

豚枝肉の冷却による品質保持効果

安藝 博・林 道明*・中村雅人**

田中稔也・和田健一

畜産部

要 旨

豚の枝肉について屠殺後、早期の冷却による肉質改善の効果について検討した。胸最長筋のドリップ量は、6、8月の暑熱時には増加したが、屠殺後早期に2℃に急速冷却することにより、ドリップ量は減少した。シマリについては、2℃の急速冷却よりも、-20℃とする超急速冷却の方が有効であった。しかし、半膜様筋においては、これらの温度処理によりドリップ量とシマリを改善することはできなかった。これは主として、胸最長筋より芯温が低下しにくいことによると推定した。

キーワード：豚、肉質、急速冷却、超急速冷却

緒 言

近年、米国産冷蔵豚肉をはじめとして輸入豚肉が、低価格を売り物にスーパーのバーゲンによく出回るようになってきた。このままでは、我が国のスーパーの売り場は輸入肉で占められるのではないかと思われるが、著者が行った消費者へのアンケート結果は、輸入肉はあくまでもサブであり、メインは国産肉とする回答が大部分であった。この理由は、豚肉は牛肉と異なり、もともと安価であり、安いことだけが購買力に結び付くものではなく、「生産者の顔が見える」、つまり国産肉の方が安心感があり、少々高くても新鮮で、かつ良質であることの方を選ぶと考えられる。従って、生産者も流通業者も、この消費者の期待に沿う豚肉生産に努めなければ、国際競争に取り残され、ひいては将来に予想されている食料危機に対応できない恐れがある。

豚肉は通常、生体→卸（整形、カット）業者→小売店、量販店→消費者の順で流通されるが、一般消費者の段階では、特に包装パックの底に肉汁（ドリップ）が貯留していたり、肉がシマリのないもの、肉色の濃いものなどは敬遠される。小売店、量販店では、このような豚肉は売れ残るため卸業者にクレームをつける。そこで、卸業者はあらかじめ品質の悪い豚肉を加工に転換したり廃棄

しているが、特に気温の高い夏期にはこれらの損害は大きい。豚肉において異常肉と呼ばれるものには、肉のpHが酸性に傾いたPSE（白っぽい（Pale）、軟らかい（Soft）、水っぽい（Exudative））と、アルカリ性に傾いたDFD（黒っぽい（Dark）、硬い（Firm）、乾いた（Dry））があり、この両者の中間のものが正常肉として流通している。

PSEやDFDに関する研究は、これまでも多く^{4, 7, 11, 12, 13}、その発生メカニズムや防止方法もほぼ解明^{7, 12, 16, 17, 18}されており、現在ではこれらの発生率は低下している。また、このような異常肉は、すぐ流通業者の目にもとまるため、店頭に並ぶことは少ない。しかし、それにもかかわらず、前述のように消費者からのドリップやシマリに関する苦情は多く、筆者らも長年肉質研究に携わっているなかで、肉色は正常であるにもかかわらず、ドリップ量が多く、シマリの悪い、明らかにPSEやDFDでは判定できない異常肉のあることを認めている。Warnerら¹⁹、Kauffmanら⁹、そして有原¹は肉質をPSE、DFDに加えてRSE（赤みがかったピンク（Reddish-pink）、Soft、Exudative）、RFN（Reddish-pink、Firm、Non-exudative）の4カテゴリーに区分することを提唱し、RFNが理想的な肉質であるとしている。ま

* 伊賀地域農業改良普及センター

** 中央農業改良普及センター

た神田⁸⁾はこれら以外にPFD (Pale, Firm, Dark) 肉もあると報告している。筆者らが従来経験した異常肉は、このカテゴリーのうちRSEの範疇に入るとされる。

そこで本試験では屠殺後の枝肉を早期に冷却することにより、このようなRSE様異常肉の発生を目的として試験を行ったので、以下その概要を報告する。

方 法

1 官能評価と理化学的検査

食肉センターなど一度に大量の枝肉が集積される流通現場での、肉質検査には、手技の複雑な理化学的検査は適用し難く、個人差はあるものの、簡単で経験的な官能評価が通常行われている。そこで、この両者を比較し官能評価の信頼度を調査した。調査は1993年から1994年にかけて、経済連松阪食肉センター（カット工場）に搬入された枝肉275体について実施した。

1) 官能評価並びに評点

官能評価は表1に示したとおり、枝肉の5-6胸骨間切断面におけるロース部（以下胸最長筋とする）並びに内層脂肪を触感によりその場で判定した。次に官能評点（以下評点とする）は、胸最長筋のドリップとシマリの官能評価を総合し、肉質の良否を数値化した。

