

博士（栄養学）学位論文

食品に対する超音波照射の作用と
加工及び調理への応用に関する研究

1994年

指導教員 菅原龍幸教授

氏名 木村友子

女子栄養大学

①

博士（栄養学）学位論文

食品に対する超音波照射の作用と
加工及び調理への応用に関する研究

1994年

指導教員 菅原龍幸教授

氏名 木村友子

女子栄養大学

目 次

SUMMARY	1~ 9
第1章 緒論	1
第1節 本研究の目的	1
第2節 結果の大要	5
第2章 マヨネーズソース作製法	12
第1項 実験方法	12
1. 試料及び配合割合	12
2. 超音波発振装置	14
3. 試料調製	14
4. 測定方法	17
1)物性特性	17
2)マヨネーズの乳化状態の観察	18
3)マヨネーズの凝固状物質の残留量	18
4)官能検査	18
5)マヨネーズ油脂の酸化	19
第2項 結果及び考察	20
1. 少量のマヨネーズ作製	20
1)マヨネーズの試作	20

2) 鶏卵卵黄の鮮度の影響	23
3) 食塩添加量の影響	24
4) 酢添加量の影響	26
5) マヨネーズの安定度	27
6) 官能評価	29
2. 多量のマヨネーズ作製	30
1) 調製原料の添加順序の検討	30
2) 油・レモン汁の添加温度の影響	31
3) 添加コーン油量と照射時間の検討	33
4) 物性特性と乳化状態の検討	34
5) マヨネーズの安定度	36
6) 官能評価	37
7) マヨネーズ油脂の性状変化	39
第3章 蔬菜・果実類の洗浄効果	43
第1項 実験方法	43
1. 試料	43
2. 含銅農薬, 塵埃, 洗剤	43
3. 超音波発振装置	44
4. 試料調製及び測定方法	45
1) 農薬付着と銅イオンの定量	45

2)塵埃添付とバーミキュライトの重量	46
3)洗剤添付とDBS の定量	47
4)組織の肉眼及び光学顕微鏡の観察	48
第2項 結果及び考察	48
1. 蔬菜・果実に付着した農薬の銅イオン 除去と組織学的検索	48
1)大型超音波装置によるパセリの洗浄 効果	48
2)周波数と含銅農薬除去との関係	50
3)超音波洗浄機種(大型・小型)の検討	52
4)照射がパセリの組織に及ぼす影響	53
5)照射時間と含銅農薬除去の関係	55
2. 塵埃脱着効果	60
3. 蔬菜・果実に付着した洗剤のDBS 除去と組織学的検索	62
第4章 鶏肝臓の血抜きと脱臭効果	68
第1項 実験方法	68
1. 試料	68
2. 超音波発振装置	69
3. 試料調製及び測定方法	69

1) 血抜きの実験	69
① 血抜き用の試料調製	69
② 総ヘモグロビン定量	70
2) 臭気成分の分析	70
① 臭気成分の捕集	70
② 硫化水素・アンモニア及び アセトアルデヒド量	71
③ ガスクロマトグラフィー	71
④ カルボニル化合物のヒドラゾンの定量	71
⑤ ヒドラゾンの色調判定	72
3) 官能検査	72
第2項 結果及び考察	73
1. 鶏の血液と鶏肝臓のヘモグロビン量	73
2. 血抜きに及ぼす超音波照射の影響	74
3. 血抜きに及ぼす洗浄液のpHの影響	76
4. 鶏肝臓の脱臭効果	77
5. 官能評価	82
第5章 鶏肝臓の味噌漬・糠漬の調製条件	87
第1節 鶏肝臓の味噌漬について	87
第1項 実験方法	87

1. 試料及び味噌床の配合割合	87
2. 味噌漬の調製方法と加熱方法	88
3. 測定方法	88
1) 重量	88
2) 一般成分分析	88
3) 総鉄量	89
4) ビタミンB ₁ と B ₂ の定量	89
5) 官能検査	89
6) アミノ酸定量	89
7) 色調	90
8) 物性特性	90
9) 水分活性	91
10) 細菌検査	91
第2項 結果及び考察	91
1. 鶏肝臓の超音波照射の影響	91
2. 味噌漬に及ぼす超音波照射の影響	92
第2節 鶏肝臓糠漬について	107
第1項 実験方法	107
1. 試料及び糠床の配合割合	107
2. 糠漬の調製方法と加熱方法	108

3. 測定方法	109
1) 一般分析	109
2) 遊離アミノ酸の定量	109
3) 色調	109
4) 物性特性	110
5) 水分活性及び細菌検査	110
6) 官能検査	110
第2項 結果及び考察	110
1. 糠床の食塩濃度の影響	111
2. 糠床への焼酎添加の影響	115
3. 糠床への砂糖添加の影響	123
第6章 乾燥食品（干し椎茸・干瓢）の水戻し	
条件	132
第1節 干し椎茸の水戻し法	132
第1項 実験方法	133
1. 試料	133
2. 超音波発振装置	133
3. 水戻し及び調理方法	134
4. 測定方法	134
1) 吸水量	134

2)戻し汁の色調	135
3)RNA と5' -ヌクレオチドの定量	135
4)遊離アミノ酸の定量	137
5)物性特性	138
6)官能検査	138
第2項 結果及び考察	138
1. 干し椎茸の水戻し条件と吸水量	138
2. 戻し汁の色調変化	140
3. 物性変化	142
4. RNA と5' -ヌクレオチドの消長	144
5. 遊離アミノ酸量とレンチニン酸量	147
6. 官能評価	149
第2節 干瓢の水戻し法	153
第1項 実験方法	153
1. 試料及び浸漬液	153
2. 超音波発振装置	154
3. 試料調製法	154
4. 測定方法	155
1)吸水量	155
2)色調	155

3)物性特性	155
4)官能評価	156
第2項 結果及び考察	156
1. 水戻し条件と吸水量	157
2. 物性特性値の変化	159
3. 物性特性値と吸水量との関連	161
4. 色調変化	162
5. 官能評価	165
第7章 総括	169
謝辞	179
参考文献	1~ 8

Studies of Ultrasono-irradiation
Action on Foods and Its Application to
Processing or Cooking

Tomoko KIMURA

In this study, an ultrasonic cleaner emulsification or cleans action was brought to my attention along with the application of ultrasono-irradiation to vegetable and animal foods. Also, the effect of the ultrasonication on food processing and cooking was determined.

A summary of the results is presented.

1. For the purpose of applying ultrasono-irradiation(50kHz) to cooking, this work used irradiation for making mayonnaise sauce. A standard combination of ingredients was employed and the hardness, consistency and stability of the mayonnaise sauce(about200g)were measured. At the same time, microscopic observations were carried out.

Based on the results of the experiment, the ultrasono-irradiation significantly

accelerated the production of mayonnaise sauce. While the irradiation is being applied, manual stirring is necessary to in order to prevent separation of the oils and fats. Also, it was determine that a fresher yolk was easier to emulsify and the added amount of salt or vinegar and other ingredients had a slight effect on the physical properties of the mayonnaise sauce.

The Preparation of large amounts of mayonnaise sauce by means of ultrasono-irradiation was planned and its physical properties, stability, and oil and fat oxidation were compared with those of the sauce traditionally prepared using electric mixing. At the same time, a sensory test was carried out and its results are discussed.

In cases when large amounts of mayonnaise sauce are prepared, the traditional electric mixing method sometimes failed in the emulsification if not enough attention was paid to the method of adding the oils and fats.

However, the ultrasono-irradiation method

was simple in this regard.

The emulsification was extremely stable and a delicious sauce, which was soft and agreeable to the taste, was made.

Very small changes were observed with time in the values of POV, AV, TBA and IV of the oils and fats in the mayonnaise sauce prepared by the ultrasono-irradiation method and bought at the market.

For the application by a certain food company, use of the effective results from this study was allowed.

2. In this study, the ultrasonic cleaning process is also adopted for the purpose of removing agricultural chemicals (including Cu^{2+}) detergents (including DBS : sodium Dodecyl Benzene Sulphonate) and vermiculite powder, which are used as artificial dusts, from vegetables and fruits. At the same time, the vegetable and fruit tissues are observed under a microscope.

Based on the results of the experiment, Cu^{2+} , DBS and vermiculite powder adher-

ing to vegetables and fruits were effectively removed by the ultrasono-irradiation. However, this treatment under some conditions, damages the tissues of the vegetables and fruits and they are not good to eat. The most effective range of the ultrasono-irradiation to remove Cu^{2+} from parsley contaminated by copper-containing chemicals was at a frequency approximately 28 - 50kHz.

3. Liver is thought to have a high nutritional value, but it has some disadvantages in terms of taste, odor and appearance which makes it difficult to utilize. For the purpose of cooking liver to improve its acceptability, the removal of blood from chicken liver by means of an ultrasonic cleaning, estimation of the deodorization effect of this treatment after boiling, and sensory tests on cooking aptitudes were also conducted.

Based on to the results of the experiment, the ultrasonic cleaning method was much more effective for removing blood

and reducing the odor than the simple washing method using water. The optimum irradiation time for liver from young chickens was 10 mins and 5 mins for aged chicken livers. A 0.5 to 1.5 % sodium chloride solution was most effective for cleaning and also suitable for boiling which was widely accepted.

This study was conducted for the preparation of a good tasting chicken liver with ultrasono-irradiation preserved in soybean miso paste or in rice-bran paste. Chicken liver, washed by ultrasonication for 10 mins, was preserved in soybean miso paste or in rice-bran paste at 5°C for 72 - 168 hrs and the results are as follows.

Chicken livers treated with ultrasono-irradiation and preserved in the soybean miso paste (prepared with 50% soybean miso, 25% sugar and 25% distilled water) for 24 hrs showed the most pleasant taste.

As a control, chicken livers without ultrasono-irradiation were preserved in

the soybean miso paste for 72 hrs and compared to the former ones for their contents of protein, reducing sugars, thiamine, riboflavin, iron and sodium chloride. The one treated with ultrasono-irradiation was more preferable and had a lighter taste. This fact suggests that the ultrasonic treatment can shorten the preservation period. On the other hand, preparation of good tasting chicken livers in rice-bran paste was obtained when the chicken livers were cured for 48 hrs in rice-bran paste prepared with 40% rice-bran, 4% salt, 28% white liquor, 22% sugar and 6% distilled water. This chicken liver preparation was superior in its color, hardness, savor and taste.

Its water activity was 0.92 and its bacterial count was 10^4 /g. Thus, the preservability of this preparation was satisfactorily high.

4. Traditional dried foods [shiitake mushrooms, kanpyō (strips of dried gourd) etc.] were rehydrated with ultrasono-irradiation in search fo quick rehydra-

tion methods. Its effects on the physical properties and palatability were studied. Based on to the results of the experiment, water absorption by the shiitake mushrooms, the color of yellowing of the rehydration liquid and its browning were greater in the tests with ultrasono-irradiation than in the control without irradiation. The irradiated shiitake mushrooms exhibited less textural hardness and gumminess and were softer. The irradiation time was 20 mins and total immersion time was 2 hrs for jyōdonko and 1 hr for jyōkōshin at 5 °C and 25 °C which are within a suitable rehydration range. Under these conditions, water absorption reached 90 % of the maximum and the shiitake mushrooms scored high preference points in such properties as softness and chewiness. Irradiation effects on the content of RNA and the composition of 5'-GMP, 5'-AMP, 5'-UMP, 5'-CMP and free amino acids in the steam-cooked shiitake mushrooms were only slight. Rehydratation of kanpyō using ultrasono-irradiation

led to an increase in its water absorbing volume and promoted decolorization of the browning kanpyō, compared to the control without irradiation. Irradiation time required for its rehydration and 8 % sodium chloride solution proved to be preferably 5 - 10 mins and to be an optimal as wash liquid, respectively, leading to a decrease in the stress value of its physical properties and promoting the penetration of seasoning liquid and superior taste. Rehydration of kanpyō treated with ultrasono-irradiation enabled us not only to eliminate the rubbing procedure but also to achieve an effective decolorization.

From these results, it was considered that ultrasonic treatment at a low frequency below 50 kHz is suitable for food treatment. It is also easy to prepare mayonnaise sauce making use of the emulsifying effect of ultrasonication. Further, it was elucidated that its cleaning effect is available for the removal of agricultural chemicals, detergent, dusts, etc. attached to vegeta-

bles and fruits, the deodoration of chicken livers, the penetration of seasoning liquid and the decoloration of colored kanpyō. Thus, it was suggested that new food materials having superior properties in processing and cooking can be produced using ultrasonic treatment and that working efficiencies in the cooking processes might be improved.

When ultrasonic treatment is applied to actual food processing and the cooking of various foods, it is necessary to determine the optimum conditions as to the time, power and irradiation procedure. In order to solve these problems, it is required that further studies under various conditions be done.

第 1 章 緒論

第 1 節 本研究の目的

超音波とは可聴周波数（16～20kHz）を越える広義の音波の一部で，生体への作用としては生成する気泡の圧壊力・振動に基づく，物理的・化学的影響によるものと考えられる。

超音波洗浄の機序は超音波振動子から液体中に超音波を照射すると，超音波の音圧効果とキャビテーション（空洞現象）が発生し，超音波により洗浄液の微小振動，攪拌，脱泡，乳化，分散作用が生ずることを利用したものである。

本研究は超音波照射を広く食品加工・調理に適用することの可否を実証することを目的として，植物・動物性食品に及ぼす影響と効果についての究明を指向した。

本研究に関連する研究としては，松谷・小川^{2) 3)}らがL-アスコルビン酸やビタミンB₁の溶液並びに植物組織などに超音波照射を行い，超音波照射がビタミンC・B₁に及ぼす影響につ

いて実験したものがあり，超音波照射によるビタミン類の損失は極めて少なく，超音波の周波数は50kHzが比較的有効であると報告している．また超音波洗浄したときの殺菌作用については中島・小川⁴⁾らやVeltmans⁵⁾が若干の効果があると述べている．渡辺⁶⁾らは照射により細胞膜を破壊して内部物質を抽出する目的で超音波処理が大豆タンパク質の性状に及ぼす影響について実験し，超音波処理が大豆の水溶性タンパク質の抽出に有効であることを認めており，これに関連する諸研究の報告も^{8) ~ 11)}されている．また最近，松下¹²⁾らは酒の熟成工程での微弱超音波照射により酒中の水分子クラスターを人為的に少なくすることが可能となり，アルコールの特有の強い刺激臭が消え，まろやかな味になると述べている．しかしながら超音波照射を食品に適用する研究は現在も数は多くはない．

そこで著者は次のように研究を進めた．

(1) 超音波照射に伴う乳化作用について注目

し、超音波照射による簡便なマヨネーズの作製法を考案し、超音波照射の食品加工への利用効果の探索を行うこととした。

(2) 超音波の洗浄作用を食品に適用した。生鮮食品である蔬菜・果実などは栽培時の土壤中に存在する微生物、農薬、塵埃などによる汚染や蔬菜・果実を洗浄する場合に使用される洗剤などの残留物が人間の健康に及ぼす影響などに関しても考えなければならない。従って蔬菜・果実に付着する農薬、塵埃、洗剤の除去とともに、植物性食品について組織学的検査など実施し、その影響についての予備的検索を行うこととした。

(3) ① 超音波の加工調理への応用として動物性食品においては肝臓は栄養素含有量が豊富で、貧血者、妊婦、幼児にとって日常食べることは広く理解されているが、特有な味覚、臭気、感触などから敬遠する人達が比較的多い。そこで肝臓の利用度を高めるために、肝臓の前処理洗浄操作として超音波照射を行い、

鶏肝臓の血抜きと脱臭の有効性を見い出すための検討を行うこととした。引き続いてこの超音波照射した肝臓の実用的利用法として、味噌漬、糠漬などに加工し、これらの製品の栄養素の動態、性状変化、食味及び保存性などについて調査し、最適調製条件を確立し、一層の実用化を諮ろうとした。

一方、②近年我国では「自然食品」や「伝統食品」への関心が高まる中で、干し椎茸、干瓢などは成人病を予防する機能を持つ食品として注目されるようになった。しかしながらこれら乾燥食品は水戻しに時間がかかることから迅速な戻し方を見出す目的で、超音波照射を取り入れた水戻し法を行い、併せて水戻し後の食品を加熱調理し、それらの製品の物性特性と嗜好性に及ぼす影響について明らかにするために研究を行うこととした。

以上一連の実験的研究は、調理科学的観点に基づき、超音波照射が食品加工・調理面並びに一般家庭の食生活改善などに貢献するこ

とを意図して実施したものである。

第2節 結果の概要

本研究では超音波洗浄機の乳化・洗浄などの作用に着目し，植物・動物性食品に超音波照射を適用し，超音波照射の食品加工及び調理への利用効果を究明したものであり，その結果を要約すると次のようである。

1 超音波照射を調理操作に応用する目的で，標準配合を行ったマヨネーズソース原料混合物に対して超音波照射（50kHz）を行い，作製した少量（約200g）のマヨネーズソース（以下マヨネーズと記す）について硬さ・粘稠度と安定度を測定し，同時に光学顕微鏡によって乳化組織の観察を行った。実験の結果では，超音波照射によってかなり速やかにマヨネーズの作製が可能であることが判った。その際油脂の分離を防ぐため同時に手動攪拌を行うことが必要であった。また卵黄は鮮度の高いほど乳化しやすく，食塩と食酢などの添加量の相違によってもマヨネーズの物性値

に若干の影響が認められた。

更に超音波照射による多量のマヨネーズ調製法を考案し、従来の電気攪拌器による製品と、物性特性、安定度、油脂の酸化などを比較測定し、併せて官能検査による検討を行った。電気攪拌法は油の添加に注意しないと油が分離し乳化に失敗することがあったが、超音波照射法では乳化は極めて安定で、舌ざわりが滑らかな美味しいマヨネーズが調製できた。この超音波照射による製品の油脂と市販品の油脂との酸価・過酸化物価、ヨウ素価、TBA値の経日変化は極めて僅少であった。この研究の結果について食品企業から利用の申し出があり、現在広く利用されている。

2 超音波洗浄により蔬菜や果実などに着した無機農薬のボルドウ液（硫酸銅を主成分の1つとする農薬、以下含銅農薬）や家庭用洗剤(sodium Dodecyl Benzene Sulfonate; DBS)及び塵埃のモデルのバーミキュライト粉末の除去効果並びに食品組織を光学顕微鏡で

観察した。実験の結果では，蔬菜や果実に付着した含銅農薬，洗剤やバーミキュライト粉末を照射によって著しく除去することができた。しかしながら処理条件によっては蔬菜や果実の組織が損傷し食用に供し難くなる恐れがなしとしなかった。なお含銅農薬付着パセリからの Cu^{2+} 除去には周波数28～50kHzが最も効果的であった。

3 肝臓は栄養価の高い食品と評価されているが，味・臭気・外観など利用されにくい欠点もある。そこで肝臓の調理法を改善することを目的に，超音波洗浄による鶏肝臓の血抜きと煮熟後の脱臭効果を調べ，調理適性の官能検査を行った。実験結果によれば，超音波照射法は一般的な水洗い法に比して血抜き効果が著しく，且つ鶏肝臓の特有のにおいも緩和された。照射時間は若鶏肝臓においては10分間，老鶏肝臓においては5分間が適当であり，洗浄液は0.5～1.5%の食塩水が最適で，特に煮る調理法の前処理方法として有効で

あった。更に10分照射洗浄した鶏肝臓を味噌床及び糠床に5℃で72～168時間漬け込み検討を行った。官能評価の高い味噌漬は豆味噌50%，砂糖25%，蒸留水25%配合比の味噌床に保存した製品で、漬け込み時間は照射した肝臓が24時間、対照の照射しない肝臓が72時間であった。これら味噌漬のタンパク質、糖、ビタミンB₁・B₂、鉄、食塩の含有量はほぼ同等値を示した。この両味噌漬の官能検査の結果では照射した味噌漬の方があっさりとした味で良好と評価され、漬け込み時間が短縮できることを示唆していた。

一方、官能評価の高い糠漬は炒り糠40%，食塩4%，焼酎28%，蒸留水6%，砂糖22%配合比の糠床に、照射した肝臓を48時間漬込んだものであり、照射しないものに対し色・硬さ・風味・食味が優れ、しかも水分活性（Aw）0.92，細菌数10⁴/gで、保存性も高いことを認めた。

4 干し椎茸や干瓢など伝統的な乾燥食品

の有効迅速な水戻し法を見出す目的で、超音波照射を取り入れた方法を行い、その食品の物性と嗜好に及ぼす影響について検討を試みた。干し椎茸では、照射した椎茸は対照の照射しない椎茸に比し吸水量が増大し、戻し汁は黄味度（Hunter表色系のb値）が増し褐変が進行した。また物性の硬さ・ガム性の値は小さく軟化した。水温5℃と25℃の水戻しの好適条件では何れも照射時間が20分で、全浸漬時間は上冬菇が2時間、上香信が1時間であった。最大吸水量はこの条件で90%に達し、椎茸は柔らかく歯ざわりが適当で嗜好的にも好まれた。また蒸し調理した椎茸中のRNA、5'-GMP、5'-AMP、5'-UMP、5'-CMP量及び遊離アミノ酸の含量に及ぼす超音波照射の影響はわずかに過ぎなかった。

一方、干瓢の超音波照射による水戻し操作では照射しない干瓢に比して吸水量が増し、褐色化した干瓢の脱色を促した。水戻しに要する照射時間は5～10分間がよく、浸漬液に

は 8 % の食塩水が最適で，干瓢の物性の応力値を低下させ，調味液の浸透を促し，嗜好的にも優れていた。しかも水戻しに超音波照射を行うことは，もみ操作を省略でき有効であると考えられる。

以上により総合して判断すると，食品に適用する超音波処理は 50kHz 以下の低周波照射が有効であり，超音波の乳化作用を利用し，簡便なマヨネーズ調製法を確立した。また洗浄作用を利用し蔬菜・果実に付着した農薬・洗剤・塵埃の除去，鶏肝臓の脱臭，調味液の浸透，褐色干瓢の脱色に有利な興味ある理化学的性状変化の一端を明らかにすることが出来た。換言すれば，超音波処理は加工・調理上に有用な新しい食品処理方法として利用しうることを証明することができた。超音波処理を広く各種食品の加工・調理に利用するためには食品個々につき照射時間，出力，照射過程などについても検討を要する問題が残る。

こうした問題を解決するには，色々な条件

のもとで数多くの研究を積み重ねる必要があり、今後解決すべき課題であろう。

第2章 マヨネーズソース作製法

一般的に手作りでマヨネーズソースを作製するには調理操作上一時的に強い労作が要求され、しかも作製したマヨネーズソースの乳化状態が分離しやすいことが報告されている¹³⁾。そこで超音波照射に伴う乳化作用¹⁾に着目し、マヨネーズソース作製の調理操作に応用する目的で次の実験を実施した。マヨネーズソース製造の場合の標準配合原料混合物に対して超音波照射を行って作製した少量のマヨネーズソース(以下マヨネーズと記す)について物理的性状や官能評価について検討した。

更に同処置における多量のマヨネーズ作製法も考求し、従来の電気攪拌作製法と比較しその製品の物理的性状と嗜好性について検索した。併せて多量作製マヨネーズの油脂の性状変化について一般市販品と比較検討を行った。

第1項 実験方法

1 試料及び配合割合

鶏卵は新鮮な卵黄（卵黄係数0.43～0.39）と新鮮でない卵黄（卵黄係数0.30～0.26）を使用した。洋辛子・白胡椒は株式会社甘利辛食品製，塩は米山薬品株式会社の特級塩化ナトリウム，水は蒸留水，酢はレモン汁（pH2.0～2.2）または食酢（中埜酢店製のミツカン酢穀物酢，有機酸4.1%，pH3.2），油は味の素株式会社のコーン油100%製品を使用した。試料の配合割合はTable 1に示す通りである。

Table 1. Combination of materials

Material Sample ¹⁾	Weight(g)							
	Chicken yolk	Pepper	Mustard	Salt	Distilled water	Lemon solution	Vinegar	Corn oil
1	36	1	1	2	4	30	—	200
2	36	1	1	4	2	30	—	200
3	36	1	1	6	—	30	—	200
4	36	1	1	4	2	—	30	200
5	36	1	1	4	17	—	15	200
6	180	5	5	20	—	150	—	1,000

1) Sample 1-5 : A small amount of mayonnaise sauce,

Sample 6 : Large amounts of mayonnaise sauce.

2 超音波発振装置

超音波発振は中型超音波洗浄機〔BRANSON-ic 220型，発振子はチタン酸ジルコン酸鉛使用，周波数50kHz，出力125W，電源117V，4A，容量約3ℓのもの〕を使用し超音波装置内の水量は2ℓ（17～18℃）で行った。

3 試料調製

A. 少量のマヨネーズ作製法

① 超音波照射法

500 ml のビーカーに表1の試料1～5の配合量の卵黄・洋辛子・胡椒・塩・レモン汁または酢（ $\frac{1}{2}$ の15g）を入れ，超音波装置の水浴中に固定させ，一定時間超音波照射処理（以下単に照射と記す）すなわち連続照射15分，17分，20分，25分，または断続的照射12分（照射3分後，照射2分停止，後1分間隔に照射をし，全所要時間20分間），断続的照射14分（照射3分後，照射2分停止，再び照射2分行い，後1.5分間隔に照射を行い全所要時間25分間）行う。この際油を30gずつ7回

添加し、残りの酢または蒸留水は作製中3分間経過の時に加える。この場合、油が浮上する傾向があるので防ぐため手動でガラス棒（直径0.3cm、長さ18cm）にて補助攪拌（60rpm）しつつ、照射を行いマヨネーズを作製する。

②手動攪拌法

ガラス棒並びに小型茶筌形泡立器（ステンレス製・全長22cm）を用い同様な条件下で攪拌（180rpm）を行いマヨネーズを作製する。

B. 多量のマヨネーズ作製法

①超音波の連続照射法と断続的照射法

超音波装置内に装置付属の金属製金網を置き、その上に表1の試料6の配合量に基づき、照射前に卵黄・食塩・胡椒・洋辛子・レモン汁の75gを混合し入れる〔方法Iと称す〕。または「方法I」と原料添加順序を変更し、最初に油300g・食塩・胡椒・洋辛子・レモン汁の75gを混合し入れる〔方法IIと称す〕。照射時間は連続照射10分、15分、20分、25分

また断続的照射10分（照射3分後，照射1.5分停止，以後は1.5分間隔で2回照射を行い，その後1分間隔に照射を行い全所要時間17分間）及び断続的照射12分・14分（Aの少量マヨネーズ作製法と同時間帯で実施）行う．この際照射開始直後に卵黄を入れ，3分経過後一度に油350gとレモン汁75gを入れ，照射所要時間の半分経過したときに再び油350g添加する．この場合添加する油が浮上する傾向を防ぐため超音波装置内の付属金網を毎分12回の速さで上下させて混和しながら作製する．

②電気攪拌作製法

電気攪拌器（Kitchen Aid 4-C型規定回転数100～1000rpm）を用い表1の試料6の配合量に基づき，「方法I」と同様に卵黄・塩・胡椒・洋辛子・レモン汁75g（但し残りのレモン汁は3分経過の時に添加する）を容器に入れ，30秒補助攪拌した後，油を1分100gの添加速度で流し入れ10分間攪拌する．或いは，

油を2分100gの添加速度で流し入れ25分間攪拌する〔方法Ⅲと称す〕。更に前記の①の超音波作製法「方法Ⅰ・Ⅱ」に準じて同条件により電気攪拌器を用い連続10～25分間攪拌する〔方法Ⅳと称す〕。

C. 市販品

マヨネーズ市販品A〔味の素株式会社製のポリエチレン製チューブ入400g〕，市販品Q〔キューピー食品株式会社製，ポリエチレン製チューブ入500g〕，市販品Q'〔キューピー食品株式会社製のガラス製瓶詰500g〕の3種類で，製造年月日から14日間経過後開封し試料とした。

保存用試料は各々200gを200mlの共栓保存瓶に採り，5℃で1, 7, 14, 21及び28日間保存した。

4 測定方法

1) 物性特性

Curd-meter(飯尾電機株式会社301AR型)を用いて硬さ・粘稠度を測定した。測定条件

は感圧軸直径16 mm ϕ , 30 mm ϕ , 重錘100g, 速度7秒/in. 試料は各種マヨネーズ 200 g を Curd-meter 付属容器に入れ使用した. 測定温度は作製当日の製品は 20 ± 3 $^{\circ}\text{C}$, 保存後の製品は 16 ± 0.5 $^{\circ}\text{C}$ (冷蔵庫より取り出し室温中に1 ~ 1.5時間放置したもの)で測定した.

2) マヨネーズの乳化状態の観察

顕微鏡(日本光学株式会社, G型)の倍率400倍で接眼マイクロメーターを使用した.

3) マヨネーズの凝固状物質の残留量

マヨネーズを金属製のふるい(直径20 cm \cdot 14メッシュ)に通し, 15分間経過後そのふるいに残留した量を秤量し, 不乳化凝固物として測定した. 但し凝固物がない場合においてもふるいの付着量は平均25 gであり, この量を差し引き求めた.

尚, 1), 3)の製品の測定は各試料を6回試作し結果は平均値で示した.

4) 官能検査

試料は各種マヨネーズそれぞれ10 gを食パ

ン $\frac{1}{2}$ 枚の上に乗せて供試した。質問事項は色・硬さ・滑らかさ・おいしさ・総合評価の5項目とした。パネルは食物学科学生(21歳)20名。検査法は2点嗜好試験法・順位法(解析はKendallの一致性係数WのSによる検定)¹⁴⁾を用い、室温 20 ± 2 ℃で行った。

また各種マヨネーズの調理適性について「和える、飾る、上にかける」の内、最も適している調理法を1つ選択させ20人に2回答えさせた。

5) マヨネーズ油脂の酸化。

作製直後の各種マヨネーズ及び保存マヨネーズ200gずつを -30 ℃の冷凍器に12時間以上静置したものを室温(暗所)で解凍し、3500 rpmで10分間遠沈後分離した油層を分液ロートに入れ、蒸留水30 mlを加えて2~3回洗浄後無水硫酸ナトリウムで脱水した油脂を試料とした。測定法では酸価はHO-AV IIの標準法、過酸化物価(POV)はLea・改良法¹⁵⁾、ヨウ素価(IV)はWijs法¹⁵⁾、TBA値はTBA法¹⁶⁾によった。

第2項 結果及び考察

1 少量のマヨネーズ作製

1) マヨネーズの試作

マヨネーズの調製法と物性との関係をFig.

1に示す。作製直後では連続照射15分したも

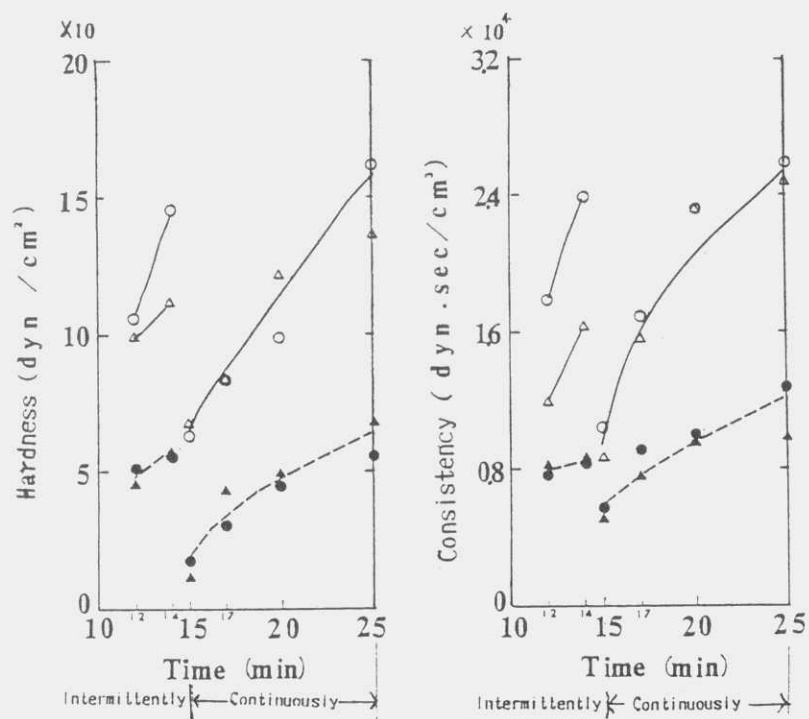


Fig.1. Relationship between preparation of mayonnaise sauce and physical properties of mayonnaise sauce ¹⁾

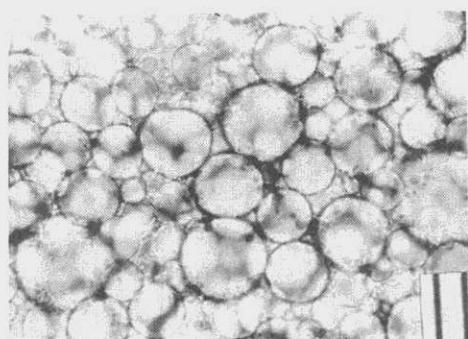
- Ultrasonication(before storage)
- Ultrasonication(after storage at 5°C for 24hr)
- ▲ Hand-whipping(before storage)
- △ Hand-whipping(after storage at 5°C for 24hr)

¹⁾ See table 1 : sample 2.

