

ISSN 1882-9368

静岡県畜産技術研究所研究報告

Vol. 13 2020.12

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13号(2020)

目次

【酪農】

- 瀬戸隆弘・大村学海・小熊亜津子・閨間英之・齋藤美英：
黄色ブドウ球菌鼻腔粘膜ワクチン投与時の乳牛の一般状態の検証……………1-2

【肉牛】

- 小林幸恵・齋藤瑠人・野田準一・塩谷治彦：
乳用種および黒毛和種牛肉の官能特性……………3-5
野田準一・齋藤瑠人・小林幸恵・塩谷治彦：
新たな遺伝的能力評価手法を用いた優良和牛子牛の効率的生産（中間報告）……………6-7

【養豚】

- 寺田圭・伊神悠祐・柴田昌利：
大ヨークシャー種、ランドレース種およびF1母豚の繁殖形質の遺伝的パラメータの推定……………8-9
梶原一洋・寺田圭・伊神悠祐・柴田昌利：
フジキンカの新たな交配方法による生産性向上（第2報）……………10-11

【養鶏】

- 矢島秀歌・柴田昌利：採卵鶏に対する空冷の影響（第1報）……………12-14

【環境】

- 大谷利之・寺田圭：豚舎からの悪臭物質除去技術の開発……………15-16
大谷利之・寺田圭：豚糞のpHが舎内の悪臭発生に及ぼす影響……………17-18

【事業報告】

- 肉牛科（野田準一・齋藤瑠人・小林幸恵・塩谷治彦）：家畜改良推進事業……………19-20
肉牛科（齋藤瑠人・小林幸恵・野田準一・塩谷治彦）：放牧育成事業……………21-22
養豚・養鶏科（伊神悠祐・寺田圭・梶原一洋・柴田昌利）：
SPF大ヨークシャー種系統豚およびデュロック種系統豚の維持と普及……………23-24
飼料環境科（高野浩・二俣翔・小林広人・佐藤克昭）：
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……………25-27

【記録】

- 所外掲載学術誌・発表等……………28-30
組織・気象表等……………31-33

黄色ブドウ球菌鼻腔粘膜ワクチン投与時の乳牛の一般状態の検証

The Study of the Cow Condition Inoculated the Mucosal Vaccine against *Staphylococcus aureus*

瀬戸隆弘*・大村学海・小熊亜津子・閏間英之・齋藤美英**

緒言

乳房炎は乳牛で発生する疾病で最も多く、日本乳房炎研究会の調査では、全国で年間 800 億円の損失が発生していると試算されている。このため、乳房炎の制御は酪農家の収益向上につながる。

黄色ブドウ球菌 (SA) は乳房炎の原因菌の一つであり、慢性化して再発を繰り返すことを特徴とするため、初回感染を防ぐ予防が重要となる。農研機構動物衛生研究部門と京都大学が共同で牛の SA に対するワクチンを開発した。本ワクチンは鼻腔粘膜に噴霧で接種し、抗原提示能を増強するため、カチオン性ナノゲルに SA 抗原を付着させていることを特徴とする。鼻腔粘膜ワクチンは生体に対する副反応が少ないことが利点であるが、牛に対して実証した例は少ない。

そこで、本研究では開発された SA 鼻腔粘膜ワクチンを牛に接種し、血液生化学試験および外観のモニタリングを実施し、ワクチン投与が牛に対して悪影響が無いか検証した。

材料および方法

1. 供試牛

平成 29 年度から令和 2 年度までに当所で飼養されていたホルスタイン種搾乳牛計 12 頭を供した。

- (1) 試験区 (ワクチン投与、n=6)
- (2) 対照区 (生理食塩水投与、n=6)

2. 試験方法

(1) ワクチン投与

試験区には、農研機構動物衛生研究部門 SA 死菌含有鼻腔粘膜ワクチンを、ゾンデを用いて 2 週おきに 3 回牛に接種した (対照区は生理食塩水)。

(2) 血液生化学検査

ワクチン投与の 1 週間前から 16 週間まで、1 週おきに採血を実施し、代謝指標 12 項目 (AST、 γ -GTP、T-Cho、Glu、BUN、TP、ALB、Ca、IP、Mg、BHBA、NEFA)、炎症指標 1 項目 (A/G) を測定した。

(3) 外観のモニタリング

(2)と同様に、ボディコンディションスコア (BCS) およびルーメンフィルスコア (RFS) を 1 週おきに測定した。

(4) 結果の比較

各測定時における調査項目を試験区と対照区で比較した。また、乳牛における血液生化学検査の標準値と比較し、異常の有無を確認した。

結果

血液生化学検査の結果、 γ -GTP 以外の項目で両区に明らかな差は確認されず、正常値だった (表 1)。 γ -GTP の平均値は対照区が全試験期間で高値であったが、これは試験前に 1 頭、マイコトキシン中毒で肝機能障害を呈した牛を供したためであると考えられた。

外観モニタリングの結果、BCS、RFS 共に両区で明らかな差はなく、正常値を推移した (表 2)。

考察

本試験では、本ワクチンは牛に対して明らかな副反応を起こさないという結果となった。動物衛生研究部門と静岡県、福島県合わせて本ワクチンの試験投与を実施したが、どの条件下においても SA に対する抗体誘導が確認されている。以上のことから、本ワクチンは SA に対して安全かつ有効なワクチンとなることが示唆された。

謝辞

本研究は、農林水産省「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち経営体強化プロジェクト)「試験研究計画名: 牛慢性消耗性疾病の早期発見および防除技術の開発」の一部として実施された。

参考文献

前出吉光、小岩政照. 2002. 新版・主要症状を基礎にした牛の臨床. デーリイマン社. 北海道 3433212
長澤裕哉、菊佳男、遠藤亜矢、菅原和恵、北野菜奈、高橋俊彦、瀧脇広子、網中潤、鎌田泰之、瀬戸隆弘、赤松裕久、齋藤美英、林智人. 2019. 黄色ブドウ球菌死菌の鼻腔粘膜感作による粘膜面への特異的 IgA 抗体の誘導. 日本獣医学会学術集会講演要旨集: 382

