

豚の脂肪品質改善に関する研究

第2報：脂肪品質簡易判定法の検討

伊藤 均, 和田健一

Studies on Improvement of Body Fat Quality of Fattening Swine

2. Examination in judging simply body fat quality

Hitoshi ITO and Kenichi WADA

諸言

最近豚肉の高品質化が叫ばれる中において脂肪品質の面から異常肉のうち軟脂豚が問題視されている。軟脂豚は冷蔵しても脂肪がしまらないため、加工がしにくく、また格落ちの原因ともなるため加工業者および生産者からも敬遠されている。軟脂肪の判定はほとんどが官能によるためその判定には経験を要し、客観性に欠ける面があり、どのようなものを軟脂とするか明確な基準はない。最近では軟脂豚に関する研究が数多くなされてきており^{1)~11)}、屈折率¹²⁾、体脂肪の脂肪酸組成^{13)~18)}など脂肪の理化学的性質が軟脂の判定に有効な基準であるとする報告も多い。しかし豚の高品質化をめざすということからも、現場で簡便でしかも客観性に富む判定法の確立が望まれる所である。千国ら¹⁹⁾は、脂肪組織を採取して果実硬度計により硬度測定をし、種々の条件下での硬度と脂肪品質の関連について報告している。本研究では現場で簡便に測定できるということを前提として硬度計使用の可能性を検討したが、主として筋肉の体脂肪温度と硬度、測定部位による硬度、硬度計先端部形状の3点を中心にして究明した。

試験方法

1 筋肉の体脂肪温度と硬度

(1) 供試豚および供試豚肉

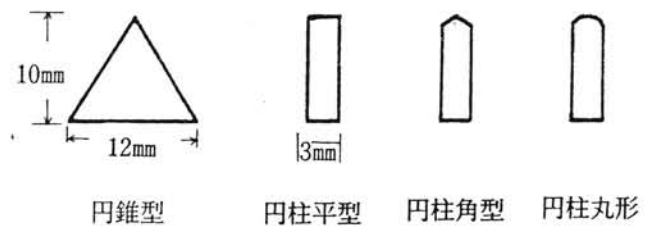
第1報¹¹⁾で報告した供試豚の一部を用い、概ね105kgでと殺解体後、冷蔵保存し、冷蔵後24時間まで経時的に腰部内層脂肪における硬度および温度を測定した。なお測定頭数は去勢、雌合わせて21頭で

あった。

(2) 調査項目

硬度：

UNIVERSAL型果実硬度計 (UB) 型の1 kgを用いた。使用した先端部針頭は第1図に示した。円錐型 (基底部径12mm, 高さ10mm) のものを使用した。



