

甘藷を原料とするアミロ法の研究 (第1報)

木 幡 健 五 郎
室 田 晋 次

目 次

緒 言

第1編 アミロ法に使用すべき絲狀菌及び酵母

第1章 各種絲狀菌の比較研究

- A. 糖化試験 B. 醱酵試験
- C. *Rh. Delemar* と *Rh. javanicus* の糖分生成力比較
- D. *Rh. Delemar* と *Rh. javanicus* 及び *Rh. Delemar* + *Rh. javanicus* の醱酵比較
- E. 高粱、小麥を原料とせる場合の *Rh. Delemar* と *Rh. javanicus* の比較
- F. *Rh. Delemar* と *Rh. javanicus* 及び *Asp. Oryzae* の糖化力比較

第2章 使用酵母の比較研究

- A. 麴汁を使用せる場合 B. 切干甘藷醪を使用せる場合 C. 使用酵母の形態並びに生理
- 第1編要旨

本研究を脱稿するに當り此の發表を許可せられ且つ種々激勵せられたる大日本酒類醸造株式會社常務取締役平山與一氏に深甚の謝意を表す。

緒 言

アミロ法に關する研究は1892年 CALMETT 以來の事にして枚舉に遑なき程の多くの文献あり。我が國に於ける研究も既に加藤辨三郎博士⁽¹⁾によつて發表せられ、生甘藷及び乾燥甘藷を原料とせる場合には困難にしてアミロ法は必ずしも在來の麴法に優れりと思はざるもその操作は移して參考とすべしと述べられたり。その後昭和6~7年台灣總督府專賣局に於て米酒製造にアミロ法を採用せられたるが(神谷俊一氏⁽²⁾發表)その成功により實績を向上せしめたるは我が國醱酵工業上に一大劃期を作るものと云ふも過言にあらず。然り而して其の後アミロ研究の進歩は細菌學上又工業上の研究によつて從來困難又は不能とまでされし生甘藷及び切干甘藷を原料とせる場合にも試験せられ、既に牟田邦基、田中勝利、佐藤喜吉、森下茂、武田義人氏等の發表を見るに至りたるも未だ中間工業試験の範圍に止まり實際に工業化するに至らざりき。尙又黒野勘六博士⁽⁷⁾は甘藷を主原料とせる場合のアミロ法の應用に對して次の如き結論を下されり。即ちアミロ法は在來法に比して優れたりと斷定し難く我が國の酒精工場に於て此の際純粹なるアミロ法の應用を適用する事は未だ有利と認め難しと論ぜられ、宮崎靜氏⁽⁸⁾の折衷法を推薦せられたり。それと相前後してアミロ法に關して著者の一人木幡⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾が特許を得、又山谷潤恵氏⁽²⁰⁾、吉野榮吉氏⁽²¹⁾の特許のあらはるゝありてアミロ法が漸く業界關係者の注目を引くに至れり。而して最近液體燃料問題の國家的見地より無水酒精の混入が強制さるゝことゝなり酒精及び無水酒精に對し國家が原則として製造及び販賣を掌る事となれるは茲に述ぶる迄もな

き事なるが此の國家が實施する酒精製造法はその内容の詳細は判明せざるもアミロ法採用の巷説あるを思へば我が國の酒精製造法も實に一變せるの感あり。又近時中村靜博士⁽⁹⁾によつて稀酸分解法の唱導さるゝに至り其の是非については尙論議の餘地あるべしと雖も、吾人としては其の進歩發展の急激なるに驚き只その具體化につき追隨の暇なき感あるものとす。

當社に於ては、昭和7年台灣に於けるアミロ法の成功を知り之を内地の甘藷及び切干甘藷に應用せんとし社長森英示氏、事務取締役堀末治氏、常務取締役平山與一氏の御賛同の下に昭和7年秋熊本工場に試験工場を設け研究に着手したり。著者の一人木幡は大正5年九大の宇佐美博士研究室に於てアミロ法につき研究したる経験を有するを以て經過頗る順調にして、先づ米、高粱其他穀類を原料とする法より始めそれより首題の甘藷を原料とする方法の研究に着手し、10石容より100石容に中間工業試験を始め成功せるを以て愈々昭和10年5月より熊本工場の改造を斷行し同年11月より全工場を純然たるアミロ法操作によつて作業を開始したり。是れ我が國に於ける最初の生甘藷及び切干甘藷を主原料とせる唯一無二のアミロ法による酒精工場にして其面目を發揮しつゝ昭和10酒造年度を終へ充分にその成績を向上せしめ得たり。本年度も同様にして、生甘藷及び切干甘藷により醱酒精分8~6%、醱酵日數7日にして日産100~80石の焼酎(30%)を順調にして完全なる作業の下に製造しつゝあり。尙アミロ法採用の結果は原料費の大なる低減に加ふるに職工賃及び燃料費の節約の結果工場成績を一層に向上せしめ得たるは工場技術者として欣快とするところなり。

今や酒精專賣制度の實施により、アミロ法の重要視さるゝに至りたる際、當工場に於ける著者の諸研究、中間工業試験及び實際工業上の成績を忌憚なく記して黎明期にあるアミロ法の全貌を明かにし以て業界の參考に供すると共に延いては現下非常時無水酒精問題解決の一端に資し併せて諸賢の御指導と御批判を仰がんとするものなり。

尙當研究を起すに當り臺灣總督府中央研究所中澤亮治博士、武田義人博士、當時の臺灣專賣局樹林工場長佐藤喜吉氏、同工場上田武敏氏、並びに當時の中央研究所平友恒氏より御援助を給はりしことを厚く感謝す。