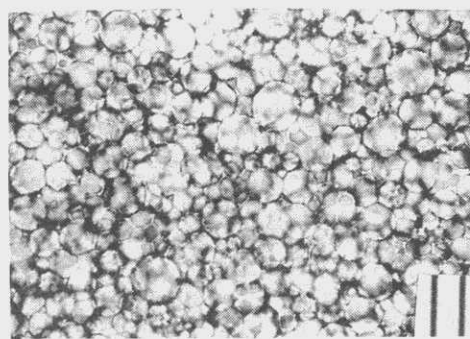
のは，硬さ平均 $1.66 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $0.58 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ であったが，照射時間を25分まで延長すると硬さは平均 $5.42 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $1.30 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ に漸増した．また断続的照射の12分照射では硬さ平均 $5.42 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $0.77 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ ，14分照射では硬さ平均 $5.75 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $0.87 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ であった．連続照射と断続的照射と比較すると，断続的照射の方が照射時間や水温上昇が少なく，むしろ効果的であった．対照のガラス棒による手動攪拌法は，作製直後では連続攪拌は15分では硬さ平均 $1.24 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $0.56 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ ，25分では硬さ平均 $7.21 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $1.03 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ であり，断続的攪拌は12分では硬さ平均 $4.43 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $0.85 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ ，14分では硬さ平均 $5.85 \times 10 \text{ dyn/cm}^2$ ・粘稠度平均 $0.88 \times 10^4 \text{ dyn} \cdot \text{sec/cm}^3$ であった．また24時間保存したものでは何れ

の製品も一時的に硬さ・粘稠度の値が増加した。すなわち超音波照射法と手動攪拌法の製品の物性値はほぼ同等値を得た。

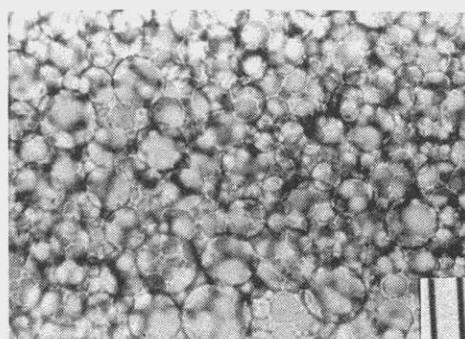
これらのマヨネーズの乳化状態について光学顕微鏡にて観察した結果をFig.2に示す。



ultrasonication continuously 15 min



ultrasonication continuously 25 min



ultrasonication intermittently 14 min

10 μ m

Fig.2. Optical micrographs of mayonnaise sauce emulsion ($\times 400$)

連続照射15分ではエマルジョンの直径は約30~10 μm でその形状は大きく，物性値の硬さ・粘稠度が低く柔らかい製品であった。連続照射25分のエマルジョンは直径約10~5 μm 位で，前者に比すれば値が小さくなり粒子は密集し，照射時間の延長とともに乳化状態が良くなることを示した。また断続的照射14分のエマルジョンの状態は直径が約15~5 μm 位で，これは連続照射20~25分のものに近い乳化状態となり，少量のマヨネーズ作製には断続的照射が効果的なことを裏づけた。従って本研究ではガラス棒攪拌（180rpm）労作は超音波照射法（60rpm）の3倍量の攪拌が必要であったことから判断すると，超音波照射がマヨネーズ作製法に使用し得る可能性を示唆した。

2) 鶏卵卵黄の鮮度の影響

卵黄の鮮度の良否が超音波照射法のマヨネーズの乳化状態にどの様に影響するかを検討した結果をFig.3に示す。物性値では，鮮度

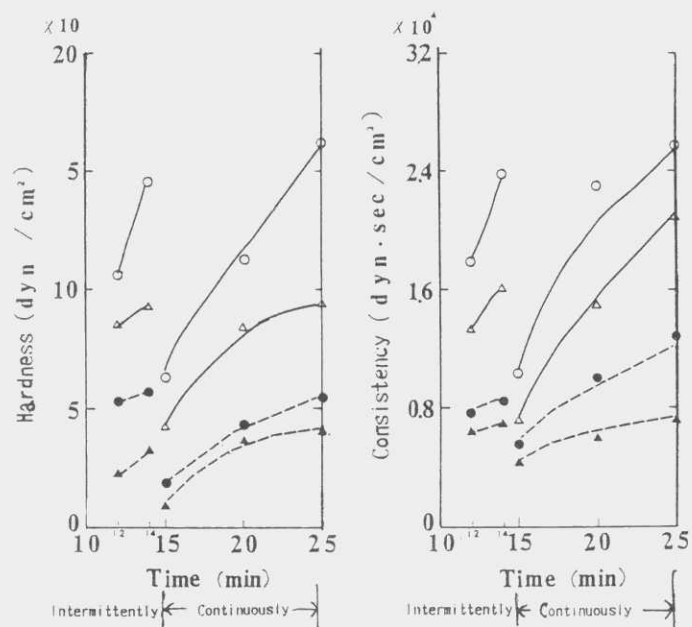


Fig.3. Effect of freshness chicken yolk on the physical properties of mayonnaise sauce ¹⁾

- Fresh chicken yolk of mayonnaise sauce(before storage)
- ▲ No fresh chicken yolk of mayonnaise sauce(before storage)
- Fresh chicken yolk of mayonnaise sauce(after storage at 5°C for 24hr)
- △ No fresh chicken yolk of mayonnaise sauce(after storage at 5°C for 24hr)

¹⁾ See table 1 : sample 2.

の劣った卵黄を使用した製品は新鮮な卵黄を使用した製品に比し，硬さ・粘稠度の値が何れも低値を示し，乳化力の相違を認めた．以後の実験には新鮮卵黄を供試し，実験を進めた．

3) 食塩添加量の影響

マヨネーズの物性値に及ぼす食塩添加量の

影響について調べた結果をFig. 4に示す。

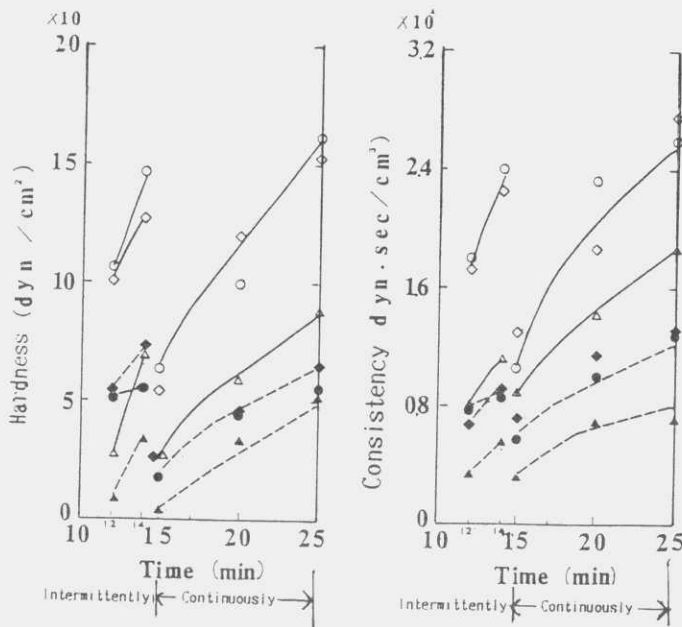


Fig.4. Effect of salt content on the physical properties of mayonnaise sauce ¹⁾

- ▲ : Sample 1 (added 2g salt to the mayonnaise sauce)
 - : Sample 2 (added 4g salt to the mayonnaise sauce)
 - ◆ : Sample 3 (added 6g salt to the mayonnaise sauce)
 - △ : Sample 1
 - : Sample 2
 - ◇ : Sample 3
- } before storage
- } after storage at 5°C of 24hr

¹⁾ See table 1 : sample 2.

試料 2 と 3 では硬さ・粘稠度の値の差はほとんど認められなかった。しかし、試料 1 の硬さ・粘稠度の値は試料 2 と 3 より何れの条件もやや低値を示した。従って食塩量は約 2.2% (6 g) 以上添加しても乳化力が上がらず、むしろマヨネーズの嗜好面から約 1.5% (4 g

) が最適であると判断された。

4) 酢添加量の影響

マヨネーズの物性値に及ぼす酢添加量の影響について調べた結果をFig.5 に示す。

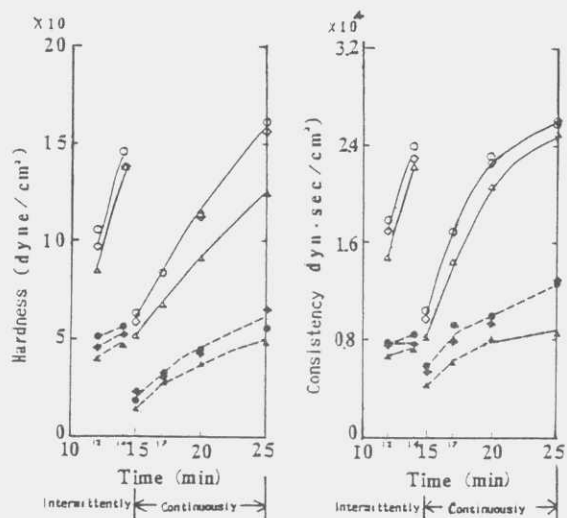


Fig.5. Effect of lemon solution and vinegar content on the physical properties of mayonnaise sauce ¹⁾

- : Sample 2 (added 30g lemon solution to the mayonnaise sauce)
 - ◆ : Sample 4 (added 30g vinegar to the mayonnaise sauce)
 - ▲ : Sample 5 (added 15g vinegar and 15g distilled water to the mayonnaise sauce)
- } before storage
- : Sample 2
 - ◇ : Sample 4
 - △ : Sample 5
- } after storage at 5°C of 24hr

¹⁾ See table 1 : sample 2.

試料5の硬さ・粘稠度の値は試料2と4より何れの条件も若干低値を示したが、大差はなかった。しかしレモン汁や食酢の量を½の15g(5.5%)に減らすと、乳化が困難となり分離状態を引き起こした。従って酢添加量は30

g (11%) 必要であった。

5) マヨネーズの安定度

保存した各種マヨネーズの性状につき観察した。製品の物性値の経日変化をFig.6 に示

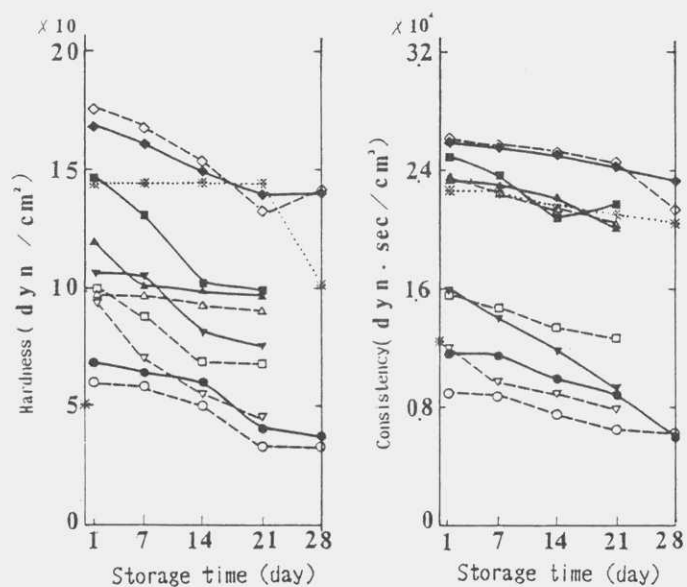
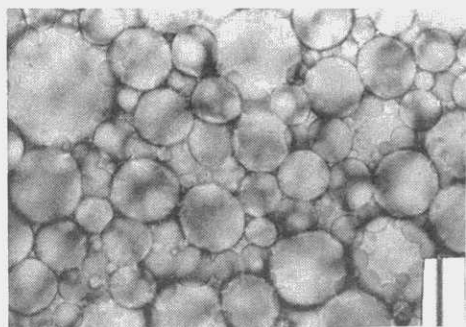


Fig.6. Changes in hardness and consistency of mayonnaise sauce ¹⁾ during storage at 5°C for 28days

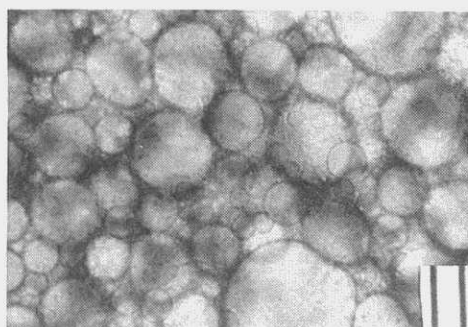
- Ultrasonication continuously 15min
- ▲ Ultrasonication continuously 20min
- ◆ Ultrasonication continuously 25min
- ▼ Ultrasonication intermittently 12min
- Ultrasonication intermittently 14min
- Hand-whiping continuously 15min
- △ Hand-whiping continuously 20min
- ◇ Hand-whiping continuously 25min
- ▽ Hand-whiping intermittently 12min
- Hand-whiping intermittently 14min
- ※ Whisk whipping continuously 15min

¹⁾ See table 1 : sample 2.

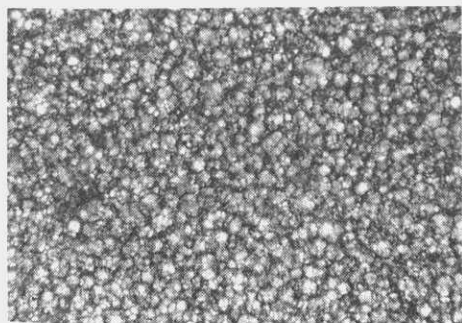
す。硬さ・粘稠度の値は何れの場合も処理時間や調理法により異なるが，保存日数経過と共に漸減した。マヨネーズのエマルジョンは7日間までは変化が少ないが，以後，時には部分的に粗エマルジョン状態が広がる傾向が出現し，またマヨネーズの表面がやや乾燥状態ぎみになった。この状況を光学顕微鏡にて観察撮影した写真をFig.7に示す。aは連続



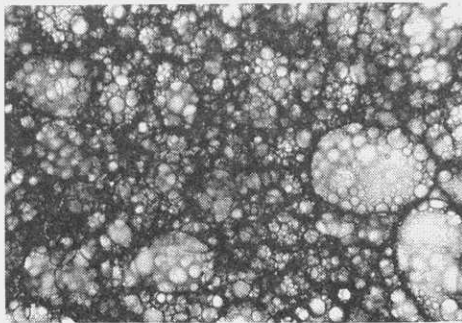
a Ultrasonication continuously 15min, before storage (×400)



a' Ultrasonication continuously 15min, after storage at 5°C for 21days(×400)



b Ultrasonication intermittently 14min, before storage(×100)



b' Ultrasonication intermittently 14min, after storage at 5°C for 21days(×100)

Fig.7. Optical micrographs of mayonnaise sauce emulsion

照射15分のマヨネーズの作製直後のエマルジョンの状態であるが、a'はaを21日間保存した粗エマルジョン状態で、脂肪球の周囲が鮮明さに欠けていることを認めた。bは断続的照射14分のマヨネーズで、作製直後の安定したエマルジョンの状態を示したが、b'はbを21日間保存した粗エマルジョン状態で、肉眼でも一部分離した状態が観察された。

6) 官能評価

超音波照射法においてマヨネーズ乳化状態が良好であった断続的照射14分の製品と、一般的な泡立器使用の手動連続攪拌15分の製品との比較をした結果をTable 2に示す。

Table 2. Results of sensory evaluation of the cooked mayonnaise sauce

Item \ Sample ¹⁾	Ultrasonication continuously 14 min	Whist whipping 15 min
Color	15*	5
Hardness	9	11
Smoothness	17**	3
Taste	10.5	9.5
Overall	15*	5

Examination method : pair-test,
 significant difference : * p<0.05, ** p<0.01.
 Score is the average of evaluation of 20 panel members.
¹⁾ See Table 1 : sample 2.

断続的照射14分の製品は泡立器使用の製品より、色は黄色く艶があると感じ、舌ざわりが滑らかであり、総合評価でも有意に好まれる評価であった。

2 多量のマヨネーズ作製

1) 調製原料の添加順序の検討

超音波照射による多量マヨネーズ作製法の「方法Ⅰ」で調製した製品は凝固物を生じ、14メッシュのふるいを通しにくく残留量も多かった。凝固状物質の残留量は連続照射10分の製品平均 129 g / 1360 g (9.5%)、連続照射15分の製品平均83 g / 1360 g (6.1%)、連続照射25分の製品平均77 g / 1360 g (5.6%)であった。すなわち卵黄を最初に入れると装置の付属金網を毎分12回上下させても調製原料の混合が不均一となり、凝固物質が発生したものと推察された。この理由として超音波装置内の底の部分にある卵黄が部分的に凝集したことが考えられる。一方、「方法Ⅱ」では油の一部に塩・胡椒・洋辛子・酢を混合し最後

に卵黄を添加するもので、この場合は装置の付属の金網を毎分12回上下させることにより均一に原料が混和し、安定した非常に滑らかな製品を確実に調製することができた。この製品は14メッシュのふるいを通過しないものは全く見られなかった。また胡椒・洋辛子・食塩の添加する順序を変化させ実験を試みたが、影響は認められなかった。対照の「方法Ⅲ」の電気攪拌法によるマヨネーズの調製では凝固物質は全く見られなく乳化も良かった。しかし「方法Ⅳ」では、初期に一度に多量の油を添加するために分離状態となり作製は不可能であった。

2) 油・レモン汁の添加温度の影響

マヨネーズの調製中温度が30℃以上を超えると分離状態を引き起すことが考えられる。そこで油とレモン汁を0℃、10±2℃、20±3℃の温度帯に調整し試作した。それらの製品の物性値の結果をFig. 8に示す。0℃では硬さ・粘稠度の値は何れの条件も低値を示し

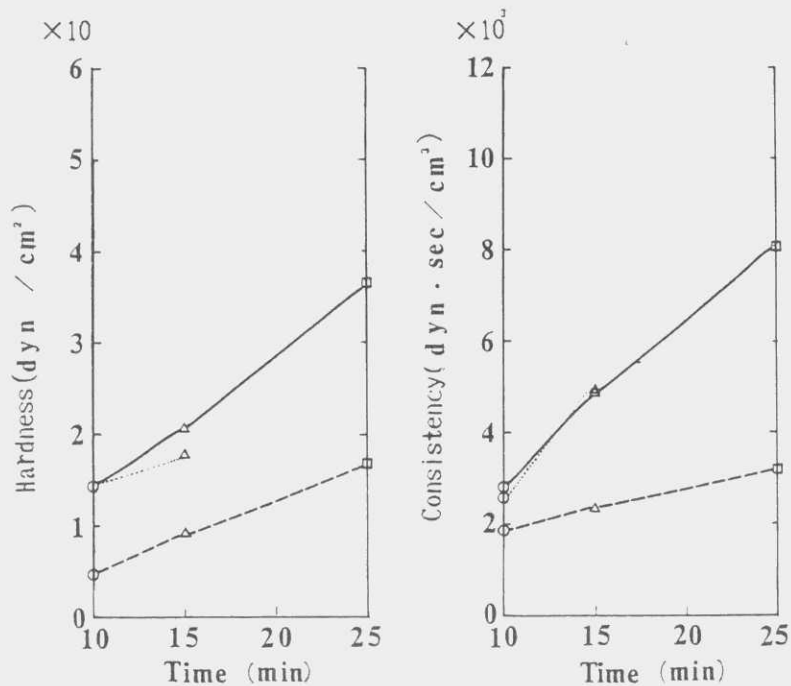


Fig.8. Effect of corn-oil and lemon solution of addition of temperature on the physical of mayonnaise sauce ¹⁾

- Ultrasonication continuously 10min(before storage)
- △ Ultrasonication continuously 15min(before storage)
- Ultrasonication continuously 25min(before storage)
- Corn-oil and lemon solution temperature 20±3°C
- Corn-oil and lemon solution temperature 10±2°C
- Corn-oil and lemon solution temperature 0°C

¹⁾ See table 1 : sample 6

た。これは添加時の温度が低過ぎるためか乳
化しにくい様に思われた。20±3℃では10分
照射の製品は調製中の最終時温度が30℃以下
で乳化状態も良好であったが、15分照射まで
延長するとわずかに乳化に影響が見られ始め、

25分照射した場合は調製中のマヨネーズの温度が34~37℃に上昇し、調製終了後5分間位で製品が分離状態となった。従って特に夏の室温の高い場合には温度調節が必要となることが判った。10±2℃では調製中の温度は18~30℃の範囲内で、乳化しやすい温度条件となりマヨネーズを作製しやすい結果を得た。但し超音波照射法の調製中の温度の影響で分離しかけたマヨネーズは調製終了後、15分間以内に泡立器で1~2分間手動攪拌（180rpm）すれば、再び乳化する利点を認めた。これに比し常法の手作りや電気攪拌法では一度分離しかけた製品は攪拌を続けても再乳化は不可能であり、超音波照射法は興味ある現象が得られた。

3) 添加コーン油量と照射時間の検討

超音波照射法の「方法Ⅱ」を用いた場合、開始時の添加油量の限界は300~400gであり、400g以上は乳化困難であった。この際乳化には最低2~3分の照射が必要であった。

その後一度に350g（油量の約 $\frac{1}{3}$ 量相当）の油を再添加し最低1～2分間の照射で乳化する。このように連続照射を行い，短時間の追加照射で2回に分けて加えることができ，しかも調製中のマヨネーズの温度も低下させながら確実に容易に作製することができた。

対照の電気攪拌法は特に攪拌初期に添加する油量は少量（100g程度）ずつ滴下しないと分離する。このため電気攪拌法では超音波照射法のように攪拌初期の段階に一度に多量の油を添加することはできず手数がかかる。その上，滴下中に油が飛び散り汚れる。学生の給食管理実習における電気攪拌器使用のマヨネーズ作製では添加油量の不注意で分離し失敗した回数は28回実施中に2回の失敗であり，失敗率は7%であった。またこの場合は再製するのが困難であり，食味も少々油臭く感じられ劣ると言う評価もあった。

4) 物性特性と乳化状態の検討

多量マヨネーズ（製造時）の物性測定の結果

果をFig.9 に示す。超音波照射法では、連続照射・断続的照射共に照射時間経過に伴い硬さ・粘稠度の値が漸増した。断続的照射をみると連続照射に比べて硬さ・粘稠度の値はわずかに高値を示したが、少量のマヨネーズ作製ほど効果が見られず、しかも照射しない時間（照射停止時間）を含めての全所要時間が

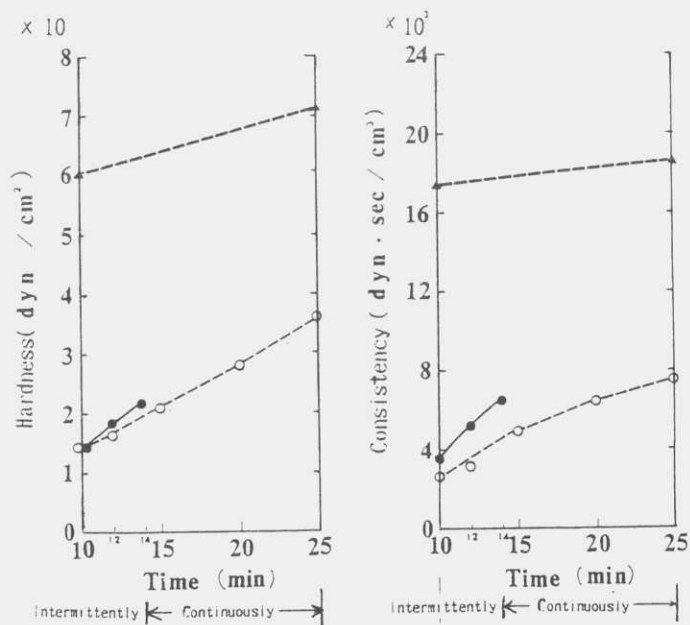


Fig.9. Difference of preparation methods and physical properties of mayonnaise sauce ¹⁾

- Ultrasonication continuously(before storage)
- Ultrasonication intermittently(before storage)
- ▲ Electric mixing(before storage)

¹⁾ See table 1 : sample 6.

長いことや手数がかかる点など能率的ではなく、多量に作製する場合は連続照射が望ましいと判断された。またこれらのマヨネーズの乳化の状態について光学顕微鏡により観察したところエマルジョンの脂肪球の大きさは、連続照射10分の製品では $30\sim 12\mu\text{m}$ で形状はやや大きい。また連続照射15分の製品は $30\sim 10\mu\text{m}$ で、連続照射25分まで延長した製品は $15\sim 4\mu\text{m}$ となり、照射時間が長くなると脂肪球が小さくなり密集した。すなわち硬さや粘稠度が増加してくることと一致していた。対照の電気攪拌法の「方法Ⅲ」では、硬さ・粘稠度の値が著しく高値を示し、光学顕微鏡によるエマルジョンの大きさは10分攪拌の製品で既に $5\sim 4\mu\text{m}$ で非常に硬いマヨネーズとなった。

5) マヨネーズの安定度

保存中の多量マヨネーズの性状につき観察した。製品の物性変化をFig.10に示す。何れの製品も保存日数が経過しても硬さ・粘稠度の値は一定で変化が少なかった。なお25分照

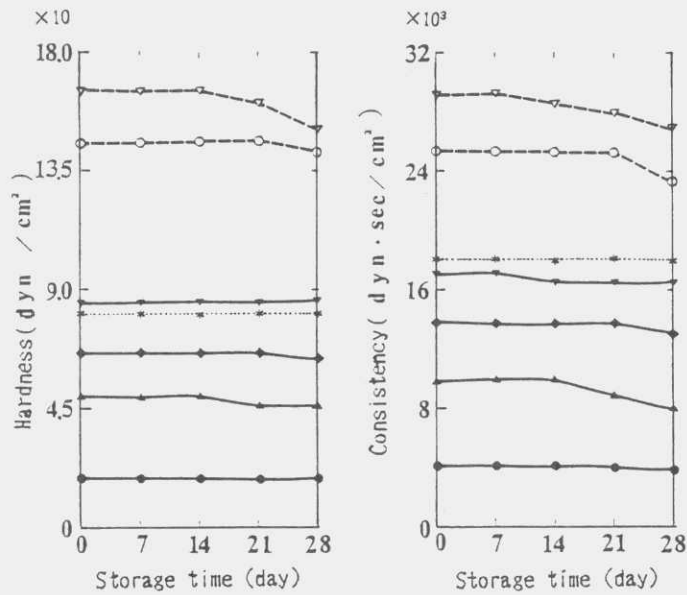


Fig.10. Changes in hardness and consistency of mayonnaise sauce ¹⁾ during storage at 5°C for 28days

- Ultrasonication continuously 10min
- ▲ Ultrasonication continuously 15min
- ◆ Ultrasonication continuously 20min
- ▼ Ultrasonication continuously 25min
- Electric mixing 10min
- ▽ Electric mixing 25min
- * Marketing mayonnaise Q

¹⁾ See table 1 : sample 6.

射製品の硬さ・粘稠度は、市販品Qとほとんど類似の値を得た。

6) 官能評価

連続照射25分の製品は市販品の物性値と似た値 (Fig.10) を示したことから、25分間照射したものを中心に官能検査を実施し、結果をTable 3 に示す。(1)の①連続照射25分の製品と電気攪拌10分の製品の比較では、色・滑

Table 3. Results of sensory evaluation of the cooked mayonnaise sauce

(1)

Sample ¹⁾	①		②	
	Ultrasonication 25 min	Electric mixing 10 min	Ultrasonication 25 min	Electric mixing 25 min
Color	15.5*	4.5	16*	4
Hardness	12	8	16*	4
Smoothness	16*	4	15*	5
Taste	11	9	14	6
Overall	10.5	9.5	15*	5

Examination method : pair-test, significant difference : * $p < 0.05$.

Score is the average of evaluation of 20 panel members.

¹⁾ See Table 1 : sample 6.

(2)

Sample Item	Ultrasonication ¹⁾ 25 min	Electric mixing ¹⁾ 10 min	Marketing Mayonnaise Q	F_0 $F_{10}(0.05)$
Color	18	23	19	0.67 < 3.63 Non significant
Hardness	18	20	22	0.38 < 3.63 Non significant
Smoothness	14	27	19	7.30 > 3.63 Significant
Taste	20	21	19	0.09 < 3.63 Non Significant
Overall	17	24	19	1.34 < 3.63 Non Significant

Examination method : ranking method.

Score is the ranking total of 10 panel members.

¹⁾ See Table 1 : sample .

らかさにおいては超音波照射法の製品の方が有意に好まれたが、総合評価では嗜好差は認められなかった。②の連続照射25分の製品と

電気攪拌25分の製品の比較では，色・硬さ・滑らかさ・総合評価において超音波照射法の製品の方が有意に好まれる結果で，電気攪拌25分の製品はやや劣る判定であった。更に(2)では超音波照射，電気攪拌法，市販品Qの3品について検討した。滑らかさのみ，連続照射25分の製品・市販品・電気攪拌10分の製品の順位で有意水準5%で10人の判定は一致していたが，色・硬さ・おいしさ・総合評価において有意差はなかった。

次にマヨネーズの調理適性¹⁷⁾について検討した結果をTable 4 に示す。連続照射10分及び25分のマヨネーズは共にソースとして上からかけるのが適すると答えた人が最も多かった。

特に10分照射の製品は少し柔らかいため他の調理法に利用する場合は，180rpmの速さで約2分間泡立器を用い補助攪拌すると市販品と類似の硬さとなり，照射時間も短くて調理適応性も広くなりうることが判った。

7) マヨネーズ油脂の性状変化

Table 4. Mayonnaise sauce application to cooking

(%)

Sample ¹⁾	Cooking property	Dressed food	Decorations	Put of sauce on a food
Ultrasonication 10 min		7.5	0	92.5
Ultrasonication 10 min and hand-whipping 2 min		25	20	55
Ultrasonication 25 min		30	20	50
Electric mixing		65	20	15
Marketing mayonnaise Q		5	55	40

Score is the average of valuation of 20 panel members.

¹⁾ Difference of preparation methods.

