

# 静岡県畜産技術研究所研究報告

Vol. 9 2016.7

静岡県畜産技術研究所

富士宮市猪之頭 1945

TEL 0544-52-0146 FAX 0544-52-0140

静岡県中小家畜研究センター

菊川市西方 2780

TEL 0537-35-2291 FAX 0537-35-2294

# 静岡県畜産技術研究所研究報告第9号（平成28年）

## 目 次

### 【酪農】

瀬戸隆弘・宮本泰成・森谷美咲・小林幸恵・野田準一・齋藤美英・佐野文彦：

放牧牛における牛乳頭腫総合的防除システムの検討 ..... 1 - 3

佐野文彦・瀬戸隆弘・森谷美咲・高坂哲也：ウシ精液へのリラキシン添加効果試験 ..... 4 - 5

片山信也・小林幸恵・曾布川亜弓・森谷美咲：

酪農生産現場における作業省力化手法の検討（第2報） ..... 6 - 8

### 【肉牛】

野田準一・小林幸恵・齋藤美英：肉質等に関与する遺伝子の相互作用の解明（第1報） ..... 9 - 12

齋藤美英・小林幸恵・野田準一：

ネットワークサーモレコーダーを用いた子牛の体表温測定を試み ..... 13 - 15

小林幸恵・野田準一・齋藤美英：緑茶飲料残さを用いた肉牛用飼料の嗜好性改善技術の開発 ..... 16 - 17

### 【養豚】

○寺田 圭・高橋奈津美・柴田昌利：優良雄系遺伝子の探索と再現技術の確立（第4報） ..... 18 - 20

○高橋奈津美・寺田 圭・柴田昌利：県内銘柄豚肉の肉質特徴の科学的解明（第1報） ..... 21 - 24

### 【養鶏】

○中川佳美・松井繁幸・柴田昌利：

生鶏卵の「おいしさ」を左右する不快風味成分の探索 ..... 25 - 27

### 【環境】

佐藤克昭・太田良和弘・山田博一・福島 務：

メタン発酵消化液の液肥利用を阻害する要因の改善 ..... 28 - 30

鈴木 巧・高野 浩・佐藤克昭・片山信也：

朝霧地域の草地における土壌流亡防止法の確立（第2報） ..... 31 - 33

○石本史子：センター養豚排水処理施設曝気槽におけるアナモックス汚泥の発生状況調査 ..... 34 - 35

### 【飼料】

高野 浩・鈴木 巧・片山信也：飼料作物の奨励品種選定試験～飼料用トウモロコシ ..... 36 - 37

### 【事業報告】

佐野文彦・赤松裕久・瀬戸隆弘：受精卵移植関係事業 ..... 38

野田準一・小林幸恵・齋藤美英：家畜改良推進事業 ..... 39 - 40

小林幸恵・野田準一・齋藤美英：放牧育成事業 ..... 41 - 42

○寺田 圭・高橋奈津美・柴田昌利：SPF大ヨークシャー種系統豚の維持と普及 ..... 43 - 44

○寺田 圭・高橋奈津美・柴田昌利：SPFデュロック種系統豚の維持 ..... 45 - 46

高野 浩・鈴木 巧・片山信也：

農業関係試験研究委託事業に係る牧草の系統適応性検定試験事業 ..... 47 - 48

### 【記録】

所外掲載学術誌・発表等 ..... 49 - 51

組織・気象表等 ..... 52 - 54

## 優良雄系遺伝子の探索と再現技術の確立 (第4報)

Study on search and reproduction technology for excellent Duroc strain. (4th report)

寺田 圭・高橋奈津美\*・柴田昌利

### 緒 言

当センターでは平成9年に完成したデュロック種系統豚「フジロック」(堀内ら1996)の維持・販売を行っている。「フジロック」は静岡県銘柄豚「ふじのくに」の種雄豚として利用されており、約3万頭が県内8戸の農家で生産され、認定販売店で静岡県銘柄豚として販売されている。一方、完成後17年間閉鎖群で維持をした結果、平均近交係数16.8%、血縁係数39%となっている。近交係数が10%上昇すると産子数が1.8頭減少することや、デュロック種において、近交係数が0%と25%を比較した場合、2ヶ月齢時体重が3.9kg減少する等の近交退化が報告されている(石井2004)。「フジロック」については、平成30年度で平均近交係数が20%を超えることが予測され、近交退化の影響が懸念される。そこで、平成22年より「優良雄系遺伝子の探索と再現技術の確立」として新しいデュロック種の系統造成を開始した。

本報告では帝王切開由来の基礎豚同士を交配して得た第一世代(G1)、第二世代(G2)、第三世代(G3)、第四世代(G4)の成績を報告する。

### 材料および方法

#### 1. 供試豚

宮城県で造成された系統豚「シモフリレッド」、愛知県・岐阜県合同で造成された「アイリスナガラ」、全農畜産サービス株式会社で造成された「ゼンノーD-01」の妊娠豚それぞれ5頭を導入し、帝王切開にてSPF化した。得られた産子から体型、体重等により、「シモフリレッド」雄4頭、雌11頭、「アイリスナガラ」雄2頭、雌7頭、「ゼンノーD-01」雄5頭、雌12頭を選抜した。また、当センターで飼養されている「フジロック」から雄3頭、雌15頭を加え、合計で雄14頭、雌45頭を基礎豚(G0)にした。その後、G0の産子雄93頭、雌125頭を得てG1とし、G1から雄95頭、雌107頭を得てG2とした。G2から雄91頭、雌92頭を得てG3とし、G3から雄111頭、雌121頭を得てG4とした。

#### 2. 試験方法

##### 1) 系統豚の選抜

G3より改良目標を変更した。改良目標は1日増体重(DG)、背脂肪厚(BF)、ロース断面積(EM)、選抜除外豚の剪断力価(SV)とした。改良目標は表1のとおりとした。1腹の平均体重が約30kgになる生後8週齢で1次選抜を実施した。選抜基準は体重・体型・肢蹄のやわらかさ、乳器、生殖器の形状とした。ヘルニアやメラノーマの認められた個体は独立淘汰方式で除外した。1次選抜では基本的に一腹雄1頭、雌3頭を選抜した。体重90kg時に超音波測定装置にて体長1/2部位のBF、EMを測定した。超音波測定装置はG1、G2はSR-100(KAIJYO)、G3はHS-100(富士平工業)を、G4ではHS-2100V(富士平工業)を使用した。DG、BF、EM、SVについてBLUP法にて育種価を推定し、2次選抜を実施した。G1、G2の成績及び前回デュロック種系統造成時(堀内ら1996)、および文献値(佐藤2001)より遺伝的パラメーターを設定した(表1)。総合育種価を与える式はプログラムSIndexを使用した(佐藤2003)。育種価の推定はプログラムDMUを使用した(Madsen et al 2010)。線形モデル方程式は以下のようにした。

DG = 性別 + 世代 + 育種価 + 環境効果

BF、EM = 性別 + 世代 + 測定時体重 + 超音波装置 + 育種価 + 環境効果

SV = 性別 + 世代 + 半丸重量 + 育種価 + 環境効果

##### 2) 枝肉・肉質調査

選抜除外豚を110kgでと殺し、枝肉・肉質調査に供した。枝肉検査は、背部位BFを検査した。肉質調査は、と殺後一晩冷蔵保存した枝肉から、胸最長筋の最後胸椎から第4腰椎までの部位を採取し試料とし、筋肉内脂肪含量(IMF)と剪断力価を調査した。

IMFは、135°Cで2時間乾燥後の試料を用い、エーテル抽出により回収された抽出物の重量を測定し、算出した。剪断力価は、試料を2×2cmに切り出し、真空パックにて70°Cで1時間加熱し、30分間流水により冷却後、1×1cmに整形し、Warnar-Bratzler meat shear (Model235)により測定した。

