

## 15-2 プラント建設費

建設期間中の金利を含む総所要資金算出に当たっては、プラント建設に必要な費用の出費スケジュールを決定する必要がある。プラントの建設費は建設工程に基づき支払われると考えるが、最終的な支払スケジュールは発注者と業者間の契約により決定される。しかし、現段階では機器の製作・据え付け工事等を担当する業者は決定していない上、契約形態も未決定である。従って、本調査では工事スケジュールを参考に、表 15-1 に示す支払スケジュールを策定した。

Table 15-1 Expenditure Schedule

Project Year	-2		-1		Total
	I	II	I	II	
Foreign Currency Portion	15%	30%	45%	10%	100%
Local Currency Portion	10%	25%	45%	20%	100%

## 15-3 操業前費用

クエン酸プラントの操業前には種々の費用が必要である。本調査では以下の費用を見込む。

### (1) 要員訓練費および試運転費

第 14 章にて述べたように、プラントの建設終了予定日の 3.5 ヶ月前より、要員の教育訓練および試運転が行われる。本費用はライセンサーより派遣される技術者に支払う費用、試運転に必要な原材料費および教育訓練の対象となる運転員の人件費に大別される。

教育・訓練はライセンサーより派遣される 4 名の技術者により行われる。本調査では、教育・訓練および試運転に必要な技術者に支払う費用を以下のように見積もった。以下の費用 (US \$ 254,000) の内、滞在費は内貨で他は全て外貨である。

- ・ 渡航費：US \$ 11,000 × 4 名 = US \$ 44,000
- ・ 滞在費：US \$ 3,000 × 4 名 × 3.5 月 = US \$ 42,000
- ・ 人件費：US \$ 12,000 × 4 名 × 3.5 月 = US \$ 168,000
- ・ 合計：US \$ 254,000

試運転には原料、電気、水等が必要であるが、これらの費用は試運転により生産される製品の販売代金により賄われるものとする。従って、試運転に必要な原材料費はゼロとみなし得る。なお、教育訓練および試運転期間中の運転員の人件費は下記の諸経費に含めたので、

本費用には計上しない。

(2) 諸経費

事業主体が建設期間中に雇用する要員に必要な費用と間接費を本費用項目に計上する。人件費は下表に示す雇用計画に基づき算出し、間接費は人件費の25%とした。職種別の人件費は以下のとおりとした。なお、本費用は全て内貨である。

- ・プラントマネージャー： 100,000 Z \$ /人/年
- ・部長： 60,000
- ・チーフエンジニア： 55,000
- ・職長： 35,000
- ・分析技術者： 30,000
- ・熟練運転員： 25,000
- ・一般運転員、事務員： 10,000
- ・守衛： 5,000

Table 15-2 Manning Schedule, persons

Project Year	-2				-1			
	1-Qtr.	2-Qtr.	3-Qtr.	4-Qtr.	1-Qtr.	2-Qtr.	3-Qtr.	4-Qtr.
Plant Manager	1	1	1	1	1	1	1	1
Manager	1	1	1	1	1	1	3	3
Chief Engineer	0	0	0	0	0	0	5	8
Foreman	0	0	0	0	0	0	8	12
Analyst	0	0	0	0	0	0	6	6
Skilled Operator	0	0	0	0	0	0	12	17
Operator	0	0	0	0	0	0	0	56
Office Clerk	2	2	2	2	2	3	4	7
Guard	0	0	0	0	4	4	4	5
Total	4	4	4	4	8	9	43	115

(3) まとめ

以上の操業開始前費用を表 15-3 にまとめる。

Table 15-3 Summary of Pre-operation Costs, US\$

Project Year	-2		-1		Total
	I	II	I	II	
Training & Trial Operation					
Foreign Currency Portion	0	0	0	212,000	212,000
Local Currency Portion	0	0	0	42,000	42,000
Administration Cost					
Foreign Currency Portion	0	0	0	0	0
Local Currency Portion	35,714	35,714	40,674	374,504	486,607
Total					
Foreign Currency Portion	0	0	0	212,000	212,000
Local Currency Portion	35,714	35,714	40,674	416,504	528,607

## 15-4 初期運転資金

プラントの運転開始時には、操業をスムーズに行うために、原料在庫、スペアパーツ、現金等を準備する必要がある。これらの費用は初期運転資金と呼ばれる。本調査では、以下を初期運転資金として準備することとする。なお、スペアパーツはプラント建設費に含まれているので本費用には含めない。

### (1) 現金

企業の運営においては、販売代金の回収が遅れたり不能となり、資金繰りが困難となる場合もある。このような場合に銀行から短期のつなぎ資金を借入するのが一般的であるが、必要とする金額を必要な時期に銀行より調達できるとは限らない。従って、本調査では、直接人件費の1ヶ月分Z \$ 200,000 (US \$ 63,492) を現金で準備するものとする。

### (2) 原材料在庫

本調査では表 15-4 に示す原材料在庫を準備するものとする。原料の中には輸入品が含まれるが、クエン酸製造会社が必要な原料を直接輸入する訳ではないので、原料在庫を準備するための費用を全て内貨と見なした。なお、各原材料の価格の詳細については、第 16 章「財務分析」を参照のこと。

Table 15-4 Summary of Inventory

	Required Amount		Source	Unit Price (Z\$/ton)	Required Cost (Z\$)
	tons	days of operation			
Cornstarch	61.155	5	Local	562	34,369
Sulfuric Acid	45.0	5	Local	610	27,450
Slaked Lime	94.5	14	Import	308	29,106
Activated Carbon	1.26	14	Import	880	1,109
Filter Aid	13.86	14	Import	920	12,751
Ammonium Nitrate	1.305	5	Local	430	561
Potassium Phosphate	4.284	28	Import	700	2,999
Other Nutrients	0.9324	28	Import	--	600
Amylase	0.3528	28	Import	22,000	7,762
Bags for Packing	900 bags	5	Local	2Z\$/each	1,800
Coal	54.0	5	Local	133.32	7,199
Total	274.6692	--	--	--	125,706

## 15-5 建中金利および総所要資金

プラントの建設期間中の金利はプラント建設資金の支払スケジュールおよび資金計画に基づき算出される。プラント建設に操業前費用、初期運転資金および建設期間中の金利を加算した所要資金を表 15-5 (ケース 1) および 15-6 (ケース 2) にまとめる。ケース 1 では外国からの借入金の金利を 10.75 %、ケース 2 では金利を 4.5 %としている。

Table 15-5 Total Capital Requirements (Case-1)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)				Total
	-2		-1		
	I	II	I	II	
Application of Funds					
Foreign Currency Portion					
Plant Construction Cost	1,388.7	2,777.3	4,166.0	925.8	9,257.8
Pre-operation Cost	0.0	0.0	0.0	212.0	212.0
Initial Working Capital	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Interest during Const.	37.3	151.3	346.0	507.2	1,041.8
Sub-total	1,426.0	2,928.6	4,512.0	1,644.9	10,511.6
Local Currency Portion					
Plant Construction Cost	1,507.7	3,769.2	6,784.5	3,015.3	15,076.7
Pre-operation Cost	35.7	35.7	40.7	416.5	528.6
Initial Working Capital	0.0	0.0	0.0	103.4	103.4
Interest during Const.	6.5	31.7	87.3	148.4	273.9
Sub-total	1,549.9	3,936.6	6,912.5	3,683.6	15,982.6
Total Application	2,975.9	6,765.2	11,424.5	5,328.6	26,494.2
Source of Funds					
Equity	977.4	2,194.1	3,663.7	1,557.7	8,392.8
Foreign Loans	1,426.0	2,928.6	4,512.0	1,644.9	10,511.6
Local Loans	572.5	1,642.5	3,248.8	2,126.0	7,589.8
Total	2,975.9	6,765.2	11,424.5	5,328.6	26,494.2

**Table 15-6 Total Capital Requirements (Case-2)**

(Unit: US\$ in Thousand)

Project Year	-2		-1		Total
	I	II	I	II	
<b>Application of Funds</b>					
<b>Foreign Currency Portion</b>					
Plant Construction Cost	1,388.7	2,777.3	4,166.0	925.8	9,257.8
Pre-operation Cost	0.0	0.0	0.0	212.0	212.0
Initial Working Capital	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Interest during Const.	15.6	62.8	142.4	205.2	426.1
Sub-total	1,404.3	2840.2	4,308.4	1,343.0	9,895.9
<b>Local Currency Portion</b>					
Plant Construction Cost	1,507.7	3,769.2	6,784.5	3,015.3	15,076.7
Pre-operation Cost	35.7	35.7	40.7	416.5	528.6
Initial Working Capital	0.0	0.0	0.0	103.4	103.4
Interest during Const.	6.5	31.7	87.3	148.4	273.9
Sub-total	1,549.9	3,836.6	6,912.5	3,683.6	15,982.6
<b>Total Application</b>	<b>2,954.2</b>	<b>6,676.8</b>	<b>11,220.9</b>	<b>5,026.7</b>	<b>25,878.5</b>
<b>Source of Funds</b>					
Equity	977.4	2,194.1	3,663.7	1,557.7	8,392.8
Foreign Loans	1,404.3	2,840.2	4,308.4	1,343.0	9,895.9
Local Loans	572.5	1,642.5	3,248.8	2,126.0	7,589.8
<b>Total</b>	<b>2,954.2</b>	<b>6,676.8</b>	<b>11,220.9</b>	<b>5,026.7</b>	<b>25,878.5</b>

## 第 16 章 財務分析







## 第16章 財務分析

### 16-1 財務分析の基本方針

本章ではコーンスターチを原料とする液内発酵法によりクエン酸 3,000 トン/年を製造する計画の収益性の検討を行う。財務評価に当たっては、プラント建設費、操業費用および製品の販売収入等に基づき、以下の財務諸表を作成し、本プロジェクトの経常収支、資金繰り等を検討する。次いで、キャッシュフロー表を作成し、DCF (Discounted Cash Flow) 法により内部収益率 (Internal Rate of Return) を算出する。

- ・製造原価計算書
- ・損益計算書
- ・資金繰り表
- ・貸借対照表

### 16-2 主要前提条件

本計画の財務分析を行うのに必要な主要前提条件を以下にまとめる。

#### (1) プロジェクトの期間

- ・建設期間：2年
- ・運転期間：20年

#### (2) 価格の基準

財務分析で用いる建設費、製造コスト、製品価格等は1991年固定価格とし、インフレーションは見込まない。計算は米ドルベースで行い、現地通貨あるいは日本円にて見積もった金額は以下の交換レートにて米ドルに換算した。

- ・US \$ 1 = Z \$ 3.15 = 132 円

#### (3) 販売および生産計画

市場調査結果に基づき作成した販売計画を表16-1に示す。販売計画に基づき作成された生産計画を以下に示す。生産量と販売量の差は在庫となる。

- ・初年度 : 2,286 トン (76.2%)
- ・2年度 : 2,916 トン (97.2%)

・ 3年度以降： 3,000 トン (100%)

Table 16-1 Sales Plan, tons/year

Year	Zimbabwe	Zambia	Malawi	RSA/SACU	Mozambique	Madagascar	Total
1	703	105	53	1,267	48	105	2,281
2	809	108	55	1,776	49	108	2,905
3	862	111	57	1,971	0	0	3,000
4	917	113	58	1,911	0	0	3,000
5	977	116	60	1,847	0	0	3,000
6	1,020	119	62	1,799	0	0	3,000
7	1,065	122	63	1,749	0	0	3,000
8	1,113	126	65	1,697	0	0	3,000
9	1,162	129	67	1,642	0	0	3,000
10	1,213	132	69	1,585	0	0	3,000
11	1,267	136	71	1,526	0	0	3,000
12	1,324	139	73	1,464	0	0	3,000
13	1,383	143	75	1,399	0	0	3,000
14	1,444	147	77	1,331	0	0	3,000
15	1,509	150	80	1,261	0	0	3,000
16	1,577	154	82	1,187	0	0	3,000
17	1,647	158	84	1,110	0	0	3,000
18	1,721	162	87	1,029	0	0	3,000
19	1,799	167	89	945	0	0	3,000
20	1,880	171	92	873	0	0	3,016

Note: RSA/SACU means the Republic of South Africa & South African Customs Union

本プロジェクトの製品は南部アフリカ諸国にて、ヨーロッパ等からの製品の代替品として販売されることになる。従って、本調査では、各国のユーザーが購入しているクエン酸の平均価格より輸送費を差し引くことにより工場出荷価格を算出した。仕向地別の工場出荷価格を以下に示す。

- ・ジンバブエ国内 : 2.26 US \$ / kg
- ・ザンビアおよびマラウイ : 1.54 US \$ / kg
- ・南アフリカ共和国および南アフリカ関税同盟諸国 : 1.47 US \$ / kg
- ・モザンビークおよびマダガスカル : 1.40 US \$ / kg

#### (4) 法人税

本計画に対しては、1991年7月に制定され1992年4月から適用される税制に基づき、税引前利益の42.5%の法人税が賦課されるものとする。損金が発生した場合には、損金の繰り越しが可能である。

## (5) 減価償却

減価償却の方法は以下のとおりとする。

- ・プラント : 5%定額、残存価値5%
- ・建物 : 5%定額、残存価値10%
- ・建中金利 : 5%定額、残存価値5%
- ・操業前費用 : 100%定額、残存価値0%

## (6) 運転資金

運転資金とはプラントの操業を続けるのに必要な資金である。本調査では、以下に示す流動資産から流動負債を差し引いた額を運転資金と定義する。なお、現金および原料在庫については初期運転資金として建設期間中に準備済みである。

### (a) 流動資産

- ・現金 : 人件費の1ヶ月分を現金で保有する。
- ・売掛金 : 製品の販売代金の受取猶予期間を1ヶ月と想定し、販売収入の1ヶ月分を計上する。
- ・原料在庫 : 国産の原材料は5日分、輸入品は14日分あるいは28日分を準備する。
- ・製品在庫 : 生産量と販売量予定量の差を在庫とする。

### (b) 流動負債

- ・買掛金 : 原材料および用役費の支払猶予期間を1ヶ月と想定し、これらの費用の1ヶ月分を計上する。

## (7) 資金計画

現時点では本計画実施のための資金計画は確定していない。本調査では、第15章「総所要資金」にて述べたように、建中金利を除く費用の半を自己資金で、外貨分は外国からの借入金で、残りはジンバブエの銀行からの借入金で賄われるものとする。建設期間中の金利は各々の借入金の元本に繰り入れることとする。外国からの借入金については融資機関が未定であるため、以下に示す2ケースの融資条件を設定した。

	ケース1	ケース2
・金利	年率 10.75 %	年率 4.50 %
・返済	30回 / 15年	30回 / 15年
・返済猶予期間	操業開始より3年間	操業開始より5年間

内貨の借入金の融資条件は、IDCとの打ち合わせに基づき、金利：20%/年、返済：14回/7年（返済猶予期間なし）とする。ただし、上記の金利はジンバブエドル建の利率であり、米ドルをベースとする財務分析に同率の金利を適用することは適当とは言えない。その理由は以下のとおりである。

- ・ジンバブエドルのインフレーションは米ドルのインフレーションよりも高率である。
- ・上記の高金利はジンバブエドルの高率のインフレーションを想定した金利である。
- ・高率のインフレーションに伴いジンバブエドルの米ドルに対する価値が下落する。
- ・ジンバブエドルの価値の下落に伴い外貨交換レートが悪化する。
- ・ジンバブエドル建で算出される元金の支払を将来の外貨交換レートにて米ドルに換算すると、その額は現在の外貨交換レートにて算出された金額よりも低額となる。

以上の矛盾を避けるためには外貨交換レートの変動を加味した米ドル建の金利を採用する必要がある。将来の外貨交換レートの予測は容易ではないが、過去の実績値から将来の予測が可能である。1980年から1990年までのジンバブエドルの対米ドル交換レートの推移を見ると、交換レートは平均年率15.4%で下落してきた。この数値を上記の金利から減ざると、内貨建借入金の金利は4.6%となる。以上より、本調査では、想定した内貨建の金利から外貨交換レートの変動分15.4%/年を減じた金利：4.6%を用いることとした。

操業開始後に資金不足が発生した場合には、年率18%の短期借入金が導入される。この金利もジンバブエドル建であるので、長期借入金と同様に15.4%を減じて米ドル建金利を2.6%とする。

### 16-3 総所要資金

財務分析を目的にまとめた総所要資金を表16-2に示す。同表においては、減価償却費の算出を目的に、プラント建設費を3項目に分類した。

Table 16-2 Total Capital Requirement, US\$

	Case-1	Case-2
Plant Construction Cost		
Land Acquisition & Site Preparation	673,983	673,983
Plant	20,151,400	20,151,400
Civil work & Buildings	3,509,100	3,509,100
Pre-operation Cost	740,606	740,606
Initial Working Capital	103,399	103,399
IDC(Foreign Loan)	1,041,791	426,072
IDC(Local Loan)	273,914	273,914
Total	26,494,193	25,878,474

#### 16-4 運転費用

クエン酸を製造するのに必要な費用を以下にまとめる。

##### (1) 原材料費

###### (a) コーンスターチ

クエン酸 1 トンを製造するのに必要なコーンスターチの量は 1.359 トンである。コーンスターチの価格については、第 7 章「原料および副原料」にて推定した価格 542 Z \$ / トンに輸送費 20 Z \$ / トンを加算した 562 Z \$ / トン (178 US \$ / トン) を買い入れ価格とした。

###### (b) 硫酸

本計画で使用を予定しているジンフォス社製の硫酸の価格は 610 Z \$ / トン (194 US \$ / トン) である。クエン酸 1 トンを製造するのに必要な硫酸の量は 1 トンである。

###### (c) 消石灰

本調査ではザンビア産の消石灰を 308 Z \$ / トン (98 US \$ / トン) にて購入するものとする。消石灰の消費量は 750kg / トン・クエン酸である。