超音波照射により油脂の酸化が促進する恐れがあるものと考え、超音波照射法の多量のマヨネーズの油脂と市販品の油脂の性状変化を調べFig. 11に示す。超音波照射法では照射時間延長と共にAV, POV, TBAいずれの値もわずかずつ値が上昇し、保存日数経過による値の変化は照射時間により異なるが何れも増加した。またIVは照射時間延長と共に次第に低下し、保存製品でも経日的に低値を仙った。市販品では、AV, POV, TBAの値はA社・Q社の製品により若干の差異は見られるが大差はなく、

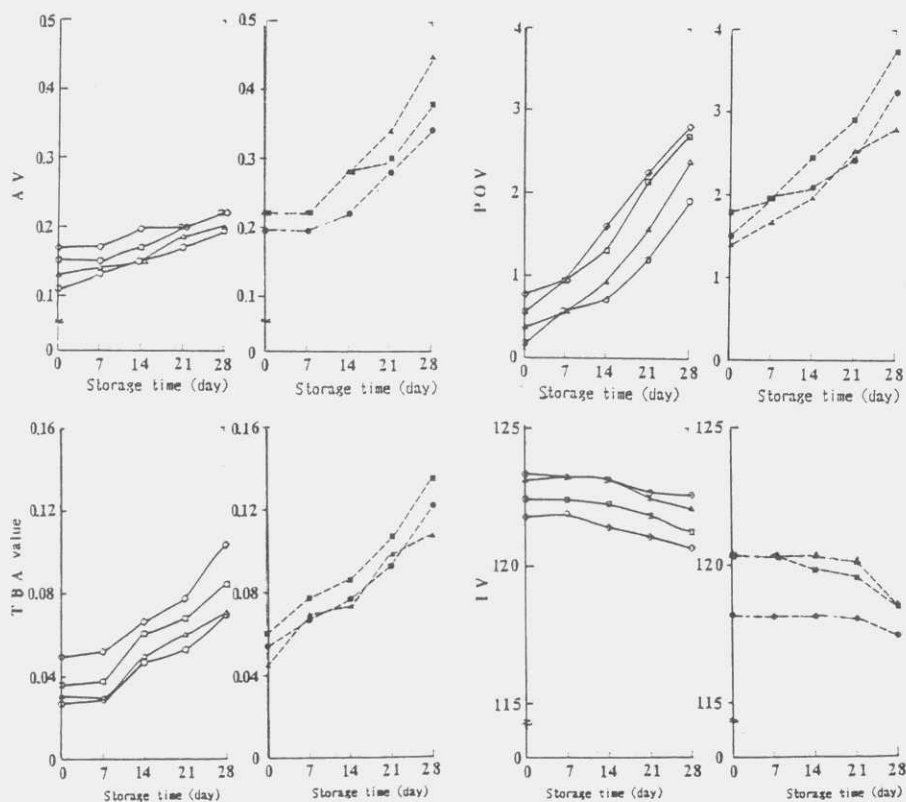


Fig.11 Changes in oxidation of mayonnaise sauce ¹⁾ oils and fats during storage at 5°C for 28days

- Ultrasonication continuously 10min
- △ Ultrasonication continuously 15min
- Ultrasonication continuously 20min
- ◇ Ultrasonication continuously 25min
- Marketing mayonnaise A
- ▲ Marketing mayonnaise Q
- Marketing mayonnaise Q'

¹⁾ See table 1 : sample 6.

Values represented the means of 4 sample.

保存容器についても大差はなかった。どの市販品も開封後、保存日数の経過により油脂の酸化がわずかずつ進むことを示した。超音波照射法の製品と市販品とを比較すると、本研究では超音波照射の製品の方が市販品の製品よりAV, POV, TBA 値共にやや低値を示した。この理由として調製原料用の油は開封直後のもの (AV 0.11, POV 0~0.1, TBA値 0.01) を使用したためと思われる。ゆえに超音波照射による油脂の酸化は特に問題視するに当たらなかった。

第3章 蔬菜・果実類の洗浄効果

超音波の洗浄作用に着目し超音波洗浄機（大型・小型など）を用い，数種の蔬菜・果実に付着する無機農薬ボルドウ液（硫酸銅を主成分の1つとする農薬，以下含銅農薬）の除去，並びに蔬菜の組織の損傷に及ぼす影響について観察した．この際超音波の周波数及び照射時間と蔬菜に付着した Cu^{2+} の除去との関係などについても調査した．また超音波照射が，蔬菜の塵埃モデルとして付着させたパーミキュライトの脱着効果並びに蔬菜・果実類の洗浄に家庭用洗剤を使用した場合の残留洗剤の除去について，振り洗いした場合と対比し，超音波照射の洗浄効果を検討した．

第1項 実験方法

1 試料

パセリは市販品と自家栽培品を，サラダ菜，ぶどう，いちごは何れも市販品を供試した．

2 含銅農薬，塵埃，洗剤

1) 含銅農薬は株式会社日本特殊農薬製を

用い指示濃度に従って2.5gを蒸留水1ℓに溶解し供試した。

2) 塵埃モデルのバーミキュライトは日本耐火工業株式会社製を100℃で乾燥後、乳鉢にて磨砕し、80メッシュの標準ふるいを通す。この微粉末30gを蒸留水1ℓに懸濁させた懸濁液を試料とみなし供試した。

3) 洗剤は株式会社米山薬品工業製、(sodium Dodecyl Benzene Sulfonate, 以下 DBS と記す) の0.5gを蒸留水1ℓに溶解したもの。並びに市販の洗剤Mは株式会社ライオン油脂製の商品名ママレモンを用い、指示濃度に従って1.7mlを蒸留水1ℓに溶解、また洗剤Cは株式会社花王石鹼製の商品名チェリーナを、指示濃度により1.5mlを蒸留水1ℓに溶解したものを供試した。

3 超音波発振装置

超音波発振は、①大型超音波装置〔超音波工業株式会社 UE150V-4A型、発振子はチタン酸ジルコン酸鉛使用、周波数(28, 50, 200,

400, 600, 800, 1200, 1600kHz), 出力 170~200W, 電源100V, 4A, 容量10ℓのもの], ②小型超音波洗浄機(東陽理工製作所, N50-4型, 発振子はチタン酸ジルコン酸鉛使用, 周波数20kHz, 出力60~70W, 電源100V, 4A, 容量300mlのもの], ③中型超音波洗浄機〔第2章で使用した機種と同じBRANsonic220型50kHzのもの〕を用いた. この装置内にそれぞれ洗浄液1.5ℓ(水温 17 ± 1 ℃)の設定では照射1分後に約0.4℃, 2分後に約1℃, 5分後に約2.5℃, 10分後に約5℃の水温上昇を認めたので, 洗浄水中にガラス製の螺旋状冷却器を付し一定水温(17℃)にした. 尚①②の発振装置では冷却器は付さなかった.

4 試料調製及び測定方法

1) 農薬添付と銅イオンの定量

蔬菜・果実は30秒間宛含銅農薬溶液中に浸漬後取り出し, 一夜室温中に吊下げ風乾後, 一定量を秤取した. ①の大型超音波装置使用では容器に6ℓの蒸留水を入れた中に試料(5

～50g)をステンレス製金網カゴに入れ，周波数28～1,600kHzで一定時間照射を行い，対照として同容器中に同量の蒸留水と試料を入れ，照射を行わず一定時間振り洗い（60回／分）を行った．また②の小型洗浄機使用では，装置内に100mlの蒸留水を入れ，試料（5～10g）を浸し一定時間照射を行い，対照として蒸留水100mlを容れた300ml容のビーカーに試料（5～10g）を浸し，同時間振り洗い（60回／分）を行った．それぞれ試料と洗浄液に分け，洗浄液は蒸発減量後，分解瓶に採り純硝酸10mlと濃硫酸4mlを加えて酸化し，更に過塩素酸1mlを加えて加熱透明とした後，蒸留水にて100mlに定容した．この試料液にジエチルジチオカルバミン酸ナトリウムを加えて，生じた錯塩を四塩化炭素にて抽出したものの440nmの吸光度を測定し，硫酸銅を用いた標準液より作成した検量線に従って銅を定量した^{18)～20)}．

2) 塵埃添付とバーミキュライトの重量

蔬菜は予め蒸留水にて供試前に共存の恐れ

ある塵埃など可及的除去し，水を切り風乾した生パセリを供試した．A・B各々5gずつを精秤し，Aはバーミキュライト懸濁液中に浸漬30秒後取り出し，対照のBは同様に蒸留水に浸漬後，いずれも室温中，1夜懸吊・風乾後，秤量瓶に入れ100℃の乾燥器で恒量に至らしめた後秤量し，A・Bの重量差を付着したバーミキュライト量とみなした．更に上述のようにパセリにバーミキュライトを付着し，1夜室温に吊して風乾したもののから5g宛を精秤し，100 mlの蒸留水を容れた300 mlのビーカー中で一定時間振り洗い（60回／分）した．一方，同容量の蒸留水に浸して一定時間超音波照射（②小型洗浄機使用）を行い，これらの洗浄液をビーカー中に採り蒸発減量後，洗浄液と共に各々の秤量瓶に移し，恒量に至るまで乾燥（100℃）し秤量した．

3) 洗剤添付とDBSの定量

市販パセリ50g，市販サラダ菜50g，市販いちご200gを秤り取り，それぞれ1分間ずつ洗剤

溶液中に浸漬後取り出す。直ちに③の中型超音波洗浄機中の付属のステンレス製金網上に置き、1.5ℓの蒸留水を加え一定時間照射を行う。この際ガラス棒にて1分間に1回かき混ぜながら照射洗浄した。対照として本器中に蒸留水を1.5ℓ入れて照射を行わず、一定時間手で振り洗い(60回/分)を行った。

これらの洗浄液の中から各々100mlずつを取り、Abbott²¹⁾法により690nmの吸光度を測定し、DBSを用いて作成した検量線により洗浄液中に溶出したDBSを測定した。なお測定値は10回測定した平均値で示した。

4) 組織の肉眼及び光学顕微鏡の観察

各試料を肉眼観察及び顕微鏡(日本光学、250倍)にて細胞・組織の状態を観察した。

第2項 結果及び考察

1 蔬菜・果実に付着した農薬の銅イオン

除去と組織学的検索

1) 大型超音波装置によるパセリの洗浄効果
パセリは生食野菜として食卓によく供せら

れるものである。市販のパセリは新鮮量1g当り $10\mu\text{g}$ の Cu^{2+} を含み、自家栽培のパセリの Cu^{2+} $5.6\mu\text{g}$ に比してやや高値を示した。この市販パセリに含銅農薬を添付し、その5.0gについて洗浄実験を行った結果をFig.12に示す。市販パセリに農薬を添付すると、新鮮量1g当

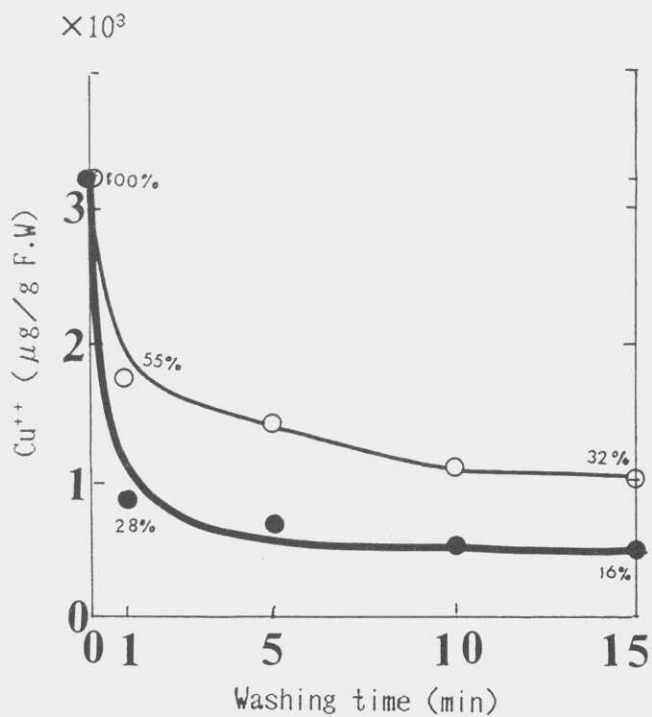


Fig.12 Removal of Cu^{2+} from parsley accompanied by copper-containing agricultural medicine

- Ultrasonication (Large cleaner, Frequency : 28kHz)
- Washing by hand

り $3,200\mu\text{g}$ の Cu^{2+} が検出され、パセリには非

常に農薬が付着しやすいことを示した。これを6ℓの蒸留水で振り洗いしたパセリは1分間では55%の Cu^{2+} が残存し、洗浄時間を15分間延長しても32%の Cu^{2+} が残存していた。通常洗浄は数分間にすぎないため、単なる振り洗いでは付着 Cu^{2+} の除去は困難であると考えられる。これに比し照射を行ったパセリは既に1分間で28%の Cu^{2+} 残存量となり、更に照射時間を延長すると洗浄効果は増大し、15分間照射したものは16%の Cu^{2+} 残存量となり、洗浄効果は振り洗いの約2倍であった。以上の結果から超音波照射が単なる振り洗いでは除去できない汚染物質を除去しうることを示唆した。

2) 周波数と含銅農薬除去との関係

含銅農薬付着市販パセリについて①の大型超音波装置を使用し、周波数28, 50, 200, 400, 800, 1200, 1600kHzの照射を行い、残存する Cu^{2+} 量を測定した結果をFig. 13に示す。超音波洗浄効果は周波数50kHz以下において Cu^{2+} 量

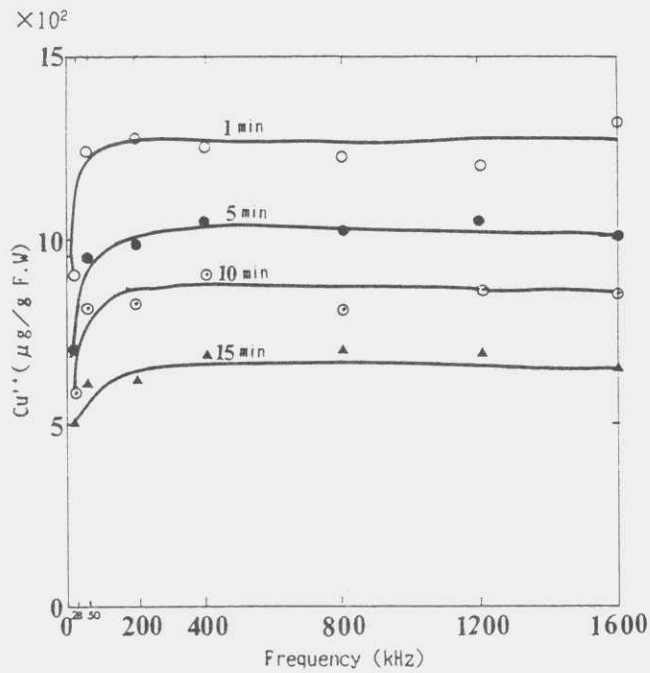


Fig. 13 The relationship of frequency to effectiveness of washing

- Ultrasonication 1 min
 - Ultrasonication 5 min
 - Ultrasonication 10 min
 - ▲ Ultrasonication 15 min
- } (Large cleaner)

は低値を示し、本実験条件では 28kHzにて最も顕著であった。洗浄時間が限定される場合は周波数が小なるほど洗浄効果は大で、50kHz以上では同時間内における洗浄効果の増大は望めないが、洗浄時間を延長すれば周波数の大小に関係なく洗浄効果は増加の傾向を示した。換言すれば 28kHzで1分間照射したもの

は 50kHz で 5 分間, 400kHz で 10 分間照射するものに匹敵する洗浄効果が認められた。従って周波数は低い方が望ましいと判断された。

3) 超音波洗浄機種 (大型・小型) の検討
 家庭用の②の小型洗浄機の 20kHz を使用し, 洗浄時間とその効果を Fig. 14 に示す。銅剤添付パセリを 1 分照射すると 40% の Cu^{2+} の残存

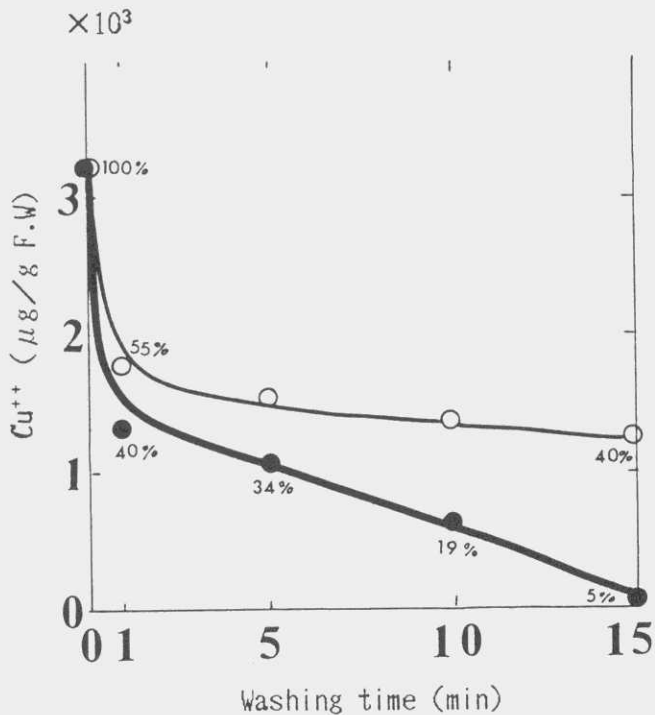


Fig. 14 Removal of Cu^{2+} from parsley accompanied by copper-containing agricultural medicine

- Ultrasonication (Small cleaner, Frequency : 20kHz)
- Washing by hand

量となり，対照の振り洗いの15分の残存量に匹敵し，更に照射時間を15分まで延長すると5%の Cu^{2+} 残存量となりほとんど洗浄液に移行した．この洗浄効果を先の①の大型超音波装置を使用した場合と比較すると，5分までの短時間処理では大型超音波装置の方が②の小型洗浄機使用より洗浄効果が優れていたが，15分照射では逆に劣る結果であった．超音波による野菜の洗浄が実用化されるには，蔬菜類の洗浄量の増減及び蔬菜の組織学的検索などの検討を加える必要性を感じた．

4) 照射がパセリの組織に及ぼす影響

市販パセリを②の小型洗浄機にて洗浄し，組織学的観察を行った．外見上では，振り洗ったパセリは無洗浄（正常のパセリ）のものと組織学的には何ら相違するところはなかった．しかるに照射したパセリは照射時間が10分間或いは15分間になると，葉は濃い緑色を呈し，凍結野菜の如く水がしみた状態を示した．照射直後は形態を保持するが，放置す

ると次第に凍結した野菜を溶かした様に正常な形を保ち難くなる。この状態についてパセリの裏面の表皮をピンセットにて剝離し、直ちに表皮の内面の海綿状組織を顕鏡し、Fig. 15の結果を得た。(a)無洗浄パセリでは細胞中の葉緑体は丸く正常であり、細胞間隙は空気

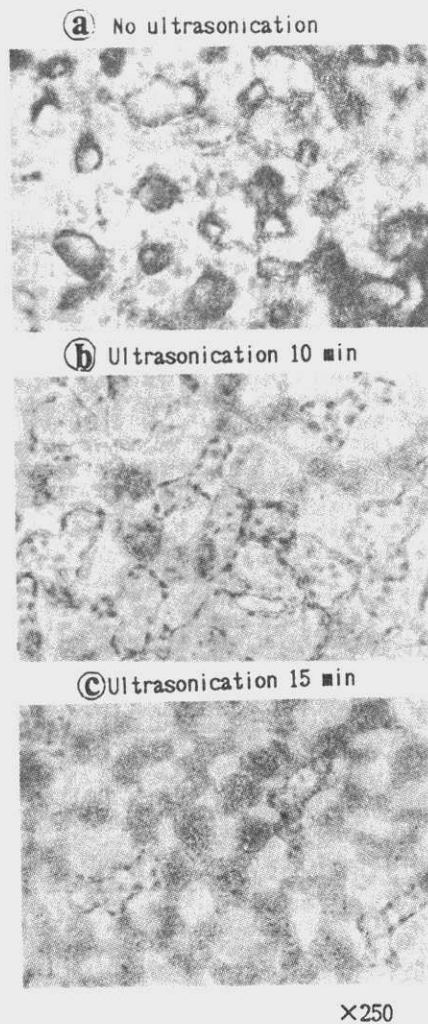


Fig. 15 Histological examination of parsley

で満され細胞が生きていた。すなわち銅剤に浸漬し一夜放置しても組織学的所見には大きな影響のないことを示した。なお5分照射以内のパセリ葉の組織は正常で、細胞の生存が認められた。しかし⑥の10分照射したパセリでは葉緑体の破損を招来し、⑦の15分照射ともなればほとんどの細胞が死滅し、細胞間隙は水で満たされた外見上の異常を裏付けた。従ってパセリにおける照射時間は5分以内が適当と思われた。また①の大型超音波装置にて照射したものは、15分照射後もパセリ葉の周辺部の細胞間隙に多少水が浸透する程度で葉緑体の破損は僅かで、10分照射まで良好と思われた。

5) 照射時間と含銅農薬除去の関係

(i) サラダ菜について

生食されるサラダ菜を用いて実験を行った。新鮮量6.0gのサラダ菜にパセリの場合と同様に銅剤添付処理を行い、②の小型洗浄機を用い、その洗浄効果を調べFig. 16の結果を得た。

市販サラダ菜は，新鮮量1g当り $3.8\mu\text{g}$ の Cu^{2+}

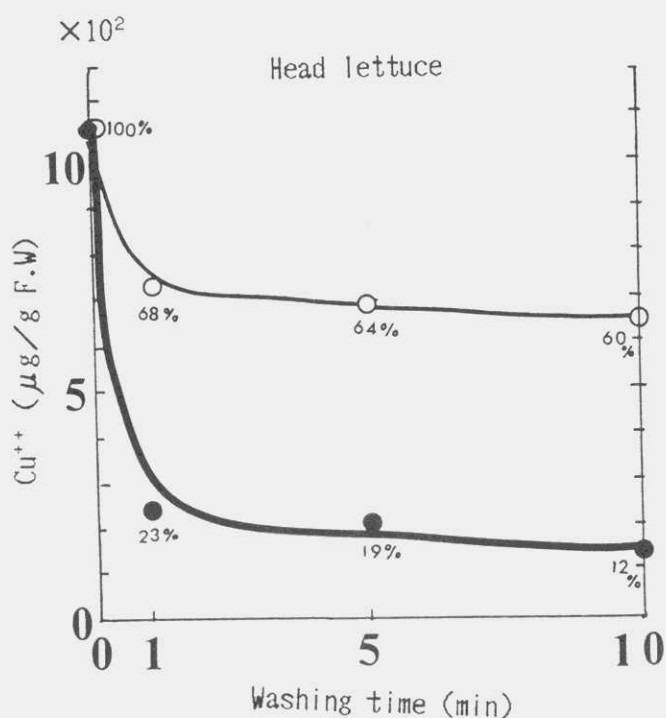


Fig.16 Removal of Cu^{2+} from vegetables accompanied by copper-containing agricultural medicine

The symbols are same those in Fig.14

を含み，パセリと大差がないが，銅剤処理により添着した Cu^{2+} は試料1g当り $1.080\mu\text{g}$ で，パセリに比し少なかった。これを振り洗いすると，1分では68%の Cu^{2+} 残存量を示し，洗浄時間を10分まで延長しても60%の Cu^{2+} 残存量を示した。これに対して1分照射は非常に

有効で23%の Cu^{2+} 残存量に減り，それ以上照射時間を延長しても洗浄効果はさほど増大せず，10分照射は12%の Cu^{2+} 残存量を示した．これは同時間パセリを照射した時の Cu^{2+} 残存量19%に近い値となり，従って短時間照射した時にはサラダ菜の方が若干効果が大きい，照射時間を延長してもパセリと同様に除去し難い部分もあるように思われた．組織学的検索を行うと5分以上の照射は，外見上，明らかに組織の損傷を引き起し，食用には供し難いものになるのでサラダ菜の照射時間は1～2分が適当と思われた．

以上，述べた様に含銅農薬散布による蔬菜類に付着した銅イオンの除去には超音波照射は，振り洗いで除き難い場合にも一層有効で，照射時間と洗浄効果はそれぞれの供試蔬菜の種類によって，若干相違があることを示唆した．

(ii) ぶどうといちごについて

ぶどうは小粒のものは屢々果皮ごと口にす

ることが多いので市販のデラウエアを用いて実験を行った。ぶどう 30g 秤取り 蔬菜類と同様に含銅農薬処理後，②の小型洗浄機を用い残存する Cu^{2+} 量を測定し，結果を Fig. 17 に示す。市販ぶどうの Cu^{2+} 含有量は新鮮量 1g 当り $3.5\mu\text{g}$ 検出され，サラダ菜とほぼ同等値を示した。これに農薬を添付したものはぶどう 1g

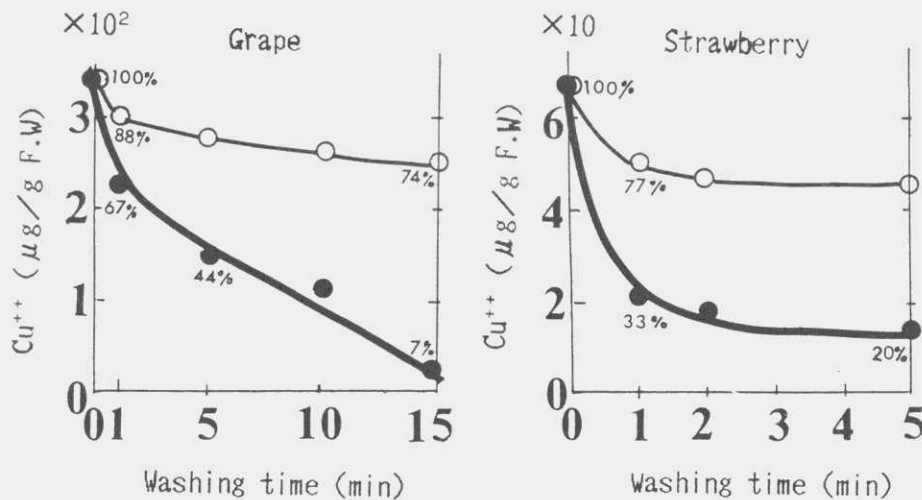


Fig. 17 Removal of Cu^{2+} from fruits accompanied by copper-containing agricultural medicine

The symbols are same those in Fig. 14

当り $340\mu\text{g}$ の Cu^{2+} の付着が認められた。1分振り洗いした場合 88% の Cu^{2+} 残存量であり，わずかに 12% が除去され洗浄液に移行するのみ

で、非常に除去し難いように思われた。しかも洗浄時間を15分まで延長してもなお74%の Cu^{2+} 残存量を示した。照射をした場合でも1分照射では67%の Cu^{2+} が残存しており、これもまた極めて除去が困難であった。しかし照射時間を延長すると、効果は急激に増大し、15分照射では7%の Cu^{2+} 残存に漸減し、パセリの場合と類似した効果を示し、ぶどうには超音波照射が非常に有効であることを認めた。また組織学的観察ではぶどうは10分以上の照射は組織の損傷が若干見られたので、10分以内が適当と判断された。

更にいちごを供試した場合の Cu^{2+} 含有量は新鮮量1g当り $1.8\mu\text{g}$ 検出された。このいちご20gに所定の銅剤処理を行ったものは1g当り $66\mu\text{g}$ で、パセリの場合の約1/50に過ぎなかった。この含銅農薬付着したいちごを②の小型洗浄機を用い、残存する Cu^{2+} 量を調べた。図に示した様に振り洗いでは非常に除去し難く1分では77%の Cu^{2+} 残存量を示し、洗浄時間

を延長してもなお洗浄効果は増大しない。これに比し照射した場合は1分照射で33%の Cu^{2+} 残存に減り，しかも照射時間を延長すると更に効果は増し，5分照射では20%の Cu^{2+} 残存量に低下した。この値は同時間照射したぶどう44%やパセリ34%に比べ低値を示した。また組織学的観察では，いちごの様に表面が柔らかい果実で5分以上照射すると，外見上にも明らかな組織の損傷が起こり，もはや食用には供し難くなる。従って1～2分の超音波照射が有効であった。

2 塵埃脱着効果

蔬菜類は往々にして塵埃など付着する機会が多い。そこで本実験では市販パセリに塵埃（バーミキュライト）を付着させ，それらの除去と超音波照射（②小型洗浄機使用）による洗浄効果を観察した（Fig.18）。塵埃付着パセリ1g当りのバーミキュライト付着量は平均 35.6 ± 2 mgであった。これを振り洗いの場合は1分間でその約29%（10 mg）が洗浄液中に

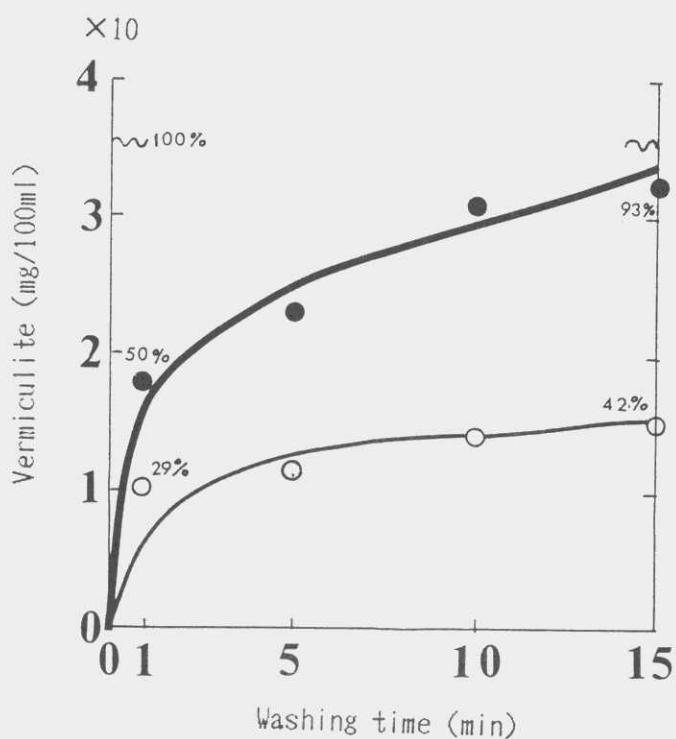


Fig.18 Removal of dusts from parsley

- Ultrasonication (Small cleaner, Frequency : 20kHz)
- Washing by hand

洗い出されたが、以後洗浄時間を延長しても洗浄効果は増加せず、15分では約42%(15 mg)を洗い出したに過ぎなかった。これに比し、照射したパセリは1分で約50%(18 mg)、15分で約93%(33 mg)が洗浄液中に洗い出された。従って超音波照射は振り洗いに比べ洗浄効果が著しいことを認めた。

3 蔬菜・果実に付着した洗剤の DBS 除去 と組織学的検索

蔬菜類・果実の洗浄に中性洗剤が使用されていることがある。この様な場合、多少なりともその主成分である DBS が残留することは望ましくないので、これについて超音波照射（③中型洗浄機使用）の効果を市販のパセリ・サラダ菜・いちごを供試し観察した。

パセリについては市販パセリ 50g を 1.5 l の蒸留水で洗浄した。この洗浄液 100 ml について測定したところ、超音波照射では 1 分間 $10\mu\text{g}$ 、5 分間 $11.0\mu\text{g}$ 、10 分間 $13.8\mu\text{g}$ の DBS が洗浄液に検出された。対照の振り洗いでは 1 分間 $6.5\mu\text{g}$ 、5 分間・10 分間は共に $9.0\mu\text{g}$ の DBS が検出された。従って市販パセリには既に微量の DBS 相当物質の存在を暗示する結果を得た。次に DBS を付着した供試パセリについて洗浄を行った結果を Fig. 19 に示す。手で振り洗いしたものは 1 分で $750\mu\text{g}$ の DBS が洗浄液中に検出され、洗浄時間を 10 分迄延長し

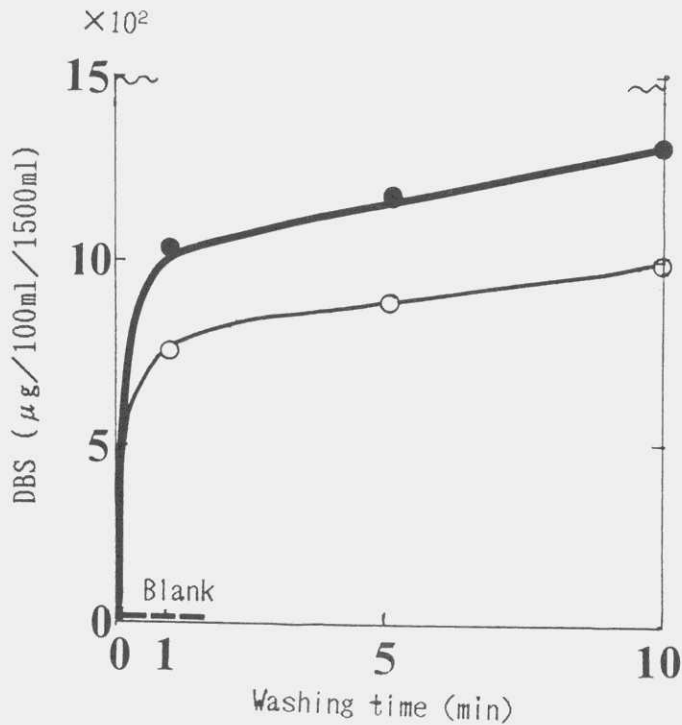


Fig.19 Removal of detergent(DBS)¹⁾ from parsley by ultrasonication and hand-washing in distilled water

