

ジンバブエ家庭用代替燃料開発普及計画 基礎調査団報告書

1997年1月

JICA LIBRARY



J 1148614 (9)

国際協力事業団
鉦工業開発協力部

鉦開計

J R

98-9

ジンバブエ家庭用代替燃料開発普及計画
基礎調査団報告書

1997年1月

国際協力事業団
鉱工業開発協力部



1148614 [9]

序 文

開発途上国の一般家庭におけるエネルギー源は、国家開発計画等における中長期的な発電所、送配電計画の開発調査に基づき、整備されるものと期待される場合が多いが、短期的には中長期的な送配電計画の整備を待つだけでなく、家庭用燃料の現況を見極めたうえで、適切なエネルギー源を投入し、その多様化を図ることが重要である。

環境的側面からみると、ジンバブエにおける家庭用燃料は、依然として薪にその多くを依存しているが、薪の商業的伐採が森林資源の減少、さらには砂漠化進行の一因となっている。家庭用燃料のための森林伐採が直ちに森林資源の減少に及ぼす影響は大きくはないものの、都市部近郊では薪の価格が高騰しており、薪が入手しにくくなっている。これらの状況から、薪に代わる新燃料は、合理的な価格での開発が可能であれば、高騰している薪の代替として経済的な側面及び地域住民に対して環境への関心を高めるといった社会的な側面からのメリットを得ることができる。

国際協力事業団では、平成7年10月にプロジェクト形成調査団を派遣し、家庭用代替燃料開発の意義を確認した。

このような状況のもと、当部では家庭用燃料の多様化に寄与するプロジェクト方式技術協力による事業実施の可能性を調査するために基礎調査団を派遣することとした。

本件調査では、ジンバブエにおける家庭用燃料の現況を、需要側に対してはモデル地域の市場調査として購入価格、代替燃料への期待を利用者からのヒアリングを通じて調査し、供給側に対しては、潜在的に代替燃料として可能なバイオマス等について、関連企業、工業的なポテンシャルにかかる調査からその製造コストを試算し、代替燃料の開発、普及両面からの調査を実施した。

本報告書は、その結果を取りまとめたものである。

今後、この報告書がジンバブエ政府が推進するエネルギー政策のなかで家庭用燃料の開発普及にかかる提言への参考となれば幸いである。

1997年1月

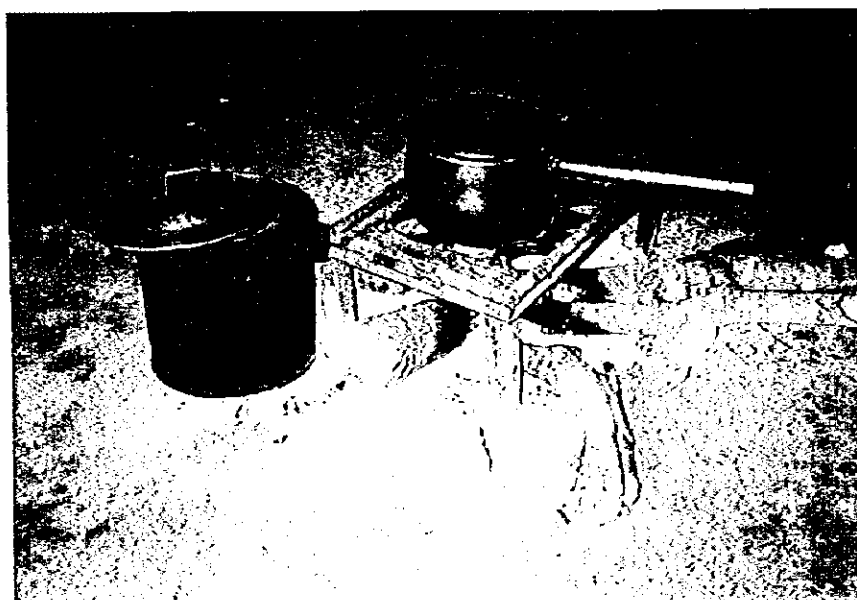
国際協力事業団
鉱工業開発協力部
部長 松澤 憲夫



一般家庭における聞き取り調査の様子 (Chinhoyi地区)



薪木片と三つ石による調理の様子 (ハラレ中心部Mbare地区)



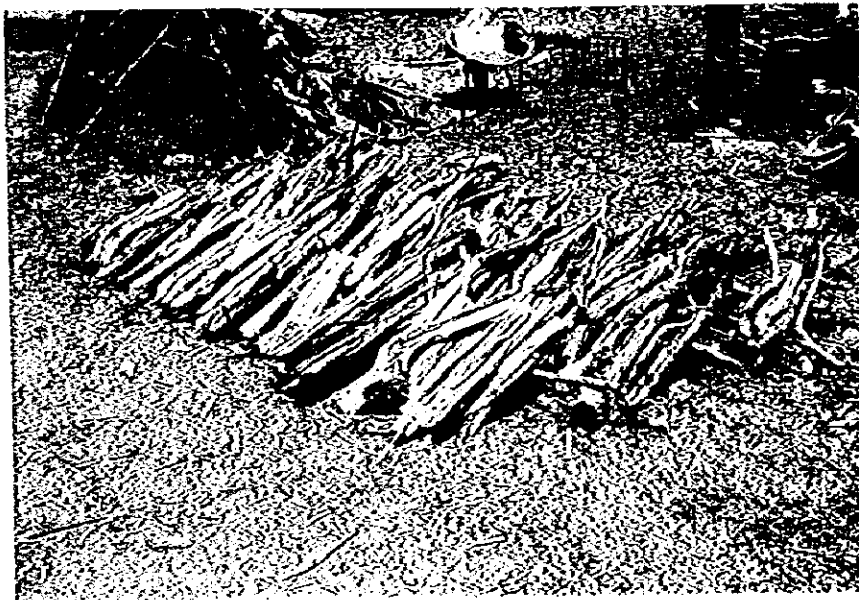
薪とメタルグレートストーブによる調理の様子 (Chinhoyi地区)



都市部での薪の流通（地方から薪を運搬してきたトラック）



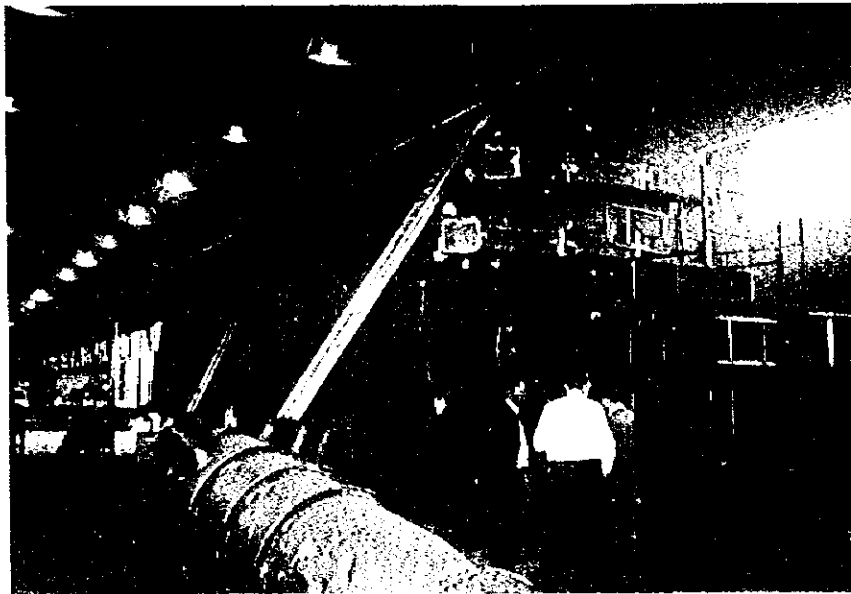
都市部での薪の販売（ハラレ市内最大のMbareマーケットにて薪を小割する小売業者）



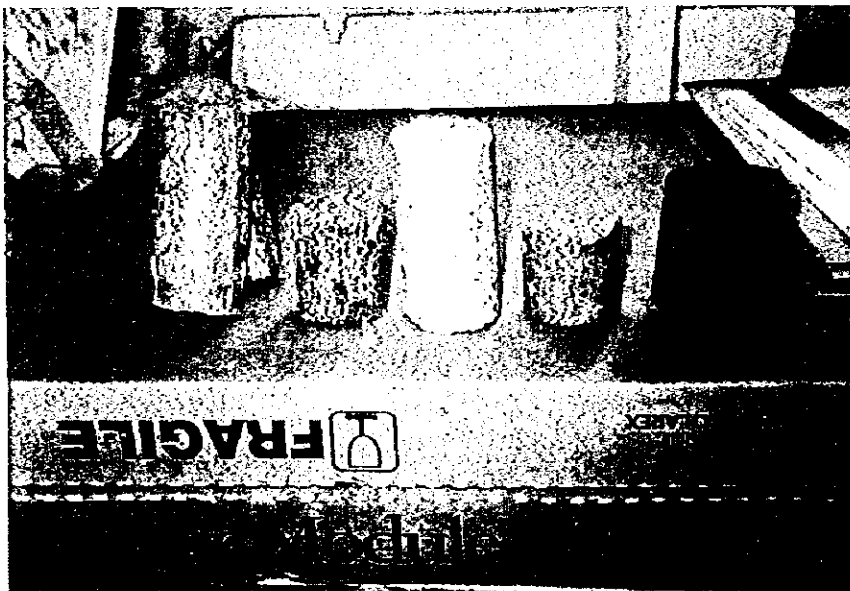
都市部での薪の販売（小売）



実施機関候補SIRDC（稼働中の管理部門のオフィス棟）



豆炭製造機械の製作能力をみるためのエンジニアリング会社の視察（大型ボイラー製作中）



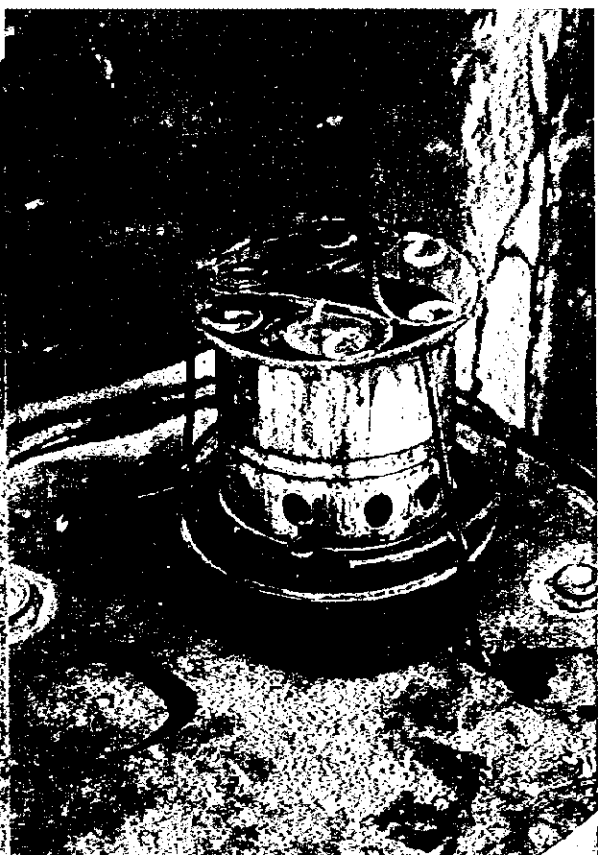
BUN（NGO）の試作したSaw Dust Briquette等



薪とオイル缶コンロによる主食サザの調理
(ハラレ中心部Mbare地区)



ツォツォストーブ (シングルタイプ)



灯油コンロ

ハラレ市内地図

Private Limited

Harare Street Atlas

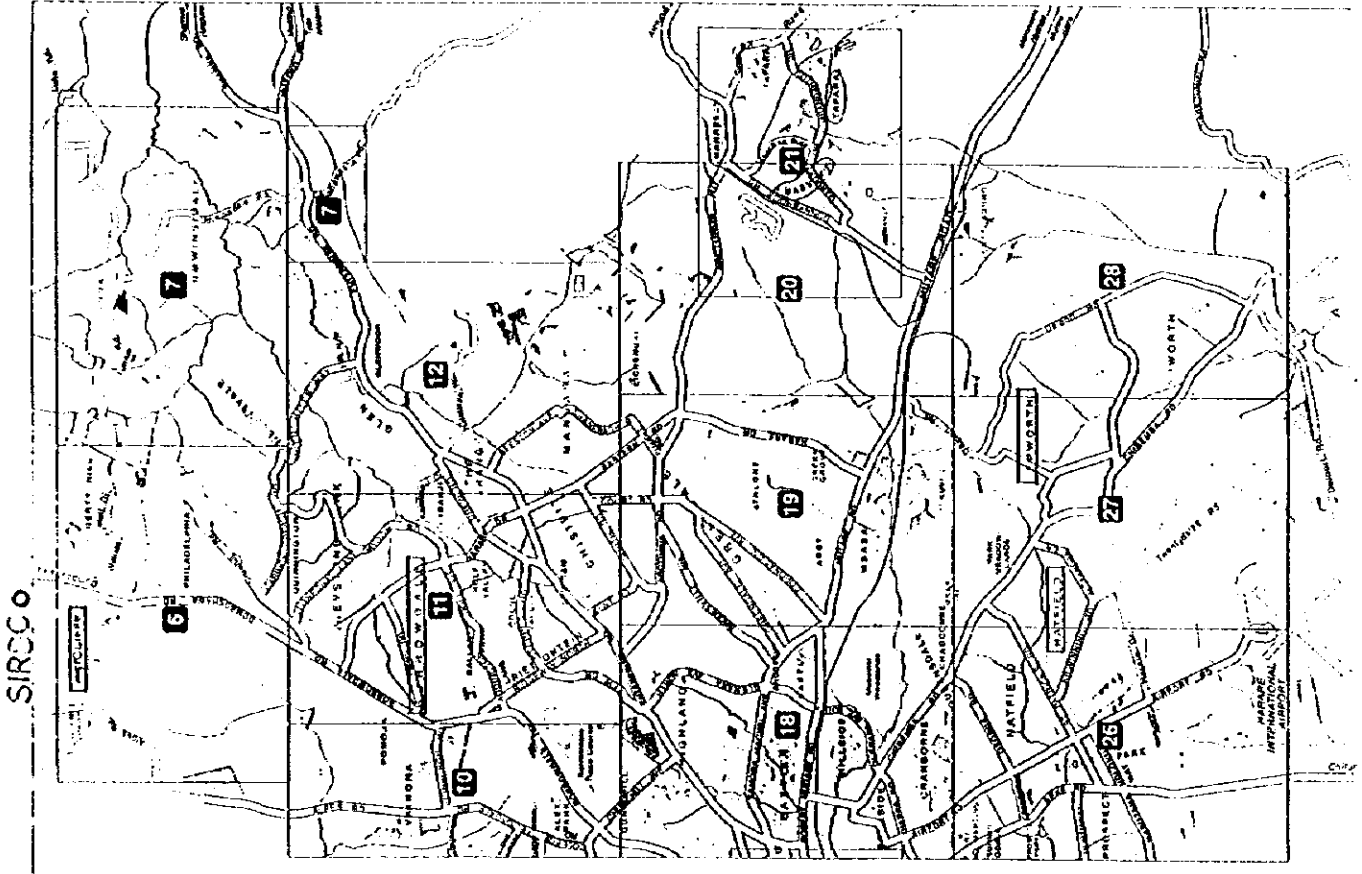
Telephone 137083

Wholesale Distributors of Books in Zimbabwe

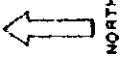
Agents for Struik Publishers

Distributors of other maps, guides and tourist publications

Telephone 137083



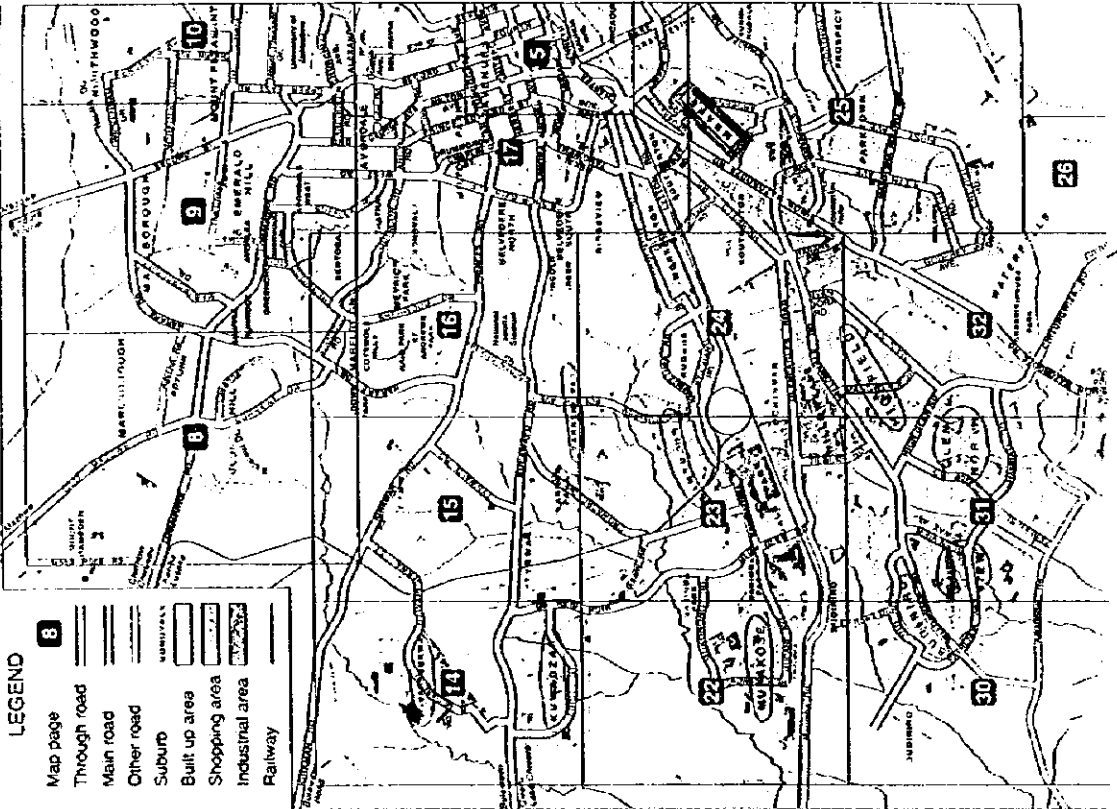
INDEX TO MAPS AND ROUTE PLANNER



NORTH

LEGEND

- 6** Map page
- Through road
- Main road
- Other road
- Suburb
- Built up area
- Shopping area
- Industrial area
- Railway



Chimungwi

目 次

序文

写真

ハラレ市内地図

第1章 基礎調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の背景と経緯	1
1-2 調査団の構成	2
1-3 調査日程	2
1-4 主要訪問先及び面会者	4
第2章 調査概要	6
2-1 代替燃料開発へのジンバブエの取り組み	6
2-2 科学技術研究開発センター (SIRDC) について	7
第3章 今後の予定	8
3-1 想定されるプロジェクト概要案	8
3-2 案件採択までの実施事項	8
第4章 代替燃料普及調査結果	10
4-1 調査方法	10
4-1-1 代替燃料普及調査の概略	10
4-1-2 調査の手法	10
4-2 家庭用燃料利用実態	10
4-2-1 概況	10
4-2-2 燃料別利用実態	11
4-2-3 関連セクター利用実態	14
4-2-4 関連生活実態	15
4-3 薪材流通実態	16
4-3-1 薪材供給と森林破壊	16
4-3-2 流通販売経路	16
4-4 燃料価格比較と豆炭価格設定	17

