超音波照射によるこんにゃく粉製造技術の改良†

木村友子*・菅原龍幸**・後藤真彦***

Improvement of a Method for Production of Konnyaku Powder Using Ultrasonic Treatment

Tomoko KIMURA*, Tatsuyuki SUGAHARA** and Masahiko GOTO***

*Sugiyama Jogakuen University, 17-3, Hoshigaokamotomachi, Chikusa-ku, Nagoya 464-8662

**Kagawa Nutrition University, 3-9-21, Chiyoda, Sakado-shi, Saitama 350-0214

***Kanetsu Products Co., Ltd. 415-1, Ichiba, Moroyama-cho, Irima-gun, Saitama 350-0434

Aiming at promoting the utilization of konnyaku powder, we developed a mannan washing apparatus equipped with an ultrasonication treatment system that allows refinement of the powder on an industrial scale. Then, we attempted to determine the optimum conditions for its refinement and to improve the powder's quality using the apparatus. (1) Regarding the optimum conditions for the refinement of konnyaku powder, it was found that an ethanol concentration of 30% and a refinement temperature of 30°C were critical and the treatment by ultrasonication twice, for 10 min and 5 min, was most effective for the refinement. The konnyaku powder produced by the method with ultrasonication treatment showed a higher degree of whiteness than that produced without ultrasonication treatment. Furthermore, the levels of undesirable odors from the gel were markedly reduced and the appearance, viscosity and dietary fiber content were superior in the former product. In addition, the sensory attributes quality of the gel was very high in the product prepared by using ultrasonication. It was thus demonstrated that the quality of konnyaku powder was improved using the newly developed apparatus. (2) Examination by scanning electron microscopy showed that the superficial roughness as well as the hollows and wrinkles in the powder particles produced by the new method was more marked, indicating that ultrasonication treatment has significant effects in improvement of the quality of konnyaku powder. (3) The physicochemical and sensory properties of konnyaku powder refined by the present method were similar to those of konnyaku powder refined by the small-scale method described in our previous paper.

(Received Jan. 20, 2000 ; Accepted May 1, 2000)

コンニャク（蒟蒻）は伝統的な食品素材で食物繊維の良い給源であり食品の生理機能の観点からも注目される。健常者に対してグルコマンナンの血清コレステロール低下作用を認める報告¹⁾もあり、生活習慣病の予防や体重のコントロールが期待できる。また、現在の蒟蒻の多量製造は精粉の利用が殆どであるが²⁾、蒟蒻粉は精製にかなり時間を要し、特有な臭気成分（魚臭様物質）を

有する粉も多く、えぐ味などの不味成分も含まれている。これらの理由から消費者が蒟蒻を敬遠する場合が多く、また通常の蒟蒻以外の蒟蒻粉を利用したゼリーなど蒟蒻食品のバリエーションが少ないので、その改良が望まれている。既に著者らは蒟蒻粉精製の基礎的な少量精製法のモデル実験としてアルコール沈殿法に超音波照射を導入することにより精製法の簡易化と脱臭・脱色に成

† コンニャク粉の精製に及ぼす超音波照射の効果（第2報）（前報文献3）

* 椋山女学園大学（〒464-8662 名古屋市千種区星が丘元町 17-3）

** 女子栄養大学（〒350-0214 埼玉県坂戸市千代田 3-9-21）

*** 株式会社関越物産（〒350-0434 埼玉県入間郡毛呂山町市場 415-1）

Fig. 1 Apparatus for refinement of Konnyaku powder

Table 1 Refinement method of sample

		Condition					
Era	Sample	Treated weight (kg)	Solution ²⁾ EtOH (L)	Temp. (°C)	Treated time (min)		Method of refining
					Process	Total	
'98	S ¹⁾	10	0	—	—	—	—
	< With ultrasonication >						
	A'		80		10	10	Once
	B'	10	80	30	15	15	Once
	B		160		10-5	15	Twice
	E		400		10-5×4	30	Five times
	< Without ultrasonication >						
	b'	10	80	30	15	15	Once
'97	b		160		10-5	15	Twice
	S ¹⁾	10	0	—	—	—	—
	< With ultrasonication >						
	A		160		5-5	10	
	B	10	160	30·35·40	10-5	15	Twice
	E		160		25-5	30	
	< Without ultrasonication >						
	a		160		5-5	10	
	b	10	160	30	10-5	15	Twice
	e		160		25-5	30	