###### (d) 活性炭

本調査では南アフリカ共和国製の活性炭を使用するものとする。使用を予定している活性炭の価格は 880 Z \$ / トン (279 US \$ / トン) である。クエン酸 1 トンを製造するのに必要な活性炭の量は 10kg である。

(e) ろ過助材

ジンバブエではろ過助材として使用される珪藻土が産出しないので、輸入を必要とする。ろ過助材の価格は米国等の価格を参考に 920 Z \$ / トン (292 US \$ / トン) とした。クエン酸 1 トンを生産するのに必要なろ過助材の量は 110kg である。

(f) 硝酸アンモニウム

クエン酸 1 トンを製造には栄養源として硝酸アンモニウム 29kg が必要である。使用を予定しているジンフォス社製の硝酸アンモニウムの価格は 430 Z \$ / トン (137 US \$ / トン) である。

(g) リン酸カリウム

栄養源として使用されるリン酸カリウムは輸入を必要とする。本調査では輸入価格を 700 Z \$ / トン (222 US \$ / トン) と推定した。リン酸カリウムの消費量は 17kg / トン・クエン酸である。

(h) その他の栄養源

クエン酸製造には、上記以外に、微量栄養素（銅、亜鉛、マグネシウム等）が必要となる。第 12 章「プラントの概念設計」では微量栄養素の総消費量を 3.7kg / トン・クエン酸と推定したが、必要となる元素の種類と正確な量は未決定である。本調査では、微量栄養素の消費量が少ないこともあり、本費用をリン酸カリウムの費用の 20 % とした。なお、微量栄養素として使用される化学品は輸入を必要とする。

(i) 酵素アミラーゼ

コーンスターチの液化に必要なアミラーゼは輸入を必要とする。本調査では、米国、日本等の価格を参考に、アミラーゼの価格を 22,000 Z \$ / トン (6,984 US \$ / トン) と推定した。アミラーゼの必要量は 1.4kg / トン・クエン酸である。

(j) 梱包材料

クエン酸は 50kg 詰め袋（紙 4 層 + ポリエチレン 1 層）に入れて出荷される。この仕様の袋の価格は一枚当たり 2 Z \$ である。

## (2) 副製品控除

本プロジェクトでは、クエン酸の生産量の1.86倍の石膏が副産物として得られる。本調査では、石膏を販売するものとし、石膏の販売代金を運転費用から控除するものとする。石膏の価格は25 Z \$ / トンである。なお、本プロジェクトからは石膏以外に菌体、余剰汚泥、廃活性炭を焼却した灰等が副産物として得られる。これら副産物は何れも利用価値を有するが、安価であり輸送費を差し引くと殆ど収入とならない。従って、石膏以外の副産物の販売収入は考慮しない。

## (3) 用役代

クエン酸1 トンを製造するのに必要な用役および石炭の消費量および単価を以下に示す。

- ・電気：4,000kWh、5.97 Z ¢ / kWh (1.90 US ¢ / kWh)
- ・水：145 トン、50 Z ¢ / トン (15.87 US ¢ / トン)
- ・石炭：1.2 トン、133.32 Z \$ / トン (42.32 US \$ / トン)

## (4) 人件費

本計画に実施に必要な人件費を表16-3にまとめる。

Table 16-3 Labor Cost, Z\$/year

Plant Manager	( 1 person )	100,000
Manager	( 3 persons)	180,000
Chief Engineer	( 8 persons)	440,000
Foreman	( 12 persons)	420,000
Analyst	( 6 persons)	180,000
Skilled Operator	( 17 persons)	425,000
Operator	( 56 persons)	560,000
Office Clerk	( 7 persons)	70,000
Guards	( 5 persons)	25,000
Total	(115 persons)	2,400,000

なお、操業初年度は上記以外に外国人の運転指導員1名を雇用するものとし、その費用を以下のように見積もった。

- ・渡航費： US \$ 11,000 × 1名 = US \$ 11,000
- ・滞在費： US \$ 3,000 × 1名 × 12月 = US \$ 36,000
- ・人件費： US \$ 12,000 × 1名 × 12月 = US \$ 144,000
- ・合計： US \$ 191,000



(5) 管理費

外国人の運転指導員の経費を除く人件費の 25 %とする。

(6) 補修費

年間の補修費をプラント建設費（土地および整地代を除く）の 2 %とする。

(7) 保険代

年間の保険代をプラント建設費（土地および整地代を除く）の 0.35 %とする。

## 16-5 財務分析結果

### 16-5-1 財務諸表

以上の前提条件に基づき作成された以下の財務諸表を章末に添付した。

- ・ 製造原価計算書：表 16-4（ケース1）、表 16-10（ケース2）
- ・ 損益計算書：表 16-5（ケース1）、表 16-11（ケース2）
- ・ 資金繰り表：表 16-6（ケース1）、表 16-12（ケース2）
- ・ 貸借対照表：表 16-7（ケース1）、表 16-13（ケース2）

各財務諸表の内容を以下に要約する。

#### (1) 製造原価計算書

本調査では運転費用に減価償却と金利（短期借入金を除く）を加算した費用を製造原価と定義した。この定義に基づく 20 年間のクエン酸の平均製造原価はケース1で 1.87 US \$ / kg（初年度：2.93 US \$ / kg、最終年度：1.60 US \$ / kg）、ケース2で 1.75 US \$ / kg（初年度：2.62 US \$ / kg、最終年度：1.60 US \$ / kg）であった。ケース2における製造原価の内訳を図 16-1 に示す。

なお、20 年間の平均販売価格は 1.81 US \$ / kg であるため、ケース1では製造原価よりも安く、ケース2でも原価に近い販売価格となる。

#### (2) 損益計算書

ケース1では 13 年目から黒字が計上されるが、税引前利益の累計はマイナス 655 万 US \$ となる。ケース2では 8 年目から黒字が計上され、税引前利益の累計がプラスとなり法人税の支払が 17 年目より始まる。税引後利益の累計は約 198 万 US \$ である。

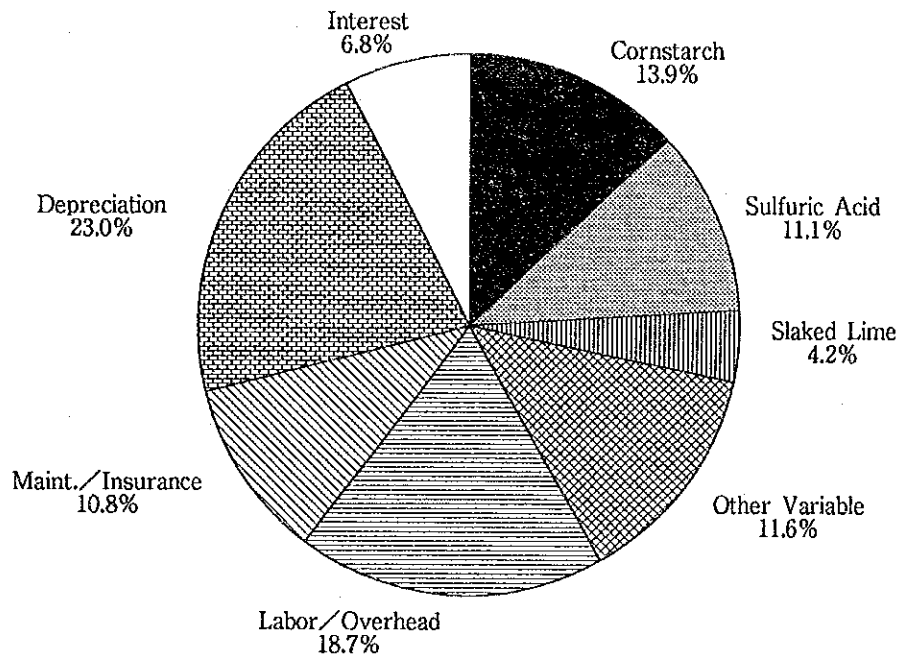


Figure 16-1 Breakdown of the Production Costs

(3) 資金繰り表

ケース1では最終年度まで資金不足が続く。ケース2では13年目には短期借入金の導入が不要となる。

(4) 貸借対照表

ケース1では最終的に26万US\$の負債が残ることとなる。ケース2ではプロジェクト終了時に約830万US\$の現金が手元に残ることになる。

(5) まとめ

ケース1ではプロジェクト終了時のキャッシュポジションがマイナスであり、財務状況が良好とは言えない。ケース2では12年度まで短期借入金を導入することによりプラントの運転を継続することは可能であるが、十分な利益を上げることはできない。

16-5-2 内部収益率

本調査では投資効果の測定尺度として総資金内部収益率 (Internal Rate of Return on Investment; IRROI) および自己資金内部収益率 (Internal Rate of Return on Equity;

Investment; IRROI) および自己資金内部収益率 (Internal Rate of Return on Equity; IRROE) を税引前および税引後について求めた。

IRROI はプロジェクトの実施に必要な費用を全て自己資金で賄うとの条件下での投資に対する収益率であり、融資条件や自己資本比率の影響を除いたプロジェクト本来の収益性を示す。

一方、IRROE は想定した資金計画下での自己資金に対する収益性である。従って、プロジェクトの実施により得られる全ての余剰資金が出資比率に応じて出資者に配当されると仮定すると、IRROE は出資者の利回りとなる。

内部収益率は各年のキャッシュフローを一定の年率で割引き、その累計がゼロとなる割引率である。キャッシュフローの計算方法は添付のキャッシュフロー表 (表 16-8、9、14 および 15) に示したとおりである。IRROI は税引前で 2.9%、税引後で 1.5% であった。IRROE は、ケース 1 についてはキャッシュフローが全てマイナスとなり算出不能であった。ケース 2 の IRROE は税引前で 0.9%、税引後で -0.1% であった。

## 16-6 感度分析

外国よりのソフトローンの導入を前提とするケース 2 を基本ケースとして、設定条件が基本ケースに対して変動した場合の影響を検討する。

### 16-6-1 変動要素 (パラメーター) の設定

#### (1) 製品価格の変化

本調査では現在の製品価格を基準に仕向先別の価格を設定した。クエン酸を含む化学品の価格は需給バランスにより大きく変動するので、今後市況に応じてクエン酸の価格が変動する可能性がある。また、ジンバブエ国内の需要が予想以上に増大し、輸出に比較して高値で出荷が可能な内販量が増加することも有り得る。更に、輸出振興政策の一環として輸出補助金が導入される可能性も考えられる。以上の状況を考慮し、製品価格が 20% 増大した場合を想定して収益性の検討を行う。

#### (2) 運転費用 (変動費+固定費)

ジンバブエの工業の多くは独占あるいは寡占状態にあり、その弊害から同国の工業製品の多くは国際価格に比較して極めて高値となっている。国際価格に比較して明らかに安価であると言えるものは電気代のみで、他は同額以上である。硫酸、消石灰および石炭を例に採ると、硫酸は米国の 75 US \$ / トンに対して 2.59 倍の 194 US \$、消石灰 (ザンビアより

US \$ / トンに対して 4.45 倍の 42.32 US \$ となっている。工業製品の価格が高値である理由は独占・寡占の弊害のみではないが、製造業者・流通業者の利潤を適正化する事により、かなりの値下げも可能である。以上の状況を考慮し、本調査では運転費用が 20 % 減少した場合の収益性の検討を行う。

### (3) プラント建設費

プラント建設費は以下に示す理由から第 13 章にて積算した金額よりも 30 % 程度安くなる可能性もあるので、プラント建設費が 30 % 下がった場合の収益性の検討を行う。

- ・本調査では概念設計に基づき積算した建設費に、予算超過に備える予備費を加算してプラント建設費を算出した。概念設計に基づく建設費の精度は± 20 % 程度である。
- ・本積算で加算した付加税が免除される可能性がある。
- ・本調査では主要機器の価格を日本ベースで積算したが、欧州で調達を行うことにより日本品よりも安くなる機器もある。
- ・南アフリカ共和国にある欧米系のエンジニアリング会社あるいはザンビアにある日系の大手建設会社を起用することにより、スーパーバイザーの費用等を節約できる。

## 16-6-2 感度分析結果

感度分析結果を表 16 - 16 にまとめ、要点を以下に示す。

### (1) 製品価格の変化

製品価格を 20 % 上昇させると IRROI および IRROE (共に税引前) は 7.9 % および 10.8 % となる。損益計算書上では操業開始後 2 年目で黒字となる。資金繰りは 3 年目にプラスとなり、長期借入金の返済の始まる 6 年目および翌年は再びマイナスとなるが、8 年目以降は一貫して配当の原資となる余剰資金が得られる。プロジェクト終了時の余剰資金の累計は約 2,110 万 US ドルとなる。

### (2) 運転費用 (変動費 + 固定費)

運転費用を 20 % 減少させると 20 年間の平均製造原価は 1.50 US \$ / kg となる。2 年目以降は黒字となり、8 年目以降には資金不足は一切発生しない。プロジェクト終了時の余剰資金の累計は約 1,716 万 US ドルとなる。税引き前の IRROI および同 IRROE は 6.5 % および 8.2 % となる。

### (3) プラント建設費

プラント建設費が30%減少すると20年間の平均製造原価は1.54 US\$/トンとなる。損益計算書上で黒字が期待されるのは2年目以降である。プロジェクト終了時における余剰資金の累計は約1,398万USドルとなる。IRROIおよびIRROE（共に税引前）は7.2%および9.5%である。

Table 16-16 Summary of the Sensitivity Analysis

	Base Case	Product Price 20% up	Operation Cost 20% down	Plant Cost 30% down
IRROI(b/tax)	2.9%	7.9%	6.5%	7.2%
IRROI(a/tax)	1.5%	4.9%	3.9%	4.5%
IRROE(b/tax)	0.9%	10.8%	8.2%	9.5%
IRROE(a/tax)	-0.1%	7.0%	5.1%	6.2%
Production Cost	1.75US\$/kg	1.75US\$/kg	1.50US\$/kg	1.54US\$/kg
Total Profit after Tax	2.0MMUS\$	14.8MMUS\$	10.8MMUS\$	9.5MMUS\$
Cum. Cash Surplus at 20th year	8.3MMUS\$	21.1MMUS\$	17.2MMUS\$	14.0MMUS\$

## 16-7 財務分析結果のまとめ

世界のクエン酸業界は極めて厳しい競争下にあり、業界の再編成が行われている。現在利益を上げているプラントは何れも減価償却を終了した年産数万トン規模のプラントあるいは原材料費・人件費等が極めて安価な地域のプラントである。クエン酸業界に新規参入したメーカーは、クエン酸発酵の主原料を安価に供給することが可能であるADM、カーギル等の穀物メジャーである。ジンバブエは原材料費・人件費などが安いとは言えないので、3,000トン規模のプラントを新設してクエン酸業界へ新規参入することは容易ではない。財務分析の結果より、本プロジェクトを実施することは困難と判断する。

Table 16-4 Production Cost Accounting Table (Case-1)

(1/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Production Vol. (tons)	-/-	-/-	2,286	2,916	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Operation Cost	-/-	-/-	554.3	707.0	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4
Variable Operation Cost	-/-	-/-	442.7	584.7	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0
Cornstarch	-/-	-/-	167.6	213.8	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0
Sulfuric Acid	-/-	-/-	73.4	93.7	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4
Slaked Lime	-/-	-/-	8.4	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Filter Aid	-/-	-/-	8.4	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Activated Carbon	-/-	-/-	9.0	11.5	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
Ammonium Nitrate	-/-	-/-	8.6	11.0	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
Potassium Diphosphate	-/-	-/-	1.7	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Other Nutrients	-/-	-/-	22.4	28.5	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Amylase	-/-	-/-	29.0	37.0	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
Bag	-/-	-/-	173.3	211.1	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4
Electricity	-/-	-/-	52.6	67.1	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
Water	-/-	-/-	116.1	148.1	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4
Coal	-/-	-/-	1.657.2	2,114.0	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8
Sub-total	-/-	-/-	1,657.2	2,114.0	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8
Fixed Operation Cost	-/-	-/-	952.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9
Labour	-/-	-/-	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5
Overhead	-/-	-/-	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2
Maintenance	-/-	-/-	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8
Insurance	-/-	-/-	1,698.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4
Sub-total	-/-	-/-	33.7	-43.0	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3
By-product Credit	-/-	-/-	3,322.9	3,578.3	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0
Total Operation Cost	-/-	-/-	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2
Depreciation	-/-	-/-	740.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Plant	-/-	-/-	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
Building	-/-	-/-	1,918.2	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6
Pre-operation Cost	-/-	-/-	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0
Interest during Const.	-/-	-/-	286.8	236.9	236.9	236.9	236.9	236.9	236.9	236.9	236.9	236.9
Total	-/-	-/-	1,486.7	1,416.8	1,366.9	1,298.2	1,173.0	1,047.8	809.8	734.5	659.2	659.2
Interest	-/-	-/-	6,707.8	6,173.7	6,183.5	6,114.8	5,989.6	5,864.3	5,739.1	5,626.4	5,551.1	5,475.7
Foreign Loan	-/-	-/-	2.93	2.12	2.06	2.04	2.00	1.95	1.91	1.88	1.85	1.83
Local Loan	-/-	-/-	6,704.9	6,171.6	6,181.5	6,112.8	5,987.6	5,862.4	5,737.2	5,624.6	5,549.2	5,473.9
Total	-/-	-/-	9,612.7	12,345.3	12,365.1	12,227.2	11,989.6	11,826.7	11,676.2	11,551.8	11,476.3	11,399.6
Total Production Cost	-/-	-/-	1,915.9	1,915.9	1,915.9	1,915.9	1,915.9	1,915.9	1,915.9	1,915.9	1,915.9	1,915.9
Unit Prod. Cost(US\$/kg)	-/-	-/-	0.632	0.657	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639