4-4-1	価格比較及び設定の手法	17
4-4-2	家庭用燃料価格比較と豆炭価格設定	18
4-5	豆炭の市場予測	20
4-5-1	消費者の認識	20
4-5-2	購買力	20
4-5-3	市場規模	21
4-6	高効率燃焼器具（コンロ）	21
4-6-1	燃焼器具の現状	21
4-6-2	コンロの普及可能性	22
4-6-3	開発時の留意点	23
4-7	豆炭等代替固形燃料の普及施策	23
4-7-1	商品特性	23
4-7-2	商品構成	23
4-7-3	ターゲット地域	24
4-7-4	流通販売	25
4-7-5	広告宣伝	26
4-7-6	普及活動体制	27
4-7-7	WID配慮	27
4-8	まとめ	28
第5章 代替燃料製造調査結果		31
第6章 代替燃料普及・開発調査まとめ		48
資料		
1.	英文報告書	53
2.	ローカルコンサルタント調査報告書	71

第1章 基礎調査団の派遣

1-1 調査団派遣の背景と経緯

ジンバブエにおいては、他の南部アフリカの国々と同様に、新材の伐採による森林破壊という問題を抱えている。一方、同国では膨大な石炭資源を有し、火力発電、事業用ボイラー等での利用を目的として、ワンキー炭鉱（首都ハラレ市から約800km）を中心に石炭が生産されているが、そこから発生する粉炭（製品として出荷できない粒径5mm以下の石炭粉）が未利用のまま野積みされ、飛散、自然発火等による大気汚染が発生している。本件は、粉炭を主原料とする豆炭（コールブリケット）を中心に、家庭用代替燃料の開発・普及を実施することの妥当性を調査するものである。

平成7年10月に行われたジンバブエ家庭用燃料開発計画プロジェクト形成調査の結果、ジンバブエ政府側は、森林伐採抑制の手段として代替燃料・コンロ開発の有効性を認識しており、その意義は確認されている。

ジンバブエにおいては、都市部における配電網計画と同時に、太陽光発電による分散型の配電網の整備、バイオマスエネルギーの普及等も、都市部、地方部いずれにおいても重要である。本件はバイオマス〔特に豆炭〕を主とする代替固形燃料を家庭用エネルギーとして開発・普及させることを目的とするプロジェクトである。実施に際しては、運輸エネルギー省の政策のもとで、原料となる粉炭の発生元である石炭鉱山を所管する鉱業省の協力を得ながら、科学産業研究開発センター（Scientific & Industrial Research & Development Centre：SIRDC）に対して、代替燃料の開発、普及にかかる協力をを行い、さらには製造コスト低減のため、周辺国に比べ高い自国エンジニアリング能力を活用し、代替製造に必要なプラント製作にかかる協力も行う。

以上のような背景のもと、平成8年11月に以下の事項についての調査を目的に基礎調査団を派遣した。

(1) 家庭用燃料の現状にかかる調査

- ① 燃料の種類
- ② 調達状況
- ③ 価格動向及び季節変動

(2) 代替燃料の開発・普及可能性についての調査

- ① 代替燃料となりうる潜在的資源及び代替燃料開発事例の調査
- ② 豆炭及び試作プラントの製作能力にかかる調査

(3) プロジェクト計画についての調査

プロジェクトの内容、相手側の実施体制等について調査を実施する。

1-2 調査団の構成

氏名	分野	所属
下村 則夫	団長/総括	JICA鉱工業開発協力部計画課 課長
和田 訓	技術協力政策	外務省経済協力局技術協力課 事務官
和泉 章	代替燃料政策	通産省通商政策局技術協力課 課長補佐
椎谷 澄源	代替燃料開発	橋本産業株式会社企画開発部 次長
木間 徹	代替燃料普及	橋本産業株式会社企画開発部 嘱託
高橋 直樹	計画管理	JICA鉱工業開発協力部計画課 職員

1-3 調査日程

調査日	行程(下村団長)	行程(和田団員)	行程(和泉、高橋団員)	行程(椎谷、木間団員)
96.10.30(水)			12:45 成田発	
96.10.31(木)			08:20 ダルエスサラーム着	17:20 成田発(当初予定11:05 の便が欠航)
96.11.01(金)				01:30 ロンドン着 22:00 ロンドン発
96.11.02(土)			08:20 ダルエスサラーム発 09:30 ルサカ着	09:35 ルサカ着
			行程(和泉、高橋、椎谷、木間団員)	
	14:00 成田発	12:45 成田発	PM 団内打合せ	
96.11.03(日)		12:00 ルサカ着	ザンビア家庭用燃料調査(コンパウンド) 行程(和田、和泉、高橋、椎谷、木間団員)	
			PM 団内打合せ	
96.11.04(月)	11:40 ハラレ着 PM JICAハラレ 事務所打合せ	AM 国立科学技術研究所(NCSR: National Council for Scientific Research)訪問 NCSR家庭用燃料開発プロジェクト・パイロットプラント視察 PM Bauleni, Ngombe Compound(豆炭七輪普及モデル地区)視察		
96.11.05(火)	AM コンサルタント(SCEE) 打合せ	AM JICAザンビア事務所打合せ 在ザンビア日本大使館表敬 11:40 ルサカ発(UM347) 12:35 ハラレ着		
		行程(全員)		
	PM 在ジンバブエ日本大使館表敬			
96.11.06(水)	AM JICAジンバブエ事務所打合せ コンサルタント(SCEE: Southern Centre for Energy and Environment)打合せ PM 鉱業省(Ministry of Mines)訪問 JICAジンバブエ事務所打合せ SCEE打合せ JETRO在ジンバブエ駐在事務所訪問			
96.11.07(木)	AM 科学産業研究開発センター訪問 (SIRDC: Scientific & Industrial Research & Development Centre) Hatchliffe地区(一般家庭)、Borrowdale地区(薪市場)野外調査 PM 産業開発会社(IDC: Industrial Development Cooperation)訪問 森林公社(FC: Forestry Commission)訪問 行程(下村団長、和泉団員、木間団員)			
96.11.08(金)	AM SCEE打合せ PM Chitungwiza市、Mbare地区(一般家庭、マーケット)野外調査 行程(下村団長、木間団員)		行程(和泉、高橋、椎谷団員)	AM ハラレ発(空路) PM ビクトリアフォールズ着 ワンキー炭鉱訪問
	PM SCEE打合せ		行程(和泉団員)	17:50 ハラレ発

調査日	行程(下村団長、本間団員)	行程(和泉団員)	行程(和田、高橋、稚谷団員)
96.11.09(土)	AM SCEE打合せ Epworth地区(一般家庭、 マーケット、煉瓦作り場) 野外調査 PM Ruwa、Mabyuku/Tafara地区 野外調査	06:10 チューリップに着	ワンキー炭鉱訪問
96.11.10(日)	書類整理	13:55 チューリップ発	書類整理
96.11.11(月)	AM SCEE打合せ Highfield地区(一般家庭、 マーケット)野外調査 PM SCEE打合せ	09:40 成田着	AM ピクトリアフォールズ発 PM ハラレ着
96.11.12(火)	行程(下村団長、和田、高橋、稚谷、本間団員)		
	AM SCEE打合せ Mbare地区(マーケット)野外調査 Jetmasters(コンロ製造会社)訪問 PM 太陽光ショップ訪問 エネルギー省+鉱業省(Ministry of Energy with Mines)打合せ SCEE打合せ		
96.11.13(水)	AM SCEE打合せ SIRDC協議 JICAジンバブエ事務所打合せ PM ガーデンショップ等市場調査 Canadian High Commission表敬 SCEE打合せ		
96.11.14(木)	AM SCEE打合せ 日本大使館報告 PM SCEE打合せ Biomass Users Network (BUN: Saw Dust Briquette製造NGO)訪問 SCEE打合せ JICAジンバブエ事務所報告		
	行程(下村団長、和田、高橋団員)		行程(稚谷、本間団員)
	22:10 ハラレ発		
96.11.15(金)	06:20 ロンドン着	AM SCEE打合せ Mbare地区(一般家庭、マーケット)野外調査 農協(Farmer's Coop:原料調査)調査 PM Geo Elcombe社(石炭供給運送業者)訪問 SCEE打合せ	
96.11.16(土)		AM 銅鉱山製錬所労働者居住地区訪問 (Mahngura Copper Mine at Alaska) Alaska Doromite社(石灰採掘場)訪問 Chinhoyi市(一般家庭、マーケット)野外調査 T.F.C.Farming(タバコ農場)訪問 PM SCEE打合せ	
	19:00 ロンドン発		
96.11.17(日)	15:40 成田着		資料整理
	行程(稚谷、本間団員)		
96.11.18(月)	AM SCEE打合せ ハラレ市役所(Harare Municipality District Offices)訪問 政府出版物販売所(Government Publications Office)訪問 PM Cochrane Engineering社(機械製作会社)訪問 Budiro地区(一般家庭)野外調査		
96.11.19(火)	AM Seke地区(太陽光プロジェクトサイト)訪問 PM SCEE打合せ CIDA/Women's Small Projects Fund訪問 Chinyarazo Children's Shelter(孤児院)訪問		
97.11.20(水)	AM Mobil本社(燃料小売販売網)訪問 BP Newlands Garage(燃料小売販売店)訪問 SCEE打合せ エネルギー庁(Department of Energy)訪問 Harare Showground(イベント会場、コールストープ)訪問 JICAジンバブエ事務所打合せ PM SCEE打合せ		
96.11.21(木)	AM 移動(ハラレ→トライアングル) PM Triangle社(砂糖・エタノール工場)訪問 移動(トライアングル→ハラレ)		
96.11.22(金)	AM 在ジンバブエ日本大使館報告 SCEE打合せ PM JICAジンバブエ事務所報告 17:50 ハラレ発		
96.11.23(土)	06:10 チューリップ着 12:50 同発		
96.11.24(日)	08:40 成田着		

1-4 主要訪問先及び面会者

(1) ザンビア

訪問先	面会者
National Council for Scientific Research (NCSR : 国立科学技術研究所)	Dr.N.C.H.Lubaba (Deputy Secretary General) Dr.J.Kaoma (Head of Building and Industrial Minerals Research Unit) Dr.J.S.Banda (Ceramic Expert) Mr.Samuel C.Banda(Head of R&D Coordination Unit) Mr.William C.Musonda (R&D Coordination Officer) Mr.Stanley Mwonu (Plant Supervisor)
JICAザンビア事務所	江畑義徳所長 北村義典所員
在ザンビア日本大使館	宮下孝之参事官 嶋田久俊二等書記官

(2) ジンバブエ

訪問先	面会者
在ジンバブエ日本大使館	安村廣宣参事官 小路康雄一等書記官
JICAジンバブエ事務所	中村光夫所長 関智宏職員 伊東一郎JOCV調整員
Southern Centre for Energy and Environment (SCEE)	Dr.R.S.Maya (Executive Chairman) Mr.Norbert Nziramasanga (Technical Director) Mr.Tendayi A.Kureya (Research Fellow) Mr.Bothwell Batidzirai (Research Fellow) Mr.Macdonald Kwarayi (Research Fellow) Ms.Precious Mutombo (Enumerator)
鉱業省 (Ministry of Mines : MOM)	Mr.C.Chipato (Deputy Secretary) Mr.Allan G.Van Breda (Deputy Secretary) Mr.S.Ncube (Chief Minerals Development Officer) Mr.D.D.Matyanga (Senior Minerals Development Officer) Mr.S.Kahwai (Analytical Chemist, Institute of Mining Research)
JETRO在ジンバブエ駐在事務所 Scientific & Industrial Research & Development Centre (SIRDC) (科学産業研究開発センター)	Mr.Takemi Nakanishi (Director) Prof.Chetsanya (Director General) Dr.Phanuel Munozvenyu (Deputy Director General) Mr.Garai Brian Makokoro (Research Scientist, Energy Technology Institute) Mr.E.Chitate (Energy Technology Institute)
Industrial Development Cooperation (IDC)	Mr.L.A.Munyawarara (Deputy General Manager) Mr.G.Gorejena (Industrial Technologist)
森林公社 (Forestry Commission : FC)	Mr.Crispen Marunga (Seed Centre Manager, Forest Research Centre)

訪問先	面会者
運輸エネルギー省 (Ministry of Transport and Energy : MOTI)	Mr.J.T.Chigwada (R&D Assistant Director)
エネルギー庁 (Department of Energy : DOE)	Mr.R.Tirivanhu (Principal Energy Development Officer)
	Ms.E.Dangeni (Energy Development Officer)
	Ms.C.Katsande (Economic and Planning Section)
	Mr.Sintirau (Research and Development Section)
Canadian High Commission	Mr.Dean Frank (First Secretary)
Biomass Users Network (BUN : NGO)	Mr.Maxwell Mapako (Research & Development Manager)
Geo Elcombe社 (石炭供給運送業者)	Mr.Stephen Chipunza (Coal Industrial Operations Manager)
UNDP (United Nations Development Programme)	Ms.Sumie Utsunomiya (Programme Officer, Zimbabwe)
ハラレ市役所 (Harare Municipality District Offices)	Mr.Minoru Takada (Junior Professional Officer, Angola)
	Mr.Chanto (Town Planning Section)
	Mr.J.M.Nhauro (Senior Building Inspector, Building Inspectorate)
	Mr.Muzanhamo (City Valuation)
Cochrane Engineering社 (機械製作会社)	Mr.Cyril Haden (Chairman & Chief Executive)
Global Environmental Fund (GEF)	Mr.Marawanica
Canadian International Development Agency (CIDA)/ Women's Small Projects Fund	Ms.Unity Chari (Programme Manager)
Chinyaradzo Children's Home (孤児院)	Ms.Stella Mesikano (Matron in Charge)
	Ms.Harumi Toyama (Volunteer)
Mobil Oil Zimbabwe Ltd.	Mr.Denford D.Muteera (Resale Representative)
BP Newlands Garage	Ms.Allyson de Villiers
Triangle Ltd. (砂糖・エタノール工場)	Mr.Clive M.Wenman (Technical Director)

第2章 調査概要

本件、基礎調査では、現地NGO・コンサルタントの協力を得て、約140件の家庭、燃料小売店、輸送業者等へのインタビュー及び調査を行い、普及可能性についての調査を行うとともに、豆炭（コールブリケット）製造コストの試算を行い、本件による実施妥当性について、利用者側、供給者側双方の観点から調査を行った。利用者の観点からの普及可能性については、現状では薪を中心とした複数の燃料をそれぞれの利点を生かしながら合理的に使用しているが、薪の価格が上昇し、入手が困難になっており、新たな代替燃料への需要は高く、豆炭と薪との併用によりそのメリット（火持ちの良さ、無煙であることなど）が理解され、普及が促進されるものと思料される。供給者側の製造コストの調査結果については、豆炭の製造、プラントの製作に関し、ジンバブエ国内のエンジニアリング会社が活用できることが確認できた。ジンバブエは、南部アフリカ諸国の中では工業技術レベルも高く、豆炭の製造及び製造プラントの製作を通じての中小企業振興に対する期待も高い。原材料の輸送コストについては、鉄道による輸送が可能であり、また、石炭が良質なため、プロセスが簡素化できること等から、豆炭の製造コストについては、薪と同程度またはそれ以下になる可能性が高い、との結果を得た。

2-1 代替燃料開発へのジンバブエの取り組み

ジンバブエ国内の一部機関では、国内の公社、NGOを通じて代替燃料、ストーブの開発を行った経緯がある。ハラレ市の東280kmにあるムタレ市では、製材所から発生する鋸屑（saw dust）が飛散して周辺の大気汚染を引き起こし、近隣からのクレームもあり、ノルウェー、デンマークからの機材の供与、技術コンサルティングを受け、ジンバブエの環境NGOであるBiomass Users Network(BUN)がSaw Dust Briquetteを開発し、周辺の軍、病院、学校等の公共施設に普及しはじめている。結果は好評であり、12月からは一般向けにも価格を転嫁して普及を試みることとなった。BUNの取り組みは廃棄物を資源化することで、環境改善と代替燃料の開発を同時に達成しうる事例である。

本プロジェクトの対象層については、都市部及びその周辺で薪を右償で購入せざるを得ない層であると想定しており、本基礎調査による市場調査、代替燃料コスト試算の結果からも、またプロジェクト終了後の自立発展性の観点からも、薪の購入層を対象層とすることが妥当である。

一方、コミュニアルエリアと呼ばれる地方の集落では、薪が炊事の燃料をはじめとして、オープンファイヤーとして屋外で夜間の光、暖房、家族の団らんの場に使用されている。代替燃料がすべての役割を果たすことが可能かどうか疑問であることはプロジェクト形成調査でも指摘されている。本件がこれら地方部のエンドユーザーの生活改善を支援する意義はあるが、社会的習慣の変化についても慎重に検討すべきものである。

2-2 科学技術研究開発センター (SIRDC) について

SIRDCは、1991年からの過去3年間に経済構造調整プログラムのなかで輸入代替型産業構造を輸出志向型に転換するための手段として、国内の科学技術の振興のために1993年に設立された。これらの目的達成のために、SIRDCは、ドナー国、NGO、政府機関と協調し、必要な技術サービス、技術移転を行うことを主たる活動としている。

現在、組織は以下の7分野の研究部門から構成されている。

- ① バイオテクノロジー
- ② 環境・リモートセンシング
- ③ 生産工学
- ④ エレクトロニクス
- ⑤ 計量
- ⑥ エネルギー
- ⑦ 建設

建物は、管理棟が完成済みで、各研究棟は2000年までに建設の予定である。予算は、1996年度（ジンバブエの会計年度は7月～翌6月）にZ \$ 5,000万（=約5億円）、1997～1999年度に各年度Z \$ 8,000万（=約8億円）が見込まれている。研究員は、現在43名が在籍しており、うち16名は管理部門に在籍しているほか、23名が海外留学研修中である。計画では2000年までに各研究所に25名の研究員を配置する予定である。

このうち本件を担当するエネルギー研究部門は、現在、電気の専門家が3名、物理の専門家が2名配属している。エネルギー研究部門では、ジンバブエ国内資源のエネルギーとしての利用、その有効活用による産業の支援を研究プログラムとして計画中である。太陽エネルギー、バイオマス、森林廃材（チップ、saw dust）に技術を適用しての応用研究のほか、石炭利用技術として「火力発電」「ブリケット製造」「長期的な代替エネルギーとしての石炭液化技術」なども研究プログラムとなっている。このうち、「ブリケット製造」研究プログラムは、本件に合致するものである。

第3章 今後の予定

3-1 想定されるプロジェクト概要案

以上の背景に基づき、豆炭（コールブリケット）を中心とする代替燃料の開発・普及をプロジェクトの目的とする。プロジェクトではハラレ州及び周辺地域にモデル地域を設定し、これら地域に対する普及をプロジェクトの活動として行い、利用者側からの製品に対する評価をモニタリングしながら、より利用者側に立った代替燃料の改良を実施する。熱効率改善の観点から高効率燃焼器具（コンロ）の導入も検討する。

また、家庭用燃料についてはその家事労働の多くが女性の仕事であり、代替燃料の利用が女性の生活改善に貢献することが期待される。

先方機関については、ワンキー炭鉱を所管する鉱業省の協力を得つつ、エネルギー全般を所管する運輸エネルギー省が運営の主体となり、具体的には研究開発を行う科学技術研究開発センター（SIRDC）が実施機関と見込まれる。

日本側の投入については、以下のような案が考えられる。

① 専門家派遣

長期専門家（リーダー、調整員、代替燃料開発、普及促進）

短期専門家（広報普及、プラント試作設計、マーケティング）

② 研修員受入れ

3～5名/年間（代替燃料開発・普及分野）

③ 機材供与

- ・車両、広報普及用機材（教育用教材、PR用教材）
- ・代替燃料物性評価試験機（燃焼特性、強度試験機等）
- ・豆炭製造設備

3-2 案件採択までの実施事項

(1) 日本側

市場調査・コスト試算の結果や、本件実施にあたりジンバブエ側からの提供が必要となる建物等の基盤整備に必要な面積、人員配置等についての基礎調査の結果を英文報告書に取りまとめ、12月中に大使館経由で先方機関に提出する。

