

## (4) (高岡, 石橋, 藤本, 香西) 外地米の酵素処理加工法 (第2報)

Table 4. Identified strains

*Saccharomyces cerevisiae* HANSEN:

Group I 7202

Group II 7173, 7174, 7177, 7477, 7179, 7180, 7181, 7484, 7185, 7189, 7191, 7196, 7479

Group III 7176, 7178, 7183, 7478, 7013, 7195, 7486, 7487, 7488, 7490, 7635.

*Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* (HANSEN) DEKKER:

Group I 7392, 7197, 7489, Group II 7172, 7175, 7186, 7193

Group III 7190, 7192, 7194, 7198, 7199, 7485, 7203, 7206, 7207, 7636

*Saccharomyces chevalieri* GUILLIERMOND: 7182, 7201, 7208*Saccharomyces heterogenicus* OSTERWALDER: 7184, 7200*Saccharomyces steineri* LODDER et VAN-RIJ: 7204, 7205, 7209, 7210.

終りに臨み御指導賜りました六所先生に深謝致します。又菌株を分譲下さいました各位に感謝致します。

## 文 献

1) 後藤, 横塚: 本誌, **34**, 537 (1956).  
VAN-RIJ: The Yeasts (1952).

2) 坂口, 森, 鎮目: 農化, **13**, 713 (1937).

3) LODDER,  
(昭和31, 8, 27 受理)

## 外地米の酵素処理加工法 (第2報)

## 酵素処理を施せる外地米の蒸炊飯要領とその米飯の利用試験

高岡研一・石橋ふじ・藤本園子・香西主女 (大谷女子短期大学)

## 緒 言

前報<sup>1)</sup>に於いて, 配給外地米に $\alpha$ -アミラーゼに富むバクテリア酵素剤を蒸炊飯前或いは炊飯時に作用させて粘軟美味の米飯に蒸炊する方法を考案したが, この外地米にも所謂外地米と呼ばれるビルマ米及びシヤム米等の他にテキサス米やイタリア米等の準内地米と称せられるものもあり, 前者の如き熱帯地方の産米程直鎖部分の重合度が大きくて蒸炊飯時の吸水性が悪いのであるから, 各外地米によつて夫々適当な蒸炊飯条件を定めなければならない。即ち, 使用せる所謂外地米及び準内地米に就いて種々の条件で炊飯試験を行つて適当なる条件を設定し, 又これを経時的に温度を測定して他の炊飯試験と比較した結果, 酵素処理米を適当な条件で蒸炊した米飯が最も吸水率がよく消化性に富むことを明確にした。

又, この方法によつて酵素処理を施して蒸炊せる所謂外地米飯を乾燥飯の製造及び製麴に応用してみたが, 可成り良好な結果を得ることに成功した。

## 実 験 の 部

## (1) 原料米及び酵素剤

原料米は前報<sup>1)</sup>同様大阪市阿倍野区共立通二丁目の配給外地米を使用し, 酵素剤は長瀬産業尼崎工場製の細菌未精製酵素粉末及び精製酵素剤を使用した。

先ず, 原料米の水分, 澱粉価, Fat-by-hydrolysis を前報<sup>1)</sup>と同様に分析した。(第1表参照)

その結果, 内地米に比して外地米の澱粉は Fat-by-hydrolysis の量が非常に少ないが, 準内地米の澱粉には可成り多くて内地米に近い数値を示し, 直鎖成分に螺旋構造をとつているものが多いことを示している。

次に, 細菌酵素剤を著者の常法<sup>2)</sup>, 則ち還元力を LEHMANN-SCHOORL 法で測定した WILLSTÄTTER-SCHUDEL 法の A. E.

