大麦澱粉の食品化学的性状について

木原 芳次郎*・有 本 安 男**

大麦は押麦として広く食用に供されていたが、近年その消費が減少している。その風味が米および小麦より劣るのも一因と考えられる。

谷ら¹⁾²⁾によると米飯の風味はその粘弾性が関与し、澱粉がその主役を演ずるという。大麦の風味も澱粉の性状に関係が深いと推測される。

大麦澱粉の性状については調製が困難なためか研究も多くない^{3)~7)}。

ここに MACMASTER, M.M.³⁾⁴⁾の方法および発芽大麦より調製した澱粉について研究を行ない、かつ小麦澱粉の性状との比較をもした。

実験の部

1. 澱粉の調製とその品質

(1) 試 料

大 麦：静岡県産皮麦

小麦澱粉：味の素株式会社製

(2) 澱粉の調製

第1図に示すごとく、MACMASTERの方法を改良し界面活性剤を使用して大麦澱粉を調製し、原料大麦 1.9kg より精製澱粉 154 g を得た。

また、麦芽澱粉の調製は原料大麦を1~2時間水浸したのち、竹カゴ上でつねに水分を切らさぬようにして、約20°Cで3日間発芽させ幼根が1~3cm伸び、まだ芽が出ない大麦麦芽をつくり、それを磨砕し、澱粉粒を取り出す。磨砕、ふるい通し後に得られる澱粉乳は、麦芽アミラーゼの働きを少なくするためにすみやかに遠心分離して、上澄液を除き、新しく水を加えて、以後大麦澱粉の調製と同様の操作で麦芽澱粉を調製する。原料大麦 500 g から純麦芽澱粉 100 g が調整できた。純澱粉の収率は大麦から通常に調製したときは、推定含有澱粉量に対して、約16%であるが、麦芽にして採取した場合は約40%になり、収率が著しく増大した。発芽大麦よりは澱粉の調製が容易であることは注目すべきであ

第1図 大麦澱粉の調製法

第1表 澱粉の水分、灰分、窒素

	水分 (%)	灰分	窒素 (%)
大麦澱粉 { 風乾物	16.0	0.23	0.049
{ 乾 物	0	0.27	0.058
麦芽澱粉 { 風乾物	10.7	0.22	0.058
{ 乾 物	0	0.25	0.065
小麦澱粉 { 風乾物	12.0	—	0.061
{ 乾 物	0	—	0.069

る。

(3) 調製澱粉の品質

水分は105°Cで4時間の乾燥減量、灰分は電気炉中

* お茶の水女子大学 (文京区大塚町 35)

** 三共株式会社品川工場 (品川区西品川 1-888)

On the Behaviors of Barley Starch. By YOSHIJIRO KIHARA and YASUO ARIMOTO.

第2図 麦芽澱粉粒とその偏光十字の写真 (1目盛4 μ)

第3図 大麦澱粉粒の偏光十字 (1目盛4 μ)

第4図 小麦澱粉粒の偏光十字 (1目盛4 μ)

600°Cで焼いた残査，窒素はセミマイクロケルダール法にて測定した。その結果は第1表に示す。

2. 澱粉粒の顕微鏡的観察

採取した大麦澱粉，麦芽澱粉の間には形，大きさの明らかな差異は見られなかった。また，澱粉粒の偏光十字は麦芽澱粉粒にも観察された。粒構造は変化していないことがわかる。

3. 澱粉の糖化速度

(1) タカジャスターゼによる糖化速度

糖化速度の測定は澱粉を乾燥物として1gを蒸留水50mlに分散し，加熱ノリ化して5分間煮沸後，冷却し，タカジャスターゼ1%水溶液30mlを加えて，37°Cで5分，15分，30分，60分，糖化させたのち，10% H₂SO₄ 10mlを加えて糖化作用を止め，100mlにしてから，遠心分離し，上澄液20mlをとり，その還元糖量をベルトラン法で測定した。大麦澱粉と小麦澱粉とで比較した結果は第2表，第5図に示すごとくである。