Table 16-4 Production Cost Accounting Table (Case-1)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)																						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Average	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Average	
Production Vol. (tons)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,950	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,950
Operation Cost	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	717.7	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	717.7
Variable Operation Cost	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	573.2	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	573.2
Cornstarch	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	217.1	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	217.1
Sulfuric Acid	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	95.1	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	95.1
Silaked Lime	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3
Filter Aid	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.7
Activated Carbon	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.2
Ammonium Nitrate	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2
Potassium Diphosphate	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	28.9	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	28.9
Other Nutrients	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	37.6	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	37.6
Amylase	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	37.6	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	37.6
Bag	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	224.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	224.4
Electricity	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	68.1	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	68.1	
Water	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	150.3	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	150.3	
Coal	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,145.9	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,145.9	
Sub-total	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	750.3	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	750.3	
Fixed Operation Cost	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	
Labour	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	
Overhead	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	
Maintenance	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	
Insurance	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	
Sub-total	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-43.7	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-43.7
By-product Credit	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,620.1	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,620.1	
Total Operation Cost	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	
Depreciation	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	
Plant	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Building	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Pre-operation Cost	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	
Interest during Const.	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	1,177.6	
Total	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	
Interest	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Foreign Loan	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	583.8	
Local Loan	5,400.4	5,325.1	5,249.7	5,174.4	5,099.1	5,023.7	4,948.4	4,873.1	4,814.6	4,814.6	4,814.6	5,507.5	5,400.4	5,325.1	5,249.7	5,174.4	5,099.1	5,023.7	4,948.4	4,873.1	4,814.6	4,814.6	5,507.5
Total Production Cost	1.80	1.78	1.75	1.72	1.70	1.67	1.65	1.62	1.61	1.60	1.60	1.87	1.80	1.78	1.75	1.72	1.70	1.67	1.65	1.62	1.61	1.60	1.87
Unit Prod. Cost(US\$/kg)																							

Table 16--5 Profit and Loss Statement (Case--1)

(1/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sales Revenue	-/-	-/-	1,589	1,828	1,948	2,072	2,208	2,305	2,407	2,515	2,626	2,741
for Domestic Market	-/-	-/-	182	186	171	174	179	183	188	194	199	203
for Zambia	-/-	-/-	82	85	88	89	92	95	97	100	103	108
for Malawi	-/-	-/-	1,862	2,611	2,897	2,809	2,715	2,645	2,571	2,495	2,414	2,330
for RSA/SACU	-/-	-/-	67	69	0	0	0	0	0	0	0	0
for Mozambique	-/-	-/-	147	151	0	0	0	0	0	0	0	0
for Madagascar	-/-	-/-	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381
Total	-/-	-/-	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Cost of Sales	-/-	-/-	0	7	20	19	19	19	19	19	19	19
Initial Product Inventory	-/-	-/-	3,323	3,579	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Operation Cost	-/-	-/-	7	20	19	19	19	19	19	19	19	19
Final Product Inventory	-/-	-/-	1,918	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178
Depreciation	-/-	-/-	1,130	1,130	1,130	1,111	1,036	960	885	810	734	659
Interest	-/-	-/-	337	287	237	187	137	87	37	0	0	0
Foreign Loan	-/-	-/-	0	56	89	117	161	202	240	274	278	278
Local Loan	-/-	-/-	1,467	1,473	1,456	1,415	1,334	1,250	1,162	1,084	1,012	937
Short-term Loan	-/-	-/-	-2,792	-1,307	-1,169	-1,087	-957	-838	-716	-597	-487	-373
Total	-/-	-/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profit before tax	-/-	-/-	-2,792	-1,307	-1,169	-1,087	-957	-838	-716	-597	-487	-373
Taxable Income	-/-	-/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Income Tax	-/-	-/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profit after Tax	-/-	-/-	-2,792	-1,307	-1,169	-1,087	-957	-838	-716	-597	-487	-373



Table 16-5 Profit and Loss Statement (Case-1)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
for Domestic Market	2,863	2,992	3,126	3,263	3,410	3,564	3,722	3,889	4,066	4,249	57,386
for Zambia	209	214	220	226	231	237	243	249	257	263	4,170
for Malawi	109	112	116	119	123	126	129	134	137	142	2,185
for RSA/SACU	2,243	2,152	2,057	1,957	1,854	1,745	1,632	1,513	1,389	1,263	43,172
for Mozambique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
for Madagascar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298
Total	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,786	5,849	5,937	107,348
Cost of Sales	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,656	72,402
Initial Product Inventory	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	-/-
Operation Cost	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,637	72,402
Final Product Inventory	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0	-/-
Depreciation	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	24,293
Interest	584	508	433	358	282	207	132	56	0	0	12,147
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,309
Local Loan	275	259	250	248	232	212	189	161	129	75	3,746
Short-term Loan	859	778	694	606	514	419	320	217	129	75	17,203
Total	-250	-124	8	143	287	436	590	752	903	1,028	-6,549
Profit before Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taxable Income	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profit after Tax	-250	-124	8	143	287	436	590	752	903	1,028	-6,549

Table 16-6 Fund Flow Table (Case-1)

(1/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Source of Funds												
Profit after Tax	0	0	-2,792	-1,307	-1,178	-1,087	-957	-838	-716	-597	-487	-373
Depreciation	3,171	5,221	1,918	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178
Equity	4,355	8,157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	2,215	5,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local Loan	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,532	10,675	10,688	10,587
Short-term Loan	0	0	138	38	4,525	6,299	7,998	9,565	11,013	11,256	11,379	11,392
Account Payable Move.	9,741	16,753	1,417	3,333	4,525	6,299	7,998	9,565	11,013	11,256	11,379	11,392
Total	9,741	16,753	1,417	3,333	4,525	6,299	7,998	9,565	11,013	11,256	11,379	11,392
Application of Funds												
Plant Investment	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-operation Cost	71	669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	189	853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	38	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Working Capital Move.	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash on Hand	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Inventory	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Account Receivable	0	0	326	83	16	3	4	3	3	3	3	3
Repayment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	0	0	0	0	0	701	701	701	701	701	701	701
Local Loan	0	0	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084
Short-term Loan	0	0	0	2,133	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,532	10,675	10,688
Total	9,741	16,753	1,417	3,333	4,525	6,299	7,998	9,565	11,013	11,256	11,379	11,392
Cash Surplus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 16-6 Fund Flow Table (Case-1)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Source of Funds												
Profit after tax	-250	-124	8	143	287	436	590	752	903	1,028	-6,549	
Depreciation	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	1,178	24,293	
Equity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,393	
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,512	
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590	
Short-term Loan	10,364	10,015	9,534	8,919	8,159	7,250	6,188	4,965	2,889	0	144,085	
Account Payable Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-181	0	
Total	11,292	11,069	10,720	10,239	9,624	8,865	7,956	6,894	4,970	2,024	188,322	
Application of Funds												
Plant Investment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,334	
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	741	
Interest during Const.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,042	
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	
Working Capital Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cash on Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0	
Product Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	0	
Account Receivable	4	4	4	4	4	5	5	5	5	-487	0	
Repayment	701	701	701	701	701	701	701	701	701	0	10,512	
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590	
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Short-term Loan	10,587	10,364	10,015	9,534	8,919	8,159	7,250	6,188	4,985	2,889	144,085	
Total	11,292	11,069	10,720	10,239	9,624	8,865	7,956	6,894	4,970	2,342	188,640	
Cash Surplus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-318	-318	

**Table 16-7 Projected Balance Sheet (Case -1)**

(1/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Current Asset</b>												
Cash on Hand & Bank	0	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Raw Material Inventory	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Product Inventory	0	0	7	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Account Receivable	0	0	326	489	425	433	436	436	439	442	445	448
Total	0	103	436	532	548	552	556	559	561	565	568	571
<b>Fixed Asset</b>												
Land	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674
Plant & Building	8,789	23,561	22,345	21,430	20,315	19,200	18,085	16,970	15,855	14,740	13,625	12,509
Pre-operation Cost	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	227	1,316	1,253	1,191	1,128	1,066	1,003	941	878	816	753	691
Total	9,741	25,391	24,473	23,295	22,117	20,940	19,762	18,585	17,407	16,229	15,052	13,874
Total Asset	9,741	25,494	24,909	23,827	22,666	21,491	20,318	19,143	17,968	16,794	15,620	14,445
<b>Current Liability</b>												
Short-term Loan	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,552	10,675	10,688	10,587
Account Payable	0	0	138	176	181	181	181	181	181	181	181	181
Total	0	0	2,291	3,601	4,692	6,390	7,958	9,406	10,733	10,856	10,869	10,768
<b>Long-term Liability</b>												
Foreign Loan	4,355	10,512	10,512	10,512	10,512	9,811	9,110	8,409	7,709	7,008	6,307	5,606
Local Loan	2,215	7,590	6,506	5,421	4,337	3,253	2,169	1,084	0	0	0	0
Total	6,570	18,101	17,017	15,933	14,849	13,064	11,279	9,494	7,709	7,008	6,307	5,606
<b>Shareholders' Equity</b>												
Capital	3,171	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393
Retained Earning	0	0	-2,792	-4,099	-5,268	-6,355	-7,312	-8,150	-8,865	-9,462	-9,949	-10,322
Total	3,171	8,393	5,601	4,294	3,125	2,038	1,081	243	-473	-1,070	-1,556	-1,929
Total Equity & Liability	9,741	26,494	24,909	23,827	22,666	21,491	20,318	19,143	17,968	16,794	15,620	14,445

**Table 16-7 Projected Balance Sheet (Case-1)**

(2/2)

	(Unit: US\$ in Thousand)									
Project Year	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Current Asset</b>										
Cash on Hand	63	63	63	63	63	63	63	63	63	-255
Raw Material Inventory	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0
Product Inventory	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0
Account Receivable	452	456	460	464	468	473	477	482	487	0
<b>Total</b>	575	579	583	587	591	596	600	605	610	-255
<b>Fixed Asset</b>										
Land	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674
Plant & Building	11,394	10,279	9,164	8,049	6,934	5,819	4,704	3,589	2,474	1,358
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	628	566	503	441	378	316	253	191	128	66
<b>Total</b>	12,697	11,519	10,341	9,164	7,986	6,809	5,631	4,453	3,276	2,093
<b>Total Asset</b>	13,272	12,098	10,924	9,750	8,577	7,404	6,231	5,058	3,886	1,844
<b>Current Liability</b>										
Short-term Loan	10,364	10,015	9,594	8,919	8,159	7,250	6,188	4,965	2,889	0
Account Payable	181	181	181	181	181	181	181	181	181	0
<b>Total</b>	10,546	10,196	9,716	9,100	8,340	7,432	6,370	5,146	3,070	0
<b>Long-term Liability</b>										
Foreign Loan	4,905	4,205	3,504	2,803	2,102	1,402	701	0	0	0
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	4,905	4,205	3,504	2,803	2,102	1,402	701	0	0	0
<b>Shareholders' Equity</b>										
Capital	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393
Retained Earnings	-10,572	-10,696	-10,688	-10,546	-10,258	-9,822	-9,232	-8,481	-7,577	-6,549
<b>Total</b>	-2,179	-2,303	-2,295	-2,153	-1,866	-1,429	-839	-88	816	1,844
<b>Total Equity &amp; Liability</b>	13,272	12,098	10,924	9,750	8,577	7,404	6,231	5,058	3,886	1,844

**Table 16-8 Ungeared Cash Flow Table (Case-1)**

(1/2)

Project Year	ROI(a/tax)= 1.5%											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Unit: US\$ in Thousand)												
<b>Cash Inflow</b>												
Sales Revenue	0	0	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,253	5,304	5,342	5,381
Account Payable Move.	0	0	138	38	5	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	0	0	4,047	4,948	5,109	5,145	5,194	5,228	5,253	5,304	5,342	5,381
<b>Cash Outflow</b>												
Cost of Sales	0	0	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Plant Investment	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-operation Cost	71	669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Working Capital Move.												
Cash on Hand	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raw Material Inventory	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Inventory	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Account Receivable	0	0	325	83	16	3	4	3	3	3	3	3
Income Tax	0	0	0	0	0	0	62	202	216	234	250	265
<b>Total</b>	9,514	15,664	3,649	3,663	3,655	3,642	3,705	3,843	3,858	3,876	3,892	3,909
<b>Cash Flow (before/tax)</b>	-9,514	-15,664	398	1,285	1,454	1,503	1,551	1,587	1,521	1,662	1,700	1,739
<b>Cash Flow (after/tax)</b>	-9,514	-15,664	398	1,285	1,454	1,503	1,489	1,385	1,405	1,428	1,450	1,472

Table 16--8 Ungeared Cash Flow Table (Case--1)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>Cash Inflow</b>												
Sales Revenue	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,786	5,849	5,937	107,348	
Account Payable Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-181	0	
<b>Total</b>	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,786	5,849	5,756	107,348	
<b>Cash Outflow</b>												
Cost of Sales	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,656	72,402	
Plant Investment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,334	
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	741	
Working Capital Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cash on Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-63	0	
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0	
Product Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	0	
Account Receivable	4	4	4	4	4	5	5	5	5	-487	0	
Income Tax	285	305	325	345	367	390	413	438	465	495	5,059	
<b>Total</b>	3,928	3,947	3,967	3,988	4,011	4,034	4,057	4,082	4,110	3,542	102,536	
Cash Flow(before/tax)	1,783	1,828	1,875	1,922	1,975	2,029	2,083	2,142	2,205	2,710	9,871	
Cash Flow(after/tax)	1,497	1,523	1,550	1,577	1,608	1,639	1,670	1,703	1,739	2,214	4,812	

Table 16-9 Geared Cash Flow Table (Case-1)

(1/2)

Project Year	ROE(b/tax) = #DIV/0!										ROE(a/tax) = #DIV/0!										(Unit: US\$ in Thousand)															
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Cash Inflow</b>																																				
Sales Revenue	0	0	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381	0	0	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381	0	0	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381
Foreign Loan	4,355	6,157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,355	6,157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,355	6,157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local Loan	2,215	5,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,215	5,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,215	5,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Short-term Loan	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,552	10,675	10,688	10,587	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,552	10,675	10,688	10,587	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,552	10,675	10,688	10,587
Account Payable Move.	0	0	0	38	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	35	0	0	0	0	0	0	0
Total	6,570	11,532	6,200	8,372	9,620	11,353	12,971	14,454	15,814	15,979	16,030	15,968	6,570	11,532	6,200	8,372	9,620	11,353	12,971	14,454	15,814	15,979	16,030	15,968	6,570	11,532	6,200	8,372	9,620	11,353	12,971	14,454	15,814	15,979	16,030	15,968
<b>Cash Outflow</b>																																				
Cost of Sales	0	0	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	0	0	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	0	0	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Plant Investment	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-operation Cost	71	865	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	865	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	865	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	227	1,089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	1,089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	1,089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Working Capital Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash on Hand	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raw Material Inventory	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Inventory	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Account Receivable	0	0	326	83	16	3	4	3	3	3	3	3	0	0	326	83	16	3	4	3	3	3	3	3	0	0	326	83	16	3	4	3	3	3	3	3
Interest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	0	0	1,130	1,130	1,130	1,111	1,036	960	885	810	734	659	0	0	1,130	1,130	1,130	1,111	1,036	960	885	810	734	659	0	0	1,130	1,130	1,130	1,111	1,036	960	885	810	734	659
Local Loan	0	0	337	287	237	187	137	87	37	274	278	278	0	0	337	287	237	187	137	87	37	274	278	278	0	0	337	287	237	187	137	87	37	274	278	278
Short-term Loan	0	0	0	56	89	117	161	202	240	274	278	278	0	0	0	56	89	117	161	202	240	274	278	278	0	0	0	56	89	117	161	202	240	274	278	278
Repayment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	0	0	0	0	0	701	701	701	701	701	701	701	0	0	0	0	0	701	701	701	701	701	701	701	0	0	0	0	0	701	701	701	701	701	701	701
Local Loan	0	0	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	0	0	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	0	0	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084
Short-term Loan	0	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,552	10,675	10,688	0	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,552	10,675	10,688	0	0	0	2,153	3,424	4,511	6,208	7,777	9,225	10,552	10,675	10,688
Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	9,741	16,753	6,200	8,372	9,620	11,353	12,971	14,454	15,814	15,979	16,030	15,968	9,741	16,753	6,200	8,372	9,620	11,353	12,971	14,454	15,814	15,979	16,030	15,968	9,741	16,753	6,200	8,372	9,620	11,353	12,971	14,454	15,814	15,979	16,030	15,968
<b>Cash Flow(before/tax)</b>																																				
Cash Flow(before/tax)	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash Flow(after/tax)	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Table 16-9 Geared Cash Flow Table (Case-1)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Cash Inflow</b>											
Sales Revenue	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,786	5,849	5,937	107,348
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,512
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590
Short-term Loan	10,364	10,015	9,534	8,919	8,159	7,250	6,188	4,965	2,889	0	144,085
Account Payable Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-181	0
<b>Total</b>	<b>15,790</b>	<b>15,486</b>	<b>15,052</b>	<b>14,484</b>	<b>13,777</b>	<b>12,923</b>	<b>11,915</b>	<b>10,750</b>	<b>8,738</b>	<b>5,756</b>	<b>269,534</b>
<b>Cash Outflow</b>											
Cost of Sales	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,655	72,402
Plant Investment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,334
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,741
Interest during Const.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,316
Working Capital Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash on Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-63	0
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0
Product Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	0
Account Receivable	4	4	4	4	4	5	5	5	5	-487	0
Interest	584	508	433	358	282	207	132	56	0	0	12,147
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,309
Local Loan	275	269	260	248	232	212	189	161	129	75	3,746
Short-term Loan	701	701	701	701	701	701	701	701	701	0	10,512
Repayment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590
Local Loan	10,587	10,364	10,015	9,534	8,919	8,159	7,250	6,188	4,965	2,889	144,085
Short-term Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Income Tax	15,790	15,486	15,052	14,484	13,777	12,923	11,915	10,750	8,738	6,010	278,181
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-255</b>	<b>-8,647</b>
Cash Flow(before/tax)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-255	-8,647
Cash Flow(after/tax)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-255	-8,647