第1表 使用外地米の分析表

種 類	水 分 (%)	澱粉価 (%)	Fat-by-hyd. (%)
内 地 米	13.02	78.30	0.87
テキサス米	13.27	70.10	0.65
イタリア米	13.79	70.97	0.85
ビルマ米	12.91	78.91	0.12
シヤム米	12.41	79.62	0.06

で示すと次の如である。

未精製細菌酵素粉末 A. E. = 29.3/g 精製細菌酵素剤 A. E. = 11.6/g

(2) 蒸炊飯要領

外地米は種類によつてその澱粉成分の差異に基く吸水性が異なるので、酵素処理並びに蒸炊飯操作に夫々の最適条件を求める必要がある。

即ち、5合炊きの鉄釜にて2合宛の米を使用し、瓦斯火によつて蒸炊飯実験を繰り返した。炊き上つた米飯の食味は主として口触り感覚によつて比較し、各種の外地米に就いて浸漬液の酵素濃度、浸漬時間、炊飯用水量等の適当条件を決定した。(第2表参照)

第2表 酵素処理外地米蒸炊飯要領

酵 素 液 浸 漬 法			酵 素 剤 添 加 法				
種 類	シヤム米	ビルマ米	テキサス米	種 類	シヤム米	ビルマ米	テキサス米
分量	140g	140g	140g	分量	140g	140g	140g
浸漬液の 酵素濃度	0.3% (0.6g/200cc)	0.2% (0.4g/200cc)	0.1% (0.2g/200cc)	酵 素 剤 添 加 量	0.6g	0.4g	0.2g
浸漬時間	17時間	17時間	17時間	炊飯用水量	2.3倍	2.0倍	1.7倍
炊飯用水量	1.4倍	1.4倍	1.3倍	火 加 減	最初は弱火で、次第に火を強くし、沸騰後暫くの間強火とし、漸次火を弱くして消化後の蒸らしに成る可く時間をかける。尚、酵素作用をよくするために温度上昇(60°~80°C)時に少くし時間をおけば更に効果的である。		

(3) 酵素液浸漬法の炊飯試験

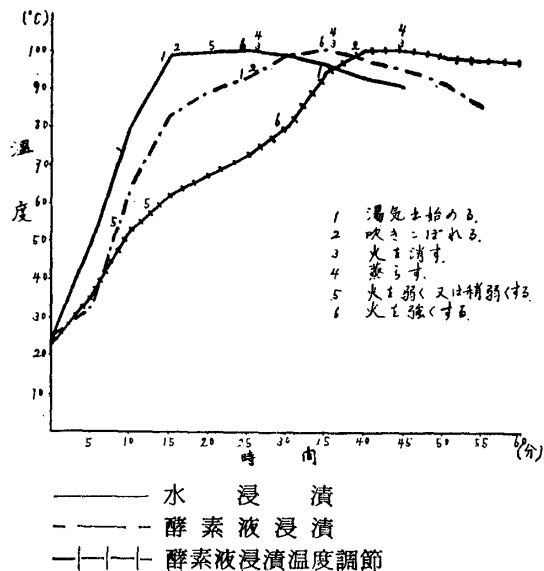
基質の外地米としてビルマ米を使用し、酵素液浸漬米を普通の火加減により炊飯して、これを対照の水浸漬米の場合と比較し、更に前者の酵素作用を加熱調節により、即ち60~80°Cの適温時を暫時維持せしめて炊飯し、これら3種の米飯の消化性を比較調査した。

即ち、5合炊きの釜の中央に200°Cの足長温度計を挿入して3合宛の米を使用し、上述の蒸炊飯要領に従つて室温(実験時: 19.5~23.5°C)にて17時間、0.2%細菌酵素液に浸漬したビルマ米に就き1.4倍量の炊飯用水を加えて炊飯し、この間経時的に測定した温度を图示すれば次の如き曲線図となる。(第1図参照)

(尚、炊飯温度の測定には、初め熱電対温度指示計にて正確に測定しようと試みたが、普通の足長温度計を使用しても殆ど誤差がなく、寧ろ取り扱いが簡便なために本実験には上記の温度計を使用した。)

