キュウリピクルスのテクスチャーとペクチン組成に 及ぼす無機成分の影響

桑原 祐二*・大塚 暢幸*・真部 正敏**

Effect of Minerals on Texture and Pectin Components of Cucumber Pickles

Yuji KUWAHARA*, Nobuyuki OTSUKA* and Masatoshi MANABE**

* Department of Food Science, Matsuyama Shinonome Junior College,
Kuwabara-cho, Matsuyama-shi, Ehime, 790

** Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Kagawa
University, Miki-cho, Kida-gun, Kagawa, 761-07

In order to improve the texture of cucumber pickles, the effect of minerals (K, Ca, Mg, Al) on the firmness was studied by analyzing the characteristic properties of pectin components of cucumber pickles, and the results were obtained as follows: (1) On calcium chloride treatment, the firmness increased with the increasing amount of Ca added. Using calcium chloride with potassium chloride, as well as calcium chloride with magnesium chloride, little change was found in the firmness as compared with the use of calcium chloride alone at the same level as Ca content. Aluminum ion might restrain the texture firming effect of calcium chloride when used with calcium chloride. (2) The Ca content in alcohol insoluble substance (AIS) increased with the increase of Ca concentration used for the treatment. When potassium chloride or magnesium chloride was used with calcium chloride, almost the same Ca content in AIS was found as that treated with calcium chloride alone at the same Ca-level. The addition of aluminum chloride distinctly decreased it. (3) On the pectin composition of AIS, the water soluble pectin and the hydrochloric acid soluble pectin were always found to be in a smaller amount than other pectin fractions. Hexametaphosphate soluble pectin fraction (PSP) was found more abundantly in all treated samples, especially when used calcium chloride with aluminum chloride. The sodium hydroxide soluble pectin fraction was remarkably decreased than PSP after aluminum chloride treatments, while it obviously remained higher in other treatments.

(Received Dec. 3, 1984)

キュウリピクルスは食生活の多様化および最近の健康上の理由による低塩化嗜好ともあいまって、消費量はしだいに増加の傾向を示してきている。わが国のピクルス用原料は国内生産量が少なく、その多くは米国、スペイン等から塩蔵キュウリを輸入しているのが実情である。ピクルスの商品的価値は塩蔵キュウリの品質により大きく左右されるため、加工用原料は十分吟味しておく必要があるが、斉一な輸入塩蔵品を得ることは、キュウリの品種、塩蔵の方法や保存期間等が異なるため、現実には

困難な問題といえる。従って、ピクルスの商品性を損うことなく、テクスチャーを改善する方法が求められているが、問題解決にはいたっていない。

漬物類のテクスチャーは青果物の組織を構成するペクチン質、ヘミセルロースやセルロースといった多糖成分に影響されるところが大きい。キュウリピクルスのテクスチャーは、一般の漬物のクリスピー性とは若干異なっているとはいえ、組織を構成する成分が両者で異なるようには思われない。キュウリピクルスのテクスチャーを

* 松山東雲短期大学食物科 (〒 790 松山市桑原町)

* 香川大学農学部食品学科 (〒 761-07 香川県木田郡三木町)

把握するには、組織成分を詳細に検討する必要があるが、今回はテクスチャーに及ぼす無機成分の影響をみることにした。

一般に、園芸食品のテクスチャー改善のために、カルシウム塩等の添加が試みられている。²⁾ これは主に組織内のペクチン酸やペクチン酸のカルボキシル基(COOH)とカルシウムイオンとの間での架橋の形成によるものと考えられている。キュウリピクルスについてもカルシウム塩を添加してテクスチャーを改善している報告³⁾ がみられる。しかしながら、カルシウム塩と同様にテクスチャー改善のために添加が試みられているアルミニウム塩⁴⁾ 等の他の無機成分とカルシウム塩とを併用した場合のテクスチャー、ペクチン及び無機成分の挙動については明らかにされていない。

本報告は、キュウリピクルスに上記のカルシウム塩のみ(カルシウム単用と略す)を添加した場合、カルシウム塩にアルミニウム塩を併用添加した場合、さらに食塩のにがり成分としてテクスチャーにも関与すると考えられているマグネシウム塩⁵⁾、また参考としてナトリウムと同じ原子価のカリウム塩をカルシウム塩に併用添加した場合、それらがキュウリピクルスのテクスチャー、ペクチン及び無機成分の挙動にいかなる影響を及ぼすかについて調べたものである。