¹⁾ Crude Konnyaku powder.²⁾ EtOH conc; harvested in 1997, 25%, 27%, 30%, 35%; harvested in 1998, 30%.

功しその結果を報告している³⁾。本研究では実用化を想定し、工業的規模の超音波照射型マンナン洗浄装置の開発を行い、本洗浄装置により精粉の大量精製を試みた。その精製精粉の理化学的性状、一般成分値、走査型顕微鏡による微細構造の観察及び嗜好性を調べ、超音波照射の精製効果について検討を加えたので、その結果を報告する。

実験方法

1. 試料

試料の蒟蒻精粉は1997・1998年度群馬県の竹居商店製一等粉を用い、これを試料Sとした。なお精粉の保存は5°Cで冷蔵保存し随時使用した。エタノールは今津薬品工業(株)製、食品添加用アルコール「ライタンM」エ

タノール 50.20% (w/w) を使用した。

2. 超音波照射型マンナン洗浄装置

超音波照射型マンナン洗浄装置 (本多電子(株) W-GCO・NRS 型 (ステンレス製, 大きさ 1200×1200×700 mm, 容積 31.6 l, 有効発振 28 kHz・45 kHz 共に 5 秒間, 100 kHz は 1 秒間のマルチサイクル, 抽出温度 25~40°C 設定のもの) を Fig. 1 に示す。本体はステンレス製の洗浄タンク底部に超音波振動子を取付け, 精粉が沈殿しやすい為ポンプで下から上へ循環させ, 更に攪拌羽で攪拌し精粉に均一に超音波照射 (以下照射と略記) されるように作製した。

即ち, 攪拌羽の取付位置や遠心力が大きいと精粉がタンクの縁に集まり均等に送り出せないで遠心力を小さくするために攪拌羽の長さを短く設置したことにより, 完全に照射させることができた。

3. 大量法

大量精粉の精製条件を Table 1 に示す。即ち, 洗浄タンクに 25, 27, 30 及び 35% エタノール水溶液 80 l と試料 S を 10 kg 投入し 1 回処理は照射を 10 分間または 15

分間施し, 分散液を遠心分離器に送り 1150 rpm で 5 分間遠心分離し上清を除去した。2 回処理, 5 回処理では, 1 回処理後引き続き沈殿物に 25, 27, 30 及び 35% エタノール水溶液 80 l 投入し再び照射を 5 分間または 5 分間毎に 4 回照射と遠心分離を繰り返した。それぞれ得られた沈殿物のうち 500 g を 99% エタノール 0.5 l で洗浄・脱水し, ガラスフィルターで吸引濾過し沈殿物を 80°C で 2 時間乾燥し, 試料 1997 年度: A, B, E・1998 年度: A', B', B, E とした。非照射の同条件下で処理し乾燥させ, 得られたもの試料 1997 年度: a, b, e・1998 年度: b', b を対照とした。

4. 測定方法

(1) 精製粉末の歩留り

精製処理後の乾燥重量/精製前の重量×100 により求めた。

(2) 色 調

測色色差計 (日本電色工業製 ND1001-DP 型) を用い, 精粉を付属セル (直径 30 mm, 高さ 10 mm) にすき間なく詰め, 反射光による L, a, b 値と白色度を測定した。

