

インドネシア共和国
砂糖副産物利用工業開発計画
事前調査団報告書

昭和58年1月

国際協力事業団

インドネシア共和国
砂糖副産物利用工業開発計画
事前調査団報告書

JICA LIBRARY



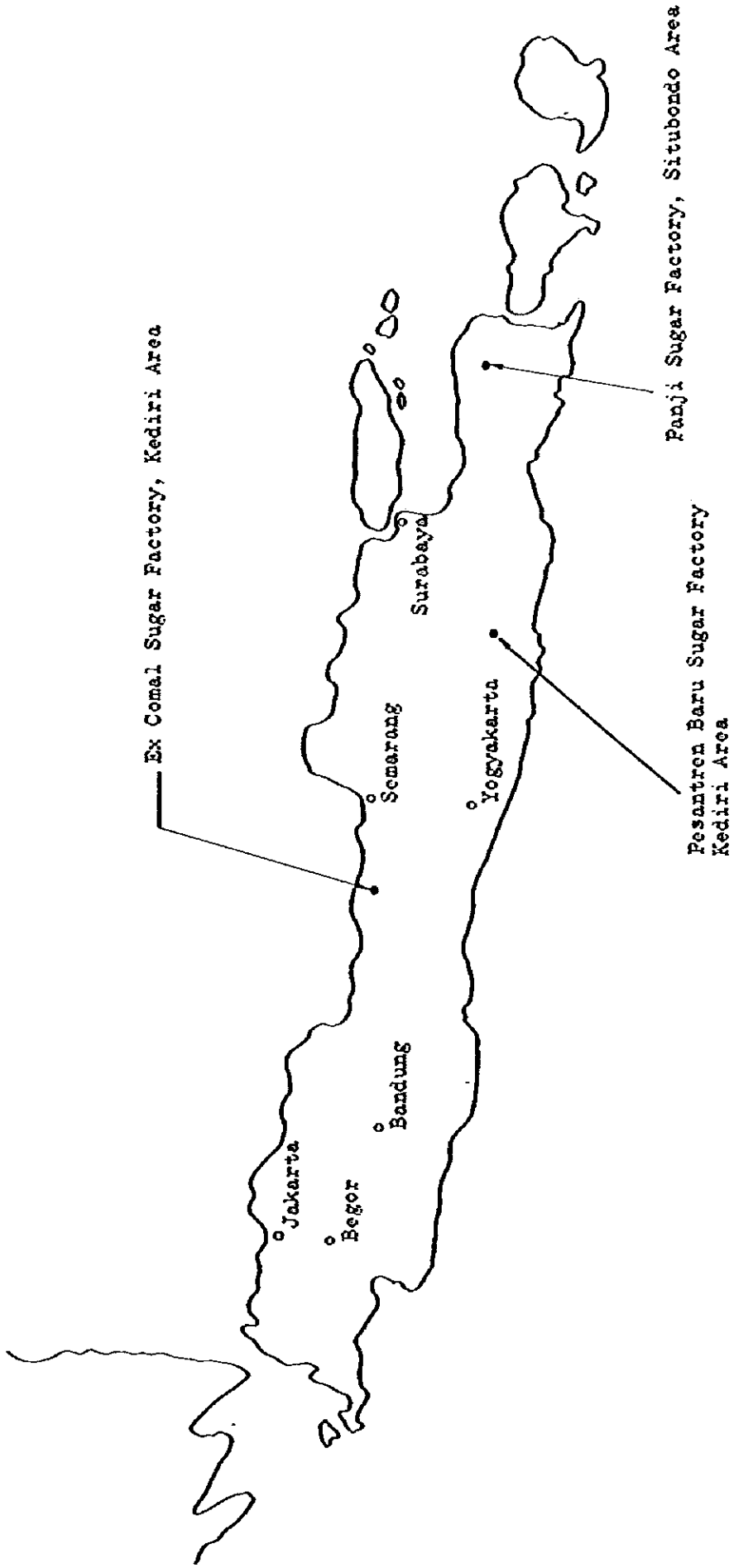
1055484〔8〕

昭和58年1月

国際協力事業団

國際協力事業団	
受入 期 '84. 4. 30'	108
登録No. 04039	69.8
	MPI

JAWA 島における 3 サイト候補地



目 次

I 要請の背景及び経緯	1
II 事前調査の目的	2
III 討議内容	3
1. 概 要	3
2. マスター・プランの要求について	6
3. 製造プロセスの違いについて	7
IV インドネシアにおける砂糖産業及び精蜜利用工業の現状と問題点	9
V 結論及び提言	13
1. フィージビリティ調査実施について	13
(1) フィージビリティ調査の位置づけ	13
(2) フィージビリティ調査の内容	13
2. 調査団編成上の留意事項	16
付属資料 I	17
1. 事前調査団の構成	17
2. 調査日程	18
3. 主な面談者	19
4. 農業省組織構成	20
5. 現地工場視察報告	21
付属資料 II	24
1. scope of work	24
2. 事前調査団長より農業省宛レター	32
3. 農業省より事前調査団宛レター	34
付属資料 III	35
1. By-Products of Cane Sugar Industry and its Marketing Prospect	35
— 収集資料 —	
2. 発酵工業について	42
3. 砂糖きびの利用系統図	50
4. モラセスからの主な発酵製品一覧表 (F/S対象品目)	51
5. 発酵工業関連の専門用語 (和-英対照)	52

1. 要請の背景及び経緯

第2次世界大戦前の、インドネシア国における砂糖生産量は、年産300万トンであり、この内国内での消費は30～35万トン、残りは輸出されていた。しかしながら、第2次世界大戦とそれに続く独立戦争において、砂糖産業が被ったダメージは大きく、1958～1966年の砂糖生産量は、75万トン/年にまで激減した。

その後の人口増加及び所得の向上等に伴う砂糖の国内消費量は飛躍的な増大をとげ、今日における国内消費量は、170～180万トン/年と推定されている。ところが国内生産量は、120万トン/年であるため、約50～60万トン/年の砂糖を輸入している。

そこで、インドネシア政府は、砂糖の国内自給率の向上を図るため、1979年以降ジャワ島における既存砂糖工場の修復及び外領における砂糖工場の新設を計画及び実行中である。この計画によれば1984年の砂糖生産量は210万トン/年としており又、これら工場から産出される副産物の生産量を下記のように推定している。

730万トン	バガス
340万トン	ケイントップス
100万トン	フィルターケーキ
70万トン	モラセス(糖蜜)(1982年生産量は約48万トン と推定)

しかしながら、糖蜜の国際市場価格は、砂糖同様変動巾が大きく砂糖生産そのものの育成の障害ともなっている。

そこで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、発酵工業を中心とする、砂糖副産物を利用した工業開発を行なうべく、我が国に対して、フィージビリティ調査を要請して来た。

国際協力事業団は、関係各省と協議のうえ、岩口健二を団長とする事前調査団を編成し、昭和57年8月31日から11日間同国に派遣した。

II. 事前調査の目的

事前調査の目的は、(1)先方要請の背景の確認 (2)関連サイトの実情把握 (3)関連情報の収集 (4) S/W に関する協議を行うことにあったが、「イ」国要請が砂糖副産物利用産業の開発というマスタープラン的要素を含んだフィージビリティ調査であったことから、下記に示す本格調査実施に際する我が方調査方針について説明し了解を求めると共に、本格調査を実施するための Scope of Work (S/W) に関する協議を行なうことが事前調査の主たる業務となった。

(1) 調査対象、砂糖副産物

調査対象となる砂糖副産物を糖蜜、バガス、シュガーケイントップとした場合には、調査の規模が大きくなり、期間も長期にわたることが予想されることから、糖蜜を原料とする発酵工業のプラント建設に係るフィージビリティ調査とする。

(2) プロジェクトエリア

インドネシア全土を対象とし、プロジェクトエリアを選定することは、困難であるので、現在砂糖工場が存在するジャワ島の農園局 (PTP) の中から、事前調査団と農業省の間で協議して、決定する。

(3) マスタープラン策定

発酵工業振興に係るマスタープランの策定は、技術的、調査手法的に困難であることから、本件は、特定されたプロジェクトエリアにおける、糖蜜の有効利用に関するフィージビリティ調査とする。

(4) 市場調査

市場調査の対象品目及びフィージビリティ調査の生産対象品目を各々最大7品目及び5品目を目途として、「イ」国と協議して決定する。

Ⅱ. 討議内容

1. 概要

Staf-Bina Perusahaan Negara Sektor Pertanian (SBPN)

本事前調査団の討議相手となったインドネシア側機関SBPNは農業省に直属し、国营農園を統括する機関(国营農園総局)である。このSBPNとの全体会議は9月1日、2日、6日、7日の延べ4日間にわたって開かれ、Mr. Soetjipto Wirjopranoto (Head, Project Planning)が中心相手となって討議が進められた。他の出席者については、附属資料1-3「主な面談者」を参照されたい。討議内容は概ね次の通りである。

(1) 協力内容の特徴について

(カウンターパート) 調査対象となる砂糖副産物としては、精蜜、バガス、シュガーケイントップスを考えており、対象地域としてはジャワ全土を対象としてはしい。

尚、スマトラ、スラウェシについては各々オーストラリア、台湾に協力要請中である。砂糖副産物の利用は全国的課題であり、ジャワ島内のPTP14、15-16、20、21-22、24-25を調査対象とし、各生産品目毎に最適地点を選択してほしい(PTPとは国营農場の経営単位で、砂糖の他に、コーヒー、ゴム、パームオイル等のPTPがある。)今回の要請は全国レベルの問題解決が目的であり、単なる特定地区におけるモデルプラントではない。

(調査団) 今回の要請は、精蜜を利用した複合的発酵工場をジャワ島内の最適地点に設立するためのF/Sとして捉えており、調査対象となる砂糖副産物としては、精蜜のみを考えている。しかし、バガスの有効利用についてもインドネシア側の強い希望ならば、F/Sレポートの中に概略を報告する。市場調査については、国内、海外を含めた総合的調査を行うが、ジャワ全土を対象としたマスタープランについては、調査実施上の困難性及び当面想定される市場規模の狭少性、又新たな産業の育成という高度な政策的判断に係る部分が多く実施することは困難である。

(合意点) - 砂糖副産物としては、精蜜のみを対象とする。

- ジャワ全土を対象としたマスタープラン作りではなく、最有望地点における複合的精蜜発酵工場建設のF/Sとする。

- 市場調査については、国内、海外も含めた総合調査を行う。

(2) 精蜜利用工業の位置づけ

(カウンターパート) 現在ジャワ島の既存工場から生産される砂糖および精蜜の量は各々、約120万トン、50万トンであるが、1984年には各々、約210万トン、70万トンと推定され、砂糖工業の安定化にとって精蜜利用工業の発展は重要かつ緊急の課題となっている。精蜜利用に当っては、これを更にNon-Sugar, Sugar, Invert

に3分類し、Invert(1984年推定で約17万トン)を原料とする工業を発酵工業として位置づけている。精蜜から砂糖を再回収するプロセス(chromatographic system)はフィンランドの企業が開発しており、既に西ドイツ、フランスにおいて、このプロセスにおいて、このプロセスを利用したプラントがある。

(調査団) 日本側の考えている精蜜利用工業とは、精蜜を直接利用した発酵工業であり、精蜜から更に砂糖を再回収する技術は、日本における実情もなく、協力を約束することはできない。しかし、当該技術の簡単な経済性調査については、本格調査国の検討事項の1つとして留意する。

(合意点) - 精蜜を直接利用する発酵工業について調査する。

- 砂糖再生産プロセスの経済性については、インドネシア側の検討課題とする。

(3) 対象地域・地点について

(カウンターパート) 調査対象地域としては、PTP14(1地点)、PTP15-16(2地点)、PTP20(1地点)、PTP21-22(2地点)、PTP24-25(2地点)計5地域、8地点を取り上げ、総合的なマスタープランを作成し、かつ個々の工場のF/Sも実施してほしい。

今回の調査で1地点のみのF/Sしか出来ないのであれば、代替案として、次年度以降に別の地点を追加してもらえないか。その場合、期間はこだわらない。またマスタープランの内容には概念設計、建設、運転計画を含めなくてもよい。

(調査団) 対象地域が5地域8地点もあったのでは、資金・人員・期間等の制約からF/S調査は出来ない。調査対象地域の絞り込みはF/S調査のための前提条件である。

(合意点) 調査対象地を3地点に絞り、立地条件等を比較した上で、最有望地点のみについて詳細なF/Sを行う。3候補地は、Comal(PTP15-16)、Pesantren(PTP21-22)、Panji(PTP24-25)とする。

(4) 生産品目について

調査対象とする精蜜加工工業製品の決定は、国内、海外を含む市場調査によって行われるものとするが、調査対象品目としては、MSG、抗性物質、イースト、エチルアルコール、リジン、クエン酸、酢酸等の中から5品目を限度として取り上げることで両者合意した。

尚、インドネシア側が特に期待を抱いている品目として、抗性物質、酢酸があげられた。

(5) 調査スケジュールについて

(カウンターパート) 調査日程を全体に短縮してほしい。特に、ドラフト・ファイナ

ルレポート(D/F)およびファイナル・レポートの提出期限を早めてほしい。

BAPPENASのブルーブック(84.4.1発行)にのせたいので、ファイナル・レポートの提出は83年8月では困る。

日本でのレポート作成中、インドネシア側と全くコミュニケーションがないのは困る。インドネシア側より3名ほどのカウンターパート派遣を考えている。

(調査団) 調査開始時期については、優秀なコンサルタントの選定に時間がかかるので12月より早くは出来ない。ファイナル・レポートの提出は、最善を尽すが、7月末より早くすることは難しい。インドネシア側に対する中間報告も兼ねて、日本での研究中にインドネシア側カウンターパート1名の受け入れを考えてもよい。

