

湿熱処理澱粉の開発とその特性

三和澱粉工業株式会社
常務取締役 工藤 謙一

湿熱処理澱粉の製法は、凡そ半世紀前に見出され、化学的、および物理的性状の詳細な研究ならびに簡単な用途適性試験は行なわれているが、大きな需要を秘めた市場ニーズの開拓は行なわれていない。我々は湿熱処理澱粉の持つ特性に着目し、研究を重ねてきた結果、独自の新製法により工業化に成功した。平成5年6月より、商業生産を開始し、需要家への供給を始めると共に、新規用途の開発並びに市場開拓を進めている。

1. 従来の経緯

1944年、L. Sair^{1, 2)}は、澱粉粒子を相対湿度100%、90~100℃、16時間処理し、澱粉の結晶構造に変化が生じることを見出した。その後、Lorenz³⁾、久下⁴⁾らは水分吸着力、糊化温度、膨潤性、分散性、ゲル強度、透明性、老化等に変化が現われることを見出した。更に示差走査熱量計による吸熱量の変化、 α -アミラーゼ消化性をも報告している。応用面では、Lorenz⁵⁾とSeguchi⁶⁾はそれぞれパンとパンケーキ製造時に添加しその効果を報告している。然し乍ら、湿熱処理澱粉はこれらの研究により多くの特徴を持つことが判りながら、工業的製造の困難さから、長い間商品化することが出来なかった。1991年、我々は実験室的基礎研究、パイロットプラント試験、並びに食品工場での使用実績をもとに、減圧・スチーム加熱という新技術により、始めて湿熱処理澱粉の工業生産に成功した⁷⁾。現在、湿熱処理澱粉の基礎的性質を明らかにすると共に、主として食品素材としての用途面から研究を進めている。その結果、澱粉は湿熱処理により粒子内の分子鎖の大半は非晶化し、ごく一部が高度に結晶化し、粒子構造が大きく二極分化する。この一部の高結晶化分子鎖が澱粉粒子の熱的、物理的安定性に大きく寄与し、他方非晶化分子鎖は酵素消化性などの向上に貢献すると考えている。

2. 顕微鏡観察

湿熱処理澱粉の顕微鏡観察の結果を列記すると、1) 水懸濁液は、95℃以上の加熱においても、やや膨潤は示すが糊化すること無く澱粉粒子が存在する(写真 1)。2) 湿熱処理澱粉の粒子はすべてその表面に、未処理澱粉には見られない幾つかの凹みを持つ特徴がある。粒子内が非晶化し、更には空洞化したのではないかと推測される(写真 2)。3) 偏光顕微鏡による観察では、処理、未処理共に澱粉は、偏光十字を示すが、湿熱処理澱粉は粒子の中央に完全に光を透過する部分が存在する(写真 3)。4) 湿熱処理澱粉の示す顕微鏡的特性として、青色染料による染色性が上げられる(写真 4)。澱粉の分子鎖の間隔が染料分子の侵入を許すほど広がっていると考えられる。

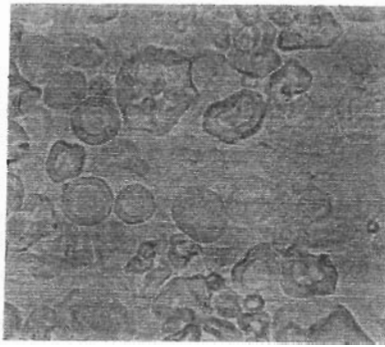
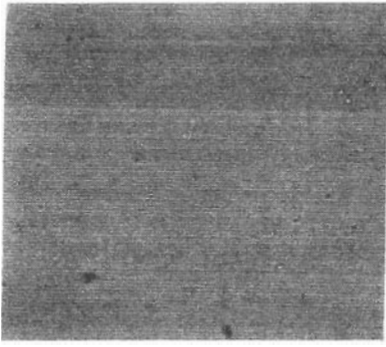