(3) 臭気成分の分析

精粉の臭気分析の捕集およびトリメチルアミン (TMA), ジメチルアミン (DMA) の分析は既報³⁾の方法に依った。

(4) 精粉ゾルの流動特性

試料は各精粉を無水物換算し 1% (w/w) 濃度ゾル 200 g に調整し供した。品温 35°C に保持し 2, 4, 6, 8 および 24 時間保持後流動特性の測定に供した。測定は既報³⁾の方法に準じ B 型粘度計 (東京計器(株)製, B8M 型, #4 のロータ) にて回転数を 3~60 rpm 連続的に変化させ, 30 秒毎に粘度を読み取り, この値からずり速度 D (sec^{-1}), ずり応力 S (Pa), みかけの粘度 η_a (次式のベキ乗回帰式 $\eta_a = \mu D^{n-1}$ に依った。ただし $\eta_a = S/D$, μ : 非ニュートン粘性係数, n : 非ニュートン粘性指数) を求めた。

(5) 精粉組織構造の観察

精粉を小筆の毛先につけ電子顕微鏡の試料台の上に散布し観察した。走査型電子顕微鏡 (日立 S-3500N 型) を用い, 加速電圧 15 kV, 30 Pa で行った。

(6) 一般成分および食物繊維の分析

水分は 105°C 加熱乾燥法⁴⁾, たんぱく質はケルダール法⁴⁾, 脂質は酸分解法⁴⁾, 灰分は 550°C 灼熱灰化法⁴⁾, 総食物繊維はプロスキー変法¹⁾により測定した。

測定は(5)以外では一条件について 3~5 回測定し平均値と標準偏差を求めた。

Table 2 Effect of refining treatment on the yield and moisture of Konnyaku powder

Era	Sample ¹⁾	Yield (%) mean±SD	Moisture (%) mean±SD
'98	S	100	6.51±0.06
	A'	82.5±2.1	3.89±0.12
	B'	82.8±2.1	3.53±0.03
	B	83.0±2.2	3.51±0.05
	E	77.0±0.0	2.14±0.01
	b'	82.8±2.1	2.40±0.02
	b	83.0±2.1	3.01±0.06
'97	S	100	7.66±0.10
	A	84.5±3.3	3.45±0.11
	B	84.3±3.3	2.72±0.01
	E	84.0±3.3	3.07±0.04
	a	84.5±3.3	4.56±0.06
	b	84.5±3.3	3.06±0.11
	e	82.8±3.6	4.05±0.02

¹⁾ Sample S, Crude Konnyaku powder ;
Sample A, A', B, B', E, with ultrasonication ;
Sample a, b, b', e, without ultrasonication.
Each value represents the mean±SD of 3~4 determinations.

Table 3 Effect of refining treatment on the color of crude Konnyaku powder

Era	Sample ¹⁾	Hunter value			Whiteness ²⁾
		L	a	b	
'98	S	77.3	0.9	12.2	74.2
	A'	82.1	0.9	8.6	80.1
	B'	82.3	0.6	8.4	80.3
	B	83.1	0.3	5.9	82.1
	E	83.8	0.3	5.5	82.6
	b'	78.8	0.8	8.9	77.0
	b	79.9	0.9	8.0	78.3
'97	S	76.1	0.1	11	73.2
	A	82.1	0.2	6.2	81.8
	B	83.4	0.1	6.0	82.4
	E	82.4	0	5.2	81.6
	a	80.4	0.7	6.3	79.4
	b	80.7	0.4	6.2	79.7
	e	80.5	0.3	6.8	79.3

¹⁾ Sample S, Crude Konnyaku powder ;
Sample A, A', B, B', E, with ultrasonication ;
Sample a, b, b', e, without ultrasonication.

²⁾ whiteness = $100 - \sqrt{(100-L)^2 + a^2 + b^2}$

Each value represents the mean of 5 determinations.

