イカ肉の粕漬処理における物性と タンパク質の変化

下村道子*・下坂智恵*・松本重一郎**

Changes in Texture and Proteins of Squid Meat Cured in Sake Lees

Michiko SHIMOMURA*, Chie SHIMOSAKA*
and Juichiro J. MATSUMOTO**

* *Department of Food and Nutrition, Otsuma Women's
University, Sanbancho 12, Chiyoda-ku, Tokyo 102*

** *Department of Chemistry, Sophia University, Kioicho
7-1, Chiyoda-ku, Tokyo 102*

The squid meat cured in sake lees have peculiar texture. Changes in the texture and the proteins of squid meat cured in sake lees were studied by physical and chemical methods and sensory tests as well. The squid meat was cured in sake lees after being water-boiled for a few minutes and peeled the two surface layers of the skin. Changes of the meat texture during 10 day curing were investigated by sensory tests and by a texturometer and a rheometer. The proteins of squid muscle preserved with sake lee extract were analyzed by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). The sensory tests revealed that sake lee cured squid meat became tender as it is easily bit off with teeth. The hardness and the tensile strength of squid meat cured in sake lees decreased with the length of curing time. The SDS-PAGE patterns showed that the proteins of squid muscle preserved with sake lee extract were decomposed to fragments with lower molecular size, while the decomposition didn't occur when the sake lee extract was cooked prior to use. These results suggested that the decrease of hardness of squid meat during sake lee curing is attributable to the decomposition of the proteins caused by the enzymes in sake lees. (Received Nov. 28, 1991)

イカの粕漬は、加熱したイカ肉を酒粕に漬けて保存性を向上させ、酒粕の香りと味を付加すると同時に、イカ肉のテクスチャーを変化させて、嗜好性を高めた調理加工品である。これまでにイカ肉のタンパク質や物性について論じたイカ肉の特性の研究¹⁾、イカ肉の加熱による収縮率、加熱肉の破断張力が生肉より大きいこと²⁾などについての報告があり、イカの化学と加工について総合的にまとめられた著書³⁾もすでに出版されている。また最近、イカのタンパク質組成について、土屋らにより

いくつかの報告^{4)~6)}がなされた。

イカ肉を粕漬処理すると肉質がやわらかく、歯切れがよくなることが経験的に知られ、古くからイカの粕漬が作られている。春日井は、粕漬イカ肉では生肉よりもアミノ酸量が増加していたという報告⁷⁾をしているが、粕漬処理を行ったイカ肉の物性やタンパク質の変化に関する研究はほとんどない。

本研究では、イカ肉の粕漬処理中におこるテクスチャーの変化と、その原因と考えられるイカ肉のタンパク質

* 大妻女子大学食物学科 (〒102 東京都千代田区三番町 12 番地)

** 上智大学化学科 (〒102 東京都千代田区紀尾井町 7-1)

の変化を調べようとした。

テクスチャーの変化については、イカを加熱後、酒粕中に保存し、官能検査および硬さ、凝集性、引張強度の測定によって調べ、魚肉タンパク質の変化については、sodium dodecylsulfate-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) 分析によって調べた。そして粕漬によって起こるイカ肉の物性変化は、イカ肉のタンパク質が酒粕処理によって変化したためであることを確かめようとした。

試料および実験方法

1. 試料

イカはスルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (common squid) の冷凍品を用いた。1尾 420 g 前後のもので、外套膜のみ使用した。イカは解凍後、頭脚部、内臓、軟甲を除去し、外套膜の表側の皮 (表皮) の第1層、第2層を除去した後、(83±1) °C の温水中で3分間加熱後、直ちに冷水中で冷却し、これをイカ肉Ⅰとした。さらに、イカ肉Ⅰの表皮の第3層と第4層を除去したものをイカ肉Ⅱとし、第3層と第4層の皮をイカ皮とした。

酒粕は、なま粕 (大倉酒造) を用いた。保存は冷凍保存し、使用のつど解凍した。実験の一部には、なま粕を100°C で120分間加熱して酵素を失活させた加熱酒粕も用いた。加熱するときは、酒粕を入れたビーカーの上部をポリエチレンの袋をかぶせて縛り、水分や揮発成分の逃散を防ぐようにした。