第1図 使用した硬度計先端部針頭

2 測定部位と硬度

(1) 供試豚および供試豚肉

1. の場合と同様、第1報の供試豚の一部を用い、と殺解体し、冷蔵20~22時間後に腰部内層脂肪および腎臓周囲脂肪の硬度および温度を測定した。

(2) 供試脂肪の処理

冷と体より腰部内層脂肪および腎臓周囲脂肪を採取し細切後、100°C、2時間熱抽出し、無水硫酸ナトリウムで脱水後分析用試料とした。

(3) 調査項目

① 屈折率

屈折率はTYPE3 アツベ屈折計で測定した。
なお本試験での数値はND₅₀で換算し、(換算値 - 1.4) × 10⁴で示した。

② 脂肪酸組成

熱抽出した脂肪を一定量採取し、以下第1報¹⁾と同様の方法で処理した後ガスクロマトグラフィーで測定した。使用した充填剤、条件は第1報¹⁾と同様である

③ 硬度

1の場合と同じ硬度計、先端部針頭で測定した。

3 硬度計先端部形状と硬度

(1) 供試豚および供試豚肉

2の場合と同様である。

(2) 供試脂肪の処理

2)と同様の処理を行った。

(3) 調査項目

1の場合と同じ硬度計を用いたが、先端部針頭は第1図に示した通り円錐型、直径3mmの円柱型(先端平型、角型、丸型)の3種、計4種類のものを用いた。

なおリノール酸・ステアリン酸比の算出は(リノール酸の含有率) ÷ (ステアリン酸の含有率)で求めた。

リノール酸・ステアリン酸比は屈折率同様軟脂豚の判定に有効な指標とされ^{4,6,7)}、それとの相関を求めることにより硬度計の使用の可能性を検討した。

結 果

1 枝肉の体脂肪温度と硬度

腰部内層脂肪における硬度および温度の経時変化を第2図に示した。内層脂肪温度は冷蔵後6時間まで著

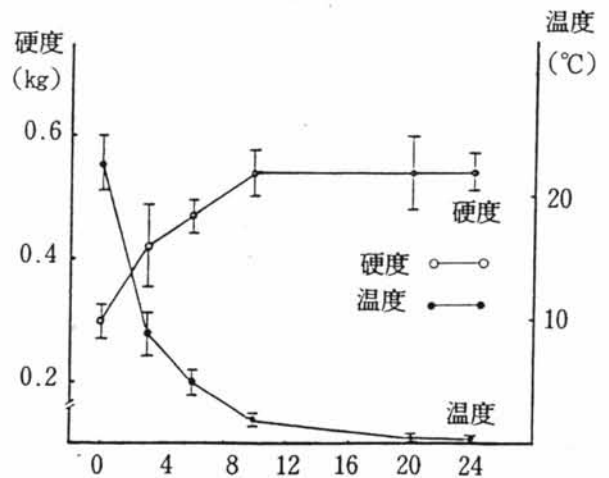
しく低下したがその後ゆるやかに低下し、20時間で0℃近くに落ち着いた。硬度は温度の低下とともに大きくなった。10時間後には最大値を示し、その後安定した。このように硬度は冷蔵後10時間経過すれば測定可能であると言える。

2 測定部位と硬度

第1表に内層脂肪における硬度と脂肪諸形質を性別に示した。去勢は雌に比べ脂肪組織の水分は約2%低く、屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比も低くなった。また官能評価による点数は去勢が雌に比べ約1.5点高く、1ランク高くなった。このように去勢は雌に比べ脂肪品質が良いという結果となった。硬度もそれと同様に去勢が約0.1kg高い値を示した。

内層脂肪硬度と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との関係をそれぞれ第3、4図に示した。

なお実際の現場では去勢、雌をこみにした脂肪評価がなされているため本報告でも去勢、雌をこみにして

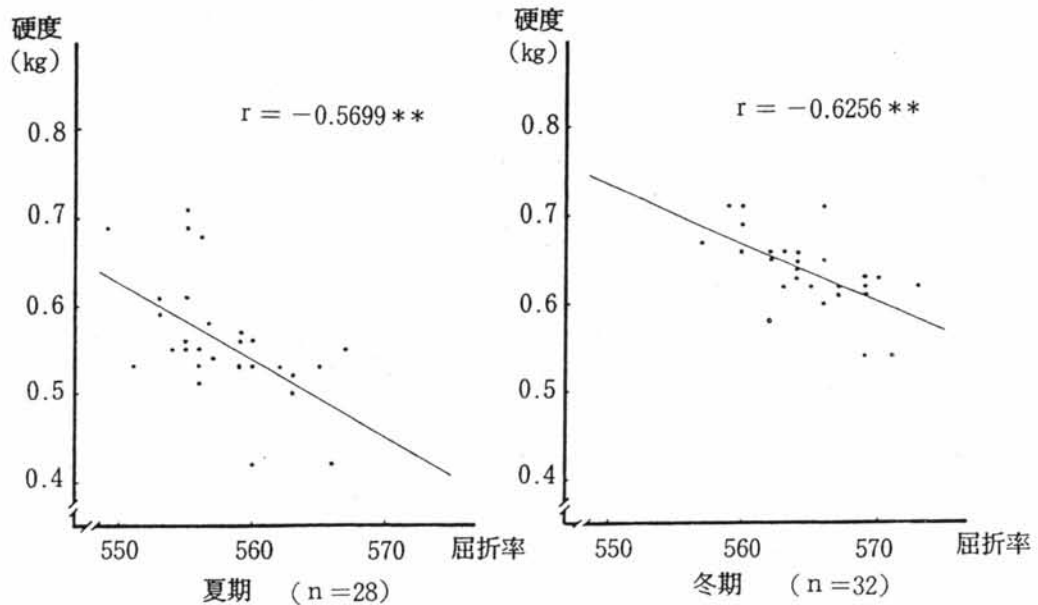


第2図 皮下内層脂肪硬度と温度の経時変化(n=21)