(合意点) - F/S調査スタート: 1982年12月第1週

- D/Fレポート提出: 1983年5月第3週

- ファイナル・レポート提出: 1983年7月末

- カウンターパート3名程を日本に派遣する。1名分は日本で負担する。

(6) F/Sについて

(カウンターパート)

- 世銀のガイダンスによれば、F/Sには10人月、総額約40万ドル程必要と考えられるが、日本側の予定はどうか。

- 経済収益率の算定に当たっては、利率13.5% (税引前)を目安にしてほしい。

- F/Sレポートの財務分析の中に感度分析も入れてほしい。インドネシア側独自で追加的な感度分析を行いたいため、電算機のプログラミング・シートを提供してほしい。

(調査団) - F/Sの所要資金・人月は、作業内容が確定した上で決められるものであり、事前に言及することは出来ない。

- 感度分析は、建設コスト、販売価格、原料価格、インフレ率、利率などに関して行う予定である。電算機のプログラミング・シート提供についてはコンサルタントの機密事項に係わる問題もあり、本格調査団と相談してもらいたい。

(7) インドネシア側のとるべき措置について

(カウンターパート) 調査団がインドネシアに持ち込む資機材の免税措置に関しては、調査終了後、日本に資機材を持ち帰ること。また調査団の所得税免除に関しては、インドネシア滞在中の費用は外貨で支払われることを明示してほしい。

(調査団) 免税措置に関する取り決めは、定型化されたものであり、特別問題になる

ようなことはないと考えるが、必要ならサイド・レターで明示してもよい。

2. マスタープランの要求について

討議の進行に当って、まず「イ」側より要請内容の説明があった。その中で「イ」側が強調した点の1つは今回のF/S調査の要請は、ジャワ島全土を対象とした砂糖副産物利用工業の開発可能性を検討してほしいとするもので、いわば、「マスタープラン」的な調査を希望していることであった。

「イ」側としては、1984年までに砂糖生産量を現在の120～130万トンから210万トンへと拡大し、自給化率を高める計画であり、砂糖産業の安定化のために、砂糖副産物の有効利用を緊急課題としている。このため調査対象となる砂糖副産物も、糖蜜、バガス、ケイントップと多岐に亘っており、また調査対象地域も、西部ジャワ（PTP 14）中部ジャワ（PTP 15-16）、東部ジャワ（PTP 20, 21-22, 24-25）の5地域、8地点を希望した。「イ」側としては、砂糖副産物利用工業の開発は、各農園局とも急務とする全国的課題として位置づけており、総合的な市場調査に基づいて、各PTP毎に出来るだけ多くのプラントを建設したいとの意向を表明した。なお、「イ」側は、ジャワ島以外のスマトラ、スラウェシについては、各々オーストリア及び台湾に協力依頼中であることを表明した。

これに対し、日本側は、調査対象となる副産物は、糖蜜のみに限定する旨、了解を求め承諾されたが、調査対象地域については、以下のような理由でマスタープランの実施は「イ」側、日本側双方にとって利益とならないことを説明し、特定地域を対象にF/Sを行う旨了解を求めたところ、最終的に日本側提案が受け入れられた。

- 1) ジャワ全土を対象としたマスタープランを実施する場合、必要とされる資金、人員、期間が膨大なものとなること。
- 2) ある民間企業の試算によるプラモデルプラント（5万トン糖蜜利用）1基の建設コストは約70億円と巨額であり、各地域にいくつも建設することは非現実的。
- 3) 市場規模を輸入代替の観点から捉える限り、新規の発酵工業に利用される糖蜜の全量は5～6万トンの規模であること。
- 4) 最適経済規模の観点から、1地点に複合プラントを建設する方が経済的であると考えられること。市場が拡大した段階で他地点を考慮する方が現実的である。
- 5) 原料糖蜜は1地点で十分収集可能なこと。
- 6) プラント建設条件としては、輸送費、水源、労働力、施設（港、棧橋など）、機器の内陸運搬、地盤、電気などであるが、これらを満たす限り、プラント・サイトの選定に大きな差は出てこない。また原料輸送費に比して、製品輸送費は小さくなることから、

原料立地に留意すれば、それほど立地上の差はないこと。

- 7) 上記の点からサイトの選定は、政策マスターであり、日本側が出来ることはフィージビリティ調査の純技術的・経済的な面のみであること。
- 8) 輸出市場については、日本が製品質上げを約束できない現時点では、過度の期待は出来ないこと。
- 9) 発酵工業は技術的にかなり高度であるため、優秀なコンサルタントの動員に不安があること。
- 10) 以上の帰結として、ジャワ全上を対象とした精蜜利用工業開発のためのマスタープラン作りは、その背景と意欲は十分理解できるが、現実的なメリットが小さいこと。

3. 生産プロセスの違いについて

インドネシア側と討議の結果、精蜜を発酵工業の原料として使用するに当たり、インドネシア側と日本側で想定していたプロセスに相違のある事が判明した。

図1に示す通り、インドネシア側は砂糖工場から副生する精蜜を一度砂糖回収プロセスで30%程度含まれる砂糖を回収後 Invert を発酵工業の原料に考えていたのに対し、日本側は精蜜そのものを発酵工業の原料として考えていた。

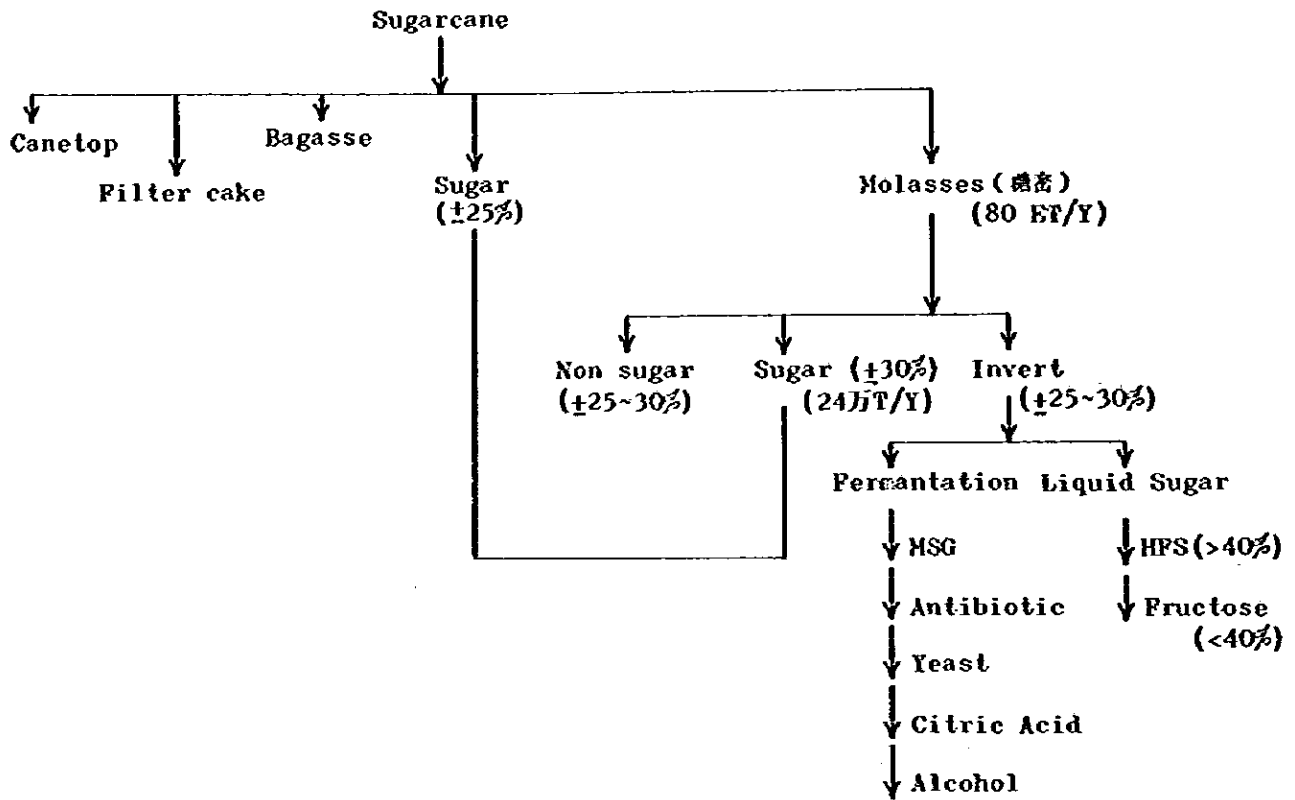
インドネシア側の考慮していた砂糖回収プロセスに対し、調査団は

- 1) 日本に於いて砂糖回収プロセスは実績が無く、又現在の砂糖市況から考慮して経済的に有利なプロセスとは考えられない事。
- 2) 発酵工業で Invert を原料として使用した実績が無く、従って経済性検討の為に諸元が得にくい事。

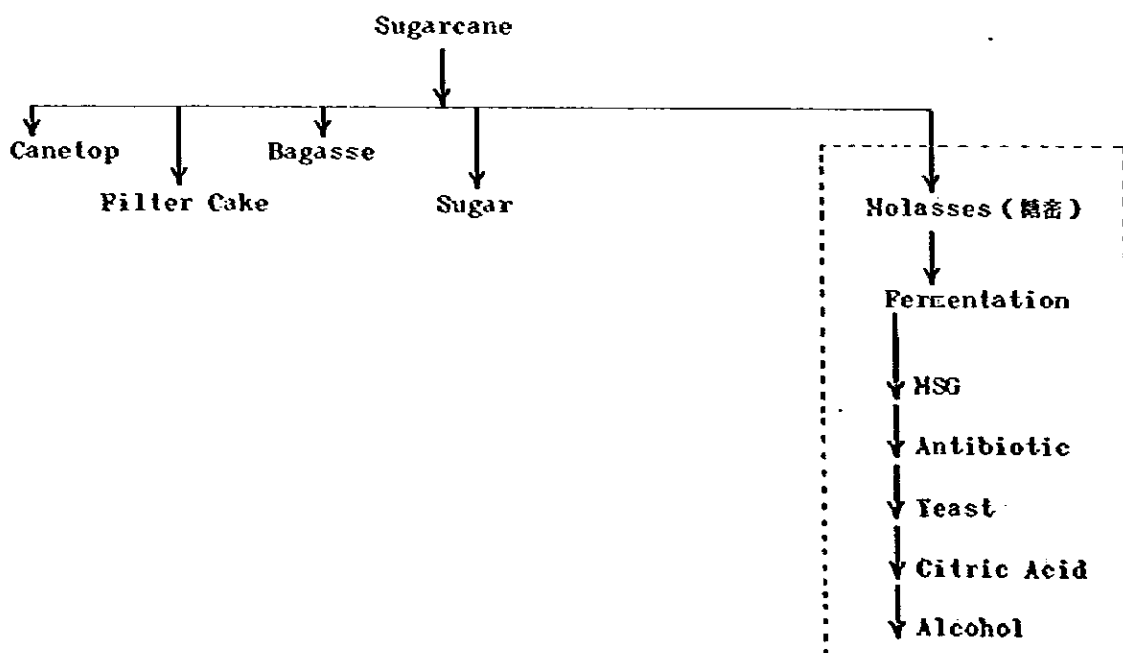
をインドネシア側に説明した結果、日本側で考えていたプロセスで調査を実施する事でインドネシア側も合意した。

上記の通り最終的には本調査のS/W外となったもののインドネシア側は、砂糖回収プロセスに対して深い関心を持っており、このプロセスに対してはインドネシア自体で経済性検討を実施すると言明している。

(1) インドネシア側で考えていたプロセス



(2) 日本側で考えていたプロセス



Ⅳ. インドネシアにおける砂糖産業及び糖密利用工業の現状と問題点

1. 砂糖産業

(1) 現状

現在インドネシアにおける年間の砂糖生産量は約130万トンで、砂糖輸入量は約70万トン、砂糖消費量は約200万トンと推定されている。「イ」政府は、1984年までに、現在の生産能力を210万トンに拡大するとともに、1986年までに砂糖の自給化を図る計画である。このため、既存工場(15工場)のうち、17工場のリハビリテーションと、新工場の建設(建設中1工場、計画12工場)を企画している。

砂糖工場には、PTP所有の工場とそれ以外の民間企業の所有する工場とに分けられるが、全体の9割近くがPTP所有の工場である。

砂糖きびの栽培には、工場独自で農民から土地を借り上げ、栽培するFactory Cane(TS)と、農民が自分の土地で栽培し、工場が一定価格で買い上げるFarmer Cane(TR)とがあり、前者の方式は外債を除いて1980-81年の作付期以後禁止されている。

TRシステムは農民による砂糖きび増産奨励のために企画されたものであるが、特定地域における土地保有者は、砂糖きび栽培が義務づけられ、一定価格で作物を工場に売らねばならず、灌漑整備の行き届いた良質農地の農民にとっては、不満が残る。

米作とか二次作物の場合、同一期間に2~3回の収穫が可能であり、砂糖きび栽培より、ずっと有利だからである。TRシステムの下での農民の取り分は、砂糖きび生産価格の約65%といわれている。この小農民によるプランテーション・システムの推進のために、政府は、農民に低利の融資を行っている。

