

アルコール飲料添加調理法による肉類の軟化効果

山 口 務
田 畑 智 絵¹⁾

緒 言

肉類を煮る場合、西洋料理ではワイン、日本料理では酒やみりんが調味料として加えられることが多い。最近ではビール煮もよく聞かれる。これらのアルコール飲料の役割はアルコールが揮発するときに好ましくない匂いを一緒にもち去るとか、風味を与えとか、また、その中の成分が煮物を軟化する効果があるとも云われる。しかし、それらの詳しいことはよく知られていない。本研究ではそのうち、肉の軟化に対して、アルコール飲料が実際に有効かどうかを、多種類の酒類について調べた。

その結果、酒類中に存在するアルコール、及び有機酸類が、肉の軟化に対し明らかに効果があることを見出したので報告する。

実験条件の検討

1) 加熱時間の検討

直径12cmの片手鍋に水200ml、砂糖大さじ1、醤油大さじ1を加え煮沸後、カレー・シチュー用ブタ角切肉を加え、沸騰が持続する程度の弱火で5～30分間加熱した後、実際に試食した。その結果、次のことが認められた。

- 5分加熱・・・軟らかいが生っぽい感じが残りに、煮え方が不十分
- 10分加熱・・・硬く、また味のしみ込みが不十分。
- 15分加熱・・・やや硬く、味のしみ込みもやや不十分。
- 20分加熱・・・かなり軟らかく、味のしみ込みも適当である。
- 30分加熱・・・極めて硬く、味はかなり濃い。

以上の結果から、この条件での加熱時間を20分に設定した。

2) 肉の種類の見直し

使用する肉の種類をブタ、及びウシについて検討した。何れもカレー・シチュー用角切肉を用い、上記1)で設定した条件のうち、水の代わりに次に示す混合割合で日本酒に置き換えて加熱した。

1) 金沢大学大学院教育学研究科

山口 務・田畑 智絵

①水200ml ②水180ml+日本酒20ml ③水150ml+日本酒50ml

④水100ml+日本酒100ml

加熱後、実際に試食し、その硬さを比較した。その結果、ブタ肉のほうが硬さの違いが分かりやすいこと、牛肉はブタ肉よりも一様に硬く、その違いも分かりにくいことが認められた。従って、本実験ではブタ肉を使用することに決定した。

3) 肉の部位の検討

これまでは、カレー・シチュー用として市販されている角切肉を使用した。予備実験を繰り返すうち、同じ条件で加熱しても、硬さにかなりのバラツキがあることが分かった。そこで、試料肉の大きさを統一するために、かたまり肉を購入し、一定の大きさに切り分けたものを実験に供した。

次に、どの部位を使用するかを決めるための実験を行った。

i) 試料:

①ブタヒレブロック肉 (主にヒレカツ用)

②ブタバラブロック肉 (主に煮物用)

試料の大きさ: ここでは $2.5 \times 2.5 \times 2\text{cm}$ (縦×横×厚さ) としたが、次項4) で詳述するように硬さをレオメーターで測る上にやや大きすぎるので、次項からは一部変更した。

ii) 実験方法:

直径12cmの片手鍋に水200ml、砂糖大さじ1、しょうゆ大さじ1を入れ、沸騰を続ける程度の弱火で20分間加熱する。

iii) 結果:

試食した感じではブタバラ肉のほうが脂肪分が多いので、非常に軟らかく、煮物には適しているが、加熱した際の肉の縮みが、筋肉の部分と脂肪の部分でかなり異なることが分かり、正確なデータが得られないように思われた。一方、ブタヒレ肉では脂肪分は少なく、煮るとややパサパサした感じはあるが、一様に筋肉部分からなり、データを取りやすいと思われる。従って、本実験ではブタヒレブロック肉を使用することにした。

4) 肉の大きさの決定

レオメーターによる硬さを測定する際の誤差を少なくするために、肉の大きさはいずれも $2.5 \times 3 \times 1.5\text{cm}$ (縦×横×厚さ) に統一した。

