サゴ澱粉の製造方法の現状とその工業的利用†

我 妻 一 美

(マレーシア味の素)

当社はマレーシアの首都クアラルンプール郊外に1961年会社を創立し、1965年6月から現在に至るまでマレーシア産の澱粉を原料に発酵法によるグルタミン酸ソーダの一貫生産を行っている。

筆者は1987年4月よりマレーシア味の素(株)に出向し、グルタミン酸の製造に携わりサゴ澱粉を実際に使用している関係から、マレーシアでのサゴ澱粉の主な生産地である東マレーシアのサラワク州や西マレーシアのパトパハット等を数回にわたり訪れ、サゴ澱粉の製造および精製工場を見学、さらには、製造・精製の技術支援を実施した。

ここにサゴ澱粉の製造方法の現状とグルタミン酸発酵原料としての工業的利用について紹介する。とくに、本報告では当社と契約しているサゴ澱粉製造工場で、澱粉の収率、工程マスバランス、繊維量等を調査したので紹介する。このデータは、おそらくコマーシャルプラントで、澱粉を定量分析しマスバランスを採取した初めてのものと思われる。

1. サゴ澱粉の製造方法の現状

サゴヤシは最近の情報では15~20年(従来10~15年といわれていた)で約12mの高さに成長し、その幹に良質の澱粉を蓄積する。幹の長さ6~10m、直径40~90cmを約1mに輪切りにして(Logと呼ばれる)、canalを利用し、サゴ澱粉工場に輸送される。

サゴ澱粉の製造方法は大雑把にいえば、澱粉と繊維と水分からなる幹からできるだけ繊維を含まない澱粉を効率よく取り出すことである。ただし、約35~50ミクロンのサゴ澱粉粒子は繊維の中に食込んでおり製造および精製が悪いと、繊維を多く含んだ低品質のサゴ澱粉となる。ポイントはできるだけ繊維を細かく碎き、澱粉と繊

維が分離された状態にしてから繊維を除去することである。

サゴ澱粉の製造方法はサゴヤシの幹をノコギリで削ったり、叩いて水に浸し自然沈降分離する方法が古くから行われていた。しかし、近年、サラワク州のムカヤダラのジャングルの奥地の工場でも高速の遠心沈降分離機やスクリュデカンター型連続遠心分離機、多段式液体サイクロン、流動乾燥機を備えた、いわゆる近代的な機器を有した工場でサゴ澱粉が製造されている。図1、2に製造フローシートとSFDを示す。

(1) 剥皮・割裁工程 サゴ Log の重さは約120kgあり、まず樹皮を長刀で剥ぎ、さらに鉋で縦割にする。または、剥皮したサゴ Log を2等分か4等分に縦割にして、U字型の刃のついた剥皮機で樹皮を除去する。剥皮したサゴ Log の重さは約90kg(実測値)で20~25%の澱粉を含んでいる。

(2) 磨砕・サゴ澱粉分離回収工程 剥皮サゴ Log をスラリー状に破碎、磨砕し20~30 mesh のロータリースクリーン濾過機2段で繊維とサゴ澱粉とに分離する。繊維の中に残存しているサゴ澱粉をハンマーミルでさらに磨砕し50 mesh のロータリースクリーン濾過機で繊維を除きサゴ澱粉を回収する。

(3) サゴ澱粉の精製と乾燥・包装工程 一方、分離して得られたサゴ澱粉は繊維等を含んでいるため、水で洗浄・分離(分離板型連続遠心分離機あるいはコンベア排出型連続遠心分離機)を繰り返し精製する。

次に、水を多く含んだサゴ澱粉の晶泥をバスケット型遠心分離機あるいは、真空回転円筒型濾過機で脱水する。脱水後の水分35%前後のサゴ澱粉を気流乾燥装置で水分12%前後まで乾燥し、袋に詰め製品となる。なお、精製サゴ澱粉は、さらに液体サイクロン、あるいはコンベア排出型連続遠心分離機で洗浄・分離し精製度を上げたものである。

(4) サゴ澱粉製造工程での澱粉の収率とマスバラン

† Present State of the Production Method for Sago Starch and Industrial Utilization.
Kazumi WAGATSUMA (Ajinomoto (Malaysia) Berhad, Kuala Lumpur, Malaysia)

