

ザンビア共和国
燐酸肥料工場建設
計画調査報告書

1987年9月

国際協力事業団

工 計 鉅

J R

87-127

JICA LIBRARY



1040349[1]

ザンビア共和国
燐酸肥料工場建設
計画調査報告書

1987年9月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87.10.20	533
		684
登録 No.	16931	MPI

序 文

日本国政府は、ザンビア共和国政府の要請に基づき、同国の磷酸肥料工場建設計画に係る調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、(株)日本プラント協会 植木茂夫氏を団長とする調査団を昭和61年11月23日から12月22日まで現地に派遣した。

同調査団は、ザンビア共和国政府および関係機関と協議しつつ、その全面的な協力を得て、ルサカ、チレンブェおよびその他の関連する地域の踏査、関係資料の収集などを行った。帰国後、現地調査の結果をふまえ関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

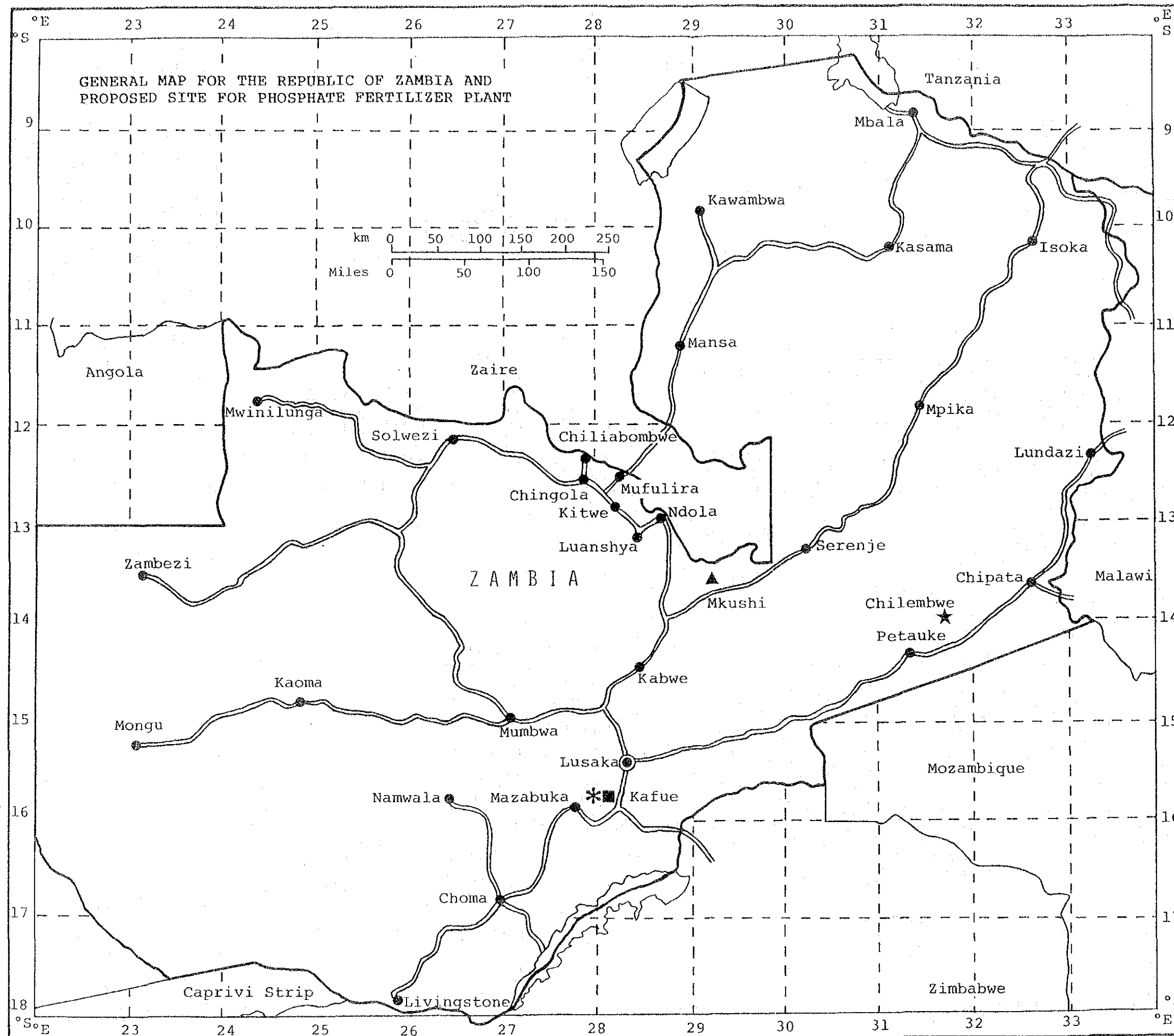
本報告書は、その結果を取りまとめたものであり、ザンビア共和国の磷酸肥料工場建設計画の推進に寄与するとともに、同国と我が国との友好親善の促進に役立つことを切望するものである。

本調査の実施に際し多大なご協力をいただいたザンビア共和国政府、在ザンビア共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1987年9月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 有 田 圭 輔



Republic of Zambia

- Land Area : 753,000 km²
- Population : 6.88 Millions - 1986
- Increase Rate : 3.1%/Year
- GDP/Capita : ZK1,759 - 1986
- Exchange Rate : ZK8.00/US\$ - 1987

Reference Location for the Study Project

★ Chilembwe: Phosphate Reserve

- Ore Reserve : 1.55 Million Tons
- Ore Quality : 11.5% of P₂O₅
- Production Potential : Concentrate (30% P₂O₅, 35,181 TPY, 14 + years)
- Administration : MINEX, ZIMCO

▲ Mkushi: Serpentine Reserve

- Ore Reserve : 1.0 Million Tons
- Ore Quality : 32.8% of MgO (South Hill)
- Production Potential : Crushed Ore (32.8% MgO, 19,103 TPY, 32 + years)

■ Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd. (NCZ), Kafue

- Ammonia : 96,000 TPY
- Nitric Acid : 120,000
- Sulfuric Acid : 60,000
- Ammonium Sulfate : 50,000
- Complex Fertilizer : 142,320
- Ammonium Nitrate : 140,000

* Proposed Site for Phosphate Fertilizer Plant: Southwest of NCZ Plant in Kafue

Plant Capacity:

- Fused Magnesium Phosphate : 50,400 TPY (20.11% C-P₂O₅)
- or
- Single Super Phosphate : 57,205 TPY (17.20% AV-P₂O₅)

ABBREVIATIONS, ACRONYMS AND CONVERSION FACTORS

General

DCF	Discounted Cash Flow
Fiscal Year	January 01 to December 31 in Zambia
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
IRR	Internal Rate of Return
ZK	Zambian Kwacha (ZK1.00 = Ngwe 100.0)
ROI	Return on Investment
ROE	Return on Equity
S/W	Scope of Work (INDECO-JICA, August 19, 1986)
The Study	The Feasibility Study on the Establishment of a Fused Magnesium Phosphate Fertilizer Plant in the Republic of Zambia
The Cost Estimate Date	January 1, 1987 for the Study
MM	Million
MVA	Manufacturing Value Added
NPV	Net Present Value
Ngwe	Ngwe 100.0 = ZK1.00
US\$	U.S. Dollar

Exchange Rates

-	October 11, 1986	ZK5.01/US\$	Weekly foreign exchange auction system (Marginal Rate) at BOZ
-	January 1, 1987	ZK12.71/US\$	Weekly foreign exchange auction system (Dutch Rate) at BOZ
-	May 1, 1987	ZK8.00/US\$	Fixed foreign exchange rate system at BOZ
-	The Study	ZK8.00/US\$	Prevailing prices level in Zambia is estimated on January 1, 1987 but the exchange rate of ZK8.00/ US\$ is applied because of adjustment delay of domestic prices to foreign exchange rate fluctuation observed during the study period.

Organization and Others

BOZ	The Bank of Zambia
CAPC	Central Africa Power Company
CDA	Cattle Development Area
CFC	Cattle Financing Company
COZ	Credit Organization of Zambia
CPC	Copper Belt Power Company
CSO	Central Statistical Office
CSBZ	Cold Storage Board of Zambia
CSSL	Crushed Stone Sales Ltd./INDECO
DAO	District Agriculture Officer
DBZ	Development Bank of Zambia
DOM	Department of Meteorology
DPB	Dairy Produce Board
EOJ	Embassy of Japan
EF	Emergent Farmers
FAO	Food and Agriculture Organization
FD	Forestry Department
FINDECO	Financial Development Corporation
FPRD	Forest Products Research Department
GRZ	Government of the Republic of Zambia
IDZ	Intensive Development Zones
INDECO	Industrial Development Corporation Ltd.
IRDP	Integrated Rural Development Programme
JICA	Japan International Cooperation Agency
LINTCO	Lint Company of Zambia
MAWD	Ministry of Agriculture and Water Development
MCOOP	Ministry of Co-operatives
MCI	Ministry of Commerce and Industry
MCL	Maamba Collieries Ltd.
MD	Meteorological Department
MINEX	Mineral Exploration Department, Exploration House, ZIMCO
MLNR	Ministry of Lands and Natural Resources
MOF	Ministry of Finance
MOM	Ministry of Mine
Mount Makulu	Agricultural Research Station, Lusaka
MTC	Ministry of Transport and Communication

NAMBOARD	National Agricultural Marketing Board
NATCO	National Tobacco Company
NCDP	National Commission for Development Planning
NCSR	National Council for Scientific Research
NCZ	Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd.
NEC	National Energy Council
NIEC	National Import and Export Corporation Ltd.
NMB	National Marketing Board
NSE	Nakambala Sugar Estate
OFP	Operation Food Production (Zambia: 1980 - 1990)
PCMU	Provincial Cooperative Marketing Unions
PFO	Provincial Forest Offices
PIC	Prices and Income Commission
PTA	Preferential Trade Area for Eastern and Southern Africa
SAA	Senior Agricultural Assistant
SADCC	Southern African Development Co-ordination Committee
SIDO	Small Industries Development Organization
TAZARA	Tanzan Railway
TBZ	Tabacco Board of Zambia
UNIP	United National Independency Party
UNZA	University of Zambia
Zambia	Republic of Zambia
ZADB	Zambia Agricultural Development Bank
ZABS	Zambia Bureau of Standards
ZCCM	Zambia Consolidated Copper Mines Ltd.
ZCF	Zambia Cooperative Federation
ZESCO	Zambia Electricity Supply Corporation Ltd.
ZHPL, ZAMHORT	Zambia Holiticultural Product Ltd. (Zam Hort)
ZIMCO	Zambia Industrial and Mining Corporation Ltd.
ZIT	Zambia Institute of Technology
ZNEL	Zambia National Energy Ltd.
ZR	Zambia Railways
ZSC	Zambia Sugar Company Ltd.

Units Conversion Factors

Acre, A	1.0 Acre	= 4,047 m ²
ata	Atmospheric Pressure in Absolute	
atg	Atmospheric Pressure in Gauge	
BBL	Barrel, 1.0 BBL	= 42.0 US Gallon
		= 34.97 Imperial Gallons
BSCF, BCF	Billion SCF	
BSCFD	Billion SCF per Day	
BTU	British Thermal Unit,	
	1.0 BTU	= 0.252 kcal
Bushel	1.0 Bushel	= 34.25 Liters
DWT	Deat Weight Ton	
EL	Elevation Level	
GW	Giga Watt, Billion Watt	
Ha	Hectare, 1.0 ha = 10,000 m ² = 2,471 Acres (A)	
HHV	High Heating Value	
Gallon	1.0 US Gallon	= 0.003785 m ³
	1.0 Imperial Gallon	= 0.004546 m ³
kVA	Kilovolt-Ampere	
kW	Kilowatt	
kWh	Kilowatt-Hour	= 3.413 BTU
LHV	Low Heating Value	
Mills	US Cents 0.1/kWh	
MW	Megawatt, Million Watt	
MMBTU	Million BTU	
MMSCF	Million SCF	
MMSCFD	Million SCF per Day	
MSCF	Thousand SCF	
MSL	Mean Sea Level	
Nm ³	Normal Cubic Meter measured at 0°C and 1.0 ata	
psi	Pound per Square Inch	
	1.0 psi	= 0.07031 kg/cm ²
SCF, CF	Standard Cubic Feet measured at 60°F and 14.7 lb/in ²	
	1.0 SCF	= 0.0283 Nm ³
SCFD, CFD	Standard Cubic Feet per Day	
STB	Standard Tankage Barrel	
	1.0 STB	= 0.159 Litre (60°F)

TSCF, TCF	Trillion SCF	
TPH	Ton per Hour	
TPD	Ton per Day	
TPT	Ton per Ton	
TPY	Ton per Year	
Ton, ton	Metric Ton	
K, K ₂ O	1.0% K	= 1.2046% K ₂ O
	1.0% K ₂ O	= 0.8302% K
P, P ₂ O ₅ , BPL	1.0% P	= 2.2914% P ₂ O ₅
		= 5.0073% BPL
	1.0% P ₂ O ₅	= 0.4364% P
		= 2.1853% BPL
	1.0% BPL	= 0.1997% P
		= 0.4576% P ₂ O ₅
Fe, FeO, Fe ₃ O ₄	1.0% Fe	= 1.2865% FeO
Fe ₂ O ₃		= 1.3820% Fe ₃ O ₄
		= 1.4297% Fe ₂ O ₃
Ca, CaO, CaCO ₃	1.0% Ca	= 1.3992% CaO
	1.0% CaO	= 1.7848% CaCO ₃
Mg, MgO, MgCO ₃	1.0% Mg	= 1.6582% MgO
	1.0% MgO	= 2.0916% MgCO ₃
S, SO ₂ , SO ₃	1.0% S	= 1.9980% SO ₂
		= 2.4970% SO ₃
		= 2.9960% SO ₄

Fertilizer

Av-P ₂ O ₅	Available Phosphate, Neutral Ammonium Citrate Soluble P ₂ O ₅
AN	Ammonium Nitrate Fertilizer, (34.5-0-0)
A-N	Ammoniacal Nitrogen
APP	Ammonium Poly-Phosphates, (11-55-0)
AS	Ammonium Sulfate Fertilizer, (21.2-0-0)
BPL	Bone Phosphate of Lime in Terms of Ca ₃ (PO ₄) ₂ , BPL/P ₂ O ₅ = 2.1853
CAN	Calcium Ammonium Nitrate Fertilizer, (26-0-0)
CCN	Calcium Cyanamida Fertilizer, (21-0-0)
CF	Compound Fertilizer, (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)

CN	Calcium Nitrate Fertilizer, (16-0-0)
C-P ₂ O ₅	Citric Acid Soluble P ₂ O ₅
C-MgO	Citric Acid Soluble MgO
CX	Complex Fertilizer, (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)
DAP	Diammonium Phosphate Fertilizer, (18.2-46.4-0)
FMP	Fused Magnesium Phosphate, (0-20.11-0), P ₂ O ₅ in Terms of C-P ₂ O ₅
F-P ₂ O ₅	Formic Acid Soluble P ₂ O ₅
N	Nitrogen Nutrient Expressed in Terms of N
N-N	Nitrate Nitrogen
NP	Nitric Phosphate, (28-14-0) or (23-23-0)
NP/NPK	Compound Fertilizer or Complex Fertilizer, (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)
MAP	Monoammonium Phosphate Fertilizer, (16.2-48.4-0)
MOP	Muriate of Potash, Potassium Chloride Fertilizer, (0-0-60)
PAPR	Partially Acidulated Phosphate Rock
SOP	Sulfate of Potash, Potassium Sulfate Fertilizer, (0-0-50)
SSP	Single Super Phosphate Fertilizer, (0-17.20-0), P ₂ O ₅ in terms of Av-P ₂ O ₅
TCP	Tri-Calcium Phosphate; CaO ₃ (PO ₄) ₂ , (0-45.76-0)
TPL	Tri-Phosphate of Lime; CaO ₃ (PO ₄) ₂ , (0-45.76-0)
T-K ₂ O	Total Potash, Nitric Acid Soluble K ₂ O
T-N	Total Nitrogen
T-P ₂ O ₅	Total Phosphate, Nitric Acid Soluble P ₂ O ₅
TSP	Triple Superphosphate Fertilizer, (0-46.4-0)
U-N	Urea Nitrogen
Urea	Urea Fertilizer, (46.4-0-0)
W-N	Water Soluble N
W-K ₂ O	Hot Water Soluble K ₂ O
W-P ₂ O ₅	Water Soluble P ₂ O ₅

目 次

序 文

ザンビア共和国および本計画工場の立地地図

略号および単位換算表

計画の要約、結論および勧告

1. 計 画 の 概 要	0 - 1
2. 調 査 結 果 の 要 約	0 - 6
3. 結 論 と 勧 告	0 - 26

第I編 序 論

第1章 調査の目的および範囲	I - 1
1. 1 背 景 お よ び 目 的	I - 1
1. 2 調 査 の 範 囲	I - 2
1. 3 調査方法およびスケジュール	I - 2
第2章 計 画 の 背 景	I - 5
2. 1 ザンビアの産業開発	I - 5
2. 2 ザンビア経済における農業の重要性	I - 7
2. 3 本計画の経済的重要性	I - 8

第II編 市 場 調 査

第1章 ザンビアの農業と肥料の消費、供給、流通	II - 1
1. 1 ザンビアの農業部門	II - 1
1. 2 ザンビアにおける肥料消費	II - 5
1. 3 ザンビアにおける肥料供給と流通	II - 7
第2章 ザンビアにおけるFMP／SSPの市場性	II - 10
2. 1 F M P	II - 10
2. 2 S S P	II - 14

第3章 FMP／SSP販売価格想定	II-16
3.1 販売価格想定の場合と前提	II-16
3.2 FMP／SSP販売価格想定	II-18
3.3 肥料流通に関する政策オプションと販売価格	II-21
第4章 ザンビアにおけるFMP／SSPの販売可能量見通し	II-24
4.1 肥料需要の影響要因	II-24
4.2 肥料需要影響要因の将来見通しと磷酸肥料の需要見通し	II-25
4.3 FMPの需要見通し	II-25
4.4 SSPの需要見通し	II-26
4.5 FMP／SSPの月別出荷見通し	II-26
第III編 技術的諸問題の検討	
第1章 ザンビアの肥料工業	III-1
1.1 肥料生産工場	III-1
1.2 肥料取締法と規格	III-3
第2章 原料の供給	III-5
2.1 燐 鉍 石	III-6
2.2 蛇 紋 岩	III-6
2.3 硫酸その他の原料	III-7
第3章 製造試験	III-10
3.1 燐 精 鉍	III-10
3.2 熔 成 燐 肥	III-11
3.3 過 燐 酸 石 灰	III-11
第4章 工場建設地の選定と用役供給	III-13
4.1 代替候補地	III-13
4.2 代替候補地の比較と選定	III-15
第5章 計画の概念設計	III-22
5.1 設計の基礎条件	III-22
5.2 燐 精 鉍 計 画	III-23
5.3 熔 成 燐 肥 計 画	III-23
5.4 過 燐 酸 石 灰 計 画	III-24
5.5 統 合 計 画	III-24

第Ⅳ編 計画の財務分析および経済評価

第1章 財務分析	Ⅳ－ 1
1. 1 財務分析の前提条件	Ⅳ－ 1
1. 2 計画所要資金および投融資計画	Ⅳ－ 5
1. 3 操業費と財務分析	Ⅳ－ 6
第2章 経済および社会評価	Ⅳ－11
2. 1 経済評価の前提条件	Ⅳ－11
2. 2 経済評価	Ⅳ－11
2. 3 外貨節約およびその他の便益	Ⅳ－13

第Ⅴ編 結論と勧告

第1章 結論と勧告	Ⅴ－ 1
1. 1 結論	Ⅴ－ 1
1. 2 勧告	Ⅴ－ 2

List of Table

Table I-1	TREND OF GROSS DOMESTIC PRODUCT IN ZAMBIA
Table I-2	SECTORAL COMPOSITION OF GROSS DOMESTIC PRODUCT IN ZAMBIA
Table I-3	RATIO OF RESOURCES SUPPLY AND USES IN ZAMBIA
Table I-4	MARKETED AGRICULTURAL PRODUCTION AND FERTILIZER CONSUMPTION IN ZAMBIA
Table I-5	AGRICULTURAL PRODUCER'S PRICE OF CROPS AND COST OF FERTILIZERS
Table II-1	GDP BY KIND OF ECONOMIC ACTIVITY IN ZAMBIA
Table II-2	SECTORIAL DISTRIBUTION OF EMPLOYEES IN EACH SECTOR
Table II-3	ESTIMATED CROPPED AREA OF MAIZE BY COMMERCIAL FARMS AND NON-COMMERCIAL FARMS
Table II-4	CHANGES IN HARVESTED AREA BY CATEGORIES OF FARMERS
Table II-5	NUMBER OF FARM BY MANAGEMENT TYPE AND OWN LAND, 1980
Table II-6	AVERAGE HECTAREAGE OF LAND OWNED BY ONE COMMERCIAL FARM
Table II-7	CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL PRODUCTION BY COMMERCIAL FARM - 1976/1977 -
Table II-8	CHANGE IN CROP PRODUCTION IN ZAMBIA
Table II-9	IMPORT AND EXPORT OF MAJOR CROPS
Table II-10	CONSUMPTION OF FERTILIZER IN ZAMBIA, 1972-1985
Table II-11	SUPPLY AND CONSUMPTION OF FERTILIZER IN ZAMBIA, 1983 - 1986
Table II-12	SALES PRICE AND PURCHASE PRICE OF FERTILIZER BY NAMBOARD
Table II-13	COMPARISON OF FERTILIZER COSTS PER HECTARE
Table II-14	PROJECTED PRICES OF FMP/SSP - BASE CASE -
Table II-15	PROPOSED CHANGE IN FERTILIZER APPLICATION BY INTRODUCTION OF FMP OR SSP
Table II-16	PROJECTED PRICES OF FMP/SSP
Table II-17	PROJECTED PRICES OF FMP (1/2 - 2/2)
Table II-18	ESTIMATE OF SSP PRICE TO BE USED AS RAW MATERIAL OF COMPOUND FERTILIZER (CX-SSP)
Table II-19	PROJECTED DEMAND FOR PHOSPHATE FERTILIZER IN ZAMBIA
Table II-20	SALES VOLUME OF FMP IN ZAMBIA
Table II-21	SALES VOLUME OF SSP IN ZAMBIA
Table II-22	MONTHLY SHIPMENT PATTERN OF BASAL DRESSING, 1983 - 1985
Table II-23	MONTHLY STOCK REQUIREMENT

Table III-1	MAJOR FACILITY OF NITROGEN CHEMICALS OF ZAMBIA LTD AT KAFUE
Table III-2	COMPOUND FERTILIZERS PRODUCTION AT NITROGEN CHEMICALS OF ZAMBIA LTD AT KAFUE
Table III-3	ORGANIZATION AND PERSONNEL AT NITROGEN CHEMICALS OF ZAMBIA LTD
Table III-4	FERTILIZER CONTROL REGULATION IN ZAMBIA (1/3 - 3/3)
Table III-5	REPRESENTATIVE MINERAL SAMPLES IN ZAMBIA
Table III-6	PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AT CHILEMBWE OF ZAMBIA (1/2-2/2)
Table III-7	SUMMARY OF PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AT CHILEMBWE OF ZAMBIA (1/4-4/4)
Table III-8	ZAMBIAN RAW MATERIAL ANALYSIS SUMMARY
Table III-9	PRODUCTION TEST RESULTS OF FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE
Table III-10	PRODUCTION TEST RESULTS OF SINGLE SUPER PHOSPHATE
Table III-11	SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE FERTILIZER PLANT AND RAW MATERIAL SUPPLY IN ZAMBIA (1/2-2/2)
Table III-12	UTILITY SUPPLY AND PROJECT INFRASTRUCTURE IN ZAMBIA
Table III-13	FINANCIAL AND ECONOMIC PRICING OF ELECTRICITY IN ZAMBIA
Table III-14	ENVIRONMENTAL STANDARDS OF ZAMBIA (1/2-2/2)
Table III-15	INDUSTRIAL AIR AND WATER EFFLUENT CONTROL STANDARDS
Table III-16	PHOSPHATE FERTILIZER RAW MATERIALS AND PRODUCT PHYSICAL DISTRIBUTION COSTS COMPARISON (1/2-2/2)
Table III-17	ORGANIZATION AND PERSONNEL FOR THE PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT
Table III-18	RAW MATERIAL CONSUMPTION CALCULATION FOR FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PRODUCTION (1/2-2/2)
Table III-19	ORGANIZATION AND PERSONNEL FOR THE FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT
Table III-20	RAW MATERIAL CONSUMPTION CALCULATION FOR SINGLE SUPER PHOSPHATE PRODUCTION (1/2-2/2)
Table III-21	ORGANIZATION AND PERSONNEL FOR THE SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT
Table IV-1	FOREIGN CURRENCY EXCHANGE RATE TREND IN ZAMBIA
Table IV-2	CORPORATE INCOME TAX LAW AND DEPRECIATION PRACTICE IN ZAMBIA
Table IV-3	MAJOR UNIT PRICES IN ZAMBIA (1/6 - 6/6)
Table IV-4	CAPITAL COST ESTIMATE FOR PROJECT (1/5 - 5/5)
Table IV-5	OPERATING COST ESTIMATE AND PROJECTION FOR THE PROJECTS
Table IV-6	RAW MATERIAL AND PRODUCT IMPORT SUBSTITUTE PRICE ESTIMATE AND PROJECTION
Table IV-7	FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY FOR PROJECT INTEGRATION
Table IV-8	PROJECT PROFILE AND FINANCIAL ANALYSIS SUMMARY (1-1/5 -5-5/5)
Table IV-9	CONVERSION FACTORS FOR ECONOMIC ANALYSIS OF PROJECT IN ZAMBIA