2) 理化学的検査法⁹⁾

第6、7胸骨間の胸最長筋並びに内層脂肪を切り出し、下記の各項目について検査した。

a. 水分含量

細切肉片約3gを100℃で24時間加熱、乾燥した場合の前後の重量差(%)により算出した。

b. 保水力、伸展率

保水力は、400~600mgの肉片を濾紙（Advantec No. 2）上に置き、2枚のプラスチック板で挟み、そのまま加圧計（35kg/cm²/1分間）で測定する加圧濾紙法で算出した。伸展率はこの加圧濾紙法で得られた数値から算出した。

c. 加熱損失

筋繊維の方向と平行に5cm角の肉塊に切り出しビニール袋に入れ脱気後、70℃の恒温槽で15分間加熱（肉塊の芯温が70℃になる時間を基準とした）後、冷却し重量を秤量し測定した。

d. 5日目のドリップ量

胸最長筋を約5×5×1cm角に切り出し、秤量後、ビニール袋に密封・冷蔵保存した。5日後に再度秤量し、重量差を求めた。

e. 脂肪屈折率

内層脂肪を加温融解し、ATAGO製TYPE3アッペ屈折計にて測定した。

2 枝肉の急速及び超急速冷却試験

いずれの試験も一般養豚場で飼育されたケンボロー種の肉豚（体重約110kg）を用いた。松阪食肉公社（屠場）で屠殺、背割り、格付け、水洗までの過程を終えた枝肉（2半丸/頭）について、同じ豚の2半丸を試験区と対照区に供試した。

1) 急速冷却試験

同じ豚の半丸を2℃の冷蔵庫へ直ちに搬入し、20時間保存した試験区と、今一方の半丸は枝肉処理室（開放

表1 官能検査における評価及び評点の判定基準

部 位	項 目	官 能 検 査	判 定	
胸最長筋	評 価	ドリップ	ふき取りで肉汁がまったくないもの	-
		"	ややあるもの	±
		"	多いもの	+
	評 価	シマリ	指で押さえた時、弾力のあるもの	-
		"	弾力にやや欠けるもの	±
		"	弾力のないもの	+
評 点		肉質が非常に良いもの	79≤	
		肉質が良いもの	77~78	
		肉質にやや難があるもの	76	
		肉質が悪いもの	75≥	
内層脂肪	評 価	シマリ	指で押さえた時、固いもの	-
		"	やや軟らかいもの	±
		"	軟らかいもの	+

状態にある室)で1時間放置後、試験区と同様2℃で保存した対照区を設け、胸最長筋の芯温並びに肉質についての検査を実施した。

温度測定は、デジタルサーミスタを用い、5～6胸椎間にセンサーを挿入し、胸最長筋の芯温を、屠殺後30分から20時間後まで継時的に測定した。

肉質検査は、屠殺翌日、経済連松阪食肉センター(カット工場)で5～6胸椎間を切断し、その胸最長筋断面のドリップ及びシマリを官能評価し、判定を評点で示した。

試験は1994年6月、8月、11月、1995年2月の計4回実施し、頭数は毎回9頭(18半丸)で延べ36頭(72半丸)を供試した。

2) 超急速冷却試験

同じ豚の半丸を2℃の冷蔵庫へ直ちに搬入し、一昼夜保存した対照区と、他の半丸を-20℃の冷凍庫で2時間、超急速冷却したのち、対照区と同様2℃で保存した試験区を設け、胸最長筋、半膜様筋の芯温並びに肉質を比較した。

枝肉温度の測定は、デジタルサーミスタを用い、胸最長筋においては5～6胸椎間、ももにおいては半膜様筋部にそれぞれセンサーを挿入し、芯温を一昼夜経時的に測定した。

pHの測定は、胸最長筋にpH電極を差し込み、屠殺直後(内臓摘出後)から1、2、5、6並びに24時間後に実施した。

肉質検査は、屠殺翌日、大里ミートセンター(カット工場)で、胸最長筋は5～6胸椎間を、内腿部は半膜様筋を切断し、その断面からのドリップ量、シマリを官能評価するとともに得点での判定も行った。

試験は1995年9月、18頭(36半丸)を供試した。

結 果

官能評価と理化学的検査との比較

官能評価と理化学的検査との評価の関係を表2に示し

た。まず胸最長筋のドリップについてみると、官能評価(-)と、(±)以上と判定されたものとの間には、理化学的検査の伸展率以外の保水力、加熱損失、5日目ドリップ量においても有意な差が認められた。しかし、(±)と(+)の間にはいずれも差は認められなかった。同様に胸最長筋のシマリについては、官能評価と理化学的検査値との間に、確かな相関が認められたのは加熱損失のみであり、ドリップの官能評価では見られなかった(±)と(+)との間の相関にも差異が認められた。

内層脂肪のシマリについては、官能評価と理化学的検査の屈折率との間に有意な相関が認められた。

枝肉の急速及び超急速冷却試験

1 急速冷却(試験1)