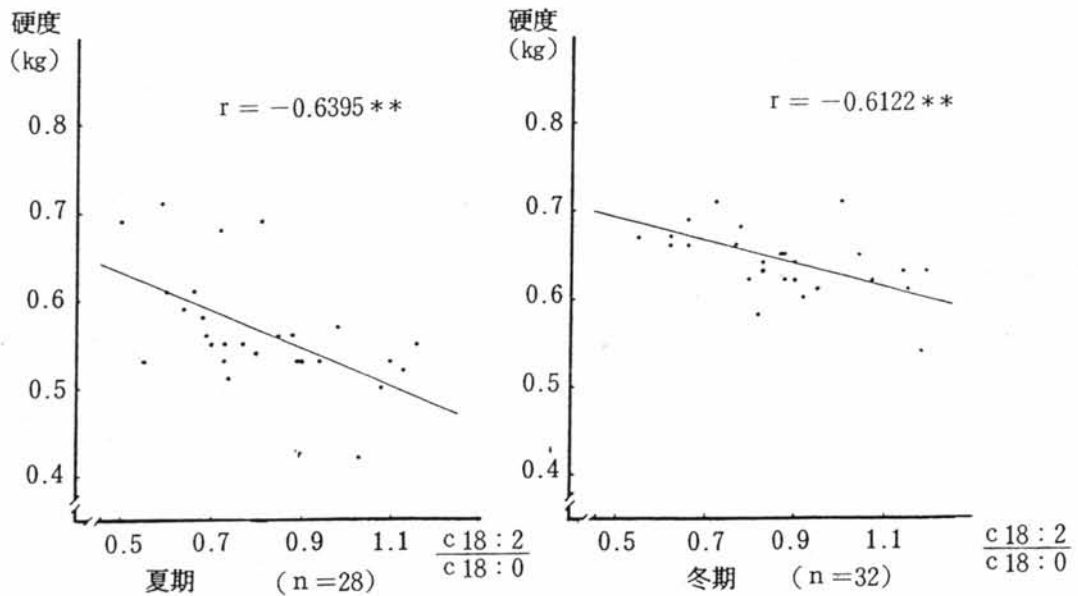
第1表 硬度と内層脂肪の諸形質

	頭数	硬 度	脂 肪 組 織 の 水 分	脂 肪 の 厚 さ	脂 肪 品 質	屈 折 率 (ND50)	リノール酸ステアリン酸比
		kg	%	cm	点		
去 勢	25	0.62±0.06	5.98±0.98	3.7 ±0.5	79.7±1.8	561 ±2.9	0.72±0.12
雌	31	0.54±0.05	7.88±1.51	2.7 ±0.4	78.3±3.2	568 ±3.2	1.03±0.17

全項目で去勢と雌間に有意差有 (P<0.05)



第3図 皮下内層脂肪硬度と屈折率（円錐型）



第4図 皮下内層脂肪硬度とリノール酸・ステアリン酸比（円錐型）

示した。

硬度と屈折率との間には夏期、冬期ともに負の相関が認められた ($P < 0.01$) が、夏期においては硬度計値にバラツキが多く、冬期の方がより高い相関が得られた。またリノール酸・ステアリン酸比との間には夏期、冬期共に -0.6 程度の負の相関が得られた ($P < 0.01$)。

このように内層脂肪では硬度と脂肪形質との間に高い相関は得られなかった。そこで腎臓周囲脂肪についても硬度を測定し、両部位における硬度と脂肪形質との相関を比較した。その結果を第2表に示した。硬度