*現 静岡県農林環境専門職大学

**現 東部農林事務所

SA 鼻腔粘膜ワクチン投与反応

表 1 血液生化学検査結果の推移

試験区		n	-1~0w	1~2w	3~4w	5~6w	7~8w	9~10w	11~12w	13~14w	15~16w
AST(IU/L)	ワクチン区	6	106±18	104±22	124±33	108±25	104±14	109±14	96±33	104±19	101±14
	対照区	6	159±69	133±38	154±50	130±28	123±30	119±33	140±56	140±66	124±66
γ-GTP(IU/L)	ワクチン区	6	31±9	32±8	33±8	33±10	36±7	37±8	35±8	34±9	33±8
	対照区	6	64±68	73±78	63±43	55±34	60±31	58±33	59±36	57±52	61±56
T-Cho(mg/dl)	ワクチン区	6	235±47	213±56	226±36	207±47	196±38	193±30	168±61	207±38	194±45
	対照区	6	224±74	213±46	222±44	212±50	216±57	219±72	210±81	211±91	179±89
Glu(mg/dl)	ワクチン区	6	68±9	74±4	75±8	73±9	71±8	70±9	74±6	72±9	72±9
	対照区	6	58±8	64±4	69±5	66±4	63±6	63±7	69±4	65±3	66±5
BUN(mg/dl)	ワクチン区	6	12.4±1.0	13.5±3.6	15.6±1.8	11.3±2.9	12.6±2.0	11.5±1.8	9.9±3.3	12.3±3.2	9.5±3.8
	対照区	6	11.4±1.9	12.8±3.7	12.8±3.1	11.5±3.0	12.1±2.4	10.1±2.4	10.7±3.2	11.5±3.5	11.4±4.2
TP(g/dl)	ワクチン区	6	8.6±0.4	8.7±0.6	9.1±0.6	8.6±0.7	8.7±0.5	8.8±0.4	8.5±0.5	9.1±0.6	8.8±0.4
	対照区	6	8.0±0.6	8.2±0.9	8.7±0.4	8.3±0.5	8.4±0.4	8.5±0.6	8.5±0.7	8.6±0.7	8.4±0.4
ALB(g/dl)	ワクチン区	6	3.8±0.2	3.7±0.2	3.9±0.3	3.7±0.3	3.8±0.1	3.8±0.2	3.8±0.2	3.8±0.2	3.7±0.2
	対照区	6	3.5±0.3	3.6±0.3	3.7±0.4	3.6±0.2	3.8±0.3	3.8±0.3	3.8±0.2	3.6±0.2	3.6±0.2
Ca(mg/dl)	ワクチン区	6	10.7±0.7	10.4±0.6	10.6±0.9	10.3±0.7	10.2±0.8	10.2±0.6	10.2±0.4	10.4±0.7	10.1±0.8
	対照区	6	10.5±1.0	10.3±0.9	10.8±1.0	10.3±0.6	10.4±0.6	10.7±0.6	10.4±0.8	10.1±0.7	9.9±0.6
IP(mg/dl)	ワクチン区	6	5.3±0.6	5.2±1.4	5.1±1.5	5.5±1.2	5.1±1.0	4.9±1.1	4.6±1.4	4.4±1.2	4.8±1.9
	対照区	6	5.9±0.9	5.3±1.0	5.4±1.4	5.4±1.3	5.3±0.9	5.5±0.7	4.7±1.1	5.3±1.1	5.2±0.7
Mg(mg/dl)	ワクチン区	6	2.6±0.3	2.4±0.2	2.5±0.2	2.3±0.5	2.4±0.2	2.4±0.2	2.3±0.2	2.4±0.2	2.5±0.3
	対照区	6	2.6±0.2	2.3±0.2	2.6±0.4	2.4±0.3	2.5±0.3	2.5±0.3	2.5±0.2	2.4±0.1	2.4±0.2
BHBA(μmol/l)	ワクチン区	6	525±100	525±118	453±125	460±96	446±85	456±113	491±154	490±121	513±73
	対照区	6	690±153	602±145	601±139	531±139	588±122	564±90	552±166	581±184	554±87
NEFA(mEq/l)	ワクチン区	6	0.14±0.02	0.14±0.04	0.16±0.03	0.14±0.02	0.16±0.05	0.17±0.07	0.18±0.07	0.20±0.08	0.20±0.10
	対照区	6	0.16±0.09	0.16±0.04	0.15±0.05	0.16±0.05	0.15±0.04	0.15±0.04	0.20±0.13	0.19±0.19	0.11±0.03
A/G	ワクチン区	6	0.86±0.08	0.80±0.06	0.77±0.10	0.79±0.08	0.83±0.09	0.83±0.09	0.82±0.08	0.83±0.09	0.78±0.08
	対照区	6	0.81±0.08	0.81±0.12	0.78±0.13	0.79±0.07	0.86±0.14	0.88±0.16	0.88±0.19	0.75±0.13	0.77±0.12

AST: Aspartate aminotransferase. GGT: γ-glutamyl transpeptidase. T-Cho: Total cholesterol. BUN: Blood urea nitrogen. Alb: Albumin. Ca: Calcium. iP: Inorganic Phosphorus. Mg: Magnesium. Glu: Glucose. BHBA: β-hydroxybutyric acid. NEFA: Non-esterified fatty acid. A/G: Album/Globulin Ratio

表 2 外貌モニタリングの推移

試験区		n	-1~0w	1~2w	3~4w	5~6w	7~8w	9~10w	11~12w	13~14w	15~16w
BCS	ワクチン区	6	3.29±0.23	3.29±0.23	3.29±0.23	3.29±0.23	3.33±0.25	3.27±0.29	3.29±0.28	3.28±0.34	3.31±0.35
	対照区	6	3.02±0.31	3.00±0.30	3.04±0.28	3.04±0.28	3.04±0.28	3.02±0.27	3.00±0.26	2.88±0.13	2.88±0.13
RFS	ワクチン区	6	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	3.2±0.4	3.0±0.6	3.2±0.4	3.0±0.0	3.0±0.0
	対照区	6	2.9±0.6	2.9±0.4	2.9±0.4	2.9±0.3	3.1±0.5	3.0±0.6	3.1±0.5	3.0±0.0	3.0±0.0

BCS: Body condition score. RFS: Rumen fill score.

