

本みりんの調理特性に関する研究 (第1報)

—肉の可溶性成分の溶出抑制効果—

The Effect of Mirin on the Tissue of Cooked Pork

高倉 裕* 河辺達也* 森田日出男**
(Yutaka Takakura) (Tatsuya Kawabe) (Hideo Morita)

We investigated the effect of mirin on Fried pork. Raw pork was marinated in water, *mirin*, *nikiri-mirin* or an ethanol solution for 17 hour. The quantity of soluble pork substances in the mirin marinade was lower than in the other solutions. The pork observed by electron microscopy. It was found that the structure of pork marinated in the mirin solution was hardly changed by frying. It is considered that the tissue of pork while being fried was maintained by the effect of ethanol and glucose contained in mirin.

キーワード：本みりん mirin；豚肉 pork；エタノール ethanol；筋線維 muscle filaments；走査電子顕微鏡 scanning electron microscope

本みりんは、米、米麴、焼酎または醸造用アルコールを原料として製造される酒類調味料であり、一般家庭や加工食品業界等で広く使用されている。本みりんの成分は、約45%の糖と約14%のエタノール等が主要なものであり、その糖組成は、グルコース、マルトース、イソマルトース、トレハロース等を主体とする複雑なものである¹⁾。さらに、旨味や味のコクをつくりだす各種アミノ酸やペプチド、有機酸等の呈味成分や、香気成分としては甘い香気フェルラ酸エチル、バニリン酸エチル等のエステル類やカルボニル化合物等を含有する²⁾。これらの成分は、本みりんの糖化、熟成期間中に酸類のエステル化や糖、エタノール、水等の醸造的、化学的及び物理的で複雑な反応によって産出される。本みりんにはこれらの生成物による特有の調理効果がある。ところが、その調理効果については、多くは経験的な知見に基づくもので、本みりん中の成分と調理効果の関係に関する報告は、テリツヤ付与効果、

肉質改善効果等に関するものがあるものの、非常に数少ない^{3,4)}。奥田らは、鯨肉に対する酒類の調理効果を検証しており、エタノールを含有する浸漬液に鯨肉を浸漬後加熱調理すると、エタノールを含まない浸漬液に鯨肉を浸漬した時よりも鯨肉からの可溶性成分の溶出が抑制されることを報告している⁵⁾。そこで、本研究では、本みりんの成分とその調理効果の関係を科学的に解明することを目的とし、豚肉を浸漬した時の浸漬液の成分分析を行い、豚肉の可溶性成分の溶出抑制効果の解明を行なった。さらに、加熱調理後の豚肉切断面を電子顕微鏡で観察し、豚肉の筋線維崩壊抑制効果について解明を行なったので報告する。

実験方法

1. 試料

(1) 本みりん

市販の本みりんを使用した。

(2) 99.5% エタノール

ナカライテスク社製試薬特級を使用した。

(3) 豚肉

市販の豚肉(へレ部)を概略縦2cm×横2cm×高さ

* 宝酒造株式会社 酒類・調味料研究所
(TAKARA SHUZO CO., LTD. Alcoholic beverages, Seasoning & Food Research Laboratories)

** 宝酒造株式会社 調味料事業部門
(TAKARA SHUZO CO., LTD. Seasoning & Food Division)

1.5cmに切断したものを使用した。

2. 煮切りみりんの調製

本みりん1,000mlを、片手アルミ鍋でガス加熱し、沸騰し始めたらずばやく火を入れ、火が消えるまで弱火で加熱を続けた。冷却後、水で1,000mlに稀釈し元の液量に戻した。

3. 豚肉の浸漬方法

200ml ガラスビンに本みりん及び煮切りみりんの各5, 25, 50%溶液、エタノールの0.7, 3.5, 7%溶液及び水を各72ml用意し、豚肉を25g入れ、フタをして5°Cにて17時間浸漬した。

4. 豚肉の加熱方法

サラダ油中で200°C, 15秒間加熱した。

5. 浸漬液の吸光度測定

分光光度計UV-14-02(島津製作所)で波長660nm(濁度)及び520nm(赤色度)にて、10mmセルを使用して測定した。

6. 浸漬液のアミノ態窒素測定

ホルモール法で測定した。即ち、浸漬液20ml及びホルマリン溶液(ホルマリン500gに水を470ml加えたもの)20mlを1/10規定水酸化ナトリウム溶液でpH8.2に調整する。両者を混合後、さらに1/10規定水酸化ナトリウム溶液でpH8.2まで滴定する。滴定に要した1/10規定水酸化ナトリウム溶液量1mlに対してアミノ態窒素量は1.4mgとして算出した。