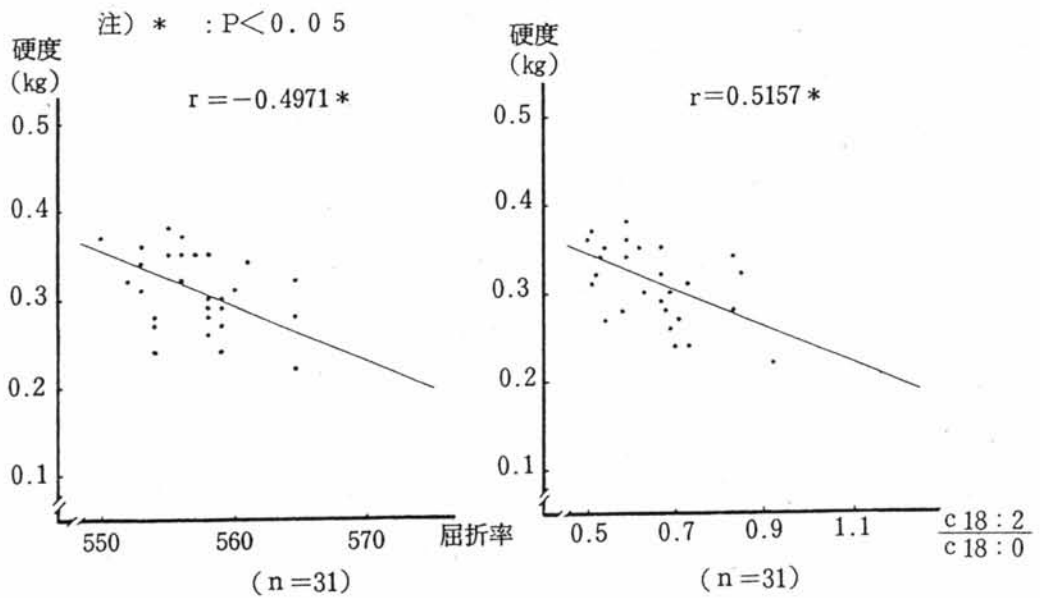
と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との相関係数は内層脂肪においては 0.5 程度であり、第3、4図に示した相関係数とは若干低い値となった。

しかし腎臓周囲脂肪においては屈折率やリノール酸・ステアリン酸比と硬度との相関係数はそれぞれ $r = -0.7189$, $r = -0.6577$ と高く、サンプル数は少ないながら有意な ($P < 0.05$) 負の相関が認められた。

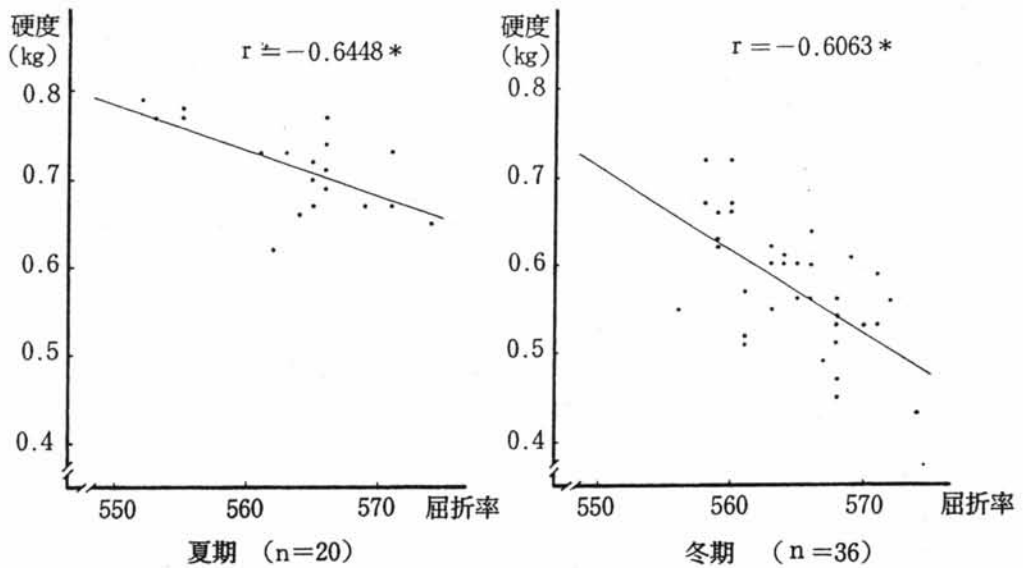
そこで腎臓周囲脂肪についてさらに例数を重ねて検討した。その結果を第5図に示した。腎臓周囲脂肪でも屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比と硬度との相関係数は有意ではあるが 0.5 程度と低かった