乳用種および黒毛和種牛肉の官能特性

Sensory Characteristics of Holstein Beef and Japanese Black Beef

小林幸恵・齊藤瑠人・野田準一・塩谷治彦

緒言

牛肉の高付加価値化として、“おいしさ”評価が注目されている。しかし、食品の“おいしさ”は、食品側の要因(テクスチャー、多汁性、味)に加えて、ヒト側の要因(健康・心理状態、空腹感)、環境要因(食事環境、食習慣)が密接に関わっているため、食品側の要因のみで牛肉の“おいしさ”を評価するのは難しい。そこで、記述型官能評価であるCATA法(Check-All-That-Apply)を用いて、牛肉の物理科学的データと組み合わせ、牛肉の特性を分かりやすく表示できるか検討した。

材料および方法

1. 供試材料

20ヵ月齢で出荷されたホルスタイン種去勢牛および28ヵ月齢で出荷された黒毛和種去勢牛の胸最長筋を各5検体供試した。

2. 調査項目

(1) 肉質評価

物性評価

粗脂肪：エーテル抽出法(ソックスレー法)により、測定した。

剪断力価：Warner-Bratzlerの剪断力価計により測定した。

加熱損失：密封包装した検体を、70℃で1時間の加熱と30分間の流水冷却の後、滲出液を除去して重量を測定した。

成分分析

脂肪酸組成：筋間脂肪を100℃4時間以上で脂を溶出させ、GC法で測定した。

(2) 官能評価

官能評価はCATA法により実施した。パネリストは所内職員26人とし、ホルスタイン種3検体、黒毛和種2検体の胸最長筋を供試した。供試牛肉は、厚さ5mmにスライスし、200℃のホットプレートで両面を60秒ずつ焼き、試験まで60℃に保温した。評価用語は、やわらかい、口どけがよい、あっさり、甘い香り、えぐみ、しつこい、弾力がある、肉らしい味、繊維が残る、かたい、脂っぽい、ジューシーの12種類とした。また、パネリストの供試牛肉に対する総合評価(選好度)を8段階で評価して

もらい、嗜好データを取得した。

3. 統計解析

物性評価及び成分分析は、平均値をt検定で比較した。官能評価は、コレスポンデンス分析および外的プリファレンス・マッピングにより比較した。

結果

1. 肉質評価

(1) 物性評価(表1)

粗脂肪：黒毛和種の粗脂肪の割合は $40.4 \pm 9.5\%$ 、ホルスタイン種は $7.0 \pm 2.8\%$ で、黒毛和種のほうが高かった($p < 0.01$)。

剪断力価：黒毛和種の剪断力価は $1.9 \pm 0.9 \text{ kg/cm}^2$ 、ホルスタイン種は $3.7 \pm 0.7 \text{ kg/cm}^2$ で、黒毛和種のほうが低かった($p < 0.01$)。

加熱損失：黒毛和種の加熱損失は $15.5 \pm 2.3\%$ 、ホルスタイン種は $28.5 \pm 0.6\%$ で、黒毛和種のほうが低かった($p < 0.01$)。

(2) 成分分析

脂肪酸組成(表2)：黒毛和種はミリスチン酸 $2.77 \pm 0.55\%$ 、オレイン酸 $52.73 \pm 2.82\%$ 、リノール酸 $2.28 \pm 0.71\%$ 、ホルスタイン種はミリスチン酸 $4.67 \pm 0.73\%$ 、オレイン酸 $45.06 \pm 1.30\%$ 、リノール酸 $5.00 \pm 1.39\%$ で、オレイン酸割合は黒毛和種のほうが多く、ミリスチン酸割合およびリノール酸割合はホルスタイン種のほうが多かった($p < 0.05$)。

2. 官能評価

コレスポンデンス分析では、品種ごとにグループ化され、評価用語に差が認められた(図1)。黒毛和種の評価用語では、やわらかい、口どけがよい、甘いかおり、ジューシーという良いイメージの評価用語のほか、脂っぽい、しつこいという悪いイメージで使われる評価用語もあった。ホルスタイン種の評価用語は、あっさり、肉らしい味という良いイメージの評価用語のほか、かたい、繊維が残る、えぐみという悪いイメージの評価用語があった。

官能評価のパネリストの選考データをクラスター解析したところ、3クラスターに分かれた。黒毛和種を好む

クラスター1、ホルスタイン種を好むクラスター2、両方を好むクラスター3が認められた(図2)。さらに、牛肉の物理科学的データを主成分分析し、外的プリファレンス・マッピングしたところ、パネリスト全体での選好度に違いがみられた。サンプルB(ホルスタイン種)、サンプルC(黒毛和種)は他のサンプルよりも選好度が高かった(60~80%)(図3)。

考 察

分析型官能評価の1つの方法であるCATA法は、主観的に感じた味や匂い、食感を評価する方法であり、訓練していない消費者でも評価を行うことが可能である。このCATA法による官能評価の結果と牛肉の物理科学的データを組み合わせて評価するプリファレンス・マッピングは、製品の特長と消費者の好みを関連づけることができる方法である。