同時に、JICAジンバブエ事務所では案件検討書を作成し、JICA本部企画部に提出する。

(2) ジンバブエ側

英文報告書の内容について、関係機関である運輸エネルギー省、鉱業省、SIRDCの間で内

容を協議し、予算化の可否を含めて、要請する意思の有無を在ジンバブエ日本大使館へ連絡する。

(3) 日本側

1997年3月中に新規案件としての採択の可否を決定し、ジンバブエ側へ通知する。

第4章 代替燃料普及調査結果

4-1 調査方法

4-1-1 代替燃料普及調査の概略

本基礎調査においては、同国の家庭用燃料の現状を把握し、豆炭（コールブリケット）を中心とする家庭用代替燃料の必要性、普及可能性を探るための調査を行ったが、このうち、特にマーケットサイドからみた調査の概要について本章で取り上げる。一般的プロジェクト背景やジンバブエの概況等は既知のものとし、ここでは特に取り扱わない。調査団の方針に基づき、首都であるハラレ市(Harare)及びその周辺地域の状況を中心に考察を進めていくものとする。

4-1-2 調査の手法

今回の調査は、フィールド調査と、文献及びインタビュー調査の二つに大きく分けられる。前者については、現地環境エネルギー関連NGO・コンサルタントであるSouthern Centre for Energy and Environment（以下Southern Centre）との共同作業により、1996年11月にハラレ州及び周辺地域の約140の家庭や薪販売流通業者等を対象に、調査票に基づく聞き取り調査を行った。サンプル数が過少で、準備期間・実施期間とも十分に確保できておらず、連絡手段も限られていたため、フィールド調査自体の成果を過剰に期待することはできない。したがってこのフィールド調査に大きく依存するのは危険であるので、各種文献・レポート類や関係者へのインタビューも重視した。なお、調査時点は雨期前の最も暑い時期で、薪の使用量が最も少ない時期であったことが回答結果に少なからずバイアスを与えていることを考慮する必要がある。乾期にはかなり冷え込み、薪の消費量もぐんと上がる。

4-2 家庭用燃料利用実態

4-2-1 概況

ハラレ州及び周辺地域においては、主な家庭用燃料として電気、灯油、薪が使われている。このうち、人口の過半を占める都市部低所得者層についてみると、調理用燃料については、灯油を中心に電気及び薪がよく使われている。照明用としては電気が中心になるが、農村部を中心に灯油ランプやろうそくの需要も多い。また薪は、暖房用としての需要が更に大きい。表-1～3は、調理用燃料等の利用世帯割合を表わしたものである。

これらの燃料を季節、値段、調理品目、その他様々な状況に応じて使い分けている家庭も多く、燃料の使用実態はかなり複雑になっている。Southern Centre (1996) 及びCampbell & Mangono (1995) も「多くの家庭で二つ以上の燃料が利用されている」と報告しており、単純に調理燃料の利用比率を見るだけでは実態を把握することはできない。特に薪と灯油のユーザーは、両

方を使い分けている場合が多い。いくつか関連調査があるが、この複雑さのために数値が調査間で異なる結果となっている。

表－1 調理用燃料利用世帯割合（主燃料）

	調理用燃料別の利用世帯割合（％）						合計
	薪	灯油	電気	ガス	石炭	他*	
ジンバブエ全体	66.02	14.05	19.08	0.28	0.42	0.15	100.00
うち都市部	12.23	36.11	50.39	0.49	0.73	0.05	100.00
うち農村部	95.38	2.02	2.00	0.16	0.25	0.18	100.00
ハラレ州	5.23	50.85	43.06	0.58	0.22	0.07	100.00

* 四捨五入の関係上、合計は必ずしも100%にならない

出典) 中央統計局 (Central Statistical Office)、1992

注) 牛糞などのその他燃料及び不明分を含む

表－2 家庭用燃料利用世帯割合（ハラレ州低所得者層）

	燃料別利用世帯割合（％）				合計
	薪	灯油	電気	ロウソク	
調理用燃料	23.0	30.3	46.7		100.0
照明用燃料		16.4	71.3	12.3	100.0

出典) Southern Centre、1996

4-2-2 燃料別利用実態

(1) 電力

ハラレ州では電気の普及率は64%と、ジンバブエ全体の普及率（28%）と比較して高い水準にある（中央統計局、1992）。しかしながら実際には容量を制限された形での電気利用者が多いため、照明用のみとしての利用が多い。調理用の電気クッカーを利用するためには、容量が7.5A以上必要とされているが、これを満たしている電気容量を持つ家庭はそれほど多くない。また電気クッカー自体の値段も高いため、低所得者層には利用しにくい。

近年急速な都市化が進み、出稼ぎ世帯を中心に大家が自分の家の一部を賃貸する形態が増加している。ジンバブエ全体では、間借り世帯は全世帯の19%であるのに対して、ハラレ州では55%にもものぼっている（中央統計局、1992）。しかし、このようなところでは大家のみが電気を調理用に使用し、借り主には照明用にしか電気を使わせないと少くない。借り主側も高額な電気料金請求額をおそれて電気器具をあまり所持したがない傾向もある。

同じ低所得者層でも、高所得者居住地域に在住している家庭（主に富裕者の邸宅の別棟に住み込みで働いている）のほうが、電気の普及率が低い（表－3）。これには、上記の間借りの場合と同じような状況が理由として想定される。

表一 3 在住地区別にみた低所得者の調理用燃料利用世帯割合

低所得者居住地域	調理用燃料別の利用世帯割合 (%)						合計
	薪	灯油	電気	ガス	石炭	他	
低所得者居住地域在住	15.7	39.4	43.5	1.0	0.1	0.4	100.0
高所得者居住地域在住	21.4	51.0	20.4	0.0	0.0	7.1	100.0

出典) 森林公社 (Forestry Commission)、1989

注) 四捨五入の関係上、合計は必ずしも100%にならない

(2) 灯油

灯油は現在のところ低所得者層にとって最も利用されている燃料である。これは灯油補助金政策による統一低価格によるところが大きい。表一 4 のように、灯油は補助金により本来の灯油卸売価格の約 6 割引きの値段で販売されている。またハンドリングがしやすく都市部ではどこでも手に入りやすいという利点もある。

一方、灯油用のクッカーは国産性のものが非常にポピュラーで、どこの店でも見かけることができる。汎用型一口タイプが約 Z \$ 50~80 で小売されている。しかしながらクッカーの質が悪く、低効率・灯油の漏れ・爆発の危険性・立ち消え・調理時の安定性の悪さ等の問題が指摘されている。また容量が小さいため、大家族用の調理には向かない。

またその匂いなどにより、根本的にあまり好まれて利用されているのではないようである。値段の安さがよりどころとなっているが、折りからの財政難で補助金削減による公定価格上昇への動きもあり、低価格がいつまで保たれるかは疑問である。

表一 4 石油製品のコスト構成 (Z\$/リットル)

製 品	灯 油		ガソリン
	1995	1991	1991
ハラレ着税引後コスト	191.4	103.3	159.7
石油公社卸値	64.3	60.6	228.0
石油公社損益*	-127.1	-42.7	68.3

* マイナスの場合同額の補助金による補てん、プラスの場合公社の利益を表わす

出典) ジンバブエ石油公社 (National Oil Company of Zimbabwe)

(3) 薪

薪を主調理用燃料に用いている人は、都市部全体としては余り多くないが、一部低所得者居住地域及び周辺部においては依然として主流を占める。また灯油ユーザーの多くや電気ユーザーの一部も、暖房用、煮豆等の長時間調理用、焼き肉用等の特殊用途などに「ときどき」利用するため、これらも含めた実際の利用者はかなり広範にのぼるものとみられる。ジンバブエ各都市で主調理用燃料として薪が使われているのは 11~39% の家庭にすぎ

ないが、電気や灯油を主燃料として使っている家庭で副燃料として使われているケースも含めると39~62%の家庭で用いられているという報告もある (Campbell & Mangono, 1995)。同報告では、調理用のほかに、特に冬期のみ恒常的に暖房に利用する家庭はかなり多く、薪の消費量は冬期には1.1~1.9倍に膨れ上がるという推計もしている。主食のサザ (Sadza: トウモロコシの粉をかき混ぜながらゆで蒸し上げたもち状のもの) の調理には薪が最適とする利用者も多く、潜在的な支持者はかなり多い。

しかしながら対象地域においてはもはや薪をただで手に入れることは不可能で、業者から購入せざるをえない。薪の価格は高騰し、次第に庶民には手に入りにくいものとなりつつある。また保管場所に困る、間借り人は大家から煙を出すことを禁じられている、高層住宅では利用が難しい、雨天時は利用できない、質の悪い薪が多い等の問題点も利用者を遠ざける一因となっている。

都市部においてはもはや高級燃料になりつつある薪ではあるが、最低所得者層においては、初期投資が少なく最小単位で買える燃料は薪であることから、特に資金に乏しいときは依然として薪に頼らざるをえないという厳しい現実がある。ハラレ市では薪消費量の85%が低所得者層によるものであるという推計もある (森林公社, 1989)。

ジンバブエの死亡率は高く、葬式が頻繁に行われる。故人を弔うために夜通し外で火を焚き皆で囲むという風習があり、この際には大きめの薪を使うことが伝統とされていて、この需要はかなり大きいとされている。

1994年の家計部門における薪の消費量は、都市部46万t、農村部共有地 (communal land) 650万t、その他農村部200万tと推計されている。都市部では急激な人口増加に電化が追いつかず、2004年には75万tの薪が消費されると見込まれている。薪は全国全セクターの消費エネルギーの48%をまかなっている (Southern Centre, 1992)。

(4) その他の家庭用燃料

ごく少数の家庭が、ガス (ボンベ式)、生石炭塊、木炭、LPGを限定的用途において利用している。また、牛糞が農村部最貧困層の一部に主要燃料として利用されている。この層は燃料の調達に非常に苦勞しており、主食のメイズ (トウモロコシ) 収穫後の芯をはじめとした様々な農業廃棄物を燃料として利用している。

UNDPが手がけていてJICAも開発調査を行っている家庭用太陽光発電システム普及プロジェクトにより、同システムはジンバブエ全体で5,000弱の世帯に利用されている。ただし、太陽光発電は容量が小さく、調理に利用するには至っていない。

NGOのBiomass Users Network (BUN) では、ジンバブエ最大の製材基地である東部のムタレ (Mutare) 市において、デンマーク製のUS\$65,000の成型機を用いて、森林公社の

製材所から1日60tずつ廃棄物として排出される鋸屑(saw dust)を利用した固形燃料「Saw Dust Briquette」を既に試験的に日産2tのペースで製造しており、1996年12月からは有償での販売も検討している。saw dustについては、近所の自動車工場がその燃焼で舞ってくる灰や煙で塗装ができないという苦情を市役所にもちかけたため、さしせまった問題になっていた。粉塵の問題で既に保健省までもが懸念を示しているという背景もある。全国のsaw dust排出量は年間8万tと推定されている。

4-2-3 関連セクター利用実態

今まで述べたような一般家庭生活のための燃料利用のほかにも、低所得者層にかかわる学校など機関での利用や、小規模事業での利用といった、いわば社会的燃料利用も見逃せない要素である。調理用または暖房用利用のために、家庭用固形燃料である薪と石炭が意外と広範囲で用いられていることが分かる。

(1) 学校等機関

全寮制学校、病院、孤児院、警察キャンプ、刑務所などでは、大量の食事を同時に調理する必要があること、電気では料金が高すぎるうえ、灯油では適当な大容量燃焼器具がないことなどから、薪と石炭の調理用としての需要が大きい。またボイラーには大量の石炭が用いられている。

前述のムタレ市のSaw Dust Briquetteの最も大口の需要者として、近所の全寮制高校が1日500kgずつSaw Dust Briquetteを利用しており、学校等機関における固形代替燃料に対する需要の大きさもこれから類推することができる。

サザを中心に食事を提供するオープンマーケットのレストラン(屋台)が特に低所得者居住地域に多く見られるが、ここでは主に薪が燃料として用いられている。

(2) 小規模事業

調理用利用以外でも、タバコ生産、養鶏、煉瓦製造、地ビール醸造、パン焼き、石けん作りなどの小規模事業ベースでの利用も多い。タバコ農場(タバコ葉の乾燥に利用)及び煉瓦製造業者(煉瓦焼きに利用)からは、最近まで薪を使っていたが高くて手に入りにくくなったこと、ハンドリングが面倒であることなどの理由によって、燃料を薪から石炭に切り替えた、という証言が得られた。

タバコ農場では、平均的手法を用いた場合で1kgのタバコを乾燥するのに3kgの石炭(あるいは同等の薪)が必要であるとされている。なお、タバコはジンバブエの輸出における稼げ柱である。その生産量は年間20万tに及び、またその多くがハラレ市周辺の農場で栽

培されている。

煉瓦製造は小規模事業の中でも最もポピュラーなもののひとつであるが、焼成の段階で大量の固形燃料を消費する。従来より薪を利用してきており、McGregorによれば1窯3000個の煉瓦焼成に2.7tの薪（煉瓦1個当たり1kg弱の薪）を燃焼させるとのことである。しかしながら近年薪が高くなったこと、手に入りにくくなってきたことにより、石炭を燃焼に利用するところが多くなってきた。準郊外地域でインタビューしたところでは、こうした理由により1991年に薪から石炭に切り替えていた。石炭は、火力発電所から出る残灰を混合して単価を切り下げながら利用している。1窯3万個の煉瓦焼成に5tの石炭塊と14tの残灰を使用していた。

農村部では約4分の1の家庭で地ビール作りが営まれているといわれている。地ビールは通常200ℓのドラム缶を使って1週間以上かけて133~188kgの薪を燃焼させながら行われ（Southern Centre, 1993）、その年間消費は1家庭当たり1.3t（McGregor調べ）あるいは1.0t（Grundy他調べ）にのぼるものと推計されている。

4-2-4 関連生活実態

都市部では多くの家庭で1日3回調理・食事をしている（森林公社の調査では、低所得者層の69%が1日3回調理）。調理にかかる時間をみてみると、朝食の場合30分以上かける家庭が最も多いのに対して、より量の多い昼食と夕食では逆に調理時間が20分以下と短い家庭が多い（Southern Centre, 1994）。これは朝食の際に火をおこして、昼食・夕食のときは残り火を種火として利用していることをうかがわせる。いずれにしても、調理時間はそれほど長いものではない。

飲料水を衛生のために煮沸する習慣はほとんど浸透していない。一方、入浴（湯浴び）あるいは洗濯用（手洗い）には水を温めて使うことが定着している。農村部の家庭ではこの傾向がより強く、都市部の家庭に比べ1家庭当たり倍近くの量の水が温められている。

平均家族人数はジンバブエ全体では4.76人である。しかし、ハラレ州では、農村部に家族を残して出稼ぎに来ている人や学生など単身（全世帯の約2割）または少人数家庭が多く、平均は4.01人である。このためハラレ州においては、人口に占める男性比率が52.01%と、ジンバブエ全体の男性比率（48.82%）に比して高くなっている（中央統計局, 1992）。他のほとんどの州では、男性比率は人口の半分以下である。

4-3 薪材流通実態

4-3-1 薪材供給と森林破壊

ジンバブエ全体としては、森林破壊はそれほど大きな問題になっていないという見解が通説である。しかしながら局所的にみると、都市部周辺を中心に農地開拓・薪材伐採などによる森林破壊が進行している。農地開拓による森林減少量は年間10,000haにのぼる。また、薪の産出量は1990年時点で6百万tと推計されている (Southern Centre, 1993)。

都市部へ供給される薪材の伐採は商業的に行われているため、「売れる」薪材を効率よく手に入れるためには、どうしても燃料として適したムササ (Msasa) 等の貴重な土着の樹種を大規模集中的に伐採せざるを得ない。このため過疎化の進んだ農村部住民が枝木を拾って薪材を採取するのと比較すると、都市部向け薪材伐採の森林環境破壊への寄与度はかなり大きいものと思われる。

森林公社等では植林を営んでいるが、植林によって生産された木は、自然のものとの2~3倍高い価格になってしまう。コストが高くついて電柱にしても元が取れない現状では、更に低価格が求められる燃料市場に供給することは無理である。また植林の大半を占めるユーカリや松は、促成のため素材が疎であるので、燃料にはあまり向かない。

また、自治体や森林公社など公的機関の財源不足から、取り締まりが満足にできずに不法伐採が野放し状態になっている。材木用木材の切り出しには課金するシステムがあるが、禁止が前提になっている薪材には課金システムはない。たまたま薪の不法伐採・輸送が発覚した場合は、その際所持していた薪の価値に当たる金額を徴収することになっている。最近の例では最高Z\$ 800、平均Z\$ 300がこうした形で徴収されているということである。しかしながらハラレ市周辺地域においては白人を中心とした大規模農場内の森林が大部分を占め、環境意識も高いため木材伐採に対しては強い姿勢で臨んでいるところが多い。こうしたことから木材供給地はますますハラレ市から離れる結果となっている。

ハラレ市近郊においては、たとえ農村部であってもある程度の現金収入をもっており、ハラレ市にアクセスしやすいことから都市部の恩恵を享受しやすい生活を送っている。依然薪をただで採取する層も多いが、購入している層あるいはせざるを得ない層も多い。また、ただであっても採取地域を保有する農場主から採取期間や量を限定されているケースもある。農村部でも特に森林破壊が進行している地域では、30%以上の家庭で薪を（拾ってくるのではなく）買っている。長距離歩いても薪が見つからずに手ぶらで帰ってくる人が多いことを考えると、お金を多少払ってでも確実に燃料を手に入れたいという消費者の声もあった。

4-3-2 流通販売経路

ハラレ市周辺部の薪材の供給源は現在50~200kmも離れた地域になっている。このためトラン

スポーツコストがかさみ、それが価格高騰の大きな原因となっている。近距離では、大規模商業農場が供給源になっている場合が多い。一方、遠距離の場合は、共有地（Communal Area）あるいは再定住者用地域（Resettlement Area）がソースになっていることが多い。

供給地では多くの場合、ただで薪材を手に入れられる。このあと、現地である程度の長さに切断され、トラックにより長距離輸送される。都市部に運ばれた薪材は、再び小売業者によって長さ40～50cm程度に切り揃えられ、ひもでくくった形で売られる。小売業者が自ら供給地に赴いて運搬してくるケースと、別途運搬業者を雇うケースとがある。

小売段階では、通常1束＄2（約20円）の値段がつけられている。1束の分量はおおよそ1回の食事に使用する分程度に相当すると設定している場合が多いが、1～5kg程度とかなり分散度が激しい。また樹種や乾燥度合に応じて実際に利用できる時間や燃え方にも違いが大きく、ひとくくりに考えるのは難しい。消費者も乾燥して火付きのいいものを最初の調理用に、火付きは悪いが火持ちのいいものを暖房用などに使い分けている。一般に土着樹種の枝部分が良く好まれる。

ハラレ市近郊においては、農村部といえども薪を購入する場合が多い。農村部の薪の価格は都市部のおよそ半分といわれている。農村部においては灯油の値段が高いため、薪の価格は灯油小売価格の半分になる。

農場や鉱山企業などでは、労働者福祉の一環として薪を無料あるいは低価格で与えているところも多い。こうしたところでは、事業拡大の際に切り開かれる森林の木材をその供給源としているが、開発が進むにつれて薪材を伐採する余地が少なくなってきている。