\*現 農業局畜産振興課

## 結 果

### 1. 系統造成途中世代の能力

G1からG4の能力の推移を表2に示した。表型値でDGはG1雄で965g/日、雌で920g/日、G2雄で878g/日、雌で907g/日、G3雄で797g/日、雌で796g/日、G4雄で907g/日、雌で936g/日となった。BFはG1雄で2.33cm、雌で2.57cm、G2雄で2.07cm、雌で2.65cm、G3雄で1.48cm、雌で1.59cm、G4雄で1.49cm、雌で1.47cmとなった。EMはG1雄で30.0cm<sup>2</sup>、雌で30.5cm<sup>2</sup>、G2雄で33.3cm<sup>2</sup>、雌で32.3cm<sup>2</sup>、G3雄で31.5cm<sup>2</sup>、雌で31.3cm<sup>2</sup>、G4雄で31.6cm<sup>2</sup>、雌で34.0cm<sup>2</sup>となった。SVはG1試験豚で5.8lb/cm<sup>2</sup>、G2で7.5lb/cm<sup>2</sup>、G3で11.6lb/cm<sup>2</sup>、G4で7.5lb/cm<sup>2</sup>となった。表1で示した総合育種価を推定する式にそれぞれの形質の育種価を代入し総合育種価を得た。その結果、総合育種価はG1雄で2.76、雌で-0.01、G2雄で2.14、雌で1.6、G3雄で2.18、雌で2.14、G4雄で2.84、雌で4.48となった(図1)。G4の選抜除外豚の背部位BFは2.1cm、IMFは4.27%であった(表3)。

## 考 察

G1からG3までの改良を通じて、BFが減少し、EMが増大する傾向がみられたが、DGが減少した。遺伝的パラメーター(表1)において、DGとEMの遺伝相関は-0.1であり、EMの増大を目指すすとDGが減少する方向にある。また、DGとBFの遺伝相関は0.1であり、BFの減少を目指すすとDGもあわせて減少する方向にある。G4の選抜ではDGの増加に取り組んだため、DGが増加し、BFの減少、EMの増大の度合いは少なくなった。SVはG3までの選抜において、世代を追うごとに大きくなった。SVとEMの遺伝相関は0.2であるのでEMの増大をめざすと大きくなる方向にある。G3より、改良目標として、新たにDG:1000g/日、BF:1.5cm、EM:36cm<sup>2</sup>、SV:7lb/cm<sup>2</sup>を設定した。そのため、G4においてはSVが大きく減少した。また、BFがG3において大きく減少した。これは測定機械を変更したため、育種価を求める線形モデル式に超音波測定装置の効果を導入し、効果の補正をはかった。BFはDGの増加に合わせて増加すること事が懸念されるため、今後も改良目標に加える計画である。各世代の総合育種価について、雄においてはG1での能力が高く、

雌と比較して大きな値をとっていたので世代が進んでも総合育種価が大きく増加しなかった。一方、雌については世代を追うごとに総合育種価が増加し、選抜の効果が強く表れていた。各世代の標準化された選抜差はG4までの改良により、雄1.1、雌1となった。系統豚の認定要件として標準化された育種価が雄雌それぞれ1以上必要であるのでG4までの改良で基準はすでに満たされた。

枝肉・肉質調査において、G4の背部位BFは2.1cmであった(表3)。枝肉の格付は半丸重量、枝肉重量とあわせて、背部位BFに大きく影響を受ける。枝肉格付け「上」の評価基準は背部位BF2.4cm以下であり、現在の能力を満たしている。豚肉の理化学的成分と官能検査の関係、特に脂肪の量や質に関しては、IMFが2.5%以下であると硬さが増し、多重性を減少させる(Devol et al 1989, 日本飼料標準豚 2005)といった報告がある。G4のIMFは4.27%であり(表3)、良好な肉質であることが推測される。IMFとBFは高い相関があり、EMと高い負の相関があることが知られている(兵藤 1997)。今後EMの増加を改良していく場合、IMFの減少を招く可能性がある。そのため、今後は、全兄弟のIMFを調査し、選抜を実施する計画である。

## 参考文献

- Devol DL, Mc Keith et al. 1988. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcass. *J Anim Sci.* 66: 385-395.
- 堀内篤・知久幹夫ら. 1996. SPF環境によるデュロック種系統造成(2). 静岡中小家試研報9:1-7.
- 兵藤勲. 1997. 脂肪交雑のある豚. 畜産の研究. 51(1):19-24
- 石井和雄. 2004. 豚の近交退化について. 養豚の友. 4. 22-26. 日本畜産振興会. 東京
- Madsen P., Jensen J., 2010. A User's Guide to DMU. 日本飼料標準豚(2005年版). 2005. 42-43 社団法人中央畜産会. 東京.
- 佐藤正寛. 2003. 血縁情報を取り入れた選抜指数を算出するプログラムの開発. 日養豚会誌. 40(1):11-20.

表1 改良目標・遺伝的パラメーター・総合育種価の式

選抜形質	基礎豚平均	希望改良量	標準偏差	対角:遺伝率 対角下:遺伝相関 対角上:環境相関			
				DG	BF	EM	SV
DG (g/day)	950	50	112.01	0.4	0.2	-0.1	0
BF (cm)	2.58	-1.08	0.39	0.1	0.4	-0.1	-0.1
EM (cm <sup>2</sup> )	33.5	2.5	3.33	-0.1	-0.3	0.22	0.1
SV (lb/cm <sup>2</sup> )	9	-2	2.37	0	0.1	0.2	0.42

$$H = 0.068BV^* (DG) - 1.63BV (BF) + 8.75BV (EM) - 11.58BV (SV) \quad *BV = \text{育種価}$$

表2 各世代の表現値の推移

形質	世代	性	個体数 (頭)	選抜個体数 (頭)	平均	標準偏差	選抜個体の 平均
		♀	82	50	919.5	85.7	925.4
	G2	♂	31	15	878.1	155.5	950.0
		♀	89	53	907.1	114.4	922.6
	G3	♂	42	15	796.8	106.8	841.5
		♀	119	45	769.4	92.8	784.7
	G4	♂	30	15	906.8	89.2	952.7
		♀	90	55	936.1	102.1	940.5
BF (cm)	G1	♂	32	18	2.33	0.36	2.25
		♀	82	50	2.57	0.34	2.50
	G2	♂	31	15	2.07	0.24	2.12
		♀	89	53	2.65	0.34	2.67
	G3	♂	42	15	1.48	0.34	1.34
		♀	119	45	1.59	0.34	1.51
	G4	♂	30	15	1.49	0.29	1.67
		♀	90	55	1.47	0.28	1.49
EM (cm <sup>2</sup> )	G1	♂	32	18	29.95	3.2	30.05
		♀	82	50	30.48	3.0	31.23
	G2	♂	31	15	33.31	3.0	34.93
		♀	89	53	32.26	3.4	32.74
	G3	♂	42	15	31.52	2.5	31.87
		♀	119	45	31.28	2.8	32.26
	G4	♂	30	15	31.64	2.9	32.75
		♀	90	55	33.96	3.1	34.50
SV (lb/cm <sup>2</sup> )	G1	試験豚	28	0	5.8	1.8	N.D
	G2	試験豚	49	0	7.5	2.0	N.D
	G3	試験豚	70	0	11.6	3.4	N.D
	G4	試験豚	35	0	7.5	1.9	N.D