7. 浸漬液の全窒素測定

微量窒素分析装置MODEL TN-5(三菱化学)で測定した。

8. 電子顕微鏡写真撮影

豚肉をサラダ油中で加熱後、すぐに両刃かみそりで中央部を概略縦5mm×横10mm×高さ8mmに一定圧で切断し、走査型電子顕微鏡S-3500N(日立製作所)を用い、クールステージ温度が-12~-10°C, 真空度30~40Paの条件で撮影した。なお、電子顕微鏡観察するための検体の表面処理は一切行わなかった。

実験結果及び考察

1. 豚肉浸漬液の化学分析

使用した本みりん及び煮切りみりんの成分分析値を表1に示す。本みりんを煮切るとエタノール濃度が14.2%から0.3%まで低下しているが、その他の成分値はほとんど変化していなかった。

肉汁といわれる可溶性成分にはタンパク質、脂質、無機質、ビタミン及び非タンパク態窒素化合物であるクレアチン、ヌクレオチド等が含まれるがそのほとんどはタンパク質及び脂質である⁶⁾。豚肉を浸漬液に浸漬すると肉からこれらの成分が一部溶出し、豚肉自身が有する呈味を損なってしまう。

表2に、水、本みりん50%溶液、煮切りみりん50%溶液及び本みりん50%溶液のエタノール濃度に相当する7%エタノール溶液に豚肉を浸漬した後の浸漬液の分析値を示す。各浸漬液のアミノ態窒素量及び全窒素量からも明らかなように、本みりん50%溶液及び7%エタノール溶液のエタノールを含有する系は対照となる煮切りみりん50%溶液及び水よりも浸漬液中に溶出した成分値が低いことから、浸漬液に含有されるエタノールが可溶性成分の溶出を抑制していることが分かる。また、煮切りみりん50%溶液は水単独より浸漬液中に溶出した成分値が低く、可溶性成分の溶出が抑えられていた。これは水島らの報告⁷⁾にもあるように、糖濃度が高い液に肉片を浸漬すると、肉片の表面が硬直することが一因であると考えられる。加えて

表1. 本みりん及び煮切りみりんの分析値

	本みりん	煮切りみりん
pH	5.50	5.35
全糖 [%]	46.7	46.7
アミノ態窒素 [mg %]	23.1	22.4
全窒素 [mg %]	50.0	48.6
エタノール [%]	14.2	0.3

表2. 本みりん50%溶液、煮切りみりん50%溶液、7%エタノール溶液及び水に豚肉を浸漬した時の浸漬液の分析値

	水	本みりん 50%溶液	煮切りみりん 50%溶液	7%エタノール 溶液
アミノ態窒素 [mg %]	24.10 (100)	18.35* (76)	19.75* (82)	22.50 (93)
全窒素 [mg %]	123.4 (100)	97.0* (79)	102.9* (83)	109.7 (89)
濁度 [660nm]	0.105 (100)	0.045 (43)	0.075 (71)	0.075 (71)
色調 [520nm]	0.115 (100)	0.080 (70)	0.083 (72)	0.105 (91)

* 本みりん由来の成分値を差し引いた値。

() 内の数値は、豚肉を水に浸漬した時の浸漬液の分析値を100とした時の相対値。

本みりんの調理特性に関する研究 (第1報)

表3. 本みりん 25% 溶液, 煮切りみりん 25% 溶液, 3.5% エタノール溶液及び水に豚肉を浸漬した時の浸漬液の分析値

	水	本みりん 25% 溶液	煮切りみりん 25% 溶液	3.5% エタノール 溶液
アミノ態窒素 [mg %]	26.05 (100)	25.30* (97)	25.60* (98)	25.80 (99)
全窒素 [mg %]	125.4 (100)	121.7* (97)	123.3* (98)	124.5 (99)
濁度 [660nm]	0.055 (100)	0.033 (60)	0.042 (76)	0.052 (95)
色調 [520nm]	0.101 (100)	0.057 (56)	0.075 (74)	0.094 (93)