4-4 燃料価格比較と豆炭価格設定

4-4-1 価格比較及び設定の手法

この項では、豆炭を代替固形燃料として新規に導入することを念頭に置き、豆炭と薪・灯油などの競合燃料とを価格の面から比較してみる。まず競合燃料の価格を割り出して、それに対し価格優位性を持つためには、豆炭の価格がいくら以下に設定されればよいかという観点からまずみしてみる。

燃料価格を比較するには主に二つの方法が考えられる。一つには各燃料毎に有効熱量を測定した実験データを用いて、単位熱量当たりコストで比較する方法がある。これは燃料固有の発熱量、水分・残滓分の割合、燃焼器具の効率などのファクターを考慮して計算されるもので、いわば燃料供給サイドのコスト比較法といえる。これに対し、実際に1回の食事にどの程度の燃料を消費するか、あるいは1週間にいくら使うかということを経験的に調べる、いわば燃料需要サイドのコスト比較法が二つめの方法としてあげられる。

上記のほかに、実際には見た目の量や購買単位当たりの値段といった小売段階での心理的要

素なども価格の形成に大きく関わってくる。また薪については、前述のように同一価格での供給量にばらつきがあり、その他樹種・乾燥度合・使用用途・季節など様々なファクターが絡み合って一概に価格を推計するのは難しい。

表-5及び6は、計算に際して用いたデータと仮定数値及び導出数値である。

表-5 計算基礎データの仮定及び導出数値

	薪	豆炭	灯油
燃料発熱量 (MJ/kg)	16.0(dry basis)	25.2	43.5
燃焼器具熱効率 (%)	10.0	30.0	40.0
有効発熱量 (MJ/kg)	1.6	7.6	17.4
標準価格 (Z\$/kg)	0.5~2.0	X	1.85(Z\$1.48/ℓ)
標準家庭月間消費量	100~200kg	35~50kg	10~30ℓ
標準家庭月間支出 (Z\$)	50~200	X	15~45
単位有効発熱量当たり重量	0.625kg/MJ	0.132kg/MJ	0.057kg/MJ
単位有効発熱量当たり価格	Z\$0.3~1.2/MJ	X	Z\$0.11/MJ

注1) 本表は、Xの値を4-4-2以降において算出するために必要な仮定データの一覧表である。

注2) いずれも当該燃料を調理用主燃料として利用する場合

注3) 灯油の比重は0.80kg/ℓ

出典) エネルギー庁、森林公社、Southern Centre、本間 他

表-6 都市部低所得者層家庭における燃料消費量の各種推定数値

<p>薪利用家庭の薪消費量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1家庭月間92~247kg、同年間0.2~2 t (Campbell&Mangono, 1995) ・ 1家庭1日7 kg (Southern Centre, 1994) ・ 非電化家庭1日5kg、容量制限電力利用家庭1日2.1kg、 メーター計量電力利用家庭1日1.7kg、 全都市部家庭平均 (利用しない家庭も含む) 1日1 kg (Southern Centre, 1993) ・ 全都市部低所得者層家庭平均 (利用しない家庭も含む) 年間524kg、 同 (調理利用家庭のみ) 年間1,850kg、 同 (暖房利用家庭のみ) 年間1,390kg (森林公社, 1989)
<p>灯油利用家庭の灯油消費量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1家庭月間60~120 ℓ (Campbell&Mangono, 1995) ・ 1家庭1日0.27 ℓ (Southern Centre, 1994) ・ 1家庭1日0.36 ℓ (Southern Centre, 1993)

4-4-2 家庭用燃料価格比較と豆炭価格設定

まず単位有効熱量当たりのコストで計算する方式でみると、薪 (Z\$0.3~1.2/MJ) と比較した場合、豆炭 (0.13kg/MJ) の小売価格をZ\$2,300~9,100/t 以下になるようにすることが競合の条件となる。また灯油 (Z\$0.11/MJ) と競合するためには、豆炭はZ\$650/t 以下であることが求められる (なお、US\$1=約Z\$12、Z\$1=約10円)。

① 薪に対して優位になる豆炭の価格=0.3/0.132~1.2/0.132

$$\approx Z \$ 2.3 \sim 9.1/\text{kg} \approx Z \$ 2,300 \sim 9,100/\text{t}$$

② 灯油に対して優位になる豆炭の価格=0.11/0.159 \approx Z \$ 0.65/kg \approx Z \$ 650/t

次に実際の消費量から推定・計算する方式で比較してみる。標準的大きさの家庭がそれぞれの燃料を調理用主燃料として利用する場合の月間燃料費は、薪Z \$ 50~200、灯油Z \$ 15~45となっており、これから計算すると、豆炭は薪に対してはZ \$ 1,200~4,800/t以下の値段であればよく、一方灯油に対してはZ \$ 360~1,070/t以下であることが要求される。

① 薪に対して優位になる豆炭の価格=50/42~200/42 (豆炭月間平均消費量42kg)

$$\approx Z \$ 1.2 \sim 4.8/\text{kg} \approx Z \$ 1,200 \sim 4,800/\text{t}$$

② 灯油に対して優位になる豆炭の価格=15/42~45/42

$$\approx Z \$ 0.36 \sim 1.07/\text{kg} \approx Z \$ 360 \sim 1,070/\text{t}$$

このことからおよそZ \$ 1,200~9,000/t以下の小売価格設定ができるように豆炭を生産することができれば、薪に対して価格面で優位になり、普及の可能性が高くなる。また灯油に対しては、Z \$ 360~1,070/t以下にしなければならない。灯油と競合するためには補助金政策などの政策的配慮が必要になるものと思われる (いずれもトランスポート等込みの小売価格での比較)。

さらに生石炭塊と価格を比較してみる。生石炭は業者向けハラレ小売価格 (ハラレ市内でのトランスポート代は含まない) でZ \$ 550/tであり、これに競合しうる小売価格を設定できれば、タバコ農場や煉瓦製作場といった大口需要を取り込むことは可能である。また小口需要者向けには、ガソリンスタンドなどにおいて約40kg入り (通称50kg袋入り) Z \$ 45前後で販売されており、換算するとZ \$ 1,125/tとなる。ただし発熱量が若干落ちる点を考慮する必要がある。

以上を総合的に勘案すると、確実に薪の価格以下となり、灯油に対しても比較方法次第では競合できる価格である「Z \$ 1,000/t」が当面の設定目標となりうる。

参考として、豆炭と薪・灯油を少量小売価格で比較してみる。薪では、前述の3~4本でZ \$ 2という最小標準量 (バンドル -bundle- と呼ばれる) に加え、ログ (log) と呼ばれる20本程度をやぐら状に組み上げた販売単位もポピュラーで、Z \$ 10が標準相場になっている。また灯油では、ガソリンスタンドで750mlのオイルボトルまたは5リットルポリタンクに入れてもらうのが一般的で、それぞれの価格はZ \$ 1.1、Z \$ 7.4である。今回の実地調査では、豆炭を売買するならば5kgビニール袋詰めがなじみやすいという回答者の反応を得ており、コスト、質量感、割安感等を念頭にこれらと比較した場合、豆炭5kg当たりZ \$ 5 (Z \$ 1,000/t) 程度以下で販売できれば好反応を得ることができるものと思われる。ちなみに冬場になるといくつかの薪売り場に出てくる燃料用牛糞も都市小売価格相場が5kg当たりZ \$ 5ということである。

電気に関しては、一般的に5A以下の容量の場合、調理に電気が用いられず薪や灯油が用いられている（Campbell&Mangono, 1995）。容量7.5A（月間固定料金Z\$60）以上になると電気での調理への移行が始まるので、これと比較すると月間燃料消費が約Z\$50以下になることが望ましいことが分かる。これは上記の比較結果とほぼ合致しており、このことからZ\$1,000/tは妥当な価格といえる。

以上まとめると、表-7のようになる。

表-7 比較方法ごとに競合燃料価格から推定した豆炭の設定可能価格

比較対象燃料	単位当たり推定競合燃料価格（豆炭の設定可能価格）		
	熱量比較法	消費量比較法	小売価格比較法
薪	Z\$ 2,300~9,100/t	Z\$ 1,200~4,800/t	—
各種小売燃料	—	—	Z\$ 1,000/t
（灯油）	Z\$ 650/t	Z\$ 360~1,070/t	—
（生石炭）	—	—	Z\$ 550/t

4-5 豆炭の市場予測

4-5-1 消費者の認識

今回の調査では、薪ユーザーの93%が他の燃料に替えたいという意向を持っており、電気・灯油ユーザーをあわせたすべての家庭についてみてもその割合は77%にのぼっている。さらに薪ユーザーの39%が電気・灯油以外の燃料に替えたいという意向を持っている。灯油に替えたいという薪ユーザーは4%に過ぎない。問題点の多くは値段の高さに集中している。

豆炭について簡単に説明した後に行った聞き取り調査の結果、90%の回答者が、その多くは「もし安いなら」という条件付きながら、（また多分に「試用」の要素が大きいながら、）豆炭を使ってみたいという意向を示した。

一方、Southern Centreは1994年に行った調査で、消費者が石炭を利用しない最大の理由として石炭へのアクセス方法がないことを挙げており（対象者の43%）、安定供給がなされれば石炭の潜在重要は大きいとみている。豆炭を高質無害石炭と見れば、この潜在需要を取り込むことは可能である。

4-5-2 購買力

今回の調査では、ハラレ市周辺では、燃料をただで手に入れている層は4%に過ぎず、残りはたとえ薪といえども高い代金を支払って購入していることが示された。すなわち、ハラレ市周辺では、農村部を含めたほとんどの家庭が何らかの所得を持って購買・消費活動を行っている。この点では、競合力のある価格さえつければ、一般商品として普及される可能性はあるもの

といえる。

Southern Centreでは、都市部低所得者家庭の月間エネルギー関連支出はZ\$ 117 (1994年) であるという試算をしている。これを1996年現在の価値に置き換えると、約Z\$ 150に相当する。

4-5-3 市場規模

ハラレ市及び周辺地域における燃料消費者は、状況に応じて燃料を選択する柔軟性と強い低価格指向性を持っている。上記の調査や所得状況等からSouthern Centre (1996) では、ハラレ市及び周辺地域の約3割が潜在豆炭ユーザーであるという推計をしている。

薪あるいは他の家庭用燃料から、一気に全面的に豆炭に置き換わるという状況は考えにくい。が、「低価格で供給」できるのであれば、用途限定利用や期間限定利用、他の燃料との混合利用といった形態を含めて、かなりの層を取り込むことが期待できるものと思われる。

電気や灯油と比べて、豆炭は同じ固形燃料である薪と燃焼特性や利用方法が似通っている。で、薪への愛着を考えると、サザや豆の調理、暖房といった伝統的な部分を中心に、より受け入れられやすいものと思われる。

ハラレ州の人口は148.6万人にのぼり、ジンバブエ全体の人口1041.3万人の14.27%を占めている (中央統計局、1992)。ハラレ州における将来的な豆炭の裨益者層は約50万人 (限定利用者も含む) と考えられる。平均家庭月間消費量を40~50kg、1世帯家族人数を4.0人とすると、一般家庭のマーケット規模は最大およそ年間60,000 t にのぼると推計される。さらに業務用途にまで広げることが可能であれば、潜在需要はその数倍から数十倍まで見込めるものと思われる。なお、都市部の人口増加は年率約5%と急激に進んでおり、ハラレ州の人口は1996年時点で既に約180万人に増加しているものと推定される (ここでは考慮していない)。

4-6 高効率燃焼器具 (コンロ)

4-6-1 燃焼器具の現状

(1) オープンファイヤー

ジンバブエでは、低所得者の便益に資するような高効率の燃焼器具 (コンロ/ストーブ) が近隣諸国と比較して少ない。薪の場合、そのほとんどがいわゆる「三つ石」と呼ばれるオープンファイヤーでの燃焼であり、燃焼器具は利用しておらず、非常に熱効率が悪い。

「メタルグレートストーブ (Metal Grate Stove)」といわれる、鉄筋を溶接して作られたなべの置き台のようなものもあるが、これとて火からなべを遠ざけることによって燃料をより多く消費こそすれ、けっして燃料の節約を促すものではない。ストーブというよりは、オープンファイヤー補助具とみるべきであろう。Campbell & Mangono (1995) は、メタルグレートストーブの足の高さを下げることが、最も簡単でコストのかからない燃料消費量

削減法だとしている。メタルグレートストーブはZ\$75前後で販売されている。

(2) ツォツォストーブ

こうした中で、「ツォツォストーブ (Tso Tso Stove : 木片の意味)」という商標で販売されている外側メタル・内側セラミック (パーミキュライト) 製の薪用大型ポータブルストーブが10年間で1万個前後売れたが、値段が高く (Z\$150~220) 低所得者層用とはいえない。かつてモザンビーク難民が大量に流入していたときにUNESCOが買い上げて難民に配布していた経緯がある。

(3) その他燃料節約型調理用ストーブ

このほか、各地で内外のNGO等により各種の燃焼器具普及プロジェクトが実施されてきているが、いずれも据付型のかなり大掛かりなものでコストもかかり普及も進んでいない。ザンビア型「七輪」(JICAミニ・プロジェクトで開発・技術協力) のような全セラミック製ポータブル型コンロは、現在のところ存在しない。

Seke Wood Stove Project (Department of Energy) では、六つのタイプのストーブが試作されているが、どれも室内据付型煙突付き大型カマドである。熱効率は31~36%と良いが、コストはZ\$58.23 (1982年当時) とすこぶる高い。

エネルギー省が進めている鑄鉄大型ストーブの「マガスストーブ (Magas Stove)」や、石炭利用推進のためのワンキー鉱山会社 (Wankie Colliery Company) 製の「石炭ストーブ (Coal Burn Stove)」もこの範疇に入る。

このほか、ジンバブエ第2の都市ブラワヨ (Bulawayo) 近郊でミッション系NGOのHlekweni Friends Training Centre (HFTC) などが取り組んでいる煉瓦ストーブ (Brick Stove) や、ハラレ近郊でやはりミッション系NGOであるSilveira Houseが取り組んでいるマッドストーブ (Mud Stove)、マニュアルを作成して普及に努めていた旧雇用創出女性担当省のチングワ・ストーブ (Chingwa Stove) などが事例として挙げられる。

4-6-2 コンロの普及可能性

都市部では、オイル缶をストーブ代わりに用いて調理する光景も多く見受けられるため、灯油ストーブなどと比較して初期投資が少なくすむのであれば、コンロは比較的受け入れられやすいのではないかと考えられる。

上記の灯油ストーブ (Z\$50~80) や前述のメタルグレートストーブ (Z\$120前後) 等は、近隣諸国と比較してやや高いが、それでもなお低所得者層に受け入れられている点を考えると、これ以下のコストで開発できればある程度の普及を見込める (ザンビアにおける既存の金属製

低所得者用ストーブの価格はZ\$ 10相当)。高価な機械を製造に使わなければ実現可能なコストであるものと思われる。

コンロに関しては、開発及び普及の可能性を綿密に調査する必要がある。既存の高効率燃焼器具が完成度は高いものとはいえないことから、開発の意義は大きいものといえる。

4-6-3 開発時の留意点

薪と豆炭が両方使える型のコンロは、薪から豆炭へのシフトをスムーズに行うためには、豆炭のみならず薪も利用可能な型のコンロを開発することは意義があることと考えられる。豆炭はコンロでの利用がその性質上ある程度前提となっており、薪の利用についても三つ石でなくコンロを利用することで燃料を節約し、火持ちをよくすることができるからである。

薪及び豆炭の利用者層には大家族が多いこと、調理時の安定性を保つことを考慮すると、やや大型のものが望ましい。しかしながらターゲット層の中には居住スペースが狭くて困っているところも少なくないので、極度に大きいものはあまり望ましくない。

軽量かつ強固にするためには、全セラミックにこだわらず、アウターケースとしてメタルを利用しインナーにセラミックを使うことが好ましい場合もある。

一方で、サザとおかずを同時に調理する必要性から、コンパクトな二口コンロが開発できれば受け入れられやすい。

4-7 豆炭等代替固形燃料の普及施策

4-7-1 商品特性

商品開発段階においては、コスト圧迫要因にならない程度に基本的品質の良さをある程度確保することを前提として、その燃焼特性や形状、包装といったものまで含めてもう一度アクセプタビリティを検討する必要がある。

平均調理時間は前述のとおり約20分間であり、そのためには多少火持ちが悪くても火付きのよさが求められる。一方暖房利用や大家族用には火持ちが長い点をアピールする必要があるため、異なる特性を持つ豆炭をいくつか用意するのも一案である。

また、形状については、成型機でなく真空押出機を用いて棒状(棒炭)にすれば、薪とハンドリングがより類似するため、消費者が薪から豆炭(棒炭)に移行しやすくなる可能性がある。

4-7-2 商品構成

コストを削減するためには生産量の拡大が必要であるが、そのためにはあくまで主要ターゲットを低所得者に置き、彼らの便益に資することを第一義としながらも、生産量拡大によるコスト削減効果を狙いとした業務用豆炭をも視野に入れた開発を将来的に検討することが望まし

い。このマーケットは大きいですが、よりコスト指向性が高いため、非乾留有煙豆炭の導入や包装の省略などによりコスト削減に努める必要がある。しかしあくまでも低所得家庭用豆炭コストの削減のための一方策と捉えるべきである。

豆炭の長時間火力保持可能という特性を生かすためにも、コンロに代表される燃焼器具の開発は必要と思われる。前述のように、薪と兼用で使えるコンロであれば、燃料の節約の概念の啓蒙という意義も含め有益である。

一方、低所得者層への普及を第一義としながらも、事業として成り立つためには高付加価値商品の開発も必要である。着火剤を大目に施しマッチ1本での着火を可能にしたマッチ豆炭、中高所得者層のレジャー需要を掘り起こすためのバーベキュー用コンロ等が考えられる。収益拡大のみならず、富裕者層の豆炭や高効率燃焼器具への理解を促し、ひいては彼らとその配下にある低所得被雇用者へ広めてくれることを期待するものである。

当プロジェクトでは、ブリケット技術を応用した豆炭以外の燃料ブリケットの研究も視野に入れているが、その代表例になるものと期待されるものとして、豆炭の原料の一つとしても用いられているバガス (bagasse : 砂糖きびの搾りかす) から作るバガスブリケットが挙げられる。ジンバブエ南東部に位置するトライアングル市 (Triangle) の同国唯一の砂糖・エタノール工場では、大量の廃棄バガスが山積みになっており、これを利用して良質のブリケットが安価に製造できれば、商品ラインアップが豊富になる。さらに前述のSaw Dust Briquetteも同様に対象の一つとすることが可能である。

この他、燃料として利用可能なあるいは有望な農業廃棄物としては、主食であるメイズの芯、落花生のから、枯れ草などが挙げられる。1990/91年期におけるメイズ、小麦、綿花、タバコ、落花生など9種類の農産物の廃棄物合計349万tが算出され、水分を除いた164万tが燃料として利用可能であるという試算もある (FAO/Southern Centre, 1993)。また前述のBUNでは、コーヒーの搾りかすを利用したコーヒーブリケットの試作にも取りかかりつつある。

4-7-3 ターゲット地域

ハラレ州 (Harare Province) は、①人口100万人超を数え、ハラレ州の大部分を占める「ハラレ都市部」、②人口130万人弱とここ10年で数倍の規模に膨れ上がったハラレの衛星都市でありジンバブエ第3の都市である「チトゥングウィザ市 (Chitungwiza)」、③人口ごくわずかの「ハラレ農村部」の三つにより構成されている。

当面のターゲットとするハラレ都市部の中は、人口数千~数万人単位でそれぞれ特徴を持った地区 (Township) に分かれており、その中でいくつか重点エリアを絞って普及を図ることが必要である。