List of Figures

Figure I-1	FEASIBILITY STUDY SCHEDULE
Figure I-2	FEASIBILITY STUDY COMPONENTS AND FLOW
Figure II-1	FLOW OF FERTILIZER DISTRIBUTION
Figure II-2	PHYSICAL DISTRIBUTION FLOW OF IMPORTED FERTILIZER
Figure II-3	CLASSIFICATION OF AREA IN VIEW OF USE OF FMP AND LIME
Figure II-4	PROCEDURE OF PROJECTION OF DEMAND FOR PHOSPHATE FERTILIZER
Figure III-1	PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AT CHILEMBWE OF ZAMBIA
Figure III-2	SERPENTINE HILLS AT MKUSHI OF ZAMBIA
Figure III-3	TOPOGRAPHY MAP OF SERPENTINE HILLS AT MKUSHI OF ZAMBIA
Figure III-4	X RAY DIFFRACTION CHART
Figure III-5	PROJECT SITE ALTERNATIVES (1/4-4/4)
Figure III-6	RAILWAYS SYSTEMS IN ZAMBIA
Figure III-7	ROADS SYSTEMS IN ZAMBIA
Figure III-8	TRANSPORT TARIFFS IN ZAMBIA
Figure III-9	TRANSPORT ROUTES AND DISTANCE IN ZAMBIA
Figure III-10	AVIATION ROUTES IN ZAMBIA
Figure III-11	ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION SYSTEMS IN ZAMBIA
Figure III-12	INTEGRATION OF PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT AND PHOSPHATE FERTILIZER PROJECTS IN ZAMBIA
Figure III-13	PROCESS CONFIGURATION FOR THE PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT
Figure III-14	IMPLEMENTATION SCHEDULE FOR THE PHOSPHATE MINING AND CONCENTRATE PROJECT
Figure III-15	PROCESS FLOW DIAGRAM FOR FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PRODUCTION
Figure III-16	GENERAL PLOT PLAN OF FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT
Figure III-17	PROCESS CONFIGURATION FOR THE FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT
Figure III-18	IMPLEMENTATION SCHEDULE FOR THE FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PROJECT
Figure III-19	PROCESS FLOW DIAGRAM FOR SINGLE SUPER PHOSPHATE PRODUCTION
Figure III-20	GENERAL PLOT PLAN OF SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT
Figure III-21	PROCESS CONFIGURATION FOR THE SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT
Figure III-22	IMPLEMENTATION SCHEDULE FOR THE SINGLE SUPER PHOSPHATE PROJECT

List of Annex

Annex I-1	SCOPE OF WORK FOR THE FEASIBILITY STUDY
Annex I-2	MEMBERS OF STUDY TEAM OF JICA
Annex I-3	MEMBERS OF COORDINATING BODY AND COUNTERPART AGENCY FOR THE STUDY IN ZAMBIA
Annex I-4	FIELD WORK SCHEDULE IN ZAMBIA (1/4-4/4)
Annex I-5	INTERVIEWED PERSONS FOR THE STUDY IN ZAMBIA (1/4-4/4)
Annex II-1	FERTILIZER STATISTICS IN ZAMBIA
Annex II-2	NATURAL CONDITION RELATING TO FERTILIZER USE IN ZAMBIA
Annex II-3	SUMMARY OF EXPERIMENTAL RESULTS ON PHOSPHATE APPLICATION IN ZAMBIA
Annex II-4	MODIFICATION OF NPK GRADE OF COMPOUND FERTILIZER TO INTRODUCE FMP/SSP
Annex II-5	INTERNATIONAL MARKET PRICE OF PHOSPHATE FERTILIZER
Annex III-1	FEATURERS OF PHOSPHATE RESOURCES AT CHILEMBWE, ZAMBIA AND CONSIDERATIONS FOR USE AS RAW MATERIALS FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION
Annex III-2	CROP RESPONSE AND EVALUATION OF FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE FERTILIZER
Annex III-3	BRIEF INFORMATION FOR THE PRODUCTION OF TRIPLE SUPER PHOSPHATE, DIAMMONIUM PHOSPHATE AND NITRIC PHOSPHATE FERTILIZER
Annex IV-1	PROJECT FINANCIAL ANALYSIS DETAILS (1/5-5/5)
Annex IV-2	PROJECT ECONOMIC ANALYSIS DETAILS (1/2-2/2)

計画の要約、結論および勧告

計画の要約、結論および勧告

1. 計画の概要

1. 1 計画の背景

ザンビア共和国政府の要請により国際協力事業団は『ザンビア共和国燐酸肥料工場建設計画調査』を実施した。

調査の目的はザンビアのチレンブェにて採掘選鉱される燐鉱石を使用し熔成燐肥（熔燐）および過燐酸石灰（過石）の二つの代替製品製造計画について、その市場性および製造技術調査とともに計画の財務分析および経済評価を調査することである。現状ではすべての燐酸肥料は輸入依存であり、チレンブェ鉱床はその輸入代替として 14 年以上のプロジェクト・ライフに亘り、年間 10,554 TPY の P2O5 を供給することが可能と確認されている。

ザンビアの経済は伝統的に銅鉱業に過度に依存してきたが、1974 年以降の銅輸出価格の急落により、ザンビアの開発計画は農業開発と未開発地域の開発促進、特に主要食料の自給達成に重点が置かれてきた。肥料はザンビアの農業開発に最も重要な資材である。ザンビアの余剰低価格水力発電および硫酸を利用できることは、上記二つの代替製品製造に有利である。

国際協力事業団の調査団は、本調査のコーディネイティング・ボディーおよびカウンターパート・エイジェンシーである INDECO の援助と助言を得て、ザンビア国内の現地調査を1986年11月および12月に実施し、更にチレンブェの燐鉱石およびムクシの蛇紋岩の代表試料を採取し、燐精鉱および二つの代替製品の製造評価試験を実施した。

これらの製造試験を通じて、二つの代替製品肥料は慣行の製造技術により標準品質の製品を製造できることが技術的に可能であることが確認された。

1. 2 計画設備

製造評価試験結果と詳細な技術解析を基礎とし、計画設備の概念設計を行った。その概要は次の通りである。

Basic Features of Proposed Projects					
Proposed Project	Location, Site Area, m ²	Product and Specification	Rated Capacity TPY	Permanent Employment	Capital Investment US\$, MM -1991
- Phosphate Mining and Concentrate, I	Chilembwe 779,000	Phosphate Concentrate (P ₂ O ₅ 30.00%, CaO 41.11%)	35,181	117	14.6
- Fused Magnesium Phosphate, II	Kafue 27,000	Fused Magnesium Phosphate, Bags (0-20.11-0)	50,400	83	21.5
or					
- Single Super Phosphate, III	Kafue 20,800	Single Super Phosphate, Bulk (0-17.20-0)	57,205	74	19.8

計画はチレンブエ産の燐精鉱を 35,181 TPY 使用し、1991年に商業生産開始とし、15年のプロジェクト・ライフに亘り、年間 50,400 TPY の熔燐または 57,205 TPY の過石を製造するものである。

製造技術は燐精鉱計画については露天掘り、浮選および口過、熔燐計画はチレンブエ燐精鉱とムクシ蛇紋岩混合物の電気炉反応、また過石計画はチレンブエ燐精鉱とカフエの NCZ より供給される硫酸との酸分解と熟成反応技術が適用される。

計画の実施に当ってはザンビアのナショナル・プロジェクトとして国営企業体が設立され、燐精鉱計画は MINEX、また燐肥計画は INDECO の下に計画は推進されるものと想定し、更に計画の監理には国際的な経験を有するエンジニアリング・コンサルタントの技術援助を得ることを前提とした。

燐精鉱計画は燐鉱床との関連でチレンブエ立地となるが、燐肥計画は原料および肥料製品の物流最適化の観点より、予め選定された工場立地候補地：カフエ、カブエ、ンドラおよびキトウェの四地点よりカフエが最適地に選定された。

工場建設計画は1989年 7月にランプ・サムおよびフル・ターン・キー型の工場建設契約が締結され、1991年 3月に完工また1991年 7月に商業生産が開始されるものと想定した。

製品燐肥は NCZおよび NAMBOARD を通じ国内市場にて販売されるものとしたが、チレン
 ブェ燐鉱石資源量が限定されているため、燐肥工場能力はザンビアの所要燐肥の半分から
 三分の一を供給する規模とならざるを得ない。

計画工場の逐年製品販売量および販売価格は次のように想定した。

Product Sales Projection						
Year	Fused Magnesium Phosphate			Single Super Phosphate		
	Product Sales	Unit Price	Annual Sales	Product Sales	Unit Price	Annual Sales
	TPY	US\$/Ton-Bags - 1991	US\$, MM - 1991	TPY	US\$/Ton-Bulk - 1991	US\$, MM - 1991
1991						
(1/2 year)	15,120	180.0	2.72	17,162	150.0	2.57
2	37,800	180.0	6.80	42,904	150.0	6.44
3	45,360	180.0	8.16	51,485	150.0	7.72
4	50,400	180.0	9.07	57,205	150.0	8.58
5	50,400	180.0	9.07	57,205	150.0	8.58
...	...	...	...	...	...	...
2005						
(1/2 year)	30,240	180.0	5.44	34,323	150.0	5.15
Project Life Total/ Average	735,840	180.0	132.45	835,193	150.0	125.28

1. 3 財務分析および経済評価

本計画は技術的にはフィージブルであると結論されるが、財務分析の結果は長期借入金金利を 4 および 12% / 年とした場合、投資利益率および資金繰りの双方において財務的存立性はない。財務的内部収益率はいずれの場合も負となる。財務分析の結果を次に要約する。

Project Financial Analysis Summary						
Long Term Interest Rate	FIRROI, DCF, After Tax, %		Project Life Average Debt Service Ratio		Transfer Price of Phosphate Concentrate	
	4.0%	12.0%	4.0%	12.0%	4.0%	12.0%
					\$/Ton	\$/Ton
Individual Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, I	(-)4.29	(-)4.27	0.35	(-)2.76	(130.0)	(130.0)
- Fused Magnesium Phosphate, II	(-)10.11	(-)10.06	(-)1.27	(-)3.50	(130.0)	(130.0)
- Single Super Phosphate, III	(-)3.53	(-)3.52	0.64	(-)2.18	(130.0)	(130.0)
Integrated Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	(-)8.04	(-)8.00	(-)0.51	(-)3.12	120.3	120.3
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	(-)3.85	(-)3.84	0.63	(-)2.27	131.3	131.3

熔燐計画と過石計画の双方とも財務的存立性はないが、過石計画は熔燐計画よりやや収益性が良い計算結果となっている。

感度分析の結果は製品価格設定の影響が最も大きく、計画の財務自立性を確保するためには、本計画の輸入代替価格設定値より 60% 以上高くすることが必要となる。しかし磷酸肥料の世界的設備過剰と途上国の増設計画推進に伴う世界的市況低迷の現状および近い将来の状況より考え、このような価格上昇は起こり難いと考察される。

経済評価の結果も、計画の収益率は負の値を示している。磷酸肥料輸入代替による外貨節約額は、過石計画の場合はかなり大きな値を示しているが、熔燐計画の場合は僅かな値を示している。しかし、熔燐の場合もザンビアにおける農芸学的試験によりその高い有効性が確認されるならば、外貨節約額は改善されるものと期待される。経済的便益は世界的磷酸肥料工業の現状と近い将来の状況を考えるとザンビア共和国の経済にとって魅力あるものとは言い難い。

2. 調査結果の要約

2. 1 市場調査

2.1.1 ザンビアの農業と肥料の消費、供給、流通

(1) ザンビアにおける肥料消費

表2-1-1に見られるように、ザンビアの肥料消費量は1977年に至るまでは年々増加傾向を示してきた。しかし、それ以降、年々増減を繰り返えし、1980年以降の最高消費レベルは218,800トン（N 57,800 トン、P205 21,700トン、K2O 8,000トン）であった。

ザンビアの肥料消費の特徴は、圧倒的部分が化成肥料として消費されているということである。ザンビアの肥料のほとんどはメイズに消費されている。大規模および中規模商業的農家層の場合はほとんど例外なくメイズに肥料を施用している。小規模商業農家層の場合も一般にメイズには肥料を施用しているが、現金不足等の時には購入できないこともあり、そのような場合は無肥料栽培である。自給自足農家層の場合、彼らは、周辺の商業的農家が施肥を行なっている様子とその効果を見ており、施肥をすることを希望している。しかし、実際には購買力がなく、ほとんど施肥していないのが実態である。

(2) ザンビアにおける肥料供給と流通

1983～86年におけるザンビアの肥料総需給は表2-1-2の通りである。ザンビアにおける肥料供給は、大部分は輸入に依存している。NCZはザンビア唯一の肥料製造会社であり、アンモニア、硝安、硫安ならびに化成肥料の生産設備を有する。

従来、肥料の流通はNAMBOARDが独占的に扱っていた。NCZが、自社の化成肥料原料として輸入する以外の全ての肥料はNAMBOARDが輸入し、また、国内で生産されるNCZの肥料も全量NAMBOARDが購入し流通していた。（図2-1-1）

1986年度以降、政府はNAMBOARDの流通過程における独占をやめ、流通の自由化を行った。しかしながら、資金的、設備的（とりわけ輸送手段）準備不足もあり、また、補助金（あるいは公定価格）があるため、この流通自由化は今年度は順調には機能せず、NAMBOARDが従来通り流通をほぼ全面的に取り扱っている。

(3) 国内肥料価格ならびに肥料に対する補助金制度

肥料価格は2つのレベルにおいて政府によって公定されている。すなわち、1つは、NCZ から NAMBOARD への販売価格であり、他の1つは、末端販売所における販売価格である。NCZ から NAMBOARD への販売価格は、最近の例では NCZの生産原価より低く設定され、この差額は政府から補給される建前となっており生産者補助金 (Producer Subsidy) と呼ばれる。

次に、末端販売所における販売価格は、その末端販売所の位置にかかわらず一定であり、位置によって異なる物流コスト加算後の実際コストと公定価格との差額は、輸送費補助金 (Transportation Subsidy) と呼ばれている。

最近の NAMBOARD による輸入肥料輸入コストならびに NCZからの購入価格 (公定) と、NAMBOARD の販売価格 (公定) の推移を表 2-1-3に示した。

(4) 肥料物流

国内生産肥料は、NAMBOARD が NCZから工場置場渡しで買い取り、各地の配送センター (Major Depots) にトラックまたは鉄道によって運ばれ、次いで末端デポに運搬される。

輸入肥料の場合は、タンザニアの Dar-es-Salaam港に陸上げされる場合が最も多く同港で袋詰めされ、鉄道で主要なデポまで輸送される。

2.1.2 ザンビアにおける FMP / SSP の市場性

(1) FMP の市場性

1) 磷酸肥料としての FMP の市場性

現在ザンビアで使用されている磷酸肥料は全て水溶性磷酸肥料を含有している。これに対し FMP は水溶性磷酸を含有せず、全て枸溶性磷酸のみである。今までのところ、ザンビアにおいては、FMP の含有する枸溶性磷酸について、精度の高い組織的な施用試験は行われていない。限られた数の FMP 施用の観察結果では、FMP 肥効は他の水溶性磷酸肥料の肥効に競べて遜色がないと言われている。

一般に、ザンビアに広く見られるような酸性土壌地帯においては、FMPのような枸溶性磷酸1%と水溶性磷酸1%とは、磷酸の肥効という意味で等価であると言える。図 2-1-2に示すように、このような枸溶性磷酸の効果を期待できる地域は、一部を除き、ザンビアのほぼ全域をカバーしている。

ザンビアでは磷酸肥料は化成肥料として全量元肥で施用される。FMPは現在の施肥慣行のままで流通させるのは容易ではない。しかし、FMPの原料が国内原料であり、またザンビアの国際収支からくる輸入の困難さから考えて、現在の施肥慣行を変えてでも国産肥料の普及を計ろうとする動きが、同国の農業指導者層にある。このような国産のFMP普及に対する支持があれば、このような問題点の克服も可能であり、FMPは市場性を持ち得るものと考えられる。

2) 副成分の効果によるFMPの市場性

FMPは含有するマグネシウム、カルシウム、珪酸により副次的効果が期待される。一つは、これら成分を必要とする土壌での評価であり、他の一つは酸性土壌の矯正効果である。前者についてはこれを評価するに足る農業試験がまだ行なわれていないため、本調査ではこの効果による市場性は考慮の対象外とした。

FMPに含有されるCaOやMgOは、土壌の酸性矯正力をもっている。しかしながら、土壌の酸性を矯正する効果があるためには、かなり大量に施用することが必要である。ザンビアでの磷酸施肥基準量はせいぜい20~40kg P2O5/ha程度であり、これでは酸性矯正効果は期待できない。また、FMPをこの施用レベルで数年連続して使用しても、果たして有意な酸性矯正効果が期待できるかどうかは疑問である。従って、今後、ザンビアの土壌で施用試験が行なわれ、有効であるという結果を得られるまでは、FMPに含有されているCaOおよびMgOの効果を磷酸成分の効果に加えて評価することは難しい。

(2) SSPの市場性

SSPは水溶性磷酸肥料であり、肥効面においては他の水溶性磷酸肥料と変わらない。従って、肥効面から見たSSPの市場性には全く問題がないと言える。

更に、ザンビアの土壌では硫黄施用の効果が明らかになっており、SSPに含有される硫黄の効果が評価される。

2.1.3 FMP / SSP 販売価格想定

(1) 販売価格想定と前提

現在の肥料流通ならびに価格形成は、政府がコントロールしている。すなわち、肥料の輸入と流通は NAMBOARD が独占的に行ない、販売価格は政府が設定している。政府の基本政策においては、将来、このようなコントロールを徐々になくし、自由化を行ないたい意向であり、流通独占の廃止は1986年に試みられた。この販売価格想定においても、肥料価格は統制が廃止され、各種製品間、供給者間の競合の中で価格は形成されて行くものとして想定する。

(2) FMP / SSP 販売価格想定

化成肥料の使用が一般化している市場に新たにFMPまたはSSPを導入する場合を想定すると、これらの肥料の導入は、使用肥料の袋数を増加させ、更にFMPの場合は使用直前の配合を必要とするため農家にとってはわずらわしく、従って、このような肥料の組み合わせ価格が、従来の化成肥料との組み合わせ価格よりも安くなければ選択されないであろう。

もし、仮に、流通自由化の過程において、このような施肥体系が崩れ、FMP / SSPの導入時点においてそれぞれの消費者（農家）が、それぞれの農地に必要な養分量を各種の肥料の組み合わせによって選択使用するようになっている場合には様子が異なる。各農家は、FMPあるいはSSP入り化成肥料をその時点でそれぞれ自分達の使用している磷酸肥料と対比し、経済性ありと判断すれば導入する。この場合、FMPについては、対比されるTSPあるいはDAPと磷酸1%価格で等価である必要がある。

以上の結果、FMP / SSPの販売可能価格は次のように想定される。

FMP / SSP 想定販売価格

工場渡し価格 (US\$/トン)	
FMP	US\$ 110/トン ± 20%
SSP	US\$ 97/トン ^{*/}

(注) ^{*/} 最高期待価格

(3) 肥料流通に関する政策オプションと販売価格への影響

前節では、肥料流通の自由化が図られることを前提として販売価格を想定した。しかし前述の通り、同国の流通体制の現状から見て、流通への多数の業者の参入には一定の時日を要するものと推定され、また価格設定の自由化は、他の諸物価との関連もあって果たして肥料価格だけを自由化できるかどうか疑問がある。また、肥料の輸入自由化についても、今後 NCZ の操業を確保できるかどうかという点から、やはり同国の政策と密接に関連している。このような諸点を考慮し、以下においては、肥料流通に関する種々の政策的選択を想定し、その動きによって前述の想定価格がどのように影響を受けるかについて考察する。

1) 肥料価格の上昇率が他の諸物価の上昇率と同じとなるようにコントロールされるものと仮定した場合（シナリオ1）

1986年の各肥料の公定価格をもとに、いずれの肥料価格も年率 3.0%で引き上げられた場合であり、1991年々央の価格は、輸入コストより低く、これが実現されるためには補助金が附されることになる。

この場合、FMPの実現可能価格は、US\$80/トン（ZK640/トン）と低くなる。これは、FMPによって置き換える肥料コスト部分が、公定価格によって輸入コストベースより低く押さえられているためである。

この場合、肥料生産者にとっては、一定の補助金が還元されることになるが、この率は、国内生産者をどの程度保護するか政策決定によって大きく変わりうる。今、仮りにこの率を25%とすると、FMPの実現可能価格は約US\$110 トン（ZK880/トン）となる。

尚、化成肥料原料として使用されるSSPはこの場合も評価できない。

2) NCZ の操業継続が政策の前提とされる場合（シナリオ 2）

現在見られるように、銅の国際市況が不調の場合、ザンビアの外貨不足は将来も好転しない恐れがある。このような場合、NCZ の操業継続は窒素源の国内生産に継ながら外貨節約の役割を果たす。このような点から NCZの生産が継続され、競合する肥料の流通が制限されることも考えられる。

このような場合前述の自由化にある程度の制限が加えられることになる。しかし、それぞれの肥料価格が実際のコストに比べてどのレベルに設定されるかについては、他の物価の動き、外貨不足の程度、農業政策の方向、補助金財源の有無等々から決定されるであろう。

そのうち、最も低い価格レベルは、シナリオ 1 に設定したように、将来の一般物価の上昇と同じレベルだけ肥料価格が引き上げられる場合である。逆に、最も高い価格レベルは、輸入単肥は輸入コストをベースに価格が設定され、化成肥料はNCZの生産コストをベースに価格を設定される場合である。この両者の間には、上述の通り、政策的観点からいろいろなレベルでの価格設定の可能性がある。

主原料を除く化成肥料製造加工費が製造原価の 15-25%と仮定して、生産コストを試算、それをもとにしてFMPの実現可能価格を試算すると、FMPの導入は、化成肥料の一部を代替する形をとるのであるから、当然化成肥料価格が高く設定されればされるほど、FMPの実現可能価格は高くなることになり、最も高い場合でUS\$178/ トン（ZK1,424/トン）となる可能性がある。

このように化成肥料の国内生産が前提される場合には、化成肥料原料としてのSSPの評価は、化成肥料生産者（ここでは NCZ）にとって他の磷酸原料との比較の上で磷酸1%当り同等またはそれ以下であることが条件となる。この場合、最も高い場合でUS\$142/ トン（ZK1,139/トン）となる。

2.1.4 ザンビアにおけるFMP／SSPの販売可能量見通し

肥料の大部分は、メイズに使用されている。従って、肥料需要に最も大きな影響を与える要因としてまず第1に、メイズの作付け（商品化されるメイズの作付け）を上げることができる。長期的には、都市人口が増大するに伴って市場でのメイズ需要が増加するため、それに伴ってメイズの作付けが刺激され増加する。しかし、都市人口が増加し、その結果メイズ需要が増加しているからといって、そのままメイズの作付けが増加すると期待することは出来ない。

ここでは、将来のメイズ作付面積の予測を行ない、現在の施肥基準であるN 112kg/ha、P205 40kg/ha、K2O 20kg/haを乗じ潜在需要量を算出、更に過去における実際の州別消費量の潜在需要量に対する割合（需要実現率）をもとに、州別の肥料需要量を予測した。

磷酸肥料についての需要予測結果は表 2-1-4の通りである。

磷酸肥料需要量のうち、どれだけをFMPの需要として実現させることができるかについては、この新しい肥料を導入するに当たってどれだけの強い販売促進策がとられるか、FMPの販売価格がいくりに設定されるか、また農業指導層の強い支持が得られるかどうかによって異なる。ここでは、これらに対する十分な策がとられるものとの前提のもとで、FMPの需要見通しを推定している。

SSPは、水溶性磷酸を含有しており、化成肥料として販売されるため磷酸肥料の施用全場面に対して適用可能である。

従って、いずれの場合も販売見込み量は市場規模よりもむしろ生産可能量によって制限される。FMPの販売を酸性土壌地帯だけに限定するものと仮定し、また、SSPは磷酸必要量の30%を満たすものと仮定すると、FMPおよびSSPの販売見込み量は表2-1-5 および表2-1-6 の通りとなる。

2. 2 原料供給

2.2.1 肥料製造工場

ザンビアには Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd. (NCZ) の肥料工場がただ一つある。同工場はルサカ南方約44kmのカフェ工業団地内に立地し、マアンバ石炭を原料とするアンモニア工場が2系列あり、アンモニアの年産能力は 96,000 TPY である。製品アンモニアは同工場で硝酸、硝安、硫安および粒状化成肥料の製造に使用されている。同工場の稼働率は半分以下であり工場の改修工事が行なわれている。

改修工事の完了する1988年後の NCZの原料と製品バランスは次のように想定される。

Production Balance Projection at NCZ				Unit: 1,000 TPY	
Inputs		Intermediates		Salable Products	
Coal, Maamba	191.7	Ammonia	96	Nitric Acid	7.7
Pyrite, Nampundwe	40	Nitric Acid	120	Sulfuric Acid	10
Lime, CSSL	8.5	Sulfuric Acid	60	Ammonium Nitrate	
DAP, Import	27.5	Ammonium Nitrate	140	- Fertilizer	85
TSP, Import	23.7	Ammonium Sulfate	50	- Explosives	24
SOP, Import	9.6	Compound		Compound	
MOP, Import	3.8	Fertilizer	142.32	Fertilizer	142.32
Conditioner, Import	1.5	Methanol	1.65	Methanol	1.65
Raw Water, Kafue River	21,600 TPD	Carbon Dioxide	1	Carbon Dioxid	1
Electricity, ZESCO	46 MW				

NCZ の全製品は Ministry of Cooperatives 傘下の政府機関である NAMBOARD に売却され、国内市場への物流および販売が行われる。国内物流は包装製品の鉄道および道路輸送によりザンビア国内15の倉庫に届けられる。NAMBOARD は国産および輸入肥料（商取引および二国内援助）の独占調達を行っており、価格差補償および物流費補償の補助金を受けている。肥料の最終物流と販売は Ministry of Cooperatives 傘下の Provincial Cooperative Marketing Units (CMU)により行われる。CMUはザンビア国内の18カ所に肥料倉庫を保有している。

2.2.2 肥料取締法

ザンビアにおける肥料取締はAgriculture (Fertilizers and Feed) Act - Chapter 351 of the Law of Zambia により規定されている。同法はザンビア国内の肥料の定義、分析

法および肥料成分の変動許容範囲とともに肥料の品質および数量管理を規定している。

肥料取締法の重点は窒素のみならずリン酸および加里成分についても酸化物標示でなく元素標示であり、水溶性リン酸を法律上有効リン酸成分として認定し、また硝酸態窒素および硫酸加里性の加里が規制上重視されている。しかしながら、ザンビアの肥料の商工業の実態は国際的な慣例が受け入れられている。

2.2.3 原料の供給

本計画の磷肥の製造には各種の原料を必要とするので、ザンビア国内のこれら原料の供給性を調査した。製品と原料の組み合わせは次の通りである。

Product Alternatives and Raw Materials	
Product Alternatives	Raw Materials
Fused Magnesium Phosphate Single Super Phosphate	Phosphate Concentrate and Serpentine Phosphate Concentrate and Sulfuric Acid
Triple Super Phosphate	Phosphate Concentrate and Sulfuric Acid
Diammonium Phosphate	Phosphate Concentrate, Sulfuric Acid and Ammonia
Nitric Phosphate	Phosphate Concentrate, Nitric Acid, Ammonia and Carbon Dioxide

(1) 磷鉍石

MINEX はチレンブエ磷鉍石の開発がザンビア国内で最も有望であると結論し、1984/85年に詳細調査が実施された。調査結果は『ザンビア共和国磷鉍石開発計画調査報告書、1985年、国際協力事業団』に纏められている。

