

豚の肉質に影響を及ぼす環境要因

仁昌寺博 秋田富士 村田亀松

目 次

I 緒 論

II 材料と方法

III 結 果

1. 試験1 ランドレース種を用いた湯はぎ法による調査
2. 試験2 大ヨークシャー種を用いた皮はぎ法による調査

IV 考 察

V 要 約

VI 引用文献

I 緒 論

昭和40年代の後半に報道機関により豚の異常肉の問題が採り挙げられてから消費者も含めて、豚の肉質に対して強い関心が寄せられている。しかし、“ムレ肉”、“フケ肉”、“PSE肉”(Pale, Soft, Exudative)と呼ばれるような状態の異常肉は我国においては既に昭和40年代初めに確認されており関係者の間では関心が寄せられていた¹⁾。昭和50年代には、異常肉を発生すると考えられているストレス感受性豚の遺伝様式も解明され²⁾ストレス感受性豚の生前検査法³⁾も確立されている。

しかし、ストレス感受性豚からは42.9%がPSE肉になる一方、ストレス抵抗性豚からも12%のPSEが生産されること⁴⁾、豚の肉質に関する遺伝率は概ね0.3から0.4と推定されていること⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾から、環境要因も何らかの形で関与して肉質が決定されているものと考えられる。

豚の肉質に関係する環境とは気象条件、豚舎構造、飼養管理、飼料等のほか、豚が生れてか

ら肥育され、消費される迄の全ての要因を総称したものであるが、各個体について全ての要因を測定することは不可能に近い。そこで、豚の肉質に影響を及ぼす環境要因の中で特に屠殺前後の環境要因と肉質との間の関係を検討し、肉質の分散のうち屠殺前後の環境要因によって説明できる部分の割合を推定することを目的とした。

II 材料と方法

供試豚は昭和52～53年にはランドレース種去勢豚203頭、昭和56～58年には大ヨークシャー種去勢豚290頭である。供試豚は30kgから90kg迄同腹2頭群飼で産肉能力検定飼料を不断給餌し、90kg到達後1週間以内に屠場へ当日搬入し休息中に散水した。解体は同一屠場で行なったが試験中に解体施設が改善されランドレース種は湯はぎ法で、大ヨークシャー種は皮はぎ法で行なわれた。その際に屠殺前後の環境要因として表1の項目について調査したが客観的な測定が困難と思われる肢蹄の異常の程度、競合による傷の程度、屠体表面の傷の程度、日照並びに降雨の程度、人への慣れ具合等については主観的に1～4点を配点して分析した。

肉質に関する形質としては枝肉の第5～6胸椎部間の胸最長筋で日立堀場D-5型pHメータ(ガラス電極は堀場6201-10T)を使用して屠殺後45分のpHを測定した。また同一部位で屠殺後1時間の屠体温度も測定した。

また、屠殺後48時間の左半丸第6～第9胸椎部の胸最長筋を用いて次の形質を測定した。

(1) pH; 日立堀場D-5型により電極を直

接肉の切断面に押し当てて5部位測定し、その平均値を求めた。

(2) 保水力；保水力の測定は加熱遠心分離法⁹⁾によった。すなわち、筋膜、脂肪等を取り除いて挽き肉とし、3MのKClを添加して30分後に70℃で20分間加熱し、更に遠心分離機(1000回転/分)で6分間分離し分離液量を結着計の目盛から読み取った。また、水分含量は常法により求めた。

(3) 肉色；肉色の測定には測色々差計を用い

たがランドレース種による湯はぎ法の調査では東京電色TC5型、大ヨークシャー種による皮はぎ法の調査では東京電色TCA-1型を用い、UCS等色差表色系により明度をL値、赤色度をa値、黄色度をb値、彩度は $\sqrt{a^2 + b^2}$ 、色相はb/aで表示した。

(4) テクスチャー；テクスチャーの測定はテクスチュロメータ(全研製GTX2型)を使用し表2に示した条件で各個体について2回ずつ測定し、その平均値を求めた。

表1 測定した屠殺前後の環境要因

肢蹄の異常の程度	90kg時、1肢につき1(正常)~4点(歩行不能)を配点
出荷時体重	約18時間絶食させた後の体重
絶食時体重減少量	絶食による体重の減少量
内臓重量	解体時に測定、肺も含む
銼合による傷の程度	絶食のための集荷による銼合で生じた傷の程度、出荷時に1(ほとんどなし)~4点(極めて多い)を配点
屠体表面の傷の程度	生前に加えられたストレスの程度を推定するための背割前の枝肉表面の状態、1(ほとんどなし)~4点(極めて多い)を配点
輸送時気温・湿度	輸送直前の測定
日照の程度	輸送中の日照、1(くもり)~4点(快晴)を配点
降雨の程度	輸送中の降雨、1(なし)~4点(土砂降り)を配点
輸送時間	約50km先の屠場迄の所要時間
休息時間	屠場到着から追い込み迄の時間
散水時間	屠場到着後休息中に行なった
湯の温度	湯はぎ法における湯槽の温度
予冷室温度	水切りのため一時放置する場所の温度
人への慣れ具合	1(慣れている)~4点(極端な憶病)を配点
同時出荷頭数	1回の出荷で輸送した頭数

表2 テクスチャーの測定項目と測定条件

測定項目	測定条件
硬さ	試料の厚さ； 12.5 ~ 13.5 mm
	試料の重さ； 16.5 ~ 17.0 g
凝性	プランジャー； メタル9 mm
	クリアランス； 2 mm
	電圧； 1.5 V
	バイト速度； 12回/分
	チャート速度； 750 mm/分

分析方法は分散共分散分析により年次内ベースで分析して結果をプールした。ランドレース種を用いた湯はぎ法の調査と大ヨークシャー種を用いた皮はぎ法の調査は別個に分析し、分散・共分散行列から屠殺前後の環境要因を用いて肉質を推定する重回帰式を組立て変数減少法¹⁰⁾により分析した。本研究で用いた方法はYを従属変量、Xiをi番目の独立変量、biをYのXiに対する偏回帰係数とする時、各XiについてR・Ci (ith Relative Contributions) を次の式によって求め、R.C.の最も小さいXiを重要度の低いものとして除去する方法で

ある。

$$R.C.i = \frac{b_i \cdot \text{Cov}X_iY}{\sum_i (b_i \cdot \text{Cov}X_iY)} \times 100\%$$

また、屠殺前後の環境要因が一定量変化した時に期待される肉質の変化量も推定した。

III 結 果

1. 試験1 ランドレース種を用いた湯はぎ法による調査

(1) データの一般的性質

データの一般的性質は表3にした。前屈あるいは傷害による跛行も含めて1 (正常) ~ 4点

表3 データの一般的性質

N = 203

形 式	項 目	\bar{X}	S. D.	C. V.
1	前肢異常の程度	3.1970	1.5327	47.94
2	後肢 "	3.2118	1.6793	52.29
3	1日平均増体重 (g)	821.8	87.8	10.68
4	出荷時体重 (kg)	85.30	2.18	2.56
5	絶食時体重減少量 (kg)	5.02	1.65	32.87
6	内臓重量 (kg)	9.71	0.81	8.34
7	競合による傷の程度	1.503	0.657	43.71
8	屠体表面の "	1.778	0.816	45.89
9	同時出荷頭数 (頭)	14.78	4.94	33.42
10	輸送時気温 (℃)	19.87	2.97	14.95
11	" 湿温 (%)	83.28	4.30	5.16
12	日照の程度	1.837	1.189	64.73
13	降雨の "	1.099	0.292	26.57
14	輸送時間 (分)	72.14	10.22	14.17
15	休息 " (分)	49.10	22.80	46.44
16	散水 " (分)	17.48	7.57	43.31
17	湯の温度 (℃)	64.78	1.19	1.84
18	予冷室 " (℃)	17.52	2.11	12.04
19	48時間 PH	5.67	0.19	3.35
20	明 度 (L)	45.97	4.04	8.79
21	保 水 力 (%)	66.74	8.42	12.62
22	硬 さ (T.U)	1.515	0.352	23.23
23	P C S	2.134	0.893	41.85
24	45分 PH	6.36	0.31	4.87

注) T.U.とは、Texturo Unit のことである。

(歩行不能)迄を主観的に配点した肢蹄の異常の程度は左右を合計した得点が前肢・後肢とも3・2点であった。また、1日平均増体量は 82.2 ± 8.8 gと発育は良好であった。出荷前に約18時間絶食したことによる体重の減少量は 5.0 ± 1.7 kgで出荷時体重は 85.3 ± 2.2 kgであった。また、絶食を行なったことにより内臓の総重量は 9.7 ± 0.8 kgと非常にバラツキが少なかった。

供試豚は出荷前日に同腹2頭群飼の豚房から集荷豚舎に移動し絶食を行なったが、この期間に豚どうしの競合が発生した。競合による生体での傷は首から肩にかけて多く、脇腹や腿にも認められた。競合による傷の程度は出荷時体重を測定する際に1(ほとんど傷がない)~4点(非常に傷が多い)を主観的に配点したが、その平均値は 1.5 ± 0.7 で若干傷がある程度だった。その後、屠場において湯はぎを行なった後にも枝肉表面の傷の程度を同様の尺度で判定した時には 1.78 ± 0.82 とやや傷が多くなっていった。

豚を出荷するために使用したトラックは荷数は4頭から26頭の範囲で、その平均値は 14.8 ± 4.9 頭であった。

約50km先の屠場迄は 72 ± 10 分の輸送時間を要し、屠場到着後は同一豚房で 49 ± 23 分の休息をさせたが休息中に 17.5 ± 7.6 分間にわたり豚房の上に設置されたパイプよりシャワー状の散水を行なった。

輸送時の気温と湿度は出発前に測定したが、日照並びに降雨の程度は各々1.84、1.1であった。

湯はぎ法での湯の温度は屠体が浸漬される直前に測定したもので 64.8 ± 1.2 °Cとバラツキが少なかったが水切りの後、格付を行なう迄放置する予冷室の温度は 17.5 ± 2.1 °Cであった。

(2) 屠殺前後の環境要因間の主な関係

前肢の悪い個体は後肢にも負担が加わるせいから後肢も悪い傾向があった($r = .21, P < .01$)。

また、1日平均増体重の大きい個体は内臓重量が重い傾向があった($r = .31, P < .01$)。出荷直前に測定した生体の傷の程度と湯はぎ後の枝肉表面の傷の程度との間の相関係数は $r = .52 (P < .01)$ で生体での傷が多い程、枝肉表面の傷も多かった。今回調査した枝肉表面の傷は屠前日の集荷(同腹2頭群飼の豚房から絶食並びに出荷準備のために同一豚房に収容した)から放血のための気絶迄の間につけられたものであり、傷つけられた時間や傷の種類、大きさについては詳細な調査はしなかったが、屠殺当日は豚の積み込みから気絶迄の間に豚間の競合はほとんどなく、僅かに屠場のストックヤードから放血室迄の誘導通路で傷をつけられる個体が散見される程度であった。

偶然ではあるが輸送時気温と屠場到着後の休息時間との間には負の関係($r = -.33, P < .01$)が認められ、気温の高い時に輸送した豚に対しては休息時間が短いという結果となった。また、休息時間と散水時間との間には正の相関関係($r = .57, P < .01$)が認められ、長時間休息させた群には散水が長時間行なわれていた。

本格的な枝肉の冷蔵の前に水切り、格付を行なうための予冷室は冷房はしているものの半開放式であるため、室温は輸送時気温あるいは輸送時の日照の程度との間に正の相関関係が認められ、輸送時気温が高くなれば予冷室温も高くなり($r = .67, P < .01$)、日照の程度が高くなる程、予冷室温も高くなる($r = .20, P < .01$)傾向があった。

