包装後の加熱処理が冷麺の物理的性質に及ぼす影響[†]

遠山 良*・種谷真一**

Influence of Heating Process after Packaging on Physical Properties of Reimen (Korean Noodle)

Ryo TOYAMA* and Shin'ichi TANEYA**

* Iwate Industrial Research Institute, 3-35-2, Iiokashinden, Morioka-shi, Iwate 020-0852

** Faculty of Agriculture, Iwate University, 3-18-8, Ueda, Morioka-shi, Iwate 020-8550

As for reimen (Korean noodle) made from various blended doughs of 40% starches (potato, sweet potato, cassava and corn) with 60% wheat by using a single screw extruder, the effects of heating process (85°C, 40 min) after packaging on its physical properties were investigated. Cooking loss during boiling process for noodles of potato, sweet potato and cassava starches decreased by heating. Analysis with a tensipresser showed that cooked noodle of potato starch was hardened by heating. X-ray diffraction analysis indicated the formation of a little crystallites by heating. In spite of heating, noodles refrigerated for more than 5 days had the diffraction ring of 3 b, 4 a, 5 a and 6 a. We attempted to analyze the physical properties of the noodles by their viscograms. As the results of it, there were not re-gelatinization peaks for non-stored and before heating noodles of potato and cassava starches, but the peaks appeared by heating. In the case of refrigerated samples for 10 days, the re-gelatinization peaks were observed for all the noodles. The temperatures at beginning gelatinization and at showing maximum viscosity became higher by heating. The effects were larger in the noodles of potato and sweet potato starches than in the noodles of cassava and corn starches.

(Received Jan. 6, 1997 : Accepted Dec. 8, 1997)

単軸エクストルーダを使用した冷麺の製造は次のように行われている。冷麺用粉（小麦粉とでんぶんの混合粉）にアルカリ剤（炭酸 Na, 炭酸 K, 重炭酸 Na 等が 0.5% 程度使用される）とエタノール製剤（冷麺用粉に対して 5% 程度）を溶かした水（原料に対して 50% 程度）を混合した後ミキシングしてドウをつくる。次いで、ドウを単軸エクストルーダにより押出して麺線とする（ドウは 98°C まで加熱される）。麺線は送風機を備えたベルトコンベア上で急速冷却乾燥された後、直ちにプラスチックフィルム（ナイロン/ポリプロピレン）により包装され、一晩放置した後、蒸気加熱により 85°C, 40 分程度の加熱殺菌処理を行う。その後、冷却、麺線の揉みほぐしを経て製品となる¹⁾。

このような単軸エクストルーダによる冷麺の製造工程において、加熱殺菌処理は、冷麺に付着した微生物を殺菌することも目的の一つではあるが、この処理には麺の物性を変化させるとともに、麺を揉みほぐしやすくする効果もある²⁾。一方、岩手県で製造される冷麺（盛岡冷麺）用のでんぶんとしては通常バレイショでんぶんが使用されているが、韓国ではサツマイモを使用する例もあり、それ以外にも様々なでんぶんの使用の可能性が考えられる。でんぶんの糊化特性はその種類により大きく異なることが知られており³⁾、加熱殺菌処理の効果も使用するでんぶんにより異なることが予想される。

本研究の目的は冷麺原料として現在使用されるかあるいは今後使用する可能性のあるでんぶんを使用した場

[†] 冷麺の製造とその品質に関する研究（第 2 報）

* 岩手県工業技術センター（〒020-0852 岩手県盛岡市飯岡新田 3-35-2）

** 岩手大学農学部（〒020-8550 岩手県盛岡市上田 3-18-8）

合、冷麺の加熱殺菌処理が麺の物性にどのような効果をおよぼすかを知ることである。

実験方法

1. 原料

小麦粉は(株)府金製粉製中力小麦粉(「オリンピック1号」(タンパク質含量8.5%, 灰分含量0.32%))を使用した。でんぶんは以下の4種類を用いた。パレイショでんぶんを使用した麺(「南十勝」, 南十勝農工連澱粉工場製), サツマイモでんぶん(「甘藷並でんぶん」, さつま日置農業協同組合製), トウモロコシでんぶん(「コーンスターチ」, 日本コーンスターチ(株)衣浦工場製), キャッサバでんぶん(「松谷櫻」, 松谷化学工業(株)製)を使用した。