砂糖の販売、分配等、マーケティング・システムについては国営砂糖工場の場合、BULOG(食糧調達庁)が処理している。

(2) 問題点

- 砂糖の価格は、工場渡し価格および小売り価格とも、政府によって固定されており、砂糖増産のためには、砂糖価格を高く維持せざるをえない。
- 国際価格に比して、国内の小売価格は、現在約4~5倍といわれており、砂糖工業の国際競争力は極めて低い。

(例) $\left\{ \begin{array}{l} 1979年のロンドン価格 : US\$170-220/100 \\ \quad \cdot \quad \text{国内小売価格} : US\$412/100 \\ \quad \cdot \quad \text{国内工場渡し価格} : US\$320/100 \end{array} \right.$

1982年7月現在の国内の砂糖価格は工場渡し価格がRp 456/kgで、天井価格はRp 550/kgとなっている。長期的に国内の砂糖工場はコスト低減を余儀なくされて

いる。

- 砂糖増産にとって、他の作物との代替性が常に問題になっている。

- ジャワ島以外の外領での砂糖工場新設が企画されているが、外領においては、インフラストラクチャーの未整備、農民の不在などのため最新の技術を取用しなければならず、技術的問題とともに精糖コストに大きな影響が予想される。

表1 インドネシアにおける砂糖生産量・輸入量・消費量

年	生産量(万トン)	輸入量(万トン)	消費量(万トン)	個人消費(kg)
1958-66 平均	75	3~16 (輸出)		
1969 実績	92	8	100	8.7
1970 "	88	12	105	8.9
1971 "	105	15	103	8.6
1972 "	113	0	119	9.7
1973 "	101	0	106	8.4
1974 "	124	3	115	8.9
1975 "	123	1	126	9.6
1976 "	132	19	155	11.5
1977 "	144	29	179	13.0
1978 "	155	59	203	14.4
1979 推定	150	49	200	-
1980 "	120	70	200	-
1981 "	130	70	210	12.9
1982 "	-	49	220	-
1983 "	210	-	-	-
1984 "	250	-	250	-
1985 "	-	-	300	17.9

(出所) 1) "ICN" No. 136. (1979. 10. 22)

2) "By-Products of Cane Sugar Industry And Its Marketing Prospect" by Drs Untung Basuki (1982. 7. 10)

3) "INDONESIA TIMES" (1982. 8. 19)

2. 糖蜜利用工業

(1) 現状

現在、インドネシアにおける糖蜜の産出量は約50万トンで、このうち国内消費に廻されている分は、約20万トン、輸出分は約23万トンと推定されている。

砂糖増産計画の結果、1986年には糖蜜の産出量は約80万トンに達する予定であり、国内における糖蜜の有効利用は砂糖産業の安定化のために重要な課題となっている。

国内消費の内訳をみると、当初アルコール利用のみであったが、次第にその比率が低下し、1980年には、アルコール利用35.55%、MSG利用32.56%、イースト利用3.62%、ペレット利用0.56%となっている。

現在稼働している糖蜜加工工場は、アルコール工場が13（内、4工場は砂糖工場が所有）、MSG工場が11、イースト工場が2、ペレット工場が数工場である。

(2) 問題点

- 1980年の国内における糖蜜消費量は約27万トンと史上最高を記録したが、1981年には約7万トンにまで激減しており、国内消費分の25~30%しか消費されなかった。この原因としては、国内価格が輸出価格に比して高すぎるため、糖蜜の国内需要が不況の影響を直接蒙ったことが考えられる。
- 糖蜜の国際価格の変動巾が大きく工業原料としての安定性に問題がある。1980年US\$118/tが1982年にはUS\$39/tに急落している（同時期国内価格もRp67,910/tからRp25,350/tに低下している）。
- 糖蜜の代替原料としてでんぷんがあるため、製品によっては一定価格以上になると、すぐ置き換えられる可能性がある。
- 糖蜜を利用した発酵工業製品の国内における将来需要に不安がある。生産可能品目のうち、アルコールについては世界的な過剰生産であり、イースト、酢酸については、食生活の傾向が違ふこと、またリジンについては飼料工業の将来性に不安があるなど、国内需要の飛躍的拡大は期待薄である。アセトン・ブタノールについては、現在、ポイント関係溶剤の需要規模が2,000~2,500トン規模と小さ過ぎるので、やはり期待薄である。

表2 インドネシアにおける蜂蜜生産量、輸出量、消費量

年	産出量 (トン)	輸出量 (トン)	消費量 (トン)
1970	289,100	134,600	40,000
71	264,100	279,000	40,000
72	282,000	256,000	54,500
73	313,700	211,700	92,300
74	312,600	194,700	119,600
75	309,600	126,900	128,400
76	286,820	159,940	102,523
77	288,920	63,035	162,170
78	324,680	150,553	178,913
79	373,870	112,600	210,973
80	378,560	104,240	274,320
81	387,150	207,840	72,074
82	485,800	230,000	200,000
83	590,700	-	-
84	700,000	-	-
86	800,000	-	-

- (出所) 1) Dept of Agriculture
 2) Central Bureau of Statistics
 3) KAPB-Gula

V. 結論及び提言

インドネシアに於いては、現在国策として砂糖産業育成を強く打ち出しており、1982年には、砂糖生産量180万T/年、副生する糖蜜は50万T/年であるが、1985年には砂糖生産量250万T/年、糖蜜は80万T/年に達すると予想される。副生する糖蜜はインドネシア国内で25万T/年が消費されているため、このまま推移した場合利用されない糖蜜は50～60万/年におよび又糖蜜の価格も将来弱含みと予測される事から砂糖産業の基盤を強化するためには糖蜜を発酵工業の原料として有効利用する事が必要である。

一方糖蜜を原料とする発酵工業に関しては、日本は技術の経験もあり、技術協力ができる立場にある。

本件はインドネシア側も緊急案件として技術協力を希望している事から本調査は早急に着手すべき調査と考えられる。

1. フィージビリティ調査実施について

(1) フィージビリティ調査の位置づけ

- 「インドネシア糖蜜発酵工業開発F/S調査」の最終的目的は、インドネシアの砂糖工業全体の経済性を高める方向での砂糖副産物の有効利用に置かれており、砂糖工業の国際競争力を高めることがその背景にある。しかし本F/S調査は、砂糖副産物（糖蜜、バガス、ケイントップ）全体の利用工業開発について全国的な企業化可能性を採る「マスタープラン」ではなく、ジャワ島の特定地点を選定した上で、糖蜜の有効利用を企図した発酵工業プラント建設の可能性を検討するものである。従って、インドネシア全土の余剰糖蜜の利用を約束するものではないが、同国における糖蜜利用の複合的発酵工業プラント設立の出発点となり得るものである。
- F/S調査の実施にあたっては、砂糖自体の増産計画、農業政策等の政策面は、「I」側自体で検討すべき与件問題として捉え、本F/S調査では糖蜜に技術的・経済的側面からのプラント建設設置可能性を検討するものとする。
- 本F/S調査の結果は「I」国最初の複合的発酵工業プラント建設に役立てられるばかりでなく、将来マーケットの拡大に伴って複数のプラント建設に進展する場合の有力なガイドラインとなることが期待されている。従って、今次本格調査の推進にあたっては、「I」側の意向を十分取り入れて、同国で生産有望な糖蜜発酵工業製品の市場調査（国内・海外）および立地調査に重点が置かれることになろう。

(2) フィージビリティ調査の内容

1) データおよび資料の収集と分析

1.1 現状および将来の見通し

1.1.1 砂糖きびおよび砂糖の生産

インドネシア国および地域別の生産量の推移および価格の推移を調査する。

1.1.2 糖蜜生産および糖蜜を原料とする生産品目

1.1.3 インドネシア国における発酵工業

1.2 市場

1.2.1 糖蜜

1.2.1.1 インドネシア国内市場の需要量とその伸び (地域別需要量および用途)

1.2.1.2 海外市場の需要量とその伸び (主要国の需要量および用途)

1.2.1.3 価格動向 (インドネシア国内および海外)

1.2.1.4 需要量の将来見通し (インドネシア国内および海外)

1.2.2 糖蜜からの発酵工業製品

1.2.2.1 インドネシア国内市場の現状と将来の伸びの見通し

1.2.2.2 海外市場の現状と将来の伸びの見通し (主要国について)

1.2.2.3 価格動向(インドネシア国内および海外)

1.3 原料および生産品目

1.3.1 プラントサイトにおける原料の利用可能量及び品位

1.3.2 生産品目の決定と生産品目の組み合わせ

1.4 プロジェクト用地とプラント立地の概要

1.4.1 自然条件

1.4.1.1 立地

1.4.1.2 地質

当該立地に於ける地質上の特質、特に地耐力に関するデータ等を調査する。

1.4.1.3 気候

温度、気圧、雨量等設計基礎条件とすべきデータを調査する。

1.4.2 社会経済条件

1.4.2.1 人口

1.4.2.2 諸工業

当該立地に於ける諸工業，特に保全業者，建設業者について調査する。

1.4.2.3 労働力

当該立地に於ける労働者に関し，熟練労働者，一般労働者に別け調査する。

1.4.3 用役およびインフラストラクチャー

1.4.3.1 輸送

道路，鉄道，港湾状況につき調査する。

1.4.3.2 電気

1.4.3.3 通信

1.4.3.4 水利

河川水，井水について調査する。

1.4.4 サイト選定

インドネシアで設定した3サイトのうち最選サイトを1ヶ所選定する。

2) 概念設計

2.1 設計標準

設計標準として採用すべき国際規格，インドネシア法規に関して調査する。

2.2 プラントレイアウト

生産プラントのレイアウトについて調査する。

2.3 プロセス設計

生産プラントの最速プロセスを選定する。

2.4 プラント設計

2.4.1 主要設備

生産設備の概念設計を実施する。

2.4.2 附帯設備

用役設備，出荷設備等の附帯設備に関し概念設計を実施する。

3) 組織委員

3.1 組織図およびその機能

3.2 発酵プラント運転に際しての必要人員，必要技術者およびそのトレーニング計画

4) 建設および運転計画

建設および運転に関し工程表を作成する。

5) 環境問題

5.1 環境条件

排水、大気等環境に関する法規規制を調査する。

5.2 環境対策

環境設備に関し検討する。

6) 必要総資本

6.1 固定資本(土地代、プラント代、附帯設備代、運転準備費費用等)

6.2 運転資本

定常運転を実施する為に必要な運転の為の費用を検討する。

7) 財務計算

7.1 バランスシート

7.2 キャッシュフロー

7.3 収益率(FIRR)

7.4 感度分析

建設費、原料費、販売価格利息、インフレーション率について感度分析を実施する。

8) 経済分析

インドネシア国に対する経済的な意義について収益率(EIRR)を含め検討する。

9) 結論および勧告

本調査に関する結論および必要な勧告を行なう。

2. 調査団編成上の留意事項

(求められる団員の能力・資格要件)

本調査は調査項目に関して大別すると

- ・原料・生産品目の市場調査
- ・生産品目の概念設計
- ・財務分析・経済分析
- ・S/Wには含まれていないが、インドネシア側で強く要請している精蜜からの砂糖回収プロセスのPre.F/Sレベルの検討

等非常に広範囲にわたっているため、調査団の編成としては

- a. 発酵工業関係(砂糖回収プロセス検討を含む)
- b. 市場調査、財務分析・経済分析

等調査範囲をカバーする幅広い構成が望ましい。

付属資料 Ⅰ

1. 事前調査団の構成

調査団長	岩 口 健 二	J I C A, 工業調査課長 (団長・総括)
調査団員	西 山 哲	三菱油化エンジニアリング(株) (製造プロセス)
調査団員	花 井 正 明	(株) 海外コンサルティング企業協会 (市場調査)
調査団員	井 田 久 雄	通産省バイオインダストリー室 (行政)
調査団員	喜多村 裕 介	J I C A, 工業調査課 (業務調整)

2. 調査日程

- 8月31日(内) 東京発 Jakarta 着 (C×501/C×711)
- 9月 1日(内) JICA Jakarta 事務所にて打合せ
 在 Indonesia 日本大使館表敬
 JETRO Jakarta 事務所訪問
 SBPNにて討議
 内部討議
- 9月 2日(内) SBPNにて討議
 在 Indonesia 日本大使館へ報告
- 9月 3日(内) { Jakarta 発 Surabaya 着
 Surabaya 周辺の Mojokerto 砂糖工場 } 西山, 井田, 喜多村
 および PTP 21-22 事務所訪問
- { 住友商事 Jakarta 事務所訪問
 SBPNにて討議
 Pusat Biro Statistik 訪問
 Jakarta 発 Surabaya 着 } 岩口, 花井
- 9月 4日(内) 味の素 Mojokerto 工場長との会談
 Pesantren 砂糖工場視察
- 9月 5日(内) Surabaya 発 Jakarta 着
- 9月 6日(内) JICA Jakarta 事務所にて打合せ
 SBPNにて討議
- 9月 7日(内) SBPNにて最終討議
 JETRO Jakarta 事務所訪問
 西山, 花井
- 9月 8日(内) Hotel Sari Pacific にて SBPN 代表と朝食会
 SBPN 訪問
 Hilton Hotel にて S/W 調印
 JICA・日本大使館へ報告
- 9月 9日(内) Jakarta 発
- 9月 10日(内) 東京着 (JAL 712)

3 主な面談者

o Staf Bina Perusahaan Negara (SBPN)

