

# インドネシア共和国砂糖副産物利用 工業開発計画調査報告書

JICA LIBRARY



105548819

1983年7月

国際協力事業団

國際協力事業団	
受入 期 68.8.28	2168
登録No. 1614211	69.8 MPI

## は し が き

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国農業省における砂糖副産物利用工業開発計画に係るフィージビリティ調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、西村淳氏を団長とする調査団を昭和57年11月28日から12月25日まで現地に派遣し、フィージビリティ調査に必要な資料収集とインドネシア国政府関係者との協議を行った。

同調査団は、インドネシア国政府関係機関の全面的な協力を得てきわめて円滑に調査を行うことができ、帰国後の国内作業を経てここに本報告書提出の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与し、インドネシア国と我が国との友好関係の発展に役立つことを願うものである。

最後に、今回の調査の実施に際し多大なご協力をいただいたインドネシア共和国政府関係者、在インドネシア日本国大使館、外務省及び通商産業省の関係各位に対して厚くお礼を申し上げます。

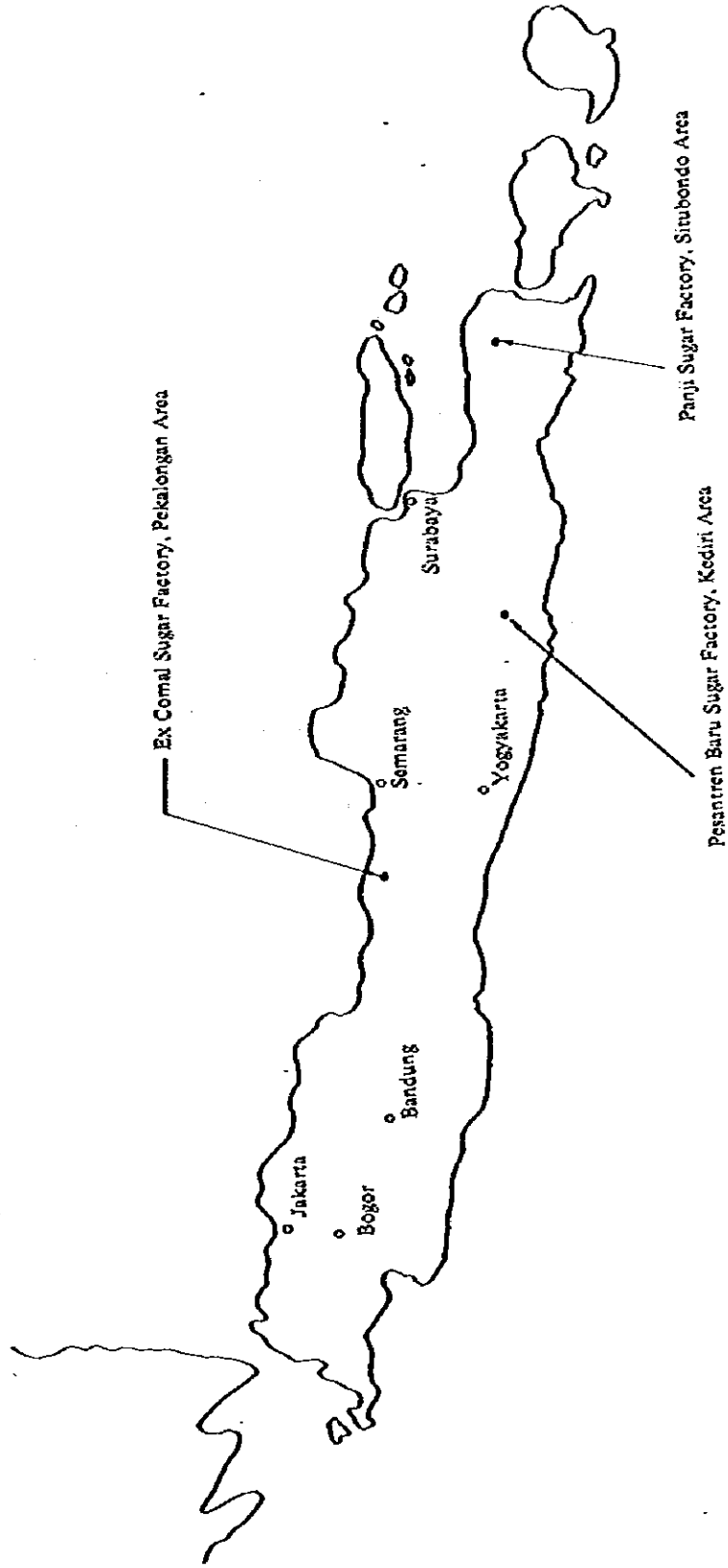
昭和58年7月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔



THREE CANDIDATE SITE IN JAVA ISLAND



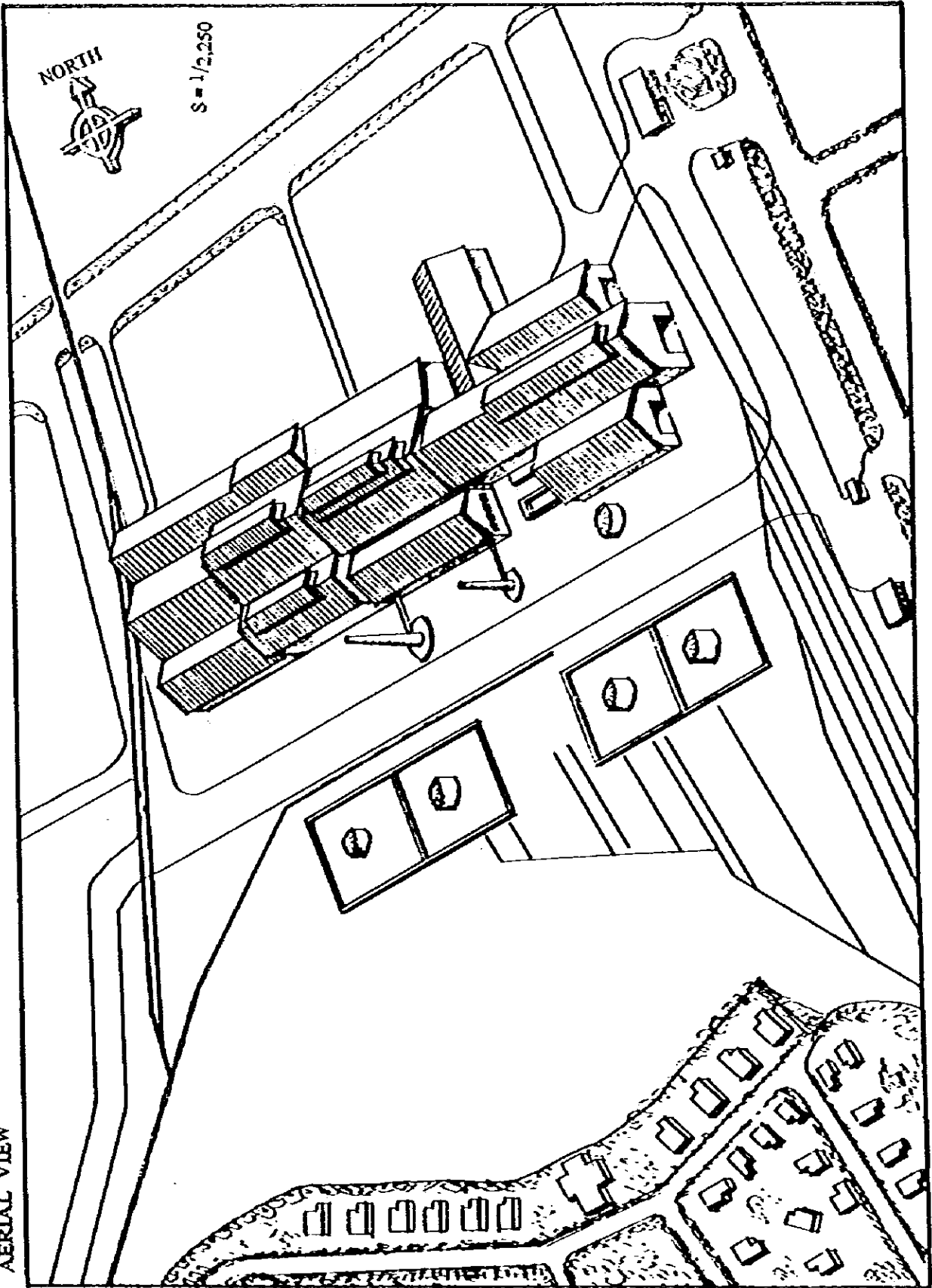


NORTH



S = 1/2,250

AERIAL VIEW







**In this report the following currency exchange rates are used:**

$$\text{US\$1} = \text{¥240} = \text{Rp.695}$$

**The rates are that of before devaluation at the end of March 1983.**



略 号

<b>SBPN</b>	<b>Staf Bina Perusahaan Negara Sektor Pertanian ( 国营農園総局 )</b>
<b>PTP</b>	<b>PT Perkebunan ( 農園事業公社 )</b>
<b>BP3G</b>	<b>Balai Peuyelidikan Perusahaan Perkebunan Gula ( 砂糖農園事業研究所 )</b>
<b>BULOG</b>	<b>Badan Urusan Logistic ( 食糧調達庁 )</b>
<b>KAPB</b>	<b>Kantor Administrasi &amp; Pemasaran Bersama ( 共同市場管理事務所 )</b>
<b>BKPM</b>	<b>Badan Koordinasi Penanaman Modal ( 投資調達委員会 )</b>



# 目 次

要約・結論・勧告 .....	要 - 1
第 1 章 序 論	
1.1 背景と目的 .....	1 - 1
1.2 調査内容 .....	1 - 1
1.3 調査団の構成 .....	1 - 2
1.4 調査日程 .....	1 - 3
1.5 主たる面談者 .....	1 - 4
第 2 章 インドネシアの砂糖産業	
2.1 世界の砂糖産業の概況 .....	2 - 1
2.2 インドネシアの砂糖産業 .....	2 - 2
2.2.1 概 況 .....	2 - 2
2.2.2 インドネシアの砂糖工場 .....	2 - 3
2.2.3 インドネシアにおける砂糖きび生産 .....	2 - 3
2.2.4 インドネシアの砂糖価格 .....	2 - 9
2.2.5 糖みつ生産量について .....	2-11
2.2.6 糖みつの品質について .....	2-14
2.2.7 インドネシアの糖みつ価格 .....	2-14
2.3 世界及び東南アジアの糖みつ事情 .....	2-18
2.3.1 糖みつ生産 .....	2-18
2.3.2 糖みつの流通 .....	2-20
第 3 章 インドネシア砂糖副産物利用産業	
3.1 糖みつ利用産業に関する市場分析の前提 .....	3 - 1
3.2 糖みつ使用の面からみた現状 .....	3 - 1
3.3 エチルアルコール .....	3 - 3
3.4 グルタミン酸及びMSG .....	3 - 4
3.5 イ ー ス ト .....	3-10

3.5.1	パン用イースト	3-10
3.5.2	飼料用イースト	3-13
3.6	クエン酸	3-20
3.7	抗生物質	3-22
3.8	酢酸及びヴィネガー	3-25
3.9	まとめ	3-28

#### 第4章 本プロジェクトの基本的事項の検討

4.1	発酵工業とは?	4-1
4.1.1	発酵工業の歴史	4-1
4.1.2	発酵工業の特徴	4-2
4.1.3	発酵工業の必須条件	4-2
4.2	発酵工業製品としてインドネシアで好ましい品目	4-4
4.2.1	エチルアルコール	4-4
4.2.2	飼料用酵母	4-7
4.2.3	コリネシン(抗生物質)	4-8
4.2.4	廃液処理	4-9
4.3	生産規模について	4-10
4.4	サイトの選定	4-11
4.4.1	プラントサイト候補地について	4-11
4.4.2	プラントサイト選定基準	4-11
4.4.3	推奨されるプラントサイト	4-11
4.5	精みつからの精回収プロセス	4-12
4.5.1	カラムクロマトグラム分析法	4-12
4.5.2	メタノール沈澱法	4-15

#### 第5章 プラントの基本計画

5.1	基本方針	5-1
5.2	アルコールの製造	5-2
5.1.1	プラントの概要	5-2
5.2.2	プロセスの概要	5-2

5.2.3	主要原料, 用役原単位	5-2
5.2.4	操業日数と生産数量	5-5
5.3	飼料用イーストの製造	5-5
5.3.1	プラントの概要	5-5
5.3.2	プロセスの概要	5-5
5.3.3	主要原料, 用役原単位	5-6
5.3.4	操業日数と生産数量	5-7
5.4	コリネシンの製造	5-7
5.4.1	プラントの概要	5-7
5.4.2	プロセスの概要	5-7
5.4.3	主要原料, 用役原単位	5-11
5.4.4	操業日数と生産数量	5-12
5.4.5	クロラムフェニコールについて	5-12
5.5	排水処理	5-14
5.5.1	排水処理の概要	5-14
5.5.2	プロセスと処理量	5-14
5.5.3	濃縮液の堆肥化について	5-14
5.6	ユーティリティ	5-25
5.6.1	プラントの概要	5-25
5.6.2	必要量と設備能力	5-33
5.7	プラント基本計画の経済性検討	5-38

## 第6章 設備計画

6.1	概 要	6-1
6.1.1	設備の分類	6-1
6.1.2	設備の建設	6-1
6.2	生産機械設備	6-2
6.2.1	アルコール生産設備	6-2
6.2.2	コリネシン生産設備	6-2
6.3	原料, ユーティリティ設備	6-4
6.3.1	原料設備	6-4

6.3.2 ユーティリティー設備	6-4
6.4 排水処理設備	6-5
6.5 その他の附帯設備	6-6
6.5.1 菌管理, 分析機器	6-6
6.5.2 電気, 通信設備	6-6
6.5.3 衛生設備	6-7
6.5.4 その他	6-8
6.6 プラントのレイアウト	6-8
6.6.1 基本条件	6-8
<b>第7章 プラント建設計画とプラント操業</b>	
7.1 プラント建設計画	7-1
7.1.1 工場敷地面積および建設計画	7-1
7.1.2 土木工事	7-1
7.1.3 建築工事	7-2
7.1.4 輸送機器の内陸輸送および保管	7-3
7.1.5 機器の据付け	7-3
7.1.6 試運転	7-3
7.1.7 教育指導	7-4
7.2 プラントの操業	7-4
7.2.1 組織と人員	7-4
7.2.2 操業条件	7-4
7.2.3 原材料, 副資材, ユーティリティー	7-7
7.2.4 公害防止対策	7-7
7.3 建設および試運転スケジュール	7-9
<b>第8章 必要投資額及び資金計画</b>	
8.1 基本条件	8-1
8.2 プロジェクト・コストの見積(1983年1月)と範囲	8-2
8.3 所要プロジェクト・コスト	8-3
8.4 資金調達計画	8-6



## 第9章 財務分析

9.1 一般条件	9-1
9.2 基本案の財務計算のための条件	9-1
9.3 基本案の財務諸表	9-6
9.3.1 製造原価計算書	9-6
9.3.2 生産販売計画	9-6
9.3.3 損益計算書	9-6
9.3.4 資金繰表	9-6
9.3.5 貸借対照表	9-7
9.3.6 損益分岐点分析	9-7
9.3.7 内部収益率	9-7
9.4 三製品生産工場建設計画	9-8

## 第10章 経済評価

10.1 経済的収益性	10-1
10.1.1 シャドウ・プライス	10-1
10.1.2 経済内部収益率	10-2
10.2 経済効果および意義	10-3
10.2.1 アルコール	10-3
10.2.2 コリネシン	10-3

## 附 録

## LIST OF TABLE

		Page
Table 2-1	World Sugar Production, Consumption & Inventory .....	2-1
2-2	Major Cane Sugar Producing Countries .....	2-2
2-3	Project for Cane Field, Sugar Production and Consumption .....	2-4
2-4	Location and Capacity of Sugar Factory .....	2-5
2-5	Milling Session of Sugar Factory .....	2-7
2-6	Area Harvest, Yield and Production of Sugar Cane in Indonesia ...	2-9
2-7	Cane Production in Java .....	2-10
2-8	Molasses Production of Sugar Factory .....	2-12
2-9	Molasses Production in Indonesia .....	2-15
2-10	Analytical Data of Molasses from PG Pesantren Baru .....	2-16
2-11	Analytical Data of Molasses from PG Sragi .....	2-17
2-12	World Production of Molasses .....	2-19
2-13	Molasses Production in Asian Countries .....	2-19
3-1	Estimation of MSG Production in Indonesia (Part 1) .....	3-5
3-2	Estimation of MSG Production in Indonesia (Part 2) .....	3-5
3-3	Imported Glutamic Acid in Indonesia .....	3-7
3-4	Production and Consumption of MSG in Japan .....	3-8
3-5	Number of Establishments for Manufacture of Seasoning in Indonesia .....	3-9
3-6	Import of Active Natural Yeast in Indonesia .....	3-11
4-1	Production of Fermentation Industry in Japan .....	4-3
4-2	Existing Ethanol Factory, Its Capacity and Actual Production in 1982 .....	4-5
4-3	Petroleum Products Utilization in 1980 .....	4-6
4-4	Livestock Population in Indonesia .....	4-7
4-5	Analytical Data for Cane and Beet Molasses .....	4-14
4-6	Comparison of Proposed Site .....	4-16
5-1	Main Raw Materials and Utilities of Ethanol .....	5-5
5-2	Main Raw Materials and Utilities of Feed Yeast .....	5-6

		Page
<b>Table 5-3</b>	<b>Main Raw Materials and Utilities of Corynecin .....</b>	<b>5-11</b>
<b>5-4</b>	<b>Typical Quality of Corynecin Product .....</b>	<b>5-12</b>
<b>5-5</b>	<b>Main Raw Materials of Bagasse Compost .....</b>	<b>5-25</b>
<b>7-1</b>	<b>Total Staff Requirement .....</b>	<b>7-6</b>
<b>7-2</b>	<b>Quality Standard of Waste Water .....</b>	<b>7-8</b>
<b>8-1</b>	<b>Estimate of Project Cost .....</b>	<b>8-3</b>
<b>8-2</b>	<b>Disbursement Schedule .....</b>	<b>8-4</b>
<b>8-3</b>	<b>Total Project Cost Required .....</b>	<b>8-5</b>
<b>8-4</b>	<b>Total Project Required (Product Wise) .....</b>	<b>8-6</b>
<b>8-5</b>	<b>Fund Requirement Plan .....</b>	<b>8-7</b>
<b>9-1</b>	<b>Sales and Production .....</b>	<b>9-2</b>
<b>9-2</b>	<b>Variable Cost .....</b>	<b>9-2</b>
<b>9-3</b>	<b>Monthly Man Power Cost .....</b>	<b>9-3</b>
<b>9-4</b>	<b>Repayment Schedule .....</b>	<b>9-4</b>
<b>9-5</b>	<b>Production Cost – Ethanol – .....</b>	<b>9-9</b>
<b>9-6</b>	<b>Production Cost – Corynecin – .....</b>	<b>9-13</b>
<b>9-7</b>	<b>Production and Sales .....</b>	<b>9-17</b>
<b>9-8</b>	<b>Income Statement .....</b>	<b>9-19</b>
<b>9-9</b>	<b>Fund Flow Statement .....</b>	<b>9-23</b>
<b>9-10</b>	<b>Balance Sheet .....</b>	<b>9-27</b>
<b>9-11</b>	<b>Break Even Point .....</b>	<b>9-31</b>
<b>9-12</b>	<b>Internal Rate of Return .....</b>	<b>9-33</b>
<b>10-1</b>	<b>Economic Internal Rate of Return .....</b>	<b>10-2</b>

## LIST OF FIGURES

	Page
Fig. 3-1	Usage of Molasses in Indonesia ..... 3-2
3-2	Trend of Estimated Production of MSG in Indonesia ..... 3-6
3-3	Imported Natural Yeast in Indonesia ..... 3-12
3-4	Consumption of Meat in Several Countries ..... 3-14
3-5	Population of Swine, Poultry and Others in Indonesia ..... 3-16
3-6	Production of Animal Feed in Indonesia (1980) ..... 3-17
3-7	Soybean Meal and Fish Meal for Animal Feed in Indonesia ..... 3-18
3-8	Estimated Consumption of Citric Acid in Indonesia ..... 3-21
3-9	Import of Pharmaceutically Related Material in Indonesia ..... 3-23
3-10	Import of Antibiotics in Indonesia ..... 3-24
3-11	Import of Acetic Acid & Its Derivatives in Indonesia ..... 3-26
3-12	Import of Vinegar in Indonesia ..... 3-27
4-1	Process Flow for Sugar Recovery from Molasses ..... 4-13
5-1	Process Block Diagram of Ethanol ..... 5-3
5-2	Process Block Diagram of Yeast ..... 5-4
5-3	Process Block Diagram of Corynecin ..... 5-9
5-4	Process Block Diagram of Chloramphenicol ..... 5-13
5-5	Block Diagram of Waste Water Treatment ..... 5-15
5-6	Process Flow Sheet of Ethanol ..... 5-17
5-7	Process Flow Sheet of Yeast ..... 5-19
5-8	Process Flow Sheet of Corynecin ..... 5-21
5-9	Process Flow Sheet of Waste Water Treatment ..... 5-23
5-10	Process Flow Sheet of Power Plant ..... 5-27
5-11	Single Line Diagram ..... 5-29
5-12	Process Flow Sheet of Chiller Water ..... 5-31
5-13	Process Flow Sheet of Air ..... 5-35
6-1	Process Flow Sheet of Raw Material ..... 6-5
6-2	Plot Plan Layout ..... 6-13
6-3	Plot Plan Sideview ..... 6-15

			Page
Fig.	7-1	Organization Structure of the Plant .....	7-5
	7-2	Project Process Schedule (Tentative) .....	7-10
	9-1	Break Even Point Chart .....	9-32
	9-2	Sensitive Analysis -- ROI Before Tax .....	9-35
	9-3	Sensitive Analysis -- ROI After Tax .....	9-36
	9-4	Sensitive Analysis -- ROE After Tax .....	9-37



要約・結論・勧告





## 〔 要 約 〕

### I 序 論

#### 1. 背景と目的

インドネシア政府は砂糖の自給をはかるために、増産策を実行しつつあるが、これに伴ない副産物である糖みつも現在の年産50万トンから、1986年には100万トンに達する予定である。

糖みつの価格は国際相場の影響により大きく変動するため、糖みつを原料とする発酵工業により附加価値の高い製品を得ることが必要と考えられ、砂糖副産物利用工業開発計画立案のために、日本政府にフィージビリティ・スタディを要請してきた。

これをうけて国際協力事業団は1982年8月31日から11日間、事前調査団を派遣し、「Scope of Work」(S/W)に両者は合意、署名した。本報告書はこのS/Wに基づき1982年11月28日から約1ヶ月間、現地調査を行なった結果とその後の国内作業の結果をまとめたものである。

#### 2. 調査内容

下記プラントサイト候補地3ヶ所を選定すること、製品候補7品目のうちから5品目以内の製品を選択し、それぞれについて工業化の可能性を検討する。

##### プラントサイト候補地

東部ジャワ Situbondo 近郊 Panji 砂糖工場

Kediri 近郊 Pesantren Baru 砂糖工場

中部ジャワ Pekalongan 近郊 Ex Comal 砂糖工場

##### 製品候補品目

エチル・アルコール(エタノール)

グルタミン酸ソーダ(MSO)

イースト

L-リジン

抗生物質

クエン酸

酢酸およびヴィネガー

## ■ インドネシアの砂糖産業

### 1. 世界の砂糖産業の概況

世界的に需要は低迷し、1982年から1983年にかけての在庫は3,600万トンと見込まれ過剰状態にある。各国別の砂糖生産では、インドの851万トン/年が第1位で、南アフリカ連邦の218万トンが第10位である。

### 2. インドネシアの砂糖生産量と価格

	生産量	消費量	輸入量
1981年	130万トン	180万トン	50万トン
1984年予定	222万トン	221万トン	—
1989年予定	326万トン	315万トン	—

現在、砂糖工場はPTP所属51、私企業9であり、殆んどがジャワ島に存在し、ジャワ島以外には3工場しかない。これらの砂糖工場の大半は生産規模が小さく、年間稼動も80日から190日であり生産性は低い。

砂糖の管理、保管、配給、価格決定は政府機関であるBULOGが行ない、砂糖そのものはBank Bumi Dayaの所有となっている。1982年12月の価格体系は次のようになっている。

工場出荷価格	35,000 RP / 100 kg
流通業者購入価格	46,000 RP / 100 kg
末端市場価格	50,000 RP / 100 kg

東部ジャワの工場の例では、原価は約38,000 RP / 100 kgであったが、砂糖きびの買上価格の高いこと、生産性が低いことなどに原価高の原因がある。

次に工場出荷価格の推移を示す。

1974年 5月	7,559.8 RP / 100 kg
"      11月	9,088      "      "
1975年 5月	10,907.7      "
1977年 5月	13,434      "
1978年 5月	15,557      "
1979年 6月	18,794.8      "
1980年 5月	22,553.7      "
10月	30,705.6      "
1981年 4月	35,000      "

### 3. インドネシアの糖みつ事情

一般に砂糖きびから、砂糖は9～11%、糖みつは3.5～4.5%の収率で得られる。インドネシアの糖みつは糖の含有量からみれば、比較的良質であるが、灰分含有量が高いという欠点を持っている。灰分含有量が高いときには、発酵原料として使用した場合に機器にスケールリングなどのトラブル発生の頻度が高くなり、好ましい原料と言えない。

糖みつ価格は下記のように国際相場の影響を受け、変動が極めて大きい。

1977年	15,200 RP/トン
1978年上期	16,500 #
下期	24,750 #
1979年上期	30,950 #
下期	36,100 #
1980年上期	58,200 #
下期	71,900 (≒US\$120)
1981年上期	60,000 #
下期	50,000 #
1982年8月	20,000 #

糖みつは世界的にみて年間3,000万～3,400万トン生産されており、この内1,000トンがビートに由来する。砂糖きびからの糖みつは、アジア、北・中米、南米の各地域で夫々600万～700万トン生産されており、インドネシアの糖みつ生産はアジア地域の10%以下である。

糖みつは欧米においては殆ど飼料用に用いられており、南米では主としてエタノール発酵原料用、アジアでは発酵原料用が主体である。アジアにおける国別の糖みつ需要は下記の通りとなっている。

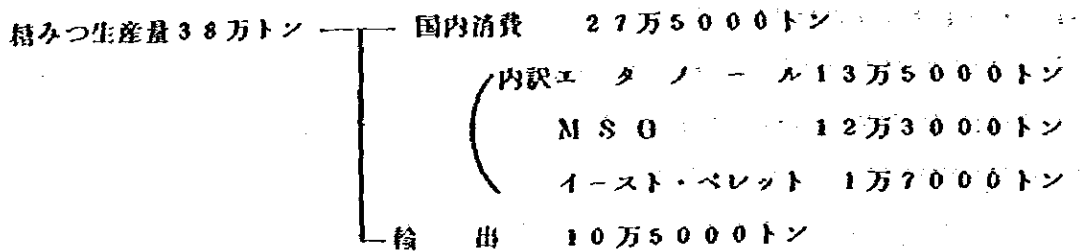
日本	80万トン/年
韓国	40万トン #
台湾	10万トン #

これら需要国への糖みつ輸出については、アジアの他の糖みつ生産国との競合が激しい。

## II インドネシアの砂糖副産物利用製品の市場

### 1. 糖みつ使用量からの現状

1980年の糖みつ生産、国内消費、輸出は次のようになっている。



## 2. エタノール

エタノール工場は13存在し、そのうち3がPTPに属している。在来法による古い工場では、エタノールに対して精みつ原単位が4というように低調な成績であるが、最新鋭のオーストリアからの技術導入で建設された工場では精みつ原単位が3.36と秀れている。インドネシア全体でのエタノール生産能力は194.5千ℓ/日であり、年間300日稼働の時は約58,000千ℓの能力があるが、実績は26,100千ℓ程度である。

エタノールの国内消費を引きおこさせる計画としてガスホール計画が検討されている。すなわち、現在インドネシアの石油製品の全消費量は2,200万ℓ(日本の7~10%)であり、運送用にはこの内、720万ℓ使用されており、370万ℓがガソリンである。ガソリンに10%のエタノールを混合した場合、37万ℓの需要が発生し、精みつも120万トン消費する計算となる。

現状ではエタノールは国内で主として工業用に向けられているものの、繊維産業からの回収メタノールとの競合に苦しい状況である。先述のガスホール計画が政府政策として推進されるならば、精みつを原料とするエタノール工業の発展が成り立ち得る。我々の生産方式は固定化酵母方式を採用するので、効率、投資額などの点から在来法に比較して可成り安くエタノールを生産し得る。

## 3. グルタミン酸(GA)及びMSO

インドネシアでは、精みつからGA、MSOの一貫生産を行なうIntegrator 3社と、GAを外部から購入してMSOのみ生産するConverter 6社があり、新たに2社がGA生産設備建設中である。

現在、一貫メーカー3社のGA生産能力は3万5,000トン/年、これに建設中の2社の能力を足せばGAは4万5,000トン能力となる。これはMSO換算5万4,000トンとなる。一方MSOの国内消費は1981年では、2万3,000トンと推定され、明らかに生産能力が過剰である。MSOの国内消費を伸ばすためには、食品加工産業の発展が必須である。またGAもしくはMSOを輸出に向けることも、近隣諸国とくに中国製の製品との競合が甚だしい。

#### 4. パン用酵母

フランスなどから年間1,500トン～2,000トンの active dry yeastが輸入されており、金額的にはUS\$200万に達する。国内メーカーとしてP.T. Indo Fermexがあり、主として Compressed yeast を生産している。米食中心の食生活の急激な変転は望めないものの、都会ではパン食への移行の傾向が見られるので、将来は輸入酵母の国内自給の検討が必要である。

#### 5. 飼料用酵母

現在、畜産動物の飼養頭羽数は増加しつつあり、これに伴ない配合飼料生産も増加し、業者は大規模企業7社を含め32社に達している。1980年には飼料生産は東部ジャワのみで60万トン、金額的にみて600億R.P. 全国的には約300万トンの配合飼料が生産されているものと見られる。飼料の中で最も重要な蛋白源は輸入大豆粕、魚粕に依存しており、これを糖みつから発酵法により生産した飼料酵母にて代替することは可能である。

国内にも既にP.T. Sumber Protein社が、粗蛋白48%含有、水分5～6%含有の酵母を200トン/月製造しており、250～280R.P./kgで販売しているといわれる。

もし、300万トンの配合飼料中に3%の酵母を添加すれば、9万トンの需要が見込まれ、36万トンの糖みつを消費することになる。したがって how to use の技術サービスを行ない、市場が確保し得る状況になり、かつ製造のために過大な費用が発生しなければ、糖みつ有効利用としての飼料酵母の製造は有望である。

#### 6. 抗生物質(コリネシン)

1980年の輸入金額は6億US\$であり、この内で抗生物質は次に示すようになっている。

ペニシリン	62トン	US\$	5,400,000
ストレプトマイシン	29 "	"	1,500,000
テトラサイクリン	182 "	"	6,400,000
クロラムフェニコール	99 "	"	4,900,000
その他	396 "	"	22,800,000
合計	768 "	"	41,200,000

一般に医薬品原料は純粋な原料から作られ、抗生物質も糖みつを原料とした発酵生産は例がない。ただクロラムフェニコールに容易に転換し得るコリネシンは糖みつの使用が可能である。

インドネシア政府は2000年までには、国民により進んだ医療を可能にさせるよう努力

中であり、抗生物質の国産化も検討中である。エタノール、酵母発酵生産に比較してコリネジンの発酵生産は、より高度の技術を必要とするので問題も多いことと予想されるが、国策に沿うものである。

## 7. クエン酸

国内にはキャッサバを原料として表面培養法による製造業者が6社あり、主としてクエン酸カルシウムの形で供給されている。全体の消費は約2,000トンと推定され、量的に多いとは言えない。

世界的にはクエン酸は、糖みつまたはブドウ糖を原料として発酵法により年間35万～40万トン生産されている。

## 8. 酢酸及びヴィネガー

酢酸は石油化学工業からの製造が圧倒的に秀れた方法であり、ヴィネガーはエタノールの酸化によって製造可能というものの市場規模が余りにも小さい。夫々の1981年の輸入実績を次に示す。

酢酸	4,000トン	US\$ 3,000,000
ヴィネガー	400トン	US\$ 130,000

## 9. ま と め

インドネシアにおける砂糖副産物利用製品の市場調査の結果として、エタノール、飼料用酵母、コリネジンの発酵生産が有望と結論される。

## N 発酵プラントの基本計画

### 1. サイトの選定

中部ジャワ Pekalongan 近郊 Ex Comal 砂糖工場が適当なサイトとして選定された。その基準は工業用水、原燃料、運輸、敷地、廃水処理などの面においた。特に発酵工業にとって必要な用水は Comal 河から 500 l / sec. すなわち 43,200 m<sup>3</sup> / 日が取水可能である。その他、現存する工場建屋も良好であり、場内および周辺的环境も良好である。

### 2. 生産規模

中部ジャワの砂糖工場を首轄する PTP 15 / 16 の糖みつが増産される予定量は、下に示すように約 47,000 トンである。

1981年	91,968トン
1984年	139,154トン
増産分	47,186トン

この糖みつ量に見合う年間生産規模を考えた。

エタノール 10,000 *kl* (糖みつ33,000トン)

飼料用酵母 3,300トン( 〃 13,200トン)

コリネシン 19トン( 〃 2,200トン)

この生産規模は、工業用水の取水可能量からも適切な規模である。

### 3. 生産量と主要原料原単位

	エタノール	飼料用酵母	コリネシン
プラント容量	30 <i>kl</i> /日	10トン/日	56 <i>kg</i> /日
糖みつ消費量	99トン/日	40トン/日	112 <i>kg</i> /バッチ
製品仕様	95 V/V%	水分10%以下	純度98%, 粉末
製造工程	国定化酵母法	バッチ法, ドラム乾燥機	バッチ法, ブタノール抽出
運転等間	24 h/日	24 h/日	24 h/日
操業日数	336日/年	336日/年	336日/年
生産数量	10,080 <i>kl</i>	3,360トン	18.8トン
原単位	糖みつ	3.3トン/ <i>kl</i>	111.3 <i>kg</i> / <i>kg</i>
	電気	148 <i>円</i> / <i>kl</i>	433.2 <i>円</i> / <i>kg</i>
	蒸気	2.89トン/ <i>kl</i>	18.88トン/ <i>kg</i>

コリネシンからクロラムフェニコールへの転換は、メタノール中でジクロロ酢酸メチルと反応させることにより行なわれる。

500 *kg*のコリネシンから725 *kg*のクロラムフェニコールを得るのが一般的収率である。

### 4. 廃液処理

発酵工場からの廃液は、高濃度区分と低濃度区分に分けて処理するのが効果的である。前者は濃縮して余剰バガスと混じて、肥料または土壌改良剤として利用する。後者は水で希釈して規制値以下の数値として放流する。

これらのプロセスを要約すれば下図の如くとなる。

#### i) 高濃度区分

600 *kl*/日

↓

濃縮液102 *kl*/日・固形分45%

↓

バガス300トン+尿素0.65トン

↓

3ヵ月熟成 肥料319トン/日

ii) 低濃度区分

BOD 1.2 トン / 日

↓

冷却水 4 2,000  $m^3$  / 日

↓

BOD 30 ppm 以下にて放流

なお、バガスの利用策としてライムケーキ、米ぬかと混合してコンポスト化し、*Pleurotus Cystiosus* (アワビタケ) を栽培する方法についても述べた。

5. 必要用役量とその設備能力

発酵プラントの廃液処理に必要な用役量と、それに見合う設備能力を下の表にまとめた。

	必要量	設備能力
蒸気 (トン / h)	39.1	50
電力 (M / h)	3,055	4,120
川水 ( $m^3$ / 日)	43,200	43,200
井水 ( $m^3$ / 日)	125	150
空気 ( $Nm^3$ / h)	25,500	26,000
冷水 (USRT)	1.038	1.200

6. 基本計画の経済性の検討

上記3章で述べた7品目の検討を踏まえエタノール、飼料用酵母、コリネシンの3品目の組合せによる生産案について、財務分析を実施したが、酵母、コリネシンについては所要エネルギー費用が多たでありコスト高になり、経済性の面から工業化の可能性が無いと判断されるに至った。エネルギー費用が特に多たである酵母を除いて、エタノールとコリネシンの組合せ生産案についての財務分析した結果では、工業化の可能性ありとの結果を得たので、本報告を以て、この2品目の組合せ生産案について述べる。財務分析の要約を次表にまとめた。また飼料用酵母を含めた3品目の財務分析の資料についてはAppendixとして添付した。

三品目案	設備投資額	ROI after Tax	備 考
エタノール 30 $kl$ / 日 飼料用酵母 10 トン / 日 コリネシン 56 $kg$ / 日	17,600 million RP.	-10.33%	15年かかっても 投資回収不能
二品目案			
エタノール 15 $kl$ / 日 コリネシン 56 $kg$ / 日	12,500 million RP.	13.37%	工業化可能



## 7. 糖みつからの糖回収プロセス

カラムクロマトグラフによる糖みつからの糖回収プロセスは、ビート糖みつについて行なわれており、砂糖きびからの糖みつについては実用化に至っている例は世界においてもまだ皆無である。

メタノール沈殿法もあるが、工業的規模では実施されていない。

## V 設備計画

### 1. 概略的要約 設備について分類した。

エタノール		コリネシン	
1st Column	7.5m <sup>2</sup> ×1, coil 5.0m <sup>2</sup>	make up Tank	2.0m <sup>2</sup> ×1
2nd "	4.0m <sup>2</sup> ×1, " 2.5m <sup>2</sup>	Seed Tank	2m <sup>2</sup> ×2, 1.0m <sup>2</sup> ×1
Holding Tank	12.0m <sup>2</sup> C.S	Fermenter	8.0m <sup>2</sup> ×3
Mash Column	2.5段中2.00.0	Broth Tank	8.0m <sup>2</sup> ×1
Conc. "	5.0段	Balance Tank	1.0m <sup>2</sup> ×1
エタノール貯槽	1,000.0m <sup>2</sup> ×1	Balance Tank	1.0m <sup>2</sup> ×1

### 2. 生産機材設備 主要なものは下記の如し。 3. 原料, ユーティリティ

精蜜貯槽	1,000m <sup>2</sup> ×1	高濃度区分貯槽	500m <sup>2</sup> コンクリート製
重油貯槽	1,000m <sup>2</sup> ×1	濃結缶	30T/時, プレート型, 三重効用
精蜜溶解槽	100m <sup>2</sup> ×2	濃結廃液貯槽	1,000m <sup>2</sup> ×1

### 4. 廃液

### 5. 付帯設備 菌管理, 分析, 電気, 通信, 衛生等

### 6. プラント・レイアウト

既存の旧砂糖工場内部に設置する。

## VI プラント建設計画とプラント操業

### 1. プラント建設計画

総面積376,550m<sup>2</sup>の工場内の, 旧建屋を中心とする23,000m<sup>2</sup>に屋外タンク設備を含めて建設する。

土木及び建築工事の諸条件, 輸入機器の内陸輸送と保管, 機器据付け, 試運転の諸条件についても明示した。

教育指導については下記ステップに応じて行う。

- 1) 建設段階でのスーパーバイザー派遣
  - 2) ジェネラルコントラクターによる、スーパーバイザー及びマネージャーの現地派遣
  - 3) 試運転段階でのスーパーバイザーの派遣
  - 4) ジェネラルコントラクターによる技術・運転方法の訓練
  - 5) スーパーバイザーによる運転中訓練
  - 6) エンジニア・フォアマンクラス以上では日本で訓練
2. プラントの操業

総数200名をGeneral managerの下に製造部門と管理部門に分けた組織を構成し、運転要員は三直三交替、336日稼働で操業を行う。諸原料は1～1.5ヶ月分の在庫をもつものとする。

3. 建設、試運転スケジュール

着工後1年5ヶ月で完成し、1ヶ月の試運転、1.5ヶ月の性能テストを行う。

2品目の時のユーティリティー

	蒸気	電力	川水	井水	空気	冷水
必要量	255トン/時	1,358kW/時	24,600m <sup>3</sup> /日	87m <sup>3</sup> /日	3,520Nm <sup>3</sup> /時	334USRT
設備能力	35	2,500	36,000	120	4,000	400

Ⅳ 必要投資額及び資金計画

1. 見積の基本条件

- 1) 交換レート US\$1 = ¥240 = Rp. 695
- 2) 見積時期と価格 1983年1月の価格
- 3) プライス・エスカレーション

外貨分 5%

内貨分 10%

2. 必要投資額(1986年3月まで)

1983年1月の時点の価格のプロジェクト・コストについて、プロジェクト・スケジュールにそつたプライス・エスカレーションを実施し、操業開始の1986年3月までに必要な投資額は、次の通りである。

	外貨分	内貨分	合計
必要投資額	¥3526,176(Rp.10211217)千	Rp.2268,159千	Rp.12,479,367千

(建中金利は不含)

### 3. 資金調達計画

自己資金	RP. 4,450,000千(35%)
長期借入金	RP. 8,474,905千(65%)
合計	RP. 12,924,905千(100%)

## Ⅳ 財務分析

### 1. 財務計算一般条件

1) 1986年3月まで輸入品は年率5%, 国産品は年率10%, プライス・エスカレーションし, 操業開始の1986年4月以降は固定価格とする。

2) プロジェクト・ライフ 15年間

### 2. 基本案の財務計算の個別条件

#### 1) 生産・販売

	エタノール	コリネシン
年間生産量	15,120 <i>kl</i>	18,816 <i>kg</i>
操業率		
1986.4~1987.3	80%	70%
1987.4~1988.3	90%	85%
1988.4~2000.3	100%	100%
販売単価	361,220 RP/ <i>kl</i>	32,521,000 RP/ <i>ton</i>

### 3. 変動費

エタノール1*kl*当りの変動費およびコリネシン1*kg*当りの変動費は次の通り。

エタノール 130,606 RP/*kl*

コリネシン 34,140,163 RP/*ton*

### 4. 固定費

#### 1) 減価償却費

償却年数は次の通り

機械設備/予備費 8年

建物・構築物 20年

操業前費用/建中金利外 5年

#### 2) 保守・修繕費

機械設備/予備費 3%

建物・構築物 2%

- 3) 火災保険料は有形固定資産の購入価格の1%である。
- 4) 年間人件費 約RP. 366,900,000 (200人)
- 5) 長期借入金

借入条件

据置期間	4年
返済期間	10年(据置後)
金利(年率)	13.5%
返済回数(年間)	2回

#### 5. 税金と配当

- 1) 税金 税率45%
- 2) 配当 配当率15%

#### 6. 基本案の財務分析結果

##### 1) 製造原価

エタノール1kg当りの製造原価とコリネシン1ton当りの製造原価の最高と最低を次に示す。

エタノール(kg) RP.230,100~165,900

コリネシン(ton) RP.121,551,700~61,669,000

エタノールの製造原価は販売価格に比して低く非常に収益性が高い。しかし、コリネシンの製造原価は販売価格を超過しており、コリネシン単独では、採算はとれない。

##### 2) 損益計算と資金繰り

エタノールの高採算性がコリネシンの非採算性をカバーしており、このプロジェクトは収益性が高い。

プロジェクト・ライフの15年間にわたって資金不足は発生せず、売上利益率も高い。

##### 3) 内部収益率(IRR)

このプロジェクトの内部収益率は次の通りである。

ROI before Tax 15.15%

ROI after Tax 13.37%

ROE after Tax 11.42%

この結果からもエタノールが本プロジェクト販売計画のような実績が達成できるならば、本プロジェクトはフィージブルである。

## K 経済評価

### 1. 経済内部収益率

このプロジェクトの経済内部収益率は次の通りである。

E R R    2 3 . 4 4 %

このプロジェクトは国民経済的な見地からもファイジブルである。

### 2. 経済効果および意義

#### 1) エタノール

本調査報告に述べているエタノール生産の特徴は、糖みつ原単位の優位性にあり、在来法に比較して年間15,000kℓのエタノールを製造する場合、年間約10,000トンの糖みつが節約可能である。

また、エタノールをガソリンに置換して使用するならば、現状では量にして年間約300,000kℓ、金額にして1億2,000万US\$も輸入されているガソリンを次第に減少させることが可能となる。

#### 2) コリネシン

コリネシンの生産は財務分析上、採算性はないが、エタノールでの利益を分配することによって生産した場合、技術的にみてインドネシアにおいて原料から最終製品に至る最初の抗生物質となりその占める意義は大きい。

1981年にクロラムフェニコールは約500万US\$も輸入されており、コリネシンの生産によって、この輸入のために支払われる外貨を節減し得るので、国家経済に占める意義は極めて重大である。



## ( 結 論 )

以上の各項で要約した本調査の結果をまとめると、本計画のフィージビリティについての調査結論は下記の通りである。

### 1. プラントサイトについて

主原料である糖みつについては、Scope of Workに候補として挙げられた3箇所の何れのサイトにおいても容易に入手可能であるが、発酵工業にとって必要不可欠の用水の入手可能量から、中部ジャワ Pekalongan 地区の P T P 1 5 / 1 6 の管轄下にある Ex Comal を最遠候補地とする。