APRIL 1993
BY: K.S. LEONG
K. WAGATSUMA

図 1 Sago Starch Extraction Flow Sheet

表 1 ハンマーミル導入前後でのサゴ澱粉収率と繊維の粒度分布の変化

Items	Unit	Before hammer mill	After hammer mill
Log	PCS	1,000	930
Production : dry-sago	kg	14,300	15,000
Yield : dry-sago base	%	71.8	81.0
Sago recovery vs. Log : dry base	kg/Log	14.3	16.1
Size			
Size distribution	Mesh	μ	
	10 on	>1680	%
	10	1680	%
	14	1190	%
Wasted sago-fibre	20	840	%
	20 pass	<840	%
	Total		%
		100.0	100.0

図 2 Sago Starch Extraction SFD (after Installation of Hammer Mill)

ス 当社と契約を結んでいる工場で 12 時間連続運転を実施して、主な工程の液、スラリーをサンプリングし澱粉含量と繊維含量を定量して澱粉収率を求めた(図

1)。とくに今回、澱粉収率を上げるため、回収工程にハンマーミルを導入した。

その結果を表 1 に示すが、繊維からの澱粉回収工程に

表 2 マレーシアにおけるサゴ澱粉とタピオカ澱粉の利用用途

Glucose	15,600
Monosodium glutamate	15,000
Noodle	13,200
Caramel	7,800
Sago pearl	6,000
Keropok (せんべい)	3,600
Household	36,000
Paper glue	3,600
Others	1,800
Total	102,600 トン/年

ハンマーミルを導入し、繊維をさらに細かく砕くことによりサゴ澱粉の収率が 72% から 81% に約 10% 上昇した。この結果から、さらにコロイドミルのような粉碎装置を導入することにより、収率が上がり、製造コストとポンドの BOD, COD の負荷低減に寄与できるものと思われる。

また、今回のマスバランス測定で次の知見を得た。

樹皮を除いた Log 1 本の重量 約 90 kg

同 上 サゴ澱粉含量 約 20 kg/90 kg/Log

同 上 繊維含量 約 6.5 kg/90 kg/Log

2. サゴ澱粉の工業的利用

(1) マレーシアにおける澱粉の生産量と利用用途
サラワク州の工業開発省からの情報、ならびに当社での最近の情報収集結果等を総合すると、マレーシアにおける澱粉生産量は、サゴ澱粉が年間約 6 万トン、タピオカ澱粉が年間約 5 万トンで合計 11 万トンと推定される。とくにサゴ澱粉については、東マレーシア（主に Sarawak 州）に月産 300~500 トンの工場が 9 つあり、小規模工場を合計すると年間約 5 万トン生産している。また、西マレーシア（主に Batu Pahat & Muar）に小規模工場が約 10 あり年間約 8 千トン生産している。

主な用途としては表 2 のとおりであり、この数字は、タピオカ澱粉とサゴ澱粉との合計した値である。

(2) グルタミン酸ソーダ工業でのサゴ澱粉の使用実態
当社は工場を設置したその国の国産品を主副原料

表 3 澱粉の違いによる糖化およびグルタミン酸発酵収率の比較と澱粉の性状

		サゴ澱粉 Sarawak Malaysia 産	タピオカ澱粉 Malaysia 産	サゴ澱粉50% タピオカ澱粉50% Malaysia 産	タピオカ澱粉 Thailand 産
運転バッチ数		2	8	15	14
糖化収率 %		107.0	108.0	107.5	108.2
発酵収率 (タイ産タピオカを 100%)		96.1	97.7	97.3	100.0
澱粉の性状	試料数	20	20		20
	Starch value %	84.3	84.6		85.2
	Ash %	0.17	0.19		0.17
	Moisture %	12.0	10.5		11.1
	Fibre %	0.3	0.1		0.1
	Whiteness %	93.8	100.0		107.7
	Sieving %	0.86	0.53		0.04
	TN %	0.02	0.05		
	K ppm	64	90		
	Ca ppm	6	18		
	Mg ppm	1	3		
	Na ppm	44	51		