* 本みりん由来の成分値を差し引いた値。

() 内の数値は, 豚肉を水に浸漬した時の浸漬液の分析値を 100 とした時の相対値。

表4. 本みりん 5% 溶液, 煮切りみりん 5% 溶液, 0.7% エタノール溶液及び水に豚肉を浸漬した時の浸漬液の分析値

	水	本みりん 5% 溶液	煮切りみりん 5% 溶液	0.7% エタノール 溶液
アミノ態窒素 [mg %]	22.31 (100)	21.62* (97)	21.77* (98)	22.28 (100)
全窒素 [mg %]	109.2 (100)	107.5* (98)	108.2* (99)	108.7 (100)
濁度 [660nm]	0.082 (100)	0.064 (78)	0.072 (88)	0.079 (96)
色調 [520nm]	0.143 (100)	0.119 (83)	0.120 (84)	0.136 (95)

* 本みりん由来の成分値を差し引いた値。

() 内の数値は, 豚肉を水に浸漬した時の浸漬液の分析値を 100 とした時の相対値。

糖の浸透圧の効果も考えられる。さらに, 煮切りみりん 50% 溶液より本みりん 50% 溶液の方がその溶出抑制効果が高いことから, 本みりんはエタノールと糖の相乗効果でアミノ態窒素及び全窒素等の可溶性成分の溶出を低く維持していることが示唆された。

浸漬液の濁度上昇は主に豚肉の表面タンパク質の剥離や可溶性成分の溶出によるところが大きいと考えられる。表2に示したように, 本みりん 50% 溶液及び7% エタノール溶液のエタノールを含有する系は対照となる煮切りみりん 50% 溶液及び水よりも濁度が低いことから, 浸漬液に含有されるエタノールが豚肉表面タンパク質の剥離及び肉汁の溶出を抑制していることが分かる。また, 煮切りみりん 50% 溶液は水単独より浸漬液の濁度が低かった。これは, 浸漬液の糖濃度が高いために, 肉表面からのタンパク質剥離が防がれ, さらに糖の浸透圧の効果で肉汁の溶出が抑制されているためである。さらに, 7% エタノール溶液単独より本みりん 50% 溶液の方がその効果が大きいことから, 本みりんはエタノールと糖の相乗効果で濁度を低く維持していることが示唆された。

波長 520nm での色調を比較すると本みりん 50% 溶液は煮切りみりん 50% 溶液より相対値として約2ポイントその数値が低かった。これは, エタノールによる溶出抑制効果であると考えられる。しかしながら, その差はわずかであり, また, 7% エタノール溶液単独

では煮切りみりん 50% 溶液よりも赤色系成分溶出抑制効果は低く, 同効果への寄与率はエタノールよりも糖の方が大きいことが分かった。したがって, 本みりん 50% 溶液及び煮切りみりん 50% 溶液ともに数値が低く, 他の系と比較して赤色系成分の溶出成分量が少ないのは, 糖による効果であると考えられる。

水, 本みりん 25% 溶液, 煮切りみりん 25% 溶液及び本みりん 25% 溶液のエタノール濃度に相当する 3.5% エタノール溶液に豚肉を浸漬した後の浸漬液の分析値を表3に, 水, 本みりん 5% 溶液, 煮切りみりん 5% 溶液及び本みりん 5% 溶液のエタノール濃度に相当する 0.7% エタノール溶液に豚肉を浸漬した後の浸漬液の分析値を表4に示す。得られた結果は本みりん 50% 溶液の系と同じ傾向を示しており, 奥田らの報告⁹⁾にもあるように, 実際の調理に近い濃度でも本みりんの溶出抑制効果の高いことが確認された。

2. 電子顕微鏡観察

一般に加熱によって肉のタンパク質は変性凝固し, 肉の収縮とタンパク質の変性によって肉汁の滴りを生ずる。ところが, 加熱前にエタノールを含有する液に肉を浸漬しておくと, 加熱調理後の肉汁の溶出に違いがあることが報告されている^{9,10)}。つまり, 加熱前にエタノールを含有する液に浸漬しておくという処理が, 加熱による肉の収縮とタンパク質の変性凝固等による肉汁の溶出に影響を及ぼし, これが肉の組織構造に関