前述のムバレ地区は低所得者が最も集積しているところでもあり、人口も最大規模であるう

え薪ユーザー比率も高く、最重点地区となり得る。

エプワース (Epworth) 地区は、都市部と農村部の境界にあり、低所得者の燃料に対するアクセスが最も厳しいところの一つである。電気がまだ引かれておらず、薪もあまりマーケットに出回っていない。薪を拾っている家庭もあるが10kmも歩かなくてはならない。牛糞を燃料として使わざるをえない家庭もあった。

ハットクリフ (Hatcliffe) 地区は、今回カウンターパート機関の有力候補となっているSI RDCに最も近い低所得者居住地区であり、プロジェクトの実施面で有益である。

ハイフィールド (Highfield) 地区は、対象人口が多く、また独立前後に政府が石炭ストーブの試験導入を行っていた地域でもあり、その観点からも重点地域として価値がある。

ブデイリロ (Budiriro) 地区は、低所得者用新興住宅街でまだ電気が引かれておらず、潜在需要は高いものと思われる。

ボローデール (Borrowdale) 地区は代表的な高所得者居住地域で、需要拡大のための富裕層のバーベキューや暖房需要をチェックするのに最適であり、またこれらの住居で働く多くの低所得者層への浸透を図ることができる。

一般に都市部の人のほうが新しいものに対する食いつきがよく、農村部の人は都市部の人が使っているものを後追いする傾向がある (IDC、1989)。この観点からも、まず都市部での浸透を図ることは理にかなっている。

しかしながら、都市化率の伸び、燃料費の高騰、過密人口と家計消費の高さによる現金販売のやりやすさなどを考慮すると、将来的には他の地方への展開も視野に入れて考えることは可能である。その背景として、農村部においては貨幣社会が浸透しはじめていること、また地方の核都市においては需要の面ではハラレ同様の展開を期待できることなどが挙げられる。

4-7-4 流通販売

物流・輸送は、重量物である豆炭及び燃焼器具にとって頭の痛い問題である。当初より家庭または小売業者までの輸送コストを加味したコスト計算を行ってなおかつ採算が合うようにしなくてはならない。豆炭が一般商品として認識され、かつその仲買がある程度儲かる商売になるのであれば自ずと手がける業者が出てくるものと思われるが、それまでは、薪の運送業者などに働きかけあるいは委託して行うか、カウンターパート機関が自前で輸送まで手がけるかになる。業務用に関しては工場渡しを基本とする。

販売ルートについては、今回の調査回答者達は薪小売業者が好ましいとしているようである。また、ヒアリングをした薪小売業者達もブリケットの販売に興味を示していた。その他考えられるルートとしてはガソリンスタンドがある。ハラレ市では本部の関知しないところで各事業所ベースで割と自由に商売ができるようになっており、薪や石炭を独自に販売しているスタン

ドも多い(たとえばMobilの場合、ハラレ市内約40か所のガソリンスタンドのうち石炭を独自に販売しているところは約20か所となっている)。

前述の家庭用太陽光発電システム普及プロジェクトとの提携により、ハラレ市内に点在する「太陽光ショップ」を販売店として利用する案もある。太陽光発電は容量が大きくないため、調理にまでは電気を賄えず、そこに豆炭を調理用燃料としてセットで導入させるのは有効な手段といえる。

こうしたエネルギー関係以外に、一般スーパーマーケットチェーンに販売を委託するのもよい。彼らの販売網や物流ルートを利用できれば効率的であるし、最も一般市民が多く行くところであるので宣伝の点からもよい。また、オープンマーケットとしては最大の規模を誇るムバレ(Mbare)マーケットは、薪の集積基地でもあり、各種物資の供給拠点でもあるため必ず押さえておくべきところである。

4-7-5 広告宣伝

石炭に対するイメージは、汚い、煙が出る、有毒、匂う、とあまり芳しくない。乾留無煙豆炭ではこれらの点はほぼ解決されているが、誤ったイメージが普及の障害になることを防ぐためには、石炭を連想させる供給サイドのネーミングは避けて、クリーンで使いやすいという点を強調したネーミングにするなど、消費者サイドに立ったマーケティング戦略を心がけるほうがよい。

また宣伝手法にも気を配る必要がある。「トレードフェア」「アグリカルチャーショー」「環境デー」といった全国レベルのイベント等の場で技術力や新鮮さをアピールすることは重要である。また労働者を多く抱える農場主・経営者といった層や、有識者に働きかけることは、彼らが直接のユーザーでないにしても、波及効果は大きい。その意味でもテレビ・ラジオ・新聞等のマスコミによる宣伝は意外と重要である。たとえテレビを持たない低所得者層であっても、また直接のユーザーが視聴しなくても、たとえば子どもを通じてキャッチコピーやコマーシャルソングが広がることなど、娯楽の乏しい途上国ではまますみ見受けられることである。また人口密集地区では、演劇によるデモンストレーションも効果がある。

森林伐採防止を目的とする当プロジェクトでは、環境問題としての観点からの宣伝も当然ながら重要であり、特に有識者層に対しては効果的である。またターゲット層にしてもその意義を理解する人は多い。しかしながら、実際に使うかどうかの判断は結局のところ価格を含めてその人にどのような便益があるかというところに帰結される問題なので、実際の普及現場においては当面の目的を低所得者層の生活改善というところに置くほうが理解されやすく効果も表れやすいものと思われる。

4-7-6 普及活動体制

政策面での支援体制は不可欠である。現在、エネルギー省では2年以上かけてエネルギー政策を策定している途中であるが、そのなかに本件も盛り込んでもらう必要がある。

普及活動を展開するに際しては、豆炭及び燃焼器具自体について知名度を上げることがをまず目指しながらも、燃料の効率的利用方法を提案してその啓蒙を図ることに配慮する。具体的には、燃料節約の概念とその意義といった根本的なことから、薪と豆炭混用によりお互いの長所を生かした利用をすること、火消し壺やうちわといったちょっとした小道具の活用、燃焼器具のハンドリング、豆炭の残り火を利用した飲み水の煮沸による衛生配慮なども状況に応じて紹介していくなどが挙げられる。

カウンターパート機関としてどこを選択するかにもよるが、研究開発のみならず事業化マインドの醸成に努めるべく組織・人的資源の配置などにも気が配られるようにすべきである。また、各省庁や民間企業など外部機関との連携・協力は必須であり、特に普及活動についてはこの点配慮が必要である。具体的な事例として挙げられている森林公社は、8県（Province）57郡（District）にエクステンションオフィスを持っており、また巡回のため車両も確保されている。環境保全という観点からの提携のほかに、充実したフィールドネットワークを利用させてもらうことは、特に地方展開や農村部での活動を考えたときに有益である。

政府及び関係機関では、80年代の終わりに中国の民間機関と組んで豆炭製作にトライしたことがある。この時点では、非常に質の悪い豆炭が試作され、またマーケティングがきちんとなされていないなか、最初から民間ベースでスタートされたため、試作品を配布した段階でプロジェクトは中止されてしまった。このことが政府内の一部関係者にとって豆炭のイメージを悪くしていることもある。この点は当調査団訪問によって若干なりとも悪い印象が払拭されたようである。

ジンバブエは南部アフリカの製造業をはじめとする諸産業の拠点であることを考えれば、ジンバブエ国内にこだわることなく、先に挙げた難民への供給などを含め、ジンバブエの産業能力を生かして、南部アフリカ地域全体の燃料及び燃焼器具の生産基地として地域全体に貢献するモデルケースとして対処することも将来的には考えることができる。

4-7-7 WID配慮

特に農村部においては、調理はもとより、長時間を費やし長距離を歩いて薪を採取したりなど、この分野に関しては伝統的に女性に負担がかかっている。WID配慮の観点から、開発段階より特に女性が参加できるような体制作りが必要となる。国内に多数存在するWID関連NGOに委託して、開発から普及まで主体的にかかわってもらいコミュニティへの浸透を図るようにするのも一案である。

WID配慮については担当省庁がよく替わっており、政府の問題認識の不足をうかがわせる。現在の担当は内務雇用創出協同組合省であるが、各省にWID担当者が設置されており、こちらの方がむしろ機能しているということである。法体制のうえでは性差別排除体制が次々確立されてきており、訪問したときもちょうど移民法においてこの問題に関する条項が改正されるころであった。

4-8 まとめ

以上にみてきたように、豆炭普及の鍵は、(他の燃料と比べて)いかに安く売ることができるかの一点に絞られる。薪をはじめとする現在の家庭用燃料が一気に豆炭に置き換わることは考えにくい。都市部ジンバブエ人の燃料選択における合理性・柔軟性を考慮すると、安価であればある程度の普及は期待できる。今回はサンプル数が少なかつたため、需要や価格設定などについて、より精細な調査を行う必要がある。

対象地域においては、薪もほとんどが有償で購入されており、競合可能な価格を豆炭につけることは可能である。灯油や業務用石炭とも競合可能であれば、低所得者層や小規模事業者などを巻き込んでより大きな需要を取り込むことができる。

低所得者層にとって選択可能で良質な家庭用燃料を増やすという位置づけから、彼らの生活改善に貢献することが当プロジェクトの当面の意義といえよう。森林破壊防止に貢献し環境を保護するという点は、あくまで最終的目標になるものである。

参考資料

- 1 国際協力事業団、アフリカ産業育成基礎調査団報告書、Mar.1995
- 2 中嶋清明、日本貿易振興会、ジンバブエの風はどちら向き、Apr.1992
- 3 日本貿易振興会、ジェットロ貿易市場シリーズ、ジンバブエ、May 1991
- 4 本間徹、Report on Marketing Research of the Coal Briquette and Clay Stove Project in Zambia, Jul.1996
- 5 Canadian International Development Agency(CIDA), Women's Small Projects Fund
- 6 Central Statistical Office, ADA(Agricultural Development Authority)Estates 1990-1995, May
- 7 Central Statistical Office, Business Tendency Survey, Jan.-Apr. 1996
- 8 Central Statistical Office, Census 1992 Provincial Profile Harare, Jun.1994
- 9 Central Statistical Office, Census 1992 Zimbabwe National Report, Nov.1994
- 10 Central Statistical Office, Census 1992 Zimbabwe Preliminary Report, Dec.1992
- 11 Central Statistical Office, Census of Registered Poultry Producers Fourth Quarter 1995, 1996
- 12 Central Statistical Office, Environment Statistics, Nov.1994
- 13 Central Statistical Office, Prices, Oct.1996
- 14 Central Statistical Office, Production Account of Agriculture, Forestry and Fishing 1983-1991, Aug.1993
- 15 Central Statistical Office, Quarterly Agricultural Production on Communal Land Irrigation Schemes 1994, Jun.1996
- 16 Central Statistical Office, Quarterly Digest of Statistics, Jun.100
- 17 Central Statistical Office, Quarterly Digest of Statistics, Jun.101
- 18 Central Statistical Office, Quarterly Digest of Statistics, Jun.1996
- 19 Central Statistical Office, Quarterly Prices Statistics Bulletin 4, Dec.1995
- 20 Central Statistical Office, Statistical Publications Currently Available
- 21 Central Statistical Office, Statistical Yearbook, 1989
- 22 Chinyaradzo Children's Shelter, Child Protection Society
- 23 Cochrane Engineering(Pvt)Ltd., [Profile]
- 24 Cochrane Engineering(Pvt)Ltd., Company Profile
- 25 Cochrane Engineering(Pvt)Ltd., Products & Services
- 26 Cochrane Engineering(Pvt)Ltd., Stirling MK7 Boiler
- 27 Department of Energy Development in Ministry of Industry and Energy Development, Seke Wood Stove Project, 1982
- 28 Department of Energy in Ministry of Transport and Energy, Energy Bulletin, Volume 6 Number 1, Jun.1996
- 29 Department of Energy Resources and Development in Ministry of Transport and Energy, Sustainable Development Using Environmentally Friendly Energy Technologies
- 30 Department of Energy Resources and Development, Magas Stove
- 31 FAO, Committee on Forest Development in the Tropics: Tropical Forestry Action Plan, 1985
- 32 Forestry Commission and the World Bank, Patterns of Fuelwood Utilization in Harare Zimbabwe, Fortmann,L.and Nihra,G, Oxford Forestry Institute, O.F.I.Occasional Papers No.43 Local
- 33 Management of Trees and Woodland Resources in Zimbabwe: A Tenurial Niche Approach, 1992
- 34 Foundation for Woodstove Dissemination(FWD), Kenya, Household Stoves in Zimbabwe, 1990
- 35 G.E.F.Solar Project, -Solar- The Natural Source for Electricity
- 36 ILO/UNDP Employment and Manpower Planning Project, The Development Potential of Small-scale and Informal Sector Enterprises in Zimbabwe, Aug.1992
- 37 Industrial Development Corporation of Zimbabwe Limited Business Development Division, Coal Briquette Project
- 38 Industrial Development Corporation(IDC), Coal Briquettes for Household Energy Feasibility Study, 1990
- 39 International Bank for Reconstruction and Development, Consultative Group for Zimbabwe,
- 40 International Monetary Fund, Zimbabwe Background Paper, Sep.1994
- 41 Jetmaster(Pvt)Ltd., The Tsofso Stove
- 42 Katerere,Y., Zimbabwe Environmental Research Organization, The Fuelwood Crisis, 1991
- 43 KENGO Regional Wood Energy Programme for Africa, Kenya, Testing the Efficiency of Cookstoves, 1992
- 44 Longman Zimbabwe, A Certificate Geography of Zimbabwe, 1988
- 45 Michie,W.D.and Nhandara,E.S., Geography Today, Zimbabwe Educational Books, 1989
- 46 National Council for Scientific Research, Wankia Coal Report for the Year 1991
- 47 New Holland Ltd., Road Atlas of Zimbabwe, 1995
- 48 Scientific and Industrial Research and Development Centre, S.I.R.D.C [Prospectus]
- 49 Southern African Energy and Environment Programme, Norbert Nziramasanga, Energy Sector in SADC Countries and Policy Change - The Case of Zimbabwe

- 50 Southern Centre for Energy and Environment, Domestic Energy Consumption and Its Impact on the Environment - Draft Final Report, June 1994
- 51 Southern Centre for Energy and Environment, Edited by R S Maya & J Gupta, Joint Implementation: Carbon Colonies or Business Opportunities?, 1996
- 52 Southern Centre for Energy and Environment, R S Maya, Joint Implementation: Cautions and Options for the South, 1994
- 53 Southern Centre for Energy and Environment, Renewable Energy Information Network - Zimbabwe Country Report, Sep.1996
- 54 Southern Centre for Energy and Environment, Southern African Network on Energy and
- 55 Southern Centre for Energy and Environment, Southern Centre in Brief, Oct.1996
- 56 Southern Centre for Energy and Environment, Survey Report on Household Fuel Usage for the Evaluation of the Feasibility of Introducing Coal Briquettes as a Household Fuel: Harare and Chitungwiza. Nov.1996
- 57 Southern Centre for Energy and Environment, UNEP Greenhouse Gas Abatement Costing Studies - Zimbabwe Country Study Phase Two, Oct 1993
- 58 Southern Centre/Global Environment Facility, African Case Studies on Incremental Costs - Zimbabwe:Substitution of Low-Grade Ethanol for Kerosene and Coal, Jan.1996
- 59 The Forestry Commission, Research & Development Division
- 60 Unidentified, The World Solar Summit Process, 1996
- 61 United Nations Environment Programme, Technology, Markets and People: The Use and Misuse
- 62 Wankie Colliery, Wankie Colliery Company Limited 1989
- 63 Women's Project under the Ministry of Community and Cooperative Development and Women's Affairs, Choto Chakanatsiridwa, Improved Chingwa Cookstove Implementation Manual
- 64 World Bank, Zimbabwe A Policy Agenda for Private Sector Development, Jun.1993
- 65 Zimbabwe Electricity Supply Authority(ZESA), Harare area 1995/96 Annual Report, Aug.1996
- 66 Zimbabwean Government, Electricity Act, 1996
- 67 Zimbabwean Government, Forest Act, 1996
- 68 Zimbabwean Government, Gazette vol.LXXIV, No.58, Nov.1996
- 69 Zimbabwean Government, Housing and Building Act, 1996
- 70 Zimbabwean Government, Industrial Designs Act, 1996
- 71 Zimbabwean Government, Land Aquisition Act, 1996
- 72 Zimbabwean Government, Natural Resources Act, 1996
- 73 Zimbabwean Government, Second Five-year National Development Plan 1991-1995, Dec.1991
- 74 Zimbabwean Government, The Constitution, 1996

第5章 代替燃料製造調査結果

COAL BRIQUETTE PRODUCTION PLANT

1. INTRODUCTION

Coal is one of the few natural resources in Zimbabwe. It can be used directly with no processing to change it from natural form. Zimbabwe coal is classified as bituminous. Coal's direct use is different in urban areas due to its toxic gas. Smoking coal will be replaced by chemically processed coal in future as well as carbonized coal fine. Coal briquetting technology is one of the important technologies for the conversion of low grade coal (jiggy peas, coal fine) into useful fuel for domestic, commercial and industrial purpose. Furthermore, many will be employed in the supply, transport and sales of the raw materials as well as coal briquettes.

2. COAL BRIQUETTES AND ITS USES

Coal briquettes are an excellent solid fuel with the following characteristics:

- smokeless, they burn without smoke emission
- clean to handle
- compact and sturdy as they can withstand a pressure of 60 kg/cm², ie. they can easily be transported long distance without breaking during handling
- they burn as long as 8 hours in an efficient cookstove once ignited
- they can be produced in any form and shape
- they are water and quenchable and reusable upon drying, without affecting their combustibility.

Due to its excellent burning characteristics, savings can be realized in the household energy expenses, mainly due to

- i) the competitive price of coal briquettes
- ii) the fact that substantially large amount of energy can be conserved for a unit time due to its special burning characteristics, e.g 25kg of coal briquettes are equivalent to 50kg of firewood.

Uses of coal briquettes are numerous as they are sources of energy in households, school, hospitals and small scale industries e.g. poultry.

3. GENERAL PROCESS INFORMATION

3.1 Raw Material

The coal briquettes are made from four ingredients;

- washed coal, the main ingredient and the pre supplier is Wankie Collieries Limited in Nothern Province at Hwange.;
- agro wastes, e.g bagasse, saw dust, rice husks, maize cobs, cashew nut shells, etc. which are presently discarded;
- molasses, a by product of sugar from Triangle sugar Estates, at Triangle
- lime from Alaska Dolomite Co.Ltd.

