

総 説

ハルサメの理化学的性質と食味特性

高橋節子*

1. はじめに

澱粉麺^{1~6)}の一種であるハルサメは、中国では豆麵^{7~10)}ともいわれ、約1000年前に綠豆の粗製澱粉^{7,8,10)}を原料として、中国北部で製造されたといわれ²⁾、「粉絲」(fen-su) または「粉条」(fen-tiao) と呼ばれている^{7~10)}。日本では、この細くて透明な「粉絲」が春雨の雨筋に似ていることから「ハルサメ」という名称がつけられ、昭和12(1937)年頃から製造されており、多くの場合、甘藷澱粉に馬鈴薯澱粉およびコーンスターチを混合したものである¹⁸⁾。

一方、ハルサメと同じく綠豆澱粉を用いたものに中国では「粉皮」(fen-pi)⁷⁾があり、日本ではこれを「水織」または「くず切り」¹⁴⁾という。「水織」は川上行蔵氏によれば、約900年前に中国から伝わり、「庭訓往来」⁴⁾に名前ののみ記されている。1350年、室町時代に料理に使われているが、当時は生のもので、乾燥品は後に作られた。水織は水煎・水簾の字をあてることもある⁴⁾。葛粉をねり、砂糖を入れて湯煮し、冷やして短冊形に切り、黄白二色をまじえて水仙の花の色に似せた菓子である⁴⁾。

ハルサメは、なめらかな舌触りと獨得の食感が喜ばれ、その調理法も多様化し、近年では大衆的食品として食生活に深く根をおろしている。ハルサメの品質としては、外観が透明な美しい光沢をもち、歯ごたえがあり、煮とけが少なく、膨潤倍率の高いものがよいといわれている。ハルサメを調理した場合、綠豆澱粉を原料とする中国産ハルサメは、日本産ハルサメに比べて透明で光輝度が高く、こしがあり、煮とけが少ないなどの特性をもっている。この違いが原料澱粉の性質または製造方法のいずれ

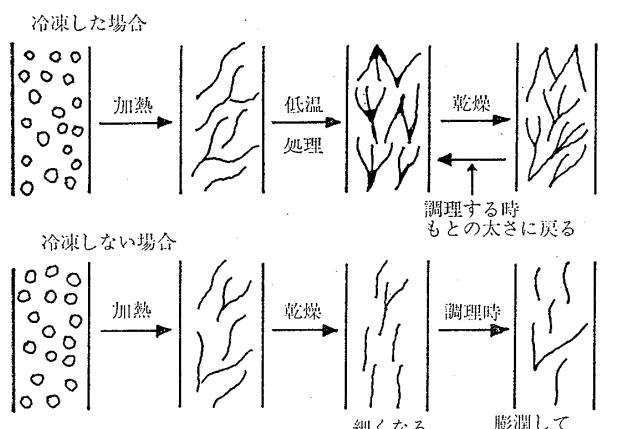
に起因するものかを明らかにすることにより、日本産の馬鈴薯や甘藷澱粉を用いて、透明度の高い、食感のよい、独自の調理特性をもったハルサメが得られるのではないかと考えられる。

ハルサメの製法は一般に、懸垂式と押出式¹⁸⁾が用いられているが、近年では作業能率や収率の面から押出式が採用されている場合が多い。懸垂式によるハルサメの製法は貝沼¹⁵⁾によれば、澱粉の一部を糊にし、これに残りの澱粉を加えて、よくこねてもち状にする。これをトンピョーという底部に9mm位の穴を多数あけた容器に入れて、攪拌しながら下部の穴から糸状に落とし、下の沸騰している釜に入れ、瞬間に澱粉を糊化させて水槽で冷却したのちに、-7~-10°Cの冷凍室で24時間冷凍し、冷水中で戻してから天日乾燥する。この冷凍の処理は、麵の澱粉を老化させるために行うもので、このようにすることにより調理する際の「煮くずれ」を防ぐ。澱粉の老化を利用した食品の加工法の一例である。Schoch¹⁶⁾は、この凍結操作により、麵線内の澱粉はミセルの再配列が行われ、凍結を行わないものはミセルが弱く、水を吸って膨潤しやすく、溶けやすいとし、福場⁸⁾はこの操作間の変化を模式的に示した(図1)。綠豆澱粉を原料とする中国産ハルサメの場合は、一般に冷凍処理は行わない^{7,12)}。

ハルサメに関する研究で山村ら¹¹⁾は、市販ハルサメの物理化学的性質について検討し、綠豆澱粉からのハルサメは膨潤倍率が大きく、澱粉の溶出は少ないとし、ハルサメ製造時に冷凍処理を施すことにより、麵は白濁するが煮とけや付着性が低下し、硬さと脆さが与えられるなどの効果を示した¹⁷⁾。毛利¹⁸⁾は脂肪酸エステルのハルサメ分線への効果について、煮くずれが遅く、光沢、透明

* 共立女子大学

ハルサメの理化学的性質と食味特性

図 1. ハルサメ製造工程及び調理中の麺線内の澱粉の模式図^{8,10)}

性があるとし、また本坊ら¹⁹⁾は、ハルサメの原料としての甘藷澱粉の粘性について報告し、近年、Garcia ら²⁰⁾は、フィリピンにおける澱粉麺のユニークな作り方として、コーンと緑豆澱粉(7:3)をオートクレーブにて完全に糊化させたのち、これをエクストルーダーにて麺線を形成し、そのまま乾燥して仕上げることを報告している。調理面から寺元²¹⁾は、ハルサメのもどし方による外観やテクスチャーの差異について、膨潤度・溶解度、 α 化度および顕微鏡観察などから報告し、杉本ら²²⁾は市販ハルサメの品質の相違について検討し報告している。

ハルサメの原料である緑豆澱粉については、川村ら²³⁾、Schoch ら²⁴⁾は、豆澱粉の形状および性質について、Nai-vikul ら²⁵⁾は、小麦澱粉との比較において検討し、Biladeris ら²⁶⁾は、分子量分布について報告している。しかし、ハルサメに関する研究は少なく、ハルサメの理化学的性質の解明はまだ十分なされていない。ハルサメの性質と調理との関連、理化学的性質と官能評価との相関など明らかにすることが望まれる。ここでは筆者らがハルサメに関する基礎的研究として、各種澱粉の構造ならび

に蛋白質添加、また、その製造方法などが、ハルサメの物性および食味特性や、調理特性などにどのように関与するかを検討したことを中心に述べさせていただく。

2. ハルサメの原料として好ましい澱粉の性質

市販ハルサメは現在、種類も多く、その製造方法も多様化しているが、比較のための基準を得る目的で、日本産は懸垂式と押出式の2種を、中国産および台湾産各2種の計6種について物性測定を行った。中国産ハルサメ「龍口粉絲」は市販ハルサメ中、最も透明度が高く、伸び率が大で、溶解しにくいなどの性質を示したのに対し、日本産押出式は付着性が大で伸びにくい傾向を示し、日本産懸垂式はこれらの中間の性質を示した²⁷⁾(表2)。中国産ハルサメは一般に緑豆澱粉を用い、懸垂式により作られているといわれているが、試料として用いた市販の中国産ハルサメ「龍口粉絲」は、どのような澱粉を用い、どのような方法で製造されたものかは全く不明である。しかし、一般成分、アミロース含量およびアミロペクチンの鎖長分布²⁸⁾の結果からみると、主として緑豆澱粉から懸垂式により製造されていると推察された²⁹⁾(表2)。