第1編 アミロに使用すべき絲狀菌及び酵母

第1章 各種絲狀菌の比較研究

アミロ法に使用さるゝ絲狀菌に就ては既に牟田邦基、田中勝利兩氏⁽⁹⁾によつて各種澱粉原料を使用し良好なる品種として *Rh. Delemar* 及び武田義人氏⁽¹⁰⁾の分離せられたる *Rh. javanicus* (5502), 5201, 及び *Rh. Péka I* を挙げ特に蕃薯簽については5502良種なりとせられたり。更に森下茂氏⁽⁶⁾によつて蕃薯簽に應用する場合は *Rh. javanicus* 良好なりとし、武田義人氏⁽⁶⁾も各種の澱粉原料について *Rh. Delemar* と *Rh. javanicus* を比較研究され *Rh. javanicus* は *Rh. Delemar* に比して糖化迅速にしてアミロ法に適する菌種なりとの結果を得られたり。

著者は幸ひ台灣總督府中央研究所中澤亮治博士の御好意により *Rh. Delemar* 及 *Rh. javanicus* の分譲を得、又廣島高工長西廣輔教授より既知リゾープス屬の分譲を得たるを以て之を切干甘藷に應用すべく著者が自ら26種の朝鮮産麴子及び27種の朝鮮燒酎醪より分離せる絲狀菌の内リゾープス屬、ムコール屬について切干甘藷に繁殖良好なるものを選択し之等各種多數の菌種について糖分生成力を比較研究し、最後に *Asp. Oryzae* との比較をも試みたり。

使用せる菌種は第1表の如し。

第 1 表

No.	菌 種 名 又 は 番 號	分譲又は 分離年月	分譲所 (又は分離麴子製造所)
1	<i>Rh. Oryzae</i> WENT et GEERLINGS	昭 和 8. 12	廣島高等工業學校 長西教授
2	<i>Rh. formosaensis</i> NAKAZAWA	"	"
3	<i>Rh. Batatas</i>	"	"
4	<i>Rh. nodosus</i> NAMYSLOVSKI	"	"
5	<i>Rh. tonkinensis</i> VUILLEMIN	"	"
6	K 20 b	" 9. 5	平壤、大平醸造株式會社 粗麴子
7	K 1 b	" 8. 6	慶南東萊邑里川市作製造所 "
8	K 23 a	" 9. 5	" 高陽麴子製造所 "
9	K 5 d	" 8. 6	慶南昌原、昌原麴子製造所 "
10	KM24a	" 9. 5	京城不老商會 醪
11	KM24b	"	" "
12	KM24c	"	" "
13	KM24f	"	" "
14	KM21d	"	" 粗麴子
15	K 22 c	"	開城、開城醸造會社 "
16	K 24 a	"	仁川、朝日醸造 "
17	K T	"	東萊郡麴子製造所 "
18	<i>Rh. javanicus</i> TAKEDA	" 9. 2	臺灣總督府中央研究所
19	<i>Rh. Delemar</i> WEHMER et HANZAWA	" 7. 5	"

實 驗 之 部

○(A) 糖 化 試 驗

實 驗 方 法

(a) 絲 狀 菌 種 植

5日間35°Cの恒溫匣中にて馬鈴薯上に培養せる各種絲狀菌に12°Bllg麴エキスを添加振盪し孢子を浮游せしめ、35°Cにて7~8時間放置せるもの1白金耳を培養醪に種植後35°Cの恒溫匣にて適時振盪しつゝ7日間培養し生成せる酒精分、糖分、酸度及びpHを測定せり。

○(b) 培 養 醪

300ccのフラスコに内地切干甘藷粉碎物 30g 井水 200cc 及び工業用鹽酸 (比重1.16) 10 倍稀釋液3ccを加へ煮沸せる湯浴中にて糊化後 40lb 30分間加壓蒸煮せるものを使用す。

(c) 分 析 方 法

酸度： 濾液10ccに對する 1/10 N NaOH の滴定 cc 數を示す。指示薬はフェノールフタレインを使用せり。

pH： キンヒドロ使用の板野式 pH 測定器による。

糖分： ベルトラン氏法により 100cc 中の glucose の g 數を以て示す。

酒精分： 醱酵液100ccを苛性曹達にて中和後蒸溜水 50cc を加へその100ccを蒸溜し比重又は重クロム酸加里による比色法によつて測定せる容量 % を示す。

澱粉價： 培養液を比重1.125の鹽酸にて轉化せしめたる後の100cc中の總還元糖 g 數に 0.9 を乗じたる數を示す。

實 驗 結 果

内地切干甘藷成分表

水分	糖分(glucoseとして)	澱粉價	全窒素	粗脂肪	灰分
14.73	4.12	71.56	0.322	0.938	2.66
培 養 醗					
酸度	pH	糖分	澱粉價		
2.2	3.65	1.591	11.765		

第 2 表

菌 種 名	酸 度	pH	糖 分	酒 精 分	酒精分に相當する glucose	總 糖 量
<i>Rh. Oryzae</i>	3.7	2.90	4.250	1.43	2.220	6.470
<i>Rh. formosaensis</i>	3.7	2.97	5.880	2.42	3.758	9.740
<i>Rh. Batatas</i>	3.5	3.04	1.489	1.70	2.640	4.129
<i>Rh. nodosus</i>	5.0	2.99	3.621	1.65	2.560	6.181
<i>Rh. tonkinensis</i>	4.2	2.99	2.100	1.33	2.060	4.160
K20b	3.0	3.13	7.118	1.08	1.677	8.795
K1b	2.8	3.13	2.310	1.66	2.578	4.888
K23a	3.0	3.11	7.687	0.73	1.133	8.820
K5d	4.5	3.04	2.442	1.87	2.904	5.346
<i>Rh. Delemar</i>	3.3	3.02	6.011	2.34	3.774	9.785
<i>Rh. javanicus</i>	3.0	3.11	7.656	1.19	1.848	9.503

第 3 表

菌種名又は番號	酸 度	糖 分	酒 精 分	酒精分に相當する glucose	總 糖 量
KM24a	3.1	4.088	1.05	1.630	5.718
KM24b	3.1	4.263	0.97	1.506	5.769