Fig. 2 Amount of TMA, DMA in Konnyaku powder gel

▨, Sample S (Crude Konnyaku powder) ;

■, With ultrasonication (Sample A', A, 10 min ; B', B, 15 min ; E, 30 min) ;

□, Without ultrasonication (Sample a, 10 min ; b', b, 15 min ; e, 30 min).

** Significance at 1% level ;

*** Significance at 0.1% level.

Fig. 3 SEM photographs of 3 kinds of Konnyaku powder

Sample S, Crude Konnyaku powder, Harvested in 1998 ;

Sample B, Sample S treated with ultrasonication at 30°C for 15 min in 30% EtOH ;

Sample b, Sample S treated without ultrasonication at 30°C for 15 min in 30% EtOH.

(7) 官能評価

試料の調製および官能検査法は既報³⁾の方法に依った。なおパネルは椋山女学園大学の学生 (20 歳) 12 名である。

実験結果および考察

1. 大量蒟蒻粉の精製

既報³⁾の蒟蒻粉精製モデルの照射導入アルコール沈殿法 (以下少量法と略記) においての好適条件は 25% エタノール水溶液を用い抽出温度 40°C, 照射 10 分間と 5 分間処理の 2 回処理法が有利であったことから, この条件

を基準に大量法を試み比較した。大量法ではエタノール濃度と抽出温度との関係について① 25%・40°C, ② 25%・30°C, ③ 27%・30°C, ④ 30%・35°C, ⑤ 30%・30°C の 5 条件を設定し, 2 回処理により精製を行った。①～④までの条件では装置タンク内で精粉の一部に膨潤が起り部分的に塊ができて, 膨潤しなかったものの回収時に塊ができたので, これらの条件では十分な精製条件を満たしているとは言えなかった。一般的に精製用エタノール濃度が低いとコスト的に有利と考えられ, また抽出温度は少量法³⁾では 20°C より 40°C が精製効果は良好な結果であった。40°C を越えると不純物の澱粉な

Table 4 Rheological properties of Konnyaku sols prepared from Konnyaku powder

Era	Sample ¹⁾	$\mu_a^{2)}$ η_a (Pa·s)		$n^{3)}$		Casson yield value (Pa) UP
		UP	DN	UP	DN	
'98	S	7.2	27.3	0.97	0.62	4.64
	A'	32.5	60.9	0.71	0.64	4.87
	B'	26.6	58.2	0.75	0.67	4.21
	B	26.1	64.4	0.73	0.61	6.30
	E	29.4	66.6	0.78	0.61	6.66
	b'	20.1	59.2	0.71	0.62	5.38
	b	24.2	52.9	0.81	0.62	4.78
'97	S	21.0	31.3	0.55	0.35	2.04
	A	25.8	41.3	0.60	0.33	4.14
	B	38.9	48.6	0.65	0.36	2.69
	E	27.7	45.4	0.40	0.28	10.4
	a	16.8	39.8	0.62	0.29	3.57
	b	26.6	38.4	0.63	0.68	3.16
	e	27.0	44.1	0.41	0.29	9.92

¹⁾ Sol conc, 1%. After 2 hours.

Sample S, crude Konnyaku powder ;

Sample A, A', B, B', E, with ultrasonication ;

Sample a, b, b', e, without ultrasonication.

²⁾ μ , non-newtonian coefficient of viscosity [(shear rate (1.00 s⁻¹)).

³⁾ n, changing viscous flow structure of Konnyaku sols.

Each value represents the mean of 3~4 determinations.