今回の試験では、肉質に大きな違いがあると思われるホルスタイン種と黒毛和種の胸最長筋で実施した。肉質評価では、粗脂肪、剪断力価、加熱損失ともに差があり、黒毛和種はホルスタイン種よりも粗脂肪が多く、噛み切りやすく、加熱損失が少なかった。また、脂肪酸組成もミリスチン酸、オレイン酸、リノール酸割合で差があり、黒毛和種はホルスタイン種よりもオレイン酸割合が多く、ミリスチン酸、リノール酸割合は少なかった。

この肉質が大きく違う牛肉を使ってCATA法による官能評価を実施したところ、品種ごとにグループ化され、評価用語に差が認められ、牛肉の特徴が確認された。また、官能評価の選考データのクラスター解析結果から、黒毛和種を好む消費者、ホルスタイン種を好む消費者および両方を好む消費者に分かれた。プリファレンス・マ

ップでは、同じ品種でもサンプル間に選好度に違いがみられた。黒毛和種のサンプルCは全体の選好度は60~80%、サンプルEは20~40%だった。この違いは、黒毛和種を好むグループ以外の選考順位が影響している。サンプルCはサンプルEよりも粗脂肪が少ないため、両方を好むグループにおいても選好度が高かった。同じ黒毛和種でも、サシ重視のヒトに好まれる牛肉、どちらかと言えば赤身重視のヒトにも好まれる牛肉があることが分かった。

CATA法による官能評価は、消費者が食べて感じる牛肉の特徴を調べることができる方法で、大きく品質の違う牛肉についての特徴把握が可能であった。

また、プリファレンス・マップでは、どういうヒトに好まれる牛肉なのかを把握することができ、これをマップ上に表示することで、消費者が牛肉を選ぶときの1つの判断材料にできる可能性がある。

参考文献

- 今村美穂.2012.記述型の官能評価/製品開発におけるQDA法の活用.化学と生物.50.11:818-824
佐々木啓介.2017.乳用種牛肉を輸入牛肉と「おいしさ」で差別化できるか.畜産技術.744:10-14
朝隈貞樹、上田靖子、秋山典昭、内田健治、片野直哉、川村周三、三谷朋弘.2019.異なる放牧飼養条件および加工処理が牛乳の官能評価特性に及ぼす影響.Milk Science.67.1:22-29
古川秀子.1994.おいしさを測る.幸書房
六車三治男.2012.牛肉のおいしさとは.畜産コンサルタント.12:24-31
山野善正.2012.牛肉のおいしさとは.畜産コンサルタント.12:12-18

表1 物性評価

	粗脂肪 (%)	剪断力価 (kg/cm ²)	加熱損失 (%)
ホルスタイン種(n=5)	7.0±2.8 ^a	3.7±0.7 ^a	28.5±0.6 ^a
黒毛和種(n=5)	40.4±9.5 ^b	1.9±0.9 ^b	15.5±2.3 ^b

a-b : p<0.01

表2 筋間脂肪の脂肪酸組成

	飽和脂肪酸		不飽和脂肪酸	
	ミリスチン酸	パルミチン酸	オレイン酸	リノール酸
ホルスタイン種(n=5)	4.67±0.73 ^a	27.74±1.88	45.06±1.30 ^a	5.00±1.39 ^a
黒毛和種(n=5)	2.77±0.55 ^b	24.11±3.47	52.73±2.82 ^b	2.28±0.71 ^b