KM24e	濾過困難糖化不良				
KM24f	"				
K20b	2.3	6.644	1.08	1.667	8.321
K21d	濾過困難糖化不良				
K22c	2.8	2.426	0.90	1.390	3.818
K23a	2.6	5.618	0.90	1.390	7.008
K24a	2.9	1.977	0.90	1.390	5.536
KT	2.2	2.521	0.90	1.390	6.179
<i>Rh. Delemar</i>	2.8	6.336	1.66	2.577	8.913
<i>Rh. javanicus</i>	2.8	7.798	1.06	1.646	9.444

以上7種の既知リゾプス属及12種の朝鮮産麹子又は朝鮮焼酎醪より分離したる絲狀菌を比較せるに第2表、第3表の結果に示す如く *Rh. Delemar*, *Rh. javanicus* 最も優良にして *Rh. formosaensis* 之に次ぎ K20d 及び K23a も又優良なりと認め得。尙 *Rh. Delemar* は *Rh. javanicus* より菌絲のみによる酒精醱酵強く、長時間に於ける糖分生成量は略伯仲の間に在るは後に述ぶる糖分生成速度と對照して聊か興味ある事實とす。

(B) 醱酵試験

前回の糖化試験に於て優良なりと認めたる *Rh. Delemar*, *Rh. javanicus*, *Rh. formosaensis*, K20b 及び K23a を使用し酵母を種植醱酵試験を行へり。

實驗方法

(a) 絲狀菌の種植及び蒸煮培養液は前者同様

(b) 酵母の種植

絲狀菌を種植し 35°C にて 48 時間培養後 12°Bllg の麴エキスを 35°C にて 24 時間培養せる沈澱酵母 0.1cc を種植し 35°C にて培養しつつ重量の減少止みたる後醱酵液に少量の蒸留水を加へ一定容量となし分析す。尙使用酵母は當工場にて在來使用せしものなり。以後之を假に *Hefe D* と名附け特に記さざる限り同一酵母を使用せり。

(c) 醱酵歩合

原料澱粉價より生ずべき Gay-Lussac の理論上の alcohol cc 數を以て生成せられたる alcohol cc 數を除せるものを示す。

實驗結果

第 4 表

菌 種	酸 度	酒 精 分	生成酒精 cc	醱酵歩合	平 均	残澱粉價
<i>Rh. formosaensis</i>	4.2	5.548	12.206	79.47	79.20	1.189
	4.2	5.510	12.122	78.94		11.97
K20c	3.6	4.730	10.347	69.37	68.40	2.459
	3.5	4.846	10.661	69.42		2.537

K23a	3.7	5.142	11.313	73.66	74.83	1.782
	3.7	5.305	11.671	75.99		1.758
<i>Rh. Delemar</i>	3.8	5.629	12.384	80.12	81.09	1.258
	3.9	5.729	12.604	82.06		1.235
<i>Rh. javanicus</i>	3.9	5.666	12.465	81.17	80.91	1.143
	3.9	5.630	12.386	80.65		1.013

備考：醱酵日数9日、容量 200c.c.

第4表に示す如く *Rh. Delemar* 及 *Rh. javanicus* が好適なるものと思われ *Rh. formosaensis* 又良好にして K20c, K23a は *Rh. Delemar*, *Rh. javanicus* に遙かに及ばず。以上の結果より著者の所有する菌株の内にては *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* がアミロ法に適する菌種なる事を認め朝鮮産麴子又は醪より分離したるものには有用なるものを認めず。*Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* との醱酵成績は殆ど同一なり。

(C) *Rh. Delemar* と *Rh. javanicus* との糖分生成力比較

著者はアミロ法に好適なる絲状菌として *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* が最良なる事を認めたるを以て兩菌種の糖分生成速度を比較せり。實驗方法としては糖化試験(A)に使用せると同一の培養液12本を調製し6本宛 *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* を種植し適時振盪しつつ35°Cに於て培養し毎日その1本を分析し兩菌種の糖化速度を比較せり。結果は第5表、第6表、第1圖の如し。

第 5 表

Rh. Delemar

時 間	酸 度	pH	糖 分	酒 精 分	酒精分に相當する glucose	總 糖 分	糖 化 %
24	2.2	3.45	1.418	0.207	0.322	1.740	14.79
48	2.5	3.45	2.028	0.600	0.932	2.960	25.14
72	2.8	3.45	4.511	1.128	1.753	6.264	53.22
96	2.9	3.20	6.639	1.766	2.743	9.382	79.72
120	3.2	3.13	6.294	2.128	3.305	9.599	81.56
144	3.6	3.18	6.006	2.566	3.985	9.991	84.89

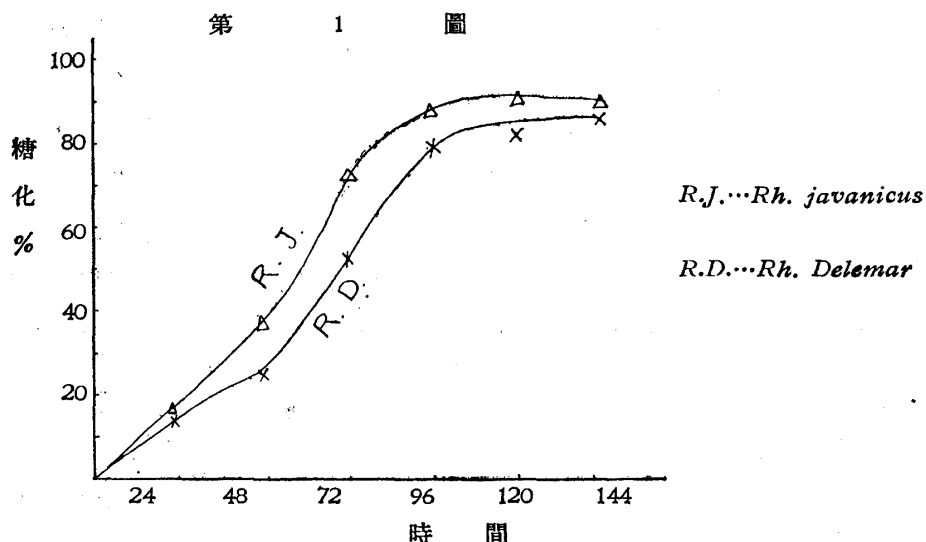
第 6 表

Rh. javanicus

時 間	酸 度	pH	糖 分	酒 精 分	酒精分に相當する glucose	總 糖 量	糖 化 %
24	2.2	3.45	1.823	0.175	0.272	2.095	17.80
48	2.7	3.42	3.843	0.400	0.621	4.464	37.94
72	2.5	3.28	7.350	0.849	1.320	8.670	73.67
96	3.0	3.06	8.500	1.237	1.922	10.422	88.56
120	3.0	3.07	84.33	1.342	2.085	10.518	89.37
144	3.3	3.07	8.215	1.717	2.668	10.883	88.91