(3) 肉質相互間の関係

豚の肉質に関する形質は多数あると思われるが、その中でも特に理化学的な性質として重要な肉色、保水力、硬さ、pH相互間の関係については表4に示した。

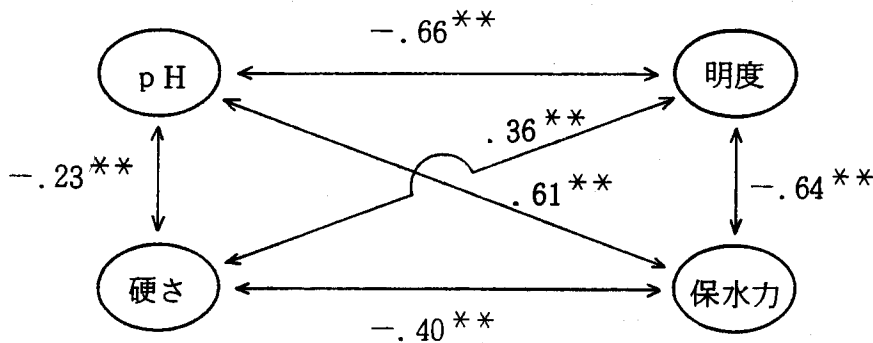
屠殺後48時間に測定した。pH、明度、硬さ、保水力の間には全て1%水準で有意な相関関係が認められた。(図1)

表4 肉質相互間の関係

形質	明度	保水力	硬さ	PCS	45分pH
48時間pH	-.66**	.61**	-.23**	.56**	.29**
明度		-.64**	.36**	-.73**	-.20**
保水力			-.40**	.52**	.17*
硬さ				-.38**	-.26**
PCS ¹¹⁾					.31**

注) PCS ; 豚標準肉色 (Pork Color Standard)¹¹⁾

* ; P < .05 ** ; P < .01



** ; P < .01

図1 屠殺後48時間の肉質相互間の関係

即ち、肉の白っぽさを示す明度の低い肉（色の濃い肉）は保水力が高く、保存・調理に際して目減りが少ないことが示されている。また同様に、色の濃い肉は軟らかく、pHも高い傾向があり肉質としては好ましいことを示すものである。このような関係は遺伝的にも成立するので、4形質のうち、いずれか1つの形質を良くするような選抜をすれば他の3形質も自動的に改良されるものと推測される。明度とPCSの間には $r = -.73$ ($P < .01$)の相関係数が得られ、測色々差計によらなくても簡易な方法で明度はある程度把握できることが示されている。

また、屠殺後45分で測定したpHと48時間の上記4形質との間には相関係数の有意性は認められるものの0.2~0.3の値しか得ら

れず、屠殺直後のpHで48時間の肉質を推定するためには十分な値ではないものと思われる。

(4) 屠殺前後の環境要因と肉質との間の相関関係

今回の調査で測定した屠殺前後の環境要因と肉質との間の相関関係は表5に示したとおり、いずれの相関係数もそれほど高い値は得られなかったが次の形質間に統計的に有意な推定値が得られた。

① 90kg時点で測定した後肢の状態が悪い個体から生産された肉は屠殺後45分のpHが低い傾向があった。 $(r = -.16, P < .05)$ 。肢蹄の悪い個体は屠殺直前迄の歩行によってストレスを受け、これによって筋肉中に乳酸が蓄積された状態で屠殺されたものと推察される。肢蹄の状態は遺伝的な要因¹²⁾の他に飼

養管理、豚房の広さや床材、敷料の種類、発育の速さ等によって影響されると思われるが、肉質を良く仕上げるために肥育豚にも肢蹄を保護するような方策が望まれる。

② 約18時間の絶食期間中の体重減少量が多いほど、また解体時の内臓重量が重い個体ほど肉の明度は高く、白っぽい傾向があった ($r = .15, P < .05, r = .15, P < .05$)。今回の調査では約18時間の絶食によって減少する重量は5.02kgであった。Schmidt et al¹³⁾は肉色が優れている個体の肉は乳酸が少ないと報告し、Kastenschmidt et al^{14), 15)}は豚を屠殺する前に高温環境におきグリコーゲンを消耗させ、続いて冷却して高温の影響を除くことにより屠殺後の筋肉pHの降下速度をコントロールし肉質の低下を防止したと報告している。豚を屠殺する際の絶食の意義は筋肉中のグリコーゲンを減少させ、屠殺時のストレスに伴う筋肉中の乳酸生成を抑制することにあると思われるのでぜひ実施する必要がある。

③ 出荷時体重85.3kgで屠殺し、解体時に測定した内臓重量は平均9.7kgであったが、内臓重量と30~90kgで測定した1日平均増体重との間には有意な正の相関係数が認められ ($r = .33, P < .01$)、発育の速い個体は内臓が重い傾向があった。しかし、内臓のうち、どの部位と1日平均増体重が関係しているのかは調査できず詳らかではない。

1日平均増体重は明度との間にも正の相関係数が得られた ($r = .15, P < .05$) ほか、テクスチュロメータで測定した硬さの間にも正の相関係数が認められ ($r = .17, P < .05$)、発育の速い個体から生産された肉は幾分白っぽく、硬い傾向があることを示している。この原因は一定の体重で屠殺した場合、発育の速い個体は生後日齢が少ないためミオグロビン含量が少ないことによるものと解釈される¹⁶⁾。

④ 屠殺直後の枝肉表面で測定した傷の程度と屠殺後48時間のpH、明度、保水力並び

にPCSとの間には全て1%水準で有意な相関係数が得られ、枝肉の傷が多いほど屠殺後48時間のpHは高く、肉色は濃く、保水力は高い傾向があった。前述のように枝肉で見受けられた傷はそのほとんどが屠殺前日の集荷の後の競合によるものである。従って、屠殺前の豚に対して絶食と競合の二重のストレスが加わったものと考えられ、筋肉中のグリコーゲンから乳酸が生成されても屠殺までの時間的ゆとりがあったため乳酸が消失し、屠殺時にはグリコーゲン、乳酸とも減少して肉質に対しては好影響を与えたものと思われる。豚に加えられたストレスが肉質に対して良い影響を与えるか、あるいは逆に悪い影響を与えるかはストレスが屠殺前のいかなる時間に加えられたかによると考えられる。

⑤ 同様に、1回の出荷で積み込んだ頭数と48時間のpH、明度並びに保水力の間にも有意な相関係数が得られた。すなわち、同時出荷頭数が多くなれば48時間pHは高く ($r = .16, P < .05$)、肉色は濃く ($r = -.18, P < .01$) 保水力も高くなる ($r = .25, P < .01$) 傾向が認められた。今回調査した平均値では屠殺前2時間から72分の輸送をして、その後49分間豚を休息させている。この刺殺2時間前の輸送が豚にストレスを与え、しかも肉質が低下しないという事実は重要な意味をもつとされる。

⑥ 輸送開始前に測定した気温、湿度及び輸送中の日照の程度、降雨の程度と屠殺後48時間の肉質との間の相関関係は認められなかった。これは屠殺が例年6~7月に行なわれているため気温及び湿度の平均値が各々19.9±3.0℃、83.3±4.3%とバラツキが少なかつたことも影響していると思われる。輸送中の日照の程度並びに降雨の程度と肉質との間の相関関係が認められなかったことについて、出荷のために使用したトラックの上部が幌に覆われていたことも原因の1つとして考えられる。

⑦ 輸送時間と保水力の間には負の相関々

係 ($r = -.19, P < .01$) が認められた。

すなわち、輸送時間が長いほど保水力は低下する傾向が示されたが他の形質との間に相関々係は認められなかった。

屠場までの豚の輸送は朝7時から8時30分までの比較的涼しい時間帯に行なわれたがそれでも豚に対しては悪い影響を与えていることを示すものであろう。また、屠場到着後の休息時間と屠殺後48時間のpHとの間にも正の相関係数 ($r = .18, p < .01$) が得られた。

このことは輸送による影響を受けた豚はできるだけ長時間休ませることによりpHは改善されることを示すものであり、輸送直後の屠殺は避けなければならないことを示唆しているものと思われる。

但し、屠殺前日に集荷が行なわれず、屠殺当日異なる豚房から直接トラックに荷積をして屠

場に搬入した場合には輸送中あるいは休息中に豚どうしが闘争することも考慮する必要がある。

屠殺直前の豚への刺激は肉質を低下する^{17),18)}ことから屠殺前に出荷豚は同一豚房に集め必然的に発生する闘争を経過させ、屠殺直後の刺激は極力避けることが重要であろう。

休息中の散水時間と肉質との間には有意な相関々係は認められなかった。

⑧ 湯はぎ法で解体する際の湯の温度はその範囲が63℃から66℃で平均値は64.78±1.19℃とバラツキは少なかったが、48時間の硬さ並びに45分のpHとの間に有意な相関係数が得られた。

すなわち、湯の温度が高くなると45分のpHは高く、48時間の間は肉は軟らかくなる傾向が示された。しかし、予冷室の温度はバラツキが少なかったためか肉室との間に相関々係は

表5 屠殺前後の環境要因と肉質との間の関係

形 質	48時間 p · H	明 度	保水力	硬 さ	P C S	45 分 p H
前肢異常の程度	.058	.004	-.059	-.085	.048	-.060
後肢 "	.061	-.046	.010	.059	.025	-.162*
1日平均増体重	-.134	.152*	-.075	.170*	-.137	-.058
出荷時体重	.023	-.074	-.016	-.046	.054	.038
絶食時減少量	-.081	.146*	-.054	.008	-.135	-.002
内臓重量	-.092	.154*	-.096	.059	-.119	-.018
競合による傷程度	.285**	-.212**	.190**	-.042	.164*	.129
屠体表面傷程度	.312**	-.249**	.175**	-.051	.242**	.040
同時出荷数	.159*	-.183**	.245**	.070	-.030	.011
輸送時気温	-.016	.024	.107	.112	-.087	-.051
" 湿度	.029	-.086	-.039	-.069	.018	.062
日照の程度	.023	.023	.076	.009	-.042	.055
降雨の程度	.077	-.045	.048	-.058	.136	.047
輸送時間	-.110	-.020	-.191**	-.020	.014	-.020
休息 "	.182	-.106	-.019	-.114	.047	.058
散水 "	.124	-.012	.094	-.070	-.021	.077
湯の温度	.090	-.063	-.057	-.180*	.047	.168*
予冷室 "	.029	.013	.010	.056	-.042	.077