調査結果によれば、可採磷鉍石は11.5% P₂O₅品位で 1.55 百万トンであり、浮選により30.00 % P₂O₅ 品位の磷鉍石を 40,000 TPY - 湿基準の生産が可能である。磷鉍石埋蔵量は小さく限定されているため、15年間のプロジェクト・ライフで採掘は完了する。

(2) 蛇紋岩

MINEX、ZIMCO は1986年にムロバ、ムクシの蛇紋岩資源の調査を行なった。調査結果は『Occasional Report on the Muloba Serpentine, Mkushi District, Central Province, Zambia, MINEX, ZIMCO, September, 1986』に纏められている。鉱床はカピリ・ムボシ北東55kmのGreat North Roadおよび TAZARA 鉄道沿線に位置している。

報告書によれば、鉱石の主要鉱物はアンティゴライト ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) とカルサイトが主体でトルマリン、クリソタイト、セルポファイトを含む。結晶の大きさは直径 0.2mm、比重は 2.5である。資源の規模は充分大きく、MgOおよび SiO₂ の品位も高く、本調査計画の熔燐製造用に32年以上の供給余力がある。

熔燐計画が認可になった場合には、MINEX、ZIMCOは蛇紋岩の採掘計画を推進し、粉碎蛇紋岩を供給することを前提として熔燐計画を立案した。

(3) 硫酸その他の原料

過石の製造計画には概略 20,000 TPY の硫酸を必要とする。硫酸はカフエの NCZ およびキトウェ近辺のチャンビシおよびンカナの ZCCM にて製造されている。

NCZ の硫酸工場は、ルサカの西方50kmの ZCCM のナンブンディエ鉱のパイライトを原料としている。工場は1983年完成し、設計能力は 60,000 TPY である。パイライトの供給能力は充分あるが、1986年の稼働率は硫安工場の低操業のため半分以下である。1988年に完了する改修工事後の NCZの硫酸バランスは次の通りである。

Sulfuric Acid Balance at NCZ, 1989

Design Capacity	60,000 TPY
Annual Production	60,000
Consumption	
- NCZ's Captive Uses	50,075
- Ammonium Sulfate (50,000 TPY)	(39,075)
- Direct Use for Compound Fertilizer (142,300 TPY)	(11,000)
Outside Sales	
- Alum Production in Kafue	7,000
Surplus	2,925

したがって、原則的には上記条件を仮定すると、過石計画のための硫酸供給はザンビア国内では不十分である。しかしながら、実際的には、NCZ の硫安製造の目的がザンビアの硫黄欠乏土壌への硫黄補給のための化成肥料への硫黄添加であることを考えると、現状の硫安製造用硫酸を過石製造用に転用しても製品過石中に硫黄分が残りザンビアの土壌に施用されるので、ザンビア農業の硫黄バランスには同一結果をもたらす。

以上のことから、NCZ は現状の硫安製造用の硫酸を一部転用し、過石製造用に使用することについて、その経済的便益が立証され、また価格が満足すべきものであれば、硫酸の供給に同意する可能性があると考えた。

2. 3 技術的検討

2.3.1 製造試験

(1) 磷 精 鈰

1986年11月28日に MINEXとの協議の結果、チレンブエの代表磷鈰石を 220kg採取し、日本国内で詳細分析、磷精鈰の製造試験およびこの磷精鈰を使用した熔磷および過石の製造試験を行なった。

チレンブエ磷精鈰はX線回析および化学分析より弗化アパタイト $[3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2]$ および水酸化アパタイト $[3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$ を主体とし、石英(SiO_2) および角閃石 ($2\text{CaO} \cdot 5\text{MgO} \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)を含むものであることが確認された。

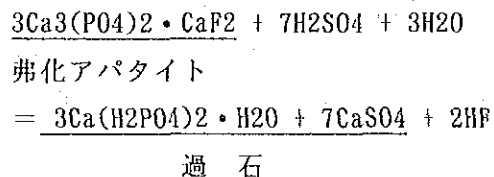
試験の結果では製品の磷精鈰は乾量基準で、33.69%P205および 46.18%CaO の分析値を示すものが得られたので、これを使用し磷肥の製造試験を行なった。しかし、チレンブエ鈰のプロジェクト・ライフの平均組成としては設計の余裕を考慮して 30.00 % P205 および41.11 %CaO 組成の磷精鈰を供給する計画であり、すべての概念設計は30.00 %P205の磷精鈰を使用することを前提としている。

(2) 熔磷

熔磷は磷精鈰と蛇紋岩を電気炉で熔融反応させて製造する。製造試験は 7 kg規模の回分式電気炉で 1,300℃の温度で50分間反応させ、反応生成物を水槽中に急冷して硝子状の熔磷を製造した。得られた製品の品位は磷酸のくえん酸可溶率が高く、化学分析およびX線回析試験の結果はザンビア製品と日本製品との間に物性上の格差は認められなかった。

(3) 過石

過石は磷精鈰と硫酸の反応生成物であり、その製造反応は弗化アパタイトの場合、次の如く表示される：



過石の製造試験はチレンブエ磷精鉱とともに米国フロリダ磷精鉱との対比において実施した。その理由は、フロリダ磷精鉱が世界的に広く磷肥の製造に使用されており標準的原料と考えられているためである。

試験の結果は、ザンビア産のチレンブエ磷鉱石より回収した磷精鉱を使用し標準品質の過石が製造されることを示している。

試験の結果、チレンブエ鉱はフロリダ鉱に比較し、硫酸との反応性が低いことが判明した。反応を完結させ、反応精製物を完全に固化させるためには反応デンの滞留時間を長くし、更に反応温度を高くすることが必要である。

2.3.2 立地選定と用役供給

1986年11月から12月に亘り、ザンビア国内現地調査の際、INDECOとの協議により工場立地として四カ所の工場立地代替案を選定した。立地比較と選定の検討項目は原料と製品の輸送、用水と電力などの用役供給、更にインフラストラクチュアの状況また従業員の技術水準などの現状と将来展望などある。ザンビア国内で予備選定された立地候補地は次の通りである。

代替候補地	位 置
(1) カフェ	NCZ の南西
(2) カブエ	チマニマニ村
(3) シンドラ	工業用地
(4) キトウェ	工業用地

各立地は各々独自の特性があるが、用役、インフラストラクチュアおよび技能レベルにおいてはカフェ、シンドラおよびキトウェはほぼ同等の評価であり、カブエは現在用水供給の点で不利である。

工場立地選定上の最重要項目は原料と製品の輸送である。熔磷製造のためにはチレンブエより40,000TPYの磷精鉱とムクシより20,000TPYの蛇紋岩の原料を工場立地に運び、50,000TPYの製品を毎年運搬する必要がある。過石の製造はチレンブエより40,000TPYの磷精鉱とカフェのNCZより20,000TPYの硫酸を原料として運搬し、57,000TPYの製品過石をカフェのNCZの化成肥料工場まで輸送する必要がある。

したがって、原料および製品物流の最適地として、カフェが選定されたので、本計画工

場はカフェに立地すべきであると結論した。燐精鉱は道路輸送によりチレンブエよりカフェに運搬されるが、カフェはチレンブエに最も近いとともにザンビアの燐酸肥料消費地の中心地に近く位置している。

用役、インフラストラクチャおよび技能水準は、カフェの用水供給が窮屈であることを例外として、カフェ、ンドラおよびキトウェはほぼ同等である。

カフェは、更にNCZ の確立された工場経営基盤を本燐肥計画に利用できる点で有利であり、工場建設、操業段階での用役供給、操業および保全支援およびプロジェクト管理の点でもNCZ の協力が期待される利点が認められる。

2.3.3 計画の概念設計

本調査では三つの計画について調査および分析を行なうことになる。すなわち、チレンブエ立地の燐精鉱の上流計画が一つと、カフェ立地の熔燐と過石の下流計画の二つである。

その他に上流計画として小規模のムクシ立地の蛇紋岩計画があるが、所要資金が小規模であるため、その計画はカフェ立地の熔燐計画のために、粉碎蛇紋岩を製造原価で供給するMINEX の独自の計画として取扱うこととした。

(1) 燐精鉱計画

本計画の開発計画調査と概念設計は1985年に完了している。本計画はチレンブエ立地で332,400TPYの燐鉱石を採掘、選鉱し35,181TPY - 乾物基準(30.00% P₂O₅および 41.11% CaO) の燐精鉱を製造するものである。

製品燐精鉱は12%の自由水分を保有し、カフェまで 541キロを長期運搬契約により道路輸送されることになる。

(2) 熔燐計画

本計画はカフェ立地でチレンブエ燐精鉱35,181TPY-乾物基準とムクシ蛇紋岩19,103TPY-乾物基準を使用し、最終製品として50,400TPY の熔燐を製造する。

製品の仕様はC-P₂O₅ 20.11%、C-MgO 14.05%およびS-SiO₂ 26.16%であり、くえん酸可溶性P₂O₅は99%以上である。

(3) 過石計画

本計画はカフェ立地でチレンブエ燐精鉱35,181TPY-乾物基準とNCZ から供給される19,850TPY の硫酸を使用し、最終製品として57,205TPY の過石を製造する。

製品の仕様は AV-P205 17.20%、W-P205 15.15%であり、P205の可溶率は96%以上である。

(4) 統合計画

総合的な計画の財務分析および経済評価のためには上流と下流計画の統合計画を策定する必要がある。統合計画は二つある、即ち燐精鉱計画（Ⅰ）と熔燐計画（Ⅱ）または燐精鉱計画（Ⅰ）と過石計画（Ⅲ）である。

これらの五計画：（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）、（Ⅰ＋Ⅱ）および（Ⅰ＋Ⅲ）に関する工場建設計画の概念設計を行ない、計画の財務分析および経済評価を実施した。

2. 4 財務分析および経済評価

2.4.1 財務分析

計画の財務存立性分析については、固定価格による割引率法による財務的内部収益率について実施した。内部収益率とともにプロジェクト・ライフの資金繰りについては、長期借入金返済能力および短期借入金の所要量についても留意して検討した。

計画の総所要資金はザンビア国内の物価および国際的物価の現状の動向より推定し、物価調査時のコストに本計画の製品商業生産開始時までの物価上昇を加え、本計画の総所要資金を算出した。

計画の総所要資金を次表にまとめた。

Financing Required and Financing Plan for the Projects, \$,MM							
Proposed Project	Financing Required			Financing Plan			Annual Sales
	Foreign Currency	Local Currency	Total	Equity	Long Term Loan	Total	
Individual Projects							
- Phosphate Mining and Concentrate, I	10.11	4.45	14.56	3.64	10.92	14.56	4.57
- Fused Magnesium Phosphate, II	16.66	4.86	21.52	5.38	16.14	21.52	9.07
- Single Super Phosphate, III	14.58	5.21	19.79	4.95	14.84	19.79	8.58

Integrated Projects							
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	26.77	9.31	36.08	9.02	27.06	36.08	9.07
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	24.69	9.67	34.36	8.59	25.77	34.36	8.58

Base Case: Interest Rate of Long Term Loan; 12.0%/year

財務分析の計算結果は、長期借入金金利を 4.0%および12.0%/年とした場合について次表にまとめた。

Project Financial Analysis Summary						
Long Term Interest Rate	FIRROI, DCF, After Tax, %		Project Life Average Debt Service Ratio		Transfer Price of Phosphate Concentrate	
	4.0%	12.0%	4.0%	12.0%	4.0% \$/Ton	12.0% \$/Ton
Individual Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, I	(-)4.29	(-)4.27	0.35	(-)2.76	(130.0)	(130.0)
- Fused Magnesium Phosphate, II	(-)10.11	(-)10.06	(-)1.27	(-)3.50	(130.0)	(130.0)
- Single Super Phosphate, III	(-)3.53	(-)3.52	0.64	(-)2.18	(130.0)	(130.0)
Integrated Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	(-)8.04	(-)8.00	(-)0.51	(-)3.12	120.3	120.3
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	(-)3.85	(-)3.84	0.63	(-)2.27	131.3	131.3

プロジェクト・ライフ平均の製品原価は、次に示す如く想定製品価格より高い。

Project Life Average Production Cost, US\$/Ton-1998						
Project	Production Cost					Projected Price
	Variable/ Transport	Direct Fixed	Deprecia- tion	Sales/ Interest	Total	
Individual Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, I	98.5	14.5	25.8	111.4	250.2	130.0 Bulk
- Fused Magnesium Phosphate, II	162.3	9.9	25.8	128.1	326.1	180.0 - Bags
- Single Super Phosphate, III	127.4	7.7	19.9	79.2	234.2	150.0 - Bulk

Integrated Projects						
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	141.4	19.7	43.8	200.9	405.8	180.0 - Bags
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	108.0	16.3	35.8	141.2	301.3	150.0 - Bulk

Base Case: Interest Rate of Long Term Loan; 12.0%/year

計画の財務分析の結論は、設定された前提条件下では長期借入金金利 4.0から12.0%/年の範囲で、財務的存立性はなく、投資利益率は負の値を示すとともに純現在価値も負の値を示す。

2.4.2 経済評価

経済的収益率は、財務分析の基本事項を基礎として計画の経済的所要資金、経済的年間原価および経済的便益の計算および収益率の算出の四段階で実施した。経済評価はザンビアの特性を考慮し、上流および下流部門統合の二つの計画について評価を行なった。

Economic Internal Rate of Return on Investment, %		
	EIRROI, DCF, %	
	Low Interest Rate Case, 4.0%/Year	Base Interest Rate Case, 12.0%/Year
Integrated Projects		
- Phosphate Mining and Concentrate, and Fused Magnesium Phosphate, I + II	(-) 10.07	(-) 10.07
- Phosphate Mining and Concentrate, and Single Super Phosphate, I + III	(-) 5.02	(-) 5.02

純現在価値も、12%/年のカット・オフ・レートを使用すると負の数値を示すことになる。

また、外貨節約は熔燐計画については US\$ 1.22 百万/年、また過石計画については US\$ 23.63 百万/年と計算された。計算結果は下記の通りである。

Project Life Foreign Exchange Savings, US\$, MM/Year - Net Present Value - 1991				
	Foreign Exchange for Import of Phosphate Fertilizer	Foreign Exchange Outlays from the Project		Net Foreign Exchange Saving
		Debt Service of Foreign Loan	Foreign Procurement	
Integrated Projects				
- Phosphate Mining and Concentrate Project, and Fused Magnesium Phosphate Project, I + II	87.46	28.49	57.75	1.22
- Phosphate Mining and Concentrate Project, and Single Super Phosphate Project, I + III	84.91	26.91	34.37	23.63

Notes: - Interest rate for long term loan : 4.0%/Year
 - Assumed import price of triple super phosphate : US\$286/Ton
 at Kafue in 1991
 - Escalation rate : 3.0%/Year
 - Deflator : 3.0%/Year

本計画は約 200名の雇用機会の提供、技術移転およびザンビア国内の地域開発の促進などへの寄与は認められるが、総合的に評価しザンビアの国家経済に寄与するものとは言い難い。

3. 結論と勧告

3. 1 結 論

ザンビア共和国磷酸肥料工場建設計画調査の結論は、チレンブェにおける燐精鉱の回収 (35,181 TPY、P2O₅ 30.00%、CaO 41.11%)、カフェ立地でのチレンブェ燐精鉱を使用する熔燐製造 [50,400 TPY、(0-20.11-0)、くえん酸可溶性 P2O₅] あるいは過石製造 [57,205 TPY、(0-17.20-0)、くえん酸アンモニウム可溶性 P2O₅] の工場建設は技術的に可能であると結論される。

しかしながら、これら計画の財務分析の結果は、長期借入金金利 4.0および12.0%/年の条件下で、収益率および資金繰りの点で財務的計画存立性はない。投資の収益率は負の値を示し、ザンビアの計画財務評価基準として予め定められているカット・オフ・レートより著しく低い。

経済的収益率もやはり負の値が得られる。磷酸肥料輸入代替による外貨節約額は過石計画の場合はかなり大きな値を示しているが、熔燐計画の場合は僅かな値を示している。しかし熔燐の場合もザンビアにおける農芸学的試験により、その高い有効性が確認されるならば、外貨節約額は改善されるものと期待される。

上記の調査結果をもたらす主要原因については、次のように纏められる。

- ・ チレンブェ燐鉱資源は小規模であり、採掘・選鉱にあたり規模の経済性が期待出来ない。
- ・ チレンブェ燐鉱資源は火成性起源で、P2O₅品位が低く、燐精鉱製造のために高度の選鉱・濃縮工程を必要とする。
- ・ チレンブェ燐鉱資源の立地が遠隔地にあり、輸送インフラストラクチャ、特に鉄道がないため、カフェまで燐精鉱の道路輸送に過度のコストを必要とする。
- ・ 上記理由に加えて、現在の国際的燐精鉱市況の低迷のためチレンブェからの国産燐精鉱の価格は、高品位・大規模鉱石資源を大規模に開発している海外からの輸入燐精鉱の到着価格に比較して高い。
- ・ 熔燐と過石の製造原価は輸入磷酸肥料の代替価格に比較して高い。その理由は小規模生産、チレンブェ燐精鉱および副原料の蛇紋岩や硫酸などの高価格、更に現在および近い将来に予測される重過石あるいは二燐安などの高濃度磷酸肥料の国際価格低迷などのためである。

- 本計画について国産チレンブエ磷精鉱の代りに輸入磷精鉱を原料としても収益率は正とならないことに留意する必要がある。
- 過石に含まれる硫黄はザンビアの硫黄欠乏土壌の肥効成分として製品価格に評価されるが、熔磷に含まれる可溶性マグネシア、シリカおよびアルカリ分などの肥料としての有効性は製品価格に反映されていない。理由はザンビア国内に実証可能な肥効試験データが今日まで整備されていないため、この理由もあり熔磷の収益率はやや低い。
- 各種の製品代替案のうち、もしカフエのNCZの粒状化成肥料工場の改造が技術的および財務的に実施可能なら、硝酸化成の製造は収益性が高くなる可能性がある。

本調査計画は技術的に実施可能であるが、財務的存立性は無く、経済的にもザンビアにおける磷酸肥料の輸入代替国産化計画の一環として直ちに商業的に着手する工業計画として正当化することは困難であると評価される。

3. 2 勧告

主に現在と近い将来に予測される磷精鉱と磷酸肥料の国際市況低迷のため、本調査計画の財務および経済収益率は低い。したがって、本計画に関し次の通り勧告を行う。

- 漸くの間、ザンビアの当面の商業生産を目的とした工業プロジェクトとして本調査計画の推進および準備活動は行なわない。
- 計画の可能性改善の方策について調査・検討を続行する： ザンビアにおける大規模・高品質の磷鉱石の探索あるいはカフエのNCZにおける硝酸化成肥料製造可能性調査など。
- 多様化かつ集約化しつつあるザンビアの農業に鑑み、ザンビアの法律で規定されている水溶性磷酸のみならず、くえん酸およびくえん酸塩可溶性磷酸成分の肥効、また各種磷酸肥料に含まれる可溶性マグネシア、シリカおよびアルカリ成分などのザンビア農業における有効性確認のための農業的研究活動の推進。
- ザンビア農業開発のためのザンビアにおける、より有効な肥料調達および物流システムの推進。

Table and Figure

for

SUMMARY, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Table 2-1-1 to Table 2-1-6

and

Figure 2-1-1 to Figure 2-1-2

Table 2-1-1 CONSUMPTION OF FERTILIZER IN ZAMBIA, 1972-1985

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	(Unit: ton)													
COMPOUND	66,490	50,721	48,402	74,784	78,272	90,225	77,140	80,136	110,428	115,978	128,666	92,606	79,298	112,260
STRAIGHT N	44,980	32,554	50,846	56,956	65,487	75,503	50,421	61,270	82,949	93,447	82,239	69,174	58,377	91,537
STRAIGHT P	498	280	351	1,472	2,076	1,610	1,896	1,725	2,568	2,217	807	1,445	467	1,060
STRAIGHT K	832	1,226	2,751	327	39	169	149	202	219	290	108	171	214	144
TOTAL	112,800	84,781	102,350	133,695	150,774	167,507	130,077	145,368	196,363	218,791	217,868	165,798	143,894	211,180
Total in Nutrient														
N	21,922	16,325	19,473	33,044	39,828	45,283	31,100	38,263	53,170	57,766	54,396	43,616	38,144	55,729
P2O5	6,761	5,107	4,875	12,211	13,784	15,584	13,397	14,243	18,884	20,370	21,731	15,799	12,298	19,647
K2O	4,152	3,476	4,239	5,238	4,644	5,499	5,442	4,645	5,678	6,316	8,008	6,265	4,585	7,875

Source: NAMBOARD

Table 2-1-2 SUPPLY AND CONSUMPTION OF FERTILIZER IN ZAMBIA,
1983-1986

(Unit: 1,000 ton of product)

	Production	Imports		Total Supply	Consumption
		End Products	Raw Materials		
	(A)	(B)		(A+B)	(C)
1983	72.6	132.9	25.5	205.5	165.8
1984	77.8	195.2	23.1	273.0	143.9
1985	19.9	30.5	-	50.4	211.2
1986	59.5	143.6	N.A.	203.1	153.8

Sources: NCZ and NAMBOARD

Table 2-1-3 SALES PRICE AND PURCHASE PRICE OF FERTILIZER BY NAMBOARD

		(Unit: K./ton)						
		1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Compound D								
Sales Price (A1)		232.0	235.0	299.0	482.0	535.0	535.0	1,600.0
Purchase Price from NCZ (B1)		-	-	612.0	611.0	611.0	664.0	1,860.0
(A1/B1) (%)		-	-	48.9	78.9	87.6	80.6	86.0
Landed Cost of Imported Fertilizer (C1)		304.0	446.0	269.0	439.3	492.3	N.I.	3,825.0*
(A1/C1) (%)		76.3	52.7	111.2	109.7	108.7	-	41.8
(B1/C1) (%)		-	-	227.5	139.1	124.1	-	48.6
Urea								
Sales Price (A2)		233.0	219.0	299.0	482.0	535.0	535.0	1,300.0
Landed Cost of Imported Fertilizer (C2)		400.0	406.0	268.0	462.6	697.4	N.A.	2,775.0*
(A2/C2) (%)		58.3	53.9	111.6	104.2	76.7	-	46.8
Ammonium Nitrate								
Sales Price (A3)		158.6	202.6	281.0	464.0	517.0	517.0	1,120.0
Purchase Price from NCZ (B3)		378.8	424.0	531.0	564.0	617.0	710.0	1,860.0
(A3/B3) (%)		41.9	47.8	52.9	82.3	83.8	72.8	60.2

Notes: A = Ex-NAMBOARD depot: Price in October in each year.

B = Ex-factory

C = C.I.F. Lusaka

N.I. = No Import

N.A. = Not available

- = No production

* = As of April, 1987. (K.15/US\$)

Table 2-1-4 PROJECTED DEMAND FOR PHOSPHATE FERTILIZER IN ZAMBIA

(Unit: '000 P2O5 ton)

	Total	Central	Copper- belt	Eastern	Luapula	Lusaka	North- ern	North- western	South- ern	Western
Actual										
1982	21.7	4.20	0.73	3.46	0.17	3.29	2.42	0.19	7.18	0.08
1983	15.8	3.44	0.52	3.58	0.33	1.69	1.54	0.13	4.31	0.16
1984	12.3	3.02	0.70	1.23	0.29	1.37	1.45	0.03	4.07	0.14
1985	19.6	4.29	0.97	4.95	0.32	1.63	1.42	0.22	5.47	0.39
Projected										
1986	22.9	3.9	1.3	3.5	0.4	2.7	2.9	0.2	7.8	0.2
1987	24.4	4.0	1.5	3.4	0.5	2.8	3.2	0.2	8.5	0.3
1988	25.8	4.0	1.7	3.4	0.5	3.0	3.4	0.2	9.3	0.3
1989	27.3	4.1	1.9	3.4	0.6	3.1	3.6	0.2	10.1	0.3
1990	28.8	4.2	2.0	3.4	0.6	3.3	3.8	0.2	10.9	0.4
1991	30.1	4.3	2.1	3.4	0.7	3.4	3.9	0.2	11.7	0.4
1992	31.3	4.4	2.2	3.4	0.7	3.6	4.0	0.2	12.4	0.4
1993	32.4	4.5	2.3	3.5	0.7	3.7	4.0	0.2	13.1	0.4
1994	33.7	4.7	2.3	3.6	0.7	3.8	4.1	0.2	13.8	0.5
1995	34.8	4.8	2.4	3.6	0.8	4.0	4.1	0.2	14.4	0.5
1996	36.0	5.0	2.4	3.7	0.8	4.1	4.2	0.2	15.1	0.5
1997	37.1	5.1	2.5	3.8	0.8	4.2	4.3	0.2	15.6	0.6
1998	38.1	5.3	2.5	3.9	0.8	4.3	4.3	0.2	16.2	0.6
1999	39.2	5.5	2.6	4.0	0.8	4.4	4.4	0.2	16.7	0.6
2000	40.2	5.7	2.6	4.1	0.8	4.6	4.4	0.2	17.2	0.6
2001	41.2	5.8	2.6	4.2	0.8	4.7	4.5	0.3	17.7	0.6
2002	42.3	6.0	2.7	4.3	0.8	4.8	4.6	0.3	18.1	0.7
2003	43.4	6.2	2.7	4.5	0.9	4.9	4.6	0.3	18.6	0.7
2004	44.4	6.4	2.8	4.6	0.9	5.0	4.7	0.3	19.0	0.7
2005	45.3	6.6	2.8	4.7	0.9	5.1	4.8	0.3	19.4	0.7
2006	46.1	6.8	2.8	4.8	0.9	5.2	4.8	0.3	19.8	0.7
2007	47.1	7.0	2.9	5.0	0.9	5.3	4.9	0.3	20.1	0.7
2008	48.0	7.2	2.9	5.1	0.9	5.4	5.0	0.3	20.5	0.7
2009	49.3	7.4	3.0	5.3	1.0	5.5	5.1	0.3	20.9	0.8
2010	50.1	7.6	3.0	5.4	1.0	5.6	5.1	0.3	21.3	0.8

Table 2-1-5 SALES VOLUME OF PHP IN ZAMBIA

(Unit: '000 P205 ton)