写真 1
95°C、20分加熱
後の光学顕微鏡
写真(×300)

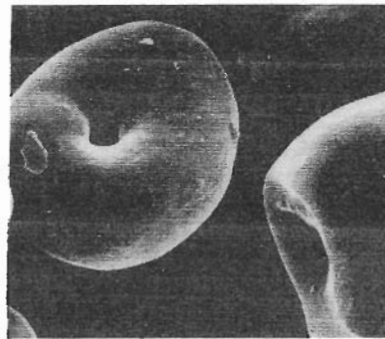
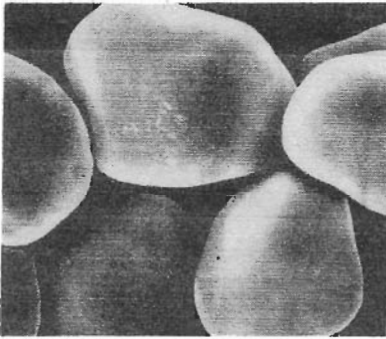


写真 2
澱粉粒子の
SEM顕微鏡写真
(×3000)

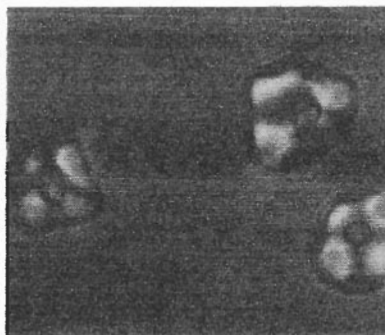
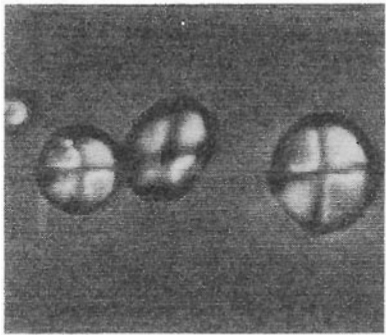


写真 3
澱粉粒子の
偏光顕微鏡写真
(×900)

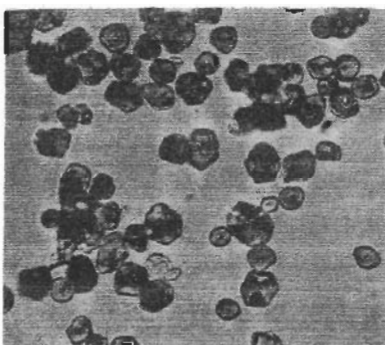
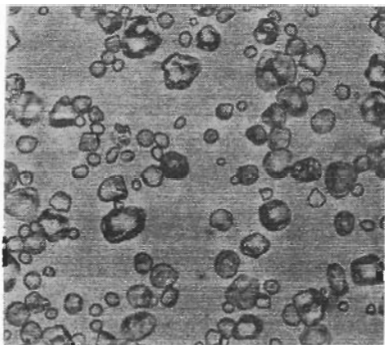


写真 4
染色澱粉粒子の
光学顕微鏡写真
(×300)

(a) 未処理澱粉

(b) 湿熱処理澱粉

3. 澱粉粒子の安定性

代表的な湿熱処理澱粉としてコーンスターチを20分、120℃及び130℃、飽和水蒸気下に処理した試料（H-200及びH-100と略記）のアミログラムは図1に示すように、糊化開始温度の上昇、最高粘度の消失、最低粘度の低下、及び冷却による老化の抑制が見られる。即ち、湿熱処理澱粉の粒子構造は極めて強固で、その水