a-b : p<0.05

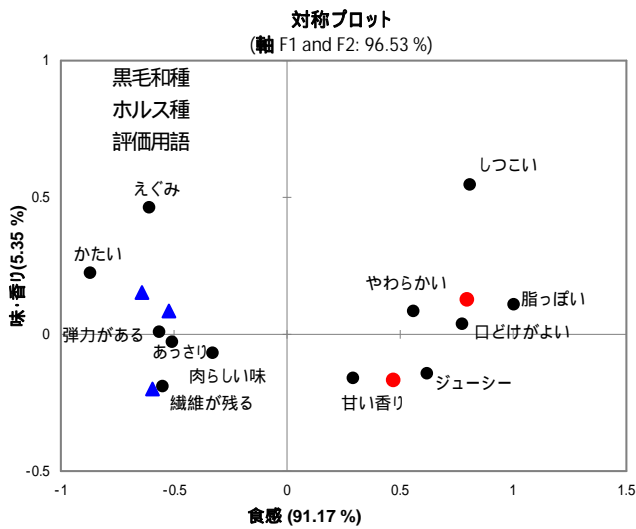


図1 コレスポンデンス分析

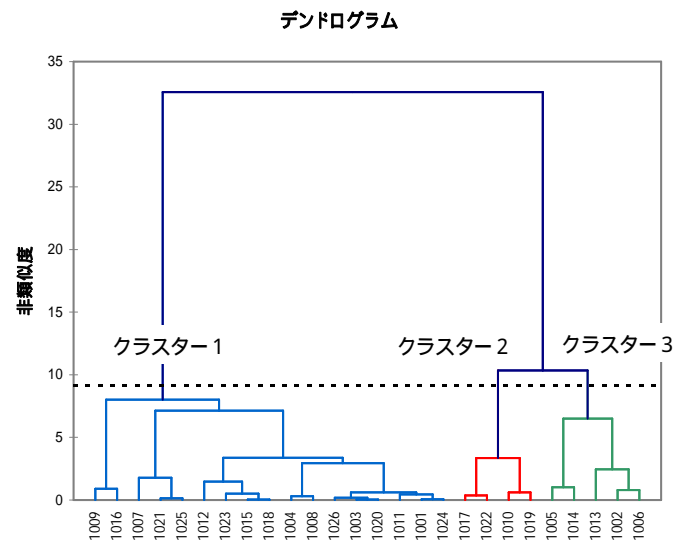


図2 パネリスト選考データの系統樹

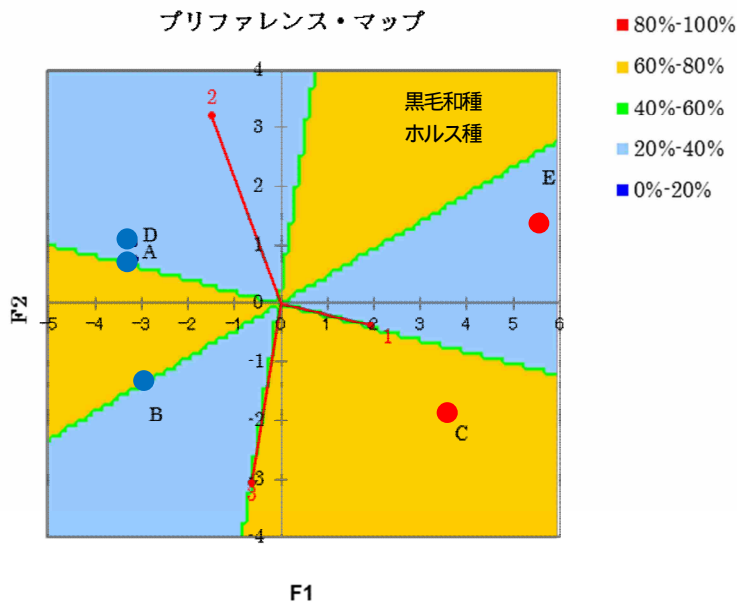


図3 プリファレンス・マップ

新たな遺伝的能力評価手法を用いた優良和牛子牛の効率的生産（中間報告）

Efficient production of quality calf of Japanese Cattle by new means of hereditary faculty evaluation. (Interim report)

野田準一・齊藤瑠人・小林幸恵・塩谷治彦

緒言

遺伝子・ゲノム解析の技術は広く認知されるものとなり、肉用牛においても育種改良に応用され始めている。当所では平成 26 年度から平成 28 年度にかけて実施した新成長戦略研究課題「全国トップブランドを目指した特色ある高級牛肉生産技術の開発」において、6 種類の遺伝子のアレルが肥育成績（枝肉格付成績）に及ぼす影響を確認した（表 1）。これにより、繁殖雌牛と種雄牛の遺伝子型（ジェノタイプ）を解析することで、好ましい遺伝子型を持った優良子牛を計画的に生産することが可能となった。一方、これらの遺伝子の組み合わせパターンから肥育成績を推定する手法を開発したが、推定精度には改善の余地が残されていた。

そこで、繁殖雌牛の遺伝子解析による評価にゲノミック評価（（一社）家畜改良事業団）を加えることで、子の肥育成績のバラツキを軽減し、推定精度を向上させることを検討する。遺伝子解析済みの両親から検証のための子牛を効率的に得るため、過剰排卵処理による受精卵生産と受精卵移植技術を活用した。

材料および方法

1. 遺伝子解析

当所で飼養する黒毛和種雌牛 76 頭について、毛根細胞から抽出した DNA をサンプルとし、PCR、PCR-RFLP、リアルタイム PCR による遺伝子解析を実施して 6 種類の遺伝子の型を判定した。また、53 頭でゲノミック評価を実施し、繁殖雌牛の選抜を行なった。

黒毛和種種雄牛 145 頭の凍結ストロー精液の精子 DNA を使い、種雄牛の遺伝子型を判定してデータベース化した。

2. 受精卵生産

遺伝子解析およびゲノミック評価で供卵牛として選抜した繁殖雌牛 19 頭と、遺伝子解析により各繁殖雌牛に好適であると判定した種雄牛との組み合わせで、平成 29 年 5 月から令和 2 年 3 月にかけて

過剰排卵処理・採卵を実施した。採取された受精卵のうち、外部供給が可能な A・B ランク卵について、耐凍剤に 10%エチレングリコール 0.1M トレハロース D-PBS を用いて凍結保存した。

3. 受精卵移植産子の生産

平成 28 年度以前に生産し凍結保存されていた受精卵 100 個と、平成 29 年度に生産された 121 個を、両親の遺伝子を解析済みの受精卵として、JA 静岡経済連に試験供給した。これらは県内の酪農場において乳用種牛に移植された。

結果

1. 遺伝子解析

黒毛和種雌牛 76 頭のジェノタイプの構成比は、EDG1 が GG : GT : TT = 35 : 35 : 6、FASN①が GG : GC : CC = 71 : 5 : 0、FASN②が AA : AG : GG = 54 : 20 : 2、NCAPG が GG : GT : TT = 7 : 36 : 33、SCD が VV : VA : AA = 5 : 34 : 37、SREBP1 が LL : LS : SS = 44 : 20 : 12 であり、アレルの存在比は、EDG1 が G : T = 105 : 47、FASN①が G : C = 147 : 5、FASN②が A : G = 128 : 24、NCAPG が G : T = 50 : 102、SCD が V : A = 44 : 108、SREBP1 が L : S = 108 : 44 であった（図 1）。

2. 受精卵生産

延べ 68 回の採卵で 826 個の卵を回収し、うち 542 個の移植可能な正常卵、うち 420 個の A・B ランク卵を得た（表 2）。

3. 受精卵移植産子の生産

令和 2 年 1 月末時点で、31 頭が出生（うち 25 頭が生存）し、21 頭が受胎継続中であった。出生した子牛のうち、DNA サンプルが得られた 23 頭については遺伝子解析を行い、両親の遺伝子型との間に遺伝学的齟齬のないことを確認した。

考察

雌牛群には FASN①の G アレル、FASN②の A アレルを保有するものが多く、これまでの育種改良によって選抜が進んだことが窺われた。一方、枝肉

重量への効果が大きいとされる NCAPG では、好ましい G アレルの保有率が高くなかったことから、今後の改良目標であるとともに、受精卵生産における交配種雄牛選定の指標になると考えられた。