	Total	Central	Copper- belt	Eastern	Lusapula	Lusaka	North- ern	North- western	South- ern	Western
1986	9.5	1.3	1.3	1.2	0.4	0.0	2.9	0.2	2.0	0.2
1987	10.2	1.3	1.5	1.1	0.5	0.0	3.2	0.2	2.1	0.3
1988	10.8	1.3	1.7	1.1	0.5	0.0	3.4	0.2	2.3	0.3
1989	11.6	1.4	1.9	1.1	0.6	0.0	3.6	0.2	2.5	0.3
1990	12.2	1.4	2.0	1.1	0.6	0.0	3.8	0.2	2.7	0.4
1991	12.7	1.4	2.1	1.1	0.7	0.0	3.9	0.2	2.9	0.4
1992	13.2	1.5	2.2	1.1	0.7	0.0	4.0	0.2	3.1	0.4
1993	13.6	1.5	2.3	1.2	0.7	0.0	4.0	0.2	3.3	0.4
1994	14.1	1.6	2.3	1.2	0.7	0.0	4.1	0.2	3.5	0.5
1995	14.4	1.6	2.4	1.2	0.8	0.0	4.1	0.2	3.6	0.5
1996	14.8	1.7	2.4	1.2	0.8	0.0	4.2	0.2	3.8	0.5
1997	15.3	1.7	2.5	1.3	0.8	0.0	4.3	0.2	3.9	0.6
1998	15.6	1.8	2.5	1.3	0.8	0.0	4.3	0.2	4.1	0.6
1999	15.9	1.8	2.6	1.3	0.8	0.0	4.4	0.2	4.2	0.6
2000	16.2	1.9	2.6	1.4	0.8	0.0	4.4	0.2	4.3	0.6
2001	16.5	1.9	2.6	1.4	0.8	0.0	4.5	0.3	4.4	0.6
2002	17.0	2.0	2.7	1.4	0.8	0.0	4.6	0.3	4.5	0.7
2003	17.5	2.1	2.7	1.5	0.9	0.0	4.6	0.3	4.7	0.7
2004	17.8	2.1	2.8	1.5	0.9	0.0	4.7	0.3	4.8	0.7
2005	18.2	2.2	2.8	1.6	0.9	0.0	4.8	0.3	4.9	0.7
2006	18.4	2.3	2.8	1.6	0.9	0.0	4.8	0.3	5.0	0.7
2007	18.7	2.3	2.9	1.7	0.9	0.0	4.9	0.3	5.0	0.7
2008	19.0	2.4	2.9	1.7	0.9	0.0	5.0	0.3	5.1	0.7
2009	19.7	2.5	3.0	1.8	1.0	0.0	5.1	0.3	5.2	0.8
2010	19.8	2.5	3.0	1.8	1.0	0.0	5.1	0.3	5.3	0.8

Table 2-1-6 SALES VOLUME OF SSP IN ZAMBIA

(Unit: '000 P205 ton)

	Total	Central	Copper- belt	Eastern	Lusapula	Lusaka	North- ern	North- western	South- ern	Western
1991	9.03	1.29	0.63	1.02	0.21	1.02	1.17	0.06	3.51	0.12
1992	9.39	1.32	0.66	1.02	0.21	1.08	1.20	0.06	3.72	0.12
1993	9.72	1.35	0.69	1.05	0.21	1.11	1.20	0.06	3.93	0.12
1994	10.11	1.41	0.69	1.08	0.21	1.14	1.23	0.06	4.14	0.15
1995	10.44	1.44	0.72	1.08	0.24	1.20	1.23	0.06	4.32	0.15
1996	10.80	1.50	0.72	1.11	0.24	1.23	1.26	0.06	4.53	0.15
1997	11.13	1.53	0.75	1.14	0.24	1.26	1.29	0.06	4.68	0.18
1998	11.43	1.59	0.75	1.17	0.24	1.29	1.29	0.06	4.86	0.18
1999	11.76	1.65	0.78	1.20	0.24	1.32	1.32	0.06	5.01	0.18
2000	12.06	1.71	0.78	1.23	0.24	1.38	1.32	0.06	5.16	0.18
2001	12.36	1.74	0.78	1.26	0.24	1.41	1.35	0.09	5.31	0.18
2002	12.69	1.80	0.81	1.29	0.24	1.44	1.38	0.09	5.43	0.21
2003	13.02	1.85	0.81	1.35	0.27	1.47	1.38	0.09	5.58	0.21
2004	13.32	1.92	0.84	1.38	0.27	1.50	1.41	0.09	5.70	0.21
2005	13.59	1.98	0.84	1.41	0.27	1.53	1.44	0.09	5.82	0.21
2006	13.83	2.04	0.84	1.44	0.27	1.56	1.44	0.09	5.94	0.21
2007	14.13	2.10	0.87	1.50	0.27	1.59	1.47	0.09	6.03	0.21
2008	14.40	2.16	0.87	1.53	0.27	1.62	1.50	0.09	6.15	0.21
2009	14.79	2.22	0.90	1.59	0.30	1.65	1.53	0.09	6.27	0.24
2010	15.03	2.28	0.90	1.62	0.30	1.68	1.53	0.09	6.39	0.24

Figure 2-1-1 FLOW OF FERTILIZER DISTRIBUTION

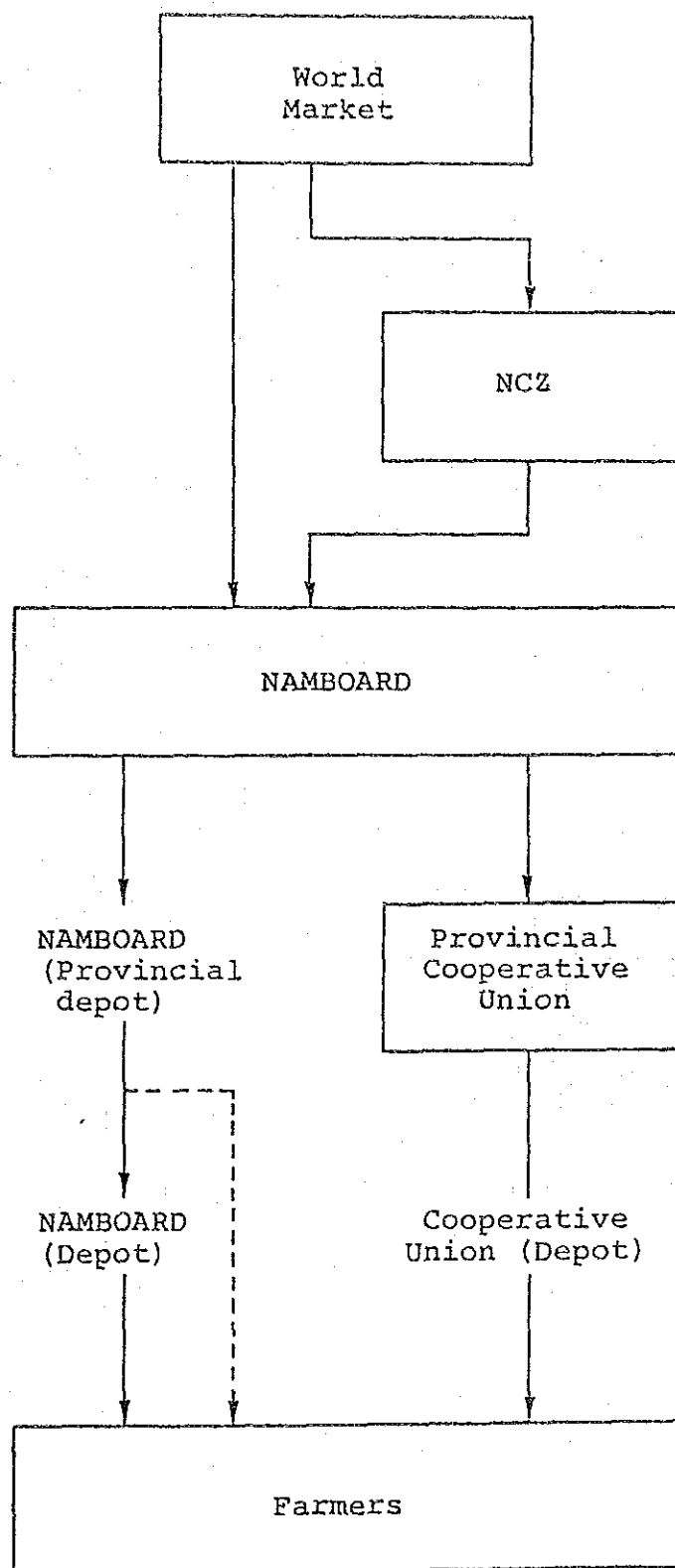
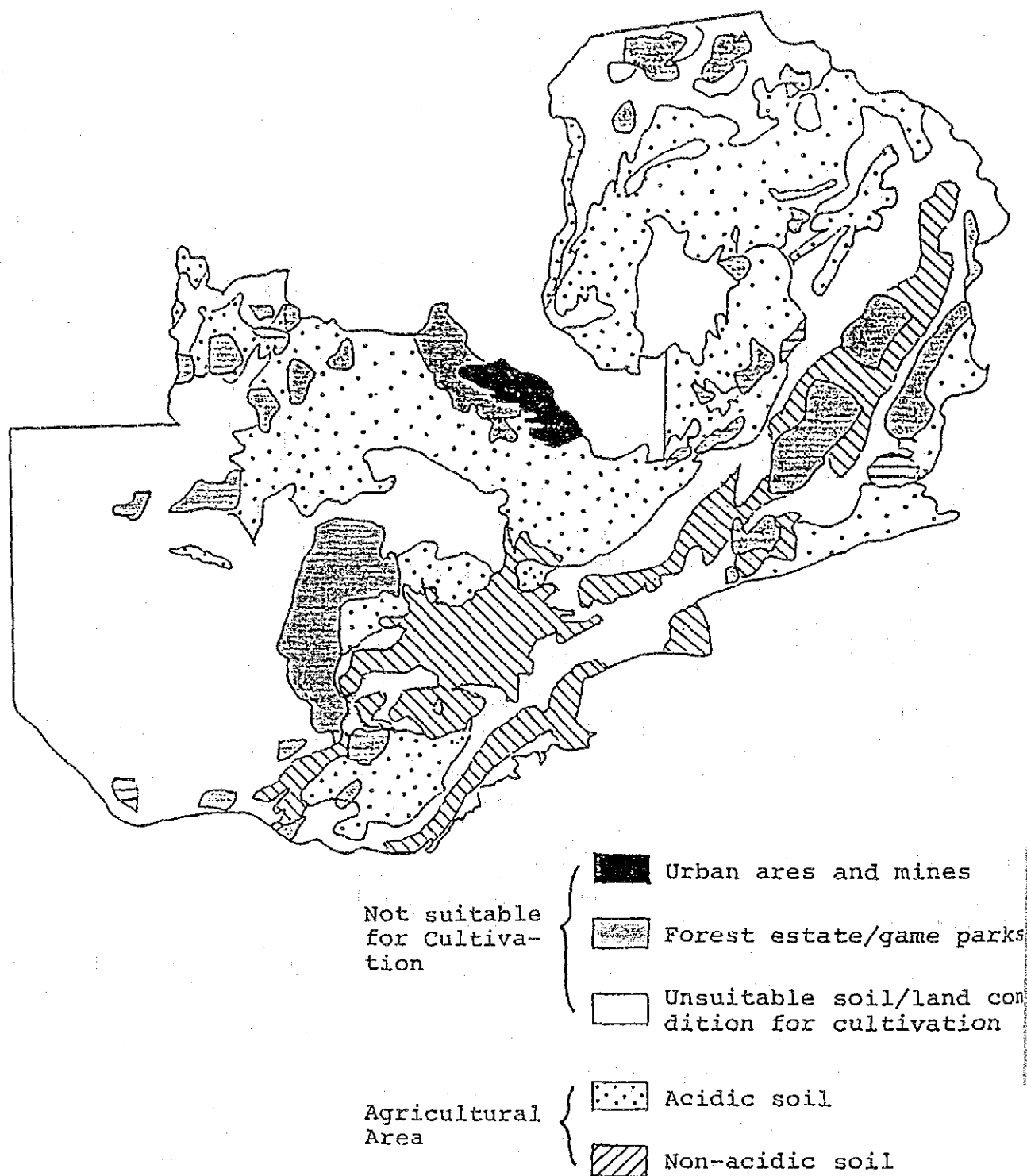


Figure 2-1-2

CLASSIFICATION OF AREA IN VIEW
OF USE OF FMP AND LIME



第 I 編 序 論

第1編 序 論

第1章 調査の目的および範囲

1. 1 背景および目的

ザンビア共和国政府は、同国最初の磷酸肥料工場建設計画の検討を行なっている。

ザンビアの経済は伝統的に、過度に銅鋳業に依存して来たが、1974年以降の銅輸出価格の急落のため、ザンビアの開発戦略は農業開発と未開発地域の開発に優先権が与えられ、特にメイズ、キャッサバおよびソルガムなどの主要食料作物の自給達成を重点目標としている。

同国の農業部門の寄与率は、GDPのほぼ15%、産業別公式雇用人口の10%、また全人口の65%を占めている。肥料は農業生産増大の最も重要な投入資材である。

ザンビアには、Nitrogen Chemicals of Zambia Ltd. (NCZ) が同国の唯一の窒素肥料工場をカフエに所有している。同工場は国産の石炭とパイライトを主原料として硝安、硫安および化成肥料を製造しているが、全ての磷酸および加里肥料は輸入により充足されている。ザンビアの1984年の肥料消費は 140,700 TPY (窒素はNとして35,250 TPY、磷酸はP2O5として13,200 TPY、加里はK2Oとして4,800 TPY、合計肥効成分で53,250 TPY) であり、同国の農業および経済開発の必須資材として供されている。

ザンビア政府は、ザンビアのチレンブエにて採鋳・選鋳される予定の磷精鋳および同国で利用可能の水力電力、蛇紋岩あるいは硫酸などの副原料を利用して輸入代替の磷酸肥料の国産化計画推進に関心を示している。チレンブエの磷鋳石資源は MINEXの採鋳事業により1980年に確認されている。鋳床は閃長石、およびカーボナタイトを主体とする火成性起源である。ザンビア政府の要請により、1984年に国際協力事業団は採鋳・選鋳に関する調査を実施し、その結果は『ザンビア共和国磷鋳石開発計画調査報告書、1985年、国際協力事業団』に纏められている。資源量は限定されており、14年程度のプロジェクト・ライフに亘り年間 10,554 TPY のP2O5を供給できるに止まっている。

このような観点より、ザンビア政府は日本国政府に対し、技術協力計画の一環としてザンビア共和国磷酸肥料工場建設計画調査実施の技術援助を要請したものである。この要請

に応え、日本国の技術協力計画の公式実施機関である国際協力事業団は、1986年 8月12日に事業団鉱工業計画調査部長、三浦計治氏を団長とする予備調査団を派遣した。

その結果、1986年 8月19日に事業団は、ザンビアの本計画調査のコーディネーティング・ボディーおよびカウンターパート・エージェンシーである INDECO Ltd. との間で本調査実施に関する Scope of Work を締結した。本調査は、この Scope of Work に準拠して実施されたもので、調査結果が本報告書に纏められている。

1. 2 調査の範囲

締結された Scope of Work は、詳細な市場・技術調査ならびに財務・経済評価に関するもので、その内容は次の分野に亘るものである。

- S/W-1 Background and Relevant Condition
- S/W-2 Fertilizer Market and Distribution System in Zambia
- S/W-3 Raw Materials and Utilities Availability
- S/W-4 Project Site
- S/W-5 Conceptual Design
- S/W-6 Construction Cost
- S/W-7 Financial Analysis
- S/W-8 Economic Evaluation
- S/W-9 Conclusion and Recommendations

Scope of Work の全文を付録 I - 1 に参考のために添附した。

1. 3 調査方法およびスケジュール

調査の一環として、植木茂夫博士団長および8名の専門家よりなる国際協力事業団の調査団が、1986年11月25日より12月20日までザンビアを訪問し、現地調査に従事した。調査団の現地調査を支援するため、コーディネーティング・ボディーおよびカウンターパート・エージェンシーである、INDECOよりカウンターパート・メンバーが任命された。調査団は、カウンターパートの協力の下に、資料、情報および試料の収集および分析を行なうとともに、予備選定された工場用地の調査および肥料販売、物流および施肥などの調査に関連する各地域を訪問し、現地調査を実施した。

現地調査の結果を踏まえ、調査団は現地調査の主要調査結果と問題点さらに計画調査の前提および仮定条件を纏め、プロGRESS・レポートを作成の上提出した。プロGRESS・レポートに関する協議結果は1986年12月19日付の Minutes of Meeting に纏められている。

本調査のドラフト・レポートは日本国内で1987年 6月の INDECO のカウンターパート職員の国際協力事業団の研修の際に提示され、更に1987年 7月にザンビアにおいて INDECO に正式に現地説明された。

国際協力事業団の現地調査団氏名、コーディネーティング・ボディーおよびカウンターパート・メンバー、調査団の調査訪問先および現地調査スケジュールを付録 I-2、I-3、I-4 および I-5 に示した。

本調査の要請される範囲および深さより、本調査に特に留意して研究すべき分野として下記のものがある。

- ザンビア農業と農作物学的特性ならびに肥料の販売と物流
- 原料と用役の供給性および製品代替案と工場用地選定
- 計画の財務分析および経済評価

これらの分野の調査の特徴を次に説明する。

1.3.1 肥料の販売と物流

調査の主要留意点として、ザンビアの農業と肥料消費の現状を解析し、肥料の需要予測を展望するとともに本調査計画の製品代替案の販売可能性について予測を行なった。一方、肥料の販売と物流システムの調査を行ない、肥料流通の阻害要因を解明し、本調査計画の燐肥製品および伝統的輸入・国産肥料の販売と物流の効率化に必要な、システムと施設について調査を実施した。

また、ザンビア農業の気象、土壌および作物体系上の特性について解析した。

これに加え、調査団は国際的な肥料の需給バランスおよび価格動向を予測し、この結果を本調査計画の財務および経済評価に使用することとした。これらの調査結果を本報告書の第Ⅱ編に詳述した。

1.3.2 技術的検討

本計画の目的は、チレンブエの燐精鉱とムクシの蛇紋岩より第一製品代替案としての熔燐、第二製品代替案としてチレンブエの燐精鉱およびカフエのNCZ またはコッパーベルトの ZCCM からの硫酸より過石を製造する工場建設に関する、技術的および財務的検討を行なうことにある。

したがって、原料・用役の供給性、カフエ、カブエ、ンドラおよびキトウエの内よりの工場立地の選定に関する技術調査とともに、代替製品案の市場調査結果を総合し、最適製造工場計画を確立することが重要である。

これらの調査・検討結果より、計画の最適案を作成し、必要とされる工場計画の概念設計を確立した。更に、工場建設計画実現のための監理については、同国の現状を充分把握し、効果的な計画案作成について検討した。これらの調査・検討・解析の結果は、本報告書の第Ⅲ編に詳述した。

1.3.3 財務分析および経済評価

工場建設計画案の財務的立案および分析ならびに経済評価を次の通り実施した。

- － 財務的総所要資金と投融資計画案の策定
- － 製品売上収入および製造原価の計算
- － 計画案に由来する便益と費用の定量的・定性的推定
- － 上流および下流部門の統合計画案の財務存立性と健全性の分析ならびに計画の経済的正当性の評価

これらの分析と評価結果は本報告書の第Ⅳ編に詳述した。

調査の全般的スケジュールおよび調査活動の流れについては、図 I-1 と I-2 に各々示した。

第2章 計画の背景

2. 1 ザンビアの産業開発

2.1.1 地 理

ザンビア共和国は内陸国であり、1,000から1,300mの平均高度にある中央アフリカ台地に位置し、753,000 Km²の面積を有する。同国は北部をザンビアとタンザニア、東部はマラウイとモザンビーク、南部をジンバブエとボツワナ、南西部をナミビア、また西部をアンゴラと国境を接している。

南緯 8から18度、東経22から34度に位置するため、ザンビアの気象と植性は熱帯性である。季節は明瞭に三区分されている：11月より 4月までの温暖多湿、5月から 8月までの冷涼乾燥と 9月から10月までの高温乾燥期である。

年間降雨量は北部で 1,100から 1,400mm、また南部で 600から 1,100mmである。支配的植生は主要台地のサバンナの樹木と背高の草木および草地の混成、また南部州およびルサカ州にはメイズ栽培が広く分布している。一方、森林は同国の北西部と西部に分布し、密林は北部、草地は西部州の季節的灌水平原、カフェ平地およびバングウル湿地に観察される。

1980年に実施された人口統計調査によれば、人口は 5.66 百万人、また平均余命は男性 50.4才、女性52.5才であり、1985年の推定人口は 6.73 百万人である。ザンビアの人口増加率は世界でも高い国に数えられている。1969年より1980年までの人口調査実施期間の平均人口増加率は 3.1%／年で、将来人口予測は1990年で 8.1百万人、また2000年で11.8百万人とされている。

2.1.2 経 済

現在価格によるGDPは1980年のZK30.6億より1986年にはZK121.0億に増加し、年率25.8%の増加を示している。しかしながら、ZKの固定価格による成長率は僅かに 0.4%であり、US\$ による場合は年率20.6%の減少を示している。著しい人口増加率を考慮すると、固定価格のGDP／Capitaの成長率は同期間を通じて負の値を示している。

同国の人口に占める全産業公式雇用人口は僅かに 5.2%であり、その絶対数値は人口増加にもかかわらずむしろ減少している。したがって、大多数の人口は未開地域の農業に依存していることになる。ザンビアのGDPおよびその他の基礎統計値を表I-1に示す。

表I-2は1980年より1986年までのカレント・プライスでのGDPの部門別構成比の傾向を示したものである。政府による農業開発助成策にもかかわらず、過去3年間の農業部門のGDP比は低下傾向を示している。1986年の部門別比率は農業が10.8%、鉱業が24.6%、製造業が20.1%、商業が10.7%、また金融業が8.5%を占めている。

1986年の資源供給に占めるGDPは81.5%であり、1980年の73.7%より増加している。一方、商品とサービスの輸入の占める割合は26.2%より18.5%に低下している。同時に、輸出の占める割合も23.4%より21.7%に減少している。資源の消費については政府および民間部門の比率は1986年に74.6%および19.4%である。表I-3に1980年より1986年までの資源の供給と消費の比率の変化を示した。

2.1.3 ザンビアの開発政策

ザンビアの最新の経済政策については『Economic Review 1986 and Annual Plan 1987, by National Commission for Development Planning』に総括されている。同報告書によれば、政府は1983年以降経済再生のため幾多の経済政策の改革を行なって来た。即ち、価格の自由化、外貨入札制の導入、食糧その他商品に対する補助金の削減、農産物の生産者価格の上昇および農業市場の自由化政策などである。

これらの自由化および構造調整策の採用は部分的改善効果は認められてはいるが、総合的経済状況が改善されるところまで到っていない。対外債務は国家の外貨収入にほぼ匹敵している。

1986年の政府予算の財政赤字はGDPの四分の一に達し、1985年および1986年の消費者物価上昇率は30%および60%に達している。1986年の総固定資産の形成は、GDPの7.0%に低下している。これはザンビア歴史にとって最低の水準であり、鉱業、製造業および運輸部門の現存施設の改修工事のみに投資が限定されたためである。

外貨交換レートは入札制度導入前の1985年10月の ZK 2.20 / US\$より1987年4月25日の ZK 21.01 / US\$ まで、一年半の期間にほぼ十分の一に低下し、政府は最終的に1987年5月1日に固定相場制の再導入を行ない、交換レートは ZK 8.00 / US\$となった。

このような種々の経済的困難に直面し、政府は1987年の施策として次の六つの開発政策と特定部門の開発目標の設定を行なった。

- － 農業生産と農産加工業の改善のための投資増加
- － 農業部門の雇用機会の創造
- － 消費者物価の安定化と国内インフレーション率の低下
- － 外貨交換レートの安定化と非伝統商品の輸出増加
- － 補助金と行政サービスの削減による政府の財政赤字の減少
- － 高級熟練工の充足のための外国よりの技術援助の再調整

2. 2 ザンビア経済における農業の重要性

ザンビアの最重要農産物は、同国の主食に供されるメイズである。これ以外に、小麦、綿花、煙草、落花生、ヒマワリ、牛肉、豚肉および牛乳などが主要農産物としてあげられる。人口の三分の二が完全な自給自足農業に従事しているため、市場向けの余剰農産物販売量の変動は著しい。ザンビアの農業経営形態は三分類されている：商業農家、新興農家（半商業的）および小規模伝統的自給自足農家である。

農産物の商業農家および小規模農家の生産比率については、煙草、砂糖、小麦および大豆はほぼ全量商業農家で生産され、落花生および綿花は、ほぼ全量小規模農家により生産されている。メイズ、ヒマワリおよび水稻はほぼ半量ずつ生産されていると推定されているが、更に詳細に言えば、メイズの40%が商業農家により、60%が小規模農家により生産されている。1986/87年のメイズの生産量と市場への販売量は各々15.0百万と11.0百万俵（90キログラム袋）と推定されている。

ザンビアの土地面積は74.1百万Haで、現在の土地利用は7.0%が農耕地として、47.2%が牧草地として使用されている。同国の潜在的農耕可能地は32.0百万Haまた灌漑可能地は10.0百万Haに達するものと推定されている。農産物の市場取引量の歴史的傾向を表I-4に示す。

ザンビアの著しい潜在農業生産可能性にもかかわらず、農地単位面積および人口あたりの肥料使用量は依然世界でも最低の水準にある。農産物価格と肥料消費価格は政府により統制されており、その価格推移を表I-5に示した。最近の政府の基本政策の施策により、

肥料の価格は農産物価格より急激に上昇しており、ザンビアの肥料消費は減退する恐れがある。ザンビアの肥料消費は90%以上がメイズ向であるため、メイズの生産者価格と肥料の消費者価格比がザンビアの肥料消費の重要な要因となっている。

政府の1987年の年度計画によれば、農業部門で次の事項が投資優先分野として強調されている：

- 農産物と畜産品の生産
- プロジェクトの営農指導計画
- 必須品の輸入： 肥料、農業機械、農機具および農業
- 既存農耕地の完全利用
- 灌漑施設の拡充
- 畜産動物の健康管理と疫病対策

2. 3 本計画の経済的重要性

磷酸肥料はザンビア農業にとって最も重要な投入資材の一つである。ザンビアには窒素肥料工場があるが、磷酸肥料製造工場はなく、全ての所要磷酸肥料は輸入により充足されている。

ザンビアは貴重な外貨を使用し、商業的に肥料を輸入するとともに一部の肥料については外国政府の公式無償援助により供給を受けている。

ザンビアの地理条件の特性より、一般に輸入品の価格は高くならざるを得ない、輸入肥料についても国際的な価格水準より高くなる。その他の問題として、肥料輸入調達の時機を得ること、また農家が肥料を必要とする時に肥料を配達することの困難性もある。仮に、磷酸が国内立地で適正原価で製造可能となれば、同国の外貨節約のみならず肥料の安定供給の確保の面でも益することになる。したがって、本調査計画は同国の農業開発に寄与するとともに、同国の経済発展をもたらすものと期待される。