2. 冷麺の調製

冷麺の原料配合は原料粉(小麦粉とでんぶんのミックス粉)10kgに対してかん粉(「飛龍」, オリエンタル酵母工業(株)), 炭酸Naと炭酸Kを2:8の割合で混合したもの)36g, 食塩200g, アルコール製剤(「E & F 70 M」, グリコ栄養食品(株))500ml, 水5lである。20分間横型リボンミキサー(讃岐麺業(株))で混合して生地を形成した。その後、前報¹⁾で述べたように冷麺用エクストルダにより製麺した。押し出された麺はベルトコンベアー上で表面乾燥した後、裁断、プラスチックフィルム(ナイロン/ポリプロピレン)で包装したのち、試料をサンプリングした(加熱殺菌前試料)。引き続き包装した試料を85℃で40分間蒸気加熱殺菌処理して製品とした¹⁾(加熱殺菌後試料)。原料粉の配合は小麦粉とでんぶんを6対4の割合で混合したものを用いた。なお、ビスコグラムの測定にはパレイショでんぶんを使用した麺については7対3, 6対4, 5対5で小麦粉とでんぶんを混合した3種類の試料を用いた。

3. 茹試験

農林水産省食品総合研究所編「小麦の品質評価法」⁵⁾に準じて茹試験を実施し、水分含量の変化と茹溶出量を調べ、吸水量と茹溶出量を計算した。吸水量は茹試験開始時の乾物量を100として、茹試験で得られた麺の水分含量と茹溶出量から、麺に吸水された水分量を計算した。

4. X線回折

加熱殺菌処理前後の麺それぞれを室温まで冷却後(数時間で冷却処理終了)直ちにドライアイスアセトンに入れて凍結させ凍結乾燥した。また製造後冷蔵庫(2℃)で5日および10日保存した試料については-80℃の冷凍

庫に入れて凍結させた後、凍結乾燥した。これらの試料をコーヒーマルで粉砕し125μmの篩を通過したものを試料粉末としX線回折に供した。X線回折装置はRINT 2200(理学電機(株))を使用した。

5. ビスコグラム

X線回折用と同様にして凍結乾燥した麺のうち、製造直後の試料と冷蔵庫で10日保存した試料についてビスコグラムを実施した。試料粉末は177μmの篩を通過させたものを用いた。なお、小麦粉、でんぶん、かん粉、食塩、アルコール製剤を製麺時の麺の原料配合と同様に混合した試料を対照とした。ビスコグラム測定試料は無水物として8%濃度になるように脱塩水で500mlにメスアップして調製した。測定装置はViscograph (BRABENDER® OHG DUISBURG)を使用した。試料を容器に入れた後、25℃の温度から1.5℃/minの昇温速度で95℃まで昇温し、95℃で10分間保持した後再び25℃まで降温して測定した。ロータの回転速度は67.5rpmで実施した。