肥育成績を検証するための受精卵移植産子は、現在県内の農場で肥育中であり、令和 2 年初夏頃から順次肥育完了し出荷される見込みである。今後、その肥育成績を収集し、遺伝子解析結果との関連を検証する予定である。

なお、これらの受精卵移植産子は試験供給先で高い評価を受けており、供給継続を求める要望が強かったことから、研究課題の完了を待たずに令和 2 年度から事業化することとし、優良和牛生産体制構築のため、子牛生産から食肉流通までに係わる県内の団体を会員とする「静岡県和牛改良推進協議会」を設立した(図 2)。

事業ではこの協議会で市場ニーズに合わせた本県の和牛改良方針を決定し、それに沿って選定した種雄牛を使って、遺伝子解析された繁殖雌牛で和牛受精卵を生産し、JA 静岡経済連に有償供給する。JA 静岡経済連は各 JA を通じて県内の酪農場で受精卵移植し、生産された和牛子牛を全頭買い上げて県内の肥育農場に供給して、ブランド牛肉として肥育出荷することを計画している。この事業により、官民一致して県内での肥育素牛供給基盤の強化を推進していく。

表 1 アレルの肥育成績への効果

遺伝子	アレル	効果
EDG1	G	皮下脂肪が薄い
FASN①	G	枝肉重量・BMSIに優れる
FASN②	A	BMSIに優れる
	G	枝肉重量に優れ、皮下脂肪が薄い
NCAPG	G	枝肉重量・ロース芯面積・バラ厚に優れ、皮下脂肪が薄い
SCD	A	枝肉重量・ロース芯面積・バラ厚に優れ、皮下脂肪が薄い
SREBP1	L	枝肉重量に優れる
	S	バラ厚に優れる

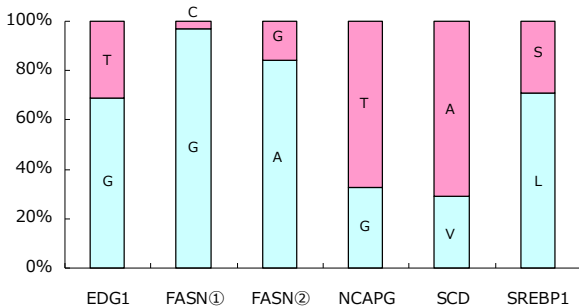


図 1 雌牛におけるアレルの存在比

参考文献

上村圭一、土佐進、谷原礼論、高橋和裕. 2013. 香川県畜産試験場研究報告. 48:1-5
 大倉一輝、秋山敬孝、吉田恵実、福島護之、岩本英治、岡章生、松本大和、笹崎晋史、大山憲二、万年英之. 2013. 日本畜産学会報. 84(2):157-162
 小林直彦、松橋珠子、坂口慎一、北和夫、国枝哲夫. 2011. 岐阜県畜産研究所研究報告. 11:10-19
 佐藤洋一、米澤智恵美、神山洋、鈴木啓一. 2014. 日本畜産学会報. 85(4):471-478
 松橋珠子、丸山新、上本吉伸、小林直彦、万年英之、阿部剛、坂口慎一、小林栄治、加藤勉. 2010. 岐阜県畜産研究所研究報告. 10:11-22
 Masaaki Taniguchi, Takeshi Utsugi, Kenji Oyama, Hideyuki Mannen, Masako Kobayashi, Yoshihiro Tanabe, Atsushi Ogino, Soichi Tsuji. 2004. Mammalian Genome. 14:142-148
 Takahisa Yamada, Seiki Sasaki, Shin Sukegawa, Takeshi Miyake, Tatsuo Fujita, Hiroyuki Kose, Mitsuo Morita, Youichi Takahagi, Hiroshi Murakami, Fumiki Morimatsu, Yoshiyuki Sasaki. 2009. Animal Science Journal. 80:486-489
 Tsuyoshi Abe, Junich Saburi, Hiroyuki Hasebe, Tetsuo Nakagawa, Satsuki Misumi, Toshihiro Nade, Hiroaki Nakajima, Noriaki Shoji, Masato Kobayashi, Eiji Kobayashi. 2009. Biochem Genet. 47:397-411

表 2 採卵成績

年度	頭数	延べ回数	回収卵数	正常卵数	A・Bランク卵数*
H29	9	24	296	201	168
H30	8	20	226	133	105
R1	8	24	304	208	147
計		68	826	542	420

*凍結保存して外部供給できる品質の受精卵

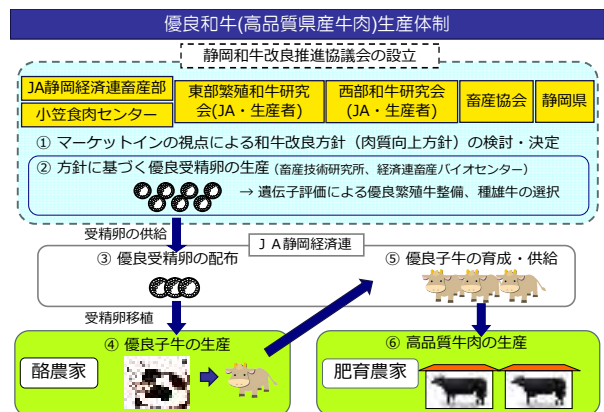


図 2 優良和牛生産体制を構築

大ヨークシャー種、ランドレース種およびF1母豚の繁殖形質の遺伝的パラメータの推定

Genetic Parameters Estimation for Farrowing Traits in Large White, Landrace and Crossbred.