緑豆澱粉を原料としている中国産ハルサメのすぐれた調理特性は、緑豆澱粉のアミロース含量が34%と高く^{17,30)}、 β -アミラーゼ・プルラナーゼによる糊化度³¹⁾の測定からも老化しやすい性質をもつことが明らかとなった³²⁾。アミロースは優れた膜形成性を示し、それによってハルサメの表面に難溶性の被膜状ゲルを生じるために、調理で加熱した際にも麺の内部から澱粉が溶出しにくく、煮くずれせず、歯ごたえのある食感を示すものと考えられる。日本産ハルサメの原料である甘藷や馬鈴薯澱粉は、アミロース含量は豆澱粉に比べて10%も低く、離水量も少なく、老化しにくいため、その製造工程中、凍結処理を行っても、緑豆澱粉の老化性に及ばず、煮くずれしや

表 2. 緑豆蚕豆および市販ハルサメ澱粉の一般成分

Origin	Sample	Method of preparation or name of the product	Chemical composition				
			Moisture (%)	Protein ^{a)} (%)	Fat (%)	Ash (%)	Carbo-hydrate ^{b)} (%)
Commercial Harsame noodles	Product of Japan	{Dropping Forced extrusion	12.21	0.13	0.05	0.31	87.30
	Product of china	“Lungkow vermicelli”	11.57	0.13	0.05	0.23	88.02
Starch preparation	Mung bean	{Alkali Fermentation	11.42	0.70	0.05	0.24	87.59
	Broad bean	{Alkali Fermentation	13.19	0.31	0.05	0.12	86.39
			11.84	1.25	0.09	0.15	86.74
			11.20	0.22	0.10	0.12	88.44
			14.10	0.94	0.10	0.13	84.79

a) Protein was determined by the Kjeldahl method and 6.25 was employed as nitrogen-protein conversion factor

b) Carbohydrate content was obtained by subtracting the content of moisture, protein, fat and ash from 100%

表 1. 研究室調製ハルサメ及び市販ハルサメの物性

Sample	Boiling time (min)	Compression		Tension	Thickness of noodles (boiled) (mm)	Water content of noodles (boiled) (%)	Material starches			
		Hardness ^a (g/mm ²)	Cohesive-ness							
Laboratory made Harusame noodles	Mung bean	Alkali	3	58.3	0.43	3.02	14.13	4.68	1.08	74.0
		Fermentation	3	58.7	0.35	2.72	21.43	7.87	1.12	71.4
Commercial product Harusame noodles	Broad bean	Alkali	3	37.4	0.40	2.20	14.75	7.90	0.91	73.2
		Fermentation	3	37.5	0.23	1.31	17.54	11.20	1.25	72.1
Potato and sweet potato starches (1:1)		3	13.7	0.30	1.09	4.27	3.79	1.20	81.8	
Commercial product Harusame noodles	Japanese product	Dropping method	3	47.9	0.40	2.60	6.13	2.39	1.23	77.9
		5	—	—	—	2.20	4.74	2.15	1.30	82.0
Chinese product (Lungkow)	Forced extrusion method	3	66.7	0.30	2.15	8.25	3.84	1.35	75.3	77.9
		5	—	—	—	2.66	5.21	1.96	1.44	77.2
Chinese product (Shanghai)	3	71.4	0.42	3.25	12.26	3.77	0.98	78.3	77.9	77.2
	5	63.0	0.46	3.06	10.12	3.30	1.02	81.9	72.1	
Formosan product	3	82.0	0.50	5.16	10.00	1.94	1.50	70.0	70.0	70.0
	5	80.4	0.52	4.98	7.40	2.00	1.60	72.1	72.1	

a Hardness (g/mm²) = Noodles diameter × plunger's width (4mm)

b Stretching = $\frac{\text{Length after stretching}}{\text{Original length}}$

c Tensile strength (g/mm²) = $\frac{\text{Force}}{\text{Cross section area}}$

d Elongation elastic modulus (dyn/cm²) = $\frac{\text{Force} \times 980}{\text{Cross section area}} \times \frac{\text{Original length}}{\text{Length after stretching}}$

ハルサメの理化学的性質と食味特性

すいと考えられた³⁰⁾。また、緑豆澱粉は膨潤・溶解しにくく、糊化温度が高く、熱安定性が大であり、ゲル形成性がすぐれているなどの特性を示した³⁰⁾。このような緑豆澱粉の諸性質が、これを原料として作るハルサメの煮くずれしにくい性質や、こしの強い食感を与えることに大きく関与していると考えられた³⁰⁾ (図2, 図3)。

中国産ハルサメは元来、緑豆の粗製澱粉^{7,8,10)}を原料

としているといわれており、これら原料澱粉中に含まれる蛋白質や脂質が、ハルサメの物性にどのような影響を与えていたかは興味あることである。そこで、アルカリ法と発酵法³³⁾により澱粉を調製して比較したところ、発酵法のものはアルカリ法のものに比べて蛋白含量が4倍と高く、ハルサメの透明度は低く、伸び弾性率が大で伸