3.2 Flow Chart of Coal Briquette Plant

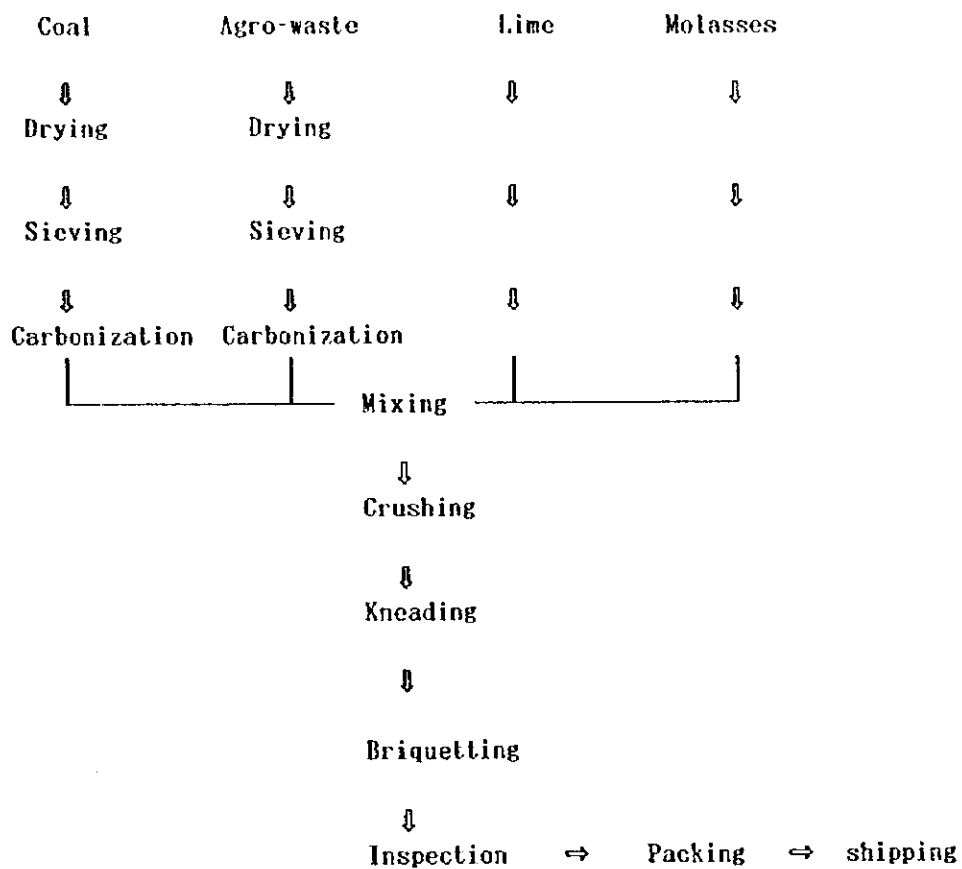
The production of smokeless coal briquettes illustrates in Figure 1 involves 5 main unit operations.

- i) Raw material preparation which entails the screening and drying of both agro-wastes and washed coal.
- ii) Carbonization of both agro-wastes and washed coal in different carbonizing unit to drive off harmful volatile matters.
- iii) Briquetting which encompasses (a) the mixing of carbonized agro-wastes and coal and lime; (b) the crushing/grinding of the mixture to a suitable size; (c) the kneading of the solid mixture after the addition of the molasses which act as a binder; and (d) the briquetting of the kneaded mixture into desirable shape and forms.
- iv) Drying and curing of the green coal briquette to render them smokeless and
- v) Pollution abatement to reduce pollution to the environment by scrubbing and burning the volatile from both the carbonization and drying/curing stages.

4. PLANT DESCRIPTION

4.1 Production capacity:

- Production scale = 420 t/month on 5,000 t/year
- Operating conditions = annual operating days = 300 days/yr
annual operating hours = 1 shift
weight of a smokeless of coal briquettes = 50g
shape = oval



4.2 Raw material requirements

Raw material	Mixing ratio	Unit consumption		Requirement	
		smoking	smokeless	month	Year
coal	80	1.0	0.80	420	5,000
agro-waste	15	-	0.15	60	750
molasses	3	-	0.03	12	150
lime	2	-	0.02	8	100
total	100	-	1.00	500	6,000

4.3 Utility:

Item	Unit used, Installed Capacity	Unit consumption	Required Amount,	
			month	Year
Electricity	300 kW	60 kWh/t	25,000 kWh	300,000 kWh
Water	400 m ³ /day	0.42 m ³ /t	175 m ³	2,100 m ³

4.4 Labour requirement:(1 shift)

Job description	Number	Assignment
manager	1	Supervision production office carbonization (15), briquetting (10)
middle manager	1	
clerk	0	
worker	15	
driver	2	
miscellaneous	2	
total	21	

4.5 Machinery and equipment

Unit operation	Machinery and equipment	Specification	Quantity
Carbonization	Sieve	Coal, agro-waste	one set
	Carbonizing system	Low temperature Fluidized	one set
Briquetting	Crushing	-	one set
	Mill	Fret type	one set
	Press mill	Masecc type	one set
Drying	Belt dryer	Gas heated	one set
Conveying	Forklift	2 tonnes	1
	Shovel loader	2 m ³	1
	Truck (flat)	10 tonnes	1
	Truck (dump)	10 tonnes	1

4.6 Inspection and testing equipment

Equipment	Specification	Quantity
Analyzer	Proximate analysis	one set
Product inspection	Hardness, Combustion efficiency	one set

4.7 Plant Site:

The factors relating to the choice of site for a coal briquette plant may vary considerably. The availability of raw materials, reliable transportation and the size of the market should be taken into consideration.

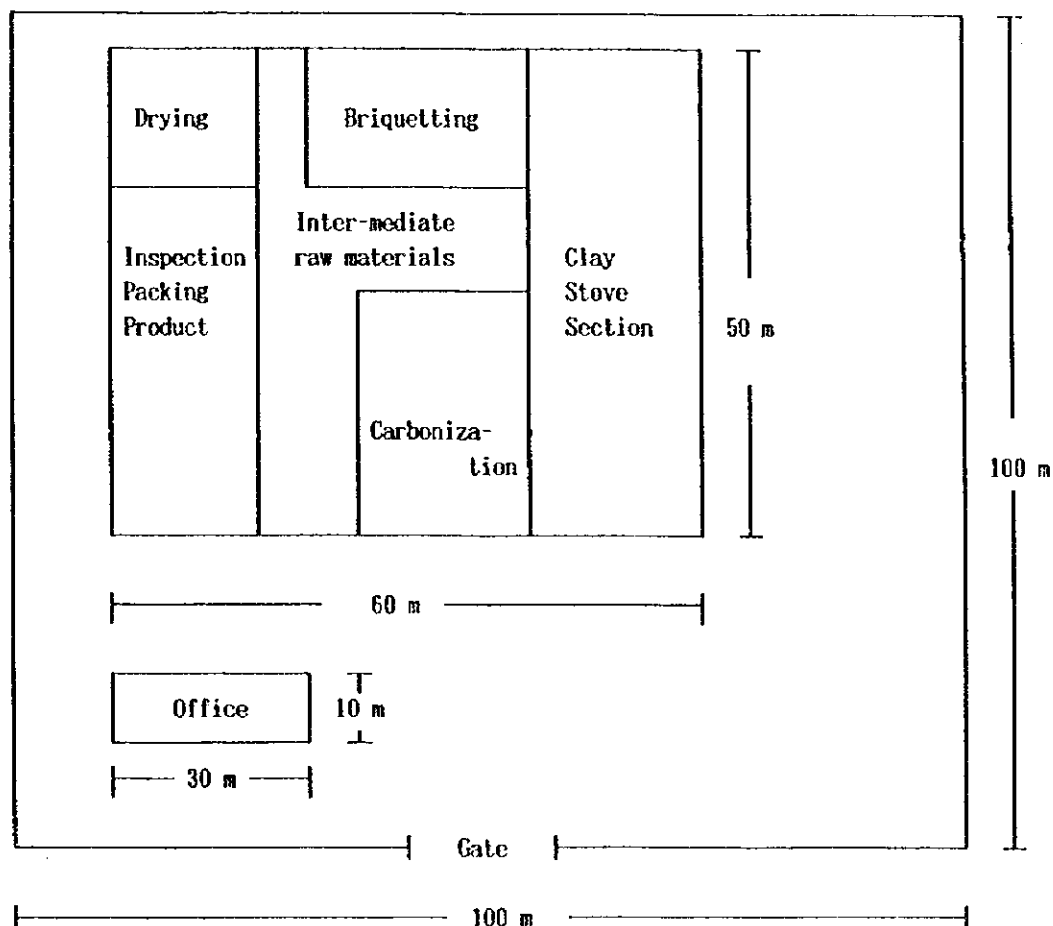
4.8 Land and Building Area:

Plant area = $100 \times 100 = 10,000 \text{ m}^2$

Building area

Office =	300 m ²
Plant =	$50 \times 60 = 3,000 \text{ m}^2$
Total =	3,300 m ²

4.9 Plant layout



5. LIST OF SUPPLIERS

The list of suppliers can be finished on request. But, effort are being made towards the location of the fabrication of most of the coal briquette plant machinery and equipment, which will result in few machinery and equipment being imported.

6. MANUFACTURING COST AND PROFITABILITY

The cost of coal briquette should be lower than that of fire wood. In order to reduce the cost of coal briquette and capital investment for increased production at least 80 % of machinery should be fabricated locally.

Pilot plant 2 .1 tonnes / hr × 8 hrs × 300 days = 5,040 tonnes/ Annum

Commercialized plant

5 .0 tonnes / hr × 16 hrs × 300 days = 24,000 tonnes/ Annum

10 .0 tonnes / hr × 16 hrs × 300 days = 48,000 tonnes/ Annum

Conditions are differently by countries. In the present cost estimate of coal briquette therefore, the manufacturing costs were trially calculated assuming the preconditions as follows, taking into account result in Zimbabwe and field conditions;

The ground of cost calculation

(1) Coal Price Estimate

1996.11.12

Jiggy peas size 0 - 5 m/m ZD\$ 396.11 / Ton By rail Direct from W.C.C
 ZD\$ 553.71 / Ton By road Direct from W.C.C

Wagon 40 tons = ZD\$ 15,844.40 (396.11×40)

Coal Fines by roads 304.22/ton (Ex ZD\$ 47.09 /ton + 257.13 /ton)
 by rail 282.93/ton (Ex ZD\$ 47.09 /ton + 235.84 /ton)

(2) Transportation cost

Coal Dust W.C.C - Harare 823 km ZD\$ 118.23/Ton 38 tonnes wagon
 Stockfeed Triangle - Harare 685 km ZD\$ 143.73/Ton
 Molasses Triangle - Harare 685 km ZD\$ 146.43/Ton

Source : N.R.Z commercial section
 Tel 363898 Chief clerk
 Fax 363502

(3) Land Cost

Place	Land price	Remarks
Prospect	ZD\$ 80 - 90 / m ²	Source: Richard Ellis Estate Agents
Willowvale	ZD\$ 150 - 180 / m ²	
Graniteside	ZD\$ 120 - 150 / m ²	
Workington	ZD\$ 150 - 180 / m ²	

(4) Cost of construction

T O R SHEDS 50m × 60m = 3,000 m² ZD\$ 1.5 million to 2.0 million

Roof	Walls	Floor	Frame	plumbing
Asbestos	Galvanised sheet	Concrete 150m/m	Steel or concrete	including

source: T O R Structures (PVI) LTD

(5) Required amount of Utilities

Item	Unit used	Unit consumption	Required Amount	
Electricity	600 kw	60 kwh /t	25,000 kwh/M	300,000kwh/Y
Water	40 m ³ /day	0.420 m ³ /t	1,000 m ³ /M	12,000 m ³ /Y

ケース1 (機材価格Z\$4,000万
販売価格Z\$1,000/t)

所要資本

(1) 固定資本		(Z\$)
(a) 土地	800,000	
(b) 建設費	1,800,000	
(c) 機械設備費	40,000,000	
(d) 消耗品費	3,200,000	
(e) 海上運搬費	0	
(f) 組立工事費	2,000,000	
(g) 機器据付費	2,000,000	
(h) 指導管理費	4,000,000	
(i) 試運転費	1,200,000	
(j) 教育、研修費	1,200,000	
(k) 雑費	2,000,000	
固定資本	58,200,000	

(1) 運転資本

原料備蓄 1カ月分	69,750
製品在庫 0.5カ月分	208,000
	277,750

(1) 所要資本合計

58,447,750

生産原価

(a) 原料単価	単価/トン	
石炭 ZD	5,000	595,000
バガス ZD	750	107,250
石灰 ZD	150	120,000
モラセス ZD	100	14,700
		836,950
(b) 包装材料費	80/トン	400,000
(c) 水道動力費		
電気	60kwh/tonne	36,000
工業用水	0.42m ³ /tonne	4,200
		40,200
(d) 人件費		
工場長	2,500/月	30,000
工場長代理	2,000/月	24,000
労務員	1,500/月	270,000
運転手	2,000/月	48,000
雑役夫	1,000/月	24,000
		396,000

(e) 機器管理費	ZD	400,000
(f) 原価償却費	ZD	2,090,000
(g) 保険料	ZD	200,000
(h) 一般管理費	ZD	250,000
(i) 金利	ZD	2,910,000
	ZD	7,523,150

年間売上高

無煙豆炭の販売価格は、ジンバブエにおける木質系燃料の価格を参考に設定した。

製 品	単 価	年 間 売 上 数	年 間 売 上 高
無煙豆炭	ZD 1,000	5,000トン	ZD 5,000,000

年間売上高	ZD	5,000,000
年間生産コスト	ZD	7,542,950
	ZD	-2,523,150

Required capital

(1) Fixed capital

(a) Land :	80 Z\$/m ² × 10,000 m ²	800,000	
(b) Construction cost of building :	500 Z\$/m ² × 3,600 m ²	1,800,000	
(c) Cost of machinery and equipment :		40,000,000	
(d) Cost of spare parts :		3,200,000	8 %
(e) Ocean freight and insurance premium :		0	
(f) Cost of installation :		2,000,000	5 %
(g) Cost of erection :		2,000,000	5 %
(h) Cost of guidance and supervision :		4,000,000	10 %
(i) Cost of test run :		1,200,000	3 %
(j) Cost of education and training :		1,200,000	3 %
(k) Contingency :		2,000,000	5 %
Total fixed capital:		58,200,000	

(2) Working capital

(a) Raw material ,for one month	ZD\$	69,750
(b) Inventory of products, for 0.5 month	ZD\$	208,000
	ZD\$	277,750

(3) Required capital , (1) + (2) ZD\$ 58,477,750

Production Cost

(a) Cost of raw materials

	Unit price	Quantity	Amount
Jiggy Peas	ZD\$ 119 /ton	5,000 t	ZD\$ 595,000
Bagasse	ZD\$ 143 /ton	750 t	ZD\$ 107,250
Lime	ZD\$ 800 /ton	150 t	ZD\$ 120,000
Molasses	ZD\$ 147 /ton	100 t	ZD\$ 14,700
		Sub - total :	ZD\$ 836,950

(b) Cost of auxiliary materials

Packing materials : ZD\$ 80 / ton (25 kg Bag) ZD\$ 400,000

(c) Cost of utility

Electricity : ZD\$ 0.12/kwh 300,000 kwh ZD\$ 36,000

Industrial water ZD\$ 2 /ton 2,100 m³ ZD\$ 4,200

Total ZD\$ 40,200

(d) Personnel cost

Plant manager : ZD\$ 2,500 /M 1 ZD\$ 30,000

Middle manager : ZD\$ 2,000 /M 1 ZD\$ 24,000

Worker : ZD\$ 1,500 /M 15 ZD\$ 270,000

Driver : ZD\$ 2,000 /M 2 ZD\$ 48,000

Miscellaneous services : ZD\$ 1,000 /M 2 ZD\$ 24,000

Total 1 shift ZD\$ 396,000

(c) Maintenance cost:	ZD\$ 400,000	
(f) Depreciation cost:	ZD\$ 2,090,000	
(g) Insurance premium:	ZD\$ 200,000	
(h) Sale and administration cost:	ZD\$ 250,000	
(i) Interest:	ZD\$ 2,910,000	
Grand total (Annual production cost)	ZD\$ 7,523,150	----- ①

Annual sales revenue

The annual sales revenue of smokeless oval briquette was calculated by setting the unit selling price referring to the selling price of wood fuel in Zimbabwe.

<u>Product</u>	<u>Unit price</u>	<u>Annual sales quantity</u>	<u>Annual sales revenue</u>
Oval briquettes	ZD\$ 1,000 /ton	5,000 tons	ZD\$ 5,000,000 ----- ②

Profitability

Shown below is a trial calculation of the model plant based on the aforementioned preconditions:

② - ①	
Annual sales revenue	ZD\$ 5,000,000
<u>Annual production cost</u>	<u>ZD\$ 7,523,150</u>
	- 2,523,150

The annual total profit amounts to ZD\$ which is approximately % of annual sales revenue or about 18.4 % of the total investment cost, representing a fairly high profitability.

Note: The exchange rate between Zimbabwe Dollars and US Dollars is US\$ 1.00 = ZD \$ 10.00

ケース 2 (機材価格Z\$ 2,000万
販売価格Z\$ 1,000/t)

Required capital

(1) Fixed capital

(a) Land :	80 Z\$/m ² × 10,000 m ²	800,000	
(b) Construction cost of building :	500 Z\$/m ² × 3,600 m ²	1,800,000	
(c) Cost of machinery and equipment :		20,000,000	
(d) Cost of spare parts :		1,600,000	8 %
(e) Ocean freight and insurance premium :		0	
(f) Cost of installation :		1,000,000	5 %
(g) Cost of erection :		1,000,000	5 %
(h) Cost of guidance and supervision :		2,000,000	10 %
(i) Cost of test run :		600,000	3 %
(j) Cost of education and training :		600,000	3 %
(k) Contingency :		1,000,000	5 %
Total fixed capital:		30,400,000	

(2) Working capital

(a) Raw material , for one month	69,750
(b) Inventory of products, for 0.5 month	208,000
	277,750

(3) Required capital , (1) + (2)

30,677,750

Production Cost

(a) Cost of raw materials

	Unit price	Quantity	Amount
Jiggy Peas	ZD\$ 119 /ton	5,000 t	ZD\$ 595,000
Bagass	ZD\$ 143 /ton	750 t	ZD\$ 107,250
Lime	ZD\$ 800 /ton	150 t	ZD\$ 120,000
Molasses	ZD\$ 147 /ton	100 t	ZD\$ 14,700
		Sub - total :	ZD\$ 836,950

(b) Cost of auxiliary materials

Packing materials : ZD\$ 80 / ton (25 kg Bag) ZD\$ 400,000

(c) Cost of utility

Electricity :	ZD\$ 0.12/kwh	300,000 kwh	ZD\$ 36,000
Industrial water	ZD\$ 2 /ton	2,100 m ³	ZD\$ 4,200
Total			ZD\$ 40,200

(d) Personnel cost

Plant manager :	ZD\$ 2,500 /M	1	ZD\$ 30,000
Middle manager :	ZD\$ 2,000 /M	1	ZD\$ 24,000
Worker :	ZD\$ 1,500 /M	15	ZD\$ 270,000
Driver :	ZD\$ 2,000 /M	2	ZD\$ 48,000
Miscellaneous services :	ZD\$ 1,000 /M	2	ZD\$ 24,000
Total		1 shift	ZD\$ 396,000

(e) Maintenance cost:	ZD\$ 200,000	
(f) Depreciation cost:	ZD\$ 1,090,000	
(g) Insurance premium:	ZD\$ 152,000	
(h) Sale and administration cost:	ZD\$ 250,000	
(i) Interest:	ZD\$ 1,520,000	
Grand total (Annual production cost)	ZD\$ 4,885,150	----- ①

Annual sales revenue

The annual sales revenue of smokeless oval briquette was calculated by setting the unit selling price referring to the selling price of wood fuel in Zimbabwe.

Product	Unit price	Annual sales quantity	Annual sales revenue
Oval briquettes	ZD\$ 1,000 /ton	5,000 tons	ZD\$ 5,000,000 ----- ②

Profitability

Shown below is a trial calculation of the model plant based on the aforementioned preconditions:

② - ①	
Annual sales revenue	ZD\$ 5,000,000
Annual production cost	ZD\$ 4,885,150
	114,850

The annual total profit amounts to ZD\$ which is approximately % of annual sales revenue or about % of the total investment cost, representing a fairly high profitability.