実験方法

1. 試料

キュウリは香川県大川郡長尾町の農家で栽培されたピクルス用品種 Wisconsin SMR 13 を供試した。

キュウリは一果平均重量 24 g、大きさは 7.5×2.5 cm のものを用い、原料に対して食塩(試薬一級・塩化ナトリウム)を 20% 加え、水揚げ後、発酵を防止するためトルエンを加えて落し蓋をし、厚手のポリエチレン布で密封した。約 2 カ月間室温(15~25°C)に放置した。この塩蔵キュウリを約 2 日間水浸漬して食塩濃度を約 2% に下げて、切断せず、そのまま 450 ml 容瓶容器に 270 g (平均 11 本) 肉詰した。

調味液は甘味料として異性化糖(果糖 42%, ブドウ糖 50% 含有)を、酸味料としては試薬一級の酢酸、リンゴ酸、クエン酸を用いた。また、これに食塩を加えた。それぞれ、異性化糖 70, 酢酸 1.4, リンゴ酸 0.7, クエン酸 0.7, 食塩 2.2, 水 25 の配合割合で調製した。この調味液は pH 1.9, 48° Bx であり、このものを先の容器に 210 g 注入した。カルシウム等の塩類は調味液に溶解して添加した。

ピクルスと調味液を入れた容器は密封後、75°C, 30 分間殺菌した。それを室温で保存し、製造 6 カ月目に試験に供した。

添加する無機成分としては、試薬一級の塩化カルシウム($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ カルシウムと略称)、塩化カリウム(KCl カリウムと略称)、塩化マグネシウム($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ マグネシウムと略称)、塩化アルミニウム($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ アルミニウムと略称)の各塩類を使用した。各塩類の添加量は瓶詰の内容総量 100 g に対する無機成分(カチオン)の含量で示した。カルシウム単用区の添加量は 20, 50, 100 mg とした。また、カルシウムと他の無機成分との併用試験では、それぞれの添加量を 20 と 20 mg, 20 と 40 mg, 40 と 20 mg の混合比とした。

2. 硬度の測定

果肉硬度については、Fig. 1 に示すように、果皮をつけたままで矢印の方向にプランジャーを侵入させて、その最大荷重を測定する方法と、キュウリピクルスを輪切りにして、その切断面に対して直角にプランジャーを侵入させて、その最大荷重を測定する方法で検討した。前者は果皮の破断時に最大荷重を示すのに対して、後者のそれは果肉侵入時の最大荷重を示しており、内容的には異なるものの、相方の測定結果は極めて相関関係が高く、従って、今回は果皮をつけたままで、Fig. 1 に示す前者の方法で、試料の 3 部位について測定した。測定は FUDOH Rheometer を用い、レンジ 200 mV, テーブルスピード 5 cm/min, プランジャーは 3 mmφ 針入弾性用によった。硬度はプランジャーが表皮下約 6 mm に達するまで侵入させ、果皮破断時の最大荷重をそれぞれの部位につき 35 個体測定し平均値を求め、それぞれの記号で図示した。硬度の値は記録計のチャート紙のピークの高さから荷重値を計算し、プランジャーの断面積で割って g/mm^2 で表わした。

3. アルコール不溶性固形物の調製

キュウリピクルスは、へた部、中央部、花落部に 3 等

Fig. 1 The position used for preparation of the alcohol insoluble substance from cucumber pickles and the direction of penetration for measuring the firmness of them

分し、それぞれ約 200 g に 99% エタノールを 2.5 倍量加えて、オスター製の家庭用高速ミキサーで 2 分間磨砕したのち、5 分間沸騰加熱処理をした。フェノール硫酸反応で糖の反応が陰性になるまで 70% エタノールでくり返し過剰洗浄し、最後に 99% エタノールで処理した。これを 40°C で減圧乾燥し、さらに日本理化学器械(株)製の分析粉碎器 R-8 型を使用して微粉末にし、アルコール不溶性固形物 (AIS と略す) を調製した。

4. 無機成分

カリウム、カルシウムおよびマグネシウムは試料の AIS に硝酸-過塩素酸の混液を加えて湿式分解を行ない、Nippon Jarrell Ash 社製原子吸光分光分析装置 AA 782 型を用いて原子吸光法⁶⁾により定量した。カルシウムは干渉除去剤としてストロンチウムを添加して測定した。アルミニウムはアルミノンによる比色法⁷⁾で測定した。