注) * ; $P < .05$ ** ; $P < .01$

表7 層殺前後の環境要因による明度(L)の推定

例	層体傷 の程度	同時 出傷数	結合 傷程度	内臓 重量	絶食時 減少量	休息 時間	1日 平均 体重	後肢異常 程度	出傷時 湿度	出傷時 気温	湯の 温度	日照 程度	輸送 時間	出傷時 体重	前肢異常 程度	予冷室 温度	散水 時間	降雨 程度	R ² (%)	R _{YY}	
1	-.877	-.234	-.555	.332	.289	-.022	.003	-.236	-.075	-.189	-.176	-.047	-.022	-.005	-.025	-.133	.090	1.078	17.60	.4196	
2	-.761	-.212	-.643	.396	.280	-.026	.003	-.224	-.067	-.177	-.108	.032	-.017	-.002	-.009	-.155	.085		17.23	.4151	
3	-.850	-.215	-.668	.355	.283	-.006	.003	-.244	-.018	-.279	-.148	-.057	-.004	-.014	.028	-.196			16.49	.4061	
4	-.844	-.199	-.670	.359	.215	-.006	.003	-.235	-.018	-.163	-.174	.085	-.010	-.005	.051				16.02	.4002	
5	-.839	-.199	-.674	.352	.217	-.006	.003	-.226	-.021	-.161	-.165	.084	-.010	-.006					15.99	.3998	
6	-.840	-.199	-.675	.349	.221	-.006	.003	-.226	-.021	-.161	-.164	.083	-.010						15.98	.3998	
7	-.826	-.195	-.696	.346	.234	-.006	.003	-.234	-.028	-.172	-.141	.049							15.94	.3993	
8	-.823	-.195	-.690	.337	.235	-.007	.003	-.235	-.035	-.179	-.137								15.93	.3991	
9	-.798	-.188	-.716	.352	.238	-.010	.003	-.240	-.089	-.176									15.82	.3977	
10	-.844	-.134	-.633	.407	.243	-.017	.003	-.217	-.098										14.79	.3845	
11	-.844	-.135	-.640	.428	.255	-.016	.003	-.215											14.63	.3825	
12	-.835	-.129	-.645	.448	.224	-.016	.003												13.86	.3723	
13	-.864	-.138	-.623	.539	.226	-.017													13.54	.3680	
14	-.833	-.132	-.658	.561	.269														12.68	.3561	
15	-.874	-.144	-.593	.619															11.53	.3395	
16	-.975	-.143	-.574																10.01	.3164	
17	-1.216	-.150						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY					9.39	.3064	
								1 前肢異常程度	1.0	-.0101	11 輸送時温度	10.0	-.8092								
								2 後肢異常程度	1.0	-.1107	12 日照程度	1.0	.0777								
								3 1日平均体重	100.0	.6980	13 降雨程度	1.0	-.6368								
								4 出傷時体重	10.0	-1.3733	14 輸送時間	10.0	-.0799								
								5 絶食時減少量	1.0	.3581	15 休息時間	10.0	-.1879								
								6 内臓重量	1.0	.7632	16 散水時間	10.0	-.0637								
								7 結合傷程度	1.0	-1.3070	17 湯の温度	10.0	-2.1436								
								8 層体傷程度	1.0	-1.2181	18 予冷室温度	10.0	.2541								
								9 同時出傷数	1.0	-.1500											
								10 輸送時気温	10.0	.3241											

6%でその時の重相関係数は0.4196であった。

明度に対して相対的に重要な影響を与えている形質は屠体の傷の程度、同時出荷頭数、競合による傷の程度であり、これらの3形質で明度の分散のうち10%が説明された。

産肉性のみを改良したために豚の肉質は低下したことはよく言われることであるが、明度の標準偏差は4.04であり1日平均増体重のみで明度を1標準偏差変化させるためには578gの変化が必要となる。

このような大幅な1日平均増体重の改良は短

期間では現実性に乏しいと思われ、肉質低下を改良のみに起因させることの充分な根拠にはならないことが示された。また、出荷時体重が10Kg増加すると肉の明度は1.37づつ減少することも示され、出荷時体重を約30Kg大きくすることにより明度は1標準偏差改善されるものと推定される。

③ 保水力の推定

屠殺前後の環境要因により保水力を推定した結果は表7に示した。

表8 屠殺前後の環境要因による保水力の推定

例	同時出荷数	競合程度	輸送時間	屠体傷の程度	内臓重量	湯の温度	絶食時減少量	輸送時湿度	前肢異常程度	後肢異常程度	散水時間	出荷時体重	休息時間	1日平均増体重	日照程度	予冷室温度	降雨程度	輸送時気温	R ² (%)	R _Y Ŷ		
1	.415	1.893	-.160	.203	-.919	-.352	-.562	-.112	-.298	.434	-.144	-.237	-.006	-.009	-.287	-.173	-1.206	-.498	16.31	-.4038		
2	.330	1.844	-.154	.169	-1.082	-.327	-.459	-.124	-.288	.360	.033	-.173	-.013	.008	-.006	-.154	-1.003		15.60	-.3850		
3	.311	1.928	-.149	.061	-1.138	-.391	-.453	-.141	-.304	.350	.397	-.176	-.010	.008	.026	-.126			15.53	-.3941		
4	.306	1.911	-.151	.077	-1.171	-.403	-.480	-.149	-.280	.343	.030	-.180	-.006	-.009	-.018				15.45	-.3931		
5	.305	1.905	-.151	.075	-1.168	-.406	-.482	-.146	-.279	.343	.029	-.181	-.006	-.009					15.45	-.3931		
6	.283	1.966	-.152	.973	-.923	-.410	-.462	-.157	-.275	.362	.022	-.148	-.007						14.79	-.3946		
7	.286	1.976	-.156	.956	-.924	-.457	-.462	-.148	-.273	.363	.008	-.152							14.78	-.3944		
8	.289	1.955	-.161	.917	-1.003	-.439	-.364	-.148	-.262	.369	.008								14.67	-.3930		
9	.291	1.956	-.161	.914	-1.004	-.435	-.366	-.147	-.261	.368									14.67	-.3930		
10	.288	1.942	-.153	.905	-1.009	-.400	-.305	-.150	-.189										14.18	-.3765		
11	.292	1.976	-.154	.887	-.980	-.434	-.320	-.144											14.05	-.3750		
12	.280	1.977	-.157	.867	-.890	-.467	-.285												13.55	-.3681		
13	.303	1.864	-.147	.930	-.935	-.399													13.27	-.3642		
14	.330	1.720	-.137	1.022	-.858														12.99	-.3604		
15	.329	1.698	-.135	1.163															12.32	-.3510		
16	.318	2.455	-.137																11.40	-.3377		
17	.392	2.161						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY					8.84	-.2973		
								1	前肢異常程度	1.0	-.3217	11	輸送時湿度	10.0	-.7550							
								2	後肢異常程度	1.0	-.0522	12	日照程度	1.0	-.5411							
								3	1日平均増体重	100.0	-.0010	13	降雨程度	1.0	1.3791							
								4	出荷時体重	10.0	-.6275	14	輸送時間	10.0	-1.5727							
								5	絶食時減少量	1.0	-.2773	15	休息時間	10.0	-.0705							
								6	内臓重量	1.0	-.9694	16	散水時間	10.0	1.0417							
								7	競合程度	1.0	2.4383	17	湯の温度	10.0	-4.0311							
								8	屠体傷程度	1.0	1.8028	18	予冷室温度	10.0	-.4127							
								9	同時出荷数	1.0	-.4188											
								10	輸送時気温	10.0	3.0420											

18形質全ての環境要因を用いた場合のR²は16.31%でありその時の重相関係数は0.4038であった。保水力に対して相対的に重要な影響を与える形質は同時出荷頭数、競合による傷の程度、輸送時間であり、同時出荷頭数が1頭増すごと

に0.42%づつ、また、競合による傷の程度が1増すごとに2.43%づつ増加するが輸送時間が10分長くなるごとに1.57%づつ減少することが示された。

④ 硬さの推定

屠殺前後の環境要因により硬さを推定した結果は表8に示した。18形質全ての環境要因を

用いた場合 $R^2=9.42\%$ でその時の重相関係数は0.3069であった。

表9 屠殺前後の環境要因による硬さの推定

例	湯の温度	1日平均増体重	輸送時気温	前肢異常程度	後肢異常程度	輸送時湿度	同時出荷数	出荷時体重	降雨程度	散水時間	結合傷程度	輸送時間	屠体傷の程度	予冷室温度	絶食時減少量	休息時間	日照程度	内臓重量	R ²	R _Y ŷ	
1	-.040	.0007	-.012	-.017	-.016	-.006	.004	-.011	-.077	-.003	-.006	-.001	-.002	-.002	-.015	.0001	-.030	-.012	9.42	.3069	
2	-.039	.0007	.011	-.017	-.016	-.006	.004	-.012	-.084	-.003	-.007	-.001	.000	-.002	-.016	.0000	-.028		9.36	.3069	
3	-.044	.0007	.007	-.015	-.017	-.002	.004	-.013	-.076	-.004	-.013	-.002	-.004	-.000	-.019	.0004			8.94	.2990	
4	-.042	.0007	.005	-.015	-.017	-.002	.004	-.013	-.079	-.003	-.013	-.002	-.004	-.000	-.019				8.92	.2987	
5	-.039	.0007	.007	-.016	-.015	-.001	.005	-.007	-.077	-.002	-.019	-.002	-.002	-.004					8.43	.2903	
6	-.039	.0007	.005	-.015	-.015	-.002	.005	-.007	-.073	-.002	-.019	-.002	-.002						8.41	.2899	
7	-.039	.0007	.005	-.016	-.015	-.002	.005	-.007	-.074	-.002	-.020	-.002							8.41	.2899	
8	-.038	.0007	.005	-.016	-.014	-.002	.005	-.009	-.058	-.001	-.022								8.26	.2873	
9	-.041	.0007	.005	-.016	-.015	-.003	.005	-.009	-.053	-.001									8.10	.2847	
10	-.043	.0007	.006	-.017	-.015	-.003	.004	-.009	-.049										8.08	.2842	
11	-.043	.0007	.006	-.017	-.014	-.004	.003	-.009											7.94	.2818	
12	-.043	.0006	.006	-.016	-.016	-.004	.003												7.62	.2760	
13	-.044	.0006	.009	-.016	-.015	-.004													7.51	.2741	
14	-.045	.0006	.008	-.016	-.015														7.30	.2701	
15	-.044	.0007	.009	-.012															6.82	.2612	
16	-.046	.0007	.010																6.55	.2560	
17	-.051	.0007						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY					5.91	.2430	
				1	前肢異常程度	1.0	-.0195			11	輸送時湿度	10.0	-.0557								
				2	後肢異常程度	1.0	-.0124			12	日照程度	1.0	-.0026								
				3	1日平均増体重	100.0	-.0682			13	降雨程度	1.0	-.0094								
				4	出荷時体重	10.0	-.0738			14	輸送時間	10.0	.0067								
				5	絶食時減少量	1.0	-.0018			15	休息時間	10.0	-.0176								
				6	内臓重量	1.0	-.0254			16	散水時間	10.0	-.0327								
				7	結合傷程度	1.0	-.0223			17	湯の温度	10.0	-.5345								
				8	屠体傷程度	1.0	-.0710			18	予冷室温度	10.0	.0940								
				9	同時出荷数	1.0	-.0050														
				10	輸送時気温	10.0	-.1331														

硬さに対して相対的に重要な影響を与えているのは湯の温度、1日平均増体重、輸送時の気温でこれらの3形質のみで重回帰式を組み立てても硬さの分散は約3%しか低下しない6.55%の説明ができた。

湯の温度が10℃上昇すると硬さは0.5345Texturo unit減少し、1日平均増体重が10

0g増加すると0.0682Texturo unit増加するものと推定された。また、輸送時気温が10℃上昇すると0.133Texturo unit増加するものと推定された。

