ワインに含まれる牛肉を柔らかくする成分とその評価方法

ブルゴーニュ風牛肉の赤ワイン煮（ブフ・ブルギニョン）のように、肉料理に赤ワインを使用すると、肉が柔らかく、おいしくなることが経験的に知られている。本誌では、先に肉の臭みを抑えるポリフェノールの酸化防止作用を紹介したが（108巻12号）、今回は、肉を柔らかくする主成分を明らかにした研究を紹介していただいた。

大倉龍起¹・石崎泰裕¹・近藤平人¹・大川栄一¹・棚橋博史²

1. はじめに

ワインは飲用だけでなく、調理酒として用いられることもある。調理に用いられる場合に期待される効果は、生臭さの消去、香り付け、酸味の付与など様々である¹⁾。また、肉を柔らかくする効果も一般的に知られており^{2,3)}牛肉や豚肉をワインに浸漬させるまたは煮込むなどの調理方法等が家庭で日常的に行われている。

ワインを用いて肉を柔らかくする研究はこれまでも実施されており、塩田はハンバーグステーキ用の輸入牛肉をワインに浸漬処理し、官能試験により柔らかさを評価している⁴⁾。結果、肉質が改善され、国産牛肉を用いたものと官能面で有意差のない製品ができることを明らかにしている。また、奥田らは白ワインと赤ワインそれぞれに牛もも肉を浸漬させた後、加熱調理を行った際の最大圧縮応力を測定している²⁾。その結果、最大圧縮応力（＝肉の硬さの代替指標）を下げる効果は赤ワインの方が高いことを明らかにし、特に赤ワインのタンニンにその効果が高い可能性を示唆している。妻鹿らは牛肉を各種溶液に浸漬させた際に、低pHの溶液において筋原繊維タンパク質の分解が活性化され、肉質が柔らかくなると報告している⁵⁾。更に、三橋らはワインに肉を浸漬した際に柔らかくなるメカニズムについて解析を行い³⁾、低pH域で保水性が増大し、肉基質タンパク質、コラーゲンの可溶化が

促進することを示唆している。

これらワインが肉を柔らかくする現象に関する報告は多くある中で、ワイン中に含まれている肉を柔らかくする化合物に着目した詳細な研究報告はこれまでにない。そこで本研究ではワイン中の肉を柔らかくする化合物を明らかにする目的で検討を行った。物理的な指標として、様々な種類の肉の柔らかさの測定に用いられている剪断力値に加え⁶⁾、人間の食感を表す官能評価も同時に行い、多面的に評価を実施した。

2. 実験試料および評価対象水溶液

牛肉は市販のオーストラリア産のもも肉を用いた。みりん（本みりん、アルコール度数14度）、日本酒（本醸造、新潟県産、アルコール度数15度）、料理用白ワイン（国産、輸入果汁使用、アルコール度数11度）、料理用赤ワイン（国産、輸入果汁・輸入ワイン使用、アルコール度数12度）を用い、水はイオン交換水を使用した。各種ワイン成分モデル水溶液は次のように調製した。ポリフェノール水溶液はブドウ果皮抽出物を用い、没食子酸換算でトータルポリフェノール量を2000ppmとした。エタノール水溶液は12%（v/v）とした。亜硫酸水溶液はピロ亜硫酸カリウムを用いて、遊離亜硫酸として30mg/Lの濃度とした。有機酸混合水溶液には食品添加物グレードのものを使用し、L-酒石酸（2.0g/L）、DL-リンゴ酸（1.5g/L）、DL-乳酸（3.0g/L）の混合水溶液とした。クエン酸、

Compound to Tenderizing the Beef in the Wine and the Evaluation Method

Ryuki OKURA (Wine Development & Production Division, SUNTORY WINE INTERNATIONAL LIMITED)

DL- リンゴ酸, L- 酒石酸, DL- 乳酸の各単独水溶液の濃度は全て1.0g/Lとした。pHはそれぞれ2.85, 2.84, 2.70, 2.95となった。全ての水溶液調製にはイオン交換水を用いた。