備考：糖 化 %

蒸煮醪 100cc 中の澱粉價より生すべき理論上の glucose g 數を以て總糖量を除せるものを示す蒸煮醪の成分は各回第 1 圖に於て大差なきを以て前回に於て分析せる結果を採用せり。即ち 100cc 中の澱粉價は 11.765g にして此の數値を 0.9 はて除せるものを以て理論上の生成糖量とす。



以上 144 時間兩菌種を内地切干甘藷に培養せる結果より *Rh. javanicus* は *Rh. Delemar* に比して各時間に於ける糖化歩合良好にして即ち原料たる切干甘藷に對する糖化速度は、*Rh. javanicus* の方 *Rh. Delemar* に優る事を認め得たり。

Rh. javanicus は 120 時間目に於て 89.37% なる結果を示す。されど酸及酒精の生成力は *Rh. Delemar* の方大にして生成せる糖分は菌絲によつて相當に酒精醱酵を営まれる。以上兩菌種を比較せる結果は森下茂、武田義人氏が蕃薯簽に於て認められたる事實と一致する。

アミロ法に使用する菌としてはその糖化速度より *Rh. javanicus* の方が *Rh. Delemar* より良種なりと認めらる。

(D) *Rh. Delemar* と *Rh. javanicus* 及び *Rh. Delemar* + *Rh. javanicus* の醱酵比較

實驗方法

- 内地切干甘藷粉碎物(澱粉價 11.76%) 80g に井水 560cc 及び工業用鹽酸 10 倍稀釋液 8cc を加へ沸騰せる湯浴中に糊化後 40lb 30 分間加壓蒸煮す。
- 絲狀菌種植の際は孢子を麴エキスを浮游せしめたるもの 0.5cc、酵母は 1cc 種植す。培養 35°C。

實驗結果

第 7 表

菌種	酸度	pH	酒精分	生成酒精 cc	醱酵歩合	平均
<i>Rh. Delemar</i>	3.2	3.30	5.446	32.676	79.55	80.345
	3.1	3.28	5.554	33.326	81.14	
<i>Rh. javanicus</i>	3.2	3.31	5.594	33.564	81.72	81.065
	3.2	3.32	5.504	33.026	80.41	
<i>Rh. Delemar</i> + <i>Rh. javanicus</i>	3.2	3.30	5.469	32.815	79.89	79.935
	3.2	3.32	5.447	32.845	79.98	

備考：全容量 600cc 醱酵日數 8 日

以上の結果より *Rh. javanicus* 良好にして *Rh. Delemar* 之に次ぎ却つて混合せるものは劣れるも其の成績の差異僅かにして優劣をつけ難し。

(E) 高粱、小麥を原料とせる場合の *Rh. javanicus* と *Rh. Delemar* の比較

穀類を原料とせる場合の兩菌種の醱酵結果を比較せるものにして同時に酵母を種植せざるものをも培養し其の醱酵終了と共に分析し菌絲のみによる糖化及び醱酵歩合をも求めたり。

(a) 高 梁

滿洲產高粱粉碎物 80g に井水 480cc を加へ10倍稀釋工業用鹽酸 8cc を加へ常法により 40lb 30分間加壓蒸煮し絲狀菌 0.5cc を種植 35°C にて培養す。尙酵母は *Sacch. Peka* の沈澱酵母 1cc を種植せり。使用せる高粱の成分は次の如し。

水 分 13.86 澱粉價 64.237

分析結果は第8表、第9表の如し。

第 8 表

糖化試験 培養 10日

菌 種	酸 度	pH	糖 分	酒精分	酒精分に 相當する glucose	總糖量	糖化歩合	醱酵歩合
<i>Rh. Delemar</i>	2.5	3.24	3.324	3.427	5.323	8.647	90.55	65.29
<i>Rh. javanicus</i>	3.0	3.01	5.155	2.149	3.338	8.493	88.89	41.79

備考： 全容量を600ccとす

第 9 表

醱酵試験 培養 10日

菌 種	酸 度	pH	酒 精 分	生成酒精cc	醱酵歩合
<i>Rh. Delemar</i>	2.6	3.34	5.249	31.494	85.65
<i>Rh. javanicus</i>	2.8	3.25	5.143	30.858	83.94

備考： 全容量 600ccとす

以上の結果より高粱に對しては *Rh. Delemar* は *Rh. javanicus* に比して醱酵歩合良好なる結果を示せり。且つ菌絲のみの繁殖の際糖分量は *Rh. javanicus* 優れども酒精量に於て少なきため結局糖化歩合に於ては *Rh. javanicus* 劣り *Rh. Delemar* 稍優れる事を認め得たり。尙 *Rh. Delemar* の菌絲は高粱澱粉を90%まで糖化せる事を認め且つ菌絲のみの醱酵も 65.29%迄進みしを知り得たり。

(b) 小 麥

小麥粉碎物 80g に井水 480cc 及び工業用鹽酸 10倍稀釋液 8cc を加へ常法により 40lb 30分間加壓蒸煮し、絲狀菌 0.5cc を種植 35°C にて培養す。尙、酵母は *Sacch. Peka* の沈澱酵母 1cc を種植す。