Note: The exchange rate between Zimbabwe Dollars and US Dollars is US\$ 1.00 = ZD \$ 10.00

ケース 3 (機材価格Z\$ 1,000万
販売価格Z\$ 1,000/t)

Required capital

(1) Fixed capital

(a) Land :	80 Z\$/m ² × 10,000 m ²	800,000	
(b) Construction cost of building :	500 Z\$/m ² × 3,600 m ²	1,800,000	
(c) Cost of machinery and equipment :		10,000,000	
(d) Cost of spare parts :		800,000	8 %
(e) Ocean freight and insurance premium :		0	
(f) Cost of installation :		500,000	5 %
(g) Cost of erection :		500,000	5 %
(h) Cost of guidance and supervision :		1,000,000	10 %
(i) Cost of test run :		300,000	3 %
(j) Cost of education and training :		300,000	3 %
(k) Contingency :		500,000	5 %
Total fixed capital:		16,500,000	

(2) Working capital

(a) Raw material ,for one month	69,750
(b) Inventory of products,for 0.5 month	208,000
	<u>277,750</u>

(3) Required capital , (1) + (2)

16,777,750

Production Cost

(a) Cost of raw materials

	Unit price	Quantity	Amount
Jiggy Peas	ZD\$ 119 /ton	5,000 t	ZD\$ 595,000
Bagass _c	ZD\$ 143 /ton	750 t	ZD\$ 107,250
Lime	ZD\$ 800 /ton	150 t	ZD\$ 120,000
Molasses	ZD\$ 147 /ton	100 t	ZD\$ 14,700
		Sub - total :	ZD\$ 836,950

(b) Cost of auxiliary materials

Packing materials : ZD\$ 80 / ton (25 kg Bag) ZD\$ 400,000

(c) Cost of utility

Electricity :	ZD\$ 0.12/kwh	300,000 kwh	ZD\$ 36,000
Industrial water	ZD\$ 2 /ton	2,100 m ³	ZD\$ 4,200
Total			<u>ZD\$ 40,200</u>

(d) Personnel cost

Plant manager :	ZD\$ 2,500 /M	1	ZD\$ 30,000
Middle manager :	ZD\$ 2,000 /M	1	ZD\$ 24,000
Worker :	ZD\$ 1,500 /M	15	ZD\$ 270,000
Driver :	ZD\$ 2,000 /M	2	ZD\$ 48,000
Miscellaneous services :	ZD\$ 1,000 /M	2	ZD\$ 24,000
Total		1 shift	<u>ZD\$ 396,000</u>

(e) Maintenance cost:	ZD\$	100,000	
(f) Depreciation cost:	ZD\$	590,000	
(g) Insurance premium:	ZD\$	82,500	
(h) Sale and administration cost:	ZD\$	250,000	
(i) Interest:	ZD\$	825,000	
Grand total (Annual production cost)	ZD\$	3,520,650	----- ①

Annual sales revenue

The annual sales revenue of smokeless oval briquette was calculated by setting the unit selling price referring to the selling price in Japan and prices of charcoal and other substitute fuels:

<u>Product</u>	<u>Unit price</u>	<u>Annual sales quantity</u>	<u>Annual sales revenue</u>
Oval briquettes	ZD\$ 1,000 /ton	5,000 tons	ZD\$ 5,000,000 ----- ②

Profitability

Shown below is a trial calculation of the model plant based on the aforementioned preconditions:

② - ①	
Annual sales revenue	ZD\$ 5,000,000
<u>Annual production cost</u>	<u>ZD\$ 3,520,650</u>
	1,479,350

The annual total profit amounts to ZD\$ _____ which is approximately _____ % of annual sales revenue or about _____ % of the total investment cost, representing a fairly high profitability.

Note: The exchange rate between Zimbabwe Dollars and US Dollars is US\$ 1.00 = ZD \$ 10.00

ケース4 (機材価格Z\$4,000万
販売価格Z\$2,000/t)

Required capital

(1) Fixed capital

(a) Land :	80 Z\$/m ² × 10,000 m ²	800,000	
(b) Construction cost of building :	500 Z\$/m ² × 3,600 m ²	1,800,000	
(c) Cost of machinery and equipment :		40,000,000	
(d) Cost of spare parts :		3,200,000	8 %
(e) Ocean freight and insurance premium :		0	
(f) Cost of installation :		2,000,000	5 %
(g) Cost of erection :		2,000,000	5 %
(h) Cost of guidance and supervision :		4,000,000	10 %
(i) Cost of test run :		1,200,000	3 %
(j) Cost of education and training :		1,200,000	3 %
(k) Contingency :		2,000,000	5 %
Total fixed capital:		58,200,000	

(2) Working capital

(a) Raw material ,for one month	ZD\$	69,750
(b) Inventory of products,for 0.5 month	ZD\$	416,650
	ZD\$	486,400

(3) Required capital , (1) + (2)

ZD\$ 58,686,650

Production Cost

(a) Cost of raw materials

	Unit price	Quantity	Amount
Jiggy Peas	ZD\$ 119 /ton	5,000 t	ZD\$ 595,000
Bagassc	ZD\$ 143 /ton	750 t	ZD\$ 107,250
Lime	ZD\$ 800 /ton	150 t	ZD\$ 120,000
Molasses	ZD\$ 147 /ton	100 t	ZD\$ 14,700
		Sub - total :	ZD\$ 836,950

(b) Cost of auxiliary materials

Packing materials : ZD\$ 80 / ton (25 kg Bag) ZD\$ 400,000

(c) Cost of utility

Electricity :	ZD\$ 0.12/kwh	300,000 kwh	ZD\$ 36,000
Industrial water	ZD\$ 2 /ton	2,100 m ³	ZD\$ 4,200
Total			ZD\$ 40,200

(d) Personnel cost

Plant manager :	ZD\$ 2,500 /M	1	ZD\$ 30,000
Middle manager :	ZD\$ 2,000 /M	1	ZD\$ 24,000
Worker :	ZD\$ 1,500 /M	15	ZD\$ 270,000
Driver :	ZD\$ 2,000 /M	2	ZD\$ 48,000
Miscellaneous services :	ZD\$ 1,000 /M	2	ZD\$ 24,000
Total 1 shift			ZD\$ 396,000

(e) Maintenance cost:	ZD\$	400,000	
(f) Depreciation cost:	ZD\$	2,090,000	
(g) Insurance premium:	ZD\$	200,000	
(h) Sale and administration cost:	ZD\$	500,000	
(i) Interest:	ZD\$	2,910,000	
Grand total (Annual production cost)	ZD\$	7,734,750	----- ①

Annual sales revenue

The annual sales revenue of smokeless oval briquette was calculated by setting the unit selling price referring to the selling price of wood fuel in Zimbabwe.

<u>Product</u>	<u>Unit price</u>	<u>Annual sales quantity</u>	<u>Annual sales revenue</u>
Oval briquettes	ZD\$ 2,000 /ton	5,000 tons	ZD\$ 10,000,000 ----- ②

Profitability

Shown below is a trial calculation of the model plant based on the aforementioned preconditions:

② - ①		
Annual sales revenue		ZD\$ 10,000,000
Annual production cost		ZD\$ 7,734,750
		<u>2,265,250</u>

The annual total profit amounts to ZD\$ which is approximately % of annual sales revenue or about % of the total investment cost, representing a fairly high profitability.

Note: The exchange rate between Zimbabwe Dollars and US Dollars is US\$ 1.00 = ZD \$ 10.00

第6章 代替燃料普及・開発調査のまとめ

今回の代替燃料普及調査においては、ジンバブエの都市部低所得者層が利用している燃料（薪、灯油）の価格等の諸条件から、代替燃料（特に豆炭）が価格優位性をもつために必要な価格設定条件を示した。一方、代替燃料開発調査においては、ジンバブエ国内で生産する場合の豆炭の原価計算を行った。本章においては、両者の比較により、豆炭が代替燃料として普及するために必要な前提条件である価格優位性を持ち得ているのかどうかを検証してみる。

(1) 年間生産量を5,000 tとして試算を行った。この量は、以下の理由により決定されたものである。

1) 市場要因

想定される市場規模の10%弱であり、普及の目安として一般的に十分とされる量である。また、民間企業が当市場に参入する余地を残すのに適正な量ともいえる。

2) 生産要因

豆炭生産を商業ベースで行うのに必要な標準プラント規模の下限値である。

(2) 機材価格の異なる3ケースを想定した（第5章参照）。前提条件は以下のとおりである。

(Z\$1≒10円)

1) パイロット・プラントの概要

- ① 場所：ハラレ市内
- ② 土地（ジンバブエ側提供）：2,000m²（このほか燃焼器具生産のために1,000m²必要）
- ③ 機材（日本側供与）：1,000～4,000万Z\$（一式）
 - ケース1：日本製機材 4,000万Z\$（約4億円）
 - ケース2：一部現地製作 2,000万Z\$（約2億円）
 - ケース3：大部分現地製作 1,000万Z\$（約1億円）

2) 操業

- ① 年間稼働日数：300日
- ② 稼働時間：1シフト（8時間）
- ③ 必要人員数：21人（年間人件費総額396,000Z\$）

3) 豆炭の組成

原料	構成比	年間必要量	1 t 当たり単価
粉炭 (Coal fine)	80%	注) 5,000 t	Z \$ 119
バガス (Bagasse)	15%	750 t	Z \$ 143
石灰 (Lime)	3%	150 t	Z \$ 800
モラセス (Molasses)	2%	100 t	Z \$ 147

注) 乾留した粉炭の所要量は4,000 tであるが、乾留工程により元の粉炭の量が20%減少することを考慮し必要な粉炭量は5,000 tと計算される。

(3) 前項の条件のもと生産された豆炭の1 t 当たりコストは、下表のようになる。この表からも分かるように、設備の大部分を現地製作した場合の1 t 当たり生産コストはZ \$ 704となる。

想定ケース	(機材総額)	豆炭生産コスト
ケース1：本邦機材のみ	(Z \$ 40 million)	Z \$ 1,505/ t
ケース2：一部現地製作	(Z \$ 20 million)	Z \$ 977/ t
ケース3：大部分現地製作	(Z \$ 10 million)	Z \$ 704/ t

(4) 一方、代替燃料普及調査より推定された、豆炭が現在の燃料に対して競合可能となる価格は、前述のように1 t 当たりZ \$ 1,000~2,300以下となる。

(5) 以上より、ケース2またはケース3の場合、すなわち機材の一部または大部分を現地製作すれば、豆炭は競争力のある価格付けを行うことが可能であることが導出される。

(6) なお、本章においては、豆炭についてのみ、コスト比較の観点から普及可能性を探っているが、広く代替燃料について同様の調査を行う必要がある。また、豆炭についても、サンプル数を増やした本格的な需要調査や、機材製作可能性調査を行い、精度の高い結果を得る必要があるであろう。

資 料

1. 英文報告書
2. ローカルコンサルタント調査報告書

*Summary Report on the Basic Study
for the Coal Briquette Development and
Dissemination Project
in Zimbabwe*

17 December 1996

prepared by the Basic Study Team
Zimbabwe Household Fuel Development Project
Japan International Cooperation Agency (JICA)

Table of Contents

Chapter 1. Introduction	3
Chapter 2. Marketing Analysis of Coal Briquette	3
2 - 1. Patterns of Household Fuel Consumption	3
2 - 2. Deforestation and Fuelwood Distribution	5
2 - 3. Fuel Price Comparison and Pricing of Coal Briquette	6
2 - 4. Possibility of Dissemination of Coal Briquette	8
2 - 5. Fuel-efficiency Cooking Appliances	9
2 - 6. Measures for Disseminating Coal Briquette	10
Chapter 3. Coal Briquette Production in JICA Technical Cooperation Project ..	14
Chapter 4. Conclusions	16
Appendix I. Comparison of Household Fuel Prices and Pricing of Coal Briquette·	17
Appendix II. Cost Calculation of Coal Briquette	18

Chapter 1. Introduction

This summarized report gives an overview from the results of a study conducted for assessing the feasibility of introducing coal briquette as a household fuel in Zimbabwe. The study was conducted in November 1996, by the Basic Study Team sent by Japan International Cooperation Agency(JICA) in collaboration with Southern Centre for Energy and Environment (hereafter referred to as "Southern Centre").

This summary report has been prepared based on the results of field surveys interviewing 140 household and entrepreneurs around Harare, which has been partly compiled to the "Survey Report on Household Fuel Usage Characteristics for the Evaluation of the Feasibility of Introducing Coal Briquettes as a Household Fuel: Harare and Chitungwiza" [Southern Centre, 1996], and previous studies made by several institutions in Zimbabwe.

Chapter 2. Marketing Analysis of Coal Briquette

2 - 1. Patterns of Household Fuel Consumption

- 1) In Harare and its surrounding areas, electricity, kerosene and fuelwood are used as major household fuels. The low-income group which occupies a major portion of the Harare population uses mainly kerosene, some electricity and fuelwood for cooking purpose. While electricity is the principal energy source for lighting, kerosene lamps and candles are also used. For space heating purpose, fuelwood occupies a significant share. A considerable number of households are making selective use of these fuels. According to the season, price of fuel, type and volume of cooking and other different conditions, actual patterns of fuel usage are widely diversified.
- 2) While the penetration ratio of electricity is at a high level in Harare, many electricity users are under load-limited supply. A lot of low-income households use it for lighting purposes only. Electric cookers, which are quite expensive and require high power, are hardly availed by poor populations. The number of lodgers has been on the increase because of the urbanization. Here only the landlords use electricity for cooking, while the lodgers are allowed, or can afford to use electricity for lighting only. The lodgers are likely to refrain from buying electric appliances for fear of receiving bills charged at unaffordable amounts.

- 3) Kerosene is currently used as the most popular fuel for the lower-income group. This can be attributable to the low price by the governmental kerosene subsidy policy (kerosene was sold at a 60% subsidized price [NOCZIM, 1995]). Kerosene is easy to handle and is available at any place in urban areas. However quality of kerosene stove is poor. Ordinary type of kerosene stove is low efficiency, causes leakage, has potential danger of explosions or flickering out and has poor stability when cooking. It is also not accepted for cooking use in large families. Its offensive odor characterizes kerosene as not a very favourable fuel. Because of the recent financial constraints of the government, the subsidies are being reduced subsequently and the retail price may be raised.
- 4) Fuelwood is not so widely used as a main fuel for cooking in urban areas as a whole, although it does occupy a major position in some urban areas and peri-urban areas as well as the rural areas where people of the lower-income population inhabit. Many kerosene users as well as a part of the electricity users often make use of fuelwood for space heating, the long-time cooking of beans and roasting meat. The range of actual fuelwood users is considered to be quite wide and diversified. A substantial number of households are constantly using fuelwood for space heating in wintertime. Many people are convinced that fuelwood is best for cooking sadza because of its burning characteristics. There is a considerable number of potential supporters of fuelwood, however, it is no longer available free of charge and users have to pay for it. Its rising price and little supply make it hard for the poor people to buy. Lodgers have problems of having a very limited storage space, are prohibited to give off smoke, and are unable to use fuelwood on rainy days. Frequently gathered fuelwood of poor quality causes to lose users.
- 5) A very small number of households are using gas (contained in cylinders), raw coal and charcoal for limited types of applications. Cowdung is used by some people in the most poverty-stricken rural areas.
- 6) Solid fuels such as fuelwood and raw coal are used for a wide variety of purposes other than household use. Boarding schools, hospitals, orphanages, police camps and prisons have great demands for fuelwood and raw coal because of the need to cook large meals and for boilers. Fuelwood and raw coal are also used at tobacco farms, poultry farms, brick kilns, local breweries and some other types of small-scale enterprises. Some tobacco farmers and brick manufacturers stated that they had to switch to coal because fuelwood was no longer available at reasonable prices.

2 - 2. Deforestation and Fuelwood Distribution

- 1) It has been generally accepted that forestry destruction has not yet been a serious issue for Zimbabwe as a whole. In practical terms, however, the situation is different. The fuelwood problem is acute and immediate in large pockets of the country. In case of Harare, forests as sources of fuelwood are only found in areas 50 to 200 kilometers far from the urban areas, and the increased transportation cost constitutes a major cause for the price hike.
- 2) Since work for supplying fuelwood to consumers in the urban areas is exercised on a commercial basis, high-quality precious species of indigenous trees have been exhaustively lumbered in large quantities in one place in order to efficiently obtain "marketable" fuelwood. Therefore fuelwood supply for urban populations is considered to be a significant cause for the deforestation.
- 3) Municipalities, the Forest Commissions and other public organizations abstain crackdown of illegal felling because of insufficient budget. In Harare areas, where large-scale commercial farms occupy a predominant part, farmers exercise strict measures against lumbering. The sources of fuelwood supply are shifting to areas further remote from Harare.
- 4) Although there exists a large number of residents who are accustomed to getting fuelwood free of charge in the rural areas and suburbs of Harare, there are also a number of other residents who are actually paying for fuelwood or are obliged to do so. Even if fuelwood is available free of charge, there are some cases where consumers are obliged to observe the collection periods and the quantities of fuelwood specified by the farmers who own the source of fuelwood.
- 5) Mostly fuelwood can be obtained free of charge in the supply source areas while it is sold at Z\$2 a bundle whose weight varies from 1 to 5 kg. Furthermore actual time and burning patterns differ with the species of trees and to the extent of drying, it is difficult to generalize the cost of fuelwood. Consumers practice selective use of these different kinds of fuelwood in such a manner that well-dried and readily ignitable lots are used for quick cooking.

2 - 3. Fuel Price Comparison and Pricing of Coal Briquette

- 1) Coal Briquette is one of solid fuels made of coal fine which are carbonized. Bagasse or other agricultural residues as an igniter, molasses as a binder and lime as an ash-content adjuster are mixed together. Carbonized coal briquette has the characteristics as:
 - a) burning as long as 6 to 8 hours in a fuel-efficiency cookstove
 - b) smokeless
 - c) hard enough to allow long distance transport without breaking
 - d) clean and compact
 - e) made of abundant indigenous natural resources which have no more use
 - f) can be produced in any shape
 - g) quenchable and reusable upon drying without affecting its combustibility

- 2) In order to assure price competitiveness of coal briquette against fuelwood or kerosene, the upper limit of its price have to be calculated. To compare fuel prices, two different methods are applicable. One is to compare the cost per unit effective calorific value by using the experimental data. The other method is to determine each fuel requirements for cooking meal of a day or for a week. Additionally psychological factors in the retail stage, as to the apparent volume and price per purchase unit, plays an important role in pricing. It is difficult to account price of fuelwood, because volume of bundle, tree species, water content, season and location of retailer vary as mentioned above. For further details, refer to the Appendix.

- 2) The method for calculating cost per unit effective calorific value indicates that the retail price for coal briquette should be Z\$2,300 to 9,100/tonne or lower in order to be competitive with fuelwood. In order to be competitive with kerosene, coal briquette must be lower than Z\$650/tonne.

- 3) Comparison is made by using a method for estimating and calculating prices from actual amounts of consumption. This method suggests that the price for coal briquette is to be somewhere between Z\$1,200 to Z\$4,800/tonne or lower in order to be competitive with fuelwood and Z\$360 to 1,070/tonne or less with kerosene.

- 4) These facts may lead to the assumption that, coal briquette will become superior to fuelwood in price and will be possibly disseminated when it is produced and sold at the

retail price range of Z\$1,200 - Z\$9,000/tonne or lower. Coal Briquette price must be lower than the range of Z\$360 -Z\$1,070/tonne to be competitive with kerosene.