Sektor Pertanian

Mr. Soedjai Kartasasmita	Chairman
Mr. Soetjipto Wirjopranoto	Head, Project Planning
Mr. Lukman	Director, PTP 14
Mr. D. Mulyano	Director, PTP 15-16
Mr. H. Yudo	Ass. Director "
Mr. A. Rasuid	Director, PTP 20
Mr. A. Hussein	Ass. Director, "
Mr. Syamsir	Director, PTP 21-22
Dr. Hutabarat	Director, PTP 24-25
Mr. Machtar	Director, Research Station
Mr. Soekarna Winitahardja	Senior Officer
Mr. Soetomo	"

o Gempolkep Sugar Factory, Mojokerto

Mr. Soemeidi	Senior Chief Chemist
Mr. Pudyo Wibowo	Mechanical Chief Engineer

o PTP 21-22 Office

Mr. Mochter Effendi	President Director
---------------------	--------------------

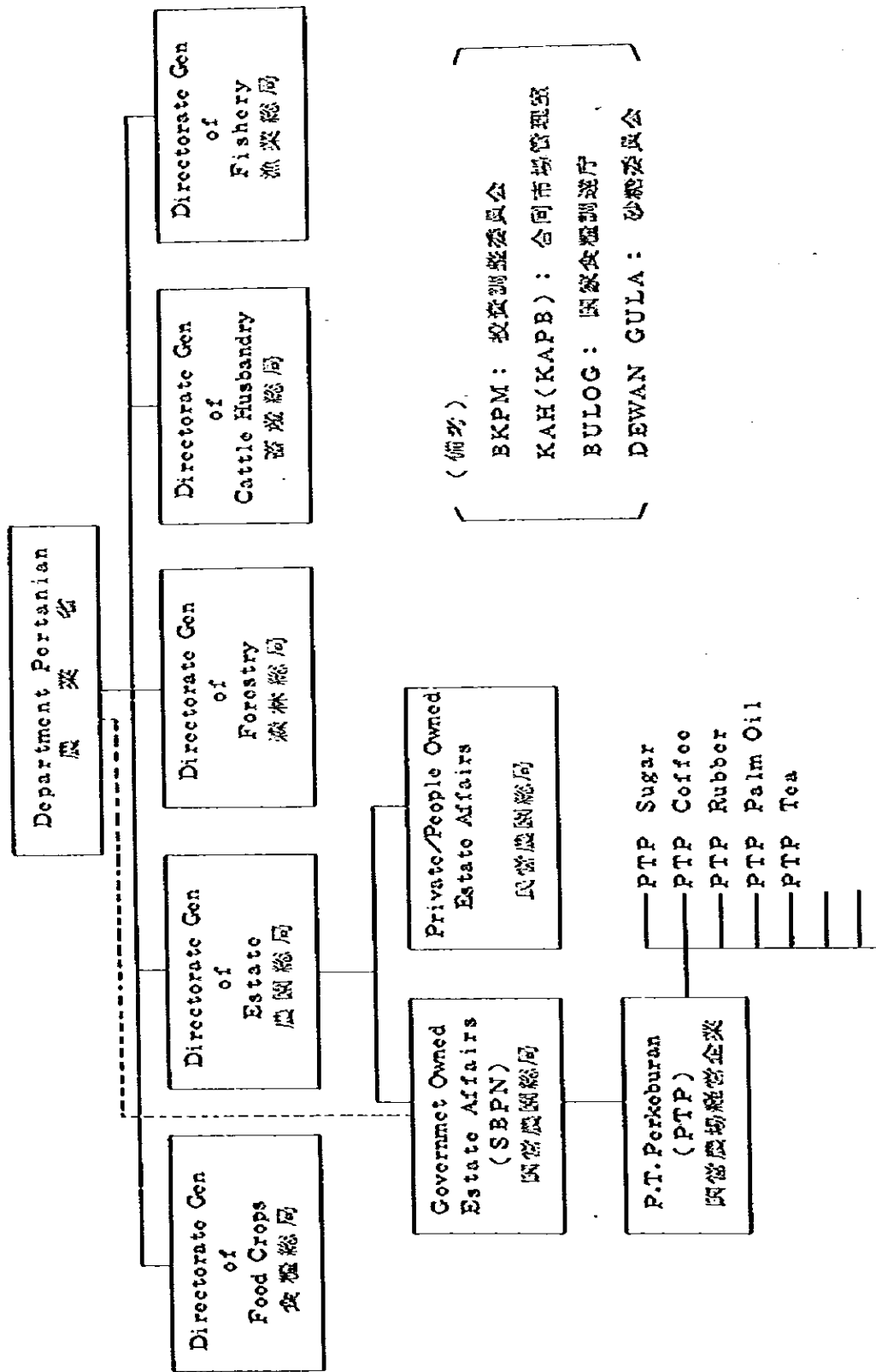
o Pabrik Gula, Pesantiren Baru

Mr. Yaljo	Head of Processing
Mr. S.P. Sorwarso	Head of Technique
Mr. Soelaiman Sastrohamidjojo	Administrator

o P.T. Ajinomoto Indonesia

Mr. Ichiro Sasaji	Director, Factory Manager
-------------------	---------------------------

4. 農業省組織構成



5. 現地工場視察報告

(1) Gempolkrep Sugar Factory Mojokerto

9月3日、スラバヤから約55kmの所にあるMojokertoの国営砂糖工場を訪問し、Soemeidi氏(Senior Chief Chemist)より工場の概要について事情聴取した。先方の主な発言は次の通り。

- ① 1978年に工場が設立された。現在、1日当たりのシュガーケイン処理能力は、3,600トンであるが、実際の処理量は3,000トンである。稼働日数は年間180日。
- ② 精密生産量は、1日当たり100トンである。
- ③ シュガーケイン100トンから生産される各成分は、砂糖10トン、バガス30トン、精密3.5トン、フィルターケイキ3.5トン、水分・その他53トンである。
- ④ 精密は、現在、国内消費に50%、輸出に50%まわされている。精密価格は、昨年55US\$/トンであったが、最近26US\$/トンに落ち込んでいる。スラバヤ港までの輸送費は、Rp 3,000/トンである。
- ⑤ 工場スタッフは、全部で約70名、従業員は約650人である。当工場内には、保全工場も併設されている。
- ⑥ 砂糖まきは多年収穫が可能であるが、作付後3年間の収穫は次の通り。

	エステート	私有農地
第1年目	110-120トン/ha	80-90トン/ha
第2年目	90-100 "	70-80 "
第3年目	85-105 "	65-90 "

(2) Pabrik Oula Pasantren Baru

9月4日、スラバヤから約200km南西にあるPasantrenにある国営砂糖工場を訪問し、Waljo氏(Head of Processing)より工場運営の現状について事情聴取した。先方の主な発言は次の通り。

- ① 新工場は1978年に設立され、現在、1日当たりのシュガーケイン処理量は3,000トンで、年間の稼働日数は200日である。
- ② 精密生産量は115トン/日である。
- ③ シュガーケイン100トンから生産される各成分は、砂糖11トン、バガス27トン、精密3トン、フィルターケイキ3トン、水分・その他56トンである。砂糖生産の副原料としては、亜硫酸ガス、消石灰等を使用している。
- ④ 砂糖売上高は、年間約70億円。精密は全量スラバヤ港から輸出しており、スラバヤまでの車による輸送費は、Rp 8,000/トンである。

- ⑤ 工場スタッフは全部で62名、従業員は約600人である。
技術面では、川崎重工 (Vessel Tank) およびオーストラリア企業 (Mill Station) の協力を受けている。
- ⑥ 対象としている砂糖きび栽培のうち、エステート農地は2,500ha、一方 私有地は6,000~7,000haで、農民数は約8,000人である。
- ⑦ ケイントップ利用については、来年、飼料工場を建設して、農民に飼料を配布する予定である。余剰バガスは、燃料用としてのみ利用している。

(3) P.T. Ajinomoto Indonesia Mojokerto

9月4日、味の素Mojokerto工場のFactory Manager Sasaji氏と面談し、同工場の概要、インドネシア側の考えている精密からの砂糖再回収プロセスの妥当性、発酵工業製品の国内需要動向等について質問したところ、次のような意見が聞かれた。

① 工場概要について

創業12年目に当たり、現在の生産量は、MSG 9,600トン、粗グルタミン酸 (Glutamic Acid) 4,000トンで、生産許可をBKPM (投資調整委員会) からとっている。必要とする精密の量は45,000~50,000トン/年で、毎年必要購入量をKAH (Joint Administration Office for Marketing) に申請している。

従業員は約700名であるが、日本では、この1/3位でやらないと経済性がない。

精密の購入価格はRp 20,000/ha程度であるが、旧式砂糖工場の方が精密の質が良いことから旧式工場専門に原料精密を購入している。

現在、砂糖と精密の価格比は20:1程度であるが、これが10:1位になると精密の原料としての価値はなくなり、でんぷんに転換した方が経済上有利となる。

MSG製造のための副原料である塩酸、硫酸、苛性ソーダ等は国内で調達できるが、包装材料等は欧米・日本から輸入する必要がある。

② MSG業界について

インドネシア国内でMSGを製造している企業は6社あるが、大規模なものは、味の素 (日本70%, インドネシア30%の合弁企業)、Miwon (韓国系企業)、Sasa (華僑系、技術は台湾) の3社で、MSG生産総量の約60%を生産している。中小企業は大企業から粗グルタミン酸を卸してもらいMSGに加工している。

③ 砂糖再生産プロセスについて

精密からの砂糖再回収プロセスについては聞いたことがあるが、そうして得られたinvertを原料とした発酵工業には疑問がある。アルコールのような液体製品の場合にはこの方法でも問題ないが、最終製品が固体のものについては影響が大きく、仮にそうした精密を原料としなければならない場合には原料を精密からでんぷんに転換する。

④ 生産品目について

- エチルアルコールは国際商品であり、安ければ輸出可能であるが、現在、世界的に過剰生産であり、あまり有望でない。インドネシアのアルコールの85%が日本に輸出されていたが、昨年は輸出不能で生産停止になっている。飲料用アルコールについては、回教国であることから、国内消費は期待できない。
- MSOの需要は、10年後には2倍強に伸びると予想され、現在の3~4万トンは、9~10万トン程度になろう。1人当り消費量は、現在、日本(650g/年)の1/4位である。
- 抗生物質の原料としてはでんぷん(タピオカ)を利用した方がよい。
- イーストについては、小麦全量輸入からくるパン工業の成長期待薄なこと、またパンよりも麺類の方が消費性向が高いことから急激な需要増は望めない。
- アセトン・ブタノールについては、石油化学との競合は激しい。
- レーリジンは生産可能であるが、将来の飼料工業の規模に疑問が残る。現在、飼料工場の建設は盛んであるが、国内原料はタピオカのみで、メイズ等は輸入している。需要先は養鶏に約90%である。

付属資料 Ⅱ

1. Scope of Work

SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
THE DEVELOPMENT OF SUGARONE MOLASSES FERMENTATION INDUSTRY
IN
THE REPUBLIC OF INDONESIA
AGREED BETWEEN
DEPARTMENT OF AGRICULTURE
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

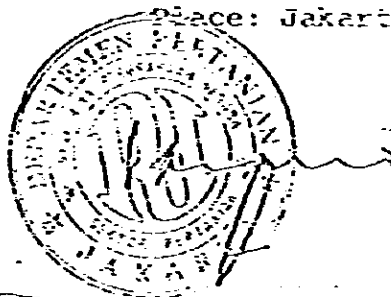
In response to the request of the Government of the Republic of Indonesia, the Government of Japan decided to extend technical cooperation to the Government of the Republic of Indonesia in undertaking a feasibility study (hereinafter referred to as "the Study") on the Development of Sugarcane molasses fermentation Industry in accordance with laws and regulations in force in Japan.

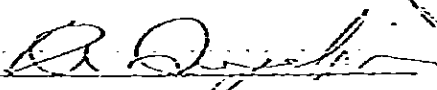
Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, dispatched a preliminary survey team headed by Mr. Kenji Iwaguchi from August 31 to September 9, 1982 to work out the scope of work of the Study with the Department of Agriculture (hereinafter referred to as "the Department") the counterpart organization on the part of the Government of the Republic of Indonesia.


As a result of a series of discussions, JICA and the Department hereto agreed upon the scope of work of the Study.

Date : 8th September 1982

Place: Jakarta




Kenji IWAGUCHI
Leader, Preliminary Survey Team
Director, Industry Division
Japan International Cooperation
Agency.


SOEDJAI KARTASASMITA
Chairman, Staf Bina Perusahaan
Negara Sektor Pertanian.

I. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to examine the technical, economic and financial feasibility of the establishment of a fermentation plant in Java using molasses as raw material (hereinafter referred to as "the Project").

The fermentation plant unit (integrated) producing the best production mix consists of several commodities (maximum 5) having the best marketing prospects locally as well overseas.

II. PROJECT LOCATION

The study will cover three locations, one in Central Java and two in East Java. Based on the market study, the feasibility study team (hereinafter referred to as "the P/S team") will make a comparative study to decide the most feasible location.