- Ultrasonication (Medium cleaner, Frequency : 50kHz)
- Washing by hand

¹⁾ DBS : sodium Dodecyl Benzene Sulfonate

ても検出量が 970 μ gであった。これに比べ照射したものは1分で既に1,030 μ gのDBSが、10分では1,450 μ gのDBSが洗浄液に移行し検出された。以上の結果から超音波照射が振り洗いでは除去できないDBSによる汚染を除去しうることを示した。また組織学的に観察し

たところ、10分照射以内ではパセリ葉の周辺部の細胞間隙にわずかに水が浸透する程度で、葉緑体の破損は認められなかった。

市販サラダ菜については、サラダ菜 50gを採り DBS付着処理を行い、その洗浄効果を調べFig.20の結果を得た。サラダ菜に付着するDBS量はパセリのそれに比し少なく、これを

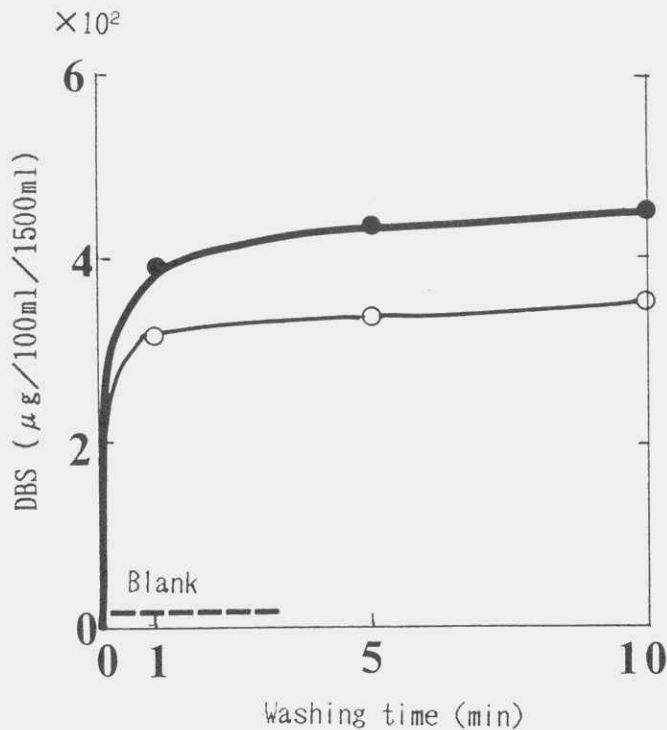


Fig.20 Removal of detergent(DBS) from head lettuce by ultrasonication and hand-washing in distilled water

The symbols are same those in Fig.19

振り洗いした場合は1分で317 μ gのDBSが洗浄液に検出され、洗浄時間を10分迄延長しても358 μ gであった。これに対して照射したものは1分で既に390 μ gのDBSが検出され、振り洗いの10分間洗浄より効果的であった。しかしサラダ菜は照射時間を延長しても洗浄効果がさほど増大せず、5分間以上照射を行ったものは組織の損傷が認められるので、洗浄は1～2分の短時間照射が望ましいと思われた。この照射時間は前述の含銅農薬付着サラダ菜のCu²⁺除去の洗浄時間と一致した。

市販いちごについてはいちご200gを秤量しDBS液の付着処理を行いその洗浄効果を調べFig. 21の結果を得た。いちごのDBS付着量は蔬菜類より更に少なく、振り洗い1分では113 μ gのDBSが洗浄液に検出され、その後洗浄時間を延長しても洗浄効果はあまり増大しなかった。これに比べて照射したものは1分照射で既に185 μ gのDBSが洗浄液に移行するが、この値は照射時間を延長しても洗浄効果

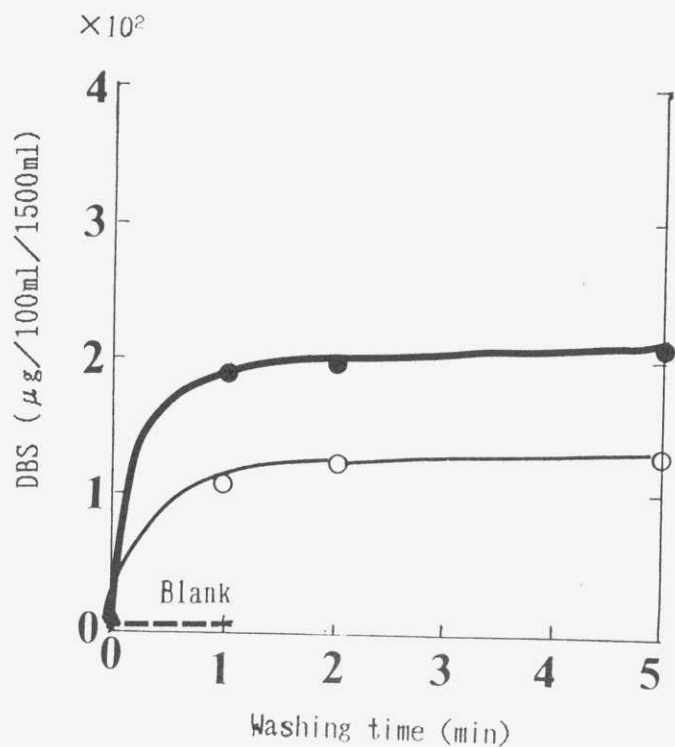


Fig. 21 Removal of detergent (DBS) from strawberry by ultrasonication and hand-washing in distilled water

The symbols are same those in Fig. 19

は変わらなかった。組織学的観察ではいちごは表面が柔らかいため、1～2分の短時間照射が適当と判断された。

更に市販の洗剤M・C2種をいちごに指示濃度で付着処理後、照射を行い、洗浄液中に溶出されたDBSを測定した結果をFig. 22に示

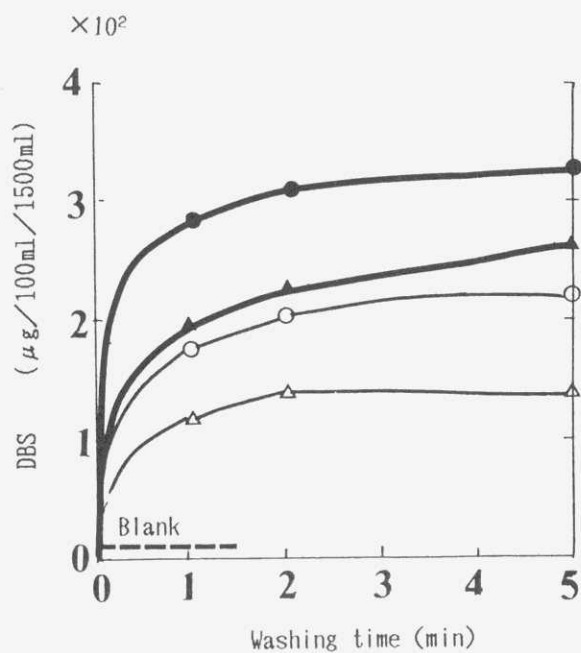


Fig.22 Removal of detergent(M and C) from strawberry by ultrasonication ¹⁾ and hand-washing in distilled water

Detergent M — ● Ultrasonication ¹⁾
 — ○ Washing by hand
 Detergent C — ▲ Ultrasonication ¹⁾
 — △ Washing by hand

¹⁾ Ultrasonication (Medium cleaner, Frequency : 50kHz)

す。洗剤の種類により DBSの付着量に若干の差異は見られるが、振り洗いを行ったものに比し、超音波照射の効果が著しかった。

第4章 鶏肝臓の血抜きと脱臭効果

肝臓には各種の栄養素が豊富で食品として好ましいことは広く理解されており，肝臓の衛生学・細菌学的研究など報告^{2,2}されている。しかし特有な味覚・臭気・感触などがあるために摂取をためらう人が比較的多いことを認^{2,3}めている。そこで鶏肝臓の調理法を改善する目的で実験を行った。肝臓の調理過程で，冷水にさらす血抜き操作が行われるので，この操作に超音波洗浄を試み，鶏肝臓の血抜きと煮熟後の脱臭効果について水洗いした場合と対比し検討した。また洗浄後の鶏肝臓について茹でる・煮る・炒め焼きなどの基本的な調理を行い官能検査を実施し嗜好性の検討を行った。

第1項 実験方法

1. 試料

鶏肝臓：60日成育鶏（産卵前の若鶏）並びに産卵量の低下した鶏（老鶏）の1個約50～60gのもの。

2. 超音波発振装置

超音波発振は中型超音波洗浄機(BRANsonic 220型, 50kHz)を用い, 装置内の水量は2ℓとし, 水温は 17 ± 2 ℃に氷を用いて調節した.

a: 少量検体の照射洗浄は300ml容ビーカーに鶏肝臓(50g 或いは100g)と洗浄液(50~250ml)を入れ, 超音波装置内の水浴中に固定させ照射洗浄を行った. b: 大量の照射法は鶏肝臓(500g以上)を超音波装置内へ直接入れ照射洗浄を行った.

3. 試料調製及び測定方法

1) 血抜きの実験

① 血抜き用の試料調製

aの少量の照射法に洗浄液〔蒸留水・食塩水(0.5~3.0%)・0.2Mリン酸-0.1Mクエン酸緩衝液(pH3.4~8.0)〕を50~250mlそれぞれ入れ, 超音波装置内の水浴中に固定させ, 1, 5, 10, 15, 20, 25 及び30分照射を行う. この際照射の途中ガラス棒で1回攪拌し洗浄を行った. 対照として照射を行わず水洗いを行い,

これらの洗浄液を濾過し得られた濾液を試料とした。また血色素測定の予備実験に鶏血液を用いた。すなわち予め血液抗凝剤としてEDTA(ethylene diamine tetraacetic acid) 3 mgを入れた試験管に鶏の頸動脈より注射器で血液 3 mlを採血し、振盪・混和し試料とした。また鶏肝臓 20 g とEDTA 20 mg とをホモブレンダー(佐久間製作所 500-C 型)の容器に入れ、2 分間磨砕し被検液とした。

② 総ヘモグロビン定量

血色素簡易法²⁴⁾により 20 ml の試料瓶に鳴谷の血色素試薬 4 ml を取り、被検血液 0.038 ml または 3.8 ml を入れ密栓し振盪・混和し、10 分間放置後、被検液を光電比色計により波長 540 nm の吸光度を測定し、血色素 Hb 総量を換算した。測定は 5 回ずつくり返し平均値で示した。

2) 臭気成分の分析

① 臭気成分の捕集

無洗浄及び超音波照射有無の洗浄をした鶏肝臓を、100 g あて磨砕し 200 ml 容三角フラス

コに入れ蒸留水20 mlを加え，10分間加熱還流後，ラップフィルムで容器の口を閉じて臭気成分を捕集した。

② 硫化水素，アンモニア及びアセトアルデヒド量

北川式ガス検知器（AP-1型）と検知管（硫化水素，アンモニア，アセトアルデヒド）を用い臭気成分を分析した。すなわち試料ガス100 mlを吸引し，検知管により検出量を測定した。

③ ガスクロマトグラフィー

注射器にてhead space gas 1 mlを取り，ガスクロマトグラフィー（条件は装置：日立663-50型，column：PEG 6,000，15%chromosorb WAW DMCS，60/80 mesh，3 mm × 2 m，column temp 160 °C，inj temp 190 °C，FID temp 190 °C，carrier gas：N₂ 25 ml/min，chart speed 5 mm/min）に注入し分析した。

④ カルボニル化合物のヒドラゾンの定量

カルボニル化合物を分離するため，²⁵⁾ 鶏肝臓

をミキサーで磨砕し，試料250gを1ℓの丸底フラスコに入れ，1%硫酸を150ml加え約50分間水蒸気蒸留を行い，煮熟臭を示す物質を予め2,4-ジニトロフェニールヒドラジン50mgを5mlの2M塩酸メタノール液に溶かした溶液に臭気成分を捕獲し，カルボニル化合物を2,4-ジニトロフェニールヒドラゾンとして分離した．この操作をくり返しそれぞれ1kgの鶏肝臓を処理しヒドラゾンの定量法²⁶⁾によりヒドラゾンの重量を測定した．測定は3回ずつくり返した結果の平均値で示した．

⑤ ヒドラゾンの色調判定

再結晶したヒドラゾンの色調を，JIS Z.872標準色票－光沢版（財団法人規格協会発行）を用い JIS記号で示した．

3) 官能検査

試料は無洗浄及び超音波照射（b法）有無の洗浄した肝臓を用い，調理方法は次のように行った．

① 茹でる場合：直径15cm蓋付き鍋に蒸留水1

ℓを入れ600Wの電気コンロで加熱し水が煮沸し始めたとき，検体200gを加え10分間煮沸後，肝臓を取り出し約2 cm角に切り肝臓重量の1%の食塩をふりませ味付けをする．

⑥煮る場合：直径15 cm蓋付き鍋に調味液（蒸留水974g，醤油20g，砂糖6g）を煮立て検体200gを茹でる場合と同条件で30分間煮る．

⑦炒め焼きの場合：検体200gに対して重量の1%の食塩をふりませ約2 cm角に切る．一方電気ホットプレート（日立 104-C型）にサラダ油 10gを入れて熱しておき，検体を表裏 2.5分間宛，計5分間炒め焼きする．

質問事項は外観・感触・臭み・味・総合評価の5項目，パネルは梶山女学園大学食物学科学生（21歳）15名とした．検査法は¹⁴⁾2点嗜好試験法，順位法（解析は Kendallの一致性係数WのSによる検定）を用い，室温21±2℃で行った．

第2項 結果及び考察

1. 鶏の血液と鶏肝臓のヘモグロビン量

60日成育鶏血液中のHb総量の10回測定は平均 $15.82 \pm 0.72 \text{g/dl}$ であり，鶏肝臓中のHb総量は若鶏肝臓では5羽の平均 $11.07 \pm 0.78 \text{g/dl}$ ，老鶏肝臓では5羽の平均 $7.80 \pm 2.10 \text{g/dl}$ であった。

2. 血抜きに及ぼす超音波照射の影響

若鶏と老鶏肝臓の血抜き効果の成績をFig. 23とFig. 24に示した。若鶏の肝臓 (Fig. 23) では，照射した洗浄液の血色素Hb総量は対照

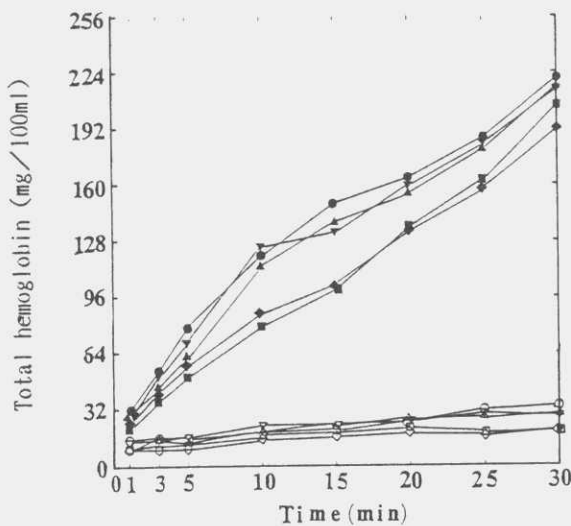


Fig.23. Removal of blood from young chicken liver by ultrasonication and hand washing in waters

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| Ultrasonication | No ultrasonication |
| ◆ Distilled water, | ◇ Distilled water |
| ▲ 0.5% salt solution, | △ 0.5% salt solution |
| ● 0.85% salt solution, | ○ 0.85% salt solution |
| ▼ 1.5% salt solution, | ▽ 1.5% salt solution |
| ■ 3.0% salt solution, | □ 3.0% salt solution |

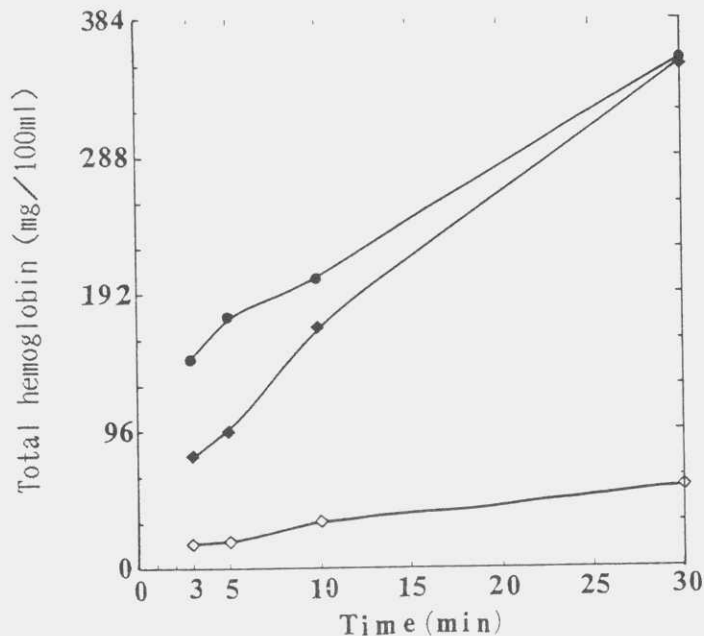


Fig.24. Removal of blood from aged chicken liver by ultrasonication and hand washing in waters

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ◆ Ultrasonication
Distilled water, | ◇ No ultrasonication
Distilled water |
| ● 0.85% salt solution | |

の水洗いした洗浄液より高い血色素Hb総量を示し、明らかに照射による洗浄効果が認められた。しかし照射した場合、10分までは洗浄液の濁りも少ないが、それ以上照射時間を延長すると洗浄液が濁ってくる。また洗浄液の食塩濃度の相違では0.5~1.5%の食塩水がやや洗浄効果があり、これに比べて蒸留水・3%

食塩水は若干劣ることが判った。照射した場合では鶏肝臓の細胞膜などの一部が変質を来し、外液が入りやすくなると同時に 0.5～1.5%の食塩濃度は肝臓の細胞膜を通過しやすい食塩濃度とも考えられ洗浄効果が高いのではないかと考えられる。

老鶏肝臓 (Fig. 24) では、若鶏肝臓の血抜き効果とほぼ類似の傾向を示した。ただし老鶏肝臓は若鶏肝臓に比べ色が淡黄色であり柔らかいので、照射時間は5分が適当で洗浄液の濁りも少なかった。

3. 血抜きに及ぼす洗浄液のpHの影響

洗浄液としての緩衝液pH3.4～8.0のpHと血抜き効果の関係を調べた結果をFig. 25に示す。若鶏の肝臓では超音波照射法も対照の水洗い法ともにpH3.4, 4.4, 8.0の洗浄液は、pH5.6や7.0の洗浄液より血抜き効果があった。しかしpH3.4の洗浄液では肝臓の表面が白色化し、官能検査では好まれなく、洗浄液も白濁した。一方pH8.0の洗浄液では肝臓の

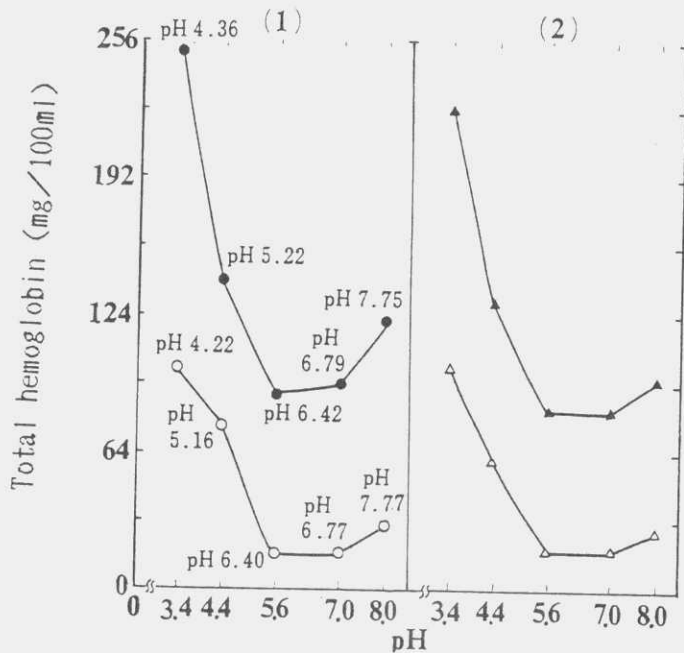


Fig.25. PH changes of water containing soaked chicken livers

Young chicken liver : ● ultrasonication
 ○ no ultrasonication
 Aged chicken liver : ▲ ultrasonication
 △ no ultrasonication

Buffer solution : adjust the pH values 3.4~8.0

臭みがやや強くなり表面が軟化する傾向が現れ、調理するには不適當と考えられる。また老鶏肝臓の洗浄液のpHの変化も、若鶏肝臓とほとんど類似の傾向を示した。

4. 鶏肝臓の脱臭効果

鶏肝臓を照射することにより肝臓の臭気が

緩和されるか否かについて調査することを目的に、煮熟後の鶏肝臓の臭気成分の分析を検知管を用い硫化水素含量の測定を行い結果を Fig.26 に示す。若鶏の肝臓では無洗浄の肝臓

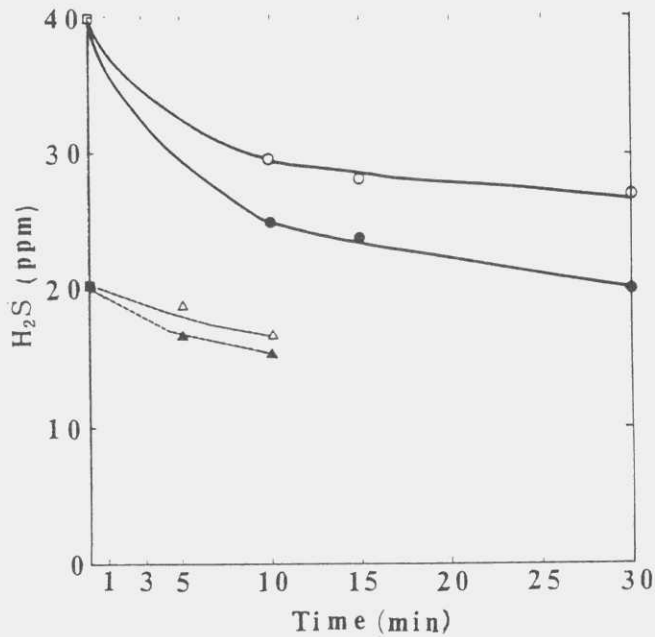


Fig.26 Leakage of H₂S-gas from boiled chicken livers

Sample — young chicken liver
 --- aged chicken liver

□■ No washing
 ●▲ Ultrasonication
 ○△ No ultrasonication

の硫化水素は40ppmであったが、これに比べて10分洗浄した場合には、照射した肝臓は25

ppm , 対照の水洗いした肝臓は29.7ppm まで著しく減少し, その後洗浄時間を30分まで延長しても両者共に硫化水素はあまり減少しなかった. 老鶏肝臓では無洗浄の肝臓の硫化水素は21ppm を示し, 若鶏肝臓の約 $\frac{1}{2}$ の含有量であった. 従って若鶏と老鶏の肝臓は共に洗浄することにより硫化水素が漸減することが判った. またアセトアルデヒドは無洗浄, 照射洗浄, 水洗いの何れの肝臓も約0.04ppm 検出され, その臭気は洗浄することによる脱臭は認められなかった. なおアンモニア臭では無洗浄, 照射洗浄, 水洗いの何れの肝臓にも全く認められなかった.

更にガスクロマトグラフィーによる臭気成分分析の結果をFig. 27に示す. 図のようなピークを検出し, 標品試料の t_R 値との比較によってNo. 1~4のピーク成分を同定した. その他の未知のピークについては同定ができなかった. 今後この臭気成分については再検討を期したい. 若鶏肝臓ではAの無洗浄の肝

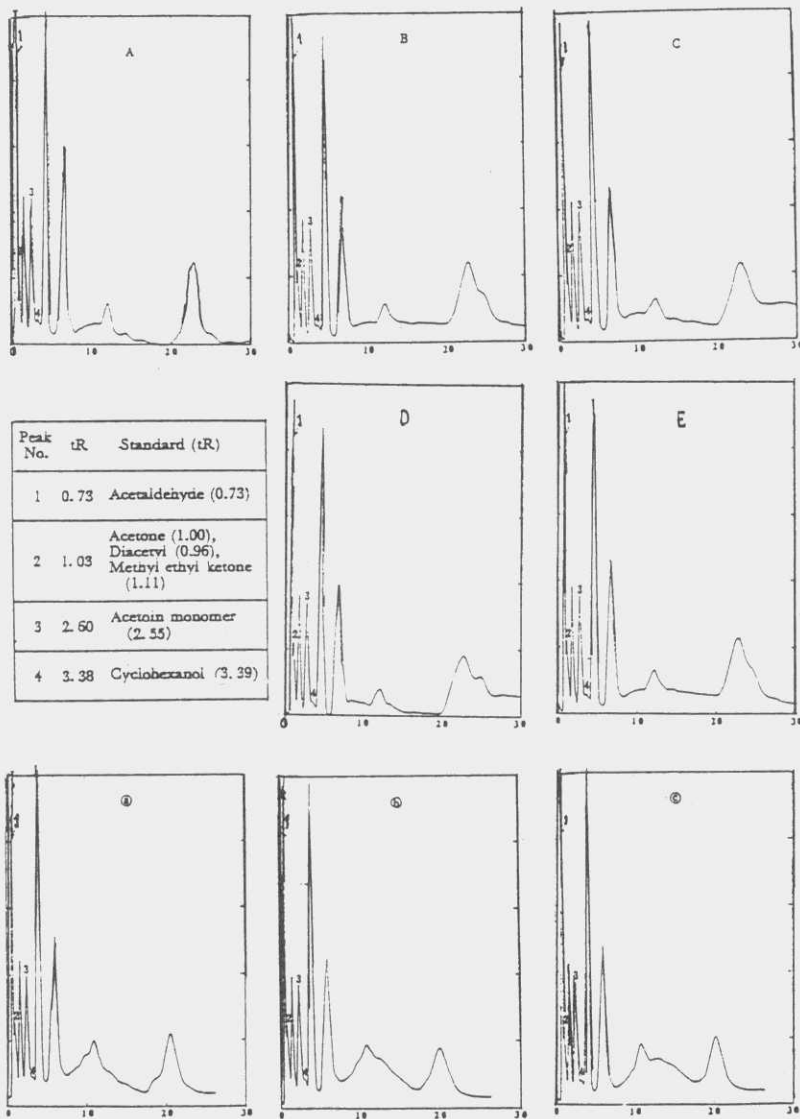


Fig.27 Gas chromatograms of head space gas of boiled chicken livers

Young chicken liver

A : No washing

B : Ultrasonication 10min

C : No ultrasonication 10min

D : Ultrasonication 30min

E : No ultrasonication 30min

Aged chicken liver

Ⓐ : No washing

Ⓑ : Ultrasonication 5min

Ⓒ : No ultrasonication 5min

臓より B・C の洗浄した肝臓のほうが、揮発成分のピークの高さがわずかに低下している。また B の 10 分照射の肝臓は E の水洗い 30 分のピークの高さによく似ていた。また A 若鶏と (a) 老鶏の肝臓共に揮発成分のピーク的位置は類似の位置を示しているが、老鶏の方の高さが低下しているものが多い。老鶏肝臓の臭気成分では (b) 5 分照射の肝臓の方が対照の (c) の水洗い 5 分よりピークの高さが低いものが多いので、揮発成分がわずかに緩和されることを認めた。

一般的に加熱調理した肉の臭気揮発成分は、脂肪酸やアミノ酸などが分解してできるカルボニル化合物に由来していると言われているので、鶏肝臓 1 kg 当たりのヒドラゾンの定量と、そのヒドラゾンの色調を調査した。若鶏では無洗浄の肝臓のヒドラゾンは平均 4.9 mg (色調 : 5R3/12) であったのに対して 10 分間洗浄した場合、照射した肝臓は平均 4.1 mg (色調 : 10R4/10)、水洗いした肝臓は 4.6 mg (

色調：5R3/12～4/12) に減量した。老鶏では、無洗浄肝臓のヒドラゾンの平均 4.4 mg (色調：10R5/14)であったが5分間洗浄した場合には、照射した肝臓は平均 3.9 mg (色調：2.5 YR6/12)，水洗いした肝臓は平均 4.3 mg (色調：無洗浄と差なし)であった。ゆえに何れの鶏肝臓も洗浄によりカルボニル化合物はわずかに減量し、特に超音波照射した肝臓のヒドラゾンは対照物より微量ではあるが少なく、脱臭効果があることを示唆した。

5. 官能評価

血抜き処理後、調理した鶏肝臓の官能検査の成績をTable 5に示す。①茹でた場合の超音波照射法と水洗い法とを比較した。検査①では、洗浄照射10分間の肝臓の方が臭みが少なく、総合評価においても有意に好ましいと判定された。検査②では、洗浄照射30分間の肝臓の方が水洗いした肝臓より臭みが少なく有意に好まれた。しかし感触・味・総合評価については有意差が認められず、外観におい

Table 5. Results of sensory evaluation of the cooked chicken liver

Sample ¹⁾ Item	Inspection①		Inspection②	
	Ultrasonication 10 min	No ultrasonication	Ultrasonication 30 min	No ultrasonication
Appearance	7.5	7.5	4	11
Texture	9	6	9	6
Odor	12*	3	13**	2
Taste	10.5	4.5	10	5
Overall	12*	3	9	6

¹⁾ Young chicken liver washed then boiled (a method).

Sample ²⁾ Item	Inspection③		Inspection④	
	0.85% Salt solution Ultrasonication 10 min	Distilled water	Boiling Ultrasonication 10 min	
Appearance	9	6	7.5	7.5
Texture	8	7	11	4
Odor	12*	3	12*	3
Taste	9	6	12*	3
Overall	10	5	12*	3

²⁾ Young chicken liver washed then boiled (a method and b method).

Sample ³⁾ Item	Inspection⑤		Inspection⑥	
	Sautéing Ultrasonication 10 min		Young chicken liver Ultrasonication 10 min	Aged chicken liver Ultrasonication 5 min
Appearance	7	8	13 **	2
Texture	7.5	7.5	9	6
Odor	9.5	5.5	3	12*
Taste	8	7	8	7
Overall	9	6	10	5

³⁾ Inspection ⑤ : young chicken liver washed then sauteed (c method),

Inspection ⑥ : chicken liver washed the boiled (d method).

Examination method : pair-test, significant difference : * p<0.05, **p<0.01, score is the average of evaluation of 15 panel members.

て30分照射した肝臓は肉眼でよく見ると表面の一部に損傷が起こるために、外観が悪いとの評価が多かった。ゆえに照射時間は10分で十分と判断された。検査③では、10分照射の若鶏肝臓を用いて洗浄液の相違について0.85%食塩水と蒸留水とを比較した。0.85%食塩水で洗浄したもののほうが臭気が少ない点で有意に優れていた。次に鶏肝臓の調理法と超音波照射有無の関係を調べた。検査④では、煮た場合は照射した肝臓の方が臭いが少なく味も淡白であっさりしており、総合的評価にも有意に良好と判定された。検査⑤では、炒め焼きの場合は両者間に有意差はなかった。この理由として炒め焼きの調理法は高温加熱処理で、揮発性成分が逸散されるため両者に嗜好差が感じられなくなるものと推察された。すなわち調理法により洗浄の適否が異なることが判った。検査⑥では、若鶏と老鶏とを比較した。老鶏肝臓の方が臭みが有意に少ない評価であった。しかし外観の色において老鶏

肝臓は淡黄色であるために有意に嫌われた。これは鶏肝臓の一般的なイメージの色との相違によると考えられた。鶏肝臓の血抜き洗浄が有効と判断された煮た場合を更に順位法で検討した結果をTable 6に示す。臭気が少ない・味・総合評価の項目において10分照射し

Table 6. Results of sensory evaluation of the boil cooked chicken liver

Sample ¹⁾ Item	No washing	Ultrasonication ²⁾ 10 min	No ultrasonication ²⁾ 30 min	F ₀ F ₂₆ (0.01, 0.05)
Appearance	30	31	29	0.05<3.37 Non significant
Texture	34	24	32	0.38<3.37 Non significant
Odor	45	20	32	49.46<5.53 Significant p<0.01
Taste	43	21	26	20.15<5.53 Significant p<0.01
Overall	43	22	25	16.43<5.53 Significant p<0.01

¹⁾ ① method.