第2表 部位による硬度と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との相関関係 (先端部：円錐型)

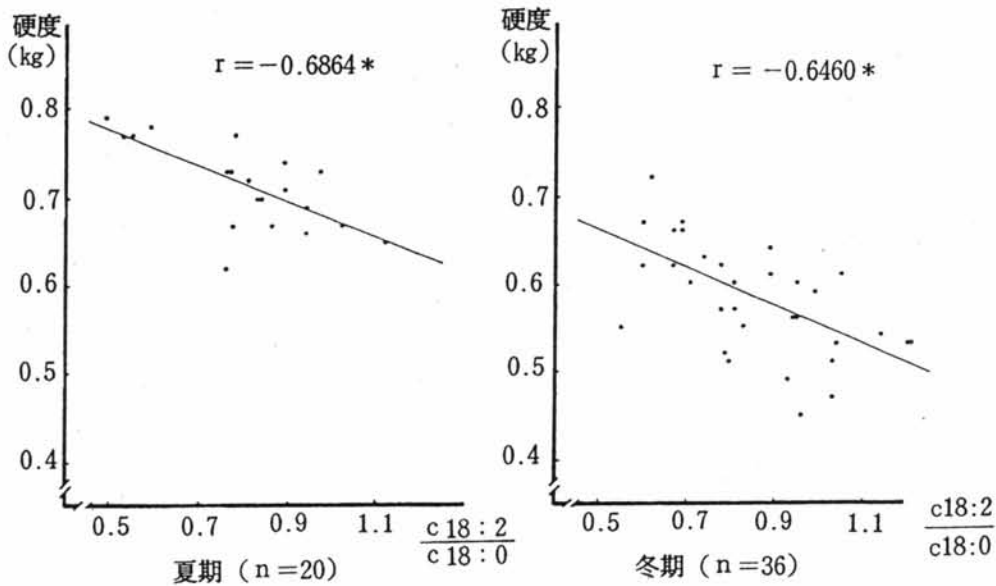
		サンプル数	屈折率 (ND50)	リノール酸 ステアリン酸比
脂	内層	16	-0.5038 *	-0.5371 *
肪	腎	10	-0.7189 *	-0.6577 *



第5図 腎臓周囲脂肪硬度と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比 (円錐型)






第6図 皮下内層脂肪硬度と屈折率 (円柱状先端角型)



第7図 皮下内層脂肪硬度とリノール酸・ステアリン酸比（円柱状先端角型）

第3表 硬度型先端部針頭形状による硬度および屈折率, 両者間の相関係数の比較【腎臓周囲脂肪 (N=9)】

形状 個体	φ 3 mm	φ 3 mm	φ 3 mm	屈折率 (ND50)
				
1	0.55±0.01	0.57±0.02	0.66±0.00	550
2	0.54±0.02	0.58±0.03	0.67±0.00	553
3	0.53±0.02	0.67±0.02	0.67±0.01	553
4	0.31±0.03	0.15±0.03	0.20±0.02	562
5	0.49±0.03	0.49±0.04	0.54±0.02	554
6	0.42±0.01	0.49±0.02	0.63±0.02	558
7	0.61±0.03	0.65±0.01	0.56±0.02	557
8	0.56±0.03	0.60±0.02	0.66±0.03	548
9	0.53±0.03	0.57±0.02	0.65±0.01	557
r	-0.6747*	-0.6544	-0.7083*	

($P < 0.01$). このように両測定部位において硬度と脂肪形質との相関は低い結果となった。

3 硬度計先端部形状と硬度

1, 2 とも硬度計先端部については円錐型のものを使って検討してきたが, つぎに先端部を円柱状角型のものに変えて測定し, 前者の場合と同様に硬度と脂肪形質と関連を調べた. その内層脂肪における硬度と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との関係を第6, 7図に示した.