III. SCOPE OF THE STUDY

In order to achieve the above objective, the Study will cover the following items :

1. Survey and Analysis of Data and Materials

1.1. Present state and future prospect of :

1.1.1. Sugarcane and sugar production

(country as a whole, by region and their prices)

1.1.2. Production of molasses and its down-stream products

1.1.3. Fermentation industry in Indonesia

1.2. Market

1.2.1. Molasses

1.2.1.1. Size and growth rate of domestic market
(demand by region and use)

1.2.1.2. Size and growth rate of overseas market
(demand by major country and use)

1.2.1.3. Movement2

- 1.2.1.3. Movement of price
(domestic price, export price)
- 1.2.1.4. Future prospect of demand
(domestic and overseas)
- 1.2.2. Molasses fermentation products
 - 1.2.2.1. Present state of domestic market and possibility of expansion
 - 1.2.2.2. Present state of overseas market and its future prospect
(by major country)
 - 1.2.2.3. Movement of price
(domestic and overseas)
- 1.3. Raw materials and products
 - 1.3.1. Availability of raw materials in the Project area
 - 1.3.2. Selection of molasses fermentation products and determination of production mix.
- 1.4. General outlook of project area and plant site
 - 1.4.1. Natural conditions
 - 1.4.1.1. Location
 - 1.4.1.2. Geology
 - 1.4.1.3. Meteorology
 - 1.4.2. Socio-economic conditions
 - 1.4.2.1. Population
 - 1.4.2.2. Industries
 - 1.4.2.3. Labor force
 - 1.4.3. Utilities and Infrastructure
 - 1.4.3.1. Transportation
 - 1.4.3.2. Electricity
 - 1.4.3.3. Telecommunication

1.4.3.3. Telecommunication

1.4.3.4. Water

1.4.4. Selection of site

2. Conceptual Design

2.1. Design standard

2.2. Layout of plant

2.3. Design of process

2.4. Design of plant

2.4.1. Main facilities

2.4.2. Auxiliary facilities

3. Organization and Manpower Plan

3.1. Organization chart and their function

3.2. Manpower and expertise requirements in operating the fermentation plant and training program to develop the expertise.

4. Construction and Operation Plan

5. Environmental Consideration

5.1. Environmental impacts

5.2. Countermeasures to be taken

6. Capital Requirements

6.1. Fixed capital (land, plant, construction, auxiliary facilities, pre-operation cost, etc.)

6.2. Working capital

6.3. Expenditure schedule

7, Financial Analysis ✓

7. Financial Analysis

7.1. Balance sheet

7.2. Cash flow

7.3. Internal financial rate of return

7.4. Sensitivity analysis based on possible variations in (a) investment cost (b) price of raw material (c) sales price (d) interest rate, and (e) inflation rate.

8. Economic and Social Evaluation

9. Conclusions and Recommendations

IV. MEASURES TO BE TAKEN BY THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA

The authorities concerned of the Government of the Republic of Indonesia will :

1. assign a certain number of full-time counterparts,
2. arrange the F/S Team's visits to relevant authorities concerned and ensure that the F/S Team has access to all relevant information required for the execution of the Study,
3. provide the F/S Team with office accommodation with sufficient office supplies and equipment,
4. provide relevant information and data available to the F/S Team, including the following items:
 - 4.1. procurement plan of raw material (molasses)
 - 4.2. data and policy on sugarcane production scheme
5. exempt the F/S Team from taxes, duties and charges in the Republic of Indonesia on materials, equipment and personnel effects brought into the Republic of Indonesia for the purpose of the Study,
6. exempt the F/S Team _✓5

6. exempt the F/S Team members from income taxes and charges of any kind imposed on or in connection with the staying expenses remitted from abroad,
7. ensure the security of the F/S Team members during their stay in the Republic of Indonesia,
8. coordinate the inter-departmental matters for the Study, if necessary,
9. bear claims against the F/S Team members occurring in the course of the Study, except when such claims arise from the gross negligence or willful misconduct on the part of the F/S Team members.

V. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Department.

1. Progress Report: 10 copies
2. Draft Final Report and Summary: 15 copies
3. Final Report and Summary : 40 copies

VI. SCHEDULE OF THE STUDY

The schedule of the Study is as shown in the Annex. The schedule, however, is subject to change according to circumstances.

- VII. If any matter or difficulties may arise except those mentioned above, both parties will consult with each other based on the spirit of cooperation and mutual trust.

Annex.

Schedule of the Study

Year 6 month Item	1982						1983								
	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Study in the Republic of Indonesia			○												
Submission of Progress Report															
Study in Japan															
Submission of Draft Final Report (D/F Report)															
Comment on D/F Report															
Submission of Final Report															

2. 事前調査団長より農業省宛レター

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

P.O. BOX 114 MITSUI BLDG
2-1, NISHI-SHINJUKU, SHINJUKU-KU TOKYO
160 JAPAN

Jakarta, September 8th, 1982

Mr. Soedjal Kartasasmita
Ketua
Staf Bina Perusahaan Negara
Departemen Pertanian Republik Indonesia

The feasibility study on the development of sugarcane molasses fermentation industry.

Dear Sir,

With reference to the Scope of Work on the above study, I would like to acknowledge the following points.

1. With regards the market study, the possible sugarcane molasses down-stream products to be studied by the feasibility study team are as shown in the attached sheet and the study will be mainly conducted on 1) ethyl alcohol 2) MSG 3) yeast 4) L-lysine 5) antibiotics 6) citric acid and 7) acetic acid of the list.
2. The materials, equipment and personal effects to be covered in TV-5 of the S/N will be only those for the purpose of feasibility study, therefore will be brought back to Japan after the completion of the study in Indonesia.
3. In connection with the TV-6 of the S/N, all the staying expense of the feasibility study team will be paid by the Japan International Cooperation Agency in foreign currency.
4. As for the schedule of the feasibility study (VI in S/N), feasibility study team will be dispatched at the beginning of December 1982 and the final report will be submitted to you by the end of July 1983.

The Indonesian2

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

P.O. BOX 316 MITSUI BLDG
7-1, NISHI-SHINJUKU, SHINJUKU-KU TOKYO
160 JAPAN

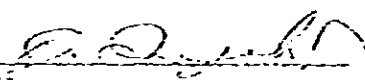
-2-

The Indonesian side strongly requested to us for earlier submission of draft report that is scheduled in the *Index* bar chart sheet of *SMI*. On this point, we will take our best effort to meet the request substantially.

5. The Indonesian side requested to the Japanese side to consider to take appropriate measures to ensure the communication and discussions during the study in Japan.

We also consider it significant and fruitful to have interim discussions during the study in Japan between both parties.

In this connection, we are ready to accept Indonesian counterparts to Japan of which one (1) will be financed by JICA.


Kenji ISOGUCHI
Leader, preliminary Survey Team
Director, In-Agency Division
Japan International Cooperation
Agency.

3. 農業省より事前調査団宛レター

DEPARTEMEN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA
Staf Bina Perusahaan Negara Sektor Pertanian
[S.B.P.N.]

Jalan Taman Coklat No. 11 - Telepon 347340 - 348149, JAKARTA PUSAT
Teleks : 45781 Abreg;ks - Kabel : Kebunragara - Jakarta - Telex : 34017 JKL

Nomor : 4086 /ID.Y/U/1982

Jakarta, September 8, 1982.

Lampiran :

Perihal :

Mr. Kinji IWAGUCHI,
Preliminary Survey Mission Leader
Japan International Cooperation Agency
(JICA)
2-1, Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku,
Tokyo 160
Japan.

Dear Sir,

Re : Feasibility Study on The Development of
Sugarcane Molasses Fermentation Industry.

In response to the request of the Preliminary Survey Team of the Development of Sugarcane Molasses Fermentation Industry, we herewith point out 3 locations for the study, as follows:

1. East Java : 1.1. Panji Sugar Factory, Situbondo Area.
1.2. Pesantren Baru Sugar Factory, Kediri Area.
2. Central Java : Ex Comal Sugar Factory, Pekalongan Area,

Looking forward to a fruitful cooperation between our two countries, we remain,

Yours Sincerely,



Soedji Kartasasmita
Man.

1 收集資料

付屬資料 ■

BY - PRODUCTS OF CANE SUGAR INDUSTRY AND ITS MARKETING PROSPECT.

I. INTRODUCTION

Before second World War Indonesia had reached a production of 3 million tons of sugar and sugar exports between 1 - 2 million tons, while domestic consumption only 300.000 - 350.000 tons per year.

During second World War and War of Independence the sugar industry was suffering from destructions.

During 1958 - 1956 Indonesia was struggling to keep sugar production going to annual level of 750.000 tons owing to some difficulties i.e. technical, political, agrarian, economic and financial problems.

During 1969 - 1973 sugar production ranged to 800.000 tons per year and during 1974 - 1978 to be increased to 1.000.000 - 1.100.000 tons per year.

Meanwhile up to 1977 new sugar factories were set up and rehabilitation as well expansion of the existing factories in Java were also carried out.

At the end of 1978 a fundamental change had been announced by the Ministry of Agriculture i.e. sugar factories in Java are no longer allowed to rent land for the production of their raw material and it means that cane as raw material should be supplied by the farmers on the basis of production-sharing.

Only a new factories which have lands available under the Right of Exploitation could be furnished their own cane. The government policy with regard to the sugar development encompasses the efforts to increase sugar production to fulfill domestic requirements which includes :

- Intensification of small holder's plantations in existing areas.
- Setting-up new sugar factories outside Java.

By increasing sugar production, it will also bring the increase in by-products.

Processing of cane into sugar will yield cane-tops, bagasse, filter mud and cane molasses as so-called by-products of sugar industry.

II. DIVERSIFICATION IN PROCESSING OF MOLASSES AS A WASTE PRODUCTS.

The efforts to increase sugar production automatically it will increase its by-products.

With regard to the plan to increase sugar production up to 2.1 million tons in 1984, the following by-products will be obtained :

- 7.3 million tons bagasse
- 3.4 million tons cane tops
- 1 million tons filter ~~feed~~ ^{feed}
- 1.7 million tons molasses.

One of the by-products which has economic value and which needs direct attention is molasses.

A substantial increase of molasses indeed as seen in the following table :

Year	Production of molasses ^{*)}
1976	286.820 Ton
1977	268.920 Ton
1978	324.620 Ton
1979	373.870 Ton
1980	396.130 Ton
1981	387.450 Ton
1982	485.800 Ton

*) Source : RAB - Gula.

Hence the diversification in processing of molasses becomes a very urgent need which requires a feasibility study, economic calculation mainly with regard in market-survey.

III. THE DEVELOPMENT OF MOLASSES PROCESSING INDUSTRY IN INDONESIA.

It is a matter of fact that molasses processing industry in Indonesia was run slowly and they have not done substantially.

The molasses processing industries are listed below :

- 13 alcohol distilleries, 4 among them are owned by sugar mills and the others are being run by private sectors.
- 11 H.S.G. (Mono Sodium Glutamic Acid) factories.
- 2 yeast factories.
- several pelleting industries.

The usage of molasses in Indonesia increases from year to year as noted since 1976.

Year	Consumption of molasses	Export
1976	102.523 Ton	159.940 Ton
1977	162.170 Ton	63.035 Ton
1978	178.913 Ton	150.553 Ton
1979	210.973 Ton	112.600 Ton
1980	230.630 Ton	101.240 Ton
1981	72.074 Ton	207.840 Ton
1982	200.000 Ton	230.000 Ton

In aiding the development of domestic industry, the available stock of molasses has a priority to meet domestic requirement and the balance, if any, is supplied for export.

The consumption of molasses by several industries in 1980 as follows :

	Tons	Percentage
Alcohol industries ✓	134.600	35.55 %
M.S.G. " ✓	123.250	32.56 %
Yeast " ✓	13.700	3.62 %
Pellet " ✓	2.120	0.56 %
Others " ✓	650	0.17 %
	274.320	72.46 %
Export	104.240	27.54 %
	378.560	100 %

The consumption of molasses in 1981 and 1982 which was expected to increase or at least would remain at the same volume as in 1980 was far from reality.

This was mainly due to the little ^{foreign} demand caused by economic recession, and it seems the local price is relatively too high compared with the present export price.

In 1981 the consumption of molasses for domestic requirement reached only 25 - 30 % of the available allocated.

IV. SEVERAL COMMODITIES DERIVED FROM MOLASSES PROCESSING.

1. Alcohol

Of the total 13 alcohol distilleries in Indonesia have joined together into an Association called " BKS Alkohol/Spiritus ", which are potentially able to fill the present domestic demand.

Generally 1 ton molasses can yield 250 litres alcohol.

The names of alcohol destileries in Indonesia can be seen in the following table :

<u>Factories Location</u>	<u>Production Capacity litre/day</u>
X1. P.A. Palimanan 14.	10.000 litres
✓2. P.A. Coral 16/60	18.500 litres
✓3. P.S. Jatiroto	12.000 litres
4. P.A. Madukisro	20.000 litres
5. P.S. Psdahardja	10.000 litres
6. P.S. Madusari	12.000 litres
✓7. P.A. Asen Paduaran	56.000 litres
8. P.A. Pernata Sekti	18.000 litres
9. P.A. Basis Indah	10.000 litres
10. P.A. Sari Murni	8.000 litres
11. P.A. Sari Kenanga	5.000 litres
12. P.A. Nabati Sarana	6.000 litres
13. P.A. Malindo Raya	10.000 litres
	<u>191.500 litres</u>

Source: BKS Alkohol/Spiritus.

BKS Alkohol/Spiritus was founded in 1964 but however the further development of the alcohol industry is facing difficulties due to several reasons.

The alcohol consumption in Indonesia is relatively small for the beverage needs and pharmaceutical and medical/cosmetic purposes.

The local price of molasses it seems too high compared with the present export price, which is not promoting the development of alcohol industry.

Further more, imported methanol with a much lower price competes sharply and drives alcohol/spirits derived from molasses out of the market.

Based on the calculation of molasses Rp.50.000,-- per ton, the BKS Alcohol/Spirits as the Association decided for the selling-price.

which is valid as per 7th September 1981 in the following:

	Alcohol per litre	Spirits per litre
Provenue	Rp.350,--	Rp.350,--
Excise	" 350,--	" -
Taxes	" 22,50	" 15,75
Contribution fee	" 1,50	" 1,50
	Rp.726,--	Rp.367,25
Transport Compensation	" 25,--	" 25,--
Ex harbor price ...	Rp.751,--	Rp.392,25

By the fixed selling-price for Alcohol Rp.751,--/litre and for Spirits Rp.392,25/litre, it appears that it is not selling smoothly, mainly for Spirits which has to compete heavily with the imported methanol in much lower price. The relatively high price of molasses, if not adjusted accordingly, it would be a critical situation.