5. ベクチンの抽出と定量

AIS 1.0 g を 300 ml 容三角フラスコに取り、150 ml の水を加え、1 m の空冷管を付して 20°C、12 時間抽出したものを 250 ml 容のメスフラスコに移して定容とし、東洋口紙 No. 2 で過した。この抽出液には水可溶性ベクチン (WSP と略す) が含まれている。次に、この残渣をフェノール硫酸反応がなくなるまで水で洗浄したものに 4% ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液 25 ml を加え、全容を 250 ml とし、20°C で 2 時間放置してヘキサメタリン酸可溶性ベクチン (PSP と略す) を抽出した。以下、同様に水洗して、その残渣に 10 ml の 1 N 塩酸溶液を加えて全容を 200 g とし、1 時間煮沸して塩酸可溶性ベクチン (HSP と略す) を抽出した。最後に、前回日本産と米国産のキュウリピクルスのベクチン量を比較した際⁸⁾、生のキュウリについては調べていないが、一般に青果物では HSP の割合が高く⁹⁾、それに比べてキュウリピクルスの HSP は著しく低いことに疑念を抱き、今回は以上の 3 画分のほかに水酸化ナトリウムによる抽出を試みた。すなわち、HSP を抽出した残渣をフェノール硫酸反応がなくなるまで洗浄し、これに 100 ml の 0.05 N 水酸化ナトリウム溶液を加え、30°C、2 時間放置して水酸化ナトリウム可溶性ベクチン (SSP と略す) を抽出した¹⁰⁾。SSP の抽出は 2 回反復して行なった。それぞれの抽出にあたり、時々振とうを行なった。またそれぞれの抽出液について McComb の方法¹¹⁾に準じてカルバゾール比色法で無水ガラクトuron酸含量を求めた。また、これらの可溶性ベクチンの和を総ベクチンとした。

実験結果及び考察

1. 果肉硬度に及ぼす無機成分の影響

硬度は Fig. 2 に示すごとく、カルシウム単用区はいずれの部位においても対照区と比較して高い値を示した。また、添加量が増加するに伴って硬度は増大する傾向がみられた。特に対照区に比べて、カルシウム 20 mg 添加区において硬度の著しい増大が認められた。しかし、20 mg 以上では添加量が増大しても硬度は少し高くなるにすぎず、大きな変化はみられなかった。また、それぞれの部位についてみると、へた部が最も高く、中央部、花落部の順で硬度は低下した。

次にカルシウム-カリウム、カルシウム-マグネシウムの併用試験の結果を Fig. 3, Fig. 4 に示した。いずれも対照区と比べて添加区が硬度は増大している。しかし、Fig. 2 のカルシウム単用区のものに比べて、併用の効果はみられず、その値はほとんどカルシウム単用区の場合と似通っていたが、カルシウムおよびマグネシウムの添加比が異なれば硬度に若干の変化が現われている。すなわち、カルシウム-カリウム併用区について、

Fig. 2 Effect of calcium on firmness of cucumber pickles

●: Control, ○: 20 mg Ca, □: 50 mg Ca
△: 100 mg Ca

Each figure is the weight of calcium added per 100 g cucumber pickles tested.

Fig. 3 Effect of calcium and potassium on firmness of cucumber pickles

●: Control, ○: 20 mg Ca and 20 mg K
□: 20 mg Ca and 40 mg K
△: 40 mg Ca and 20 mg K

Each figure is the weight of calcium and potassium added per 100 g cucumber pickles tested.

Fig. 4 Effect of calcium and magnesium on firmness of cucumber pickles

●: Control, ○: 20 mg Ca and 20 mg Mg
□: 20 mg Ca and 40 mg Mg
△: 40 mg Ca and 20 mg Mg

Each figure is the weight of calcium and magnesium added per 100 g cucumber pickles tested.