硬度と屈折率との相関は夏期, 冬期ともに有意ではあるが0.6程度の相関しか得られなかった($P < 0.01$). またリノール酸・ステアリン酸比についても夏期, 冬期でともにやや相関係数は大きくなったもののやはり有意ではあるが低い相関であった ($P < 0.01$). しかし散布図にも見られるように硬度計の先端部が円錐型のものに比べると円柱型のもものがバラツキが少なくそのためわずかではあるが, 相関係数は大きい傾向にあった ($P < 0.01$).

第4表 皮下内層脂肪の官能評価とリノール酸・ステアリン酸、屈折率 (n=62)

官能評価 (触 感)	C18:2/C18:0		屈折率(ND50)	
	去 勢	雌	去 勢	雌
7 6	0.8 7	1.0 1	5 6 4	5 6 9
7 8	0.8 2	1.0 0	5 6 2	5 6 7
8 0	0.7 3	0.9 3	5 5 9	5 6 3
8 2	0.6 6	0.7 6	5 5 8	5 5 8

さらに先端部形状の検討を進めるため、円柱状の3種つまり角型、丸型および平型を用いて9個体の腎臓周囲脂肪における硬度および屈折率を測定した。その結果を第3表に示した。

平型が最も測定値のバラツキが少なく、次いで角型、丸型の順であった。屈折率との相関係数は測定値のバラツキが少ない平型が高かった ($P < 0.05$)。第4表に皮下内層脂肪の官能評価とリノール酸・ステアリン酸比、屈折率との関連を示した。これらの数値より評価点とリノール酸・ステアリン酸比および屈折率との相関係数を算出した。去勢、雌の性別で算出すると去勢においてはそれぞれ -0.9947 、 -0.9845 ($P < 0.01$)、雌においてはそれぞれ -0.9157 ($P < 0.05$)、 -0.9836 ($P < 0.01$)、とかなり高い相関が認められた。また去勢、雌をこみにして算出した場合でもそれぞれ -0.7201 、 -0.8442 と高い相関が得られ、官能評価は軟脂判定にかなり有効であることが示された。

考 察

豚の異常肉のうち軟脂豚は軽度のもではあるが増加傾向にある。野口⁶⁾は軟脂豚の脂肪について調査し、軟脂豚の脂肪は正常豚の脂肪に比べステアリン酸(C18:0)が少なく、リノール酸(C18:2)およびオレイン酸(C18:1)が多くなり、しかも測定した背脂肪内層、背脂肪外層および腎臓周囲脂肪の三部位のうち、特に腎臓周囲脂肪でその傾向が顕著であり、これら部位のリノール酸・ステアリン酸比(C18:2/C18:0)を算出すると背脂肪内層および腎臓周囲脂肪で正常豚のものに比べ、軟脂豚の方が有意 ($P < 0.01$) に高かったとしている。

そしてさらに軟脂豚の脂肪性状を明らかにするとともに比較的簡易な判別方法として屈折計の使用の検討をおこなっており、リノール酸・ステアリン酸比および屈折率は軟脂の有効な判定基準としている。⁷⁾

大武⁵⁾は腎臓周囲脂肪における脂肪酸組成を軟脂豚および無作為抽出豚について測定した結果軟脂豚の脂肪は、

無作為抽出豚の脂肪に比べ、パルミチン酸(c16:0)およびステアリン酸が明らかに少なく、リノール酸およびオレイン酸が多かったとしている。また屈折率も軟脂豚の脂肪の方が大きかったとしており、脂肪酸組成および屈折率は軟脂豚の判定に有効な指標であるとしている。

西尾⁸⁾も正常豚と軟脂豚の脂肪の脂肪酸組成を比較したところ、パルミチン酸、ステアリン酸などの飽和脂肪酸が著しく減少し、リノール酸が増加したとしており、井坂ら⁹⁾も同様の報告をしている。