### 2. 糖みつ利用・発酵製品について

Scope of Workに候補として挙げられた7品目の発酵製品の現在の市場規模、将来の市場性などを十分に調査、解析の結果、エタノール、コリネシン(抗生物質)、飼料用酵母を将来、インドネシアにおいて企業化を検討することが望ましい。ただし、設備投資額と採算性の面から、当面はエタノール、コリネシンの2品目での所請モデル的な発酵工業 complex とする。

### 3. 代替エネルギーとしてのエタノール

糖みつ利用の発酵製品としてエタノールが最も簡単に製造可能であり、糖みつ価格を20,000 RP/トンとした時でも、採算性は良好である。しかし、工業用アルコールの市場は現状では非常に限られているから、代替エネルギーとして発酵アルコールを使用するという国策が取られるならば、エタノールは、既存プラント能力の数倍の需要は発生する。

### 4. 本計画の内部収益率について

前項の条件が満たされるとしたならば、エタノール45kl/日(年間15,000kl)とコリネシン56kg/日(年間19トン)生産し、廃液処理まで含めた発酵 Complex の投資額は、125億 RPとなり、税引後のROIは13.37%となり、財務分析上フィジブルと結論できる。





## 〔 勸 告 〕

1. エチル・アルコールを代替エネルギーとして、インドネシア国内で使用可能な体制になれば、本計画は財務計算上フィージブルとなるので、入札仕様書の作成などの諸作業を、コントラクターを決定して進める必要がある。
2. 発酵工業発展のために、国立の発酵技術研究所を設置することが必要である。その一つの目的は発酵についての基礎力の充実である。第二の目的として、生産した品物のmarketingとhow to useといったtechnical service機能を持つことである。砂糖生産について独立採算的経営を行なっているPTPにとって売上額の一定比率を常にこのような研究投資に向けて、副産物である糖みつの附加価値向上を目指すことは必須である。
3. 発酵Complex計画とは直接の関係はないが、既存砂糖工場の処理能力があまりにも小さすぎる。通常、砂糖工場として採算性があるのは3,000トン砂糖きび/日の能力以上の工場と言われるが、インドネシアでは合計60の砂糖工場のうちで、45が2,000トン/日以下の工場である。したがって、製造原価の合理化にも自ら限度がある。運搬手段も進歩しているので、砂糖きび集荷に問題のない限り、小さな能力の工場は集中して合理化に努めるべきであろう。

### 4. 糖みつの価格について

農家から工場へ砂糖きびを運搬すると、生成した糖みつは大体50:50で工場と農家に配分され、農家分配の糖みつは、65,000RP/トンで工場が買上げている。この価格は1980年後半の糖みつ価格が71,900RP/トンと高騰した時点の価格を標準にして設定されており、1982年末の国内価格20,000RP、輸出価格22US\$と比較すれば異常に高い。

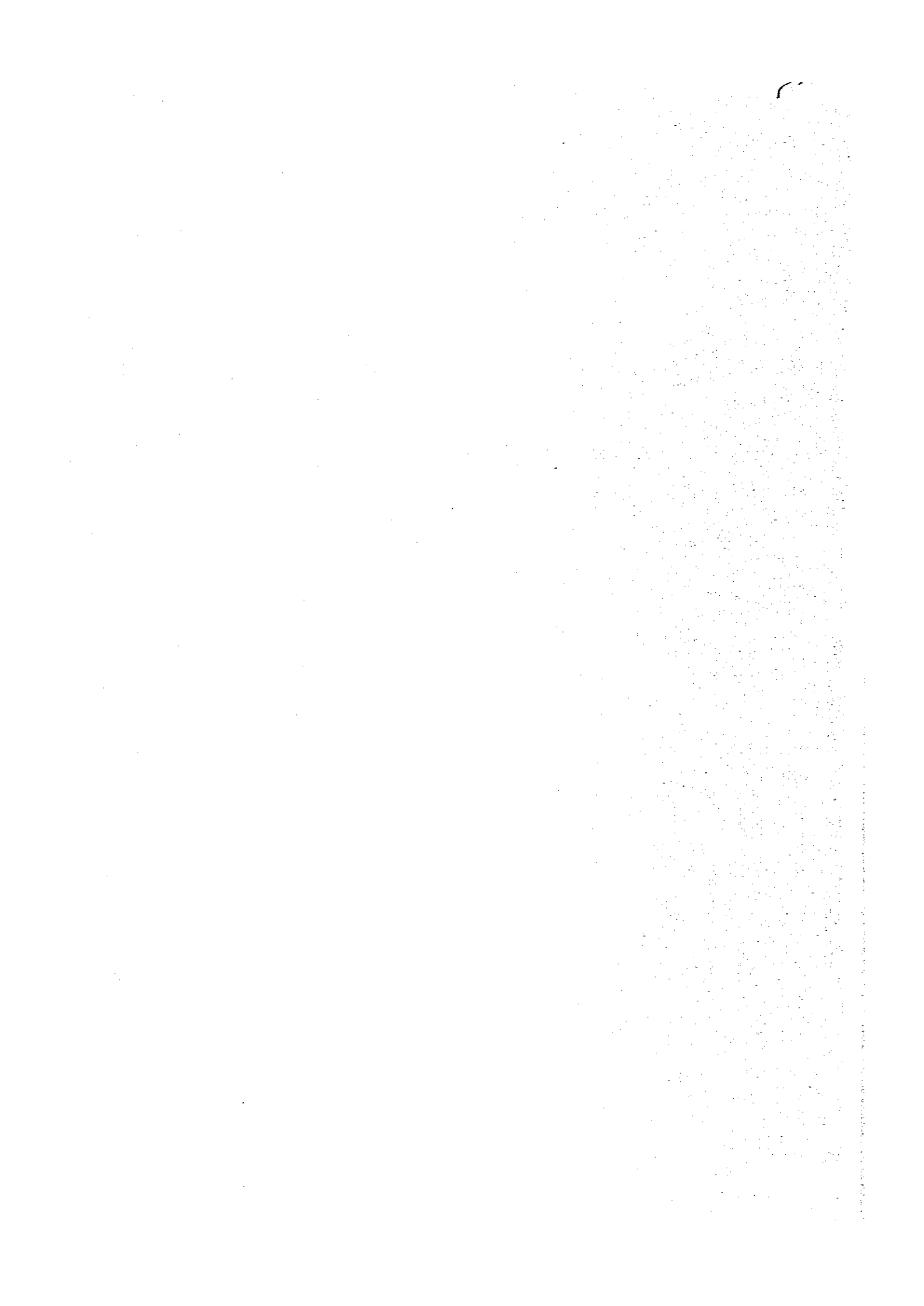
農家に対するインセンティブも必要であるが、実勢価格の3倍という実態を無視した価格を続けることはPTPの経営を危くするものであり、価格改善が望まれる。

### 5. コリネシンのクロラムフェニコール化

コリネシンのクロラムフェニコールへの転換については、ノタノール中でディクロル酢酸ノチルとの反応であるから、厚生省、またはCHIMIA FARMAと交渉を持つべきである。



# 第1章 序 論



# 第1章 序 論

## 1.1 背景と目的

インドネシア政府は、砂糖の国内自給達成のため、既存砂糖工場の修復およびスマトラ、スラウェシ、カリマンタンなど外領における砂糖工場の新設により、国産砂糖の増産に努めている。

砂糖の増産に伴ない、副産物である糖みつ、バガスなどの生産量も当然増加する。現状の砂糖工場は、殆どがジャワ島に存在し、年間約50万トンの糖みつが生産されているが、砂糖増産計画が予定通りに進行すれば1986年には年間100万トンの糖みつが生産されることになる。一方、糖みつは国際商品としての地位が確かされており、価格は国際市況の影響を受けて変動するものであり、1980年12月にはFOB119ドル/トンであったものが1982年12月においては、20ドルから22ドルに下落している。国内向け価格も1980年11月には71,900RPであったものが、同じく1982年12月には20,000RPにまで低下している。このような糖みつ価格の変動は、砂糖産業自体の育成の障害となっており、インドネシア政府として糖みつなどの副産物の有効利用を検討する必要性に迫られている。

インドネシア政府は、これら副産物の有効活用の観点から、発酵工業を中心とした砂糖副産物利用工業開発を行なうべく、我が国に可能性調査を依頼してきた。

この依頼をうけ、国際協力事業団は1982年8月31日から、11日間、同国に事前調査団を派遣し本件調査の実施にあたっての基本的事項に関する調査の範囲等を協議し、同9月8日に「Scope of Work for Feasibility Study on the Development of Sugar Cane Molasses Fermentation Industry in the Republic of Indonesia」(以下S/Wという)に合意、署名した。

本調査報告は、このS/Wに沿って、1982年11月28日から、同12月25日までの現地調査結果とその知見に基づく国内作業の結果をまとめたものである。

## 1.2 調査内容

S/Wによって調査すべきサイト3ヶ所と、発酵工業製品としての候補品目が7品目指定された。

すなわち、サイトとしてはジャワ島東部から中部にかけての3ヶ所であり、以下の通りである。

東部ジャワ：Situbondo 近郊 Panji 砂糖工場

① Sidiri 炭酸 Peleotren Baru 砂糖工場  
 中野タクト Pekatogea 炭酸 ② Cenal 田砂糖工場  
 Cenal アムロー工場

③ Cenal 田砂糖工場の調査にあたっては、近くの Stagi 工場にて各種のデータを入手し、また調査資料では資料が多量であるため、東部ジャワの Jatirolo 砂糖工場とアルコー工場の見本を採った。

前述の主要原料の採掘と製糖工場について、製糖工場の工場を設置した場合の種々問題点を想定して、適切な製糖工場サイトを調査することが第1の job となる。

次に、製糖工場建設としての候補地選定の1項目が挙げられている。

- ① ニチメアムロー
- ② 炭酸
- ③ グーネ
- ④ モーランド
- ⑤ 炭酸物質
- ⑥ ノエン
- ⑦ 糖 蜜

これらの項目のインドネシアにおける市場調査を行ない、市場性の有望なものについて、最大の項目までの企業化可能性を検討する。

以上のサイト及び候補項目に基づいて、プラントの概念設計を行ない、投資金額を推定した後、財務評価、経済評価を実施する。

また、これらとは別に、糖みつ以外の製産物であるバガスについての有効利用の可能性を概略的に調査すると共に、糖みつからの砂糖回収の可否についても技術面と経済面から概括的に考察する。

### 1.3 調査団の編成

現地調査団の構成は以下の通りである。

団長	西村 淳	昭和発酵工業株式会社 理事	研究開発部長
団員	斎藤 健	同上	・海外事業企画部・次長
	宇宿 友淳	同上	・防府工場・工務課長
	住江 幹	同上	・経営計画室・主査
	紀田 拓	同上	・生産技術部・主査

団員 望月省吾 協和発酵工業㈱・関連事業部・主査  
 野田泰司 糖プラント協会・コンサルタント

#### 1.4 調査日程

調査団は、現地調査の前期5日間をジャカルタでの各種資料の入手に努め、その後2週間を東部・中部ジャワのサイト調査に用い、残りの10日間を補足資料の収集と現地でのProgress Reportの作成と提出のために用いた。日程の詳細は以下の通りである。

11月28日(日)	西村・斉藤・宇宿・望月・住江 成田発 ジャカルタ着
29日(月)	JICA, 日本大使館挨拶, SBPN打合せ
30日(火)	統計局, SEKNEG訪問
12月1日(水)	JETRO, 興銀訪問
2日(木)	細田 東京発ジャカルタ着
3日(金)	計6名ジャカルタ発スマラバ着, PTP21/22にて打合せ
4日(土)	バスルワン移動, BP30にて打合せ
5日(日)	Panji 砂糖工場へ移動(住江を除く5名)
6日(月)	Panji 砂糖工場調査, 住江(BP30)にて資料調査
7日(火)	同上, 午後Jatirotoへ移動, 住江(BP30)滞在
8日(水)	Jatiroto 砂糖工場, アルコール工場見学, トレテス移動
9日(木)	Pesantren Baru 砂糖工場へ移動, 住江ジャカルタ着
10日(金)	Pesantren Baru 砂糖工場調査, 住江ジャカルタにて調査
11日(土)	同上, 午後ソロへ移動, 住江ジャカルタ発帰国
12日(日)	資料整理, 野田 成田発ジャカルタ着
13日(月)	PTP15/16にて打合せ, 午後スマランへ移動 野田 ジャカルタ発スマラン着 合流
14日(火)	Sragi 砂糖工場へ移動, Ex Comal 調査
15日(水)	Sragi 砂糖工場, Comal アルコール工場調査
16日(木)	西村・斉藤・野田チレボン移動, PTP14訪問 チレボン発 ジャカルタ着 望月・宇宿・細田スマラン移動 スマラン発 ジャカルタ着
17日(金)	JETRO訪問

12月18日(土)	望月ジャカルタ発帰国, 工業省, K A P B 訪問
19日(日)	資料整理
20日(月)	農業省畜産局, D K P M 訪問
21日(火)	S B P N, J E T R O 訪問
22日(水)	糧田ジャカルタ発帰国, J I C A, 大使館報告
23日(木)	B P P T 訪問, 夜 Soedjai 氏と面談
24日(金)	S B P N へ現地報告書提出
25日(土)	西村・斎藤・宇宿・野田ジャカルタ発帰国

### 1.5 主たる面談者

#### Dewan Gula Indonesia

Secretary

Ir. Soedjai Kartasasmita

Ir. Kisdarto

Ir. Soedarto

#### SBPN

Head, Project planning

Ir. Soetjipto Wirjopranoto

Assistant

Mr. Suharto

#### BP<sub>3</sub>G

Associate director

Ir. M. Mochtar

Ir. Sudjanto Tedjowahjono

Ir. Untung

Ir. Yahya Kurniawan



**PTP 14 (チレボン)**

**Development director**

**Ir. Lockman Zain  
Mr. R. Oedojo**

**PTP 15/16 (ソロ)**

**Director**

**Ir. Warjatmo  
Drs. Benno Djoko Soetamri**

**Development director  
Head, Research Dept.**

**Ir. Djoko Moeljono  
Mr. Hardiman Joedo  
Mr. Soetardi**

**PTP 21/22 (スラバヤ)**

**Development director**

**Ir. Sjamsir  
Mr. Satmoko**

**PTP 24/25 (スラバヤ)**

**Development director  
Head, Research**

**Ir. BSM Hutabarat  
Mr. Abdoel Madjid Soejoedono  
Mr. Noerdjamil**

**Panji Sugar Factory**

**Administrator  
Chief, Mechanics**

**Mr. H. M. Soemadjono  
Mr. F. M. de Fretes  
Mr. Soeparno Teng**

**Jatiroto Sugar Factory**

**Chief, Chemist  
Chief engineer  
Chief, Alcohol**

**Mr. Salem Brotojuwano  
Mr. Pitojo  
Mr. Widodo**

**Pesantren Baru Sugar Factory**

Manager	Mr. Soefeman
Administrator	Mr. Sunardi
Chief engineer	Mr. Soewarso
Process engineer	Mr. Walujo

**Ex Comal**

Field manager	Mr. Ash Simalupang
---------------	--------------------

**Comal Alcohol Factory**

Factory manager	Mr. Soegiharto
Production manager	Mr. Ichwani
Factory engineer	Mr. Soedarsono

**Sragi Sugar Factory**

Assistant manager	Mr. Suyanto
Chief engineer	Mr. J. Susatio

**工業省**

**Direktorat Jenderal Industri Kimia Dasar**  
Ir. Nico Kansil

**農畜省**

**Direktorat for cattle production**  
Mr. Sumarmo

**KAPB**

Managing director	Mr. U. Basuki
	Mr. Naswir Kawi

**BPPT**

Ir. Wardiman Djojonegoro

## 第2章 インドネシアの砂糖産業



## 第2章 インドネシアの砂糖産業

### 2.1 世界の砂糖産業の概況

リヒト社の推定によれば、砂糖きび作付面積の増加、世界的に砂糖きび生育地域の安定した天候により、1981/1982年及び1982/1983年と砂糖の生産量は増加している。従って過剰の在庫が砂糖市場を6セント/ポンドと低迷させている状況である。

2-1表に示すように、世界の砂糖在庫は2,500万トンを超えれば砂糖は高値に向い、3,000万トンを越せば安値に向い傾向があるが、1982/1983年の期末在庫は、3,600万トンに達すると想定され、これは年間消費量の40%に相当し明らかに過剰在庫と見做される。

世界的に見た砂糖消費の傾向について見れば、米国、西欧諸国、日本など主要先進国においては、健康上の問題と、異性化糖の増加により砂糖消費が減少しているが、発展途上国及び産油国では、逆に砂糖消費は増加して居り、世界的平均消費量については微増、若しくは均衡状態が続くものと考えられる。

Table 2-1 World Sugar Production, Consumption & Inventory

(Unit: 1,000 tons)

	<u>77/78</u>	<u>78/79</u>	<u>79/80</u>	<u>80/81</u>	<u>81/82</u>
Cane sugar	56,947	65,604	50,289	54,491	60,466
Beet sugar	35,146	35,498	33,805	32,937	36,722
Total production	91,097	90,965	84,857	88,183	97,608
Consumption	85,234	89,649	89,573	88,616	90,743
Inventory	30,576	31,307	25,931	24,975	31,358
Sugar price (average cent/lb)	10	10	30	15	8

このような状況から見れば、砂糖産業は必ずしも将来性のある産業とは思われない。但し、特定地域における天候の不順などによる砂糖きびの不作が、時として砂糖の異常高値を生じることとも過去の傾向から明らかであることも事実である。

このような現象について、近年砂糖の増産計画を実行中の開発途上国の関係者は感わされなような注意を払うべきであろう。なお、2-2表に示したが、甘蔗糖生産量の世界ランキングは第1位インドであり851万トン、以下ブラジル、キューバ、米国（ハワイを含む）、オーストラリア、中国、メキシコ、タイ、フィリピン、南アフリカ連邦の順であり、第10位の南アフリカ連邦では218万トンとなっている。

Table 2-2 Major Cane Sugar Producing Countries

1.	India	8,514,000 tons
2.	Brazil	8,500,000 tons
3.	Cuba	7,000,000 tons
4.	U.S.A.	5,536,000 tons
5.	Australia	3,550,000 tons
6.	China	3,360,000 tons
7.	Mexico	2,600,000 tons
8.	Thailand	2,520,000 tons
9.	Philippines	2,254,000 tons
10.	South Africa	2,179,000 tons

## 2.2 インドネシアの砂糖産業

### 2.2.1 概況

第2次世界大戦前のインドネシアの砂糖生産量は、年間300万トンと言われ、国内消費分の約30万トン以外は世界に輸出されていた。第2次世界大戦とそれに続く独立戦争において、砂糖産業が被った損害は極めて大きく、1958年から1966年にかけてのインドネシアの砂糖生産量は75万トンにまで激減するに至った。一方、人口増加と所得向上に伴う砂糖の国内消費の増加は極めて著しく、1981年には約180万トンに達したものと見られる。

国内生産量はその後、砂糖工場の復旧工事ならびに新設工事によって1981年には約130万トン程度であるから、その差約50万トンは輸入を行なっている。

このような事態に対処するため、インドネシア政府は砂糖の国内自給率を高め、1984年には完全自給体制をとるべく、ジャワ島内の既存砂糖工場の修復工事と、外領スマトラ、スラウエシ、カリマンタンなどでの砂糖工場の新設を計画し、その一部を実行に移しつつある。政府から発表されている砂糖きび耕地面積、砂糖生産量、砂糖消費量の1989年までの計画を2-3表に示した。

本計画によれば1983年以降の、外領での耕地面積の飛躍的な増加とそれに伴う砂糖生産量の増加が、大きな要因になっている。

## 2.2.2 インドネシアの砂糖工場

インドネシアの砂糖工場は、大部分が国営であり農業省の管轄のもとにある。農業省は各々の砂糖工場を地域別に分類して管理している。この単位をPTP (P.T.Perkebunan=State owned plantation company) と称しており、砂糖を取り扱うPTPは、ジャワ島の東端からPTP 24/25, PTP 21/22, PTP 20, PTP 15/16, PTP 14 となつて居る。ジャワ島以外には、スマトラにPTP 9があるのみと言われる。

1982年12月現在においてPTP傘下の砂糖工場が51ヶ所、私企業の砂糖工場が9ヶ所、合計60の砂糖工場が存在する。

2-4表に、各砂糖工場の所在地と1981年における砂糖きび処理能力を示した。

この表から明らかのように、60の工場の内、ジャワ島以外にあるものは僅か3工場に過ぎない。

また、砂糖工場はどれも処理能力が小さく、経済的に最小単位といわれる砂糖きび3000トン/日を越える工場は、全体の1割強の7工場にしか過ぎず、可成り原価の高い砂糖になっていることが後章からも示されている。

さらに、これらの砂糖工場の最近3ヶ年の年間稼働日数を2-5表に示した。年間稼働日数は工場所在地によって一定の傾向を示さず、長いものでは年間190日稼働する所もあれば、その半分以下の80日しか稼働しない所もある。しかし、平均して稼働日数の長い地方はPTP 21/22の東部から中部ジャワにかけての砂糖工場が多いようである。砂糖きびの収穫は、インドネシアにおいては4月頃から始まり、11月に終るというパターンが通常となっている。

## 2.2.3 インドネシアにおける砂糖きび生産

1981年版FAO Year Production による砂糖きび栽培面積、単位面積当りの収量、生産

Table 2-3 Project for Cane Field, Sugar Production and Consumption

	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
<u>Cane field (ha)</u>									
Java	182,834	229,417	250,255	259,172	259,172	259,172	259,172	259,172	259,172
Outside Java	18,098	22,984	59,286	98,183	158,478	200,738	245,699	293,959	343,959
<u>Sugar production (ton)</u>									
Java	1,260,739	1,626,321	1,780,187	1,854,627	1,887,716	1,920,805	1,953,894	1,986,984	1,986,984
Outside Java	86,320	106,179	230,515	364,586	587,400	750,100	923,200	1,109,000	1,272,648
Total	1,347,059	1,732,500	2,010,705	2,219,163	2,475,116	2,670,905	2,877,094	3,095,984	3,259,632
<u>Consumption (ton)</u>									
	1,769,473	1,905,463	2,052,250	2,211,813	2,384,250	2,556,285	2,739,596	2,936,480	3,147,519



**Table 2-4 Location and Capacity of Sugar Factory**

No.	Name	Location	Class	Capacity (TCD)
1.	Asembagus	Asembagus	PTP 24/25	1,520.7
2.	Panji	Situbondo		1,622.9
3.	Olean	Situbondo		1,075.8
4.	Wringinanom	Situbondo		1,050.7
5.	Prajekan	Situbondo		1,802.8
6.	De Maas	Besuki		710.4
7.	Semboro	Jember		4,099.0
8.	Pajarakan	Probolinggo		1,055.1
9.	Gending	Probolinggo		1,147.5
10.	Jatiroto	Jember		4,534.8
11.	Wonolangan	Probolinggo		1,165.9
12.	Kedawung	Pasuruan		1,244.5
13.	Krian	Sidoarjo	PTP 21/22	922.1
14.	Watutulis	Krian		1,373.5
15.	Tulangan	Surabaya		1,122.4
16.	Krembung	Surabaya		1,018.9
17.	Gempolkrep	Mojokerto		3,098.4
18.	Cukir	Jombang		1,568.8
19.	Jombang Baru	Jombang		1,068.0
20.	Ngadirejo	Kediri		1,652.0
21.	Pesantren Baru	Kediri		3,094.5
22.	Merican	Kediri		1,086.7
23.	Mojopanggung	Tulungagung		1,481.6
24.	Lestari	Kediri		1,570.8
25.	Kanigoro	Madiun	PTP 20	1,971.2
26.	Pagotan	Madiun		1,777.7
27.	Rejosari	Madiun		1,786.5
28.	Purwodadi	Madiun		1,855.3
29.	Sudhono	Madiun		2,097.6
30.	Bone*	Ujung Pandang		1,936.9
31.	Mojo	Sragen	PTP 15/16	1,595.9
32.	Tasikmadu	Solo		2,187.3
33.	Colomadu	Solo		1,107.4

No.	Name	Location	Class	Capacity (TCD)
34.	Ceper Baru	Kalten		1,274.1
35.	Gondang Baru	Klaten		1,437.0
36.	Kalibagor	Banyumas		1,047.7
37.	Rendeng	Kudus		1,396.7
38.	Cepiring	Kendal		1,689.0
39.	Sragi	Pekalongan		3,094.5
40.	Sumberharjo	Tegal		1,517.5
41.	Pangka	Tegal		1,334.4
42.	Jatibarang	Tegal		1,643.6
43.	Banjaratma	Tegal		1,521.4
44.	Cot Girek*	Lhok Sukon -- Aceh		1,043.1
45.	Tersana Baru	Cirebon	PIP 14	2,459.9
46.	Karangsung	Cirebon		
47.	Sindang laut	Cirebon		1,402.2
48.	Gempol	Cirebon		1,065.4
49.	Jatiwangi	Cirebon		872.0
50.	Kadhipaten	Cirebon		1,125.9
51.	Jatitujuh	Cirebon		3,139.2
52.	Kebonagung	Malang	Private	3,223.9
53.	Krebet Baru I	Malang		1,875.9
54.	Krebet Baru II	Malang		2,857.4
55.	Candi	Sidoarjo		1,260.6
56.	Rejoagung Baru	Madura		2,994.1
57.	Madukismo	Yogya		2,291.0
58.	Trangkil	Pati		1,873.5
59.	Pakis Baru	Pati		982.7
60.	Gunung Madu*	Lampung Tengah		

Note: \* Outside Java

Table 2-5 Milling Session of Sugar Factory (days)

No.	Name	1979	1980	1981
1.	Asembagus	139	109	131
2.	Panji	103	85	84
3.	Olean	85	71	63
4.	Wringinānom	105	79	100
5.	Praječan	134	110	119
6.	De Maas	93	65	80
7.	Semboro	128	96	103
8.	Pajarakan	124	115	122
9.	Gending	134	133	133
10.	Jatiroto	153	154	154
11.	Wonolangan	133	135	135
12.	Kedawung	181	181	167
13.	Krian	148	157	151
14.	Watutulis	168	146	161
15.	Tulangan	184	154	155
16.	Kremlung	148	135	118
17.	Gempolkrep	165	164	152
18.	Cukir	165	152	147
19.	Jombang Baru	190	163	125
20.	Ngadirejo	188	146	152
21.	Pesantren Baru	189	171	173
22.	Merican	195	184	143
23.	Mojopangung	179	152	149
24.	Lestari	166	158	131
25.	Kanigoro	123	139	133
26.	Pagotan	138	152	145
27.	Rejosari	110	117	132
28.	Purwodadi	126	127	134
29.	Sudhono	141	170	151
30.	Bone*	85	139	169
31.	Mojo	132	154	168
32.	Tasikmadu	120	140	158

No.	Name	1979	1980	1981
33.	Colomadu	127	131	160
34.	Ceper Baru	122	115	152
35.	Gondang Baru	103	104	116
36.	Kalibagor	70	73	93
37.	Rendeng	173	149	141
38.	Cepiring	118	135	123
39.	Sragi	166	185	191
40.	Sumberharjo	139	144	151
41.	Pangka	123	151	152
42.	Jatibarang	95	119	120
43.	Banjaratma	86	81	128
44.	Cot Girek*	64	78	123
45.	Tersana Baru	123	124	143
46.	Karangsuwung	84	78	-
47.	Sindang Laut	110	120	139
48.	Gempol	101	115	139
49.	Jatiwangi	103	106	114
50.	Kadhipaten	109	106	139
51.	Jatitujuh	-	-	79
52.	Kebonagung	153	146	136
53.	Krebet Baru I	129	100	121
54.	Krebet Baru II	122	122	104
55.	Candi	129	157	173
56.	Rejoagung Baru	120	119	134
57.	Madukismo	151	157	148
58.	Trangkil	198	196	163
59.	Pakis Baru	172	165	155
60.	Gunung Mzdu*	-	-	-

Note: \* Outside Java

量についてのインドネシアの統計を2-6表に示した。栽培面積も生産量も政府の方針を反映して着実に伸びていることが、表から明らかである。

特筆すべきことは、単位面積当りの収量が100 ton/ha と多いことであり、他の東南アジア諸国においては見られない好収量である。これは品種、灌漑、施肥などが十分に整備されていることによるものと考えられ、インドネシアの砂糖産業の水準の高さを示す一端と見られる。但し、2-3表のように今後の栽培面積の増加が、従来のジャワ島中心でなく外領に主体をおくことになっていることは今後の砂糖増産計画に対し鍵を握る要因となろう。

Table 2-6 Area Harvest, Yield and Production of Sugar Cane in Indonesia

	1979	1980	1981
Area harvest (1,000 ha)	166	170	177
Yield (Kg/ha)	96,353	100,500	99,208
Production (1,000 ton)	15,995	17,085	17,560

各PTP地域別の砂糖きび生産量については、Balai Penyelidikan Perusahaan Perkebunan Gula 通称BP3G というインドネシア国立砂糖研究所においては、2-7表のように推測している。

すなわち、1984年頃まではジャワ島内での砂糖きび生産を増加させ、砂糖工場の稼働日数の向上により、砂糖の増産をはかることとし、外領での砂糖きびが本格的に増えるのは1985年以降となっている。

#### 2.2.4 インドネシアの砂糖価格

砂糖はPTP傘下の各工場で生産されると、直ちにBULOGの管轄下におかれる。砂糖に限らず、すべての農業省管轄の食料品はこの様式である。BULOGはかかる食料品の国家的見地からの貯蔵、配給者、価格安定化などの機能をもっている。砂糖の実質上の所有者はBank Bumi Dayaであり、砂糖購入者は発注をBULOGに対して行ない、対価をBank Bumi Dayaに支払うことで、砂糖を入手することができる。

1982年12月時点における砂糖の価格構成は、以下に示すような構成になって末端へ

Table 2-7 Cane Production in Java

(Unit: 1,000 ton)

	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>
PTP 14	922	1,333	1,675	2,404	2,744
PTP 15/16	2,834	3,095	3,997	4,082	4,174
PTP 20	1,310	1,372	1,653	1,712	1,764
PTP 21/22	2,875	3,023	3,208	3,402	3,676
PTP 24/25	2,205	2,661	3,735	4,263	4,263
Total PTP	10,145	11,485	14,270	15,901	16,696
Non PTP	2,385	2,501	3,281	3,336	3,392
Grand total	12,530	13,986	17,552	19,237	20,089
Outside Java	-	1,097	1,368	3,080	4,249

(Source: BP3G)

出廻っている。

砂糖工場の売渡し価格 35,000 Rp/100 Kg

政府税

貯蔵の銀行利子

BULOGの手数料

流通業者の購入価格 46,000 Rp/100 Kg

流通費用, 利益

末端市場価格 約 50,000 Rp/100 Kg

市場価格の 50,000 Rp/100 Kg は約 72 セント / Kg, 或いは 170 円 / Kg ということになり、現在の国際市況 6 ~ 7 セント / ポンド, 31 ~ 36 円 / Kg よりも可成り割高となっている。

割高の理由は、砂糖きびの買上げ価格が高いこと、砂糖工場の規模が小さく且つ、その割

りに雇用人員が多いことが挙げられる。

因みに、PTP 24/25の傘下のPanji 砂糖工場は、1,600トン cane /日という能力で、砂糖生産時には1,800名の人員を抱えており、砂糖の工場原価は1982年について次の様に推定している。

製造費	279,238 Rp
管理費	104,942 Rp
工場原価	384,180 Rp/トン

この価格は、政府から定められた35,000 Rp/100Kgを超過しているが、PTP全体としてとらえれば損失にはならないという。

参考のため、政府にて決定される砂糖の工場価格の推移を下記の表に示した。表から明らかにより毎年のように価格上昇が極めて著しい。

砂糖の国際市況が極めて安価に安定している現状において、このように安価な砂糖を輸入しないで、砂糖を国産化しなければならない必然性について、若干の疑問を抱かざるを得ない。

#### インドネシアの砂糖工場価格の推移

May, 1974	75.598 Rp/kg
Nov., 1974	90.88
Nov., 1975	109.077
May, 1977	134.34
May, 1978	155.577
June, 1979	187.948
May, 1980	225.537
Oct., 1980	307.056
Apr., 1981	350.000

#### 2.2.5 糖みつ生産量について

地域によって若干の差はあるものの、インドネシアにおいては砂糖きびから約9~11%の割合で砂糖、約3.5~4.5%の割合で糖みつが生産される。従って、マクロに見れば1,700万トンの砂糖きび生産であるから、60万~70万トンの糖みつが生産されていると見做される。各PTP傘下の砂糖工場にて1981年に生産された糖みつの量を2-8表に示した。この表を合計すれば489,353トンと大凡50万トンとなったので、前述の推定結果はほぼ正しいと言える。

**Table 2-8 Molasses Production of Sugar Factory (ton)**

No.	Name	1981
1.	Asembagus	7,540
2.	Panji	4,646
3.	Olean	2,374
4.	Wianginanom	3,425
5.	Prajekan	7,492
6.	De Maas	3,653
7.	Semboro	14,822
8.	Pajajaran	4,510
9.	Gending	5,480
10.	Jatiroto	25,058
11.	Wonolangan	6,067
12.	Kedawung	6,448
13.	Krian	5,016
14.	Watutulis	7,963
15.	Tulangan	7,110
16.	Krembung	4,660
17.	Gempolkrep	16,893
18.	Cukir	8,083
19.	Jombang Baru	4,952
20.	Ngadirejo	9,788
21.	Pesantren Baru	19,791
22.	Matican	8,027
23.	Mojopangung	7,283
24.	Lestari	7,801
25.	Kanigoro	8,902
26.	Pagotan	8,715
27.	Rejosari	9,675
28.	Purwedjati	7,440
29.	Sudhono	11,420
30.	Bone*	14,730
31.	Mojo	8,858
32.	Tasikmadu	9,678



No.	Name	1981
33.	Colomadu	6,038
34.	Ceper Baru	4,442
35.	Gondang Baru	4,150
36.	Kalibagor	3,116
37.	Rendeng	6,674
38.	Cepiring	6,222
39.	Stagi	24,241
40.	Sumberharjo	6,644
41.	Pangka	7,902
42.	Jatibarang	6,726
43.	BanjaraIma	7,179
44.	Cot Girek*	5,632
45.	Tersana Baru	11,260
46.	Karangsuwung	—
47.	Sidang laut	4,302
48.	Gempol	5,024
49.	Jatiwangi	3,117
50.	Kadhipaten	6,912
51.	Jatitujuh	13,083
52.	Kebonagung	18,428
53.	Krebet Baru I	8,412
54.	Krebet Baru II	11,038
55.	Candi	—
56.	Rejoagung Baru	12,027
57.	Madukismo	13,259
58.	Trangkil	10,351
59.	Pakis Baru	4,874
60.	Gunung Madu*	—

Note: \* Outside Java

また、糖みつの流通と販売を一手に引受けているKAPBの資料によれば、スマトラのPTP-9の5,000トンの糖みつを加えて49,382.4トンの糖みつが1981年に生産されたことになっている。KAPBからの資料を2-9表に示した。本資料は、PTPの1982年4月のYear meetingで発表されたものであり、1981年までの数値は実績であり、1982年以降の数値は計画である。この計画が予定通りに進行すれば、1986年にはインドネシアの糖みつ生産量は100万トンを超えることになる。これは東南アジアでは、インド、中国、タイに次ぐ生産量となり、フィリピンを抜く生産量となる。

PTP別に見れば、東部ジャワのPTP24/25の地域の糖みつ生産量が、最も増加することになっている。

これに対処するには、砂糖工場の新設もさることながら、既設の工場の部分改修による処理能力向上と、砂糖さび増産による操業日数の延長による生産増加も重要な因子とされている。

#### 2.2.6 糖みつの品質について

各砂糖工場は、砂糖生産時期に入ると15日毎に糖みつサンプルをBP3Gに送付して分析を実施している。

今回の現地調査の対象地区となったPesantren Baru 砂糖工場とEx Comal 近傍のSragi 砂糖工場の1982年の製糖期の糖みつの経時分析の結果を、2-10表、2-11表に示した。

糖みつの品質は、製糖時期に入った直後は砂糖の収率が低い、換言すれば良好な品質の糖みつが回収されるという現象がある。

この場合には転化糖として59%から60%の糖含有量となる。定常期に入れば、転化糖として最低54%から最高58%の糖含有量の糖みつを得る。従って、糖含有量から見ればインドネシアの糖みつは秀れている。但し、灰分含有量が10%と高いことが欠点として挙げられる。発酵工業の原料としての糖みつを考えた場合、糖の含有量の高いことは特長となるが、灰分はスクーリングの原因として好ましくない。できることならば、製糖技術の改良によって、糖みつ中の灰分を5~6%にとどめることが、発酵原料として好ましい。

#### 2.2.7 インドネシアの糖みつ価格

糖みつは国際商品としての地位を獲得しており、国際市況によって価格変動をうけることは当然である。インドネシアの糖みつについても可成りの価格変動が見られている。1982年12月にKAPBにおいて聴取したデータによれば、以下のような価格となっている。例れもジャワ島でのCIF価格である。

1977年 15,200 Rp/トン

Table 2-9 Molasses Production in Indonesia

(Unit: tons)

<u>Year</u>	<u>PTP9</u>	<u>PTP14</u>	<u>PTP15/16</u>	<u>PTP20</u>	<u>PTP21/22</u>	<u>PTP24/25</u>	<u>PTP-sub-total</u>	<u>Non-PTP</u>	<u>Total</u>
1976	2,715	30,780	71,237	29,064	67,769	70,628	272,193	41,290	313,483
1977	4,955	29,720	80,282	37,577	89,524	84,309	326,437	52,090	378,437
1978	5,239	25,698	78,846	39,961	115,727	97,195	362,666	62,096	424,762
1979	3,022	23,568	78,634	47,361	115,273	98,480	366,338	103,924	470,262
1980	3,789	27,765	85,381	66,081	118,554	87,866	389,436	101,858	491,294
1981	5,155	41,394	91,968	58,014	107,904	90,926	395,361	98,463	493,824
1982	4,140	51,839	125,600	66,361	117,442	121,488	484,870	103,057	587,927
1983	28,135	66,686	136,945	69,076	126,906	142,497	570,245	123,423	693,668
1984	61,413	84,332	139,154	77,835	147,543	151,908	662,185	137,340	799,525
1985	71,802	96,518	156,566	103,837	163,116	186,706	778,545	141,629	920,174
1986	72,603	113,657	174,021	124,502	179,713	218,926	883,422	148,893	1,032,315
1987	72,602	119,997	184,799	139,002	198,652	230,136	945,188	156,243	1,101,431
1988	72,600	119,997	189,326	146,744	206,930	241,521	977,118	163,843	1,140,961

Source: Year meeting PTP 1982

**Table 2-10 Analytical Data of Molasses from PG Pesantren Baru (1982)**

	Date	Brix	Poi	Saccharose (%)	Reducing sugar (%)	Total sugar as Invert (%)	Ash (%)
June	1-15	90.62	25.77	32.64	24.90	59.26	9.95
June	16-30	90.01	26.19	33.12	24.51	59.37	9.91
July	1-15	88.65	27.18	33.61	23.59	58.97	9.79
July	16-31	88.98	25.92	31.99	23.38	57.05	10.07
Aug.	1-15	88.09	28.57	35.12	17.67	54.64	10.07
Aug.	16-31	88.49	28.14	34.47	20.04	56.32	10.49
Sep.	1-15	86.24	28.87	34.40	20.04	56.25	10.15
Sep.	16-30	88.33	32.03	36.94	19.45	58.33	9.90
Oct.	1-15	93.46	27.00	33.31	19.58	56.18	9.61
Nov.	1-15	86.61	22.63	30.88	20.05	52.26	10.07

**Table 2-11 Analytical Data of Molasses from PG Sragi (1982)**

	Date	Brix	Pol	Saccharose (%)	Reducing sugar (%)	Total sugar as Invert (%)	Ash (%)
Mar.	16-30	96.13	27.38	33.66	24.91	60.34	10.88
Apr.	1-16	94.18	26.71	33.22	24.34	59.31	10.85
Apr.	15-30	93.21	25.34	32.57	22.30	56.58	11.34
May	1-15	91.90	24.66	31.59	22.39	55.64	11.16
June	1-15	93.70	25.88	32.39	24.23	58.32	11.32
July	1-15	96.42	27.38	34.59	23.09	59.50	11.56
Sep.	16-30	96.18	28.76	34.56	23.01	59.39	11.08
Oct.	1-15	92.61	31.72	32.11	24.26	58.06	11.32

1978年上期	16,500 Rp/トン
# 下期	24,750
1979年上期	30,950
# 下期	36,100
1980年上期	58,200
# 下期	71,900
1981年上期	60,000
# 下期	50,000
1982年8月	20,000

すなわち、現状では20,000 Rp/トンであるが、僅か2年前の1980年下期には3.6倍の71,900 Rp/トン(約120ドル)という高値であった。この時期の糖みつは世界的に何れの地でも高値であったので、インドネシアだけ特に高価格であったわけではない。また、この時期にインドネシアでの糖みつ生産量が減少して、品不足になったわけでもない。

このように糖みつ価格は、自国での需要供給に左右されずに純粋に国際市況によって影響されるものであることを、糖みつ利用策として発酵工業をインドネシア国内で開発する場合には、関係者は特に注意しておく必要がある。

糖みつ価格についてもう一つ留意すべき点は、農民から砂糖工場へ、砂糖きびを運び砂糖を生産した場合、副生する糖みつは農民と工場で大凡50:50に分配し、工場は農民に分配する分の糖みつを現状の市価の3倍以上の65,000 Rp/トンで買い上げていることである。農民の生産意欲向上のため若干のインセンティブは必要かと考えるが、糖みつ生産量が増加する一方であるのでPTPの経営を悪化させないための改善が必要であろう。

## 2.3 世界及び東南アジアの糖みつ事情

### 2.3.1 糖みつ生産

世界全体としてリヒト社の資料(2-12表)によれば、糖みつは年間3,000万トンから3,400万トンが砂糖産業の副産物として生産されている。この内、約1,000万トンはヨーロッパのビートからの糖みつであり、残りの2,000万から2,400万トンの糖みつが、インドネシアと同様の砂糖きびからの糖みつである。砂糖きびからの糖みつは、アジア、北・中米、東南の三地域が主体で、何れの地域においても年間600万から700万トン生産され、残りがアフリカとオセアニアで生産されている。従ってインドネシアの現状の糖みつ生産量はアジア全体の10%以下である。2-13表に示すようにアジアではインドの280万トンが最大

**Table 2-12 World Production of Molasses**

(Unit: 1,000 tons)

	<u>77/78</u>	<u>78/79</u>	<u>79/80</u>	<u>80/81</u>	<u>81/82</u>
West Europe	4,631	4,380	4,209	4,215	5,098
East Europe	5,227	5,226	4,667	4,232	4,891
Europe sub-total	9,858	9,606	8,876	8,447	9,989
North & Central America	7,161	7,171	6,452	6,469	6,865
South America	7,181	7,217	7,362	6,913	6,985
Africa	2,115	2,096	2,207	2,197	2,486
Asia	6,670	6,676	5,202	6,289	7,110
Oceania	746	683	741	842	855
World total	33,631	33,449	30,749	31,057	34,180

(Source: "Lichit")

**Table 2-13 Molasses Production in Asian Countries**

(Unit: 1,000 ton)

	<u>77/78</u>	<u>78/79</u>	<u>79/80</u>	<u>80/81</u>	<u>81/82</u>
Philippines	808	818	818	860	834
Thailand	962	1,059	679	1,029	1,303
Indonesia	460	455	430	440	488
Pakistan	400	239	247	366	500
Australia	642	577	598	713	719
Hawaii	293	305	301	284	272
Fiji	103	84	111	108	111
India	2,971	2,564	1,582	2,129	2,800
China	858	932	878	1,068	1,176

(Source: Kaigai Satoh Jyohoo)

であり、以下タイ、中国、フィリピン、パキスタンの順となっている。

### 2.3.2 糖みつの流通

糖みつはその殆どが畜産動物用の飼料として使われ、日本のように輸入量の半分以上が発酵用原料として使われる例は極めて特異である。すなわち、米国では年間250万トン以上の糖みつが飼料用として使用されており、自国で生産は150万トン程度で不足分は、メキシコ、キューバなどからの輸入に頼っている。

ヨーロッパ諸国においても、糖みつは南アフリカ、エジプトなどのアフリカ諸国と一部はパキスタンなどの西アジア地域から輸入している。南米のブラジル、アルゼンチンでは糖みつとしての輸出よりも、アルコールに加工してから輸出している例が多い。

これに対してアジア地域での糖みつ消費は日本、韓国、台湾の三ヶ国が主体であり、しかも発酵原料としての用途が主体である。この三ヶ国での糖みつの年間の需要は、大体130万トン前後と推測される。その内訳は、

日 本	約80万トン
韓 国	約40万トン
台 湾	約10万トン

とみられる。これに対して、東南アジア各国の糖みつの輸出余力は、砂糖きびの作柄によって年により変動はあるものの、上記三ヶ国の需要を満たせるに足る量がある。従って主要糖みつ生産国である、フィリピン、タイ、インドネシアの流通における競合となる。