どの糊化が始まり、精粉の主成分であるグルコマンナン粒子も膨潤し精粉が劣化した。⑤ 30%・30℃ 条件では精粉は全く膨潤せず回収時にも塊がなく、さらさらした状態に再精製できた。従って大量法は少量法とは相違することを認めた。また、大量法の照射時間は既報³⁾ 同様に 10~30 分間の短時間で充分効果があることを確認し、最適なエタノール濃度 30%・抽出温度 30℃ の条件で、以下の実験を進めた。

蒟蒻精粉の歩留りと水分含量を Table 2 に示した。歩留りは 1998 年度品の照射洗浄 5 回処理（試料 E）では 77% で最も低く、それ以外は 80% 以上の標品が得られた。この歩留りは少量法の 88% 以上よりは低いものの、従来のアルコール沈殿法²⁾ の歩留り 57% 程度に比べ顕著に高かった。水分量では収穫年度や精製条件により差異がみられるが、精製前の試料 S に比し精製後の各試料の水分量は減少した。

2. 大量精粉の色調変化

蒟蒻精粉の色調は品質評価において重要な要因とされ

ている⁵⁾。そこで大量法の精粉の色調変化を Table 3 に示した。試料 S を精製することにより、何れの条件でも明度 (L) と白色度 (W) が高くなり、色相の b 値 (黄色合い) が低くなった。1998 年度品において照射した精粉では 1 回処理（試料 A', B'）より 2 回処理（試料 B）の方が白色度は高値を示したが、1 回処理でも精製前の試料 S や無照射の試料 b', b と比較すると高値を示し、照射併用の効果が高いことを認めた。また 5 回処理（試料 E）の白色度は 2 回処理（試料 B）とほぼ同等値を示し差が認められなかった。従って大量法でも照射 15 分間の短時間処理が効果的であることが示唆された。

3. 大量精粉の脱臭の検討

精粉中の臭気物質はトリメチルアミンなどの揮発性アミンであると報告⁶⁾⁷⁾ されており、既報の少量法は照射中に著しく臭気が減少されたことを報告した³⁾。そこで本研究の大量法の脱臭効果について調べた結果を Fig. 2 に示す。精製後の精粉は何れも TMA, DMA は著しく減少し、照射した精粉は対照の非照射の精粉より有意に

Fig. 4 Time depended curves of Konnyaku powder 1% sols

---◇--- Sample S, Crude Konnyaku powder, Harvested in 1998;

—●— Sample B', Sample S treated with ultrasonication at 30°C for 15 min in 30% EtOH;

---○--- Sample b', Sample S treated without ultrasonication at 30°C for 15 min in 30% EtOH;

—▲— Sample B, Sample S treated with ultrasonication at 30°C for 15 min in 30% EtOH;

---△--- Sample b, Sample S treated without ultrasonication at 30°C for 15 min in 30% EtOH;

—■— Sample E, Sample S treated with ultrasonication at 30°C for 10 min and multiply 5 min by 4.

Conditions: Visco meter B8M, rotor: #4, rotate rate 6rpm, UP, measurement temp. 35°C.

低値を示した。また、1998年度品において洗浄時間や処理回数を繰り返した方が若干低い傾向を示した。臭気成分の除去の観点からは照射処理が有効と考えられた。

4. 蒟蒻粉の組織構造観察

Fig. 3 に大量法による精粉の表面の組織構造を観察した。1) の試料 S, B, b 粒子の表面は不定形で、窪み・皺が観察されたが、3 試料間に大差は見られず、特に試料 B の形状の損傷・破壊は認められなかった。従って照射処理ではグルコマンナン粒子自体はほとんど影響を受けないことが判った。更に 2) では表面の一部を拡大し観察したところ、試料 S 粒子には不純物を取り巻き付着し

ていることが観察された。照射処理の有無では試料 b は表面の細胞壁、窪み、皺が鮮明に露出し不純物も多少絡みついていたが、試料 B では粒子表面の不純物が著しく除去されている構造を示し、照射洗浄効果が明瞭に観察された。