2. 実験試料の調製

(1) 調製酒粕、酒粕抽出液の調製

魚やイカの粕漬に用いる酒粕は、なま粕そのままでは硬すぎるので、一般に清酒やみりん等を加えてのばして使用している。イカの粕漬処理用の粕には、材料配合と食塩濃度が異なるさまざまなものが用いられている。

本実験では、奥田と石川⁸⁾ および奥田と須山⁹⁾ の調製酒粕の材料配合を参考にして、食塩濃度 7.2% の調製粕漬を作った。これはかなり食塩濃度が高いので、これより食塩濃度の低い調製酒粕 2 種、合計 3 種類の調製酒粕を用いた。調製酒粕は、なま粕にその重量の 10.0% の清酒 (大倉酒造、二級) を加え、これになま粕の 15.0% の焼酎 (宝酒造)、16.5% の砂糖および 5.5% の食塩を加えてよく混合した。この調製酒粕の食塩濃度は 3.7% である (以後食塩 3.7% 調製粕とする)。また、なま粕に清酒、焼酎、砂糖を同様に加えて、食塩を 7.5% または 11.0% 加えた調製酒粕をそれぞれ食塩 5.0% 調製

粕、食塩 7.2% 調製粕とした。

酒粕抽出液は、酒粕に 2 倍量の水を加えて攪拌し、30 分間放置後、4°C、10 000×g で 30 分間遠心分離して得られた上澄液を用いた。

(2) 粕漬肉の調製

イカの粕漬の製造方法は、前出の成書⁸⁾⁹⁾ を参考にし、イカ肉Ⅰおよびイカ肉Ⅱをガーゼに包み、イカ肉重量の 50% の調製酒粕に漬け、4°C で 2、4、6、8、10 日間保存した。

(3) 無処理肉の調製

比較のためにイカ肉Ⅰおよびイカ肉Ⅱを粕漬処理しないでラップフィルムに包み、(1) と同様に保存しそれぞれの無処理肉とした。

(4) 懸濁液の調製

細断したイカ肉Ⅱ 10.0 g に、0.1 M 塩化カリウム溶液を 180 ml 加えて、泡止めブレンダー¹⁰⁾ (15 500 rpm) で 1 分間ホモジナイズしてイカ肉懸濁液とした。

(5) 酒粕抽出液浸漬肉の調製

イカ肉懸濁液には酒粕抽出液を同量添加し、イカ皮は酒粕抽出液に浸漬して、4°C で 1、2、4、6、8、10 日間保存した。対照としてイカ肉懸濁液に、水を加えた試料を調製した。

3. 水分

105°C 常圧乾燥法で求められた重量の減少分を水分 (揮発成分を含む) とした。

4. SDS-PAGE 分析

スラブ型電気泳動装置 (アトー) を用いて、イカ肉は LAEMMLI¹¹⁾、鈴木¹²⁾ らの方法を、またイカ皮は HAYASHI と NAGAI¹³⁾ の方法を参考にして分析を行った。

5. 硬さと凝集性

テクスチュロメーター (全研、GTX-2 型) により、イカ肉の硬さと凝集性の測定を行った。硬さの測定では、プランジャーは針型を用い、電圧は 4 V、クリアランスは 1 mm とした。凝集性は、円柱型のプランジャーを用い、電圧 1 V、クリアランス 2 mm で測定した。試料肉の厚さは約 7.5 mm である。

6. 引張強度

レオメーター (不動工業、NRM-2005 J) を用いて、引張強度を測定した。鰭部から脚部へ向けての体軸方向を縦方向、その直角方向を横方向と称することにし、引張強度測定のためのイカ肉試料は、図 1 に示す通りである。イカ皮は、イカ肉をつけたまま、イカ肉試料と同様に縦方向、横方向に切り、図 1 に示す測定部位の肉をそぎ取り皮のみにした。イカ肉およびイカ皮の厚さをノギ

図 1 引張強度の測定試料と測定部位

ℓ : イカ肉を測定するときは 0.2 cm 幅とする.
イカ皮を測定するときは 1.0 cm 幅とする.