糖みつ流通にとって最も大きな要因は、運賃と貯蔵の費用である。つまり、糖みつ産地が集中しており、港までの距離が近く、且つ港に大きな貯槽があり船積み設備が整備されていることが、流通経費を最小限にすることが可能となり、他よりも魅力的な輸出価格を生み出すことができる。

タイ、フィリピン、インドネシアの糖みつ流通条件について、簡略にまとめれば次のようになろう。すなわち、タイについて見れば、製糖工場の多くはカンチャナブリ地域に存在し、糖みつの輸出については全部バンコク港に集中して行なわれている。フィリピンについて見れば、製糖工場の多くは別名Sugar Islandと言われるネグロス島に集中し、糖みつについても集中して取扱われている。一方インドネシアについては、現状では製糖工場は東部から中部ジャワ島に散在し、糖みつの集荷地についても、スラバヤ、ブルワンギ、スマラン、ベカロンガン、チレボンなど各地に分散している。すなわち、タイ、フィリピンに比較して集荷単位が小さいことは、単位容量当りの流通経費が高くなることを示している。また、日本、韓国、台湾など消費地への距離が遠いこともインドネシア産の糖みつのmarketingに際して



のハンディキャップとなっている。

今後、外領の砂糖工場が増加するので、糖みつの集荷, distributionの問題は、インドネシアの砂糖産業にとって益々重要な問題となってこよう。



### 第3章 インドネシア砂糖副産物利用産業



## 第3章 インドネシア砂糖副産物利用産業

### 3.1 糖蜜利用産業に関する市場分析の前提

糖蜜利用産業の現状と将来を解析するに当たり、その対象を

インドネシア国内市場 と

海外へ向けての輸出市場

に大別できる。

国内市場については、現在存在する糖蜜利用産業の姿を把握し、今後の需要の伸びを予測する事と、現在海外諸国から輸入されている品物につき、自国生産へ持っていく事の2つに視点の重心を据え、総合的に考察する事とする。従って、解析の基礎となる情報は、政府の統計数字、諸機関より提供された情報、および業界人とのインタビューにより得た情報等が中心となる。

解析に当たっては、高度な統計的手法も活用しているが、一般的に基礎数字の不足な面がある。一方、糖蜜を利用する産業そのものが、インドネシアにおいてはこれから発展させていかなければならないステージにあるため、インドネシア政府の国としての方針と支援が必須である。すなわち、糖蜜を利用する産業の中心は発酵工業であるから、発酵工業を支える人材の育成計画から、市場を開拓していく市場育成計画に至る幅広い諸対策が、製造計画と共に考えられる事が大切である。従って国内市場を開拓するために考えるべき方策についても、出来るだけ触れる事にする。

輸出市場については、今回の調査では多くを語る事ができない。その理由は、インドネシアにおける発酵工業が揺らん期にあるため、国際市場において競争力を持ち得るかどうかを判定するのは困難だからである。むしろインドネシア国内における関連する諸産業を振興し、発酵工業製品の国内地盤をまず固めていく事こそ重要と思われる。いくつかの発酵工業が発展していく過程において真に国際的競争が可能なのは何か、自づと判明していくものとする。

従って、今回のレポートにおいては、インドネシア国内市場を中心に糖蜜を利用した発酵工業につき解析する事とする。また、今回の対象品目は7つに絞られているので、それらにつき重点を置いた解析を試みる事とする。

### 3.2 糖蜜使用の面から見た現状

BP3Gで入手したデータにより、糖蜜の利用状況をみると、図3-1の如くである。1980年における糖蜜の消費量38万トンのうち、国内消費には約27.5万トン(72%)が使われて

Source: BP3G

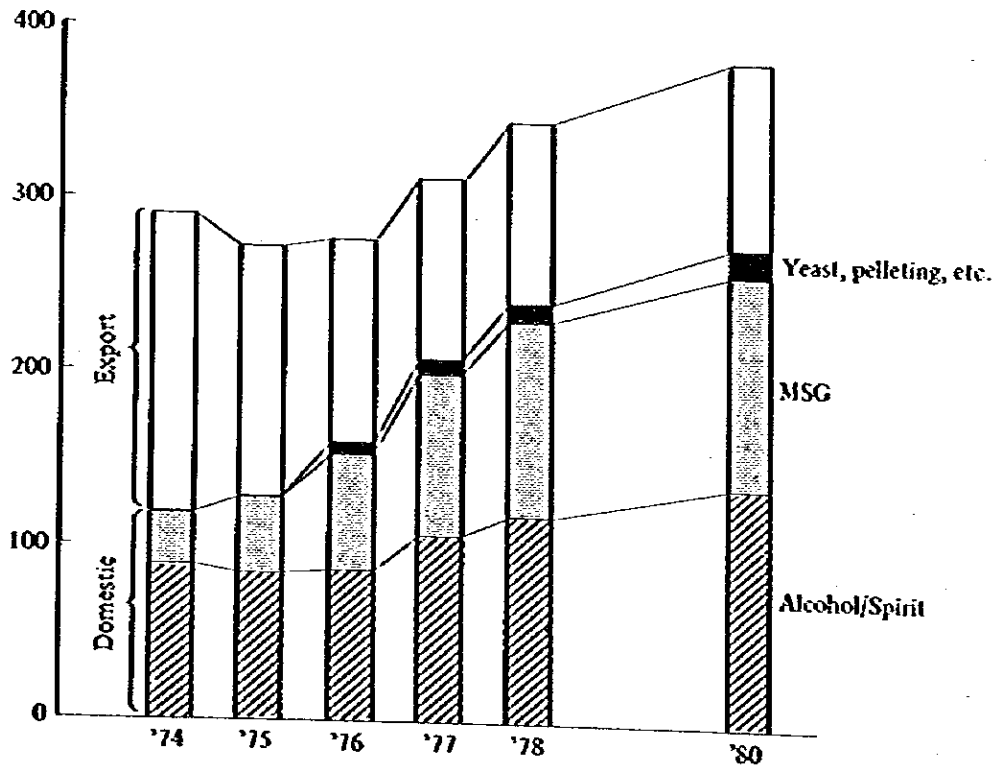
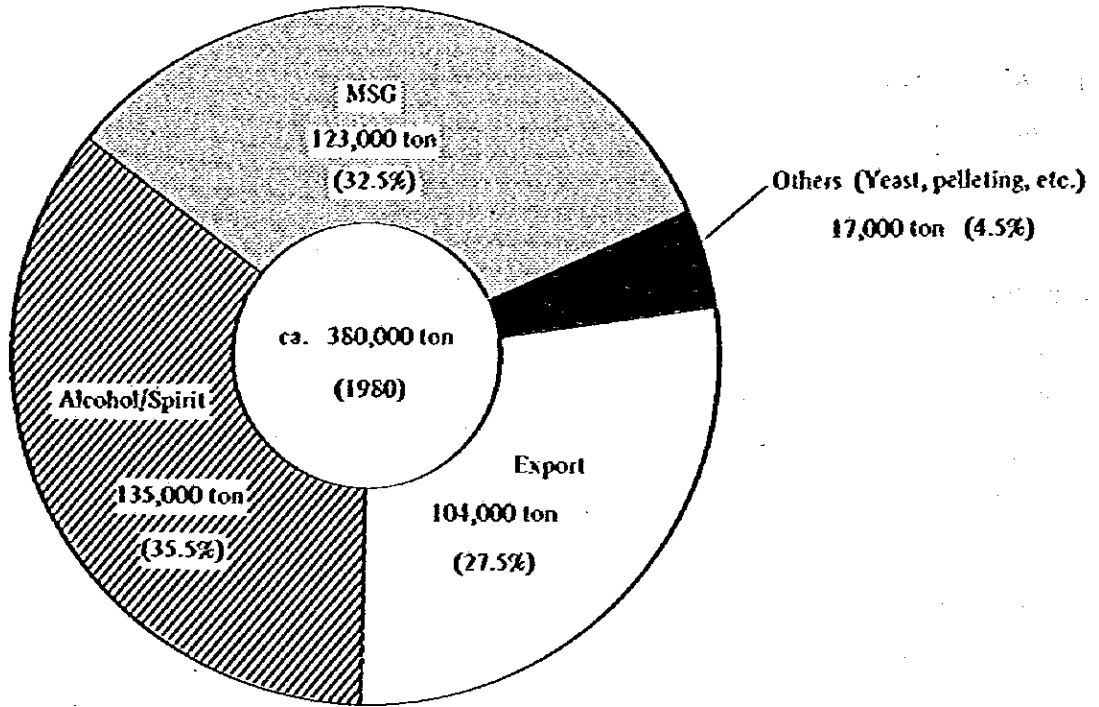


Fig. 3-1. Usage of Molasses in Indonesia

いる。国内消費の内訳を見ると、アルコール/スピリット製造用に約半分の13.5万トンが使われ、それに肉迫するものがMSG製造用12.3万トンで、両者で国内消費の94%を占めている。残りの1.7万トンは酵母、飼料用ペレット等に使われている。

輸出向け糖蜜は、その時の国際市場の影響を直接受けるので、単純な予測はできないが、糖蜜の国内消費は順調に伸びている事が図3-1から分かる。特にMSG用糖蜜は1974年以降急速に伸びてきて、最近はややその伸びが鈍くなってきている。

以上のような糖蜜の利用状況からみて、アルコールおよびMSGについてはインドネシアにおいて産業の基礎は出来上っていると見る事ができ、今後の伸びがどうか重要なポイントである。また消費量は小さいが次第に需要が増加しているイーストや飼料用ペレット等の今後の伸びが期待できるかどうかポイントの一つである。更に、糖蜜を利用できる新しい品目が可能かどうかについても以下検討していく事になる。

### 3.3 エチルアルコール

エチルアルコールは、糖みつから発酵法によって最も容易に製造できる品物であり、また糖みつを可成り多量に消費するという特徴をもっている。その反面、先進国においては廃液処理の問題を必らず派生するものである。

インドネシアにおいては、KAPBの報告によれば現在13のアルコール工場がある。その内、3工場はPTPに属しているが他は民間に所属している。(表4-2参照のこと)

今回の調査団のジャワ島内のサイト候補地の検討の途中に、最新のアルコール工場と、最も古典的なアルコール工場を見学し得た。

最新の工場は、PTP24/25に属するJatiroto工場である。この工場はオーストリアVogelbush社の技術により1982年に完成したばかりであり、Yeast recycle方式で75m<sup>3</sup>の発酵槽2基で15kl/dayのアルコールを生産している。暑い地方で最も問題となる発酵温度についてはchilled waterを用いて32℃に調節している。そのため糖みつのアルコール原単位も336kg/klと可成り良好な成績を示している。蒸留廃液は未処理にて河へ放流しているとのことであった。工場設備については、Yeast recycleのための遠心分離機、ステンレスの発酵槽、ステンレスの蒸留塔をそろえており、コンパクトにまとめていた。

最も古典的な工場は、PTP15/16に属するComal工場である。1917年に建設されており、木製開放型の40klの発酵槽15基が工場の主要設備となっており、18kl/dayのアルコール生産能力をもっている。発酵温度については、28~29℃の河川水を冷却に使うので、34~35℃となっている。発酵時間は48時間で、アルコール10v/v%のmashを得るといふものの、糖

みつのアルコール原単位は4.0 Kg/ℓとのことで必ずしも良い結果とは言えない。蒸留廃液も未処理で放流している。

これらの工場の生産能力と82年における生産実績については、表4-2に述べたが、能力は合計1945 ℓ/dayであり、年間300日稼働すれば、約58,000 ℓの能力となるが、実際には26,100 ℓしか生産されていない。過去の生産記録については、KAPBでPTPに属する工場の分のみのデータがある程度で、全体の生産量の動向について知ることはできない。但し、現在の市場については、後継その他の産業からの回収メタノールが安価に供給されるため、工業用アルコールの市場が失なわれつつあり、そのため生産能力の50%に満たない稼働率にとまっているという。

工業用アルコールのインドネシア国内にて生き残る道は、代替エネルギーとしてガソリン、若しくはディーゼル油に混合して用いる所謂“Gasohol”を推進することが肝要ではないかと思われる。

#### 3.4 グルタミン酸及びMSG

インドネシアにおけるMSGの生産量、需要量については、適確な統計数字が無いので、関連資料のデータを使って2つの角度より推定を試みる。

一つは、中央統計局(BPS)より出版されている“Industrial Statistics 1980”VOL IIの“Manufacturing of seasoning”の利用による。この資料中に、使用されたGAの量と使用された糖蜜の量についてのデータがあるので、これらのデータよりMSGの生産量を推定したのが表3-1である。推定にあたっては、糖蜜中の糖濃度、発酵および精製の収率やGAからMSGへの転換率など考慮しなければならぬが、ここでは概数を把む意味で標準的な水準のものを使用した。

もう一つは、輸入されたGAについての情報と、糖蜜利用情報の利用によるものである。中央統計局の輸入統計資料よりの輸入GA(表3-3)がすべてMSGになったと仮定し、それに図3-1に示した糖蜜利用状況データのうち、MSG用糖蜜の量からMSG量を計算し加えたものが表3-2である。

両者の間には差があるが、両者の概数を図に示したものが図3-2である。この図から見て、インドネシアにおけるMSGの生産は1976年頃2万トン前後であったものが、1980年には3万トン台に伸びていると云うことができる。

インドネシアからのグルタミン酸類の輸出は少ない(100トン程度か?)ので、インドネシアにおけるMSGの生産は現在3万トンを越え3万5千トン前後のレベルと推定される。



**Table 3-1 Estimation of MSG Production in Indonesia (Part 1)**

Source: "Industrial Statistics 1980" -- "Manufacturer of seasoning, Code 31270 (BPS)

(Unit: 1,000 tons)

	Glutamic Acid	Molasses	Estimated MSG		
	Total (Import + Local)	Total	from GA	from Molasses	Total
1975	2.2	4.2	2.6	1.0	3.6
1976	8.9	41.9	10.7	10.5	21.2
1977	10.5	66.3	12.6	16.6	29.2
1978	16.73	88.35	20.1	22.1	42.2
1979	11.43	79.23	13.7	19.8	33.5
1980	6.81	102.27	8.2	25.5	33.7

**Table 3-2 Estimation of MSG Production in Indonesia (Part 2)**

(Unit: 1,000 tons)

	Glutamic Acid imported <sup>*1</sup>	Molasse distributed to establishments <sup>*2</sup>	MSG		
			from GA	from Molasses	Total
1975	2.29	42.9	2.7	10.7	13.4
1976	1.51	66.6	1.8	16.5	18.3
1977	1.0	90.9	1.2	22.7	23.9
1978	1.41	109.3	1.7	27.3	29.0
1979	1.64	115.0	2.0	28.7	30.7
1980	3.27	123.2	3.9	30.8	34.7
1981	2.36				

\*1: From Table 3-3.

\*2: From Figure 3-1.

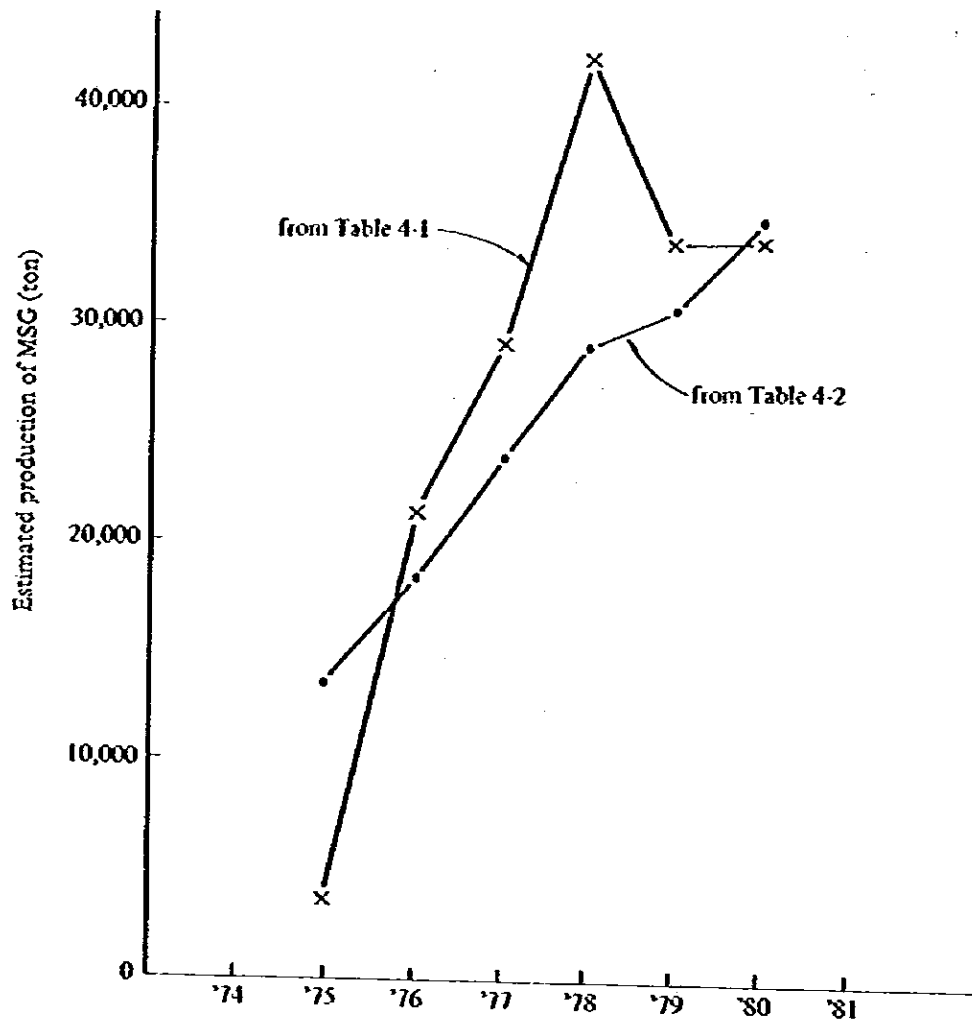


Fig. 3-2. Trend of Estimated Production of MSG in Indonesia

Table 3-3 Imported Glutamic Acid in Indonesia

(N.W.: Net Weight, ton; CIF: x 1,000 US\$)

Main Countries	1981		1980		1979		1978		1977		1976		1975	
	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF
(total)	2,363	3,445	3,268	4,522	1,640	2,148	1,414	1,981	1,006	1,569	1,506	2,240	2,293	2,686
People Rep. of China	2,052	2,987	2,638	3,517	1,150	1,478	1,100	1,476	150	214	318	443	395	512
France	307	458	204	276	255	329	250	391	300	455	860	1,303	1,161	1,317
Rep. of China			360	486	210	276	50	76	295	419	290	395	120	129

Source: Import (BPS)

表3-4に、日本におけるMSGの生産量および消費量の概算数字を示した。この中で国民一人当たりのMSGの消費量の推移をみると、1980年の約700g/人をピークにその後は下降気味である。日本においては家庭用と食品加工や飲料店で使用される業務用がほぼ1:1である事から、国民1人が家庭で消費するMSGは約300~350g/人とみる事ができる。

Table 3-4 Production and Consumption of MSG in Japan

	Production (ton)	Export (ton)	Domestic (ton)	Consumption (g/man)
1975	72,900	10,150	65,750	596
1976	80,800	13,380	67,950	609
1977	73,900	10,650	63,980	567
1978	79,800	12,670	67,680	571
1979	86,900	13,320	74,240	645
1980	89,600	11,040	80,570	696
1981	79,000	10,000	72,000	615

Source: Daily Economic Telecommunication Co., Ltd.

一方、インドネシアにおいては、3万5千トンのMSGがすべて家庭用として消費されていると仮定し、人口約1億4千万人とすると、国民一人当たりのMSGの消費量は約250g/人となる。このレベルは、インドネシアと日本の食生活の差、国民一人当たりの所得などから見て、決して低いものではないと考えられる。

単純な比較からすれば、インドネシアにおけるMSGの需要量は現在の2倍程度——7万トン位——迄可能と思われるが、そのためには所得水準の伸びと共に、食品加工業や飲料店の発達が背景として必要であろう。

次に、インドネシアにおけるグルタミン酸およびMSGの生産能力を見ると表3-5の如くである。MSGのメーカーは現在9社存在するが、糖蜜を主原料に発酵によりグルタミン酸およびMSGをつくる、いわゆる *integrated companies* と、グルタミン酸を購入しMSGに転換する *convertors* の2つに分ける事ができる。グルタミン酸の製造メーカーは現在3社あり、その生産能力は3万6千トンあり、建設中の2社の能力を合わせると約4万5千トン（MSG換算5万4千トン）に達する。MSGのメーカーは、*Integrated type* の会社も含め現在9社あ

り、建設中の1社を加えると約4万トン/年の生産能力を有しているといわれている。従って現在の状況からみると、インドネシアにおけるMSGはやや設備能力過剰にあると見る事ができる。

Table 3-5 Number of Establishments for Manufacture of Seasoning in Indonesia

	GA production capacity (ton/Y)	MSG production capacity (ton/Y)
<b>Integrated companies</b>		
AJINOMOTO	12,000	9,600
MIWON	12,000	7,200
SASA	12,000	6,300
* PALUR RAYA	4,200	1,800
* INDO MIKI FERMENTATION	4,800	—
<b>Convertors</b>		
SASA FERMENTATION	—	3,600
INDONESIAN MIKI	—	4,800
INDONESIAN VETSIN	—	1,200
FOOMACO	—	1,200
RENA DJAJA	—	1,200
POLY INTERNATIONAL	—	400
	45,000	39,700

\* Under construction

以上の様に、インドネシアのMSG市場は約3万5千トンに対し、生産能力は約4万トン（潜在的には5万トン強）に達しようとしており、やや設備過剰の状態にある。今後国民所得の伸び、食品加工業の伸び、飲料店数の伸び等によりMSGの需要は伸長すると思われるが、急激なものではないと推測する。一方MSGのメーカーは11社を数えるに至っており、インドネシアにおけるグルタミン酸およびMSGの生産基盤は十分整っていると云える。従って、今後の需要の伸びに対しては、既存のメーカーの適切な設備強化を国が指導していく事で対応できるものと思われる。グルタミン酸およびMSG製造は、発酵工業の一分野であるアミノ酸発酵の中心的存在である事から、これらのメーカーと共にアミノ酸発酵の技術者の育成を国として考えていく事が重要であると考えられる。

### 3.6 イースト

イーストは用途別に分けて、パン用イーストと飼料用イーストの2つの分野があるので、それぞれ状況を解析してみる。

#### 3.5.1 パン用イースト

中央統計局の“Industrial Statistics 1980”VOL.Ⅱの統計資料によると、1980年のインドネシアにおけるbakery products (Code 31179)の生産金額は、195億ルピアとかなり大きい。しかし、直接イーストが使用されるパンの分野は生産量1万1千トン、44億ルピアとなっている。同資料によると、ベーカリー製品のメーカーは197社あり、使用された原料のうちイーストは輸入24トン、合計62トンとなっている。この数字はあまりにも小さい。従って、この資料は役に立たない。

一方、中央統計局の輸入統計資料によると、Natural Yeastsの輸入は表3-6の如くである。Natural Yeastsの中心は缶入りのactive dry yeastであり、主にパン業界に使用されている。主要輸出国からの輸入の推移を示したのが図3-3である。中心はフランスであり、あとオランダ、オーストラリアなどから比較的コンスタントに輸入されている。現在のパン用イーストの輸入量は、大体1,500~2,000トンとみてよい。年により凸凹があるのは、年末年始の輸入分の取り扱いによるものである。

以上の様に、インドネシアにおいてはパン用酵母が2,000トン弱輸入されており、その金額は2百万米ドルを超えるものになっている。インドネシアにおける食生活は、伝統的には朝食にも米を摂り、3食とも米が中心であるが、朝食にパン食というのはモダンという感覚があり、次第にパン食が増えてきているといわれている。朝食にパンを求めてきているのは、上流階級だけでなく中産階級にも及んできており、例えば召使いでもパン食を求める傾向にある。また次の時代を背負う学童達も朝食にパンを求め出しており、全体としてパン食傾向は次第に浸透していくものと思われる。業界筋の見方では、パン用イーストは毎年10%程度のスピードで伸びていくものとする意見もある。

インドネシア国内には、PT. INDO FERMEXなどのパン用イーストメーカーが存在する。主としてcompressed yeastをつくっているが、dryのinstant yeastも手がけている。インドネシアは気候が高温地域にあたるため、輸入品はactive dry yeastが中心であり、パン業者もdry yeastを使う方法に慣れてきている。従ってcompressed yeastを普及させるには、パン業者に冷蔵設備がなく当初苦勞したらしいが、パン業者に冷蔵設備を備えてやったりしてcompressed yeastを軌道に乗せてきたという話も聞いた。長期的にみると、欧米や日本でも、compressed typeからdry typeへ次第に変わりつつあり、気候も考え合わせると料

Table 3-6 Import of Active Natural Yeasts in Indonesia

(N.W.: Net weight, ton; CIF: x 1,000 US\$)

Main Countries	1981		1980		1979		1978		1977		1976		1975	
	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF	N.W.	CIF
(total)	1,030	1,381	2,403	2,326	2,114	1,980	2,171	1,984	2,051	1,783	1,671	1,294	1,018	837
France	799	1,052	1,332	1,427	976	994	1,325	1,221	1,286	1,069	981	740	550	399
R. F. Germany	111	293	11	13	76	77	52	54	24	34	37	35	8	8
Netherland	1	21	469	418	331	314	319	320	400	398	281	285	218	220
Australia	-	-	353	305	229	115	306	167	145	72	126	51	72	43

Source: Import (BPS)

米は dry type でのパン用イーストの供給力を増していく方向が望ましいと思われる。

更にパン用イーストの普及を考える上で、インドネシアの特色として考えておかねばならない点として、水の質と甘味嗜好がある。インドネシアにおいては、土地毎に使用する水の質がかなり異っており、パン製造に用いるA社の条件がB社のイーストに必ずしも適切でないという事がある。従ってイーストの普及にあたっては、技術指導員の指導が必須である。

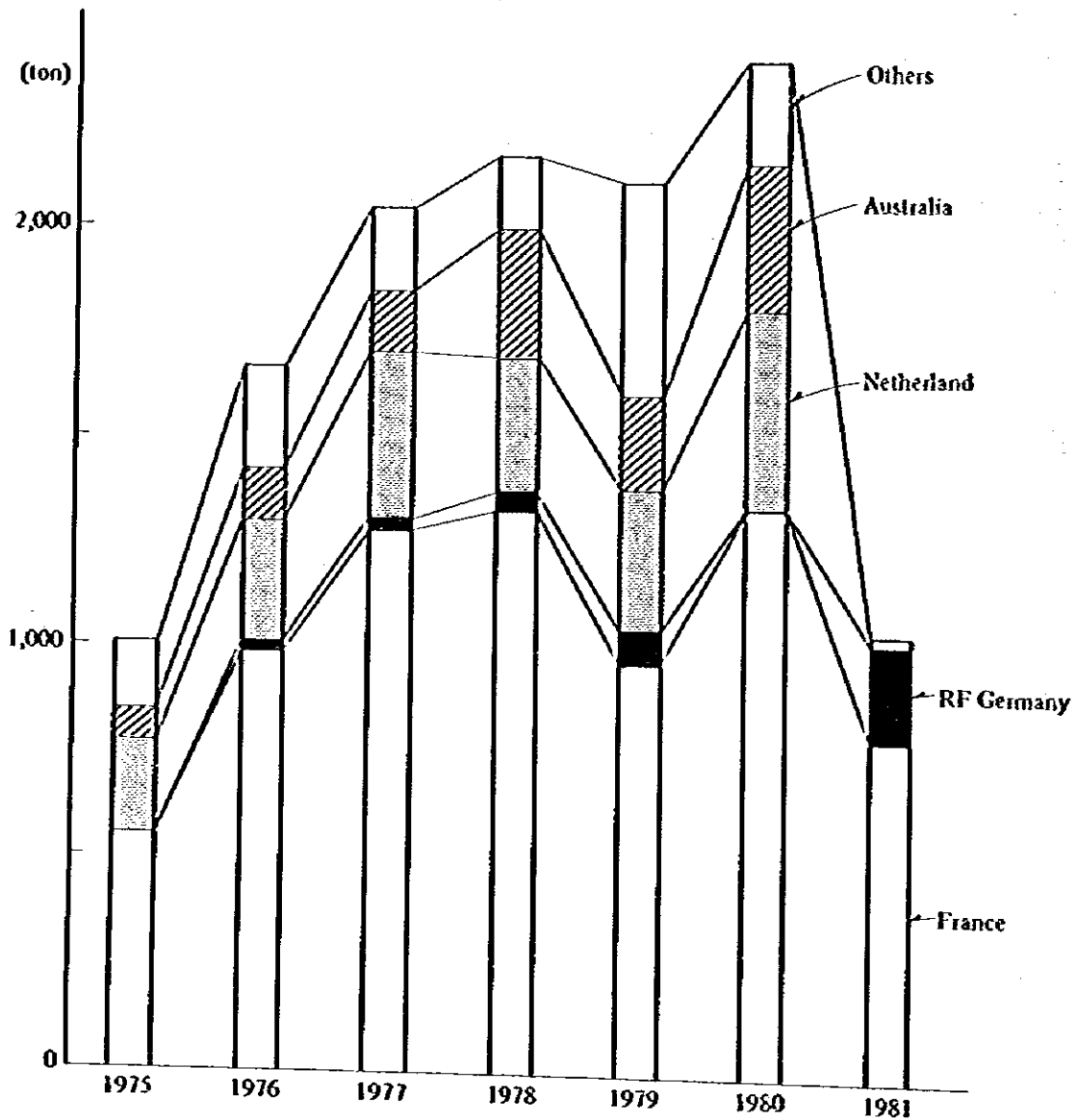


Fig. 3-3. Imported Natural Yeasts in Indonesia



また、インドネシアの国民は甘味を好む傾向にある事を反映して、regular breadでも10%の砂糖を使い、sweet breadに至っては20%の砂糖を使うという特色を持っている。従ってパン食の普及と共に甘味の異なる色々の種類のパンが必要となってくると思われ、この面からもイーストの使い方についての技術指導が重要になるものと思われる。

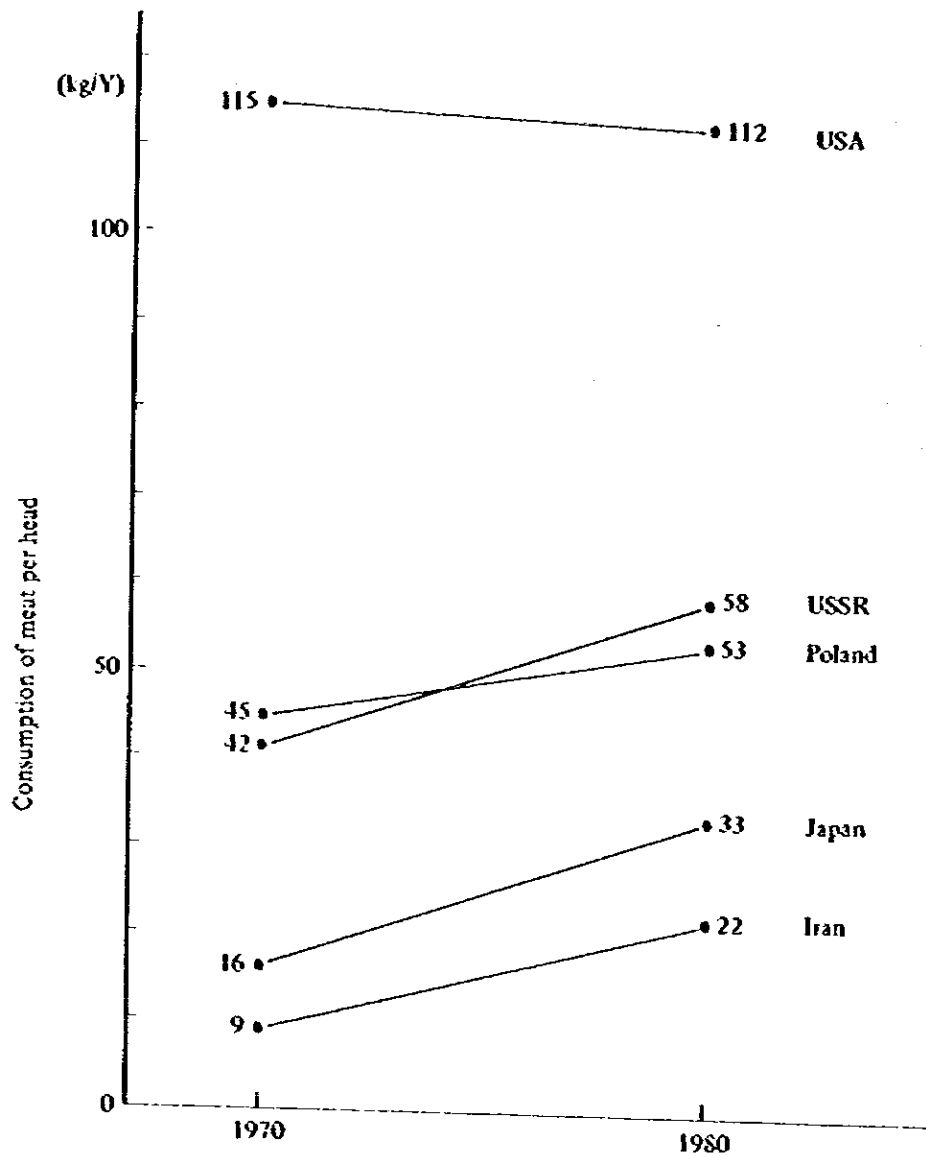
インドネシアは、米を筆頭にタピオカやバナナなど豊富な主食源を有しており、パンがそれらのものにとって替わる様な急速なスピードで普及していくとは考えられない。しかし、国民の生活レベルの向上と近代化への努力が進めば進む程、パンの需要は増していくという長期的な展望を持っておく事が大切であろう。現在2000トン弱のイーストが輸入されている事から、国内に本格的なパン用イーストの製造工場を持つ必要性が出てくる事は明らかである。但し、パン製造は日常生活に密着したものであり、地域におけるパン製造業者の適切な分布と流通チャンネルの整備計画を持ちつつ、パン用イーストの工場を考える必要がある。従って食生活に直接関係したものであり、国自身が工場を経営するより民間型の工場として計画するのがベターではないかと推察する。

国自身が直接経営、指導していくものとして、例えば学校給食を国の制度として全国に推進する様な計画があれば、パン食も取り入れそのためのパン製造およびパン用イースト工場を国営として地域に配置していく事が考えられる。今回は学校給食についての政府の意向について打診をしていないため、参考意見として付しておく事にとどめる。

### 3.5.2 飼料用イースト

国民の所得が伸びてくると、国民の生活レベルの向上への期待は大きくなっていく。食生活の向上も重要な生活レベルの一つである。インドネシアにおいても、食生活の向上と近代化は政府の重要な課題の一つと考えられる。歴史的にみて、国民の所得が伸びてくると肉食化へ向かう事が知られている。図3-4に少ないデータではあるが5ヶ国の食肉消費量の傾向を示してみた。食生活の習慣、社会環境など国毎に事情は異なる中で、飽和状態にある米国は例外として、いずれの国でも食肉の消費量が上昇している事が分かる。インドネシアに関するデータはないが、同様の傾向があるか或いは今後食肉消費量が増大していく事は間違いないものと推測される。従って、インドネシアにおける畜産業の振興は、重要な課題の一つであり、すでにインドネシア政府により取り組みが始まっている。畜産業の振興には、動物飼育方式の近代化、飼料供給力の強化・整備、食肉加工の近代化、流通の整備など計画的な施策が長期的視野の下になされていく必要がある。その中でも重要な事は、飼料供給に万全を期す事であろうと思われる。本項で取り上げる飼料用イーストは、飼料の中で重要な蛋白質源確保の有効な手段として考えておく必要があると思われる対象品目である。国の指導

の下に蛋白質源の有効利用の認識を高めていく事が急務と思われる。



Source: NIK

Fig. 3-4. Consumption of Meat in Several Countries

先ず、インドネシアにおける家畜・家禽類の飼育状況を *Informasi Data Peternakan 1982* のデータより見てみる。図3-5に主要なものを示した。この中で豚、あひる、ローカルのにわとりなどは、ローカルの農家が飼育しているものが大部分を占めていると思われる。それらの飼育頭羽数はコンスタントに上昇を続けており、潜在的にこれらの需要は旺盛である事が推測される。一方、ブロイラーや産卵鶏は1979年からの第3次開発計画により急速に増大しており、量産方式による新しい近代飼育法の導明けを示唆しているものと云える。インドネシアでは鶏肉が好まれる事もあり、今後ブロイラーおよび産卵鶏の増産が国民に良質の蛋白質供給のため重要である。

近代的飼育方式と衛生管理の可能な設備により、ブロイラーや産卵鶏の増産を進めると共に、ローカルの農家が集まった共同飼育方式を研究するなどして、ローカルの農家の発展が可能な方法を見い出していく事も、インドネシアにおける畜産業の発展と近代化に重要なポイントと思われる。

以上の畜産業の発展を支える一つの柱は飼料の供給である。中央統計局の *Industrial Statistics 1980* によると、現在飼料メーカーは32社あり(うち大規模メーカーは7社といわれている)、1980年の生産量は約60万トン、生産金額は約600億ルピアとなっている(図3-6)。これにはローカルの農家が自分で使用する飼料は含まれていないと思われる。飼料の基本になっているものは、乾燥キャッサバ、メーズ、コブラケーキ、フスマなどであり、大部分はインドネシア国内で供給可能なものである。一方、蛋白質源の中心は大豆粕、魚粉などであり、特に前者の大部分は輸入に依存しているのが現状である。

中央統計局の飼料の情報から、大豆粕と魚粉の使用傾向を示したのが図3-7である。図3-5で見た1979年よりの第3次開発計画の時期に前後して、大豆粕と魚粉の使用量が急速に増加している。同時に飼料会社の数も急増している。しかし、ここで注目すべきはこれらの原料の大部分が輸入に依存している事である。これら高蛋白質の良質な原料が使われ出した事は、インドネシアにおける近代的な畜産業の導明けを意味すると同時に、行来どの様な飼料用蛋白質源を供給していくか、またいかに輸入依存度を下げていくかという課題を抱え出したという事も意味する。

一般に、近代的畜産業において、飼料は飼料用穀物、蛋白質源(魚粉、大豆粕)を中心に、ビタミン、ミネラル、抗生物質、ホルモン、酵素、アミノ酸などの飼料添加物(プレミックス)を適切に使用するという構成になっている。インドネシアにおいては飼料用穀物は豊富な農作物の背景から見て大きい問題はないと思われる。しかし何度も云うように、蛋白質源については長期的に対策をとる事が重要である。魚粉は世界的にその漁獲量が減っており年毎

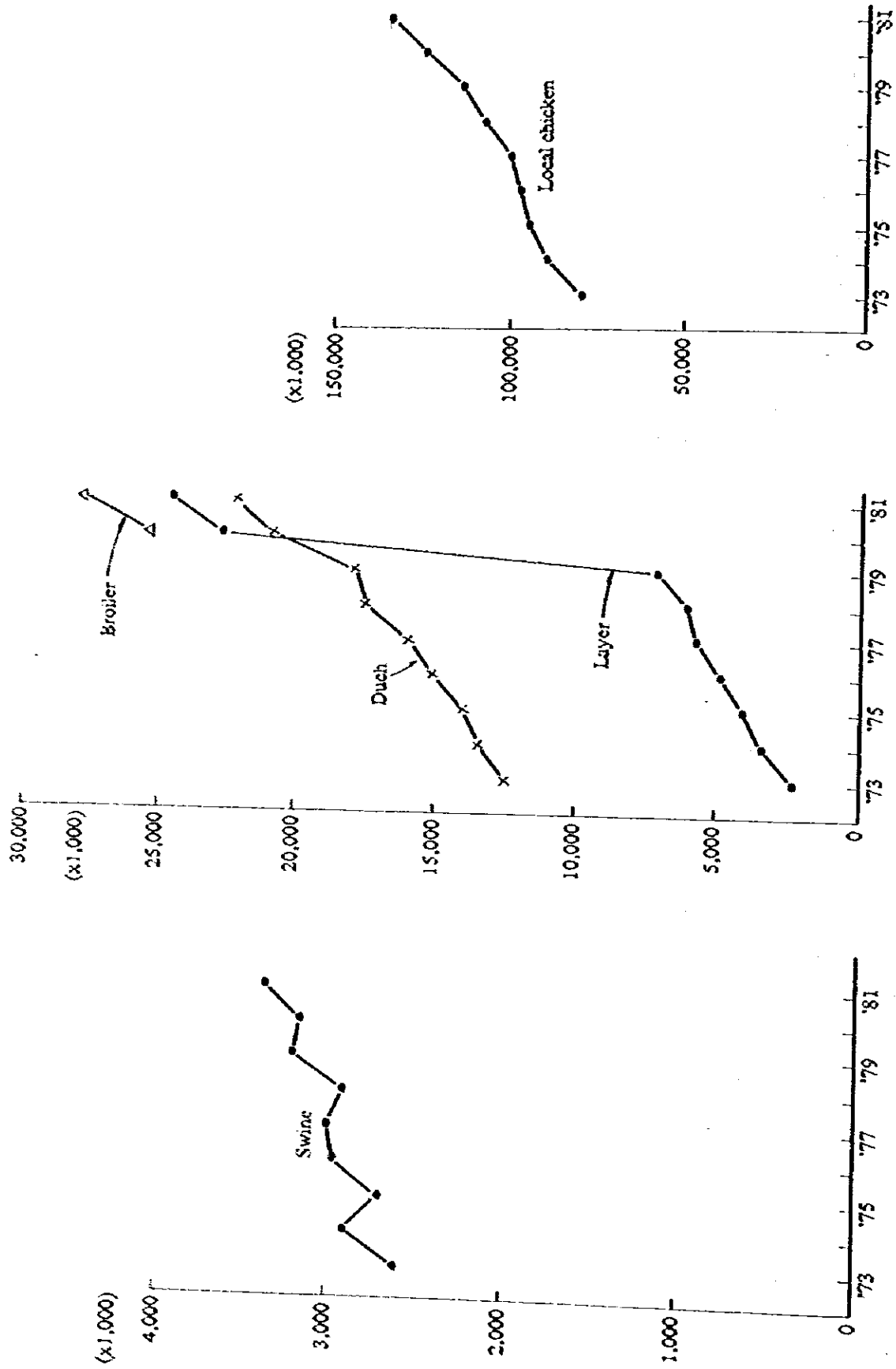
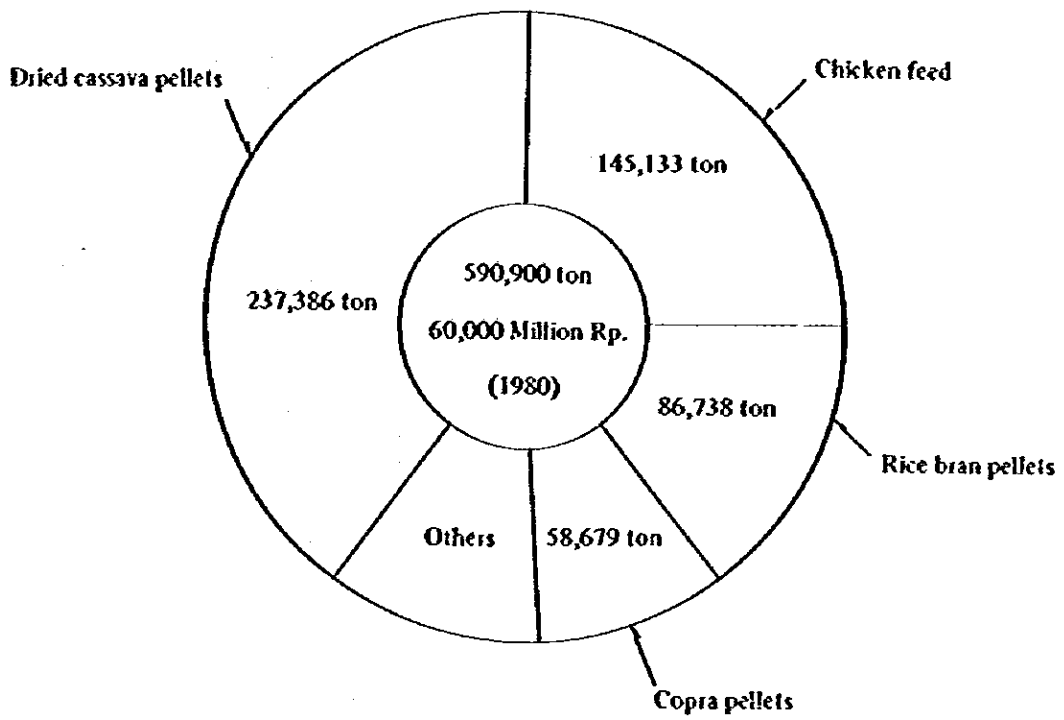


Fig. 3-5 . Population of Swine, Poultry and Others in Indonesia



Source: Industrial Statistics 1980 (BPS)  
 (Manufacture of cattle food, Code 31,280)