⑤ PCSの推定

屠殺前後の環境要因によりPCS（豚標準肉色）を推定した結果は表9に示した。

表10 屠殺前後の環境要因によるPCSの推定

例	屠体傷の程度	絶食時減少量	1日平均増体重	競合傷程度	降雨程度	輸送時気温	内臓重量	同時出荷数	前肢異常程度	後肢異常程度	日照程度	休息時間	散水時間	輸送時間	出荷時体重	湯の温度	輸送時温度	予冷室温度	R ² (%)	R _Y Ŷ		
1	.146	-.082	-.001	.179	.442	-.029	-.069	-.013	.011	.033	-.046	.001	.008	.002	-.006	-.026	-.020	.041	12.22	.3496		
2	.146	-.072	-.001	.177	.411	-.008	-.069	-.015	.008	.021	-.054	.001	-.002	-.001	-.004	-.020	-.018		11.82	.3437		
3	.142	-.076	-.001	.163	.363	-.007	-.055	-.015	.015	.022	-.013	.008	-.006	-.004	-.006	-.061			11.46	.3385		
4	.152	-.074	-.001	.151	.329	-.008	-.059	-.012	.014	.021	-.016	.002	-.006	.003	-.006				11.35	.3370		
5	.151	-.071	-.001	.151	.329	-.008	-.053	-.012	.014	.021	-.017	.002	-.006	-.003					11.34	.3368		
6	.153	-.065	-.001	.145	.348	-.008	-.052	-.012	.014	.020	-.019	.002	-.004						11.25	.3364		
7	.156	-.065	-.001	.147	.343	-.012	-.049	-.012	.013	.021	-.015	.001							11.21	.3347		
8	.156	-.067	-.001	.149	.331	-.014	-.048	-.012	.013	.022	-.016								11.19	.3345		
9	.153	-.066	-.001	.144	.345	-.016	-.047	-.011	.013	.022									11.15	.3340		
10	.152	-.065	-.001	.146	.352	-.015	-.049	-.013	.018										11.00	.3317		
11	.151	-.063	-.001	.145	.363	-.016	-.052	-.013											10.91	.3304		
12	.160	-.059	-.001	.135	.310	-.027	-.061												10.59	.3254		
13	.167	-.061	-.001	.134	.293	-.028													10.40	.3226		
14	.179	-.062	-.001	.112	.286														9.54	.3088		
15	.209	-.065	-.001	.069															8.73	.2954		
16	.247	-.063	-.001																8.42	.2901		
17	.259	-.068						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY					7.40	.2720		
								1	前肢異常程度	1.0	-.0281	11	輸送時温度	10.0	-.0368							
								2	後肢異常程度	1.0	.0132	12	日照程度	1.0	-.0346							
								3	1日平均増体重	100.0	-.1395	13	降雨程度	1.0	-.4157							
								4	出荷時体重	10.0	-.2203	14	輸送時間	10.0	-.0123							
								5	絶食時減少量	1.0	-.0731	15	休息時間	10.0	-.0183							
								6	内臓重量	1.0	-.1302	16	散水時間	10.0	-.0243							
								7	競合程度	1.0	-.2225	17	湯の温度	10.0	-.3548							
								8	屠体傷程度	1.0	.2645	18	予冷室温度	10.0	-.1761							
								9	同時出荷数	1.0	-.0055											
								10	輸送時気温	10.0	-.2630											

18形質全てを用いた時のR²=12.22%でその時の重相関係数は0.3496であった。PCSに対して相対的に重要な影響を与えているのは明度を推定した場合と同様に屠体傷の程度であり、傷の程度が1単位増加するとPCSは0.2645増加するものと推定された。

ついで絶食時体重減少量、1日平均増体重がPCSに対して影響を与えていることが示された。

⑥ 45分pHの推定

屠殺前後の環境要因により屠殺後45分のpHを推定した結果は表10に示した。

18形質全てを用いた時のR²=13.03%で48時間のpHを推定した場合より10%少なかった。また、45分pHに対して相対的に重要な影響を与えている形質は湯の温度、後肢異常の程度、競合による傷の程度であった。

表 11 屠殺前後の環境要因による45分 pHの推定

例	湯の温度	後肢異常程度	腿合傷程度	予冷室温度	輸送時気温	散水時間	日照程度	輸送時温度	降雨程度	前肢異常程度	同時出荷数	1日平均増体重	輸送時間	出荷時体重	絶食時減少量	内臓重量	屠体傷程度	休息時間	R ² (%)	R _{YY}	
1	.046	-.028	.061	.040	-.044	.009	.044	.004	.082	-.009	.005	-.0001	.0006	-.0007	.003	.013	-.014	-.002	13.03	36.10	
2	.032	-.029	.060	.039	-.036	-.004	.050	.007	.195	-.007	.003	-.0001	-.0005	-.0007	.003	.010	-.021		12.33	35.11	
3	.035	-.029	.046	.039	-.036	.004	.049	.007	.090	-.007	.004	-.0001	-.0004	-.0006	.004	.012			12.17	34.88	
4	.035	-.029	.046	.039	-.036	.004	.047	.006	.095	-.007	.004	-.00004	-.0003	-.0004	.005				12.09	34.78	
5	.033	-.029	.047	.040	-.036	.004	.048	.006	.093	-.007	.004	-.00003	-.0005	-.0013					12.06	34.72	
6	.034	-.029	.046	.040	-.036	.004	.048	.006	.093	-.007	.004	-.00003	.0006						12.05	34.71	
7	.034	-.029	.046	.039	-.035	.005	.046	.006	.098	-.007	.004	-.00003							12.03	34.68	
8	.034	-.029	.046	.040	-.035	.005	.046	.006	.098	-.007	.004								12.02	34.67	
9	.031	-.030	.049	.039	-.032	.005	.046	.005	.114	-.008									11.84	34.41	
10	.030	-.031	.049	.039	-.032	.005	.047	.008	.110										11.72	34.23	
11	.034	-.031	.047	.034	-.028	.004	.043	.008											10.92	33.05	
12	.035	-.032	.055	.035	-.026	.004	.025												10.29	32.07	
13	.037	-.032	.063	.033	-.021	.003													9.64	31.05	
14	.044	-.034	.059	.030	-.017														9.25	30.41	
15	.051	-.035	.054	.015															8.00	28.28	
16	.048	-.034	.059																7.16	26.76	
17	.050	-.034				1 前肢異常程度	1.0	-.0130		11 輸送時温度	10.0	.0477							5.83	24.14	
						2 後肢異常程度	1.0	-.0319		12 日照程度	1.0	.0153									
						3 1日平均増体重	100.0	.0218		13 降雨程度	1.0	.0531									
						4 出荷時体重	10.0	.0575		14 輸送時間	10.0	-.0064									
						5 絶食時減少量	1.0	-.0004		15 休息時間	10.0	.0084									
						6 内臓重量	1.0	-.0074		16 散水時間	10.0	.0338									
						7 腿合傷程度	1.0	.0651		17 湯の温度	10.0	.4697									
						8 屠体傷程度	1.0	.0161		18 予冷室温度	10.0	.1217									
						9 同時出荷数	1.0	.0007													
						10 輸送時気温	10.0	-.0573													

2 試験2 大ヨークシャー種を用いた皮はぎ法による調査

大ヨークシャー種による皮はぎ法の調査は試験1と同様の方法で行なわれたが肢蹄の異常の程度は前肢と後肢に分けて各々1（正常）～4点（歩行不能）を配点した。また、90Kg到達後の体尺測定時に“人への慣れ具合”として人が近づいても逃げない個体を1、豚房に入っただけで逃げ回る極端に臆病な個体を4点とし独立変量の中に取り入れた。更に屠殺日齢と屠殺日の最高気温、最低気温も加えた。

(1) データーの一般的性質

データーの一般的性質は表11に示した。

肢蹄の異常の程度は同一条件で肥育したランドレース種よりも軽微であったが前肢よりも後肢に異常が多い傾向にあった。また、1日平均

増体重は876±93gと発育は良好であり、屠殺日齢は151.3±10.6日であった。出荷前に約18時間絶食したことによる体重の減少量は4.86±1.47Kg、出荷時体重は87.2±2.8Kgで試験1のランドレース種よりも2Kg重かった。

約18時間の絶食中に試験1と同様に豚どうしの競合が発生したが、主観的に配点した傷の程度は2.37±1.06でランドレースの場合により幾分多い傾向があった。また、同時出荷頭数は18.5±6.0頭であった。

約50Km先の屠場迄は62.7±4.7分で試験1に比較して10分間短縮され、バラツキも少なかった。

屠場到着後の休息時間は53.1±45.8とバラツキがあったが、これは屠場における突然の停電

表 12 データの一般的性質

形 質 \ 項 目	\bar{X}	S . D .	C . V .
1 前肢異常の程度	1.383	.625	45.19
2 後肢異常 "	1.559	.670	42.98
3 1日平均増体重(g)	876	93	10.62
4 屠殺日齢(日)	151.3	10.6	7.01
5 出荷時体重(kg)	87.2	2.8	3.21
6 絶食時体重減少量(kg)	4.86	1.47	30.25
7 競合による傷の程度	2.37	1.06	44.73
8 同時出荷頭数(頭)	18.5	6.0	32.43
9 出荷時気温(℃)	20.4	2.6	12.75
10 " 湿度(%)	92.1	3.3	3.58
11 屠殺日最高気温(℃)	24.4	3.4	13.93
12 " 最低 " (℃)	17.2	2.8	16.28
13 日照の程度	1.99	1.10	55.28
14 降雨 "	1.47	.685	46.60
15 輸送時間(分)	62.7	4.7	7.50
16 休息 " (分)	53.1	45.8	86.25
17 人への慣れ具合	2.17	.99	45.62
18 48時間 pH	5.797	.191	3.29
19 明 度 (L)	39.85	3.08	7.73
20 赤 色 度 (aL)	11.80	1.16	9.83
21 保 水 力 (%)	76.22	6.90	9.05
22 硬 さ (T.U.)	1.596	.284	17.79
23 凝 集 性	.471	.047	9.98
24 45 分 pH	6.24	.26	4.17

注) T.U. ; Texturo Unit

により解体処理が遅れたためである。

(2) 屠殺前後の環境要因間の主な関係

主観的に配点した肢蹄の異常の程度は前肢と後肢の間の相関係数が高く ($r = .53, P < .01$)、前肢の悪い個体は後肢も悪い傾向があった。また、前肢・後肢とも出荷時体重との間に有意な相関係数が得られ ($r = .13, P < .05$; $r = .13, P < .05$)、出荷時体重の大きい個体は肢蹄が悪い傾向があった。

更に屠殺日齢と前肢の異常の程度の間にも正の相関係数が得られ ($r = .15, P < .01$)

屠殺日齢の若い個体は前肢の異常の程度が少ない傾向は認められたが、1日平均増体重と肢蹄の異常の程度との間に相関関係は認められなかった。

後肢の異常の程度と絶食期間中の競合による傷の程度との間には負の相関係数 ($r = -.1, P < .05$) が得られ、後肢の異常の程度が少ない個体は傷が多い傾向があった。

1日平均増体重と屠殺日齢の間には負の相関 ($r = -.71, P < .01$) が認められたほか、1日平均増体重が多いほど絶食時の体重

減少量も多い傾向があった ($r = .20, P < .01$)。また、出荷時に測定した気温が高いほど絶食による体重の減少量が多い傾向があった ($r = .17, P < .01$)。