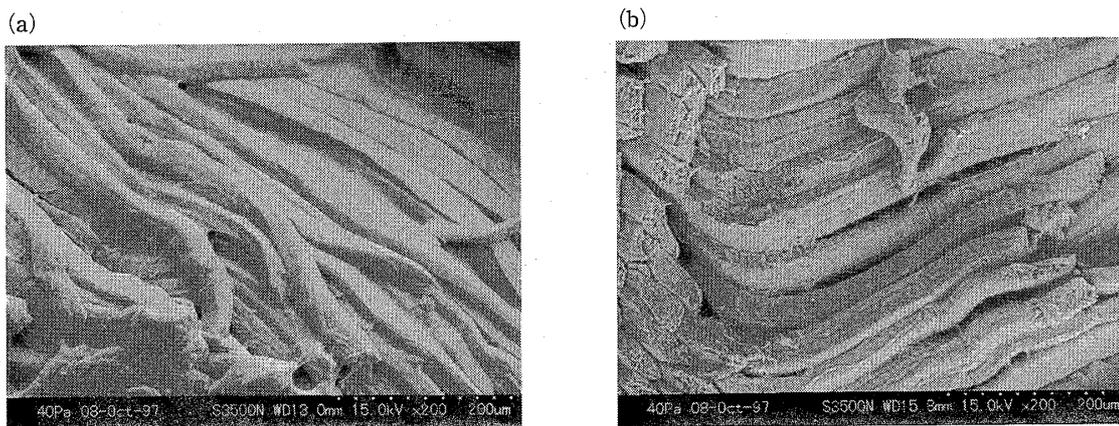


図 1. 浸漬, 加熱調理後の豚肉切断面 (200 倍)

- (a) 本みりん 50% 溶液
- (b) 煮切りみりん 50% 溶液

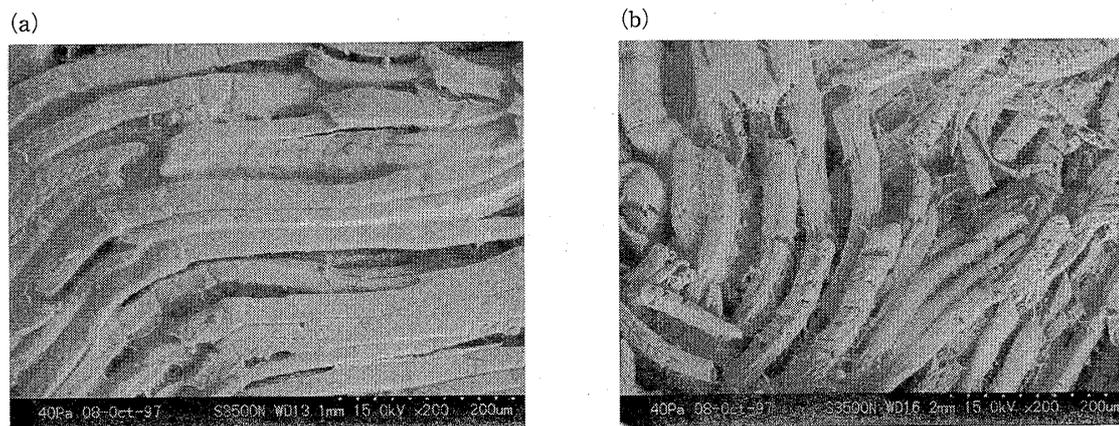


図 2. 浸漬, 加熱調理後の豚肉切断面 (200 倍)