Fig. 3-6. Production of Animal Feed in Indonesia (1980)

Source: Industrial Statistics (BPS)

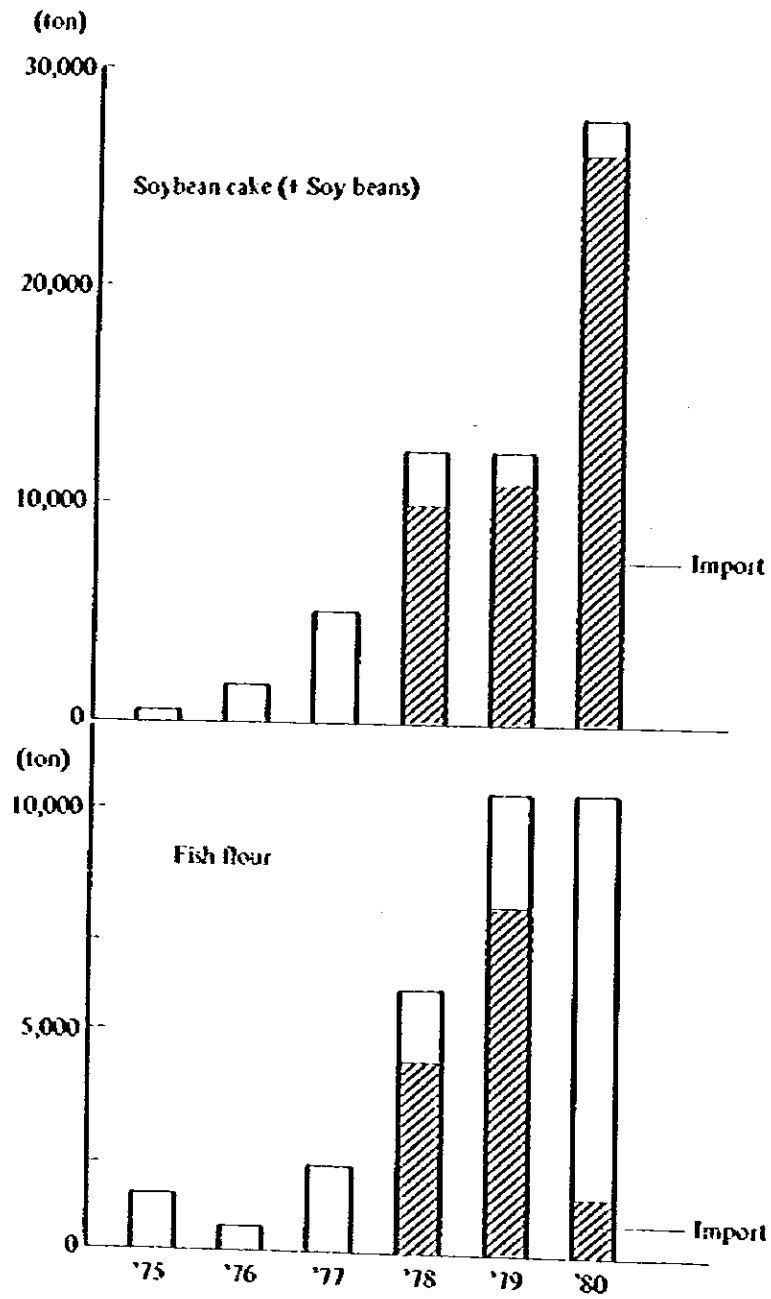


Fig. 3-7. Soybean Cake and Fish Flour for Animal Feed in Indonesia

の変動も大きく、更にコストが高いという性格を有しており、蛋白質源の柱として期待する事は危険である。近代的畜産方式が最も進んでいる米国においては、飼料への魚粉の利用はすでに主役の座を下り、大豆粕が中心となり、更に最近ではとうもろこしにアミノ酸（メチオニンとリジン）を強化する方向に向かっている。米国とは違ってインドネシアは大豆の輸入国であり、やはり今後長期的には魚粉や大豆粕に代わる蛋白質源の確保を考えていくべきであろう。

更に長期的には、世界の人口増加に伴う食糧不足の時代も考えておかねばならず、飼料用穀物の一部ですら人の食糧に当てられる事態も予想でき、飼料用には劣質の穀物を使わざるを得ない時代も覚悟しておかねばならない。

以上の情勢分析から、精蜜利用の一つとして飼料用イーストの製造が浮かび上がってくる。畜産振興策の一環として、飼料用イーストの供給を行ない、飼料業者および畜産業者に飼料の経済的効率的な使用法を理解させ、定着させていく事が重要である。そして近代的畜産方式の推進と経済的効率的飼料の使用法の普及が進んできた段階で、もう一段進歩したアミノ酸バランスに着目した飼料方式に進んでいく2段階構えが長期戦略として考えられる。従ってアミノ酸、特にリジン酸酵は、飼料用イーストの定着の次に考えるべき対策と思われる。

飼料用イーストに関するインドネシアの現状については多くの情報は得られなかった。しかし、ここに東ジャワでの考察を例として試してみる。現在東ジャワには、P.T. Sumber Protein社があり200T/Mの飼料用イーストの製造をしており、1万トン/年の精蜜を消費している。主としてpoultry分野に使用されている。製品はドラム乾燥したもので、品質は48% crude protein, 5~6% moistureと聞いている。

BP3Gで得た情報によると、東ジャワにおけるpoultryおよび豚の見通しは次の通りである。但し、農家で数10羽飼っているものは含まれていない。

	Poultry	Swine
1979	2,300,000	54,000
1980	3,000,000	73,000
1981	3,700,000	65,000
1982	4,100,000	70,000
1983	4,600,000	74,000
1984	5,000,000	79,000

これらの数字をもとに、東ジャワにおける飼料生産量を試算してみると次のようになる。

	1982	1983
Feed Production	394,000 ton	474,000 ton
Soybean meal requirement	88,000 ton	106,000 ton
Yeast 2%	7,800 ton	9,500 ton
4%	15,000 ton	19,000 ton

大豆粕の一部を飼料用酵母で代替するとして、仮りに飼料中に2%、或いは4%添加するとすると、1983年には1~2万トンの酵母の需要が見込める事になる。全てを飼料用酵母で充当する事は適当ではないと思うが、Sumber Protein社の供給能力は2400T/年である事から、更に飼料用酵母の供給が必要である事が分かる。

以上は荒っぽい分析ではあるが、東ジャワにおいても飼料用酵母の市場はあり、東ジャワの人口と全ジャワの人口比からみるとその5倍の市場の可能性があり、今後更にその必要量は増大していく。従って、今後伸びるであろう大豆粕や魚粉の輸入の一部を、糖蜜の利用を兼ねた飼料用イーストで代替するため、ジャワのある地域をモデル地域に選定し、1~2万トン/年の飼料用イーストの工場をつくり、近代的飼料の使い方を定着させていく方策が考えられる。

### 36 クエン酸

インドネシアにおけるソフトドリンクは次第に伸長している。中央統計局のIndustrial Statistics 1980によると、1980年ソフトドリンクの製造は、240億ルピアになっている。但し、この資料中にある原料としてのクエン酸は、2トンの輸入を含めて13トンとなっており、この数字はあまりに小さすぎる。

一方、業界筋の情報によると、現在建設中および計画中のものも含め、インドネシアにはクエン酸のメーカーが6社ある。清涼飲料水、医薬品、化粧品などで使用されるクエン酸の全消費量は大体2千トン強と思われる。図3-8に推定したクエン酸の消費量を示した。年々順調な伸びを示しており、国内生産が急速に増している事が分かる。輸入は主として台湾、中国からのものであるが、むしろ減少方向にある。

インドネシアで国内生産されているクエン酸はすべてキャッサバ澱粉を使った表面培養法によっており、原料として糖蜜は使われていない。世界では糖蜜を原料とした深部培養法で大量のクエン酸(35~10万トン)が製造されているが、最近では原料が糖蜜よりきれいなブドウ糖に変更した所もある。また、インドネシアにおける需要量2千トンからみて、現時点では深



部培養法による工場を想定するには、需要があまりにも小さいと云わざるを得ない。

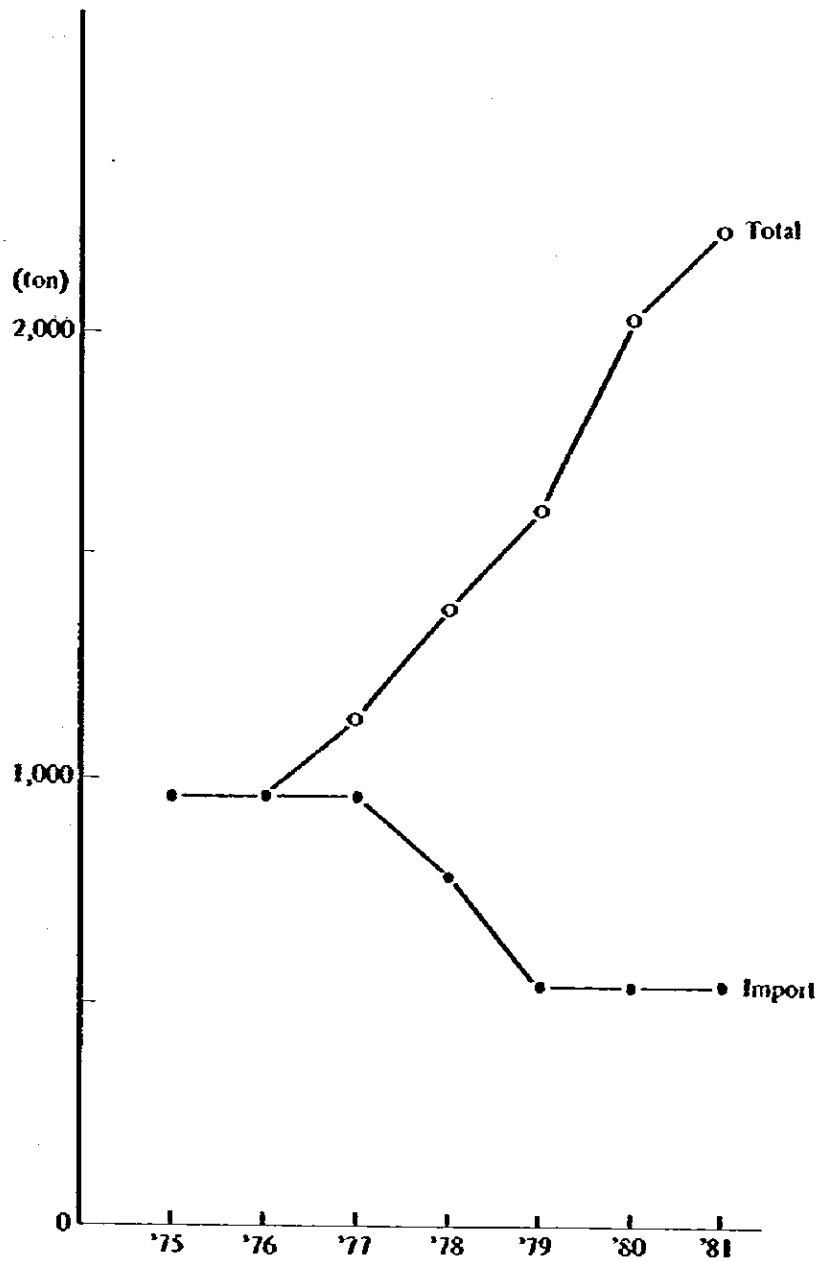


Fig. 3-8. Estimated Consumption of Citric Acid in Indonesia

### 3.7 抗生物質

インドネシア政府は国民医療に多大の関心を寄せており、特に基本になる抗生物質は自国生産を中心とした体制を目指している。インドネシアは、WHOの第3諸国に対する drug policy を忠実に実施しようとしており、西暦2000年迄に国民に進んだ医療を与え、国民皆医療に持っていくという大きい目標を掲げている。UN/WHOの drug policy によるインドネシアに対する essential drug リストは150~190品目に及ぶが、それらを基礎にして現在政府が製造したいと考えている医薬品には抗生物質(ペニシリンG, テトラサイクリン, クロラムフェニコール, ネオマイシン等)と超 essential drug (アスピリン, メタミゾール, サルファ剤の一部, ビタミンC, B, など)が含まれている。糖蜜利用による醗酵生産の対象として抗生物質が考えられている背景はここにある。

インドネシアの現在の医薬産業は次のように分類される。

外資系	約40社
(工場を有するもの30社, ライセンスによるもの10社)	
国内資本(中~大)	15社
(零細)	200社

国内資本の会社の中で、Kimia Farma が国営、Indo Farma が政府管轄の会社で、他は民間資本であり、小規模の沢山の会社が存在する構造を持っている。今後はこの2社に比重を置き、その他の民間会社(外資系も含む)で補完していく方向に向かおうとしていると云われている。

中央統計局の資料から、医薬品製剤および医薬用原料の輸入の推移を示したものが図3-9である。最近5年間は急速な輸入の伸びとなっており、1980年にはその輸入金額が6億米ドルに近い状況に来ている。インドネシア政府として医薬品の自給政策の必要性がうなづける所である。

中央統計局の輸入統計から抗生物質の輸入の推移を拾ってみると図3-10の通りである。年々その輸入金額は上昇を続けており、1981年には1千万ドルを越えており4年間で2倍に伸長した。輸入先は多くの国が対象となっており、主要国はイタリア、西独、シンガポール、中国、フランス、日本などが挙げられる。

同資料の1981年版は、抗生物質が分類されており、次の通りである。

ペニシリン	62トン	5.1ミリオンUS\$
ストレプトマイシン	29トン	1.5

Source: BPS

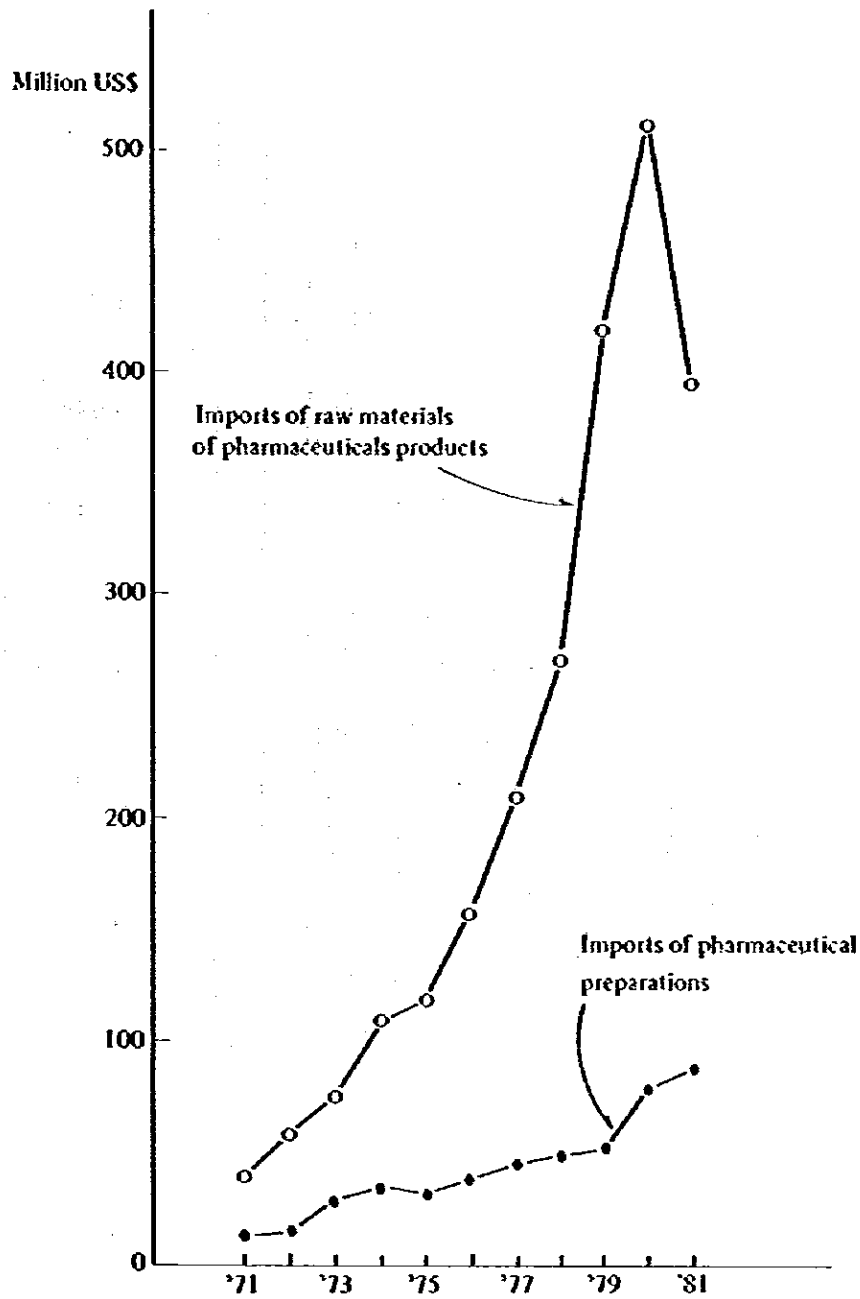
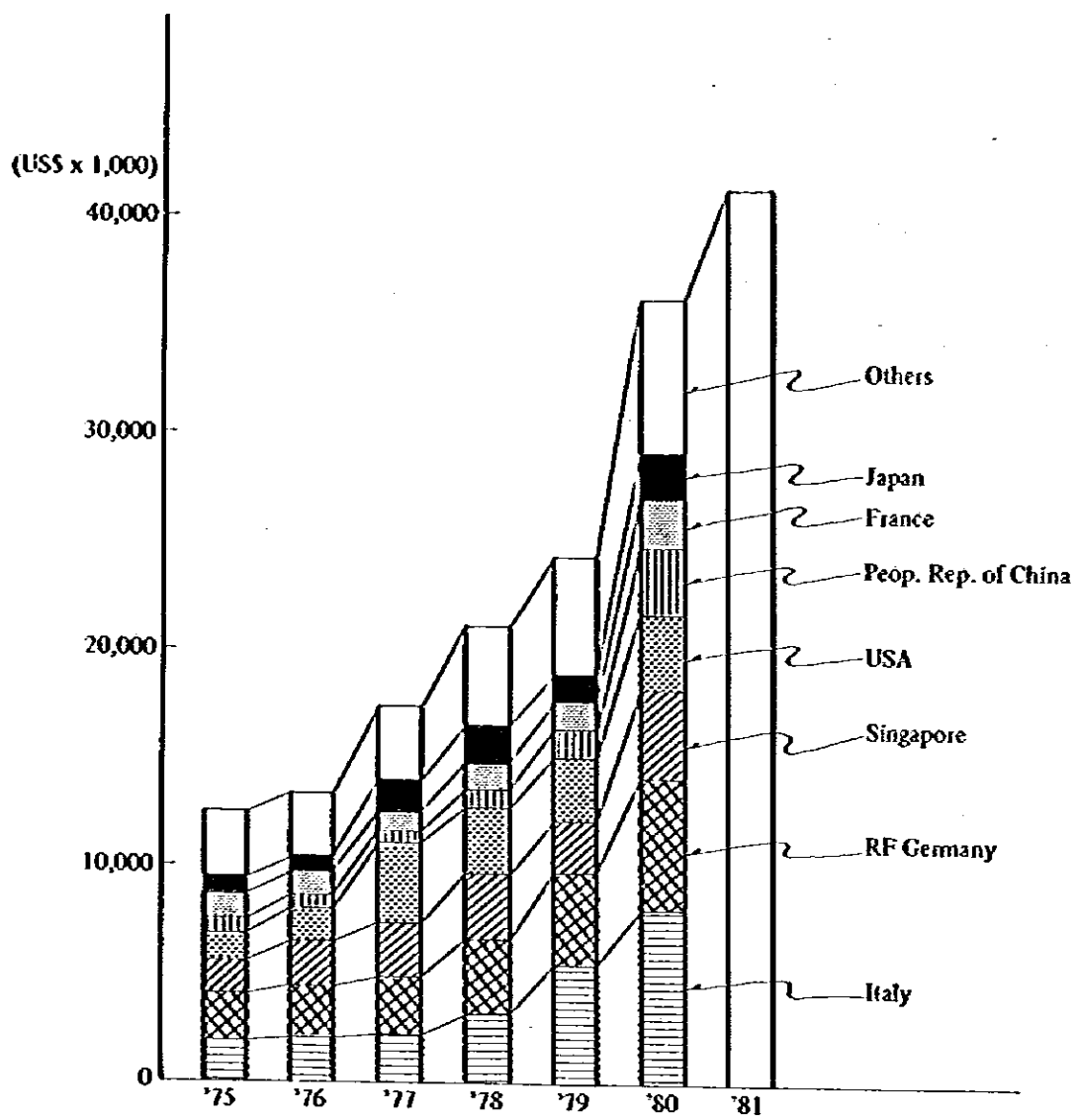


Fig. 3-9. Import of Pharmaceutically Related Material in Indonesia



Source: Import (BPS)

Fig. 3-10. Import of Antibiotics in Indonesia

テトラサイクリン	182トン	6.4	ミリオンUS\$
クロラムフェニコール	99トン	4.9	＃
その他の抗生物質	396トン	22.8	＃
計	768トン	41.2	＃

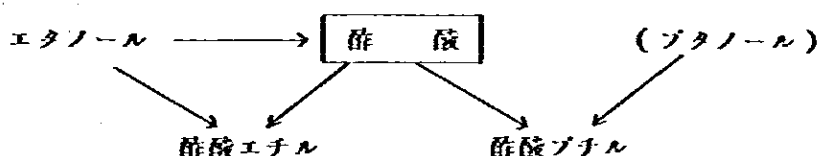
ペニシリン、ストレプトマイシン、テトラサイクリン、クロラムフェニコールの基本的な抗生物質で、全体の45%を占めており、政府の自給政策の重点の一つになっている事が理解できる。

さて、一般的に抗生物質の醸酵生産には、その原料としてグルコースや澱粉などきれいな炭素源が使用されるのが通常である。培養液に蓄積した目的の有効成分を抽出する精製工程の複雑さ、困難さを軽減するためである。従って、インドネシアの抗生物質自国生産に寄せる期待が大きい事は理解できるが、糖蜜利用という観点から見るとその対象となるものは極めて少ないと云わざるを得ない。また、対象となる抗生物質が候補として上げられたとしても、糖蜜の大量使用という目的は期待できない事も理解する必要がある。しかし、そこから得られる生産金額は大きいものになる訳で、輸入の一部でも自国生産に移すという意義は大きい。

我々の調査した範囲では、糖蜜、場合によってはケーンジュースを原料として、クロラムフェニコールの前駆体を製造する候補品目が浮かび上がってきた。それは医薬品用抗生物質であるため、高度の製造技術、製造設備を必要とすると予想されるが、検討の対象に値するものと思われる。

### 3.8 酢酸及びヴィネガー

酢酸が検討対象品目に含まれている理由は、糖蜜の直接利用という面より、現在インドネシアでは短期的にダブついているエタノールの消化方法の一つとして上がってきたと考えられる。すなわち、



の如く、酢酸そのもの及び酢酸エチル、酢酸ブチルなどの溶剤を製造する事により、抗生物質などの精製用原料などに供しようとするものである。

中央統計局の輸入統計資料から、酢酸の輸入動向を見ると図3-11の如くで、増加傾向にあり特に1981年は輸入量4千トン弱、3百万米ドルに上っている。

Source: Import (BPS)

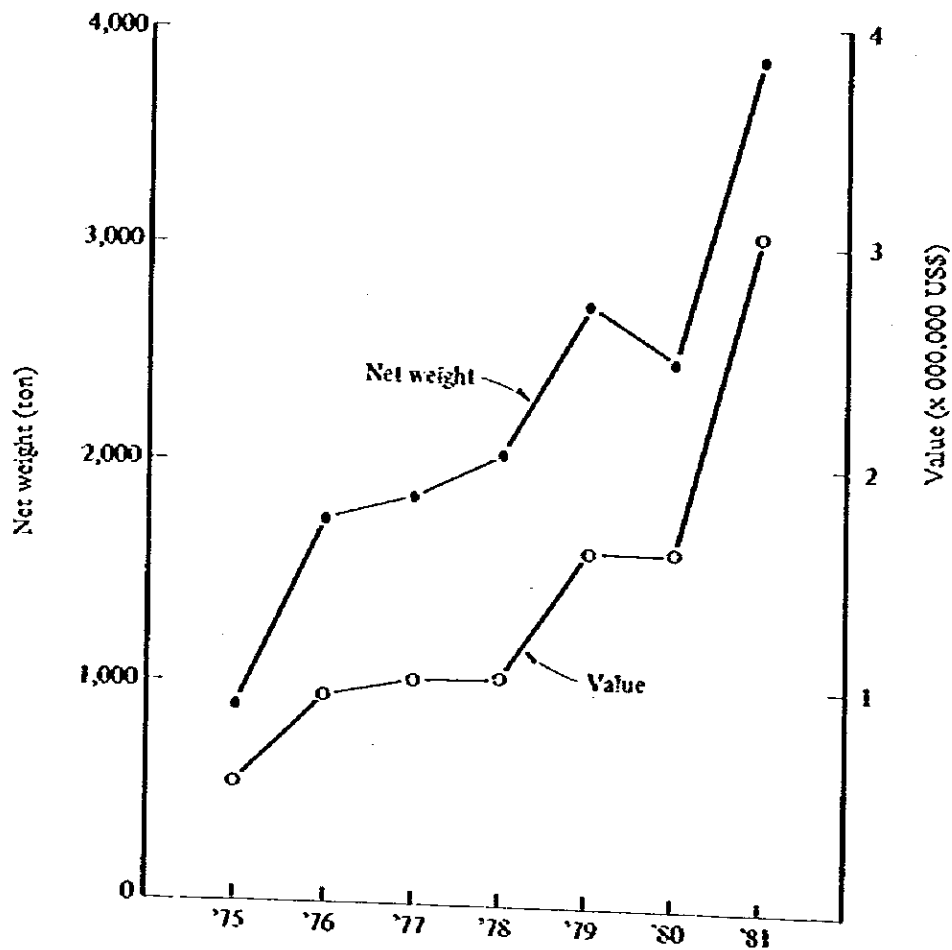


Fig. 3-11. Import of Acetic Acid & Its Derivatives in Indonesia

Source: Import (BPS)

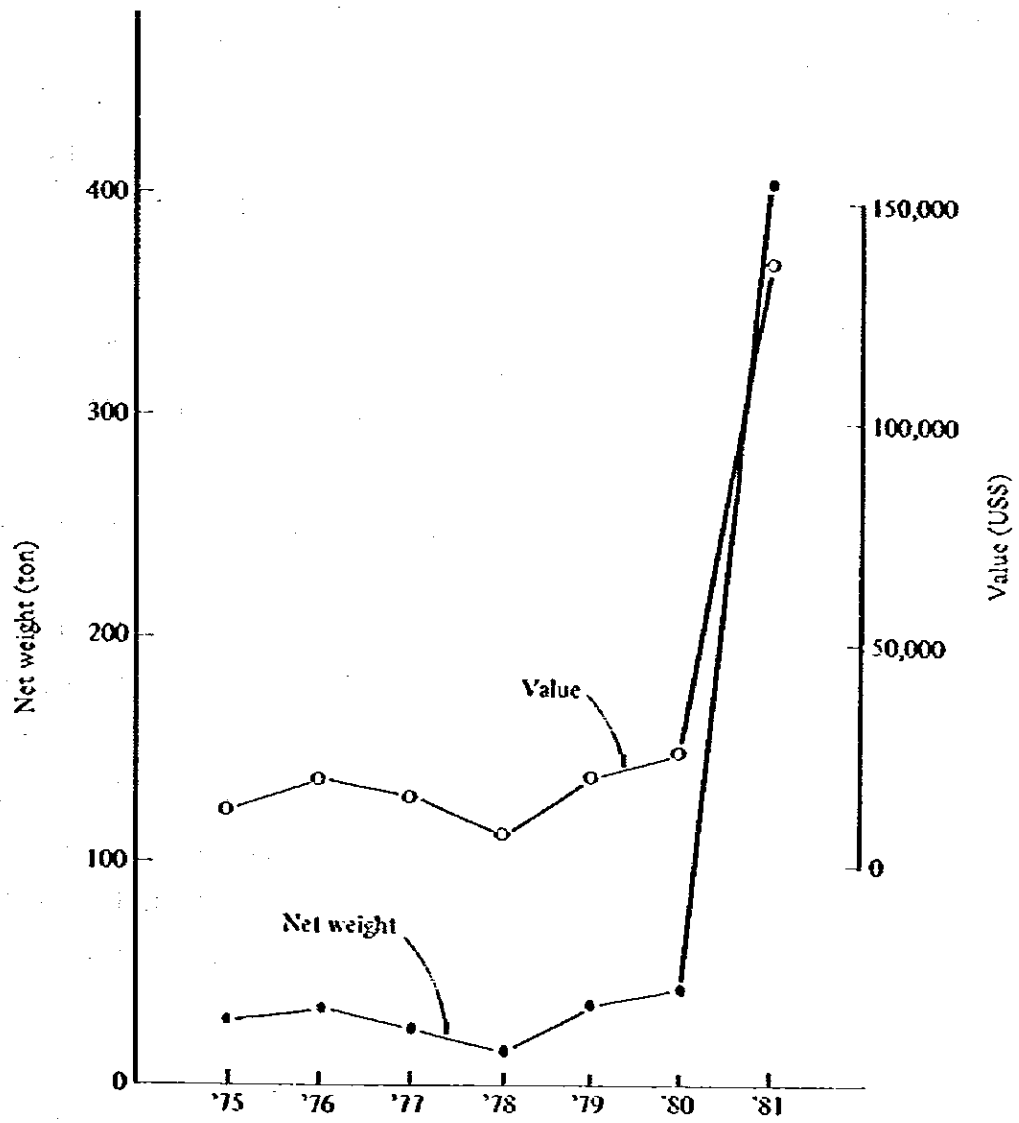


Fig. 3-12. Import of Vinegar in Indonesia

しかし、最近では、酢酸をエタノールを原料として酸酵法により製造する方法は使われていない。酢酸は石油化学工業の一部として製品化されており、大型設備で製造する石油化学工業よりの酢酸に醱酵法による酢酸が対抗できるとは考えられない。今後新しいバイオテクノロジー技術の進歩に伴い、新しい製法が開発される可能性がないとは云えないが、現時点では実用プロセスは存在しない。日本においては、エタノールが食用酢の原料の一部として使用されているが、これは特殊な分野である。

パキスタンにおいては、糖蜜からエタノールを製造し、次にエタノールを無水酢酸に転換し、アセテートレイヨンの製造に利用している例はある。インドネシアにおいても、ローカルのアルコール工場の利用という観点から、上述の例が参考になるかも知れない。が詳細な背景解析ができないので紹介のみに留める。

また、糖蜜を利用したアセトン・ブタノール醱酵は、インドネシアを含め過去世界的に存在していた事は衆知の通りである。しかし、現在は石油化学工業のコンビナートの中にアセトンやブタノールの製造は組み込まれており、古典的な発酵プロセスの再登場は考えられない。但し、この分野でも新しいバイオテクノロジー技術による新プロセスの開発が始まっている。将来糖蜜を利用した新しい発酵法の登場が期待されるが、今少し我々はその動きを待たねばならない。

一方、酢酸に関連したものとしてヴィネガー分野がある。ヴィネガーはエタノールから酸化醱酵により製造する事ができる。中央統計局の輸入統計資料のデータによると、40トン/年の輸入量が1981年には400トンと急激に上昇している。その理由は分からないが、400トンとしても13万米ドルのレベルであり、その規模は小さいと云わざるを得ない。また、ヴィネガーは一種の調味料であり、輸入品の大部分が中国より来ている事から、その消費の中心は中華料理のレストランや家庭用と思われる。この様な日常の食生活に関係する調味料の予測は非常に難しいが、ヴィネガー製造は政府が行なう対象というより、むしろインドネシアにおけるしょう油の様に民間で行なうべきものとする。

### 3.9 ま と め

以上、7つの候補品目 — エタノール、MSG、イースト、リジン、クエン、抗生物質、酢酸 — につき、関連分野を含めて政府の統計資料を中心に解析を行った。それらの中で、政府が実行する糖蜜利用工業として次の3品目を選択した。

- (1) エタノール：再生可能な資源を活用し、将来のエネルギー源として
- (2) 飼料用イースト：畜産業振興と近代化のため



(3) クロラムフェニコール：数少ない糖蜜からの抗生物質の一つとして

今回の市場分析の過程でいくつかの感想を抱いた。今後インドネシア政府が砂糖の増産と副産物である糖蜜の利用を推進するに当たり、次の事柄が重要な鍵を握っていると思われる。

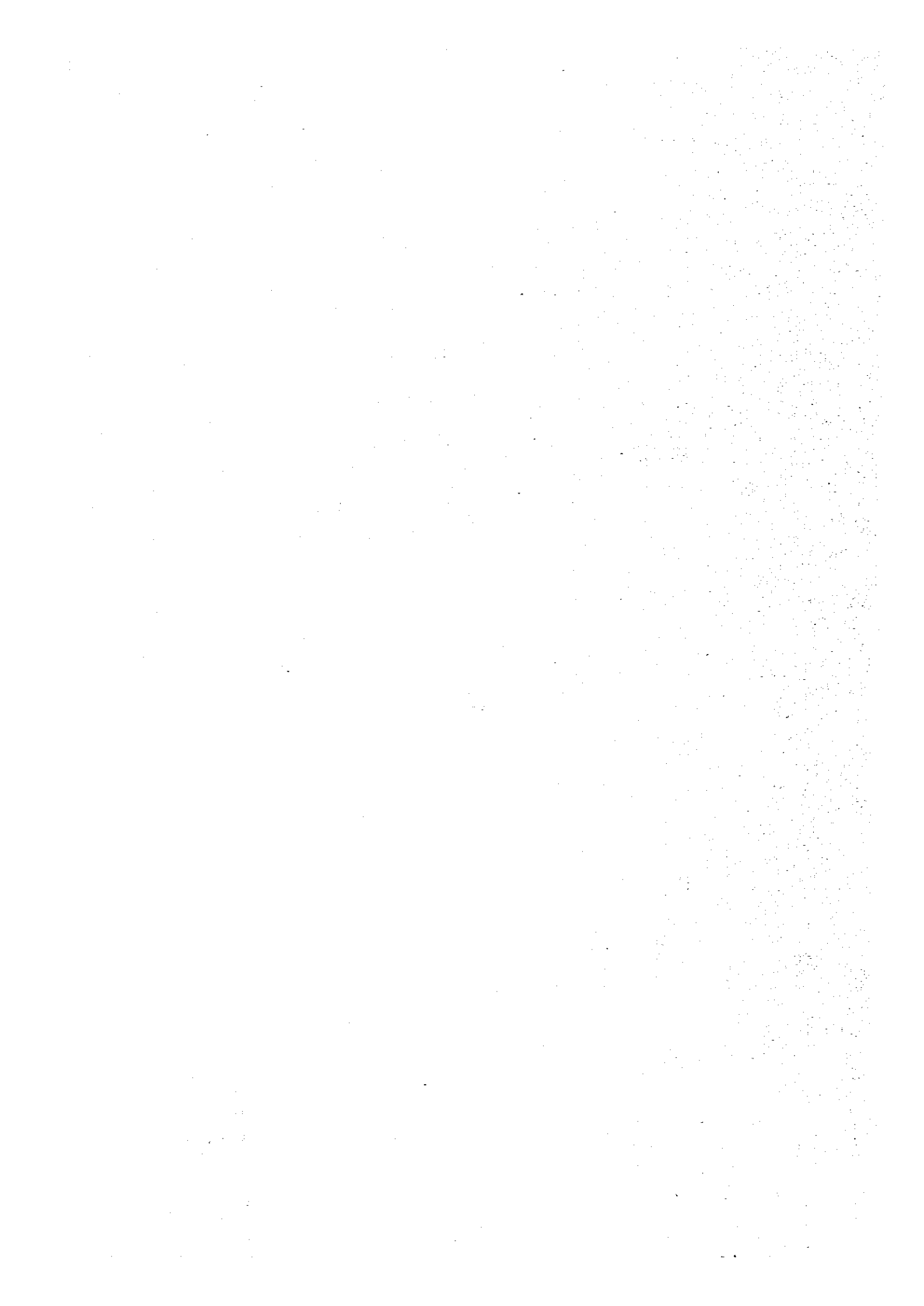
その一つは、PTP自身に総合的なマーケティング力をつけていく事である。PTPは政府の基本方針や具体的計画を十分理解できる位置にあり、政府の長期的ビジョンの下にいかに関民に貢献できる計画を持つか、またどの市場がどの産業が将来の国民にとって重要であるか十分検討し、立案できる力を養っていく事が大切である。

第2は、1とも関連する事ではあるが、販売促進のための力を持つ事である。糖蜜を利用して発酵法により生産をするだけでなく、製造した製品を市場に紹介し、新しい需要の開拓と指導のできる力を持つ事が重要である。それと同時に発酵生産品の関連する産業、企業との十分な接点を持ち、産業全体の振興にいかに関民に貢献していくかという視点を持つ必要がある。そして、そのための具体的施策を立て実行していく力を持つ事を考えねばならない。

第3は、醗酵の研究所を持つ事である。そして、この醗酵研究所は単なる製造プロセスの研究をするだけでなく、1. で述べた総合的なマーケティングや技術指導、産業振興も同時に研究していく総合的な研究所である事が望ましい。そしてこの研究所から新しい時代の人材が育ち、それらの人達が新しい産業、新しい社会の発展を推進していく原動力の一つになるものと確信する。



## 第4章 本プロジェクトの基本的事項の検討



## 第4章 本プロジェクトの基本的事項の検討

### 4.1 発酵工業とは

#### 4.1.1 発酵工業の歴史

発酵工業とは、農産資源またはその副産物或いは廃棄物を三原料として、有用な微生物の作用により附加価値の高い物質を生産する工業である。人間はキリスト誕生の昔から穀類を唾液により糖化してからアルコール発酵を行なわしめ酒を作ることを知っていた。また、世界各地には伝統的な食品として微生物の作用を利用したものが、数多く知られている。日本に例をとれば、味噌、醤油、納豆などであり、インドネシアにおいてもテンベという食品がある。しかし、微生物を用いてアルコール、パン酵母以外の製品を作る工業が盛まったのは1900年代に入ってからのことである。

ドイツでは、第一次世界大戦中に火薬の不足を補うためのグリセリン発酵とか、食料不足を補うための食用酵母の生産が大規模に発酵法で行なわれた。その後、ヨーロッパでは糖蜜を利用するクエン酸発酵、米国ではとうもろこしを利用するアセトン・ブタノール発酵などが工業化された。クエン酸発酵は現在に至るもなお工業規模で生産されているが、アセトン・ブタノール発酵は1950年代からの石油化学の発達によって衰退するに至った。

第二次世界大戦中の英国フレミングのペニシリンの発見と、米国ワクスマンのストレプトマイシンの発見が、抗生物質の発酵生産という新たな分野を開発した。爾来、製薬業界での発酵法による抗生物質の製造は大きなウェイトを占めている。

抗生物質の発酵生産は、大型通気攪拌培養槽の開発と菌株の遺伝学的手法による改良という新規の技術の発達をもたらした。

こういう技術が基礎になり、アミノ酸、中でもMono Sodium Glutamate 通称MSGの発酵生産技術が世界で初めて協和醸造工業(日本)により確立された。この技術は微生物の代謝制御による発酵法であり、微生物の代謝を遺伝的手法で転換することにより、それまでは微生物の細胞膜から外へ出なかったアミノ酸を大量に培養液の中へ蓄積せしめることに特徴がある。MSGに次いでリジン、スレオニンなど数多くの必須アミノ酸がこの方法で製造されるようになった。また、呈味性のある核酸、薬理作用のある核酸関連物質もこの技術の応用により製造されている。

現在の発酵工業は、アルコール、MSG、クエン酸、抗生物質などバルクの製品を多量に生産するという現状を踏まえながら、より附加価値の高い物質の生産を狙ってファインケミカル、インターフェロンなどの技術開発が目標とされている。

これとは別の流れとして、農産資源の豊富な国で且つ石油資源の乏しい国では代替エネルギーとして、発酵法による燃料用アルコールの生産が盛況である。ブラジルがこの好例であり、1981年にはアルコール生産は400万トン以上であったという。米国においても、とうもろこしを原料とするアルコールが可成り生産されており、農民が自分の農園で使用するエネルギー源の自給に努めている。東南アジアの諸国でも、夫々の政府主導の下にアルコール生産計画が検討されつつある。

#### 4.1.2 発酵工業の特徴

発酵工業の特徴とする所は、微生物菌体を触媒とすることであり、この触媒反応は一つの微生物で多段階の反応を完結できることである。しかもこの反応は、常温、常圧、中性附近の反応であり、比較的単純な構造の反応槽（発酵槽）で反応が完了するので汎用装置として設計、製作し得るといふ利点がある。その代りに、反応は雑菌汚染に対しては非常に弱いという欠点がある。従って、原材料の殺菌、反応槽の無菌度維持については、特別の考慮を払う必要がある。

また、発酵工業の主原料である炭素源は、糖質あるいは澱粉質の所謂、農産資源などの Renewable source が主体である。これらの原料の安定確保が発酵工業にとって必須であり、当然の帰結として周辺産業として農業の発展、労働力の吸収という副次的効果が期待できよう。

さらに、発酵工業は他の工業との関連において基礎産業となり得る。例えばインドにおいては年間49万トンのアルコールが発酵法で生産されるが、この内の36万トンはエチレン・グリコール、スチレン、醋酸、アセトンなどの化学品となっている。パキスタンにおいてもこのような例が見られる。発酵原料の価格が比較的安価な地域では、このような可能性が大いに考えられるのでインドネシアの将来にとっても検討の余地があろう。

#### 4.1.3 発酵工業の必須条件

発酵工業を新たな立地に成立させるために、物理的に必要なものは水である。微生物の触媒反応は水系で行なわれるので、良質の用水がプロセス水として必要である。また触媒反応は発熱反応であるから、最適の反応温度に保つために冷却水が必要である。インドネシアの如き熱帯地方においては、用水の温度が高いために充分の $\Delta t$ がとれない例が多いので、冷却水の所要量が可成り多量になる。従って充分の量の用水が使用可能であることが極めて重要である。

また、糖蜜を使用する発酵は、廃液の処理問題に充分の配慮が必要である。たとえ、CODまたはBODが低くなっても、糖蜜の色に由来する着色した廃液は、心理的に悪い印

象を与える例が多い。何れの工業においてもその廃液処理は、コストがかかり企業にとって負担となるが、発酵工業の場合は特に使用水量の多いことと、糖蜜という着色した原料を使用していることから、最も、その土地に適合した合理的な処理法を案出しなければ、工業そのものの成立が危うくなる可能性があることに留意しなければならない。

もう一つの発酵工業の必須条件は、科学的基盤の有無である。例を日本の場合にとって見れば、日本の発酵工業の年間の生産金額は、種々の資料によれば約3.5兆円と言われ(表4-1に示す)、GNPの大体2割を占めている。これは、日本人が古くから酒、味噌、醤油、漬物などの発酵食品に親しんでいたことにもよるが、日本の企業が常に売上額の2~3割の金額を、研究開発のために投資していること、及びこの研究開発を支える高等教育を受けた学生の多くが、これらの企業に入り活躍している結果に他ならないものと考えらる。

日本において農産加工、発酵関係の学問を教える農芸化学という学科の官公私立大学の卒業生は年間約2500人である。また、研究開発の結果を公開し、技術研鑽の場となる学会も、農芸化学会、醸造工学会、食品工学会、醸造学会など極めて多くの学会がある。

Table 4-1 Production of Fermentation Industry in Japan

Beverages	¥2,307 Billion
(Beer, Sake, Whisky, Liquor)	
Soy Sauce	¥584
Miso Paste	¥205
Seasonings	¥114
(MSG, Nucleic Acid)	
Citric Acid	¥40
Vinegar	¥37
Ethanol	¥24.5
(Industrial Use)	
Bakers Yeast	¥16
Amino Acid (Lysine)	¥12
Enzymes	¥4
<b>Total</b>	<b>¥3,464.5 Billion Yen</b>

もし、インドネシアが国として発酵工業の振興という目標を、かかげるのであればこのような基盤の整備からの積み重ねが必要となろう。単なる技術移転だけで工業立国は不可能と考える。

#### 4.2 発酵工業製品としてインドネシアにおいて好ましい品目

前章にて発酵工業製品としての候補となっている7品目についての市場の現況と今後の展開について述べたが、この内で今回の可能性調査の対象として、我々はアルコール、飼料用酵母、コリネシン(抗生物質クロラムフェニコールの前駆物質)の3品目を好ましい品目として選びたい。その理由について各品目毎に述べる。

##### 4.2.1 エチルアルコール

エチルアルコールは、糖蜜から発酵法によって最も容易に製造される。インドネシアにおいても、現在13のアルコール工場が存在し、その能力は合計58,000 $\text{t}$ /年であるが、1982年の生産実績の推定は26,100 $\text{t}$ であり、生産能力の僅か45%を満たしている程度である。これは輸出の不振と、国内向け化学用には低価格のメタノールに競合できないことの原因による。