Table 16-10 Production Cost Accounting Table (Case-2)

(1/2)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Production Vol. (tons)	-/-	-/-	2,286	2,916	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Operation Cost												
Variable Operation Cost												
Cornstarch	-/-	-/-	554.3	707.0	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4
Sulfuric Acid	-/-	-/-	442.7	564.7	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0
Slaked Lime	-/-	-/-	167.6	213.8	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0
Filter Aid	-/-	-/-	73.4	93.7	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4
Activated Carbon	-/-	-/-	6.4	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Ammonium Nitrate	-/-	-/-	9.0	11.5	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
Potassium Diphosphate	-/-	-/-	8.5	11.0	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
Other Nutrients	-/-	-/-	1.7	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Amylase	-/-	-/-	22.4	28.5	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Bag	-/-	-/-	25.0	37.0	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
Electricity	-/-	-/-	173.3	221.1	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4
Water	-/-	-/-	52.6	67.1	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
Coal	-/-	-/-	116.1	148.1	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4
Sub-total	-/-	-/-	1,657.2	2,114.0	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8
Fixed Operation Cost												
Labour	-/-	-/-	952.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9
Overhead	-/-	-/-	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5
Maintenance	-/-	-/-	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2
Insurance	-/-	-/-	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8
Sub-total	-/-	-/-	1,699.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4
By-product Credit	-/-	-/-	-33.7	-43.0	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3
Total Operation Cost	-/-	-/-	3,322.9	3,579.3	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0
Depreciation												
Plant	-/-	-/-	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2
Building	-/-	-/-	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9
Pre-operation Cost	-/-	-/-	740.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Interest during Const.	-/-	-/-	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
Total	-/-	-/-	1,889.0	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4
Interest												
Foreign Loan	-/-	-/-	445.3	445.3	445.3	445.3	445.3	445.3	445.3	445.3	445.3	445.3
Local Loan	-/-	-/-	336.7	286.8	236.9	187.0	87.3	37.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	-/-	-/-	782.0	732.1	682.2	632.3	582.5	525.2	445.6	378.5	348.8	319.1
Total Production Cost	-/-	-/-	5,993.8	5,459.8	5,469.5	5,419.7	5,369.8	5,312.5	5,232.9	5,165.8	5,136.1	5,106.5
Unit Prod. Cost(US\$/kg)	-/-	-/-	2.62	1.87	1.82	1.81	1.79	1.77	1.74	1.72	1.71	1.70

Table 16-10 Production Cost Accounting Table (Case-2)

(2/2)

	(Unit: US\$ in Thousand)										Average	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Production Vol. (tons)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,960
Operation Cost												
Variable Operation Cost	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	717.7
Cornstarch	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	581.0	573.2
Sulfuric Acid	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	217.1
Slaked Lime	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	95.1
Filter Aid	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3
Activated Carbon	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.7
Ammonium Nitrate	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.2
Potassium Diphosphate	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2
Other Nutrients	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	28.9
Amylase	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	37.6
Bag	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	224.4
Electricity	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	68.1
Water	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	150.3
Coal	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,174.8	2,145.9
Sub-total	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	761.9	771.4
Fixed Operation Cost	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5	190.5
Labour	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2	473.2
Overhead	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8
Maintenance	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,508.4	1,517.9
Insurance	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-44.3	-43.7
Sub-total	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,639.0	3,620.1
By-product Credit												
Total Operation Cost	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2	957.2
Depreciation	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9
Plant	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Building	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
Pre-operation Cost	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,148.4	1,185.4
Interest during Const.												
Total	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	283.9
Interest	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Foreign Loan	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	283.9
Local Loan	5,076.8	5,047.1	5,017.4	4,987.7	4,958.0	4,928.3	4,898.6	4,869.0	4,839.3	4,809.6	4,779.9	5,154.8
Total Production Cost	1.69	1.68	1.67	1.66	1.65	1.64	1.63	1.62	1.61	1.60	1.59	1.75
Unit Prod. Cost(US\$/kg)												

Table 16-11 Profit and Loss Statement (Case-2)

(1/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sales Revenue	-/-	-/-	1,589	1,828	1,948	2,072	2,208	2,305	2,407	2,515	2,626	2,741
for Zambia	-/-	-/-	162	166	171	174	179	183	188	194	199	203
for Malawi	-/-	-/-	82	85	88	89	92	95	97	100	103	106
for RSA/SACU	-/-	-/-	1,862	2,611	2,897	2,809	2,715	2,645	2,571	2,495	2,414	2,330
for Mozambique	-/-	-/-	67	69	0	0	0	0	0	0	0	0
for Madagascar	-/-	-/-	147	151	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	-/-	-/-	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381
Cost of Sales	-/-	-/-	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Initial Product Inventory	-/-	-/-	0	7	20	19	19	19	19	19	19	19
Operation Cost	-/-	-/-	3,323	3,579	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Final Product Inventory	-/-	-/-	7	20	19	19	19	19	19	19	19	19
Depreciation	-/-	-/-	1,889	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148
Interest	-/-	-/-	445	445	445	445	445	438	408	379	349	319
Foreign Loan	-/-	-/-	337	287	237	187	137	87	37	0	0	0
Local Loan	-/-	-/-	0	38	53	62	70	74	94	111	98	83
Short-term Loan	-/-	-/-	782	770	735	895	652	600	540	490	447	402
Total	-/-	-/-	-2,078	-576	-419	-337	-245	-158	-64	27	107	192
Profit before Tax	-/-	-/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taxable Income	-/-	-/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Income Tax	-/-	-/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profit after Tax	-/-	-/-	-2,078	-576	-419	-337	-245	-158	-64	27	107	192

Table 16-11 Profit and Loss Statement (Case-2)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
for Domestic Market	2,853	2,992	3,125	3,263	3,410	3,564	3,722	3,889	4,066	4,249	57,386
for Zambia	209	214	220	228	231	237	243	249	257	263	4,170
for Malawi	109	112	116	119	123	126	129	134	137	142	2,185
for RSA/SACU	2,243	2,152	2,057	1,957	1,854	1,745	1,632	1,513	1,388	1,263	43,172
for Mozambique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
for Madagascar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298
Total	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,786	5,849	5,937	107,348
Cost of Sales	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,655	72,402
Initial Product Inventory	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	-/-
Operation Cost	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,637	72,402
Final Product Inventory	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0	-/-
Depreciation	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	23,708
Interest	289	260	230	200	171	141	111	82	52	22	5,678
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,309
Local Loan	65	45	23	0	0	0	0	0	0	0	817
Short-term Loan	355	305	253	200	171	141	111	82	52	22	7,804
Total	284	378	478	577	660	744	828	917	1,010	1,110	3,435
Profit before Tax	0	0	0	0	0	0	398	917	1,010	1,110	3,435
Taxable Income	0	0	0	0	0	0	169	390	429	472	1,460
Income Tax	0	0	0	0	0	0	659	527	581	638	1,975
Profit after Tax	284	379	478	577	660	744	828	917	1,010	1,110	1,460

Table 16-12 Fund Flow Table (Case-2)

(1/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Source of Funds												
Profit after Tax	0	0	-2,078	-576	-419	-337	-245	-158	-64	27	107	192
Depreciation	0	0	1,889	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148
Equity	3,171	5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	4,244	5,851	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local Loan	2,215	5,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Short-term Loan	0	0	1,468	2,037	2,403	2,679	2,884	3,621	4,284	3,772	3,179	2,502
Account Payable Move.	0	0	138	38	5	0	0	0	0	0	0	0
Total	9,631	16,248	1,417	2,648	3,137	3,490	3,767	4,611	5,368	4,947	4,435	3,842
Application of Funds												
Plant Investment	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-operation Cost	71	669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	78	348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	38	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Working Capital Move.	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash on Hand	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raw Material Inventory	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Account Receivable	0	0	326	83	16	3	4	3	3	3	3	3
Repayment	0	0	0	0	0	0	0	660	660	660	660	660
Foreign Loan	0	0	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	0	0	0
Local Loan	0	0	0	1,468	2,037	2,403	2,679	2,864	3,621	4,284	3,772	3,179
Short-term Loan	0	0	0	2,648	3,137	3,490	3,767	4,611	5,368	4,947	4,435	3,842
Total	9,631	16,248	1,417	2,648	3,137	3,490	3,767	4,611	5,368	4,947	4,435	3,842
Cash Surplus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 16 - 12 Fund Flow Table (Case - 2)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Source of funds												
Profit after Tax	284	379	478	577	660	744	659	527	581	638	1,975	
Depreciation	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148	23,708	
Equity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,393	
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,896	
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590	
Short-term Loan	1,733	870	0	0	0	0	0	0	0	0	31,413	
Account Payable Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-181	0	
Total	3,165	2,397	1,626	1,726	1,809	1,892	1,807	1,675	1,729	1,605	82,975	
Application of Funds												
Plant Investment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,334	
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	741	
Interest during Const.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	426	
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	
Working Capital Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cash on Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0	
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	0	
Product Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-487	0	
Account Receivable	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	0	
Repayment	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	9,896	
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590	
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,413	
Short-term Loan	2,502	1,733	870	0	0	0	0	0	0	0	74,738	
Total	3,165	2,397	1,534	664	664	664	664	665	665	113	74,738	
Cash Surplus	0	0	93	1,062	1,144	1,228	1,143	1,011	1,064	1,492	8,237	

Table 16-13 Projected Balance Sheet (Case - 2)

(1/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Current Asset</b>												
Cash on Hand & Bank	0	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Raw Material Inventory	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Product Inventory	0	0	7	20	19	19	19	19	19	19	19	19
Account Receivable	0	0	326	409	425	429	433	436	439	442	445	448
Total	0	103	436	532	548	552	556	559	561	565	568	571
<b>Fixed Asset</b>												
Land	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674
Plant & Building	8,789	23,861	22,545	21,430	20,315	19,200	18,085	16,970	15,855	14,740	13,625	12,509
Pre-operation Cost	71	741	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	117	700	667	633	600	567	534	500	467	434	401	367
Total	9,631	25,775	23,886	22,738	21,589	20,441	19,293	18,144	16,996	15,848	14,699	13,551
Total Asset	9,631	25,878	24,323	23,270	22,138	20,993	19,848	18,703	17,557	16,412	15,267	14,122
<b>Current Liability</b>												
Short-term Loan	0	0	1,468	2,037	2,403	2,679	2,854	3,621	4,284	3,772	3,179	2,502
Account Payable	0	0	138	176	181	181	181	181	181	181	181	181
Total	0	0	1,606	2,213	2,584	2,860	3,046	3,803	4,465	3,953	3,360	2,683
<b>Long-term Liability</b>												
Foreign Loan	4,244	9,896	9,896	9,896	9,896	9,896	9,896	9,236	8,576	7,917	7,257	6,597
Local Loan	2,215	7,590	6,506	5,421	4,337	3,253	2,169	1,084	0	0	0	0
Total	6,460	17,486	16,401	15,317	14,233	13,149	12,064	10,320	8,576	7,917	7,257	6,597
<b>Shareholders' Equity</b>												
Capital	3,171	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,333	8,333	8,333
Retained Earning	0	0	-2,078	-2,653	-3,072	-3,409	-3,854	-3,813	-3,877	-3,850	-3,743	-3,551
Total	3,171	8,393	6,315	5,739	5,321	4,984	4,738	4,580	4,516	4,542	4,650	4,842
Total Equity & Liability	9,631	25,878	24,323	23,270	22,138	20,993	19,848	18,703	17,557	16,412	15,267	14,122



Table 16-13 Projected Balance Sheet (Case - 2)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Current Asset</b>										
Cash on Hand	63	63	156	1,218	2,362	3,591	4,733	5,744	6,808	8,300
Raw Material Inventory	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0
Product Inventory	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0
Account Receivable	452	456	460	464	468	473	477	482	487	0
<b>Total</b>	<b>575</b>	<b>579</b>	<b>675</b>	<b>1,741</b>	<b>2,890</b>	<b>4,123</b>	<b>5,270</b>	<b>6,285</b>	<b>7,355</b>	<b>8,300</b>
<b>Fixed Asset</b>										
Land	674	674	674	674	674	674	674	674	674	674
Plant & Building	11,394	10,279	9,164	8,049	6,934	5,819	4,704	3,589	2,474	1,358
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	334	301	288	234	201	168	135	101	68	35
<b>Total</b>	<b>12,403</b>	<b>11,254</b>	<b>10,106</b>	<b>8,958</b>	<b>7,809</b>	<b>6,661</b>	<b>5,513</b>	<b>4,364</b>	<b>3,216</b>	<b>2,067</b>
<b>Total Asset</b>	<b>12,978</b>	<b>11,833</b>	<b>10,781</b>	<b>10,699</b>	<b>10,699</b>	<b>10,783</b>	<b>10,782</b>	<b>10,650</b>	<b>10,571</b>	<b>10,368</b>
<b>Current Liability</b>										
Short-term Loan	1,733	870	0	0	0	0	0	0	0	0
Account Payable	181	181	181	181	181	181	181	181	181	0
<b>Total</b>	<b>1,915</b>	<b>1,051</b>	<b>181</b>	<b>181</b>	<b>181</b>	<b>181</b>	<b>181</b>	<b>181</b>	<b>181</b>	<b>0</b>
<b>Long-term Liability</b>										
Foreign Loan	5,938	5,278	4,618	3,958	3,299	2,639	1,979	1,319	660	0
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>5,938</b>	<b>5,278</b>	<b>4,618</b>	<b>3,958</b>	<b>3,299</b>	<b>2,639</b>	<b>1,979</b>	<b>1,319</b>	<b>660</b>	<b>0</b>
<b>Shareholders' Equity</b>										
Capital	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393	8,393
Retained Earning	-3,267	-2,889	-2,411	-1,834	-1,174	-430	229	756	1,337	1,975
<b>Total</b>	<b>5,125</b>	<b>5,504</b>	<b>5,982</b>	<b>6,559</b>	<b>7,219</b>	<b>7,963</b>	<b>8,622</b>	<b>9,149</b>	<b>9,730</b>	<b>10,368</b>
<b>Total Equity &amp; Liability</b>	<b>12,978</b>	<b>11,833</b>	<b>10,781</b>	<b>10,699</b>	<b>10,699</b>	<b>10,783</b>	<b>10,782</b>	<b>10,650</b>	<b>10,571</b>	<b>10,368</b>

Table 16--14 Ungeared Cash Flow Table (Case-2)

(1/2)

Project Year	ROI(a/tax) = 1.5%											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Unit: US\$ in Thousand)												
Cash Inflow	0	0	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381
Sales Revenue	0	0	138	38	5	0	0	0	0	0	0	0
Account Payable Move.	0	0	4,047	4,948	5,109	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381
Total	0	0	4,047	4,948	5,109	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381
Cash Outflow	0	0	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Cost of Sales	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plant Investment	71	669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Working Capital Move.	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash on Hand	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raw Material Inventory	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Inventory	0	0	326	83	16	3	4	3	3	3	3	3
Account Receivable	0	0	0	0	0	0	62	202	216	234	250	265
Income Tax	9,514	15,664	3,649	3,663	3,655	3,642	3,705	3,843	3,858	3,876	3,892	3,909
Total	9,514	15,664	3,649	3,663	3,655	3,642	3,705	3,843	3,858	3,876	3,892	3,909
Cash Flow(before/tax)	-9,514	-15,664	398	1,285	1,454	1,503	1,551	1,587	1,621	1,662	1,700	1,739
Cash Flow(after/tax)	-9,514	-15,664	398	1,285	1,454	1,503	1,489	1,385	1,405	1,428	1,450	1,472

Table 16-14 Ungeared Cash Flow Table (Case-2)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>Cash Inflow</b>												
Sales Revenue	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,786	5,849	5,937	107,348	
Account Payable Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-181	0	
<b>Total</b>	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,786	5,849	5,756	107,348	
<b>Cash Outflow</b>												
Cost of Sales	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,656	72,402	
Plant Investment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,334	
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	741	
Working Capital Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cash on Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-53	0	
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0	
Product Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	0	
Account Receivable	4	4	4	4	4	5	5	5	5	-487	0	
Income Tax	285	305	325	345	367	390	413	438	465	495	5,059	
<b>Total</b>	3,928	3,947	3,967	3,988	4,011	4,034	4,057	4,082	4,110	3,542	102,536	
<b>Cash Flow(before/tax)</b>	1,783	1,828	1,875	1,922	1,975	2,029	2,083	2,142	2,205	2,710	9,871	
<b>Cash Flow(after/tax)</b>	1,497	1,523	1,550	1,577	1,608	1,639	1,670	1,703	1,739	2,214	4,812	

Table 16-15 Geared Cash Flow Table (Case -2)

(1/2)