3. 剪断力価測定試験方法

予め大きさを揃えた(30×50×5mm)、オーストラリア産の牛もも肉5枚をそれぞれ30mlの対象水溶液に完全に漬かるように浸漬した(室温, 1時間)。浸漬後の肉の表面の液体を除去するために100rpm室温で1分間遠心分離を行い、その後湯浴にて加熱した(95℃, 180秒間)。加熱後に一定の大きさに切断し(20×20×5mm)、それを剪断力価測定試験に供した。剪断力価測定試験にはクリープメーター(FRT-100N株式会社イマダ製)を用いた。また、菌で噛み切る時の状態を想定し、楔形のプローブを選択した。1枚の肉につき4箇所での測定を実施し、計20のデータを求め、平均値を肉の剪断力価とした。統計解析についてはTukey-Kramer法を用いて解析を行った。有意水準5%を棄却限界とした。

4. 肉柔らかさの官能評価試験方法

順位法を用いて官能評価を実施した。剪断試験と同様に大きさを揃え(30×50×5mm)、牛もも肉を、

対象水溶液に完全に漬かるように浸漬した(室温, 1時間)。湯浴にて加熱を行い(95℃, 180秒間)、常温にした後に官能試験に供した。パネルは柔らかいと評価した順に番号をつけた。食べる順序は乱数表を用いてランダムに設定した。17人のパネルにより評価を行い、馬場の順位グラフにて解析を実施した⁷⁾。順位グラフは半円上に描いた各アイテムのベクトルの方向が平均順位を表し、ベクトルの長さで判断の一致度を表現する方法である。楕円は、アイテム順位の確率を表しており、楕円の外側に位置すると棄却域5%以下を示す。楕円は有意水準5%の棄却域を保証するもので、各アイテム間の順位を保証するものではない。第3図および第5図左上の一致度は1に近いほどパネルの評価が揃っていることを示す。

5. 調理に使用される各種酒類を用いた剪断力価の比較

水を対照とし、みりん、日本酒、白ワイン、赤ワインそれぞれに浸漬させた肉の剪断力価を測定した結果を第1図に示す。水では60.6N、みりんでは67.8N、日本酒では61.0N、白ワインでは38.5N、赤ワインでは34.7Nとワインについては赤、白共に他水準に比べて有意に剪断力価が低くなった。またみりんについては水に浸漬させた肉よりも剪断力価が高くなった。

第1図 調理に使用される酒類を用いた剪断力価の比較

第2図 各種ワイン成分モデル水溶液を用いた剪断力価の比較

6. 各種ワイン成分モデル水溶液を用いた剪断力価の比較

水を対照とし、ポリフェノール、エタノール、亜硫酸、混合有機酸の各種ワイン成分モデル水溶液それぞれに浸漬させた肉の剪断力価を測定した結果を第2図に示す。水では54.6N、ポリフェノール水溶液では41.1N、エタノール水溶液では38.9N、遊離亜硫酸水溶液では32.4N、有機酸混合水溶液では25.5Nと有機

酸混合水溶液が他水準に比べて有意に剪断力価が低くなった。

7. 各種ワイン成分モデル水溶液に浸漬した肉の柔らかさに関する官能評価試験

水、ポリフェノール水溶液、エタノール水溶液、有機酸混合水溶液で処理した肉の官能評価を実施した結果を第3図に示す。平均順位は有機酸混合水溶液では1.76位、エタノール水溶液では2.35位、ポリフェノ

馬場の順位グラフ

各項目下に記載の数字は平均順位、右にベクトルがあるほど柔らかく、左にあるほど硬い。
 (©1989. 3. 10 馬場康雄)

第3図 各種ワイン成分モデル水溶液に浸漬した肉柔らかさの官能評価試験

	水	クエン酸	DL-リンゴ酸	L-酒石酸
水	—			
クエン酸	*	—		
DL-リンゴ酸	*	*	—	
L-酒石酸	*	*	ns	—
DL-乳酸	*	*	*	*

第4図 各種有機酸水溶液を用いた剪断力値の比較

ール水溶液では2.65位、水では3.24位であった。馬場の順位グラフにおいて、楕円より外に点がある場合はその順位について有意水準5%以下であることを示しており、有機酸水溶液および水については5%以下で有意差が認められた。このことから有機酸に肉を柔らかくする効果があることが示唆された。