尚外米飯の消化試験に就いては茶珍等<sup>3)</sup>の研究報文もあるが著者等は前報<sup>1)</sup>同様の試験法により以上3種の米飯の消化性を飯粒のまま測定した。又、水分と共に直糖(可溶性還元糖)量も測定し、消化率を乾物量に対する直糖を除いた米飯の澱粉消化還元糖量として算出した。

第1図 酵素液浸漬法炊飯温度経過図



即ち、米飯の水分測定と同時に、米飯の約20gを秤取りし、これを乳鉢にて磨砕して泥糊状となし、これを100ccの蒸留水を予め入れてあるビーカーに移し、一夜放置して浸出し、この濾液に就いてBERTRAND法に従つて還元糖を葡萄糖として求めた。(第3表参照)

第3表 酵素液浸漬法によるビルマ米飯の消化率表

浸漬の区別(火加減)	水分 (%)	流出糖量 (%)	消化率 (%)
水 浸 漬 (普 通)	65.13	2.02	12.68
酵 素 液 浸 漬 (普 通)	68.80	0.98	15.78
酵 素 液 浸 漬 (温 度 調 節)	69.40	0.88	16.43

(6)

(高岡, 石橋, 藤本, 香西) 外地米の酵素処理加工法 (第2報)

その結果, 酵素液浸漬の場合の米飯は何れも水浸漬より消化率が向上している。又, 酵素液浸漬法の中では普通の火加減の時より温度調節を行つた時の方が消化率は数値の上で僅かに高くなっている。然し, 実際の口触り感覚に於いては後者の消化性が可成り高いように感ぜられる。尚, 水浸漬米の米飯に直糖が多いのは, 炊飯前の浸漬中に於いて流出除去された糖量が酵素液浸漬の時に比して少かつたためであろう。

尚, 無処理の対照を行わなかつたが, この試験時と同一のビルマ米を使用して全く同様の実験操作で炊飯した次項の無処理の場合に比べれば, 水浸漬による米飯も可成り消化率がよくなっている。

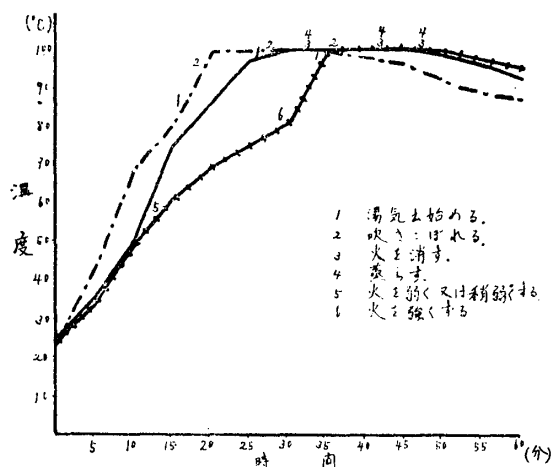
#### (4) 酵素剤添加法の炊飯試験

前項の試験と同じくビルマ米を使用し, 炊飯前の酵素液浸漬の処理は行わずに直接精製細菌酵素剤を炊飯時に添加して多量の炊飯用水を使用し, 普通の火加減によるものと温度調節を行つて炊飯した米飯との消化率を測定して対照の酵素剤無添加の場合と比較した。

即ち, 上述の炊飯要領に従つてビルマ米に精製細菌酵素剤1.2gを添加の上, 米容積の2.0倍の炊飯用水を用いて炊飯した。尚, この酵素剤添加法の場合も普通の炊飯操作及び火加減によつて加熱調節を行つた夫々の場合の炊飯温度を経時的に測定して無添加のものと比較した。

以上三者の温度曲線図を示すと次の如くである。(第2図参照)