備考：分析方法

Starch value, 澱粉を塩酸で加水分解しレーマンシュール法で glucose を定量; Ash, 550°C 4 時間; Moisture, 乾燥減量試験法 100°C 5 時間; Fibre, the Weende method with fibretec system 1; Whiteness, whiteness meter model C-100 (JISZ8722); Sieving, タピオカ澱粉 350 mesh on, サゴ澱粉 250 mesh on; TN, 窒素定量法 (ケルダール法); K, Ca, Mg, Na, 原子吸光法。

この実験データの採取には、マレーシア味の素(株)桂田直樹氏の協力をいただいた。

図3 グルタミン酸ソーダの製造フロー

として使用することを基本姿勢としている。マレーシアの工場では、主副原料全体の約 90% マレーシア国産品を使用している。とくにグルタミン酸発酵の主原料である澱粉についてはマレーシア国産のタピオカ澱粉の他に、マレーシアの特産であるサゴ澱粉に早くから注目し、1965 年の創業以来その使いこなしを試みてきた。

使用当初、糖化工程における濾過不良や発酵工程における収率低下等の問題があり、サゴ澱粉の使用量が限られていた。しかし、その後サラワク産のサゴ澱粉の品質が向上してきたことと当社での使用技術の進歩等で、1980 年以降急速に使用量を増加してきている。

マレーシアでのグルタミン酸ソーダ工業におけるサゴ澱粉の使用実態は次のとおりである。

1980 年以前	ほぼ 0
1980 年	800 tons/年
1983 年	2300 tons/年
1986 年	4900 tons/年
1989 年	8200 tons/年
1992 年	7600 tons/年

タピオカとサゴ澱粉を混合使用している。1989 年にサゴ澱粉の混合比率を約 80% まで増加させたがサゴ澱

粉の品質上（土砂泥繊維等）の問題で糖化液の濾過速度の極端な悪化トラブルが多発したため、現在はタピオカとサゴと同等の比率を目安に使用している。図 3 にグルタミン酸ソーダの製造フローを示す。

（3）糖化と発酵工程でのサゴとタピオカ澱粉との比較 サゴ澱粉とタピオカ澱粉のおおの糖化収率とサゴとタピオカ澱粉混合の糖化収率、同様にグルタミン酸発酵収率のコマーシャルプラントでの比較テスト結果を表 3 に示す。その結果、サゴ澱粉のみの運転データは 2 バッチしかないため（糖液の濾過が悪く 2 バッチ分の試料しか準備できなかった）必ずしも信頼性が高いとはいえないが、傾向として、糖化収率、グルタミン酸発酵収率ともに Tapioca (Thailand) > Tapioca (Malaysia) > Sago・Tapioca mix (Malaysia) > Sago (Malaysia : Sarawak) で、現状では、サゴ澱粉とタピオカ澱粉を約同量混合し、同一条件で糖化、発酵運転を実施し、マレーシア産タピオカ澱粉 100% と同程度の結果を得ている。

（4）サゴ澱粉使用上での課題 サゴ澱粉の使用量を増加するには、これまで何回も述べたように“サゴ澱粉の品質向上”である。

品質が上らない大きな要因として次の原因が考えられる。

1) 小規模工場での問題点

自然沈降分離で製造している小規模工場の製品は、

- ・市水がなく、泥炭湿地を流れる濁った褐色の水を使用。
- ・沈殿槽での滞留時間が長いため、カビや微生物が発生。
- ・沈殿槽から澱粉スラリーをスコップで袋詰して放置するためカビと泥や土砂を含む。

2) 近代的設備を備えた工場での問題点

- ・上記の小規模工場で製造した低品質の未乾燥澱粉を製造工程の途中に投入し混合処理するため、精製工程で不純物を十分に淘汰できず、近代的設備で製造した良好な製品にまで、悪影響を与え品質低下を招いている。
- ・機器のメンテナンス、整理・整頓・清潔・清掃等の工場運転管理が十分行き届かないことによる品質低下。

以上の点を考慮し対策を実施すれば、製品品質が確実に向上するものと確信し、アドバイスをさせていただいている。