1) 芯温の経時変化

1994年6、8、11月、そして1995年2月に実施した胸最長筋芯温の経時変化を表3並びに図1-1、1-2、1-3、1-4に示した。

6月の試験では、室温19.3℃に1時間放置した対照区と比較し、屠殺後直ちに冷蔵した試験区で、2時間後に最大格差(8.1℃)が見られ、急激に芯温は低下した。その後、両区間の温度差は徐々に縮小し、20時間後には1.7℃となった。

8月では、試験区は、室温(23.5℃)で1時間放置した対照区と比較して、屠殺4時間後に最高格差7.3℃となり、6月と同パターンの芯温低下を示した。

11月では、試験区は室温(15.5℃)で1時間感作した対照区と比較して、最高格差になったのが屠殺14時間後と遅く、格差も2.5℃と低かった。2月では、試験区は室温(6.9℃)で1時間感作した対照区と比較して、最高格差になったのは屠殺4時間後と速かったが、その格差は2.2℃と低かった。

2) 肉質検査成績

胸最長筋を用いた肉質検査成績を表4に示した。まず

表2 官能検査項目別評価と理化学的検査の関係

項 目	官能評価									
	胸最長筋						内層脂肪			
	ドリップ			シマリ			シマリ			
	-	±	+	-	±	+	-	±	+	
理化学的検査	保 水 力	a	b	b	a	a	a			
	伸 展 率	a	a	a	a	a	a			
	加 熱 損 失	a	b	b	a	b	c			
	5日目のドリップ量	a	b	b	a	a	a			
	屈 折 率							a	b	c

異符号間には有意差がある (P<0.05)

表3 胸最長筋芯温の変化

月	室温 ¹⁾ ℃	区分	屠殺後時間											
			0.5	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
6	19.3	対照	40.0	37.2	32.3	23.9	18.4	14.5	12.0	9.8	7.2	5.6	3.8	3.0
		試験	40.0	33.5	24.2	16.9	13.1	10.3	8.3	5.8	3.3	2.4	1.3	1.3
		差 ²⁾	0.0	3.7*	8.1*	7.0*	5.3*	4.2*	3.7*	4.0*	3.9*	3.2*	2.5*	1.7*
8	23.5	対照	40.7	38.6	33.8	25.8	19.8	15.1	12.8	10.4	7.5	4.7	3.5	3.2
		試験	40.1	36.0	30.8	18.5	13.3	10.3	8.6	6.0	3.3	1.3	1.0	1.0
		差 ²⁾	0.6	2.6*	3.0*	7.3*	6.5*	4.8*	4.2*	4.4*	4.2*	3.4*	2.5*	2.2*
11	15.5	対照	40.3	38.1	28.6	23.0	18.1	15.7	13.3	10.9	9.4	7.4	6.3	6.1
		試験	40.1	37.8	28.3	21.5	16.5	14.2	11.4	8.6	6.9	5.1	4.2	4.1
		差 ²⁾	0.2	0.3	0.3	1.5	1.6	1.5	1.9	2.3	2.5**	2.3**	2.1**	2.0**
2	6.9	対照	39.2	32.8	25.6	19.2	15.7	12.8	10.0	7.1	6.0	4.3	3.8	2.9
		試験	39.1	33.8	25.8	17.0	14.4	11.5	8.7	6.1	5.4	3.8	3.5	2.5
		差 ²⁾	0.1	-1.0	0.2	2.2*	1.3*	1.3**	1.3**	1.0**	1.6	0.5	0.3	0.4