使用せる小麦の成分は次の如し。

水分 13.28 澱粉價 66.339

分析結果は第10表、第11表の如し。

第 10 表

糖化試験 培養7日

菌 種	酸 度	pH	糖 分	酒精分	酒精分に 相當する glucose	總糖量	糖化%	醱酵歩合
<i>Rh. Delemar</i>	3.6	3.66	2.572	3.056	4.747	7.319	74.48	48.29
<i>Rh. javanicus</i>	3.4	3.48	3.483	2.187	3.397	6.880	70.08	34.56

備考：全容量を600ccとなして分析す

第 11 表

醱酵試験 培養7日

菌 種	酸 度	pH	酒精分	生成酒精cc	醱酵歩合	殘澱粉價
<i>Rh. Delemar</i>	3.4	3.65	4.374	26.244	68.72	1.989
<i>Rh. javanicus</i>	3.8	3.45	4.076	24.456	64.41	1.742

備考：全容量を600ccとなす

小麦の場合も兩菌種の特性は高粱の際と同一にして、酒精生成量は *Rh. Delemar* 優れ結局その糖化歩合も良好なり。且つ醱酵歩合も良好なる事を認め得たり。

小麦は高粱に比して酒精醱酵迅速にしてその期間短かきが如きも醱酵成績は不良なる結果を示し他日發表すべき穀類を原料とするアミロ法の中間工業試験に於ても此と同様な傾向を示せり。

以上高粱及び小麦を使用して兩菌種を比較せるに此等の原料に對しては糖化歩合及び醱酵歩合は *Rh. Delemar* の方 *Rh. javanicus* に優れる事を認む。

(F) *Rh. Delemar*, *Rh. javanicus* 及び *Asp. Oryzae* の糖化力比較

Rh. Delemar と *Asp. Oryzae* とのアミラーゼの比較について加藤⁽¹⁵⁾三郎博士は比較研究の結果 *Rh. Delemar* は *Asp. Oryzae* に比して液化力劣り糖化力優ると述べられ、黒野⁽⁷⁾勘六博士は、*Rh. Delemar* の糖化酵素は *Asp. Oryzae* に比して澱粉液化力並びに糖化力劣ると述べられたり。尙森下⁽⁵⁾茂氏は *Rh. javanicus* は *Rh. Delemar* に比して糖化力並びに液化力優ることを認められたり。

著者は *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* を液體培養の結果澱粉量の90~85%まで糖化する事を認めたるも培養液中菌絲による消費及び酸の生成等のために減少せしものにあらざるやと思考し別に酵素液を調製し内地切干甘藷蒸煮液に作用せしめ糖化試験を行ひたり。尙、此の際併はせてアスペルギルス屬について比較試験をなせり。

實 験 之 部

(a) 使 用 菌

- i. *Asp. Oryzae* (松尾焼酎もやしより分離し、當工場保存のもの)
- ii. *Rh. Delemar*
- iii. *Rh. javanicus*

(b) 酵 素 液 調 製

麴 100gr に水 150cc を加へ蒸餾後之をよく混合しその 20g を 200cc の三角フラスコに入れ常法により殺菌各菌種の 1 白耳を種植 6 日 35°C にて培養せる後蒸溜水 100cc を加へ磨碎 2 時間室温にて放置浸出せる濾液を酵素液とす。酵素液はベルトラン氏法によるも糖分を検出せず。

(c) 糖 化 力 測 定

澱粉液 200cc に酵素液 10cc 及びトルオールを加へ 35°C の恒温匣中に放置し適時試料を採取しベルトラン氏法によつて糖分を定量 glucose g 数として表し澱粉の分解を比較せり。

實 験 I.

(a) 切干甘藷蒸煮液を作用液とせる場合

蒸煮液の調製：

内地切干甘藷粉碎物 20g に井水 500cc 及工業用鹽酸 10 倍稀釋液 2cc を加へ 30lb 30 分間加壓蒸煮後 800cc に稀釋し濾過せるものを以て試料となす。

	糖 分	澱粉價	澱 粉
蒸 煮 液 分 析	0.305	1.820	1.638

酵素液及び作用液混合後の pH=4.23

第 12 表

	<i>Asp. Oryzae</i>			<i>Rh. Delemar</i>			<i>Rh. javanicus</i>		
時 間	糖分	増加糖分	糖化%	糖分	増加糖分	糖化%	糖分	増加糖分	糖化%
1	0.931	0.626	46.03	0.394	0.089	19.48	0.371	0.066	18.34
5	0.975	0.670	48.21	0.697	0.392	34.46	0.617	0.312	30.51
20	1.147	0.842	56.72	1.439	0.934	71.15	1.554	1.249	76.84
40	1.184	0.879	58.54	1.896	1.591	93.75	1.808	1.503	89.40
64	1.195	0.890	59.05	1.869	1.564	92.42	1.995	1.690	98.65

備考：糖化%は澱粉價 1.820g を糖分に換算せる數値を以て糖分を除せるものを示す

(b) 甘藷澱粉を作用液とせる場合

生甘藷を大根オロシにて磨碎沈澱せし部分を繰返し水洗沈澱せしめ風乾せしもの 20g に水 500cc 及び工業用鹽酸 10 倍稀釋液 1.2cc を加へ 30lb 30 分間加壓蒸煮せるものを 800cc となしその濾液 200 cc をとりて前回同様處理す。

	糖 分	澱粉價	澱 粉
蒸 煮 液 分 析	0.106	2.089	1.994

第 13 表

	<i>Asp. Oryzae</i>			<i>Rh. Delemar</i>			<i>Rh. javanicus</i>		
時 間	糖分	増加糖分	糖化%	糖分	増加糖分	糖化%	糖分	増加糖分	糖化%
1	0.755	0.649	32.52	0.182	0.076	7.84	0.193	0.087	8.31
5	0.857	0.751	36.92	0.468	0.362	20.16	0.450	0.444	19.38
20	0.948	0.842	40.80	1.554	1.448	66.95	1.416	1.310	61.00
40	0.928	0.822	39.98	1.852	1.746	79.79	1.940	1.834	83.58
64	1.008	0.902	43.42	1.974	1.868	85.04	2.058	1.952	88.66