5. 大量精粉ゾルの流動特性の検討

蒟蒻の重要な特徴でもある粘度について大量精粉ゾルの流動特性の変化を Table 4 に示す。収穫年度や精製条件により測定値に差異が見られるが、粘性係数 μ (ずり速度 1.00 sec^{-1}) では何れの試料も上昇時の値より下降時の値が大きくなり、ゾルはレオペキシー的現象⁸⁾を示した。精製前の試料 S に比し精製した試料は μ 値が大きくなり、殊に照射した試料は非照射の試料に比し μ 値は大きい傾向を示した。しかし、分子間結合の構造の強さを示す n (粘性指数) や流体の塑性流動状況を示すキャソン降伏値⁹⁾には一定の傾向は見られなかった。次に 1998 年度の精粉ゾルの経時変化を Fig. 4 に示す。照射した試料は精製前の試料 S や非照射の試料に比べ全てのみかけの粘度が高かった。しかし 5 回処理 (試料 E) ではみかけの粘度がやや低い傾向を示したことから、繰り返し処理の精製効果は認められなかった。主な理由として凝固に関係する成分の変化が推察されるが、今後さらに検討したい。

6. 大量精粉の成分組成の変化

精粉の品質を評価するために 1998 年産精粉の成分組成 (乾燥物基準換算値) を Table 5 に示した。精製後の試料は精製前の試料 S に比し、何れの試料もたんぱく質と灰分値が減少し、精製処理の影響が認められた。これは前述の精粉の組織構造観察結果とも符合した。このたんぱく質と灰分の減少が蒟蒻のえぐ味、臭い及び粘度に影響を及ぼしているのではないかと考えられ、精製処理の有効性が認められた。また、難消化炭水化物の食物繊維は精製処理により増加し、グルコマンナンの純度が高くなったと推察された。

以上の結果から、超音波照射型マンナン洗浄装置適用の大量法に対する最適条件は 30% エタノール水溶液で、温度 30°C、照射時間 10 分間と 5 分間の 2 回処理であった。

7. 精粉ゲルの官能評価

精粉加工技術の改良による精粉ゲルの食味特性について検討を行った。本来試料は、目的からすれば蒟蒻ゲルは調味無しが妥当であるが、既報³⁾に準じて精粉ゲルの応用面を考慮して砂糖 (7%) を添加してゲルを調製し、官能検査を行った。その結果を Fig. 5 (1)・(2) に示し

Table 5 Composition of powder sample

100 g Dry Wt.

Sample	Crude	With ultrasonication				Without ultrasonication	
	S	A'	B'	B	E	b'	b
Protein (g)	1.9	1.2	1.2	1.1	1.1	1.3	1.1
Lipid (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ash (g)	6.9	1.2	1.1	0.5	0.1	0.9	0.5
Carbohydrate ¹⁾ (g)	91.2	97.6	97.7	98.4	98.8	97.8	98.4
Total							
Dietary fiber (g)	86.7	95.5	97.3	97.7	98.8	95.3	97.7

¹⁾ By difference

Each value represents the mean of 3~4 determinations.

Fig. 5 Sensory evaluation test

(1) Control, Sample b (treated without ultrasonication at 30°C for 15 min);

—— Sample B (treated with ultrasonication at 30°C for 15 min).

(2) Control, Sample B', Small scale method (treated with ultrasonication at 40°C for 15 min);

—— Sample B, Large scale method (treated with ultrasonication at 30°C for 15 min).

①, Color (Clearness); ②, Flavor; ③, Hardness; ④, Adhesiveness; ⑤, Acrid; ⑥, Solubility in the mouth; ⑦, Taste; ⑧, Overall evaluation.

12 panel members rated color, flavor, hardness, adhesiveness, acrid, solubility in the mouth and taste intensity on a 7-point scale (3=extremely strong; -3=extremely weak), and overall impression on a 7-point scale (3=extreme liking; -3=extreme disliking).

*, Significantly different from sample b or B' group ($p < 0.05$);**, Significantly different from sample b group ($p < 0.01$).