1) 試験開始時の処理室温 2) 対照区との差

*P<0.01 **P<0.05

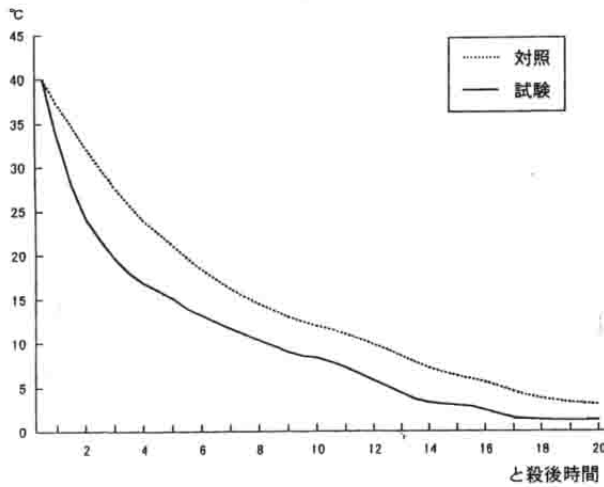


図1-1 胸最長筋芯温の推移（6月）

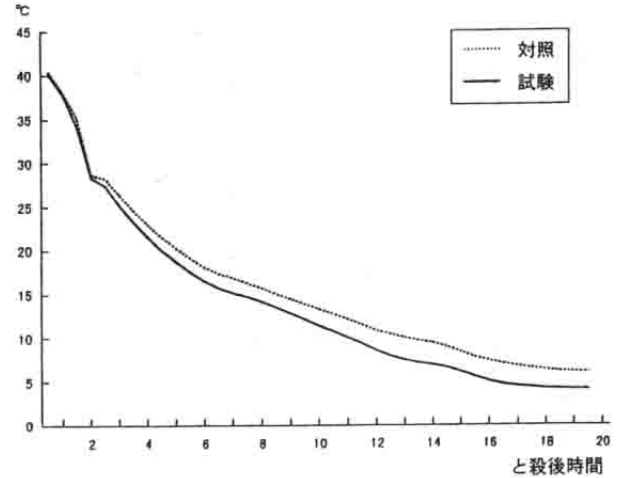


図1-3 胸最長筋芯温の推移（11月）

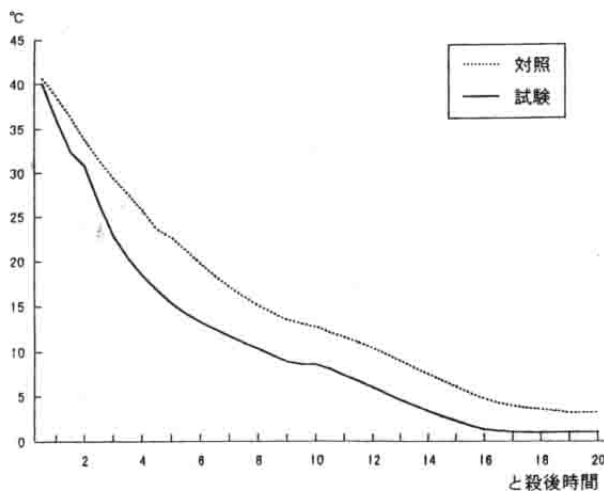


図1-2 胸最長筋芯温の推移（8月）

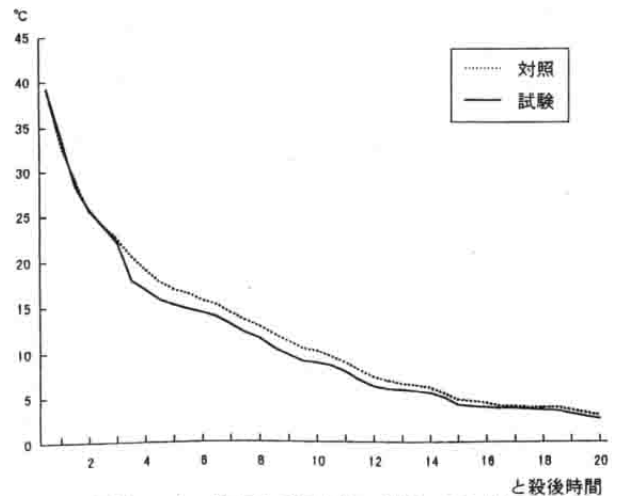


図1-4 胸最長筋芯温の推移（2月）

ドリップについては、6月の試験では、急速冷却による改善効果が認められたもの〔対照区が(+)あるいは(±)で、試験区が(-)の場合〕は7頭中4頭(71.4%)であった。

8月試験でも同様に9頭中4頭(66.7%)にその効果が認められた。この気温の高かった両月をあわせて見ると、ドリップ(+)のものが12頭と多く見られ、このうち明かに急速冷却による改善効果が見られたのは8頭で、66.7%と高率であった。

11月では、対照区でもドリップ(+)は2頭と数少なく、急速冷却処理による効果も減少した。さらに2月では、ドリップ(+)のものはなかった。従って、気温が低い11、2月について見ると、ドリップ(+)のものは18頭中で2頭と少なく、冷却による改善効果は明白ではなかった。

シマリについては、6月と8月の試験で各1例ずつ急速冷却で弾力性が明らかに増し、効果が認められるものもあったが、対照区より却ってシマリのないものも見られ、改善効果は判然としなかった。

ドリップとシマリの官能評価を総合した評点は、6月と8月の対照区では77.3、77.0点であったのに対し試験区は各々79.1、78.3点で勝っていた。しかし秋から冬、11月、2月の試験では処理による有意な差は見られなかった。

2 超急速冷却(試験2)

1) 枝肉芯温の経時的変化

胸最長筋及び半膜様筋芯温の推移を表5並びに図2-1、2-2に示した。

a. 胸最長筋

超急速冷却処理をした試験区は対照区より、常に低温度で推移し、屠殺後2.5時間後には対照区より7℃も低

かった。以後徐々に両者の差は縮小し、翌日には両区とも設定温度の2℃前後に達した。

b. 半膜様筋

また、半膜様筋では、胸最長筋と若干異なり全般的にゆるやかな温度下降を示したが、屠殺後2.5時間までの芯温は、試験区、対照区との間で有意な差は認められなかった。

2) 肉質検査成績

a. 胸最長筋

胸最長筋の肉質検査結果を表6に示した。まずドリップにおいて効果があったと思われるものは5頭中3頭(60.0%)であったが、対照区でもドリップ(-)のものが多かったため、超急速冷却による効果は判然としなかった。

