Ash	%	5.2	0.4	—	—
		100.0	100.0		

5.3.4 生バガスの使用について

生バガスは燃焼にあたって発煙する。したがって、そのまま豆炭に配合することはできない。その上、生バガスは硬い繊維性組織を有し、豆炭製造にあたり、細断、粉砕は難かしく、能率が悪い。また50～ 100㎜程度の剛性繊維を含んでいるので、そのまま粉炭と混合して成型するのも困難である。

生バガスを乾留すると亜炭を乾留するのによく似た悪臭を発生する。

したがってこれを生のまま利用することは現実的ではない。本計画調査にて、成形後乾留脱煙するよりも、原料段階で乾留脱煙する方が望ましいことを確認しているので、生バガスを混ぜる必要もない。

5.3.5 価 格

本計画は、ナカンバラ砂糖公社で燃料として使用した後の余剰バガスを用いる。またバガスを用いて紙、パルプ、飼料を大規模に生産する計画はないので、価格をゼロとする。

5.4 糖蜜（モラシス）

粗糖の生産過程で副生物として得られる。年間45,000～50,000トン発生するが、そのうち40,000～50,000トンを輸出する。飼料として単味もしくは尿素を配合して近隣市場に供給したり、アルコール用、イースト用としても供給している。

4,500トンタンク１基と、 6,000トンタンク２基を保有し、需要に応じる。

積出しはタンク貨車、ローリー、45ガロンドラム何れでも可能である。
糖分 2.5～3％を含む茶褐色の液体で、長時間放置すると醗酵し発泡する。

5.5 消石灰

ルサカ地区は良質の石灰石を産出する。ルサカ市内に石灰生産工場、Crush Stone Sales Ltd がある。
30トン／日の能力を持ち、純白の消石灰を生産している。

5.6 炭素性ガス化残渣（ Carbonaceous fly ash from gasifier ）

カフェに Nitrogen Chemicals Zambiaがありマンバ炭をコッパース・トチェック噴流ガス化炉でガス化して、硝安等の肥料、爆薬原料を生産している。
このガス化工場から発生するカーボン残渣の豆炭原料としての調査を行った。
炭素含量は25％で、しかも微粉炭ガス化の残渣であるから煤状の微粉炭素である。工場内では水懸濁液であり、沈降池ではパイライトシンダーと混在し、使用不可と判定した。