²⁾ Washing method : removal of blood from young chicken liver by ultrasonication and no ultrasonication (hand-washing) in 0.85% salt solution.

Examination method : ranking method. score is the ranking total of 15 panel members.

た肝臓，水洗い30分の肝臓，無洗浄の肝臓の順位で有意水準1%で15人の判定は一致した。従って煮る調理では無洗浄の肝臓は好まれなく，洗浄することが必要であるとの結果を得

た。しかし外観・感触においては有意差が認められなかった。

第5章 鶏肝臓の味噌漬・糠漬の調製条件

第1節 鶏肝臓の味噌漬について

本章ではさらに鶏肝臓を調理加工し食べやすくする目的で，超音波照射した肝臓の味噌漬への応用を試みた．対照に照射しない鶏肝臓の味噌漬を調製した．それら味噌漬の漬込み期間中の一般成分値の消長並びに食味変化などを調査し，鶏肝臓味噌漬における超音波照射の効果を考察し，同時に味噌漬の最適調製条件確立のための検討を行った．

第1項 実験方法

1 試料及び味噌床の配合割合

鶏肝臓は60日成育鶏の肝臓，重量は1羽50g程度のもの．

味噌は八丁味噌（カクキュー合資会社製）水分42.2%，粗タンパク質68.7%，粗脂肪10.0%，食塩11.4%，pH5.3，水分活性0.76のもの．

砂糖は上白糖（伊藤忠製糖製）．

味噌床は配合比は味噌50gに対して砂糖25g，蒸留水25gを混合したものを使用した．

2 味噌漬の調製方法と加熱方法

超音波洗浄は中型超音波洗浄機(BRANsonic 220型, 周波数50kHz)に鶏肝臓約500gと0.85%食塩水2ℓを入れ, 水温 18 ± 2 ℃に調製し, 10分照射を行った. 対照として超音波洗浄と同条件下で, 照射を行わず0.85%食塩水で10分洗浄を行った.

味噌漬方法は洗浄した鶏肝臓を1個ずつガーゼで包みそれぞれの肝臓重量の1.5倍の味噌床に漬けて5℃で3, 6, 24, 72及び168時間保存した. 試食のための加熱方法はガス高速レンジ(東邦ガス, RC22型)を用い200℃で12分間焙焼した.

3 測定方法

1) 重量

鶏肝臓の漬込み前・後の重量を秤量し求めた.

2) 一般成分分析

水分は105℃常圧乾燥法²⁷⁾, 粗タンパク質はKjeldahl法²⁷⁾, 全糖はSomogyi変法²⁷⁾, pHはpHメ

ータ（株式会社堀場製作所 M-5型），食塩は食塩濃度計（株式会社全研 NA-0.5EX）によった。pH と食塩の試料液は試料20 gに蒸留水を加えホモジナイズ後蒸留水で 100 mlとし，4,000rpm，10分間遠沈しその上清液を用いた。

3) 総鉄量

試料を刻み風乾後 550℃で灰化し，オルト・フェナントロリン比色法²⁷⁾により定量した。

4) ビタミンB₁とB₂の定量

ビタミンB₁はチオクローム蛍光法²⁸⁾，ビタミンB₂はルミフラビン蛍光法²⁸⁾によった。

5) 官能検査

試料は各種味噌漬を焙焼加熱後， $\frac{1}{2}$ 個分を温かいうちに供試した。質問事項は色・硬さ・舌ざわり・におい・味・総合評価の6項目とした。パネルは食物学科学生（20歳）20名で行った。検査法は2点嗜好試験法²⁹⁾，順位法（Kramerの検定）を用い，室温20℃で行った。

6) アミノ酸定量

全アミノ酸は試料0.5gに6N塩酸 6 ml加えた

ンプルに封入, 110°Cで15時間加水分解後, 3G-4ガラスフィルターで濾過し蒸発乾固して塩酸除去後, pH2.2に調整し分析試料とした。ただしトリプトファンは6N塩酸による加水分解を行い検出された値を示す。遊離アミノ酸は試料8gに蒸留水 150 mlを加え3分間煮沸し, 冷却後 250 mlに定容した。この上澄液の一定量に2%スルホサリチル酸を2~3倍加え遠沈・濾過後, 濾液を分析試料とした。分析機はアミノ酸自動分析計(日立 KLA-5型)を使用した。

7) 色調

漬け込み前の鶏肝臓及び味噌漬を測色色差計(株式会社スガ試験機 SM-II型)により, Hunter表色系のL, a・b値を測定した。

8) 物性特性

レオメータ(不動工業株式会社 NRM2002J型)を用い, 硬さ, 弾力性, 凝集性を測定した。測定条件はプランジャー5mmφ円柱型, 応力200g, クリアランス5mm, 咀嚼スピード

20 cm/min, チャートスピード120mm/min である。試料は漬込み前の鶏肝臓及び各種味噌漬を焙焼加熱し室温中に30分放冷後, 直径10mm, 厚さ10mmの円柱形に整形した。測定温度 20 ± 1 ℃で行った。

9) 水分活性

Awメータ (Rotornic社 WA-II型) により25℃で2時間後のAw値を求めた。

10) 細菌検査

試料10gを滅菌リン酸緩衝液にとりホモジナイズした後, パールコア標準寒天培地 (栄研化学社製) に希釈平板培養法にて30℃で68時間培養し出現したコロニー数を測定した。大腸菌群の定性試験はデソキシコレート培地 (栄研化学社製) を用いて行った。

第2項 結果及び考察

1. 鶏肝臓の超音波照射の影響

超音波照射の有無による肝臓の成分組成分析を行った結果をTable 7に示す。鶏肝臓の成分組成は, 超音波照射の有無の差はほとん

Table 7. Composition of chicken liver
(per 100g)³⁾

Composition	Sample	Ultrasonication ¹⁾ 10 min	No ²⁾ Ultrasonication	Crude
Moisture	(g)	76.0	76.0	74.1
Crude protein	(g)	18.7	18.6	18.7
Crude fat	(g)	2.5	2.8	3.0
Total sugar	(g)	0.5	0.6	0.5
Total iron	(mg)	9.6	10.0	10.5
Vitamin B ₁	(mg)	0.31	0.32	0.33
Vitamin B ₂	(mg)	2.40	2.41	2.41
NaCl	(g)	0.25	0.18	0.17
pH		6.73	6.78	6.90

¹⁾ 500g of chicken liver was washed ultrasonication for 10 minuts in 2ℓ of 0.85% sodium chloride solution.

²⁾ 500g of chicken liver was washed by hand for 10 minuts in 2ℓ of 0.85% sodium chloride solution.

³⁾ Values represent the means of 4 samples.

ど認められなかった。

2. 味噌漬に及ぼす超音波照射の影響

鶏肝臓味噌漬（以下単に味噌漬と記す）の水分やその他の成分の変化を推定するため、水分量，重量，pHを測定した結果をFig. 28に示す。水分量では漬込み前の肝臓は何れも76%であったが，24時間漬で，照射したものの66

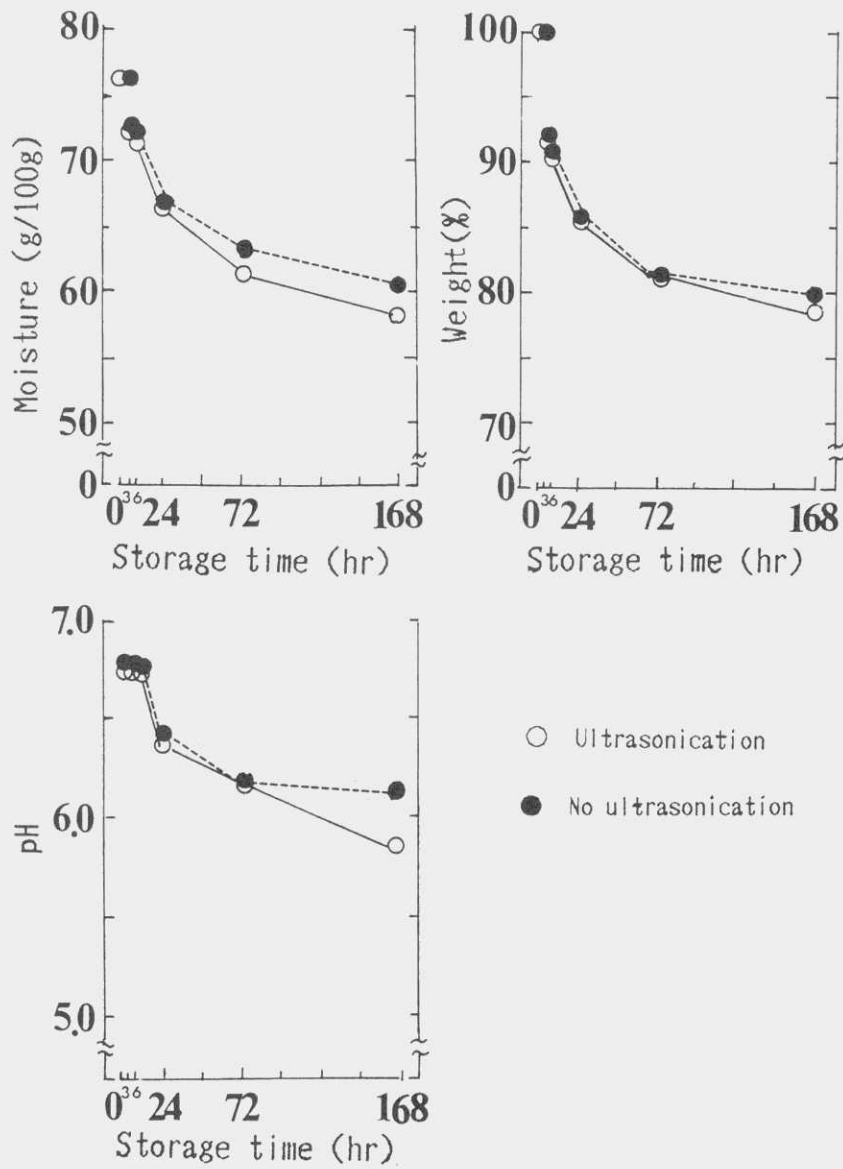


Fig.28 Changes in moisture, weight, and pH of chicken liver preserved in miso during storage

%, 照射しないもの67%に急速に減少し, その後もゆるやかに減少傾向を示した. 一方重

量では漬込み前の肝臓を100%とすれば味噌漬することにより，72時間漬で何れも81%程度に減少し，その後も徐々に減少傾向を辿った。なお重量減少の主な要因は水分の減少によるものであり，また水溶性タンパク質の溶出なども考えられる。なお焙焼加熱後の重量減少率は両者共に平均 $25 \pm 2\%$ であった。pHの変化は，味噌床pH5.4，漬込み前の照射した肝臓pH6.7，照射しない肝臓pH6.8であったが，味噌漬することにより経時的に何れも低下した。

168時間漬では照射した味噌漬pH5.8，照射しない味噌漬pH6.2となった。照射した味噌漬のpHが低値を示したことは味噌のpHの影響が大きいと考えられる。食塩および糖の結果をFig. 29に示す。食塩量では味噌床は5.7%であったが，味噌漬の場合は何れも漬込み時間の経過に伴って漸増した。照射した味噌漬では対照の照射しない味噌漬よりやや浸透が速いことを示した。全糖量は味噌床15.5%，漬込み前の肝臓0.5～0.6%であった。味噌漬では何

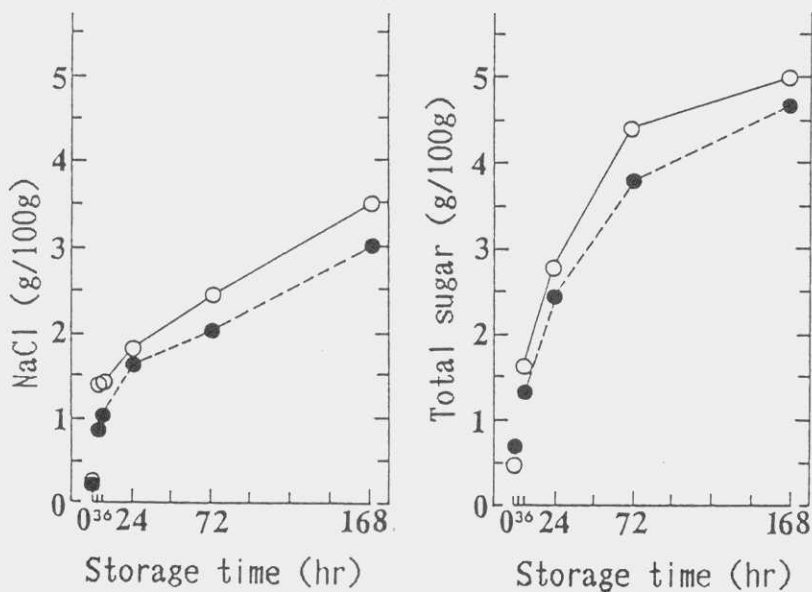


Fig. 29 Changes in NaCl and total sugar of chicken liver preserved in miso during storage

○ Ultrasonication ● No ultrasonication

れも経時的に増加傾向を示し、その傾向は照射した味噌漬が若干糖の浸透が速やかであった。

粗タンパク質と総鉄量の消長をFig. 30に示す。粗タンパク質では漬込み前の照射した肝臓は18.7%、照射しない肝臓は18.6%であったが、経時的には24時間漬では、照射した味噌漬23.3%、照射しない味噌漬21.9%を示し、

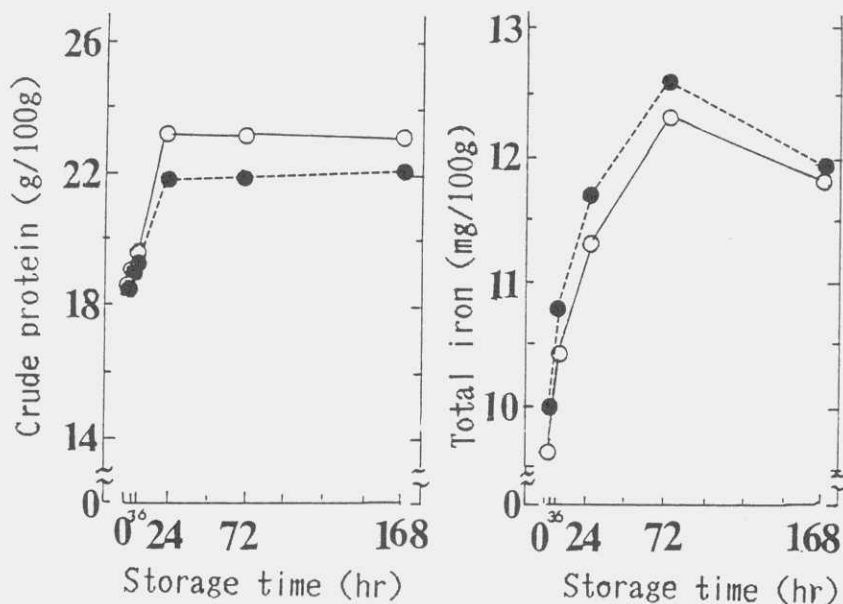


Fig. 30 Changes Crude protein and total iron of chicken liver preserved in miso during storage

○ Ultrasonication ● No ultrasonication

その後は両者ともにほとんど変化しなかった。24時間迄の変化は主に水分の減少による相対的上昇である。ちなみに伊東³⁰⁾らはサワラの味噌漬中に、味噌床からのアミノ酸などの含窒素化合物の魚への移行を報告しており、タンパク質の移行は見られないがアミノ酸などの移行は考えられる。総鉄量では各試料100g当

り、漬込み前の照射した鶏肝臓9.6mg, 照射しない肝臓10.0mgであったが、味噌漬することにより漬込み前の肝臓より増加し、72時間漬で最高値となり、漬込み前の肝臓より前者28%、後者26%鉄含有量が増加した。しかし168時間漬では何れも鉄含有量は若干低下傾向を示した。なお肝臓中の鉄は主に非ヘム鉄タンパク質（フェリチンなど）の形で存在しており体内では2価鉄の形でよく吸収される。³¹⁾ 味噌漬では味噌のアミノカルボニル反応により着色が進み褐変反応での還元力により2価鉄の量が多くなることが期待できる。³²⁾ ビタミンB₁・B₂の変化をFig. 31に示す。ビタミンB₁の損失は、漬込み前の肝臓（照射したものの0.31mg/100g, 照射しないもの0.32mg/100g）に比べて、味噌漬は72時間までは照射したものの0%、照射しないもの3%でほとんど変化がなかった。しかし168時間漬では照射したものの16%、照射しないもの9%の損失量を示し、味噌床への流出がやや大きいと推定された。

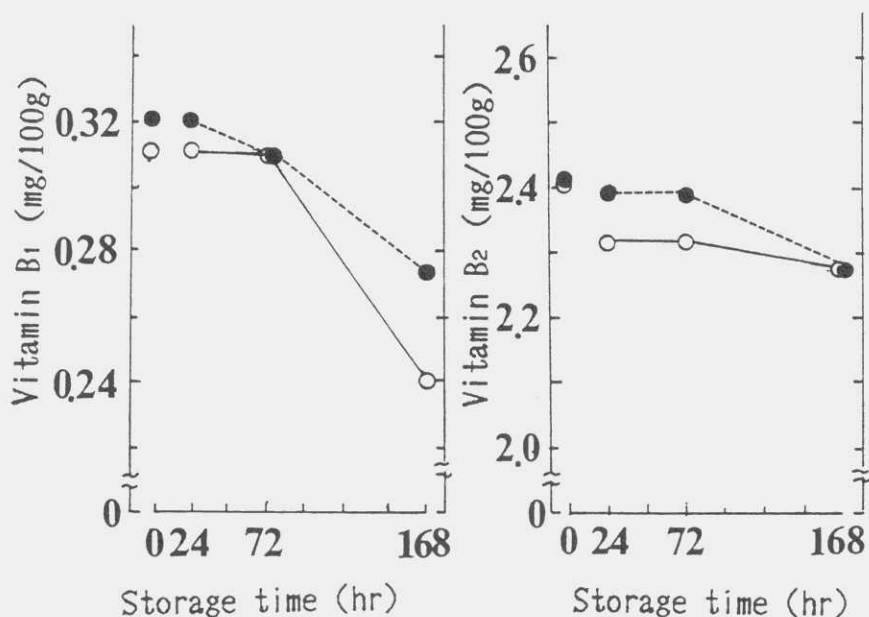


Fig.31. Changes in Thiamine and Riboflavin of chicken liver preserved in miso during storage

○ Ultrasonication ● No Ultrasonication

一方ビタミン B₂ の損失は、漬込み前の肝臓（照射したものの 2.40 mg/100g, 照射しないもの 2.41 mg/100g）に比べ、味噌漬は 24 時間漬では照射したものの 5%, 照射しないものの 1% であり、168 時間漬でも照射したものの 5%, 照射しないものの 6% の損失量にとどまっていた。

次に官能評価の成績を Table 8 に示す。但

Table 8. Results of Sensory evaluation of the cooked chicken liver preserved in miso

Inspection I

Sample ¹⁾	Ultrasonication 10 min				No ultrasonication			
	Storage time (hr)				Storage time (hr)			
Item	3	6	24	72	3	6	24	72
Appearance	44	53**	27*	27*	49**	44	30	27*
Texture	42	39	37	32	47*	43	30	30
Flavor	52**	40	27*	31	59**	43	26**	22*
Taste	56**	36	28*	30	50**	37	35	28*
Overall	52**	45	26**	27*	57**	41	29	23**

Examination method : Ranking method.

Score is the ranking total of 15 panel members.

Significant difference : * p<0.05, **p<0.01.

¹⁾ Sample is the chicken liver preserved in miso and stored 5 °C.

Inspection II

Sample	Ultrasonication 10 min	No ultrasonication
	Storage at 5°C for 24 hr	Storage at 5°C for 72 hr
Appearance	7	8
Texture	8	7
Flavor	11	4
Taste	12*	3
Overall	12*	3

Examination method : Pair-test.

Score is the ranking total of 15 panel members.

Significant difference : * p<0.05.

し焙焼後の 168時間漬は食塩濃度が4%以上になつたので、塩分控えめの摂取が望ましいため除外した。検査 I の味噌漬の漬込み時間の成績では、照射した味噌漬の場合、3時間漬ではにおい・味・総合評価において有意に好まれず、6時間漬では色において有意に劣る評価であった。これは漬り具合が浅いため、前述のごとく食塩、糖、タンパク質の含有量が低値を示したことも一致した。24時間漬では色は見た目がよく、においは味噌の香りが強化され、味は美味しさが増して、総合的にも有意に好ましい評価を得た。72時間漬では色が優れ、総合評価にも有意に好まれる評価であった。対照の照射しない味噌漬の場合は、3時間漬ではすべての質問項目で有意に劣る評価であった。24時間漬は味噌の香りが付加されてにおいが有意に好ましいと評価された。72時間漬では色、風味に優れ、総合評価においても有意に好まれる評価を得た。従って官能評価の高い味噌漬の漬込み時間は、

照射した肝臓は24時間漬と、対照の照射しない肝臓は72時間漬であった。これら味噌漬の一般分析値をみると、照射した鶏肝臓の24時間漬は粗タンパク質約23%、全糖量約3%、総鉄量約11.3 mg/100g、ビタミンB₁量約0.31 mg/100g、ビタミンB₂量約2.32 mg/100g、食塩濃度約2%を示し、対照の照射しない鶏肝臓の72時間漬は粗タンパク質約22%、全糖量約4%、総鉄量約12.6 mg/100g、ビタミンB₁量約0.31 mg/100g、ビタミンB₂量約2.39 mg/100g、食塩濃度約2%であり、成分値の含量はおおむね一致していた。更に検査Ⅱではこの両味噌漬を比較した。照射した24時間漬は、照射しない72時間漬に比し、あっさりとした味で総合評価に有意に好まれる評価を得た。従って鶏肝臓を味噌漬加工する上で、前処理洗浄に超音波照射した肝臓は照射しない肝臓に比べて味噌床の栄養成分の浸透が速やかであり、食味も良好と評価され、漬込み時間も短縮できる点で効果的であることを認めた。

そこで照射した肝臓の味噌漬の漬込み期間中のアミノ酸組成，色調，テクスチャー，保存性についても検討を行った。この味噌漬において，72時間漬までのアミノ酸組成をTable 9に示す。遊離アミノ酸では，味噌漬は全種

Table 9. Changes in Amino Acids of chicken liver preserved in miso during storage

(mg/100g)

Sample Amino acid	Storage time (hr)					
	0		24		72	
	Free	Total	Free	Total	Free	Total
Lys	56	1371	72	1542	140	1565
His	13	302	14	302	17	428
Arg	23	1046	24	1159	95	1211
Asp	62	1653	86	1829	149	1954
Thr	75	827	84	921	139	951
Ser	61	825	76	914	118	940
Glu	134	2166	182	2568	253	2725
Pro	35	890	64	899	119	1207
Gly	52	890	54	988	85	1058
Ala	62	1067	64	1220	138	1236
Val	54	1033	77	1138	140	1269
Met	18	481	18	486	34	487
Ileu	29	774	51	877	92	982
Leu	59	1593	89	1804	178	1896
Thy	25	653	32	653	66	659
Phe	23	806	42	967	95	1023
Total	781	16377	1029	18267	1858	19591

Values represent the means of 3 samples.

類（16種）のアミノ酸が漬込み前の肝臓より同等量もしくは増加を認めた。72時間漬が高値を示し、増加の著しいものはグルタミン酸、ロイシン、アスパラギン酸であった。一方全アミノ酸では、味噌漬は全種類（16種）のアミノ酸が漬込み前の肝臓より増加し、72時間漬は24時間漬に比し、含量が若干上回る傾向を示した。従って味噌漬による肝臓の旨味向上には、味噌床成分の移行が大きく関与したと思われる。

この味噌漬の色調変化（Table 10）をみる

Table 10. Changes in color (Hunter values) of chicken liver preserved in miso during storage

Storage time (hr)	Hunter value			$\Delta E^{1)}$ (NBS)
	L	a	b	
0	31.8	10.7	11.1	—
24	25.4	10.7	10.2	6.5
72	25.4	8.8	10.1	6.8
168	24.3	8.7	9.6	7.9

¹⁾ Color difference ; 6.0~12.0 NBS : much.

と、味噌漬は漬込み前の肝臓に比べ明度の低

下が大きく，色相の a 値の赤味度と b 値の黄味度の変化はわずかであった。漬込み前の肝臓を基準とした味噌漬の色差の値は 6.5~7.9NBSで，感覚的差はmuchで，経時的に24時間漬でかなり大きく変化した。本藤ら³¹⁾は味噌の着色についてグルコースがアミノ酸とペントースの着色を促進することを認めており，味噌漬のアミノ酸と糖がアミノカルボニル反応を起こしていると推察された。

味噌漬の物性変化は，Table 11に示すよう

Table 11. Texture characteristics of the cooked chicken liver preserved in miso

Sample ¹⁾ Storage time (hr)	Hardness (g/cm ²)	Elasticness	Cohesiveness
0	2.18±0.78	0.94±0.24	0.51±0.08
3	2.34±0.68	0.84±0.10	0.50±0.04
6	2.32±0.60	0.82±0.08	0.51±0.06
24	2.42±0.54	0.80±0.12	0.56±0.11
78	2.95±0.42	0.75±0.05	0.61±0.21
168	3.92±0.40	0.68±0.07	0.55±0.15

¹⁾ Values represent the means±S.D. of 10 samples.

に硬さ・弾力性の値は漬込み前の肝臓に比べ相違を認め、漬込み時間の経過に伴って硬さの値は漸増したが、弾力性の値は漸減した。しかし凝集性の値は一定の傾向がみられなかった。味噌漬の物性変化はタンパク質分子の分解が物性変化に関連し、味噌中のタンパク分解酵素の作用であると報告³³⁾されており、筆者³⁴⁾らも味噌漬のプロテアーゼ価を調べ、鶏肝臓味噌漬の酵素活性の影響を確認している。

更に保存性について水分活性と細菌数を検索し、Table 12の結果を得た。水分活性では

Table 12. Changes in water activity and bacterial counts of chicken liver preserved in miso during storage

Storage time (hr)	Water activity	Counts ¹⁾
0	0.99	6.4×10^4
24	0.96	4.4×10^4
72	0.95	5.1×10^4
168	0.95	7.8×10^4

¹⁾ Bacterial count showed counts per 1g. Values represent the means of 3 samples. Coliform bacilli showed all positive.

漬込み前の肝臓のAw値は0.99であったが、味噌漬では72時間のAw値は0.95で、一定値を示した。細菌数では漬込み前の肝臓及び味噌漬は何れも $10^4/g$ にとどまっていた。また大腸菌群はすべて陽性であったが、これらの味噌漬を焙焼加熱(200℃・12分間)したものはすべて陰性となった。この結果は川井らの成績²²⁾とも一致しており、食品衛生上問題がないと考えられる。

第2節 鶏肝臓糠漬について

超音波照射した鶏肝臓を伝統的な糠漬に加工することを考えた。動物性食品の糠漬については鰯の糠漬に関する研究が報告³⁵⁾ ³⁶⁾されているが、実証的研究は数少ない。そこで照射した鶏肝臓糠漬の最適調製条件について検討を行った。

第1項 実験方法

1. 試料及び糠床の配合割合

鶏肝臓は60日成育鶏肝臓で、1個の重量は約50gで、洗浄後の肝臓の成分は水分76.0%、粗タンパク質18.0%、粗脂肪4.5%、食塩0.1%、pH6.7、滴定酸度(pH8.3)4.8 ml、水分活性0.99のものを用いた。

糠は赤糠(吉村穀粉株式会社製、1991年産)を用いた。この赤糠をホットプレートで約30分間炒り放冷後、炒り糠に対し洋辛子(エスビー株式会社製)を2.5%と赤唐辛子粉末を0.1%添加し調製糠とした。成分は水分22.0%、粗タンパク質15.5%、全糖36.4%、粗脂肪22.0%、

色調はL値58.6, a値4.4, b値20.5であった。

塩は株式会社米山薬品製の特級塩化ナトリウム, 焼酎は東洋醸造株式会社製の焼酎甲類, ホワイトリカー(アルコール濃度35%), 砂糖は上白糖(台糖株式会社製)を使用した。

糠床はTable 13の配合割合に基づき, 調製

Table 13. Composition of rice-bran paste

weight %

Rice-bran ¹⁾ (parched)	Mixture solution				Note
	Sodium chloride	Distilled water	White liquor	Sugar	Sample ²⁾ number
40	2	58	-	-	1
40	4	56	-	-	2
40	6	54	-	-	3
40	8	52	-	-	4
40	4	28	28	-	2-1
40	4	-	56	-	2-2
40	4	6	28	22	2-3
40	4	-	28	28	2-4

¹⁾ Mustard and red pepper were added.

²⁾ Sample is the chicken liver cured in rice-bran paste and stored at 5°C.

糠40% : 調味液60%の配合比を用い調製した。

2. 糠漬の調製方法と加熱方法

肝臓の前処理洗浄は味噌漬と同様に超音波照射により行った。肝臓を1.5倍の重量の各

種糠床に漬込み，この場合肝臓と糠床の間にガーゼを置き，ラップフィルムで包み，5℃で24，48及び72時間保存した．加熱方法は味噌漬と同様に行った．

3. 測定方法

1) 一般分析

水分は105℃常圧乾燥法³⁷⁾，粗タンパク質はKjeldahl法³⁷⁾，アミノ態窒素はFormol滴定法³⁷⁾，粗脂肪はエーテル抽出法³⁷⁾，全糖はSomogyi変法³⁷⁾，アルコール量は国税庁所定の酸化分析法³⁸⁾で測定した．pH，酸度及び食塩の試料液調製及び測定方法は味噌漬と同様に行った．ただし酸度は試料溶液50 mlを0.1N水酸化ナトリウム溶液でpH8.3にするに要した滴定量で求めた．

2) 遊離アミノ酸の定量

味噌漬の場合と同様に分析用試料を調製し，アミノ酸自動分析計（日立L-8500）にて，測定した．

3) 色調

漬込み前の鶏肝臓及び糠漬を測色色差計（日本電色株式会社，1001-DP型，反射用試料台10mmφ）により，Hunter表色系のL，a・b値を測定した。

4) 物性特性

各種糠漬の焙焼したものをクリープメータ（株式会社山電 RE-3305型）を用いて，硬さ，凝集性，ガム性の測定を行った。測定条件は，プランジャー5mmφの円柱型，クリアランス5mm，ロードセル2kg，咀嚼スピード0.5mm/秒である。試料は糠漬を焙焼加熱後，味噌漬と同様に円柱形に整形した。測定温度は 20 ± 1 ℃で行った。

5) 水分活性及び細菌数検査

水分活性及び細菌数の測定は味噌漬と同様に行った。

6) 官能検査

味噌漬と同様に行った。ただし，パネルは食物学科学生（21歳）12～15人である。

第2項 結果及び考察

1. 糠床の食塩濃度の影響 (実験1)

肝臓糠漬の官能評価の結果をTable 14に示す。

検査1は食塩が2, 4, 6及び8%の調製糠床

Table 14. Results of sensory evaluation of the cooked chicken liver cured in rice-bran paste

Inspection I

Item \ Sample ¹⁾	1 (2%)	2 (4%)	3 (6%)	4 (8%)
Color(gloss)	23	22	37	38
Texture	31	23	32	34
Flavor	37	34	25	24
Taste	23	19*	33	45**

Examination method : Ranking method.

Score is the ranking total of 12 panel members.

Significant difference : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

¹⁾ Sample is the chicken liver cured in rice-bran paste and stored at 5°C for 24 hr.

Inspection II

Item \ Sample ¹⁾	2		
	24hr	48hr	72hr
Color(gloss)	26	24	22
Texture	26	24	22
Flavor	26	25	21
Taste	27	21	24

Examination method : Ranking method.

Score is the ranking total of 12 panel members.

¹⁾ Sample is the chicken liver cured in rice-bran paste and stored at 5°C.