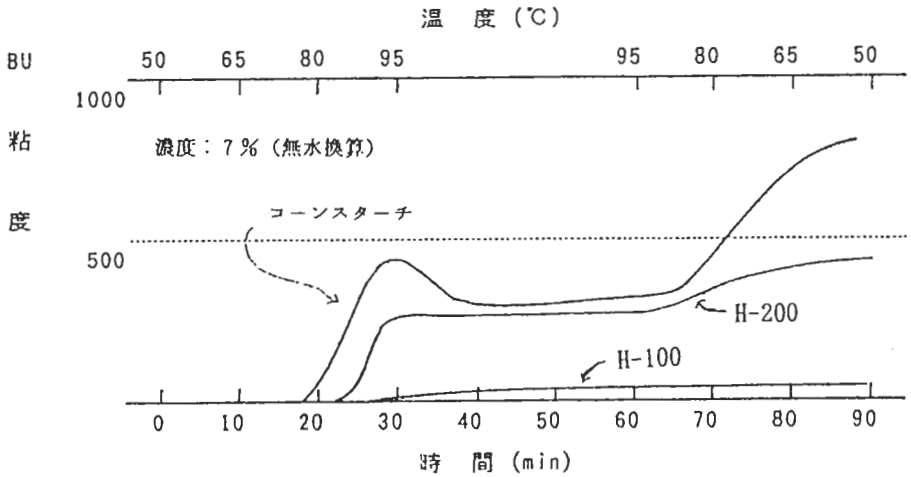


図1 H-100とH-200のアミログラフ

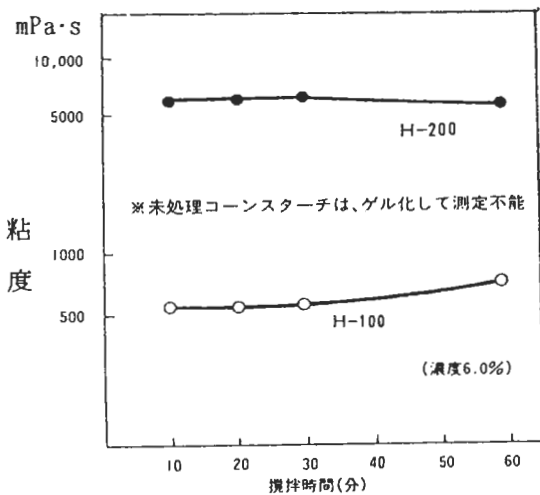


図2 95℃加熱時のシェアー耐性

(攪拌条件：95℃、150rpm)
(測定条件：25℃、30rpm B型粘度計)

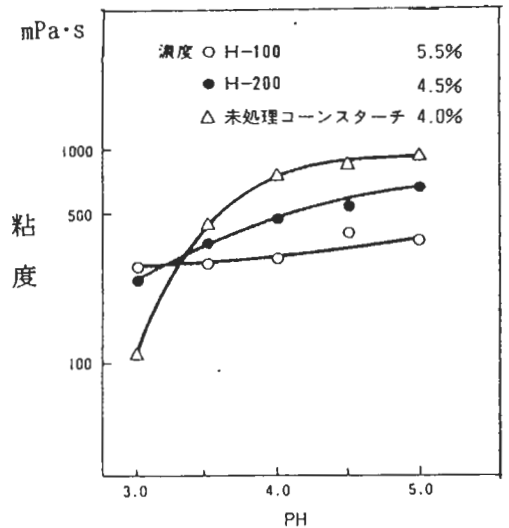


図3 95℃加熱時の耐酸性

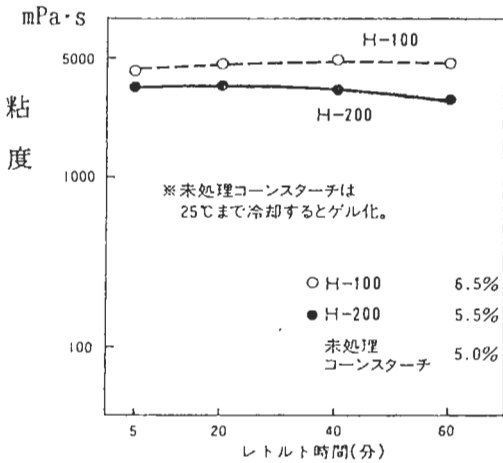


図 4 120°Cのレトルト耐性
(測定条件: 25°C、30rpm B型粘度計)