6. 麺のテクスチャーの測定

テンシプレッサ MyBoy system ((有)タケトモ電機)を使用し、多重バイト法⁶⁾により実施した。すなわち、麺100gを2lのコニカルピーカー中で2分間茹た後、流水中で1分間冷却した。次に、23℃に制御した恒温水槽に麺を入れ、3分間放置した後、順次麺を恒温水槽から取り出し、室温23℃に制御した室でテンシプレッサによる測定を行った。プランジャーは底面の幅1mmの角形プランジャーを使用した。測定は約1分間隔で行い、1時間測定を継続した。測定データは経時的に測定した10測定データの移動平均で表した。多重バイト法はプランジャーを上下に微小変動させながら麺の太さ方向に圧縮し、プランジャーにかかる力を測定する装置であり、試料を上下に微小に圧縮した時点と微小にプランジャーが戻った時点(背圧)の2つのテクスチャープロファイルを得ることができる。解析用ソフトは肉の粘弾性測定用に使用されている「ミート」を使用した。典型的な「ミート」によるテクスチャープロファイルをFig. 1に示した。冷麺は非常に弾力性があり、茹直後では一般の圧縮試験を行った場合クリアランスを0に設定しても破断点が不明瞭であり、破断点による解析がしにくい。が、「ミート」は背圧により破断ピークを容易に検出することが可能である。この方法により求めた「プライアビリティ」(咀嚼開始時(B)から破断時点(C)および破断ピーク(A)を結ぶ3角形の面積と破断エネルギー(B, C, A, Eで囲まれた面積)との比率は良く肉の物性を示

Fig. 1 Texture profile and its analytical method by a Tensipresser in the case of meat analysis

When a plunger gradually penetrates into a meat sample in 0.5 mm cycles of up and down motion, the pressure applied to the plunger is obtained as both pressure curve and withdrawal pressure curve shown in the figure. The withdrawal pressure curve indicates the maximum value D. Point A is determined by drawing vertical line through point D. The height of the line segment AC, then, is interpreted to represent the severing threshold value of the sample. The pliability value is calculated by dividing the area of the ABC triangle by the area of the AEDC region.

すことが報告されている⁶⁾。破断歪みは、麺のもろさを表現するのに有効であることが報告されている⁷⁾が、破断ピークから破断歪みを求め、破断歪みの逆数を「ブリットルネス」として示した。また、破断応力に相当する値を「テンダネス」、破断エネルギーに相当する値を「タフネス」として示した。これらの値の他、麺の太さも同時に測定した。今回の試験に先立ち予備的に「ミート」を使用したところ、冷麺の場合にも肉と同様に背圧により破断点を求めることができたので、今回の試験に用いることとした。

実験結果

1. 冷麺の茹試験

茹時間中の冷麺からの茹溶出量の変化を Fig. 2 に、また、冷麺の吸水量の変化を Fig. 3 に示した。

でんぶん間の茹溶出量の差を加熱処理前の試料と比較すると、パレイショでんぶんを使用した麺の溶出量は 10 分間で 13% であり最も少なかった。これに対して、サツマイモ、トウモロコシ、キャッサバの各でんぶんはそれぞれ 35%, 39%, 41% であり、パレイショでんぶんを使

Fig. 2 Influence of heating process on cooking loss of reimen during boiling process

○, Potato; ●, Sweet potato; △, Corn; ▲, Cassava.

Fig. 3 Influence of heating process on water absorption of reimen during boiling process

○, Potato; ●, Sweet potato; △, Corn; ▲, Cassava.

用した麺の 2.7~3.1 倍であった。しかしこれらでんぶん試料間の差は大きくなかった。加熱殺菌処理後試料では、パレイショでんぶん、サツマイモでんぶん、キャッサバでんぶんのいわゆる根茎由来のでんぶんを使用した麺では、10 分後の溶出量が加熱殺菌処理前を 100 として比較するとそれぞれ 81, 77, 82 に減少したのに対して、トウモロコシでんぶんを使用した麺は 98 に止まり、トウモロコシでんぶんを使用した麺には殆ど加熱殺菌処理の影響はなかった。

茹麺の水分含量は、加熱殺菌前では茹時間 2 分後で 64%~66%, 10 分後では 75~79%, 加熱殺菌後ではそれぞれ同様に 63~65%, 75~77% の範囲にあり、使用した