等量またはカリウムをカルシウムの2倍量添加した区では、それぞれへた部 59.4, 59.5 g/mm², 中央部 50.4, 51.4 g/mm², 花落部 51.3, 50.7 g/mm² といずれの部位においてもほぼ同じ硬度を示した。これに対してカルシウムをカリウムの2倍量添加した区は、へた部 64.2 g/mm², 中央部 54.4 g/mm², 花落部 53.1 g/mm² であり、カルシウムの添加量の増加に伴って硬度も増大した。一方、カルシウム-マグネシウム併用区については、等量またはマグネシウムをカルシウムの2倍量添加した区を比較してみると、それぞれ、へた部 59.6, 56.9 g/mm², 中央部 50.4, 47.9 g/mm², 花落部 48.8, 47.1 g/mm² といずれの部位においても等量区の硬度が高い。しかし、カルシウム 20 mg 単用区とカルシウム 20 mg-マグネシウム 20 mg 併用区の硬度は、それぞれ、へた部 57.8, 59.6 g/mm², 中央部 50.0, 50.4 g/mm², 花落部 51.3, 48.8 g/mm² とほとんど差が認められず、カリウムを併用した場合と同様、マグネシウムの併用添加も硬度に対する効果は認められないばかりか、返ってマグネシウムの添加量によっては硬度に低下の傾向がみら

れた。しかし、カルシウムがマグネシウムの2倍量添加区では等量区よりも硬度は高くなり、カルシウムの添加量の増加に伴って硬度の増大が認められた。

カルシウム-アルミニウム併用試験の結果は Fig. 5 に示す通りである。いずれの試験区においても添加区と対照区の間で硬度の差はほとんど認められなかった。アルミニウムの2倍量のカルシウム添加でも硬度に変化が認められないところから、アルミニウムはカルシウムの作用を抑制しているように思われる。

アルミニウムは一般的にはミョウバンとして添加され、例えば小梅漬などのテクスチャー改善に用いられている⁴⁾。しかし、本実験ではカルシウムとの併用ではあるが、アルミニウムの効果は認められなかったため、この点については今後検討を行なう予定にしている。

2. AIS 中の無機成分

Fig. 6 に AIS 中の無機成分の測定結果を示した。AIS はピクルスの中央部のものを用いた。カルシウム単用区では当然のことながらカルシウム添加量の増加に伴って AIS 中のカルシウム含量は増加した。カルシウ

Fig. 5 Effect of calcium and aluminum on firmness of cucumber pickles

●: Control, ○: 20 mg Ca and 20 mg Al
 □: 20 mg Ca and 40 mg Al
 △: 40 mg Ca and 20 mg Al

Each figure is the weight of calcium and aluminum added per 100 g cucumber pickles tested.

ム-カリウム併用区において、カルシウム含量はカリウムの添加による影響はほとんど認められず、カルシウム添加量に伴って増加した。しかし、カリウム含量はカルシウム 20 mg にカリウム添加量が 20, 40 mg の区では 33, 54 mg/100 g と増加したが、カルシウムがカリウムの 2 倍量添加された区は 18 mg/100 g とカルシウムの添加量の影響が認められた。しかし、いずれにしてもカリウム含量はカルシウム含量に比べて極めて少量であった。これはカルシウムとカリウムのペクチンとの結合力の差によるものと考えられる。

次にカルシウム-マグネシウム併用区では、カルシウム含量はカルシウム添加量に伴って増加したが、カルシウム 20 mg にマグネシウムを 20, 40 mg 添加した区のカルシウム含量はそれぞれ 741, 683 mg/100 g とマグネシウムの添加量の増加に伴ってカルシウムは減少を示した。これはカリウム併用区の場合と異なるが、カリウムとマグネシウムにおけるペクチンとの結合力の差によるものと考えられる。いずれにしてもカリウム、マグネシウムに比較して、カルシウムの結合力がかなり強いことが認められる。

次にカルシウム-アルミニウム併用区では、他の併用区と比べてカルシウム含量はいずれの区においてもかなりの減少が認められた。特にカルシウム 20 mg-アルミニウム 40 mg 併用区でのカルシウム含量は 185 mg/100 g と対照区の 318 mg/100 g よりも低くなっている。一

Fig. 6 Content of minerals in the alcohol insoluble substance prepared from the center of cucumber pickles

○: Ca, □: K, ●: Mg, △: Al

Each figure is the weight of minerals added per 100 g cucumber pickles tested.