また、本調査計画は国内の火成性磷酸資源および電力を通じて水力資源など国産資源の有効利用にも貢献することになる。更に、同国の工業が成育初期にあることから、本調査計画の一般工業開発への波及効果も有益である。本計画に適用される製造技術は他の産業にも応用可能な基本的技術であり、ザンビアの将来の工業開発に寄与するものであると考えられる。

Table and Figure

for

Part I

INTRODUCTION

Table I-1 to Table I-5

Figure I-1 to Figure I-2

Table I-1 TREND OF GROSS DOMESTIC PRODUCT IN ZAMBIA

Items	Unit	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Gross Domestic Product (GDP)								
- Current Price	ZK, Billions	3.06	3.49	3.60	4.18	4.93	7.05	12.10
	US\$, Billions	3.81	3.95	3.87	2.77	2.24	1.24	0.95
- Constant Price - 1977	ZK, Billions	2.00	2.12	2.06	2.02	2.01	2.04	2.05
- Annual Change	%/Year	-	6.0	(-)2.8	(-)1.9	(-)0.5	1.5	0.5
Per Capita GDP								
- Current Price	ZK	541	587	584	671	764	1,055	1,759
	US\$	674	664	628	444	345	185	138
- Constant Price - 1977	ZK - 1977	354	356	334	324	311	305	297
- Annual Change	%/Year	-	0.8	(-)6.2	(-)3.0	(-)4.0	(-)1.9	(-)2.6
Population	Millions	5.65	5.96	6.16	6.23	6.45	(6.68)	(6.88)
- Agricultural Population	Millions	3.76	3.93	4.02	4.03	4.12	(4.21)	(4.30)
- Employees in Industry	Millions	0.381	0.373	0.367	0.364	0.365	0.361	0.360
Formal Sector								
- Agriculture Sector	Millions	0.033	0.036	0.053	0.035	0.035	0.035	0.035
Exchange Rate	ZK/US\$	0.803	0.883	0.930	1.511	2.201	5.70	12.71
Deflator (100=1977)	%/Year	0.654	0.607	0.572	0.483	0.408	0.289	0.169

Sources: - Economic Review 1986 and Annual Plan 1987, NCDP, January, 1987
- Bank of Zambia 1985, BOZ, 1986

Table I-2 SECTORAL COMPOSITION OF GROSS DOMESTIC PRODUCT IN ZAMBIA

Industrial Sector		Unit	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
							(Preliminary)	(Preliminary)	(Provisional)
1. Primary		%							
- Agriculture, Forestry and Fishing			14.1	15.7	13.5	14.0	14.5	13.1	10.8
- Mining and Quarrying			16.2	13.9	10.9	15.2	13.7	15.6	24.6
2. Secondary		%							
- Manufacturing			18.3	19.4	20.4	19.6	20.5	22.8	20.1
- Electricity and Water			2.0	1.9	2.0	1.7	1.4	1.0	0.6
- Construction			4.4	3.2	3.5	3.1	3.1	2.6	2.5
3. Tertiary		%							
- Trade, Hotel and Restaurants			11.7	11.7	12.5	12.4	13.2	13.6	10.7
- Transport and Communication			5.2	4.9	5.3	5.4	5.1	4.9	4.9
- Financial and Business Services			9.4	9.2	10.0	9.6	10.5	9.7	8.5
- Community and Social Services			15.1	16.7	18.3	16.2	6.5	5.6	4.0
4. Custom Duty on Final Demand		%	3.6	3.4	3.6	2.2	2.8	4.7	8.6
5. Imputed Bank Charges		%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.9	0.9	0.9
Total			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Sources: - Economic Review 1986 and Annual Plan 1987, NCDP, January, 1987
 - Bank of Zambia 1985, BOZ, 1986

Table I-3 RATIO OF RESOURCES SUPPLY AND USES IN ZAMBIA

Resources	Unit	1980	1981	1982	1983	1984 (Preliminary)	1985 (Preliminary)	1986 (Provisional)
1. Supply of Resources	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
GDP at Market Prices		73.7	78.0	81.6	83.7	84.0	82.8	81.5
Import of Goods and Services		26.2	22.0	18.4	16.3	16.0	17.2	18.5
2. Use of Resources	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Domestic Use		76.6	80.2	76.4	74.0	76.8	81.3	74.6
- Government Consumption		19.6	22.5	21.4	18.9	20.2	18.7	19.4
- Private Consumption		40.8	43.3	43.1	45.8	46.5	52.0	42.9
- Fixed Capital Formation		12.7	13.0	12.3	10.3	8.8	8.1	7.2
- Change in Stocks		3.5	1.4	(-)0.4	(-)0.9	1.3	2.5	5.1
Export of Goods and Services		23.4	20.3	25.3	22.9	22.4	20.5	21.7
Statistical Discrepancy		0.0	(-)0.5	(-)1.7	2.1	0.8	1.8	3.7

Sources: - Economic Review 1986 and Annual Plan 1987, NCDP, January, 1987
- Bank of Zambia 1985, BOZ, 1986

Table I-4 MARKETING AGRICULTURAL PRODUCTION AND FERTILIZER CONSUMPTION IN ZAMBIA

Crops and Fertilizer	Unit	1980	1981	1982	1983	1984 (Preliminary)	1985 (Preliminary)	1986 (Provisional)
1. Cereals	TPY, Thousand							
Maize		383.0*	693.3	508.3	530.6	571.2	648.0	954.0
Wheat		6.6	11.5	12.5	10.0	4.4	2.8	1.4
Paddy Rice		2.5	2.7	2.8	5.9	5.4	7.3	5.6
2. Oil Seeds	TPY, Thousand							
Soya Bean		2.0	3.7	5.1	7.0	9.5	10.9	25.1
Sunflower		28.3	19.2	20.3	31.4	40.1	25.6	26.9
Groundnuts		2.0	1.3	0.8	1.0	1.1	2.4	6.3
3. Others	TPY, Thousand							
Seed Cotton		15.0	17.2	13.2	32.0	40.9	30.3	33.4
Sugar Cane		920.0	893.0	1,010.0	1,086.1	1,179.0	1,207.0	na
Tobacco		4.6	2.9	2.6	2.8	3.1	2.7	4.0
Tea Leaf		0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	1.8	na
4. Fertilizer	TPY, Thousand							
Sales by NAMBOARD**		196.1	211.6	211.8	165.8	140.7	na	na
Purchases by NAMBOARD**		191.0	175.2	294.1	140.7	215.1	na	na

Sources: - Economic Review 1986 and Annual Plan 1987, NCDP, January, 1987

- Bank of Zambia 1985, BOZ, 1986

* Production drop due to severe drought in the year, the production in 1975 is 559.0 TPY, Thousands.

** NAMBOARD: a parastatal organization under the Company Act and established through Parliamentary Statutes and wholly owned by the Government, is the only organization for procurement, storage and distribution of fertilizers in Zambia.

Table I-5 AGRICULTURAL PRODUCER'S PRICE OF CROPS AND COST OF FERTILIZERS

Crops and Fertilizer	Unit in kg	1980	1981	1982	1983	1984	(Unit: ZK/Unit)	
		(Preliminary)(Preliminary)(Provisional)						
1. Agricultural Products								
Maize, Bags	90	11.70	13.50	16.00	18.30	24.50	28.32	55.00
Shelled Groundnuts, Bags	80	35.00	42.70	48.00	55.00	71.50	91.67	131.35
Sunflower, Bags	50	16.40	17.60	20.75	21.50	21.50	27.88	41.95
Soyabeans, Bags	90	32.00	36.30	42.21	45.30	52.50	60.90	112.10
Wheat, Bags	90	20.00	26.00	32.00	35.75	42.50	45.20	86.40
Paddy Rice, Bags	80	18.00	18.60	28.00	40.00	40.00	40.00	55.57
Sorghum, Bags	90	6.00	9.00	9.00	16.00	18.65	26.90	31.35
Millet, Bags	90	6.00	6.00	6.00	29.00	29.50	38.10	56.25
Virginia Tobacco	1	1.57	1.65	2.40	2.70	2.80	3.45	5.12
Burley Tobacco	1	-	-	-	-	-	2.30	3.50
Seed Cotton	1	0.46	0.46	0.47	0.52	0.58	0.67	0.99
2. Fertilizers								
Urea, Bags	1,000	233	233	219	299	482	535	1,260
Ammonium Nitrate, Bags	1,000	156	158	201	281	464	569	1,120
Compound Fertilizer "D", Bags	1,000	232	295	299	482	535	535	1,600

Sources: - Economic Review 1986 and Annual Plan 1987, NCDP, January, 1987

- Bank of Zambia 1985, BOZ, 1986

* Compound Fertilizer "D" is the best selling fertilizer in 1984 (73,000 TPY) with nutrient analysis of (10-20-10-11)

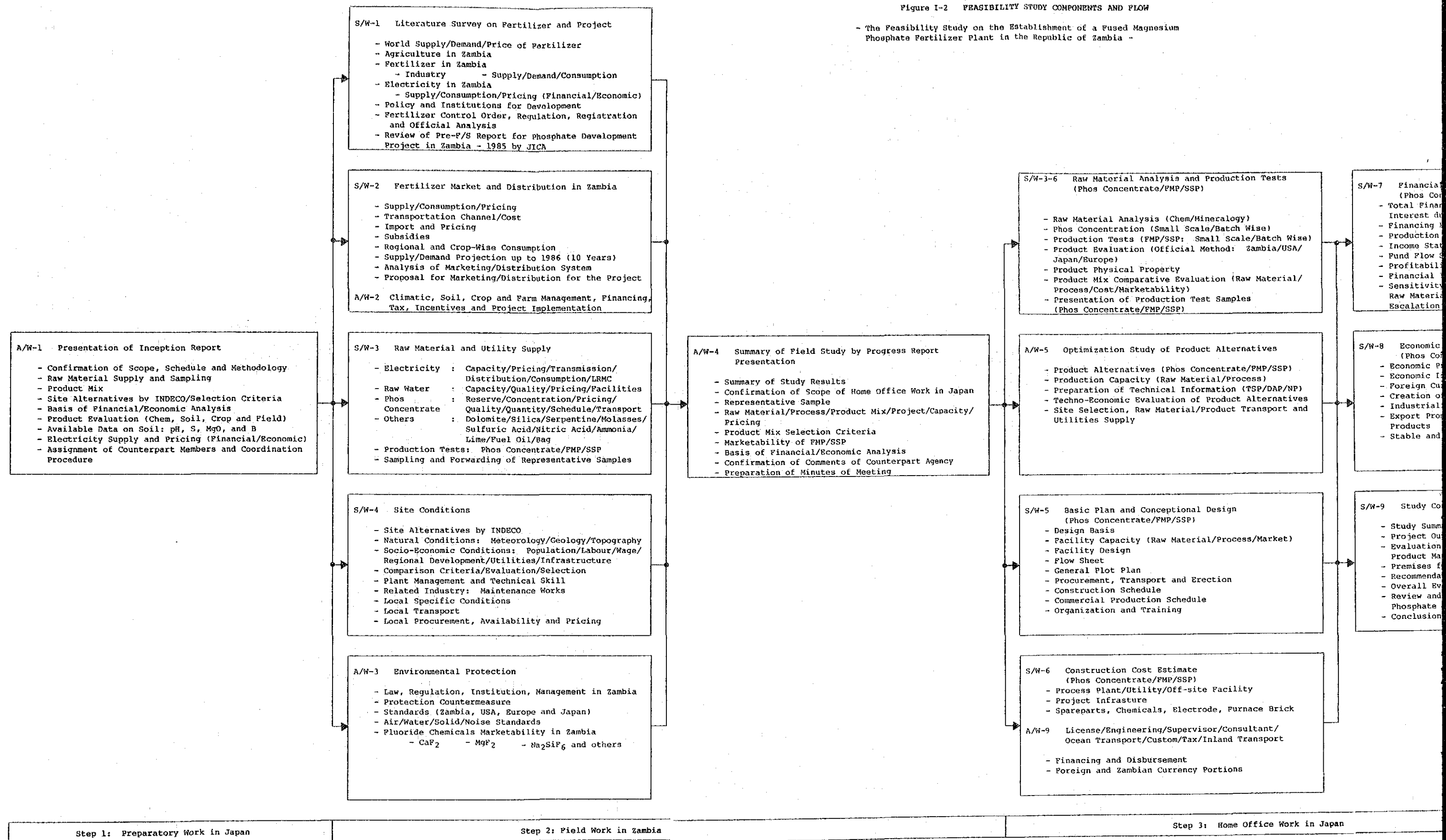
Figure I-1 FEASIBILITY STUDY SCHEDULE

1986/1987
 - The Feasibility Study on the Establishment of a Fused
 Magnesium Phosphate Fertilizer Plant in the Republic of Zambia -
 Japan International Cooperation Agency
 Tokyo, Japan

Study Items	Calendar Year												Notes			
	Calendar Month															
	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1. Presentation of Inception Report and Confirmation of Scope, Schedule and Methodology for the Study			JJJZZZ													
2. Field Survey and Study in Zambia			ZZZZZZZ													
3. Literature Survey on Project S/W-1			JJJZZZZZZZ		JJJJ											
4. Fertilizer Market/ Distribution in Zambia ... S/W-2			ZZZZZZZ		JJJJJJJJ					ZZZ						Market Size of FMP/SSP
5. Raw Material/Utility ... S/W-3			ZZZZZ		JJJJJJJJ					ZZZ						Sampling of Representative Samples
6. Project Site ... S/W-4			ZZZ		JJJJ											
7. Summary of Field Study by Presentation of Progress Report			ZZZ													
8. Optimization of Product Alternatives ... S/W-3-6			J		JJJJJJJJJJJ					ZZZ						Arrival of Representative Samples
9. Analysis/Production Tests					JJJJJJJJ											Concentrate Preparation
10. Basic Plan and Conceptual Design ... S/W-5					JJJJJJJJ											Product Alternatives Optimization
11. Environmental Protection										JJJ						
12. Investment Cost Estimate ... S/W-6			ZZZ		JJJJJJJJ											Conceptual Design
13. Financial Analysis ... S/W-7										JJJJJ						Project Analysis/ Evaluation
14. Economic and Social Evaluation ... S/W-8										JJJJJ						
15. Conclusion and Recommendation ... S/W-9										JJJJJJJJJJJ						
16. Presentation and Discussion of Draft Final Report																
17. Preparation of Final Report															JJJJJJJJJJ	
Study: F/S on FMP Plant Project, Zambia																
Organization;	JICA/INDECO Ltd.												JICA Zambia	Minutes	Notes:	
Location ;	Zambia												Draft Final	of	JJJJ; Study in Japan	
Product ;	FMP/SSP												Report	Meeting	ZZZZ; Study in Zambia	
Capacity ;	Phosphate Concentrate (P ₂ O ₅ 30.0%): 35,181 TPY															

Figure I-2 FEASIBILITY STUDY COMPONENTS AND FLOW

- The Feasibility Study on the Establishment of a Fused Magnesium Phosphate Fertilizer Plant in the Republic of Zambia -



Project
izer
onsumption
ncial/Economic)
ent
, Registration
te Development

in Zambia

(10 Years)
ystem
for the Project
ement, Financing,
ntation

mission/
ion/LRMC
ing/Facilities
/Pricing/
odule/Transport
entine/Molasses/
Acid/Ammonia/
FMP/SSP
ative Samples

logy/Topography
on/Labour/Wage/
tructure
ion

Pricing

ment in Zambia
(apan)
Zambia
and others

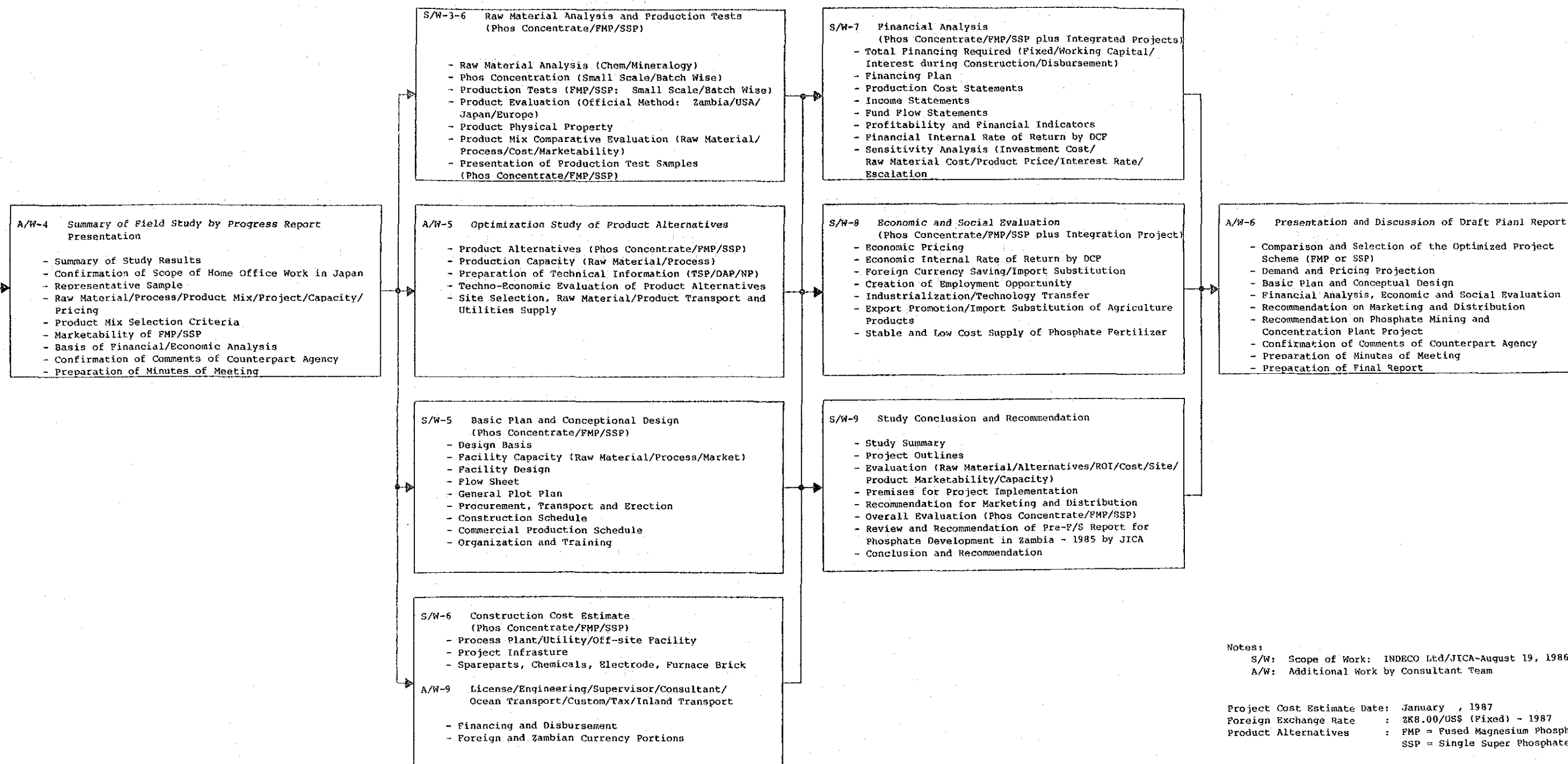
eld Work in Zambia

Figure I-2 FEASIBILITY STUDY COMPONENTS AND FLOW

- The Feasibility Study on the Establishment of a Fused Magnesium Phosphate Fertilizer Plant in the Republic of Zambia -

1986/1987

Study Team,
Japan International Cooperation Agency
Tokyo, Japan
and
INDECO Ltd., Lusaka, Republic of Zambia
(Counterpart Agency and Coordinating Body)



Notes:
S/W: Scope of Work: INDECO Ltd/JICA-August 19, 1986
A/W: Additional Work by Consultant Team

Project Cost Estimate Date: January , 1987
Foreign Exchange Rate : 2K8.00/US\$ (Fixed) - 1987
Product Alternatives : FMP = Fused Magnesium Phosphate
SSP = Single Super Phosphate

Step 3: Home Office Work in Japan

Step 4: Presentation and Discussion of Draft Final Report in Zambia

第Ⅱ編 市 場 調 査

第Ⅱ編 市 場 調 査

第1章 ザンビアの農業と肥料の消費、供給、流通

1. 1 ザンビアの農業部門

(1) ザンビア経済の中での農業

ザンビア経済は、基本的には銅を中心とする鉱業に依存する構造をしており、銅産業が好調であった1974年までは、鉱産品の輸出収入は全輸出収入の約95%を占め、国内総生産の中での鉱業の寄与率は30%以上、また政府収入への寄与率でも50%を越える状況にあった。

これに対して、ザンビアの農業部門の経済全体の中での重要性は、統計上は必ずしも高くはない。ザンビアの農業は、上述のような銅産業での雇用労働力に対する食糧供給を目的として発展、近年、若干ながらGDPへの寄与率を向上させてきている。しかし、これは、必ずしも農業生産が発展してきた結果とは言えない。むしろ、銅の国際価格低迷ならびに機械部品の輸入困難による銅産業停滞の中にあって鉱業部門寄与率が低下したための相対的な結果と言える（表Ⅱ-1）。また、表Ⅱ-2に見られるように、近年、農業部門における雇用労働者数は若干増加している。しかし、なお、全雇用労働者の10%以下にすぎない。

ザンビアの農業部門には、商業生産を目的とする部門と、自給を中心とする農業部門が存在している。前述のような統計上での農業部門の状況は、商業的農業部門だけについての状況である。非商業的農業部門の状況について推定できる正確な統計はないが、CSOの行なった調査によれば、少なくとも商業的農業部門が作付けるメイズ作付面積に匹敵する以上のメイズが非商業的農業部門によって作付けられていることが推定できる（表Ⅱ-3）および（表Ⅱ-4）。また、非商業的農業部門における農業人口についても、正確な統計はない。しかし、1971年に全人口4,386千人の内68.1%（2,987千人）が農村人口であり、1985年においても全人口6,800千人の内50.0%（3,400千人）を農村人口が占めていると推定されており、農村の人口の大部分は農家または農業労働者であると考えられるから、非商業的農業部門において吸収している人口は相当に多いものと推定できる。

(注) 商業的農業部門（畜産関係を除く）についての統計上の定義は次のようになっている。

1. 150 袋（1 袋は90kg）以上のメイズを NAMBOARD あるいは協同組合に販売した農家。
2. タバコ生産者で Tobacco Board of Zambiaに登録している農家。

(2) ザンビア農業の経営上の特徴

ザンビアの農業部門内には、商業的農業部門と非商業的農業部門とが存在していることは前述のとおりである（表Ⅱ－5）。商業的農業部門は、歴史的には、ヨーロッパから入植した人達が中部州および南部州の鉄道沿線で始めた大規模農場が核となっており、この大規模農家層は、表Ⅱ－6に見られるように一般に 2,000ha以上、ほとんどは 5,000haを超える農地を保有している（表Ⅱ－6，表Ⅱ－7では 800ha以上層に分類されている）。農業機械と、雇用労働力を使用し、中には大規模な灌漑設備をもつ農場もある。この農家層は、農産物価格の動きに敏感であり、農産物市況の悪いときには作付けを常用労働力のレベルまで落とし、他方、市況が回復すると、臨時労働力を雇用して作付面積を増加させる。現在、メイズの国内価格が低く抑えられているため、国内市場向けのメイズの他に、外国通貨で収入を得られるタバコやコーヒーの作付に目を向けつつある。

商業的農業部門の中には、上述の農家層に次いで、80haから 800haの間に広く分布して中規模農家層が形成されている。中規模農家層の上層はほとんど大規模農家層の経営状況に近く、下層は、小規模農家層から上昇しつつある層である。この内、100ha以上の中規模層の上層には、ジンバブエからの入植者が多く見られ、また、農業外で得た収入で土地を購入、農業を始めた層がそれに次いでいる。いずれもトラクター等の農業機械を保有し、規模によっては雇用労働力を使用しているが、農業資材やトラクター用の燃料の購入のための資金力に限界があり、保有する耕地の一部しか耕作していない。とくに肥料を必要とするメイズは、肥料が購入できないため、地力保持のために他の作物（綿、ヒマワリ、緑肥作物等）との輪作の1つとして作付けており、最近の資材入手難はますますこの傾向に拍車をかけている。

これら中規模農家層に次いで商業的農業部門には小規模農家層が見られる。この小規模農家層は、本来的には非商業的農業部門の自給自足農家層が、生産力の向上によって余剰農産物を生み出し、それを販売に回すようになったものである。ザンビアにおいては、耕作する土地は一応十分あり一家族の農業生産の規模の拡大の制約要因は人手である。たまたま、自給自足農家層の家族構成員の内、労働可能年令

の者が増え、耕作面積を増加させることができ、自家消費分を越える生産が可能となった場合等に余剰農産物を生み出すようになることがある。この余剰農産物を販売に回すことができる場合には、現金収入が可能となり、それをきっかけに、今までの鋤、鋤による耕作から、牛を購入して更に耕作面積を増やし、余剰農産物生産を恒常的に行うことができるようになり、こうして自給のみの農業生産から、一部商業生産の過程に入っていく。更に商品化率が増えるとトラクターを購入し、更に耕作面積が拡大することになる。

都市周辺自給農家や幹線道路沿いの自給農家は農産物の市場に近く、上述のように、自家消費に必要な以上に生産できればその農産物を販売することが比較的容易であり、またその上、周辺の商業農家の耕作方法を見る機会にも恵まれており、状況さえ整えば生産を増加させようとする。しかし、市場から遠く、仲買業者も回って来ず、自分達で運搬道具も持たない場合には、生産された農産物を市場まで運ぶことは非常に困難であり、いつまでも自給自足生産レベルでとどまることになる。

(3) ザンビアの農業生産

表Ⅱ－８は作物別農業生産の推移を示している。前述のとおり、各種農業統計は商業的農業部門に関するものであり、非商業的農業部門の生産実態は明らかになっていない。また、長期的な農業統計については、最近の統計との連続性について疑問がある。

ザンビアの農業は、灌漑設備がほとんどなく（南部州の砂糖キビ農園と、大規模農家層の一部だけ）、農業生産の状況は天候に大きく左右されてきた。（ザンビアの農業生産に関する自然的条件については、付録Ⅱ－２を参照。）

メイズは主要食糧であり、作付面積も最大である。長期的には増加傾向が読み取れ、とりわけ1977年に至るまでは商業的農業部門での作付面積増（すなわち、商業的農業部門での作付面積増ならびに非商業的農業部門から商業的農業部門への発展面積の合計）が見られた。収量レベルは1977年に低下し、その後ほとんど停滞している。これは、前述のとうり、自給農家層から商業的農業への発展が相次いだ結果、全体としての収量レベルが低下したこと、ならびに南部州における早ばつが影響していること等が原因と考えられる。