でんぷんによる差はあまり大きくなかった。麺の水分含量と茹溶出量とを含めて評価した吸水量は、バレイショでんぷんを使用した麺が最も多かった。

2. 茹麺のテクスチャー

テンシプレッサによる測定結果を Fig. 4 に示した。茹麺を水中に放置している間にいずれの試料も徐々に水を吸い太くなる茹伸び現象が観察された。茹伸びは特に加

熱殺菌処理後のバレイショでんぷんとキャッサバでんぷんを使用した麺が著しかった。

水中放置中、テンダネスとブライアビリティが徐々に低下し、ブリットルネスは徐々に増加した。タフネスではバレイショでんぷんを使用した麺のみが増加する傾向が見られた。使用したでんぷん間の違いを見ると、テンダネスはバレイショでんぷんを使用した麺が最も大きな

Fig. 4 Influence of heating process on texture of boiled reimen

○, Potato ; ●, Sweet potato ; △, Corn ; ▲, Cassava.

値を示し、サツマイモでんぷん、トウモロコシでんぶんの約2~3倍、キャッサバでんぶんの約4~8倍の値を示した。プライアビリティもバレイショでんぷんを使用した麺が最も値が大きく、他のでんぶんの約1.5~2倍の値を示した。トウモロコシでんぷんは使用したでんぷんの中では最も低かった。タフネスはバレイショでんぷんを使用した麺が他のでんぶんの4~8倍であり、それ以外のでんぷん間ではあまり差は見られなかった。ブリットルネスではバレイショでんぷんを使用した麺が最も低く、次いでサツマイモでんぷん、キャッサバでんぷん、トウモロコシでんぶんの順であった。

テンシプレスで得られたデータにより、各種でんぷんを使用して試作した麺の物性を特徴づけると、バレイショでんぷんを使用した麺は、最も硬く、歯ごたえもあるが、同時にしなやかさもあるものとなった。これに対して他のでんぷんを使用した麺は、全般にバレイショでんぷんを使用した麺とかなり大きくかけ離れた性質を持っており、バレイショでんぷんを使用した麺と比べて軟らかく、歯ごたえに乏しく、しなやかさも少ないものとなった。この中では特に、トウモロコシでんぷんを使用した麺はテンダネスやタフネスは大差なく、プライアビリティは低く、ブリットルネスが高いことから、キャッサバでんぷんやトウモロコシでんぷんを使用した麺よりもしなやかさにかけ、もろい感じの麺質であると考えられる。

加熱殺菌処理による効果を見ると、でんぶんの種類により違いが見られる。バレイショでんぷんを使用した麺の場合、加熱殺菌処理によりテンダネス、プライアビリティ、タフネスは少し増加し、ブリットルネスは僅かに低下した。これに対して、他の3種類のでんぷんを使用した麺では、キャッサバでんぶんのタフネスが加熱処理により低下したことを除き、加熱殺菌処理による差は顕著ではなかった。

3. X線回折

各種でんぷんを用いて製造した麺の加熱殺菌処理前後のX線回折図形の変化をFig. 5に示した。

図形から、加熱殺菌処理前の試料はでんぷんが結晶性を持たないいわゆる糊化状態であることを示すV図形を示している。これに対し、加熱殺菌処理後の試料は既に僅かながら結晶性の存在を示すピークが現れ始めていた。保存10日目試料では、KATZの面間隔の命名⁸⁾による3b (0.59 nm), 4a (0.52 nm), 5a (0.46 nm), 6a (0.40 nm) 環が出現している。経時的变化を見ると、5日目には既に10日目とほぼ同様の波形を示しており、X

線回折を指標としてみたでんぶんの老化は保存後5日以内にはほぼ完了していたと判断された。保存10日目で加熱殺菌前試料と加熱殺菌後試料とを比較してみると、殆ど差は認められなかった。また、各種でんぷんを使用して製造した麺を比較した場合にも殆ど差は認められなかった。