第2図 酵素剤添加炊飯温度経過図



— 無 添 加  
- - - 酵 素 剤 添 加  
- · - · 酵 素 剤 添 加 温 度 調 節

調節を行つた場合は酵素剤を加えない無処理のものに比して酵素の作用効率は大きくなり直糖量が増し, 消化性も向上する。

#### (5) 乾燥飯製造試験

所謂外米のビルマ米及びシヤム米を上述の炊飯要領に従つて酵素液浸漬法及び酵素剤添加法に基づいて炊飯した米飯から次の如くして乾燥飯を製造し, 準内地米のイタリヤ米と無処理の内地粳米について冷水或いは熱湯による戻り試験や消化性試験等の比較実験を行つてみた。

即ち, この乾燥飯の製造は, 先ず炊飯直後の各種米飯を約70°Cの加熱乾燥器中の濡れ布巾を敷いた金網の上に一粒列べに撒き, 70°C位の加熱を約1時間続け, 時々攪拌を行つて焦げないように注意し, 次に徐々に温度を下げて50°C位迄の温度で充分乾燥して乾燥飯を調製した。

斯くして調製した各種の乾燥飯を10g宛ピーカーにとり, これに冷水(実験時21°C)及び煮沸直後の熱湯を10cc加えて米飲に戻る還元時間を測定し, 所謂戻り試験を行つて夫々を比較した。(第5表参照)

即ち, 各種外地米の乾燥飯は酵素液浸漬法によるも酵素剤添加法によるも, 冷水の戻り時間は水浸漬法の場合より早いのは勿論, 寧ろ無処理の内地粳米の速さ程度となり, 又対照として行つた水浸漬のものでは所謂外米の澱粉成分は直鎖成分が多くて長いのでそのミセル結合が強固である事と, 酵素加水分解作用を受けていないことより, 無処理の内地粳米より戻りが遅いのは勿論, 酵素処理の何れの方法よりも可成り遅くなっている。尚, 熱

又, この3種の米飯に就いて前項と同様に水分, 直糖量, 消化率を測定し, 次表の如き結果を得た。(第4表参照)

第4表 酵素剤添加法によるビルマ米飯の消化率表

処理方法(火加減)	水分 (%)	糖量 (%)	消化率 (%)
無 処 理 (普 通)	68.86	0.67	9.31
酵 素 剤 添 加 (普 通)	71.68	0.84	10.38
酵 素 剤 添 加 (温 度 調 節)	71.29	1.22	17.43

即ち, 前項より米飯の水分が増加しているのは炊飯用水量を多くしたためで, 又流出糖量は加水分解の行われる程度に無処理よりは酵素剤添加, 酵素剤添加のみよりは同温度調節と増加している。

即ち, これらの米飯は炊飯前に浸漬処理を行つていないために, 普通の火加減による酵素剤添加法の場合は消化率が数値の上で僅かに良くなつた程度であるが, 加熱

湯による戻りの時間は酵素液浸漬法の場合よりも添加法の方が相当早く戻つて内地粳米に近い数値を示している。この酵素剤添加法の方が熱湯により早く戻ると理由は浸漬法の場合に比して酵素の絶対量が多いので、熱湯により再び酵素作用が復活して吸水を促し、米飯の口触り感覚を早く起こさせるためであろうと考えている。

第5表 乾燥飯の戻り試験による還元時間

米の種類及び処理方法		還元時間 (分)	
		冷水	温水
無処理	内地米	63	46
水浸漬法	イタリヤ米	72	57
	ビルマ米	93	66
	シヤム米	93	66
酵素液浸漬法	イタリヤ米	52	41
	ビルマ米	60	54
	シヤム米	63	55
酵素剤添加法	イタリヤ米	50	31
	ビルマ米	55	34
	シヤム米	61	39

次に、以上の各種乾燥飯を前項同様の試験方法によりやはり米飯粒のまま消化率を求めて比較した。(第6表参照)