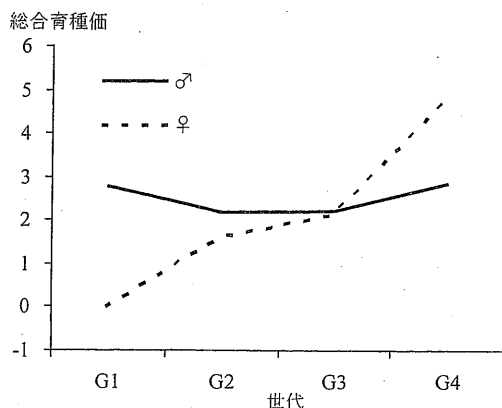


図1 総合育種価の変化

表3 選抜除外豚の肉質

世代	n	背部位BF (cm)	IMF (%)
G1	29	2.6	2.93
G2	49	2.3	4.18
G3	70	1.9	3.00
G4	35	2.1	4.27

## 県内銘柄豚肉の肉質特徴の科学的解明（第1報）

### Analysis of the Quality Features of the Brand Pork Produced in Shizuoka Pref. (1st. Report)

高橋奈津美\*・寺田 圭・柴田昌利

#### 緒 言

本県における銘柄豚生産農家戸数は増加傾向にあり、平成25年度で本県養豚農家140戸のうち、約1/3にあたる47戸の農家で銘柄豚生産が行われている。また、農林水産省の試算によると、環太平洋パートナーシップ協定（TPP）により安価な海外産豚肉が大量に輸入されるようになった場合、生き残る国産豚肉は一部の銘柄豚肉のみとされている。今後養豚産業における銘柄豚生産の占める割合はますます増加し、銘柄豚市場における競争が激化することが見込まれる。

一方で、豚肉に対する消費者のニーズは多岐に渡り、万人受けする豚肉の生産は困難を極める。銘柄豚肉が乱立する中、「選ばれる」銘柄豚肉となるには、特徴を科学的に把握し販売ターゲットを明確にする必要がある。そのため、県内銘柄豚生産農家からは、自身が生産する銘柄豚肉の特徴の科学的な把握が求められている。

そこで、本研究では県内銘柄豚肉の競争力強化を目的とし、と殺後の条件を揃えて県内銘柄豚肉の肉質調査を行うことで、その科学的特徴の把握と特徴の比較に取り組んだ。今年度は5グループの県内銘柄豚肉等の肉質調査を実施したので、その概要を報告する。

#### 材料および方法

##### 1. 供試材料

県内で銘柄豚として又は飼料等に特徴を持たせて飼養された肉豚5グループ25検体の左側胸最長筋（最後胸椎から第4腰椎）を試験に供した。対照には畜産技術研究所中小家畜研究センター（以下当センター）にて生産したWLD種（以下センターWLD）4頭の左側胸最長筋を用いた。センターWLDは不断給与及び自由飲水により飼養し、105kgに達した翌週にと殺し、と殺翌日にサンプルを採取した。供試材料の概要を表1に示した。

##### 2. 肉質調査

左側胸最長筋はと殺後4°Cで保存し、と殺7日後に肉質調査を実施した。最後胸椎部を用いて肉色、マープリングスコア、筋肉内水分含量、筋肉内脂肪含量、核

酸関連物質含量を測定し、第1～2腰椎部を用いて加熱損失割合及び剪断力価の測定を行った。また、左側胸最長筋背側に付帯する背脂肪を筋に近い側から内層、外層とし、各々の脂肪酸組成割合を測定した。各測定手法は既報（堀内ら2005）に従った。

##### 3. 統計処理

肉質調査の各項目に関し、センターWLDを対照としたDunnett検定を実施した。

#### 結 果

##### 1. 性状、一般成分組成及び物性

性状、一般成分組成及び物性（肉色、マープリングスコア、筋肉内水分含量、筋肉内脂肪含量、加熱損失割合及び剪断力価）のうち、肉色（切断0分a\*及び切断30分a\*）、加熱損失割合及び剪断力価の平均と標準偏差（以下SD）を表2に示した。対照と比較して、赤味の強さ（正の値が大きいほど赤味が強い）を示すa\*の値は切断0分、30分共にA及びEで大きくなった。加熱時に流れ出る水分量を示す加熱損失割合はBで小さくなった。加熱後の肉をちぎるために必要な力の大きさを示す剪断力価はDで大きくなった。

##### 2. 遊離アミノ酸含量

遊離アミノ酸含量の平均値を図1に示した。Bにおいて測定した遊離アミノ酸のうちほぼ全ての含量が有意に多いことが明らかとなった（アスパラギン酸（Asp）、セリン（Ser）、チロシン（Tyr）、ヒスチジン（His）及びアルギニン（Arg）が $p < 0.01$ 、アラニン（Ala）、メチオニン（Met）、ロイシン（Leu）、リジン（Lys）が $p < 0.05$ ）。

##### 3. 脂肪酸組成割合

背脂肪内層及び外層の脂肪酸組成割合の平均値を図2及び図3に示した。背脂肪内層に関してはBでステアリン酸割合が少なかった。背脂肪外層に関してはA及びBでパルミチン酸割合が多く、リノール酸割合が少なかった。Cでパルミチン酸及びステアリン酸割合が多く、オレイン酸及びリノール酸割合が少なかった。Dでオレイン酸割合が多くなった。

\*現 畜産振興課

## 考 察

試験に供した5グループの肉質特徴のまとめを表3に示した。Bは加熱損失が少なく、各種遊離アミノ酸含量が多かった。B品種は当センター作出の「フジキンカ」であり、この結果を当センター飼養のフジキンカの肉質調査結果との比較では、加熱損失割合、各種遊離アミノ酸含量ともに有意差が認められなかったことから（データ示さず）、Bにおけるそれらの差異は品種に起因すると推測された。

背脂肪の脂肪酸組成割合では、グループ間で有意差が多く認められたが、その変化の傾向は生産農家毎に同様であった。また、AとBは品種が違っても関わらず脂肪酸組成割合は同様傾向であったことから、品種よりも飼料または飼養環境の影響が示唆された。さらに、背脂肪内層に比べ背脂肪外層でより有意差が多かったことから、影響は背脂肪外層に出やすいと推定された。

Dにおいて剪断力価が大きく、Eにおいて肉色が赤いことが明らかとなった。DとEは同一農家の同一品種だが、Dは肥育後期にサツマイモを給餌され、Eは

通常飼料のみの給餌であった。サツマイモ給餌により剪断力価が増加、肉色の赤色化が強くなることが考えられるが、栄養価や嗜好性の変化により肥育期間の増減が影響した可能性もあるため、今後肥育期間等の詳細調査が必要である。

今回のように多くの銘柄豚肉について、条件を揃えて横断的に肉質調査を実施した例は少ない。各銘柄豚肉の科学的特徴を明らかにすることで数値データを販売に用いることが可能になると同時に、他の銘柄豚と比較することでセールスポイント及び販売ターゲットの明確化に有利になると考えられる。今後、検体数を増やした調査を継続し、県内銘柄豚肉の販売促進に向けた科学的データの提供に取り組む必要がある。

## 参考文献

- 堀内 篤・知久幹夫ら. 2005. 金華豚とデュロック種の交雑家系における肉質に関するQTL解析. 静岡中小家試研報16. 1-9.  
寒川彰久・寺田圭ら. 2014. フジキンカ長期維持手法の確立（第1報）. 2014. 静岡畜技研報7. 25-27.