つぎにシマリでは2℃冷蔵の対照区で(+)あるいは(±)のものが17頭と多く、-20℃の超急速冷却処理による効果が伺えたものは17頭中15頭(88.2%)で、さらにこのうち著しく改善されたと判定されたものが8頭であった。まったく改善効果の見られなかった2頭のうち、No. 1の胸最長筋は明らかにPSE様の異常肉であった。

ドリップとシマリの官能評価を総合した評点では、対照区が77.1±0.9に対し、試験区が78.5±1.4で試験区の方が高い評価となった。

b. 半膜様筋

半膜様筋の肉質検査結果を表7に示した。ドリップでは、超急速冷却の効果があったと思われるのは13頭中、No. 1、6、8、10の4頭、シマリにおいては11頭中、No. 4、10の2頭といずれも割合としては低く、またNo. 11では却ってシマ리를悪くし、半膜様筋でのドリップ、シマリの超急速冷却による改善効果を明らかにすることはできなかった。

c. 胸最長筋のpHの変化

胸最長筋のpHを表8に示した。対照区、試験区とも

表4 胸最長筋における官能評価並びに評点

月	区 No.	ドリップ									シマリ									評点*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6	対照	-	-	+	+	±	+	+	+	+	-	-	±	-	±	±	±	+	-	77.3 ^a
	試験	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	±	±	±	-	±	-	-	79.1 ^b
8	対照	+	±	±	+	+	±	+	+	+	-	-	+	-	±	-	-	-	-	77.0 ^a
	試験	-	-	±	-	+	±	-	-	±	-	-	-	-	±	±	-	-	-	78.3 ^b
11	対照	-	±	±	+	±	-	-	+	±	-	±	±	+	+	-	-	+	±	77.6 ^a
	試験	-	±	-	±	-	-	-	±	±	±	+	±	+	±	-	-	+	-	77.8 ^a
2	対照	-	±	±	-	-	-	-	±	±	-	±	-	-	-	±	±	±	+	78.6 ^a
	試験	-	±	±	-	-	-	-	±	-	-	±	±	±	-	-	+	±	±	78.0 ^a

* : 平均評点

異符号間に有意差あり (P<0.05)

屠殺直後の pH の平均値は 6.7 であった。-20℃ の急速冷却処理を行った直後には両区とも 6.0、そして一昼夜おいた 24 時間後では 5.6 及び 5.8 と両区に差は認められず、PSE 肉判定基準では、これらの pH はすべて正常肉の範囲であった。

考 察

豚肉がスーパー等の店頭で販売される時、消費者からの苦情の一つにドリップの漏出がある。このドリップロスには種々の要因が関与しているが、屠殺後の枝肉の取り扱い方も大きく影響すると考えられている。肉の鮮度を保持するためには、枝肉を早期に冷却することが重要であり、また

表 5 胸最長筋並びに半膜様筋芯温の推移

部 位	区 分	屠 殺 後 時 間							
		0.5	1.0	1.5	2.5	4.0	5.0	6.0	24.0
胸最長筋	対 照	40.2	32.0	28.2	21.3	15.5	13.0	9.8	2.3
	試 験	40.4	31.7	25.7	14.3	8.9	7.1	5.3	1.7
	差 ¹⁾	-0.2	0.3	2.5*	7.0*	6.6*	5.9*	4.5*	0.6
半膜様筋	対 照	40.8	39.2	36.4	30.5	23.1	19.3	15.3	2.0
	試 験	40.7	37.9	34.9	26.4	17.6	14.1	11.1	1.4
	差 ¹⁾	0.1	1.3	1.5	4.1	5.5*	5.2*	4.2*	0.6