The export of alcohol is facing heavy competition from Brasil or Argentina.

Therefore, it is hoped that the Government will take steps to adjust the price of molasses and also to control the trade of methanol.

As is known, methanol is in very big demand especially for adhesive industry and years to years will be increasing. Methanol demand in 1981 is approximately 30.000 ton and it sure is going to be bigger in the following years.

Within the intention of the BPPT (Institute of Research and Development of Tehnology) under the Minister Prof. Habibi, alcohol destilery was established in Lampung/Sumatra using Cassava as raw material as a Pilot Project in the framework of thoughts, using alcohol instead of gasoline as fuel.

It is hoped probably that it will push to a better prospects and however this is still in the esbroic stages.

3. M.S.G. (Mono Sodium Glutamic Acid) - *Glu⁻amate*

To produce M.S.G. it is required molasses and auxiliary materials such as Na OH, HCL, H₂S O₄, ammoniac and soya-bean. In calculation, 1 ton molasses can yield 0.20 ton M.S.G. Total requirements of molasses in Indonesia showed an increasing demand as it can be seen in the following:

Year	Total requirements of molasses for H.S.G.
1975	42.886 Tons
1976	66.620 "
1977	90.901 "
1978	109.275 "
1979	115.000 "
1980	123.250 "

Source: KAPB - Gula;

H.S.G. producing factories in Indonesia are divided into 2 (two) groups :

- integrated ones
- non - integrated ones.

The integrated ones such as ^{Ajinomoto} Ajinomoto, Misono, Sasa are processing G.A. (Glutamic Acid) and then M.S.G. (Mono Sodium Glutamate) ^{Glutamate} Glutamate.

The non-integrated ones are processing H.S.G. from G.A. made available by the integrated ones or ex import.

The integrated and non-integrated producers have also joined together into an Association ^{P₂MI} Called P₂MI (Persatuan Pabrik Mono Sodium Glutamate dan Glutamic Acid Indonesia).

The names of H.S.G. producers are as follows :

Factories	Location	Production G.A.	Capacity H.S.G.
1. AJINOMOTO	MojoKerto	12.000 Tons	9.600 Tons
2. MISONO	Krian	12.000 "	7.200 "
3. SASA	Probolinggo	12.000 "	6.300 "
4. SASA FERMENTATION	Sidoarjo	- "	3.600 "
5. INDONESIA MIKI	Pekalongan	- "	4.300 "
6. PALUR RAYA	Solo	4.200 "	1.800 "
7. INDO MIKI FERMENTATION	Pekalongan	4.800 "	- "
8. INDONESIAI VERSIN	Solo	- "	1.200 "
9. COMACO	Semarang	- "	1.200 "
10. POLY INTERNATIONAL	Ciswi	- "	300 "
11. PENA DJAJA	Klaten	- "	3.600 "
		45.000 Tons	39.600 Tons

Source: P₂MI.

During the last 2 (two) years the sale of M.S.G. had been strongly influenced by the economic recession and they are complaining against the price of molasses which are on their opinion too high, so that their requirements of molasses were much reduced.

4. Liquid Sugar.

Research in processing of molasses into liquid sugar had been done in Germany, Italy and France. Similarly, it also had been done in Indonesia and under cooperation of French team (Applexion), a feasibility study was done in the years 1978 - 1979.

From the feasibility report, the consumption of liquid sugar especially in Jakarta, Surabaya and other towns were in substantial demand.

Liquid sugar is extensively used in bakeries for making cakes, biscuits and other kind of pastries.

It's also used for other food and beverage industries such as ice-cream, canned food, etc.

In comparison, liquid sugar are also consumed by some countries i.e. U.S.A., United Kingdom, West Germany and France.

To take this fact into consideration, it is kindly noted that the price of sugar in Indonesia at the moment is rather attractive and worth mentioning.

For the information, the price of sugar ex mill Rp.456,-- per Kg and ceiling-price Rp.550,-- per Kg or equivalent US\$1.0.85 per Kg.

V. S U M M A R I E S.

1. The effort of increasing the sugar production automatically it will affect the increase of its by - products.
2. Molasses as one of the by - product in sugar industry which enable us in processing into some commodities will take our attention in the framework of diversification.
3. It is intended that molasses can be turned into some commodities but it seems too slow in reality owing to some obstacles or handicaps in marketing, financing, etc. This is a challenge.-

Jakarta, 10th July 1982.

2. 発酵工業について

(1) はじめに

世界の発酵工業は、そのむかし家内工業的な醸造食品工業として誕生して以来、長い歴史を有する産業であるが、その主役である微生物の本体に対する的確な認識が長く欠けていたため、その進歩は遅々としていた。この工業が近代工業としての色彩を帯びてきたのは、第一次世界大戦の前後からであった。そのころ火薬の製造原料としてのアセトンの需要が、アセトン・ブタノール発酵の誕生を促し、工業用のアルコールの製造とともに、化学工業分野への進出すなわち非食品工業（nonfood industry）への進出の端緒となった。つづいて第二次世界大戦はペニシリンの再発見をもたらし、ペニシリン発酵の誕生を契機として起こった一連の抗生物質発酵の出現は、まさに爆発的なものがあり、それまで合成化学の独壇場と思われていた製薬工業界を席卷した。

日本における発酵工業のたどった道もほぼ同様なものであったが、昭和30年ごろより独自のものがめばえはじめ、とくにアミノ酸発酵や核酸系物質の発酵生産は、わが国が世界に誇る新しい発酵工業といえよう。

わが国における発酵工業は、その歴史的発展の過程よりあたかも農産加工の一分野のように思われていたが、いまやこの分野の予想外の拡大によって農産加工的色彩を脱皮し、化学工業や製薬工業の一翼をになう新しい産業として生まれ変わった。

さらにこの数年の新しい傾向として、人類の食糧資源の工業的生産手段としての価値が発酵工業に認めはじめられたことは、注目し値しよう。すなわち微生物のもつおどろくべき増殖速度とその菌体の栄養価の高さが、改めて見直されてきているのである。食糧の供給は、農・畜・水産が有史以来その役割を受けもち、この役割は未来永ごうに変わることがないかと思われていたにもかかわらず、農産加工の下請け的立場にあった発酵工業が主客転倒し、その主役の座に昇る可能性をもつに至ったことは、まさに革命的であり、この工業が真価を発揮すべき時期を迎えたといえる。このような役割をになうとき、この工業的規模は超マンモス化が予想され、まさに既存の重化学工業を抜く大工業に発展しうるものと思われる。しかもこのような大工業に育つ基盤は、諸種の要因からわが国がもっとも優れているとみられるので、近い将来そのような一大発酵工場が出現するのは、けっして夢ではない。

また一方では、微生物の行う化学変化は複雑きわまりないものであるが、生化学の進歩により、この乱雑とも思える変化にある方向性をもたせるいわゆる制御発酵という新技術がわが国で開発された。

この技術の展開により、有用物質がより効率よく生産できるようになり、従来すてられて、かえりみられなかった微量物質が経済価値をもって、日の目を見るに至るであろう。このよ

うに通観するとき、発酵工業は醸造食品工業より生まれ、ついで抗生物質工業で大きく飛躍し、つづいて制御発酵技術によるアミノ酸、核酸の発酵で一段と技術的水準を高めた。そしていまや発酵工業は多岐にわたる生化学反応の工業的利用という幅の広い応用面を展開する一方、人類の食糧資源を供給するという前人未踏の分野への挑戦の前夜にあるという状況である。

(2) 発酵のおい立ち

発酵という現象は、有史以来人類によって認められていたはずであるが、その明確な認識のはじまりについては、諸説が多く明らかではない。そのむかし天然の果実や食物の残渣などが自然に発酵を起し、原始時代の酒となったであろうことは想像できる。

このようにして、おそらく地球上の生命体の発生とともに発生したと思われる長い歴史をもった発酵現象も、その本体が明らかになりはじめたのは、近々200年以内のことである。英語で発酵を意味する fermentation は、ラテン語の *fervere* から生まれたものといわれ、この意味するところは「湧く」ことである。おそらく発酵の際生ずる炭酸ガスが泡となってもり上がる現象をさすものと思われ、事実、日本酒やビールの発酵の場合の泡立ち現象は、発酵現象の顕著な指標として常時観察されるところでもある。このように洋の東西を問わず、発酵現象が「湧く」現象として古くよりとらえられてはいたが、その現象の本体は長い間とらえどころのない神秘なものとされていた。

この問題に大きな手掛りを与えたのは、17世紀のオランダの博物学者レーベンフック (Anthonij van Leeuwenhoek, 1632~1723年) であったが、かれは自分でつくり上げた手みがきのレンズの助けをかりて、単細胞の生命体の発見に成功し(1675年)、これらの微小生命体を *animacule* と名づけた。かれは250個以上もの拡大鏡をつくり、その中でレンズの拡大率の最高のものは約270倍といわれ、これが顕微鏡のはじまりとなった。単細胞生命体の存在が明らかになり、またつづく200年間にさまざまな微小生命体の観察が行なわれてはいたものの、これら生命体が発酵とどのような関係にあるかは明らかではなく、この問題に決定的な決着をつけるには、19世紀の中ごろ、ルイーパスツール (Louis Pasteur, 1822~1895年) の天才をまたなければならなかった。

かれはいわゆるパスツールびんを考案した。このびんの中に肉汁を入れ、加熱した場合には発酵が起らず、加熱しない場合には起り、その発酵した液中には多数の微小生命体が増殖していることなどを詳細に実験した。その結果発酵は微小生命体が行なうところの1つの化学変化であることをかれは結論づけたのである。かれの実験は、現在より振り返ってみてもみどとな手法で行なわれていたし、論争の余地はないかに思われるが、当時のかれの所論には反論も多く、かれの研究が正しく評価されるには、かなりの時日が必要であった。

パスツールの一連の有名な研究「自然発生説の検討」においては、少なくともつぎの2つの基本的事実を明らかにした。その第1は生命体は生命体のみより発生すること、その第2は発酵現象は微小生命体の行なう化学変化にもとづく現象であることである。かれは引きつづき乳酸発酵、てんさい糖よりのアルコール発酵、ブドウ酒の醸造、食酢の製造等、当時行なわれたさまざまな発酵現象をつぎつぎと研究した。そしてこれらの異なった型の発酵は、形態的に区別されうるおのおの特殊な微生物によって起こされることを明らかにした。

しかしパスツールの研究では、今日でいういわゆる純粋培養法（異なった微生物をふくまず、ある1種類の菌のみ純粋に培養する手法）は、まだ行なわれていなかったが、その後間もなく、ブレフェルト（Brefeld）によりかびの純粋培養が（1872年）、リスター（Joseph Lister）、コッホ（Robert Koch）等の努力によって細菌の純粋培養が完成された（1881年）。同じころデンマークではハンセン（E. Chr. Hansen）がビール酵母の純粋培養法に成功し、1878年「ハンセンの希釈法」とよばれる純粋培養法の原理を打ち立て、現在に至るまで利用されている。これをさらに改良した方法は、リントナー（Lindner）によりくふうされ、「リントナーの小滴培養法」とよばれている（1892年）。そしてハンセン等の努力により、ビール工業では有害菌の汚染を防ぐのみでなく、優良なビール製造のための優良な酵母の純粋培養に成功している。このようなことから、パスツール、コッホ、ハンセン等はおのおのフランス、ドイツ、デンマークにおける当時の巨匠であったばかりでなく、現代の発酵工業の基礎を打ち立てた偉人と称されるべきである。

これらの巨匠の輩出によって、発酵現象の本体は明らかとなり、微生物のとり扱い手法も大きな進歩を見せた。しかし発酵の本体を化学的にどうとり扱うかは、まだ的確な手法もなく、この問題はさらに別の機会の到来するのをまたざるをえなかった。

その最初の機会は、1897年ブフナー（Buchner）兄弟の研究から突如としてめげえはじめた。ブフナーは酵母の抽出液を医学的目的に使うためにその抽出に興味をもち、ビール酵母をケイ砂ですりつぶして汁液をしぼり出し、これを腐敗から守るため大量の砂糖を加えることを試みた。ところが意外にも酵母抽出液に発酵が生じることを観察したのである。これが生細胞をつぶした無細胞系で行なわれた発酵の最初の事例であって、この発見以来、生細胞の磨砕物を用いて種々の反応を試みる今日の生化学誕生の機縁となった。またそれらの反応を総称している酵素の概念（Traubeらにより、1858年biocatalystの概念が提唱されていた）は、この研究により、にわかに力をえて酵素化学誕生の機縁となったことにも注目したい。

ここに生化学とか酵素化学とかのことばがでたが、このことばの細かい現代的定義のせんさくはさておき、上にのべたごとく、これらの化学反応は、生物体内の反応を無生物系におき換えて反応を試みる分野であって、発酵そのものとは大きな懸隔がある。発酵の生命体の

行なう化学反応もしくは変化である。したがって発酵は、多種多様な生化学反応が生命体固有の遺伝的情報にもとづき、複雑かつ精ちに調節されつつ行なわれるダイナミックな一連の化学反応の集合である。またこの発酵産物は、その反応中間過程または終点における物質代謝の総合的バランスシートとして認知される物質を意味している。したがってこの意味においては、ブフナーの無細胞系の発酵は発酵とよぶには適切でなく、その系でえられるアルコールは本来の発酵に比して、問題にならぬほどわずかなものであり、ただ泡を生じる「湧き付き」の現象をとらえて発酵とよびならわしているにすぎない。無生物系においては、反応の持続性にとほしく、その系に含有されるあらかじめ用意された補酵素やエネルギーが消費されれば、直ちに反応は停止してしまう。生命体の場合はエネルギーの再生産系を有するため、反応は原料が燃焼されつくすまで、継続的に行なわれるのが一般である。