(3) 肉質相互間の関係
皮はぎ法で解体処理をした大ヨークシャー種の肉質相互間の関係は表12に示した。

豚肉の理化学的性質として重要と思われるp

表 13 肉質相互間の関係

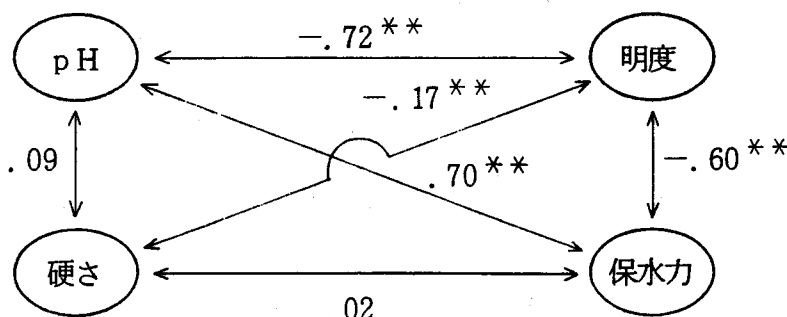
形 質	明 度	赤 色 度	保 水 力	硬 さ	凝 集 性	45 分 pH
48 時間 pH	-.719 **	-.118 *	-.695 **	.090	-.019	.224 **
明 度		-.202 **	-.598 **	-.174 **	.067	-.074
赤 色 度			-.114	.033	-.072	-.272 **
保 水 力				.015	-.012	.136 *
硬 さ					-.140 *	.078
凝 集 性						.015

N = 290 * ; $P < .05$ ** ; $P < .01$

H、明度、硬さ、保水力の4形質相互間の関係は図2に示したが、pH、明度、保水力の3形質間には試験1と同様な相関々係が認められたが硬さとの間の相関係数は低く、しかも有意性

が認められず試験1とは明らかに異なる傾向を示した。

この原因は解体方法の相違によるものか、品種差によるものかは明らかではない。また、試



** ; $P < .01$

図 2 屠殺後48時間の形質相互間の関係

験2で取り上げた、肉の赤色度、凝集性は他の形質との相関係数は低かった。

屠殺後45分のpHは48時間のpH、赤色度、保水力との間に統計的に有意な相関係数が得られたものの明度、硬さ、凝集性との間には相関々係が認められなかった。

(4) 屠殺前後の環境要因と肉質との間の相関々係

屠殺前後の環境要因と肉質との間の相関々係は表13に示したとおり、いずれの相関係数もそれほど高い値は得られなかったが次の形質間に統計的に有意な推定値が得られた。

表 14 屠殺前後の環境要因と肉質との間の相関々係

形 質	48 時間 pH	明 度	赤色度	保水力	硬 さ	凝集性	45 分 pH
前肢異常の程度	.010	-.006	-.000	-.013	-.084	.108	.002
後肢 "	.091	-.045	-.081	.049	.071	.086	.098
1 日平均増体重	-.077	.208**	-.040	-.166**	.092	.054	-.034
屠 殺 日 齢	.010	-.150**	.132 *	.097	-.075	-.087	.035
出 荷 時 体 重	-.164**	.125 *	.085	-.122 *	-.144 *	.078	-.054
絶食時体重減少量	.138 *	-.060	-.063	.139 *	-.032	.021	.025
競合による傷の程度	.281**	-.233**	-.032	.293**	.085	.041	.082
同時出荷頭数	.077	-.130 *	.158**	.095	-.040	-.022	-.098
出 荷 時 気 温	.045	.021	-.044	.125 *	-.146 *	.138	-.003
" 湿 温	.077	.010	-.029	.214**	-.136 *	.068	-.067
屠殺日最高気温	-.046	.003	-.046	.079	.059	.082	-.091
" 最低 "	.086	-.021	-.008	.232**	-.161**	.120 *	-.069
日 照 の 程 度	-.194**	.083	.046	-.194**	.114	-.051	-.012
降 雨 "	.129 *	-.021	-.091	.126 *	-.112	.043	.211 **
輸 送 時 間	.161**	-.049	-.059	.091	-.160**	.073	.108
休 息 "	-.033	-.029	.035	-.043	-.079	-.016	.064
人への慣れ具合	.069	.005	-.062	.056	.004	.049	.011

N = 290

* ; P < .05

** ; P < .01

① 試験 1 と同様に 1 日平均増体重と明度との間には正の相関々係 ($r = .208, P < .01$) が認められ発育の速い個体ほど肉色は淡い傾向があった¹⁵⁾。また、1 日平均増体重と保水力の間には負の相関係数 ($r = -.166, P < .01$) が得られ、発育の速い個体から生産された肉は保水力が低い傾向が認められた。

同一体重で屠殺した場合の屠殺日齢と 1 日平均増体重との間には極めて高い負の相関係数 ($r = -.706, P < .01$) が認められている。屠殺日齢と明度及び赤色度との間にも有意な相関係数が得られた。

② 試験 2 の出荷時体重は 87.2 ± 2.8 K とバラツキが少なかったが 48 時間 pH、明度、保水力並びに硬さとの間に有意な相関係数が得られ、出荷時体重の増加は 48 時間 pH の低下を招き ($r = -.164, P < .01$)、肉色が淡

く ($r = .125, P < .05$)、保水力も低下し ($r = -.122, P < .05$) 硬さも減少する ($r = -.144, P < .05$) という傾向が示された。

③ 絶食期間中の体重の減少量と 48 時間 pH 及び保水力との間に有意な相関々係が認められ、体重の減少量が多い個体ほど 48 時間 pH は高く、保水力も高いという傾向が示された。

④ 試験 1 と同様に絶食期間中に生じた競合による傷の程度と 48 時間 pH、明度、保水力との間に有意な相関々係が認められ、傷の多い個体から生産された肉は pH が高く ($r = .281, P < .01$)、肉色が濃く ($r = -.233, P < .01$)、保水力が高い ($r = .293, P < .01$) という傾向が示された。

⑤ 同時出荷頭数と赤色度との間にも有意な相関係数が得られ、同時出荷頭数の多いほど赤色度の高い肉が生産される傾向があった ($r =$

158, $P < .01$)。

同時出荷頭数については試験1では明度及び保水力との間に有意な相関係数が得られ、試験2での形質とは異なるが肉質としての傾向としては同一の方向であろうと思われる。

⑥ 出荷時気温と保水力の間には正の相関係数が ($r = .125, P < .05$) が得られ、気温が高い日に出荷した豚は保水力が高い傾向があったほか、硬さとの間には負の相関々係 ($r = -.146, P < .05$) が認められ、気温の高い日に出荷した豚の肉は軟らかい傾向があった。

同様に出荷時の湿度と保水力並びに硬さとの間にも有意な相関係数が得られ、湿度が高い日に出荷した豚の肉は保水力が高く ($r = .214, P < .01$)、軟らかかった ($r = -.136, P < .05$)。

⑦ 屠殺日の最高気温と肉質との間に有意な相関係数は得られなかったが屠殺日の最低気温と保水力、硬さ、凝集性との間には有意な相関係数は得られ、屠殺日の最低気温が高いほど保水力が高く ($r = .232, P < .01$)、軟らかく ($r = -.161, P < .01$)、凝集性が高い ($r = .120, P < .05$) 傾向があった。

⑧ 豚輸送中の日照の程度と48時間pHの間には負の相関係数 ($r = -.194, P < .01$) が得られ、日照の多い日に輸送した豚の肉はpHが低い傾向が認められたほか、保水力との間にも負の相関係数 ($r = -.194, P < .01$) が得られ、日照の多い日に輸送した豚の肉は保水力が低い傾向が認められた。

降雨の程度と48時間pHの間には正の相関係数 ($r = .129, P < .05$) が得られ、降雨が多いほど48時間pHは高くなる傾向が示されたほか保水力の間にも正の相関係数 ($r = .126, P < .05$) が得られ、降雨が多いほど保水力が高い傾向があった。

⑨ 輸送時間と48時間pHの間には正の相関係数 ($r = .161, P < .01$) が得られ輸

送時間が長くなるほど48時間pHは高い傾向が示されたほか、硬さとの間にも負の相関係数 ($r = .160, P < .01$) が得られ、輸送時間が長くなるほど軟らかくなる傾向が示された。

屠場での休息時間及び“人への慣れ具合”と肉質の間には相関係数は認められなかった。

(5) 屠殺前後の環境要因による肉質の分散の推定

屠殺前後の環境要因を用いて肉質を推定する重回帰式を組み立て各要因の重要性を比較した結果は表14から表20に示した。

① 48時間のpHを推定した場合、環境要因17形質全てを用いた例1では48時間pHの分散のうち20.5%を説明できた。

48時間のpH (Y) と重回帰による推定値 (\hat{Y}) の重相関係数 (推定の正確度) は0.452であった。

48時間pHを推定するための重回帰式における環境要因各形質の相対的な重要性 (相対寄与率) は表示しなかったが順次独立変量を減少した場合を例2から例16に示した。

48時間のpHに対して相対的に重要な影響を及ぼす環境要因は競合による傷の程度、日照の程度、出荷時体重、輸送時間で、これらの4形質のみで推定した場合でも48時間pHの分散のうち15.7%を説明できた。特に競合による傷の程度は試験1とも共通して最もpHに影響を与える形質として注目される。表14には独立変量を一定量 (ΔX) 変化させた時に直接あるいは間接的な影響を受けて変化する48時間pHの量 (ΔY) も同時に示した。

② 明度の推定

屠殺前後の環境要因により明度を推定した結果は表15に示した。

17形質全ての環境要因を用いた時の R^2 は17.5%で重相関係数は0.418となり、試験1での推定値とほとんど同じ値であった。

明度に対して相対的に重要な影響を与えている形質は競合による傷の程度、1日平均増体重、

表 15 屠殺前後の環境要因による48時間 pH の推定

例	組合傷程度	日照の程度	出荷時体重	輸送時間	後肢異常程度	総食料減少率	1日平均増体重	人への慣れ具合	同時出荷頭数	出荷時最高気温	出荷時湿度	前肢異常程度	屠殺日齢	休息時間	出荷時気温	降雨の程度	出荷日最低気温	R ²	R _Y Ŷ
1	.055	-.049	-.008	-.005	.046	.014	-.0001	.008	.003	-.004	-.008	-.003	-.001	-.0001	.006	-.008	-.022	20.5	.452
2	.054	-.033	-.008	-.006	.049	.013	-.0002	.009	.002	.000	-.0002	-.004	-.001	.0001	-.004	-.008		19.7	.444
3	.054	-.030	-.008	-.005	.049	.013	-.0002	.010	.002	.000	-.001	-.004	-.001	.0001	-.004			19.7	.444
4	.054	-.027	-.008	-.005	.049	.013	-.0002	.009	.001	-.001	-.001	-.006	-.001	.0001				19.6	.442
5	.054	-.026	-.008	-.005	.048	.012	-.0002	.009	.001	-.002	-.001	-.006	-.001					19.5	.442
6	.054	-.026	-.008	-.005	.048	.013	-.0001	.008	.001	-.002	-.001	-.007						19.5	.442
7	.054	-.026	-.008	-.005	.045	.012	-.0001	.009	.001	-.002	-.001							19.5	.441
8	.053	-.028	-.008	-.005	.044	.012	-.0001	.009	.001	-.002								19.4	.441
9	.053	-.030	-.008	-.005	.044	.012	-.0001	.009	.001									19.4	.440
10	.053	-.032	-.008	-.005	.045	.012	-.0001	.009										19.3	.439
11	.053	-.032	-.008	-.006	.046	.012	-.0001											18.8	.433
12	.053	-.032	-.010	-.006	.045	.010												18.2	.427
13	.054	-.032	-.011	-.006	.047													15.7	.396
14	.050	-.031	-.009	-.006														13.9	.372
15	.050	-.034	-.010															11.9	.345
16	.052	-.035																	
								ΔX	ΔY					ΔX	ΔY				
					1	1日平均増体重	10	.0159	11	組合傷の程度	1	.0507							
					2	屠殺日齢	10	.0019	12	体重減少率	5	.0692							
					3	出荷時気温	10	.0342	13	出荷時体重	10	-.1119							
					4	出荷時湿度	10	-.0444	14	前肢異常程度	1	.0032							
					5	最高気温	10	-.0261	15	後肢異常程度	1	.0259							
					6	最低気温	10	-.0583	16	人への慣れ具合	1	-.0132							
					7	日照程度	1	-.0336	17	同時出荷頭数	5	.0122							
					8	降雨程度	1	.0360											
					9	輸送時間	10	.0660											
					10	休息時間	10	-.0014											