従って、我々は観点を変えて、代替燃料用としてのエチルアルコールの活用を、インドネシア政府当局に推奨したい。

B P P Tにて聴取した所によれば、外領への移住政策と、キャッサバからのアルコール製造を交絡させての代替エネルギー政策が立案されて実態検討の段階に入っているとのことであるが、SBPN, PTP当局も、これから増産の一途をたどる糖蜜の有効利用策の一つとして、代替エネルギーとしてのアルコール製造を強力に推進する必要がある。4-3表に示すように1980年における、インドネシアの石油製品の全消費量は約22,000,000 $\text{t}$ であり、その内、32.7%の7,200,000 $\text{t}$ が運送業に使用されている。さらに運送業向けの約50% 3,700,000 $\text{t}$ がガソリンで占められている。この運送業向けの石油製品は年率8から10%にて伸びている状況である。インドネシアにおける石油埋蔵力については、十数年間とも言われているので、国内のガソリンに10%程度のアルコールを代替して、石油資源の節約をはかることは意義のあるものであろう。3,700,000 $\text{t}$ のガソリンの10%とすれば、アルコールで37万 $\text{t}$ となり、現状の6倍程度のアルコール製造能力が必要となるし、糖蜜も120万トン程度の消費となる。流通の費用を考慮してジャワ島のみに限るとしても、この60%の需要は見込まれよう。大量の糖蜜を使用するためにアルコールは不可欠の品目である。

アルコールの生産方式については、Comalアルコール工場の知きbatch式発酵法が、従来



**Table 4-2 Existing Ethanol Factory, its Capacity and Actual Production in 1982**

<u>Factories Location</u>	<u>Capacity (kl/day)</u>	<u>Production (kl)</u>
P.A. Palimanan	10	1,600
P.A. Comal	18.5	2,000
P.S. Jatiroto	20	1,500
P.A. Madukismo	20	2,000
P.S. Padahardja	10	1,000
P.S. Madusari	12	3,000
P.A. Asan Pabuaran	56	13,500
P.A. Permata Sakti	18	1,500
P.A. Basis Indah	10	—
P.A. Sari Murni	8	—
P.A. Sari Kengga	5	—
P.A. Nabati Sarana	6	—
P.A. Malindo Raya	10	—
<b>Total</b>	<b>194.5</b>	<b>26,100</b>

(Source: KAPB)

Table 4-3 Petroleum Products Utilization in 1980

(Unit: kl)

Product	Transportation	Industry	Electricity	Household	Total
Avgas	20,002	-	-	-	20,002
Autur	518,299	-	-	-	518,299
Super 98	74,448	-	-	-	74,448
Premium	3,707,350	-	-	-	3,707,350
Kerosene	-	-	-	7,783,372	7,783,372
Auto Diesel	2,698,368	2,893,098	775,217	-	6,366,683
Industrial Diesel	111,705	1,073,285	26,677	-	1,211,667
Fuel oil	69,260	1,266,291	1,209,811	-	2,365,362
Total	7,199,432	5,232,674	1,831,705	7,783,372	22,047,183
%	32.7	23.7	8.3	35.3	100

(Source: BPPT)

までの主流であったのが、Jatirotoアルコール工場のように酵母再使用リサイクル法による新しい方式（Jatiroto工場はオーストリアの技術導入）まで各種の方式があるが、我々はこの調査のために、現在日本で新燃料油研究組合にて協和醸造が中核となって技術開発に努めている、固定化酵母プロセス方式の適用を考えてみることにしたい。本方式は従来の方法のアルコール発酵槽の代わりに、酵母を担体に吸着させたカラムに糖液を通過させ、アルコールに転換するプロセスであり、単位容積、単位時間当りのアルコール生産速度が極めて早くなっている。このことは設備のコンパクト化、引いては設備費の減少をもたらすものであり、代替エネルギー用のアルコール生産には特に適しているものと考えられる。

価格をみても、現状のアルコールの工場渡し価格が265 Rp/lであり、ガソリンはスタンダード価格で240 Rp/lとなっており、石油製品が値上りする気配があるのに対し、合理的生産設備からのアルコールは、糖蜜が現状の価格を維持する限りは、安くなる可能性が多いので、可成り興味をもてるのではないかと思われる。

#### 4.2.2 飼料用酵母

農業省畜産局にて得た資料によると、インドネシアにおける畜産動物の飼養頭羽数は近年、非常に伸びている。4-4表に示すように、配合飼料の対象となる豚で約310万頭、clri-ckeuで1億3千万羽、産卵鶏にて2500万羽、ブロイラーで2800万羽が1980年の統計では飼育されている。

Table 4-4 Livestock Population in Indonesia

(Unit: 1,000 heads)

	<u>Swine</u>	<u>Local chicken</u>	<u>Layer</u>	<u>Broiler</u>
1973	2,622	79,906	2,202	
1974	2,906	89,650	3,450	
1975	2,707	94,572	3,903	
1976	2,947	97,504	4,878	
1977	2,979	101,686	5,807	
1978	2,902	108,916	6,071	
1979	3,183	114,350	7,007	
1980	3,155	126,310	22,940	25,462
1981	3,364	132,878	24,568	28,110

(Source: Information Data Peernakan)

このための配合飼料工場も大型のものが、全国に7ヶ所もある。

ジャカルタ	P.T. Charcen Pokophand Indo Animal Feed Mill
・	P.T. Bina Satwa
・	CV Subur/dh CV Indo Feed Mill
東部ジャワ	P.T. Bama
中部ジャワ	Eka Poultry
・	P.T. Printis Java
西部ジャワ	P.T. Hirema

これらの工場では何れも豚と鶏用の配合飼料を生産している。全国生産量は明らかではないが、BP3Gの調査によれば、東部ジャワのみで40万トンの配合飼料が生産されているとのことであるから、全国的には300万トン前後の配合飼料が生産されていると思われる。配合飼料にとって最も重要な蛋白源については、インドネシアにおいては自給できず、輸入の大豆粕、魚粕に依存している状況である。従って自国製の蛋白源として、糖蜜を利用して発酵法によって飼料酵母を生産し、これを利用することが、国策的に見ても極めて望ましいものと言えよう。

既に東部ジャワには、P.T. Sumber Proteinという月間200トンの飼料酵母(48%の粗蛋白含有)を生産する会社があり、250~280 Rp/Kgで市場に出しているとのことである。

仮りに300万トンの配合飼料に3%の飼料酵母を配合するとせば、年間9万トンの飼料酵母の市場があることになり、このために糖蜜として36万トン程度、消費することとなる。

アルコールに次ぐ、糖蜜多消費型発酵製品として、飼料酵母は見逃せない品目である。経営的にみても、20 Rp/Kgの糖蜜から280 Rp/Kgの飼料酵母となるのであるから、市場さへ獲得できれば、有利な生産品目と考えられる。

飼料酵母について、パン酵母も今後のインドネシアの食生活の様式の変化状況によっては、可成り美味のある品目になると推察されるが、cold chain 流通方式など未整備の現状から、まとまった市場となるのに技術未だ少し時間がかかると思われる。しかし、西欧諸国から乾燥活性酵母として年間1,000から2,000トン程度、輸入されている事実もあるので、次の対象品目として検討の準備は関係者にとって必要であろう。

#### 4.2.3 コリネシン(抗生物質)

インドネシア政府は、WHOのdrug policyを忠実に実施することを検討中であり、2000年までには国民すべてに進んだ医療を与えるという目標を持っている。UN/WHOが決定しているインドネシアに対するessential drug listは150から190品目に達するが、政府と

して国産を考慮中の医薬バルクとしては、抗生物質グループと超 essential と名付けられたアスピリン、サルファ剤、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンCなどがある。

これら医薬品の輸入金額は、1981年において製剤輸入 8,000万US\$, 原末輸入 5億US\$と合計約 6億US\$に達している。

この内、抗生物質の輸入は 4,120万US\$と、製剤輸入の約 50%を占めている。その中でも多いのが Penicillin 540万US\$, Streptomycin 150万US\$, Tetracycline 640万US\$と Chloramphenicol 490万US\$である。

これらの抗生物質の内、糖蜜から生産し得るものはなく、何れもより純粋な原料である starch 或いは glucose からの発酵による。但し、Chloramphenicol の前駆物質である Corynecin は、糖蜜からの発酵生産が可能であり、かつて協和酸酵においても、現場タンクにて試作した実績を有するので、今回の Feasibility study の対象品目として加えることとした。

但し、発酵収率もアミノ酸発酵のように高収率でなく、また精製プロセスも複雑で長いために、実際のプラント操業にあたっては、技術の研修など可成り難しい問題を含んでいる。

#### 4.2.4 廃液処理

発酵工業の振興にあたって、無視することができないのが廃液処理である。但し、これには各地域の特色に適合した合理的、かつ経済的プロセスを設計しないことには、投資額が過大となり、ランニングコストもかかり、本体そのものの採算性が問題となってくる。本調査団が調査の途中で、糖蜜からアルコールを生産している工場2ヶ所を見学したが、何れも蒸留廃液は未処理のまま放流されていた。蒸留廃液を始めとする発酵工業廃液については、プラント規模が大きくなるにつれて、その処理方法が難しくなる。

今回の発酵工場は、PTPのモデルとなるものであるから一応、廃液の処理についての我々の実績をもとに設計を行なっている。

それは、廃液を濃厚なものと同いものに分け、濃厚部分を濃縮して、濃縮液を余剰バガスに混じて、肥料もしくは土壌改良剤として使用し、薄い部分は冷却水にて更に稀釈してから、廃液の基準内の数値にした後、放流するという方式を採用している。

我々の設計では、1日約100トンの濃縮液を300トンのバガスにかけてコムポストを製造することになっており、バガスの有効利用を兼ねることになる。

バガスの利用については、ライムケーキ、米ぬかと共にコムポストを作り、圧縮後に殺菌し *Pleurotus cystiosus* を栽培することも可能である。*Pleurotus cystiosus* は属にアワビタケと言われ、Philippines, Malaysia, Taiwan などのレストランにおいては盛大に使用されている茸類である。ハウス栽培であるが温度 24~30℃、湿度 80~100% が好適条件とい

われるので、インドネシアの気候条件に極めて適合しているものと言えよう。

#### 4.3 生産規模について

生産規模については、主原料である糖蜜の集荷可能量と、発酵に最も重要な工業用水の取水可能量から決定される。

糖蜜は、ジャワ島各地から集めれば理論的には20万トンから30万トンをブランドサイト候補地に持ってくるのが可能であるが、運賃と貯蔵設備に費用がかかるので、必ずしも得策ではないと考える。次章に述べるように今回の調査の結果、候補地としてEx Comalを選んだので、ここを管轄するPTP15/16において現在生産される糖蜜量91,968トンと、1984年の予想生産量139,154トンとの差約47,000トンを消費する発酵工業のプラントを一つの単位として考えた。糖蜜の生産されない時期を1ヶ月とみなせば、この単位のプラントでも約16,000トンの糖蜜貯蔵施設が必要となってくる。

もう一つの制限因子である工業用水の取水可能量であるが、PTP24/25のPanji砂糖工場、PTP21/22のPesantren Baru砂糖工場の何れもが、現状250 L/second $\div$ 21,600 m<sup>3</sup>/dayの取水枠があるのに対し、Ex Comalでは現状1,000 L/secondのcanal流量のうち、500 L/second $\div$ 43,200 m<sup>3</sup>/dayが新設プラントに使用可能である。従って、この量の用水で可能な発酵プラントの規模ということになってくる。用水の温度が28℃~30℃と高いことも制限条件となっているのは当然である。

これらの条件を考慮して、以下のような生産量を設定した。

アルコール	約10,000 M/年
飼料用酵母	約 3,300 ton/年
Corynecin	約 19 ton/年

夫々の糖蜜使用量の試算は次に示すが、その合計は48,400トンとPTP15/16の管轄の砂糖工場で今後2~3年の間に増産される糖蜜の量47,000トンと略々等しい。

アルコール糖蜜使用量	33,000トン
飼料用酵母	13,200トン
Corynecin	2,200トン
合 計	48,400トン

また、上記の規模のプラントであれば、冷却水が約40,000 M/日必要であり、これもEx

Comal の取水可能量の中におさまるので問題はないものとする。

#### 4.4 サイトの選定

##### 4.4.1 プラントサイト候補地について

プラントサイトについては、事前調査団による Scope of Work で、下記3箇所に絞られている。

- (1) Panji 砂糖工場，東部ジャワ
- (2) Pesantren Baru 砂糖工場，東部ジャワ
- (3) Ex Comal 砂糖工場，中部ジャワ

F/S 調査団は、12月4日から12月16日まで約2週間にわたり現地調査を行い、サイト選定のための情報集収を行った。

##### 4.4.2 プラントサイト選定基準

サイト選定に際し、重視した条件は次の項目である。

- (1) 良質な水、多量の水が得られるか。
- (2) 原料、燃料の入手およびその輸送に問題がないか。
- (3) 資機材の運送に問題ないか。
- (4) プラント立地に適した敷地があるか。
- (5) プラントからの排水が容易であるか。
- (6) 将来、近隣に公害を与える恐れがないか。

特に、発酵工業においては、微生物による発熱に対して培養温度を一定に保つために多量の冷却水が必要であること、又培養工程で無菌操作を行うための殺菌、あるいは精製工程での蒸発濃縮等のために多量の蒸気、電気を使うこと、更には原料として糖蜜を使うために多量の排液の発生することが特徴であり、これらについて十分留意する必要がある。

##### 4.4.3 推奨されるプラントサイト

上記3箇所のプラントサイトに関する現地調査結果は「表1-6 プラントサイトの比較」に要約して示すが、前述選定基準に照らして総合的に判断した結果、Ex Comal Sugar Factory が最適地であるという結論に達した。

特に決め手となった要因は、

- (1) 他の2サイトに比べ、必要かつ十分な河川水を取水する事が可能であること。
- (2) 公害問題に関するサイト及び周辺の環境が良好であること。

である。

## Ex Comal の概要

### (1) サイト

中部ジャワ PEKALONGAN の西約 20 Km の所にあり、1944～5 年頃迄砂糖工場であった。工場の建屋はかなりしっかりした状態で存在。工場敷地内にはプール、バレー、テニスコート等のスポーツ、娯楽施設を有しており、地域住民に開放している。

近郊に PS Comal (アルコール工場)、PG Sragi (砂糖工場) があり、工場立地条件の良い環境である。

### (2) 水利

工場から 300～500 m 離れた所のイリゲーションチャンネルから取水可能。このチャンネルは約 13 Km 上流の Comal 川から分岐しており水量は十分ある。平均 1,000 L/sec の流量のうち工業用として 500 L/sec の取水が可能である。

### (3) 排水

工場南側に専用のチャンネルがあり、約 4.5 Km 下流で Comal 川と合流している。若干の整備が必要であるが、直接イリゲーションチャンネルに流入しないため、地域住民、農家への影響はほとんどない。

## 4.6 糖蜜からの糖回収プロセス

今回の Feasibility Study の Scope of Work の範囲外であるが、インドネシア側では、糖蜜からの糖回収プロセスに多大の関心を持っていることが判明したので、日本における本プロセスに関する知見ならびに予備的検討の結果について、以下要約する。

### 4.6.1 カラムクロマトグラム分離法

本プロセスはフィンランドの Finnish Sugar Co., Ltd. によって、開発されたプロセスである。フィンランドの如き北欧においては beet が製糖原料であり、従ってこのプロセスも beet molasses を対象にして開発されたものであり、その概略フローを図 4-1 に示す。

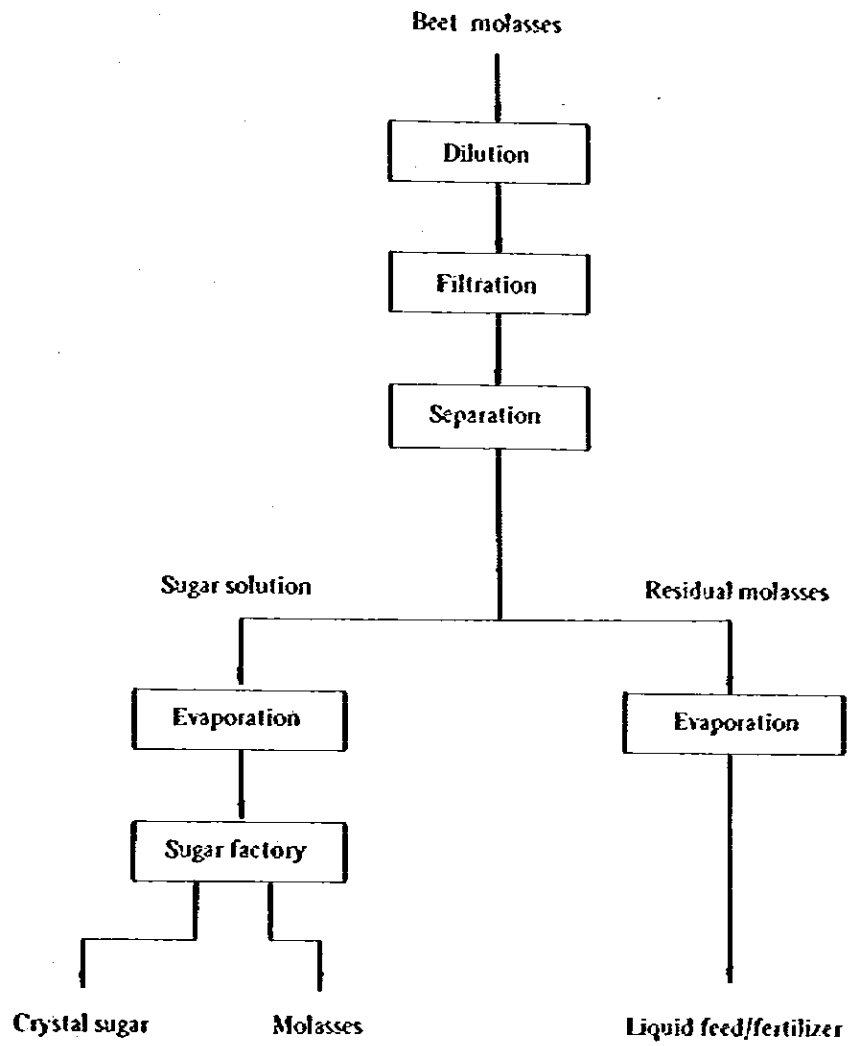
最も重要なポイントは、Separation の段階であり、特殊の Resin column を使用して、クロマトグラフィー分離を実施する所にある。すなわち、使用する Resin の種類、分離条件などが Finnish Sugar Co., Ltd の Know how となっている。

欧州においては、本プロセスを用いて 2～3 の糖回収プラントが稼働しているというが、すべて beet molasses を出発原料としていることに留意しなければならない。

日本で得ている知見では、本プロセスを cane molasses に適用するには、cane molasses と beet molasses の成分含量の差異から、極めて複雑なる前処理工程が必要になるとい



**Fig. 4-1. Process Flow for Sugar Recovery from Molasses**



その原因の一つとしてCa, Mg など 2 個のイオンの含量が cane molasses 比, beet molasses に比して可成り高く, Resin column による分離プロセスの前にこれを除去しなければならぬこと, もう一つの原因は cane molasses には slimy な solid が beet molasses よりも多く含まれるため, 清澄な糖の溶液を得るためには flocculant を加えて遠心分離をしなければならぬことである。

このような前処理を必要とすることは, 当然, 糖の回収率も低下し, 且つ投資額も追加を必要とするのでプロセス自体の経済性については, beet molasses の場合よりも甚だ疑問となってくる。

従って cane molasses 利用の Finnish Sugar Co., Ltd のプロセスによって糖を回収する実プラントについては, まだ世界のどこの地でも動いていないのが実情である。参考として, インドネシアの cane molasses と beet molasses の成分分析比較表を表 4-5 に示した。

Table 4-5 Analytical Data for Cane and Beet Molasses

	Cane molasses		Beet molasses	
	Indonesia	Japan	Europe	
Total sugar (%)	54.16	41.94	54.30	
Direct sugar (%)	18.42	1.40	0.46	
Non fermentable sugar (%)	5.71	—	—	
Total solid (%)	75.07	—	79.90	
Ash (%)	8.55	6.02	10.90	
Ca (%)	0.99	0.25	0.10	
Mg (%)	0.12	0.02	—	

※注) 極く最近の情報としてフィンランドにて cane molasses を原料としての糖回収プラントが一つ完成したとのことである。

#### 4.5.2 メタノール沈澱法

本プロセスは協和醸造工業にて開発検討されたプロセスである。すなわち、cane molasses に heated methanol を添加し、充分放置すれば、cane molasses 中の殆どの Ca と pigment の 80% までが沈澱となって除去され、上清液から methanol 回収することによって清澄な sugar solution が得ることができる。

添加 methanol の量、温度その他の諸条件は協和醸造の Know how である。処理中に sucrose が転化されるので、糖液は glucose と fructose との含量が多くなる。

なお、本プロセスは税制上の問題もあり、実際に工業化されるには至っていない。このような点を考慮する必要がなければ、カラムクロマトグラム分離法よりは、simple なプロセスと言えよう。

Table 4-6 Comparison of Proposed Site

1. Factory site

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
1 Candidate Site	It's possible to utilize planting field outside of the existing factory (East side of the factory) Area: ≈3.5 ha	It's possible to utilize the building area of the old sugar factory Area: ≈13,000 m <sup>2</sup> (≈90m x 150m)	It's possible to utilize the building area of the old sugar factory Area: ≈13,000 m <sup>2</sup> (≈75m x 230m)
2 Geological condition			
1) Natural disaster			
Storm	Nothing	Nothing	Nothing
Earthquake	Nothing	Nothing	Nothing
Flood	Nothing	Nothing	Nothing
2) Height of ground level	13 m	90 - 100 m	8 m
3) Ground water level	GL. - 3 m	GL. - 9 m	GL. - 5 m
4) Bearing force	It's guessed to be good (1) New molasses tank near the candidate site hasn't piles	It's guessed to be good (1) Old building exist	It's guessed to be good (1) Old building exist

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
<p>3 Transportation of materials</p> <p>1) Road</p> <p>Size limitation</p> <p>2) Rail</p> <p>3) Port</p> <p>4) River for cargo</p>	<p>Near 1st class road</p> <p>2.5 mW x 3.5 mH 7 T/axle</p> <p>Only local</p> <p>BANTUWANG: 91 km SURABAYA: 198 km</p> <p>Nothing</p>	<p>SURABAYA - KEDIRI: 130 km 1st class road</p> <p>KEDIRI - PESANTREN 2nd class road</p> <p>2.5 mW x 3.5 mH 1st class: 7 T/axle 2nd class: 5 T/axle</p> <p>Branch from KEDIRI to near candidate site</p> <p>SURABAYA: 150 km</p> <p>Nothing</p>	<p>SEMARANG - COMAL: 120 km 1st class road</p> <p>Main road</p> <p>COMAL - EXCOMAL: 2 km</p> <p>The pavement of road is not so good</p> <p>2.5 mW x 3.5 mH 1st class: 7 T/axle</p> <p>Main road: EXCOMAL 2 - 3 T/axle</p> <p>Main rail way with branch is about 500 m distance from candidate site</p> <p>SEMARANG: 120 km CIRBON: 140 km TECAL: 70 km</p> <p>Nothing</p>

2. Water

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
1 Kind of water available	RIVER & WELL	RIVER & WELL	RIVER & WELL
2 Quantity of water	<p>1) Limitation</p> <p>(a) No treatment of waste water 250 l/sec. = 21,600 m<sup>3</sup>/D</p> <p>(b) To supply for farm after treatment of waste water 700 l/sec. = 60,480 m<sup>3</sup>/D</p>	<p>1) Permission for plant site 250 l/sec. = 21,600 m<sup>3</sup>/D</p> <p>2) Usage in existing sugar factory 160 l/sec. = 13,800 m<sup>3</sup>/D</p> <p>Self-controlled</p> <p>3) It will be necessary to lead new water from BRANTAS river Distance from the river to plant site about 8 km Ground level of plant site 20 or 30 m higher than the river Construction cost =Rp 500 million</p>	<p>1) It is possible to get water from irrigating channel Distance from the canal to plant site is ±500 m</p> <p>2) Water of the canal is leaded from COMAL river</p> <p>3) Capacity of the canal Max. ±1,000 l/sec. = 86,400 m<sup>3</sup>/D</p> <p>4) The canal covers 100 ha plantation field</p> <p>5) Demand of water for 100 ha RICE 1.2 l/sec. ha x 100 = 120 l/sec. = 10,400 m<sup>3</sup>/D</p>

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
(2) WELL	<p>1) Existing well capacity 110 m<sup>3</sup>/H = 2,640 m<sup>3</sup>/D Deep well x 1 (135 m) for human use and process water</p> <p>2) It is possible to dig well by permission Permission fee = Rp500,000/1 well</p>	<p>1) Existing well capacity 30 l/sec. = 110 m<sup>3</sup>/M Deep well x 3 (100 m) for human use, process water and boiler start up</p> <p>2) It is possible to dig well by permission but there is limitation</p>	<p>CANE 0.7 l/sec.ha x 100 = 70 l/sec. = 6,050 m<sup>3</sup>/D</p> <p>6) =500 l/sec. (43,200 m<sup>3</sup>/D) of water can be used for new</p> <p>1) Existing well capacity 40 l/sec. = 144 m<sup>3</sup>/H 200 m x 1, 100 m x 3 for human use (for swimming pool)</p> <p>2) It is possible to dig well by permission</p>
(3) Cooling tower (Existing)	None	Cooling tower and spray pond for sugar plant (800 l/sec.)	Cooling tower for PG SRAGI 125 l/sec. x 3 = 375 l/sec. = 1,350 T/H Inlet: 45°C Outlet: 32°C

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
3 Temperature of water			
(1) RIVER	28°C - 30°C	28°C - 30°C	28°C - 30°C
(2) WELL	29°C	29°C	30°C
	7 Dec. 1982 checked		15 Dec. 1982 checked
4 Analytical data of water		Data at 1977. Actual standard, 25 Aug. 1980	
(1) RIVER	<p>No data</p> <p>Treated water for boiler (ion exchange)</p> <p>pH: 8.7</p> <p>Hardness: 0.3 ppm</p> <p>Cl: 19.4 ppm</p> <p>P: 100 ppm</p> <p>TiO<sub>2</sub>: Nv</p> <p>Ca: Nv</p> <p>Alkalinity: 20.9</p>	<p>pH at 25°C: 8.3</p> <p>Hardness: 8.0 ppm &gt; 7 ppm</p> <p>Oil: 0 &lt; 2 ppm</p> <p>O<sub>2</sub> solved: 7.6 ppm &lt; 2 ppm</p> <p>T. Fe: 0 &lt; 0.1 ppm</p> <p>T. Cu: 0.02 ppm</p> <p>NH<sub>4</sub>: -</p> <p>SiO<sub>2</sub>: 28 ppm &lt; 50 ppm</p> <p>Elec. cond. 25°C: 402.5 ppm</p> <p>M Alkalinity: 412.36 ppm &lt; 600 ppm</p> <p>P Alkalinity: 15.36 ppm &lt; 400 ppm</p> <p>Total solid: 645.8 ppm &lt; 2,000 ppm</p> <p>Cl: 17.2 ppm &lt; 300 ppm</p> <p>PO<sub>4</sub>: 20 ppm, 20 - 40 ppm</p> <p>SO<sub>3</sub>: 123 ppm, 10 - 20 ppm</p>	<p>7 - 8</p> <p>No data</p> <p>0</p> <p>No data</p> <p>0.1 ppm</p> <p>0.0</p> <p>+</p> <p>No data</p> <p>No data</p> <p>No data</p> <p>No data</p> <p>No data</p> <p>+</p> <p>5 ppm</p> <p>0</p>



Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
		Suspended solid: No data Zn: No data F: No data BOD: No data COD: No data	64.5 ppm 0.28 ppm No detect 2.5 ppm 61.3 ppm Data received * Date from P.G SURAGI as same as COMAL river
5	Unit price of water  (1) RIVER  P.G. PANJI pays Rp564,000/year for Irrigation Dept. now Consumption of water	P.G. PESANTREN pays Rp1,000/l./sec./year and Rp1,440,000/M for employee of irrigation $1,000 \times 250 \times 8/12 = 167,000$ $1,440,000 \times 8 = 11,520,000$ Total: Rp11,687,000	EXCOMAL will pays Rp20/l./sec.D. If 500 l/sec. $20 \times 500 = \text{Rp}10,000/\text{D}$  Electricity only
		Electricity only	Electricity only

3. Electric Power

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
1 Purchase	Not reality	Not reality	Main cables PLN: 150 KV, 20 KV about 500 m distance from EXCOMAL
(1) Reality	-	-	-
(2) Reliability	-	-	-
(3) Unit price (if purchase)	Capacity Basic Consumption Fee: 3.8 -- 99 KVA: 1.750 Rp/KVA 49 Rp/KWH (day) 30.5 Rp/KWH (night) 100 -- 200 KVA: 1.750 Rp/KVA 46.5 Rp/KWH (day) 29 Rp/KWH (night) More than 201 KVA: 1.600 Rp/KVA 44 Rp/KWH (day) 27.5 Rp/KWH (night)	As same as PANJI	As same as PANJI

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
	More than 5,000 KVA: 1.500 Rp/KVA 40 Rp/KWH (day) 25.5 Rp/KWH (night)		
2 Existing generator	Steam x 2 Water x 1	2.500 KW	Diesel, 140 KW x 1
(1) Capacity	But not available for new factory	But not available for new factory	But not available for new factory
(2) Herz	55	50	50
(3) Unit price	No data	No data	No data

4. Steam

	Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
1	Quantity of steam available	Not available	Not available	Not available
2	Existing Boiler (Reference)			
(1)	Capacity	57.5 T/M: high 3 sets, low 6 sets	Max. 100 T/H. Actual 87 T/H	
(2)	Fuel	Oil or Oil & Bagasse	Oil and Bagasse	
(3)	Temp.	-	325°C	
(4)	Pressure	High: 12 kg/cm <sup>2</sup> G Low: 6 - 7 kg/cm <sup>2</sup> G	17 - 20 kg/cm <sup>2</sup> G	
(5)	Efficiency	-	65	

S. Fuel

	Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
1	Fuel oil			
	(1) Supplier	PERTAMINA	PERTAMINA	PERTAMINA
	(2) Transportation		By tank trailer, stable and constantly	PERTAMINA
	(3) Unit price			
	Kerosene			
	Market price	-	-	-
	Transportation	-	-	-
	Total	Rp85/l	Rp85/l	Rp85/l
	Residual			
	Market price	Rp74/l	Rp75/l	Rp75/l
	Transportation	-	Rp6/l	Rp15/l
	Total	-	Rp81/l	Rp90/l
2	Others	Bagasse But not available for new factory	Bagasse But not available for new factory	Bagasse But not available for new factory

6. Pollution

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
1 Law and Regulation for waste water	National regulation & Local regulation (East Java)	National regulation & Local regulation (East Java)	National regulation only Local regulation is not yet issued
2 Law and Regulation for Air pollution	National regulation but not yet standardized	National regulation but not yet standardized	National regulation but not yet standardized
3 Miscellaneous pollution control (Noise, odor, etc.)	National regulation but not yet standardized	National regulation but not yet standardized	National regulation but not yet standardized
4 Environment of the factory site			
(1) Route of waste water flow	Irrigation channel	Irrigation channel	Factory's channel to Comal River
(2) Distance to River	None	±8 km (Brantas River) (but not connected)	±4.5 km (Comal River)
(3) Distance to Sea	±10 km (but not connected)	Long distance (to SURABAYA)	±14 km
(4) Environment of fishing	Fishing area near coast	-	Fishing area (pond) around the mouse of the river

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
(5) Environment of town	Near to SITUBONDO	4 km to KEDIRI	Good enough
(6) Environment of pollution by other Factories	No Problem (PG PANJI)	No Problem (PG PESANTREN)	P.S. COMAL discharges no treatment waste water
(7) Treatment method used	None	None	None
5 Possibility of no treatment for waste water	Not suitable	Not suitable	Not suitable

7. Labors

	Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
1	Labors cost	(Manager: 300,000 - 500,000 Rp/M)		(Average)
	(1) Specialists (Engineer, chemist, biologist)	-	126,900 - 282,000 Rp/M	204,036 Rp/M
	(2) Supervisor	-	70,500 - 126,900 Rp/M	91,266 Rp/M
	(3) Operator (Skilled)	±2,000 Rp/D ⇒ 50,000 Rp/M	40,625 - 75,000 Rp/M	82,238 Rp/M
	(4) Operator (Unskilled)	±1,000 Rp/D ⇒ ±25,000 Rp/M	940 Rp/D ⇒ 23,500 Rp/M	1,200 Rp/D ⇒ 30,000 Rp/M
	(5) Clerk	-	69,000 Rp/M	75,338 Rp/M
2	Working hour	3 shift	3 shift	40 hrs/week, 3 shift
3	Attendance rate of labors	-	-	Approx. 90%
4	Strike of labor union	Not allowed by government	Not allowed by government	Not allowed by government



8. Summary for Record of Atmospheric Temp.

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL																																																																																																																																																																								
	1978-1980 monthly data P.G. WRANGINANUN from 6 km distance from PANJI	Monthly data at P.G. MERICAN 1980	Monthly data 1980-1982 at EX COMAL																																																																																																																																																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Max.</th> <th>Min.</th> <th>Ave.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jan.</td><td>30.2</td><td>23.5</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>Feb.</td><td>32.8</td><td>23.7</td><td>27.7</td></tr> <tr><td>Mar.</td><td>31.1</td><td>23.6</td><td>27.3</td></tr> <tr><td>Apr.</td><td>32.3</td><td>23.5</td><td>27.9</td></tr> <tr><td>May</td><td>32.2</td><td>21.0</td><td>27.7</td></tr> <tr><td>Jun.</td><td>32.1</td><td>23.3</td><td>27.6</td></tr> <tr><td>Jul.</td><td>31.8</td><td>22.5</td><td>27.5</td></tr> <tr><td>Aug.</td><td>32.0</td><td>23.0</td><td>27.5</td></tr> <tr><td>Sep.</td><td>32.1</td><td>23.2</td><td>27.9</td></tr> <tr><td>Oct.</td><td>32.4</td><td>23.9</td><td>28.5</td></tr> <tr><td>Nov.</td><td>32.9</td><td>24.5</td><td>28.7</td></tr> <tr><td>Dec.</td><td>31.2</td><td>24.0</td><td>27.6</td></tr> <tr><td>Yearly</td><td>32.9</td><td>21.0</td><td>27.7</td></tr> </tbody> </table>		Max.	Min.	Ave.	Jan.	30.2	23.5	27.0	Feb.	32.8	23.7	27.7	Mar.	31.1	23.6	27.3	Apr.	32.3	23.5	27.9	May	32.2	21.0	27.7	Jun.	32.1	23.3	27.6	Jul.	31.8	22.5	27.5	Aug.	32.0	23.0	27.5	Sep.	32.1	23.2	27.9	Oct.	32.4	23.9	28.5	Nov.	32.9	24.5	28.7	Dec.	31.2	24.0	27.6	Yearly	32.9	21.0	27.7	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Max.</th> <th>Min.</th> <th>Ave.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jan.</td><td>29.0</td><td>24.5</td><td>26.9</td></tr> <tr><td>Feb.</td><td>30.5</td><td>25.0</td><td>26.5</td></tr> <tr><td>Mar.</td><td>31.0</td><td>25.0</td><td>26.1</td></tr> <tr><td>Apr.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>30.6</td></tr> <tr><td>May</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>30.8</td></tr> <tr><td>Jun.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>Jul.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>27.8</td></tr> <tr><td>Aug.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>Sep.</td><td>31.5</td><td>26.0</td><td>27.4</td></tr> <tr><td>Oct.</td><td>33.0</td><td>26.5</td><td>27.4</td></tr> <tr><td>Nov.</td><td>32.5</td><td>26.0</td><td>28.6</td></tr> <tr><td>Dec.</td><td>31.5</td><td>25.0</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>Yearly</td><td>33.0</td><td>25.0</td><td>27.8</td></tr> </tbody> </table>		Max.	Min.	Ave.	Jan.	29.0	24.5	26.9	Feb.	30.5	25.0	26.5	Mar.	31.0	25.0	26.1	Apr.	31.0	26.0	30.6	May	31.0	26.0	30.8	Jun.	31.0	26.0	28.0	Jul.	31.0	26.0	27.8	Aug.	31.0	26.0	27.0	Sep.	31.5	26.0	27.4	Oct.	33.0	26.5	27.4	Nov.	32.5	26.0	28.6	Dec.	31.5	25.0	27.0	Yearly	33.0	25.0	27.8	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Max.</th> <th>Min.</th> <th>Ave.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jan.</td><td>29.0</td><td>24.5</td><td>26.9</td></tr> <tr><td>Feb.</td><td>30.5</td><td>25.0</td><td>27.2</td></tr> <tr><td>Mar.</td><td>31.0</td><td>25.0</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>Apr.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>28.3</td></tr> <tr><td>May</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>28.4</td></tr> <tr><td>Jun.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>28.4</td></tr> <tr><td>Jul.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>28.3</td></tr> <tr><td>Aug.</td><td>31.0</td><td>26.0</td><td>28.6</td></tr> <tr><td>Sep.</td><td>31.5</td><td>26.0</td><td>29.3</td></tr> <tr><td>Oct.</td><td>33.0</td><td>26.5</td><td>29.8</td></tr> <tr><td>Nov.</td><td>32.5</td><td>26.0</td><td>29.2</td></tr> <tr><td>Dec.</td><td>31.5</td><td>25.0</td><td>28.4</td></tr> <tr><td>Yearly</td><td>33.0</td><td>25.0</td><td>28.4</td></tr> </tbody> </table>		Max.	Min.	Ave.	Jan.	29.0	24.5	26.9	Feb.	30.5	25.0	27.2	Mar.	31.0	25.0	28.0	Apr.	31.0	26.0	28.3	May	31.0	26.0	28.4	Jun.	31.0	26.0	28.4	Jul.	31.0	26.0	28.3	Aug.	31.0	26.0	28.6	Sep.	31.5	26.0	29.3	Oct.	33.0	26.5	29.8	Nov.	32.5	26.0	29.2	Dec.	31.5	25.0	28.4	Yearly	33.0	25.0	28.4
	Max.	Min.	Ave.																																																																																																																																																																								
Jan.	30.2	23.5	27.0																																																																																																																																																																								
Feb.	32.8	23.7	27.7																																																																																																																																																																								
Mar.	31.1	23.6	27.3																																																																																																																																																																								
Apr.	32.3	23.5	27.9																																																																																																																																																																								
May	32.2	21.0	27.7																																																																																																																																																																								
Jun.	32.1	23.3	27.6																																																																																																																																																																								
Jul.	31.8	22.5	27.5																																																																																																																																																																								
Aug.	32.0	23.0	27.5																																																																																																																																																																								
Sep.	32.1	23.2	27.9																																																																																																																																																																								
Oct.	32.4	23.9	28.5																																																																																																																																																																								
Nov.	32.9	24.5	28.7																																																																																																																																																																								
Dec.	31.2	24.0	27.6																																																																																																																																																																								
Yearly	32.9	21.0	27.7																																																																																																																																																																								
	Max.	Min.	Ave.																																																																																																																																																																								
Jan.	29.0	24.5	26.9																																																																																																																																																																								
Feb.	30.5	25.0	26.5																																																																																																																																																																								
Mar.	31.0	25.0	26.1																																																																																																																																																																								
Apr.	31.0	26.0	30.6																																																																																																																																																																								
May	31.0	26.0	30.8																																																																																																																																																																								
Jun.	31.0	26.0	28.0																																																																																																																																																																								
Jul.	31.0	26.0	27.8																																																																																																																																																																								
Aug.	31.0	26.0	27.0																																																																																																																																																																								
Sep.	31.5	26.0	27.4																																																																																																																																																																								
Oct.	33.0	26.5	27.4																																																																																																																																																																								
Nov.	32.5	26.0	28.6																																																																																																																																																																								
Dec.	31.5	25.0	27.0																																																																																																																																																																								
Yearly	33.0	25.0	27.8																																																																																																																																																																								
	Max.	Min.	Ave.																																																																																																																																																																								
Jan.	29.0	24.5	26.9																																																																																																																																																																								
Feb.	30.5	25.0	27.2																																																																																																																																																																								
Mar.	31.0	25.0	28.0																																																																																																																																																																								
Apr.	31.0	26.0	28.3																																																																																																																																																																								
May	31.0	26.0	28.4																																																																																																																																																																								
Jun.	31.0	26.0	28.4																																																																																																																																																																								
Jul.	31.0	26.0	28.3																																																																																																																																																																								
Aug.	31.0	26.0	28.6																																																																																																																																																																								
Sep.	31.5	26.0	29.3																																																																																																																																																																								
Oct.	33.0	26.5	29.8																																																																																																																																																																								
Nov.	32.5	26.0	29.2																																																																																																																																																																								
Dec.	31.5	25.0	28.4																																																																																																																																																																								
Yearly	33.0	25.0	28.4																																																																																																																																																																								

9. Summary for Relative Humidity

Item	PANJI			PESANTREN			COMAL		
	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.			
	Jan.	89	72	83.6	Jan.	77.1	67.5	72.1	No data
	Feb.	91	71	84.8	Feb.	87.3	73.6	81.2	
	Mar.	90	66	81.8	Mar.	86.2	61.5	72.4	
	Apr.	87	59	79.4	Apr.	87.6	68.8	80.3	
	May	89	57	77.2	May	83.4	65.1	73.9	
	Jun.	89	59	79.6	Jun.	83.3	67.3	76.1	
	Jul.	86	57	76.0	Jul.	79.3	55.4	68.2	
	Aug.	89	56	75.8	Aug.	75.0	51.8	66.2	
	Sep.	88	55	77.1	Sep.	79.0	56.2	68.7	
	Oct.	87	55	75.4	Oct.	89.6	59.2	73.6	
	Nov.	90	58	77.1	Nov.	88.3	60.0	69.6	
	Dec.	91	70	82.9	Dec.	77.7	62.7	77.1	
	Yearly	91	55	79.2	Yearly	89.6	51.8	73.3	

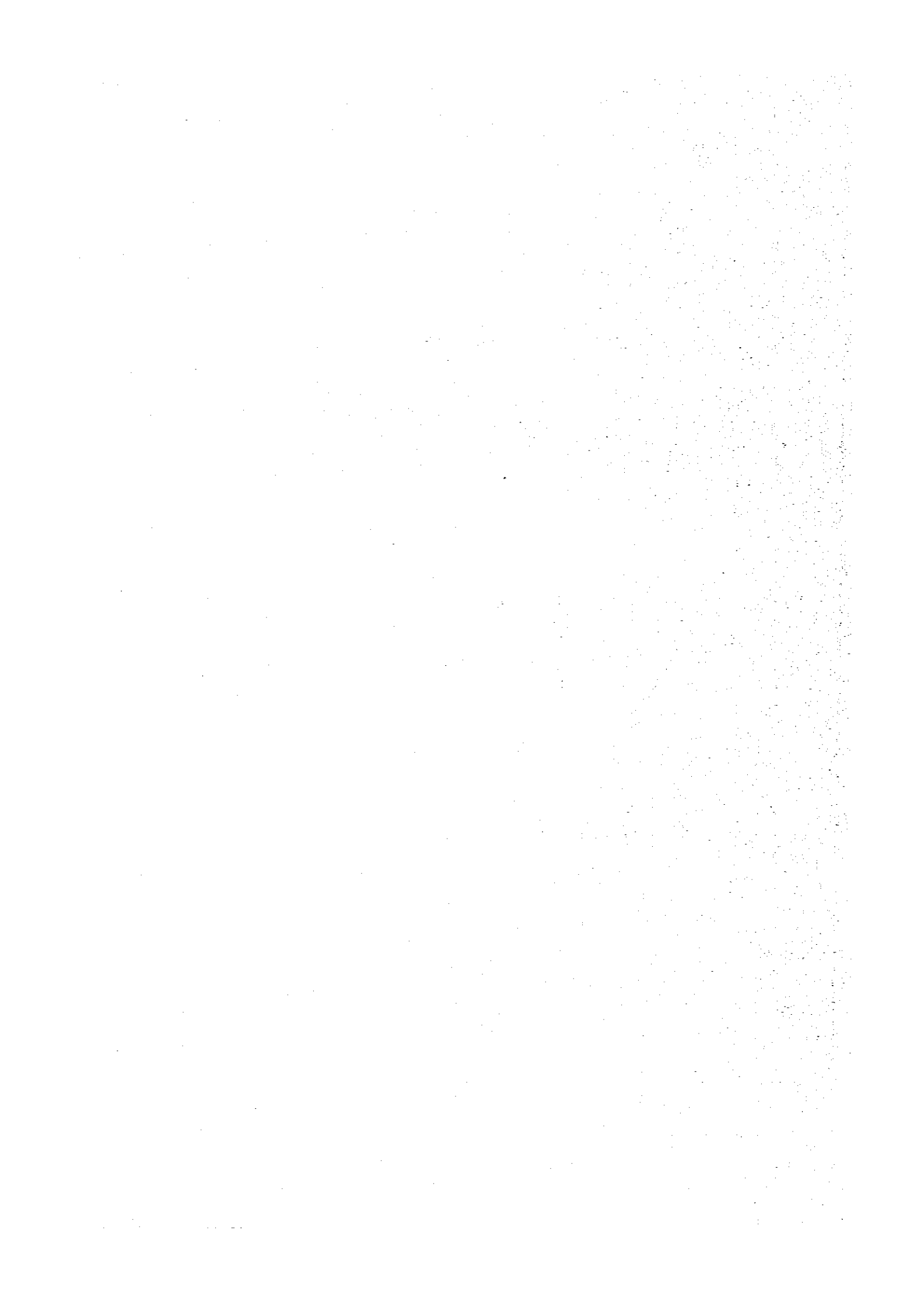
10. Summary of Rain Fall Data

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
	Data of P.G. Wringin Anom 6 km from PANJI 1978-1982	Data of south 1 km distance from PESANTREN 1979-1981	Data of Ex COMAL 1977-1982
	mm/month	mm/month	mm/month
	Max. Min. Ave.	Max. Min. Ave.	Max. Min. Ave.
	Jan. 635 241 523	Jan. 404 318 376	Jan. 1,000.5 447 691
	Feb. 493 220 335	Feb. 407 260 352	Feb. 819 173 413
	Mar. 343 53 172	Mar. 339 198 289	Mar. 656 181 510
	Apr. 156 17 85	Apr. 433 208 313	Apr. 305.5 82 143
	May 150 0 55	May 264 20 123	May 158 33 77
	Jun. 97 0 40	Jun. 78 0 26	Jun. 145 0 63
	Jul. 63 0 17	Jul. 93 0 56	Jul. 226 0 48
	Aug. 75 0 15	Aug. 71 0 26	Aug. 156 0 41
	Sep. 31 0 10	Sep. 127 0 44	Sep. 131 0 35
	Oct. 46 0 11	Oct. 101 9 46	Oct. 140 3 66
	Nov. 252 0 79	Nov. 301 63 192	Nov. 465 42 191
	Dec. 346 180 247	Dec. 399 272 319	Dec. 479 279 394
	Yearly 635 0 132	Yearly 464 0 180	Yearly 1,000.5 0 349
	Total 1,589	Total 2,162	Total 4,192