このように軟脂豚の脂肪における屈折率、脂肪酸組成の差を認める報告は多い。官能評価点と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との相関は高く、官能による評価も軟脂の判定において信頼できうと思われる。しかし官能評価は熟練された判定者によるもので、経験を要し、客観性に欠ける点もある。

千国ら⁵⁾は背部皮下脂肪を筋肉より摘出し、果実硬度計により硬度を測定した結果、硬度(5°C)と官能評価点との間に高い正の相関を得ている。

本試験では冷と体の状態での腰部内層脂肪および腎臓周囲脂肪における硬度を測定した。

硬度と温度の経時変化は、逆比例し、温度が低下すると硬度が大きくなる関係にあった。安定する時間は温度の方が遅いが冷蔵後20時間経過すれば安定した硬度が測定できると思われる。脂肪品質が性により大きく異なることは、大武ら²⁾や和田ら¹⁰⁾が報告しているが本試験の結果についても、去勢、雌の性別でみると屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比が小さく、官能評価点でも去勢の方が高くなった。このように去勢の脂肪品質が良いという結果となったが、脂肪組織の硬度も去勢の方が約0.1kg高く、おおよその判定には硬度計が使用可能であることが示唆された。

硬度計の先端部を円錐型とし、腰部内層脂肪において測定した場合、屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との間に負の相関が認められ、脂肪品質が悪いと硬度は低い値を示すという傾向にあったが、その相関係数は低かった。千国ら⁵⁾は極端に脂肪層の薄いものについては異常値になる恐れもあり測定から除外している。本試験では脂肪層の薄いものについても測定しており、このような個体では硬度計の先端部に用いた円錐型針頭の基底部分が12mmと大きいため、測定値のバラツキが大きくなった。そのため相関係数が低くなったと思われる。

この欠点を補うため、腎臓周囲脂肪および腰部内層脂肪の両部位を測定した。両部位の硬度と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との相関係数を比較すると腎臓周囲脂肪の方が高く、円錐型先端部の場合腎臓周囲脂肪で測定した方が脂肪質の判定にはより適当であると思

われた。しかしこの相関係数の算出に用いたサンプル数は少なく、さらに検討を加える必要があると思われる。腎臓周囲脂肪についてサンプル数を多くすると、内層脂肪同様に屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比の両者とも硬度との相関係数は低かった。このように円錐型先端部では測定部位による硬度と脂肪形質との相関係数の差は少なく、実際現場において円錐型先端部の硬度計を脂肪品質の判定に用いるには無理があると思われる。

硬度計の先端部に用いる針頭は数種類があり、千国らは5φ×10mmのものを用いている。本試験では3mmφの円柱状針頭を用いた。腰部内層脂肪での硬度と屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との相関係数は円錐型先端部の場合と同様であった。しかしその相関係数は円柱状の場合の方が高く、内層脂肪については円柱状の方がより適当と思われる。

また同じ3mmφの円柱状のものでも、本試験に用いた針頭は3種類であり、それらを腎臓周囲脂肪について比較した所、平型の方が測定値のバラツキが少なく、屈折率との相関が高かった。本試験においては円柱状平型のもので脂肪質の判定に最も適当と思われるが、その相関係数も高いものではなく、現場での使用となると無理があると考えられる。

なお円柱状先端部については、直径の検討もおこなったが3mmφより細い場合、硬度計を脂肪層に当てる力の大きさの影響を受け測定誤差が大きかった。

千国ら⁵⁾が用いた先端部は5φ×10mmの円柱状のもので官能評価点との間に高い相関を認めている。しかし彼らは官能検査を外層、内層脂肪を分離していない皮下脂肪についておこなっており外層、内層の相関を除いた評点との偏相関係数は2層ともに低い相関しか認めていない。

果実硬度計は脂肪層の機械的な硬さしか示さないが、官能による評価は脂肪のねばり、しまりなどを関連づけた総合評価である。千国ら⁵⁾は人間の感じる脂肪の硬さは脂肪組織の物理的構造つまり脂肪層の厚さ、脂肪細胞の大きさであるとし、それらとラードの性質によってきまるとしている。また官能評価点は内層の厚さと外層のラード硬度のほぼ両方で説明できるとしており、ラード硬度と飽和脂肪酸、リノール酸およびステアリン酸量との相関が高く、和田ら¹⁰⁾のように官能評価点とリノール酸・ステアリン酸比との相関が高いのうなづける所である。