4. ビスコグラム

澱粉の配合割合と加熱殺菌処理の効果との関係を調べるために、バレイショでんぶんの配合量を30, 40, 50%と変えて試作した麺の加熱殺菌処理前後のビスコグラムを実施した (Fig. 6)。図に示したように、バレイショでんぶんの配合量が多くなるほど最高粘度値が高くなった。加熱殺菌処理前後で比較すると、いずれの配合でも加熱殺菌処理後の方が粘度上昇開始温度が高くなるという変化が観察された。特に、でんぶんの配合量が少ない方が粘度上昇開始温度の遅れる度合いが大きく、最高粘度時の温度も高くなった。同時に、でんぷん配合量が少ない方がブレイクダウンが少なくなり、特にでんぷん配合量30%ではブレイクダウンが殆ど消失した。

各種でんぷんを40%配合した麺で加熱殺菌処理の影響をビスコグラムで調べた結果をFig. 7に示した。冷麺原料粉の糊化特性を比較すると、トウモロコシでんぷん配合粉とサツマイモでんぷん配合粉は最も粘度上昇開始温度が高く、ついでキャッサバでんぷん配合粉、バレイショでんぷん配合粉の順であった。麵粉末のビスコグラムは原料粉よりも粘度上昇開始温度が若干低くなり、最高粘度も低くなる傾向が見られた。特に加熱殺菌処理前の試料はトウモロコシを除いて最初からかなり粘度が高く、昇温による粘性のピークは、バレイショでんぷんとキャッサバでんぷんでは殆ど観察されなかった。これは、X線回折像で結晶性を示すピークが認められなかったことと併せて考えると、麵製造直後はこれらのでんぷんは結晶が融解し、ほぼ完全に糊化状態であることを示していると考えられる⁹⁾¹⁰⁾。しかし、その麺を加熱殺菌処理することにより、粘性立ち上がりの点までの粘度は通常のでんぶんのレベルまで低下し、同時に再糊化によるピークが明瞭に認められるようになった。生でんぶんの場合、加熱によりでんぶんの糊化が進行するが、本試験では、一旦糊化した試料を加熱殺菌処理することにより試料の粘性が低下し、再糊化によるピークが観察されることが判明した。麺を10日間冷蔵後の結果について加熱殺菌処理前後で比較すると、加熱殺菌処理により粘度上昇開始温度や最高粘度時の温度が高くなる現象は試験

Fig. 5 Influence of heating process on X-ray diffraction patterns of reimen

に使用した全てのでんぷんで観察された。しかし、その効果はでんぷんの種類により大きく異なり、加熱殺菌処理のこの効果はパレイショでんぷん、さつまいもでんぷんで大きく、キャッサバでんぷん、トウモロコシでんぷんでは小さかった。

考 察

でんぷんを 50～53℃ 程度の温水処理をすることによりでんぷんの粘度上昇開始温度（糊化開始温度）が上昇し、糊化の温度範囲が狭くなる現象や、低水分状態ででんぷんを湿熱処理することによりやはりでんぷんの糊化

Fig. 6 Influence of heating process on visco-gram of freeze-dried powder of reimen, made from various combination of potato starch and wheat flour

—, Before heating ; , After heating.

温度が上昇し、ビスコグラムにおける最高粘度が低下したり、パレイショでんぶんの場合 B 形 X 線回折図形から C 図形に変化する現象が既に知られている^{11)~13)}。これらの現象が起こる原因はでんぶん結晶の融点近くの温度で加熱することにより、でんぶん粒にアニーリング（固相における再組織化、不完全結晶の融解と再結晶化）が起きたものと解釈されている¹¹⁾。