11. Summary of Fastest Wind Velocity

Item	PANJI	PESANTREN	COMAL
	<p>Data of P.G. Wringin Anom 6 km distance from PANJI 1979 - 1982</p>		
	<p>km/H</p> <p>Jan. 68.6 Feb. 55.6 Mar. 49.6 Apr. 49.4 May 49.8 Jun. 55.7 Jul. 59.0 Aug. 75.5 Sep. 71.5 Oct. 62.7 Nov. 59.5 Dec. 55.3</p> <p>Yearly 75.5 = 21 m/sec.</p>	<p>km/H</p> <p>Jan. 6 Feb. 7 Mar. 4 Apr. 4 May 9 Jun. 6 Jul. 6 Aug. 8 Sep. - Oct. 9 Nov. 7 Dec. 5</p> <p>Yearly 9 = 0.5 m/sec.</p>	<p>No data</p>

## 第5章 プラントの基本計画



## 第5章 プラントの基本計画

### 6.1 基本方針

- 1) プラントにおける生産品目は4.2で示した3品目、即ち、エタノール、飼料用イースト、コリネシンとする。
- 2) 生産数量は4.3に示したように、市場調査結果及び砂糖増産計画に伴う発生増となる糖蜜量、更にはプラントサイトの立地条件を考慮して、以下のように設定した。

エタノール	約 10,000 KL/年
飼料用イースト	約 3,300 T/年
コリネシン	約 19 T/年

これらを全て生産するために必要な糖蜜量は約48,100トン/年となるが、この量はインドネシアの砂糖増産計画においてPTP15/16における糖蜜の発生量に相当する。即ち、

1981年	91,968 T
1984年	139,154 T
(増加量)	47,186 T である。

また、上記3品目を同時に生産すると、約40,000 KL/日以上の水(30℃)が必要となり、これはEx Comalのプラントサイトで取水可能な量に匹敵する。

- 3) エタノール生産は、従来型の製造法ではなく、固定化酵母法による連続発酵システムを採用する。(本技術は新燃料油開発技術研究会及び協和醗酵工業株式会社が開発、確立したものである。)
- 4) コリネシンについては、最終的にはクロラムフェニコールの生産に結びつける必要があるが、クロラムフェニコールの製造法は確立しており、技術的にも比較的容易で、既存の薬品製造工場での製造は可能であると考え、今回のプラント建設の対象からはずすこととした。(必要であれば、別途協和醗酵工業株式会社よりノウハウの提供は可能である。)
- 5) 飼料用イーストは、連続培養も考えられるが、生産規模から考えてバッチ培養とする。
- 6) 排水処理については、発生する廃液を高濃度部分と低濃度部分に分け、高濃度排水は固体濃度45%前後に濃縮し、濃縮液として肥料化に用いるものとする。また肥料化の方法としては、5.5.3にて詳細に示すようにバガスやケインの枯葉を用いた堆肥の原料に使う事を推奨する。ただし物流の問題を考慮すれば、プラントサイトでの製造は得策ではないため、ノ

ウハウの提供のみに留めプラント建設の対象からはずすものとする。

また、低濃度排水は工場で使用する冷却水量が豊富であるため、稀釈された状態で、BOD規制値(30BOD)以下の対応は可能と考える。

## 5.2 エタノールの製造

### 5.2.1 プラントの概要

- |             |                    |
|-------------|--------------------|
| (1) プラント容量  | 30KL/日             |
| (2) 原 料     | 精蜜(99T/日)及びその他の副原料 |
| (3) 製 品     | エチルアルコール(95V%)     |
| (4) 製造工程    | 固定化酵母法による発酵及び連続式蒸留 |
| (5) 運 転 時 間 | 24時間/日             |
| (6) 運 転 期 間 | 336日/年             |

### 5.2.2 プロセスの概要

図5-1 BLOCK DIAGRAM

図5-6 FLOW SHEET 参照

#### 1) 発 酵 工 程

- (1) 酒 母 培 養：殺菌された培地の入ったジャーファーメンターに酒母を注入し、空気を供給しながら酵母の増殖をはかる。
- (2) ゲルの製造：増殖した酵母をアルギン酸塩のゲルに固定化する。
- (3) 発 酵：固定化酵母を塔型発酵槽に充填し、調整された原料精蜜を連続的に通塔し、連続的にエタノールの発酵を行う。

#### 2) 蒸 留 工 程

- (1) もろみ蒸溜：発酵液をもろみ蒸溜塔に供給し、底部より蒸気を入れる。頂部よりアルコールを取出し、底部より蒸溜廃液を排出する。
- (2) 濃 縮：もろみ塔よりアルコール溶液を受入れる。頂部より製品アルコールを取出し、底部より排出する液は、もろみ塔に還流する。

### 5.2.3 主要原料、用役原単位

標準的な原料、用役使用量及び原単位を表5-1に示した。精蜜の精濃度はかなりの変動が予想されるが、55%を標準とした。精蜜純度が悪化すれば原単位も悪くなるので注意を要する。



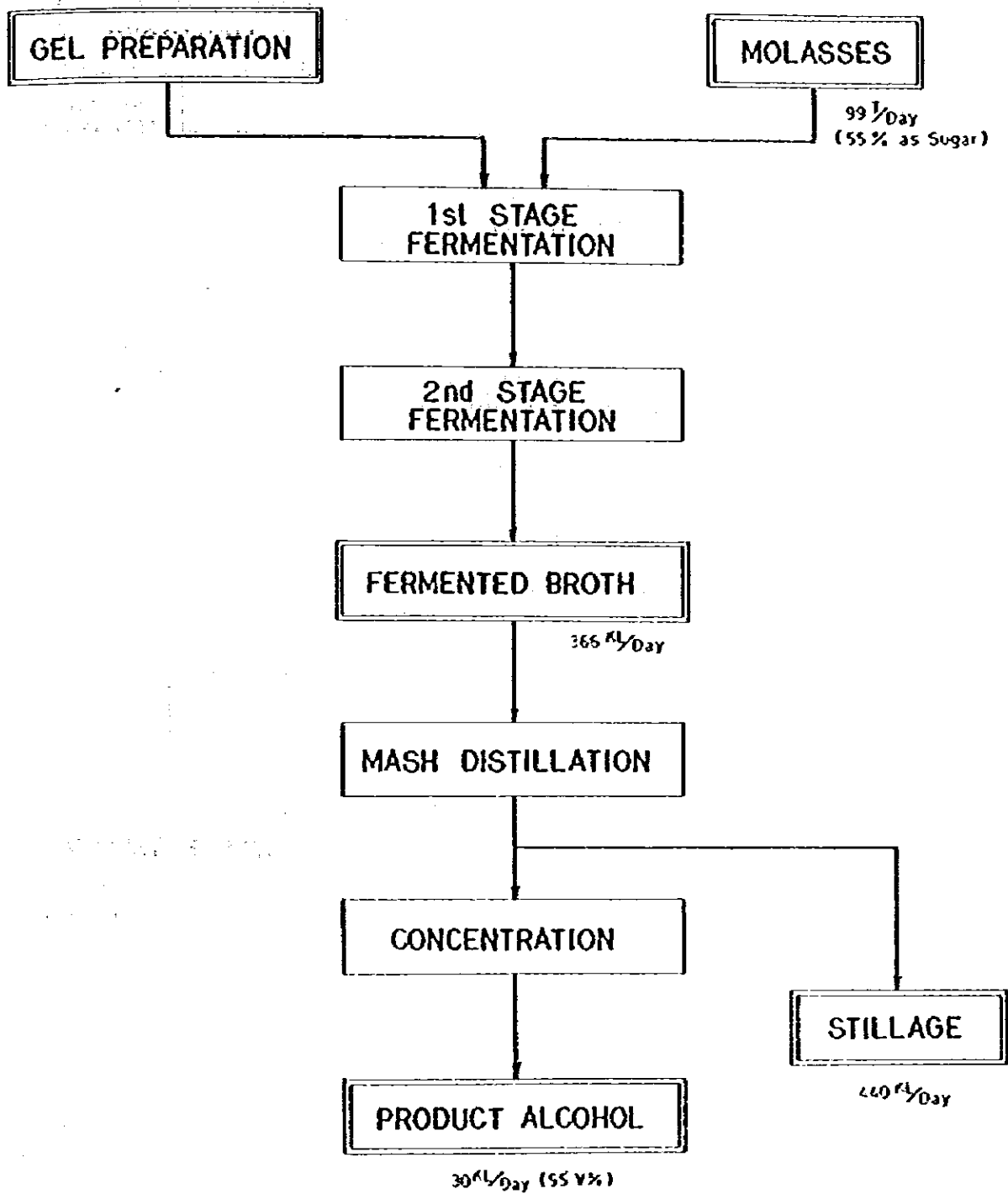


Fig. 5-1. Process Block Diagram of Ethanol

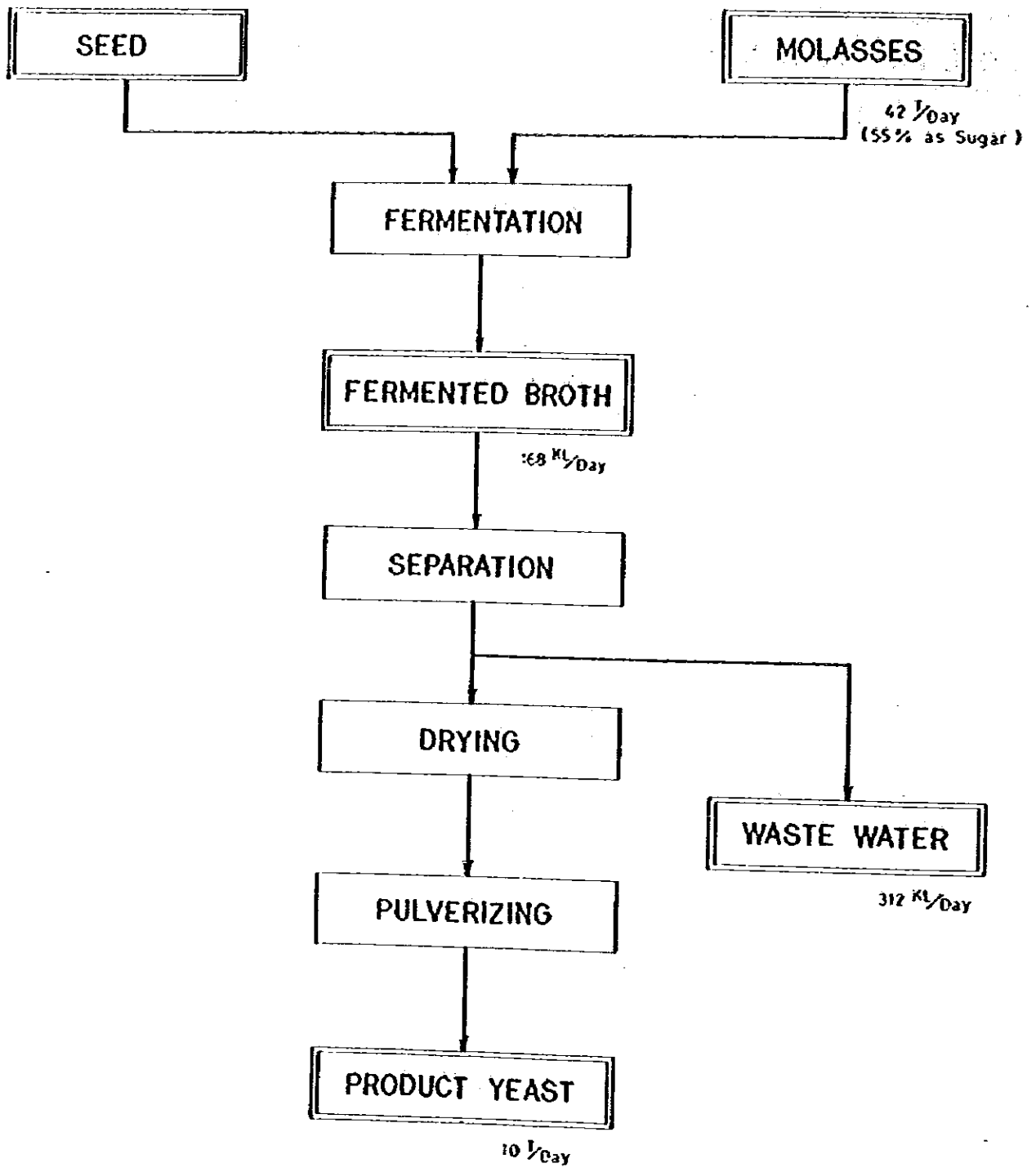


Fig. 5-2. Process Block Diagram of Yeast

Table 5.1 Main Raw Materials and Utilities of Ethanol

Item	Per Day	Unit Consumption
Molasses (55%)	99 T	3,300 Kg/Kℓ
Oleic Acid	37.2 Kg	1.24 "
Alginate	10.3 "	0.344 "
Calcium Chloride	15 "	0.500 "
Electricity	4,440 KWH	148 KWH/Kℓ
Steam	86.8 T	2.89 T/Kℓ

#### 5.2.4 操業日数と生産数量

標準的な操業日数、生産数量は下記の通りとする。

操業日数	336日/年
生産数量	10,080 KL/年

残る1ヶ月の期間は、ゲルの製造、機器整備等にあてるが、具体的な操業スケジュールは他製品の製造との関係で決める必要がある。

### 6.3 飼料用イーストの製造

#### 5.3.1 プラントの概要

(1) プラント容量	10 T/日
(2) 原 料	糖蜜(約40 T/日)及びその他の飼料原料
(3) 製 品	飼料用イースト(水分10%以下)
(4) 製 造 工 程	バッチ法による通気培養、集菌後ドラムドライヤー乾燥
(5) 運 転 時 間	24時間/日
(6) 運 転 期 間	336日/年

#### 5.3.2 プロセスの概要

図5-2 BLOCK DIAGRAM, 図5-7 FLOW SHEET 参照

1) 発酵工程

- (1) シード培養：酵母をフラスコ規模で増殖したシードを工場規模のシードタンクにて更に増殖させる。通気培養。
- (2) 発酵：殺菌、調整された培地の入っている本発酵槽にシードを加え通気培養を行う。培養中精液加を行い効率良く菌体の増殖を行う。

2) 精製工程

- (1) 菌体分離：発酵液は分離板型連続遠心分離機を用いて菌体分離を行い、集菌する。
- (2) 乾燥：集菌した菌体クリームは、ダブルドラムドライヤーにて連続的に乾燥する。
- (3) 充填：乾燥品は粉碎後、紙袋に充填し製品化する。

5.3.3 主要原料、用役原単位

標準的な原料、用役使用量及び原単位を表5-2に示した。用役使用量の多い理由は、培養温度維持のために冷却水 (CHILLED WATER) が多量に必要なこと、及び乾燥に多量のエネルギーを必要とするためである。将来は遺伝子工学的な手法も活用して高温耐性菌の導入及び乾燥工程の省エネルギー化を推進する必要がある。

Table 5-2. Main Raw Materials and Utilities of Yeast

Item	Per Batch	Unit Consumption
Molasses (55%)	20,956 Kg/B	4.0 Kg/Kg
Ammonium Sulfate	327 "	0.063 "
Urea	570 "	0.110 "
Ammonium Phosphate (NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	175 "	0.034 "
Electricity	43,320 KWH/D	4,332 KWH/Kg
Steam	189 T/D	18.88 T/Kg

### 5.3.4 操業日数と生産数量

標準的な操業日数、生産数量は下記の通りである。

操業日数	336日/年
生産数量	3,360 T/年

残る1ヶ月の期間は、機器整備等にあてるものとする。

## 6.4 コリネシンの製造

### 5.4.1 プラントの概要

- |            |   |
|------------|---|
| (1) プラント容量 | 112 Kg/Batch (56 Kg/日)                    |
| (2) 原 料    | 糖蜜(約13 T/Batch)及び狭安その他の副原料                |
| (3) 製 品    | コリネシン粉末(純度98%)                            |
| (4) 製造工程   | バッチ法による通気培養。精製はブタノール抽出法及び水系からの晶出により製品化する。 |
| (5) 運転時間   | 24時間/日                                    |
| (6) 運転期間   | 336日/年                                    |

### 5.4.2 プロセスの概要

図5-3 BLOCK DIAGRAM, 図5-8 FLOW SHEET 参照

#### 1) 発 酵 工 程

- (1) シード培養：コリネシン生産菌 (*Corynebacterium hydrocarboclastus*) は下記のシード段階を経て増殖され、本発酵槽へ送る。何れも通気攪拌培養。
- A-Unit (保存培養) → B-Unit (活性化培養) → C-Unit (フラスコ培養) → D-Unit (工場一次シード培養) → E-Unit (工場二次シード培養) → F-Unit (本培養)
- (2) 発 酵：菌体の増殖を行いつつ、目的生産物であるコリネシンの蓄積をはかる。培地は殺菌されたものを用い、培養経時に応じて適正な温度管理及び糖流加を行いつつ通気攪拌培養を行う。

#### 2) 精 製 工 程

- (1) 粗 結：発酵液にブタノールを加え混合しコリネシンを抽出する。抽出液は脱ブタノールを行うと共に濃縮し、酸処理後、濃縮晶出し結晶を分離して粗結晶を得る。

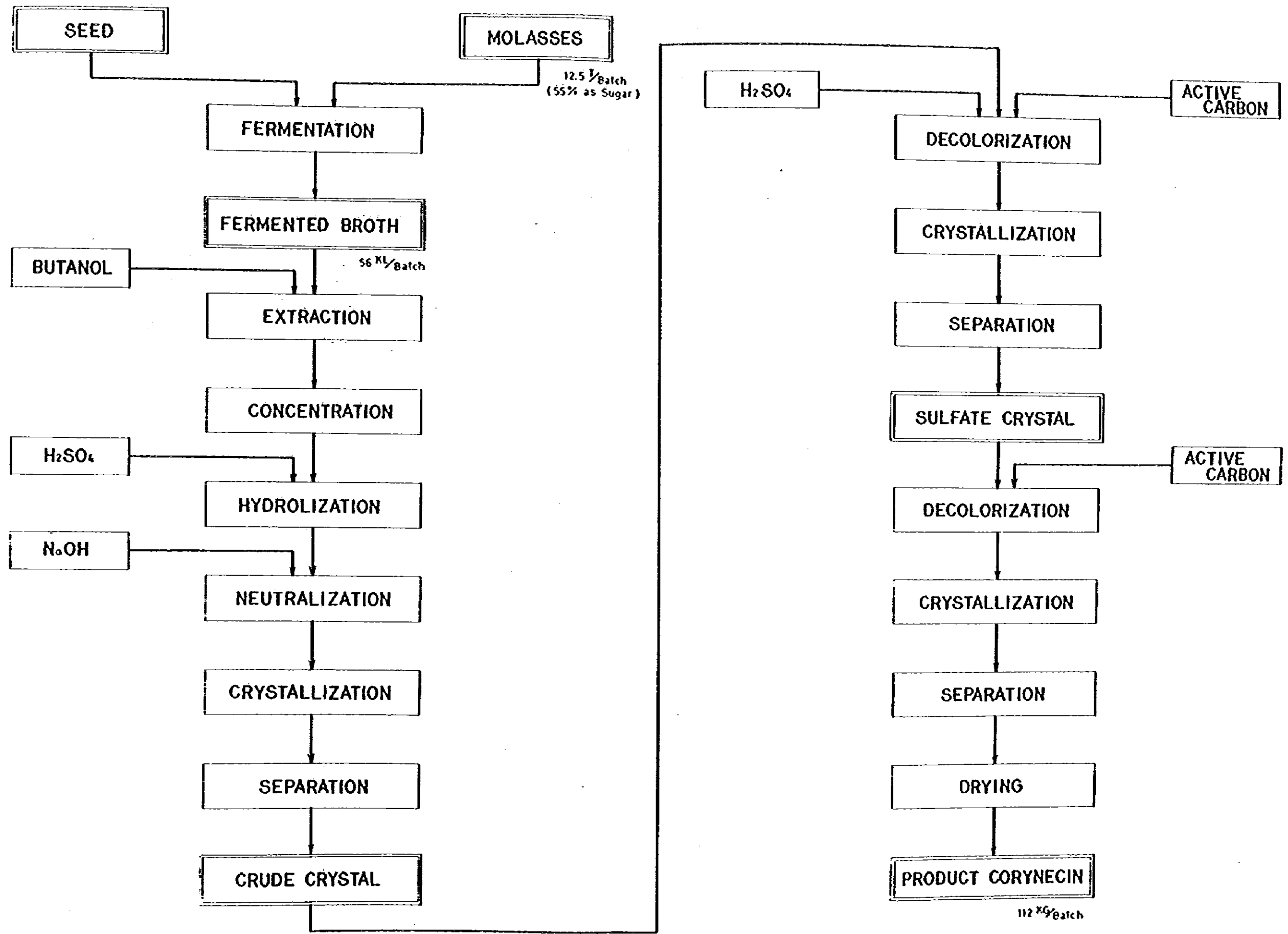


Fig. 5-3. Process Block Diagram of Corynecin



- (2) 再結：粗結晶は水に溶解し、脱色後、濃縮晶出し結晶を分離して再結晶を得る。
- (3) 再々結：再結晶は製造純度を上げるため、再度水に溶解脱色後、結晶化させる。  
分離して得られた結晶は乾燥して製品化する。

標準的な製品品質の例を表5-4に示す。

#### 5.4.3 主要原料、用役原単位

標準的な原料、用役使用量及び原料原単位を表5-3に示した。糖蜜の糖濃度は55%を標準としたが、糖蜜純度が悪化すれば原単位も悪くなる傾向があり極力純度の良い糖蜜を使うことを推奨する。

Table 5-3. Main Raw Materials and Utilities of Corynecin

Item	Per Batch	Unit Consumption
Sucrose	174 Kg	1.6 Kg/Kg
Potassium Phosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	12	0.1 "
Molasses (55%)	12,463	111.3 "
CSL	244	2.2 "
Ammonium Sulfate	488	4.4 "
Ammonia	500	4.5 "
Sulfuric Acid	351	3.1 "
Caustic Soda	431	3.9 "
Butanol	650	5.8 "
Active Carbon	51	0.5 "
Filter Aid	138	1.2 "
Electricity	44,880 KWH	400 KWH/Kg
Steam	182 T	1.625 T/Kg



Table 5-4. Standard Quality of Corynecin Product

Item	Product
Transparency (C = 0.1 MeOH)	99.0%
Melt. point	161.7°C
Specific rotation	- 28.4°
Paper Chromatography	Single spot (50 g)
Drying loss (60°C, 4 hrs)	< 0.2%
Pyrogen	Negative
Purity	98.4%

#### 5.4.1 操業日数と生産数量

標準的な操業日数、生産数量は下記の通りとする。

操業日数	336日/年
生産数量	188 T/年

コリネシンの製造工程は非常に長いため、粗結晶造を1区切りとして、具体的な操業スケジュールを立てる必要がある。

上記操業日数、336日/年は培養168 Batch/Yを意味する。

#### 5.4.5 クロラムフェニコールについて

コリネシンとジクロロ酢酸メチルとを希媒メタノール中で反応させることにより、クロラムフェニコールが生成される。参考として図5-4にPROCESS BLOCK DIAGRAMを示した。標準的にはコリネシン500 KGより、クロラムフェニコールの製品には725 KG得られる。

クロラムフェニコールの製造は、比較的容易であり、一般の医薬品合成工場で出来ると考えられるため、今回のプラント建設計画の対象からははずすこととした。

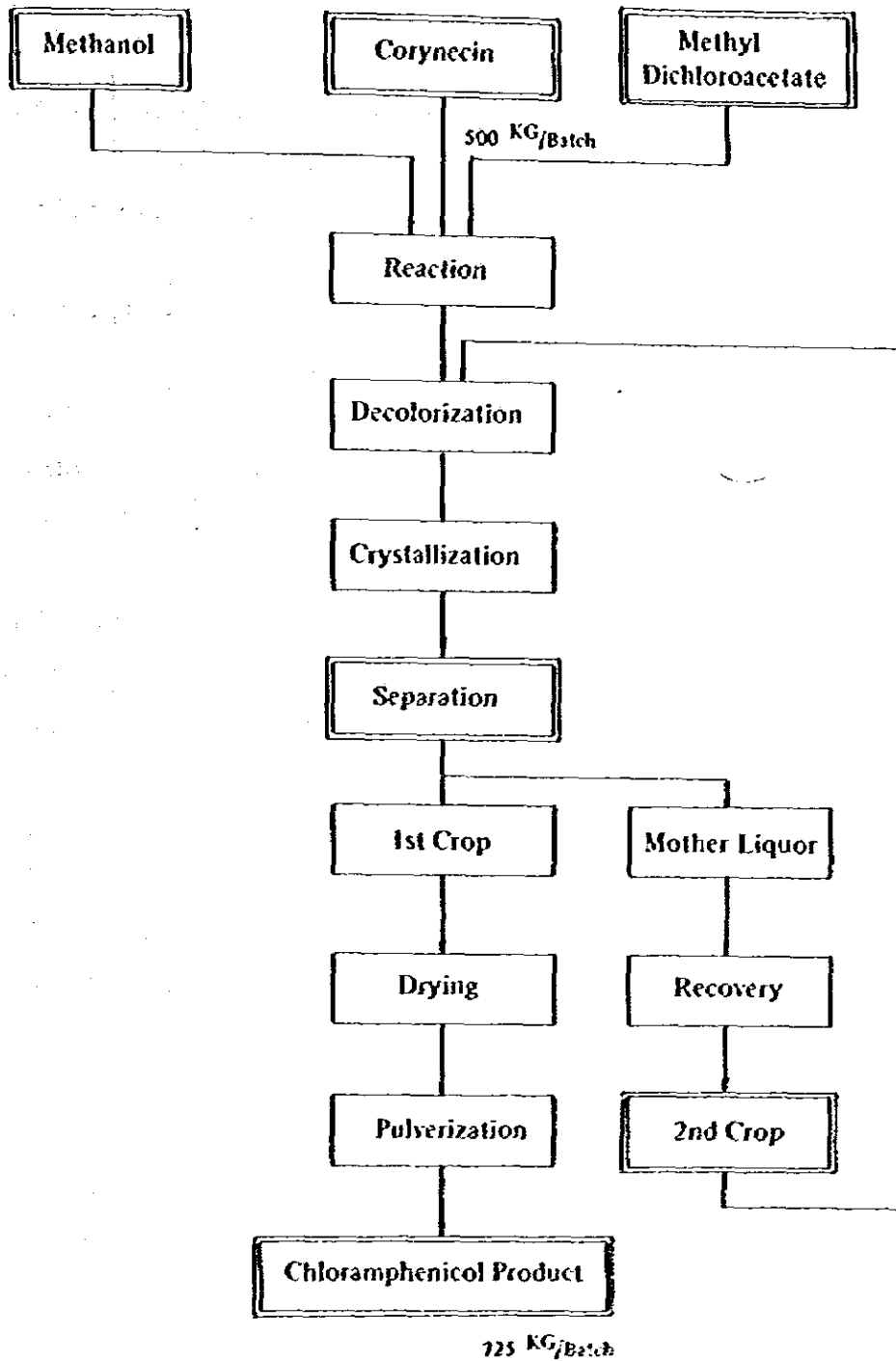


Fig. 5-4. Process Block Diagram of Chloramphenicol

## 6.5 排水処理

### 5.5.1 排水処理の概要

原料として糖蜜を使うため、多量の排水が発生することは避けられない。それらの排水を効率良く処理するために、排水を高濃度部分と低濃度部分に分けて処理することとする。高濃度部分は濃縮して、固形分濃度約45%の濃縮液とし、濃縮液そのまま、あるいは5.5.3で述べる堆肥化により、肥料として有効利用を図る。

又、低濃度部分は冷却水と混合する事により、排水規制値以下を維持することが可能である。

### 5.5.2 プロセスと処理量

図5-5にPROCESS BLOCK DIAGRAMを示した。又図5-9にFLOW SHEETを示した。高濃度排水は3製品合計して約600KL/日発生し、これを多重効用缶で濃縮し、固形物濃度45%の濃縮液約102KL/日を得る。

低濃度排水はBODとして約1.2T/日程度であり、これを冷却水約42,000T/日で混合されることによりBOD規制値30ppmはクリア出来る。この排水は工場専用のチャンネルへ排出するが、イリゲーション用として使用しても差しつかえない程度の水質である。

### 5.5.3 濃縮液の堆肥化について

濃縮液はそのまま肥料として土壌に還元することも考えられるが、液体の保持、保存、肥効性等を考えた場合、以下に述べるバガス等の堆肥化に用いる方が得策と考える。

濃縮液をサトウキビの枯葉や砂糖工場で発生するバガス、フィルターケーキ等に尿素等の副原料と共に添加し、高温発酵によって完熟させることにより堆肥、即ち土壌改良剤が得られる。

バガス堆肥の特性は下記の如くである。

- 1) 固形であるので取扱いやすい。
- 2) 塩基置換容量が高いため化学的にも肥えもちが良く、植物生育に役立つ。
- 3) 緩衝力が高いため土壌酸度の安定、薬害や有害物質による栄養障害を緩和する。
- 4) 耐久力があるため、物理的にも微生物的にも能力がそくなわれることなく効果が持続する。
- 5) 植物の成長に必要な窒素、リン酸、加里その他必要な肥料成分を配合している。
- 6) 有効微生物を沢山含んでいるので、病虫害の発生を防止する。
- 7) 土壌の団粒化を促進することにより、植物の生長に好ましい腐植を造成する。

濃縮液全量を堆肥化とした場合の原料原単位は表5-5に示した。

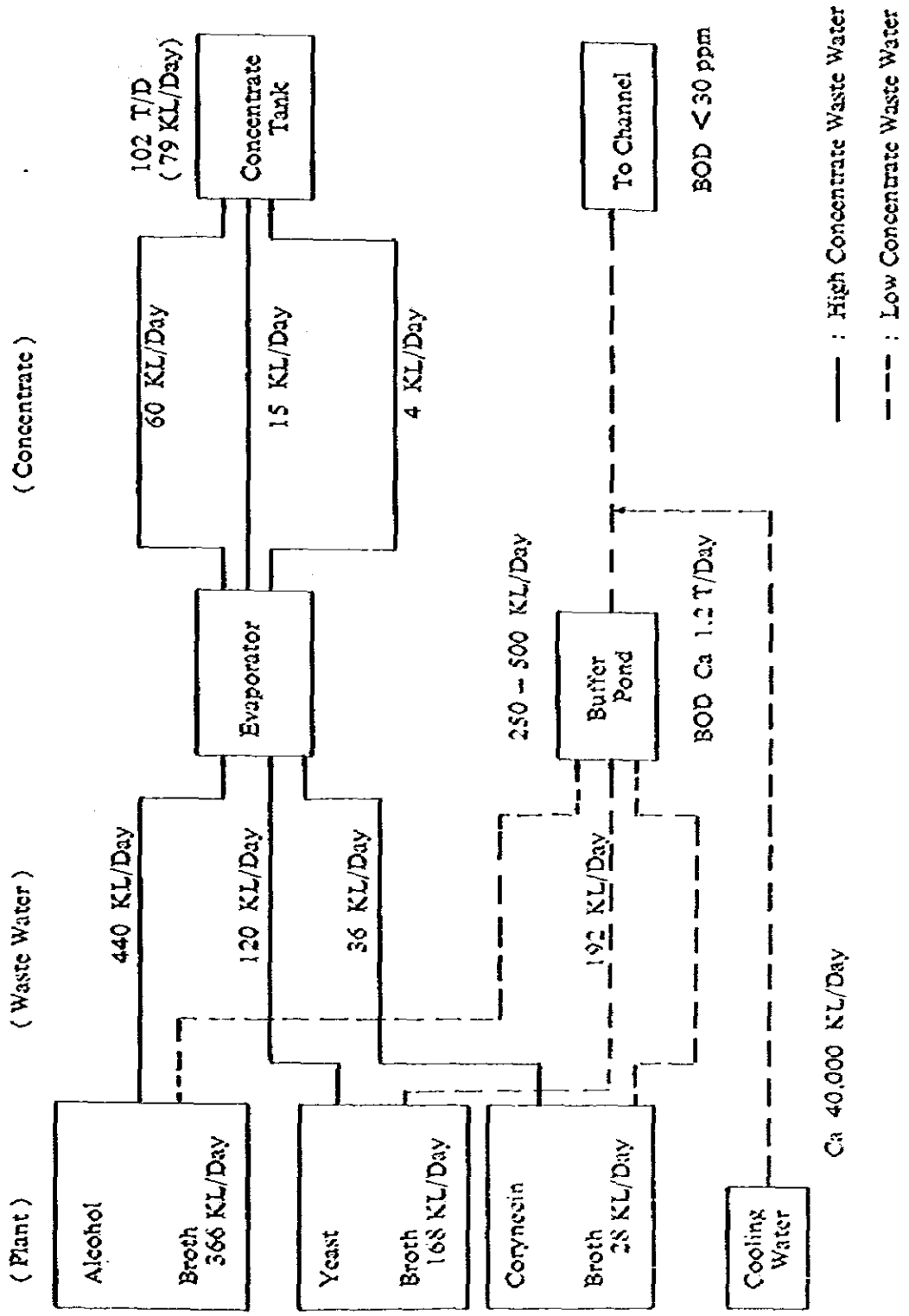


Fig. 5-5. Block Diagram of Waste Water Treatment

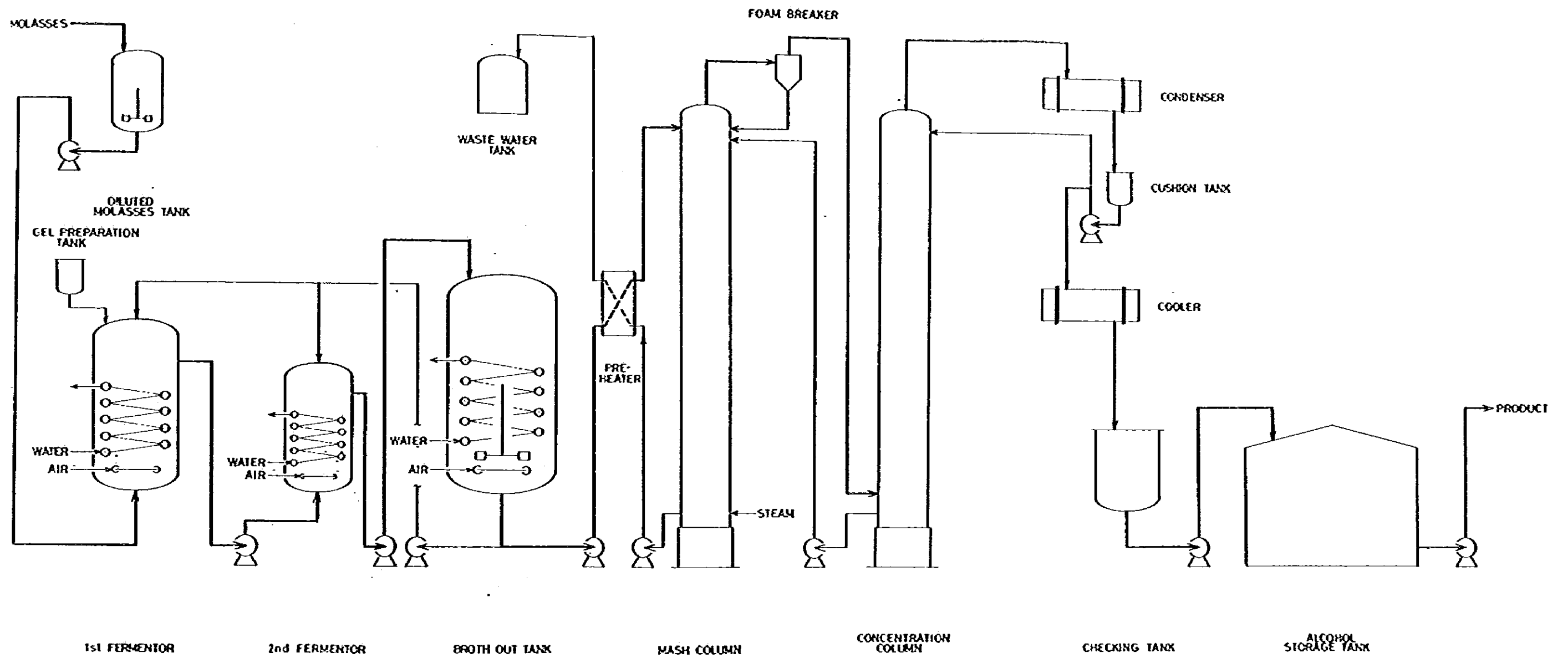


Fig. 5-6. Process Flow Sheet of Ethanol

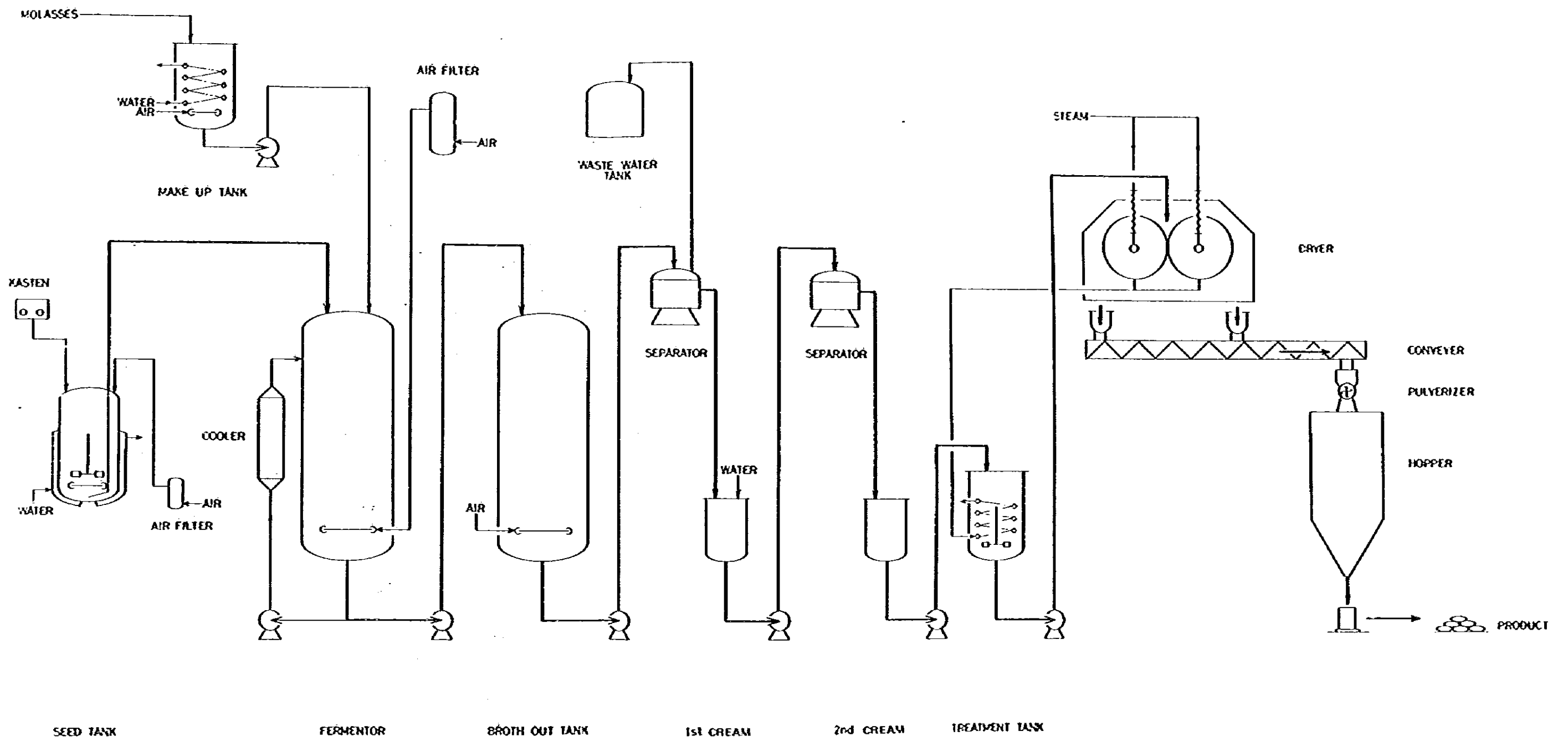


Fig. 5-7. Process Flow Sheet of Yeast

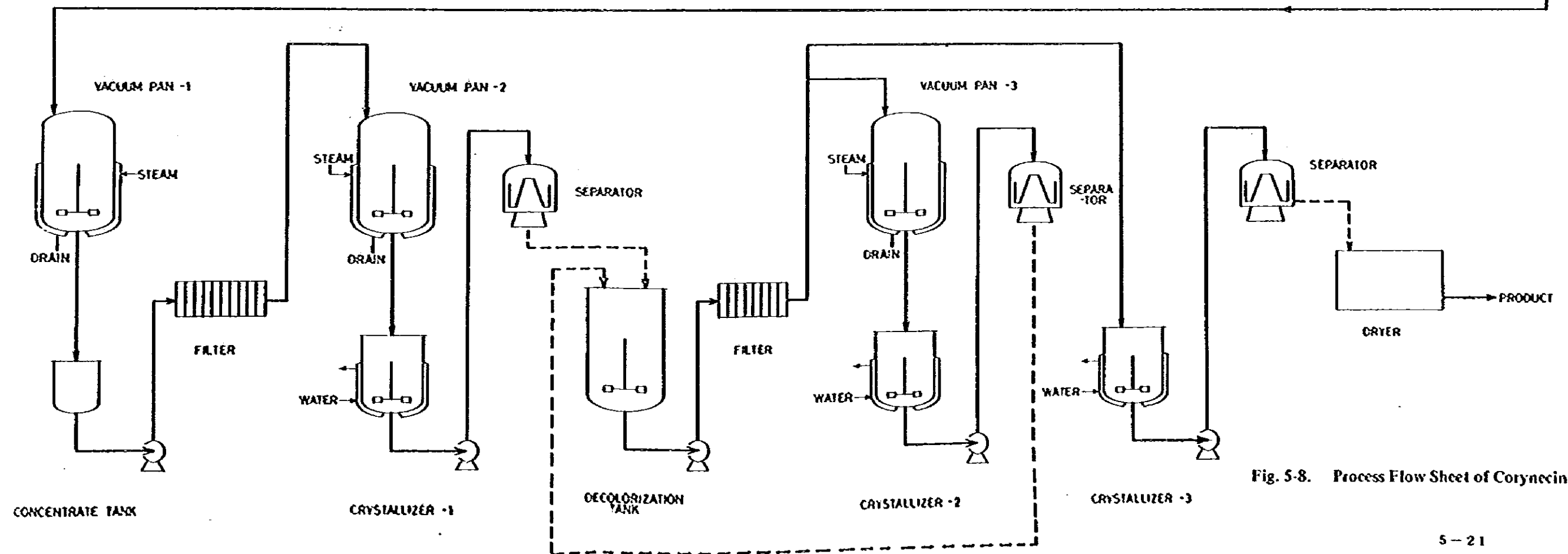
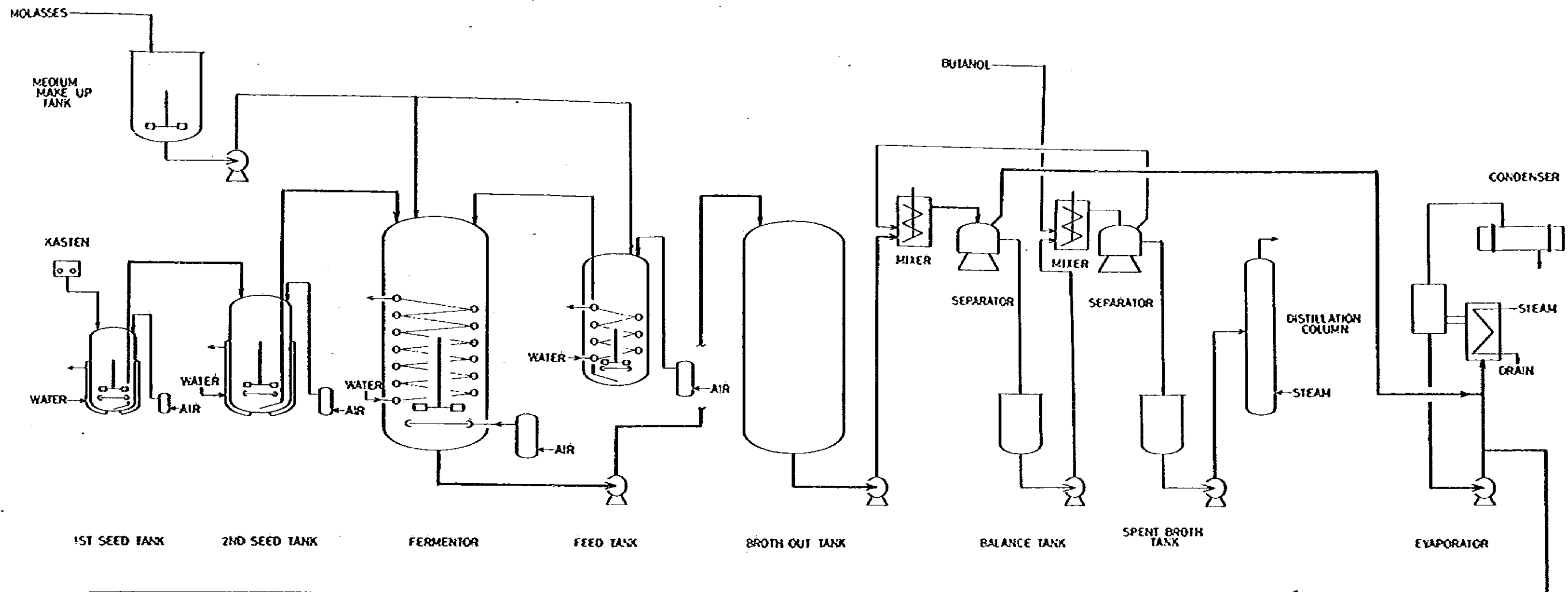