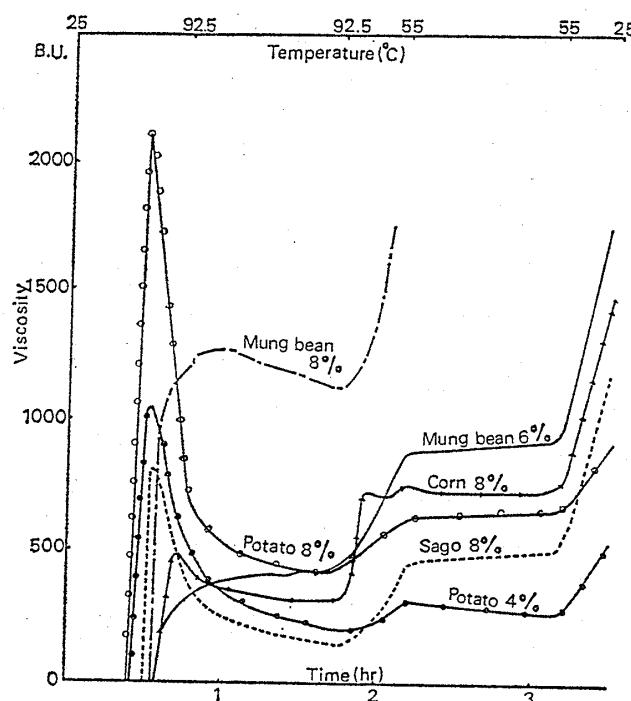


図2. 各種澱粉のアミログラム

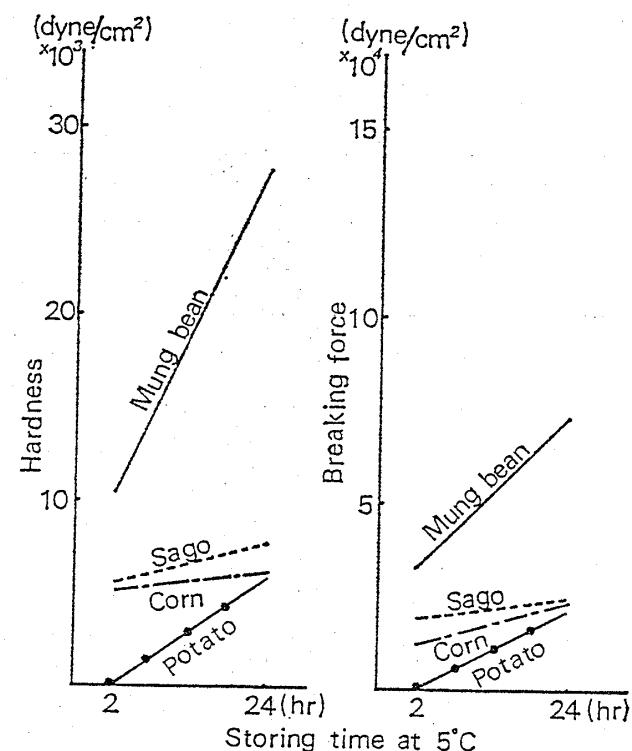


図3. カードメーターによる澱粉ゲルの硬さ及び破断力

表3. 澱粉の調製法が澱粉及びハルサメの性質に及ぼす影響

Properties	Preparation method of starches		Alkali Fermentation
	Starches	Chemical composition	
Starches		Protein	L < H
		Fat	L < H
		Ash	L < H
	Photopastography Viscography	Transmittance	H > L
		Viscosity	L < H
	Gel texture	Hardness Breaking force	H > L H > L
Laboratory made Harusame noodles	Noodles texture	Thickness of noodles Hardness Cohesiveness Stretching Tensile strength Elongation elastic modulus	L < H H = L H > L H > L L < H L < H
		Transparency Swelling power Solubility	H > L H ≥ L H ≥ L

H=High, L=Low

表 4. 緑豆・蚕豆及び馬鈴薯澱粉の理化学的性質

Properties starch and noodles	Starch	Mung bean	Broad bean	Potato	Potato and Sweet potato starch (1:1)
Amylose content		33.9	34.5	22.3	20.0
Gelfiltration fraction of debranched starch	Fr. II/Fr. I	0.64	0.69	1.39*	
	Fr. III/Fr. II	2.74	2.20	2.05*	
Photopastegraphy	Temperature of decrease transmittance (°C)	61.0	49.0	56.0	
	Temperature of increase transmittance (°C)	68.0	56.0	61.0	
Viscography ^{a)}	Temperature at which viscosity begins to rise (°C)	72.5	68.0	62.5	
	Maximum viscosity (B.U.)	560	380	2120	
	Cooling viscosity at 25°C (B.U.)	1770	1000	930	
Gel texture ^{b)}	Hardness (dyne/cm ² × 10 ⁴)	6.4	2.6	—	
	Breaking force (dyne/cm ² × 10 ⁴)	19.6	11.7	—	
Harusame noodles ^{c)}	Hardness (g/mm ²)	58.3	37.4	11.1	13.7
	Stretching	30.2	22.0	15.0	10.9
	Tensile strength (g/mm ²)	14.1	14.7	3.5	4.3
	Elongation elastic modulus (dyne/cm ²)	4.7	7.9	2.3	3.8

* Sweet potato

a) Starch concentration was 8% each all measurements

b) Starch gel was prepared by viscopgraph, cooled at 5°C for 3 hours Gel texture was measured by curdmeter

c) Harusame noodles texture was measured by tensi-pressure

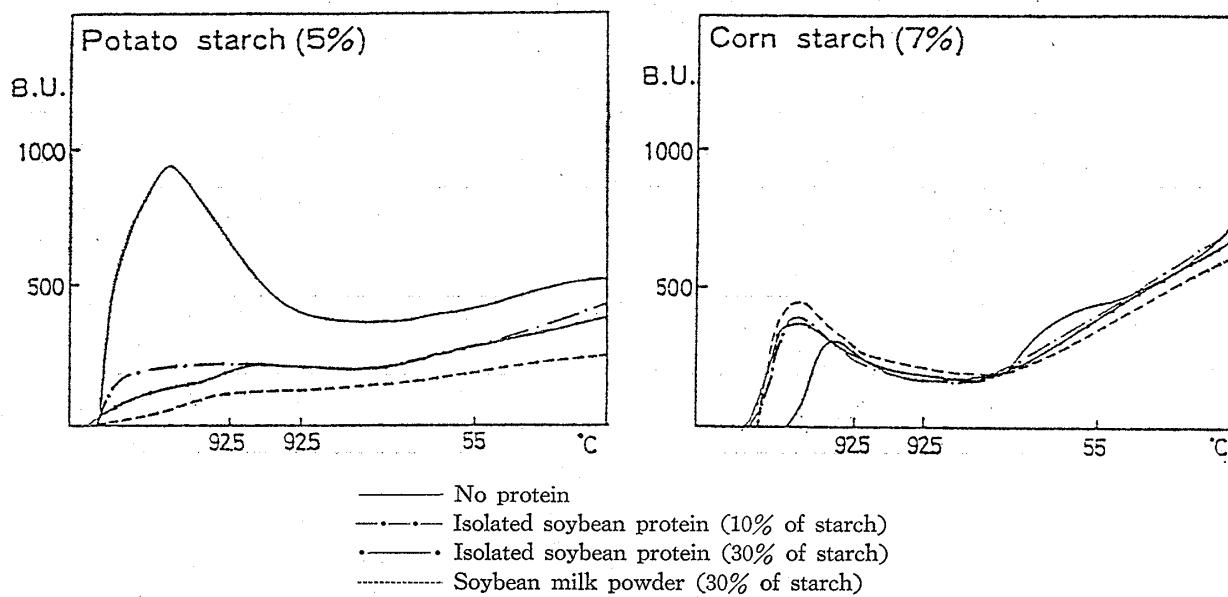


図 4. 淀粉の粘度に及ぼす大豆蛋白質添加の影響

びにくい麺となる傾向を示した。このことから、加圧押出成型機により製麺²⁷⁾する際の澱粉の調製法としては、アルカリで除蛋白を行なう方法が発酵法に比べて効果的と考えられた²⁷⁾ (表 3)。

中国産ハルサメは緑豆澱粉を原料とし、蚕豆やその他の豆澱粉も使用されるが、製品の品質は劣る²⁷⁾といわれていることから、緑豆と蚕豆の澱粉およびハルサメの性質について比較した。その結果、蚕豆澱粉のアミロース

ハルサメの理化学的性質と食味特性

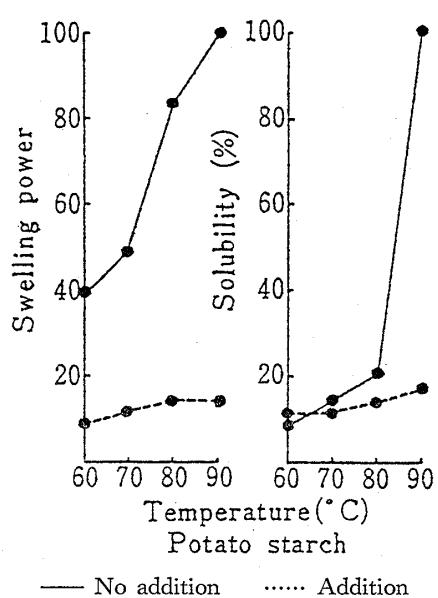


図 5. 馬鈴薯澱粉の膨潤力・溶解度に及ぼす分離大豆蛋白質添加の影響

含量^{29,34,85)}は緑豆澱粉と近似値を示したが、粘度およびゲルのテクスチャーは緑豆澱粉の1/3~1/2と低く²⁹⁾、ハルサメの硬さや伸び率も同様低い傾向を示した²⁷⁾(表1、表4)。しかし透明度の高い、細い麺が得られ、そのテクスチャーは緑豆澱粉からのハルサメと、馬鈴薯と甘藷澱粉(1:1)ハルサメの中間の値を示し、官能評価では緑豆澱粉ハルサメよりものみこみやすいなど、むしろ好まれる傾向を示した。このように日本産の蚕豆から澱粉を調製して、加圧押出式により製麺することにより、光沢のある、しなやかな麺が得られることが明らかとなつた²⁷⁾。