1) 対照区温-試験区温

*P<0.05

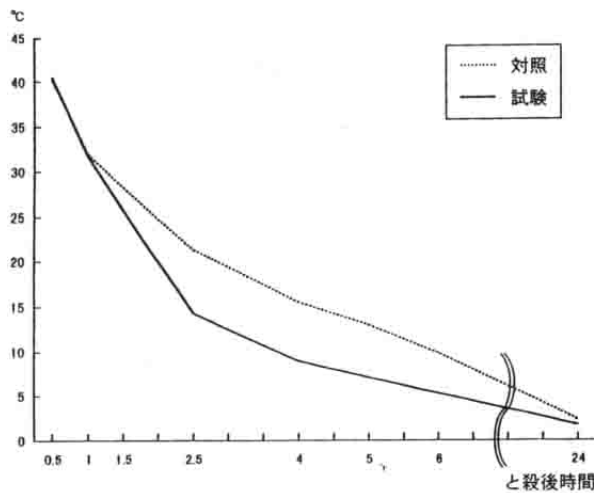


図 2-1 胸最長筋芯温の推移

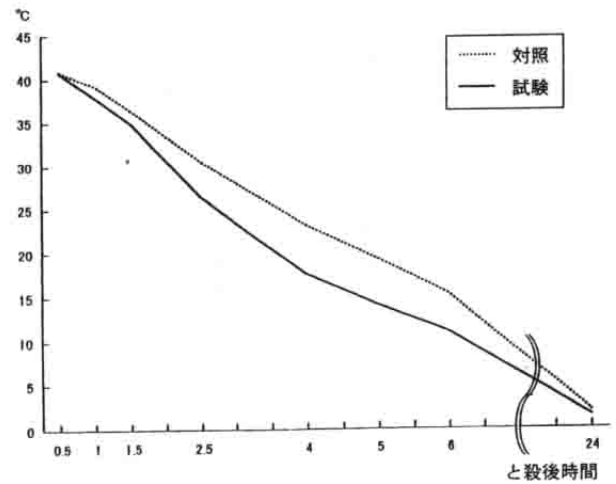


図 2-2 半膜様筋芯温の推移

表 6 胸最長筋の官能評価及び評点

部 位	区 分 ^{a)}	官 能 評 価																		平均評点
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ドリップ	対 照	+	-	-	±	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	-	+	
	試 験	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
シマリ	対 照	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	±	±	+	+	+	
	試 験	+	-	-	±	±	-	-	±	+	-	±	-	-	-	-	-	-	-	
評 点	対 照	76	78	77	77	77	77	77	77	77	77	77	76	80	77	78	77	77	76	77.1 ± 0.9 ^a
	試 験	76	80	79	77	77	80	79	77	77	80	77	79	80	80	79	79	80	77	78.5 ± 1.4 ^b

異符号間に有意差あり (P<0.05)

表7 半膜様筋の官能評価及び評点

部 位	区分No.	官 能 評 価																		平均評点
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ドリップ	対 照	+	-	-	±	±	±	-	±	±	±	±	-	-	±	±	±	±		
	試 験	±	-	-	±	±	-	-	-	±	-	±	±	-	-	±	±	±	±	
シマリ	対 照	±	-	-	+	±	±	-	-	±	±	-	±	-	-	±	±	±	+	
	試 験	±	-	-	±	±	±	-	-	±	-	±	±	-	-	±	±	±	+	
評 点	対 照	77	80	79	77	78	77	80	79	77	78	78	80	80	78	77	78	77	78.2±1.2	
	試 験	78	80	78	77	78	77	80	78	78	80	77	80	80	77	78	77	78	76	78.2±1.3

表8 胸最長筋 pH の推移

区 分	頭 数	屠 殺 後 時 間				
		0	1*	2.5**	6.0	24.0
対 照	18	6.7±0.27	6.4±0.36	6.0±0.33	6.0±0.27	5.6±0.15
試 験	18	6.7±0.15		6.0±0.32	6.1±0.24	5.8±0.30

* : -20℃へ入庫 ** : -20℃より搬出

死後硬直が始まる前に急速に冷却することで、保水力が高まることも知られている。豚枝肉の急速冷却による肉質改善試験については、国外でいくつかの報告^{2, 5, 6, 10)}があるが、国内^{16, 18)}では少なく、またそれらの結果は様々で、特にドリップロスについては不明な点が多い。著者らはこれまでに枝肉の早期急速冷却試験⁹⁾を行い、早期冷却処理が豚肉のドリップロスを減少させ、肉質の改善効果があることを明かにした。しかし、一般の屠場では、枝肉は格付けを終えて冷蔵庫に入庫されるまでに水洗、整形、分け等、処理室内に吊るされた状態で1時間近く経過することもある。特に夏季、気温の高い条件下では、肉質への影響は大きいものと考えられる。

そこで、本試験では一般の流通現場において枝肉の早期冷却処理を行い、ドリップのみならずシマリ等の肉質にもどのような影響があるかを調査した。

試験開始に先立ち、著者らや流通業者が肉質判定に通常用いている官能評価が、試験関係機関で行われている理化学的検査法¹⁵⁾とどの程度の相関があるのかを調査した。その結果、胸最長筋、半膜様筋のドリップは理化学的検査項目の保水力、加熱損失、5日目ドリップ量と弱い相関が、またシマリは加熱損失や内層脂肪の屈折率との間に比較的高い相関があることが明らかとなった。このことは、理化学的検査に頼らずとも、個人差を少なくする、いわゆる「目あわせ」を行っておけば、多くの検体を短時間で判定しなければならない流通現場ではある程度通用する可能性があることを示している。そして豚肉においても牛肉同様、従来の格付けに加えて肉質によ