Project Year	ROE(b/tax) = 0.9%      ROE(a/tax) = -0.1%											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Unit: US\$ in Thousand)												
<b>Cash Inflow</b>	0	0	3,909	4,910	5,104	5,145	5,194	5,228	5,263	5,304	5,342	5,381
Sales Revenue	4,244	5,651	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foreign Loan	2,215	5,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local Loan	0	0	1,468	2,037	2,403	2,679	2,864	3,621	4,284	3,772	3,179	2,502
Short-term Loan	0	0	138	38	5	0	0	0	0	0	0	0
Account Payable Move.	6,460	11,026	5,515	6,985	7,512	7,824	8,059	8,850	9,547	9,076	8,521	7,883
<b>Cash Outflow</b>	0	0	3,316	3,567	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639
Cost of Sales	9,443	14,892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plant Investment	71	689	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-operation Cost	117	583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest during Const.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Working Capital Move.	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash on Hand	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Inventory	0	0	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Account Receivable	0	0	326	83	16	3	4	3	3	3	3	3
Interest	0	0	445	445	445	445	445	438	408	379	349	319
Foreign Loan	0	0	337	287	237	187	137	87	37	0	0	0
Local Loan	0	0	0	0	0	52	70	74	94	111	98	83
Short-term Loan	0	0	0	38	53	0	0	0	0	0	0	0
Repayment	0	0	0	0	0	0	0	660	660	660	660	660
Foreign Loan	0	0	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084
Local Loan	0	0	0	1,468	2,037	2,403	2,679	2,864	3,621	4,284	3,772	3,179
Short-term Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Income Tax	9,631	16,248	5,515	6,985	7,512	7,824	8,059	8,850	9,547	9,076	8,521	7,883
<b>Total</b>	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash Flow(before/tax)	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash Flow(after/tax)	-3,171	-5,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 16--15 Geared Cash Flow Table (Case-2)

(2/2)

(Unit: US\$ in Thousand)

Project Year	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
<b>Cash Inflow</b>											
Sales Revenue	5,425	5,471	5,518	5,565	5,618	5,672	5,727	5,785	5,849	5,937	107,348
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,896
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590
Short-term Loan	1,733	870	0	0	0	0	0	0	0	0	31,413
Account Payable Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-181	0
<b>Total</b>	<b>7,159</b>	<b>6,341</b>	<b>5,518</b>	<b>5,565</b>	<b>5,618</b>	<b>5,672</b>	<b>5,727</b>	<b>5,785</b>	<b>5,849</b>	<b>5,756</b>	<b>156,247</b>
<b>Cash Outflow</b>											
Cost of Sales	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,639	3,656	72,402
Plant Investment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,334
Pre-operation Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	741
Interest during Const.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	700
Working Capital Move.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash on Hand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raw Material Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Account Receivable	4	4	4	4	4	5	5	5	5	-487	0
Interest	289	260	230	200	171	141	111	82	52	22	5,678
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,309
Local Loan	65	45	23	0	0	0	0	0	0	0	817
Short-term Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Repayment	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	9,896
Foreign Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,590
Local Loan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,413
Short-term Loan	2,502	1,733	870	0	0	0	169	390	429	472	1,450
Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>7,159</b>	<b>6,341</b>	<b>5,425</b>	<b>4,503</b>	<b>4,474</b>	<b>4,444</b>	<b>4,584</b>	<b>4,775</b>	<b>4,785</b>	<b>4,200</b>	<b>156,339</b>
Cash Flow (before/tax)	0	0	93	1,062	1,144	1,228	1,312	1,400	1,493	2,028	1,368
Cash Flow (after/tax)	0	0	93	1,062	1,144	1,228	1,143	1,011	1,064	1,556	-92



## 第 17 章 經濟分析







## 第17章 経済分析

### 17-1 経済分析の基本方針

本章では、国産のコーンスターチを主原料としてクエン酸を製造する計画の妥当性を国家経済的な観点から評価する。

前章の財務分析では市場価格に基づいてプロジェクトの収益性の検討を行った。財務分析に用いた市場価格の多くは人為的な介入（税金、補助金、為替レート等）の上に決定された価格であり、市場原理が機能して決定された価格ではない。換言すれば、政府の政策の変更により市場価格は大きく変動し、プロジェクトの収益性も大きく変化する。従って、可能な限り人為的な介入を取り払い、国家経済的な観点からプロジェクトを評価する必要がある。本経済分析では、以下の方法によりプロジェクトの妥当性を定量的に評価した。

- (1) 経済的便益と費用を評価しプロジェクトの経済的内部収益率を算出する。
- (2) プロジェクトの外貨バランスを検討する。

### 17-2 経済的内部収益率

#### 17-2-1 経済的パラメーター

経済的内部収益率の算定に当たっては、当該国に固有の経済的パラメーターを導入し、財務分析に用いた売上およびコストを経済価格に変換する必要がある。本調査では以下のパラメーターを導入することとした。

- ・修正為替レート
- ・修正賃金

#### (1) 修正為替レート

多くの発展途上国では公定為替レートと実勢為替レートに大きな差がある。このような状況の国におけるプロジェクトの経済分析において、内貨分の費用を公定レートを用いて米ドルに換算すると費用が過大に評価される。従って、経済分析では外貨プレミアムを考慮した修正為替レートを導入する必要がある。外貨プレミアムは次式により算出される。

$$FEP = \frac{IMP(1 + Tax_{imp} + TQ_{imp}) + EXP(1 - Tax_{exp})}{IMP + EXP}$$

- ここで FEP : 外貨プレミアム  
 IMP : 輸入品の総額 (CIF 価格)  
 EXP : 輸出品の総額 (FOB 価格)  
 Tax<sub>imp</sub> : 輸入関税率の加重平均値  
 TQ<sub>imp</sub> : 輸入数量制限に相当する関税率  
 Tax<sub>exp</sub> : 輸出税の加重平均値

世界銀行の資料に基づく数値 (1987 年実績値、1980 年固定価格ベース) を上式に代入すると以下のとおり外貨プレミアムが算出される。

$$FEP = \frac{990 \times (1 + 0.16 + 0.63) + 1,400 \times (1 - 0.00)}{990 + 1,400} = 1.33$$

なお、ジンバブエにおいては外貨プレミアムを 1.5 ~ 2.0 として修正為替レートを算出するのが一般的となっている。本調査では以下に示す理由からジンバブエの標準値の最低値である 1.5 を使用する。

- ・上記の計算式は統計資料の不備を補うための簡便法である。
- ・プラント建設に必要な機器、資機材、原材料に限定して同様の計算を行う (統計資料は完備していない) と、上記の計算値より大きな値が得られるはずである。
- ・クエン酸製造に必要な原材料の価格は国際価格に比較して割高であり、これらの値差を修正するためには計算値よりも大きな外貨プレミアムを適用する必要がある。
- ・個々のプロジェクトにおいて異なった修正為替レートを使用すると、他のプロジェクトとの優劣の比較が困難となる。

## (2) 修正賃金

本プロジェクトに雇用される要員は、一定レベル以上の技能を有する熟練労働者と単純労働を行う未熟練労働者に分類される。ジンバブエでは熟練労働者が極度に不足しており、熟練労働者の賃金は労働市場の需給バランスにより決定されている。従って、本経済分析において熟練技能労働者の賃金の修正は行わない。一方、未熟練労働者の多くは失業・半失業状

態にあるので、経済分析においては財務分析にて使用した賃金を修正する必要がある。ジンバブエの労働力調査 1986 / 87 によれば、全労働可能人口の内、現金収入を得ている者は全体の 37 % にすぎない。残りの 63 % は共同農場の農業従事者か失業者である。本調査では、彼らの雇用機会費用を便宜上ゼロと仮定し、修正賃金率 (Shadow Wage Rate: SWR) を以下のように計算した。

$$SWR = 1 \times 0.37 + 0 \times 0.63 = 0.37$$

### 17-2-2 経済的便益

本プロジェクトがもたらす直接的な便益はクエン酸である。クエン酸は貿易材であるので、国境価格にて経済価値が算出される。仕向地別のクエン酸の経済価格は以下のように算出される。

#### (1) 内販用クエン酸

内販用のクエン酸の経済価格 (CIF 価格) はヨーロッパの FOB 価格 (1.4US\$/kg) にヨーロッパから南アフリカ共和国までの海上輸送費・保険代 (0.1US\$/kg) と内陸輸送費 (0.03US\$/kg) を加算することにより 1.53US\$/kg となる。

#### (2) 輸出用クエン酸

輸出用のクエン酸の経済価格は各国の CIF 価格から輸送費 (プラントから当該国まで) を差し引くことにより算出される。この考え方は財務分析で用いた手法と同様である。従って、財務分析にて使用した以下に示す価格がそのまま経済価格として利用可能である。

- ・南アフリカ共和国 : 1.47US\$/kg
- ・ザンビア/マラウイ : 1.54US\$/kg
- ・モザンビーク/マダガスカル : 1.40US\$/kg

### 17-2-3 経済的投資費用

建設期間中に必要な費用は、プラント建設費、操業前費用、初期運転資金および建中金利に大別される。以下に費目毎に経済費用を算出する。

#### (1) プラント建設費

プラント建設費は外貨部分と内貨部分に大別される。外貨部分は自由競争を想定して積算された金額であるので、財務分析に使用した金額がそのまま経済費用となる。内貨部分の経

済費用を以下のとおりとする。

(a) 輸入関税

輸入資機材に賦課される付加税は本プロジェクトから政府への財の移転にすぎない（移転項目）ので、経済分析ではゼロとする。

(b) 現地工事費

据付・配管、電気・計装等の現地工事費の経済費用の算出に当たっては、工事費を資機材費と人件費に分割する。資機材の費用については修正為替レートを用いて再評価を行う。人件費については単純労働者の費用を修正賃金で修正した後、修正為替レートで再評価を行う。各工事における資機材、熟練労働者および単純労働者の費用の比率を表 17-1 にまとめる。

Table 17-1 Breakdown of Construction Cost, %

Item	Material	Skilled Labour	Unskilled Labour
Installation and Piping	68.9	15.0	16.1
Electrical and Instrument	88.8	5.7	5.5
Civil and Building	70.0	11.3	18.7
Insulation and Painting	69.1	11.5	19.4

(c) その他

機器代金を含むその他の費用については、財務分析に用いた費用を修正為替レートにて再評価する。

(d) まとめ

以上の手法に基づき算出された経済的建設費を表 17-2 にまとめる。

Table 17-2 Total Economic Plant Cost, US\$

Item	Foreign	Local	Total
Land Aquisition & Site Preparation Cost	0	427,926	427,926
License Fee	1,000,000	0	1,000,000
Engineering Fee	1,072,000	199,333	1,271,333
Machinery & Equipment	6,369,000	2,591,333	8,960,333
Spare Parts and Spare Pumps	191,000	102,667	293,667
Inland Transportation Cost	0	135,333	135,333
Installation & Piping Cost	0	1,640,789	1,640,789
Electrical & Instrument Cost	0	920,300	920,300
Civil & Building Cost	0	1,965,519	1,965,519
Insulation & Painting Cost	0	186,089	186,089
Supervision	429,000	66,000	495,000
Contingency	196,800	391,731	588,531
<b>TOTAL</b>	<b>9,257,800</b>	<b>8,627,022</b>	<b>17,884,822</b>

(2) 操業前費用

外貨部分は財務分析に用いた金額を経済費用とする。内貨部分は以下のとおりとする。

- ・ 人件費については守衛の費用を修正賃金にて経済費用に変換する。
- ・ 調整後の守衛の人件費およびその他の費用を修正為替レートを用いて経済費用に変換する。

(3) 初期運転資金

現金および原料在庫は一種の移転項目であると考えられるので、経済分析ではゼロとする。

(4) 建中金利

金利は全て移転項目であるので、経済分析では考慮しない。

(5) 総所要資金

以上の前提に基づく経済的総所要資金を表 17-3 にまとめる。

Table 17-3 Total Economic Investment Cost, US\$

Project Year	-2	-1	Total
Plant Construction Cost	7,185,468	10,699,354	17,884,822
Pre-operation Cost	47,619	513,244	560,863
Total	7,233,087	11,212,598	18,445,685

#### 17-2-4 経済的運転費用

##### (1) 原材料費

第16章「財務分析」にて述べたように、ジンバブエにおける国産原料の価格は国際価格と比較して割高である。本調査では、コーンスターチを除く国産原料については、修正為替レートを用いて市場価格を経済価格に変換した。コーンスターチについては、財務分析に使用したコーンスターチの価格は自由競争下での製造原価に基づく価格であり、国際価格と同等と判断できるので、修正為替レートによる調整を行わないこととした。輸入品については財務分析にて用いた価格をそのまま用いた。

##### (2) 用役費

水および石炭については、修正為替レートを用いて市場価格を経済価格に変換する。電力代は国際価格と比較して非常に安価であるため、修正為替レートによる調整を行わず、市場価格を経済価格とする。

##### (3) 固定費

固定費は人件費、管理費、補修費および保険代からなる。人件費については、守衛を未熟練労働者と考え修正賃金率で調整した後に、修正為替レートを用いて米ドルに換算する。管理費は上記の経済的人件費の25%とする。補修費は表17-2にて算出したプラント建設費(土地および整地代を除く)の2%とする。保険代は移転項目と考えられるので、経済分析では考慮しない。

##### (4) 副製品控除

クエン酸の生産に伴い副製する石膏については、修正為替レートを用いて市場価格を経済価格に換算する。その他の副製品は安価で量も少ないので、財務分析と同様ゼロ評価とする。

(5) 金利および元本償還

金利および元本償還は移転項目と考えられるので、経済分析ではゼロとする。

(6) 法人税

法人税は民間から政府への移転所得にすぎないので、経済分析では考慮しない。

**17-2-5 結果**

以上の前提条件に基づき算出した、経済的便益と経済的費用を表 17-4 にまとめる。経済的內部収益率 (EIRR) は、同表に示す経済的便益と経済的費用の差額を基に、DCF 法により算出される。算出された経済的內部収益率は 5.5 %で、財務的內部収益率を上回る。



Table 17-4 Economic Benefits and Costs

(1/2)

EIRR = 5.5%

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)											
	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Cash Inflow</b>												
Sales Revenue	0.0	0.0	1,075.6	1,237.8	1,318.9	1,403.0	1,494.8	1,560.5	1,629.5	1,702.9	1,777.9	1,855.9
for Domestic Market	0.0	0.0	161.7	166.3	170.9	174.0	178.6	183.3	187.9	194.0	198.7	203.3
for Zambia	0.0	0.0	81.6	84.7	87.8	89.3	92.4	95.5	97.0	100.1	103.2	106.3
for Malawi	0.0	0.0	1,862.5	2,610.7	2,897.4	2,809.2	2,715.1	2,644.5	2,571.0	2,494.6	2,413.7	2,330.0
for RSA/SACU	0.0	0.0	67.2	68.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
for Mozambique	0.0	0.0	147.0	151.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
for Madagascar	0.0	0.0	3,395.6	4,319.3	4,475.0	4,475.5	4,480.9	4,483.9	4,485.4	4,491.6	4,493.4	4,495.4
Total Inflow	0.0	0.0	554.3	707.0	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4
<b>Cash Outflow</b>												
Operation Cost	0.0	0.0	295.1	376.5	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3
Cornstarch	0.0	0.0	167.6	213.8	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0
Sulfuric Acid	0.0	0.0	73.4	93.7	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4
Slaked Lime	0.0	0.0	6.4	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Activated Carbon	0.0	0.0	6.0	7.7	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
Ammonium Nitrate	0.0	0.0	8.6	11.0	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
Potassium Diphosphate	0.0	0.0	1.7	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Other Nutrients	0.0	0.0	22.4	28.5	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Amylase	0.0	0.0	18.4	24.7	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4
Bag	0.0	0.0	173.3	221.1	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4
Electricity	0.0	0.0	35.1	44.7	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
Water	0.0	0.0	77.4	98.7	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6
Coal	0.0	0.0	683.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6
Labour	0.0	0.0	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2
Overhead	0.0	0.0	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1
Maintenance	0.0	0.0	2,599.6	2,817.7	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6
Total Operation Cost	0.0	0.0	-22.5	-28.7	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5
By-product Credit	7,233.1	11,212.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Investment	7,233.1	11,212.6	2,577.1	2,789.0	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1
Total Outflow	-7,233.1	-11,212.6	818.5	1,530.3	1,633.8	1,634.4	1,639.8	1,642.8	1,644.3	1,650.5	1,652.3	1,654.3
Net Cashflow												

Table 17-4 Economic Benefits and Costs

(22)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Cash Inflow</b>											
Sales Revenue	1,938.5	2,025.7	2,116.0	2,209.3	2,308.8	2,412.8	2,519.9	2,633.1	2,752.5	2,876.4	38,849.8
for Domestic Market	209.4	214.1	220.2	226.4	231.0	237.2	243.3	249.5	257.2	263.3	4,170.3
for Zambia	109.3	112.4	115.5	118.6	123.2	126.3	129.4	134.0	137.1	141.7	2,185.3
for Malawi	2,243.2	2,152.1	2,056.5	1,956.6	1,853.7	1,744.9	1,631.7	1,512.6	1,398.2	1,283.3	43,172.4
for RSA/SACU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
for Mozambique	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.8
for Madagascar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	298.2
Total	4,500.5	4,504.3	4,508.2	4,510.9	4,516.6	4,521.1	4,524.3	4,529.2	4,535.9	4,564.7	88,811.8
<b>Cash Outflow</b>											
Operation Cost	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	727.4	14,354.3
Cornstarch	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	387.3	7,643.0
Sulfuric Acid	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	4,341.5
Slaked Lime	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	1,902.0
Filter Aid	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	165.4
Activated Carbon	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	156.2
Ammonium Nitrate	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	223.7
Potassium Diphosphate	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	44.7
Other Nutrients	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	578.9
Amylase	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	501.2
Bag	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	227.4	4,488.1
Electricity	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	908.4
Water	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	2,004.5
Coal	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	504.6	10,271.1
Labour	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	2,523.0
Overhead	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	6,982.8
Maintenance	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	2,870.6	57,088.7
Total Operation Cost	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-582.6
By-product Credit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18,445.7
Investment	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	2,841.1	74,951.7
Total Outflow	1,559.4	1,563.2	1,567.1	1,569.7	1,575.5	1,580.0	1,583.2	1,588.1	1,594.8	1,723.6	13,860.0
Net Cashflow											