方、アルミニウム含量は 1148mg/100 g と著しく高い値を示した。また、カルシウムをアルミニウムの 2 倍量添加しても、他のカリウムおよびマグネシウム併用区と異なり、カルシウム含量はアルミニウム含量とほぼ同じであった。これはアルミニウムの方がカルシウムに比べてペクチンとの結合力が強く、従って、アルミニウムイオンの増加に伴ってカルシウムイオンとペクチンとの結合が抑制されたためであろうと考えられる。

これらの無機成分の相互作用、無機成分の組織への取り込み方については明らかでなく、今後検討する予定である。

3. ペクチン含量の変化

キュウリピクルスの部位ごとにペクチンを分画抽出して調べたが、いずれの部位もほぼ同じ傾向であったのでここでは中央部のみを取り上げ Table 1 に示した。

AIS 中のペクチン総量はほぼ 15~17% であり、部位や添加した無機成分の種類、濃度による差異はほとんど認められなかった。WSP と HSP は他の可溶性ペクチンに比べて非常に少なく、WSP で約 1.0~1.8%, HSP は 1.4~2.1% であった。いずれの区もそれらのペクチン量は対照区に比べて、ほぼ同じか、若干減少している程度であった。

一方、PSP と SSP は前述の可溶性ペクチンに比べて

かなり高く、特に SSP はアルミニウム添加区を除けば全ペクチンの約 50% に達した。カルシウム-アルミニウム併用区での SSP は 1.7~3.5% と他の区の 7.0~9.1% に比べて著しく低い値を示したが、PSP はほぼこれと反対の傾向を示し、なかでもアルミニウムをカルシウムの 2 倍量添加した区では PSP は対照区の約 2 倍であった。

全ペクチンに占める可溶性ペクチンの構成比を Fig. 7 に示した。この図からカルシウム単用区およびカルシウム-カリウム、カルシウム-マグネシウム併用区では無機成分の種類、添加濃度が異ってもペクチンの構成比が大きく異なるようなことはなかった。

一般に青果物の組織内で遊離状態にある水溶性ペクチンは肉質保持の機能を持たないが、カルシウム等の多価陽イオンと結合している水不溶性の PSP や HSP はその機能を有するといわれている¹²⁾。一方、カルシウムイオンによる硬化状態が野菜の種類で異なることから、カルシウムが硬化の主要因とはなり得ないとする報告¹³⁾もある。

そこで、キュウリピクルスの硬度とペクチンとの関係についてみると、対照区に比べて硬度が増大した区は、Fig. 2, 3, 4 に示すように、カルシウム単用区、カルシウム-カリウムおよびカルシウム-マグネシウム併用区

Table 1 Content of pectins in the alcohol insoluble substance (AIS) prepared from the center of cucumber pickles after treating with various cations

Treatment	Pectin (g/100 g AIS)				
	WSP	PSP	HSP	SSP	T P
Control	1.5	5.5	2.1	6.6	15.6
20 mg Ca	1.3	4.4	1.7	7.5	14.8
50 mg Ca	1.5	3.8	1.4	8.6	15.3
100 mg Ca	1.4	4.1	1.9	8.3	15.6
20 mg Ca and 20 mg K	1.8	4.5	1.6	7.9	15.8
20 mg Ca and 40 mg K	1.6	4.7	1.6	8.4	16.2
40 mg Ca and 20 mg K	1.5	5.0	1.7	9.1	17.3
20 mg Ca and 20 mg Mg	1.8	5.0	1.5	7.0	15.3
20 mg Ca and 40 mg Mg	1.3	5.3	1.6	7.5	15.7
40 mg Ca and 20 mg Mg	1.2	4.6	1.7	7.6	15.0
20 mg Ca and 20 mg Al	1.2	8.4	2.1	3.5	15.1
20 mg Ca and 40 mg Al	1.0	10.5	1.5	1.7	14.6
40 mg Ca and 20 mg Al	1.2	8.3	1.9	3.3	14.7

The amount of each mineral is the weight used per 100 g of cucumber pickles tested.

WSP: water soluble pectin, PSP: 0.4% hexametaphosphate soluble pectin, HSP: 0.05 N hydrochloric acid soluble pectin, SSP: 0.05 N sodium hydroxide soluble pectin

Fig. 7 Ratio of soluble pectins to total pectin in the alcohol insoluble substance prepared from the center of cucumber pickles

■ Water soluble pectin
 ▨ 0.4% Hexametaphosphate soluble pectin
 ■ 0.05 N Hydrochloric acid soluble pectin
 □ 0.05 N Sodium hydroxide soluble pectin

Each figure is the weight of minerals added per 100 g cucumber pickles tested.