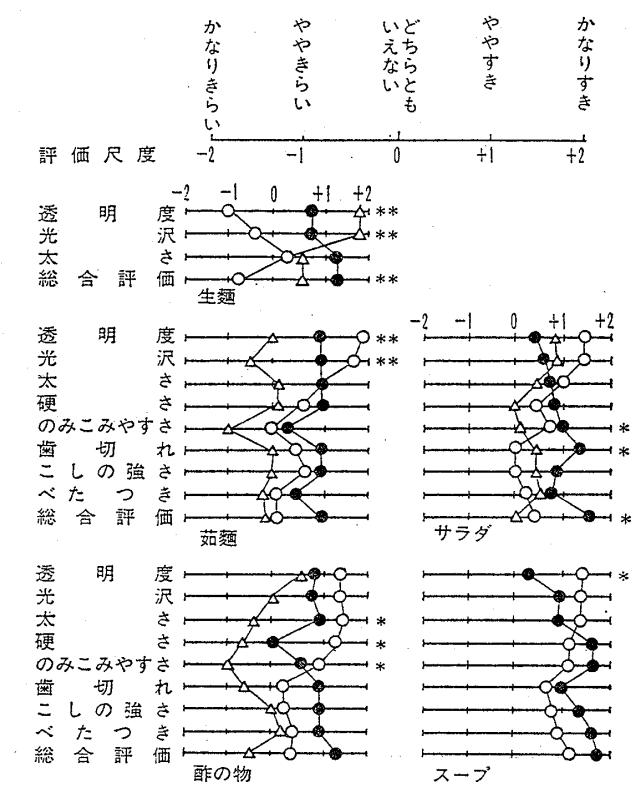
次に馬鈴薯や甘藷澱粉を用いて透明度の高い食感のよいハルサメを得るための方法として、大豆蛋白質添加について検討した。澱粉を糊化する際に、大豆蛋白質を添加すると、馬鈴薯澱粉は粘度⁸⁶⁾、膨潤力・溶解度が低下し(図4、図5)、糊化の遅れが認められた。さらに低温保存時における糊化度の低下が大きく、老化しやすくなり³²⁾、ゲルの硬さ破断力は大となることが明らかとなつた⁸⁷⁾(表5)⁸⁸⁾。これらのことから、馬鈴薯澱粉に大豆蛋白質添加は、より緑豆澱粉の性質に近似の傾向を示すと考えられたことから、馬鈴薯澱粉に大豆蛋白質を添加した場合の製麺適性を検討した⁸⁹⁾。

馬鈴薯澱粉に分離大豆蛋白質を澱粉重量に対し5%添加して製麺し、直接乾燥により仕上げたハルサメは、透明度が高く、対照に比べて引張り強度、伸び弾性率ともに大となり、付着性は低下してべたつきの少ない麺となり、溶解度も低下するなど、大豆蛋白質の添加効果は明らかであった。製麺時の温度を80°Cから120°Cに上

表 5. 大豆蛋白質の添加が澱粉の性質に及ぼす影響

property of starch	Starch	Potato	Sago	Corn	Mung bean
Viscosity	↓	↗	↗	↗	↓
Swelling power	↓	↓	↗	↗	↓
Solubility	↓	↓	↗	↗	↓
Degree of gelatinization	Initial	↓	↓	↗	↗
	Later	=	=	↓	↓
Gel texture	↗	↓	↓	↓	↓
Isolated soybean protein		↗	↗	↗	↗
Syneresis					
Soybean milk powder		↓	↗	↗	↓

→ Remarkable change
→ Slight change
= Same level



○ 馬鈴薯澱粉+大豆蛋白
● 馬鈴薯澱粉+大豆蛋白+ α 化ハイアミロースコーンスター
△ 馬鈴薯澱粉+ α 化ハイアミロースコーンスター

** 危険率 1%
* " 5%

図 6. 研究室調製ハルサメの食味特性

昇させることにより、さらにこしが強く、歯ごたえのある麺となり、付着性は無添加に比べて低下の傾向を示し、直接乾燥においても分線性のよいハルサメが得られた。

このように分離大豆蛋白質添加のハルサメは、冷凍に匹敵するテクスチャーの改良効果が認められた³⁹。

馬鈴薯や甘藷澱粉にアミロースを添加してアミロース含量を高めた場合のハルサメの性状を検討したところ、ハイアミロースコーンスター⁴⁰チはハルサメのアミロース含量を高めた効果が認められたが、ハルサメ調製中の糊化度の低下が著しく、糊化されにくくことを示し、また、ハルサメのテクスチャー改良効果は僅少であった。これはハイアミロースコーンスター⁴⁰チが加熱によっても糊化せず、粘性が出ないためと考えられたことから、 α 化⁴¹ハイアミロースコーンスター⁴⁰チ添加について検討した⁴²。大豆蛋白質添加の馬鈴薯澱粉ハルサメに、 α 化ハイアミロースコーンスター⁴⁰チ 5% 添加区は、引張り強度の大きい、こしの強い麺となり、付着性は低下し、官能評価においても高い評点を示した(図 6)⁴³。一方、透明度を高める目的では、ヒドロキシプロピル化ハイアミロースコーンスター^{44, 45}チ添加麺は、テクスチャーを改良する効果を示し、添加量 2% を限度として、アミロース含量の高いもの程、添加効果は大であった⁴²。

以上述べたように、馬鈴薯や甘藷澱粉を原料として、単独または種々の澱粉の組合せによって、加圧押出式により製麺し、冷凍工程を行わず、直接乾燥によりハルサメ状に仕上げた場合、テクスチャーおよび官能評価においてよい値を示した麺は、馬鈴薯澱粉に分離大豆蛋白質を 5% 添加したもの、また、馬鈴薯澱粉に分離大豆蛋白質を添加し、さらに α 化ハイアミロースコーンスター⁴⁰チを 5% 添加したものである。本稿に採用した加圧押出成型機による製麺方法は、馬鈴薯澱粉の粘度を抑え、透明性の優れた麺が得られるなど、糊化温度が低く、粘度の

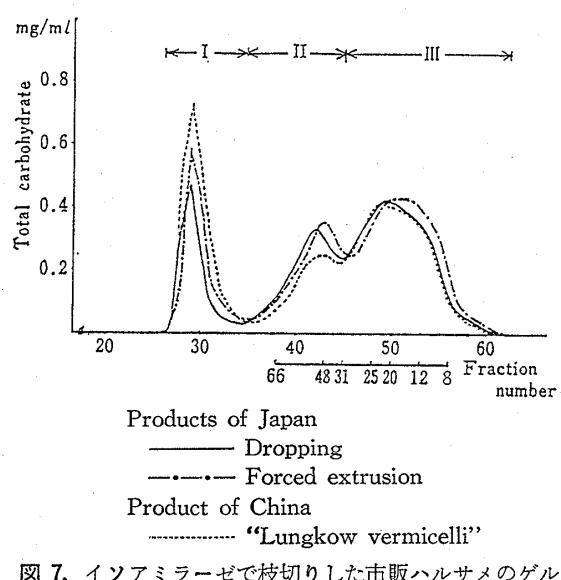


図 7. イソアミラーゼで枝切りした市販ハルサメのゲル沪過溶出曲線

高い馬鈴薯澱粉を原料としたハルサメの製造に効果的と考えられた。

上記のような組合せにより馬鈴薯澱粉を原料として、緑豆澱粉からのハルサメに近い外観や、テクスチャーを示すハルサメが得られたことから、澱粉の構造とハルサメの物性との関係を結びつけようとして、*Pseudomonas*イソアミラーゼで枝切りし、Toyopearl-HW50によるゲル沪過法によりアミロペクチンの鎖長分布を求めた²⁹。