備考：糖化%は前回と同様の方法によれり

以上第12表、第13表の結果より *Asp. Oryzae* は初期に於ける糖化極めて良好にして1時間目に於ては約30%以上を糖化するに反し *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* は共に7~8%程度に過ぎずされど20時間作用せしめたるものは既に *Asp. Oryzae* に優り時間の経過と共に次第に進行し *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* は共に糖化良好にして殆ど大部分88~98%を糖化するに反し *Asp. Oryzae* は60%前後に止まる。*Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* の酵素による糖化速度は *Rh. javanicus* 大なるものの如し。

(c) 穀類の蒸煮液を使せる場合

粉碎せる原料に下記の割合にて水及び鹽酸を加へ30lb 30分間加壓蒸煮せる液を250ccとなし酵素液10cc及びトルオールを加へ糖化せしむ。

	使用量g	水	10倍稀釋鹽酸(cc)
滿 洲 高 粱	5.5	200cc	0.55
脱 皮 高 粱	5.0	"	0.35
小 麥	5.5	"	0.55
外 國 碎 米	5.0	"	0.35

第 14 表

	蒸 煮 液 澱 粉 價	酵 素 液 添 加 後 pH	
		<i>Asp. Oryzae</i>	<i>Rh. Delemar</i>
滿 洲 高 粱	1.350	4.27	4.20
脱 皮 高 粱	1.423	4.29	4.29
小 麥	1.421	4.03	4.29
外 國 碎 米	1.421	4.32	4.38

Asp. Oryzae 第 15 表

	満洲高粱	脱皮高粱	小 麥	外國碎米
時 間	糖分 糖化%	糖分 糖化%	糖分 糖化%	糖分 糖化%
1	0.292 19.48	0.304 19.09	0.320 20.53	0.281 17.78
4½	0.496 33.11	0.552 34.63	0.552 36.53	0.514 32.52
9½	0.622 41.47	0.595 37.37	0.622 39.26	0.680 43.06
26	0.777 51.77	0.791 49.70	0.820 52.61	0.848 53.70
68	0.988 65.88	1.038 65.59	1.025 65.74	1.051 66.57

Rh. Deleamar 第 16 表

	満洲高粱	脱皮高粱	小 麥	外國碎米
時 間	糖分 糖化%	糖分 糖化%	糖分 糖化%	糖分 糖化%
1	0.100 6.55	0.100 6.28	0.119 7.60	0.074 4.09
4½	0.272 18.15	0.247 15.54	0.282 18.12	0.257 16.29
9½	0.524 34.90	0.383 24.09	0.596 38.28	0.468 29.65
26	1.035 69.00	1.066 66.99	0.998 64.05	1.010 64.00
68	1.407 93.77	1.525 97.78	1.367 87.71	1.446 91.60

備考：糖化%は澱粉價の分解なり

第15表、第16表に於ても前回同様 *Asp. Oryzae* による糖化は初期に於て速やかなれども長時間作用さすときは *Rh. Deleamar* に及ばず。*Rh. Deleamar* の糖化酵素は原料澱粉の87~97.78%まで分解する事を認めたり。

實 験 I

内地切干甘藷粉砕物 20g に水 500cc を加へ下記の如く蒸煮せる液を 800cc としその 200cc に酵素液 10cc 及び 0.2N 醋酸鹽緩衝液 10cc を加へ pH を 5.0 にしたるものを以て前記同様酵素力を比較す。

1. 30分間 常壓にて蒸煮
2. 30分間 30lb にて加壓蒸煮
3. 工業用10倍稀釋鹽酸 2cc を加へ 30lb30分間蒸煮す。

蒸 煮 液 分 析

	澱粉價	糖分	澱分
1	1.821	0.231	1.613
2	"	0.333	1.521
3	"	0.389	1.471

第 17 表

時 間	24			48			72			96			
	糖分	増加 糖分	糖化 %	糖分	増加 糖分	糖化 %	糖分	増加 糖分	糖化 %	糖分	増加 糖分	糖化 %	
<i>Rh. Delemar</i>	1	1.168	0.937	57.72	1.525	1.294	75.37	1.660	1.429	82.04	1.755	1.524	86.73
	2	1.168	0.835	57.72	1.525	1.192	75.37	1.647	1.314	81.40	1.769	1.436	87.33
	3	1.221	0.832	60.34	1.592	1.203	78.68	1.727	1.338	85.35	1.824	1.435	90.14
<i>Asp. Oryzae</i>	1	1.115	0.884	55.10	1.274	1.043	62.86	1.405	1.174	69.44	1.511	1.280	74.67
	2	1.142	0.809	56.44	1.313	0.980	64.89	1.444	1.111	71.36	1.552	1.219	76.70
	3	1.142	0.753	56.44	1.356	0.967	67.01	1.481	1.092	73.19	1.579	1.190	78.40

第17表の結果より pH を調節し、蒸煮液の變化による糖化の關係を實驗せるに鹽酸を添加し加壓蒸煮せるもの概して良好ならざる如き結果を示したるも大差なし。糖化力に於て *Asp. Oryzae* は *Rh. Delemar* に劣る事を認め得たり。

本項は要するに *Rh. javanicus*, *Rh. Delemar* 及び *Asp. Oryzae* の酵素液を作り糖化力を比較し次の事實を認めたり。

- (1) 鹽酸を添加して加壓蒸煮せる切干甘藷蒸煮液を澱粉液として實驗せる結果 *Asp. Oryzae* は初期に於て糖化力優るも結局 *Rhizopus* 屬に及ばず、穀類に於ても同様なり。*Rh. javanicus* と *Rh. Delemar* とは大差なきも前者稍優れる事を認め得たり。
- (2) 切干甘藷を常壓、加壓、鹽酸添加加壓蒸煮の3種の操作によつて澱粉液を調製せる場合も *Asp. Oryzae* 及び *Rh. Delemar* の糖化歩合は蒸煮液の變化による影響は認め難し。