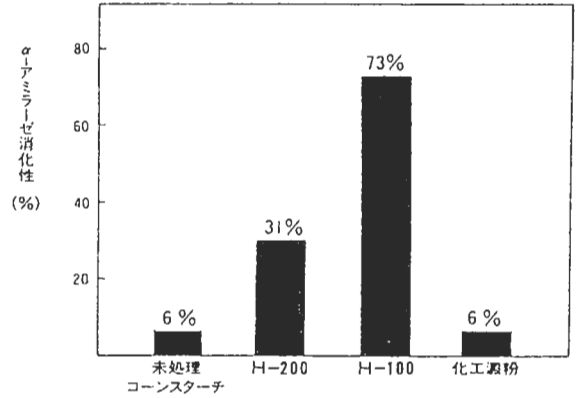


図 5 α -アミラーゼ消化性

懸濁液は95°Cでは僅かに膨潤するが、殆ど糊化しない。従って、加熱時のスラリー粘度は低くスープあるいはカレーのようなポディー感が必要な食品の製造に適し、食品加工時の高温加熱によっても糊化しない特性は、餡のような糊状感のない自然な食感を与える。粒子の崩壊が抑制されていることは、製品の老化がなく長期間の良好な保存安定性を示している。更に、図2、図3、及び図4にそれぞれ示すように、シェアー耐性、耐酸性、耐熱性など各種食品製造時に要求される諸条件を十分に満たすものである。

4. α -アミラーゼ消化性

湿熱処理澱粉粒子の熱的、物理的安定性に関する前述の結果は、架橋澱粉のような強固な粒子構造を推測させるにも拘らず、 α -アミラーゼ消化性は原料コーンスターチおよびリン酸架橋澱粉に比較し飛躍的に増大し、易消化性食品等への良好な適応性を示唆している(図5)。

5. 吸熱特性

湿熱処理澱粉の示差走査熱量計(DSC)による吸熱曲線は、原料澱粉に比べ高温側に数度以上移動し、澱粉粒子の熱的安定データと一致するが、他方吸熱量は処理条件によっては、半分以下に低下し非晶性部分の増加を示唆し、 α -アミラーゼ消化性向上のデータと良い一致を示している(図6)。

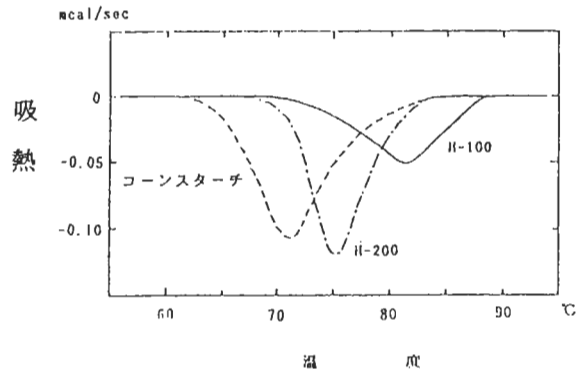


図 6 吸熱特性(DSC)