▨ : 測定部位

測定部位以外は、ボール紙にはさんで瞬間接着剤で固定し、測定部位の 1.0 cm のみ測定した。

スで測定し、断面積を求めた。固定した試料の間の長さを 1 cm にし、試料台速度 20 mm/秒で測定した。

7. 官能検査

順位法、2点識別試験法および2点嗜好試験法により官能検査¹⁴⁾を行った。パネルは、大妻女子大学調理学研究室の女子教職員および女子学生 18~20 人である。

実験結果および考察

1. イカ肉の粕漬によるテクスチャーの変化

イカ肉 I を食塩 3.7% 調製粕に、2, 6, 10 日間漬けた粕漬肉について、物性に関する官能検査を行い、保存期間による差があるかどうか調べた (表 1)。硬さ、かみ切りやすさ、弾力の強さ、総合的な好みなどの検査項目においても危険率 5% で有意差がみられた。硬さについては、硬いものから順に 2 日後、6 日後、10 日後の肉であった。また、肉のかみ切りやすさは、10 日後が最もかみ切りやすく、弾力は、10 日後の肉が最も弾力がないと判断され、総合的な好みでは、好まれた順に 10 日後、6 日後、2 日後の肉であった。これらのことから、イカ肉は、粕漬処理期間の長い方が硬さが低下し、かみ切りやすくなり、弾力が低下していることが示された。

さらに、この変化は粕漬処理中におこっているの

表 1 イカ粕漬肉の保存期間による官能検査

項 目		2 日	6 日	10 日
硬 さ	順位合計	25*	36	47*
	順 位	1	2	3
かみ切りやすさ	順位合計	48*	38	22*
	順 位	3	2	1
弾 力 の 強 さ	順位合計	27*	34	47*
	順 位	1	2	3
総合的な好み	順位合計	48*	35	25*
	順 位	3	2	1

官能検査は順位法により、パネルは 18 人である。

* は 5% の危険率で有意差ありを示す。

表 2 イカ粕漬肉の官能検査

項 目	粕漬肉	加熱粕漬肉
硬 さ	0	20***
かみ切りやすさ	18***	2
弾 力 の 強 さ	0	20***
総合的な好み	18***	2

官能検査は 2 点識別試験法、2 点嗜好試験法により、パネルは 20 人である。

*** は 0.1% の危険率で有意差ありを示す。

酒粕の酵素によるのか、酒粕の中の他の成分によるのかを調べようとして、加熱した酒粕を用いて実験を試みた。

イカ肉 I を食塩 3.7% 調製粕に 10 日間漬けた粕漬肉と加熱酒粕を用いて同様に調製した加熱粕漬肉の硬さ、かみ切りやすさ、弾力の強さ、総合的な好みを調べた (表 2)。いずれの検査項目においても危険率 0.1% で有意差がみられ、加熱した酒粕を用いた肉の方が硬く、かみ切りにくく、弾力が強く、総合的に好まれていないことが示された。

酒粕漬にして保存したとき、イカの肉と皮が軟化し、かみ切りやすくなることは、酒粕中の酵素の作用によるものであることが示唆された。

2. 硬さの変化

酒粕処理中にイカ肉のテクスチャーが変化することが官能検査により示されたので、テクスチュロメーター測定により硬さの変化をみた (図 2)。食塩濃度の異なる 3 種類の調製酒粕に漬けた第 3 層、第 4 層の皮についているイカ肉 I は、いずれも 6 日後までに硬さの値は急激に低下し、さらに 10 日後まで徐々に低下した。無処理

図2 イカ粕漬肉の保存期間による硬さの変化

Iはイカ肉Iを、IIはイカ肉IIを用いた。

- ：無処理肉
- ：食塩3.7%調製粕漬肉
- △：食塩5.0%調製粕漬肉
- ：食塩7.2%調製粕漬肉

肉の硬さの低下は、粕漬肉に比べるとはるかに小さかった。皮を第1層から第4層まで除いたイカ肉IIの硬さは、10日間の保存期間中、徐々に低下していた。イカ肉IIでは、イカ肉Iよりも粕漬前の硬さの値は低く、そして粕漬肉、無処理肉とともに保存中の低下の程度は、イカ肉Iよりも緩慢であった。皮の第3層、第4層のあるイカ肉Iと皮を4層まで取り除いたイカ肉IIの硬さがともに粕漬処理中に低下したことは、肉が軟化していることを示している。イカ肉が硬いといわれるのは、かみ切りにくいということであり、田中は¹⁵⁾、強靱なる結締組織である皮(4層目の皮)の存在はかみ切りにくさを助長すると述べていることから、皮の硬さはイカの硬さの一要素となっておりと考えられる。そこで、皮の有無で比較すると、イカ肉Iの方が保存初期に硬さの値が高く、かつ低下の程度が大きいことから、イカの皮は粕漬前には硬いが粕漬処理後に軟化していることが示されており、これは、肉と同様に酒粕の作用を受けていると考えられた。