緑豆と蚕豆澱粉または豆澱粉といも澱粉の物性の違いを、アミロース含量およびアミロペクチンの鎖長分布から検討し(表 6 および図 7)²⁹に示した。緑豆および中国産ハルサメについてアミロペクチンの長鎖と短鎖の比を求める Fr. III/Fr. II^{46, 47}は 2.8 と高いのに対し、甘

表 6. 緑豆・蚕豆および市販ハルサメ澱粉のアミロースおよびアミロペクチンの鎖長分布 (Toyopearl HW-50)

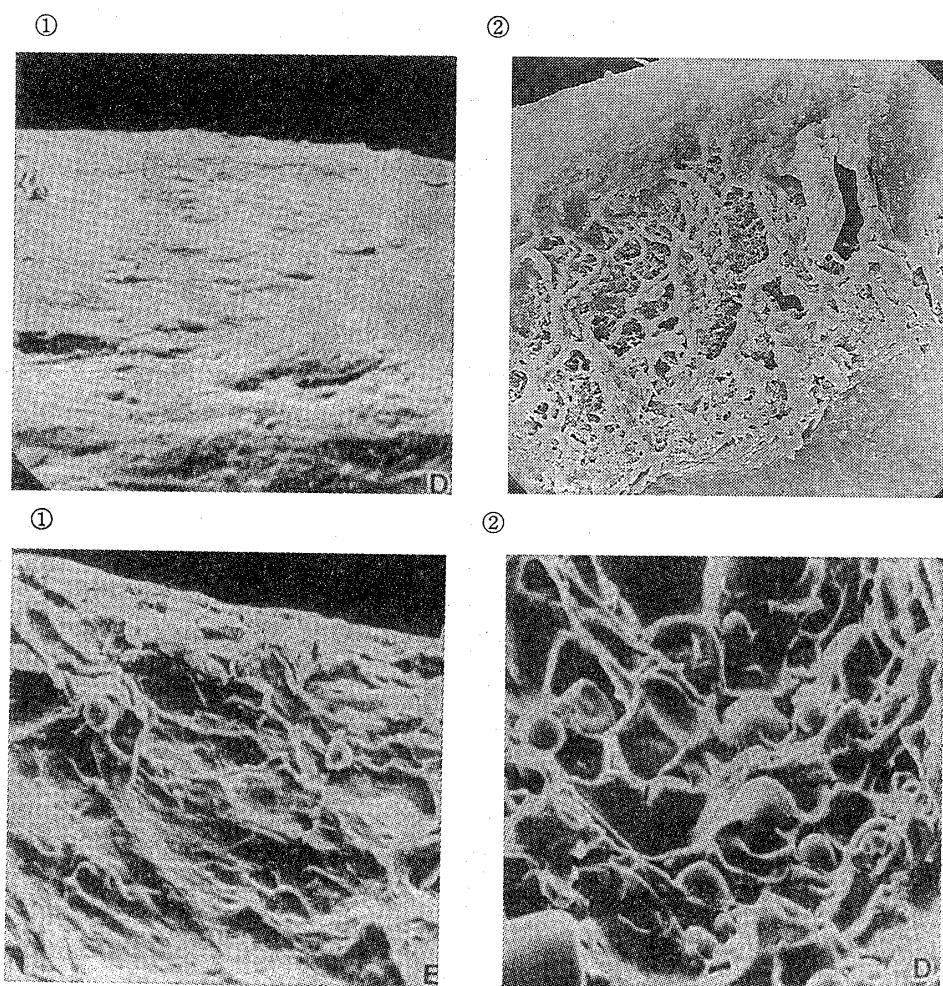
Origin	Sample	Amylose ^{a)} contents (%)	Gel filtration fraction of debranched starch and starch product				
			Fr. I (%)	Fr. II (%)	Fr. III ^{b)} (%)	Ratio of Fr. III/Fr. II	Chain length of peak of Fr. II and Fr. III
Commercial Harusame noodles	Product of Japan	Dropping	19.6	18.6	28.4	1.87	57, 22
		Forced extrusion	20.0	20.9	29.1	1.72	55, 22
	Product of China	“Lungkow vermicelli”	30.1	31.5	17.9	2.83	46, 21
Starches	Mung bean	Alkali	33.2	30.1	18.7	2.74	51, 21
	Broad bean	Alkali	34.5	32.9	21.0	2.20	62, 18
	Sweet potato	Bleached	21.4	19.1	26.5	2.05	58, 20

Starches debranched by isoamylase for 18 hrs at 40°C

a) Amylose content was measured by iodine amperometric titration, and iodine affinity of potato amylose was 18.9mgI₂/100mg amylose

b) The unit-chain profile was divided into three fractions (Fr. I, II, III) as shown in Figure 7

ハルサメの理化学的性質と食味特性



① Vertical section (Outer layer of noodles) $\times 1000$
 ② " " (Middle part of noodles) $\times 1000$
 (Chinese product "Lungkow") I
 (Japanese product, Forced extrusion method) II

図 8. 市販ハルサメの走査型電子顕微鏡による観察

諸および日本産ハルサメは1.7~2.0と低く、蚕豆澱粉はその中間の値を示した。これは澱粉ゲルおよびハルサメのテクスチャーと同様の傾向であることから、Fr. III/Fr. II は澱粉の物性となんらかの関係があるのではないかと考えられ²⁷⁾、従来アミロース含量について考えられてきたが、アミロースおよびアミロペクチンの微細構造についての検討が必要であることが示唆された。また、豆澱粉について長鎖長と短鎖長の鎖の数の比を求めてみたところ、綠豆澱粉は1:6.5、蚕豆澱粉は1:7.0を示し、1:6.5~1:7.0位あるものがハルサメとしてよい物性を示すと考えられた。また、アミロースとアミロペクチンの長鎖の比を求めてみたところ、Fr. II/Fr. I は、甘藷澱粉は1.39と綠豆澱粉0.64、蚕豆澱粉0.69に比較して大きな値であった²⁷⁾。

研究室調製ハルサメの内、好ましい物性を示したハルサメについてゲル汎過を行い、アミロペクチンの鎖長分

布を求めた結果、分離大豆蛋白質添加の馬鈴薯澱粉に、 α 化ハイアミロースコーンスター添加区は、無添加区との間に十分な差が認められなかった。これはアミロースの添加量が少ないため、ゲル汎過溶出曲線にその差が現われなかったものと考えられた。

3. ハルサメの組織と理化学的性質

ハルサメの性質は原料澱粉の性質とともに、麵の調製法に大きく依存することが明らかになったことから、本稿に採用した加圧押出成型機により調製²⁷⁾³⁹⁾されるハルサメの性質を、組織の観察および澱粉の糊化の面から検討した⁴⁸⁾。

ハルサメ調製工程中の糊化度は、綠豆澱粉ハルサメは馬鈴薯と甘藷澱粉(1:1)ハルサメに比べて5~16%低い糊化度を示し、糊化されにくく、老化しやすいことが明らかとなった。市販ハルサメの糊化度は、日本産押出

表 7. SD法によるハルサメの官能評価票

Date Age Name

On the form below, write down scores using the scale (from -3 to +3)