(3) 発酵工業の分野

さてこのように、微生物の行なう化学変化を利用する工業すなわち発酵工業の産業分野に占める応用範囲は、いかなるものであろうか。区分の仕方にいろいろあるが、ここでは便宜的につぎの10個の分野に分けてみよう。

- 1) アルコール製造および酒類製造業（酒類の中には日本酒、合成酒、ブドウ酒、ビール、ウイスキー、焼酎、泡盛等をふくみ、アルコールは清酒添加用アルコール、工業用アルコール等をふくむ）
- 2) 発酵食品工業（しょう油、みそ、漬物、パン用酵母、チーズ、なっとう、ヨーグルト、食酢、かつお節等の製造）
- 3) 抗生物質および抗ガン物質の発酵工業
- 4) 有機酸発酵工業
- 5) アミノ酸発酵工業
- 6) 酵素生産工業
- 7) 生理活性物質の生産工業
- 8) 核酸関連物質の生産工業
- 9) 菌体製造工業
- 10) その他、微生物の応用分野（ノタン発酵廃液処理、公害防止、収斂、採鉱への応用等）

これらの発酵工業の中で1)および2)に属し、いわゆる醸造、食品工業とよばれる発酵が、歴史的にもっとも古くより発達してきた。これらの発酵はそれぞれの国土や風物に即して、長い年月の間に徐々に発達し、その地方の風俗、習慣の中に定着しているため、これらの発酵の歴史をたずねることは、一面人類の文化史の研究にも通じると思われる。したがってこの分野の発酵は技術的進歩に対しては、一面かたくなにこれを拒否する傾向があり、また古

米よりの長い蓄積により技術的にはかなりすすんでいるため、本質的な意味におけるこの分野の進歩展開は、各国ともあまり行なわれているとは思われない。もちろんビール、ウィスキー工業等の戦後のわが国における伸びはすさまじいものであって、これらの量産化に伴うさまざまな製造の合理化に対する技術的発展の行なわれたことは申すまでもない。同様なことは日本酒の場合にもいうことができ、戦後の食糧難時代にわずかな米を原料にしてつくられた酒が、いかに貴重なものであったかは、当時の人々の実感として忘れえぬところであった。それが今日900万石という建国以来の清酒醸造高となるには、さまざまな工程の自動化や、滅菌、発酵技術、保存その他の総合的な技術開発があったことは当然であろう。

前記3)~8)の項目の分野が戦後世界的に発達してきた発酵の新分野であり、とくにわが国においては、ようやく経済も安定期を迎えた昭和30年(1955年)ごろを境として急激にめばえ、急成長を遂げた分野である。6)~8)の項目は、今後本格的な展開が起こるものと予想され、発酵工業の今後の大きな経済成長は、この分野に期待されることになろう。9)の項目である菌体製造は、石油微生物の研究よりはじまり、近年急激に世間の注目をあびはじめた。石油中のパラフィン区分を微生物(とくに酵母)に同化させ、菌体タンパクを製造しようという企てである。この考えは、British Petroleum社によってフランス、イギリスの2か所の同社パイロットプラントにより、小規模な実験がつづけられていたが、ようやく昭和45年(1970年)夏、年産4,000tの実験工場がスコットランドで稼働する運びとなった。このような「石油よりタンパク質を」というキャッチフレーズに、わが国のさまざまな会社も興味を示し、昭和43年ごろよりこの分野への進出を計画する企業が目立ちはじめた。昭和45年の春現在で、飼料用酵母の実験用サンプル提供会社は、5~6社を数えるに至っている。日本における家畜用飼料の中で、タンパク系飼料の必要量は年間200万t以上と称される。したがって製造コストが既存の魚粉、大豆粕等と競争可能な場合には、一大発酵工業が誕生することとなろう。

10)の分野は、微生物の応用の範囲の広さを示す項目としておもしろい分野であるが、現在はこの基礎的研究の範囲にとどまり、その工業化や経済性については未知の点が多い。

以上発酵各分野につき略述したが、3)~9)の項目は各論のところできわしく説明したい。

(4) 発酵工業の特徴

発酵工業が、他の化学工業等と異質であるとすれば、はたしてどんな点であろうか、つぎに筆者が平素考えている特徴と思われるものを列挙する。要するに発酵工業は、生命体の行なう化学反応であるのに対し、他の工業は無生命体の反応であるということにつき、種々の特徴もみなこの1点に帰すことができる。

1) 反応は生化学反応であり、通常、常温常圧で進行する。このため爆発等の危険性は皆

無に近く、したがって諸種の設備は爆発等の考慮を要さず、また多目的な設備として使用可能である。

2) 原料は通常精密、デンプン等のような炭水化物を主体とし、諸種の有機無機の窒素源を少量加える。原料は一般に毒物をふくまない限り精製する必要がなく、微生物は自己選択的に所要のものを摂取し代謝する。近い将来、炭化水素原料やその誘導体を原料とする原料革命の起こる可能性をもっている。

3) 反応は生体の自動制御方式によって進行するので、数十の反応工程をあたかも単一反応のようにやすやすと進行させうる。かつそれらの反応はすべて発酵槽という単一の装置の中で進行する。

4) 複雑な高分子化合物を容易に生産できる。酵素類の生産や、光学活性体の選択的生产等は、発酵工業のもっとも特色のある分野である。

5) 生体特有な反応機構により、複雑な化合物のある特定な部位の酸化・還元、官能基の導入等、高度の選択反応を可能にする。

6) 発酵産物をつくり出すためにあずかった微生物菌体そのものもまた発酵産物であって、ビタミン、タンパク、酵素等に富む有用産物となりうる。したがって発酵廃液なども、特例を除き一般に生物体に有害であるとは考えられない。

7) 発酵工業で作業上もっとも注意を要するのは、雑菌汚染の防止である。装置の洗浄、殺菌、空気ろ過等、全工程を無菌的狀態下で運転することが肝要であり、これに失敗すると重大な損害をこうむる。とくにウィルスの発酵におよぼす被害は甚大であり、工業の致命傷となることがある。微生物の品種改良等により、同一生産設備をもって飛躍的に生産性を向上することができる。

以上のような特色をもつ発酵工業は、従来ややもすると微生物の変異改良と新規物質の探索という純然たる生物学的研究に研究の主流が向かい、工業上の製造設備の進歩の面を追求する発酵工学 (bioengineering) の発達はおおざりにされたきらいがあった。アルコール発酵やアセトン・ブタノール発酵のような嫌氣的発酵の場合は、菌の特性と装置の無菌度保持性が収率の主要な要因であったので、生物工学への要求度も比較的少なかったことはやむをえなかった。しかし戦後ペニシリン発酵導入を機として、培地への酸素の溶解速度や培地のかくはん動力の経済性を中心として、工学者等の協力が強く要請されるに至った。発酵工業の急激的な発展に伴い、とくにここ数年の傾向として、装置の大型化が要請されるに至り、工学的要素すなわち一例をあげれば、空気ろ過に際するろ過方法とそのろ過効率に関する問題、空気吹き出し口 (sparger) の設計、効率の高い大型かくはん器の設計、培地の冷却方式や発酵工程管理の自動化といった問題の解決が必要となってきた。またこれらの問題中、もっとも懸念と思われるのは、現在の発酵は例外なしに目的とする微生物集団の純粋

培養をその原理としているため、培養の系全体を雑菌汚染からいかにして守りこれを保持するかを工学的に解決することであろう。筆者の見学した諸外国の発酵槽のあるものは、内面を鏡のようにみごとにみがき上げてあるものがあつたが、かかる工作上の念入りな仕上げも、この問題に対する1つの効果的な方法でもあろう。

(5) 今後の展望

ストレプトマイシンの発見者ワックスマン博士は、21世紀は微生物工業の時代であろうと予言したと伝えられる。事実抗生物質の発見以来微生物産業が一大飛躍を遂げたことはすでに本書にのべた。しかしながら微生物そのもの幾百万、幾千万あるか想像もつかず、その代謝特性や代謝産物に至っては、日々新知見があらわれるといつても過言ではなからう。さまざまな微生物の中に包蔵されているさまざまな能力については、われわれはまだほとんど無知に等しい段階にある。ワックスマン博士の予言は、微生物学の進歩すなわち今後の30年間にもたらすであろう微生物学の知見が21世紀になれば花が咲くことを予言したものと受けとれる。まさに発酵工業が「黎明の産業」とよばれるゆえんでもあろうか。

さまざまな変異株の発見や造成の報告も枚挙にいとまなく、また昨日の不可能は今日の既成事実といった事例も少なく、既成概念をもってしては律することのできないのもこの分野の1つの特徴でもあろうか。

したがって今後の発展の方向を予想することは、いささか無謀に近い試みと思えるが、以下に筆者の考えをのべてみたい。

その第1は、従来の微生物産業の延長と拡大の方向であつて、微生物の生産物に着目し、これをより経済的に生産する技術の開発ということになるだろう。この方面で飛躍的な発展をもたらす原動力となるものは、新微生物の発見あるいは変異株の発見という純生物学的な研究であつて、これに付随して新しい培養技術や装置とその自動化といった工学的開発が期待される。この分野での量的に大きな産業分野はなんといつても、アミノ酸発酵の分野であつて、リジンられていた新しい物質の発見にも大きな期待がかけられよう。抗生物質やシベレリンの例にみられるごとく、きわめて微量で大きな生理効果をもつ物質は、微生物産物中に数多く隠されているものと思われる。これらの物質の発見は、医薬、農薬、食品、畜産等の産業分野に有効に利用されるにちがいない。

第2の方向としては、酵素産業の発展拡大が期待される。酵素産業は微生物産業の一環としてべつに目新しいものではないが、比較的近年までこの工業は期待の割にはその発達がおくっていた。その理由はいろいろあろうが、特定の大きな需要が芽ばえなかったことにある。また酵素は、高分子タンパクであつて、その不安定性のためや純化の工程に問題があり、工業的生産技術の開発がおくれたことにも1つの原因があろう。幸い近年精製機器類の非常な進歩に

より、かかる高分子の工業的とり扱いが可能になってきた。かかる背景で酵素の量産化に拍車をかけたのは、酵素の化学洗剤としての利用開発であった。現在もっとも量産化のすすんでいる酵素は、洗剤用アルカリプロテアーゼであって、すでに全世界におけるこの酵素の年生産は3万tに達し、欧州には年間1万tの生産会社が2社も誕生している。ようやく酵素産業らしい産業が誕生したわけである。わが国においては、高峰博士のタカジアスターゼ以来酵素研究そのものは、かなり進歩していたが、デンプン液化酵素や糖化酵素等比較的小規模にとどまり、洗たくの習慣の相違から洗剤用酵素の生産も開発に遅れをとって、この大きな市場に立ち遅れたのは遺憾であった。それはともあれ洗剤用酵素を導火線として、酵素への着目は非常に高まり、洗剤用としてアルカリアミラーゼ、アルカリリパーゼ等の大量生産が企画されるに至っている。

一方またガンの酵素療法としてのアスバラギナーゼの開発といい、各種の消炎酵素の開発も着々展開されている。微生物は酵素のかたまりとも考えられ幾百の酵素がその体内に隠されているので、酵素産業は他産業の追従を許さない独自の産業になることは疑いないであろう。

近年また進歩のいちじるしい不溶化酵素製造技術の開発や酵素の化学的修飾による安定化等が発達すれば、酵素を合成化学反応に広く用いることも期待できよう。

第3の方向としては、公害処理法としての微生物の利用の方向であろう。都市焼渣のメタン発酵はすでになりに広く用いられているが、さらに農薬の薬害除去や石油の脱炭等にも着目されている。これらの方向はまだ初期研究の域を脱せず、今後の展開には大きな努力を要する分野であろう。