本 試 験 の 部

I. 各種アルコール飲料による肉軟化効果

(1) アルコール飲料

実験に使用したアルコール飲料は、次に記した6種とした。このうち1)~4)は醸造酒に、また、5)、6)は蒸留酒に属している。

1) 日本酒 品名: 福正宗 清酒 黒ラベル

アルコール飲料添加調理法による肉類の軟化効果

原材料： 米、米麴、醸造アルコール

アルコール分： 14.5%

2) ビール 品名： キリン ラガービール

原材料： 麦芽、ホップ、米、コーンスターチ

アルコール分： 4.5%

3) 赤ワイン 品名： メルシャン セレクト・セパージュ（赤）カルペネ

原材料： ブドウ、酸化防止剤(亜硫酸塩)含有

アルコール分： 12.6%

4) 白ワイン 品名： メルシャン セレクト（白）

原材料： ブドウ、酸化防止剤(亜硫酸塩)含有

アルコール分： 13.5%

5) ウイスキー 品名： スーパーニッカ “やわらかブレンド”

原材料： 大麦（モルト・グレン）

アルコール分： 40%

6) 焼酎 品名： 宝酒造“純”、乙類焼酎

原材料： 米、でん粉

アルコール分： 25.4%

(2) 実験方法

1) 加熱方法

- ①ブタヒレブロック肉を2.5×3×1.5cm（縦×横×厚さ）に切り分ける。
- ②直径12cmの片手鍋に全液量（蒸留水+アルコール飲料）が200mlになるように加える。
- ③アルコールの効果をみるため、加熱前に5個の肉片を入れる。
- ④沸騰が継続する程度の弱火で、20分間加熱する。
- ⑤加熱後、直ちにレオメーターにより硬さを測定する。
- ⑥5個の肉の測定値を平均し、データとする。

2) 肉の硬さ測定装置及び測定条件

肉の硬さは、不動工業(株)製レオメーターNRM2002J、及び同付属装置 破断応力用万能型アダプターを使用し、次の条件で測定した。

試料台スピード：6cm/min チャートスピード：10cm/min

測定環境：温度23℃、湿度50%

肉の硬さの表示法は、1試料につき5個の肉片を用い、加熱後上記条件により破断応力（g重）を測定し、その平均値をそのまま記載した。

(3) 実験結果

6種類のアアルコール飲料について、加熱後の肉の硬さを測定した結果は、図1、及び図2に示すようであった。

図1. ワイン、日本酒、ビールが肉の硬さに及ぼす影響

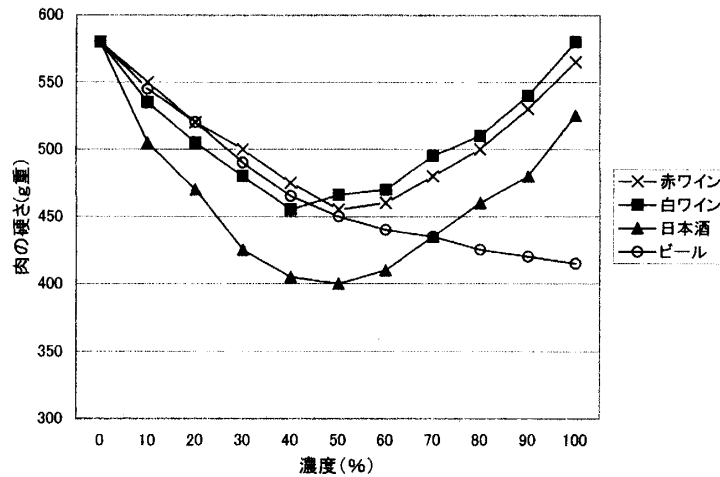
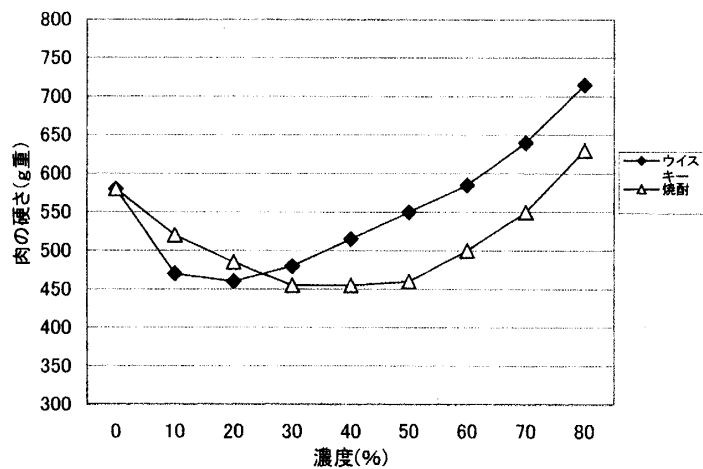