Fig. 5-8. Process Flow Sheet of Corynecin

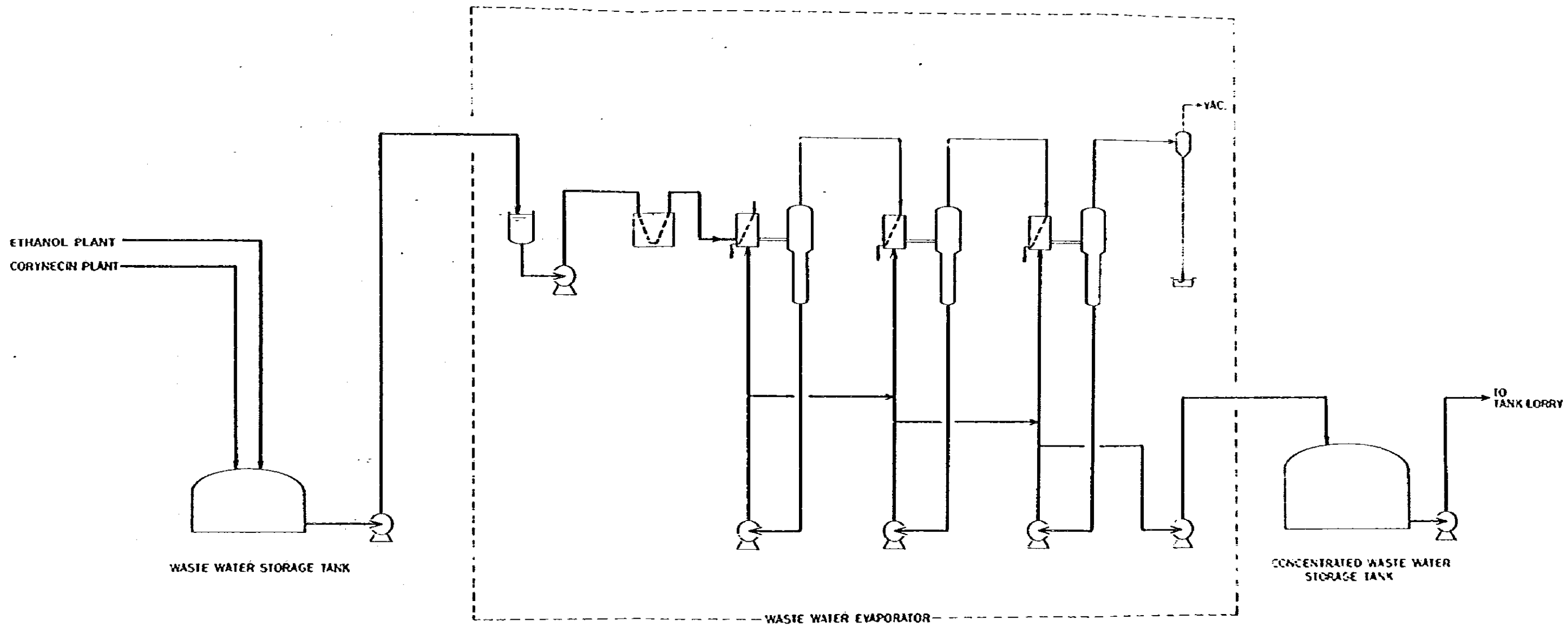


Fig. 5-9. Process Flow Sheet of Waste Water Treatment





Table 5-5. Main Raw Materials of Bagasse Compost

Item	Per Day	Unit Consumption
Concentrate (45%)	102 T	320 Kg/T
Bagasse, Dead Leaf etc.	300	940 "
Urea	0.65	2 "

Product : Bagasse Compost 319 T/D

製造方法は、サトウキビの枯葉、バガス、フィルターケーキ等を一区画50~100トンの山を造り、所定量の濃縮液及び副原料を振りかける。約10日毎に切り返しを行い、通気性を与える。約3ヶ月で完熟する。

堆肥化に要する面積は製品1日当り50トン処理で約6,000 $m^2$ 程度である。従って全量の濃縮液処理即ち1日当り319トンの製品化に対しては38,000 $m^2$ の場所を要することになる。

又、濃縮液とバガス等の原料との横持ちを比較した場合、前者の方が容易であり、本計画でのプラントサイトでの製造は得策ではなく、糖蜜ローリーの返り便にて各砂糖工場へ渡し、そこで発生するバガスや培養等で堆肥化する事を推奨する。

## 5.6 ユーティリティ

### 5.6.1 プラントの概要

#### 1) 概 要

本プラントに必要なユーティリティースは、蒸気・電気・用水・冷水・空気である。電気はプログレスレポートに示されている如く自家発電を行う。冷水はリサイクル使用するため、通常、井戸水の精給程度で良い。

故に、工場外から供給又は取り入れられるユーティリティースは、用水・空気である。更に通常ユーティリティースの分類に入れないが重油が供給される。各ユーティリティースの供給方法および主な用途について、以下に記述する。

#### 2) 蒸気・電気

電力の供給は前述の通り自家発電とする。

発電はボイラによって発生した45 kg/cm<sup>2</sup>Gの圧力の蒸気により背圧タービンを駆動し

て発電機を回し、6KVの発電を行う。と共に、4.5 Kg/cm<sup>2</sup>Gの蒸気を生産プラントへ送気する。ボイラは、重油専焼ボイラとする。既設140 KVAディーゼル発電機は、ボイラの始動時のみ使用する。ボイラが始動し発電が開始されれば電力は新発電機により供給される。故に既設140 KVAのディーゼル発電機は緊急時、又は定修時のみ使用し、通常は稼働しないものとする。ボイラ及び発電プラントのフローを図5-10に示す。

### 3) 配電設備

発電機一機に変電設備を設けて各施設に配電する。電気単線図を図5-11に示す。

動力用	3φ 4W 6,000V	コンプレッサー用のみ
	3φ 4W 380V	一般機器
	1φ 2W 220V	電灯、コンセント用

その他3φ 3W 220V又は1φ 100Vは必要に応じて機器の最寄りに小型変圧器を設けることにする。

その他、電気設備は附帯設備の項で記述する。

### 4) 用 水

#### (1) 河 川 水

河川水はプラントサイトより約500 m離れた灌漑用水路から取水する。灌漑用水路から工場内への送水は、灌漑用水路の横に取水ピットを設けて取水ピットからポンプおよび配管により直接場内の使用場所へ送水する。

河川水の用途は主に冷却水用である。主な対象はアルコール蒸溜、廃液濃縮装置、冷水装置、空気圧縮機である。

#### (2) 井 水

既設井戸にポンプを設置し取水する。能力は150 T/Hrとする。井水の用途は仕込水、ボイラ給水、ポンプシール水、飲料水、雑用水等である。

### 5) 冷 水

冷水は吸収式冷凍機によって作り、主に培養冷却水およびコリネシンの精製冷却用として使用する。18℃冷水を使用し冷水ピットに貯蔵した後、各ユーザーへポンプで送られ受水ピットへ戻す。冷水フローを図5-12に示す。

### 6) 空 気

#### (1) プロセス用空気

S R M式空圧機を用いて2 Kg/cm<sup>2</sup>Gの圧力の空気を生産設備へ送る。用途は主に培養



POWER PLANT (OIL FIRED BOILER, BACK PRESSURE TURBINE)

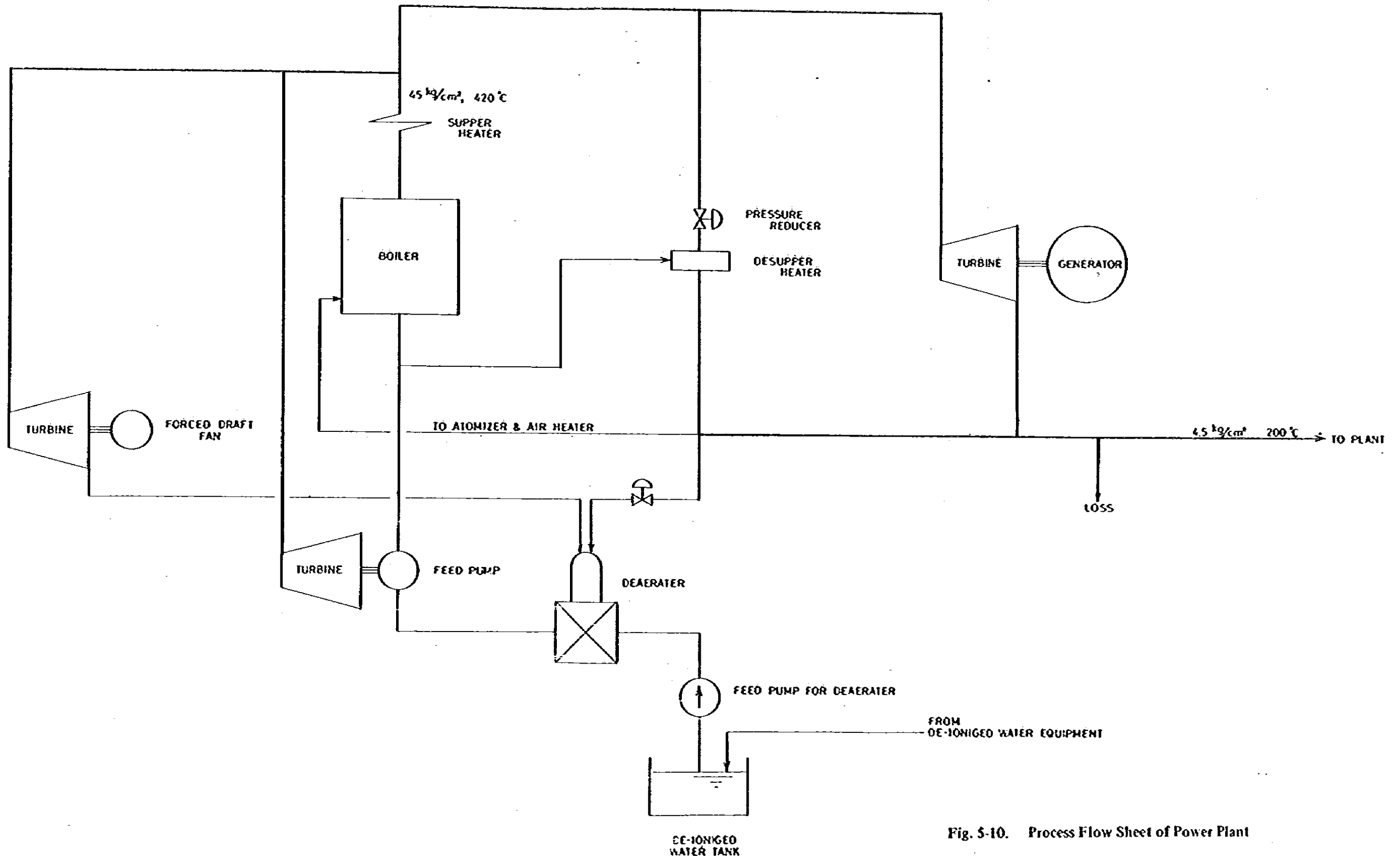


Fig. 5-10. Process Flow Sheet of Power Plant

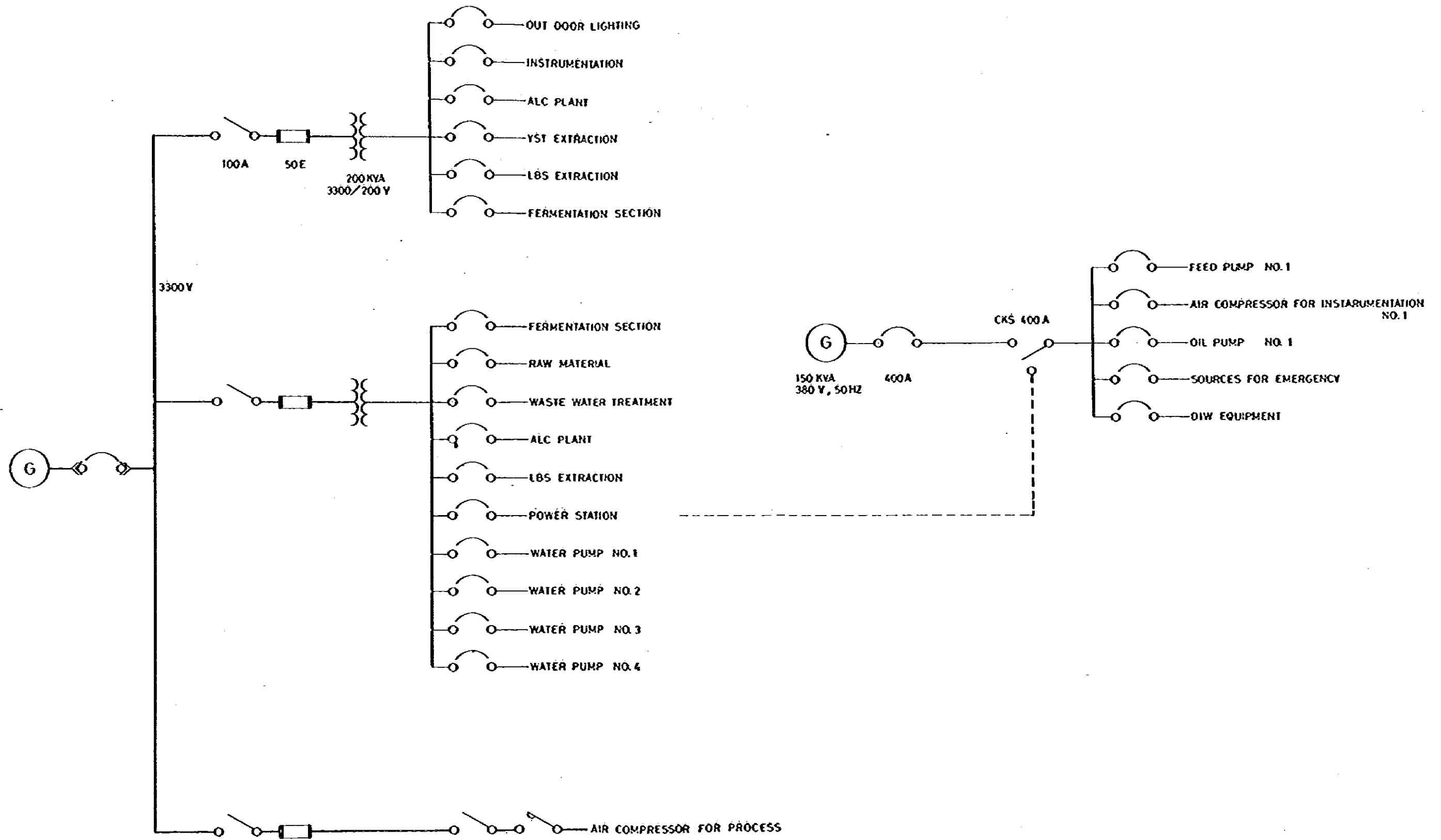


Fig. 5-11. Single-Line Diagram

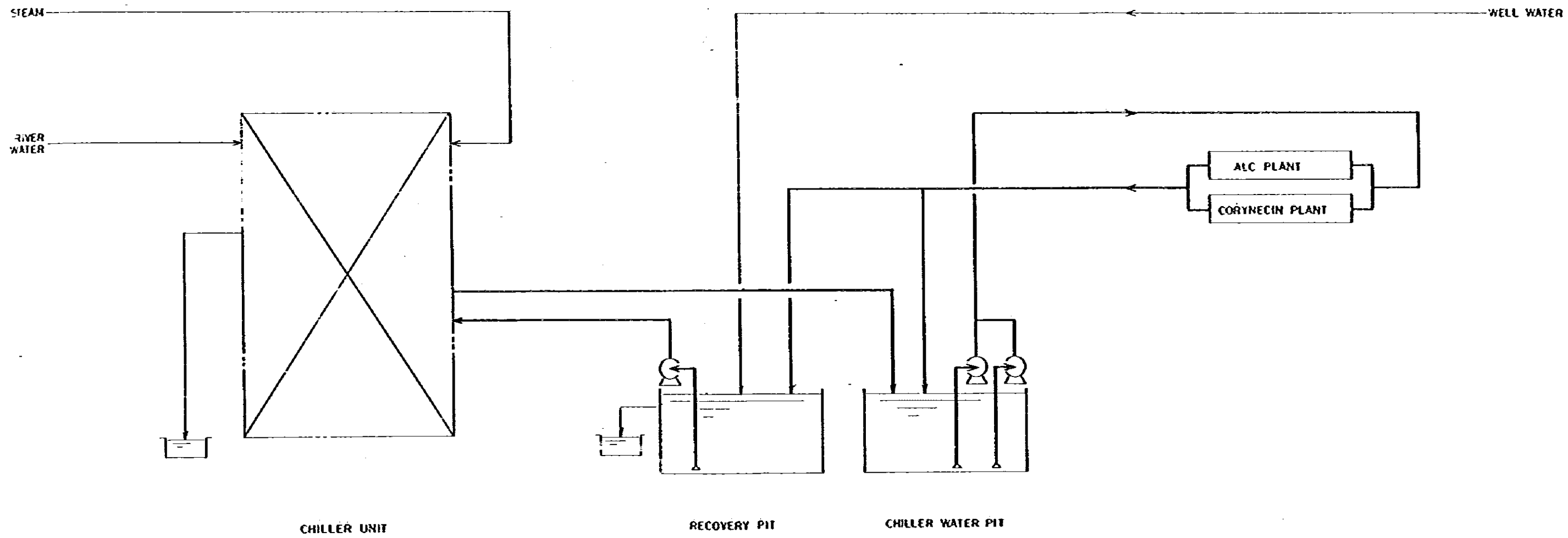


Fig. 5-12. Process Flow Sheet of Chiller Water





用である。調湿については、クーラーで冷却した後蒸気にて再熱して使用する。プロセス用空気のメインフローを図5-13に示す。

(2) 計装用気

計装の駆動用空気として使用するものである。計装は電気方式、空気方式に分けられるが、本計画ではエタノール、コリネシン用の溶剤を取扱うこと、コントロールバルブは空気式が安定していること等の理由により空気式を主体とする。

空気圧力は7 Kg/cmGとする。

5.6.2 必要量と設備能力

蒸 気

<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">ボイラ</div> 必要量：39.1 T/H 設備能力：50 T/H	エタノール	2.9 T/H
	酵 母	6.13 T/H
	コリネシン	3.0 T/H
	冷 水	4.73 T/H
	濃 縮	10 T/H
	そ の 他	3 T/H
	所 内	9.34 T/H

電 力

<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">発 電</div> 必要量：3.055 kWh/H 設備能力：5.300 kW (4.120 kWh/H)	エタノール	20 kWh/H
	酵 母	330 kWh/H
	コリネシン	590 kWh/H
	冷 水	15 kWh/H
	濃 縮	130 kWh/H
	ブ ロ ヱ ー	1,300 kWh/H
	用 水	330 kWh/H
	所 内	150 kWh/H
	計 装	40 kWh/H
	照 明	100 kWh/H
そ の 他	50 kWh/H	

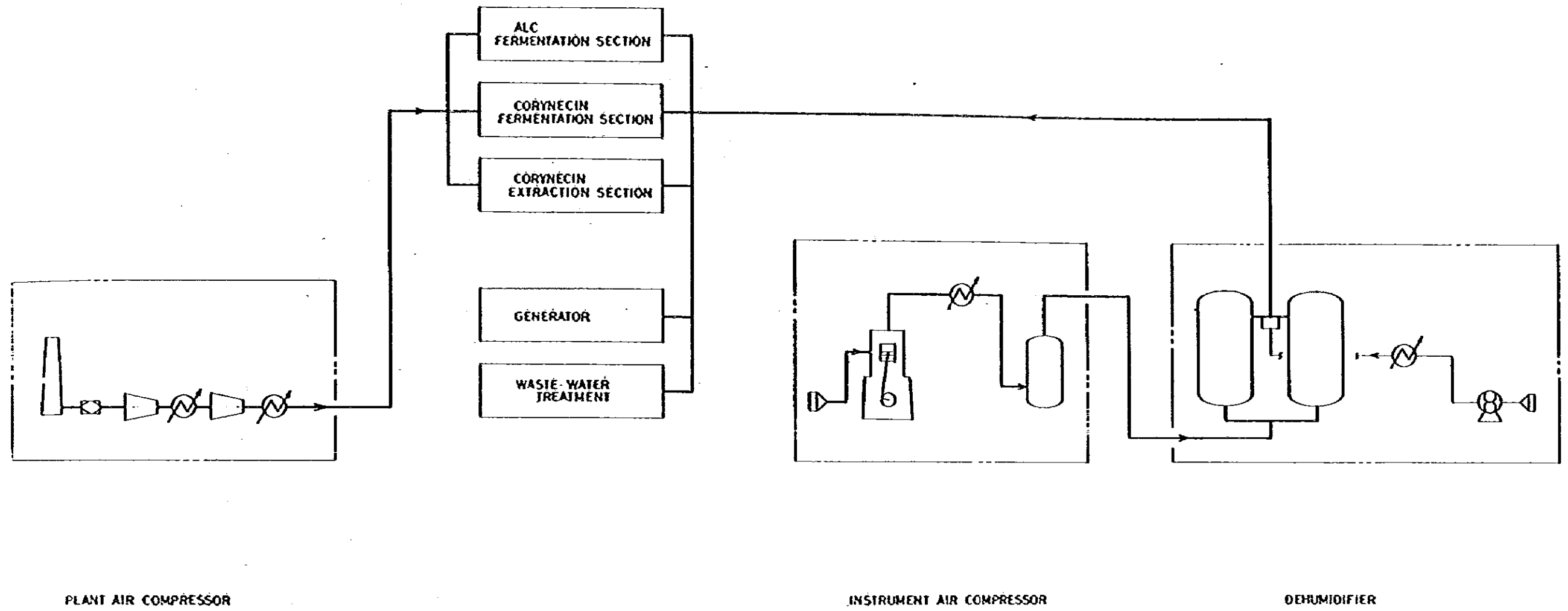


Fig. 5-13. Process Flow Sheet of Air



川 水

<b>川 水</b> 必要量：43,200 $m^3/D$ 設備能力：43,200 $m^3/D$	エタノール	90 $m^3/H$
	酵 母	0 $m^3/H$
	コリネシン	70 $m^3/H$
	冷 水	1,000 $m^3/H$
	濃 縮	500 $m^3/H$
	プ ロ ワ ー	100 $m^3/H$
	そ の 他	40 $m^3/H$

井 水

<b>井 水</b> 必要量：125 $m^3/H$ 設備能力：150 $m^3/H$	エタノール	25 $m^3/H$
	酵 母	33 $m^3/H$
	コリネシン	22 $m^3/H$
	ボ イ ラ	25 $m^3/H$
	廃 水	10 $m^3/H$
	そ の 他	10 $m^3/H$

空 気

<b>空 気</b> 必要量：25,500 $Nm^3/H$ 設備能力：26,000 $Nm^3/H$	エタノール	40 $Nm^3/H$
	酵 母	21,910 $Nm^3/H$
	コリネシン	3,260 $Nm^3/H$
	そ の 他	290 $Nm^3/H$

冷 水

<b>冷 水</b> 必要量：1.038 USRT 設備能力：1.200 USRT	エタノール	79.0 USRT
	酵 母	744.0 USRT
	コリネシン	215.0 USRT

## 6.7 プラント基本計画の経済性の検討

第3章の発酵生産物の市場調査及び第4章の本プロジェクト基本条件についての知見、さらには Preliminary survey mission とインドネシア政府の間にて取り交され、互い合意をみている“Scope of Work”に基づいて、我々は以下の三製品の発酵 complex を考えた。すなわち、アルコール 30 kl/day, 飼料酵母 10 ton/day, コリネシン 56 Kg/day, 及びこれからの発酵廃液を肥料に使用可能になるまで濃縮する廃液処理設備を含めた complex である。

この製品の内で、製造原価が販売価格を下回るものは、アルコールのみである。飼料酵母については、変動費のみでも販売価格を下回ることはいできない。コリネシンについても、ほぼ同様な傾向を示す。その理由は、水温が高いため冷却用の用水を製造するためと、廃液濃縮のために、多量の燃料を使用することに起因している。設備投資額は1986年の推定で、約176億ルピアである。

こういう条件で、この Project の財務分析を行うと、ROI after Tax が -10.33% という値を示す。すなわち、15年かかっても投資額が総体に回収不可能であり、逆に追加資金が必要であることを示し、とても糖蜜利用産業として推奨できるようなプロジェクトとは言えない。我々は観点を交えて、ほぼ同量の原料糖蜜の使用を条件として、アルコール 45 kl/day, コリネシン 56 Kg/day の2品目の complex を考えることにした。いわば、アルコールを製造することによって得た profit で、コリネシンの生産をするという考えである。勿論、廃液処理設備も前の場合と同様に考慮している。

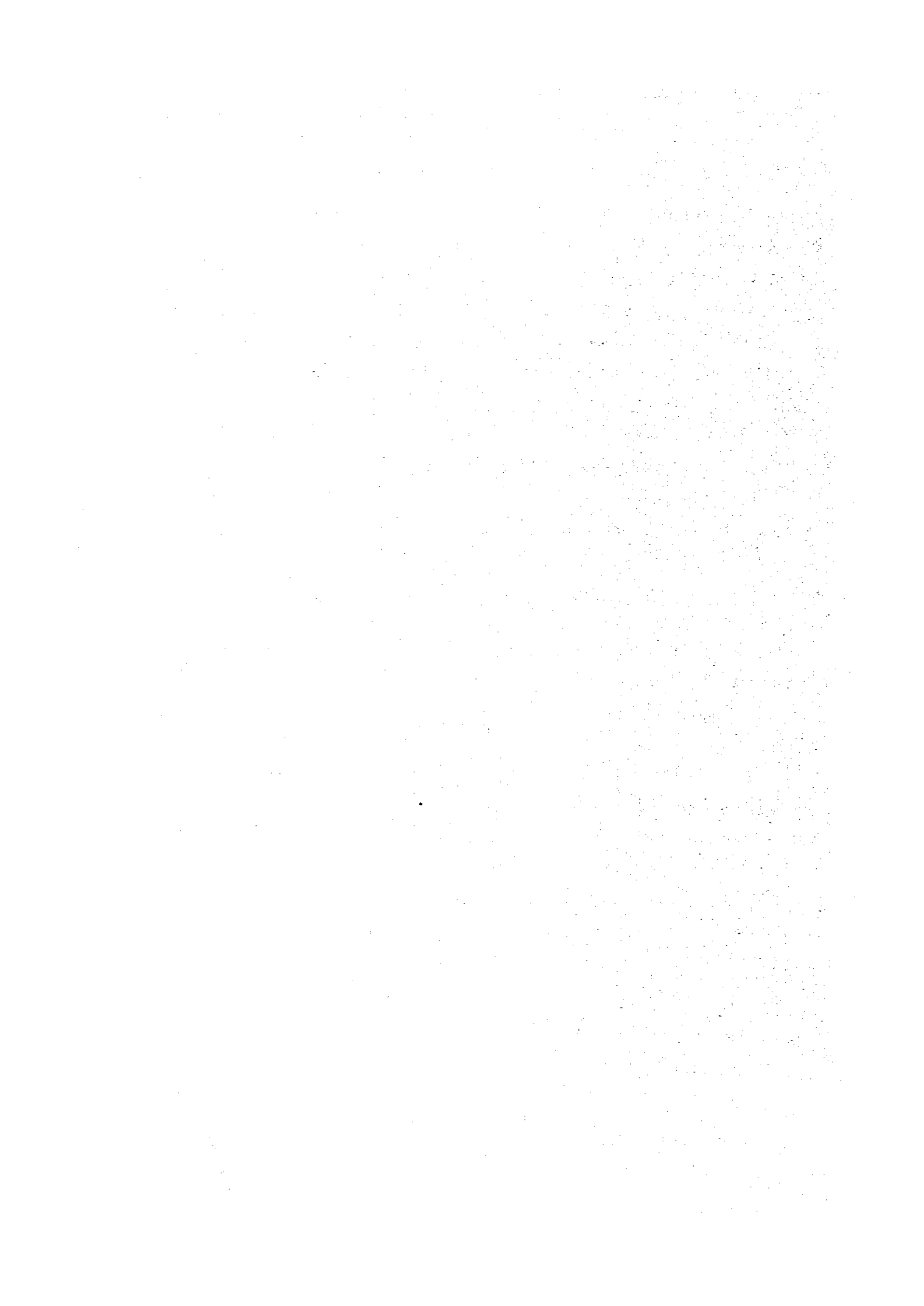
この場合、設備投資額は1986年の推定で約125億ルピアとなる。こういう条件で財務分析を行うと、ROI after Tax が 13.37% となり、この project は工業化検討の可能性が生じる。

従って以下に記述する第6章設備計画、第7章プラント建設計画とプラント操業、第8章必要投資額及び資金計画、第9章財務分析などについては、この2品目の project について論じることとした。

ただし、本 project を可能性のあるものにするためには、あくまでも製造されたアルコールの市場をインドネシア国内で消費するようにすることが前提である。このためには、既に4.2.1で詳述しているように代替エネルギーとしてのアルコール混合が、実現することが先決である。政府部内、特に農業者、工業省、BPPT、国営石油会社の Pertamina の緊密な協力が必要であろう。

飼料用酵母生産設備の概略については附録として本報告書に添付する。

## 第 6 章 設 備 計 画



## 第6章 設 備 計 画

### 6.1 概 要

#### 6.1.1 設 備 の 分 類

・ 新設および既設利用を含めて設備は次の様に分類出来る

- 1) 生 産 設 備 エタノールおよびコリネン生産設備
- 2) 原 料 設 備 倉庫, 貯槽, 原料調整設備
- 3) ユーティリティー設備 ボイラ, 発電, 用水, 冷水製造, 電源, 空気圧縮機
- 4) 排水処理設備 濃縮装置, 排水設備
- 5) 附 帯 設 備 分析機器, 菌管理設備, 修理用機器, 通信警報設備, 衛生設備, 厚生設備

#### 6.1.2 設 備 の 建 設

設備費の積算は, 下記の条件に基くものとした。またインドネシアに於ける建設工事がいくつもある。その内容について, 本章に記述する。現地における建設資材, 労務費工期, 請負業者などの実情あるいは関連法規, 技術基準などの調査を基に工事費の検討を行なったが, 現時点では, これ等について確実に把握することは困難な面があるので, 実地の段階で詳細な研究が必要である。

##### 1) 調達および施工

(1) タンク類, 機械類, 電気設備, 計装設備, LAB用機器等のすべての装置は, 日本で調達されるものとした。但し, 運搬不可能な大型装置は日本で材料加工を行なった後運搬して現地にて組立てるものとした。

##### (2) 配管・配線・保温・塗装

バルブ, 継手, 溶接棒, ボルト・ナット等の配管材を含む配管材料, および必要な電気用ケーブル, 電線, 保温, 塗装資材は日本で調達し現地で加工, 組立てなど, 施工を行うものとした。

##### (3) 施工用機器

溶接機, 重機, 仮設資材は現地にて調達を行うものとする。

##### 2) 運 搬

日本で調達する装置および材料の運搬は必要な梱包を行ない, 横浜又は神戸港よりジャカルタへ船積み輸送されジャカルタよりEx Comalヘトラック輸送されるものとする。



## 6.2 生産機械設備

主要な設備の概要について記述する。

### 6.2.1 エタノール生産設備

#### 1) 培養設備

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| (1) 1st column fermentor × 1 基    | 75 m <sup>3</sup> , CS, air sparger cooling coil inside     |
| (2) 2nd column fermentor<br>× 1 基 | 40 m <sup>3</sup> , CS, air sparger, cooling coil inside    |
| (3) Broth out tank × 1 基          | 120 m <sup>3</sup> , CS, steam sparger, cooling coil inside |
| (4) Make up tank × 1 基            | 3 m <sup>3</sup> , CS with coil                             |
| (5) Jar fermentor × 1 基           | 30 L  |
| (6) Hoist × 1 基                   | 1,500 kg, 15 m  |

#### 2) アルコール蒸留設備

- |   |  |
|---|--|
| (1) Mash column × 1 基                       | 25 bubble cap tray, SUS 304                  |
| (2) Concentration column × 1 基              | 50 bubble cap tray,<br>SUS 304               |
| (3) Foam breaker × 1 基                      | 1 m <sup>3</sup> , SUS 304                   |
| (4) Cushion tank × 1 基                      | 2 m <sup>3</sup> , CS,                       |
| (5) Alcohol checking tank × 2 基             | 15 m <sup>3</sup> , CS,                      |
| (6) Alcohol storage tank × 1 基              | 1,000 m <sup>3</sup> , CS,                   |
| (7) Preheater × 1 基                         | plate type, 45 m <sup>2</sup> , SUS 304      |
| (8) Conc column overhead condensor<br>× 1 基 | shell and tube, 150 m <sup>2</sup> , SUS 304 |
| (9) Product cooler × 1 基                    | shell and tube, 30 m <sup>2</sup> , SUS 304  |
| (10) Hoist × 1 基                            | 1,500 kg                                     |

### 6.2.2 Corynecin 生産設備

#### 1) 培養設備

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| (1) Medium make up tank × 2 基 | 20 m <sup>3</sup> , CS                          |
| (2) Kasten × 2 基              | 0.16 m <sup>3</sup> , SUS 304                   |
| (3) 1st seed tank × 2 基       | 2 m <sup>3</sup> , SUS, with jacket and sparger |

(4) 2nd seed tank × 1 基	10 m <sup>3</sup> , SUS 304, with jacket and sparger
(5) Fermentor × 3 基	80 m <sup>3</sup> , SUS 304, cyclone, coil and sparger
(6) Broth tank × 1 基	80 m <sup>3</sup> , SUS 304, air sparger
2) 精 製 工 程	
(1) Balance tank × 1 基	10 m <sup>3</sup> , SUS 304
(2) Mixer × 3 基	5 m <sup>3</sup> /h, SUS 304
(3) Separator × 2 基	5 m <sup>3</sup> /h, SUS 316
(4) Spent broth tank × 1 基	50 m <sup>3</sup> , SUS 304
(5) Distillation column × 1 基	3 m <sup>3</sup> /h, SUS 316
(6) Evaporator × 1 set	0.7 m <sup>3</sup> /h, SUS 304, Kontro type, with recycle
(7) Condensor × 1 基	SUS 304
(8) Vacuum pan-1 × 1 set	4 m <sup>3</sup> , SUS 304, with jacket cyclone and ejector
(9) Concentrate tank × 1 基	2 m <sup>3</sup> , SUS 304
(10) Filter press × 1 set	4 m <sup>2</sup> , CS + RL
(11) Vacuum pan-2 × 1 基	4 m <sup>3</sup> , SUS 304, with jacket cyclone and ejector
(12) Crystallizer × 1 基	3 m <sup>3</sup> , SUS 304, with jacket
(13) Centrifuge-1 × 1 基	36", SUS 316
(14) Decolorization tank × 1 基	10 m <sup>3</sup> , SUS 304
(15) Ultra filter × 1 基	2 m <sup>2</sup> , SUS 316
(16) Vacuum pan-3 × 1 基	4 m <sup>3</sup> , SUS 304, with jacket cyclone, baro-con ejector
(17) Crystallizer-2 × 1 基	3 m <sup>3</sup> , SUS 304, with jacket
(18) Centrifuge-2 × 1 基	36", SUS 316
(19) Crystallizer-3 × 1 基	3 m <sup>3</sup> , SUS 304, with jacket
(20) Centrifuge-3 × 1 基	36", SUS 316
(21) Dryer unit × 1 set	SUS 304, vacuum pump

### 6.3 原料・ユーティリティー設備

#### 6.3.1 原料設備

##### 1) 液体原料

糖蜜貯槽 1基, 1,000 kl コーンルーフ型 SS41 サクションヒーター  
液位計付

重油貯槽 1基, 1,000 kl コーンルーフ型 SS41 スチームヒーター  
液位計付

その他  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ , 消泡剤, 溶剤の貯槽を設置する。

##### 2) 固体原料

既設倉庫を使用する。

##### 3) 糖蜜溶解槽

エタノール, コリネシン培養用に共通した糖蜜稀釈槽を2基設備する。概略フローを  
図6-1に示す。

糖蜜稀釈槽 2基, 100 kl 攪拌機付SS41

#### 6.3.2 ユーティリティー設備

##### 1) ボイラおよび発電設備

- (1) ボイラ 2扇放射型(自然循環), 屋外式計装品一式
- (2) 通風機 蒸気タービン駆動
- (3) 脱気器 50 T/H
- (4) 補給水タンク 100  $m^3$ /H
- (5) 給水装置 30 T/H  $\times$  2, 2床3塔式, 20 H/cycle
- (6) 蒸気タービン 背圧式, 4,500 kW, 背気圧力4.5  $\%$
- (7) 減速機 10,000/1,800 rpm
- (8) 排風機
- (9) サイレンサー 10 T/H
- (10) 減圧減温器 30 T/H, 43  $\%$ , 410  $^{\circ}C$ /4.5  $\%$ , 200  $^{\circ}C$
- (11) 発電機 同期回転界磁型, 3,300 V, 1,800 rpm 中央監視盤, 現場盤と  
その附属品一式, 力率0.86, 励磁器ブラとレス励磁器
- (12) 発電機 280 V, 150 KVA, 起動監視盤

##### 2) 配電設備

- (1) 変圧器 (低圧動力用)  $\phi$ 3, 4,000 KVA 6,000/380 V 保護継電器を含む
- (2) 変圧器 (照明, 計装電源)  $\phi$ 2, 2,000 KVA 6,000/200 V



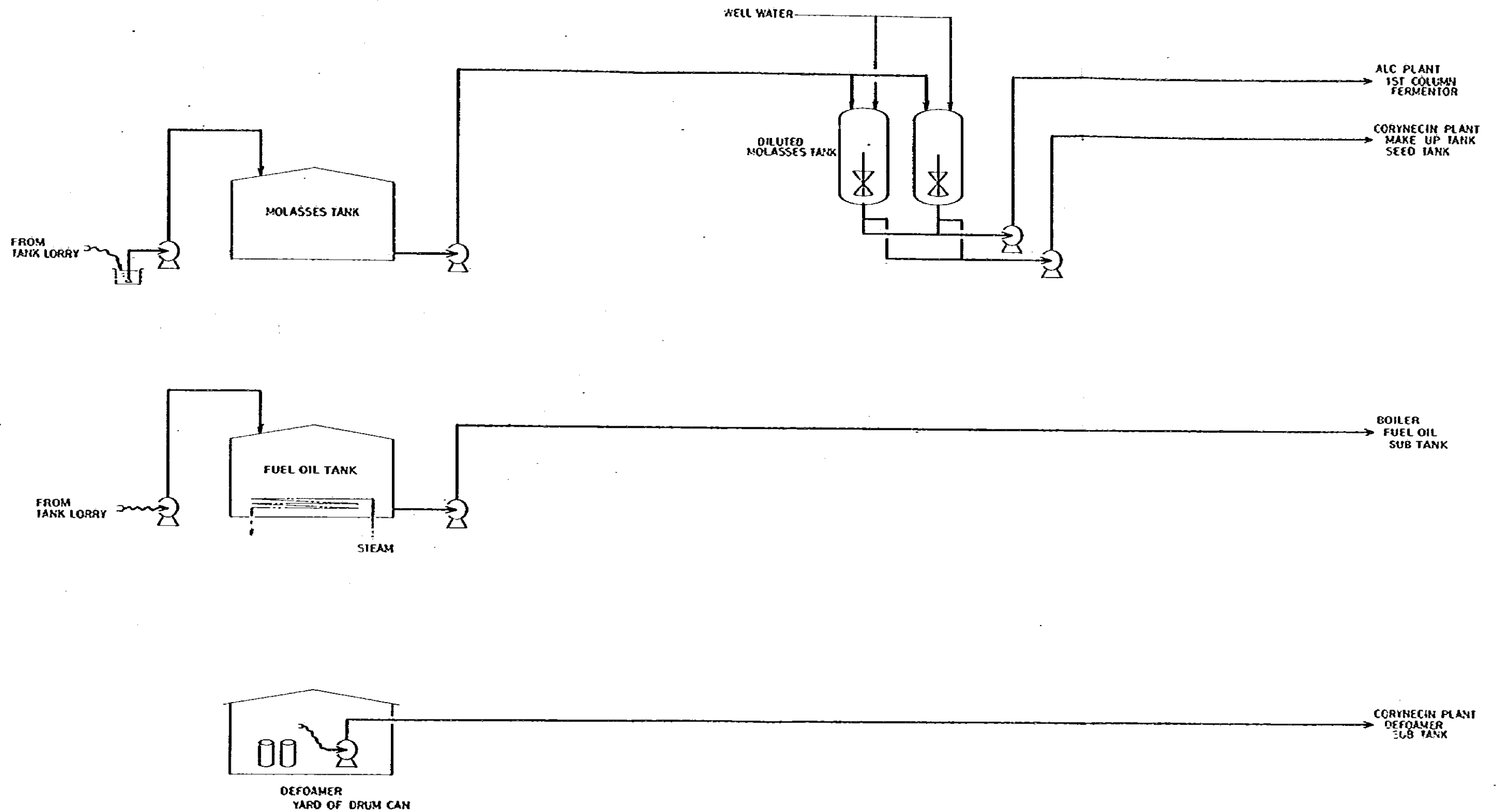


Fig. 6-1. Process Flow Sheet of Raw Material



- (3) シヤ断器 3.7KV MBB1,200 A, 4,300 kW発電機のシヤ断器
- (4) 負荷開閉器 (コンプレッサー用) 3.7KV 3極単投式 600A 500Aの電力ヒューズ
- (5) 負荷開閉器 (低圧動力用) 3.7KV 3極単投式 1,000 A 1,000Aの電力ヒューズ
- (6) 負荷開閉器 (照明,計装電源) 3.7KV 3極単投式 100A 100Aの電力ヒューズ
- (7) 低圧シヤ断器 400V 400A ディーゼル発電機用
- (8) 低圧動力分電盤 380V 10回路用 NFB×10ケ CKS×1ケ
- (9) 低圧動力電源盤 380V 7回路用 NFB×7ケ WHメータ×7ケ  
Aメータ×7ケ
- 00 低圧動力分電盤 380V 5回路用 NFB×5ケ Mg-SW×5ケ  
Aメータ×5ケ
- 00 照明電源盤 100V 6回路用 NFB×6ケ WHメータ×1ケ  
Aメータ×6ケ
- 00 バッテリー 125V 300AH 充電器, 監視盤, 分電盤, 操作用