た. Fig. 5 (1) では, 大量法の照射の有無を比較したが, 試料 B は試料 b に比し, 色 (透明度), おいしさ, 総合的評価において有意に高い評点を得た. この評価について上述の理化学的特性値との対応をみると, 色調測定値 (Table 3) では試料 B の明度と白色度が高値を示したことがゲルの透明感がある評価に関与していた. おいしさ

ではあっさりとした甘味を感じ評点が高く, 総合的評価でも評点が高くなったと考えられた. このように照射導入の精製処理は蒟蒻ゲルの品質に影響を及ぼし嗜好性を変えることを認めた. Fig. 5 (2) では, 照射導入の少量法と大量法との比較をした. 大量法のゲルは少量法のゲルに比べ, 透明感があり有意に評価が高くなることが認

められたが、その他の項目では差なしの評価であった。精粉の性状と食味特性において照射導入の大量法は少量法とほぼ同等に改良されたことが明らかとなり、精製効果は十分発揮されているものと考えられる。

15 分間の処理において連続照射 15 分間の 1 回処理 (試料 B') でも比較的良好な結果が得られており、2 回処理 (試料 B) より製造操作が簡便となり蒟蒻製造ラインの省力化にも通じると考えられた。そこで試料 B' にて糸蒟蒻の製造を試みたところ、調理時に「アク抜き」する必要がなく、試験的に関東地方で販売されているが好評を得ている。今後はこれら蒟蒻製品の性状及び食味特性の要因を解明したい。また、精製に用いたアルコールの脱臭、脱色を再留など行って循環して再利用を図ることや上述の 2 回処理したマンナン純度の高い精粉の他の分野での用途開発を進める予定である。

要 約

蒟蒻粉の利用拡大に資する目的で、工業的規模で利用可能な超音波照射型マンナン洗浄装置の開発をして、好適な精製条件と精粉の品質を検討した。

(1) 開発装置適用の大量蒟蒻粉の最適な精製条件はエタノール濃度 30%、処理温度 30℃ で、照射時間は 10 分間と 5 分間 (合計 15 分間) の 2 段階処理が最も有効であった。この精製蒟蒻粉は白色度が高く、ゲルは TMA、DNA の値が顕著に減少し臭気成分が減少され、みかけの粘度と食物繊維含量が増加し、且、ゲルの食味特性を向上させ、品質が改良できた。

(2) 走査型電子顕微鏡による組織学的観察からは照射

処理により精粉粒子は損傷・破壊が認められず、処理前の精粉や非照射の精粉に比べ表層部の不純物が著しく除去せられ、超音波処理効果の状態が観察された。

(3) 精粉の理化学的性状値と官能評価からは大量法と少量法とは同等の精製効果があることが確認できた。

本研究の遂行に当たり、御助言を賜った椋山女学園大学教授亀田清博士並びに実験に御協力を頂きました女子栄養大学講師佐々木弘子博士、(株)関越物産研究開発課主任鳥田恵美香氏、椋山女学園大学の福谷洋子先生や組織観察に御協力を頂きました日製産業(株)、SEM センターの和田 正夫氏に謝意を表します。

文 献

- 1) 石本美里: 健康・栄養食品研究, **1**, 56 (1998).
- 2) 沖増 哲編: こんにゃくの科学 (溪水社, 広島), p. 84, p. 121 (1993).
- 3) 木村友子・菅原龍幸・福谷洋子・後藤真彦: 食科工, **44**, 552 (1997).
- 4) 五訂日本食品標準成分表分析マニュアル, 科学技術庁資源調査会食品成分部会編 (社団法人資源協会, 東京), p. 1 (1997).
- 5) 前梶健治: 広島食工試研報, **11**, 1 (1970).
- 6) 葛西隆則・小幡弥太郎: 北大農邦紀, **5**, 145 (1965).
- 7) 木原芳次郎・多田節子: 農産加工技研誌, **4**, 38 (1957).
- 8) 川端晶子著: 食品物性学 (建帛社, 東京), p. 35 (1985).

(平成 12 年 1 月 20 日受付, 平成 12 年 5 月 1 日受理)