メイズは、他の作物（ソルガム、ミレット、キャサッパ等）に比べてザンビアの

自然の条件下では決して適した作物とは言えないが、商品作物としての作付が拡大している。とりわけ、東部州、北部州においてこの傾向が著しい。しかし、他方、従来からの生産地である南部州で引き続く早ばつによって生産は減少、全体として停滞した様相を示している。

ヒマワリは、メイズに次いで大きな作付面積を占めており、作付面積は、増加傾向にある。料理用オイルの輸入代替のためにも作付増が望まれ、それぞれの地方での搾油設備が整備されればもっと作付が増加するものと見込まれる。現在では、小規模農家層において、メイズに必要な農業資材、種子の手当てが出来ない場合に粗放的に栽培される場合が多く、中部、東部、南部の各州が主産地である。

大豆は、大規模農家層の小麦作付の裏作として栽培されると共に、小規模商業農家層において、LINTCOの指導のもとでメイズ-綿-大豆の輪作作物として栽培されている。国としても料理用オイル搾油のために増産を期待する作物であり、今後も作付は増加すると思われる。

落花生は、小規模農家層の換金作物として増加しており、東部、南部、中部州で主として栽培されている。搾油用よりも菓子用（ナッツ用）として販売されており、公的市場より地場の仲買業者によって買付けられる方が多くまたその方が買い値も高い。但し、作付時期がメイズと重複するため、労働力がなく、これが作付の制約要因となっている。

小麦の作付は天水依存ではむずかしく、また、収穫機械あるいは労働力が適時に手に入らなければ収穫もできず、従って、現在では大規模農家層が、自家灌漑設備を敷設して作付を行なっているのみである。大規模農家層の間では今後も徐々に作付が増加するものと考えられる。（小麦の生産に関する統計はまだ整備されておらず、商品化された量だけしか分からないが、NCDP “Economic Review and Annual Plan, 1986” によれば、作付は 2,800ha（1985年）程度と推定されている。）

綿の作付は、1978年のLINTCOの設立以来着実に増加してきた。作付農家は小規模商業農家層であり、中部ならびに南部州が主たる産地である。他方、タバコ作付は、収量低く、高コストのため小規模農家層からは敬遠されつつあり、作付は減少傾向にある。しかし、良品質輸出用タバコは、大規模農家層において続けられている。コーヒーは、まだ極めて少量にすぎないが輸出用として注目されており、大規模農家層が約50%を、国のプロジェクトが約40%を生産している。

ソルガム、ミレット、キャッサバは、ビール醸造用に使われる少量のミレット

を除き自家消費用に栽培され、自家消費に必要な分以上の作付面積拡大の要因はない。他方、雑豆類は自家消費の他換金目的にも栽培されている。

ザンビアにおける農産物輸出入は表Ⅱ-9に見られるように、かつては若干ながらメイズの輸出が行なわれていたが、最近は、メイズ、米、小麦のいずれも大幅な輸入依存である。

(4) 農業生産の目標

1986 Annual Plan によれば、中期農業生産の目標として次の諸点が掲げられている。

- ① メイズ、キャッサバ、ソルガムの自給を達成すること。
- ② 牛肉、綿花、タバコ、家畜類等の輸出向生産を増加させること。
- ③ 輸入代替作物の生産を増加させること。

1. 2 ザンビアにおける肥料消費

(1) 肥料消費の推移と特徴

表Ⅱ-10に見られるように、ザンビアの肥料消費量は1977年に至るまでは年々増加傾向を示してきた。しかし、それ以降、年々増減を繰り返えし、1980年以降の最高消費レベルは 218,800トン（N 57,800 トン、P2O5 21,700 トン、K2O 8,000 トン）であった。このような増減の原因は必ずしも明らかでないが、1つには農産物価格の増減に伴い大規模農家が作付面積を変化させること、ならびに、旱ばつの影響によるところが大きいものと推定される。

ザンビアの肥料消費の特徴は、圧倒的部分が化成肥料として消費されているということである。農業指導機関は一般に1ha当り元肥として化成肥料を4袋と、追肥として尿素を4袋施肥するように指導している。この指導が大規模農家層から小規模農家層に至るまで全般によく行きわたっているといえる。

(2) 作物別肥料消費

ザンビアの肥料のほとんどはメイズに消費されている。大規模および中規模商業的農家層の場合は全ての農家がメイズに肥料を施用している。小規模商業農家層の場合も一般にメイズには肥料を施用しているが、現金不足等の時には購入できないこともあり、そのような場合は無肥料栽培である。自給自足農家層の場合、彼らは、周辺の商業的農家が施肥を行なっている様子とその効果を見ており、施肥をすることを希望している。しかし、実際には購買力がなく、ほとんど施肥していないのが実態である。

その他の作物では、バージニア・タバコは一般に大規模農家層による栽培で、施肥が行なわれている。野菜には一般に有機肥料（けい糞）が使われ、一部で化成肥料が使用されている。しかし、その他の作物では、化学肥料は一般に使われていない。商業的農家層の一般的耕作慣行においても、また DOAならびに LINTCO の小規模農家層に対する指導においても、重点は、輪作による地力の回復維持にあり、施肥は、輪作作物の 1 つであるメイズにのみ行なわれ、他の作物には施肥されない。すなわち、大、ならびに中規模農家層の場合、メイズを作付けた後、一ないし、二作、大豆、落花生、サンヘンブ（クロタラリア）のような豆科の作物を作付け、再びメイズにもどる輪作形態である。小規模綿花農家層に対する LINTCO の指導は、メイズ－綿－大豆の輪作であり、やはりメイズにのみ施肥を行ない、綿はその残効によって栽培することになっている。

現在流通している、化成肥料銘柄は 6 銘柄あり、このうち、“X”、“D”、“R” の 3 銘柄はほとんど全量メイズに消費されている。一部は小麦にも使用されているが量的には微々たるものである。このうち、化成肥料“D”が基準となる銘柄で植付け前に施肥される元肥用である。これに対し、化成肥料“X”は施肥時期的には元肥と分類されるが、雨期の到来を待って植付けを行ない、その後施肥する小規模農家層を対象とした銘柄である。化成肥料“R”は南部州に見られる加里不用地域向けである。

化成肥料“C”、“A”、“V”はタバコ、野菜用であり、タバコ用には“C”、“V”または“A”が、野菜用には“C”が使用されている（最近では“A”はほとんど使用されていない）。

追肥用には一般に尿素が使用されているが、国内で生産された硝安も同様に使用されている。

しかし、以上のような農業指導層の使用ガイドにもかかわらず、供給側の制約によって農家が希望する肥料を購入することができず、やむを得ず他の肥料で代替する例も多い。

1. 3 ザンビアにおける肥料供給と流通

(1) 肥料供給

1983～86年におけるザンビアの肥料総需給は表Ⅱ－11の通りである。ザンビアにおける肥料供給は、大部分は輸入に依存している。NCZ はザンビア唯一の肥料製造会社であり、アンモニア、硝安、硫安ならびに化成肥料の生産設備を有する。従って、窒素源に関しては、一部 NCZから硝安ならびに化成肥料として供給され（硫安は現設備では最終製品としての供給はできず、化成肥料原料としてのみ使用している）、残余は、主として化成肥料、尿素の最終製品、ならびに NCZの原料用DAPとして輸入されている。リン酸ならびに加里源は、全量輸入に依存しており、DAP、TSP、SOPならびに化成肥料として輸入されている。このうち、DAP、TSP、SOPは NCZが輸入し、同社の化成肥料原料として使用されている。

(2) 肥料流通

従来、肥料の流通はNAMBOARDが独占的に扱っていた。NCZ が、自社の化成肥料原料として輸入する以外の全ての肥料はNAMBOARDが輸入し、また、国内で生産される NCZの肥料も全量NAMBOARDが購入し流通していた。末端レベルでは、NAMBOARDの保有する末端の販売所を通じて直接農家宛販売するルートと、州レベルのCooperative Union に販売し、そこから農家へ販売するルートの2つのルートがあった（図Ⅱ－1）。

1986年度以降、政府はNAMBOARDの流通過程における独占をやめ、流通の自由化を行った。これによって、建前上は、輸入、流通共に、希望する者はだれでも取り扱うことができることになった。この自由化の過程において、多くのNAMBOARDの持つ末端販売所はCooperative Union に移管され Cooperative Unionが流通の主導権をとることが期待された。しかしながら、資金的、設備的（とりわけ輸送手段）準備不足もあり、また、補助金（あるいは公定価格）があるため、この流通自由化は今年度は順調には機能せず、NAMBOARDが従来通り流通をほぼ全面的に取り扱っている。

(3) 国内肥料価格ならびに肥料に対する補助金制度

肥料価格は2つのレベルにおいて政府によって公定されている。すなわち、1つは、NCZ からNAMBOARDへの販売価格であり、他の1つは、末端販売所における販売価格である。NCZ からNAMBOARDへの販売価格は、最近の例では NCZの生産原価より低く設定され、この差額は政府から補給される建前となっており生産者補助金 (Producer Subsidy) と呼ばれる。

次に、末端販売所における販売価格は、その末端販売所の位置にかかわらず一定であり (公定価格)、位置によって異なる物流コスト加算後の実際コストと公定価格との差額は、輸送費補助金 (Transportation Subsidy) と呼ばれている。末端販売所での公定価格に比べて、NAMBOARDの末端までのコスト (含・エージェント手数料) を比較すると、NAMBOARDのコストの方が高い。この差額分についても前述の輸送費補助金 (Transportation Subsidy) の概念の中に含めているようである。

最近のNAMBOARDによる輸入肥料輸入コストならびに NCZからの購入価格 (公定) と、NAMBOARDの販売価格 (公定) の推移を表Ⅱ-12に示した。肥料に対する補助金総額は、補助金の開始された1971年には ZK300万であったが、1975年 ZK3,600万、1982年 ZK5,030万と急激に増加してきた。この時期までの、肥料に対する補助金は、メイズの消費者への売り渡し価格を低く抑えるためにメイズ生産者の化学肥料に対する負担を軽減し、かつ、肥料施用を促進する目的を持っていた。しかし、1983年以降、IMFの勧告もあり、補助金は引き下げられ、1983年の補助金総額はZK1,990万、更に1984年には ZK1,010万となった。こうした結果、肥料価格は年々大幅に引き上げられてきた。更に1986年に入ると、最近の米ドル-Kwacha間の為替レートの変化 (Kwachaの下落) に伴い、Kwachaで表示された輸入肥料ならびに輸入原料価格が高騰する一方、国内諸物価上昇を抑制しようとする政府政策を反映した公定価格設定の結果、実コストと公定価格の差は乖離してきている。

(4) 肥料物流

国内生産肥料は、NAMBOARDが NCZから工場置場渡しで買い取り、各地の配送センター (Major Depots) にトラックまたは鉄道によって運ばれ、次いで末端デポに運搬される。農家への販売はこの末端デポにおいて行なわれ、それ以降の運搬は、農家が行う。農家の輸送手段としては、大規模農家層はトラックを使用するが、中規模以下層では、トラクター、牛車あるいは手押し車、自転車等が使われ、トラックを数軒の農家で共同で借りて運搬する場合も見られる。

輸入肥料の場合は、タンザニアの Dar-es-Salaam港に陸上げされる場合が最も多く同港で袋詰めされ、鉄道で主要なデポまで輸送される。以下の物流経路は図 II - 2 の通りである。なお、Dar-es-Salaam港以外にアンゴラの Lobito 港、モザンビークの Maputo 港等が使用されることもある。また、最近では、Dar-es-Salaam港の混雑により、南アフリカより直接トラックにより持ち込む経路もよく利用されている。

第2章 ザンビアにおけるFMP/SSPの市場性

2.1 FMP

(1) FMPの市場性

FMPは磷酸肥料の一種であると同時に、副次的効果として含有するマグネシウム、カルシウム、珪酸の効果をも期待される資材である。以下、ザンビアの肥料市場の状況を勘案してFMPの市場性について検討する。

1) 磷酸肥料としてのFMPの市場性

現在ザンビアで使用されている磷酸肥料は全て水溶性磷酸肥料である。これに対しFMPは水溶性磷酸を含有せず、全て枸溶性磷酸のみである。今までのところ、ザンビアにおいては、FMPの含有する枸溶性磷酸について、精度の高い組織的な施用試験は行なわれていない。限られた数のFMP施用の観察結果では、FMP肥効は他の水溶性磷酸肥料の肥効に競って遜色がないと言われている。

一般に、ザンビアに広く見られるような酸性土壌地帯においては、FMPのような枸溶性磷酸1%と水溶性磷酸1%とは、磷酸の肥効という意味で等価であると言える（付録Ⅱ-3参照）。図Ⅱ-3（前掲）に示すように、このような枸溶性磷酸の効果を期待できる地域は、一部を除き、ザンビアのほぼ全域をカバーしている。

しかしながら、枸溶性磷酸が植物に吸収されるに要する時間は水溶性磷酸の場合に比べて若干遅く、従って、もし磷酸成分の必要量全量を枸溶性磷酸で施用すると、初期成育段階での磷酸補給が不十分となる恐れがある。従って、FMPのみを磷酸肥料として使用する場合には、水溶性磷酸の場合に比べて植付けより早く施肥するか、あるいは、少なくとも全必要量の20%程度を水溶性磷酸で施す必要がある。

ザンビアでは磷酸肥料は化成肥料として全量元肥で施用される。FMPは現在の施肥慣行のままで流通させるのは容易ではない。しかし、FMPの原料が国内原料であり、またザンビアの国際収支からくる輸入の困難さから考えて、現在の施肥慣行を変えてでも国産肥料の普及を計ろうとする動きが、同国の農業指導者層にある。このようなFMP普及に対する支持があれば、このような問題点の克服も可能であり、FMPは市場性を持ち得るものと考えられる。

2) 副成分の効果によるFMPの市場性

FMPにはマグネシウム、カルシウム、可溶性珪酸が含有され、これらによる複合効果が期待される。この内の1つはこれら副成分の植物養分としての効果であり、他の1つは、酸性矯正に伴う土壌改良効果である。

しかしながら、前者については、ザンビアにおいてこれを評価するに足るだけの施用試験が行なわれておらず、従って本調査においてはこれらの効果によるFMPの市場性は考慮の対象外とする。

FMPは酸性矯正材として適した資材であり、日本における火山灰土壌地帯、ブラジルにおける熱帯多雨地帯等では、この点においても高い評価を受けている。FMPのアルカリ度は51 (CaO 30%, MgO 15%含有として) であり、一般の石灰は50 (CaO 50%)、Lusaka 石灰は78 (CaO 50%, MgO 20%) である。従って、FMPを酸性矯正材として使用する場合には、石灰施用基準値と等量の (Lusaka 石灰に比べて約 1.5倍) 施用が必要である。現在、ザンビアにおける、とうもろこしに対する施用基準は次の通りであり、石灰を大量に必要とすると推定される土壌は図II-3のように分布している。

とうもろこしに対する石灰施用基準

	施肥基準量 (kg/ha)
砂土	500~1,000
砂壤土	1,000~1,500
砂質埴土	1,500~2,000

(注) アルカリ度50の石灰による

(出所) Mount Makulu Central Research Station

このように、ザンビアにおける石灰を初めとする酸性矯正資材の潜在需要は極めて大きい。実際に施用している農家は大規模農家層の一部に限られており、ザンビアにおける主たる資材である Lusaka 石灰の出荷実績は下記の通り小さい。

Lusaka 石灰出荷量推移

	Tons
1980	5, 003
1981	5, 294
1982	9, 319
1983 / 84	3, 815
1984 / 85	4, 014
1985 / 86	2, 873

(注) Lusaka 石灰のみ。他に、主な石灰ソースとしては、Kabwe, Ndola 等があるが、Lusaka 石灰は酸性矯正効果が高く、最も多く使われている。

(出所) Crushed Stone Sales, Ltd.

このように、潜在需要に比べて実際の消費量が少ないのは経済的理由からである。大規模農家層でさえも、とうもろこしや輸出用タバコのように一部の主作物にしか使用していない程で、中規模農家層は施用の必要性を認識しながらも、購買力がなく、施用していない。また、現時点では、大・中規模農家層の場合には、所有耕地面積に比べて実際に耕作している面積が小さく、豆科の作物との輪作を行なうことにより地力の維持と酸度の改善に努めることができるという点も実際の石灰消費量が少ない理由でもある。

FMPに含有されるCaOやMgOは、土壌の酸性矯正力をもっている。しかしながら、土壌の酸性を矯正する効果があるためには、かなり大量に施用することが必要である。ザンビアの土壌についてFMPの施用効果を測定した試験は現在まで見られないが、他の国に（ブラジルのセラード地帯）における施用試験の結果から推定すると、250 kg P205 /ha程度（あるいは 1,250kg/haのFMP）の施用が必要とされる（付録II-3参照）。これに対し、ザンビアでの磷酸施肥基準量はせいぜい20~40kg P205 /ha程度であり、これでは酸性矯正効果は期待できない。また、FMPをこの施用レベルで数年連続して使用しても、果たして有意な酸性矯正効果が期待できるかどうかは疑問である。従って、今後、ザンビアの土壌で施用試験が行なわれ、有効であるという結果を得られるまでは、FMPに含有されているCaOおよびMgOの効果を磷酸成分の効果に加えて評価することは難しい。

(2) FMPの普及・流通に対する提言

1) FMPの製品形態

FMPは化成原料として使用することはできない。従って、FMPを流通する場合は単肥として流通される。また、FMPは元肥として施用されるため、農家の施用場面においては、他の元肥（窒素、水溶性リン酸、加里）と施用前に混合され、機械または手で施肥されることになる。

2) FMPの普及・流通に対する提言

FMPのリン酸単肥としての市場性は、ザンビアの農業指導層からの強力な支持がなくては期待できない。具体的には次のような点での支持が必要である。

- a) 現行施肥基準を、FMP併用の施肥基準に変更すること（附録Ⅱ－4参照）。
- b) 既存の化成肥料銘柄“D”、“X”、ならびに“R”を、FMP併用に合うような銘柄に変更すること（附録Ⅱ－4参照）。
- c) FMP導入時点における農家への普及活動を行なうこと。

現在ザンビアのリン酸肥料の成分含有量は、水溶性リン酸の含有量で表示されている。これに対し、FMPの場合は枸溶性リン酸の含有量で表示される必要があり、この点に関する流通上の規制の変更が必要である。

また、FMP肥効の評価については、ザンビアにおける肥効試験のデータがなく、類似土壌での肥効試験結果にもとづき検討してきた。しかし、実際には、ザンビアにおける肥効試験結果が最も信頼でき、かつ、普及の目的からも必要である。

ザンビアの土壌の生産力の維持、改良という観点から見てもFMPの普及促進は必要である。

2. 2 S S P

(1) S S Pの市場性

S S Pは水溶性磷酸肥料であり、肥効面においては他の水溶性磷酸肥料と変わらない。従って、肥効面から見たS S Pの市場性には全く問題がないと言える。

更に、ザンビアにおいては硫黄施用の効果が認められており、硫黄を含有するS S Pはその点でも有利である。

S S Pの場合は、単肥としても、化成肥料原料としても使用可能である。しかしながら、S S Pを化成肥料原料として使用した場合、その化成肥料のN, P, K総含有量は低下するため、現在の施肥慣行を変える必要が出てくる。また、単肥として使用する場合もまたF M Pの場合と同様施肥慣行の変更が必要である。更に、他の水溶性磷酸肥料(T S PならびにD A P)はいずれも含有成分量が高く、S S Pはこの点で不利である。従ってF M Pの普及の場合と同様、S S Pの普及の場合にもやはり同国の農業指導者層の強い支持が必要である。

(2) S S Pの普及・流通に対する提言

1) S S Pの製品形態

S S Pを化成肥料原料として使用する場合は、出来上がった化成肥料のN, P, K総含有量が低下しその結果輸送経費が高つくことになる。農家の負担を現状のままで維持しようとすれば、後に第3章で述べるように、化成肥料に投入されるS S Pの評価価格は単肥で使用する場合に比べて非常に低くしておく必要がある。もし、農家の負担を現状より増やさず、かつ、S S Pの評価価格を引き上げるためには、S S Pを単肥で施用する必要がある。

国内磷鉱石の供給可能量は限られており、過去における磷酸の最大消費レベル(約 20,000 P₂O₅トン/年)に比べると約50%にすぎない。従って、S S Pを化成肥料原料として使用するとすれば、将来の需要増を見込んで必要磷酸原料の大部分(約3/2)は輸入磷酸肥料(D A PあるいはT S P)を使用せざるを得ない。S S Pの投入必要量は、その年の磷酸肥料需要量レベルによって変動することになる。このような不都合を解消するためには、S S P投入量を十分少量に抑える必要がある。但し、S S P投入量を十分少量に抑えた場合には、S S Pの需要量が低くかつ不安

定となる。

他方、SSPを単肥として施用する場合には、現在の化成肥料による施肥慣行を変える必要が出てくる。このようにSSPの場合は、単肥としても化成肥料原料としても使用は可能であるが、いずれの場合も普及・流通上の対策が必要である。

2) SSPの普及・流通に対する提言

FMPの場合と同様、SSPの導入のためには、次の諸点についてのザンビアの農業指導層からの強力な支持が必要である。

- a) 現行施肥基準をSSP導入に適した施肥基準に変更すること（附録Ⅱ－4参照）。
- b) 既存の化成肥料銘柄のN：P：K比率を、これにあわせて変更すること（附録Ⅱ－4参照）。
- c) SSP導入時点における農家への普及活動を行なうこと。

また、SSPが単肥として使用される場合には、化成肥料を混合施用するのであるから、製品の粒度分布は混合される化成肥料にできるだけ合っている方がよい。（当プロジェクトにより生産されるSSPを造粒するためには造粒のための設備を必要とする。）

3. 1 販売価格想定と前提

以下に検討するFMPならびにSSPの想定販売価格は、当プロジェクトの財務評価に使用するための価格である。このため、想定価格は当製品が導入される市場における価格形成の実態を反映している必要がある。

(1) 市場特性に由来する前提

- 1) 現在の肥料流通ならびに価格形成は、政府がコントロールしている。すなわち、肥料の輸入と流通はNAMBOARDが独占的に行ない、販売価格は政府が設定している。政府の基本政策においては、将来、このようなコントロールを徐々になくし自由化を行ないたい意向であり、流通独占の廃止は1986年に試みられた。。この販売価格想定においても、肥料価格は統制が廃止され、各種製品間、供給者間の競合の中で価格は形成されて行くものとして想定する。但し、流通システム面での自由化（すなわち多数の流通業者間での市場形成）は、新規参入可能性を持った者が限られていること、外貨使用が自由でないこと、等を考慮すると必ずしも順調に推移するとは期待し難い。しかし、それでも少くとも、流通業者は消費者（農家）の希望する肥料を輸入・流通し、市場条件に応じて価格を設定し、他方、消費者（農家）は、市場価格をもとに自己の経済的判断によって使用肥料を選択することができる程度にまでは、自由化が進められるものと考えることができる。
- 2) 現在、ザンビアにおいては、農業指導機関の指導により、化成肥料（元肥）と尿素（追肥）の施肥体系が確立されている。従来の肥料価格体系においては、化成肥料の価格が、単肥を組み合わせ使用した場合とほぼ同じとなるように設定されて来た（表II-13）（一般には、化成肥料価格は、使用の便利性を考慮して、単肥を組み合わせた価格よりは高く設定される）。今後、もし仮に輸入単肥が自由に流通するようになり、単肥の組み合わせの価格の方が化成肥料価格に比べて大幅に安くなるのであれば、化成肥料を使用する現在の施肥体系から、単肥を組み合わせる施肥体系に移行することもありうると推定される。この移行はもし起こるとすれば、最初価格に関心の強い大規模商業農家層から始まり、次第に小規模農家層にも浸透して行くものと見込まれる。

しかし、単肥の組み合わせ価格と化成肥料価格との差があまり大きくない場合には、化成肥料の取扱いの利便性、ならびに今までの慣れから化成肥料を中心とする施肥体系は維持されるはずである。

3) FMPは、磷酸肥料の一種であると同時に、含有する苦土ならびに石灰のもつ効果が一般に評価される。しかし、ザンビアの場合、これに関する農業試験がまだ行われていないので今回の調査の段階では、このような苦土ならびに石灰の評価を価格に折り込めると判断できるまでには至らなかった。

4) ザンビアでは硫黄の施用が不可欠とされており、SSPの施用は磷酸成分のみでなく硫黄も同時に施用することになる。従って、SSPの価格については、含有するP2O5成分だけでなく、S成分についても評価することができる。S成分は、SSPを使用しなかった場合にS成分施用のために必要とされるコスト増加分によって評価することができる。

(2) プロジェクトコスト推定との共通前提

当プロジェクトの必要建設費ならびに生産コスト推定の前提条件の内、製品価格推定においても共通に使用されている前提は次の通りである。

a) 1991年々央における価格により表示する。

b) 1987年々初における米ドル交換レートを計算上US\$ 1.00=ZK 8.00とし、このレートを以降固定する。

c) 1987年々初以降1991年々央までの物価上昇率を国内、国際価格ともに米ドル表示で年率3%と仮定する。

(3) その他の前提条件

1) 肥料の国際価格想定に当っては、肥料の価格形成に影響の大きい石油価格が次のように変化するものと前提されている。

(単位：USドル/bbl、1985年価格)

アラビアンライト価格 (f.o.b. 供給元)	
1987	16.5
1988	21.0
1989	21.0
1990	21.2
1991	21.7
1996	24.8

(出所)「エネルギー経済研究所」(東京)の石油価格予測(1985年)

また、国際肥料価格は、1991年から1996年における想定価格をそれぞれ1991年価格によって表示し、平均したものである(附録Ⅱ-5参照)。

3. 2 FMP/SSP販売価格想定

(1) 現在の価格体系における農家による肥料選択行動

一般に、消費者(農家)はいくつかの使用肥料についての選択肢を与えられれば、その中から自己にとって使い易く、かつ価格的に安い肥料を選択する。現在のザンビアの肥料流通システムにおいては、化成肥料(元肥)と尿素(追肥)という組み合わせしか選択肢がなく、その上、もし他の選択肢があったとしても現在の価格体系では、この組み合わせが農家にとってコストも低く、使い易いため最適である(表Ⅱ-13、前掲)。

(2) 化成肥料(元肥)と単肥(追肥)の組み合わせが一般的な市場への導入の場合

将来、流通が自由化された場合を想定すると、現在の施肥必要量を満たすには、単肥だけによる組み合わせと、現在と同じ化成肥料を使った組み合わせとを考えることができる。将来の予測国際価格をもとにこの2つのケースの農家にとっての負担総額を比較すると(表Ⅱ-14、ケース1.1およびケース1.2)化成肥料を使った組み合わせの方が13%割高となる。(この場合化成肥料の市場価格は、国産品であるか輸入品であるかは問わず、輸入品の価格で形成されているものと仮定されている。)しかし、この単肥だけの組み合わせのケースは施肥必要量にあわせた理論値に近く、実際に使用する場合は、それぞれの農家は使用面積にあわせた必要袋数を購入し、おおまかな目測で施肥するため、ある程度の無駄が出ることが考えられ