表1 供試材料の概要

検体グループ名	生産農家	品種	飼養管理上の特徴	検体数（去勢、♀）
A	イ	WLD	静岡型銘柄豚	6（3,3）
B	イ	フジキンカ <sup>*1</sup>	SPF環境で飼養	4（2,2）
C	ロ、ハ、ニ	WLD/LWD	3農家からなるグループ	9（雌雄不明） <sup>*2</sup>
D	ホ	LW	芋を給与	3（3,0）
E	ホ	LW	Dの対照（通常飼料）	3（3,0）
対照	当センター	WLD	SPF環境で飼養	4（2,2）

\*1 デュロック種と金華豚からなる合成豚。血液割合はデュロック種が7/8、金華豚が1/8と定義されている（寒川ら2014）。

\*2 3農家から3検体ずつ、合計9検体を用いた。

表2 肉色（a\*）、加熱損失割合、剪断力価調査結果

グループ	切断0分 a*		切断30分 a*		加熱損失割合（%）		剪断力価（lb/cm <sup>2</sup> ）	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
A	2.41 ± 0.53*		2.71 ± 1.02*		27.13 ± 0.88		5.47 ± 0.37	
B	2.22 ± 0.83		3.42 ± 0.70		25.68 ± 1.07**		5.28 ± 1.44	
C	2.74 ± 1.37*		2.36 ± 1.26		29.56 ± 1.49		6.34 ± 0.45	
D	1.15 ± 0.33		1.82 ± 0.69		26.62 ± 0.84		12.77 ± 3.36***	
E	3.48 ± 0.52**		4.23 ± 0.21**		28.64 ± 0.60		9.10 ± 1.37	
対照	0.72 ± 0.63		2.00 ± 0.73		28.97 ± 1.86		7.00 ± 1.12	

\* : p < 0.05 \*\* : p < 0.01 \*\*\* : p < 0.001（いずれも対照と比較）

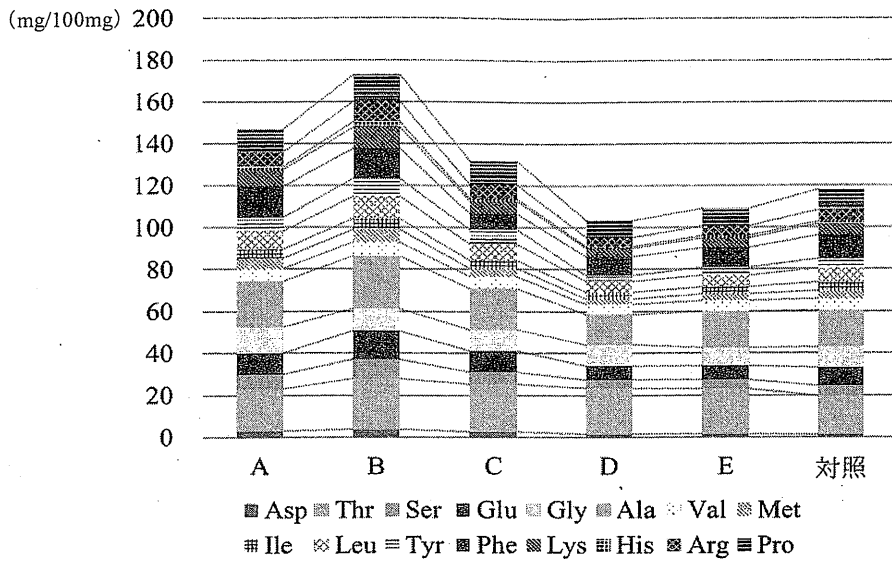


図1 遊離アミノ酸含量 (平均値)

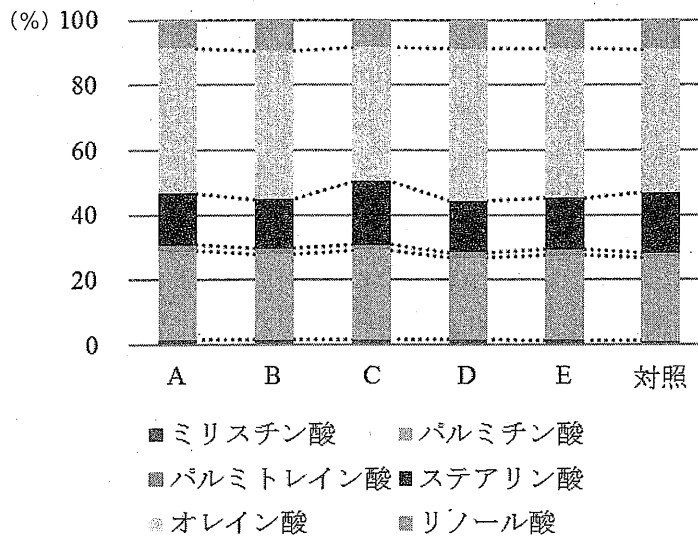


図2 背脂肪内層脂肪酸組成割合 (平均値)

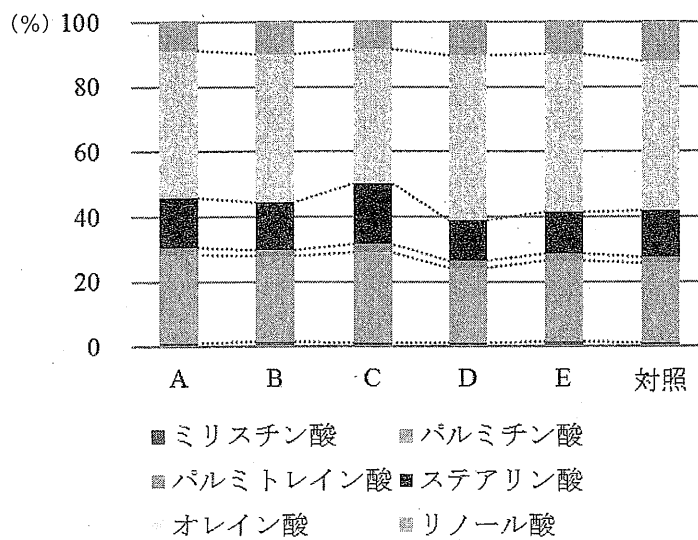


図3 背脂肪外層脂肪酸組成割合 (平均値)



表3 5グループの肉質特徴まとめ

	検体グループ				
	A	B	C	D	E
性状・一般成分 組成・物性	肉色：暗、赤	加熱損失：少	—	剪断力価：大	肉色：赤
呈味成分 (遊離アミノ酸含量)	—	各種：多	—	—	—
脂肪酸組成割合 (背脂肪内層)	—	18:0：少	—	—	—
脂肪酸組成割合 (背脂肪外層)	14:0：多	14:0：多	16:0：多	18:1(9)：多	—
	18:2(9,12)：少	18:2(9,12)：少	18:0：多		
			18:1(9)：少		
			18:2(9,12)：少		

14:0：ミリスチン酸、16:0：パルミチン酸、16:1：パルミトレイン酸、18:0：ステアリン酸  
 18:1(9)：オレイン酸、18:2(9,12)：リノール酸

# 生鶏卵の「おいしさ」を左右する不快風味成分の探索

## Search of Odor Components of Raw Eggs that Affect the Palatability.

中川佳美\*・松井繁幸\*\*・柴田昌利

### 緒言

近年、日本の採卵鶏経営においては飼料価格の高止まりが続き、その経営状態が悪化している事例が多い。経営改善方法として、鶏卵品質を差別化したいいわゆる“銘柄卵”を生産し、これを高価格で取引しようとする動きが活発化しており、銘柄卵の種類は非常に増えている。一方で、銘柄卵に対する消費者ニーズは、「安全・安心」は当然として、「おいしさ」が重要視され、現在銘柄卵の主流となっている「栄養強化」についてはそれほど重要視されていないことが、著者らの調査によって明らかとなった(松井 2014)。つまり、銘柄卵の消費を拡大するには、消費者ニーズである「おいしさ」を差別化した銘柄卵を生産することが近道と言えるが、生鶏卵には「おいしさ」に関する知見が少なく、客観的にそれを説明する方法は現在まで知られていない。そのため、「おいしさ」の差別化による銘柄卵の消費拡大のためには、鶏卵の「おいしさ」の客観的評価技術の開発と、それらに影響を与える生産管理上の要因解明が必要となる。