寺田圭・伊神悠祐・柴田昌利

緒言

大ヨークシャー種(W)とランドレース種(L)を交雑した雑種第一代(F1)豚は三元交雑豚の母豚として広く利用され、その繁殖成績の良否が養豚経営に大きな影響を与えることから、遺伝的改良が望まれている。繁殖形質の遺伝的改良には遺伝率等の遺伝的パラメータの推定が必要である。また、F1母豚の繁殖形質の遺伝的改良には相加的遺伝効果に加えて雑種強勢等の非相加的遺伝効果も影響している。

本研究は、当センターのW、LおよびF1母豚について非相加的遺伝効果を含めた遺伝解析を実施し繁殖形質の遺伝的パラメータを推定することを目的とした。

材料および方法

1. 供試データ

2000年から2018年までに当センターで分娩をしたW968腹、L126腹、W雌にL雄を交配したF1母豚(WL)187腹およびL雌にW雄を交配したF1母豚(LW)30腹の繁殖形質である生存産子数(TBA)、死産頭数(TSB)および離乳頭数(NW)を収集した。また、分娩年、分娩月、産次のデータを併せて収集した。

2. 統計処理

TBA、TSBおよびNWを応答変数として、分娩年、分娩月、産次を説明変数とした最小二乗平均値を算出した(Lenth R V 2016)。

TBA、TSBおよびNWについてREML法アニマルモデルを用いてVCE6(Groeneveld Eら2010)にて遺伝的パラメータを推定した。Lを1とした品種の効果(g^I)、母性品種効果(g^M)、優性効果(h)を表1のように共変量として設定した(Hirooka Hら1997)。

表1 非相加的遺伝効果の共変量

Breed Groups	g^I	g^M	h
W	0.0	0.0	0.0
L	1.0	1.0	0.0
WL	0.5	0.0	1.0
LW	0.5	1.0	1.0

線形モデル方程式は以下のようにした。

$$y = x\beta + b\Delta + a + pe + e$$

y 表型値(TBA、TSB およびNW)

x 計画行列

β 母数効果(分娩年、分娩月、産次)

b 共変量の係数

Δ 共変量(近交係数(inc)、 g^I 、 g^M および h)

a 相加的遺伝効果 pe 恒久環境効果

e 環境効果

線形モデルを用いて表型分散(σ^2_p)、遺伝率(h^2)、表型分散に占める恒久環境効果の率(pe^2)および設定した共変量の係数を推定した。

結果

1. 基本統計量

繁殖形質の最小二乗平均値を表2に示した。TBAはWで8.4頭、Lで6.4頭、WLで9.0頭およびLWで9.1頭であった。

2. 遺伝的パラメータ

遺伝的パラメータを表3に示した。 σ^2_p はTBA、TSBおよびNWで6.4、1.5および6.7であった。 h^2 は0.08、0.01および0.00であった。 pe^2 は0.07、0.12および0.08であった。

3. 共変量の係数

共変量の係数を表4に示した。近交係数(inc)は100%を1とした場合、TBA、TSBおよびNWでそれぞれ、-3.8頭、-0.7頭および-3.7頭であった。 g^I はLを1とした場合、-2.0頭、0.1頭および-2.0頭であった。 g^M はLの母性効果を1とした場合、0.1頭、-0.2頭および0.0頭であった。hは、1.4頭、-0.3頭および1.5頭であった。

考察

繁殖形質の最小二乗平均値を調査したところWはLと比較して良好な成績であった。したがって品種自体が繁殖形質に影響を与えている要因であると考えられた。また、純粋種と比較して交雑種の成績が良好であり、雑種強勢が発生していると考えられた。 h^2 を推定したところ、TBA、TSBおよび

びNWの h^2 は0.1を下回っていた。特にNWの h^2 は0であるため、分娩後の環境の改善による増加を目指すべきであると考えられた。これら h^2 は既報(Ogawa Sら2019)における推定値と類似しているため、本研究で実施した手法での遺伝的パラメータの推定方法は有効であると考えられた。 pe^2 も概ね0.1程度であるため、繁殖形質は環境効果の影響が大きく遺伝的改良の効率は低いことが改めて示唆された。繁殖形質に及ぼす近交係数の影響は近交係数の10%上昇によりTBAが0.38頭減少すると推定された。この推定値は既報(Zhang Sら2000)の値と類似しており、WやLといった純粋種の維持においては近交係数の上昇を抑える交配を実施する必要が改めて示された。品種の効果である g^I について、LはTBAが2頭減少すると推定された。当センターで維持しているLについて、外部の血統導入等、繁殖性の改良の余地が残されていることが示された。母性品種効果を示す g^M は比較的低い値であり、当センターで飼養されている品種の母性効果は繁殖形質に及ぼす影響が少ないことが判明した。 h^I はTBAで1.4頭増加すると推定された。 h^I について、既報(Cassady J Pら2002)では0.32頭増加が報告されており、今回得られた推定値はそれと比較して高かった。本報告ではF1のみの推定であるが既報ではF5まで推定し、さらに優性効果の母性効果を求めているため推定量の差が生じたと考えられた。非相加的遺伝効果をさらに調査するためにはF1母豚に加えてF2以降の交雑種を作出し調査する必要があると考えられた。

本報告では当センターのW、LおよびF1母豚の

繁殖成績を用いて、遺伝解析を実施し、遺伝的パラメータを推定した。非相加的遺伝効果を考慮しても繁殖形質は h^2 が低いことが判明した。繁殖形質の改良量を得るためには、さらに大きな集団で改良を実施する必要があるため、今後、血縁の交流のある種豚生産農場等の調査を実施し、比較的大規模の血縁の中から高い改良量を持つ個体を探索する予定である。