さらにこれらのことは、先に述べた官能検査において、2日後、または6日後の粕漬肉よりも10日後の方がやわらかく、かみ切りやすいという評価に対応していると考えられる。

肉の凝集性は(図3)、粕漬肉、無処理肉とも保存期間中ほぼ一定であり、粕漬処理による影響は認められなかった。イカ肉IIにおいても、粕漬処理による凝集性の変化はみられなかった。凝集性の測定においては、試料肉の厚さが7.5 mmで、クリアランスが2 mmであ

り、この条件での加圧では筋組織が破壊されなかったと考えられた。

3. 重量および水分

テクスチャー変化には、水分の影響が考えられるので、イカ肉の水分を測定し、イカ肉と酒粕との間の水分とその他の物質の移動を推定するために重量を測定した(図4)。イカ肉の重量は、粕漬処理2日後に約8%減少し、その後は逆にわずかず増加した。水分は2日後までは減少したが、その後はほぼ一定であった。これらのことは、イカ肉の水分が漬込み初期に酒粕の方へ移行し、肉と酒粕の水分はほぼ平衡状態に近くなり、水分と

図3 イカ粕漬肉の保存期間による凝集性の変化

- ：無処理肉
- ：食塩3.7%調製粕漬肉
- △：食塩5.0%調製粕漬肉
- ：食塩7.2%調製粕漬肉

図4 イカ粕漬肉の保存期間による重量と水分の変化

- ：無処理肉
- ：食塩3.7%調製粕漬肉
- △：食塩5.0%調製粕漬肉
- ：食塩7.2%調製粕漬肉
- …：重量、—：水分

酒粕の成分とはともにイカ肉に吸着されていくことが推定された。このような変化はサワラ肉の粕漬処理実験¹⁶⁾においても認められている。春日井⁷⁾は、イカ肉の粕漬では、アミノ態窒素が増加し、また直接還元糖が存在することを発表しており、これはまたイカ肉へ酒粕の中の成分が移行することを示している。従ってイカ肉の粕漬処理では、見かけの水分および重量は初期に変化し、その後一定であるが、成分の移行は保存中続いていることが考えられた。これらのことから、粕漬中のテクスチャー変化は水分の多少よりも他の要素の影響が大きいのではないかとということが示唆された。

4. 引張強度の変化

イカ肉の粕漬処理中に、歯切れが変化することが官能検査において示されたので、粕漬処理中の引張強度の変化をみた (図5)。イカ肉Ⅰの縦方向 (体軸方向) の引張強度は、保存期間が長くなるとともにいずれの食塩濃度の調製粕において、徐々に低下しており、無処理肉よりも低下していた。横方向 (体軸に直角方向) の引張強度は縦方向よりもはるかに高く、保存期間が長くなるとともに急激に低下した。無処理肉も徐々に低下したが、8日以降に粕漬処理の有無による有意差がみられた。従って、イカ肉は、粕漬処理によって縦方向と横方向ともに引張強度が低下し、特に横方向の引張強度の低下が大きいといえる。

イカ肉Ⅰには皮がついているのでイカ皮が引張強度におよぼす影響を知ろうとして、皮を取り除いたイカ肉と

イカ皮とを酒粕処理した。皮を除いたイカ肉Ⅱを粕漬処理すると縦方向の引張強度は、いずれの食塩濃度の粕漬肉においても、低下の程度がゆるやかであり (図6)、保存初期の引張強度はイカ肉Ⅰよりも低い値であった。また、無処理肉の保存中の引張強度の低下はごくわずかであった。横方向の引張強度は、イカ肉Ⅰの変化とほぼ同様の傾向を示したが、全体としてイカ肉Ⅱの方がわずかに低かった。

イカ表皮の第3層、第4層をていねいにはぎとり、酒粕抽出液に浸漬して引張強度を測定した結果 (図7)、縦方向の引張強度は、4日後まで急に低下し、それ以降も徐々に低下した。皮を無処理のまま保存した場合も、引張強度は同様に低下したが、酒粕抽出液に浸漬した皮よりも引張強度は高かった。イカ肉Ⅰの粕漬後の硬さが保存初期に大きく低下していたこと (図2) に対し、このイカ皮保存初期の縦方向の引張強度の低下が影響しているのではないかと考えられた。皮の横方向の引張強度は非常に低く、かつ4日後まで低下し、その後もわずかに低下していた。