る。その上、化成肥料との組み合わせの方が施用方法が簡単であり、慣れもあるためこの程度の価格差では、単肥だけの組み合わせよりも化成肥料との組み合わせが選択されることになるであろう。

このような化成肥料と尿素との組み合わせ施肥が一般化している市場に新たに FMP または SSP を導入する場合を想定すると（表Ⅱ－14）、これらの肥料の導入は、使用肥料の袋数を増加させ（表Ⅱ－15）、更に FMP の場合は使用直前の配合を必要とするため農家にとってはわずらわしく、従って、このような肥料の組み合わせ価格（ケース 2.1 および ケース 2.2）が、従来の化成肥料との組み合わせ価格（ケース 1.2）よりも安くなければ選択されないであろう。

現在の施肥方式（ケース 1.2）と FMP または SSP を導入した場合（ケース 2.2 および ケース 2.1）との農家負担額が同じであると仮定した場合、FMP の工場渡し価格は US\$110/ トン（ZK880/トン）となる（表Ⅱ－14、前掲）。SSP の場合は、SSP 入り化成肥料の工場渡し価格が US\$235/ トン（ZK1,880/トン）となり、たとえ化成肥料工場が製造加工費を必要としないで SSP 入り化成肥料を製造したと仮定しても、化成に投入される SSP の価格（化成肥料工場持ち込み価格）は US\$80/トン（ZK640/トン）にしかない。

（注） 現在使用されている化成肥料の代表銘柄“D”の主原料コスト（1991年価格、全て輸入原料を前提）をもとに、全製造原価の約20%が製造加工費（含・その他原材料コスト）であると前提し、製造加工費を推定すると製造加工費は ZK516/トンとなる。SSP 入り銘柄は現“D”銘柄に競べて 10% NPK 成分が低いため、化成肥料工場の生産に余力があれば、約 10% だけ製造加工費は低くてよいことになる。しかし、この前提（製造加工費 ZK464/トン）によっても SSP の価格は評価できないことになる。

FMP / SSP の導入がザンビアの農業指導層によって強く推進されると仮定した場合、このような市場条件下での FMP / SSP の販売価格は、前述の場合よりも P205 1% 当り、最大 20% 程度高くとも導入は可能であろうと考えられる。この場合、FMP 価格は US\$130/ トン（ZK1,040/トン）となり（表Ⅱ－14、全掲）、SSP の場合加工費を算入しない最高の場合で US\$121/ トン（ZK970/トン）、算入した場合にはやはり評価できなくなる。

(3) 単肥だけの組合わせが一般的な市場への導入の場合

前述の価格想定は、現行の化成肥料が元肥として用いられるという施肥体系が将来も続いている場合である。もし、仮に、流通自由化の過程において、このような施肥体系が崩れ、FMP/SSPの導入時点においてそれぞれの消費者（農家）が、それぞれの農地に必要な養分量を各種の肥料の組み合わせによって選択使用するようになっている場合には様子が異なる。各農家は、FMPあるいはSSP入り化成肥料をその時点でそれぞれ自分達の使用している磷酸肥料と対比し、経済性ありと判断すれば導入する。この場合、FMPについては、現在使用されている肥料の磷酸1%価格で等価以下である必要があり、FMP価格は次の式で算出される（それぞれの価格は農家引き取り価格による）。

$$(\text{FMP 価格}) = (\text{TSP 価格}) \times \frac{20}{46}$$

あるいは、

$$(\text{FMP 価格}) = \left[(\text{DAP 価格}) - (\text{尿素価格}) \times \frac{18}{46} \right] \times \frac{20}{46}$$

この場合、工場渡し価格で前者は US\$102/トン（ZK815/トン）、後者は US\$76/トン（ZK620/トン）となる。

次にSSP入り化成の場合のSSP価格は、前述の化成、尿素組み合わせ施肥の場合の価格想定と同じとなる。

FMPおよびSSPの導入がザンビアの農業指導層の強い支持を得られている場合には、このような評価価格に比べてFMPおよびSSP入り化成の価格は P205 1%当たり最高20%程度までの割高は許容されと考えられ、その場合のFMPの販売価格はUS\$ 91-122/トン（ZK 744-978/トン）となる。

(4) FMP/SSP販売価格想定

以上より、FMP/SSPの販売可能価格は次のように想定される。

FMP / SSP 想定販売価格

工場渡し価格 (US\$/トン)	
FMP	US\$110/トン±20%
SSP	US\$ 97/トン* /

(注) * / 最高期待価格

3. 3 肥料流通に関する政策オプションと販売価格

前節では、価格ならびに流通の自由化が計られることを前提として販売価格を想定した。しかし前述のとうり、同国の流通体制の現状から見て、流通への多数の業者の参入には一定の時日を要するものと推定され、また価格設定の自由化は、他の諸物価との関連もあって果たして肥料価格だけを自由化できるかどうか疑問がある。また、肥料の輸入自由化についても、今後NCZの操業を確保できるかどうかという点から、やはり同国の政策と密接に関連している。このような諸点を考慮し、以下においては、肥料流通に関する種々の政策的選択を想定し、その動きによって前述の想定価格がどのように影響を受けるかについて考察する。

- (1) 肥料価格の上昇率が他の諸物価の上昇率と同じとなるようにコントロールされるものと仮定した場合（シナリオ1）

1986年度の各肥料の公定価格をもとに、いずれの肥料価格も年率 3.0%で引き上げられた場合であり、1991年々央の価格は表Ⅱ-16に見られるように、輸入コスト（表Ⅱ-14）より低く、これが実現されるためには補助金が附されることになる。

このような場合、現在の施肥体系（化成および尿素）による肥料コストは、単肥だけの組み合わせによる場合より16%割高となるが、この程度の差であれば使用の便宜性から現行施肥体系が維持されるであろう。このような市場にFMPを導入する場合は、前述のケース 2.2の場合と同様、現行施肥体系によるコストと比較し計算すると、表Ⅱ-16の通りFMPの実現可能価格は、US\$80/トン（ZK640/トン）と低くなる。これは、FMPによって置き換える肥料コスト部分が、公定価格によ

って輸入コストベース（ケース 1.1）より低く押さえられているためである。

この場合、肥料生産者にとっては、一定の補助金が還元されることになるが、前述（第1章1.3、表Ⅱ-12）の通り、過去における補助金率を示す。生産者の工場渡し価格に対する農家への売り渡し価格比率は、1980-1982年では平均48%、1983-85年では80-82%であった。この率は、国内生産者をどの程度保護するかの政策決定によって大きく変わりうる。今、仮りにこの率を25%とすると、FMPの実現可能価格は約US\$110/トン（ZK880/トン）となる。

尚、化成肥料原料として使用されるSSPはこの場合も評価できない。

(2) NCZの操業継続が政策の前提とされる場合（シナリオ2）

現在見られるように、銅の国際市況が不調の場合、ザンビアの外貨不足は将来も好転しない恐れがある。このような場合、NCZの操業継続は窒素源の国内生産に継ながら外貨節約の役割を果たす。このような点からNCZの生産が継続され、競合する肥料の流通が制限されることも考えられる。

このような場合当然流通ならびに価格設定の自由化に制限が加えられることになる。しかし、それぞれの肥料価格が実際のコストに比べてどのレベルに設定されるかについては、他の物価の動き、外貨不足の程度、農業政策の方向、補助金財源の有無等々、総合政策的視点から決定されるであろう。そのうち、最も低い価格レベルは、シナリオ1に設定したように、将来の一般物価の上昇と同じレベルだけ肥料価格が引き上げられる場合である。逆に、最も高い価格レベルは、輸入単肥は輸入コストをベースに価格が設定され、化成肥料はNCZの生産コストをベースに価格を設定される場合である。この両者の間には、上述の通り、政策的観点からいろいろなレベルでの価格設定の可能性がある。

表Ⅱ-17は、主原料を除く化成肥料製造加工費が製造原価の15-25%と仮定して、生産コストを試算、それをもとにしてFMPの実現可能価格を試算したものである。FMPの導入は、化成肥料の一部を代替する形をとるのであるから、当然化成肥料価格が高く設定されればされるほど、FMPの実現可能価格は高くなることになり、最も高い場合でUS\$178/トン（ZK1,424/トン）となる可能性がある。

このように化成肥料の国内生産が前提される場合には、化成肥料原料としてのSSPの評価は、化成肥料生産者（ここではNCZ）にとって他の磷酸原料との比較

の上で、リン酸1%当り同等またはそれ以下であることが条件となる。表Ⅱ-18は、現在の化成肥料“D”に対応するSSP入り化成肥料“DS”を想定し、その原料価格が同等になるようにした場合のSSP価格を計算したものである。これによれば、最も高い場合でUS\$142/トン（ZK1,139/トン）となる可能性がある。（但し、この場合主原料価格のみで比較しているが、この他に、SSP入り化成肥料の成分が現在の“D”に比べて10%低いと、輸送費が約10%高くなるという不利がある。この分は、NCZの生産が前提とされている場合には考慮する必要はないものと考えられる。）

第4章 ザンビアにおけるFMP／SSPの販売可能量見通し

4.1 肥料需要の影響要因

既に述べたように、肥料の大部分は、メイズに使用されている。従って、肥料需要に最も大きな影響を与える要因としてまず第1に、メイズの作付け（商品化されるメイズの作付け）を挙げることができる。長期的には、都市人口が増大するに伴って市場でのメイズ需要が増加するため、それに伴ってメイズの作付けが刺激され増加する。ザンビアの人口増加率は、1963年から1985年に至る22年間で平均年率 3.08 %であった。これに対し都市人口は同じ期間に 7.35 %で増加してきた。このような都市人口増に対応して、確かにメイズ作付け面積は増加傾向を示してきた。しかし、それにもかかわらずメイズの国内生産は需要に追いつかず1981年から1985年に至る 5年間で、必要量の約10%強が輸入されてきた。

メイズ作付けに影響を与えてきた大きな要因としては、早ばつのような自然要因の他に、メイズの市場価格がある。メイズの市場価格が悪ければ、商業農家、とりわけ、大ならびに中規模商業農家層は作付け面積を減少させる。この結果、当然肥料消費が減少する。

他のメイズ作付けに影響を与える要因としては、農業用資材の供給難あるいは購買力不足が挙げられる。これはとくに、中ないし小規模以下の農家層に多く見られる。

従って、都市人口が増加し、その結果メイズ需要が増加しているからといって、そのままメイズの作付けが増加すると期待することは出来ない。実際、ザンビアにおけるメイズ作付け面積の変化、その結果としての肥料消費の変化は単純ではなかった。

次に、肥料需要に影響を与えてきたもう一つの大きな要因は、自給農家層の小規模商業農家層への展開である。一般に自給農家層といえども、肥料の使用が収量の増加に結びつくことはよく認識しており、一度、あるきっかけで余剰生産が発生し換金が可能となると、肥料を購入し更に収量を上げて行く例が多い。しかし、他方、そのときに早ばつに遭遇し、収穫増加に結びつかずに終ることも多い。1975年頃以降の肥料消費の増加の多くの部分は、この自給農家層から上昇してきた小規模農家層による消費増に負うところが多い。

4. 2 肥料需要影響要因の将来見通しと磷酸肥料の需要見通し

(1) メイズ作付面積の予測

肥料需要の予測に当っては、このような最大の影響要因であるメイズの作付面積を予測し、その結果をもとに肥料需要を予測した（図Ⅱ-4）。

全国メイズ作付面積の統計は1974年からあるが、州別作付面積は1982年以降しかない。従って、将来のメイズ作付面積の予測に当っては、全国レベルでの作付面積をまず傾向値により予測、それをメイズ必要量から推定した将来の最大作付面積（全メイズ必要量を国内生産した場合の作付面積）でチェックし、その全国レベルでの作付面積を州別作付割合の傾向値により将来に適用した。

(2) 肥料需要量

前述の各州別の作付面積に、現在の施肥基準であるN112kg/ha、P205 40kg/ha、K20 20kg/ha を乗じ潜在需要量を算出、更に過去における実際の州別消費量の潜在需要量に対する割合（需要実現率）を算出した。この需要実現率の動向から需要実現率の将来値を州別に予測、別に予測した州別潜在需要量に乗じて州別の肥料需要量を予測した。

磷酸肥料についての需要予測結果は表Ⅱ-19の通りである。また、予測過程における諸データは付録Ⅱ-6に示した。

4. 3 FMPの需要見通し

磷酸肥料需要量のうち、どれだけをFMPの需要として実現させることができるかについては、この新しい肥料を導入するに当ってどれだけの強い販売促進策がとられるか、FMPの販売価格がいくりに設定されるか、また農業指導層の強い支持が得られるかどうかによって異なる。ここでは、これらに対する十分な策がとられるものとの前提のもとでFMPの需要見通しを推定している。

FMPの施用可能地域はザンビアの可耕地のほとんど大部分を占めており、販売見込み量はむしろFMPの生産可能量によって制限される。FMPが酸性土地帯にのみ販売されると仮定した場合の、販売見込み量は表Ⅱ-20の通りとなる。

4. 4 SSPの需要見通し

SSPの需要分野としては2つの分野が考えられる。1つは磷酸肥料単肥としての需要であり、他の1つは、化成肥料の原料用としての需要である。単肥として販売するためには粒状化する必要がある。化成肥料原料用の場合は、現在の施肥体系をほぼ踏襲できるため単肥として使用する場合に比べて、マーケティングの面ではやりやすさがあるが、販売価格の点ではかなり低くしか評価しえない。

SSPは、水溶性磷酸を含有しており、化成肥料として販売されるので磷酸肥料の施用全場面に対して適用可能である。従って、販売見込み量はむしろSSPの生産可能量によって制限される。仮りに、化成肥料原料としての磷酸投入量の30%をSSPによるものとする、SSPの販売見込み量は表Ⅱ-21の通りとなる。

4. 5 FMP/SSPの月別出荷見通し

ザンビアにおける作物作付は10-1月の雨期に集中する。従って、元肥の年間総出荷量のうち、89%は8-1月の間に集中する(表Ⅱ-22)そのうち、10-12月期だけでも65%に達する。しかし、施肥が雨期の到来をまって行われ、その時期は年々不安定なため、年によって月々の出荷比率にはかなり大きな振れが見られる。

この結果、在庫切れを起こさないように在庫するためには、かなり大きな余裕在庫をもつ必要が出てくる。表Ⅱ-23は、各月末において、工場ならびに流通段階(各末端デポに至る)において保有すべき在庫量を、在庫切れを起こす危険性のレベルによって推定したものである。在庫切れを起こす確率を0.3%以下に抑えるためには(レベル3)、8月末では、年間総出荷量見込み量の89%に当たる在庫を保有している必要があり、この危険率を32%としても(レベル1)やはり同時期に64%を保有する必要がある。

このような高いレベルでの在庫を保有することを避けるためには、クレジットや早取り奨励金等の制度を活用し、農家の引き取りを早める努力が必要である。

Table and Figure

for

Part II

MARKET ASPECTS

Table II-1 to Table II-23

and

Figure II-1 to Figure II-4

Table II-1 GDP BY KIND OF ECONOMIC ACTIVITY IN ZAMBIA

	(Unit: % of GDP)						
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Average Annual % Change 1985/80
Aggregate Gross Domestic Product (GDP)*	1,996	2,119	2,059	2,019	2,012	2,080	0.8
Sectoral Breakdown							
Agriculture, Forestry, Fishing and Hunting	15.2	15.5	14.1	15.6	16.5	17.5	3.6
Mining and Quarrying	10.3	10.1	10.4	11.0	9.9	9.1	-1.6
Manufacturing	19.2	20.3	20.2	19.1	19.3	20.4	2.0
Electricity, Gas and Water	3.3	3.4	3.7	3.6	3.5	3.6	2.3
Construction	5.2	3.7	4.1	4.4	4.4	3.7	-5.7
Wholesale and Retail Trade	9.8	9.2	8.7	8.5	8.3	8.3	-2.5
Hotels, Bar and Restaurants	2.0	2.5	2.6	2.8	2.4	2.5	5.4
Transport, Communications and Storage	5.9	5.6	5.8	5.9	5.8	5.8	0.3
Financial Institutions, Insurance, etc.	6.7	6.5	7.1	6.6	6.3	6.2	-1.5
Real Estate and Business Services	7.3	7.2	7.6	8.3	8.9	8.7	4.4
Community, Social and Personal Services	17.3	18.5	19.1	17.6	17.6	17.6	1.1
Import Duties	2.1	1.7	1.4	0.9	0.9	0.9	-15.6
Less Imputed Bank Charges	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	-2.2

Note: * GDP in million Kwacha at 1975 price.

Source: NCDP "Economic Review and Annual Plan, 1986".

Table 11-2 SECTORIAL DISTRIBUTION OF EMPLOYEES IN EACH SECTOR

	June 1979		June 1984	
	Number	% of Ind. Total	Number	% of Ind. Total
Agriculture, Forestry and Fisheries	31,850	8.5	35,400	9.7
Mining and Quarrying	61,980	16.6	58,470	16.0
Manufacturing	44,960	12.0	48,200	13.2
Electricity and Water	7,730	2.1	7,950	2.2
Construction and Allied Repairs	42,380	11.3	33,610	9.2
Distribution, Restaurants and Hotels	36,720	9.8	30,250	8.3
Transport and Communications	24,560	6.6	24,000	6.6
Finance, Insurance and Other Business Services	20,140	5.4	22,410	6.1
Community, Social and Personal Services	103,550	27.7	105,010	28.8
Industries Total	373,870	100.0	365,300	100.0
Domestic Servants	33,874		45,760*	

Source: Central Statistical Office.

Note: * June 1983.

Table II-3 ESTIMATED CROPPED AREA OF MAIZE BY COMMERCIAL FARMS AND NON-COMMERCIAL FARMS

	Commercial Farms		Non-Commercial Farms		Total
	'000 ha*1	% of Total	'000 ha*2	% of Total	'000 ha
1974/75	194.1	24.1	611.1	75.9	805.2
1976/77	268.1	30.1	623.1	69.9	891.2
1977/78	485.0	48.4	516.8	51.6	1,001.8

Notes: *1 Bank of Zambia, "Annual Reports".

*2 Estimated using the statistical figure on number of bags of maize produced by non-commercial farms and average yield in 1982 by commercial sector; the figure on number of bags was estimated by sampling surveys made by CSO ("Agricultural and Pastoral Production, non-commercial sector").

Table II-4 CHANGES IN HARVESTED AREA BY CATEGORIES OF FARMERS

	1974		1983		Change Area	
	Estimated Area ('000 ha)	Percent (%)	Estimated Area ('000 ha)	Percent (%)	Estimated Area ('000 ha)	1974-83 Percent (%)
1. Traditional Farmers	1,578	78	1,136	51	-442	-28
2. Emergent Farmers	356	18	944	43	+588	+165
- Improved Village Farmers	215	11	637	29	+422	+196
- Organized Small Holder Schemes	68	3	130	6	+62	+91
- Emergent Middle Farmers	73	4	177	8	+104	+142
3. Large-Scale Commercial Farmers	81	4	135	6	+54	+67
4. Total	2,015	100	2,215	100	+200	+10

Source: The 3rd National Development Plan, 1979-1983.

Table 11-5 NUMBER OF FARM BY MANAGEMENT TYPE AND OWN LAND, 1980

(Unit: Number of Farms)

Province	Commercial Farm			Tradition- al Farm	Total
	40 ha and above	11-39 ha	1-10 ha		
Northern	-	90	7,400	111,900	119,390
Lusapula	-	50	2,950	73,600	75,700
Northwestern	-	80	2,900	53,600	56,580
Copperbelt	-	490	2,000	17,900	20,390
Central	300	7,630	21,400	18,400	47,730
Lusaka	90	1,910	4,300	13,400	19,700
Eastern	20	3,100	27,000	80,900	111,020
Southern	320	8,000	49,900	7,500	65,720
Western	-	-	5,450	85,400	90,850
Total	730	21,350	122,400	462,600	607,080

Source: National Commission for Development Planning, Agricultural Baseline Data for Planning, 1983.

Table II-6 AVERAGE HECTAREAGE OF LAND OWNED BY ONE COMMERCIAL FARM
- AS OF SEPTEMBER 30, 1977 -

Hectareage range:	Province:			Central			Southern			Copperbelt and Others			Total Zambia		
	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
0- 79	430	43.1	26	374	45.7	29	126	44.1	9	390	44.2	25			
80- 199	89	7.8	115	154	18.8	73	29	10.1	82	272	12.1	87			
200- 399	65	5.7	254	56	6.8	253	74	25.9	78*	195	8.7	187*			
400- 799	149	13.1	608	66	8.1	428	9	3.1	323*	224	10.0	544			
800-1,999	228	20.1	1,115	70	8.5	1,287	24	8.4	1,089	322	14.4	1,159			
2,000+	116	10.2	7,352	99	12.1	6,992	24	8.4	15,533	239	10.7	8,024			
Total	1,137	100.0	1,988	819	100.0	1,034	286	100.0	1,438	2,242	100.0	1,113			

Source: CSO, "Agricultural and Pastoral Production, Commercial Farms, 1976-77."

Notes: (h) Number of holdings

(B) % of total in (A)

(C) Average hectareage of land owned by one commercial farm. (ha/farm)

* The figures do not coincide with the hectareage ranges.

Table 11-7 CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL PRODUCTION
BY COMMERCIAL FARM - 1976/1977 -

Hectareage Range	Average Hectareage of Land per Farm (ha)	Average Cultivated Crop Land per Farm (ha)	Ratio of Maize Marketed (% of Total Production)	Average Yield of Maize (ton/ha)
0- 79	25	14	93.4	2.8
80- 199	87	31	91.6	3.1
200- 399	187	53	94.8	3.9
400- 799	544	93	98.3	1.6*1
800-1,999	1,150	151	93.6	4.2
2,000+	8,024	263	96.4	2.1*2
Total	1,113	73	95.0	2.7

Notes: *1 3.9 tons/ha in Southern province, while 1.4 tons/ha in Central province and other provinces.

*2 4.9 tons/ha in Southern province, while 1.7 tons/ha in Central province and 2.6 tons/ha in other provinces.

Table II-8 CHANGE IN CROP PRODUCTION IN ZAMBIA

	1982				1983				1984				1985			
	Area (A)	Prod. (B)	% Mkt'd (C)	Yield (D)	Area (A)	Prod. (B)	% Mkt'd (C)	Yield (D)	Area (A)	Prod. (B)	% Mkt'd (C)	Yield (D)	Area (A)	Prod. (B)	% Mkt'd (C)	Yield (D)
Maize	454.5	750.2	68.4	1.6	546.7	935.3	56.8	1.7	506.5	871.7	65.5	1.7	581.9	1122.4	56.7	1.9
Sunflower	41.5	26.7	79.7	0.7	48.1	34.9	87.2	0.8	57.7	43.0	94.0	0.8	62.6	42.4	60.1	0.7
Soybeans	5.3	7.3	53.1	1.4	5.0	8.0	86.7	1.6	9.4	13.2	72.6	1.4	9.8	14.7	71.9	1.5
Groundnuts	22.4	9.4	8.3	0.4	31.4	11.0	9.5	0.3	29.5	13.3	8.7	0.5	31.9	14.5	16.7	0.5
Paddy Rice	5.9	5.3	54.9	0.9	7.0	9.6	52.6	1.4	8.7	9.3	58.7	1.0	10.7	11.2	56.2	0.7
Seedcotton	23.9	12.8	100.0	0.5	33.1	20.7	100.0	0.6	52.0	43.9	100.0	0.8	45.8	30.3	100.0	0.7
Sorghum	21.5	14.0	1.1	0.6	16.6	12.5	0.8	0.7	21.8	15.0	1.9	0.7	24.8	20.2	5.5	0.8
Virginia Tobacco	2.2	2.1	100.0	1.0	2.2	2.3	99.9	1.1	2.1	2.5	99.9	1.2	1.5	2.1	102.7	1.5
Burley Tobacco									0.7	0.5	99.2	67.7	0.6	0.5	117.3	74.3
Millet					20.0	12.7	0.8	0.6	19.0	13.5	0.1	0.7	22.4	19.4	0.2	0.9
Beans	14.4	4.2	8.5	0.3	17.7	6.0	1.4	0.4	7.6	5.4	2.0	0.7	8.3	5.5	8.5	0.6

Source: MAWD: "Quarterly Agricultural Statistical Bulletin, Oct./Dec., 1985"

Notes: Unit Area '000 ha
 Production '000 ton
 % marketed % of production
 Yield ton/ha

Table 11-9 IMPORT AND EXPORT OF MAJOR CROPS

(Unit: '000 ton)

	Maize		Rice	Wheat
	Import	Export	Import	Import
1971		0.8		
1972		0.1		
1973		5.0		
1974		11.0		
1975		1.6		
1976	0.0	0.8	90.0	94.4
1977	0.4	2.5	6.0	96.5
1978	0.0	6.0	6.5	41.6
1979	66.4		5.7	128.5
1980	294.3		7.2	114.0
1981	93.5		6.5	53.8
1982	68.8		8.6	130.4
1983	126.0		12.3	85.3
1984	81.1		n.a.	64.0

Source: MAWD

Notes: 0.0 means less than 50 tons.