- (a) 7% エタノール溶液 (b) 水

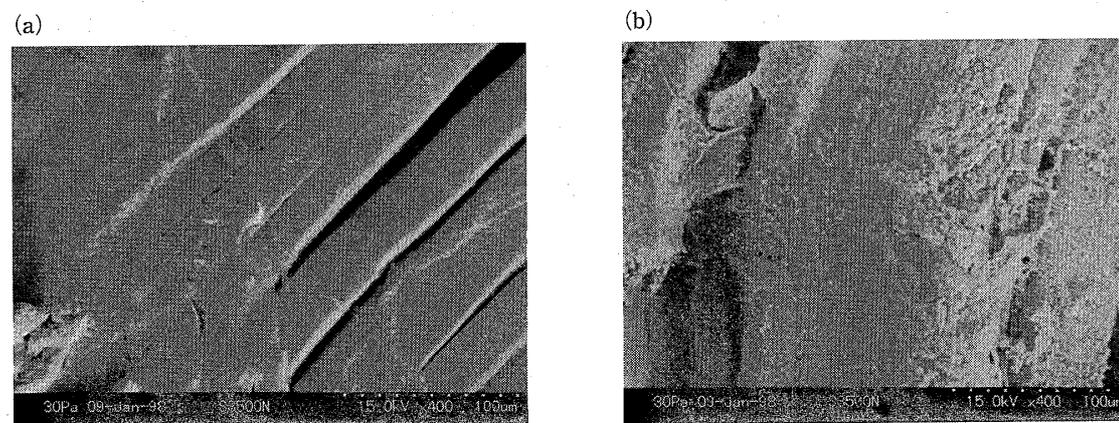


図 3. 浸漬, 加熱調理後の豚肉切断面 (400 倍)

- (a) 本みりん 50% 溶液
- (b) 煮切りみりん 50% 溶液

本みりんの調理特性に関する研究 (第1報)