Test of appearance and taste

Evaluation scale

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Very	Quite	Fairly	Not	Fairly	Quite	Very

distinguishable

Raw		Evaluation item	Sample					
			A	B	C	D	E	F
Appearance	1. Opaque	透明感がない—透明感がある Transparent						
	2. Dull	光沢がない—光沢がある Lustrous						
	3. Thick	太い—細い Thin						
	4. Uneven	形状が均一でない—形状が均一である Even						
Boiled		Evaluation item	Sample					
Appearance	5. Opaque		A	B	C	D	E	F
	透明感がない—透明感がある Transparent							
Flavour	6. Dull	光沢がない—光沢がある Lustrous						
Texture	7. Thick	太い—細い Thin						
Flavour	8. Uneven	形状が均一でない—形状が均一である Even						
Texture	9. Yellowish	黄色っぽい—白っぽい Whitish						
Flavour	10. Bland	こくがない—こくがある Rich						
Texture	11. Familiar taste	くせがない—くせがある Peculiar taste						
Flavour	12. No smell.	匂いがない—匂いがある Smell exists						
Texture	13. Soft	やわらかい—かたい Hard						
Flavour	14. Weak	こしがない—こしがある Strong						
Texture	15. Not chewy	歯ごたえがない—歯ごたえがある Chewy						
Flavour	16. Rough	口あたりがあらい—口あたりがなめらか Smooth						
Texture	17. Hard to swallow	のみこみににくい—のみこみやすい Easy to swallow						
Flavour	18. Glutinous	べたつきがある—べたつきがない Non-glutinous						
Texture	19. Thick and rough	ぼってりしている—さらっとしている Thin and smooth						
Flavour	20. Not elastic	弾力がない—弾力がある Elastic						
Texture	21. Unappetizing	食欲をそそらない—食欲をそそる感じ Appetizing						
Flavour	22. Unpalatable	まずい—おいしくい Palatable						
Preference	23. Dislike	きらい—すき Like						
Impression	24. Negative	わるい—よい Positive						
Preference	25. Artificial	人工的な感じ—自然な感じ Natural						

ハルサメの理化学的性質と食味特性

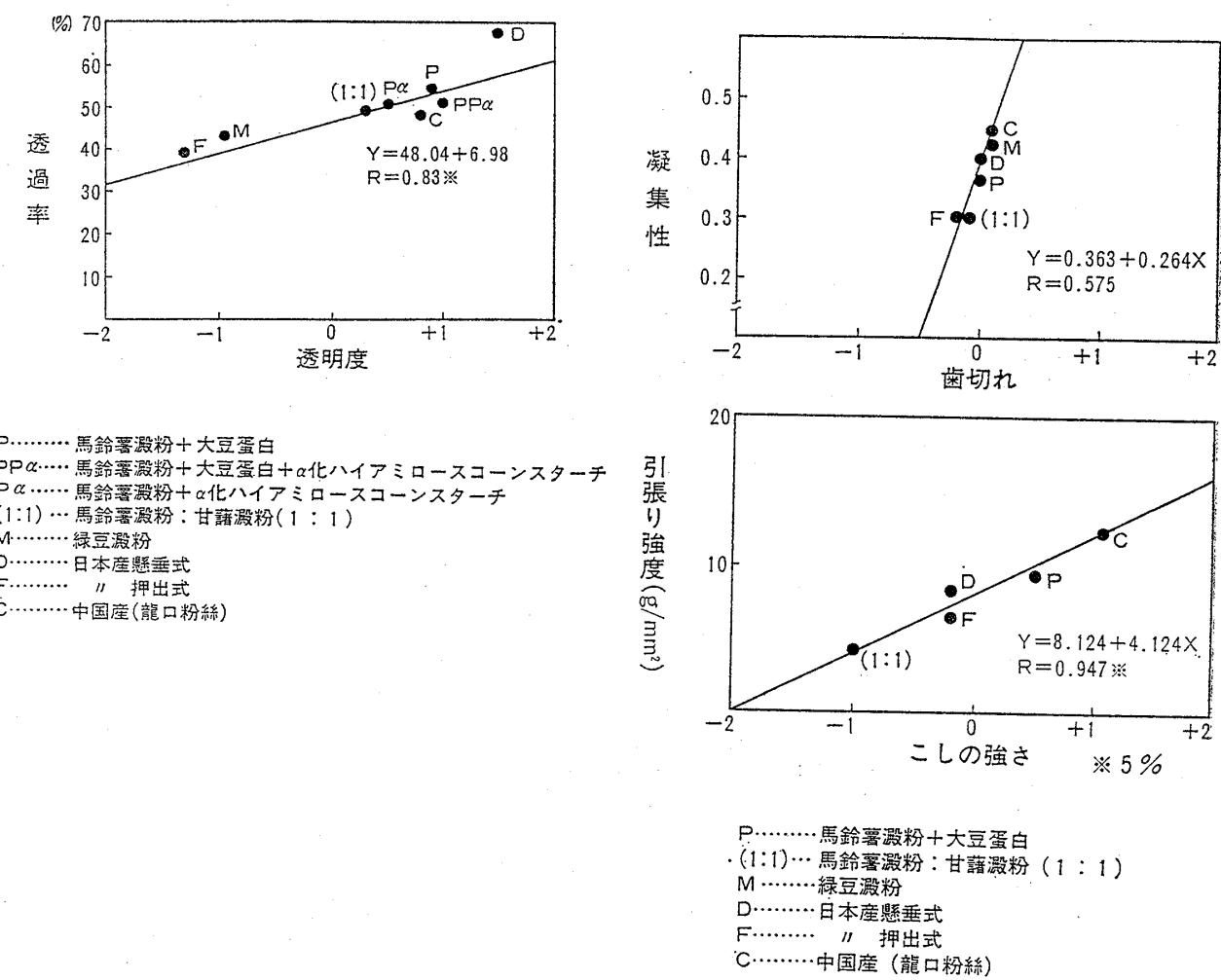


図 9. 官能評価と機器測定との相関関係

式が42%と高く、懸垂式34%，そして中国産「龍口粉絲」は36%であり、研究室で調製した緑豆澱粉ハルサメの6ヶ月後の糊化度は39%と、日本産押出式に近い値であった。また、ハルサメの調理後の食べ頃の糊化度は、馬鈴薯と甘藷澱粉(1:1)ハルサメの場合65%であった。

中国産ハルサメは透明で輝きがあるが、日本産ハルサメは白色で不透明な外観を呈している。その原因として澱粉の老化の差が考えられ、市販ハルサメの糊化度の測定を行ったが、中国産ハルサメの糊化度が特に高いことは認められず、ハルサメの製造方法の違いによる糊化度の差が認められた。

顕微鏡観察から、緑豆澱粉ハルサメの組織は糊化度の測定結果とよい一致を示し、加圧押出成型機により調製した緑豆澱粉ハルサメは、糊化が十分に行われず、未糊化の状態の粒が残存する不均一な組織が観察された。市販ハルサメ3種の組織は、澱粉の種類や麺の調製法による差が明らかで、中国産「龍口粉絲」は表層部に纖維状の配向がみられ、この組織は中国産ハルサメの物性を支

配し、麺の透明性や光沢にも関与していると考えられた⁴⁸⁾(図8)。

ハルサメの透明度や光沢は外観の品質評価として重要なである。従来、これらは粉末ゲルまたは茹麺のハンター白度や濁度^{21,22)}、またはフォトペーストグラフィーでの透光度⁴⁹⁾などから判定してきた。麺線のまま測定する目的で、ヘッドオン型光電子増倍管を付した日立330型自記分光光度計を用いて、透過積分減光度(ρE_t)⁵⁰⁾を散乱光の反射率として測定した結果、得られた値は官能評価と高い相関を示し、透明度や光沢の有用な測定法と考えられた²⁷⁾。