なお，大麦澱粉の糖化速度に対するノリ化の影響を見

第2表 タカジャスターゼによる大麦澱粉および小麦澱粉の糖化度

糖化時間 (分)	還元糖の量 (還元銅の mg で示す)				
	0	5	15	30	60
大麦澱粉	17.2	59.2	70.5	79.0	87.9
小麦澱粉	19.5	70.6	72.9	79.2	92.2

第5図 タカジャスターゼによる糖化速度

るために，煮沸時間の異なる澱粉ノリの糖化度を比較した。その結果は第3表に示す。

(2) 人だ液による大麦澱粉，小麦澱粉の糖化

澱粉を乾燥物として1gを実験(1)の場合と同様にノリ化放冷したノリ液に，東洋汙紙 No. 2 で，汙過した人だ液，2mlを添加して，37°Cで5分，10分，15分，30分間，糖化させたのち，10% H₂SO₄ 10mlを加えて糖化作用を止め，70mlにし，遠沈後，その上澄液10ml中の還元糖量をベルトラン法で測定した。その結果は第4表，第6図に示す。

第3表 ノリ化条件と糖化速度

糖化時間 (分) ノリ化条件	還元糖の量 (還元銅の mg で示す)			
	0	5	15	30
1分間煮沸	17.4	59.2	70.5	79.0
5 "	17.2	54.5	70.9	79.1
30 "	17.4	59.2	71.4	79.9

第4表 人だ液による大麦澱粉，小麦澱粉の糖化速度

糖化時間 (分)	還元糖の量 (還元銅の mg で示す)				
	0	5	10	15	30
大麦澱粉	18.1	36.9	52.2	90.0	129.6
小麦澱粉	20.0	40.1	52.2	90.0	136.8

第6図 人だ液による糖化速度

第5表 だ液消化産物のペーパークロマトグラフ

だ液作用時間(分)	5	10	15	30
大麦澱粉	M(0.10)	M(0.10)	M(0.10)	G(0.10)
		A(0.05)	A(0.05)	M(0.09)
	B(0.03)	B(0.03)	B(0.03)	A(0.05)
	C(0.01)			
小麦澱粉				G(0.19)
	M(0.10)	M(0.10)	M(0.09)	M(0.09)
		A(0.05)	A(0.05)	
	B(0.03)			B(0.03)
	C(0.01)	C(0.01)	C(0.01)	

注: G……glucose, M……maltose. A・B・C は oligosaccharide. () 内の数値は R_f 値.
 展開溶媒……酢酸: n -ブタノール: 水 (1:4:5)
 検出試薬……アンモニア性硝酸銀

(3) だ液消化産物のペーパークロマトグラフ

前記実験(2)での遠沈上澄液を水酸化カルシウムで中和してから、ペーパークロマトグラフでその還元糖を分析した。その結果は第5表に示すごとくで、大麦澱粉と小麦澱粉との分解の段階に多少の差異を認めた。

4. 澱粉の膨潤度と溶解度⁹⁾¹⁰⁾

澱粉2gを蒸留水50mlに分散し、50~90℃の一定温度で30分間ゆるやかにかきまぜたのち、3,500rpmで10分間遠沈し上澄液を除き、沈降ゲルの重量を測定し、澱粉1gあたりの沈降ゲル重量で膨潤度を表わした。また、上澄液は一定量(10ml または20ml)をヒョウ量ビンに採り、減圧、90℃で蒸発乾固し、その乾物量を測定し溶解度とした。

これらの結果は膨潤度については第6表、第7図に示

第6表 澱粉の膨潤度

温度(℃)	50	60	70	80	90
大麦澱粉	1.95	5.35	6.65	7.65	10.1
麦芽澱粉	2.1	5.1	6.35	9.15	14.9
小麦澱粉	2.85	5.0	6.65	7.8	11.0

第7表 澱粉の溶解度 (10ml 中の mg 数)