第6表 各種乾燥飯の消化率表

米の種類及び処理方法		水分 (%)	流出糖量 (mg/合)	消化率 (%)
無処理	内地米	6.97	—	16.87
水浸漬法	イタリヤ米	8.24	560.4	16.80
	ビルマ米	7.72	325.7	14.54
	シヤム米	5.61	212.9	13.33
酵素液浸漬法	イタリヤ米	11.32	967.0	21.12
	ビルマ米	10.64	900.5	17.53
	シヤム米	7.08	530.1	16.09
酵素剤添加法	イタリヤ米	6.72	—	17.62
	ビルマ米	5.64	—	17.36
	シヤム米	4.98	—	17.29

この結果、水浸漬のイタリヤ米は無処理の内地粳米に近い消化率を示し、他の場合は所謂外米の澱粉成分のミセル化の強さに比例してビルマ米、シヤム米と消化性が低くなる。然し、各種の外地米に於いては酵素液浸漬法及び酵素剤添加法の何れの場合にも流出糖量を除いた消化率は水浸漬の場合よりも向上している。尚、この中酵素液浸漬法による準内地米なるイタリヤ米の消化率が非常によいのは所謂外米に比して Fat-by-hydrolysis が多量で螺旋構造をよりよく形成し、酵素の吸着がよいためであろう。

#### (5) 製麴試験

従来、所謂外米は二度の蒸餾操作を行えばよく良麴を得ると云われているが、この酵素液浸漬法によれば普通の蒸餾操作にて内地粳米と同程度に製麴出来るか否かの試験を応用菌学研究所技師松山正宣博士の御協力を得て実施した。

扱て、イタリヤ米、ビルマ米、シヤム米の3種の外地米を使用し、上述の酵素液浸漬法の炊飯要領に従つて夫々酵素処理を施し、対照には各種外地米の二度蒸し操作のものを使用して製麴した。

#### (イ) 酵素処理

各種外地米を水洗、水切して後、シヤム米は0.3%、ビルマ米は0.2%、イタリヤ米は0.1%の細菌酵素液に13時間浸漬(実験時: 16°C)後、水道水にて水洗、水切後1時間蒸餾した。

対照の二度蒸し操作の方は上同様各種外地米を水道水(実験時: 16°C)に13時間浸漬して蒸餾し一夜放冷した。その後撒水して再び1時間の蒸餾を繰り返した。

尚、一度蒸しでは外見が内地米に酷似しているが、所謂外米は勿論準内地米のイタリヤ米でも粗剛である。

#### (ロ) 蒸米観察

酵素液に浸漬した外地米の一度蒸餾した蒸米は何れも内地粳米の蒸米と同様に粘性に富むが、蒸し上りの歩合は低く、芯部迄十分に蒸しが通りがねている。

対照の二度蒸し操作を行つた各種外地米の蒸米では外觀は粘性に乏しいが弾力に富む。

以上の結果より、酵素処理を行うことは一度蒸しで蒸し上りの効果が相当大きく表われてくる。

#### (ハ) 製麴

各種の蒸米を放冷後、種麴(種口味噌菌)を接種し、常法により麴蓋にて製麴した。製麴時間は46時間、<sup>ひろ</sup>室の温度は26.5°~28.5°Cであつた。

次に出麴の外貌は酵素処理の一度蒸し操作の場合、二度蒸しのものに比して、3種の外地米共胞子の形成が稍

( 8 ) (高岡, 石橋, 藤本, 香西) 外地米の酵素処理加工法 (第2報)

々遅い。

扱て、出麴後24時間室内に保存して、その後常法に従い各麴の水分を測定した。(第7表参照)

第 7 表

麴米の種類	水 分 (%)	
	二度蒸し麴	酵素処理 一度蒸し麴
イタリヤ米	27.33	25.30
ビルマ米	27.27	24.88
シヤム米	26.18	21.86

即ち、二度蒸しの操作による場合は各種の麴共何れも左表の数値程度の比較的均一の水分が含まれているが、酵素処理の一度蒸しの時にはその米粒によつて可成りの差異がある。従つて、左表は夫々5回測定した結果の平均値である。