図2. ウイスキー、焼酎が肉の硬さに及ぼす影響



図から、それぞれの試料は、いずれも添加することによって、対照 (:水) に比べて明らかに肉軟化効果があることが認められた。しかし、その最適濃度は個々の試料でそれぞれ異なっている。また、いずれの試料においても共通して、ある濃度以上になるとその効果は低下する現象が見られる。このことは、上述の試料の項に示したように、各試料のアアルコール濃度は、ビール 4.5%、日本酒、赤ワイン、白ワインは何れもほぼ同じ14%、焼酎 25%、ウイスキー 40%で、試料毎にかなりの差が見られる。従って、肉の軟化効果がアルコールによるものかどうかを見るためには、各試料の添加濃度を液量による濃度ではなく、その中に含まれる、アルコールの濃度に換算したグラフでの比較が必要である。また、純粋なアルコールを使って、直接その濃度と肉の軟化効果の関係を調べることも必要である。

アルコール飲料添加調理法による肉類の軟化効果

さらに、それぞれの試料には、試料に特有の成分が含まれている。例えば、

- ①ビールにおける二酸化炭素やホップなどの成分
- ②ワインにおけるブドウ果汁に由来する成分
- ③各種試料における有機酸や糖類（ブドウ糖、果糖など）

等である。従って、これらの成分が肉軟化にどの程度影響しているかについても検討が必要である。

Ⅱ. 各種アルコール飲料中の成分による肉軟化効果

(1) 純アルコールによる肉軟化効果

上記Ⅰで、各種アルコール飲料中に含まれるアルコールそのものが、肉軟化に大きく関係している可能性があると思われるので、次に純アルコールについて肉軟化効果の有無を調べた。

1) 試料

使用したアルコールは、和光純薬(株)製 試薬用エタノール(特級品) (製造法は発酵法による)を購入し、以下の実験に供した。

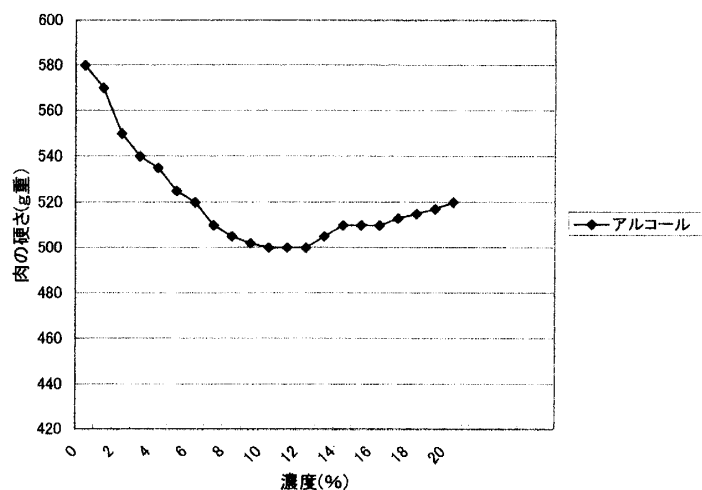
2) 実験方法

上記(1)の方法に準じて行った。

3) 結果

結果を図3に示した。

図3. アルコール濃度が肉の硬さに及ぼす影響



図に見られるように、純アルコールそのものに、肉軟化効果があることが認められる。しかし、上記Ⅰで測定した6種類のアルコール飲料の肉軟化効果に比較すると、アルコールだけの場合は、そのいずれよりも低い値を示した。このことは、アルコール飲料中の、アルコール以外の成分も肉軟化効果に貢献しているものと思われる。また、アルコール濃度が著しく高いところでは、肉は返って硬くなることが認められた。