温度(℃)	50	60	70	80	90
大麦澱粉	3	—	13	20	30
麦芽澱粉	3	—	11	39	86
小麦澱粉	4	—	23	39	72

第7図 澱粉の膨潤度

第8図 澱粉の溶解度

し、溶解度については第7表、第8図に示す。大麦澱粉は小麦澱粉にくらべて膨潤の程度はほぼ同じであるが、溶解度は小さい。麦芽澱粉は温度の上昇とともに急激に膨潤度が増し、それに従って溶解度も増す。

ここで、溶解度と膨潤度との関係を示すと第9図のごとくなる。大麦澱粉は小麦澱粉に比べて、膨潤度に対する溶解度が低いことが知られた。

5. 澱粉ゲルの強度

8%濃度の澱粉ノリを90℃で15分加熱して作り、それを冷蔵庫中(4~5℃)で24時間放置して澱粉ゲル

をつくる。そのゲル強度を *gelometer* で測定した。*gelometer* は Bloom *gelometer*¹¹⁾ を用い、*plunger* は径 0.5 inch (1.27 cm) で、ゲルのサンプルピンは A. O.A.C. 法 Bloom bottle (径 5 cm 高さ 4.5 cm) を用いた。測定の結果は第 8 表に示す。

大麦澱粉のゲル強度は第 8 表からわかるように小麦澱粉に比べてかなり弱いことがわかる。

第 9 図 澱粉の溶解度と膨潤度の関係

第 8 表 澱粉ゲルの強度

	実 測 値 (g)					平均 値 (g)	ゲル 強度 (g cm ⁻²)
	1	2	3	4	5		
大麦澱粉	19.2	17.5	14.4	15.4	15.0	16.3	8.42
麦芽澱粉	31.3	19.2	21.4	17.9	22.2	20.4	10.45
小麦澱粉	48.2	39.4	44.3	33.4	37.1	40.5	20.91

第 10 図 8% 澱粉ゲル

また、プリン型にした澱粉ゲルをサラの上に置いたときの形は第 10 図に示すごとくである。

6. 大麦澱粉のアミログラフィー

大麦澱粉を乾燥物として 46 g または 27 g を蒸留水 450 ml に懸濁し (8 % または 6 % 濃度), プラベンダーアミログラフにかけ、加熱過程は毎分 1.5°C 上昇で、25°C から 93°C まで、冷却過程は毎分 1.5°C 下降、冷却過程と加熱過程との間に 14 分間 93°C に保ち、その粘度変化を描いた。

その結果は第 9 表に示すとおりである。濃度 6 % においては大麦澱粉に比べて麦芽澱粉は粘度が低く、ノリ化時の粘度曲線の立ち上がりもなだらかである。

7. 澱粉粒の X 線回折曲線

大麦澱粉粒、小麦澱粉粒、麦芽澱粉粒の X 線回折曲線を理学電機製 Geigerflex D-1 F 型、X 線ディフラクトメーターで記録した。X 線回折図形は三者とも A 型 (禾本科澱粉型) に属するが、第 3、第 4 のピークにやや差異が見られる。その曲線は第 11 図のごとくである。

第 9 表 アミログラフィー

	大麦澱粉		麦芽澱粉
	8 %	6 %	6 %
ノリ化開始温度(°C)	82	87	86
最高粘度での温度(°C)	91	91	92
最高粘度(B.U.)	700	130	70
93°Cでの粘度(B.U.)	660	90	70
ゲル化開始温度(°C)	80	83	85
93°Cで保持したときの低下粘度(B.U.)	500	15	15
最終粘度(B.U. at 45°C)	1,000	230	150

第 11 図 X 線回折図形

考 察

HARRIS, G. らの報告⁸⁾ には大麦の発芽過程で澱粉は糖化されて、その澱粉含量が減少していくことを述べている。麦芽澱粉の収率が大麦澱粉よりよかったのは発芽によって澱粉含量が増加したのではなく、大麦澱粉調製が容易になり、損失が減少したためである。発芽過程では大麦のガム質の分解が起きて、水溶性のアラバンやキシランとなることも述べられており、これによって澱粉の分離調製が容易になるものと思われる。