に24時間漬けた糠漬の評価である。色・テクスチャー・においの好みには有意差がなく、

味の好みでは試料 2 が有意に好まれたが，試料 4 は塩辛く有意に好まれず劣ると評価された。今井ら³⁹⁾や東野ら⁴⁰⁾は糠床の食塩濃度が 4% 以下になると糠漬の品質が落ちると報告している。また糠漬の食塩含量は高過ぎても健康食品としては問題となる。検査 II は試料 2 の糠漬を用い漬込み時間について調べた。すべての評価項目において有意差は認められなかった。官能評価の成績では，検査 I の味の好ましさに有意差が見られたので，肝臓糠漬の食塩含量と酸度及び pH を測定した。各結果について 2 元配置法⁴¹⁾による分散分析を行った。結果を Table 15 に示す。糠漬の食塩含量では糠床の食塩濃度の相違の寄与率が 77.7% で影響が大きく，糠床の食塩濃度が増加するにつれて肝臓組織中に食塩が浸透することが判った。漬込み時間の寄与率は 13.9% で，漬込み時間の経過と共に食塩含量が徐々に増加した。糠漬の滴定酸度に対する寄与率は，食塩濃度の相違が 47.7%，漬込み時間の相違が 38.5% で

Table 15. Relationship between additional amount of sodium chloride and curing times

Analytical items	Difference of sodium chloride ¹⁾	Curing times ²⁾			Variance ratio (F) ³⁾		Contribution ratio (P) ⁴⁾		
		B ₁	B ₂	B ₃	A	B	A	B	C
NaCl (%)	A ₁	0.80	0.90	1.00	34.9**	10.1*	77.7	13.9	8.4
	A ₂	1.16	1.72	2.29					
	A ₃	2.03	2.13	2.95					
	A ₄	2.67	3.20	4.25					
Acidity ⁵⁾ (ml)	A ₁	8.49	8.68	10.01	13.6**	16.3*	47.7	38.5	13.8
	A ₂	7.55	8.05	9.35					
	A ₃	6.60	7.75	7.78					
	A ₄	6.25	7.75	8.01					
pH	A ₁	6.10	6.00	5.70	12.2**	11.0**	52.2	30.9	16.9
	A ₂	6.20	6.16	5.97					
	A ₃	6.24	6.20	6.14					
	A ₄	6.39	6.25	6.18					

¹⁾ A₁ : addition of 2% sodium chloride, A₂ : addition of 4% sodium chloride,

A₃ : addition of 6% sodium chloride, A₄ : addition of 8% sodium chloride.

²⁾ B₁ : 24hr, B₂ : 48hr, B₃ : 72hr.

³⁾ A : sodium chloride content, B : curing time.

⁴⁾ A : sodium chloride content, B : curing time, e : other.

⁵⁾ The acidity exhibits the consumption of 0.1N NaOH against each samples.

Significant difference : * p<0.05, **p<0.01.

糠床の食塩濃度が高いほど，酸度の滴定量が漸減した。この傾向はpHの測定でも同様のことが認められた。pHの寄与率は糠床の食塩濃度が高いほどpHは高値を保ち味の変化は緩慢であった。また経時的にpHは低下傾向を示した。肝臓糠漬の食味変化を食塩含量や酸度・

pHの測定値の寄与率から判断すると、糠床の食塩濃度の相違による影響力がより大きいことが示唆された。しかも健康志向食品としての減塩糠漬を作る上には糠床の食塩濃度は4%が妥当と判断される。

肝臓糠漬の実用化に当たり食品衛生上の観点から、漬込み期間中の保存性について水分活性と細菌数を調査し、Table 16の結果を得

Table 16. Changes of water activity (Aw) and bacterial count¹⁾

Sample	Curing time Item	24hr	48hr	72hr
		Aw	Aw	Aw
1	counts	0.97 5.1×10^5	0.96 4.3×10^6	0.96 1.6×10^7
2	counts	0.96 4.2×10^5	0.96 4.9×10^5	0.95 5.1×10^5
3	counts	0.95 1.4×10^5	0.95 3.8×10^5	0.94 4.2×10^5
4	counts	0.95 3.0×10^5	0.94 9.8×10^4	0.93 6.6×10^4
2-1	counts	0.94 9.8×10^4	0.93 8.9×10^4	0.92 7.5×10^4
2-2	counts	0.93 6.0×10^4	0.92 4.0×10^4	0.89 1.0×10^5
2-3	counts	0.94 9.1×10^4	0.92 7.7×10^4	0.92 7.4×10^4
2-4	counts	0.94 8.0×10^4	0.92 6.5×10^4	0.91 6.2×10^4

¹⁾ Bacterial count showed counts per lg.
Values represent the means of 3 samples.
Crude chicken liver : Aw 0.99, Bacterial count 6.2×10^4 .
Coliform bacilli showed all positive.

た。水分活性では漬込み前の肝臓のAw値は

0.99であったが、糠漬では経時的に漸減し試料1・2の72時間漬ではAw値は0.96～0.95の範囲であった。細菌数は漬込み前の肝臓では平均 $6.2 \times 10^4/g$ であったが、試料1は経時的に細菌の増殖がみられ、72時間漬では $10^7/g$ と多く、腐敗を生じる可能性もあった。試料2・3は $10^5/g$ に止まり、試料4は $10^5 \sim 10^4/g$ の範囲で、細菌増殖はみられず、糠床の食塩の作用によると考えられた。大腸菌群はすべての試料とも陽性であったが、これらの糠漬を焙焼加熱(200℃・12分)したものはすべて陰性になった。なお漬込み期間中の官能検査成績で高く評価された試料2は、食肉加工指導基準の細菌数50万以下の設定の上限値を示したことから、肝臓糠漬として食品衛生上、問題にならないような配慮が望まれる。

2. 糠床への焼酎添加の影響

酒は生臭みを消し、風味増強や保存性を高めるなどの調理効果があることが知られてい

る。そこで安価に使用できる焼酎を，実験 1 で嗜好的に好評であった食塩 4 % 床の蒸留水の代わりに 28 %，56 % 添加した床を調製 (Table 13) し，肝臓を 72 時間漬込んだ。これら糠漬の一般分析値を調べ，焼酎添加の影響について 2 元配置法による分散分析を行った。⁴¹⁾ 結果を Table 17 に示す。糠漬のアルコール含量では，焼酎添加量の相違の寄与率が 95.2 % と著しく高く，焼酎添加量増加と共にほぼ比例的にアルコール含量の増加を示し肝臓組織中に糠床のアルコールが浸透することを認めた。糠漬の pH では，焼酎添加量の寄与率が漬込み時間の相違の寄与率より 2 倍程度高く，焼酎添加に伴って pH の変動が少なくなり焼酎の影響が考えられる。糠漬の粗タンパク質に対する寄与率は，焼酎添加量の相違 44.0 %，漬込み時間の相違 39.0 % で，焼酎添加量が増すと若干増加傾向にあったものの，漬込み時間の相違では粗タンパク質含量は漸減した。更に糠漬の粗脂肪では漬け込み時間の相違 93.1

Table 17. Effect of White Liquor content on analytical values of chicken liver cured in rice-bran paste

Analytical items	White liquor content ¹⁾	Curing time ²⁾			Variance ratio (F) ³⁾		Contribution ratio (P) ⁴⁾		
		Ⓐ ₁	Ⓐ ₂	Ⓐ ₃	Ⓐ	Ⓑ	Ⓐ	Ⓑ	e
Alcohol (W/W%)	Ⓐ ₁	0.01	0.01	0.02	131.6**	3.6	95.2	1.9	2.9
	Ⓐ ₂	2.89	3.69	4.69					
	Ⓐ ₃	6.12	7.48	7.83					
pH	Ⓐ ₁	6.20	6.10	5.91	13.7*	7.0*	55.5	26.3	18.2
	Ⓐ ₂	6.29	6.21	6.16					
	Ⓐ ₃	6.34	6.30	6.26					
Crude protein (%)	Ⓐ ₁	19.1	18.7	18.5	11.2*	10.0*	44.0	39.0	17.0
	Ⓐ ₂	19.3	18.9	18.9					
	Ⓐ ₃	19.3	19.2	19.1					
Crude fat (%)	Ⓐ ₁	4.48	4.70	4.76	1.3	51.8**	0.5	93.1	6.4
	Ⓐ ₂	4.43	4.68	4.83					
	Ⓐ ₃	4.46	4.77	4.86					
NaCl (%)	Ⓐ ₁	1.16	1.72	1.84	5.7	96.7**	4.5	92.0	3.5
	Ⓐ ₂	1.36	1.80	1.87					
	Ⓐ ₃	1.38	1.88	1.90					
Moisture (%)	Ⓐ ₁	71.9	71.3	71.4	6.9	10.4*	30.4	48.9	20.7
	Ⓐ ₂	71.7	71.0	70.4					
	Ⓐ ₃	71.3	70.8	70.0					

¹⁾ Ⓐ₁ : 0% white liquor, Ⓐ₂ : 28% white liquor, Ⓐ₃ : 56% white liquor.

²⁾ Ⓑ₁ : 24hr, Ⓑ₂ : 48hr, Ⓑ₃ : 72hr.

³⁾ Ⓐ : white liquor content, Ⓑ : curing time.

⁴⁾ Ⓐ : white liquor content, Ⓑ : curing time, e : other.

Significant difference : * p<0.05, **p<0.01.

%, 焼酎添加量の相違0.5%で, 漬込み時間の相違は経時的に脂肪含量の漸増を認めしたが, これは糠床の脂肪が肝臓組織に浸透したことに由来したと考えられる. また糠漬の食塩含量では漬込み時間の相違の寄与率は92.0%, 焼酎添加量の相違の寄与率は4.5%で, 漬込み時間経過と共に食塩含量が徐々に増加した. 糠漬の水分含量の寄与率は漬け込み時間の相違48.9%, 焼酎添加量の相違30.4%であり, 漬込み時間の延長と焼酎添加量の増加に伴い水分含量が若干減少した.

これらの焼酎添加糠漬の官能検査の成績をTable 18に示す. 検査Iと検査IIは試料2-1と試料2-2の糠漬を漬込み時間によりグループに分け, 総合的評価の高いものを選出するために行った成績である. 試料2-1では48時間漬が, 試料2-2では24時間漬が, 望ましい糠漬として選出され適当と判断された. 検査IIIでは糠漬の焼酎添加量の相違を調べるために望ましい2品の糠漬と試料2(焼酎0%)

Table 18. Results of sensory evaluation of the cooked chicken liver cured in rice-bran paste

Item	Inspection I			Inspection II			Inspection III		
	2-1			2-2			2-2		
	24hr	48hr	72hr	24hr	48hr	72hr	24hr	48hr	72hr
Color(gloss)	32**	19	21	23	21	28	22	25	25
Hardness	26	22	24	23	24	25	18*	25	29
Flavor	26	20	26	22	25	25	19	28	25
Taste	31	18*	23	16**	24	32**	17**	31**	24
Overall	29	18*	25	18*	25	29	18*	24	30*

Examination method : Ranking method.

Score is the ranking total of 12 panel members.

Significant difference : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

¹⁾ Sample is the chicken liver cured in rice-bran paste and stored at 5°C.

の48時間漬の3製品を調製し、嗜好性の高いものを選出した。試料2-1では硬さが適当と判断されて好まれ、糠漬の風味が加わり味も良く、総合的評価においても有意に好まれた。試料2-2では味においてアルコールを強く感じ有意に好まれない評価であった。試料2では色・硬さ・におい・味の好みには有意差は認められなかったが、総合的評価において有意に好まれず劣る評価であった。そこでこの官能評価と上述の一般分析値及び物性値との関連について検討してみると、有意に好まれ

た試料2-1のテクスチャー特性値 (Fig. 32) では試料2-1は試料2または試料2-2に比べて硬さ・ガム性の値が有意に高く、硬さに差があると同時にテクスチャーに関係する口ざわりなどの要因とも差があることが示唆された。また有意差の見られた味について旨味に関係するタンパク質量 (Table 17) 及びアミ

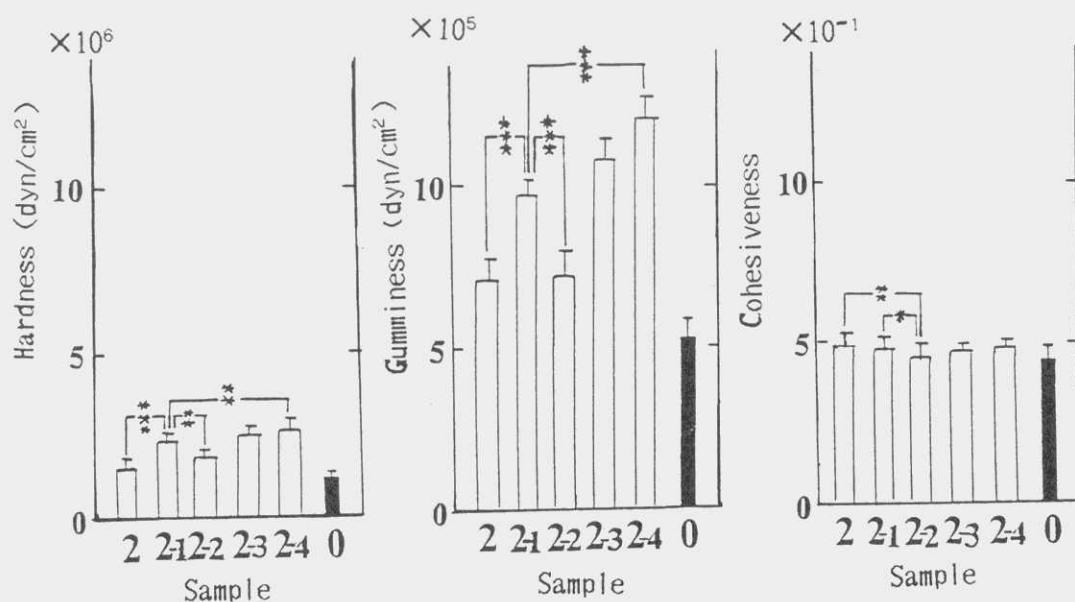


Fig. 32. Texture characteristics of the cooked chicken liver cured in rice-bran paste

Sample 0 ■ : crude chicken liver.

· Significant at 5% level,

·· Significant at 1% level,

··· Significant at 0.1% level.

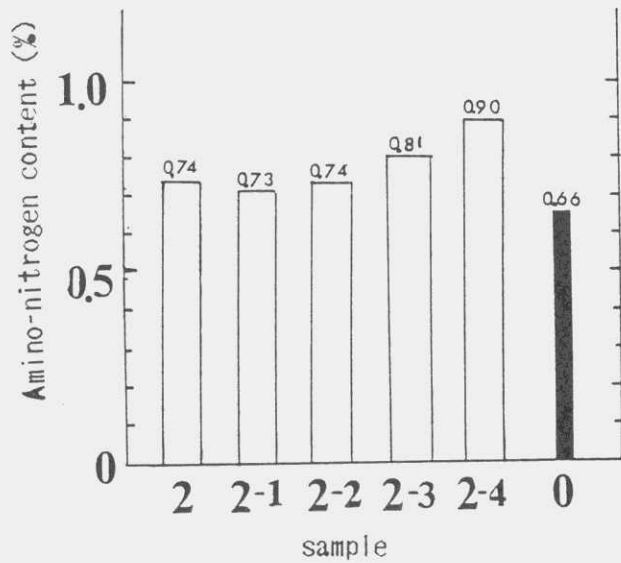


Fig.33 Amino-nitrogen contents of chicken liver cured in rice-bran paste

Sample 0 ■ : crude chicken liver.

ノ態窒素量を測定した値 (Fig.33) をみると、3 製品の粗タンパク質量は約19%，アミノ態窒素量は約 0.7%程度で、試料間の差は極めて僅少であった。また粗脂肪量と食塩量 (Table 17) では、粗脂肪は試料2-2, 試料2-1, 試料2の順に、食塩量は試料2-2, 試料2, 試料2-1の順に若干多く含有しているが、何れも大差はみられない。しかしアルコール含量では有意に好まれなかった試料2-2は6.12%含有

し、試料2-1 より約 2.5% 多く浸透していた。この糠漬を供食する場合には糠漬を焙焼加熱することにより糠漬中のアルコール量は約 $1/4 \sim 1/6$ に逸散されたが、試料2-2 はアルコールが強過ぎると感じられ味覚に悪影響を及ぼし官能評価が低かった。従って糠漬に焼酎を添加する場合、糠床のアルコール濃度が嗜好性と密接な関係があることを確認した。

焼酎添加糠漬の漬込み期間中の保存性について水分活性と細菌数 (Table 16) をみると、水分活性では焼酎添加糠漬の A_w 値は経時的に漸減し、72時間漬では試料2-1 は0.92、試料2-2 は0.89となり、試料2 (焼酎0%) より低値を示した。細菌数では試料2-1、試料2-2 の焼酎添加糠漬は経時的に低下傾向を示し $10^4 \sim 10^3/g$ に減少した。しかし大腸菌群はすべて陽性を示した。糠漬の細菌のコロニーの形態を光学顕微鏡で観察(1,000倍)したところ、漬込み前の肝臓には *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, などが観察された。

糠漬では更に *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Achromobacter* などが出現し糠床より肝臓組織中に浸入したと考えられる。しかし焼酎添加糠漬では *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Bacillus* などの菌が減少したり，出現が認められず，菌の生育が抑制されたと考えられる。

3. 糠床への砂糖添加の影響

肝臓糠漬において糠床に砂糖を添加することで塩味との対比効果をはかり，肝臓糠漬にまるやかな味を引き出させ，且つ保存性を保ち，美味しい糠漬の調製条件を確立する目的で実験を進めた。食塩4%で焼酎28%添加した床に，更に砂糖を22%または28%添加しこの2種類の糠床を調製し肝臓を72時間漬込んだ。これらの糠漬の一般分析値を測定し砂糖添加の影響について2元配置法^{4.1)}による分散分析を行い，結果をTable 19に示す。糠漬の全糖量では砂糖添加量の相違の寄与率は83.3%。

Table 19. Effect of sugar content on analytical values of chicken liver cured in rice-bran paste

Analytical items	Sugar content ¹⁾	Curing time ²⁾			Variance ratio (F) ³⁾		Contribution ratio (P) ⁴⁾		
		b ₁	b ₂	b ₃	a	b	a	b	e
Total saccharides (%)	a ₁	0.63	0.65	0.70	37.4**	4.3	83.3	7.5	9.2
	a ₂	2.72	3.48	4.53					
	a ₃	3.55	4.29	5.72					
Crude protein (%)	a ₁	19.3	18.9	18.9	28.9**	1.1	87.1	0.4	12.5
	a ₂	20.8	21.9	21.7					
	a ₃	20.8	21.6	21.6					
Crude fat (%)	a ₁	4.43	4.68	4.83	7.9*	7.7*	39.1	38.1	22.8
	a ₂	4.63	4.75	5.12					
	a ₃	4.70	5.32	5.50					
Moisture (%)	a ₁	71.7	71.0	70.4	43.8**	8.7*	78.5	14.2	7.3
	a ₂	67.2	64.3	61.7					
	a ₃	65.5	63.5	61.2					
pH	a ₁	6.29	6.26	6.16	10.0*	21.7**	27.0	62.0	11.0
	a ₂	6.27	6.22	6.22					
	a ₃	6.33	6.27	6.24					

¹⁾ a₁ : 0% sugar, a₂ : 22% sugar, a₃ : 28% sugar.

²⁾ b₁ : 24hr, b₂ : 48hr, b₃ : 72hr.

³⁾ a : sugar content, b : curing time.

⁴⁾ a : sugar content, b : curing time, e : other.

Significant difference : * p<0.05, **p<0.01.

漬込み時間の相違の寄与率は7.5%で、砂糖添加量の相違ではa₁には砂糖無添加のため全糖量が低値を示したが、他の試料は糠床の砂糖添加量が増すほど、漬込み時間が長いほど、

全糖量の増加を認めた。糠漬の粗タンパク質では寄与率の大きい要因は砂糖添加量の相違で、全変化量の87.1%と顕著に大きく、砂糖添加の a_2 と a_3 は a_1 に比べ何れも高値を示した。この理由として砂糖を添加した糠漬の水分含量の減少が大きく関与すると推察される。糠漬の粗脂肪では、砂糖添加量の相違の寄与率は39.1%、漬込み時間の相違の寄与率は38.1%で、砂糖添加量の相違では砂糖添加の a_2 と a_3 が a_1 より若干高値を示した。これは糠漬の水分量の減少や糠床からの脂肪の浸透が考えられる。一方漬込み時間の相違でも $b_1 \sim b_3$ の試料間に何れも若干の増加を認めた。糠漬の水分量では、寄与率の大きい要因は砂糖添加量の相違で、全変化量の78.5%であった。砂糖添加 a_2 と a_3 は、 a_1 に比べ水分が少ない傾向を示し、砂糖の影響が考えられる。一方漬込み時間の相違では時間経過とともに水分量が徐々に減少した。糠漬のpHでは漬込み時間の寄与率が砂糖添加量

の相違の寄与率より大きく，漬込み時間が長いほど，pHの値が減少した．この糠漬の食塩含量においては砂糖添加量の相違，漬込み時間の相違ともに有意差が認められなかった．

砂糖添加糠漬の官能評価の成績をTable 20に示す．検査Ⅰと検査Ⅱは試料2-3と試料2-4の糠漬を漬込み時間毎に，総合的評価の高い製品を選出するために行った成績である．試料2-3と試料2-4ともに48時間漬が望ましい糠漬として選出された．検査Ⅲでは検査Ⅰと検査Ⅱの結果から砂糖添加量について比較した．すべての評価項目において有意差はなかった．しかし本実験のパネルの総合的評価では試料2-3が好まれる傾向にあった．そこで検査Ⅳでは，砂糖添加の有無について試料2-3と試料2-1とを比較した．すべての評価項目に有意差があり試料2-3の方が好まれ，嗜好的に優れる評価を得た．この官能評価の試料2-3と試料2-1において有意差のみられた項目について，更に検討を加えた．

Table 20. Results of sensory evaluation of the cooked chicken liver cured in rice-bran paste

Sample ¹⁾	Inspection I			Inspection II		
	2-3			2-4		
	24hr	48hr	72hr	24hr	48hr	72hr
Color(gloss)	31**	18	23	34**	21	17*
Hardness	23	24	25	26	18*	28
Flavor	30*	24	18*	30*	20	22
Taste	24	23	25	30*	18*	24
Overall	32**	18*	22	30*	18*	24

Examination method : Ranking method.

Score is the ranking total of 12 panel members.

Significant difference : * p<0.05, **p<0.01.

¹⁾ Sample is the chicken liver cured in rice-bran paste and stored at 5°C.

Sample ¹⁾	Inspection III		Inspection IV	
	2-3	2-4	2-3	2-1
	48hr		48hr	
Color(gloss)	6	9	15***	0
Hardness	11	4	14***	1
Flavor	5	10	15***	0
Taste	12	3	15***	0
Overall	12	3	15***	0

Examination method : Pair-test.

Score is the ranking total of 15 panel members.

Significant difference : *** p<0.001.

¹⁾ Sample is the chicken liver cured in rice-bran paste and stored at 5°C.

色について、色調の測定値をTable 21に示す。試料2-3は試料2-1に比べ明度が低く、色相の赤味度・黄味度が高く、彩度も高値を示し鮮やかで、色差（試料2-1を基準とした

Table 21. Color of chicken livers cured in rice-bran paste observed by Hunter Values

Sample	L	a	b	$\sqrt{a^2+b^2}$	ΔE (NBS)
2-1(48hr)	22.3	6.1	5.6	8.3	-
2-3(48hr)	20.5	7.0	6.0	9.2	2.1
2-4(48hr)	20.8	7.0	6.5	9.6	2.0

() : curing time.

$\sqrt{a^2+b^2}$: chroma.

ΔE : color difference : 0.5~1.5 NBS : slight, 1.5~3.0 NBS : noticeable.

) は2.1NBSで、感覚的差はnoticeableとなり、試料間に差がみられた。下田^{4 2)}らや加藤^{4 3)}らは赤身の肉の色は、主として色素タンパク質ミオグロビンに由来し、このミオグロビンは空気中の酸素と結合して鮮赤色のオキシミオグロビンとなり、更に自然酸化が進行すると褐色のメトミオグロビンへと進行することを述べている。この肝臓糠漬においてa値・b値が高値を示し鮮やかであったことは、砂糖が色素タンパク質などと結合して空気酸化を抑制するのではないかと推察される。硬さについて、物性特性値 (Fig. 32) を見ると、試料2-3、試料2-4は試料2-1より硬さ・ガム性の値が若干高値を示した。この理由としては保存中に砂糖の浸透による肝臓組織が変化し、

水分含量 (Table 19) が, 試料2-1 より6.7 %低値を示したことから, 硬さと水分含量とは関連性が大きいと考えられる. またこの砂糖の浸透作用は肝臓の脱水を引き起こし生臭みの成分が一部溶出すると考えられ, 官能評価での肝臓特有の臭気が少なく好ましいと評価されたことと関連していると推察された. 味についてみると, 砂糖添加した試料2-3 は全糖量の値 (Table 19) が, 試料2-1 より2.83%高値で, 適当な甘さを感じ美味しいと評価された. 旨味に關与する糠漬のアミノ態窒素の値 (Fig. 33) では, 試料2-3 は試料2-1 より約0.1 %高値を示したので, 更に遊離アミノ酸組成の定量を行い比較した (Table 22). 旨味・甘味に關連があると言われている⁴⁴⁾ グルタミン酸, アスパラギン酸, グリシン, アラニンについてみると, 試料2-3 はグリシン, アラニンがわずかに多く, 対照の試料2-1 はアスパラギン酸がわずかに多かったが, グルタミン酸は同等値を示した. また食品の

苦味に⁴⁴⁾関与するとされるバリン，イソロイシン，チロシン，フェニールアラニンなどについてみると，試料2-3の方が試料2-1よりす

Table 22 Free amino acid composition of chicken liver cured in rice-bran paste

(mg/100g)

Sample Component	2-1	2-3
Lys	189	168
His	154	122
Arg	118	122
Asp	159	153
Thr	117	120
Ser	98	104
Glu	251	251
Pro	166	166
Gly	80	85
Ala	104	113
Val	199	173
Met	80	73
Ileu	94	89
Leu	148	149
Thy	108	88
Phe	116	88

べて少ない結果を得た。従って試料2-3は試料2-1より旨味・甘味に関与するアミノ酸が若干多く，苦味に関与するアミノ酸は若干少ないことが官能評価との一致を認めた。

この糠漬の保存性 (Table 16) についてみると、水分活性では砂糖添加糠漬は経時的に A_w 値が低下傾向を示し、72時間漬では試料2-3は0.92、試料2-4は0.91となった。細菌数では何れの糠漬も $10^4/g$ に止まっていた。糠床への砂糖添加は細菌・酵母の増殖の抑制に関与したことが考えられ、砂糖添加は保存性に寄与するものと考えられた。

以上の結果から、官能評価の高い糠漬の調製条件は炒り糠40%食塩4%焼酎28%蒸留水6%砂糖22%の糠床に5℃で48時間漬けた肝臓であった。この糠漬は色、硬さが適当で、肝臓の特有の臭気もほとんど緩和され、風味もあり嗜好的に優れ、保存性も高く、超音波照射した肝臓における好適調製条件と考えられる。

第6章 乾燥食品（干し椎茸・干瓢）の水戻し条件

第1節 干し椎茸の水戻し法

干し椎茸を調理するには水戻しと加熱が必要である。これらの操作が^{4 7) 5 1)}5'-ヌクレオチド、^{5 1)}遊離アミノ酸、^{5 2) 5 3)}低分子ペプチド、糖及び糖アルコール・^{5 4)}有機酸などの呈味成分に及ぼす影響についてはすでに数多く報告されている。それらの結果によると、水戻しにより干し椎茸に十分量の吸水が行われ、旨味の主成分である5'-グアニル酸とグルタミン酸が調理時に多く生成することが認められ、水戻し条件としては5℃で5時間程度が望ましく官能評価も良好とされている。そこで本研究では干し椎茸の水戻し時間の短縮など一層の合理的な利用に資する目的で、超音波照射を取り入れた水戻しを行った。干し椎茸を利用した料理の調査報告^{5 5)}によると茶碗蒸しに利用する者が多いことから本研究では蒸し調理した椎茸の物性変化や呈味成分の消長を明らかにし、

併せて官能評価も実施し検討を行った。

第1項 実験方法

1. 試料

干し椎茸（以下単に椎茸と記す）は静岡県産の春子の上冬茹（重量は1個平均 $5.23\text{ g} \pm 1.27\text{ g}$ ， $n=40$ ）と上香信（重量は1個平均 $3.69 \pm 1.12\text{ g}$ ， $n=40$ ）である。試料は菌柄を除き，個体差による誤差を少なくするために菌傘を4切片に切り，よく混合し実験に供した。

2. 超音波発振装置

超音波発振は超音波洗浄機〔本多電子株式会社 W-113型，マルチ周波併用発振（ $28\text{ kHz} 5\text{ 秒} \cdot 48\text{ kHz} 5\text{ 秒} \cdot 100\text{ kHz} 1\text{ 秒}$ ），出力 100 W ，電源 100 V ， 2 A ，容量約 3 l のもの〕を使用し，発振装置内の水量 2 l ，照射前の水温 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及び $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ に設定した。この水温 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ の設定では10分後に $8.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，20分後に $10.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，30分後に $12.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，40分後に $14.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ の設定では10分後に $28.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，20分後に $31.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，30分後に

34.7℃，40分後に35.2℃に上昇した。

3. 水戻し及び調理方法

水戻しの浸漬方法は200 mlのビーカーに3～6 gの椎茸とその30倍量の5℃または25℃の蒸留水を入れ，装置の水浴中に固定し，超音波照射（以下照射と記す）を10，20，30および40分間行った（前処理）．引き続き恒温水槽（5℃または25℃）に静置し，全浸漬時間を1，2及び24時間とした．対照として照射を行わず，同条件下で浸漬した．この場合，椎茸の浮上防止用のガラス螺旋蓋を考案し設置した．

蒸し調理はアルマイト製蒸し器（24 cm 正方形）に水量 1.5 l を入れガスコンロで加熱し，200 ml のビーカーに水戻しした試料及び戻し汁と，水戻し後の椎茸重量の 0.8% に相当する食塩を加え，ラップフィルムで密封し沸騰した蒸し器に入れ，沸騰状態で40分間蒸した。

4. 測定方法

1) 吸水量

両銘柄の試料4片ずつ重量を計った。水戻し中の吸水量は各試料をステンレス製金網にとり、5分間自然に水切りした後、重量を測定して求めた。

2) 戻し汁の色調

各試料液は測色色差計（日本電色株式会社ND-1001-DP型）により透過で測定し、L, a・b値を得た。更にΔEで蒸留水との色差を示した。

3) RNAと5'-ヌクレオチドの定量

試料を直ちに氷冷し、これに過塩素酸（PCA）濃度5%になるように60% PCAを加え、氷冷しながらホモジナイズし200 mlに定容し試料液とした。

RNAの定量は、試料液を直前によく混和し10 ml取り、⁵⁶⁾ STS法によりRNA画分を調製し、260nmの吸光度により定量した。RNA量の算出は吸光係数 $E_{cm}^{1\%} = 286$ を使用した。

5'-ヌクレオチドの定量は、水戻しまたは調理した試料を直ちに戻し汁と菌傘に分離し、

戻し汁をメンブランフィルター（ $0.45\mu\text{m}$ ）で濾過し，その $20\mu\text{l}$ を高速液体クロマトグラフィー（HPLCと略記）で分析した．一方菌傘に5% PCA 20ml を加え氷冷しながらホモジナイズした．これを $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ・ $14,000\text{rpm}$ で13分間遠心分離し上清をとり，更に沈殿に5% PCA 15ml を加え同様にホモジナイズ・遠心分離を繰り返した．この上清を合わせ5N-水酸化カリウムで中和し， $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $3,000\text{rpm}$ で10分間遠心分離して生ずる沈殿を除去し，沈殿を少量の冷水で洗浄し洗液を上清と合わせ蒸留水で $50\sim 80\text{ml}$ に定容した後，メンブランフィルター（ $0.45\mu\text{m}$ ）で濾過し，その $20\mu\text{l}$ をHPLCで分析した．

①HPLCの条件：送液ポンプ665A-11（日立），カラム3013N（日立）， $4\text{mm}\phi\times 150\text{mmL}$ ，カラム温度 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，流速 $1.0\text{ ml}/\text{min}$ ，移動相は 0.067M 塩化アンモニウム- 0.01M リン酸二水素カリウム- 0.01M リン酸水素カリウムの60%アセトニトリル緩衝液，検出器は4200型（日立），

UV254nmで測定した。

②標準試薬はシグマ社製の5'-グアニル酸(5'-GMP), 5'-アデニル酸(5'-AMP), 5'-シチジル酸(5'-CMP), 5'-ウリジル酸(5'-UMP)を使用した。

4) 遊離アミノ酸の定量

水戻し前の椎茸を粉末にして約0.5g秤り70%エタノール50mlを加えた。一方水戻し後の椎茸とその戻し汁, またはそれらを調理したものは70%になるようにエタノールを加えてホモジナイズし100℃の恒温槽で30分間加熱還流後, 濾過し濾液を得た。抽出残渣は更に2回70%エタノール抽出した。濾液を合せて40℃で減圧濃縮しエーテルで脱脂後, pH2.2クエン酸リチウム緩衝液で定容し試料溶液とした。分析はアミノ酸自動分析計(日立L8500)を使用し, 生体成分分析法に従って行った。またレンチニン酸の定量も同時に行った。レンチニン酸は青柳らが単離したものを標準品⁵⁾²⁾⁵⁾³⁾とした。

5) 物性特性

クリープメータ（山電RE3305型）を用いて硬さ・凝集性・ガム性の測定を行った。測定条件はプランジャー5 mmφの円柱型，クリアランス4 mm，ロードセル2 kg，咀嚼スピード0.5 mm/sec。試料は水戻し後調理したものを8 mmの立方体に整形した。測定温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ で行った。

6) 官能検査

試料は調理した椎茸及び戻し汁を供試した。質問項目は戻し汁の色・味及び椎茸の香り・テクスチャー（歯ごたえ）・味・総合評価とした。パネルは食品栄養学科の学生（21歳²⁹）15人。検査法は2点嗜好試験法を用い，室温 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ で行った。

第2項 結果及び考察

1. 干し椎茸の水戻し条件と吸水量

上冬茹と上香信の浸漬水温 5°C 及び 25°C の条件での戻し時間による吸水量の変化をFig. 34に示す。いずれの温度条件でも照射の有無

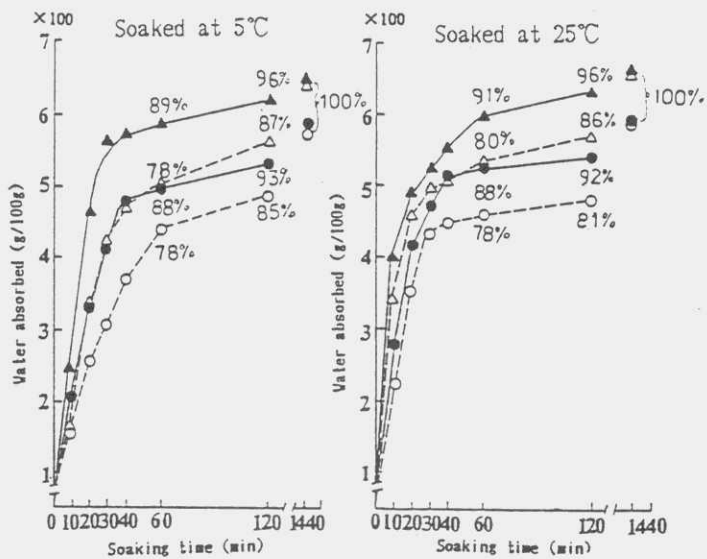


Fig. 34 Water absorption in soaking of dried shiitake mushrooms

Jyōdonko : — ● — Ultrasonication,¹⁾ -- ○ -- No ultrasonication²⁾
 Jyōkōshin : — ▲ — Ultrasonication,¹⁾ -- △ -- No ultrasonication²⁾

¹⁾ Samples treated with ultrasono-irradiation for 10~40 min (first half treatment) and soaked at 5°C or 25°C for 24 hrs.