そこで、本研究では、生鶏卵の「おいしさ」に係る要因の探索と、その要因と「おいしさ」の相関性および鶏卵の違いによる要因の変動について検討することを目的に試験を行った。本報では、既報も含め研究期間内における成果を報告する。

### 材料および方法

#### 1. アラキドン酸による食味向上効果の検証

##### 1) 供試鶏卵

中小家畜研究センター(以下、当センター)生産白色卵(銘柄:ジュリア)を割卵・混合したものにアラキドン酸高含有油(suntaga40)を添加、鶏卵脂質のアラキドン酸割合を3.6%に調整した高アラキドン酸区と、卵黄抽出油脂を同量添加した対照区(アラキドン酸割合は1.8%)を、各プラスチック製容器に各20mlずつ入れ、評価に供した。なお、両区的全脂質は同量となるよう調整した。

##### 2) 官能評価

当センターの職員18名をパネルとして用い、官能評価を行った。評価方法は、においやうま味、コク等の

7項目について、一対比較法により行った。評価結果は、Wilcoxon符号付順位法により分析した。

#### 2. 生鶏卵の「おいしさ」において評価すべき食味要因の探索

##### 1) 供試試料

当センターで生産された褐色卵、および静岡県内に流通する褐色卵の2種類の鶏卵を用いた。サンプル調整は、割卵後塩と砂糖0.1%重量を混合し、プラスチック製のサンプル容器に、各20mlずつ入れ、評価に供した。

##### 2) 評価方法

当センター職員19名をパネルとして各サンプルの、におい、味、食感、総合評価等の10項目を採点法により官能評価した。なお、採点は点数が高いほど強くまたは好ましく感じるという評価とした。

##### 3) 回帰モデル作成と食味要因の検討

総合評価を従属変数、その他の項目を独立変数としたPLS回帰モデル(Wold 1975)を作成した。各評価項目の標準化係数を算出し、これらを基に生鶏卵の「おいしさ」において評価すべき要因について考察した。

#### 3. 生鶏卵の不快風味成分含量と「おいしさ」との相関

##### 1) 供試試料

当センター生産白色卵(同上)35個を割卵・混合し、ふた付プラスチック容器に各20ml入れ、そこにHexanal(wako 1級)を0.2および0.6ml/l添加し、Hexanal無添加の対照区と比較した。

##### 2) 官能評価

当センターの職員24人をパネルとし、各サンプルのにおいを嗅ぎ、においの強さ、不快臭の強さ、その鶏卵の好ましさ等6項目のにおい官能評価を行った。なお、各項目の採点は試験1と同様とした。評価点からHexanal添加量とにおいの強さおよびにおいの強さと鶏卵の好ましさについて、それぞれ重相関を求めた。

### 結果

#### 1. アラキドン酸による食味向上効果の検証

図1に生鶏卵におけるアラキドン酸の食味向上効果

\*現 農芸振興課、\*\*現 中部農林事務所

を示す。いずれの項目においても、高アラキドン酸区と対照区の間には有意差は認められなかった。

## 2. 生鶏卵の「おいしさ」において評価すべき食味要因の探索

$R^2 = 0.917$ 、 $Q^2 = 0.886$  の高精度な回帰モデルが作成された（(1) 式、図2）。

$$\begin{aligned} \text{生鶏卵の総合評価} = & -1.65 + 0.152 \times \text{色の好み} \\ & + 0.226 \times \text{鼻で感じるにおいの好み} \\ & + 0.327 \times \text{口から鼻に抜けるにおいの好み} \\ & + 0.107 \times \text{甘さの好み} + 0.057 \times \text{うま味の好み} \\ & + 0.047 \times \text{濃厚感の好み} + 0.171 \times \text{後味の好み} \\ & + 0.174 \times \text{全体風味の好み} \\ & + 0.101 \times \text{食感の好み} \quad \dots (1) \end{aligned}$$

作成した回帰モデルの各変数の標準化係数は、図3のとおり、口から鼻に抜けるにおい（におい（口））、鼻で感じるにおい（におい（鼻））が大きく、濃厚感、うま味、甘味、食感については相対的に影響が小さかった。

## 3. 生鶏卵の不快風味成分含量と「おいしさ」との相関

図4にHexanal含量が生鶏卵のにおいの強さに及ぼす影響、図5に生鶏卵のにおいの強さと好ましさの相関を示した。Hexanalを添加した区では、添加量に関わらず対照区と比べ有意ににおいを強く感じ、またにおいを強く感じるほど、生鶏卵の好ましさが低下することが分かった。

## 考 察

食味要因のうち、生鶏卵の「おいしさ」を決定する食味要因を明らかにするため、まず、「おいしさ」＝「良食味」と考え、アラキドン酸を多く含む鶏卵とそうでない鶏卵の比較を行った。アラキドン酸は、鶏肉食味を向上させることが知られているが（力丸ら 2012）、鶏卵では、アラキドン酸による食味向上効果は見られなかった。

次に、「おいしさ」の負の要因である生鶏卵の独特の生臭さについて、46%の人々が、鶏卵毎のにおいの差を認知し、その約4割が、そのにおいが嫌いであると回答している（藤村ら 2000）。そこで、生鶏卵のにおい成分の特定を試み、また飼養管理や鶏種の違いによる変動の有無について検討を行った。

前報において、GC/MS-O分析の結果とにおい官能

評価の評価点回帰分析を行った結果、揮発性アルデヒド類のHexanalが主要鶏卵臭気成分と推測した（松井ら 2014）。飼育管理が鶏卵臭に影響する可能性を検討するため、分離された35成分のクラスター解析を行った結果、鶏卵種毎に官能評価と主要におい成分量に差があり、概ね鶏卵種類ごとに分類されることも解明した（松井ら 2014）。以上のことから、生鶏卵のにおいは、鶏卵の保管条件、あるいは飼育管理条件により成分含量が変動する可能性が示唆された。

このHexanalと生鶏卵の不快風味の関係を明らかにするため、液卵に水中閾値である0.2ml/lとその3倍量を添加した検証では、Hexanalが含まれるとにおいを強く感じ、その好ましさが低くなることが判明した。また、パネルの自由記入欄には、不快臭、生臭いという意見が多く見られたことから、Hexanalが生鶏卵の不快風味に強く影響し、その好ましさを決定することが明らかとなった。Hexanalはリノール酸の酵素酸化により生成されるため、鶏体内で鶏卵に移行、または貯卵中に経時的に増加する可能性が考えられるため、今後はHexanalを生産管理上で制御する方法の解明と、どんな鶏卵にも適応可能かについて引き続き検討する必要がある。

また、鶏卵販売時に「おいしさ」を差別化する方法として「生臭さ」の表示が重要と思われるが、表示方法については、消費者心理も勘案し、ネガティブ表現の「生臭さ」を含め消費者に分かりやすい表現方法も併せて検討する。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、鶏卵の官能評価にご協力いただいた静岡工業技術研究所食品科職員の皆様、また官能評価試験方法等についてご指導賜りました静岡県立大学食品栄養科学部市川陽子准教授、及びLC/MS分析にご協力いただいた静岡県立大学食品栄養科学部三浦進司教授に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 有泉雅弘・平松肇ら. 2005. 卵殻由来カルシウム粉末における臭気成分および臭気評価法. 日本食品科学工学会第52回大会講演集.
- 藤村忍・西藤克己ら. 2000. 鶏肉・鶏卵の科学的・物理的・官能的手法による解析並びに解析結果の品質改善への活用に関する研究. 農畜産業振興事業団平成11年度畜産物需要開発調査研究事業報告書, 55-80.
- 古川秀子. 1994. おいしさを測る～食品官能検査の実

際～、幸書房。

国立医薬品食品衛生研究所. 表3臭い閾値. [www.nihs.go.jp/hse/food-info/chemical/kanshi/table3.xls](http://www.nihs.go.jp/hse/food-info/chemical/kanshi/table3.xls).