る格付けも加味でき、良質肉の流通に寄与できると考えられる。入江⁴⁾は肉の品質は外観、味、栄養成分、安全性の面から評価すべきで、現在の格付けや衛生検査では、外観と安全性の一部が評価されているに過ぎず、将来は味への追求が求められるであろうと指摘している。高品質はおいしさの必須条件であり、上述のいずれをも包括した格付けが必要と思われる。

試験1では、屠殺後、格付けまでの過程を終了した枝肉を直ちに2℃の冷蔵庫に入れた場合(試験区)と、通常の処理(本試験では1時間、室温で放置)後、2℃の冷蔵庫に入庫した場合(対照区)を比較した。その結果、室温の高かった6、8月では、胸最長筋のドリップロスはより早期から冷却した場合の方が少なかった。11、2月では両試験区間に差は認められず、これは処理室温が低く(15.5℃と6.9℃)、対照区でもドリップが(+)と判定されたものが少なかったことから、季節的な気温の高低によるものと思われる。しかし、シマリについては4回の試験中、急速冷却処理で明かな改善効果が認められなかった。

試験2では、試験1の試験区に相当する温度条件を対照区として、-20℃、2時間の超急速冷却の前処理を行った。胸最長筋の芯温は試験1での最短時間よりはるかに速く低下し、シマリにおいても、若干でも改善の効果が認められたものは88.2%、さらに明かな改善効果が認められたものは57.1%と高率であった。胸最長筋のドリップについては2℃の早期冷却も、-20℃の早期急速冷却でも改善効果に明かな差はなかった。半膜様筋の-20℃の超急速冷却による芯温は胸最長筋ほど急には低下

せず、ドリップ、シマリの明かな改善効果は認められず、この方法での改善は期待できないと考えられた。しかし、当時、現場のカット工場に取り扱っていたもも肉は約2割、軽度～重度のPSE様肉が散見されたが、試験1、2ではその発生がほとんどなかった。田中ら¹⁸⁾は、15分間の強制運動後屠殺し、その枝肉を0～2℃の氷水に浸漬、あるいは-5℃に急速冷却したものと、室温に1時間放置したものとを比較し、前二者の方がPSEの発生率は低かったと報告している。本試験においては屠殺後早期の冷却処理により、軽度～中度のPSE (RSE様異常肉)を少なくすることが、重度のPSEについては改善されなかった。

本試験の、超急速冷却の温度並びに感作時間、方法については、一般屠場において最も実用性があるとの観点から、-20℃の冷凍庫で2時間の処理とした。このような超急速冷却について、Jonesら^{5, 6)}は-40℃の冷気を3時間噴霧したところ、cold shorteningが起り、胸最長筋のドリップロスが少なくなったが、剪断力が大きく、硬くなること、また、液体窒素中に1～3分間浸漬し、4℃で24時間冷蔵しても、肉質には何ら影響がないことなどを報告している。Feldhusen²⁾らやLongら¹⁰⁾も-20℃の冷気を25～35分間、あるいは-30℃での冷気を4時間噴霧することにより、胸最長筋のpH低下を遅らせることはできたが、肉色、ドリップロス、蛋白質溶解性などへの影響はなかったと報告している。さらに、このcold shorteningについて、中井ら¹⁹⁾は、豚肉の場合、肉質低下への影響は無視できるとしている。本試験においても官能検査では肉質の低下は認められず、また用いた温度、時間についても特に問題になる条件ではなかったと考えられる。なお、冷却時間については、これまでの著者らの試験³⁾では、-20℃、10及び20分間でも胸最長筋のドリップ、シマりは改善されており、時間的な問題より、むしろ屠殺後いかに早く枝肉を急速冷却するかが肝要であると思われる。しかし、明らかなPSEについては、超急速冷却を行っても改善の効果はなく、Warnerら¹⁹⁾やKauffman⁹⁾らの提唱しているRSEレベルの肉に限られるようである。なお、試験2においてはLongら¹⁰⁾や前田¹¹⁾らが報告しているpHの急激な低下遅延あるいは上昇は認められなかった。これは対照区も急速冷却感作を行っていたことによるとも考えられ、今後さらに検討する必要があると考えている。以上のように、豚枝肉の品質を保持する上で、屠殺解体後、早期に急速冷却することは重要であり、特に気温の高い時期には不可欠であると考えられる。一般屠場では、既述のように屠殺後、保管用冷蔵庫に搬入までの過程で長い時間を要する場合があること、保管用の冷蔵庫内温度が、風向、

枝肉の保管量などの違いにより、かなり差(2～9℃)が認められたこと、そして枝肉運搬用保冷車内の温度が低温に保たれていない場合があること等々、その過程に粗雑な面が見られた。屠殺された豚はその時点から食品であり、当然のことながら流通関係者及び生産者はその品質保持に努め、消費者の要望に応えなければならない。さもなければ消費者の国産肉離れを招き、日本の養豚産業は国際競争から取り残されることになりかねない。問題は、これら一連の処理が、一般屠場でどこまで実行が可能であるかで、超急速冷却はともかく、早期の冷却処理であれば現在の屠場でも十分対応が可能であると思われる。