イカ肉の引張強度は、横方向の値が高く、イカ皮の引張強度は、縦方向が高かった。そして、イカを粕漬処理することにより、イカ肉は横方向がより大きな変化を示し、イカ皮は縦方向がより大きく変化し、イカ肉もイカ皮も粕漬処理操作によって軟化することが示された。これらの変化が、イカを粕漬肉にしたときの歯切れや硬さ

図5 イカ肉Ⅰの粕漬中の引張強度の変化

- : 無処理肉
- : 食塩 3.7% 調製粕漬肉
- △: 食塩 5.0% 調製粕漬肉
- : 食塩 7.2% 調製粕漬肉
- : 縦方向, ---: 横方向

図6 イカ肉Ⅱの粕漬中の引張強度の変化

- : 無処理肉
- : 食塩 3.7% 調製粕漬肉
- △: 食塩 5.0% 調製粕漬肉
- : 食塩 7.2% 調製粕漬肉
- : 縦方向, ---: 横方向

図 7 酒粕抽出液に浸漬したイカ皮の保存期間による引張強度の変化

●：無処理皮
▽：酒粕抽出液に浸漬した皮
—：縦方向， …：横方向

に影響をおよぼしているものと考えられた。

5. イカ肉タンパク質の分解

イカ肉は、粕漬処理の期間が長くなるにつれて、官能検査、物性測定において変化がみられたので、これらの原因は、イカ肉を構成しているタンパク質が分解していることによるものではないかと考えた。そこで、イカ肉タンパク質の変化を、SDS-PAGE 分析により調べた。

SDS-PAGE パターンでは、加熱無処理肉の泳動図において (図 8)，ミオシン重鎖 (I-1)，パラミオシン (I-5)，アクチン (II-1)，トロポミオシン (II-3)，ミオシン軽鎖 (III-1, 2) と推定される成分の存在が認められた。これら成分の推定は、土屋の文献¹⁷⁾ によって行った。

イカ肉Ⅱを用いて調製した懸濁液に酒粕抽出液を添加した試料では、2 日後ですでにミオシン重鎖が消失し、パラミオシン、アクチン、ミオシン軽鎖も減少し、Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ区分に、消失または減少した成分よりもより低分子量の成分の出現がみられ、タンパク質が分解していることが推定された。加熱した酒粕抽出液を添加した試料では、これらの変化はみられなかったので、酒粕の酵素により分解が生ずると考えられる。鈴木¹⁸⁾ はスルメイカ外套膜筋にタンパク質分解活性物質が存在することを述べている。そして、春日井⁷⁾ は酒粕中に存在するプロテアーゼとイカ組織のプロテアーゼとの協同作用によりイカの組織タンパク質が適度に分解されるのではないかとしている。このような酒粕とイカ肉の酵素の協同作用

は十分に考えられることであるが、イカ肉だけを保存した無処理肉や酒粕の酵素を失活させた加熱酒粕抽出液添加試料では、分解がほとんどみられなかった。分解が生じたのは、酒粕を加えたことが主なる原因であると考えられた。

イカ皮の電気泳動図では (図 9)，皮のタンパク質または付着している筋肉の成分と考えられる成分 1, 2 (分子量約 20 万)，3, 4 (分子量約 12~10 万)，5, 6, 7, 8 が認められた。酒粕抽出液浸漬試料は、6 日後までに成分 1 および 2 が次第に減少しており、特に 10 日後に成分 1 は消失したと認められる。このようなイカ皮タンパク質の変化は、水を添加して保存した試料と加熱酒粕抽出液による試料では全くみられなかった。また、水浸漬試料と加熱酒粕抽出液浸漬試料では、タンパク質の一部が濃縮ゲルに残ったが、酒粕抽出液に浸漬した試料では、

図 8 イカ肉懸濁液試料の SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動図

I-1：ミオシン重鎖 I-5：パラミオシン
II-1：アクチン II-3：トロポミオシン
III-1, 2：ミオシン軽鎖

図 9 イカ皮の SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動図

6日後、10日後にはほとんど残らなかった。従って、粕漬処理によるイカ皮の引張強度の低下は、イカ皮のタンパク質の一部が酒粕の酵素により分解したことによるものであろうと考えられた。