Table II-10 CONSUMPTION OF FERTILIZER IN ZAMBIA, 1972-1985

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	(Unit: ton)													
COMPOUND	66,490	50,721	48,402	74,784	78,272	90,225	77,140	80,136	110,428	115,978	128,666	92,606	79,298	112,268
STRAIGHT N	44,980	32,554	50,846	56,956	65,487	75,503	50,421	61,270	82,949	93,447	82,239	69,174	58,377	91,537
STRAIGHT P	498	280	351	1,472	2,076	1,610	1,896	1,725	2,568	2,217	807	1,445	467	1,060
STRAIGHT K	832	1,226	2,751	327	39	169	149	202	219	290	108	171	214	144
TOTAL	112,800	84,781	102,350	133,695	150,774	167,507	130,077	145,368	196,363	218,791	217,868	165,798	143,894	211,180
Total In Nutrient														
N	21,922	16,325	19,473	33,044	39,828	45,283	31,100	38,263	53,170	57,766	54,396	43,616	38,144	55,729
P2O5	6,761	5,107	4,875	12,211	13,784	15,584	13,397	14,243	18,884	20,370	21,731	15,799	12,298	19,647
K2O	4,152	3,476	4,239	5,238	4,644	5,499	5,442	4,645	5,678	6,316	8,008	6,265	4,585	7,876

Source: NAMBOARD

Table 11-11 SUPPLY AND CONSUMPTION OF FERTILIZER IN ZAMBIA,
1983-1986

(Unit: 1,000 tons of product)

	Production	Imports		Total Supply	Consumption
	(A)	End Products (B)	Raw Materials	(A+B)	(C)
1983	72.6	132.9	25.5	205.5	165.8
1984	77.8	195.2	23.1	273.0	143.9
1985	19.9	30.5	-	50.4	211.2
1986	59.5	143.6	N.A.	203.1	153.8

Sources: NCZ and NAMBOARD

Table 11-12 SALES PRICE AND PURCHASE PRICE OF FERTILIZER BY NAMBOARD

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
(Unit: K./ton)							
Compound D							
Sales Price (A1)	232.0	235.0	299.0	482.0	535.0	535.0	1,500.0
Purchase Price from NCZ (B1)	-	-	612.0	611.0	611.0	664.0	1,860.0
(A1/B1) (%)	-	-	48.9	78.9	87.6	80.6	86.0
Landed Cost of Imported Fertilizer (C1)	304.0	446.0	269.0	439.3	492.3	N.I.	3,825.0*
(A1/C1) (%)	76.3	52.7	111.2	109.7	108.7	-	41.8
(B1/C1) (%)	-	-	227.5	139.1	124.1	-	48.6
Urea							
Sales Price (A2)	233.0	219.0	299.0	482.0	535.0	535.0	1,300.0
Landed Cost of Imported Fertilizer (C2)	400.0	406.0	268.0	462.6	697.4	N.A.	2,775.0*
(A2/C2) (%)	58.3	53.9	111.6	104.2	76.7	-	46.8
Ammonium Nitrate							
Sales Price (A3)	158.6	202.6	281.0	464.0	517.0	517.0	1,120.0
Purchase Price from NCZ (B3)	378.8	424.0	531.0	564.0	617.0	710.0	1,860.0
(A3/B3) (%)	41.9	47.8	52.9	82.3	83.8	72.8	60.2

Notes: A = Ex-NAMBOARD depot; Price in October in each year.

B = Ex-factory

C = C.I.F. Lusaka

N.I. = No import

N.A. = Not available

- = No production

* = As of April, 1987. (K.15/US\$)

Table 11-13 COMPARISON OF FERTILIZER COSTS PER HECTARE

(Unit: K./ha)

		1975	1980	1983	1985	1986
Present Application Practice						
CX-D	4 bags	26.20	38.40	96.40	107.00	320.00
Urea	4 bags	27.00	38.60	96.40	107.00	260.00
Total (A)		53.20	77.00	192.80	214.00	580.00
Application by Combination of Straight Fertilizers						
DAP	1.739 bags	15.81	26.57	61.27	67.68	155.53
MOP	0.667 bags	2.40	3.20	14.07	15.84	36.69
Urea	3.504 bags	23.65	33.81	84.45	93.73	227.76
AS	1.492 bags	7.16	10.82	33.64	37.60	71.62
Total (B)		49.02	74.40	193.44	214.86	491.58
A/B		1.08	1.03	1.00	1.00	1.18

Note: DAP price was estimated using the following formula:
 (DAP price) = (TSP price) + (Urea price) × 18/46

Table II-14 PROJECTED PRICES OF FMP/SSP
- BASE CASE -

Name of Fertilizer	Fertilizer Cost without FMP/SSP (Case 1)				Fertilizer Cost with FMP/SSP (Case 2)			
	Application Using Straight Fertilizers (Case 1.1)		Application Using Compound Fertilizer and Urea (Case 1.2)		Application Using SSP (Case 2.1)		Application Using FMP (Case 2.2)	
	bag/ha	K./bag	K./ha	bag/ha	K./bag	K./ha	bag/ha	K./ha
Compound				4	114	456	4.444	193
Urea	3.504	104	364	4	104	416	4.000	104
AS	1.492	72	107					
FMP								
DAP	1.739	137	238					
MOP	0.667	92	61					
Total Cost (K./ha)			770			872		872

Notes: 1) Ex-factory price of FMP:

K.880/ton (US\$110/ton)

2) Ex-factory price of SSP-Compound:

K.1,880/ton (US\$235/ton)

(less) raw material cost other than SSP

K.1,643/ton

Maximum allowable SSP cost without formulation cost

K.237/ton (SSP 0.368 ton: see Annex II-5)

Maximum allowable SSP price (delivered at compound fertilizer factory)

K.644/ton (US\$81/ton)

Table 11-15 PROPOSED CHANGE IN FERTILIZER APPLICATION
BY INTRODUCTION OF FMP OR SSP

Case	Kind of Fertilizer	Nutrient Content (N-P2O5-K2O-S)	Application Amount, per Ha.				
			Bags	N Kg	P2O5 Kg	K2O Kg	S Kg
Present Practice	CX-D	10-20-10-10	4.000	20.0	40.0	20.0	20.0
	Urea	46-0-0-0	4.000	92.0	-	-	-
	Total		8.000	112.0	40.0	20.0	20.0
Combination of Straight Fertilizers	Urea	46-0-0-0	3.504	80.6	-	-	-
	AS	21-0-0-24	1.492	15.7	-	-	17.9
	DAP	18-46-0-2.4	1.739	15.7	40.0	-	2.1
	MOP	0-0-60-0	0.667	-	-	20.0	-
	Total		7.402	112.0	40.0	20.0	20.0
Use of SSP as a Source of Phosphate in Compound Fertilizer (CX-DS)	CX-DS	9-18-9-9.5	4.444	20.0	40.0	20.0	21.1
	Urea	46-0-0-0	4.600	92.0	-	-	-
	Total		8.444	112.0	40.0	20.0	21.1
Use of FMP as a Straight Fertilizer with Compound Fertilizer (CX-DF)	CX-DF	12-16-12-10.6	3.338	20.0	26.7	20.0	17.7
	FMP	0-20-0-0	1.333	-	13.3	-	-
	Urea	46-0-0-0	3.913	90.0	-	-	-
	AS	21-0-0-24	0.192	2.0	-	-	2.3
	Total		8.776	112.0	40.0	20.0	20.0

Table II-16 PROJECTED PRICES OF FMP/SSP
- Scenario I -

Name of Fertilizer	Fertilizer Cost without FMP/SSP				Fertilizer Cost with FMP				
	Application Using Straight Fertilizers (Case 1.1)		Application Using Compound Fertilizer and Urea (Case 1.2)		Application Using FMP (Case 2.2)		K./ha		
	bag/ha	K./bag	K./ha	bag/ha	K./bag	bag/ha			
Compound				4	91	364	3.338	91	304
Urea	3.504	74	259	4	74	296	3.913	74	290
AS	1.492	55	82				0.192	55	11
FMP							1.333	41	55
								===	===
DAP	1.739	92	160						
MOP	0.667	63	42						
Total Cost (K./ha)			543			660			660

Notes: Ex-factory price of FMP: US\$80/ton

Maximum acceptable price of FMP: US\$96/ton

1) DAP price was assumed using the following formula:
(DAP price) = [(TSP price) + (Urea price) * 19/46] * 0.9

2) Ex-factory prices of FMP after adding the subsidy are as follows:

Level of subsidy	Price of FMP
20 %	US\$100/ton
25	107
30	114

Table II-17 (1) PROJECTED PRICES OF FMP - Scenario 2 -

Formulation Cost of Compound Fertilizer: 15% of Total Cost

Name of Fertilizer	Fert. cost w/o FMP/SSP			Fertilizer Cost with FMP		
	Application Using Compound Fertilizer and Urea			Application Using FMP		
	bag/ha	K./bag	K./ha	bag/ha	K./bag	K./ha
Compound	4	159	636	3.338	161	538
Urea	4	104	416	3.913	104	407
AS				0.192	72	14
FMP				1.333	70	93
				===	===	===
Total Cost (K./ha)			1,052			1,052

Notes: Ex-factory price of FMP: US\$153/ton

Table 11-17 (2) PROJECTED PRICES OF FMP - Scenario 2 -

Formulation Cost of Compound Fertilizer: 25% of Total Cost

Name of Fertilizer	Fert. cost w/o FMP/SSP			Fertilizer Cost with FMP		
	Application Using Compound Fertilizer and Urea			Application Using FMP		
	bag/ha	K./bag	K./ha	bag/ha	K./bag	K./ha
Compound	4	179	716	3.338	181	604
Urea	4	104	416	3.913	104	407
AS				0.192	72	14
FMP				1.333	80	107
				===	===	===
Total Cost (K./ha)			1,132			1,132

Notes: Ex-factory price of FMP: US\$178/ton

Table II-18 ESTIMATE OF SSP PRICE TO BE USED AS RAW MATERIAL OF
COMPOUND FERTILIZER (CX-SSP) - SCENARIO 2 -

CX-D				CX-DS		
	Material Requirement (ton/ton)	Unit Price	Cost	Material Requirement (ton/ton)	Unit Price	Cost
AN	0.139	1,868	260	0.140	1,868	262
AS	0.217	1,448	314	0.079	1,448	114
DAP	0.024	2,736	66	0.170	2,736	465
TSP	0.379	2,288	867	0.104	2,288	238
SOP	0.187	2,968	555	0.190	2,968	564
Total	0.946		2,062	0.683		1,643
Allowable SSP cost*1						419
Unit price (K./ton)						1,139
(US\$/ton)						142

Note : *1 1ton of CX-DS requires 0.368 tons of SSP.

Table 11-19 PROJECTED DEMAND FOR PHOSPHATE FERTILIZER IN ZAMBIA

(Unit: '000 P2O5 ton)

	Copper-					North-		South-	
	Total	Central	belt	Eastern	Lusaka	North-	North-	South-	South-
						ern	ern	ern	ern
						Western	Western	Western	Western
Actual									
=====									
1982	21.7	4.20	0.73	3.46	0.17	3.29	2.42	0.19	7.18
1983	15.8	3.44	0.52	3.58	0.33	1.69	1.54	0.13	4.31
1984	12.3	3.02	0.70	1.23	0.29	1.37	1.45	0.03	4.97
1985	19.6	4.29	0.97	4.95	0.32	1.63	1.42	0.22	5.47
Projected									
=====									
1986	22.9	3.9	1.3	3.5	0.4	2.7	2.9	0.2	7.8
1987	24.4	4.0	1.5	3.4	0.5	2.8	3.2	0.2	8.5
1988	25.8	4.0	1.7	3.4	0.5	3.0	3.4	0.2	9.3
1989	27.3	4.1	1.9	3.4	0.6	3.1	3.6	0.2	10.1
1990	28.8	4.2	2.0	3.4	0.6	3.3	3.8	0.2	10.9
1991	30.1	4.3	2.1	3.4	0.7	3.4	3.9	0.2	11.7
1992	31.3	4.4	2.2	3.4	0.7	3.5	4.0	0.2	12.4
1993	32.4	4.5	2.3	3.5	0.7	3.7	4.0	0.2	13.1
1994	33.7	4.7	2.3	3.6	0.7	3.8	4.1	0.2	13.8
1995	34.8	4.8	2.4	3.6	0.8	4.0	4.1	0.2	14.4
1996	36.0	5.0	2.4	3.7	0.8	4.1	4.2	0.2	15.1
1997	37.1	5.1	2.5	3.8	0.8	4.2	4.3	0.2	15.6
1998	38.1	5.3	2.5	3.9	0.8	4.3	4.3	0.2	16.2
1999	39.2	5.5	2.6	4.0	0.8	4.4	4.4	0.2	16.7
2000	40.2	5.7	2.6	4.1	0.8	4.6	4.4	0.2	17.2
2001	41.2	5.8	2.6	4.2	0.8	4.7	4.5	0.3	17.7
2002	42.3	6.0	2.7	4.3	0.8	4.8	4.6	0.3	18.1
2003	43.4	6.2	2.7	4.5	0.9	4.9	4.6	0.3	18.6
2004	44.4	6.4	2.8	4.6	0.9	5.0	4.7	0.3	19.0
2005	45.3	6.6	2.8	4.7	0.9	5.1	4.8	0.3	19.4
2006	46.1	6.8	2.8	4.8	0.9	5.2	4.8	0.3	19.8
2007	47.1	7.0	2.9	5.0	0.9	5.3	4.9	0.3	20.1
2008	48.0	7.2	2.9	5.1	0.9	5.4	5.0	0.3	20.5
2009	49.3	7.4	3.0	5.3	1.0	5.5	5.1	0.3	20.9
2010	50.1	7.6	3.0	5.4	1.0	5.6	5.1	0.3	21.3

Table 11-20 SALES VOLUME OF FMP IN ZAMBIA

(Unit: '000 P205 ton)

	Total	Central	Copper- belt	Eastern	Luapula	Lusaka	North- ern	North- western	South- ern	Western
1986	9.5	1.3	1.3	1.2	0.4	0.0	2.9	0.2	2.0	0.2
1987	10.2	1.3	1.5	1.1	0.5	0.0	3.2	0.2	2.1	0.3
1988	10.8	1.3	1.7	1.1	0.5	0.0	3.4	0.2	2.3	0.3
1989	11.6	1.4	1.9	1.1	0.6	0.0	3.6	0.2	2.5	0.3
1990	12.2	1.4	2.0	1.1	0.6	0.0	3.8	0.2	2.7	0.4
1991	12.7	1.4	2.1	1.1	0.7	0.0	3.9	0.2	2.9	0.4
1992	13.2	1.5	2.2	1.1	0.7	0.0	4.0	0.2	3.1	0.4
1993	13.6	1.5	2.3	1.2	0.7	0.0	4.0	0.2	3.3	0.4
1994	14.1	1.6	2.3	1.2	0.7	0.0	4.1	0.2	3.5	0.5
1995	14.4	1.6	2.4	1.2	0.8	0.0	4.1	0.2	3.6	0.5
1996	14.8	1.7	2.4	1.2	0.8	0.0	4.2	0.2	3.8	0.5
1997	15.3	1.7	2.5	1.3	0.8	0.0	4.3	0.2	3.9	0.6
1998	15.6	1.8	2.5	1.3	0.8	0.0	4.3	0.2	4.1	0.6
1999	15.9	1.8	2.6	1.3	0.8	0.0	4.4	0.2	4.2	0.6
2000	16.2	1.9	2.6	1.4	0.8	0.0	4.4	0.2	4.3	0.6
2001	16.5	1.9	2.6	1.4	0.8	0.0	4.5	0.3	4.4	0.6
2002	17.0	2.0	2.7	1.4	0.8	0.0	4.6	0.3	4.5	0.7
2003	17.5	2.1	2.7	1.5	0.9	0.0	4.6	0.3	4.7	0.7
2004	17.8	2.1	2.8	1.5	0.9	0.0	4.7	0.3	4.8	0.7
2005	18.2	2.2	2.8	1.6	0.9	0.0	4.8	0.3	4.9	0.7
2006	18.4	2.3	2.8	1.6	0.9	0.0	4.8	0.3	5.0	0.7
2007	18.7	2.3	2.9	1.7	0.9	0.0	4.9	0.3	5.0	0.7
2008	19.0	2.4	2.9	1.7	0.9	0.0	5.0	0.3	5.1	0.7
2009	19.7	2.5	3.0	1.8	1.0	0.0	5.1	0.3	5.2	0.8
2010	19.8	2.5	3.0	1.8	1.0	0.0	5.1	0.3	5.3	0.8

Table II-21 SALES VOLUME OF SSP IN ZAMBIA

(Unit: '000 P205 ton)

	Total	Central	Copper- belt	Eastern	Luapula	Lusaka	North- ern	North- western	South- ern	Western
1991	9.03	1.29	0.63	1.02	0.21	1.02	1.17	0.06	3.51	0.12
1992	9.39	1.32	0.66	1.02	0.21	1.08	1.20	0.06	3.72	0.12
1993	9.72	1.35	0.69	1.05	0.21	1.11	1.20	0.06	3.93	0.12
1994	10.11	1.41	0.69	1.08	0.21	1.14	1.23	0.06	4.14	0.15
1995	10.44	1.44	0.72	1.08	0.24	1.20	1.23	0.06	4.32	0.15
1996	10.80	1.50	0.72	1.11	0.24	1.23	1.26	0.06	4.53	0.15
1997	11.13	1.53	0.75	1.14	0.24	1.26	1.29	0.06	4.68	0.18
1998	11.43	1.59	0.75	1.17	0.24	1.29	1.29	0.06	4.86	0.18
1999	11.76	1.65	0.78	1.20	0.24	1.32	1.32	0.06	5.01	0.18
2000	12.06	1.71	0.78	1.23	0.24	1.38	1.32	0.06	5.16	0.18
2001	12.36	1.74	0.78	1.26	0.24	1.41	1.35	0.09	5.31	0.18
2002	12.69	1.80	0.81	1.29	0.24	1.44	1.38	0.09	5.43	0.21
2003	13.02	1.86	0.81	1.35	0.27	1.47	1.38	0.09	5.58	0.21
2004	13.32	1.92	0.84	1.38	0.27	1.50	1.41	0.09	5.70	0.21
2005	13.59	1.98	0.84	1.41	0.27	1.53	1.44	0.09	5.82	0.21
2006	13.83	2.04	0.84	1.44	0.27	1.56	1.44	0.09	5.94	0.21
2007	14.13	2.10	0.87	1.50	0.27	1.59	1.47	0.09	6.03	0.21
2008	14.40	2.16	0.87	1.53	0.27	1.62	1.50	0.09	6.15	0.21
2009	14.79	2.22	0.90	1.59	0.30	1.65	1.53	0.09	6.27	0.24
2010	15.03	2.28	0.90	1.62	0.30	1.68	1.53	0.09	6.39	0.24

Table II-22 MONTHLY SHIPMENT PATTERN OF BASAL DRESSING, 1983-1985

(Unit: % of yearly shipment total)

Month	1983	1984	1985	Average of 1983-85	Standard Deviation
January	4.9	5.1	11.4	7.2	3.7
February	0.8	1.1	3.1	1.7	1.2
March	0.9	3.0	0.4	1.4	1.4
April	1.6	3.9	0.8	2.1	1.6
May	0.3	4.4	0.7	1.8	2.3
June	0.4	6.8	1.2	2.8	3.5
July	2.6	0.3	1.0	1.3	1.2
August	7.4	5.5	3.8	5.6	1.8
September	16.8	9.0	6.9	10.9	5.2
October	22.1	14.4	13.7	16.7	4.7
November	27.9	26.4	18.6	24.3	5.0
December	14.2	20.1	38.4	24.2	12.6

Table 11-23 MONTHLY STOCK REQUIREMENT

(Unit: % of yearly shipment total)

	Monthly Shipment		Minimum Ending Stock Requirement		
	Average of 1983-85	Standard Deviation	Level 1	Level 2	Level 3
January	7.2	3.7	22.0	34.6	47.2
February	1.7	1.2	28.6	41.2	53.8
March	1.4	1.4	35.6	48.2	60.8
April	2.1	1.6	41.8	54.4	67.0
May	1.8	2.3	48.4	61.0	73.6
June	2.8	3.5	53.9	66.5	79.1
July	1.3	1.2	61.0	73.6	86.2
August	5.6	1.8	63.7	76.3	88.9
September	10.9	5.2	61.1	73.7	86.3
October	16.7	4.7	52.8	65.4	78.0
November	24.3	5.0	36.8	49.4	62.0
December	24.2	12.6	20.9	33.5	46.1

Note: Minimum ending stock requirement is estimated at the following three levels of probability of risk for the shipment volume to exceed the stock at:

Level 1 32%
 Level 2 5%
 Level 3 0.3%

Figure II-1 FLOW OF FERTILIZER DISTRIBUTION

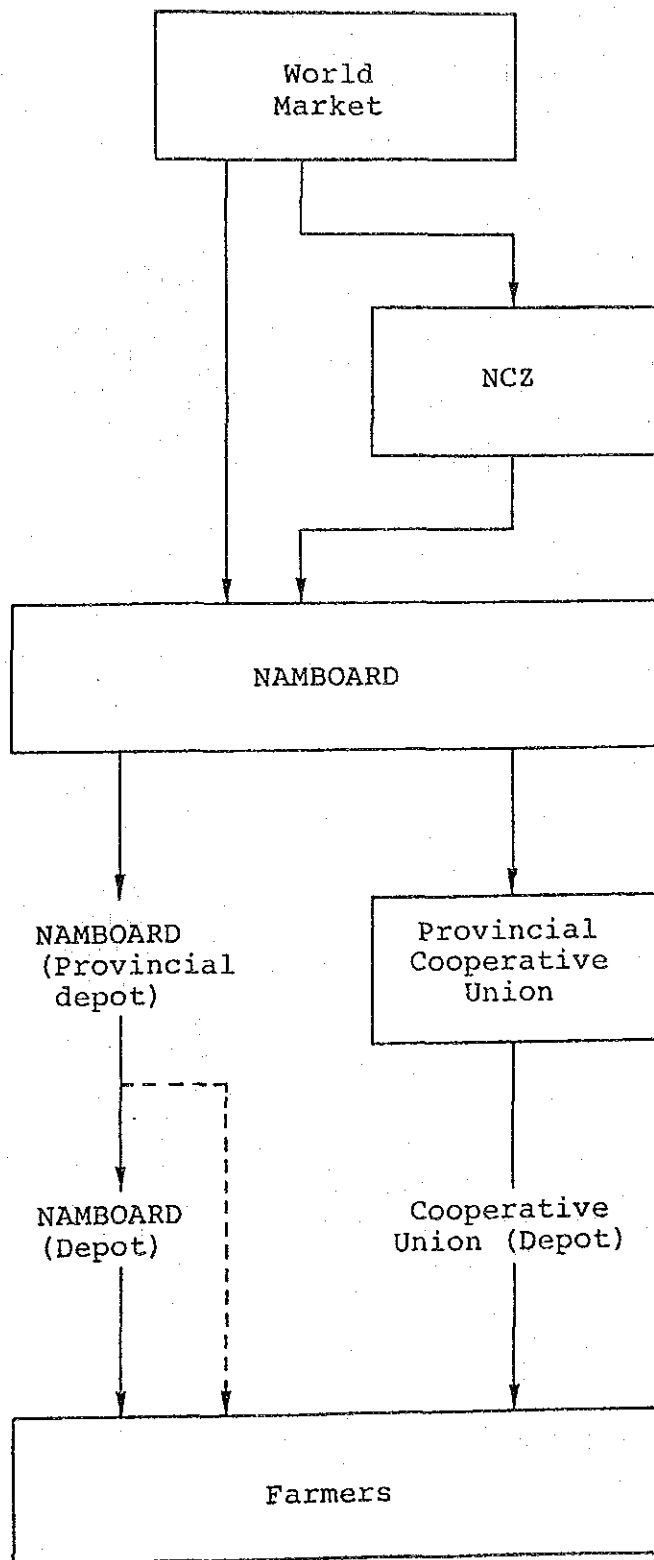


Figure II-2 PHYSICAL DISTRIBUTION FLOW OF IMPORTED FERTILIZER

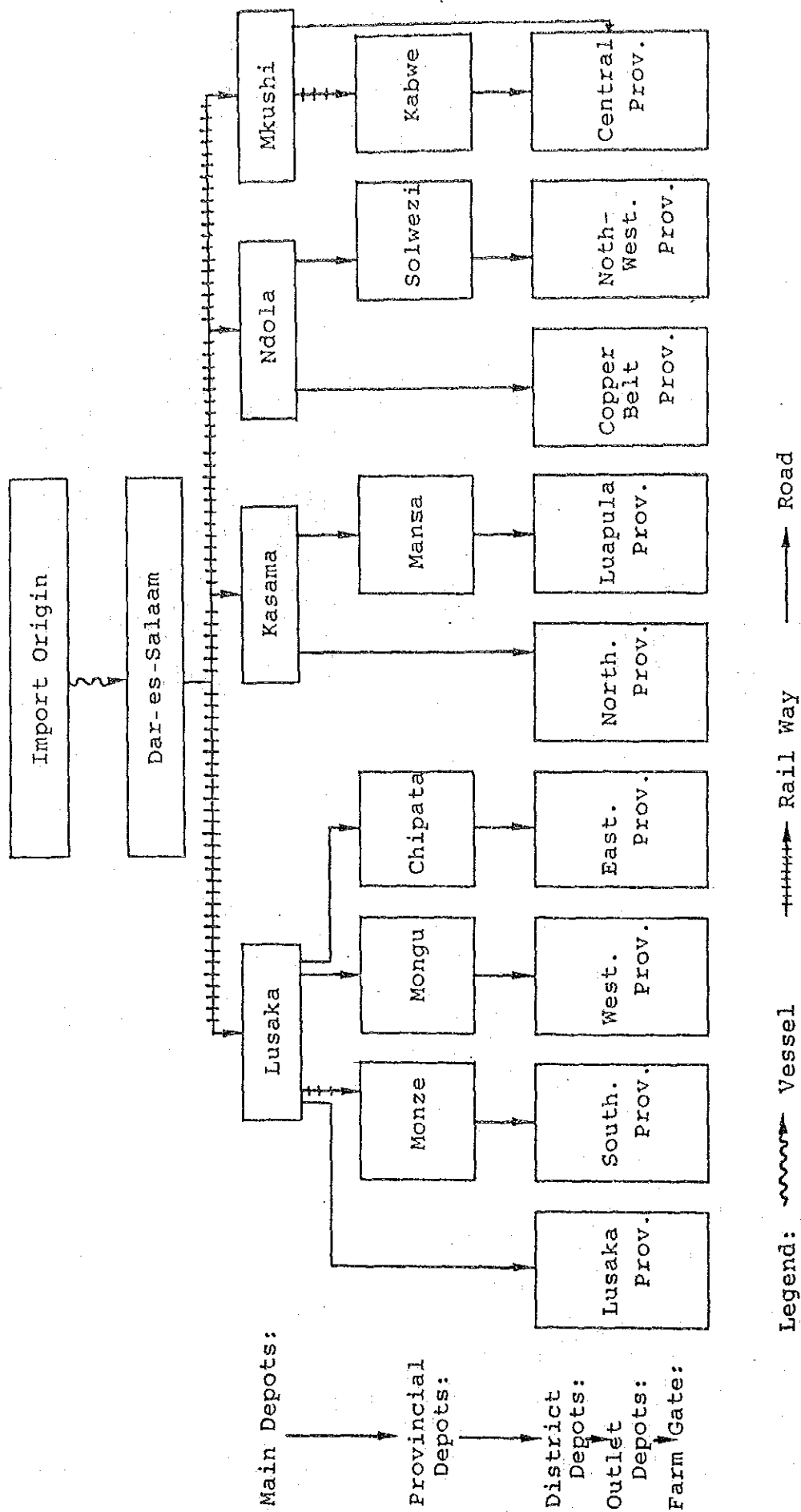


Figure II-3

CLASSIFICATION OF AREA IN VIEW
OF USE OF FMP AND LIME