### 3) 空気設備

- (1) プラント用空気 25,000 N<sup>m</sup>/H 2<sup>1/2</sup>φ 2段ターボ型 インタークーラー付  
サクシヨンペーン容量制御式 吸込フィルター 吸込, 吐出, プ  
ロー, サイレンサー, 計電装設備1式
- (2) 計装用空気圧縮機 500 N<sup>m</sup>/H×7<sup>1/2</sup>φ オイルフリー型 アンローダー付 吸込フ  
ィルター 後方冷却器 アキュムレーター 脱湿器付 (露点-  
15℃)

### 4) 用水設備

- (1) 送水用ピット 鉄骨コンクリート製 200 m<sup>2</sup>
- (2) 河川水送水ポンプ 2000 m<sup>3</sup>/H×H 10 m
- (3) 井水ポンプ 150 m<sup>3</sup>/H×H 50 m
- (4) 冷水設備 吸込式冷凍機 1,200 USRT
- (5) 冷水送りポンプ 1000 m<sup>3</sup>/H×H 20 m

## 6.4 排水処理設備

- 1) 高濃度廃液貯槽 500 m<sup>3</sup> コンクリート製
- 2) 廃液濃縮装置 水分蒸発 30 T/H プレート式 三重効用 架台付 自動洗缶装  
置付
- 3) 濃縮廃液貯槽 1000 m<sup>3</sup> コンクリート製

- 4) NaOH TANK      5 m<sup>3</sup> SS41
- 5) HNO<sub>3</sub> TANK    5 m<sup>3</sup> SUS304

## 6.5 その他附帯設備

主な附帯設備は下記の通りである。

### 6.5.1 菌管理, 分析機器

#### 1) 菌 管 理

菌管理用機器一式を含むものとする。主にオートクレーブ, グリーンベンチ, シェーカー, 恒温槽, 冷蔵庫, 実験台, 遠心沈降機, ガラス器具, その他の用具である。

#### 2) 分 析

分析用機器としては製品, 原料, 工程分析用機器に分けられる。糖, アルコール, コリネシンの分析装置であり, 主に次のようなものが含まれる。

ポーラリメーター, N分析, 直接天秤, 試滴装置, 恒温バス, 酒精計, 恒温乾燥機, PHメーター, 分光光度計, 遠心分離機, シェーカー, ふり器, ノギス, クリーンベンチ, オートクレーブ, 冷蔵庫, 自動融点測定器

#### 3) 菌管理分析室

既設の部屋を利用する。

### 6.5.2 電気, 通信設備

#### 1) 照 明

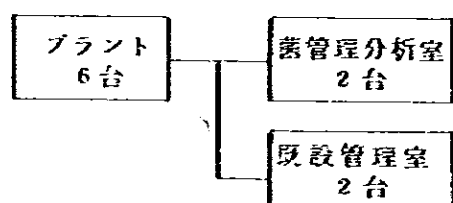
照明は蛍光灯を主体とし, 部分的に白熱灯, 水銀灯を使用する。照度は概略下記とする。

菌管理, 分析室                      200~300 LX

プラント建屋, 機械室, 倉庫        50~100 LX

#### 2) 通 信 設 備

構内連絡用としてインターホーン設備を設ける。相互同時通話方式として設置台数は10台程度とする。

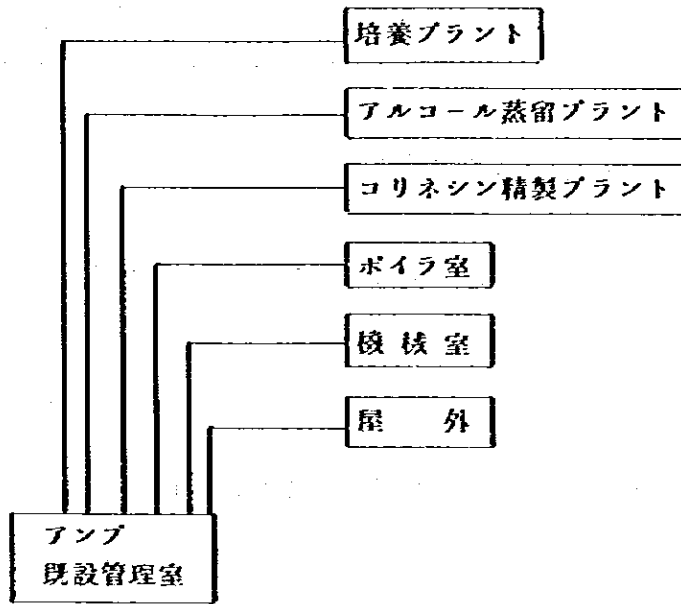


#### 3) 放 送 設 備

構内呼出, 伝達用として放送設備を設けるアンプは既設管理室に設置し, 時報装置と連

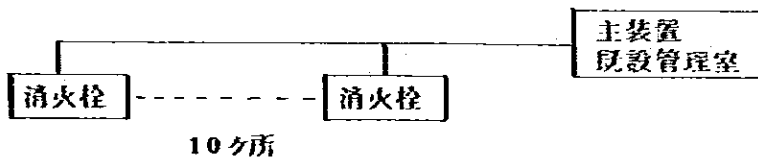


動させた時報装置を組込む。



#### 4) 非常警報設備

非常時に備え非常警報ベル設備を設ける。主装置は既設管理室に設置し押釦およびベルは消火栓の近くに設ける。消火栓は10ヶ所程度とする。



#### 5) 避雷設備

重油タンク、アルコールタンクには避雷用アースを取り付ける。

#### 6) その他

コンセント、工事用電源を取り付ける。

### 6.5.3 衛生設備

#### 1) 便所、シャワー

現場オペレーターを対象に便所、シャワーを取り付ける。

#### 2) 水洗場

作業用具等の水洗を行う設備を取り付ける。

#### 6.5.4 その他

##### 1) 運搬用具

主に副原料運搬用にフォークリフト1台見込む。その他、手押し車3台程度を見込む。

##### 2) 計量機

大型、中型、小型の計量機、各1台見込む。

##### 3) メンテナンス用工具

メンテナンス用工具は特殊な専用工具を除き本計画には見込まない。

##### 4) 予備品

必要最少限の予備品を見込む。

##### 5) 用地

取水設備に要する用地の買収等は本建設費には見込まれない。

#### 6.6 プラントのレイアウト

##### 6.6.1 基本条件

###### 1) レイアウト決定の条件

本計画では、既存の旧砂糖工場に設備を建設する。故に実際の設備を建設する場所は、次の如き作業を行なった後プラントのレイアウトがされるべきと考える。

- a. 既存建物、設備の詳細な調査
- b. 本計画以外に使用する場合の本計画との調整

###### 2) 本報における基本条件

###### (1) 旧砂糖工場建屋の利用

下記の理由により既存建屋を利用する。

- a. 既設建屋の柱、壁等の基本構造物が堅牢であることと見なされること。
- b. 既設建屋が十分な広さ、高さを持つこと。
- c. 設備の建屋内設置は稼働の安定性、運転操作が天候に影響されないこと、設備の耐久性の上で有利であること。

###### (2) 鉄道の利用

原料、製品の荷役に鉄道が活用出来ること。

###### (3) 既設煙突の利用

既設煙突は使用期間が比較的短く使用可能と見られる。

###### (4) 建屋内部屋の利用

特に製糖原料置場、分析室等は既存の建屋内部屋の利用をはかる。

(5) 工程をまとめる

- a. 原料処理工程，培養工程，ユーティリティース設備と区分して配置する。
- b. 危険物設備同志は極力近設させる。

(6) 配置図および側面図

図 6-2 に平面配置図，図 6-3 に建屋側面図を示す。

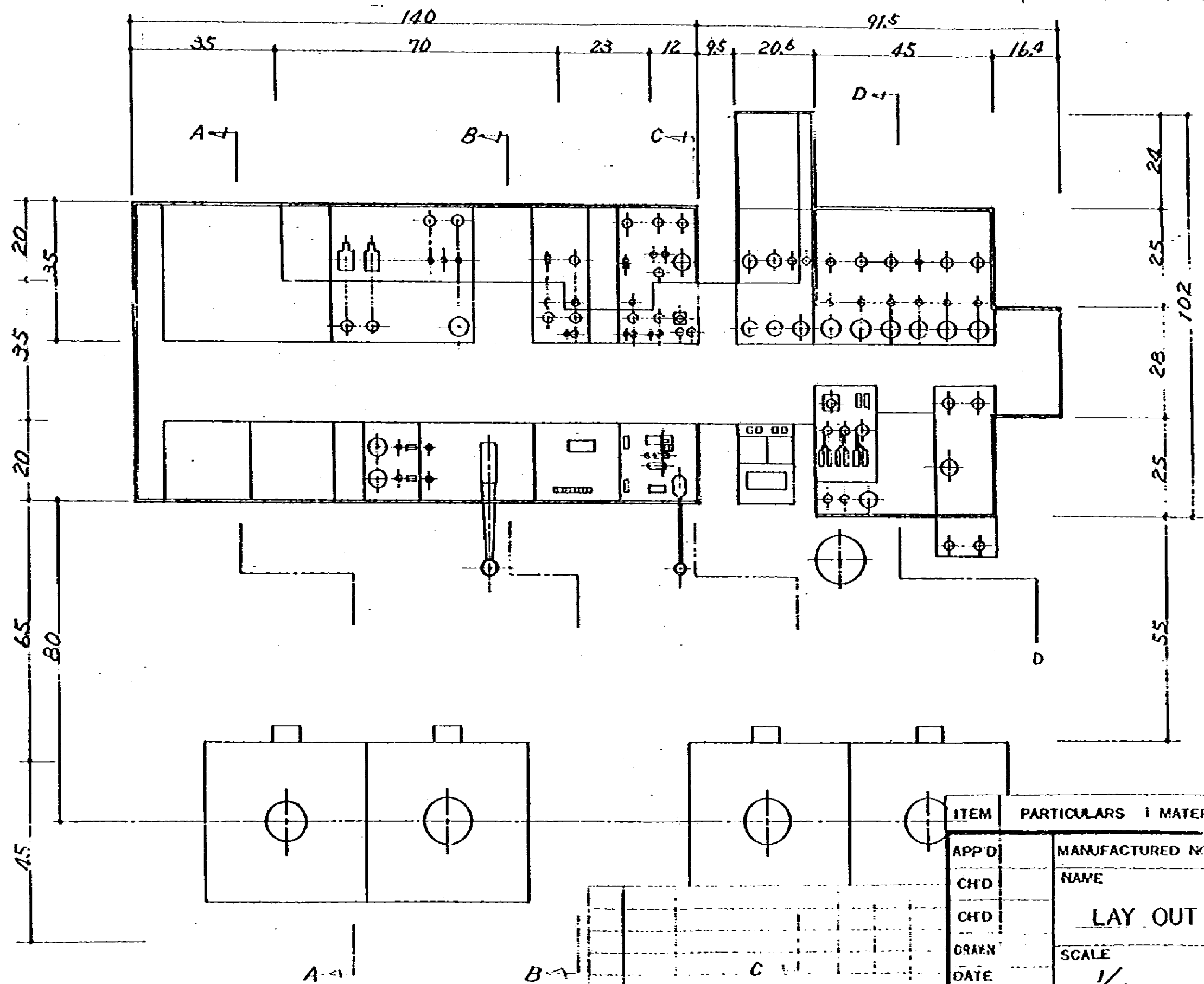


Fig. 6-2

ITEM	PARTICULARS	MATERIAL	REQ. TOTAL	REMARKS
APP'D	MANUFACTURED NO		REQ'D NO.	
CH'D	NAME		SET JOB NO.	
CH'D	LAY OUT PLAN			REV.
DRAN DATE	SCALE	DRAN NO.		
	1/1000			
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY Tokyo, JAPAN				

No.	DATE	DESCRIPTIONS	BY	CHK	APP'D

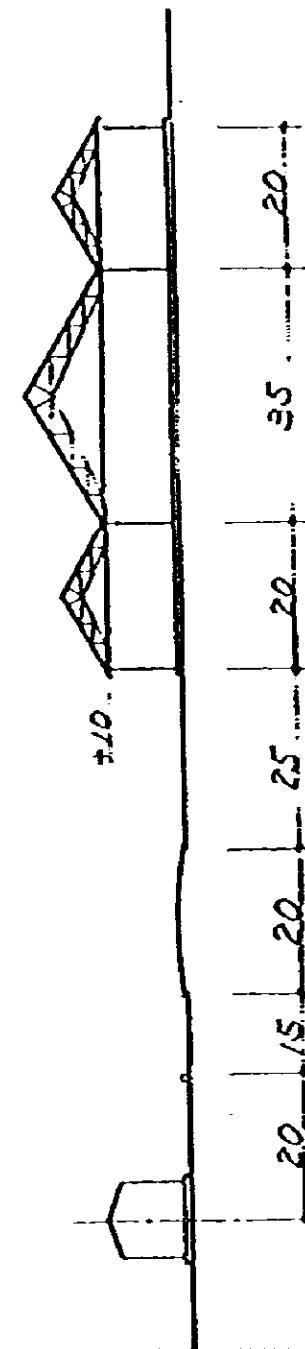
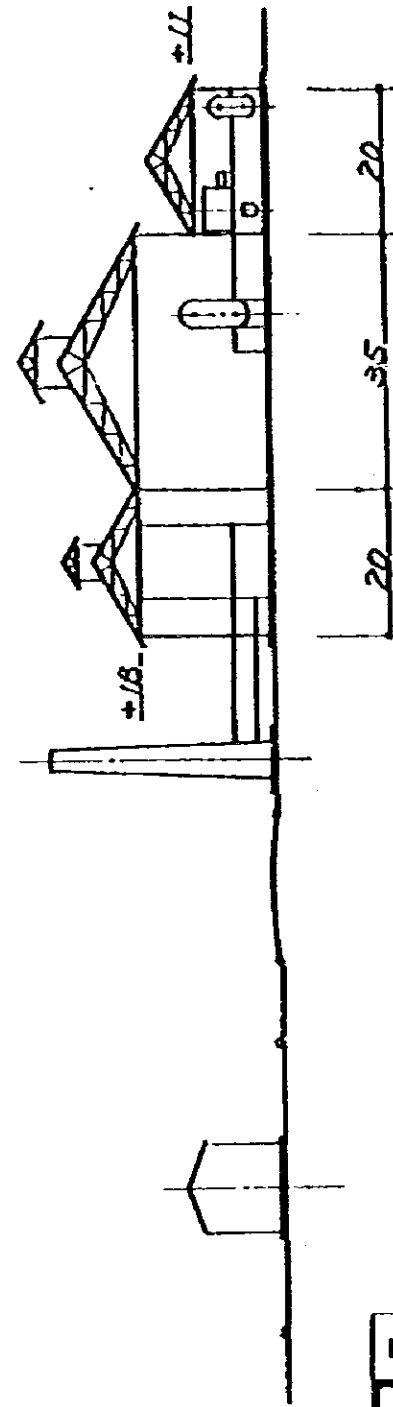
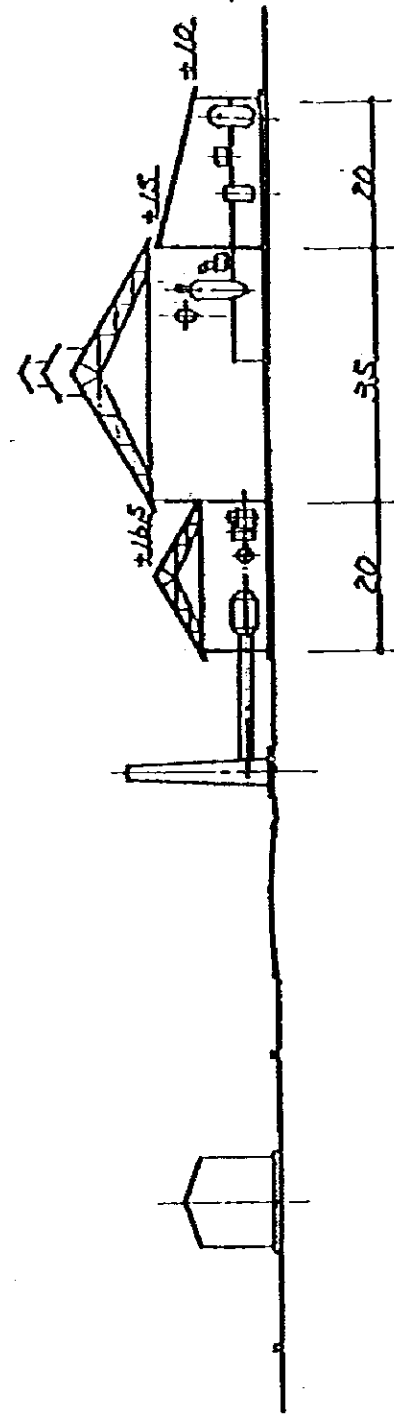
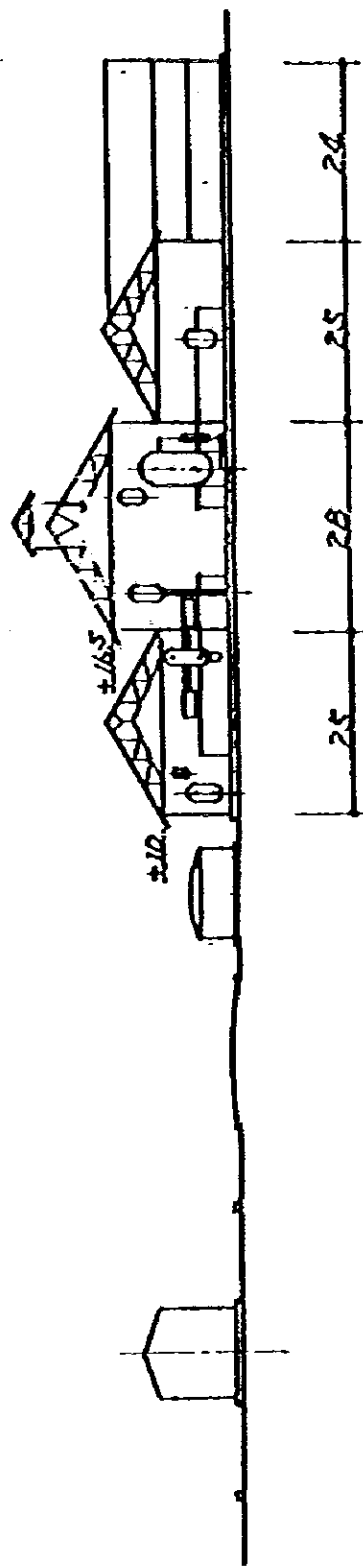


Fig. 6-3.

No.	DATE	DESCRIPTIONS	BY	CHD	APP

ITEM	PARTICULARS	MATERIAL	REQ. NO.	TOTAL REQD. NO.	REMARKS
APP'D	MANUFACTURED NO.	SET	JOB NO.		
CH'D	NAME				REV.
CH'D	SECTION VIEW				△
DRWN	SCALE	DRAWN NO.			
DATE	1/1000				
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY Osaka, JAPAN					



## APPENDIX

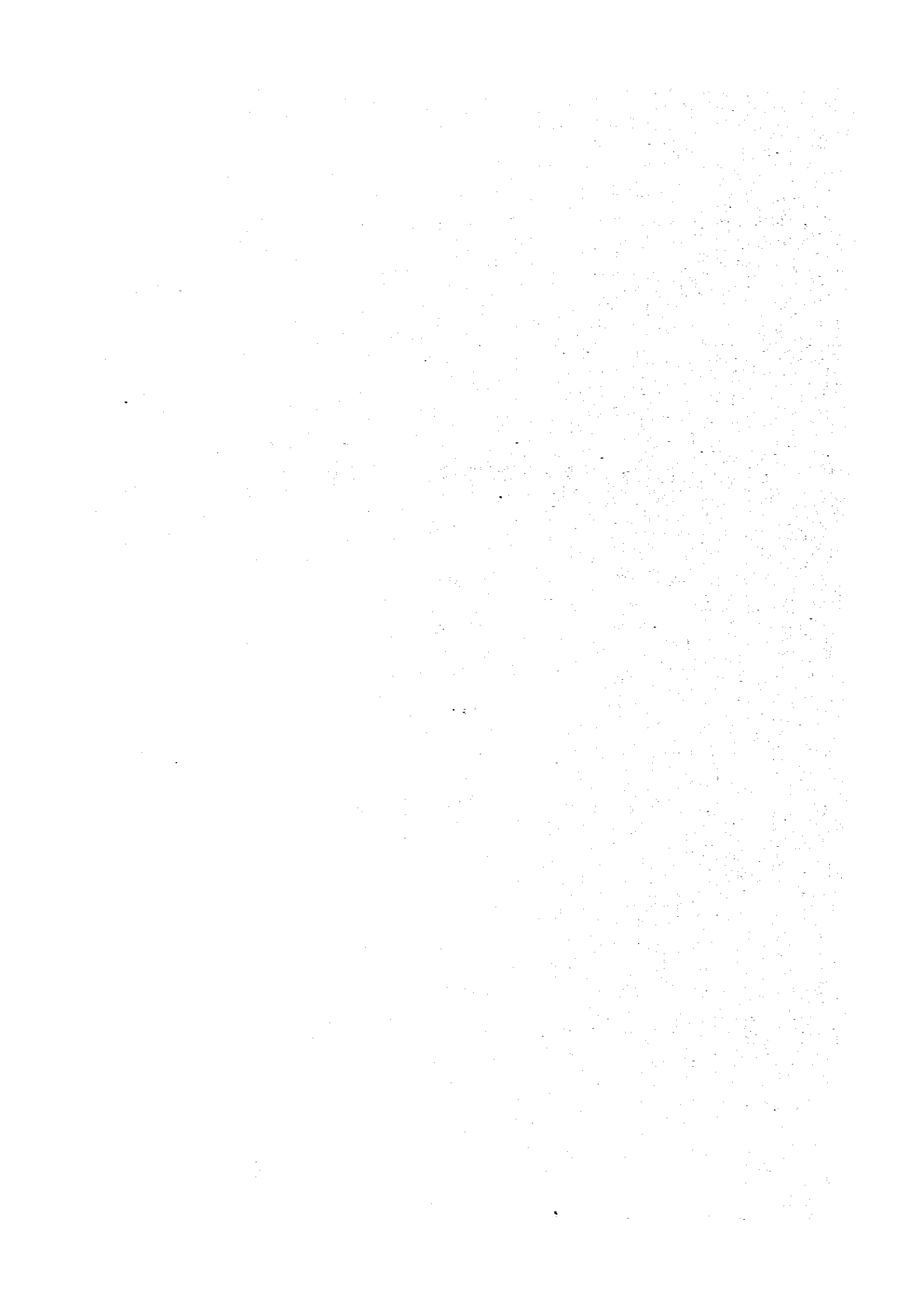
### Production facility for feed yeast

(1)	Kasten	x 4	Box type, SUS 304
(2)	Seed tank	x 4	1.5 m <sup>3</sup> , with jacket, SS 41
(3)	Fermentor	x 6	120 m <sup>3</sup> , SS 41, air sparger
(4)	Cooler	x 6	tubler type, 200 m <sup>3</sup> , SS 41
(5)	Defoamer tank		3 m <sup>3</sup> , SS 41
(6)	Make up tank	x 2	40 m <sup>3</sup> , SS 41, cooling coil
(7)	Broth out tank		120 m <sup>3</sup> , SS 41
(8)	Sifter		W 600 x L 1,500, 40 mesh
(9)	Cushion tank		3 m <sup>3</sup> , SS 41
(10)	Separator	x 2	Nozzle type, SUS 304
(11)	1st cell tank		3 m <sup>3</sup> , SS 41
(12)	2nd cell tank		3 m <sup>3</sup> , SS 41
(13)	Heat treatment tank	x 2	15 m <sup>3</sup> , SS 41, with agitator
(14)	Drum dryer	x 2	35 m <sup>2</sup> , SS 41
(15)	Screw conveyor		15 m <sup>3</sup> , SS 41
(16)	Pulverizer	x 2	250 kg/h
(17)	Hopper	x 2	15 m <sup>3</sup> , SS 41





## 第7章 プラント建設計画とプラント操業



## 第7章 プラント建設計画とプラント操業

### 7.1 プラント建設計画

#### 7.1.1 工場敷地面積および建物面積

##### 1) 工場敷地面積

工場敷地面積は376,550㎡である。この中に厚生設備、Caneの集荷設備、旧砂糖プラントが配置されている。本計画に使用される敷地は、工場北部の旧砂糖工場およびその周辺の約40,000㎡の中に設置される。図6-2に示す配置の専有面積は旧建屋約16,000㎡、屋外タンク設備他約7,000㎡、合計約23,000㎡である。この面積はかなり余裕を見て配置したものであるが、メンテナンス、将来の増設等について、ある程度配慮し得る面積である。断面図の概要を図6-3に示す。

##### 2) 建物面積

本計画では建物内の配置変更等のみを行うもので、新たに建物の増設はしない。

#### 7.1.2 土木工事

##### 1) 基本条件

土木工事費の積算条件は次の通りである。

- (1) 土木工事における材料調達を含むすべての工事はインドネシアに於いて行う。当然ながら、必要なローディングデータ設備架台の形状図等の設計条件は各々のメーカーから提示されるものとする。
- (2) 既設の基礎およびチャンネル、井戸等は極力利用する。
- (3) 後述する如く他盤は良好と判断されるため杭は使用しない。
- (4) 地中障害物はないものとする。
- (5) 地盤改良を要する軟弱地盤はないものとする。

##### 2) 主要な土木工事

###### (1) 撤去工事

設備建設に対する障害物の撤去を行う。

###### (2) 整地工事

既設工場であるため、殆ど整地の必要はない。工事に必要な若干の整地を行うのみとする。

###### (3) 基礎工事

装置、架台、貯槽類の基礎工事を行う。材料は鉄骨コンクリート造りとする。

(4) 構 築 物

取水ピット，冷水貯槽，溝等の工事をを行う。主要材料は鉄筋コンクリートとする。

(5) 結 装

屋外タンクヤードと建屋間の道路をアスファルト舗装する。

(6) チャネル工事

取水用チャネルの新設。又，排水用チャネルの工場内部の結修を行う。排水用チャネルの工場外の結修は含まない。

3) 地 盤

Soil Mechanics Laboratory, Technical Faculty, Diponegoro University の作成した Soil Profil, Soil test, Direct shear tests, 粒度測定, Unconfined compression test, Conusresistance and local friction data によると現地の地盤は良好である。故に本報では支持杭は使用しないものとした。但し実際に施工する場合，杭の使用が有利な場合も考えられるので実施段階で杭の要否の検討が必要である。

7.1.3 建 築 工 事

1) 基 本 条 件

建築工事の積算条件は次の通りである。

(1) 既設の旧砂結工場および附属する煙突等を利用する。

(2) 新設される主な建築物は，架台配管ラック等である。

新設される建築物の建設については，設計に必要な配置，Loading data の提示に基づき，インドネシア籍にて詳細設計から材料調達，施工および施工監督等の一切を実施するものとする。

(3) 既設建築物の結修は，インドネシアにて現地の詳細な調査に基づいて実施するものとする。結修費は必要最小限度にとどめる。

2) 主要な建築工事

(1) 架台および配管ラック

柱，梁，ステージ，落段，手摺等は構造用型鋼管およびチェッカープレートにて組立て作業は主に屋内であり，ウインチ又はチェインブロックを使用して進められる。必要に応じて重機が使用される。

塗装はオイルペイントにより下塗2回，上塗2回を標準とする。

(2) 結 修 工 事

結修工事は部分的に行う。塗装は建内部分のみとし，建屋外部は行なわないものとする。

### ③ 附 帯 設 備

工場内は、換気設備、コンプレッサー等の防音壁、ボイラ・タービン室の区画、自動火災報知設備等が設置される。

倉庫には、梱および必要な運搬用、計量用の設備が設置される。

分析室は空調を行うと共に必要な水ガスコンセント、照明、インターホーン設備が取り付けられると共に、分析台等の固定設備が取り付けられる。給排水設備、消火設備、休憩室、便所、浄化槽等の什器備品も先に説明した如く設置される。

#### 7.1.4 輸 入 機 器 の 内 陸 輸 送 及 び 保 管

荷揚げ地はジャカルタとする。運搬はトラック輸送を主体とする。保管については、港での陸上げ時、計装・電気機器等の水ぬけ防止を必要とするものは、倉庫内に保管する。運搬についても同様であり、必要なものはシートカバーを取付け運搬する。工場では建屋が充分の大きさを有するため極力建屋内に保管する。当然ながら配管材料等の水ぬけが問題にならない材料は特にこの配慮は不要である。

発送、及び荷降ろし時は、発送者側の担当者が個数のチェック及び破損についてチェックを行ない確実な輸送を行なうものとする。

#### 7.1.5 機 器 据 付

機器の据付けは、単品据付け及び現地組立てに分けられる。本工事費は建設費の中に含まれるが、工事そのものは機器メーカーの指導のもとにインドネシアの据付組立て業者が施工するものとする。

本工事における重機、格接機用の工事用機器の調達についてもインドネシアの業者が行うものとする。

なお、建設組織は各種の型態が考えられるが、インドネシアに於ける工事は、特に know how 又は指導必要な工事は、監督者のみを日本から派遣し、現場の主要工事はインドネシアのコストラクターにより実施されるものとしている。

#### 7.1.6 試 運 転

プラントの建設の進捗に合せ、各機器の性能テスト、配管類のフラッシング、水運転テストを行い設備の検査を行う。

引続き、実際の原料を用いて試運転テストを行い、プロセス上の問題解決を図ると共にオペレーターの教育を行う。

パフォーマンス、テストを行い生産量、成績が目標値達成した所で商業運転に入り、プラントはゼネラル・コントラクターからオーナーへ引渡される。

### 8.1.7 教育指導

#### 1) 建設段階におけるスーパーバイザー

ゼネラル・コントラクターはプラント建設開始より完了まで、土木建築、設備、電気、計装関係のスーパーバイザー及び全体を統括するマネジャーの現地派遣を行い建設の運営管理を行う。

#### 2) 試運転におけるスーパーバイザー

試運転段階においてプラントの運転、オペレーターの教育訓練、工場運営システムの確立のために、必要な人数のスーパーバイザーを起用する。特に本計画では2品目の製品を同時に製造するため試運転計画は十分な検討が必要である。

#### 3) 要員の訓練

工場運営においては、かなり多岐にわたる人材が必要である。特に発酵、精製部門の運転管理は高度な知識、熟練が要求される。

そこで、製造現場に従事するオペレーター、スーパーバイザーに対する教育訓練を十分に実施する必要がある。

主たる訓練内容は、下記の通りである。

##### (1) 基礎教育

化学、化学工学、化学プラント、発酵、精製、安全衛生等に関する基礎教育の実施

##### (2) ゼネラル・コントラクターによる、当該プロジェクトの技術、運転方法に関する教育訓練の実施

エンジニア、フォアマンクラス以上に対しては日本(プロセスオーナー)で訓練を行う。

##### (3) 日本から派遣したスーパーバイザーによって運転中訓練(On the Job Training)を行う。

## 7.2 プラントの操業

### 7.2.1 組織、人員

工場全体の組織を図7-1に示す。

また人員計画を表7-1に示す。

本工場の人員の総数は200名を予定する。

### 7.2.2 操業条件

- 1) プラントの操業は年間336日の稼働を標準としたが、原料入手(殊に蜂蜜の生産が年間フルに行われていないために)が途切れる事のないよう配慮が必要。又製品の市場は常に

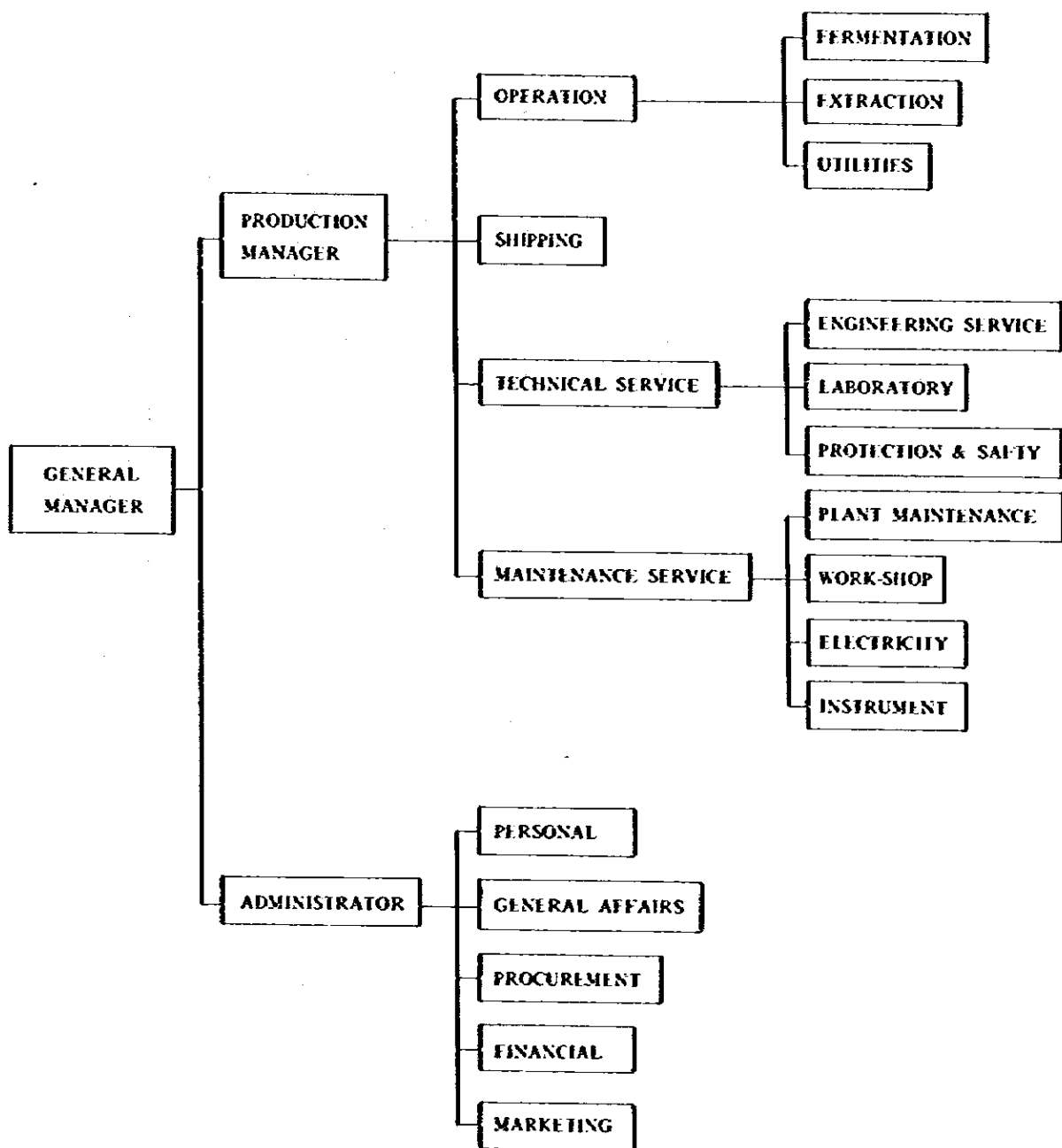


Fig. 7.1. Organization Structure of the Plant

**Table 7.1. Total Staff Requirement**

	*
Manager	12 ( 12)
Specialist	29 ( 32)
Supervisor	11 ( 15)
Skilled (A)	38 ( 50)
Skilled (B)	84 (111)
Unskilled	2 ( 13)
Clerk	24 ( 27)
Total	200 (260)

\* Remarks: ( ) ... When contains Yeast production staff.



あるものとしており、マーケティングとの連携が必要である。

2) 運転は3直3交替で行うことを前提としているが、労働力の確保は出来るものとする。

### 7.2.3 原材料、副資材、ユーティリティ

1) 原材料は、製造計画に従って最低1ヶ月分の在庫を確保しておく必要がある。特に入手し難いもの、遠距離から入手するものについては十分な注意が必要。

2) 副資材についても同様であるが、メンテナンス用の副資材については在庫量管理をしっかりしておくことが大切である。副資材の中には外国(日本)からの輸入品もかなりあるものと予想されるのでそれらについては特に途切らさないよう注意が必要である。

3) 用水は取水可能な河川水をほぼ全量使用する事になると思われる。イリゲーションに支障を起さないよう、取水管理を強化しておく必要がある。

4) 発酵工業はエネルギー多消費型の工業である。培養工程における無菌度維持のための殺菌、スチームシールや精製工程での蒸留、濃縮のための蒸気等、多量の蒸気を消費するが、それに加え用水温度が河川水、井戸水共30℃前後であるため、培養の冷却に使えず、冷却水製造装置(CHILLER)が必要となり、これに消費するエネルギー経費が非常に大きい。従ってプラントの運転において、エネルギーの節減には常に目を向け、改善への努力が必要である。

### 7.2.4 公害防止対策

インドネシアにおいては、公害防止に関する国家的法律はすでに制定、公告されている。排水に関する規制値も定められているが、規制に対する認識は企業側も地域住民側もまだかなり低い。逆に定められている規制値はかなり厳しいものであり、例えばBODはmax 30 ppm(1日の平均値20 ppm)、NH<sub>3</sub>はmax 0.1 ppmとなっており、現実に対応する事は非常に難しい状況でもある。

参考までに排水規制値をTable 7-2に示す。

中部ジャワ地区ではまだ条令(Local Regulation)が定められていないが、近い将来制定されるということである。

我々は、日本における実績と、実質的な対応として、7.3で述べたような排水処理法を提言し、公害防止を重視したプラントを推奨するが、本件については将来の法規制の変化との対応も必要である。

大気汚染、悪臭等については、現在規制値が定められていないため、本計画では、特別な考慮は行っていない。

**Table 7.2. Quality Standard of Waste Water**

Item		Min.	Average in 24 hrs	Max.
Temp.	°C			30°
Floating matter	mg/l			0
Sedimented matter	"			1.0
Al	mg/l			10
As				1
Ba				1
Fe				1
Cr				0.1
Cd				1
Ni				2
Ag				0.1
Hg				0.1
Zn				1
Cu				1
Pb				1
NH <sub>3</sub>				0.1
Cl <sub>2</sub>				0.05
F				2
NO <sub>2</sub>				1
PO <sub>4</sub>			2	
S				0.1
BOD			20	30
COD			50	80
PH		6.5		8.5
Hydrocarbon			10	
Oil in Fat			10	
Total Phenol			0.1	
CN			0.1	

### 7.3 建設及び試運転スケジュール

#### 建設スケジュール

通常プラントの建設に先立ち、計画の段階が大変重要である。本調査報告は、フェーズビリティ・スタディとして計画段階の最初の段階を見ることが出来よう。現実には社会状況、経済状況により、実施段階において十分に計画の内容方針の再確認が大切である。本スケジュールは、事前の技術的、経済的な検討が進み立地の検討、建設費の概算見積りが終わった段階から始まり、実況による保証試運転迄のスケジュールを記す。

建設スケジュールは、建設組織によって進め方が変化するが、おおよそ図7-2に示す如くである。

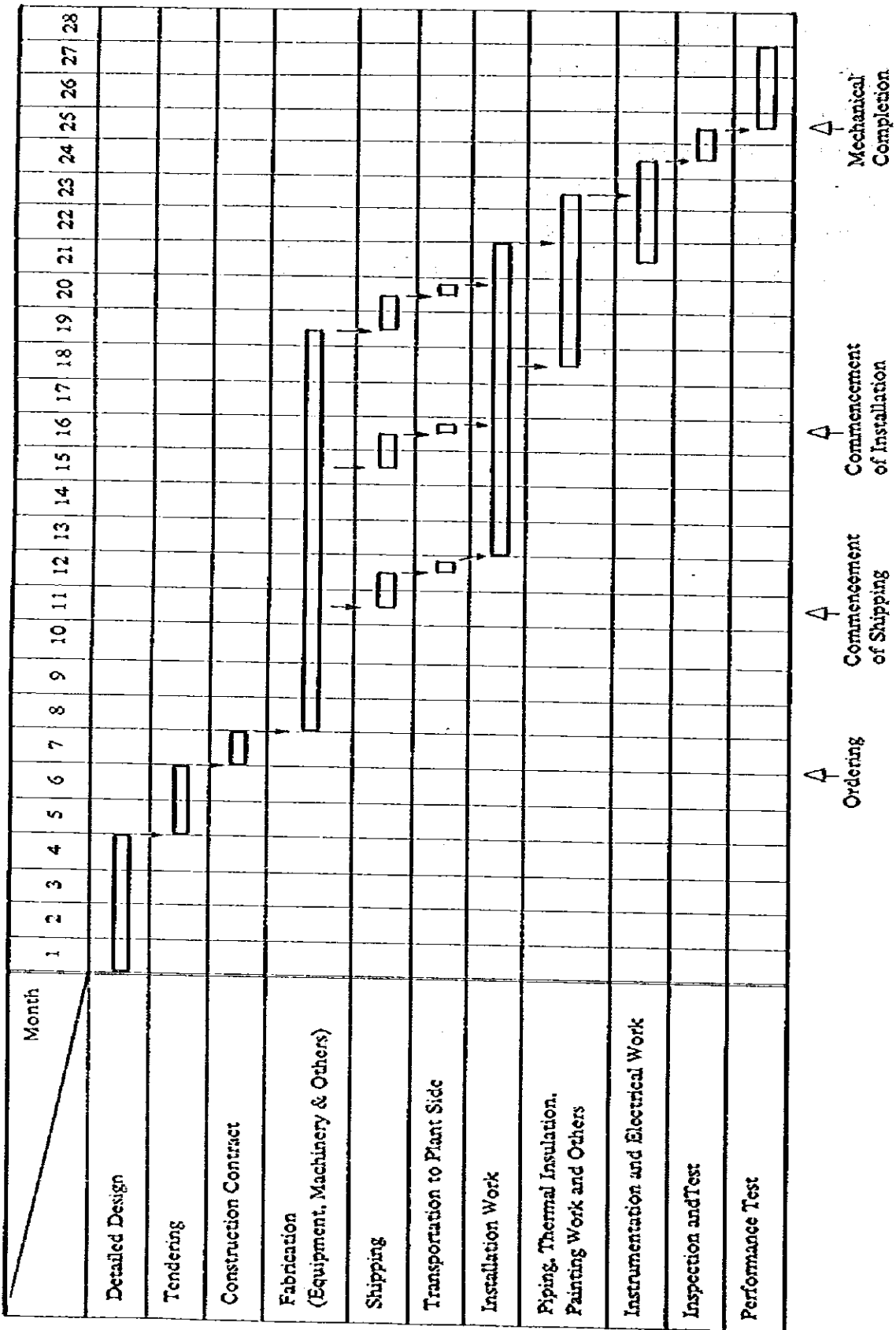


Fig. 7-2 Project Process Schedule (Tentative)

APPENDIX ユーティリティースの必要量と設備能力

前提 エタノール 45 kVD, コリネシン 19 T/Y 生産

蒸 気

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ボイラ</div> 必要量: 25.5 T/H 設備能力: 35 T/H	エタノール	4.3 T/H
	コリネシン	3.0 T/H
	冷 水	1.6 T/H
	濃 縮	8.6 T/H
	そ の 他	3.0 T/H
	所 内	5.0 T/H

電 力

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">発 電</div> 必要量: 1358KW H/H 設備能力 2500KVA (1950KW H/H)	エタノール	30 KWH/H
	コリネシン	590 KWH/H
	冷 水	8 KWH/H
	濃 縮	110 KWH/H
	ブ ロ ヱ ー	200 KWH/H
	用 水	200 KWH/H
	所 内	80 KWH/H
	計 装	30 KWH/H
	照 明	70 KWH/H
	そ の 他	40 KWH/H

川 水

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">川 水</div> 必要量: 24,600 m <sup>3</sup> /D 設備能力: 36,000 m <sup>3</sup> /D	エタノール	135 m <sup>3</sup> /H
	コリネシン	70 m <sup>3</sup> /H
	冷 水	320 m <sup>3</sup> /H
	濃 縮	450 m <sup>3</sup> /H
	ブ ロ ヱ ー	20 m <sup>3</sup> /H
	そ の 他	30 m <sup>3</sup> /H

井 水

井 水	エタノール	35 m <sup>3</sup> /H
	コリネシン	22 m <sup>3</sup> /H
	ボ イ ラ	15 m <sup>3</sup> /H
	廃 水	9 m <sup>3</sup> /H
	そ の 他	6 m <sup>3</sup> /H
必要量: 87 m <sup>3</sup> /H		
設備能力: 120 m <sup>3</sup> /H		

空 気

空 気	エタノール	60 Nm <sup>3</sup> /H
	コリネシン	3,260 Nm <sup>3</sup> /H
	そ の 他	200 Nm <sup>3</sup> /H
必要量: 3,520 Nm <sup>3</sup> /H		
設備能力: 4,000 Nm <sup>3</sup> /H		

冷 水

冷 水	エタノール	119 USRT
	コリネシン	215 USRT
必要量: 334 USRT		
設備能力: 400 USRT		