(二) 各麴の糖化酵素力

各種の麴を約10g宛秤取し、1%の食塩水100ccを加え、室温(実験時: 19°C)にて3時間抽出し、濾過してその濾液を酵素液とし、次の如く総合糖化力を調査した。

2%可溶性澱粉液	25cc
上記酵素液	2 cc
Wolpole 醋酸塩緩衝液 (pH=4.8)	5 cc
蒸溜水	18cc/計50cc
反応温度	40°C

尚、次表の如き結果が得られたが、全糖はヨードメトリーにて、葡萄糖は TAUBER'S 法<sup>4)</sup> の高山改良法<sup>5)</sup> に従つた。又、下表の数値は何れも対照を控除してある。(第8表参照)

第8表 麴の糖化力測定

	全 糖 (N/10 I <sub>2</sub> cc/5ml)			麥 芽 糖 量 (mg/5ml)			澱粉加水分解率(%)			葡 萄 糖 量 (mg/5ml)			ヨード 反 応 消 失 時 間 (分)
	30	60	120	30	60	120	30	60	120	30	60	120	
ビルマ米 { 2 度 蒸 酵素処理	1.80	2.30	2.85	32.4	41.4	51.3	29.5	37.7	46.7	6.0	10.3	16.0	11
	2.15	2.75	3.30	38.7	49.5	59.4	35.2	45.0	55.0	8.8	13.8	18.5	10
シヤム米 { 2 度 蒸 酵素処理	2.05	2.55	3.05	36.9	45.9	54.9	33.6	41.8	50.0	8.0	12.0	16.3	10
	2.10	2.70	3.00	37.8	48.6	54.0	34.4	44.2	49.1	7.0	9.5	16.7	10
イタリヤ米 { 2 度 蒸 酵素処理	1.85	2.40	2.85	33.3	43.2	51.3	30.3	39.3	46.7	8.0	12.0	17.3	13
	2.20	2.60	3.00	39.6	46.8	54.0	36.0	42.6	49.1	8.5	12.0	16.5	14

(三) 浸漬液の酵素濃度

外地米としてシヤム米を使用し、二度蒸し操作を対照として、浸漬液の酵素濃度を種々変えて前記同様の製麴試験を繰り返したが、矢張り上述の蒸炊飯要領通りの0.3%が適当である。即ち、酵素量がこれよりも多い場合には米粒の表面部のみ作用して内部に迄浸透することが少く、均等に却々作用しない。

総 括

配給外地米を酵素処理を施さずに炊飯した時は吸水率が極めて低いために内地米の如くには粘軟美味とはならず、又冷めれば直ぐにはばらばらとなつて評判が悪いのであるが、この炊飯要領に従えば、炊飯時に強固なミセル結合を緩和して炊き上つた米飯の吸水性をよくしているだけでなく、澱粉分子の長い直鎖部分を切断しているので、冷めるに従つて起こるβ化を可成り防ぐことも出来る。即ち、従来の外米飯の大きな欠点として云われて来た口触感覚の悪いのがよくなつて冷めても直ぐにはばらばらにならなくなる。

又、酵素処理を施せる外米飯の応用試験として行つた乾燥飯の製造では戻りの早い消化性に富んだものが得られ、又製麴の場合にも酵素液に浸漬した外地米を使用すると、従来二度蒸しをしなければ吸水率が低くて目的を達することが出来なかつたものが、一度蒸しだけでよく麴菌が生育し、而かもそのアミラーゼの力価の相当高いものが得られた。

終りに、本研究に御教示を賜つた大阪大学産業科学研究所二国二郎教授に深謝する。又、細菌酵素剤を恵与支援された長瀬産業尼崎工場浮田富蔵、小巻利章両氏と製麴試験に協力された応用菌学研究所松山正宣博士に感謝する。