本試験では硬度計の針頭形状および測定部位を変えたりしても屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比と硬度との相関は高くならなかった。硬度計は脂肪組織に対するものであるが、屈折率およびリノール酸・ステアリン

酸比は抽出した純粋脂肪に対するものである。果実硬度計で測定する場合その非脂肪成分の影響をうけるため、純粋脂肪としての性質である屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との相関が高くならなかったと思われる。千国ら⁵⁾は抽出脂肪のラード硬度と脂肪酸組成との間には高い相関を認めている。

このように果実硬度計では種々の要素の影響をうけるためそのみでは軟脂判定に使いにくい面があり、官能評価にまさる判定法とは思われず、実際現場での使用には無理があると思われる。

要約

豚肉の異常肉のうち軟脂豚の判定基準は従来より官能による評価を主体としてきたが、その判定は熟練を要し、客観性に欠けるため、簡便でしかも客観性に富む判定法として果実硬度計の使用の可能性を検討した。

使用した硬度計の針頭は円錐型、3mmφの円柱型（角型、丸型、平型）の2種、計4種類であった。

屈折率、リノール酸・ステアリン酸比は軟脂豚の判定に有用な基準であるが、これらと硬度との相関を算出することで軟脂豚の判定に硬度計が使用可能か否か検討した。

1. 去勢と雌の性別に脂肪諸形質の比較をすると硬度は去勢が雌より約0.1kg高く、おおよその判定には硬度計が使えることがわかった。

2. 円錐形先端部の場合、内層脂肪における屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比と硬度との相関は、測定値のバラツキが多いためか低かった。腎臓周囲脂肪に関してもそれらの相関は低かった。

3. 円柱型(3mmφ)先端部の場合、円錐型先端部の場合よりもそれらの相関が高く、硬度計の針頭は円柱型のものが脂肪質の判定により適当であると思われる。

4. 円柱型の3種の針頭の比較では平型の方が測定値のバラツキが少なく、屈折率との相関が最も高かった。

5. 先端部針頭形状および測定部位を考慮して硬度計の使用を試みたが、屈折率およびリノール酸・ステアリン酸比との相関は高くても-0.7程度しかならなかった。従って硬度計は官能評価にまさる判定法とはならず、実際の現場に使用するには無理があると思われる。

参考文献

- 1) 井坂正勝・野口剛・鈴木啓弘・金丸剛也・中村君義・永吉正義：と畜場における軟脂豚の調査，日豚研誌，14巻，1号，44，1977
- 2) 伊藤均・和田健一：豚脂肪品質に関する研究（第2報），三農技センター試験成績報告，50～54，

- 1983
- 3) 大武由之・中里 孝：飼料，性別および蓄積部位による豚脂肪酸組成の差異，日畜会報，vol.41，No. 8，1970
 - 4) 大武由之：軟脂豚肉の脂質の特性，日畜会報，80～89，vol.54，No.2，1983
 - 5) 千国幸一・小沢 忍・小石川常吉・吉武 充：豚の皮下脂肪の官能的硬さに関する要因，畜試研報，115～119，38，1982
 - 6) 野口 剛：軟脂豚の発生状況とその防止法，養豚の友，108，6～11，1980
 - 7) 野口 剛：軟脂豚の性状とその判定基準，養豚の友，40～49，1982
 - 8) 西尾重光：異常肉と肉質改善，養豚便り，48～54，1977
 - 9) 和田健一・久松敬和：豚脂肪品質に関する研究（第1報），三農技センター試験成績報告，88～94，1982
 - 10) 和田健一・伊藤 均：豚肉の軟脂防止と肉質改善に関する試験，三農技センター試験成績報告，43～49，1983
 - 11) 和田健一・伊藤 均：豚の軟脂防止に関する研究（第1報），三農技センター研究報告，第15号，1986