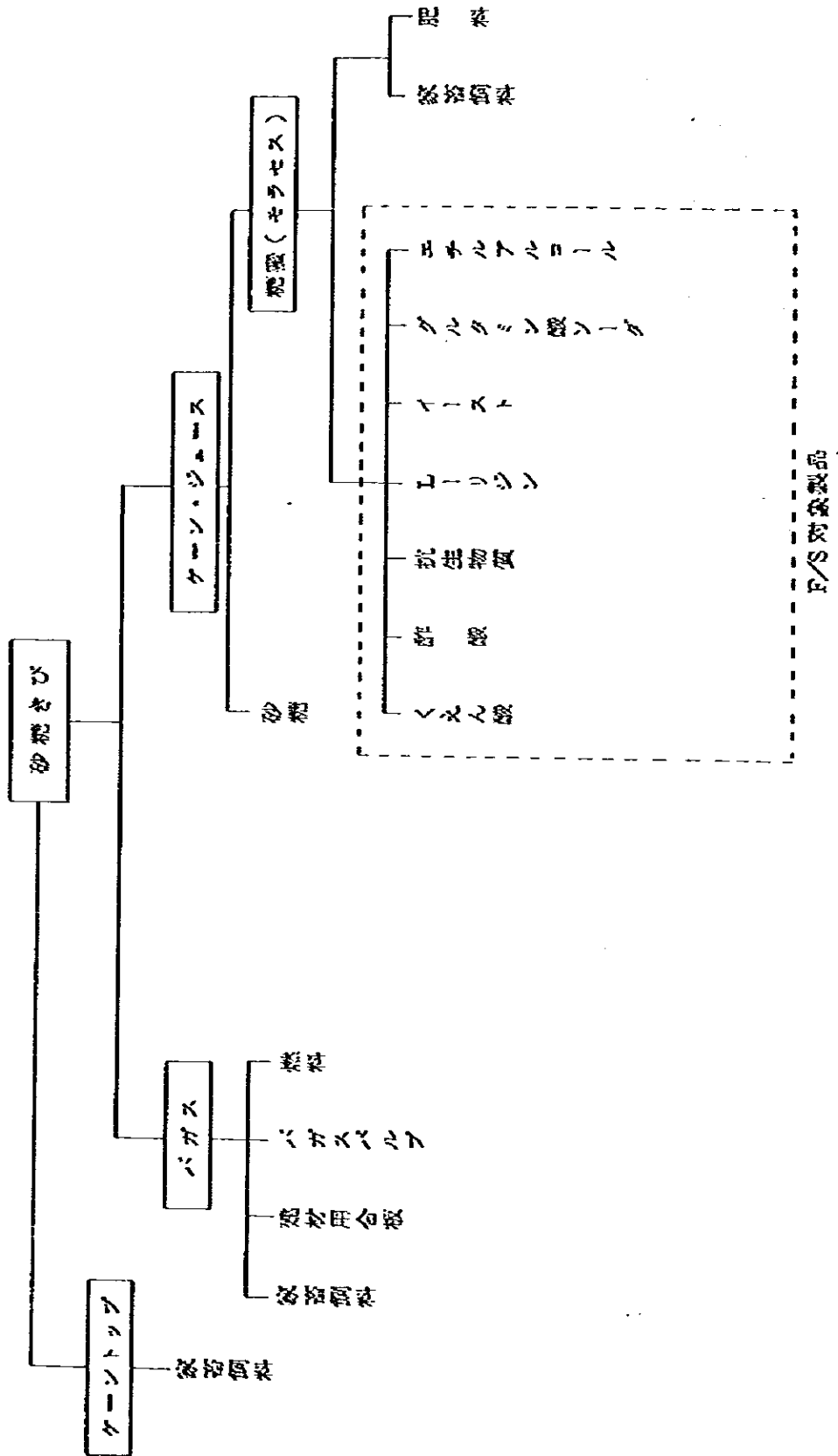
第4の方向としては、微生物菌体の直接利用の方向であって、動物飼料からはじまり、高品質のものは人間食糧への利用が大きな課題となろう。この分野もようやく近年緒についたばかりであり、その成長は今後数年間に飛躍的なものが期待されうる。とくにわが国をふくめたタンパク欠乏地域においてこの分野の発展は必須のものと思われる。

本書でもすでにのべたごとく、本事業は農業の工業化への最短経路でもあり、原料である石油系原料や天然ガスの供給の目途と関連するものの、その規模は発酵工業としては、大量生産方式による最大級の工場が出現するものと思われる。この発酵により副生するビタミンや脂質、その他有機酸類の利用も当然考えられるところである。

以上思いつくままにのべてみたが、ほかにもまだいろいろ新しい分野が考えられるであろう。ともあれ発酵の分野は、夢多い今後の分野である。

出所：木下祝郎「発酵工業」（大日本図書）より抜粋

3. 砂糖さびの利用系統図



4. モラセスからの主な発酵製品一覧表 (F/S 対象品目)

Products using molasses as the raw material

Products	Main use	Other raw materials	Technical level
1 Ethyl alcohol	Alcohol for alcoholic beverages medical alcohol		Easy
2 MSG (glutamic acid)	Seasoning	Sodium hydroxide Ammonia Sulphuric acid	Some difficulty
3 Yeast	Bread yeast, Feed yeast		Easy
4 Acetone	Solvent, medicine MMA plastic monomer	Acetone 1 : Butanol 2 の割合で生成	Some difficulty
4 Butanol	Plastic plasticizer, solvent Acetic acid butyl		Some difficulty
5 L-lysine	Assorted feed. Enriched food as food additives	Hydrochloric acid Sulphuric acid Ammonium	Some difficulty
6 Antibiotics	Antibiotics for medical use and agricultural use	Solvent Active carbon	Difficult
7 Citric Acid	For soft drinks, detergent	Calcium oxide Sulphuric acid	Difficult

5. 醸酵関連の専門用語 (和-英対照)

日本語	英語	日本語	英語
(あ)		(パン用イースト)	(bread yeast)
庄 搾 汁	Sugarcane juice	(飼料用イースト)	(feed yeast)
アルカリ度	Alkalinity	牛の飼料	Cattle feed
M-アルカリ度	M-Alkalinity	栄養剤	Nutrients
P-アルカリ度	P-Alkalinity	液 化	Liquefaction
アルコール計画	Alcogas project	液化酵素	Liquefying enzymes
アルコール	Alcohol	液化炭酸ガス	Liquefed carbon dioxide
無水アルコール	Anhydrous alcohol	エステル類	Esters
含水アルコール	Hydrous alcohol	エタノール	Ethanol
変性アルコール	Denatured alcohol	(エチルアルコール)	
発酵アルコール	Fermentation alcohol	M S G	Mono Sodium Glutamate
飲料用アルコール	Potable alcohol	エネルギー反応	Energy balance
燃料用アルコール	Fuel alcohol	遠心分離機	Centrifugal
自動車燃料用アルコール	Automobile-fuel alcohol		
工業用アルコール	Industrial alcohol		
アルコール発酵	Alcoholic fermentation	(か)	
アルコール工場	alcohol distillery	加圧蒸留	Pressurized distillation
アルコール蒸留廃液	Stillage	加水分解	Hydrolysis
アルデヒド	aldehydes	ガスホル	Gasohol
α -アミラーゼ	α -amylase	苛性ソーダ	Gaustic soda
イーストリサイクル法	Yeast recycling process	化石燃料	Fossil fuel
移 殖	Inoculation	活性汚泥法	Activated sludge method
いも洗機	Washing machine	カッター	Cutter
引火性の	Inflammable	稼働率	The rate of operation
イースト	Yeasts		

日 本 語	英 語	日 本 語	英 語
株 出 し	Ratoon	酵 素	Enzymes
カリ肥料	Potash fertilizer	酵素法	Enzymic hydrolysis process
灌 漑	Irrigation	酵素液化	Enzymic liquefaction
希 釈 水	Dilution water	酵素糖化	Enzymic saccharification
規 制 値	Control standard	光学異性体	optical isomer
休 耕 地	Abandoned areas	工 程	Process
キヤツサバ	Cassava	培養工程	Culture process
干キヤツサバ	Dryed cassava	前処理工程	Preparation process
キヤツサバチップ	Cassava chips	酒母工程	Seeding process
キヤツサバでん粉	Cassava starch	発酵工程	Fermentation process
凝 縮 器	Condenser	蒸留工程	Distillation process
希 釈 槽	Dilution vessel	酵 母	Yeasts
クラッシャー	Crusher	効 用 缶	Effect evaporator
クラリファイヤー	Clarifier	三重効用缶	Triple effect evaporator
グルコース	Glucose	四重効用缶	Quadruple effect evaporator
グルタミン酸	Glutamic acid	多重効用缶	Multiple effect evaporator
ケーン・キャリア	Cane carrier	固定化酵素	Immobilized enzymes
ケーン・ジュース	Cane juice	固定化酵母	Immobilized yeasts
原 単 位	Yield	糖化(でん粉の)	Gelatinization
原 料	Raw material	(さ)	
でん粉質原料	Starchy raw materials	及 培	Cultivation
糖質原料	Saccharine raw materials		
公 害	Environmental pollution		
公害規制	Pollution control		
公害防止	Pollution control		
好 気 菌	aerobic bacteria		

日 本 語	英 語	日 本 語	英 語
搾 汁	Sugarcane juice	無 蒸 煮	Medium-temperature cooking
搾汁効率 (抽出率)	Extraction efficiency	中温蒸煮	Medium-temperature cooking
殺 菌	Sterilization	高温蒸煮	High-temperature cooking
殺菌済空気	Sterile air	連続蒸煮	Continuous cooking
さつまいも	Sweet potato		
干さつまいも	Dried sweet potato	消 防 法	The fire code
砂糖きび	Sugarcane	消 泡 剤	Antifoam agent
砂糖きび畑	Sugarcane fields	蒸 留	Distillation
酸 度	Acidity	加圧蒸留	Pressurized distillation
砂糖きび栽培農家	Sugarcane planters (Sugarcane farmers)	共沸蒸留	Azeotropic distillation
雑菌による汚染	Microbial contamination	二成分共沸蒸留	Binary azeotropic distillation
作付面積	planted area	蒸留廃液	Stillage
仕 込	Feeding	省エネルギー	Energy saving
仕込精度	Initial sugar content	し じ 糖	Sucrose
自動化システム (計装システム)	Instrumentation system	助成剤(栄養剤)	Nutrients
酒 母	Seed	飼 料	Feed
酒母培養	Seed culture	家畜飼料	Feed
酒 母 槽	Seed vessel	牛の飼料	Cattle feed
収 穫	Harvest	純粋培養	Pure culture
収穫期	Harvest season	蒸煮時間	Cooking time
非収穫期	Non-harvest season	蒸 煮 機	Cooker
シュレッダー	Shredder	蒸煮もろみ	Cooked mash
消火設備	Fire fighting facility	蒸留廃液の蒸発・濃縮	
蒸 煮	Cooking	蒸留歩合	Distillation efficiency

日 本 語	英 語	日 本 語	英 語
蒸煮温度	Cooking temperature	代替燃料	Fuel substitute
消防士	Firemen	注加水	Imbibition water
消防車	Fire engine	抽出率	Extraction efficiency
消防隊	Fire brigade	貯蔵タンク	Storage tank
製成歩合	Production efficiency	通年栽培	Year-long cultivation
清 澄	Clarification	ディフューザー法	Diffusion process
石 灰	Lime	でん粉	Starch
石灰乳	Milk of lime	でん粉匹(でん粉濃度)	Starch content
石灰混和槽	Lime melting tank	糖 化	Saccharification
接 種	Injection	糖化温度	Saccharifying temperature
肥 肥	Fertilizer	糖化酵素	Saccharifying enzymes
添掛法	Stepwise feeding method	糖みつ(炭糖みつ)	Molasses
騒音規制	Noise pollution control	糖度(糖濃度)	Sugar content
増 殖	Propagation	独立アルコール工場	Autonomous distillery
(た)		(な)	
脱水剤	Dehydration agent	尿 素	Urea
脱水剤回収塔	Dehydration agent recovery column	熱交換器	Heat exchanger
脱水塔	Dehydration column	年間稼働日数	Annual operating days (Operating days per year)
脱水剤分離器	Dehydration agent separator	燃 料	Fuel
炭酸ガス	Carbon dioxide	濃 縮 塔	Ethanol rectifying column
炭水化物	Carbohydrate	濃縮シロップ	Thickened syrup
代替エネルギー源	Alternative sources of energy		

日本語	英語	日本語	英語
(11)		ハンマークラッシャー	Hammer mill
廃水処理	Waste Water treatment	バガスボイラー	Bagasse boiler
培 地	Culture medium	パン酵母	Baker's yeasts
ハイテスト・モラシス	Highest molasses	反すう動物	Ruminant
培 養	Culture	後 生 物	Microorganisms
斜面培養	Slant-tube culture	肥 料	Fertilizer
フラスコ培養	Flask culture	肥料化	Fertilizing
培養温度	Culturing temperature	ブリックス	Brix
バクテリア	bacterium	品種(穀物の)	(Crop) varieties
培養時間	Culture time	光 合 成	Photosynthesis
バ ガ ス	Bagasse	歩 合	Efficiency
バガスパルプ	Bagasse pulp	副 産 物	By-product
バガスボード	Bagasse fiberboard	副産物の有効利用	Utilization of by-product
バガシロ	Bagacillo	フーゼル油	Fusel oil
バッチ法	Batch process	(砂糖工場の) 付属アルコール工場	Annexed distillery
発 酵	Fermentation	ぶどう糖	Glucose
発 酵 槽	Fermenter	粉 砕	Crushing
発酵もろみ	Fermented mash	粉 砕 機	Crusher
発酵性糖	Fermentable sugar	ヘクタール	ha(Hectare)
発酵温度	Fermentating temperature	ペニシリン	Penicillin
発酵時間	Fermentation time	ベンゼン	Benzene
発酵歩合	Fermentation efficiency	ボイラー	Boiler
発 電 機	Electric generator	バガスボイラー	Bagasse boiler
ディーゼル ジェネレーター	Diesel engine generator	ボイラー給水	Boiler feed water
		防 災	Accident prevention
		ホルマリン	Formalin

日本語	英語	日本語	英語
(ま)		硫 安	Ammonium sulfate
前発酵	Pre-fermentation	硫 酸	Sulfuric acid
マッド	Mud	リン酸	Phosphoric acid
前処理	Pre-treatment, Preparation, etc.	連続蒸煮	Continuous cooking
まき	Fire wood	連続発酵	Continuous fermentation
ミリングマシン	Milling machine		
無菌培養	Aseptic Culture		
無菌条件	Aseptic Condition		
無菌的処理	Aseptic Processing		
メタン発酵	Methane fermentation		
モラシス	Molasses		
もろみ	Mash		
もろみ槽	Mash column		
(や)			
用 役	Utilities		
用 水	Water		
用水処理	Water treatment		
(ら)			
ラグーン	Lagoon		
ラグーン処理	Lagooning		
リジン	Lysine		