表 16 屠殺前後の環境要因による明度の推定

例	組合傷程度	1日平均増体重	同時出荷頭数	出荷時体重	人への慣れ具合	日照程度	屠殺日齢	休息時間	総食料減少率	出荷時最高気温	出荷時湿度	後肢異常程度	前肢異常程度	出荷日最高気温	輸送時間	降雨の程度	出荷日最低気温	R ²	R _Y Ŷ
1	-.746	.006	-.112	.072	.104	.774	-.029	-.010	-.209	.061	-.016	-.569	.071	-.134	.005	.285	.275	17.5	.418
2	-.735	.006	-.093	.069	.092	.574	-.015	-.011	-.204	.183	-.076	-.588	.080	-.082	.001	.339		17.1	.413
3	-.728	.006	-.099	.070	.098	.433	-.009	-.011	-.204	.190	.060	-.589	.082	-.083	.016			16.8	.410
4	-.727	.006	-.097	.070	.072	.418	-.009	-.010	-.203	.191	.061	-.582	.076	-.080				16.7	.409
5	-.734	.006	-.090	.081	.085	.289	-.088	-.009	-.204	.139	-.035	-.582	.112					16.3	.404
6	-.735	.006	-.092	.082	.078	.275	-.017	-.009	-.201	.142	.067	-.536						16.3	.403
7	-.738	.006	-.091	.078	.031	.272	-.015	-.009	-.201	.142	-.098							16.2	.402
8	-.739	.006	-.092	.080	.050	.219	-.015	-.009	-.205	.143								16.1	.401
9	-.720	.006	-.083	.094	.467	.212	-.013	-.011	-.197									15.1	.388
10	-.739	.006	-.083	.116	.511	.207	-.012	-.011										14.6	.382
11	-.724	.006	-.054	.103	.426	.142	-.002											12.8	.367
12	-.724	.006	-.054	.102	.426	.140												12.8	.357
13	-.723	.006	-.082	.105	.409													12.5	.354
14	-.787	.006	-.069	.098														11.8	.343
15	-.704	.006	-.083															11.1	.338
16	-.771	.007						ΔX	ΔY					ΔX	ΔY			9.6	.311
						1	1日平均増体重	100	.0894	11	組合傷の程度	1	-.6786						
						2	屠殺日齢	10	-.4363	12	体重減少率	5	-.6286						
						3	出荷時気温	10	.2645	13	出荷時体重	10	.3764						
						4	出荷時湿度	10	-.0382	14	前肢異常程度	1	-.0316						
						5	最高気温	10	-.0250	15	後肢異常程度	1	-.2054						
						6	最低気温	10	-.2247	16	人への慣れ具合	1	.0182						
						7	日照程度	1	-.2310	17	同時出荷頭数	5	-.3321						
						8	降雨程度	1	-.0048										
						9	輸送時間	10	-.3236										
						10	休息時間	10	-.0195										

同時出荷頭数、出荷時体重であり、これらの4形質で明度の分散のうち11.8%が説明された。

表13において出荷時体重と明度との間の相関係数 ($r = .125, P < .05$) が正となり、出荷時体重が重いほど肉色は淡い傾向が示されたが、明度に対して重要な影響を与える4形質の中には1日平均増体重と出荷時体重が含まれており、1日平均増体重と明度との間には正の相関係数 ($r = .208, P < .10$) が得られ、1日平均増体重と出荷時体重との間にも正の相関係数 ($r = .211, P < .01$) が得られている。

このことは一定の体重に到達した豚を18時間絶食して出荷する場合、絶食による体重の減

少量が均一だとすると1日平均増体重の多い豚は1日平均増体重の少ない豚よりも絶食期間中の増体が多く、重い体重で出荷されているものと思われる。

前述の4形質で明度を推定する重回帰式を組み立てた時、出荷時体重は1日平均増体重よりも明度に対する相対寄与率が低くなっている(9.18% vs 29.14%) ことから出荷時体重よりも1日平均増体重の方が強く影響されているものと推察される。

③ 赤色度の推定

屠殺前後の環境要因により赤色度を推定した結果は表16に示した。

表17 屠殺前後の環境要因による赤色度の推定

例	同時 出荷数	屠殺 日数	後肢異常 程度	降雨の 程度	出荷時 体重	屠殺日 最高 気温	人への 慣れ 具合	休 息 時 間	輸 送 時 間	出荷時 気温	出荷時 湿度	総合 傷程度	日照 程度	前肢異常 程度	絶食 減少 量	出荷日 最低 気温	1日 平均 増体重	R ² (%)	R _Y Ŷ
1	.039	.026	-.201	-.237	.014	-.089	-.108	.004	-.013	-.025	-.020	-.019	-.012	-.050	-.004	.028	.002	10.6	.326
2	.038	.014	-.195	-.205	.028	-.038	-.087	.004	-.014	-.047	-.031	-.021	.048	-.057	-.006	.060		10.0	.316
3	.042	.015	-.203	-.188	.029	-.025	-.087	.003	-.015	-.022	-.012	-.019	.006	-.062	-.009			9.8	.313
4	.042	.015	-.204	-.188	.028	-.025	-.087	.003	-.015	-.021	-.012	-.018	.006	-.064				9.8	.313
5	.042	.016	-.171	-.189	.028	-.026	-.091	.003	-.015	-.018	-.010	-.019	.010					9.7	.312
6	.041	.016	-.171	-.196	.029	-.025	-.092	.003	-.015	-.019	-.012	-.019						9.7	.312
7	.042	.016	-.167	-.198	.029	-.025	-.091	.003	-.015	-.019	-.012							9.7	.311
8	.041	.016	-.158	-.202	.028	-.026	-.092	.003	-.016	-.019								9.6	.310
9	.039	.016	-.163	-.215	.028	-.033	-.093	.004	-.016									9.5	.308
10	.037	.016	-.165	-.259	.029	-.037	-.100	.003										9.2	.303
11	.027	.016	-.185	-.257	.031	-.048	-.098											8.2	.286
12	.026	.014	-.193	-.246	.035	-.045												7.5	.273
13	.028	.010	-.207	-.169	.036													6.1	.247
14	.029	.010	-.189	-.163														5.4	.232
15	.029	.010	-.187															4.5	.211
16	.025	.010						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY				3.3	.183
					1	1日平均増体重	100	-.0500		11	総合傷の程度	1	-.0347						
					2	屠殺日数	10	-.1446		12	体重減少量	5	-.2477						
					3	出荷時気温	10	-.1974		13	出荷時体重	10	.3518						
					4	出荷時湿度	10	-.1015		14	前肢異常程度	1	-.0004						
					5	最高気温	10	-.1577		15	後肢異常程度	1	-.1420						
					6	最低気温	10	-.0315		16	人への慣れ具合	1	-.0729						
					7	日照程度	1	.0487		17	同時出荷頭数	5	-.1519						
					8	降雨程度	1	-.1548											
					9	輸送時間	10	-.1459											
					10	休息時間	10	.0089											

17形質全ての環境要因を用いた場合のR²は10.6%でその時の重相関係数は0.326%と低かった。

赤色度に対して相対的に重要な影響を与える形質は同時出荷頭数、屠殺日齢、後肢異常の程

度、降雨の程度であった。

④ 保水力の推定

屠殺前後の環境要因により保水力を推定した結果は表17に示した。

表18 屠殺前後の環境要因による保水力の推定

例	競合傷程度	出荷時湿度	1日平均増体重	総体重減少量	日照程度	降雨の程度	出荷時体重	後肢異常程度	出荷日最高気温	同時出荷数	人への慣れ具合	輸送時間	前肢異常程度	出荷時気温	屠殺日齢	休憩時間	出荷日最低気温	R ² (%)	R _y ŷ
1	1.925	.425	-.014	.687	-.620	1.039	-.119	1.757	-.270	-.098	-.334	-.024	-.817	-.082	-.020	-.017	-.100	23.41	.439
2	1.921	.392	-.015	.686	-.547	1.019	-.118	1.771	-.251	-.091	-.338	-.022	-.824	-.012	-.025	-.017		23.40	.438
3	1.919	.395	-.015	.661	-.314	1.151	-.106	1.619	-.199	-.055	-.354	-.022	-.715	-.067	-.086			22.70	.4764
4	1.920	.401	-.013	.670	-.339	1.040	-.127	1.653	-.166	-.042	-.300	-.028	-.795	-.053				22.59	.4753
5	1.916	.406	-.012	.655	-.302	1.032	-.132	1.645	-.145	-.036	-.297	-.029	-.820					22.57	.4751
6	1.921	.399	-.012	.628	-.358	1.006	-.150	1.231	-.142	-.042	-.338	-.031						22.19	.4711
7	1.919	.395	-.012	.628	-.323	1.118	-.152	1.228	-.144	-.044	-.352							22.16	.4707
8	1.909	.395	-.012	.624	-.343	1.076	-.164	1.254	-.143	-.046								21.91	.4681
9	1.895	.388	-.012	.630	-.463	.994	-.149	1.312	-.152									21.78	.4666
10	1.925	.428	-.013	.671	-.274	.894	-.145	1.381										21.35	.4621
11	1.798	.393	-.013	.710	-.317	.849	-.100											19.65	.4434
12	1.811	.387	-.014	.761	-.339	.817												19.51	.4418
13	1.837	.341	-.013	.745	-.697													19.11	.4371
14	1.822	.463	-.014	.766														18.17	.4282
15	1.924	.435	-.011															15.63	.3554
16	1.937	.453						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY				13.39	.3659
					1	1日平均増体重	100	-1.228	11	競合傷の程度	1	1.915							
					2	屠殺日齢	10	.632	12	体重減少量	5	3.255							
					3	出荷時気温	10	3.371	13	出荷時体重	10	-3.012							
					4	出荷時湿度	10	4.429	14	前肢異常程度	1	-.143							
					5	最高気温	10	1.622	15	後肢異常程度	1	.507							
					6	最低気温	10	5.696	16	人への慣れ具合	1	.392							
					7	日照程度	1	-1.216	17	同時出荷頭数	5	.545							
					8	降雨程度	1	1.269	1										
					9	輸送時間	10	1.353											
					10	休憩時間	10	-.065											