一般にでんぶんの湿熱処理の影響は根茎でんぶんに強く現れることが知られている。すなわちパレイショでんぶんの場合、湿熱処理によりでんぶんの膨潤力や可溶性が低下し、ビスコグラムでは糊化温度が高温側へ移動し最高粘度は大きく低下するが^{11)~13)}、穀物でんぶんの場合には処理による影響はあまり大きくないことが報告されている¹³⁾。本実験では、加熱殺菌処理されたでんぶんはビスコグラムで粘度上昇開始温度の上昇が観察され、茹試験では茹溶出量の減少が観察された。しかもそれがコーンスターチを使用した麺ではあまり変化が無く、パレイショでんぶんをはじめとする根茎でんぶんを使用した麺で著しいという結果は、でんぶんを温水処理または湿熱処理したときと類似している。しかし、本研究の試料である冷麺は、製造時にエクストルーダにより押し出された時点で X 線回折図形に見られるように既に糊化状態となっている。一旦糊化した試料のビスコグラムの例としては斉藤^{10)~14)}や永島¹⁵⁾の米菓や餅などについての研究がある。それらの研究によれば、原料粉では約 61°C に糊化開始の立ち上がりピークが観察されるが、製造直後の餅生地試料ではそれが消失する。しかし、生地を放置し、でんぶんの老化が進行してくると約 40°C 付近に原料粉で見られたよりも急激なピークが出現することが報告されている。本研究でも老化ピークが観察されたが、糊化開始の立ち上がりは、餅と比べてかなり遅く、

Fig. 7 Influence of heating process on visco-gram of freeze-dried powder of reimen, made from various starches (40%) and wheat flour (60%)

—, Immediately after production, before heating
 -----, ibid., after heating
 , 10 day after production, before heating
 - · - · - , ibid., after heating
 -----, Control

原料粉よりも若干早まる程度であり、再糊化によるピークの位置も 75~85°C と通常のでんぶんと大差なかった。いずれにせよ、麵粉末のビスコグラムでも再糊化による粘度の上昇が見られ、しかも、そのピークは麵の加熱殺菌処理により、でんぶんの湿熱処理と類似した変化をすることが判明した。しかし、本実験ではパレイショでんぶんの混入割合が多くなるほど加熱殺菌処理した麵の粘度上昇開始温度が低くなっており、再加熱殺菌処理による効果が弱くなっている。アニーリングはパレイショでんぶんの方がいわゆる穀類でんぶんよりも顕著に現れ

る^{11)~13)}ことを考えると、本実験で観察された加熱殺菌処理によるバレイショでんぶんの配合量を変えて行ったビスコグラム (Fig. 6) はこれと逆の傾向となっており、アニーリングだけでは説明できない現象と考えられる。この点については、でんぶんと小麦タンパク質や脂質、あるいはかんすい等との相互作用も考慮に入れて今後さらに検討を要する課題である。

以上のようにその作用機作についての解明は不十分ではあるが、一旦製造した麺を包装後加熱殺菌処理することは麺の物性に大きな影響を与える。麺のでんぶんにおよびる影響としては、X 線回折やビスコグラムの試験結果に見られるようなでんぶんの老化を促進する効果と、でんぶんの膨潤を抑制する効果があると考えられる。その結果として茹試験や麺のテクスチャー測定結果に見られるように、特にバレイショでんぶん配合麺では、麺線を硬く歯ごたえのあるものとし、しかも茹溶けにくい麺質にする効果が発揮されてくるものと考えられる。また、これらの効果はでんぶんの種類により異なり、でんぶんの湿熱処理と類似した傾向で各種でんぶんを使用した麺に作用することが分かった。

本研究を実施するにあたり冷麺の製造に協力いただきました岩手県乾麺工業協同組合理事長高橋信教氏、ならびに棚山 正氏を始めとする冷麺工房の皆様方、および岩手大学農学部、工藤達之氏に深謝致します。また、テンシプレッサを使用させていただいたタケトモ電機(株)西澤光輝氏、テンシプレッサによる測定について御指導いただきました農林水産省畜産試験場中井博康氏各位に感謝いたします。

要 約

単軸エクストルーダにより製造した冷麺(水分含量 40% 前後)に対する加熱殺菌処理(85℃ 40 分程度)の効果について、でんぶんと小麦粉を 4:6 の割合で混合した原料粉により冷麺を試作して検討し、以下の結果を得た。