8. 各種有機酸水溶液を用いた剪断力値の比較

水を対照とし、クエン酸、DL-リンゴ酸、L-酒石酸、DL-乳酸の各種1.0g/L水溶液それぞれに浸漬させた肉の剪断力値を測定した結果を第4図に示す。水では57.9N、クエン酸水溶液では43.3N、DL-リンゴ酸水溶液では32.9N、L-酒石酸水溶液では32.4N、DL-乳酸水溶液では25.8NとなりDL-乳酸水溶液が他水準に比べて有意に剪断力値が低くなった。各水準間での比較ではDL-リンゴ酸水溶液とL-酒石酸水溶液の剪断力値を比較した際に有意差は認められなかった。このことからDL-乳酸に肉を柔らかくする効果が高いことが示唆された。

9. 各種有機酸水溶液に浸漬した肉柔らかさの官能評価試験

クエン酸、DL-リンゴ酸、L-酒石酸、DL-乳酸の各

種1.0g/L水溶液および水で処理した肉の官能評価を実施した結果を第5図に示す。結果、平均順位はDL-乳酸水溶液では1.18位、DL-リンゴ酸水溶液では2.53位、クエン酸水溶液では3.12位、L-酒石酸水溶液では3.18位、水では5.00位であった。全ての水準において5%以下で有意差が認められた。官能評価においても、DL-乳酸に肉を柔らかくする効果が高いことが示された。

10. おわりに

評価した酒類の中で、剪断力値の測定結果から赤、白共にワインが一番肉を柔らかくする効果が高かった。また、各種有機酸水溶液の中ではDL-乳酸水溶液がワイン中に含まれる有機酸の中では最も肉を柔らかくする効果が高かった。

今回試験に供した有機酸の中で、同重量濃度においてもっともpHが低くなるのはL-酒石酸である。三橋らの結果によるとL-酒石酸水溶液が最も低いpHを与えるため、肉を柔らかくする効果が高くなると考えられる。しかしながら今回試験に供した有機酸の中ではDL-乳酸水溶液が最も肉が柔らかくなる結果となった。このことからpH以外の要因が肉を柔らかくすることに寄与していることが示唆された。有機酸の

馬場の順位グラフ (©1989. 3. 10 馬場康雄)

第5図 各種有機酸水溶液に浸漬した肉柔らかさの官能評価試験

中でも DL-乳酸が特に肉を柔らかくする効果が高くなるメカニズムについては未だ明らかでなく、今後の解明が待たれる。

〈¹ サントリーワインインターナショナル株式会社 生産研究本部, ² 株式会社 岩の原葡萄園〉

参考文献

- 1) 洪川祥子, 畑井朝子 (2004) 調理学, p160-161. 同文書院.
- 2) Kazuko Okuda, Ryuzo Ueda (1993) *J. Home Econ. Jpn.* **44**, 1007-1020.
- 3) 三橋富子, 森下円, 小嶋絵梨花 (2012) 日大生活科研報, **35**, 1-9.
- 4) 塩田教子 (1995) 活水論文集, **38**, 1-8.
- 5) 妻鹿絢子, 藤木澄子, 細見博子 (1980) 調理科学, **13**, 197-212.
- 6) 水宅清二, 平原敏史, 折原健太郎, 秋山彰, 鈴木貢, 西村勝志 (2005) 神畜研研報, **90**, 72-76.
- 7) Yasumasa Baba (1986) *Behaviormetrika*, **19**, 1-15.

執筆者紹介 (順不同・敬称略)

大倉龍起 < Ryuki OKURA >

昭和 60 年 5 月 23 日生まれ<勤務先と所在地>サントリーワインインターナショナル株式会社生産研究本部 〒211-0067 神奈川県川崎市中原区今井上町 57 <略歴>平成 20 年京都大学農学部食品生物科学科卒, 平

成 22 年同大学大学院農学研究科食品生物科学専攻生命有機化学分野卒, 同年サントリーホールディングス株式会社入社, 同年サントリーワインインターナショナル株式会社出向, 現在に至る。<抱負>ワインの新たな可能性を探究したい。<趣味>釣り, 読書