²⁾ Samples soaked at 5°C or 25°C for 24 hrs.

にかかわらず前処理30~40分までは急速に吸水し、その後は緩慢な上昇を示した。照射した椎茸は照射しない椎茸より吸水量が多く、銘柄別では上香信の方が上冬菇より吸水量が多かった。ちなみに前処理40分間中において

照射時間30分以上の椎茸では表面に損傷が起り、浸漬液に濁りを生じた。一方10分照射では吸水量が少なかった。従って照射時間は20～30分が適当と判断された。水戻しに必要な時間の指標としては、青柳ら⁴⁹⁾の好適時間設定に基づき、すなわち照射しないで24時間戻した時の吸水量を平衡吸水量とし、その90%の吸水量になる時間を求めてみると、照射した椎茸は5℃では2時間で上香信96%、上冬茹で93%となり、一方25℃では上香信は1時間で91%、上冬茹は2時間で92%に達した。対照の照射しない上香信・上冬茹は2時間では90%に及ばなかった。従って浸漬水温5℃と25℃の条件において、照射が椎茸の吸水促進に有効と認めた。以上の結果から浸漬時間は2時間までとして実験を進めた。

2. 戻し汁の色調変化

椎茸の戻し汁の色調変化をTable 23に示す。浸漬水温5℃と25℃の水戻し条件では照射の有無にかかわらず、浸漬時間経過に伴い明度

Table 23. Changes in color of distilled water soaked dried shiitake mushrooms

Rehydration method		Ultrasonication ¹⁾				No ultrasonication ²⁾			
		Hunter value			$\Delta E^{3)}$ (NBS)	Hunter value			$\Delta E^{3)}$ (NBS)
Temp. (°C)	Soaking time (min)	L	a	b		L	a	b	
Jyōdonko									
5	10	93.0	0.4	7.0	9.9	97.9	0	1.6	2.6
	20	88.7	0.6	8.7	14.3	97.1	0	3.0	4.2
	30	84.7	0.7	9.5	18.0	97.1	0	3.3	4.4
	40	86.0	0.8	12.0	18.5	97.0	-0.2	4.8	5.7
	120	84.1	0.5	11.8	19.8	95.1	-0.5	5.7	7.5
	1440	84.7	0.6	13.5	20.4	92.4	0.1	11.8	14.0
25	10	91.4	0.4	7.3	11.3	98.7	-0.4	2.0	2.4
	20	86.4	0.8	11.2	17.6	97.8	-0.5	3.6	4.2
	30	81.8	1.2	13.6	22.8	96.7	-0.5	4.9	5.9
	40	79.7	1.5	15.0	25.3	96.0	-0.4	5.6	6.9
	120	79.1	2.2	17.2	27.2	95.0	-0.3	7.5	9.0
	1440	62.5	2.0	16.9	41.2	66.1	1.7	17.8	38.3
Jyōkōshin									
5	10	94.5	0.2	7.5	9.3	98.1	-0.1	3.9	4.3
	20	91.6	0.4	10.3	13.3	97.0	-0.1	6.0	6.7
	30	86.4	0.7	13.1	18.9	95.5	-0.1	7.6	8.8
	40	84.8	0.8	14.5	21.0	94.3	-0.1	8.6	10.3
	120	84.3	0.8	15.5	22.1	93.0	-0.1	10.8	12.9
	1440	82.3	0.8	18.9	25.9	89.5	-0.1	17.4	20.3
25	10	92.7	0.5	9.0	11.6	95.8	0.2	5.4	6.8
	20	87.8	0.8	12.2	17.3	93.8	0.2	8.2	10.3
	30	84.7	1.1	14.1	20.8	92.3	0.2	9.8	12.5
	40	82.2	1.3	15.4	23.6	91.3	0.4	11.0	14.0
	120	81.5	1.3	16.8	25.0	89.2	0.4	13.6	17.4
	1440	79.7	1.9	20.8	29.1	83.7	1.2	20.5	26.2

¹⁾ Samples treated with ultrasono-irradiation for 10~40 min (first half treatment) and soaked at 5°C or 25°C for 24 hrs.

²⁾ Samples soaked at 5°C or 25°C for 24 hrs.

³⁾ ΔE (color difference) : distilled water standard (L:100, a:0, b:0)
 1.5~3.0 : noticeable 3.0~6.0 : appreciable 6.0~12.0 : much
 12.0~ : very much.

は低下傾向を示し，色相では a 値の変化が少ないが，b 値の黄味度の変化は大きかった．蒸留水を基準とした色差の値は表に示す通りで，感覚的差は照射した上冬茹・上香信の戻し汁は much～very much，対照の照射しない上冬茹・上香信の戻し汁は noticeable～very much であり，何れも経時的に次第に変化した．照射した椎茸の色差は照射しないものに比し，かなり大きかった．また戻し汁の褐変は 5℃より 25℃の条件の方が強かった．

3. 物性変化

水戻し後調理した椎茸の物性特性値を Table 24 に示す．水戻し水温 5℃と 25℃の条件では，上冬茹・上香信を照射したもの(B.C)は，照射しないもの(A)に比し硬さとガム性の値は小さく，有意差が認められた．これは照射の影響を受けて椎茸の組織が膨潤，軟化したことによると考えられる．銘柄別では上香信は上冬茹より硬さとガム性の値は小さかった．しかし凝集性の値は銘柄や水戻し方法の影響

Table 24. Texture characteristics of the cooked dried shiitake mushrooms¹⁾

Temp.	Soaking method Time (min)	Jyōdonko			Jyōkōshin			
		Hardness (dyn/cm ²) ×10 ⁶	Cohesiveness 10 ⁻¹	Gumminess (dyn/cm ²) ×10 ⁶	Hardness (dyn/cm ²) ×10 ⁶	Cohesiveness 10 ⁻¹	Gumminess (dyn/cm ²) ×10 ⁶	
5°C	60	A	4.30±0.54	5.35±0.63	2.27±0.12	2.67±0.73	5.32±1.35	1.38±0.32
		B	2.69±0.35***	4.99±0.86	1.35±0.36***	1.65±0.34**	5.95±1.56	1.02±0.42*
		C	2.55±0.36***	5.36±1.45	1.56±0.15***	1.56±0.43**	6.34±1.28	0.97±0.45*
	120	A	3.72±0.80	6.07±0.69	2.24±0.43	2.00±0.39	6.76±0.79	1.35±0.36
		B	1.95±0.63***	6.41±1.12	1.34±0.55**	1.61±0.33*	6.35±0.62	1.02±0.20*
		C	1.83±0.78***	6.51±1.08	1.40±0.69**	1.55±0.31*	6.49±0.68	1.03±0.25*
25°C	60	A	4.47±1.20	5.17±1.38	2.25±0.68	2.56±0.63	6.45±1.27	1.57±0.59
		B	2.58±0.96**	4.95±0.66	1.25±0.51**	1.60±0.26***	6.40±1.20	1.03±0.20*
		C	2.37±0.53***	6.10±0.69	1.47±0.40**	1.61±0.41**	6.40±1.12	1.01±0.22*
	120	A	3.10±0.90	5.42±0.68	1.62±0.34	2.74±0.31	5.76±0.64	1.59±0.36
		B	2.21±0.66*	6.18±0.98	1.37±0.48**	1.57±0.29***	6.34±1.28	0.99±0.18***
		C	1.93±0.43**	6.25±0.93	1.13±0.19**	1.62±0.10***	6.11±0.32	0.99±0.05***

Soaking method (A : No ultrasonication B : Ultrasonication for 20 min
C : Ultrasonication for 30 min)

¹⁾ Values represent the means±S.D. of 10 determinations.

* Significantly different from A group (p<0.05).

** Significantly different from A group (p<0.01).

*** Significantly different from A group (p<0.001).

を受けなかった。照射時間についてみると、上冬菇では30分照射(C)が20分照射(B)より硬さの値が若干小さく、全浸漬時間では2時間が1時間より小さく、軟化することが示された。一方上香信では硬さはほぼ一定の値であり、照射は20分、全浸漬は1時間でよいこ

とを示した。椎茸の水戻しには前処理として照射したものの方が照射しないものに比し物性変化が大きく、照射の作用を受けたことが推察された。

4. RNAと5'-ヌクレオチドの消長

水戻し中の椎茸の呈味成分の消長を明らかにする目的で、RNAの残存量の変化を調べTable 25に示す。本報の水戻し条件では上冬菇

Table 25. Effect of soaking on RNA content of dried shiitake mushrooms¹⁾

(%)

Sample	Temp. (°C)	Total soaking time (min)	Jyōdonko			Jyōkōshin		
			No ultrasonication	Ultrasonication		No ultrasonication	Ultrasonication	
				20 min	30 min		20 min	30 min
Raw	5	60	1.39±0.17	1.35±0.10	1.26±0.08	1.71±0.10	1.74±0.04	1.74±0.05
		120	0.91±0.01	0.90±0.46	0.85±0.05	1.44±0.03	1.43±0.08	1.14±0.01
	25	60	1.13±0.04	1.17±0.01	1.29±0.03	1.46±0.03	1.41±0.05	1.56±0.03
		120	0.97±0.03	1.09±0.10	1.04±0.31	1.15±0.02	1.05±0.11	0.82±0.03
Cooked	5	60	0.79±0.09	0.75±0.01	0.78±0.04	0.86±0.07	0.86±0.01	0.80±0.04
		120	0.63±0.05	0.66±0.03	0.67±0.07	0.68±0.11	0.67±0.04	0.69±0.03
	25	60	0.75±0.04	0.74±0.11	0.74±0.06	0.74±0.05	0.73±0.08	0.71±0.04
		120	0.50±0.01	0.52±0.08	0.54±0.01	0.48±0.03	0.49±0.01	0.65±0.11

¹⁾ Values represent the means±S. D. of 4~5 determinations.

Crude RNA content : jyōdonko 1.50±0.13% jyōkōshin 1.79±0.06%

と上香信共に照射しないものと20分照射したものはほぼ同等値を示し、30分照射の値では試料間に若干差が認められた。また浸漬1時間のものは浸漬2時間のものに比し、何れも高い傾向を示したが、浸漬水温5℃と25℃との比較では一定の傾向が見られなかった。調理した椎茸では加熱により明らかにRNA量は減少傾向を示したが、前処理の30分までの照射によるRNAの変化は認められず、RNA量に照射はほとんど影響を与えないと判断される。

次に上冬菇・上香信中の5'-ヌクレオチドの含量をTable 26に示す。上冬菇では水戻した生の椎茸は試料間に差が認められたが水戻し条件により一定の傾向が認められず、照射による影響は特に指摘するほどではないように思われた。調理の影響をみると、大幅に値が増加し、水戻した生の椎茸より5'-GMPでは約13倍、5'-AMP・5'-UMP・5'-CMPでは約5～6倍に増加した。しかし水戻し条件によ

Table 26. Effect of soaking on 5'-nucleotides content of dried shiitake mushrooms¹⁾

(mg/100g)

Sample	Component	Temp. (°C)	Total soaking time (min)	Jyōdonko			Jyōkōshin		
				No ultrasonication	Ultrasonication		No ultrasonication	Ultrasonication	
					20 min	30 min		20 min	30 min
Raw	5'-GMP	5	60	3.74	3.60	3.76	5.01	4.13	3.07
			120	3.74	4.07	5.09	4.08	6.37	5.13
	25	60	60	3.48	7.24	4.69	3.75	3.07	5.23
			120	7.35	5.41	3.75	3.41	4.00	3.91
	5'-AMP	5	60	11.17	7.72	15.23	11.20	13.60	7.02
			120	10.48	7.15	10.99	10.10	9.67	4.83
	25	60	60	10.33	9.43	10.64	10.06	7.56	5.06
			120	9.98	8.87	9.62	5.33	4.37	6.72
	5'-UMP	5	60	10.00	13.51	9.34	7.41	12.12	13.60
			120	12.67	10.50	12.79	9.67	15.19	7.94
	25	60	60	12.30	12.67	12.27	11.69	11.07	11.95
			120	13.69	12.86	13.21	9.96	11.32	12.96
5'-CMP	5	60	5.98	6.79	5.87	4.39	8.10	7.49	
		120	6.49	6.01	4.82	5.93	7.44	3.36	
25	60	60	6.36	6.42	7.38	5.09	4.01	5.22	
		120	5.91	5.98	6.99	6.63	8.11	8.29	
Cooked	5'-GMP	5	60	60.99	70.96	64.45	99.53	96.51	85.18
			120	63.91	57.69	55.74	81.43	83.83	103.30
	25	60	60	80.05	68.55	64.34	92.19	86.90	101.84
			120	64.60	89.91	74.58	80.00	86.36	80.86
	5'-AMP	5	60	79.06	61.14	71.72	93.24	104.49	72.44
			120	53.90	59.22	50.16	96.44	95.67	83.31
	25	60	60	52.11	64.18	52.40	82.22	81.00	79.65
			120	66.62	72.82	55.94	71.04	66.67	64.33
	5'-UMP	5	60	79.97	63.63	62.25	91.75	106.24	91.72
			120	48.09	49.06	47.96	107.62	104.23	92.72
	25	60	60	52.63	62.93	64.40	81.62	85.01	88.28
			120	55.35	75.18	66.18	70.29	78.66	75.88
5'-CMP	5	60	35.19	32.58	28.66	49.68	61.04	41.00	
		120	24.43	26.52	19.08	60.55	54.96	45.78	
25	60	60	25.78	27.69	30.62	42.39	40.07	45.07	
		120	31.67	37.50	40.00	41.05	48.65	45.63	

¹⁾ Values represent the means of 4 determinations.

る一定の傾向は見られず，照射による影響は受けないと考えられる．一方上香信の5'-GMP, 5'-AMP, 5'-UMP, 5'-CMPの含有量は水戻しした生のもものでは上冬茹とほぼ同等値を示し，調理した上香信の値は上冬茹より高い傾向を示した．青柳⁴⁹⁾らは椎茸の水戻し及び加熱プロセスにより何れもRNA量は減少し，逆に5'-GMPは大幅に増加すると述べていることと一致していた．

5. 遊離アミノ酸量とレンチニン酸量

椎茸の呈味に關与する遊離アミノ酸組成とその香り成分であるレンチオニンの前駆物質であるレンチニン酸の消長を調べるため，典型的な一例として上冬茹を用い，浸漬水温5℃と25℃の条件で，2時間浸漬後調理したものについて検討した（Table 27）．試料により若干差がみられたが，何れもグルタミン酸・アラニン・グリシンなどの呈味に關する成分が椎茸中に多く含有していることを認めた．照射の有無別にみると，遊離アミノ酸の値の

Table 27. Effect of soaking on free amino acids and lentinic acid content
of dried shiitake mushrooms ¹⁾ (cooked jyōdonko)
(μ mol/g)

Component	Soaked at 5 °C for 120 min			Soaked at 25 °C for 120 min			Dried shiitake (crude)
	No ultrasonication	Ultrasonication		No ultrasonication	Ultrasonication		
		20 min	30 min		20 min	30 min	
Asp	3.76	3.13	3.64	1.82	3.13	2.65	6.08
Thr	12.35	11.02	14.24	9.97	10.33	12.28	5.55
Ser	9.49	8.23	10.82	7.54	8.93	10.19	3.86
Asn	7.96	7.43	8.86	7.25	9.29	6.80	4.42
Glu	32.44	35.37	39.28	37.49	38.92	37.04	23.58
Gly	13.68	11.16	16.04	11.30	13.54	13.18	5.98
Ala	27.07	22.54	32.65	32.02	38.56	40.59	12.54
Val	8.93	8.37	10.33	6.98	7.04	9.27	3.38
Cys	7.40	6.43	7.40	5.02	6.14	2.65	1.64
Met	0.77	0.77	0.97	1.26	1.16	1.39	0.58
Ile	4.19	3.98	4.81	3.76	4.12	4.95	1.64
Leu	5.58	5.24	6.84	6.62	6.99	8.10	1.93
Tyr	6.12	6.07	7.04	4.32	2.86	4.81	3.42
Phe	6.35	6.14	7.40	5.36	4.88	6.28	2.46
Lys	14.58	13.68	16.81	8.23	8.10	11.93	6.03
His	6.21	5.92	7.25	3.91	4.12	5.36	3.95
Arg	10.82	10.75	13.61	3.91	5.44	10.60	5.84
Pro	5.24	4.54	6.21	4.12	6.28	6.21	2.85
Orn	14.58	14.24	16.04	3.64	4.54	6.91	7.57
Trp	1.12	0.92	1.04	0.63	0.85	1.04	0.43
β -Ala	1.12	0.92	1.19	1.12	1.12	0.90	1.25
Total A.A.	199.76	186.85	232.47	166.27	186.37	203.13	104.98
Lentinic acid	8.48	8.45	6.39	5.54	5.28	3.96	13.26

¹⁾ Values represent the means of 4 determinations.

差は個体差によるものと考えられ、照射の影響はわずかに過ぎないと推測された。またレ

ンチニン酸については，照射したものは照射しないものに比し何れも若干低値を示した。

安本ら，岩見らの^{5 7) ~ 6 2)}報告では，レンチニン酸は γ -グルタミルトランスフェラーゼとC-S-リアーゼにより分解され，椎茸の香り成分のレンチオニンを生成すると述べており，佐々木ら^{5 1)}は椎茸中のレンチニン酸は水戻し及び加熱調理によって減少することを認めている。本実験の照射したものはレンチニン酸の減少割合が若干高く，水戻しの状態では椎茸特有のレンチオニン量は多くなると思われるが，蒸し加熱の段階においてレンチオニンは分解し香りが多少失われるものと推察された。なお上香信でも同様な結果が得られた。

6. 官能評価

水戻し後，調理した椎茸の官能検査の結果をTable 28に示す。水戻しの浸漬温度の影響を調べるため検査①では上冬菇，検査②では上香信を用い，照射した椎茸で浸漬温度5℃と25℃とを比較した。検査①，検査②共にす

Table 28. Results of sensory evaluation of the cooked shiitake mushrooms

Sample		Inspection ①		Inspection ②	
		Jyōdonko		Jyōkōshin	
		Ultrasonication 20 min		Ultrasonication 20 min	
Item		Soaked at 5°C for 120 min	Soaked at 25°C for 120 min	Soaked at 5°C for 60 min	Soaked at 25°C for 60 min
		Soup stock	Color	6	9
	Taste	5	10	6	9
Shiitake	Flavor	7	8	8	7
	Texture	7	8	8	7
	Taste	9	6	9	6
	Overall	5	10	9	6

Sample		Inspection ③		Inspection ④		Inspection ⑤	
		Jyōdonko		Jyōkōshin		Jyōdonko	
		Ultrasonication 20 min	No ultrasonication	Ultrasonication 20 min	No ultrasonication	Ultrasonication 20 min	No ultrasonication
Item		Soaked at 25°C for 120 min		Soaked at 5°C for 60 min		Soaked at 25°C for 60 min	
		Soaked at 25°C for 120 min		Soaked at 25°C for 120 min		Soaked at 25°C for 120 min	
Soup stock	Color	9	6	12*	3	10	5
	Taste	10	5	11	4	12*	3
Shiitake	Flavor	7	8	6	9	5	10
	Texture	12*	3	12*	3	6	9
	Taste	8	7	7	8	9	6
	Overall	10	5	10	5	8	7

Examination method : pair-test, significant difference : * $p < 0.05$.

Score is the average of evaluation of 15 panel members.

すべての項目で有意差がなかった。しかし理化学的性状の結果を鑑み、上冬茹は25℃で1時間又は2時間、上香信は5℃で1時間の条件を選出し官能検査を進めた。次に前処理の照射の影響を調べるために、検査③では上冬茹、検査④では上香信を用い、照射した椎茸と照射しない椎茸とを比較した。上冬茹ではテクスチャーの項目において、照射したものが照射しないものより柔らかく、コンニャクの様なぷりぷりした感触があり有意に好まれる評価であった。この評価は前述の物性特性値の硬さの値が小さく、凝集性の値が若干大きかったことに関連し、水戻し中の照射操作によって物性が変化したことと一致している。一方、上香信では、戻し汁の色において照射したものが照射しないものより色が濃く有意に好まれる色であった。上述で照射したものは赤味度と黄味度の値が大きく汁の褐変化が進み、試料間にかなり色差がみられたことに対応して良好と評価されたものと考えられる。

テクスチャー項目においても照射したものが柔らかく、歯ごたえも適当であり有意に好まれた。検査⑤では浸漬時間の短縮を目的に、上冬茹を用い、照射の有無の比較をした。戻し汁の味において、照射したものは照射しないものより旨味を感じ有意に美味しいと評価され、他の項目では有意差なしの判定であった。従って椎茸を水戻しする上で、照射を取り入れた方法は嗜好性の高い戻し汁が得られ、水戻し時間も短縮できる点で有効であった。

第2節 干瓢の水戻し法

干瓢の調理は戻すことが必要であり，特に多くの調理書に記されている塩もみ操作は干瓢の吸水を促進し組織を膨潤させ，調味料の浸透を均等化し，干瓢の引張強度や破断強度を低下させ，その上加熱時間を短縮させると報告されている⁶⁾³⁾⁶⁾⁴⁾．しかし家庭における干瓢の使用頻度が低いため塩もみ操作を知らない女子大学生も見られ，また大量炊事における塩もみ操作は手間がかかり省略されることもある．そこで本研究では迅速な干瓢の戻し方を見出す目的で，戻し操作法に超音波照射を行うことを考えた．また干瓢は生産後1年を経過すると，褐変現象により商品価値が低下すると言われているので，1990年産と1991年産の製品の性状を比較した．この際超音波照射を行わず，単なる水戻しをした場合と比較して超音波照射効果の検討を行った．

第1項 実験方法

1 試料及び浸漬液

干瓢は栃木県の干瓢商業共同組合より1991年8月上旬に入手した1990年品と1991年品であり共に盛夏に収穫・加工の無漂白のもので、1本約2m、重量は10～13gである。水分量は1990年品21%、1991年品22%、色調はHunter表色値1990年品L:63.4, a値:0.5, b値:14.4, N:40.5, 1991年品L:68.4, a値:-1.9, b値:10.1, N:24.9であった。干瓢の保存はポリエチレン容器に入れ密封し、5℃で保存し随時用いた。浸漬液は干瓢の重量の30倍の蒸留水或いは食塩水(2%, 4%, 8%)を用い、浸漬液の温度を20℃とした。

2 超音波発振装置

超音波発振は超音波洗浄機(本多電子株式会社, W-113型, 周波数28kHz)を使用した。但し発振装置内の水量2ℓ, 水温20℃に周囲を氷で冷却し調節した。

3 試料調製法

(1) 前処理操作

200 ml のビーカーに干瓢5gと各浸漬液を入

れ，超音波装置の水浴中で定位置に固定し，超音波照射を5, 10, 15 および20分間行った。同条件下で，超音波発振を行わず，静置し戻したものを対照とした。戻した干瓢を秤量し20倍量の蒸留水で30秒洗浄し試料とした。

(2) 水煮の方法

アルマイト製一重角蒸し器（24 cm 正方形）に水1.5 l を入れ 600 W 電熱器にて加熱し，沸騰時に 200 ml のビーカーに試料と蒸留水（試料の重量の15倍）を加えラップフィルムで密封し蒸し器に入れ，30分間加熱した。

4 測定方法

1) 吸水量

前処理後の干瓢または水煮後の干瓢をステンレス製金網上にとり，5分間自然に水切りした後，重量を測定して求めた。

2) 色調

戻し汁を測色色差計（日本電色株式会社 1001-DP 型）で干椎茸と同様に測定した。

3) 物性特性

クリープメータ(株式会社山電 RE-3305)を用い, 一定ひずみ50%の時の応力を測定した。測定条件はプランジャーNo.49のくさび型, クリアランス5mm, スピード0.5mm/sec. 試料は水煮後30分間放冷後, 長さ4cm, 巾2cm, 厚さ約1cm(平均 7 ± 2 枚の干瓢を重ねた)に整形した。測定温度 20 ± 1 ℃とした。なお測定は10回行い平均値を求めた。

4) 官能評価

試料は前処理後の干瓢に15倍量(W/W)の昆布と椎茸の出し汁を加え, 20分間水煮した後, 調味液(出し汁に対し醤油12%と砂糖10%)を添加し再び10分間加熱した。これを5分間自然に水切りした直後, 試食した。質問項目は色・テクスチャー(歯ごたえ)・味・総合評価の4項目とした。パネルは食品栄養学科²⁹⁾学生(21歳)15~18人で行った。検査法は2点嗜好試験法, 順位法(kramerの検定)を用い, 室温20℃で行った。

第2項 結果及び考察

1. 水戻し条件と吸水量

吸水量の変化を測定した結果をFig.35に示す。水戻しでは何れの条件においても浸漬開

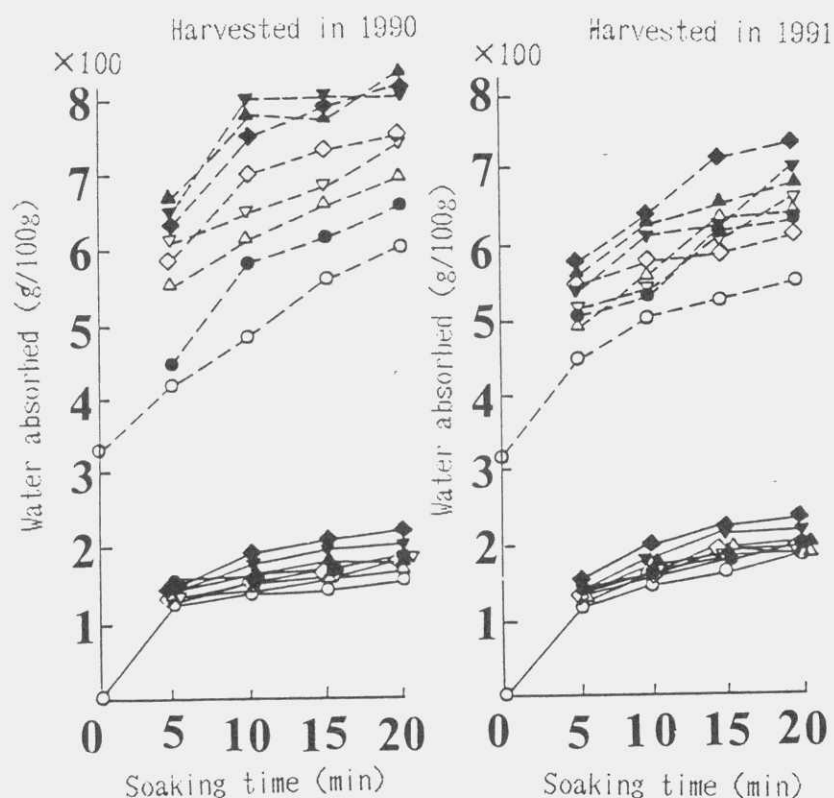


Fig.35. Water absorbed into kanpyōs during soaking

Raw sample : — , Cooked sample : ---- .

Kanpyō was rehydrated by ultrasono-irradiation in 150ml of distilled water (●), 2% sodium chloride solution (▲), 4% sodium chloride solution (▼), or 8% sodium chloride solution (◆). Kanpyō was also rehydrated by no ultrasono-irradiation in 150ml of distilled water (○), 2% sodium chloride solution (△), 4% sodium chloride solution (▽), or 8% sodium chloride solution (◇).