### 17-3 感度分析

上記の前提条件を基本ケースとし、以下のパラメーターが変化した場合の経済的内部収益率を算出する。

- ・ 経済的便益 : 基本ケースに対し± 20 %の変動
- ・ 外貨プレミアム : 1.33 および 2.0 の場合

感度分析の結果は以下のとおりである。

#### (1) 経済的便益の変動

財務分析にても述べたように、クエン酸の市場価格は需給状況に応じて大きく変動する。クエン酸の国際価格の変動により本計画における経済的便益が± 20 %程度増加することは充分おこり得る。クエン酸の市場価格の変動に基づき経済的便益が 20 %増加した場合には経済的内部収益率は 5.5 %増加して 11.0 %となる。一方、経済的便益が 20 %減少した場合には経済的内部収益率は 7.5 %減少して - 2.0 となる。

#### (2) 外貨プレミアムの変更

外貨プレミアムはいくつかの前提条件に基づいて算出され、前提条件の変動により変化する。本調査でも調査団の計算値は 1.33 でジンバブエの標準値は 1.5 ~ 2.0 となっている。したがって、本感度分析では 1.33 を最低値、2.0 を最大値と考え、両ケースにおける経済的内部収益率を算出する。外貨プレミアムを 1.33 とした場合の経済的内部収益率は 3.7 %、2.0 とした場合には 9.4 %となる。

### 17-4 外貨収支への影響

本計画の実施がジンバブエの外貨収支に与える影響を以下の手法で検討する。

- (1) 国内で販売されるクエン酸は輸入代替であるので、外貨の節約に貢献する。クエン酸の輸入価格は先に述べた国境価格に等しい。
- (2) 近隣諸国に輸出されるクエン酸は、外貨の獲得に直接貢献する。クエン酸の輸出価格は先に述べた国境価格に等しい。
- (3) 運転費用の内、輸入原材料の費用および運転指導員の費用（外貨分）は外貨の流出である。原材料の輸入価格は財務分析に使用した価格に等しいものとする。
- (4) プラント補修費の外貨部分は、プラント建設費に含めた予備品の価格の 1 年分に相当する 95,500US\$ とする。

(5) 外貨借入金の返済および金利は外貨の流出である。

(6) 建設期間中に導入される外貨の借入金は外貨の流入であるが、プラントの建設代金として流出し、相殺される。従って、建設期間中の外貨の移動は考慮しない。

以上の前提条件に基づく外貨収支を表 17-5 (ケース 1) および 17-6 (ケース 2) にまとめる。ケース 1 は通常の銀行ローンを想定したケースで、プロジェクト終了時の外貨バランスは約 5,683 万 US\$ のプラスとなる。ソフトローンを想定したケース 2 では外貨バランスは約 6,392 万 US\$ のプラスとなる。

### 17-5 経済評価のまとめ

本プロジェクトの便益は現在輸入されているクエン酸を国内で生産し外貨を節約すると共に、余剰分を近隣諸国に輸出し積極的に外貨を獲得することである。プロジェクトの実施により期待される外貨の獲得・節約額の累計は通常の銀行ローンが適用された場合でプラント建設費の約 2.3 倍に相当する 5,683 万 US\$、ソフトローンが適用される場合では 2.6 倍に相当する 6,392 万 US\$ となる。

予想される経済的内部収益率は、本プロジェクトが国家経済に対し多額の利益をもたらすことを示してはいない。

Table 17--5 Foreign Currency Balance Table(Case--1)

(1/2)

(Unit: US\$ in Thousand)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Foreign Currency Inflow	0.0	0.0	1,075.6	1,237.8	1,318.9	1,403.0	1,494.8	1,560.6	1,629.5	1,702.9	1,777.9	1,855.9
Foreign Currency Saving	0.0	0.0	2,320.0	3,081.5	3,156.1	3,072.5	2,986.1	2,923.3	2,855.9	2,788.7	2,715.6	2,639.5
Foreign Currency Earning	0.0	0.0	3,395.6	4,319.3	4,475.0	4,475.5	4,480.9	4,483.9	4,485.4	4,491.6	4,493.4	4,495.4
Total Inflow	0.0	0.0	167.6	213.8	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0
Foreign Currency Outflow	0.0	0.0	73.4	93.7	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4
Operation Cost	0.0	0.0	8.4	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Slaked Lime	0.0	0.0	6.4	11.0	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
Filter Aid	0.0	0.0	8.6	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Activated Carbon	0.0	0.0	1.7	28.5	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Potassium Diphosphate	0.0	0.0	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Other Nutrients	0.0	0.0	155.0	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5
Amylase	0.0	0.0	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5
Labour	0.0	0.0	530.7	452.9	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2
Maintenance	0.0	0.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,111.2	1,035.8	960.5	885.2	808.8	734.5	659.2
Total Operation Cost	0.0	0.0	1,130.0	1,130.0	1,130.0	1,111.2	1,035.8	960.5	885.2	808.8	734.5	659.2
Interest(Foreign loan)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8
Repayment(Foreign loan)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Outflow	0.0	0.0	1,660.7	1,582.9	1,593.2	2,275.1	2,199.8	2,124.5	2,049.1	1,973.8	1,898.5	1,823.1
Cash Balance	0.0	0.0	1,734.9	2,736	2,882	2,200	2,281	2,359	2,436	2,518	2,595	2,672

Table 17--5 Foreign Currency Balance Table(Case-1)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Foreign Currency Inflow												
Foreign Currency Saving	1,938.5	2,025.7	2,116.0	2,209.3	2,308.8	2,412.8	2,519.9	2,633.1	2,752.5	2,876.4	38,849.8	
Foreign Currency Earning	2,562.0	2,478.6	2,392.3	2,301.5	2,207.9	2,108.3	2,004.4	1,896.1	1,783.4	1,688.3	49,962.0	
Total Inflow	4,500.5	4,504.3	4,508.2	4,510.9	4,516.6	4,521.1	4,524.3	4,529.2	4,535.9	4,564.7	88,811.8	
Foreign Currency Outflow												
Operation Cost	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	4,341.5	
Slaked Lime	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	1,902.0	
Filter Aid	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	168.4	
Activated Carbon	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	223.7	
Potassium Diphosphate	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	44.7	
Other Nutrients	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	578.9	
Amylase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	155.0	
Labour	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	1,910.0	
Maintenance	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	9,321.1	
Total Operation Cost	583.6	588.5	433.2	357.8	282.5	207.2	131.8	56.5	0.0	0.0	12,147.5	
Interest(Foreign Loan)	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	700.8	10,511.6	
Repayment(Foreign Loan)	1,747.8	1,672.5	1,597.1	1,521.8	1,446.5	1,371.1	1,285.8	1,220.5	463.2	463.2	31,980.1	
Total Outflow	2,753	2,832	2,911	2,989	3,070	3,150	3,228	3,309	4,073	4,102	56,831.6	
Cash Balance												

Table 17-6 Foreign Currency Balance Table(Case-2)

(1/2)

(Unit: US\$ in Thousand)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Foreign Currency Inflow	0.0	0.0	1,075.6	1,237.8	1,318.9	1,403.0	1,494.8	1,560.8	1,629.5	1,702.9	1,777.9	1,855.9
Foreign Currency Saving	0.0	0.0	2,320.0	3,081.5	3,156.1	3,072.5	2,986.1	2,923.3	2,855.9	2,788.7	2,715.6	2,639.5
Foreign Currency Earning	0.0	0.0	3,395.6	4,319.3	4,475.0	4,475.5	4,480.9	4,483.9	4,485.4	4,491.6	4,493.4	4,495.4
Total Inflow	0.0	0.0	167.6	213.8	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0
Foreign Currency Outflow	0.0	0.0	73.4	93.7	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4
Operation Cost	0.0	0.0	8.4	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Slaked Lime	0.0	0.0	8.6	11.0	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
Filter Aid	0.0	0.0	1.7	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Activated Carbon	0.0	0.0		28.5	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Potassium Diphosphate	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Other Nutrients	0.0	0.0		95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5
Amylase	0.0	0.0		452.9	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2
Labour	0.0	0.0		445.3	445.3	445.3	445.3	437.9	408.2	378.5	348.8	319.1
Maintenance	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7
Total Operation Cost	0.0	0.0	530.7	452.9	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2
Interest(Foreign Loan)	0.0	0.0	445.3	445.3	445.3	445.3	445.3	437.9	408.2	378.5	348.8	319.1
Repayment(Foreign Loan)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7
Total Outflow	0.0	0.0	976.0	898.2	908.5	908.5	908.5	1,560.8	1,531.1	1,501.4	1,471.7	1,442.1
Cash Balance	0.0	0.0	2,419.6	3,421	3,566	3,567	3,572	2,923	2,954	2,990	3,022	3,053

Table 17-6 Foreign Currency Balance Table(Case-2)

(2/2)

Project Year	(Unit: US\$ in Thousand)										Total
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Foreign Currency Inflow</b>											
Foreign Currency Saving	1,938.5	2,025.7	2,116.0	2,209.3	2,308.8	2,412.8	2,519.9	2,633.1	2,752.5	2,876.4	38,849.8
Foreign Currency Earning	2,562.0	2,478.6	2,392.3	2,301.5	2,207.9	2,108.3	2,094.4	1,896.1	1,783.4	1,688.3	49,952.0
Total Inflow	4,500.5	4,504.3	4,508.2	4,510.9	4,516.6	4,521.1	4,524.3	4,529.2	4,535.9	4,564.7	88,811.8
<b>Foreign Currency Outflow</b>											
<b>Operation Cost</b>											
Slaked Lime	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	4,341.5
Filter Aid	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4	1,902.0
Activated Carbon	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	165.4
Potassium Diphosphate	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	223.7
Other Nutrients	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	44.7
Amylase	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	578.9
Labour	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	155.0
Maintenance	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	1,910.0
Total Operation Cost	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	463.2	9,321.1
Interest(Foreign Loan)	289.5	289.8	230.1	200.4	170.7	141.0	111.3	81.6	52.0	22.3	5,677.8
Repayment(Foreign Loan)	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7	659.7	9,885.9
Total Outflow	1,412.4	1,382.7	1,353.0	1,323.3	1,293.6	1,263.9	1,234.2	1,204.6	1,174.9	1,145.2	24,894.7
Cash Balance	3,088	3,122	3,155	3,188	3,223	3,257	3,290	3,325	3,351	3,420	63,917.0



## 第 18 章 結論と提言





## 第18章 結論と提言

発酵試験の結果、ジンバブエ産のコーンスターチを原料としたクエン酸の生産が技術的には可能であることが明かとなった。また、技術導入、原料・用役供給、環境対策、プラント建設等の面でクエン酸工業設立の妨げとなるものはないことが判明した。

本計画を実施する上で重要となる技術面での留意点は以下のとおりである。

### (1) 原料

発酵法を利用するクエン酸プラントでは、原料中にわずかに存在する不純物が収率に大きな影響を与える。また、原料の純度が一定しないと、工程の管理が困難となる。従って、できるだけ不純物が少なく、安定した品質の原料を使用する必要がある。精製工程に使用される副原料についても、不純物が製品の回収率および純度に大きく影響する。クエン酸は食品添加物である上、コココーラ等の多国籍企業の多くは独自の厳しい規格を設定しているため、販路を確保する意味からも良質の原料を使用することが必要となる。

### (2) 菌株管理

クエン酸生成菌は試験管の中で純粋培養されることになる。クエン酸生成菌は純粋培養中に生酸能力が自然に退化するので、発酵試験によりクエン酸生成能力の高い菌を常に選別していく必要がある。菌株管理が適切でないために設計どおりの発酵成績が上がらず、操業開始後数年間に渡ってライセンサーの指導を必要としたプラントも多々ある。菌株管理の方法についてライセンサーより十分な指導を受ける必要がある。

### (3) プラント

クエン酸プラントは発酵工程と精製工程に大別される。精製工程で使用される機器は他の化学工場でも広く使用されているが、発酵工程の機器の多くはバイオテクノロジー独特の機器である。例えば、クエン酸プラントに使用される発酵槽はビール・ワイン等の醸造用発酵槽とは基本的に異なった装置であり、設計・製作に当たっては、高度の技術を必要とする。また、配管工事においても、工程の無菌管理上、独特の設計・施工ノウハウが求められる。従って、機器の調達・配管工事等に当たっては、十分な経験・能力を有する業者を起用する必要がある。

### (4) 電力

クエン酸の発酵工程においては、短時間であっても電力の供給が停止するとクエン酸生成菌が変質し、クエン酸の生産が低下して、生産計画全体に大きな影響を与える。精製工程においても、停電により機器が破損する恐れがある。従って、プラントの操業中に停電

が起こらないように十分な対策を施す必要がある。

(5) 教育訓練

本プラントの運転員には相当の知識と技能が要求される。従って、プラントの操業前のもとより、操業開始後も運転員に対し適切な教育・訓練を行うことが必要である。

(6) 環境対策

クエン酸の主原料は食品であるコーンスターチであり、有害物質を多量に含む原材料を全く使用していないので、クエン酸プラントは基本的に環境問題の少ないプラントである。ただし、BOD、CODの高い廃液が排出されるので、本調査にて述べた、生物処理を行う必要がある。

本プラントの操業開始が予想される1996年におけるクエン酸の需要は、ジンバブエ：900トン、南アフリカ共和国：4,700トン、ザンビア：110トン程度であり、南部アフリカ地域の総需要は6,200トン/年にすぎない。南アのクエン酸需要家の多くは欧州のクエン酸メーカーと取引の上で密接な関係にあり、南ア市場全てを本プラントの対象市場とすることはできない。また、ジンバブエの地理的な条件を勘案すると、欧州へ輸出することも得策とは言えない。従って、本プロジェクトにおけるプラントの規模は、最低経済規模と言われる10,000トン/年を大きく下回る3,000トン/年程度とならざるを得ない。

世界のクエン酸業界は発展途上国の新規参入、大手メーカーによる資本集約型の大規模設備の導入等により極めて厳しい競争下にあり、業界の再編成が行われている。世界のクエン酸メジャーは化学・薬品系企業から原料サイドの穀物加工企業に移行している。クエン酸を安価に供給してきた中国においても、輸出補助金の削除により中小規模のクエン酸メーカーは生産の停止を余儀なくされている。この様な状況下にあって、利益を上げているクエン酸プラントは何れも減価償却を終了した年産数万トン規模のプラントあるいは原材料費・人件費などが極めて安い地域のプラントである。

財務分析の結果は必ずしも良好な収益性を示していない。これは上述の世界のクエン酸業界の厳しい状況や、限られた市場規模に加え、ジンバブエの産業が抱える以下のような固有の課題に起因している部分大きい。

- (1) ジンバブエは過去、経済の自立化を目指したために産業の多様化が進んでいる。しかし、同国の製造業の多くは独占または寡占的構造下にあり、クエン酸の原材料の価格が国際的に見て割高である。例えば、ジンバブエにおける硫酸の価格は米国の2.59倍の194US\$/

トン、消石灰(ザンビアよりの輸入品)は米国の 2.04 倍の 98US\$/ トン、石炭は南アの 4.45 倍の 42.32US\$/トンとなっている。

- (2) 内陸に位置するために輸送費が割高になっている。
- (3) ジンバブエは他の発展途上国に比較して、必ずしも人件費が安いとは言えない。

従って、年産 3,000 トン規模のプラントを新設してクエン酸業界へ新規参入することは容易ではない。

本プロジェクトを輸入代替と考えると、自国内市場での販売に関しては割高の輸送費、輸入業者の高率のマージン等が本プロジェクトにとっては有利に働く。しかし、この部分は全体販売量の約 1/3 であり、残り 2/3 はヨーロッパ等からの輸出品と競合可能な価格にて輸出されなければならない。本計画を財務的に可能なプロジェクトにするためには以下の様な対策が必要となろう。

- ・プラント建設のために輸入される資機材に対する付加税を免除する。
- ・政府が出資あるいは融資することにより金利コストの低減を図る。
- ・外国からできるだけ有利な条件の融資を受ける。
- ・プラント建設に必要な資機材を安価に入手する調達方法を工夫する。
- ・貿易自由化・価格統制の撤廃等により企業の合理化を進め、原材料価格を国際価格に近づける。
- ・必要があれば近隣諸国に輸出されるクエン酸に対し補助金を出す。
- ・南部アフリカ域内でのクエン酸産業を確立するために、南部アフリカ諸国の需要家の資本参加を検討する。

しかし、上記の対策を実現することは極めて難しい。本プロジェクトを推進することは困難であると判断する。

## 添付資料－I 調査団の編成および現地調査日程







## < 添付資料 - I >

### 調査団の編成および現地調査日程

#### (1) 調査団の編成

氏 名	担当業務
(現地調査及び国内解析)	
石井 暢夫 (※1)	団長・総括
原山 昌之 (※1)	経済開発政策・工業開発計画
五島 康 (※2)	農業経済・開発計画
山根 一夫 (※1)	原料・ユーティリティ調査
西丸 三善 (※1)	市場・流通調査
名取 眞 (※2)	サイト調査および環境対策
重田 猛 (※1)	プロセス設計
尾木 彰 (※1)	生産設備・積算
今枝 良隆 (※2)	財務・経済分析
(※1) ……第1陣	
(※2) ……第2陣	
(国内発酵試験)	
峯崎 信男	クエン酸固体発酵法技術
寺田三也司	クエン酸液内発酵法技術
宇佐見昭次	クエン酸半固体発酵法技術
(第三国市場調査)	
R Bryan Parker	