今回の試験では、著者らの行う官能評価で肉質を判定したが、将来良質肉の流通を図るためには流通業者の自主的な肉質に対する格付けが必要である。しかし、官能検査では個人差は避けられず、客観的な評価が必要となる。そのためには流通業者、生産者の双方が納得でき、簡易でかつ客観性のある評価方法の開発が急ぐべき課題として残されている。

引用文献

- 1) 有原圭三 (1994), 米国における豚肉品質の最近の事情, 食肉の科学, 35 (No. 2), 66.
- 2) Feldhusen, F and M. Kuhne (1992), Effects of Ultra-rapid Chilling and Ageing on Length of Sarcomeres, and Tenderness of Pork, Meat Sci, 32, 161.
- 3) 伊藤 均, 和田健一 (1989), 関東東海農業試験研究推進会議畜産部会, 37.
- 4) 入江正和 (1996), 豚肉生産における脂肪と肉質の制御, 畜産の研究, 50(9), 996.
- 5) Jones, S. D. M., G. G. Greer, L. E. Jeremiah, A. C. Murray and W. H. Robertson (1991), Cryogenic Chilling of Pork Carcasses: Effects on Quality, Bacterial Population and Palatability, Meat Sci, 29, 1.
- 6) Jones, S. D. M., L. E. Jeremiah and M. Robertson (1993), The Effects of Spray and Blast-Chilling on Carcas Shrinkage and Pork Muscle Quality, Meat Sci, 34, 351.
- 7) 加香芳孝 (1995), 屠殺処理技術, 食肉の科学, 36(1), 11-21.
- 8) 神田 宏 (1991), PSEやDFD豚肉と異なる異常肉(PFD)に関する一考察, 食肉の科学, 32(2), 175-183.
- 9) Kauffman, R. G., R. G. Cassens, A. Scherer and D. L. Meeker (1992), Variation in Pork Quality, A National Pork Producers Council Publication, 1-8.

- 10) Long, V. Pand P. V. Tarrant (1990), The Effect of Preslaughter Showering and Post-slaughter Rapid Chilling on Meat Quality in Intact Pork Sides, *Meat Sci.*, 27, 181.
- 11) 前田博之, 森千恵子, 湯浅 亮, 横田 博 (1985), 豚異常肉の実験的作出と枝肉の温度とPH値による自然発生例の分類, *日獣会誌*, 38(9), 581-586.
- 12) 前田博之, 森千恵子, 山田英清, 浦木増太郎, 湯浅 亮, 森貫一 (1988), 豚肉の品質向上を目的とした屠殺システムの検討, *日獣会誌*, 41(5), 339-344.
- 13) 前田博之, 森千恵子, 湯浅 亮 (1990), ストレスと肉質, *臨床獣医*, 8(1), 38-44.
- 14) 中井康博, 池田敏雄, 安藤四郎, 斎藤不二男 (1978), 豚挽肉の死後変化に及ぼす貯蔵温度の影響, *日畜会報*, 49(10), 761.
- 15) 農林水産省畜産試験場 (1972), 豚肉の肉質改善に関する研究実施要領, 16-20.
- 16) 岡崎則夫, 田中 巖, 牟田口一義, 辻 貞三 (1981), 異常肉 (PSE) に関する試験(3), *岐阜畜試研究報告*, 7, 35.
- 17) 鈴木 章 (1997), 豚の主要品種の枝肉と肉質の特性評価, *畜産の研究*, 51(8), 897-898
- 18) 田中 巖, 若村康彦, 牟田口一義, 辻 貞三 (1980), 異常肉 (PSE) に関する試験(2), *岐阜畜試研究報告*, 6, 38.
- 19) Warner, R. D., R. G. Kauffman and M. L. Greaser (1997), Muscle Protein Changes Post Mortem in Relation to Pork Quality Traits, *Meat Sci.*, 45, 339.

Effects of Low and Extremely-low Temperature Storage Immediately After the Slaughter on Meat Quality of Pork Carcass

Hiroshi AKI, Michiaki HAYASHI, Masato NAKAMURA,
Toshiya TANAKA, Ken-ichi WADA

Abstract

We examined the pork quality when the carcass was chilled and exposed to ultra-low temperature after the slaughter. Drips from m-longissimus dorsi increased in quantity in June and August, but decreased with cooling post-mortem carcass to 2 °C.

The shrinking rate of m-longissimus dorsi by the treatment of ultra-low temperature (-20 °C) was great, in comparison with that of chilling (2 °C). The semimembranous muscle was not effected by these temperatures in the drips and shrinkage, probably due to hard to decrease of the internal temperature of the muscle.

Key Words : Pig, Pork quality, Rapid chilling, Ultrarapid chilling