始 5 分間までに急速に吸水し，その後も時間経過と共にゆるやかに上昇を示した．また照射した干瓢は照射しない干瓢より吸水が若干上回った．浸漬液については照射の有無にかかわらず，食塩水（2%，4%，8%）を使用したものが蒸留水を使用したものより吸水量は若干多く，特に8%食塩水のものが大きかった．また1990年品の方が1991年品より単位重量当たりの吸水量が何れも上回っていた．一般的に干瓢の戻しには水煮の方法が用いられるが前処理後の干瓢を水煮したものの吸水量は4～8倍増加し，試料間の差が広がったが，加熱前とほぼ同じ様な傾向が認められた．参考に1991年品で，試料に8%の食塩を用いて手もみ操作を20回，50回行い，それぞれ試料の20倍の水で30秒洗浄後，更に同条件下で水煮した場合，吸水量は干瓢100g当たりで20回もみのものが平均 $529 \pm 26\text{g}$ ，50回もみのものが平均 $540 \pm 14\text{g}$ であった．この値は8%食塩水で5分照射したものの平均 $575 \pm 21\text{g}$ に比べて

低く，照射した干瓢と手もみ（20回と50回）との間には，何れも5%の危険率で有意差が認められ，超音波照射は干瓢の吸水促進に優れていることを確認した。

2. 物性特性値の変化

水煮後の干瓢の厚さの50%ひずみの応力値を測定し，結果をFig.36に示す。干瓢（1990

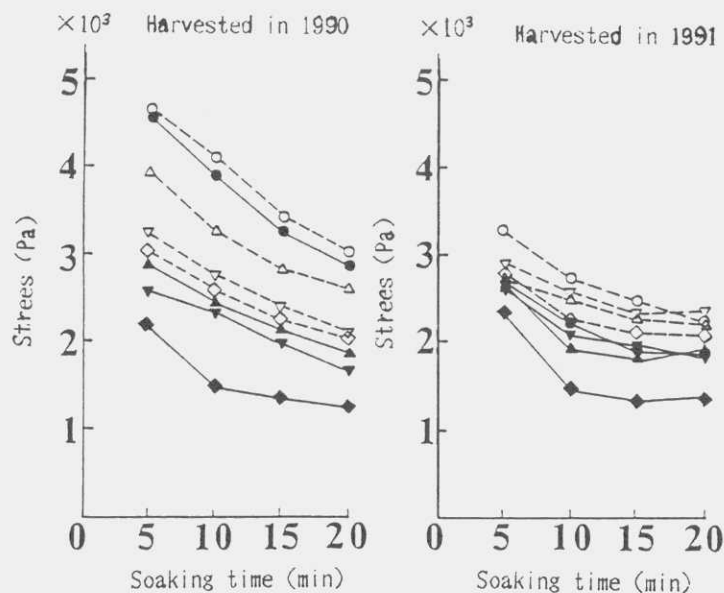


Fig.36. Texture characteristics of cooked kanpyōs

Kanpyō was rehydrated by ultrasono-irradiation in 150ml of distilled water (●), 2% sodium chloride solution (▲), 4% sodium chloride solution (▼), or 8% sodium chloride solution (◆). Kanpyō was also rehydrated by no ultrasono-irradiation in 150ml of distilled water (○), 2% sodium chloride solution (△), 4% sodium chloride solution (▽), or 8% sodium chloride solution (◇).

年品と1991年品)の照射したものは照射しないものより, どの処理条件においても応力が低値を示し柔らかくなった. 浸漬液の相違については照射の有無にかかわらず, 蒸留水使用に比べ食塩水使用の試料は応力値がおおよそ1000~3000Paと低値で, 食塩水を用いることは干瓢の硬さを低下させた. 特に8%食塩水中で照射した干瓢は顕著に低値を示し, 10分以上照射した試料は煮くずれるものも現れ始め, 1990年品では実用上やわらか過ぎる状態となった. また照射時間についてみると, 1990年品は時間経過に伴い応力値が何れも低下した. 一方1991年品では10分照射までは急速に低下し, その後緩慢となり15分後平衡状態に達した. 従って照射時間は5~10分が適当と思われた. 干瓢料理は主にすしの具であるが, 茶巾ずしや昆布巻きなどの結び紐に使うこともあるので, ある程度の強度を必要とする場合もあり, 用途別の配慮を要する. 参考に1991年品の試料に8%の食塩を用いて手もみ操作を

20回と50回行い，水煮した場合の応力値は前者平均 $2000 \pm 300\text{Pa}$ ，後者平均 $1900 \pm 200\text{Pa}$ であった。

3) 物性特性値と吸水量との関連

水煮した干瓢の物性特性値が高いものは吸水量が少なかったもので，これらの間に相関関係があるのではないかと考え，応力値と吸水量との相関を調べた結果をFig. 37に示す。

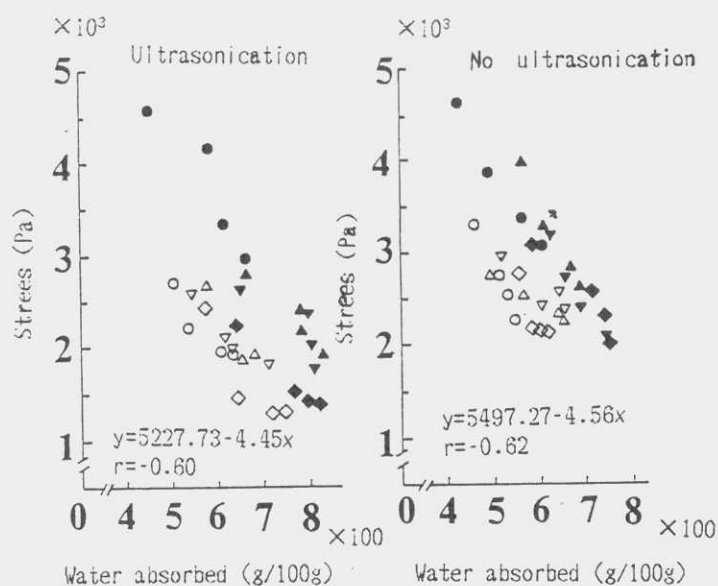


Fig.37. Interrelationship between water absorbed in kanpyōs during in cooking and texture characteristics

- (Soaking liquid)
- Kanpyō harvested in 1990—
 - distilled water (●)
 - 2% sodium chloride solution (▲)
 - 4% sodium chloride solution (▼)
 - 8% sodium chloride solution (◆)
 - Kanpyō harvested in 1991—
 - distilled water (○)
 - 2% sodium chloride solution (△)
 - 4% sodium chloride solution (▽)
 - 8% sodium chloride solution (◇)

両者の間には逆相関関係が見られ，照射した干瓢は $r = -0.60$ ，照射しない干瓢は $r = -0.62$ となり，干瓢の柔らかさは吸水量の増大が一要因であると考えられる。

4) 色調変化

干瓢の戻し汁の色調変化をTable 29に示す。蒸留水を用いた戻し汁の色調では照射の有無にかかわらず，どの試料も処理時間延長と共に明度が若干低下し，色相ではa値は変化が少ないが，b値の黄味度の変化が大きかった。蒸留水を基準とした色差では1990年品を照射した戻し汁は5.9～9.2NBS，照射しない戻し汁は4.7～7.8NBSで，感覚的差は何れもappreciable～muchの範囲にあり，一方1991年品を照射した戻し汁は1.5～2.8NBSでnoticeable，照射しない戻し汁は1.0～2.2NBSでslight～noticeableへと次第に変化した。すなわち照射した干瓢は照射しない干瓢に比し色差がやや大きかった。また1990年品の戻し汁は1991年品の戻し汁に比し色差がかなり大

Table 29. Changes in color of distilled water and sodium chloride solution soaked kanpyō

Erar ¹⁾	Conc of sodium chloride (%)	Soaking time (min)	Ultrasonication				No ultrasonication			
			Hunter value			$\Delta E^{2)}$ (NBS)	Hunter value			$\Delta E^{2)}$ (NBS)
			L	a	b		L	a	b	
-		0	100	0	0	-	100	0	0	-
'90	0 (Distilled water)	5	97.7	-0.7	5.4	5.9	98.0	-0.6	4.2	4.7
		10	96.4	-0.9	7.0	7.9	97.7	-0.8	5.9	6.4
		15	95.9	-1.0	7.4	8.5	97.2	-0.8	6.4	7.0
		20	95.9	-0.9	8.2	9.2	96.6	-0.8	7.0	7.8
	2	5	97.4	-0.7	5.4	6.0	98.0	-0.6	4.4	4.9
		10	96.2	-0.8	7.3	8.3	96.8	-0.7	5.9	6.7
		15	95.6	-0.9	7.4	8.7	96.9	-0.8	7.0	7.7
		20	95.3	-0.9	8.3	9.6	96.4	-0.8	7.2	8.1
	4	5	97.0	-0.6	5.6	6.4	97.9	-0.6	4.7	5.2
		10	96.2	-0.8	7.3	8.3	96.9	-0.8	6.3	7.1
		15	94.9	-0.9	7.6	9.2	96.5	-0.8	7.0	7.9
		20	94.9	-0.8	8.8	10.2	95.8	-0.8	7.5	8.6
	8	5	96.9	-0.7	6.1	6.1	97.2	-0.6	4.9	5.7
		10	96.1	-0.8	7.6	8.6	96.2	-0.7	6.8	7.8
		15	94.9	-0.9	7.9	9.4	95.0	-0.8	7.3	8.9
		20	94.2	-0.9	9.1	10.8	95.0	-0.8	7.3	8.9
'91	0 (Distilled water)	5	98.9	-0.3	1.0	1.5	99.4	-0.2	0.8	1.0
		10	98.8	-0.3	1.5	1.9	99.1	-0.3	1.1	1.5
		15	98.4	-0.3	2.0	2.6	98.8	-0.3	1.4	1.9
		20	98.2	-0.4	2.1	2.8	98.6	-0.4	1.7	2.2
	2	5	98.8	-0.3	1.0	1.6	99.4	-0.2	0.8	1.0
		10	98.4	-0.3	1.5	2.2	98.8	-0.3	1.1	1.7
		15	98.4	-0.3	2.0	2.6	98.4	-0.3	1.5	2.2
		20	98.2	-0.4	2.2	2.9	98.3	-0.3	1.8	2.5
	4	5	98.5	-0.2	1.2	1.9	99.3	-0.2	0.8	1.1
		10	98.0	-0.3	1.7	2.6	98.6	-0.3	1.3	1.9
		15	98.0	-0.3	2.1	2.9	98.6	-0.3	1.7	2.2
		20	97.6	-0.3	2.2	3.3	98.3	-0.3	1.9	2.6
	8	5	98.2	-0.3	1.5	2.4	98.6	-0.2	0.8	1.6
		10	98.0	-0.3	1.9	2.8	98.1	-0.2	1.3	2.3
		15	97.3	-0.4	2.0	3.4	97.8	-0.3	1.7	2.8
		20	97.3	-0.4	2.3	3.6	97.1	-0.3	2.1	3.6

¹⁾ harvested in 1990 and 1991.

²⁾ ΔE ; 0.5~1.5 : slight, 1.5~3.0 : noticeable, 3.0~6.0 : appreciable, 6.0~12.0 : much.

きく褐変が進んでいたことが推察された。この褐変については干瓢の原料のユウガオの果実の苦渋味成分であるタンニンの酸化により変色し主に自動酸化であるが酵素酸化もあり、その酵素はポリフェノールオキシターゼでクロロゲン酸やカテキンなど遊離している低分子のものがキノンとなり、その後非酵素的に重合褐変して行き、干瓢は飴色（薄茶色）に変色すると報告されている⁶⁵⁾。一方食塩水を用いた戻し汁の色調でも蒸留水の色調変化と類似の傾向を示し、食塩水の濃度増加に伴い色差（蒸留水を基準とした）が漸増し、照射したものが照射しないものより色差値が大きかった。また1990年品は1991年品に比べて戻し汁の色差が顕著に大きく、1990年品の干瓢の薄茶色が脱色されたことを示唆していた。従って照射は干瓢の脱色にも有効と考えられた。ちなみに市販品の干瓢は保存と漂白の目的で二酸化硫酸処理を行う場合が多く、食品衛生法ではSO₂として残存量が5g/kg未満と規定

している。市販品の干瓢のSO₂残存量は1～3g/kgで、調理により約1/30に減少すると述べられている^{6 4)6 6)}。この残存二酸化硫酸塩の問題については、著者は蔬菜類・果実類の含銅農薬や洗剤などの除去に超音波照射が有効であると認めていることから、干瓢のSO₂除去にも効果があるものと推察される。

5) 官能評価

干瓢の水戻しの浸漬液には食塩水が吸水を促進し、物性特性値を低下させ組織を軟化させるなど比較的良い成績であったことから、2%、4%、8%の食塩水毎のグループに分け、照射時間について総合評価（色・歯ごたえ・味の総合）の良いものを選んだ。結果をTable 30に示す。2%食塩水で10分照射の干瓢、4%食塩水で10分照射の干瓢、8%食塩水で5分照射の干瓢の3試料が好ましいものとして選ばれた。更にこの3試料について嗜好性の高いものを選出し、その結果をTable 31に示す。検査①では、テクスチャー、味の好みには有意差が

Table 30. Results of overall (color, texture, taste) sensory evaluation of the cooked kanpyo¹⁾

Conc of sodium chlorid (%)	Ultrasonication time (min)			
	5	10	15	20
2	48*	28*	38	36
4	47*	27*	41	35
8	28*	38	42	42

Examination method : ranking method.

Score is the ranking total of 15 panel members.

Significant difference : * p<0.05.

¹⁾ Kanpyo harvested in 1991.

Table 31. Results of sensory evaluation of the cooked kanpyo

Item \ Sample ¹⁾	Inspection ①		
	Ultrasonication time (min)		
	10	10	5
	Conc of sodium chloride		
	2%	4%	8%
Color	34	33	23*
Texture (Chewy)	35	28	27
Taste	36	29	25
Overall	36	31	23*

Examination method : ranking method.

Score is the ranking total of 15 panel members.

Significant difference : * p<0.05.

¹⁾ Kanpyo harvested in 1991.

Item \ Sample	Inspection ②		Inspection ③	
	Harvested in 1991		Harvested in 1990	Harvested in 1991
	Ultrasonication 5 min 8% Sodium chloride	Soaking time 20 min (No ultrasonication)	Ultrasonication 5 min	8% Sodium chloride
Color	11	7	8	10
Texture (Chewy)	9	9	7	11
Taste	14*	4	5	13
Overall	10	8	4	14*

Examination method : pair-test, significant difference : * p<0.05

Score is the ranking total of 18 panel members.

なく，色では8%食塩水で5分照射が最も好まれ，2%と4%の食塩水で10分照射の間には差がみられなかった．総合的な好みでも，8%の食塩水で5分照射が他の2試料より有意に好まれた．検査②では，8%食塩水で，5分照射した干瓢と照射しないで20分浸漬した干瓢とを比較した．5分照射した干瓢の方が味が良くしみて美味しいと感じ有意に好まれる評価であった．ゆえに照射は添加した調味料の浸透を促し食味の向上に効果的であった．検査③では干瓢の生産年度の違いについて検討した．理化学的性状の測定結果より両試料共に8%食塩水で5分照射したものが短時間処理で有利と考えて比較した．色・テクスチャー・味の項目では試料間に有意差はなかったが，総合評価では有意差があり，1990年品は好まれず劣る評価であった．前述の吸水量（Fig. 35）の結果を見ると，1990年品の干瓢の方が吸水が多かった．従って組織の膨潤が過大となり，一部煮くずれを生じ，テクスチャーに悪

影響を及ぼし、やや劣る評価に関与したものと考えられる。

以上 干し椎茸・干瓢の水戻し法の実験については、日本家政学会誌⁶⁷⁾、調理科学⁶⁸⁾にそれぞれ報告している。

第7章 総括

超音波照射を食品加工・調理に適用する実証的研究は現在も数少ない。著者は超音波洗浄機の乳化・洗浄などの作用に着目し、植物・動物性食品に超音波照射を適用し、超音波照射の加工・調理への利用効果についての究明を指向した。

1 超音波照射に伴う乳化作用を利用し、超音波照射による簡便なマヨネーズ調製法を考案し、その製品の物性特性や乳化状態及び嗜好性などについて調べて、実用性の検討を試みた。

超音波照射法の少量（200g程度）のマヨネーズ調製法は、ガラス棒による毎分60回の補助的に手動攪拌を行うのみで十分であるが、対照の手動攪拌（ガラス棒・ステンレス製泡立器を使用）の場合には、毎分180回攪拌が必要で、この点、超音波照射法は若干有利であり、動作上速かに安定なマヨネーズを作製することが可能である。また卵黄は鮮度が高

いほど乳化しやすく，食塩・酢などは添加量の相違により作製された製品の物性特性値に若干の影響が認められた．官能評価では超音波照射法の製品が泡立器使用の製品より，色・舌ざわりの滑らかさ・総合評価において有意に好まれる評価であった．一方多量（1 kg 以上）のマヨネーズ作製の超音波照射法は，調製原料の油・酢など 10 ± 2 ℃に調製し，照射前に約 $1/3$ 量の油と食塩・胡椒・洋辛子・酢を混合し最後に卵黄を入れ，10～25分連続照射を行う．照射中に残りの油脂を一度に約 $1/3$ 量ずつ2回に添加し，この間油の浮上を防ぐため装置付属の金網を用いて毎分12回の速度で上下させ混和し，また品温を 30 ℃以下に保ち調製すると，乳化の極めて安定なマヨネーズが確実にできた．対照の電気攪拌法では，乳化状態がよく硬いが初期の油脂添加に注意し少量ずつ滴下しないと分離をまねき失敗することが7%あった．その上，滴下中に油が飛び散り易く注意を要した．また官能評

価では照射10～25分間のマヨネーズは上からかけるなどソース用として好まれ、舌ざわりの滑らかに感ずる点でやや優れていたが、総合的な評価は電気攪拌法のマヨネーズと有意差は認められなかった。更にこれらマヨネーズの油脂の性状変化について検討を加えたが、超音波照射法の製品と市販品ではAV・POV・IV・TBA 値の経日変化は極めて僅少であった。従って超音波照射法によって油脂の酸化が促進されることは認められなかった。なおこの研究の結果について企業からの申し出があり、現在広く利用されている。

2 超音波照射に伴う洗浄作用を食品に利用して蔬菜・果実類に付着した含銅農薬や洗剤及び塵埃の除去効果並びに食品組織に及ぼす影響について調査した。蔬菜・果実に対する超音波照射は、含銅農薬付着による残留 Cu^{2+} の除去、塵埃脱離や洗剤付着による残留DBSの除去に有効であることが明らかとなった。しかし処理条件によっては組織や細胞を損傷

し食用に供し難くなる恐れが問題と判明した。本研究の条件によると、照射時間はぶどうでは10分間以内、パセリでは5分間以内、サラダ菜といちごでは1～2分間が適当であった。また含銅農薬付着パセリからの Cu^{2+} 除去の実験での超音波装置(28～1,600kHz)は、50kHz以下の低周波照射が有効で、それ以上に周波数を増加してもあまり効果は望めないものと思われた。また低周波の大型(28kHz)と小型(20kHz)の発振装置とを使用した場合、洗浄効果に若干の差が生じることを認めた。この理由として洗浄する蔬菜と洗浄液の量比などの問題が考えられる。これは洗浄液の動きは使用水量が多い攪拌洗浄は当然有効と考えられ、事実上、5分間以内の短時間照射においては大型の発振装置が小型の洗浄機より有効であった。これは発振装置の振動数と強度(出力)によって洗浄効果が異なることから、超音波洗浄を実用化するとすれば、市場や一般家庭で生食する野菜や果実の洗浄量に適し

た超音波機種の選定をすることにより，一層の大きな洗浄効果が得られる可能性があると思われた。

3 肝臓の利用度を高める観点から肝臓の調理法を改善することを目的に超音波洗浄機（BRANsonic220型，周波数50kHz）を使用し，鶏肝臓の血抜き及び脱臭効果を検討した。血抜きは血色素簡易法によりHb総量の測定を行った。超音波照射法は対照の水洗いよりも血抜き効果が著しかった。この場合の照射時間は若鶏肝臓においては10分間，老鶏の肝臓においては5分間が適当と判断された。また洗浄液の食塩濃度は0.5～1.5%の食塩水が有効であり，洗浄液のpHの影響（0.2Mリン酸-0.1Mクエン酸の緩衝液を使用）は，pH5.6・7.0より，pH3.4・4.4・8.0がやや効果的であったが，肝臓の表面の白色化や軟化する傾向が起こった。鶏肝臓の脱臭効果は検知管，ガスクロマトグラフィー，ヒドラゾンの定量法により検査を試みた。超音波照射した肝臓は，対

照の水洗いした肝臓より揮発成分のピークの高さが低く，臭気成分のヒドラゾン量が若干少なく臭みが緩和されることを認めた．更に官能評価による調理適性の検討も行った．若鶏肝臓を用い，調理法の煮る・茹でる場合の血抜き操作に10分照射したものが，対照の水洗い10分のものより美味しく，臭気が少なく，総合評価にも有意に好まれ，照射が効果的であった．また若鶏と老鶏の肝臓との比較では，老鶏肝臓は臭いが少ないが，外観の色が淡黄色であり感触が軟らかすぎ，若鶏肝臓に比すれば好まれない傾向にあった．なおこの10分照射した若鶏肝臓の一般成分組成は，対照の10分水洗いした肝臓と差がほとんど認められなかった．

更に10分間照射した鶏肝臓の実用的な利用法として味噌漬・糠漬などに加工し，最適調製条件を探研した．すなわち鶏肝臓を調製味噌床に5℃で168時間，或いは調製糠床に5℃で72時間漬込み，その間の製品の食味と理

化学的性状の変化及び保存性について調べた。その結果によれば、美味しい味噌漬は豆味噌50%、砂糖25%、蒸留水25%の味噌床に、照射した肝臓では24時間漬、対照の照射しない肝臓では72時間漬であった。これら両味噌漬のタンパク質、糖、鉄、ビタミンB₁・B₂、食塩などの含量はほぼ同等値を示した。この両味噌漬間の食味について官能検査を行ったところ、照射した鶏肝臓味噌漬の方があっさりとした味で良好と評価され、しかもこの味噌漬はAw値0.95、細菌数10⁴/gで保存性も高く、漬込み時間が短縮することができ、効果的であった。

一方、美味しい糠漬の調製条件では、調製糠40%、塩4%、焼酎28%、蒸留水6%、砂糖22%の糠床に48時間漬けた肝臓であり、色調・硬さ・風味・食味に優れ、Aw値0.92、細菌数10⁴/gで保存性も高かった。なお著者らは鶏肝臓の利用拡大のための関連研究として、照射した鶏肝臓を用い粕漬⁴⁵⁾、マリネ漬⁴⁶⁾に

加工し、それぞれ好ましい調製条件の検討を行い報告している。

4 干し椎茸や干瓢など伝統的な乾燥食品の戻し時間の短縮など合理的な利用に資する目的で、超音波照射を取り入れた水戻し法を考求し、それらの食品の物性や嗜好性に及ぼす影響について調べ、その効果を検討した。干し椎茸の水戻しに超音波照射を用いると照射しない椎茸に比し、吸水量が増加し、戻し汁は黄味度が増し褐変が進行した。また蒸し調理した椎茸の物性特性では、照射したもののほうが硬さ・ガム性の値が小さく軟化した。また水温5℃と25℃の水戻しの条件では照射時間は20分が望ましく、全浸漬時間は上冬菇が2時間、上香信が1時間で最大吸水量の90%に達し、官能評価では椎茸は柔らかく歯ざわりが適当で、戻し汁の色は濃く、美味しいと評価された。なお蒸し調理した椎茸中のRNA, 5'-GMP, 5'-AMP, 5'-UMP, 5'-CMP量及び遊離アミノ酸含量に及ぼす超音波照射の影響はわず

かに過ぎなかった。従って干し椎茸の水戻しに超音波照射を取り入れることは有効であった。一方、干瓢の超音波照射による水戻し操作では、照射しない干瓢に比し吸水量が増し、褐変した干瓢の色抜きを促した。水戻しに要する照射時間は5～10分間がよく、浸漬液には8%の食塩水が最適で、水煮した干瓢の物性の応力値を低下させ、調味液の浸透を促し嗜好的にも優れていた。また干瓢の水戻しに超音波照射を行うことはもみ操作を省略でき有効であると考えられる。

以上の事実から総合して、以下のような結論が導かれた。食品に適用する超音波処理は50kHz以下の低周波照射が有効である。超音波照射に伴う乳化作用はマヨネーズ調製法を簡便にする。また洗浄作用を利用し蔬菜・果実に付着した農薬・洗剤・塵埃の除去、鶏肝臓の脱臭、調味液の浸透、褐色干瓢の脱色に有利な興味ある理化学的性状変化の一端を明らかにすることができた。換言すれば超音波

照射は，加工・調理上に有用な新しい食品処理方法として利用しうることを証明することができた．超音波処理を広く各種食品の調理・加工に利用するためには食品個々につき照射時間，出力，照射過程などについても検討を要する問題が残る．こうした問題を解決するには，色々な条件のもとで数多くの研究を積み重ねる必要があり，今後解決すべき課題であろう．

謝 辞

本研究の遂行に際し終始温かい御指導と御激励を賜りました農学博士菅原龍幸教授に深甚なる感謝の意を表します。

本論文の着手に際し、御助言や御指導を賜りました椋山女学園大学元学長小川政禧医学博士と（故）小川安子名誉教授及び同学元教授小杉信之医学博士に心より感謝申し上げます。また実験に当たり愛知県工業技術センター南場毅農学博士の御配慮や御援助いただきましたことに厚く御礼申し上げます。

また共同研究者、椋山女学園大学の福谷洋子助手、加賀谷みえ子助手の御協力に感謝致します。

引用文献

- 1) 藤森聡雄 : やさしい超音波の応用, 新版
(秋葉出版, 東京), p.11, p117 (1988).
- 2) 松谷康子, 結城節子, 多田真瑳子, 小川
安子, 小川政禧 : 栄養と食糧, 20, 69 (1967).
- 3) 松谷康子, 猪俣節子, 伊東淳子, 中野典
子, 多田真瑳子, 小川安子, 小川政禧 : 栄養
と食糧, 22, 43 (1969).
- 4) 中島けい子, 福本順子, 中野典子, 小川
政禧 : 栄養と食糧, 29, 261 (1976).
- 5) Veltman, G. and Joeber, K. : Strahlen
therapie, 79, 587 (1947).
- 6) 渡辺篤二, 中山修, 岩崎典子 : 日食工誌
10, 1 (1963).
- 7) 朝烏祐美子, 渡辺篤二 : 共立女子大学家
政学部紀要, 31, 70 (1985).
- 8) Wang, L. C. : J. Food Sci., 40, 549
(1975).
- 9) 高宮和彦, 寺田みつゑ : 日食工誌, 27,
103 (1980).

- 10) Wang, L. C. : J. Agr. Food Chem, 29, 179 (1981).
- 11) Wang, L. C. and Wolf, W.J. : J. Food Sci., 48, 1260 (1983).
- 12) 科学朝日. P.122 (1988).
- 13) 木原芳次郎, 松元文子 (訳) : ベル・ロウ調理実験, (柴田書店, 東京), p.346 (1964).
- 14) 食品科学会編 : 第3版官能検査法, (食品科学会, 東京), p.11 (1973).
- 15) 日本油化学協会編 : 基準油脂分析試験法 (日本油化学協会, 東京), 2, 4, 5, 1-71, 2, 4, 12-71 (1971).
- 16) 稲垣長典, 矢部章彦, 山西貞編 : 家政学実験シリーズ3 (産業図書, 東京), p.119 (1969).
- 17) 中浜信子, 大沢はま子, 赤羽ひろ, 品川弘子 : 家政誌, 31, 9 (1980).
- 18) 実験農芸化学, 下巻 (朝倉書店, 東京), p.614 (1965).

- 19) 武藤義一：比色分析法，(共立出版，東京)，p.157 (1960).
- 20) Guber, C. J. et al : J. Biol Chem., 196, 205 (1952).
- 21) Abbott, D. C. : Analyst, 87, 286 (1962).
- 22) 川井英雄，久我節子，今井容子：女子栄養大紀要 3, 49 (1972).
- 23) 木村友子，小川安子：家政誌，36, 851 (1985).
- 24) 藤井暢三：生化学実験法一定量篇，(南山堂，東京)，p.337 (1967).
- 25) 小柳達男，千葉茂：常盤学園短期大紀要 6, (1978).
- 26) 有機微量定量分析研究懇談会編：有機微量分析，(南江堂，東京)，p.473 (1969).
- 27) 小原哲二郎，鈴木隆雄，岩尾裕之：食品分析ハンドブック，(建帛社，東京)，p.22 (1973).
- 28) 永原太郎，岩尾裕之，久保彰：全訂食品

分析法, (柴田書店, 東京), p.163 , p.203
(1987).

29) 福場博保, 宮川金二郎編: 調理科学実験
ハンドブック, (建帛社, 東京), p.17 , p.374
(1986).

30) 伊東清枝, 新井暎子, 福家眞也: 家政誌
38, 267 (1987).

31) Brise, H . and Hallberg, L.A.A : Acta
Med.Scand. (suppl.376) 177, 1 (1962)

32) 本藤智, 望月務: 日食工誌, 26, 509 (1976).

33) 下村道子, 高橋ユリア, 吉松藤子, 松本
重一郎: 家政誌, 38, 13 (1987).

34) 木村友子, 加賀谷みえ子, 福谷洋子: 調
理科学, 25, 110 (1992).

35) 笠原賀代子, 西堀幸吉: 日水誌, 47, 121
(1981).

36) 野地玲子, 真藤由美子: 福岡女学院短大
紀要, 20, 105 (1984).

37) 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之: 改訂

食品分析ハンドブック，（建帛社，東京），p
. 374, p. 380 (1987).

38)日本醸造協会編：第3回改正国税庁所定
分析法注解（日本醸造協会，東京），p. 15 (19
87).

39)今井正武，平野進，饗場美恵子：農化，
57, 1113 (1983).

40)東野道子，稲荷妙子，島尚恵，友枝幹夫
：岐阜女子大紀要，13, 39 (1984).

41)田口玄一：実験計画法（上），（丸善，東
京），p. 1 (1976).

42)下田吉人，松元文子，元山正，福場博保
編：肉・卵の調理，新調理科学講座3，（朝倉
書店，東京），p. 23 (1972).

43)加藤丈雄，伊藤久美，志賀一三：愛知県
食品工業試験所年報，24, 124 (1983).

44)食品技術研究会セミナー講演集：食品の
色・味・匂，（三書房，東京），p. 151 (19
80).

45)木村友子，福谷洋子，加賀谷みえ子：調

理科学, 23, 267 (1990).

46) 木村友子, 福谷洋子, 加賀谷みえ子: 家政誌, 42, 151 (1991).

47) 中島宜郎, 市川恒平, 鎌田政喜, 藤田栄一郎: 農化, 35, 797 (1961).

48) 菅原龍幸, 新井静子, 青柳康夫, 国崎直道: 栄養と食糧, 28, 477 (1975).

49) 青柳康夫, 菅原龍幸: 日食工誌, 33 244 (1986).

50) 高崎政則, 武田至行, 井坂洋司: 農林規格検査所調査研究報告, 12, 51 (1988).

51) 佐々木弘子, 中村尚子, 青柳康夫, 菅原龍幸: 日食工誌, 35, 90 (1988).

52) 青柳康夫, 佐々木弘子, 菅原龍幸: 農化 54, 253 (1980).

53) 青柳康夫: 女子栄養大紀要, 14, 111 (1983).

54) 吉田博, 菅原龍幸, 林淳三: 日食工誌, 26, 356 (1979).

55) 菅原龍幸: 食生活総合研究会誌, 3 19 (

1992).

56)水野重樹：核酸の一般的分離定量法，(東大出版会，東京). p.19 (1967).

57)Yasumoto, K., Iwami, K. and Mitsuda, H. : Agric. Biol. Chem., 35, 2059 (1971).

58)Yasumoto, K., Iwami, K. and Mitsuda, H. : Agric. Biol. Chem., 35, 2070 (1971).

59)Iwami, K., Yasumoto, K., Nakamura, H. and Mitsuda H. : Agric. Biol. Chem., 39, 1983, 1941, 1947 (1975).

60)Yasumoto, K., Iwami, K., Yonezawa, T. and Mitsuda, H. : Phyto Chem. 16, 1351 (1977).

61)岩見公和：農化，51，R39 ~ R46 (1977).

62)岩見公和：化学と生物，16, 361 (1978).

63)衛藤君代，松元文子；家政誌，22，246 (1971).

64)衛藤君代：調理科学，24，175 (1991).

65)食品品質保持技術研究会：栃木県食品工業指導所，干瓢の特性と硫黄燻蒸による品質

保持, p.13 (1984).

66) Kani, M. Kushida, G. Siba, M. Etoh, K.
and Miyazawa, F.: J. Antibact. Antifung.
Agents, 18, 2, 63 (1990).

67) 木村友子, 菅原龍幸, 福谷洋子, 加賀谷
みえ子: 家政誌, 45, 7号 (1994).

68) 木村友子, 菅原龍幸, 加賀谷みえ子, 福
谷洋子: 調理科学, 27, 27 (1994).