#### (2) 現地調査日程

平成3年5月28日より6月28日までの期間、以下の工程で現地調査を行なった。

## FIELD SURVEY SCHEDULE

DATE	PROGRESS		
	(A group)	(B group)	(C group)
May 30 Thu.	Arrival to Harare (1st group:L/E/M/RM/PD/PC) by BA-053, Visit to Embassy of Japan		
31 Fri.	-MFEPD and MIC (L/E/M/RM/PD/PC)		
June 1 Sat.	-University of Zimbabwe (L/E/M/RM/PD/PC)		
2 Sun.	Internal meeting		
3 Mon.	-IDC (discussions and explanation of schedule and inception report:L/E/RM/M/PD/PC) -CSO (E/M)		
4 Tue.	-Bio-mass user's network (L/RM/PD/PC)	-Gov. Publication Office (E/M)	
	-JETRO (E/RM/PD/PC)		
5 Wed.	-Food and Industrial (L/RM/PD/PC/E/M) -Standards Association of Zimbabwe (PD/PC/M)	-ARDA (L/RM/E)	
	-Stewart Scott NCL (PD/PC/M)		
6 Thu.	*** 2nd group (A/PS/F) arrival *** -Stainless Steel Ind. (RM/PD/PC) -Grain Marketing Board (L/RM)	-Schweppes Ltd. (E/M) -Gov. Publication Office (PD/PC)	-Collection of Sweet Potato (M/E)
7 Fri.	-Zimbabwe Sugar Refinery (L/RM/PC)	-Bush Boake Allen (E/M)  -United Bottlers (L/M/F)	-Zimbabwe Electricity Supply Authority: ZESA (PD/PS/F) -National Food (E/PD/PC)
8 Sat.	Internal meeting	-Sweet Potato drying	** Trip to Masvingo by Car **
9 Sun.	Internal meeting		(RM/PS/A: Stay at Great Zimbabwe Hotel in Masvingo)
10 Mon.	-Dep't of Research & Specialist Services (Min. of Agriculture:L/PD/PC) -High Field Bag (L/PD/PC)	-Lever Brothers Ltd. (E/M/F)  -Natinal Planning Agency (E/M/F)	-Triangle Limited (RM/PS/A)  -Hippo Valley (RM/PS/A: Stay Tambuti Lodge Hotel in Chiredzi)
11 Tue.	-Young Bamu Jennings (L/PD/PC)  -P. Nueve (Architect:L/PD/PC) -Ove Arup & Partners (L/PD/PC) -ICZ (Contractor:L/PD/PC)	-Tax Dep't (F/E) -CSO (M)  -Reserve Bank of Zimbabwe (E/M/F)	-Chisumbanje Agri. Develop. (RM/PS/A: Stay at same Hotel)
12 Wed.	-AI Davis (M/PD/PC) -Protea Chemical (M/PD/PC)	-CAPS (pharmaceutical) (E/F) -Commercial Farmers Union (L) -IDC (F) -UNDP(E)	** Trip to Harare ** (RM/PS/A)
13 Thu.	** Trip to Bulawayo ** -Zimbabwe Engineering Co. ZECO (PD/PC/F) -National Railway of Zimbabwe (PD/PC/F)	-Univ. of Zimbabwe (M)  -Investment Center (E)	-Zim Phos (L/RM)  -Dep't of Chemistry & Soils (Min. of Agri.)(A/RM)
14 Fri.	-Arenel (PD/PC/F) -Zimbabwe Grain Bag Ltd. (PD/PC/F)	-Lyons & Brooke Bond (E) -Cairns Holding Ltd. (M) -Univ. of Zimbabwe (L/M)	-National Farmers Union (A/RM/PS) -Water Resources and Develop. (A/RM/PS)
15 Sat.	** Trip to Harare ** (PD/PC/F)	-Chem System (L/M)	-Project site survey (RM/PS/A)
16 Sun.	Internal meeting		
17 Mon.	-Ove Arup & Partners (PD/PC) -Swift (transportation) (F)	-Min. of Health (PS/E) -Commercial Import Control Office	-National Farmers Union (A/RM)
18 Tue.	-Hunyani Paper & Packaging (PD/PC)	CSO (M)	-G & W (RM/A/PS) -Commercial Grain Products Association (A/RM/PS)
19 Wed.	Meeting with IDC and discussions on the Progress Report (specifically, project schemes)		
20 Thu.	Ditto	-Shipment of samples by air (QF24)	-City of Harare
21 Fri.	Ditto		
22 Sat.	Internal meeting		
23 Sun.	Internal meeting		
24 Mon.	Signing Minutes of Meeting		
25 Tue.	Visit to Embassy of Japan, Departure for Japan (ETD 2115 by BA-052)		

Note:	L ..... Leader	E ..... Economic Dev. Policy
	A ..... Agricultural Development Program	RM..... Raw Material and Utilities
	M ..... Market and Distribution Study	PS ..... Plant Site & Environment
	PD..... Process Design	PC ..... Plant Design/Cost Estimation
	F ..... Financial and Economic Analysis	

### (3) 面談者リスト

#### I. Zimbabwe Side

- (1) Ministry of Finance, Economic Planning and Development
  - Mr. O.M. Matshalaga Under Secretary,  
Domestic and International Finance
  - Miss Gunduza Acting Assistant Secretary
  - Mr. Sigobodla National Planning Agency
  - Miss. E.T. Ruparanganda Desk Officer for Japan
- (2) Ministry of Industry and Commerce
  - Dr. M. Nziramasanga Secretary
  - Mr. S.J. Chitanje Under Secretary
  - Mr. T. Kanyowa Acting Under Secretary (Planning & Policy)
  - Mr. J. Mafu Chief Technical Officer
  - Mr. A. Mushaninga Administrative Officer (Technology Division)
  - Mr. Chabata Senior Administrative Officer (Food & Drink)
  - Miss G. Chikodzore
- (3) Industrial Development Corporation of Zimbabwe Limited
  - Mr. Ndudzo General Manager
  - Mr. L.A. Munywarara Deputy General Manager
  - Mr. T. Sain Legal Consultant
  - Mrs. E. Ndlovu Research Economist
- (4) Central Statistical Office
  - Mr. Dhlineayo
  - Mr. Muzorori
  - Mr. Taruvinga
  - Miss Gladys Mufakose
- (5) Bio-mass User's Network
  - Mr. C.E. Chimombe Director
  - Dr. Maya Technical Manager
- (6) Food and Industrial
  - Mr. S.P. Kulpa Managing Director
  - Mr. P.C. Chapoterera Production Manager
  - Mr. Muchine Chigwedere Operations Manager
  - Mr. Sam Katsaruware Wet Products Manager
  - Mr. Chris Sakuringwa Gem Products Manager
  - Mr. Richard Mazhetese Product & Development Technician
- (7) Standards Association of Zimbabwe
  - Mr. K. George Godwin Assistant Director General

- (8) Stewart Scott NCL  
 – Mr. M.F. Norman  
 – Mr. Hazelden
- (9) Stainless Steel Industry  
 – Mr. Marcus Sambaza                      Managing Director  
 – Mr. S. Gowora                                Personal Assistant  
 – Mr. N. Adams                                 Production Manager
- (10) Grain Marketing Board  
 – Mr. Renson M. Gasela                    General Manager
- (11) Schweppes Ltd.  
 – Mr. T. Hind                                    General Manager
- (12) Zimbabwe Sugar Refinery  
 – Dr. J.M. Tannock
- (13) Bush Boake Allen  
 – Mr. D.L. Hatch                              Managing Director
- (14) United Bottlers  
 – Mr. Peter Karimatsenga                  Production Manager
- (15) Zimbabwe Electricity Supply Authority  
 – Mr. David D. Madzikanda                Chief Engineer
- (16) National Foods Limited  
 – Mr. Ian F. Kind
- (17) Department of Research & Specialist Services (Ministry of Agriculture)  
 – Mr. Lewis Machida                        Maize Breeder
- (18) High Field (Pvt) Bag  
 – Mr. S.L. Shumba                            Group Project Manager  
 – Mr. Chris Zharare                          Project Manager  
 – Mr. J. Chisango                             Factory Manager
- (19) Lever Brothers (Pvt) Ltd  
 – Mr. Elloud H. Mazhawidza                Senior Supplies Manager
- (20) National Planning Agency  
 – Mr. Vunguza R.M. Nyathi                Deputy Director  
 – Mr. S. Nhando                                Assistant Chief Planner  
 – Mr. I. Zizhou                                 Assistant Chief Planner  
 – Mr. M. Chihota                               Assistant Chief Planner
- (21) Triangle Limited  
 – Dr. Stan Graham                            Mill Manager

- (22) Hippo Valley Estate Co.  
 – Mr. Barry R. Burbidge                      General Manager  
 – Mr. E.K. Griffith                              Technical Manager
- (23) Young Bamu Jennings  
 – Mr. Alan Young                                Managing Partner  
 – Mr. Philip Bamu                                Partner
- (24) Frank Lincoln and Peter Nueve  
 – Mr. Peter Naude
- (25) Ove Arup & Partners  
 – Mr. Stuart Perry  
 – Mr. Jeff Casson
- (26) International Construction Zimbabwe  
 – Mr. K.G. Butterfield                        Managing Director
- (27) Tax Department  
 – Mrs J. Banda                                    Senior Assessor
- (28) Reserve Bank of Zimbabwe  
 – Mr. Willard L. Manungo                    Principal Economist  
 – Mr. M. Shadaya                                Senior Economist  
 – Mr. T. Kanhema                                Economist
- (29) Chisumbanje Agricultural Development  
 – Mr. Martin Zuirawa                         Field Manager  
 – Mr. Bradden Ngwerume                    Estate Secretary
- (30) AI Davis & Co (Pvt) Ltd  
 – Mr. William Davis                            Director
- (31) Protea Chemical Services (Pvt) Ltd  
 – Mr. Alex O'fee                                 Managing Director
- (32) Central African Pharmaceutical Society (CAPS)  
 – Mr. Pardie M. Moyo                         Group Engineer  
 – Mr. Washington Mandebvu                Shipping/Purchasing Manager  
 – Mr. Stephen Magwenzi                    R & D Pharmacist
- (33) Commercial Farmers' Union of Zimbabwe  
 – Mr. Anthony Swire-Thompson          Vice President
- (34) UNDP  
 – Mr. A. Klap                                     Assistant General Manager
- (35) Zimbabwe Engineering Co. (ZECO)  
 – Mr. Ian Drummond                         Marketing Manager

- (36) Zimbabwe Grain Bag (Pvt) Ltd.  
 – Mr. Eugene V. Matikiti            General Manager  
 – Mr. Nkosana Mpofo                Technical Manager
- (37) Lyons & Brooke Bond  
 – Mr. Jim Clampit                    Purchasing Manager
- (38) Cairns Holdings Limited  
 – Mr. Philip Chigumira              Technical Director
- (39) National Railway of Zimbabwe  
 – Mr. J.R. Mtunzie                    Traffic Manager  
 – Mr. C. Mazzimbanuto              Planning Officer  
 – Mr. S. Muchena                    Traffic Manager
- (40) Ministry of Energy and Water Resources and Development  
 – Mr. D.S. Durham                    Deputy Director Planning  
 – Mr. Blessing Chiworeso            Water Pollution Control Officer
- (41) Arenel (Pvt) Ltd  
 – Mr. Lepar                            Chairman
- (42) Zimbabwe Phosphate Industries  
 – Mr. T.A. Mashingaidze             Technical Manager
- (43) Swift  
 – Mr. D.L. Cruttenden                Managing Director
- (44) Ministry of Health  
 – Mr. R. Gurajenp                    Air Pollution Control Officer  
 – Mr. M.S. Mushambadope            Hazardous Substances Control Officer
- (45) Investment Center  
 – Mr. R.G.M. Kahari                  Economist
- (46) National Farmers Association of Zimbabwe  
 – Mr. R.L. Gapare                    President
- (47) Agricultural Economist National Farmers Association of Zimbabwe  
 – Mr. M. Chikowore
- (48) Chemistry and Soil Research Institute  
 – Mr. Fanuel Tagwira
- (49) G & W Industrial Minerals Ltd.  
 – Mr. Philemon Nhachi                General Manager
- (50) Commercial Grain Products Association  
 – Mrs Patricia Henson                Chief Executive
- (51) Hunyani Paper & Packaging Limited  
 – Mr. Aggripa Makadzange            Factory Manager  
 – Mr. Matwell D. Phakati             Sales Manager

(52) City of Harare

- |                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| - Mr. Simon M. Chikwavaire | Mayor of Harare   |
| - Mr. E.C.M. Kanengoni     | Town Clerk        |
| - Mr. T.S. Mabachi         | Director of Works |

(53) University of Zimbabwe

- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| - Dr. M.A. Benhura | Chairman                   |
|                    | Department of Biochemistry |
|                    | Faculty of Science         |

II. Japan Side

(1) Embassy of Japan

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| - H.E. Mr. Mitsuo Iijim | Ambassador      |
| - Mr. Yukio Rokujo      | Counselor       |
| - Mr. Toshiaki Saito    | First Secretary |

(2) Japan International Cooperation Agency in Harare

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| - Mr. Takeshi Inada | Resident Representative |
| - Mr. Housui Sasaki | Coordinator             |

(3) JETRO

- |                  |          |
|------------------|----------|
| - Hironobu Kamei | Director |
|------------------|----------|



## 添付資料－Ⅱ コーンスターチの製造法と用途





## < 添付資料 - II > コーンスターチの製造法と用途

### (1) とうもろこし (メイズ)

コーンスターチはとうもろこしを原料として製造される。報告書本文の表7-2に日本食品標準成分表(四訂版)記載のとうもろこし玄穀の値とジンバブエ産のとうもろこしを分析した結果を示している。この表からみると、ジンバブエ産のものは炭水化物成分が日本標準とされているものより多い。今、仮に黄色種の場合に水分を3.3%補正して14.5%にすると、炭水化物は $75.6/1.033 = 73.2$ (%)となり、日本食品標準成分より3.7%多い。

とうもろこしの粒の断面を拡大して模式的に画くと図II-1に示す様になる。図で内乳(Endosperm)および胚盤(Scutellum)と呼ばれている部分は薄い蛋白質の細胞膜に囲まれた澱粉粒から成り立っている。皮(Pericarp)の部分は繊維質(Fiber)で胚芽(Germ)の部分は蛋白質と油脂から成り立っている。ジンバブエ産のとうもろこしは粒が大きく、胚芽以外の部分が大きいため、澱粉含量が多いものと思われる。尚、表7-2に示した分析値の中で炭水化物(Carbohydrate)とある値は直接計測されたものではなく、他の成分を計測して残りを炭水化物とした値であるので、厳密には全量が澱粉ではないが、繊維分約2%を除いたものが澱粉と考えてよい。

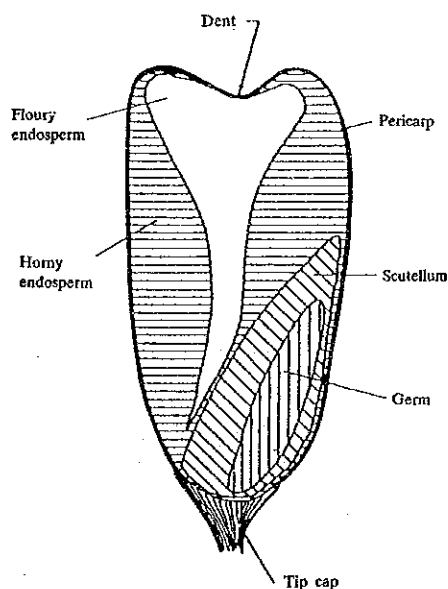


Figure II-1 Sectional View of Maize

## (2) コーンスターチの製造

コーンスターチの製造法には湿式法と乾式法があるが、最近ほとんどが（ジンバブエを例外として）湿式法である。湿式法でも細部においては工場によって若干の差異があるが、大型の近代化された工場で行われている代表的なプロセス（図Ⅱ-2に示す）を以下に説明する。

湿式法の特徴はとうもろこしを最初に粒のまま0.1%程度の亜硫酸( $H_2SO_3$ )溶液に浸して軟らかくした後で破碎することにある。亜硫酸液にとうもろこしを30-40時間、温度を48-52℃に保って浸漬すると、外皮を通して内乳部分と胚盤部分に液が浸透し、粒が55-65%膨れて胚芽が取り出し易い状況になると共に蛋白質膜と澱粉粒との間、外皮と内乳部が各々分離し易くなる。この工程はスティーピング(Steeping)と呼ばれていて、非常に重視されている。

浸漬は通常複数の浸漬槽で行なわれており、浸漬液はその中を循環しており、新しいとうもろこしが古い浸漬液で処理され、浸漬完了に近いとうもろこしが新しい浸漬液で仕上げされる。浸漬の完了したとうもろこしは浸漬液を抜き出した後、金網(Screen)で水切りをして破碎機(Mill)へ送られる。この破碎機はすりつぶし式(Attrition mill)で、とうもろこし粒を砕いて胚芽を潰さないでとり出せるように摩擦板のすき間をうまく調節している。とり出した胚芽は残りの部分より比重が軽くサイクロン(Cyclone)で分離される。



サイクロンは図Ⅱ-3の様な原理のもので、破碎したとうもろこしを水と共に送り込むと中で旋回し、遠心力の差で重い部分は外側を伝って下に落ち、軽い部分は中央に残り流れに乗って上昇する。従って、胚芽は上にその他の部分は下に分離される。この工程は1回ですませることもできるが、最近の大型工場では2回に分けて行っており胚芽を傷つけないで完全にとり出す様にしている。もし、胚芽が潰れて油が出ると後工程では油脂分を除去することが難しい。

分離された胚芽は濾網で一旦水を切り、更に新しく水をかけて洗い、また水を切る。この工程では胚芽の中に澱粉が入るのを防ぐと共に澱粉の回収率を上げている。サイクロンの下方から取出された胚芽を取り除いたとうもろこしは破碎機で砕かれミルク状にされる。この破碎機には両面が回転する型の衝撃式 (Impact Mill) のものが使われる。ここでとうもろこしは完全に粉碎され、全体が乳状になる。破碎機を出たとうもろこしは金網で濾過され繊維がとり除かれる。この工程では、金網の上で繊維はプロセス水を対抗方向に流してくりかえし洗浄される。すなわち、最初の段の方は澱粉を含む水で最後は新しいプロセス水で洗浄される。この様にして繊維と澱粉は完全に分離される。分離された澱粉乳は遠心分離機で水分の除去・濃縮が行われ、更に遠心分離機で比重の差を利用して蛋白質の部分が除去される。