現在、麺の物性のとらえ方についての研究は殆んど見当らず、また、麺全般についての測定条件、測定方法および解析方法は標準化されていない。一方、麺の食味は、歯切れ、歯ごたえ、舌ざわり、のみこみやすさなど食感的なものが多く、麺の品質評価には物理的なテクスチャーの測定が主に行われている。本稿においては、インストロン型の試験機^{51,52)}テンシプレッサー⁵³⁾を用いて、圧

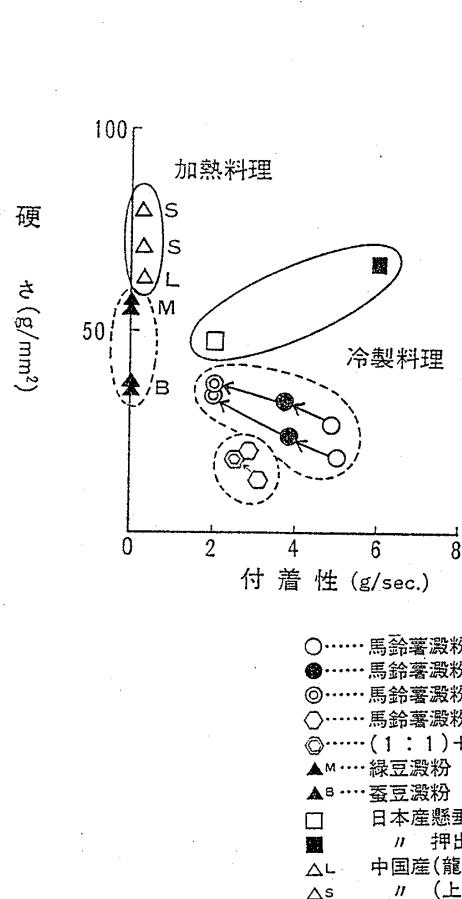


図10. ハルサメの硬さと付着性との関係

縮および引張り試験を行った。ハルサメの付着性は微少であるため従来の機器では、その差は確認できなかったが、テンシプレッサーを用いることにより、また、連続圧縮試験により口中でのべたつきの状態をとらえることができ、微少な差を明らかにすことができた。これが食味と結びついたと考えられ、物性測定において付着性は品質評価の重要な因子と考えられた。また、引張り強度は官能評価のこしの強さと対応でき、伸び率や引張り強度は付着性とともに品質評価の重要な因子としてあげることができた。

4. ハルサメの食味特性

馬鈴薯澱粉に大豆蛋白質や α 化ハイアミロースコーンスターを添加して製造したハルサメは、テクスチャーが改良され、新しい食品素材として期待できると考えられたことから、研究室で調製したこれらのハルサメの食味特性を知り、嗜好性を把握する目的で、セマンティック・ディファレンシャル (SD) 法⁵⁴⁾による官能評価を行った (表7)。

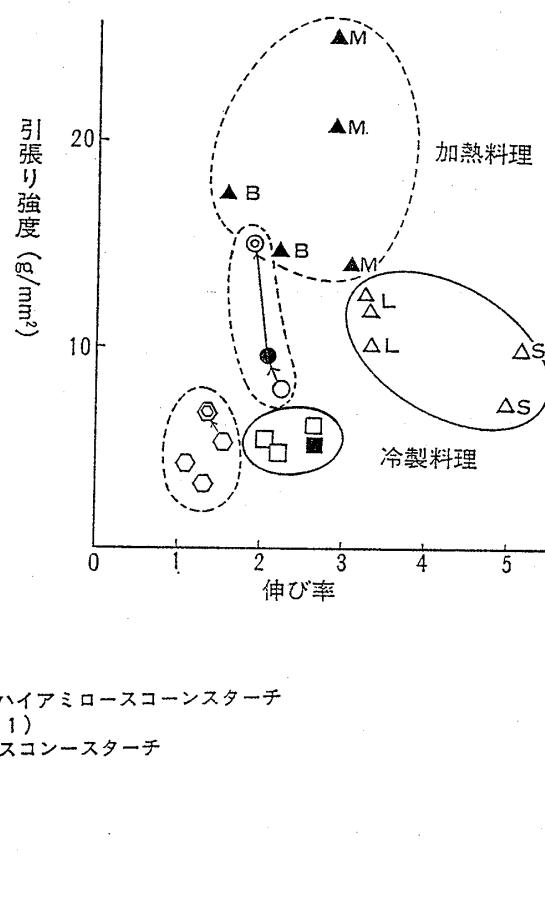


図11. ハルサメの引張り強度と伸び率との関係

SD法による官能評価の結果から生麵の外観、茹麺の外観、風味、食感および嗜好的イメージなどに関する25項目の形容語句を用いた食味特性のプロフィルでは、馬鈴薯澱粉に大豆蛋白質添加、さらに α 化ハイアミロースコーンスター添加のハルサメは、食感や嗜好的イメージにおいて高い評点を得、形状が均一で、こくがあり、こしや歯ごたえのある、口あたりのなめらかな麵で、より好まれる傾向を示した。中国産ハルサメは外観、食感、嗜好的イメージともに高い評点を示したが、こしが強過ぎて呑みこみにくいなど、好まれない傾向もみられた。

食味特性の特徴を因子分析により抽出した結果、第1因子は嗜好的イメージとなめらかさの因子で寄与率37.0%を得、第2因子は外観の因子で寄与率30.7%，第3因子は食感の因子で寄与率19.3%，そして第4因子は風味の因子で寄与率13.0%であった。各因子について、2群の比較による試料間の有意差検定を行った結果、馬鈴薯澱粉に大豆蛋白質を添加したハルサメは、無添加に比べて、こしや歯ごたえのある食感のよい麵となり、さらに α 化ハイアミロースコーンスターを添加したハルサメ

ハルサメの理化学的性質と食味特性

は、嗜好的イメージを向上させる効果が認められた。

官能評価と理化学的性質については、官能評価と器機測定との相関関係を求めたところ、透明度と透過率、歯切れと凝集性、そして、こしの強さと引張り強度の3項目において有意の相関が認められ、これらはハルサメの品質特性を特徴づける有用な測定方法と考えられた(図9)⁵⁹。また、器機測定の硬さと付着性、引伸び率と張り強度との関係から、各ハルサメの位置づけを明らかにした(図10、図11)⁶⁰。すなわち研究室調製の、大豆蛋白質および α 化ハイアミロースコーンスターチ添加の馬鈴薯澱粉ハルサメは、緑豆澱粉ハルサメと、日本産市販ハルサメとの中間の諸特性をもつ、新しいタイプのハルサメとして位置づけすることができる。この麺は特に食感における評点が高く、官能評価の上からも新しい食品素材として、調理・加工上有用なハルサメと考えられる。この際、大豆蛋白質添加の役割は、テクスチャーの改良、官能評価の向上に加え、澱粉質食品であるハルサメの栄養的価値を高める上からも、有効な方法であると考えられる。さらに製造面からは、冷凍に匹敵するテクスチャーの改良効果が得られたことから、作業性の向上が期待でき、経済性に結びつくと考えられる。

5. おわりに

本稿では、筆者らが行ったハルサメに関する基礎研究として、加圧押出成型機により単独または種々の澱粉の組合せによってハルサメを調製し、澱粉の構造および物性について、理化学的、調理科学的ならびに官能評価などの諸手法を用いた結果について述べた。澱粉またはハルサメの物性と食味との相関、ハルサメの性質と調理との関連を明らかにし、ハルサメの概念については因子分析により4つの因子を抽出することができた。澱粉と蛋白質との組合せによる相互の影響については、物性および酵素被分解性による糊化度の測定から明らかにし、そのテクスチャーの改良効果を製麺に利用することを試み、馬鈴薯澱粉を原料として調理・加工上有用なハルサメを調製しうることが明らかとなった。