松井繁幸・池ヶ谷篤. 2014. 鶏卵の風味に係る生卵白の揮発性成分の分析. 静岡畜技研報. 7: 31-33.

力丸宗弘・清原玲子ら. 2012. 高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明 (2). 秋田農水技セ畜試研報26: 45-53.

Sato Y., Watanabe K., et al. 1973. Further Studies on Amines and Neutral Compounds in Egg White Smell. Jap J Zootech Sci. 44 (4): 232-240.

Wold H. 1975. Soft Modeling by Latent Variables: the Nonlinear Iterative Partial Least Squares Approach, Perspectives in Probability and Statistics: Papers in Honour of M.S. Bartlett. Academic Press.

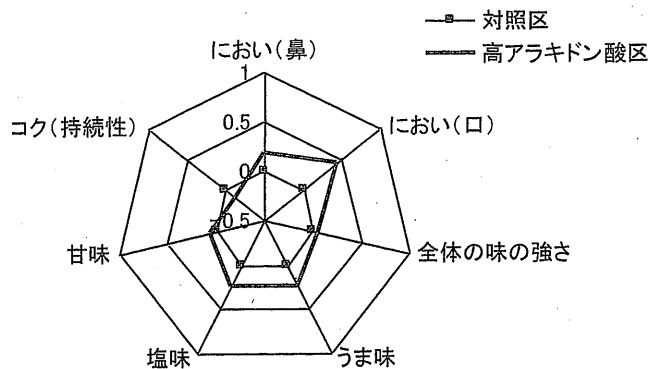


図1 生鶏卵におけるアラキドン酸の食味向上効果

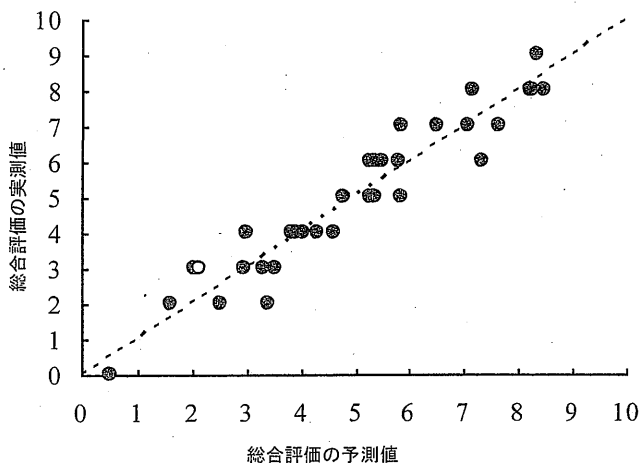


図2 回帰モデルの精度 (総合評価の実測値と予測値)

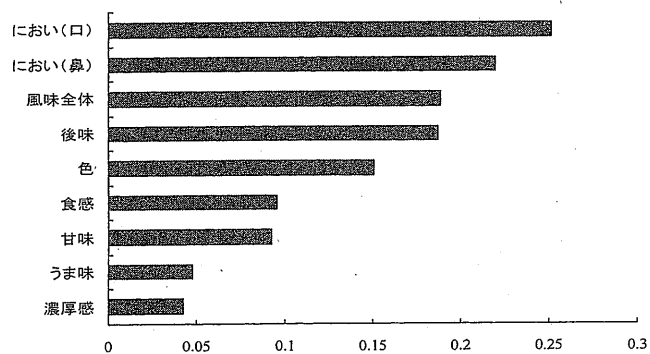


図3 標準化係数 (総合評価への影響度合い)

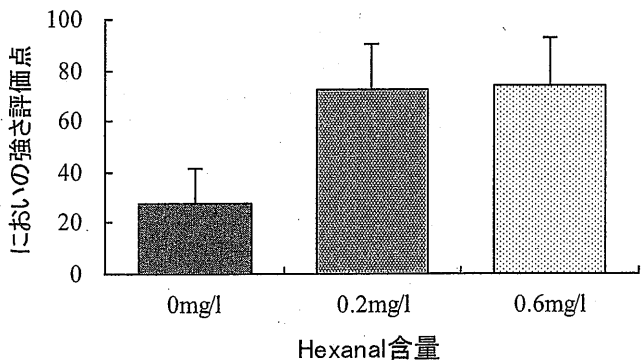


図4 Hexanal含量が生鶏卵のにおいの強さに及ぼす影響  
肩符号間に有意差あり (p < 0.01, Tukey)

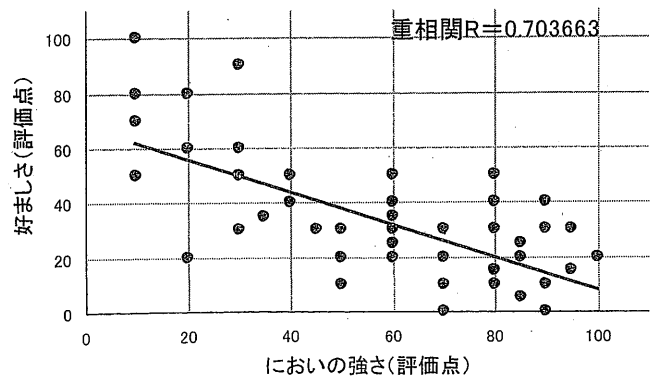


図5 生鶏卵のにおいの強さと好ましさの相関

# センター養豚排水処理施設曝気槽におけるアナモックス汚泥の発生状況調査

## Observation of Anammox Sludge Natural Growth in Aeration Tank in Waste Water Treatment System of Our Institute

石本史子

### 緒 言

畜産排水は窒素含量が高く、水質汚濁防止法において硝酸性窒素等の排水基準には暫定基準700mg/lが適用されている（平成28年6月30日まで）が、将来的には一律排水基準100mg/lへの移行の可能性が高く、窒素低減対策が必須の状況にある。

1990年代に発見されたアナモックス反応（Mulderら1995）による脱窒法は、アナモックス菌の働きにより、嫌気的条件下でアンモニアと亜硝酸を基質として脱窒を行う方法で、現行の硝化脱窒法より低コストで脱窒が可能な方法として注目されている。一般的にアナモックス菌は増殖速度が遅く、人工廃水を用いた長期間の集積培養で種菌の確保を行う必要があるなど、種菌の確保方法が課題となっている。

しかし、当センターの養豚排水処理施設において、自然状態でアナモックス菌が目視で確認できるほど高度に集積されていることが確認されている。そこで、今回は曝気槽内において、アナモックス菌がどの程度の期間で目視可能な状態にまで集積されるかを確認する目的で試験を行った。

### 材料及び方法

当センターの養豚排水処理施設の概要を図1に示す。集積されたアナモックス菌は赤色の汚泥として曝気槽の壁面等に付着した形で存在することが明らかになっている（石本ら2015）。そこで、市販のコンクリートブロック（約20×19×10cm）を壁面に見立て（図2）この表面に汚泥を付着させる目的で曝気槽の水面下約1mに垂下し、2ヶ月おきに槽から引き出して汚泥の付着状況を確認した。試験は平成27年6月～12月の6ヶ月間行った。