(2) 各種アルコール飲料の最適肉軟化効果とアルコール濃度の関係

上記 I における実験の結果を、アルコール濃度に換算した場合、肉軟化効果との関係はどのようになるかを解析し直した。

結果は図 4、図 5、及び表 1 に示す。

図 4. 試料をアルコール濃度換算した場合の肉の硬さとの関係 (その 1) 赤ワイン、日本酒、ビール、アルコールについて。

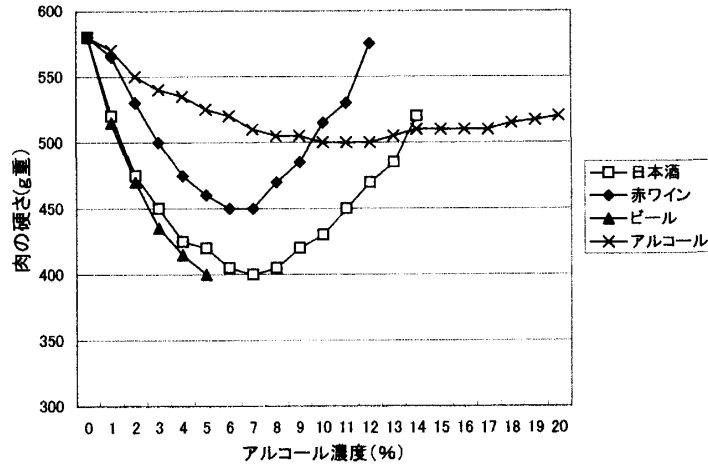


図 5. 試料をアルコール濃度換算した際の肉の硬さとの関係 (その 2) 白ワイン、ウイスキー、焼酎、アルコールについて。

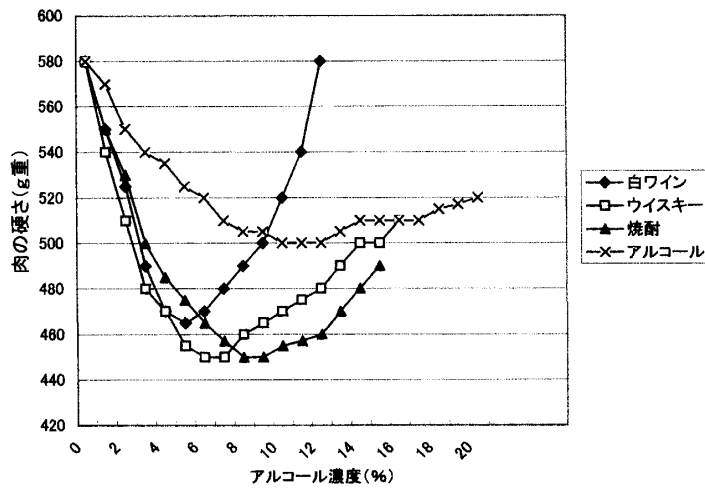


表 1. 各種アルコール飲料の肉軟化性とその最適濃度 ()内はアルコール濃度換算値

試料	最高軟化値 (g 重)	濃度 (%)	アルコール換算値 (%)
日本酒	400	50	(7.25)
ビール	417	100	(4.50)
赤ワイン	455	50	(6.00)
白ワイン	455	45	(6.10)
ウイスキー	455	20	(7.00)
焼酎	455	30	(7.62)
アルコール	500	12	(12.0)