ハルサメに関するアンケート調査から、ハルサメの嗜好度は60%と高く、また、ハルサメの調理への利用は他の細麺に比べて幅広い。その中で酢の物、サラダなどの冷製調理は約60%を占め、加熱調理は30%、そして揚物調理は10%であった。また、ハルサメの品質に関する要求度は、こしの強さ、歯ごたえ、味や透明性、経済性があげられ、特に若年層ほど、経済性を重視する傾向が認められた。調理に際しては、ハルサメの性質を知り、目的に応じたハルサメを使用することにより、ハルサメの

特性をいかすことが出来、ハルサメの利用拡大につながると考えられる。

本稿をまとめるにあたり御指導賜わりました東京大学名誉教授中村道徳博士に感謝の意を捧げます。

文 献

- 山村頴、河野利治、本坊慶吉：日食工誌、13, 322 (1966).
- 榎龍太郎：食品製造、3, 26 (1949).
- 塚原周吾：農産加工、2, 42 (1951).
- 石川松太郎校注：庭訓往来、平凡社 p.265, p.272 (1973).
- 松元文子：調理と水、家政教育社 p.22 (1970)
- 高橋静枝：家政誌、1, 6 (1951).
- 酒井章平：農産製造、4, 5, 25 (1950).
- 福場博保：食生活、8, 118 (1967).
- E. Hahn：中国料理、江上トミ監修、タイムライフインターナショナル、p.198 (1973).
- 小原哲二郎：食品製造学、建帛社、p.239 (1974).
- 青木正兒：華國風味、弘文堂、p.7 (1949).
- 田中静一、中山時子、幸田真紀、平松圭子、木村春子、高橋登志子、南谷郁子編著：中国食品事典、書籍文物流通会、p.24 (1975).
- 山村 頴：食の科学、20, p.80 (1974).
- 松元文子：澱粉、19, 31 (1974) 日本澱粉学会中部支部。
- 貝沼圭二：食品工業総合大事典、光琳、p.73 (1979).
- T. J. Schoch：澱粉工誌、14, 75 (1967).
- 山村 頤、河野利治、馬場 透、田之上隼雄：鹿児島県立農業試験場報告、p.84 (1975).
- Z. Mohri : Agric. Biol. Chem., 44, 7, 1455 (1980)
- 本坊慶吉、大久保猛：川西幸敏、佐多須賀子：澱粉工誌、12, 6 (1965).
- V. V. Garcia and H. Fukuba : Tropical Root Crops, Postharvest Physiology and Processing, p.5 (1984).
- 寺元芳子：家政誌、21, 257 (1970).
- 杉本勝之、村瀬誠、加藤文雄、志賀一三：愛知県食品工業試験所年報、24, 94 (1983).
- 川村信一郎、壺井好、藤井保：香川県立農科大学学術報告、7, 87 (1955).
- T. J. Schoch and E. C. Maywald : Cereal Chem., 45, 564 (1968).

調理科学 Vol.21 No.1 (1988)

- 25) O. Naivikul and B. L. Dappolonia : Cereal Chem., **56**, 24 (1979).
- 26) C. G. Biliaderis, D. R. Grand and J. R. Vose : Cereal Chem., **56**, 475 (1979).
- 27) 高橋節子, 平尾和子, 川端晶子, 中村道徳 : 濃粉科学, **30**, 257 (1985).
- 28) 貝沼圭二, 山本和夫, 鈴木繁男, 高谷友久, 不破英次 : 濃粉科学, **25**, 3 (1978).
- 29) 高橋節子, 小林理恵子, 貝沼圭二, 中村道徳 : 日食工誌, **32**, 181 (1985).
- 30) 高橋節子, 北原久子, 貝沼圭二 : 濃粉科学, **28**, 151 (1981).
- 31) 貝沼圭二, 松永暁子, 板川正秀, 小林昭一 : 濃粉科学, **28**, 235 (1981).
- 32) 高橋節子, 小林理恵子, 渡辺篤二, 貝沼圭二 : 日食工誌, **30**, 276 (1983).
- 33) 福場博保 : 濃粉科学ハンドブック, 二国二郎監修, 朝倉書店, p. 166 (1977).
- 34) 川村信一郎 : 農化, **32**, 749 (1958).
- 35) 女屋光子, 渡辺幸雄, 太田富貴雄, 綾野雄幸 : 栄養と食糧, **32**, 111 (1979).
- 36) 高橋節子, 渡辺篤二 : 共立女子大学家政学部紀要, **29**, 127 (1983).
- 37) 高橋節子, 平尾和子, 渡辺篤二 : 共立女子大学家政学部紀要, **31**, 32 (1985).
- 38) S. Takahashi : Sago '85 : Proceedings of the Third International Sago Symposium Tokyo p. 205 (1986).
- 39) 高橋節子, 平尾和子, 渡辺篤二 : 濃粉科学, **33**, 15 (1986).
- 40) 野田日吉, 三輪泰造 : 濃粉科学ハンドブック, 二国二郎監修, 朝倉書店, p. 300 (1977).
- 41) 鈴木繁雄, 貝沼圭二 : 濃粉工誌, **16**, 78 (1968).
- 42) 高橋節子, 平尾和子, 小林理恵子 : 共立女子大学家政学部紀要, **32**, 47 (1986).
- 43) 高橋節子 : 博士論文, p. 134 (1986).
- 44) 高橋礼二 : 濃粉科学ハンドブック, 二国二郎監修, 朝倉書店 p. 507 (1977).
- 45) 小倉徳重 : 濃粉科学ハンドブック, 二国二郎監修, 朝倉書店, p. 497 (1977).
- 46) H. Fuwa, M. Nakajima, A. Hamada and D. V. Glover : Cereal Chem., **54**, 230 (1977).
- 47) Y. Ikawa, D. V. Glover, Y. Sugimoto and H. Fuwa : Starke, **33**, 9 (1980).
- 48) 高橋節子, 平尾和子, 小林理恵子, 川端晶子, 中村道徳 : 濃粉科学, **34**, 21 (1987).
- 49) 貝沼圭二, 小田恒郎, 吹野弘武, 谷田光平, 鈴木繁男 : 濃粉工誌, **16**, 54 (1968).
- 50) 柴田和雄 : スペクトル測定と分光光度計, 講談社, p. 160 (1984).
- 51) A. P. Mossman, D. A. Fellers and Suzuki : Cereal Chem., **60**, 286 (1983).
- 52) D. A. Fellers, A. P. Mossman and Suzuki : Cereal Chem., **60**, 292 (1983).
- 53) 遠昭二郎 : 食品の物性, 3, 松本幸雄編, 食品資材研究会, p. 41 (1977).
- 54) C. E. Osgood : Am. Psychol., **17**, 10 (1962).
- 55) 松島千代野 : 共立女子大学紀要, **15**, p. 39 (1969).
- 56) 川端晶子, 沢山茂, 永島伸浩, 内村佳子 : 家政誌 **33**, 633 (1982).
- 57) 小林茂雄 : 第14回官能検査シンポジウム報告文集, 日科技連, p. 97 (1984).
- 58) 高橋節子, 大家千恵子 : 共立女子大学紀要, **34**, p. 45 (1988).
- 59) 高橋節子 : 博士論文, p. 137 (1986).
- 60) 高橋節子 : 博士論文, p. 140 (1986).