である。これらの区では、一部マグネシウムによる影響がみられるものの、カルシウムの添加量に伴って硬度は増大を示した。また、これらの各区において硬度に関与すると考えられているペクチン、すなわち、AIS 中の PSP と HSP についてみると、対照区の PSP 5.5%、HSP 2.1% に対して、これらの区はそれぞれ 3.8~5.4%、1.4~1.9% といずれも減少しているのが認められた。一方、SSP は対照区の 6.6% に対してカルシウム単用区では、カルシウム添加量 20, 50, 100 mg に対して SSP はそれぞれ 7.5, 8.6, 8.3% であった。また、カルシウム-カリウムおよびカルシウム-マグネシウム併用区においても同様に 7.5~9.1% を示しており、また、硬度の増大に伴って SSP も増加する傾向が認められた。

以上の結果から、キュウリピクルスにおける肉質の硬さについては、無機成分としては添加量の増加に伴って硬度が増大したカルシウムが最も硬度に関与しているものと考えられる。また、ペクチンとしては、WSP は当然のこととして、沢庵漬等では果肉硬度に最も関与しているペクチンとしてあげられている PSP⁽⁴⁾ は、カルシウム単用区、カルシウム-カリウムおよびカルシウム-マ

グネシウム併用区においては硬度の増大に伴って減少している。これとは反対にカルシウム-アルミニウム併用区では硬度の増大が認められないにもかかわらず PSP の顕著な増加を示していることから、キュウリピクルスにおいては PSP の硬度に及ぼす影響は極めて低いものと思われる。一方、SSP は硬度の増大に伴って増加する傾向がみられ、キュウリピクルスの肉質の硬さについては SSP が最も関係が深いように思われる。しかし、この違いは明らかでなく、今後検討を進めていく予定である。

要 約

キュウリピクルスに無機成分を加え、果肉のテクスチャーやペクチンへの影響について検討した。

(1) カルシウム単用区ではカルシウム添加量に伴って果肉硬度は増大した。カルシウム-カリウム、カルシウム-マグネシウム併用区はカルシウム単用区に比べて硬度が増大することはなかった。カルシウム-アルミニウム併用区では、無機成分を加えないキュウリピクルスと同じ硬度を示し、アルミニウムはカルシウム添加の効果を抑制した。

(2) AIS 中のカルシウム量は、カルシウム単用区で

は添加量の増加に伴って増加した。また、カルシウム-カリウム、カルシウム-マグネシウム併用区では、カルシウム単用区と同じカルシウム添加量であれば、ほぼ同じ含量を示した。しかし、カルシウム-アルミニウム併用区では他の区に比べて低い値を示した。

(3) AIS 中のペクチンは、WSP と HSP はいずれの区においても非常に少なかった。しかし、PSP はいずれの区も高い値を示し、特にカルシウム-アルミニウム併用区では顕著であった。SSP は PSP に比べてカルシウム-アルミニウム併用区ではかなり低い値を示したが、その他の区では高い値を示した。

文 献

- 1) 芥田三郎：日食工誌，**32**，43 (1976)。
- 2) 橋田 度：食品工業，**14**，28 (1971)。
- 3) BUESHER, R. W., HUDSON, J. M. and ADAMS, J. R.: *J. Food Sci.*, **44**, 1786 (1976)。
- 4) 小川敏男：最新漬物製造技術 (食品研究社)，p. 207 (1967)。
- 5) 川端晶子：調理科学，**15**，71 (1982)。
- 6) 作物分析法委員会編：栽培植物分析測定法 (養賢堂)，p. 76 (1980)。
- 7) 作物分析法委員会編：栽培植物分析測定法 (養賢堂)，p. 146 (1980)。
- 8) 桑原祐二・大塚暢幸・真部正敏：日本食品工業学会第 30 回大会講演集，p. 33，東大阪 (1983)。
- 9) 真部正敏・坂根幸雄・樽谷隆之：香川大学農学部学術報告，**26**，7 (1974)。
- 10) BARBIER, M. and JHIBAUT, J. F.: *Phytochemistry*, **21**，111 (1982)。
- 11) McCOMB, E. A. and McCREADY, R. M.: *Anal Chem.*, **24**，1630 (1952)。
- 12) 小田圭昭・富田芳雄：栄養と食糧，**32**，13 (1979)。
- 13) 小西英子・洲上倫子・岡本賢一：栄養と食糧，**28**，44 (1975)。
- 14) 金子憲太郎・黒坂光江・前田安彦：日食工誌，**29**，611 (1981)。

(昭和 59 年 12 月 3 日受理)