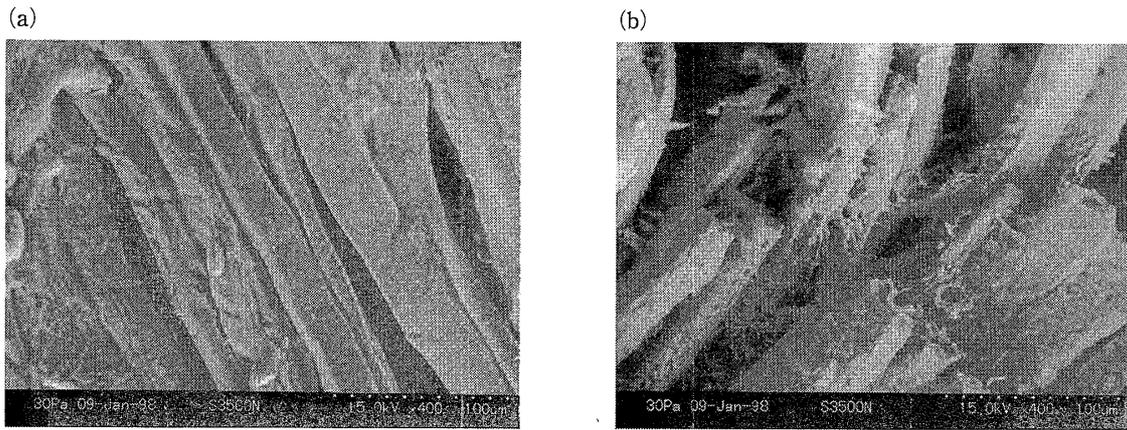


図4. 浸漬, 加熱調理後の豚肉切断面 (400倍)
(a) 7% エタノール溶液 (b) 水

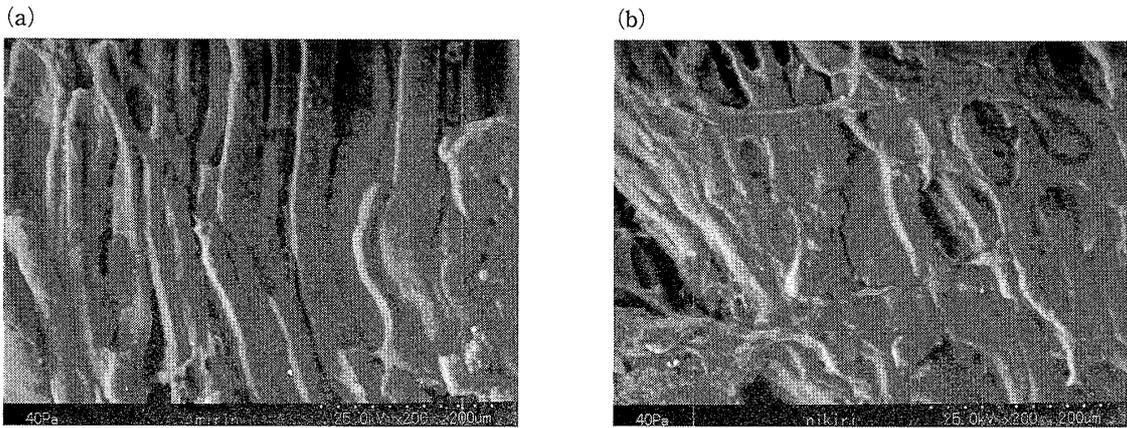


図5. 浸漬, 加熱調理後の豚肉切断面 (200倍)
(a) 本みりん 25% 溶液
(b) 煮切りみりん 25% 溶液

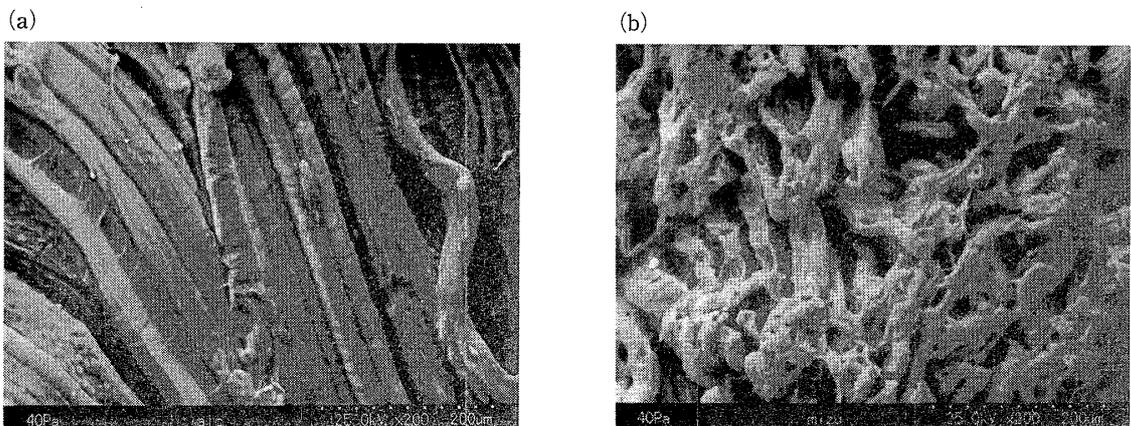


図6. 浸漬, 加熱調理後の豚肉切断面 (200倍)
(a) 3.5% エタノール溶液 (b) 水

係しているのではないかと考えた。そこで、走査型電子顕微鏡で加熱調理後の豚肉の筋線維を観察することによって、筋線維の崩壊抑制効果を検証した。

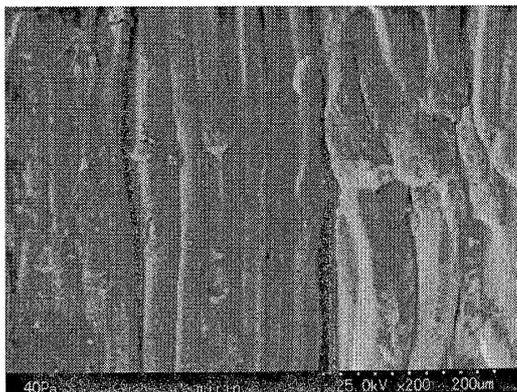
図1に本みりん50%溶液及び煮切りみりん50%溶液に肉片を浸漬後、加熱調理を行った時の豚肉切断面の電子顕微鏡写真を示した。本みりん50%溶液に浸漬、加熱調理を行った豚肉は、脂肪分もしくは水等が肉表面から溶出せずに残存しているためにツヤがあるが、煮切りみりんの場合にはこのようなツヤは認められなかった。同様に図2には7%エタノール溶液及び水に肉片を浸漬後、加熱調理を行った時の豚肉切断面の電子顕微鏡写真を示した。7%エタノール溶液に浸漬した豚肉の組織はエタノールの効果で加熱調理後も崩壊していないのに対して、水に浸漬した豚肉の組織は加熱調理後明らかに崩壊していた。したがって、浸漬液に含有されるエタノールが筋線維の崩壊を抑制していることが分かる。また、煮切りみりん50%溶液は水単独より浸漬液中に溶出した成分値が低いことか

ら、糖濃度が高い液に肉片を浸漬すると、肉片の表面が硬直し、加えて糖の浸透圧の効果で筋線維の崩壊を抑制しているものと考えられる。さらに、煮切りみりん50%溶液より本みりん50%溶液の方が筋線維の崩壊抑制効果が高いことから、本みりんはエタノールと糖の相乗効果で筋線維の崩壊を抑制していることが示唆された。