17形質全ての環境要因を用いた場合のR²は23.41%、その時の重相関係数は0.484と高い値が得られた。

保水力に対して相対的に重要な影響を与える形質は競合による傷の程度、出荷時湿度、1日平均増体重等であった。

保水力は競合による傷の程度が1単位増加す

毎に2%向上し、出荷時湿度が10%増加する毎に3.4%向上するが1日平均増体重が100g増加すると1.2%低下するものと推定された。

⑤ 硬さの推定

屠殺前後の環境要因により硬さを推定した結果は表18に示した。

表 19 屠殺前後の環境要因による硬さの推定

例	屠殺日 気温	屠殺日 湿度	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	R ²	R _Y Ŷ	
1	-0.05	-0.07	-0.08	-0.01	-0.10	-0.00	-0.05	-0.02	-0.02	-0.004	-0.01	-0.018	-0.002	-0.011	-0.004	-0.006	-0.028	16.1	.401		
2	-0.025	-0.008	-0.018	-0.001	-0.04	-0.061	-0.047	-0.016	-0.027	-0.004	-0.001	-0.018	-0.001	-0.004	-0.004	-0.019		15.6	.397		
3	-0.020	-0.007	-0.018	-0.001	-0.015	-0.02	-0.049	-0.013	-0.028	-0.004	-0.001	-0.018	-0.002	-0.005	-0.003			15.7	.396		
4	-0.015	-0.006	-0.018	-0.001	-0.016	-0.056	-0.051	-0.012	-0.026	-0.004	-0.003	-0.019	-0.002	-0.005				15.5	.393		
5	-0.014	-0.005	-0.017	-0.001	-0.017	-0.055	-0.050	-0.012	-0.025	-0.003	-0.004	-0.019	-0.001					15.4	.393		
6	-0.014	-0.005	-0.017	-0.001	-0.017	-0.055	-0.050	-0.012	-0.025	-0.003	-0.004	-0.019						15.4	.393		
7	-0.014	-0.005	-0.014	-0.001	-0.020	-0.055	-0.053	-0.013	-0.025	-0.002	-0.002							14.7	.383		
8	-0.018	-0.005	-0.014	-0.001	-0.017	-0.057	-0.054	-0.013	-0.025	-0.002								14.6	.382		
9	-0.019	-0.007	-0.013	-0.001	-0.017	-0.071	-0.057	-0.013	-0.025									14.1	.376		
10	-0.020	-0.007	-0.013	-0.001	-0.017	-0.065	-0.058	-0.013										13.3	.364		
11	-0.018	-0.007	-0.014	-0.001	-0.011	-0.053	-0.054											11.4	.338		
12	-0.019	-0.006	-0.015	-0.001	-0.012	-0.057												10.4	.323		
13	-0.021	-0.005	-0.013	-0.001	-0.010													9.8	.312		
14	-0.027	-0.005	-0.014	-0.001														9.4	.306		
15	-0.015	-0.010	-0.014															6.9	.262		
16	-0.018	-0.009						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY				5.0	.223		
					1	1日平均体温	100	-0.020	11	組合の程度	1	-0.028									
					2	屠殺日齢	10	-0.020	12	体重減少量	5	-0.011									
					3	出荷時気温	10	-0.1618	13	出荷時体重	10	-0.1460									
					4	出荷時湿度	10	-0.1162	14	屠殺異常程度	1	-0.031									
					5	最高気温	10	-0.051	15	屠殺異常程度	1	-0.032									
					6	最低気温	10	-0.1633	16	人への慣れ具合	1	-0.010									
					7	日照程度	11	-0.0235	17	同時出荷頭数	5	-0.034									
					8	降雨程度	1	-0.0463													
					9	輸送時間	10	-0.074													
					10	休息時間	10	-0.049													

17形質全ての環境要因を用いて硬さを推定した場合のR²は16.1%と試験1で推定した場合より7%ほど高く、また、その重相関係数は0.401であった。硬さに対して相対的に重要な影響を与える環境要因は屠殺日の最低気温輸送時、

出荷時体重、休息時間であった。

⑥ 凝集性の推定

屠殺前後の環境要因により凝集性によを推定した結果は表19に示した。

表 20 屠殺前後の環境要因による凝集性の推定

例	屠殺日 気温	屠殺日 湿度	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	屠殺日 輸送時 間	R ²	R _Y Ŷ	
1	-0.05	-0.01	-0.07	-0.002	-0.007	-0.017	-0.007	-0.003	-0.007	-0.004	-0.007	-0.002	-0.019	-0.012	-0.003	-0.007	-0.012	-0.0006	8.18	.260	
2	-0.04	-0.01	-0.07	-0.005	-0.007	-0.012	-0.007	-0.007	-0.007	-0.0019	-0.020	-0.004	-0.002	-0.003	-0.003	-0.010	-0.008		7.64	.2764	
3	-0.02	-0.01	-0.07	-0.013	-0.007	-0.012	-0.008	-0.007	-0.006	-0.020	-0.020	-0.013	-0.003	-0.002	-0.009				7.56	.2749	
4	-0.02	-0.01	-0.07	-0.012	-0.007	-0.013	-0.008	-0.006	-0.006	-0.020	-0.019	-0.012	-0.004	-0.003					7.48	.2735	
5	-0.02	-0.01	-0.07	-0.011	-0.007	-0.013	-0.008	-0.006	-0.006	-0.017	-0.019	-0.013	-0.002						7.44	.2728	
6	-0.02	-0.01	-0.07	-0.011	-0.007	-0.013	-0.007	-0.006	-0.006	-0.018	-0.019	-0.014							7.44	.2728	
7	-0.02	-0.01	-0.07	-0.011	-0.006	-0.013	-0.006	-0.006	-0.007	-0.019	-0.020								7.42	.2723	
8	-0.02	-0.01	-0.07	-0.012	-0.006	-0.013	-0.006	-0.006	-0.007	-0.015									7.23	.2569	
9	-0.02	-0.01	-0.06	-0.012	-0.006	-0.013	-0.006	-0.006	-0.007										7.20	.2553	
10	-0.02	-0.01	-0.06	-0.010	-0.006	-0.012	-0.006	-0.006											6.68	.2584	
11	-0.02	-0.01	-0.06	-0.011	-0.006	-0.011	-0.006												6.13	.2477	
12	-0.02	-0.01	-0.06	-0.015	-0.006	-0.010													5.84	.2417	
13	-0.02	-0.01	-0.06	-0.015	-0.006														5.47	.2338	
14	-0.02	-0.01	-0.06	-0.015															4.86	.2205	
15	-0.03	-0.01	-0.09																4.53	.2129	
16	-0.03	-0.01						ΔX	ΔY				ΔX	ΔY					3.22	.1794	
					1	1日平均体温	100	-0.027	11	組合の程度	1	-0.035									
					2	屠殺日齢	10	-0.038	12	体重減少量	5	-0.034									
					3	出荷時気温	10	-0.022	13	出荷時体重	10	-0.131									
					4	出荷時湿度	10	-0.095	14	屠殺異常程度	1	-0.031									
					5	最高気温	10	-0.14	15	屠殺異常程度	1	-0.030									
					6	最低気温	10	-0.020	16	人への慣れ具合	1	-0.023									
					7	日照程度	1	-0.022	17	同時出荷頭数	5	-0.008									
					8	降雨程度	1	-0.029													
					9	輸送時間	10	-0.074													
					10	休息時間	10	-0.002													

17形質全ての環境要因を用いて凝集性を推定した場合のR²は8.14%と低く、重相関係数も0.286で、凝集性に対して相対的に重要な影響を与える形質は屠殺日の最低気温、屠殺日齢、

前肢異常の程度、出荷時気温であった。

⑦ 45分pHの推定

屠殺前後の環境要因により屠殺後45分のpHを推定した結果は表20に示した。

表 21 屠殺前後の環境要因による45分pHの推定

例	降雨の程度	同時出荷頭数	後肢異常程度	競合傷程度	出荷日最低気温	輸送時間	出荷時体重	屠殺日齢	出荷日最高気温	絶食量	食量	人への慣れ具合	前肢異常程度	出荷時気温	1日平均体重	日照の程度	休息時間	出荷時湿度	R ² (%)	R _Y		
1	.088	-.004	.067	.020	-.017	.002	-.006	.003	-.008	.004	-.0009	-.038	-.016	-.0000	.031	-.0002	.009	11.1	.333			
2	.089	-.006	.066	.019	-.002	.002	-.006	.002	-.010	.003	-.0002	-.037	.008	-.0000	.034	-.0002		10.8	.328			
3	.088	-.005	.068	.019	-.001	.002	-.006	.002	-.009	.003	-.0003	-.038	.008	-.0000	.033			10.7	.327			
4	.072	-.005	.066	.020	-.012	.002	-.005	.003	-.005	.003	-.0017	-.034	.012	-.0000				10.2	.320			
5	.072	-.005	.066	.020	-.012	.002	-.005	.003	-.005	.003	-.0014	-.034	.011					10.2	.320			
6	.073	-.005	.070	.021	-.006	.002	-.005	.003	-.003	.006	-.0011	-.031						9.7	.311			
7	.075	-.004	.054	.021	-.007	.002	-.005	.002	-.002	.005	-.0012							9.3	.305			
8	.075	-.004	.054	.021	-.007	.002	-.005	.002	-.003	.005								9.3	.305			
9	.075	-.004	.055	.021	-.007	.002	-.005	.002	-.002									9.2	.304			
10	.081	-.004	.054	.021	-.008	.002	-.005	.002										9.2	.303			
11	.079	-.003	.053	.021	-.005	.002	-.005											8.5	.291			
12	.077	-.004	.050	.022	-.006	.002												8.1	.285			
13	.083	-.003	.050	.022	-.007													8.0	.282			
14	.079	-.005	.050	.021														7.6	.276			
15	.080	-.005	.046															6.9	.263			
16	.080	-.004						ΔX	ΔY					ΔX	ΔY			5.5	.234			
						1	1日平均体重	100	-.0094	11	競合傷の程度	1	-.0200									
						2	屠殺日齢	10	-.0084	12	体重減少量	5	-.0215									
						3	出荷時気温	10	-.0030	13	出荷時体重	10	-.0500									
						4	出荷時湿度	10	-.0519	14	前肢異常程度	1	-.0006									
						5	最高気温	10	-.0694	15	後肢異常程度	1	-.0377									
						6	最低気温	10	-.0532	16	人への慣れ具合	1	-.0028									
						7	日照程度	1	-.0027	17	同時出荷頭数	5	-.0208									
						8	降雨程度	1	-.0788													
						9	輸送時間	10	-.0532													
						10	休息時間	10	-.0036													

環境要因17形質全てを用いた場合のR²は11.1%とそれほど高くはなく、重相関係数も0.333であった。

45分pHに対して相対的に重要な影響を与えている形質は輸送中の降雨の程度、同時出荷頭数、後肢異常の程度、競合による傷の程度であった。

IV 考 察

試験1と2では屠場の解体方法と供試豚の品種が異なるため各々の効果については分析できなかったが、Weniger et al⁷⁾、Jonsson¹⁸⁾、

Judge et al¹⁹⁾、は春から夏にかけて屠殺した豚は一般に肉色が淡いと報告している。

本試験は供試豚のほとんどが6~8月に屠殺されており、試験の目的に合った季節であった、屠殺前後の環境要因として採り上げた形質のパラッキは比較的少なかった。

屠殺前後の環境要因により肉質に関係する主要な形質の分散を推定したところ、8.2~23.4%を説明できたが肉質判定の際に特に重要と思われる48時間pH、明度、保水力、硬さについては、ランドレース種の硬さの推定を除いて、16.1%から23.4%とやや高い割合で説明するこ

とができた。

このことは、これらの形質の遺伝率推定値を0.4と仮定すると、これらの形質の表型分散の56%~63%が説明されることを示すものである。

さらに肉質に対しては天候等の自然条件よりも人為的に調節が可能と思われる、競合による傷の程度、同時出荷頭数、屠殺日齢、肢蹄の異常の程度等の要因が相対的に重要な要因とされた。

特に屠殺前に絶食・出荷準備のため2頭群飼の豚房から集荷豚房に豚を移動した際に発生した競合による傷の程度が肉質に大きな影響を与えたことは興味深いことである。

Wisner-Pederson¹⁷⁾は当日搬入で出荷し、屠場到着後の豚に与えた休息時間と屠殺後45分のpHとの関係を調査しているが20~59分の休息を与えたときにpHの高い個体の割合が多く、20分以内では輸送によるストレスの影響を解消できず、逆に60分以上の休息を得ると豚間の闘争が始まるためにpHの高い個体の割合は少ないと報告している。また、傷が多い個体ほどpHは低いとしているが、本試験とは闘争の始まった時点から屠殺される迄の時間の長さは大巾に異なり、屠殺直前の闘争でストレスを受けたために傷の多い個体はpHが低いと推察される。