- 5) Additionally the price of coal briquette is to be compared with that of raw coal. The average retail price of raw coal for commercial users in Harare is Z\$550/tonne. If any competitive retail price is set, coal briquette can meet large-volume demands from places such as tobacco farms and brick kilns. For small-lot users, 40kg raw coal (packed in a so-called "50kg bag") is sold at filling stations at a price of about Z\$45, which is equivalent to Z\$1,125/tonne.
- 6) Finally coal briquette is to be compared with fuelwood and kerosene at retail prices for small lots. A "bundle" of fuelwood is sold at Z\$2 for 3 to 4 pieces, while a "log" which is composed of approximately 20 pieces of fuelwood, is sold at the standard price of Z\$10. Consumers usually go to filling stations where kerosene is put in a 750ml oil bottle or a 5-liter plastic container, priced at Z\$1.1 and Z\$7.4, respectively. On the other hand, the field survey revealed that the most recognizable package when buying coal briquette was that of a 5kg plastic bag. A possible favourable reaction will be expected when coal briquette is sold at Z\$5 per 5kg (equivalent to Z\$1,000/tonne) or less.
- 7) Table 1 shows all the figure suggested above. It seems to be appropriate to compare with the prices of firewood and then the price of coal briquette is to be preferably lower than Z\$1,000 /tonne (hereafter referred to as "scenario 1", see Chapter 3) and at least lower than Z\$2,300 /tonne (hereafter referred to as "scenario 2").

Table 1: The competitive prices for coal briquette (upper limit for pricing)

Compared fuel	Method of Comparison		
	1: by calorific value	2: by consumption	3: by retail price
Firewood	Z\$2,300-9,100/tonne	Z\$1,200-4,800/tonne	---
Mixed retail fuels (kerosene)	---	---	Z\$1,000/tonne
(raw coal)	Z\$650/tonne	Z\$360-1,070/tonne	---
	---	---	Z\$550/tonne

2 - 4. Possibility of Dissemination of Coal briquette

- 1) The field survey showed that 93% of fuelwood users expressed their wish to switch to other fuels. 39% of fuelwood users would switch to fuels other than electricity and kerosene, while only 4% of them would replace fuelwood with kerosene. Major issues were concentrated on the prices of fuels. The complaints of fuels prevailed among even all the households including the electricity and kerosene users, 77% of them wished to alternate.
- 2) Fuel consumers in Harare district have the availability of selecting fuels according to conditions and low-price orientation. Interviews after brief explanation of coal briquette revealed that 90% of the respondents would be willing to use it if it was cheaper (implying a considerable desire for trial use). Coal briquette may be more familiar than other alternative fuels for fuelwood users since both fuels are solid energy source and have similar burning characteristics.
- 3) Judging from the results of the field survey and some previous related studies, approximately 30% of the population around Harare are expected as users of coal briquette potentially.
- 4) The alternation to coal briquette probably would not drastically take place in a short period. As long as "supply at low price" is assured, a considerably wide range of population are expected to be coal briquette users in the forms of full use, provisional use, seasonal use, purpose-limited use and mixed use with other fuels.
- 5) It was found in the field survey that only 4% of the interviewed samples obtained fuels free of charge and the rest paid a lot even for fuelwood. This fact supports the idea that coal briquette may have the possibility of penetrating the market as a general commodity when the price is competitive.
- 6) Biomass Users Network (BUN) is already producing saw dust briquette on a trial basis in Mutare. In a high school grade boarding school in the neighborhood of the plant, the saw dust briquette is used at a rate of 500kg a day. This figure implies the big demand in the institutional sector for solid substitute fuels.

- 7) Taking all these factors into consideration, the number of final potential users of coal briquette around Harare will reach half a million (including all those forms of users mentioned above) and the market size in the household sector will be 60,000 tonne per annum. When commercial uses are included, the potential demand will be much larger.

2 - 5. Fuel-efficiency Cooking Appliances

- 1) Efficient cookstoves for low-income households are not so popular in Zimbabwe. Almost all consumers burn fuelwood in the form of an open fire or "three stones," in which thermal efficiency is very low. The Metal Grate Stove, which is made of welded steel rods resembling a tripod, does not help the user to save on fuel since it allows pots to be away from the fire.
- 2) The Tsotso Stove, which is a large portable fuelwood stove with a metallic outer shell and a ceramic (vermiculite) inner liner, has sold ten thousand units during the past ten years. However, it is too expensive (Z\$150 - 220) for lower-income group. Although several other types of fuel-efficiency cookstoves are promoted by NGO and other organizations in different areas, all of the appliances are not so disseminated because they are considerably large-sized built-in types and thus too expensive for low-income households.
- 3) Domestically made kerosene stoves are very popular and are found in any shop. However, they are below the level of perfection required in commercial goods. A one-plate ordinary kerosene stove costs at Z\$50 - 80.
- 4) Portable ceramic cookstoves that can be used for burning both fuelwood and coal briquette would be very effective to promote the smooth shift to coal briquette. Portable ceramic stoves are superior in terms of thermal efficiency, physical stability, mobility and ease to be manufactured. Since even kerosene stoves (Z\$50 - 80) or Metal Grate Stoves (Z\$120 or thereabouts), priced rather higher than equivalents sold in neighboring countries (e.g. The existing metallic stove for low-income users in Zambia is sold at an equivalent price of Z\$10.), are accepted by low-income population, portable ceramic stoves will be accepted to a certain extent as long as they are developed and sold at competitive prices.

2 - 6. Measures for Disseminating Coal briquette

- 1) The key to success in the dissemination of coal briquette can be concentrated on the issue of "how to sell at low price." A certain extent of the penetration should be foreseeable as long as coal briquette can be marketed with reasonable pricing because of the rationality and flexibility of Zimbabwean population.
- 2) While scaled production is a must to reduce cost, it is of vital importance to take up the low-income group as a main target and serve for their benefit. It will also be important to satisfy the potential demand for commercial use of coal briquette with the aim of cost reduction effects by further enlargement of the production scale. Although the commercial use market is significantly sizable, it is more cost-sensitive. Further cost reduction efforts should be exercised by means of introducing non-carbonized coal briquette with the elimination of packaging. The commercial application should be understood as an auxiliary means for reducing the cost of coal briquette destined for low-income households.
- 3) In the stage of product development, it is necessary to further examine acceptability from various points of view. To ensure the satisfactory performance during the mean cooking time of 20 minutes or thereabouts [Southern Centre, 1994], coal briquette is required to be readily ignitable even its fire does not last much longer than its ability. On the other hand, it is required to convince prospective users of space heating as well as those of large families with fire-lasting-longer briquette. Hence it may be a good idea to provide various users with an assortment of briquettes with different characteristics. In terms of the shape of briquette, fuelwood users will find it easier to transfer to using coal briquette if it is produced in a rod form. In any case, it is required to ensure that the basic quality is maintained to a certain extent without adversely affecting the cost.
- 4) In order to fully utilize the ability of coal briquette, fuel-efficiency cookstoves represented by clay stoves are to be developed. When such cookstoves that can be used for burning both fuelwood and coal briquette are available, it would be economical to remind people of saving energy. The fact that oil cans are sometimes used as a substitute for cookstoves can support the possibility of dissemination of clay stoves in terms of experience of using stoves. The competitive price of clay stove is required to be accepted for the low-income population and the low cost can be achieved by technical dissemination of manufacturing clay stove in local community or among entrepreneurs.

- 5) Transportation and distribution are challenging issue for coal briquette and cookstoves. The initial cost including transportation should be cost-effective. When coal briquette are recognized as a general commodity and become somewhat profitable for brokers or distributors, entrants into this business will certainly expand.
- 6) As to distribution channels, respondents of the survey apparently assumed fuelwood retailers. Other conceivable channels include filling stations. Each station in Harare is considerably free to perform its own business outside the scope of the headquarters. In fact some filling stations are selling fuelwood and coal. There is another plan of cooperating with "Solar Energy Shops" located in Harare as a retailer. The shops are provided in accordance with the household photovoltaic power generation system promotion project implemented by UNDP/GEF and currently studied by JICA. Since the photovoltaic power generation system is not sufficient to satisfy requirements of cooking, the lateral introduction of coal briquette is an effective means. Beside such energy-related channels, it may be advisable to consign the distribution to super market chains. Their distribution network are indeed efficient and also advantageous in sales promotion since they are frequently accessed by general consumers. The Mbare market, the largest among open market and the supply base of various commodities including fuelwood, should not be left untouched.
- 7) It is important to concentrate on a certain number of key areas within Harare at the initial stage of coal briquette dissemination. Since the above-mentioned Mbare is noted for heavy population, densely inhabited by low-income households, and has a high proportion of fuelwood users, it can be the most important area. Epworth located in peri-urban area is known as one of the most intensely congested townships of access to fuels by low-income households. Hatcliffe is the nearest township to SIRDC for low-income households and most convenient to access for the implementation of the project. Highfield is a heavily populated district, where the Government tentatively introduced coal stoves just before the independence, hence inhabitants are familiar with introducing this new fuels. Budiriro consists of newly built residential buildings for lower-income population, where electricity is not yet distributed. Borrowdale has typical high-income households, and thus it is most suitable to determine demands for space heating and barbecue grills. They have also great demands for giving fuels to their workers as a fringe benefit.

- 8) Population generally have the unfavourable impression of coal as filthy, smoky, toxic, or smelling. Although the carbonized smokeless coal briquette is almost free from these undesirable effects, coal as a whole still gives an unfavourable impression. In order to penetrate away from the adverse influence of such adjectives, it is better to formulate the marketing strategy including naming which does not give a strong impression of coal as a component material but imply images of cleanliness, smoke-free, toxic-free, smell-free and ease to handle.
- 9) Methods for promotion and advertisement should be well examined. During nationwide events, such as the "Trade Fair" and "Agricultural Show" as well as various gatherings, it is important to demonstrate the freshness of the products. They can involve intellectuals who will have a significant effect, and farm owners and corporate managers who have a number of low-income employees. Advertisement on television, radio, newspapers and other mass-communication media are the means to obtain unexpected substantial responses. Verbal dissemination, typically by children, of commercial messages, catch phrases and commercial songs is to be highly effective as a means of advertising. In densely populated areas, theatrical demonstrations are effective as well.
- 10) While upholding the penetration of standard products into the lower-income group as the primary objective, the development of high value-added products is required as well as to ensure the successful business. The match-ignition coal briquette allows the user to set fire with a single match and is intended to create a demand for leisure life goods such as a barbecue grill. This demand is expected not only to increase revenue, but also to allow the wealthy class to understand the use of coal briquette and high-efficiency cookstoves, and to further convince their low-income employees of the advantages of this new type of fuel.
- 11) In the deployment of disseminating activities, the methods for efficient use of fuels should be also proposed in order to enlighten the prospective users. The followings are included:
- a) the concept and significance of saving fuels
 - b) the combination use of fuelwood and coal briquette so as to utilize the advantages of each fuel
 - c) the utilization of petty tools such as coal briquette quenching pots and hand fans
 - d) handling methods for cookstoves
 - e) boiling drinking water for sanitary purposes by utilizing embers of briquette.

12) Particularly in rural areas, women are traditionally burdened not only with cooking, but also with collecting fuelwood by walking to and from source areas far away from home, which takes a long time. In viewing the consideration for Women in Development (WID), women are to be participated in the programme from the development stage. NGOs which are related with gender issues are also to be involved in order to utilize their network at grass-root level for penetrating into each community.

13) Extending the project to the rural areas and several large cities can be considered in the future after the achievement of favourable dissemination in Harare area. Research and development on fuel briquettes other than coal briquette by utilizing briquetting technology is also to be commenced on the next stage. Bagasse briquette, sawdust briquette and other briquettes of any agricultural residues are to be included.

Chapter 3. Coal Briquette Production in JICA Technical Cooperation Project

- 1) Annual production of coal briquette in the pilot plant is to be 5,000 tonne. This amount of production is determined by both marketing and production aspects. 5,000 tonne is slightly less than 10% of the market size as assumed in the previous section and it is appropriate to see the possibility of dissemination and to leave room for entrepreneurs to enter this business, while 5,000 tonne is also determined as the minimum production volume for a standard-size coal briquette plant.
- 2) Three cases with the different cost of equipment are presented here. Major factors to be determined in prior to the cost calculation are as follows:

A) Pilot plant design

- a) Project site: Harare
- b) Plant area(prepared by GOZ): 2,000m² (1,000m² is to be added to this for clay stove production when it is to be done)
- c) Equipment(prepared by JICA): Z\$10 - 40 million/set
 - [Case 1] Japanese equipment only: Z\$40 million/set
 - [Case 2] Partially fabricated domestically: Z\$20 million/set (Assumption)
 - [Case 3] Mostly fabricated domestically: Z\$10 million/set (Assumption)

B) Plant operation

- a) Annual operating days: 300 days/year
- b) Daily operating hours: One shift (8 hours)
- c) Working force allocated: 21 persons (Z\$396,000/month in total)

C) Compositions of coal briquette

Table 2: Composition of coal briquette

	Composition	Required amount	Cost
Coal fine	80%	*5,000tonne/year	Z\$119/tonne
Bagasse	15%	750 tonne/year	Z\$143/tonne
Lime	3%	150 tonne/year	Z\$800/tonne
Molasses	2%	100 tonne/year	Z\$147/tonne

*Required amount of coal fine was determined in consideration of the fact that carbonization process reduces 20% of the original amount of coal.

- 3) The costs of coal briquette produced under these assumptions are on Table 3 (see Appendix II in detail). The table shows that coal briquette costs Z\$1,505 per tonne if it is produced only by Japanese equipment(Case 1), while a set of equipment mostly fabricated domestically(Case 3) can produce coal briquette at the cost of Z\$704 per tonne.

Table 3: Costs of coal briquette production in three cases

	Cost of Equipment	Coal Briquette Cost
Case 1) Japanese equipment only	Z\$40 million/set	Z\$1,505/tonne
Case 2) Partially fabricated domestically	Z\$20 million/set	Z\$977/tonne
Case 3) Mostly fabricated domestically	Z\$10 million/set	Z\$704/tonne

- 4) The results of the cost calculation and the price comparison show that coal briquette can be produced at competitive price. If equipment are fabricated at Z\$10 million, the coal briquette price are sure to be less than the assumed competitive level (see Table 4).

Table 4: The propriety of each production cost with different scenarios

	Coal briquette price is to be less than ...*	
	Scenario 1) Z\$1,000/tonne	Scenario 2) Z\$2,300/tonne
Case 1) Z\$40 mil. equipment	×	⊙
Case 2) Z\$20 mil. equipment	○	⊙
Case 3) Z\$10 mil. equipment	⊙	⊙

Note *: See Chapter 2-3. 7)

- Key: ⊙: coal briquette can be produced at cheaper price than that presented by the scenario
 ○: coal briquette can be produced at almost same level with the presented price
 ×: coal briquette can not be produced at cheaper price than that presented by the scenario

Chapter 4. Conclusions

- 1) The survey results indicated that coal briquette can be accepted as an efficient household energy source in Harare area when the price is competitive. Coal briquette does not seem to drastically replace other fuels but it can play a significant role in the household energy portfolio.
- 2) The dissemination of coal briquette heavily depends on the price of coal briquette. The cost of equipment for coal briquette production mostly determines the production cost and the retail price. The feasible cost can be achieved when most of equipment for coal briquette production is fabricated domestically at cheaper cost.
- 3) The development of fuel-efficiency cookstoves such as clay stoves for using with coal briquette is to be considered. Further research and discussion are required to see their needs and possibility of dissemination.
- 4) Activities for dissemination including advertisements, promotional works and building up of the dissemination system involving many stakeholders are important and should be carefully implemented.
- 5) It is finally concluded that the coal briquette development and dissemination project is worth while to be recommended, since the project can be feasible and it can bring benefits especially to the life of the low-income population in Harare.

Appendix 1: Comparison of Household Fuel Prices and Pricing of Coal Briquette

1. Assumption of basic data for calculation and derived values

Table 5: Assumption of basic data for calculation and derived values

	Fuelwood	Coal briquette	Kerosene
Calorific value of fuel (MJ/kg)	16.0 (dry basis)	25.2	43.5
Thermal efficiency of cooking appliance (%)	10.0	30.0	40.0
Effective calorific value (MJ/kg)	1.6	7.6	17.4
Standard price (Z\$/kg)	0.5 - 2.0	X	1.85 (Z\$1.48/l)
Standard monthly household consumption	100 - 200 kg	35 - 50 kg	10 - 30 l
Standard monthly household expenses (Z\$)	50 - 200	X	15 - 45
Weight per unit effective calorific value	0.625 kg/MJ	0.132 kg/MJ	0.057 kg/MJ
Price per unit effective calorific value	Z\$0.3 - 1.2/MJ	X	Z\$0.11/MJ

Note: * The values are obtained for the case when the subject fuel is used as the main fuel for cooking

* The density of kerosene is 0.80 kg/litre

2. Comparison of prices per unit effective calorific value

Coal briquette price to be sufficiently competitive with fuelwood

$$= 0.8/0.132 \text{ to } 1.2/0.132$$

$$\approx \text{Z\$}2.3 \text{ to } 9.1/\text{kg} \approx \text{Z\$}2,300 \text{ to } 9,100/\text{tonne}$$

Coal briquette price to be sufficiently competitive with kerosene

$$= 0.11/0.159 \approx \text{Z\$}0.65/\text{kg} \approx \text{Z\$}650/\text{tonne}$$

3. Comparison in terms of standard monthly household expenses

Coal briquette price to be sufficiently competitive with fuelwood

$$= 50/42 \text{ to } 200/42 \text{ (Mean monthly coal briquette consumption: 42 kg)}$$

$$\approx \text{Z\$}1.2 \text{ to } 4.8/\text{kg} \approx \text{Z\$}1,200 \text{ to } 4,800/\text{tonne}$$

Coal briquette price to be sufficiently competitive with kerosene

$$= 15/42 \text{ to } 45/42$$

$$\approx \text{Z\$}0.36 \text{ to } 1.07/\text{kg} \approx \text{Z\$}360 \text{ to } 1,700/\text{tonne}$$

Appendix II: Cost Calculation of Coal Briquette

(in Case 3: set of equipment costs Z\$10 million , 5,000 tonne/year)

Table 6: Initial cost of coal briquette production

	code	Item	Remarks	Cost (Z\$)
Fixed capital	11	Machinery and equipment		10,000,000
	12	Spare parts	8% of (11)	800,000
	13	Installation	5% of (11)	500,000
	14	Erection	5% of (11)	500,000
	15	Guidance and supervision	10% of (11)	1,000,000
	16	Test run	3% of (11)	300,000
	17	Education and training	3% of (11)	300,000
	18	Contingency	5% of (11)	500,000
	21	Land		800,000
	22	Construction cost of building		1,800,000
Working capital	31	Raw material	for one month	69,750
	32	Inventory of products	for half a month	208,000
TOTAL REQUIRED CAPITAL				16,777,750

Table 7: Annual production cost of coal briquette

	code	Item	Remarks	Cost (Z\$)
Raw material cost (total)				836,950
	111	Coal Fine	5,000 tonne @Z\$119/tonne	595,000
	112	Bagasse	750 tonne @Z\$143/tonne	107,250
	113	Lime	150 tonne @Z\$800/tonne	120,000
	114	Molasses	100 tonne @Z\$147/tonne	14,700
	121	Packaging materials	Z\$80/tonne	400,000
Utility cost (total)				40,200
	131	Electricity	300,000kWh @Z\$0.12/kWh	36,000
	132	Industrial water	2,100m ³ @Z\$2/tonne	4,200
Personnel cost (total)				396,000
	141	Plant Manager	1 @Z\$2,500/month	30,000
	142	Middle manager	1 @Z\$2,000/month	24,000
	143	Worker	15 @Z\$1,500/month	270,000
	144	Driver	2 @Z\$2,000/month	48,000
	145	Miscellaneous services	2 @Z\$1,000/month	24,000
	151	Maintenance		100,000
	161	Depreciation	18 years	590,000
	171	Insurance premium		82,500
	181	Sales and administration		250,000
	191	Interest		825,000
TOTAL ANNUAL PRODUCTION COST				3,520,660
Production cost per tonne			Z\$3,520,660 / 5,000 tonne	704