本みりん50%溶液及び7%エタノール溶液に浸漬した肉片にはエタノールが浸透し、豚肉内部の筋線維の崩壊抑制効果が発現する。さらに加熱変性が肉片中心部まで及ばず比較的生に近い状態であるのに対して、水に浸漬した肉片は中心部まで筋線維が崩壊していた。したがって、加熱調理前に浸漬処理を行うことによって、浸漬液の効果が、加熱調理時に充分維持していることから、単に表面の改質効果のみならず、前処理として浸漬することでさらに、肉内部にまでその調理効果が発現していることが示唆された。

図3は本みりん50%溶液及び煮切りみりん50%溶

(a)



(b)

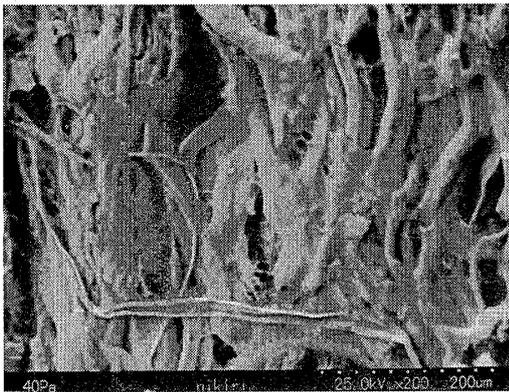
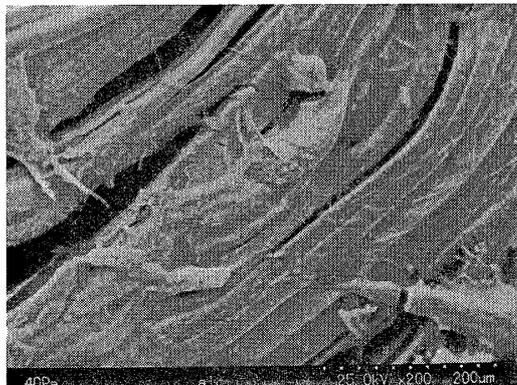


図7. 浸漬、加熱調理後の豚肉切断面 (200倍)
(a) 本みりん5%溶液 (b) 煮切りみりん5%溶液

(a)



(b)

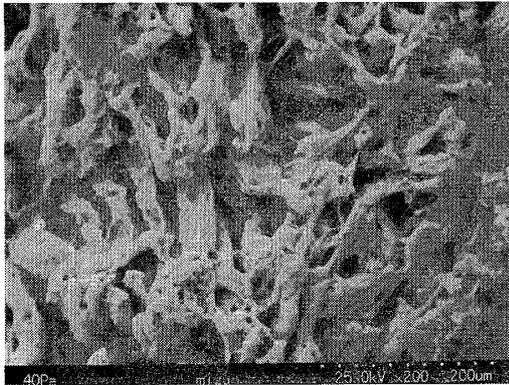


図8. 浸漬、加熱調理後の豚肉切断面 (200倍)
(a) エタノール0.7%溶液 (b) 水

本みりんの調理特性に関する研究 (第1報)

液に豚肉を浸漬した後加熱調理した豚肉の切断面を倍率400倍にて観察したものである。図からも分かるように、本みりんと煮切りみりんでは明らかにその組織構造に相違が認められた。表2でも示したように、こうした構造破壊がおこるために、煮切りみりんでは可溶性成分の溶出が本みりんより多いと推測される。

図4は7%エタノールまたは水に浸漬した後、加熱調理した豚肉の切断面を倍率400倍にて観察したものである。図からも明らかなようにエタノールが存在することで組織構造の崩壊が顕著に抑制されることがわかった。本みりんに浸漬した豚肉の切断面の電子顕微鏡写真の結果と合わせて判断して、浸漬液にエタノールが含まれる場合、そのエタノールは肉の中心部にまで浸透し、加熱調理時の肉汁成分の溶出を抑制しているばかりでなく、肉汁の脂質成分等を保持するのにも役立っているのではないかと推測できる。したがって、豚肉調理時の調味料としては、糖及びエタノールの併用あるいは本みりんが最も肉汁溶出抑制効果に優れているものと考えられる。