要 約

イカ肉を加熱後、なま粕に10%の清酒および15%の焼酎、16.5%の砂糖を添加し、食塩濃度が3.7%、5.0%、7.2%になるように食塩を加えた調製酒粕3種中に10日間保存して、その物性とタンパク質の変化を検討し、次の結果を得た。

(1) 食塩3.7%調製粕を用いた粕漬処理肉の官能検査では、2、6、10日間の保存で、10日後の肉が、最もやわらかく、かみ切りやすく、弾力がなく、総合的に好まれた。さらに、10日後の粕漬肉と加熱酒粕を用いて処理した肉とを官能検査によって比較すると、加熱粕漬肉の方が粕漬肉よりもかみ切りにくく、弾力が強く、総合的に好まれなかった。これらの評価より、粕漬肉のテクスチャー変化が保存だけの影響ではなく、酒粕中の酵素の作用によるものであることが示唆された。

(2) テクスチュロメーターによる硬さの測定では、表皮の第1層、第2層のみを除いたイカ肉Ⅰの粕漬肉は、漬け込み6日後までに硬さの値は急激に低下し、その後10日まで徐々に低下した。この結果は、官能検査結果に対応していた。表皮の第1層～第4層を除いたイカ肉Ⅱの硬さはイカ肉Ⅰよりも保存初期には低く、かつ低下の程度もイカ肉Ⅰよりもゆるやかであることから、イカの皮は主に保存初期に、イカ肉は保存期間中を通じて粕の作用を受けるのではないかと考えられた。

(3) イカ肉Ⅰの引張強度は、粕漬処理により、縦方向（体軸方向）と横方向（体軸と直角方向）ともに低下し、特に横方向の強度低下が大きかった。イカ表皮の第3層、第4層を酒粕抽出液に浸漬すると、浸漬初期に縦方向の引張強度の低下が大きかった。

(4) イカ肉は粕漬処理中にタンパク質が変化していることがSDS-PAGE分析により確認された。イカ肉の筋繊維タンパク質のミオシン重鎖、パラミオシン、アクチン、ミオチン軽鎖が減少しているのがみられた。また、

イカ皮のタンパク質の低分子量化もみられた。

以上より、イカ肉を粕漬処理したとき、テクスチャーの変化が認められ、肉、皮ともに物性が変化した。これは酒粕の中に含まれる酵素によりタンパク質の一部が分解することと関連があることが考えられた。

最後に酒粕の御提供をいただきました大倉酒造株式会社にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 右田正男：日水誌，18，558（1953）。
- 2) 高橋豊雄・竹井 誠：日水誌，20，1015（1955）。
- 3) 右田正男・谷川英一編：イカの化学と加工，（北海道水産新聞社，函館），p. 14（1958）。
- 4) TSUCHIYA, T., YAMADA, N. and MATSUMOTO, J.J.：日水誌，44，175（1978）。
- 5) TSUCHIYA, T., YAMADA, N., MORI, H. and MATSUMOTO, J.J.：日水誌，44，203（1978）。
- 6) TSUCHIYA, T., FUKUHARA, S. and MATSUMOTO, J.J.：日水誌，46，197（1980）。
- 7) 春日井愛子：栄養食糧学会第7回近畿支部会講演要旨集，p. 54，神戸（1968）。
- 8) 奥田行雄・石川宣次：北大試月報，14（2），p. 21（1957）。
- 9) 須山三千三・鴻巣章二・浜部基次・奥田行雄：イカの利用（恒星社厚生閣，東京），p. 195（1983）。
- 10) 右田正男・松本重一郎：日水誌，22，561（1959）。
- 11) LAEMMLI, U.K.：Nature，227，680（1970）。
- 12) 鈴木勝彦：遺伝，31，43（1977）。
- 13) HAYASHI, T. and NAGAI, Y.：J. Biochem.，86，453（1979）。
- 14) 吉川誠次・佐藤 信：食品の品質測定（光琳書院，東京），p. 40（1967）。
- 15) 田中武夫：イカの化学と加工，右田正男・谷川英一編（北海道水産新聞社，函館），p. 88（1958）。
- 16) 下村道子・松本重一郎：家政誌，35，689（1984）。
- 17) 土屋隆英：無脊椎動物の筋原繊維タンパク質，魚肉タンパク質，日本水産学会編（恒星社厚生閣，東京），p. 28（1977）。
- 18) 鈴木順子：上智大学学位論文，p. 367，東京（1986）。

（平成3年11月28日受理）