6. 食品への応用

増粘剤、ボディー形成剤

1) デリカスター- H-100の特徴

調理時に100℃以上、高シェアーのかかる場合に最適。

特有の機能： 耐熱性、シェアー耐性、易消化性、脂肪代替能、
クリスピー性、非吸油性、容積増大能、アン様物性。

2) デリカスター- H-200の特徴

調理時に80-98℃、高シェアーのかかる場合、あるいは調理時に100℃以上、
高シェアーのかからない場合に最適。

特有の機能： デリカスター- H-100と同じく湿熱処理澱粉特有の機能を発揮。

表 1 食品への応用

食 品	応 用 特 性	グレード
レトルト食品 カレー、ハヤシ、 スープ、ソース類 マーボ豆腐	耐熱性、シェアー耐性 ボディー感付与、粘稠性付与、 非吸油性	H-100 H-200
フィリング フラワーペースト カスタードクリーム ベーキングジャム	(オープン釜で調理) 耐熱性、ボディー感付与 (オンレーターで調理) 耐熱性、シェアー耐性、 ボディー感付与	H-200 H-100
アン類	アン様物性・食感	H-100
ケーキ類	容積増大能、ソフト化、保形性	H-100
クッキー／ビスケット	易消化性、クリスピー性	H-100
パン	ソフト化、吸水力増強、老化抑制	H-100
パン粉	クリスピー性、ソフト化、非吸油性	H-100
バターミックス	クリスピー性、粘稠性付与	H-100
てんぷら粉	クリスピー性、非吸油性	H-100
ホットケーキ お好み焼き	ソフト化	H-100 H-200
フライ米菓、スナック類	クリスピー性、非吸油性、易消化性	H-100
ドレッシング／マヨネーズ	脂肪代替能	H-100
ソース／たれ類	耐熱性、粘稠性付与	H-200
冷菓	脂肪代替能、氷晶安定化	H-100
麺	ソフト化、耐熱性	H-200 H-100
ハム／ソーセージ	耐熱性	H-100

7. 湿熱処理澱粉粒子の分子モデル

湿熱処理条件下で、澱粉粒子は粒子内を移動することが可能で、特に低分子量のアミロースは粒子内を容易に動きアミロペクチンと会合し、より強固な結晶性構造を形成する。その結果、澱粉粒子のスキン層には丈夫な結晶性構造が作られ、一方、中心部は非晶化もしくは空洞化が生じると仮定すると、上記物理的特性の多くを説明することができる。

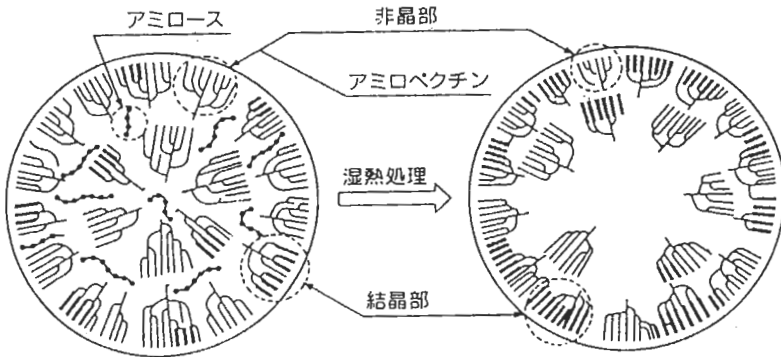


図 7 澱粉粒子内の分子モデル

おわりに

湿熱処理澱粉は粒子内分子鎖の再配列にともない膨潤、糊化が抑制され、DSCによる吸熱開始温度が高温側に移動し、優れた耐熱性、耐酸性、機械耐性を持つにも拘らず吸熱量が減少すると共に、 α -アミラーゼ消化性が高くなるという特徴を備えている。更に特筆すべきは、従来のリン酸澱粉に比較して、格段に良質な味質を持つことで、今後各種の食品分野において、新製品の開発、現行製品の改良に際し、大きく貢献することが期待されている。

文献

- 1) L.Sair and W.R.Fetzer: I.E.C., 36, 205(1944).
- 2) L.Sair: Cereal Chem., 44, 8(1967).
- 3) K.Lorenz and K.Kulp: Cereal Chem., 58, 46(1981).
- 4) 久下 喬、北村進一: 澱粉科学, 32, 65(1985).
- 5) K.Lorenz and K.Kulp: Cereal Chem., 58, 49(1981).
- 6) M.Seguchi: J.Food Sci., 85, 784(1990).
- 7) 小西嘉樹、岡田洋子、吉野善市、西谷知恵、小巻利章: 日本澱粉学会講演要旨集、p.9 東京(1991)