第 2 章 使用酵母の比較研究

アミロ法に使用すべき酵母については加藤辨三郎博士⁽¹⁾は *Rasse I* に類するものを使用せられ、アミロ法に使用する酵母は高温に作用すると云ふ條件に糖化作業良好なる場合は左程重大でなく寧ろ繁殖と醗酵との關係、酒精に對する抵抗力を重要視せられたり。佐藤喜吉氏⁽¹¹⁾は *Sacch. anamensis* と *Sacch. Peka* とを比較研究し *Sacch. Peka* は *Sacch. anamensis* に比して醗酵速かにしてその成績も亦良好なりとせられたり。著者は在來當工場に於て使用せる酵母 (*Hefe D*) が是に適するや否やを比較研究せり。

實 驗 之 部

(A) 麴汁を使用せる場合

12°Bilg の麴汁 300cc に 12°Bilg の麴汁 5cc に24時間 35°C にて培養せる酵母の沈澱部分を種植常法により醗酵管を附し醗酵試験を行なへり。

使用麴汁の分析

酸 度	pH	糖分	Bllg
27	3.90	10.80	12.0

実験結果

第 18 表

醱酵経過 (CO₂減量を g にて表はす) 培養35°C

時 間	<i>Hefe D</i>		<i>Sacch. Pêka</i>		<i>Sacch. anamensis</i>	
24	6	5	7	6	4	3
48	5	5.5	6	6	6.5	8
72	1.3	2.3	1	1	1.5	2
96	1.2	0.2	0	0	1.0	0
120	0	0	0	0	0	0
計	13.5	13.0	14.0	13.0	13.0	13.0

第 19 表

醱酵液分析

	<i>Hefe D</i>		<i>Sacch. Pêka</i>		<i>Sacch. anamensis</i>	
酸 度	4.0	4.1	4.4	4.4	4.2	4.3
酒 精 分	6.1783	6.2068	5.8388	5.8108	5.8172	5.8292
残 糖 分 (glucoseとして)	0.4222	0.4222	0.7443	0.7443	0.7443	0.7443
残 Bllg	0.67	0.67	1.47	1.37	1.37	1.37
醱 酵 歩 合	88.85	89.25	83.96	83.56	83.66	83.82
平 均	89.05		83.76		83.74	

第18表、第19表の結果より麴汁培養の際 CO₂ 減量より比較するに *Sacch. Pêka* 最も速やかにして *Hefe D*, *Sacch. anamensis* 之に次ぐ、されど醱酵成績は *Hefe D* 最も良好にして *Sacch. Pêka*, *Sacch. anamensis* は同様なる成績を示せり。

(B) 切干甘藷醪を使用せる場合

麴汁を使用せる場合 *Hefe D* 最も良好なる結果を得たれば再々之を内地切干甘藷のアミロ法に使用し醱酵試験を行ない比較せり。尙 *Hefe D* については、30°C, 33°C, 35°C の培養を比較せり。実験方法は内地切干甘藷粉碎物 1 kg に井水 10L を加へ攪拌機を有する加壓釜中にて 40lb 30分間加壓蒸煮せる液 400cc に *Rh. javanicus* を種植 35°C に於て48時間培養後酵母を種植し各温度に於て醱酵せしめたり。

	酸度	pH	澱粉價
蒸煮液分析	2.2	3.78	11.28

第 20 表
醗酵液分析

<i>Hefe D</i>						<i>Sacch. Pêka</i>		<i>Sacch. anamensis</i>		
培養溫度	35°C		33°C		30°C		35°C		35°C	
酸 度	4.2	4.2	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.8	4.5
殘 Bilg	0.13		0.27	0.17	0.29	0.22	0.27	0.17	0.29	0.32
酒 精 分	6.381	6.513	6.508	6.571	6.599	6.569	6.362	6.171	6.448	6.294
平 均	6.447		6.539		6.584		6.267		6.371	

第20表の結果より 35°C に於て *Hefe D* は *Sacch. anamensis* 及び *Sacch. Pêka* に優る事を認め *Sacch. anamensis* は *Sacch. Pêka* より良好なる如し。尙 *Hefe D* は比較的低温に於て好適にして 30°C 最もよく 35°C にてはその成績は比較的劣下せり。

以上の実験によつて *Hefe D* はアミロ法に好適なりと認められ *Sacch. anamensis* 及 *Sacch. Pêka* に劣らず寧ろ優れた事を認めたるを以て以後中間工業試験及び工業上実施の際も之を使用することとせり。

(C) *Hefe D* の形態並びに生理

Hefe D の形態並びに生理について実験せるものを略記す。詳細は追つて後報すべし。

細胞： 麴汁培養に於ける細胞は球形又は卵形にして内容透明なり。出芽細胞は球形のもの比較的多し。細胞の大きさは球形は $7.6 \sim 3.8\mu$ にして普通 6.7μ 又卵形のもの $11.5 \times 8.6\mu \sim 4.8 \times 3.8\mu$ にして普通 $7.6\mu \times 6.7\mu$ なり。長期培養せるものには長橢圓形又は胡瓜形のもの認め大さは $11.5 \times 4.8 \sim 11.3 \times 3.8\mu$ なり。

液體培養： 麴汁4～5日培養に於て皮膜を形成し器壁を上昇す。醗酵による泡沫は粘性にして高し。沈澱せる酵母は緻密にして割合固し。

劃線培養： 麴汁寒天上（室温30日間）の培養はクリーム色にして周邊波状にして起伏あり中央部は陷没せる線をなす。

巨大聚落： 麴汁寒天上に室温にて30日間培養せる巨大聚落は圓形クリーム色を呈し表面は概ね平滑なれど中央部稍隆起し放射状に低くき起伏及び僅かに同心圓を形成す。周邊は緩慢なる沈状を呈す。