アルコール飲料添加調理法による肉類の軟化効果

図4、図5、及び表1に見られるように、個々のアルコール飲料によって多少の違いはあるが、肉軟化効果の最適アルコール濃度は3.6~7.5付近にあり、そのときの肉の硬さは450~480g重になることが認められた。ただし、純アルコールの場合は、最適アルコール濃度は12.0であり、肉の硬さも500g重程度までしか下がらず、ほかのアルコール飲料より劣っているのは、上述したとおりである。

Ⅲ. 各種アルコール飲料中に含まれる主な成分による肉軟化効果

(1) ビールに含まれる二酸化炭素

1) 目的：

上述した6種類のアルコール飲料のうち、二酸化炭素はビールだけに含まれる成分であり、ビールで見られる肉の軟化効果に、何らかの効果を及ぼしている可能性が考えられる。そこで、二酸化炭素による肉の軟化効果の有無を調べた。

2) 試料：

炭酸飲料 品名：サントリー・ソーダ

原材料：水、二酸化炭素

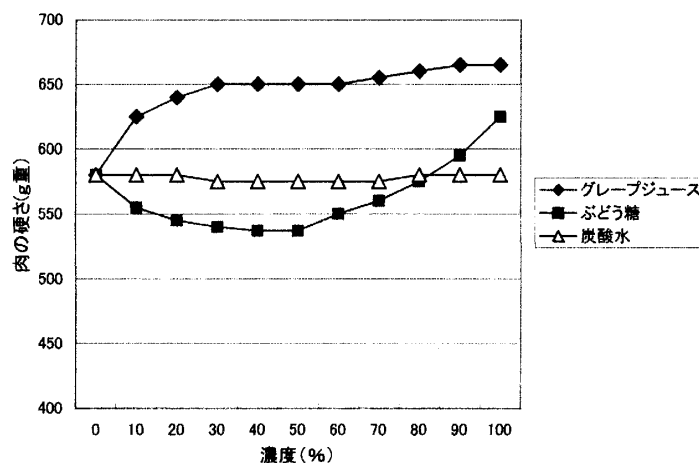
3) 実験方法：

上記Ⅰの方法に準ずる。

4) 結果：

炭酸水の濃度変化と肉の硬さの関係について測定した結果を、図6に示す。

図6. 炭酸水、グレープジュース、ブドウ糖が肉の硬さに及ぼす影響



図に見られるように、炭酸水（二酸化炭素）の肉軟化効果は極めて弱いことが明らかになった。従って、ビールで見られた肉軟化効果に対して、二酸化炭素は殆ど貢献していないと思われる。

(2) ワインの原料であるブドウ果汁による肉軟化効果

1) 目的:

上記 I で示したように、ワインは赤ワイン、白ワインいずれも高い肉軟化効果を示したが、その原料であるブドウ果汁にも同じような効果があるかどうかを調べる目的で、以下の実験を行った。

2) 試料:

品名: ヤクルト グレープジュース 天然果汁100% (濃縮果汁還元)

3) 実験方法:

上記 I の方法に準ずる。

4) 結果:

結果を図 6 に併記した。

図に見られるように、グレープジュースは、肉軟化効果が殆どなく、むしろ添加により肉は硬くなることが認められた。従って、上述のワインによる肉軟化効果は、原料のブドウ果汁中の成分によるものではなく、ブドウ果汁を発酵させたことにより新たに生成したアルコールなどの成分によるものと思われる。

(3) ブドウ糖による肉軟化効果

1) 目的:

アルコール飲料中には、表 2 に示すように特に醸造酒中には、2~4%の糖が含まれている。

試料	直接還元糖 (%)	全酸度 (酢酸換算%)
日本酒	3.75	1.4
ビール	2.25	1.5
赤ワイン	2.60	5.9
白ワイン	1.28	5.8
ウイスキー	—	0.2
焼酎	—	0.4
ブドウ果汁	3.10	2.8

表 2. 各種アルコール飲料中の糖類及び有機酸量

そこで糖類 (ここではブドウ糖使用) について、肉軟化効果の有無を検討した。

2) 試料:

10%ぶどう糖液: 和光純薬(株)製 試薬用無水ブドウ糖(特級品)を購入、その10%水溶液を作成し、実験に供した。

3) 実験方法:

上記 I の方法に準じて行った。

アルコール飲料添加調理法による肉類の軟化効果

4) 結果：

結果は、図6に併記した。

図に見られるように、ブドウ糖は肉の軟化に対してわずかに有効であることが認められる。しかし、40%（：糖濃度4%）を超えるとその効果は徐々に低下し、90%（：糖濃度9%）以上になるとむしろ肉は硬くなることが分かった。

(4) 有機酸類による肉軟化効果

1) 目的：

表2に併記したように、アルコール飲料は程度の差はあるが、何れも有機酸を含んでいる。そこで、有機酸類が肉軟化効果にどの程度関与しているかについて検討した。

2) 試料：

表2では省略したが、アルコール飲料には酢酸、酒石酸、クエン酸、乳酸などが含まれている。ここではその中で、食酢、及びクエン酸について試験した。

食 酢：ミツカン酢 醸造酢（酢酸濃度：3%）

クエン酸：和光純薬(株)製 試薬用クエン酸（特級品）を水に溶解して、3%水溶液を作成し実験に供した。

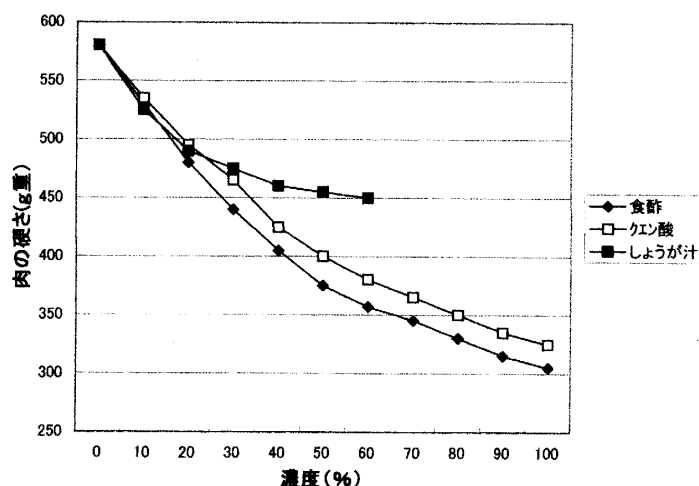
3) 実験方法：

上記Iの方法に準じて行った。

4) 結果：

結果を図7に示した。

図7. 各種有機酸類が肉の硬さに及ぼす影響



図に見られるように、食酢、及びクエン酸は、何れも濃度に比例して肉の軟化効果を示すことが認められた。特に有機酸の場合は、アルコールと異なり、濃度が高いほど強い肉軟化効果が見られた。

考 察

食酢、クエン酸ともに同じような効果を示し、両者とも予想以上に強い肉軟化効果がみられた。アルコール飲料では最も軟らかくなった値は、日本酒の405g重であったのに対し、食酢では310g重、クエン酸では335g重にまで肉は軟化した。また、概観的にも肉の表面が解け出して、軟らかい感じが伺えた。

しかし、両者とも50%を越えると食べることが出来ないほどの酸味があり、また、肉の食感を楽しむ意味においても軟らかくなり過ぎているので、せいぜい25%程度が食用の限界であると考えられる。

食酢やクエン酸による軟化は、それらを加えることによって肉のpHが等電点より下がり、保水性が高くなるとともに、酸性側で作用するプロテアーゼによって肉の部分分解が起こり、肉は軟化するものと推定される。クエン酸を多く含んでいるオレンジやレモン果汁の添加も、同じような効果があると考えられる。

一方、アルコール飲料は、表3に示したようにpHが何れも酸性側にあるので、この場合も肉の保水性を高め、また、酸性プロテアーゼの作用を促進するのにも役立つことは十分考えられる。