また、ASPINALLE ら¹²⁾ が麦芽澱粉は発芽によって澱粉のアミロース含量が26%に増加することを報告している。麦芽澱粉と大麦澱粉と比べると粒形、外観に差異が見られなかったが、膨潤度や溶解度、X線回折図形に差異が見られたことは、その内部構造に変化があったことが推察される。

大麦澱粉は小麦澱粉より溶解度が低く、これが風味にいく分影響するものと思われる。

麦芽澱粉は80, 90°Cの加熱で溶解度は増し、小麦澱粉に匹敵してくるが、膨潤度の割合に対して溶解度は低く、麦芽澱粉と大麦澱粉の構造の間に差異がある。

要 約

大麦澱粉は小麦澱粉に比べて、糖化速度では明らかな差異を見出すことができなかったが溶解度が低く、ゲル強度が弱いことなどが知られた。これらの性質が大

麦、小麦の食味に関連してくるのだろう。また、大麦を軽く発芽させると澱粉の調製が著しく容易になることを認めた。発芽大麦の澱粉の性状について研究し膨潤度、溶解度が増し、ゲル強度も増加する傾向を示すことを知った。

文 献

- 1) 谷 達雄・竹生新治郎：農化，**30**，179 (1956).
- 2) 谷 達雄・竹生新治郎：農化，**32**，268 (1958).
- 3) MACMASTER, M.M., SLATTER, R.L. and JAEGER, C.M.: *Am. Miller*, **82**, (1947).
- 4) BHATT, M.B. and WAHHAB, A.: *Pakistan J. Sci.*, **9**, 209 (1957).
- 5) MCWILLIAM, I.C. and PERICIVAL, E.G.V.: *J. Chem. Soc.*, 2259 (1951).
- 6) BENGOUGH, W.I., STAUWIX, P.R. and STEEDMAN, W.: *Chem. & Ind.*, 1241 (1957).
- 7) 大橋一二：岐阜大農，**6**，107 (1956).
- 8) HARRIS, G. and MACWILLIAM, I.C.: *J. Inst. Brewing*, **60**, 149 (1954).
- 9) LEACH, H.W., MCCOWEN, L.P. and SCHOCH, T.J.: *Cereal Chem.*, **36**, 534 (1959).
- 10) HARRIS, R.H. and JESPERSON, E.: *J. Colloid Sci.*, **1**, 479 (1946).
- 11) TOURTELLOTTEE, D. and KIND, P.A.: *Assoc. Offic. Agric. Chem.*, **33**, 729 (1950).
- 12) ASPINAL, G.O., HIRST, E.L. and MACARTHUR, W.: *J. Chem. Soc.*, 3075 (1955).

(1963年12月6日受理)

茶葉多糖類の分別および構成糖について*

水 野 卓**・鈴木康彦**・阿部 洋**・金兵忠雄**

茶の化学成分についての研究¹⁾は非常に多いが、これら成分のうち研究の遅れているものに多糖類と蛋白質が挙げられる。とくに前者についての詳しい報告は皆無に等しい。そこで著者らは茶の炭水化物に関する総合的な基礎研究を始め、今日までに紅茶の炭水化物²⁾、茶種

子³⁾⁴⁾、茶花⁵⁾の炭水化物、茶木茎のヘミセルロース⁶⁾、茶根部のガラクタン⁷⁾、茶葉の澱粉⁸⁾などについて報告した来だが、さらに、茶葉から各種多糖類を分別調製し、それらの構成糖類を検索するとともに構成モル比を明らかにしたので報告する。

* 茶の炭水化物に関する研究 (第9報)

** 静岡大学農学部農芸化学科 (静岡県磐田市見付4300)

Fractionation of the Tea-Leaf Polysaccharides and Identification of their Component Sugars.

By TAKASHI MIZUNO, YASUHIKO SUZUKI, HIROSHI ABE and TADAO KINPYO.