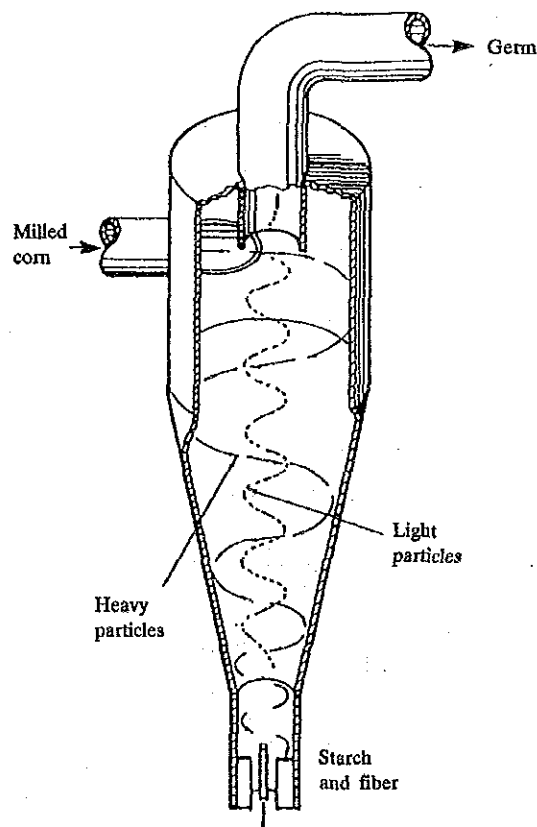


Figure II-3 Hydrocyclone

この様にして出来た澱粉乳はすでにかなり純度が高くなっている。これを更に多段マルチサイクロンへ送って洗浄する。このサイクロンは小さな比重差で強力な分離を行うため、小さなプラスチック製のサイクロンを沢山使ったものである。ここでも洗浄水は最終段のサイクロンに新水が加えられ、全体として対抗流になっている。

洗浄を終わったコーンスターチは遠心分離機で水分が除かれ、熱風で乾燥後サイクロンで集められ、製品として袋詰めされて送出される。この乾燥工程では水分を蒸発させるために大量の熱が必要となるので、乾燥しないで乳状のまま次のプロセスへ送るか、または遠心分離した水分を含む状態で次のプロセスへ送った方が経済的である。クエン酸やコーンシロップの製造原料とする時には水を加えて使用するため、乳状またはペースト状のものでよい。

以上の工程で用いられる金網はステンレス製で図Ⅱ-4に示す様な板を重ねた構造のものが用いられている。この種の金網は引っかかりを生じるところがないので濾過と分離が円滑に行われる。

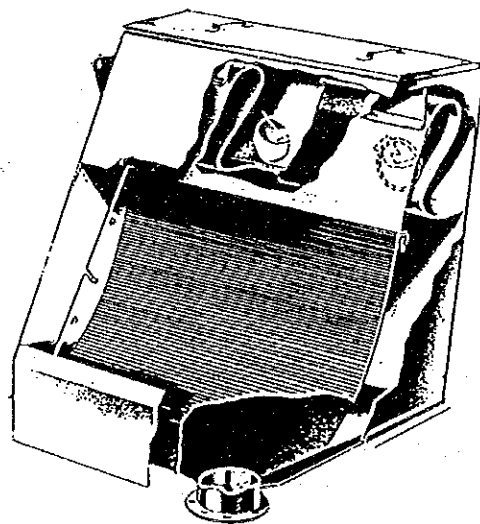
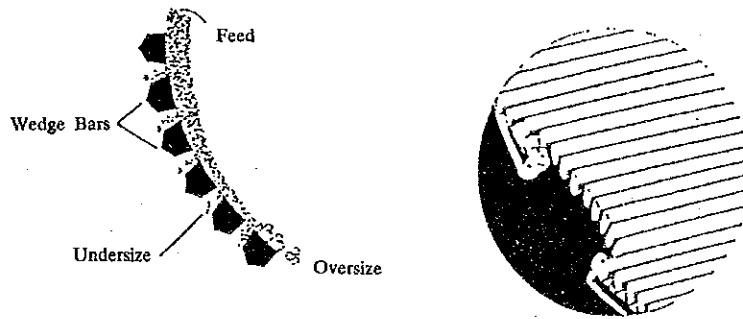


Figure II-4 Screen



### (3) 副製品の回収・利用

#### 1) C S L (Corn Steep Liquor)

とうもろこしを浸した亜硫酸液にはとうもろこしの中に含まれているエキス分が浸出している。従って、この液は適当な回数浸出に使用した後に回収される。回収した液の中ではすでに乳酸をつくる菌が増殖をはじめているので、これを貯槽に入れて適温に保ち、乳酸発酵を完了させる。この後、多段効用式の蒸発缶で水分を蒸発させて濃縮する。こうして出来た液はC S L (Corn Steep Liquor) と呼ばれており、いろいろな栄養素を含んだ黒褐色の液である。この液は醸造用の原料に加えて栄養分として用いられている。また、ペニシリン等の抗生物質の製造、菌類による酵素の製造等において菌の培養基に利用されている。この液は高蛋白であるので、とうもろこしの繊維質から家畜用飼料、グルテンフィードを製造する時に混入されている。

#### 2) 胚芽

湿式法の工程から回収される胚芽はほとんど完全な形をしていて傷がついていない。この胚芽は金網を通しながら洗浄され完全に澱粉と分離される。分離された胚芽は脱水機 (Dewatering screw press) で水を除去後、熱風または蒸気で加熱・乾燥される。

乾燥した胚芽には約 50 % の植物油が含まれており、食用油の原料となる。加熱後、加圧して搾油することが可能であるが、最近ではヘキサン等の溶剤を使って抽出する方法が一般である。尚、溶剤を用いて油を抽出するプラントは小規模では採算が取れないので、他の食用油原料 (大豆、ひまわり等) とともに食用油を製造している工場へ胚芽を送って、加工されることが多い。

胚芽から回収される油はコーンオイルと呼ばれており、精製されたものはサラダ油として用いられる、透明度の高い、無臭の食用油となる。価格は米国では約 41US¢/kg、ジンバブエでは約 2.0Z\$/kg である。

#### 3) グルテンフィード

コーンスターチの製造工程から分離された繊維はC S L、グルテン等を加え栄養価を高め、味付けをして牛等の反芻動物の飼料として利用される。このため、まず脱水機で水を除き、栄養分を混合機 (Mixer) に加えて熱をかけて乾燥する。乾燥したものはグルテンフィードと呼ばれている。米国では約 11US ¢ /kg で販売されている。ジンバブエでは 24Z¢/kg である。

#### 4) グルテンミール

遠心分離機 (Centrifuge starch separator) で分離された蛋白質 (Gulten) は、遠心分離機を使って濃縮後、更に真空脱水機 (Vacuum dryer) で水が除去される。この装置は目の細かい濾網がドラム状になっていて、その内側を真空ポンプで真空にし、外側に蛋白質の粒を分離してかきとる。回収された蛋白質は熱を加えて乾燥する。乾燥して出来上がったものは茶褐色の蛋白質の粉末でグルテンミールと呼ばれている。米国では約 24US\$/kg で販売されている。ジンバブエでは今のところ回収されていない。

この粉末は先にも述べた様に飼料に加えることが可能であるが、更に有効な利用法としては、アミノ酸系調味料を製造する原料として利用できる。また、接着剤の原料にもされている。

#### (4) 水の回収と再利用

コーンスターチの製造プロセスでは水が重要な役割を果たしている。もし、使った水を廃却すれば、澱粉分などの利用できる資源を失うのみならず、高いBODであることによって環境を汚染する。このため、製造工程からの廃水をなくする工夫がなされている。新しい水は通常、多段サイクロンで澱粉を洗浄する最終工程の部分に加えられるだけである。ここから出た水は遠心分離機でプロセス水 (Process Water) として回収されている。このプロセス水は胚芽や繊維の洗浄水として使われる。また、脱水機や澱粉濃縮機等から出た水は回収されて浸漬液のために使われる。浸漬液は先に述べた様に多重効用蒸発缶で蒸発させるのでその廃液として回収される。残りの水は加熱乾燥時に大気中へ放出されるか、製品に含まれて外部へ送り出される。新しく補給される水の量は製品 100kg に対して 0.2m<sup>3</sup>以下である。この水は上記の説明から明らかな様に繰り返し使用されるので、不純物を含んでいると、それが製品に対する汚染源となるおそれがある。従って、純度に問題のある時にはイオン交換樹脂で処理することが多い。

#### (5) コーンスターチの用途

コーンスターチがクエン酸発酵の原料となることは報告書本文の説明より明らかであるが、この用途はコーンスターチの用途の中では小さな部分を占めるにすぎない。以下に主要な用途について概説する。

##### 1) コーンシロップ (Corn syrup)

澱粉はアミローゼおよびアミノペプチンと呼ばれる連鎖した構造の分子から成立っている。これを酸または酵素で分解するとブドウ糖 (Glucose) と麦芽糖 (Maltose) の混合物ができ

る。この様に分解してできたものが水あめでキャンディ、アイスクリーム、ジャム等に甘味料として使われる。

コーンスターチは特殊なアミラーゼ（グルコアミラーゼ）を使って分解するとブドウ糖だけに分解することもできる。ブドウ糖は砂糖より若干甘みが劣るが、麦芽糖は更に甘味が劣るのでブドウ糖だけにした方が若干甘味が増す。これはパン、チューインガム、缶詰、飲用アルコールへの混入等に用いられる。また、よく精製されたものは静脈注射液等の医薬に用いられる。

ブドウ糖はイソメラーゼと呼ばれる酵素によって更に果糖 (Fructose) に変えることができる。コーンシロップの中の果糖分を高くしたものはブドウ糖果糖液糖 (HFCS ; High Fructose Corn Syrup) と呼ばれており、果糖が砂糖よりも甘味が強いために砂糖液と同じ程度の甘さのものとなる。これは清涼飲料水、パン、アイスクリーム、菓子等に広く利用されている。

米国におけるこれらのとうもろこしを原料とする甘味料の使用量は甘味料全体の 25 % 以上に達している。日本での使用量は約 20 % (1988 年推定) である。

日本での高果糖成分のコーンシロップの価格は乾物換算で砂糖の 60 - 70 % の価格である。これはほぼ 70US¢/kg に相当する。米国における高果糖成分のコーンシロップの乾物換算価格は約 40US¢/kg である。ジンバブエでも、ほぼ同様の価格が実現できるものと期待できる。しかし、現状ではジンバブエにおける精製糖の価格は 1,000Z\$/t (= 33US¢/kg) であり、競争は米国および日本の場合より厳しい。

現在、かなりの部分のコーンスターチ、すなわち 50 % 以上がコーンシロップの生産に向けられている。

## 2) 製紙・ダンボール用澱粉

製紙工業およびダンボールのメーカーが全体の約 20 % のコーンスターチを消費しており、これがコーンシロップに次ぐ用途である。

コーンスターチおよびこれを加工した化工澱粉は紙のサイジング剤およびコーティング剤として用いられている。紙の表面に塗布して表面の性質をよくしてインキがにじまない様にする目的で塗布するものをサイジング剤と呼んでいる。この目的にはコーンスターチを酸化処理した化工澱粉が用いられる。この澱粉から作った糊は水に分散し易く、粘度安定性がある、乾燥が早い。

アート紙と呼ばれる印刷用の高品質紙には表面にカオリン等の顔料が塗布されているが、これらの表面剤の塗布は化工澱粉から製造された糊を使って行われる。この用途のものはコート剤と呼ばれている。

また、テレビ、エアコン等の電気品その他日用品の梱包に広く用いられる段ボール箱に使われる段ボール紙は粘稠な糊に澱粉の懸濁液を加えて作った特殊な糊を使って製造される。粘稠な糊をつくるのには化工澱粉が用いられる。

製紙および段ボール製作のプロセスは機械化されているので、これらの用途に使用されるコーンスターチは均一で安定した品質のものが要求される。また、それぞれの用途に対して適切な化学処理が求められる。段ボール用澱粉の分野は電子工業、精密機器、家庭用品、アパレル等の諸産業が発展すれば必然的に需要の高まる分野である。

### 3) 食品用澱粉

澱粉は日本では魚のすり身を化工するのにかなり大量に用いられているが、ジンバブエではこの用途は考えにくい。菓子に用いられることは勿論、缶詰にはかなりの量がジンバブエでも用いられている様である。この他、ソース、クリーム等のとろみをつけるのに用いられる。

### 4) その他の工業的用途

コーンスターチは繊維工業においてサイジング剤および仕上剤として用いられる。この用途にも目的に応じて化学加工されたコーンスターチを用いることが多い。

薄い糊状にしたコーンスターチを洗濯のりに使うことはよく知られている。

### 5) 発酵原料

コーンスターチを原料としてクエン酸を発酵によって製造できることは本計画に示す通りである。コーンスターチはこの他にもエタノール、ブタノール等の醸造ができるが、これらは特にコーンスターチに加工しなくてもとうもろこしのままで発酵させることができる。但し、ビールの醸造用にかなり大量にコーンスターチが用いられている。

### 6) まとめ

図Ⅱ-5にとうもろこしを原料とする澱粉工業の生産物を副産品を含めて示す。尚、図中の数字は100 t/日の生産量のもと、表7-2に示したジンバブエ産黄色種とうもろこしを澱粉工場処理する場合について参考のために示したものである。

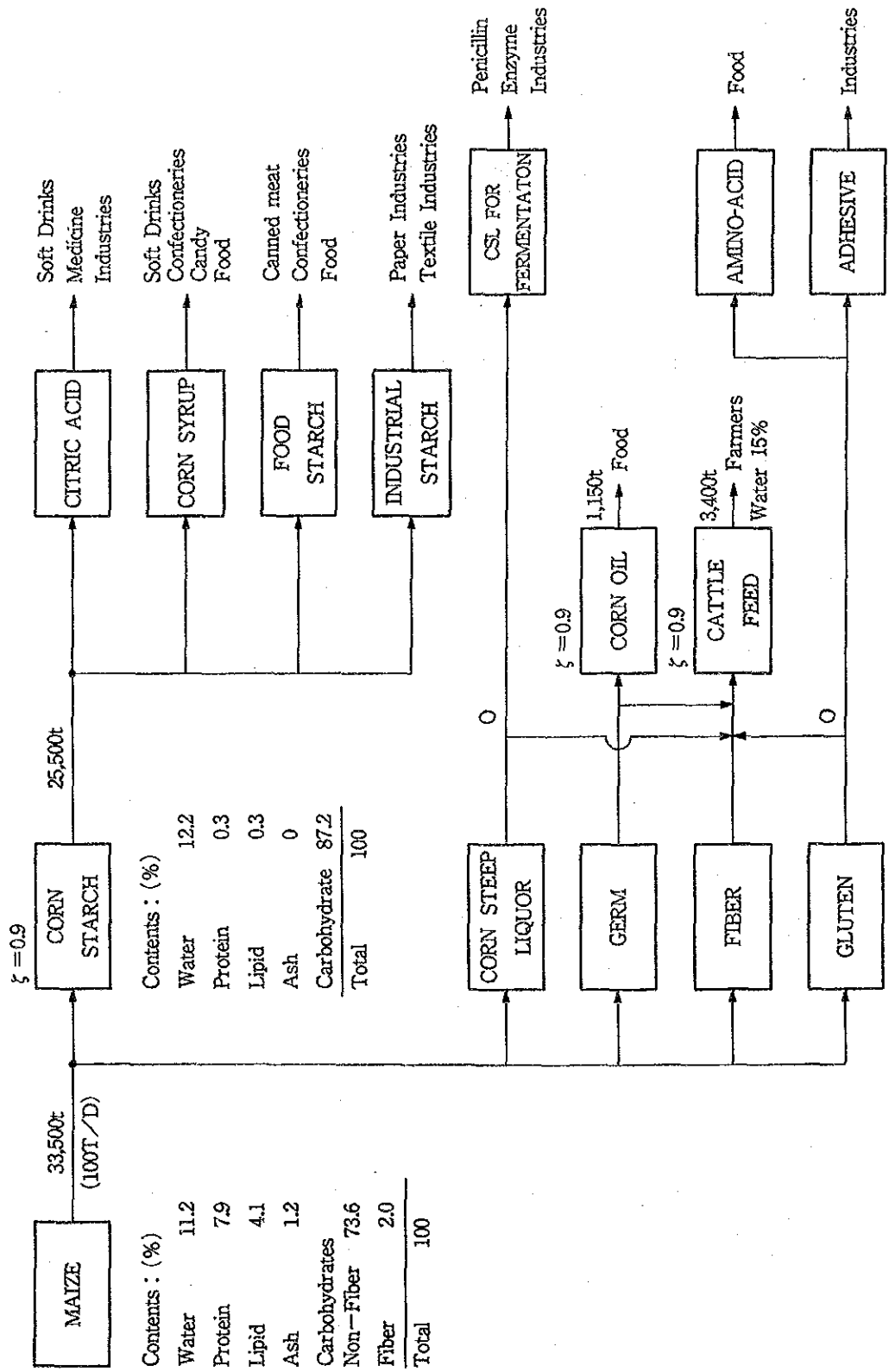


Figure II -5 Products of the Corn Starch Industry

## (6) 提案

とうもろこしは付加価値を高めることができる原料であり、コーンスターチ産業の育成はジンバブエにとっても重要である。しかし、用途開発を怠っては、コーンスターチの製造をしても成功はおぼつかない。コーンスターチ産業の見通しはコーンシロップ、化工澱粉等の関連分野全体についてよく研究した上で立てなければならない。

云うまでもないが、とうもろこしはジンバブエの特別に貴重な資源の一つである。その有効利用は今後の重要な検討課題である。

JICA