- 1) 加熱殺菌処理は、バレイショでんぶん、サツマイモでんぶん、キャッサバでんぶんのいわゆる根茎由来のでんぶんを使用した麺の茹溶出量を低下させたが、トウモロコシでんぶんでは殆ど変化は見られなかった。
- 2) 多重バイト法により加熱殺菌処理が茹麺のテクスチャーに及ぼす影響を調べた結果、バレイショでんぶんを使用した麺では、加熱殺菌処理によりテンダネス、ブライアビリティ、タフネスは少し増加し、ブリットルネ

スは僅かに低下した。これに対して、他の 3 種(サツマイモ、キャッサバ、トウモロコシ)のでんぶんを使用した麺では、キャッサバでんぶんのタフネスが低下したことを除き大きな変化は見られなかった。

3) 加熱殺菌処理前の X 線回折像は結晶性を持たない V 図形を示すのに対し、加熱殺菌処理直後の X 線回折図形には、既に僅かながら結晶性の存在を示すピークが現れていた。また、5 日間以上冷蔵した試料には 3b, 4a, 5a, 6a 環が出現し、加熱殺菌処理前と加熱殺菌処理後では殆ど差は認められなかった。

4) 製造直後の加熱殺菌処理前試料のうち、バレイショでんぶんを使用した麺とキャッサバでんぶんを使用した麺では最初から粘度が高く糊化状態であり、再糊化のピークは観察されなかったが、加熱殺菌処理により、再糊化のピークが出現した。冷蔵 10 日目試料では、いずれのでんぶんを使用した場合にも再糊化のピークが観察された。加熱殺菌処理により、粘度上昇開始温度や最高粘度時の温度が上昇したが、その効果はそれぞれバレイショでんぶん、サツマイモでんぶん大きく、キャッサバでんぶん、トウモロコシでんぶんを使用した麺で小さかった。

5) 以上のように、麺の加熱殺菌処理によりでんぶんを湿熱処理した場合に見られるアニーリングと類似した現象が観察された。この効果は特にバレイショでんぶんを使用した場合顕著であり、麺の茹溶出量を減少させるなどの物性改良効果があるものと考えられた。

文 献

- 1) 遠山 良・関村照吉・関澤憲夫: 日食工誌, **41**, 299 (1994).
- 2) 遠山 良・関澤憲夫: 岩手県醸造食品試験場報告, **19**, 110 (1985).
- 3) 松作 進: 「澱粉科学ハンドブック」二國二郎監・中村道徳・鈴木繁男編(朝倉書店), p. 36 (1977).
- 4) 遠山 良・工藤達之・種谷真一: 食科工, **43**, 1256 (1996).
- 5) 農林水産省食品総合研究所編: 「小麦の品質評価法」, p. 17 (1985).
- 6) NAKAI, H., TANAB, R., ANDO, S., IKEDA, T. and NISHIZAWA, M.: 38th ICoMST, Clermont-ferrand France, p. 947 (1992).
- 7) TUJI, S.: 日食工誌, **31**, 61 (1984).
- 8) 松作 進: 「デンプンハンドブック」, 二國二郎監修, 朝倉書店, 東京, p. 58 (1966).
- 9) 神戸博太郎: レオロジー, 「デンプンハンドブック」, 二國二郎編(朝倉書店), p. 79 (1961).

-
10) 斎藤昭三・谷地田武男・石井修一・有坂将美・中島幸一：新潟食研報，11，85 (1970).	14) 斎藤昭三・石井修一・有坂将美・江川和徳：新潟食研報，15，39 (1978).
11) 久下 喬・北村進一：澱粉科学，32，65 (1985).	15) 永島伸浩・川端晶子・中村道徳：澱粉科学，37，243 (1990).
12) 萩原滋子・江崎君子・北村進一・久下 喬：澱粉科学，38，241 (1991).	(平成9年1月6日受付，平成9年12月8日受理)
13) 萩原滋子・江崎君子・北村進一・久下 喬：澱粉科学，39，175 (1992).	
-