図5に本みりん25%溶液及び煮切りみりん25%溶液に肉片を浸漬後、加熱調理を行った時の豚肉切断面の電子顕微鏡写真を示した。本みりん25%溶液に浸漬、加熱調理を行ったものは、50%溶液と同様脂肪分もしくは水が肉表面から溶出せずに中心部に残存しているためにツヤがあるが、煮切りみりん25%溶液の場合、筋線維の崩壊が認められた。同様に図6には3.5%エタノール溶液及び水に肉片を浸漬後、加熱調理を行った豚肉切断面の電子顕微鏡写真を示した。エタノールの効果で、組織が崩壊していないことが分かった。

図7に本みりん5%溶液及び煮切りみりん5%溶液に肉片を浸漬後、加熱調理を行った時の豚肉切断面の電子顕微鏡写真を示した。本みりん5%溶液に浸漬、加熱調理を行ったものは、25%及び50%溶液と同様脂肪分もしくは水が肉表面から溶出せずに中心部に残存しているためにツヤがあるが、煮切りみりん5%溶液の場合、筋線維の崩壊が認められた。同様に図8には0.7%エタノール溶液及び水に肉片を浸漬後、加熱調理を行った時の豚肉切断面の電子顕微鏡写真を示した。エタノールの効果で、組織の崩壊が抑制されていることが分かった。さらに、煮切りみりん5%溶液と0.7%エタノール溶液を比較すると、煮切りみりん5%溶液よりも0.7%エタノール溶液の方が、効果的に筋線維の崩壊を抑制していることが分かった。奥田らはエタノールを含有する調味液に鯨肉を浸漬後、加熱することにより、肉の内部は非常に柔らかく仕上がりに、

ジュースのもれが少ないことを報告している⁸⁾。本研究では1%以下のエタノール濃度でも筋線維の崩壊抑制効果が認められたことで、エタノールの該効果が非常に強いことを示すものである。

なお、豚肉を加熱調理しない場合の肉断面については、筋線維の細部が脂肪分等に覆われて観察できなかったため、表面処理が必要であると考えられる。

要約

水、本みりん、煮切りみりん及びエタノール溶液に豚肉(へレ部)を浸漬した時の浸漬液の成分分析を行い、可溶性成分の溶出抑制効果の解明を行なった。さらに、加熱調理後の豚肉切断面を電子顕微鏡で観察し、豚肉の筋線維崩壊抑制効果について解明を行った。

(1) 豚肉に含まれる可溶性成分の溶出を抑制する調理効果に寄与する浸漬液中の成分は、エタノール及び糖であるが、エタノールまたは糖単独では可溶性成分溶出抑制効果が低く、本みりんのように両成分を含有する調味料が最も豚肉の可溶性成分溶出抑制効果が高かった。

(2) 豚肉を加熱する前にあらかじめ浸漬調理を行うと、浸漬液の成分によっては加熱調理した豚肉の筋線維が崩壊するのを抑制する効果があることが明らかとなった。筋線維崩壊抑制効果は豚肉内部で発現しており、エタノール成分が重要な役割を果たしているものと考えられる。

(3) 豚肉の筋線維崩壊抑制に寄与する成分は、エタノール及び糖であるが、エタノールまたは糖単独では筋線維崩壊抑制効果は低く、本みりんのように両成分を含有する調味料が最も筋線維崩壊抑制効果が高かった。

文献

- (1) 今井富雄, 入江淑朗, 梅本春一, 石塚駿治: 醸協, **63**, 80 (1968).
- (2) 日本醸造協会編: 新版・醸造成分一覽, p. 166 (1977).
- (3) 高宮和彦, 宇都宮信子: 調理科学, **12**, 168 (1979).
- (4) 長田真澄, 高増雅子: 調理科学, **14**, 40 (1981).
- (5) 奥田和子, 有坂政実, 上田隆蔵: 醸協, **76**, 611 (1981).
- (6) 沖谷明紘: 肉の科学(朝倉書店, 東京), p. 118 (1996).
- (7) 水島裕, 森 精: 金城学院大学論集, **29**, 19 (1989).
- (8) 奥田和子, 上田隆蔵: 家政誌, **26**, 494 (1975).
- (9) 奥田和子, 上田隆蔵: 調理科学, **23**, 326 (1990).
- (10) 奥田和子, 上田隆蔵: 醸協, **74**, 544 (1979).

(1999年4月1日受理)