### 結 果

試験開始後2ヶ月目のブロックの表面には褐色の汚泥が薄く付着していたが、赤色の汚泥は確認できなかった。

4ヶ月目には、ブロックの表面が前回より赤みを帯びた汚泥で覆われ、直径1mm前後の赤色の塊の付着が確認された。

6ヶ月目においては、汚泥の赤みが前回より強くな

り、厚みも増していた。赤色の塊は直径2～3mm前後まで成長した（図3）。

試験終了後にこの赤色汚泥を採取し、リアルタイムPCRによりアナモックス遺伝子の検出を行ったところ、汚泥湿重量1gあたり $5.98 \times 10^{14}$ コピーのアナモックス菌DNAが検出され、アナモックス菌の集積した汚泥であることを確認した。

### 考 察

アナモックス反応の基質であるアンモニアと亜硝酸を含み、有機物を含まないという条件を揃えた人工廃水を用い、嫌気条件下で排水処理施設の汚泥を培養した場合でも、アナモックス活性が認められるまで3ヶ月以上かかり、赤色の汚泥が確認されるにはさらに長時間を要するとされる（今城ら2004、和木2015）。今回の試験においては、4ヶ月でアナモックス汚泥が目視できたことから、自然条件下で人工的な集積培養と遜色のない菌の集積が行われた可能性が考えられる。

曝気槽は好気性微生物による有機物の酸化分解を行うために酸素が常時供給されており、偏性嫌気性菌であるアナモックス菌の生息には不利な条件にあると考えられるが、養豚廃水処理施設においては、微量の活性ながらも高い確率でアナモックス活性が存在することが報告されている（Waki et al 2009）。当センターの養豚排水処理施設においても、この曝気槽内の環境が何らかの要因によりアナモックス菌の増殖条件を備えているために、短期間で赤い汚泥が確認できるまでに集積されるものと考えられた。この要因については、槽内のpH、溶存酸素量、窒素濃度等が考えられることから、これらについて調査中である。

### 謝 辞

アナモックス菌のリアルタイムPCRについて担当いただいた農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所（現畜産研究部門）和木美代子主任研究員に深謝いたします。

### 参考文献

Mulder A., A. van de Graaf, et al. 1995. Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying

fluidized bed reactor. FEMS Microbiol Ecol 16: 177-184.

石本史子・知久幹夫ら. 2015. 養豚排水処理施設で確認されたアナモックス汚泥. 日畜会第119回大会講演要旨. 211.

今城麗・安井英斉ら. 2004. 活性汚泥からのANAMMOX微生物の集積培養. 水環会誌. 27 (6) : 413-418.

和木美代子. 2015. 窒素を除去するアナモックス菌—畜産における可能性. 畜産環境情報56 : 1-11.

Waki,M., YasudaT, et al. 2010. Rate determination and distribution of anammox activity in activated sludge treating swine wastewater, Bioresour. Technol 101 (8): 2685-2690.

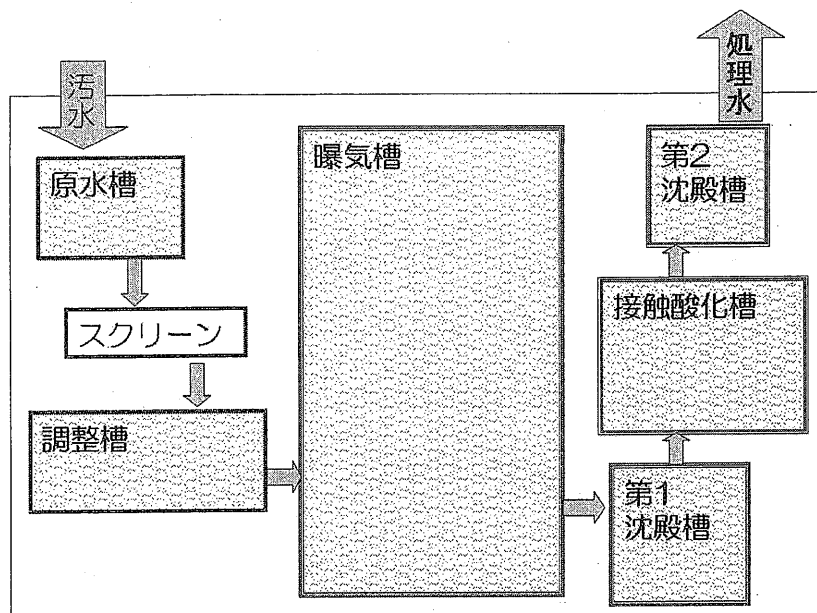


図1 養豚排水処理施設概図

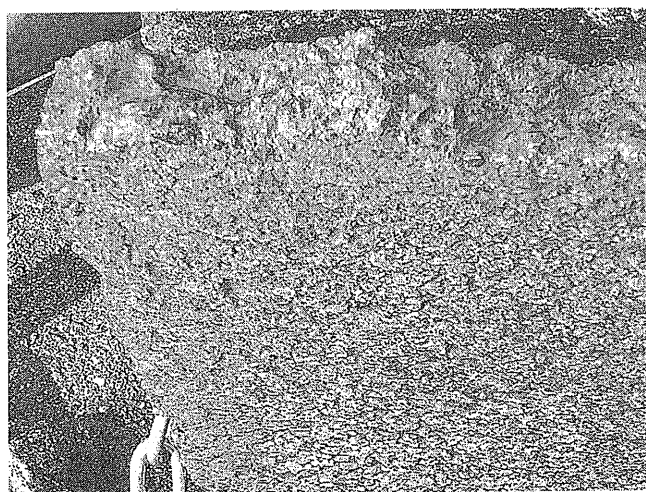


図2 赤色汚泥付着前のブロック



図3 6ヶ月目のブロック  
密集した赤色汚泥の隆起が確認できた。

# SPF大ヨークシャー種系統豚の維持と普及

## Preservation and Diffusion of SPF Large White Strain

寺田 圭・高橋奈津美\*・柴田昌利

### 緒 言

SPF大ヨークシャー種系統豚「フジヨーク2」は平成21年に完成し（知久 2011）、平成22年度から「フジヨーク」に替わる雌系の母豚として静岡型銘柄豚「ふじのくに」の生産に利用されている。静岡型銘柄豚「ふじのくに」は、現在県内出荷頭数の18%程度を占めており、今後もこの出荷頭数を継続させるため「フジヨーク2」の維持・供給が必要となる。本研究は「フジヨーク2」の適切かつ持続的な血縁管理・維持と普及を目的とする。

### 材料および方法

#### 1. 試験期間

平成22年7月から平成28年3月

#### 2. 供試豚

平成22年7月に認定された大ヨークシャー種系統豚「フジヨーク2」の維持群（雄15頭、雌30頭の維持群）

#### 3. 調査項目

- (1) 維持状況と販売頭数
- (2) 繁殖育成成績
- (3) 集団の血縁係数および近交係数の推移

### 結 果

#### 1. 維持状況と販売頭数

平成27年度は21腹が分娩し172頭の子豚を生産、維持群では雄4頭、雌5頭を更新し、普及状況は5ヵ所の養豚農家に雄4頭、雌13頭を販売した（表1）。

#### 2. 繁殖育成成績

平成27年度の平均総産子数は8.2頭、平均産子体重は1.4kgであり、離乳時育成率は95.2%であった（表2）。

#### 3. 集団の血縁係数および近交係数の推移

平成27年度（平成28年3月時点）における平均血縁係数は18.64%、平均近交係数は4.23%であった（図1）。

### 考 察

平成27年度の総産子数および離乳頭数は前年度より減少した（表1）。一方で一腹あたりの産子数、離乳頭数の平均は増加した（表2）。近交係数と血縁係数は前年度に比べ上昇したが、平成27年度の平均近交係数は4.23%である（図1）ため、維持状況は順調であると考えられる。