尚、本研究の要旨は家政学会関西支部大会(於大阪樟蔭女子大学、昭和29年5月8日)及び大阪醸造学会講演

会(於大阪大学工学部, 昭和29年10月16日)にて夫々発表した。又, 研究費の一部は文部省科学研究費に仰いだことを附記する。

### 文 献

- 1) 高岡等: 本誌, **34**, 342 (1956).      2) 高岡: 農化, **27**, 111 (1953).      3) 茶珍等: 農化, **18**, 747 (1942).  
 4) TAUBER: H, KLEINER, I. S.: J. Biol. Chem. **99**, 249 (1932).      5) 高山: 京都大学食研報告, No. 1, 1 (1949).  
 (昭和 31, 9, 15 受理)

## 甘藷澱粉価の簡易測定法 水分を測定して澱粉価を推定する方法の検討

前沢辰雄・大久保増太郎・早川幸男 (千葉県農業試験場)

### 緒 言

甘藷の乾物量(又は水分)と澱粉価若しくは澱粉含有量との間には, 高い相関々係があることは従来から認められている。例えば平岡<sup>1)</sup>, 入川氏<sup>2)</sup>等の報告があり, 繁村氏<sup>3)</sup>は乾物量と澱粉価の間に95.6%の相関を認め, 乾物量  $x$  と澱粉価  $y$  との間に  $y=3.4865+0.4217x+0.0072x^2$  なる関係式を与えた。著者らも昭和27年から3年間に亘つて, 甘藷成分と栽培条件との関係を統計的に見出す目的の試験で, 甘藷数百点を分析したが, その成績<sup>4)</sup>の中から, 水分含有量と澱粉価との関係を拾い出してみると, 単に相関々係が高いのみならず, 品種の別なく, かなり一定した回帰直線を得た。この回帰直線は, 水分を測定して澱粉価を推定する場合の換算直線になるもので, これが甘藷の品種等に左右されず, 一定の値が得られることは非常に好都合である。

尚, 又最近赤外線ランプを利用して, 簡易迅速に水分測定を行う方法が普及している。後藤氏<sup>5)</sup>は赤外線ランプによつて甘藷の水分を測定して澱粉価を求め, これと水分18%に換算した澱粉含有量を結びつけている。著者らの経験では, 乾物量との相関は, 澱粉含有量の場合は澱粉価の場合より少々低いようである。著者らは赤外線による乾燥を, サッカーで吸引し乍ら行つてみたが, こうすると糊化を防ぎ, 焦げる虞れも少く, 乾燥時間を短縮する利便のあることを知つた。本法によれば乾燥に5~8分, 秤量等前後の操作を併せて15分前後で測定を終る。本報告が原料甘藷供給者, 酒造関係者の参考になれば幸である。

### 実 験 の 部

#### I. 甘藷の水分と澱粉価との相関々係

##### 1) 分 析 資 料

昭和28年千葉県産甘藷, 農林1号107点, 沖繩100号92点, その他の混合品種68点(シロセンガン24, オキマサリ12, 岐阜1号9, 農林5号6, 六角4, 農林2号3, オイラン3, 農林10号2, 農林8号1, 太白1, 千系5号1, その他6)

##### 2) 分 析 方 法

水分: 生甘藷1貫を細片とし, よく混合してそのうち500gを採取風乾する。この風乾物について, 常法<sup>105)</sup>乾燥法により測定。

澱粉価: 上記風乾甘藷を粉碎混和し, その1gを採り, 100 ccの  $H_2O$ , 10 ccの 25% HCl を加え, 重湯煎上に2.5 hrs 加熱分解し HANES<sup>7)</sup> 法で全糖分を測定, 0.9を乗じて澱粉価とした。

##### 3) 実 験 結 果

水分を横軸(x軸)に, 澱粉価を縦軸(y軸)にとつて図表に表したものが第1図及び第2図である。第1図は各品種毎の回帰直線のみを表したもので, 非常によく一致

第1図 水分と澱粉価との相関々係(各品種回帰直線)