表3 各種アルコール飲料、及びその成分のpH(液温約20℃)

試 料	pH	試 料	pH
蒸 留 水	8.16	グレープジュース	3.53
日 本 酒	4.72	炭 酸 水	4.11
ビ ー ル	4.42	エタノール	4.18
赤 ワ イ ン	3.58	食 酢	2.80
白 ワ イ ン	3.27	クエン酸(3%)	2.18
ウイスキー	4.97	ショウガ汁	5.77

IV. ショウガによる肉の軟化効果

1) 目的:

アルコール飲料ではないが、肉や魚を加熱調理する際に、よくショウガ汁が用いられる。肉や魚特有の生臭さを抑えることが主な役割であるが、ショウガにはプロテアーゼが存在するので、タンパク質の一部が分解して、肉が軟らかく仕上がると思われる。今回実験したアルコール飲料の場合と比べて、ショウガによる肉の軟化効果はどの程度かを知るために、それについて実験を行った。

2) 試料:

ショウガを搗り下ろし、ふきんでこした後のショウガ汁を使用した。

3) 実験方法:

上記Iに準じて行った。

4) 結果:

結果は図7に併記したとおりである。

アルコール飲料添加調理法による肉類の軟化効果

図に見られるように、ショウガ汁でもかなり肉の軟化効果が見られるが、この実験条件では、今回試験したアルコール飲料より低いものであった。

また、以前から煮魚や鶏の唐揚げなどでは、日本酒とショウガ汁が同時に用いられ、そうすることでふっくらとおいしく仕上がる理由は、両者の相乗による肉の軟化効果にあると推定される。

以上、アルコール飲料、及びその関連成分について肉類の軟化効果を調べたが、今回の研究で得られた結果が、今後の新しい調理法などに生かされることを期待したい。

また、今回はアルコール飲料を中心に試験したが、他にもパパイヤやキウイなどに含まれているタンパク質分解酵素など、いろいろな成分について、肉類の軟化効果の強さを試験したい。

要 約

アルコール飲料を添加する調理法について、肉類の軟化効果があるかどうかを知るために、日本酒、ビール、赤ワイン、白ワイン、ウイスキー、焼酎の6種類のアルコール飲料と、それらに関する種々の成分を用いて実験を行い、レオメーターで肉の硬さを測定した。

その結果をまとめると、次のようなことが結論される。

- ①すべてのアルコール飲料で軟化効果がみられ、エタノール自身でもその効果があったことから、肉類の軟化効果にはアルコールが必要であることがわかった。
- ②アルコール濃度は、5～10%で最も軟らかくなり、これを越えると再び硬くなることが分かった。
- ③酢酸やクエン酸には、アルコール以上の軟化効果がみられたが、炭酸には、軟化効果がないことが分かった。
- ④ワインの原料であるブドウ果汁は、肉の軟化効果はないこと、その中に存在するグルコースやフルクトースが発酵によりアルコールに変化して初めて、軟化効果が現れるものと結論される。ブドウ果汁だけでは、肉はむしろ硬くなることが分かった。
- ⑤アルコール飲料類による肉軟化効果を、既に知られているショウガの肉軟化効果と比較すると、アルコール飲料による効果の方が著しく強いことが認められた。

参考文献

- 1) 『調理と理論』山崎清子、島田キミエ：同文書院
- 2) 『食品化学』菅原龍幸、泉谷希光、福沢美喜男、大川徳太郎：建白社
- 3) 朝倉栄養学シリーズ『食品加工貯蔵』藤原耕三、古我可一、鹿山 光：朝倉書店
- 4) 『食品学』林 寛：弘学出版
- 5) シリーズ<食品の科学>『酒の科学』吉沢 淑：朝倉書店
- 6) シリーズ<食品の科学>『酢の科学』飴山 實、大塚 滋：朝倉書店
- 7) 三訂『総合食料工業』桜井芳人、斉藤道雄、東 秀雄、鈴木明治：恒星社厚生閣版