### 参考文献

知久幹夫, 2011, トレーサビリティシステムを備えた大ヨークシャー種系統豚の造成, 静岡県畜産技術研究所 中小家畜研究センター研究報告, 第4号, 21-28

\*現 農業局畜産振興課

表1 フジヨーク2の維持・販売状況

		H22	H23	H24	H25	H26	H27
種雄頭数 (頭)		15	15	15	15	15	15
種雌頭数 (頭)		30	30	30	30	30	30
分娩頭数 (頭)		39	38	40	34	28	21
生産頭数 (頭)	♂	142	153	161	129	101	81
	♀	150	148	165	127	100	91
種畜候補頭数 (頭)	♂	3	4	8	6	1	5
	♀	60	50	55	45	23	21
自場更新頭数 (頭)	♂	0	3	1	6	1	4
	♀	0	4	5	7	2	5
配布場所数 (箇所)		0	3	1	6	1	4
配布頭数 (頭)	♂	0	4	5	7	2	5
	♀	4	5	6	6	5	5

表2 フジヨーク2の繁殖育成成績 (平均値)

年度	H22	H23	H24	H25	H26	H27
分娩頭数 (頭)	39	38	40	34	28	21
総産子数 (頭)	7.5	7.9	8.2	7.5	7.2	8.2
哺乳開始数 (頭)	7.5	7.9	8.2	7.5	7.2	8.1
産子体重 (kg)	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4
離乳頭数 (頭)	7.0	7.0	7.0	6.6	6.5	7.8
離乳時体重 (kg)	4.8	5.5	5.1	5.3	5.3	5.3
育成率 (%)	93.2	87.8	85.4	87.5	90.6	95.2

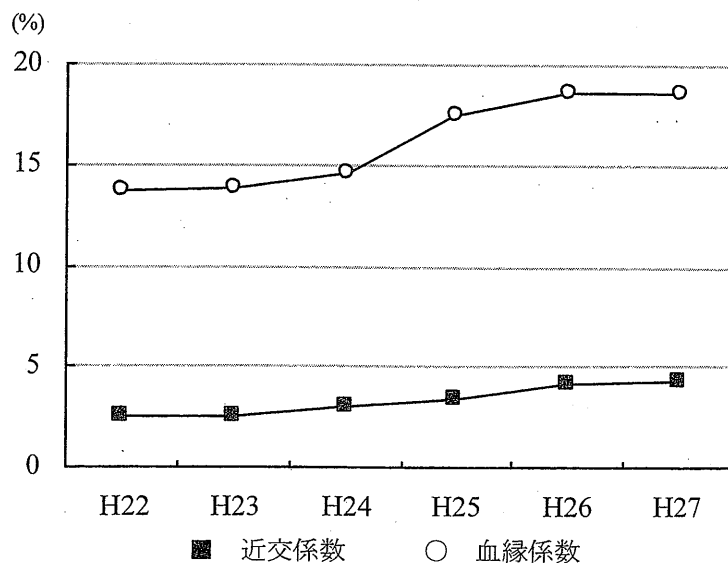


図1 近交係数・血縁係数の推移



# SPFデュロック種系統豚の維持

## Preservation of a SPF Duroc strain

寺田 圭・高橋奈津美\*・柴田昌利

### 緒 言

当センターでは平成9年に完成したデュロック種系統豚「フジロック」(堀内ら 1996)の維持・販売を行っている。「フジロック」は静岡型銘柄豚「ふじのくに」として販売される豚肉の種雄豚として利用されている。約3万頭の肉豚が県内8戸の農家で生産され、認定販売店で静岡型銘柄豚として販売されている。本報告では維持の状況と販売頭数、近交係数、血縁係数の推移を報告する。

### 材料および方法

#### 1. 試験期間

平成9年7月から平成28年3月

#### 2. 供試豚

デュロック種系統豚「フジロック」の維持群(雄10頭、雌30頭の維持群)

#### 3. 調査項目

1) 維持状況と販売頭数

2) 近交係数・血縁係数の推移

近交係数・血縁係数を算出するプログラムはCoefR(佐藤 2000)を使用した。

### 結 果

#### 1. 維持状況と販売頭数

平成27年度は23腹が分娩し131頭の子豚を生産した。また維持群では雄0頭、雌5頭を更新した。普及状況は10ヵ所の養豚農家に雄40頭、雌3頭を販売した(表1)。

#### 2. 近交係数・血縁係数の推移

平成27年度(平成28年3月時点)における平均近交係数は16.84%、平均血縁係数は39.24%であった(図1)。

### 考 察

平成27年度の生産頭数は131頭と平成26年度(142頭)と比較して減少した。これは分娩頭数が減少したためである。近交係数が10%上昇すると産子数が1.8頭減少するとの報告(石井2004)がある。現在の平均近交係数は16.84%で一腹あたりの平均産子数6頭であった。平均近交係数が6%であった平成9年の平均産子数は7.4頭であったので産子数の低下がみられ、近交退化の影響が示唆された。

### 参考文献

- 堀内篤・知久幹夫ら. 1996. SPF環境によるデュロック種系統造成(2). 静岡中小試研報:1-7.
- 石井和雄. 2004. 豚の近交退化について. 養豚の友. 4:22-26. 日本畜産振興会. 東京
- 佐藤正寛. 2000. 大規模血縁情報から近交係数を算出するプログラムの開発. 日豚会誌. 37(3):122-126.

\*現 農業局畜産振興課

表1 フジロックの維持・販売状況

		H9	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
種雄頭数		10	13	11	11	10	10	10	10
種雌頭数		30	30	30	31	30	30	30	30
分娩頭数		44	42	50	48	43	21	17	23
生産頭数	♂	166	163	173	165	170	97	73	63
	♀	160	193	182	185	176	87	79	68
自場更新数	♂	135	55	67	53	48	49	48	45
	♀	111	28	22	20	3	21	6	9
配布場所数		1	6	6	2	0	3	2	0
配布頭数	♂	14	10	11	6	3	10	3	5
	♀	32	14	7	12	12	11	11	10

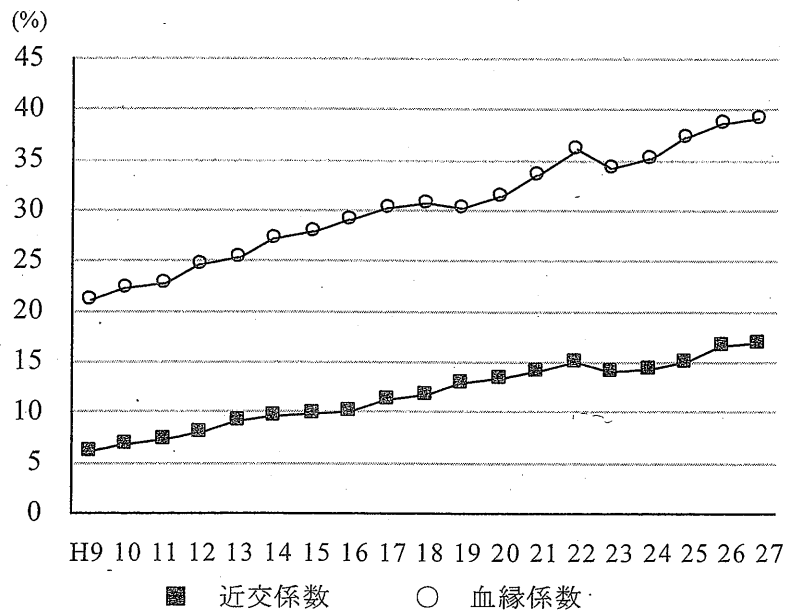


図1 フジロックの近交係数・血縁係数の推移