本試験の屠場到着後の休息時間は試験1(ランドレース種)で49.1±22.8分、試験2(大ヨークシャー種)で53.1±45.8分で、ほとんどの場合Wisner-Pedersonの最適とする範囲内で休息させている上に屠殺前日に出荷豚を同一豚房に収容しておいたために休息中の闘争はほとんど発生しなかった。

従って屠殺直前のストレスは放血場への誘導を除いてはなかったものと考えられる。

Jonsson¹⁸⁾はデンマークで輸送中に期間の闘争を防ぎPSE肉の発生を減少させるための“はずな”を開発し、その結果肉色得点が改善

されたと述べている。また、豚に対する輸送の影響を調査するために豚房で屠殺した場合と屠場まで輸送して処理した場合を比較し、豚房で屠殺した方が肉色が良く、pHも高く、標準偏差も減少したと報告している。

Topel²⁰⁾は長い時間ストレス条件下におかれた豚は筋肉グリコーゲンがエネルギー源として利用され、僅かに限られた量だけが死後のグリコリシスにより乳酸を生産する高いpHの黒っぽい豚肉になることを報告している。

本試験では同時出荷頭数と競合による傷の程度との間に相関関係は認められなかった。

試験1、2を通じて同時出荷頭数が明度に対して負に、保水力に対して正に影響していることについては豚の積み降ろし、あるいは輸送時の出荷頭数が多いほど豚にとっては大きなストレスとなり、グリコーゲンの消耗は多くなるが闘争のない休息時間が充分あれば肉色は濃く、保水力は高くなるものと推察される。

Kastenschmidt et al^{14) 15)}、Briskei et al²¹⁾、Sayre et al^{22) 23)}は豚の環境温度を変化させて筋肉グリコーゲンの消耗をはかりPSE肉発生を抑制し、Sayre et al²⁴⁾、Briskey et al²⁵⁾、Lewis et al²⁶⁾は糖類を飼料に配合してグリコーゲン含量を増加し、PSE筋になる状態の豚を運動させて異常肉の発生を防止したことを報告している。

本試験で測定した競合による傷の程度は屠殺前18時間から12時間の間につけられたものと推定されるが、試験設計を組んで行なわれたこれらの結果とよく一致している。

豚間で行なわれた競合は屠殺前の環境温度の変化、追い運動あるいは長期間の絶食と同じような効果で筋肉内のグリコーゲンの消耗をはかったものと推測される。

以上のことは当日搬入による出荷はPSE肉を発生させる危険を含んでおり、豚を絶食させる意味からも前日搬入して必然的に生ずる闘争を経過させ、屠殺直前にはストレスを与えない

ような方策が必要となることを示唆している。

今回の調査では主要な環境要因の大部分が筋肉グリコーゲンの消長に関与して肉質に影響を与えていると思われたが例

特に大ヨークシャー種における調査での明度に対する1日平均増体の影響であるが前述のとおり屠殺日齢とミオグロビン含量との関係¹⁶⁾で部分的には説明される。

明度を1標準偏差変化させるためには1日平均増体重は数百g改良させなければならないものと推定されるが、現実にはそのような大幅な改良は行なわれてはならない。

肉質低下を全て改良の結果だとする意見もあるが、この若干の都合の悪い関係が今後問題になるとすれば産肉性と肉質双方を同時に改良する方法²⁷⁾も検討する必要がある。

遺伝的に1日平均増体重の多い豚は飼養管理を変えることによって比較的容易に出荷日齢を延長することができると思われるが遺伝的に1日平均増体重の低い豚は飼養管理の改善によって出荷日齢を短縮することが難しいことも考慮する必要がある。

中井等²⁸⁾は豚筋肉ではCold shortningが牛及び羊筋肉に比べかなり少なく、屠殺直後に低温で貯蔵するほど品質に好ましい影響を与えると報告し、滝沢等は²⁹⁾屠殺直後の枝肉を0～-3℃の冷蔵庫に入れて急速冷却を行なった結果、肉色、保水力、しまりが改善され、急速冷却は肉質低下に効果があるとしている。

屠殺後のグリコリシスの速度は外部の温度が増加するとともに増加する¹⁶⁾ことから一般の屠場の場合でも速やかに冷蔵施設のある場所に枝肉を移動することが大切なのであると考えられる。

本試験では枝肉の処理過程に沿った環境温度は調査しなかったが屠殺解体後のグリコリシスに影響を与える環境温度あるいは枝肉温度を加えることによってさらに重回帰で説明される肉質の分散の割合は増加するものと思われる。

V 要約

屠殺前後の環境要因と肉質との間の間係を検討するためにランドレース種去勢雄203頭、大ヨークシャー種去勢雄290頭を供試した。重回帰分析で屠殺前後の環境要因により肉質に関する主要形質の分析を推定した結果、8.2～2.34%を説明できた。特に肉質判定の際に重要と思われる48時間pH、明度、保水力、硬さについては既ね16.1～23.4%を説明できた。

肉質に対して天候等の自然条件よりも人為的に調節可能と思われる、競合による傷の程度、同時出荷頭数、屠殺日齢、肢蹄の異常の程度等の要因が比較的大きく影響していた。

主要な環境要因の多くは筋肉グリコーゲンの消長に関与して肉質に影響を及ぼすものと推察された。

謝辞

データの採取にあたり御協力を戴いた株式会社岩手畜産流通センターに謝意を表す。また、データの分析に際して適切な御指導を戴いた農林水産省東北農業試験場畜産部の西田朗室長に深謝する。

VI 引用文献

- (1) 西尾重光 1961
豚の肉質に関する研究 一第3回全共出品肉豚について—養豚便り 11(3)
- (2) CHRISTIAN, L. L.; 三上仁志訳 1977
豚のストレス症(PSS)の最近の研究 畜産の研究 31(7)、70—72
- (3) 渡辺昭三、秋田富士、瑞穂 当、神部昌行、姫野健太郎 1979
ハロセン麻酔試験におけるストレス感受性豚検出の実際 日本養豚研究会誌 16(2)、165—174
- (4) 渡辺昭三 1980
豚のストレス感受性と産肉性について 日本養豚研究会誌 17(1); 41—45

- (5) JENSEN, P., CRAIG, H. B. AND ROBISON, O. W. 1967
Phenotypic and genetic associations among carcass traits of swine. *J. Anim. Sci.* 26 : 1252-1260
- (6) STAUN, H. AND JENSEN, P. 1974
Genetic aspects of meat quality in pigs. 1st world congress on genetics applied to livestock production. Vol. 1. 885 ~ 892
- (7) WENIGER, J. H. STEINHAUF, D., AND GLODEK, P. 1970
Meat quality as a selection criterion in the pork. *Z. Tierz. Zücht. Biol.* 87 : 230
- (8) 仁昌寺博、伊藤 菁、阿部猛夫、山田行雄、神部昌行、西田 朗、横内圀生
豚肉の理化学的性状に関するパラメータ推定値 日本養豚研究会誌 14(1) : 1~7
- (9) 池田敏雄、斉藤不二男、安藤四郎 1968
畜肉の保水力に関する研究 I. 保水力の測定方法について 農林省畜試研究報告 18 : 15-20
- (10) 西田 朗、山田行雄 1970
卵用鶏の経済能力検定成績における各形質の経済的重要性について 日本家禽学会誌 17(1) : 30-38
- (11) 中井博康、斉藤不二男、池田敏雄、安藤四郎、小松明德 1974
豚標準肉色 (PCS) の作製 日本養豚研究会誌 11(1) : 43
- (12) SMITH, C. 1966
A note on the heritability of leg weakness score in pigs. *Anim. Prod.* 8 : 345-348
- (13) SCHMIDT, G. R., ZUIDAM, L., & SYBESMA, W. 1972
Biopsy technique and analysis for predicting pork quality. *J. Anim. Sci.* 34 : 25-29
- (14) KASTENSCHMIDT, L. L., E. J. BRISKEY, AND W. G. HOEKSTRA 1964
Prevention of pale, soft, exudative porcine muscle through regulation of ante-mortem environmental temperature *J. Food Sci.* 29 : 210-217
- (15) KASTENSCHMIDT, L. L., G. R. BEECHER., J. C. FORREST., W. G. HOEKSTRA, AND E. J. BRISKEY 1965
Porcine muscle properties. A. Alteration of glycolysis by artificially induced changes in ambient temperature *J. Food Sci.* 30 : 565-572
LAWRIE, R. W. : 森田重広、内田和男訳 1971 肉の科学 学窓舎
- (17) WISMER-PEDERSON, J. 1959
Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Food Research* 24 : 711-724
- (18) JONSSON, P. 1968
Control and influence of muscle color. *The Pork Industry : Problems and Progress.* Iowa State University Press. Ames Iowa
- (19) JUDGE, M. D., V. R. CAHILL, L. E. KUNKLE, AND W. H. BRUNER 1959
Pork quality. I. Influences of some factors on pork muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 18 : 448-452
- (20) TOPEL, D. G. 1968
The quality of meat in relation to stress adaptation in the pigs. *The Pork Industry : Problems and Progress.* Iowa State University Press. Ames, Iowa
- (21) BRISKEY, E. J., J. C. FORREST

- AND M. D. JUDGE 1966
Influence of ante-mortem factors on meat qualities. Z. Tierz. Zucht Biol 82 : 298-304
- (22) SAYRE, R. N., E. J. BRISKEY, W. G. HOEKSTRA, AND R. W. BRAY 1961
Effect of preslaughter change to a cold environment on characteristics of pork muscle. J. Anim. Sci. 20 : 487-492
- (23) SAYRE, R. N., E. J. BRISKEY, AND W. G. HOEKSTRA 1963
Alteration of post-mortem changes in porcine muscle by preslaughter heat treatment and diet modification. J. Food Sci. 28 : 292-297
- (24) SAYRE, R. N., E. J. BRISKEY, AND W. G. HOEKSTRA 1963
Effect of excitement, fasting, and sucrose feeding on porcine muscle phosphorylase and post-mortem glycolysis. J. Food Sci. 28 : 472-477
- (25) BRISKEY, E. J., R. W. BRAY, W. G. HOEKSTRA, P. H. GRUMMER 1959
The effect of exhaustive exercise and high sucrose regimen on certain chemical and physical pork ham muscle characteristics. J. Anim. Sci. 18 : 173-177
- (26) LEWIS, P. K. JR., M. C. HECK, AND C. J. BROWN 1961
Effect of stress from electrical stimulation and sugar on the chemical composition of swine carcasses. J. Anim. Sci. 20 : 727-733
- (27) EIKELENBOOM, G. MINKEMA, D. AND ELDIK, P 1976
The application of the halothane-test. Difference in productin characteristics between pigs qualified as reactors (MHS-susceptible) and non-reactors. In Proceeding of the 3rd international Conference on Production Disease in Farm Animals. Wageningen. The Netherlands. Sept. 13-16 183-187
- (28) 中井博康、池田敏雄、安藤四郎、斉藤不二男 1978
豚挽肉の死後変化に及ぼす貯蔵温度の影響 日本畜産学会報 49 (10) : 761-766
- (29) 滝沢喜造、田上順道、岩崎繁幸、和島昭一郎、松崎 格 1971
屠殺直後の豚枝肉の急冷、加温が肉質に与える効果について 日本養豚研究会誌 8 (3) : 150