孢子形成： 室温にてゴロドコワ寒天に培養せる場合孢子は1～4個を形成し球形にして大さは 2.5μ なり。

死滅温度： 55°C 5分

酒精に對する抵抗性： 酒精分6%の場合は24時間、8%の場合は72時間にて醗酵せるを認め、10%に於ては約120時間に於て醗酵する如きも明瞭ならず。

發育及び醗酵の最適温度： 35°C ～ 26°C（室温）に於て實驗せる結果發育は33°Cが良好なる

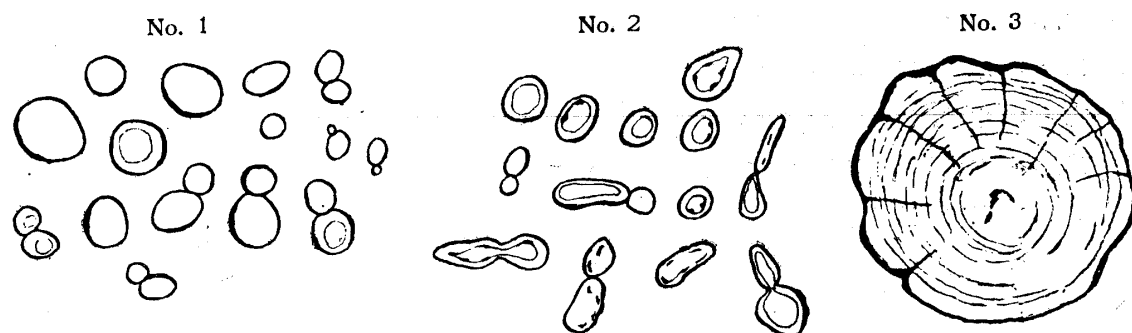
様思考され醗酵は比較的低温なる $30^{\circ}\text{C}\sim 26^{\circ}\text{C}$ 良好なり。

發育及び醗酵の最適水素イオン濃度：麴汁を使用し繁殖の場合は $\text{pH}2.78\sim 5.28$ にして行なひたる結果最適水素イオン濃度は $\text{pH}4.4\sim 4.6$ にして醗酵の場合は $\text{pH}2.9\sim 6.6$ の範圍にて、 $\text{pH}3.14\sim 5.0$ 良好にして $\text{pH}3.14\sim 4.24$ が最適の如し。

各種炭水化物に對する醗酵

醗酵性： glucose, sucrose, maltose, galactose, raffinose

非醗酵性： lactose, dextrin, starch.



附 圖 No. 1 麴汁中 30°C にて24時間培養
 No. 2 麴汁中 室温にて4ヶ月培養
 No. 3 麴汁寒天上巨大聚落

第 1 編 要 旨

アミロ法に使用すべき絲狀菌及び酵母について實驗せるに次の結果を得たり。

- (1) 内地切干甘藷の蒸煮膠を使用し在來既知 *Rhizopus* 屬及び朝鮮産麴子より分離せる菌を比較し *Rh. Delemar*, *Rh. javanicus* が良好なる事を認めたり。
- (2) *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* を比較せる結果内地切干甘藷膠に於ては醗酵成績は最後に於ては殆ど同一なれど原料の糖化は *Rh. javanicus* 速かなる事を認め得たり。
- (3) *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus* の兩種を混合使用せる場合は醗酵成績やや劣下せる如きも大差なし。
- (4) 菌絲のみによる酒精醗酵は *Rh. Delemar* は *Rh. javanicus* に比し大なるが總糖分生成量は原料により差あり。
- (5) 高粱及び小麥を使用する場合 *Rh. Delemar* は *Rh. javanicus* に優る。
- (6) *Rh. Delemar*, *Rh. javanicus* 及び *Asp. Oryzae* の糖化酵素を比較研究をなしたる結果、*Rhizopus* 屬は *Aspergillus* 屬より糖化力優る事を認めたり。尙、糖化力は著者の實驗範圍内に於ける澱粉液の調製法の差異によりては殆ど變化を認めず。
- (7) 酵母について *Sacch. anamensis*, *Sacch. Peka* 及び當工場使用在來種とを比較せる結果當工場のもの最も良好なり。

- (8) 本実験により甘藷、切干甘藷のアミロ法には *Rh. javanicus* は糸状菌としては最も良種なりと認められ、酵母は在來當工場使用のもの優良なりと認む。

(於大日本酒類醸造株式會社熊本工場)

文 献

- (1) 加藤 : 本誌、2, 1135 (大14)
- (2) 神谷 : 本誌、10, 693 (昭 7)
- (3) 牟田、田中 : 日本農藝化學會誌、12, 129 (昭11)
- (4) 佐藤 : 本誌、12, 208 (昭 9)
- (5) 森下 : 本誌、12, 919 (昭 9)
- (6) 武田 : 日本農藝化學會誌、11, 943 (昭10)
- (7) 黒野 : 日本醸造協會雜誌、30, 112 (昭10)
- (8) 宮崎 : 特許、第110127號 (昭 8)
- (9) 中村 : 本誌、14, 897 (昭11)
- (10) 武田 : 日本農藝化學會誌、11, 845 (昭10)
- (11) 佐藤 : 本誌、11, 978 (昭 8)
- (12) HENNEBERG: Handbuch der Gähr. Bakt. I, 551 (1926)
- (13) 牟田、野本 : 日本農藝化學雜誌、7, 10冊 (昭6)
- (14) 佐藤 : 本誌、10, 934 (昭 7)
- (15) 加藤 : 工業化學雜誌、27, 505 (大13)
- (16) 宇佐美 : 同、6, 386 (明36)
- (17) 加藤 : 本誌、3, 741 (大15)
- (18) 木幡 : 特許、第109125號 (昭 9)
- (19) 同 : 特許、第114505號 (昭10)
- (20) 山谷 : 特許出願公告、第4132號 (昭10)
- (21) 吉野 : 特許、第114971號 (昭11)
- (22) 中村、寺本 : 本誌、8, 504 (昭 5)