参考文献

Cassady J P, L D Young, K A Leymaster. 2002. Heterosis and recombination effects on pig reproductive traits. *J. Anim. Sci* 80:2303–2315
 Groeneveld E, M Kovač, N Mielenz. 2010. VCE User's Guide and Reference Manual Version 6.0
 Hirooka H, T K Mukherjee, J M Panandam, P Horst. 1997. Genetic parameters for growth performance of the Malaysian local goats and their crossbreds with the German (improved) Fawn goats. *J. Anim. Breed. Genet* 114:191–199
 Lenth R V. 2016. Least-squares means: The R package lsmmeans. *J. Stat. Softw*
 Ogawa S, A Konta, M Kimata, K Ishii, Y Uemoto, M Satoh. 2019. Estimation of genetic parameters for farrowing traits in purebred Landrace and Large White pigs. *Anim. Sci. J* 90:23–28
 Zhang S, J P Bidanel, T Burlot, C Legault, J Naveau. 2000. Genetic parameters and genetic trends in the Chinese x European Tiameslan composite pig line. I. Genetic parameters. *Genet. Sel. Evol* 32:41–56

表2 繁殖形質の最小二乗平均値(頭±SE)

Breed groups	n	TBA±SE		TSB±SE		NW±SE	
W	968	8.4	0.1	0.9	0.1	7.1	0.1
L	126	6.4	0.2	0.8	0.1	5.1	0.2
WL	187	9.0	0.2	0.7	0.1	7.9	0.2
LW	30	9.1	0.5	0.6	0.2	7.9	0.5

表3 繁殖形質の遺伝的パラメータ

Farrowing traits	ρ^2_p	$h^2 \pm SE$		$pe^2 \pm SE$	
TBA	6.4	0.08	0.05	0.07	0.05
TSB	1.5	0.01	0.03	0.12	0.04
NW	6.7	0.00	0.00	0.08	0.03

表4 繁殖形質の近交係数と非相加的遺伝効果の推定値(頭)

Farrowing traits	inc	g^I	g^M	h^I
TBA	-3.8	-2.0	0.1	1.4
TSB	-0.7	0.1	-0.2	-0.3
NW	-3.7	-2.0	0.0	1.5

フジキンカの新たな交配方法による生産性向上（第2報）

Productivity improvement by new breeding methods in *Fujikinka* (2nd)

梶原一洋・寺田圭・伊神悠祐・柴田昌利

緒言

フジキンカはDNAマーカー育種により作製した合成豚で、金華豚の軟らかい肉の遺伝子（シェアバリューQTL）をデュロック種に導入した豚である（井手ら 2005）。現在は2回の戻し交配を行った豚（BC2）を家系内交配し、その産子（BC2F2）を種豚としている。血液割合では金華豚1/8、デュロック種7/8であるが、金華豚を祖先に持つことと、種豚選抜が体型等でなく遺伝子型によることにより、母豚に脂肪が付きやすく新規参入農家では導入当初の飼育管理に苦慮している。

そこで本研究では、新たな交配方法として、戻し交配1世代目の家系内交配産子（BC1F2）を種雄豚に、デュロック種を種雌豚に変更することで、母豚の飼育管理および繁殖成績の改善を図りつつ、従来のフジキンカと同等の肉質の肉豚を生産する方法を開発することを目的とした。

今年度も引き続き母豚の繁殖成績、肉豚の発育・産肉性および肉質について、例数を増やし調査した。

材料および方法

1. 新たな交配方法による母豚の繁殖能力調査

新たな交配方法を適用した豚（以下NF）を生産するデュロック種母豚15頭をNF区、対照区は従来のフジキンカ母豚45頭として、産子数を調査した。

2. 肉豚の発育、産肉性及び肉質調査

NF区は新たな交配方法で生産された肉豚、対照区は従来のフジキンカ肉豚とし、不断給餌及び自由飲水により飼養し、105kgに到達した翌週に、と殺して下記の調査を実施した。

(1) 出荷日齢調査

平成30年4月から令和元年12月までに出荷された、NF区66頭、対照区157頭を用いて、出荷日齢について調査した。

(2) 産肉能力調査

平成30年4月から11月に出荷されたNF区7頭および対照区22頭を用い、枝肉の背脂肪厚および第4、5胸椎間のロース断面積を測定した。

(3) 肉質調査

最後胸椎から第4腰椎部胸最長筋を採取し、クッキングロス、マーブリングスコアおよびシェア

バリューを既報（堀内ら 2005）に準じた方法で調査した。

結果

1. 新たな交配方法による母豚の繁殖能力調査

1腹あたり平均産子数はNF区母豚が8.1頭、対照区が7.3頭、離乳頭数はNF区が7.6頭、対照区が6.9頭であったが、両区に有意差は認められなかった（表1）。

2. 肉豚の発育、産肉性及び肉質調査

(1) 出荷日齢調査

平均出荷日齢はNF区が170.5日、対照区が182.8日で、NF区で有意に短かった（ $P < 0.01$ ）（表2）。

(2) 産肉能力調査

背脂肪厚はNF区が3.2cmで、対照区の4.2cm、と比べ有意に薄かった（ $P < 0.01$ ）。ロース断面積はNF区は22.4cm²、対照区は19.0cm²であり、有意差が認められた（ $P < 0.01$ ）（表3）。

(3) 肉質調査

クッキングロスおよびマーブリングスコアは両区で差は見られなかった。シェアバリューはNF区3.5kg/cm²で、対照区2.5kg/cm²より有意に硬かった（ $P < 0.01$ ）（表4）。

考察

昨年度の本研究第1報では、NF区において、平均産子数の増加、子豚の一日平均増体量の増加、対照区と同等の肉質が示唆され、ロース断面積と背脂肪厚の有意な改善が報告された（山本ら 2019）。今年度は、比較検討の母数であるNF区の分娩数を第1報の4例から15例に増やして同様の検討を行った。その結果、肉豚の増体および産肉性については、既報同様にNF区が優れたが、繁殖性については、両区の間には差が無く、肉質のうちシェアバリューについては、対照区に劣った。

シェアバリューに関しては、フジキンカ開発時のQTL解析によりデュロック型アリル（D型）に対する金華豚型アリル（J型）の優性効果（ -0.068 kg/cm²）や相加的遺伝子効果（ -0.283 kg/cm²）が算出されている（堀内ら 2005）。母豚がデュロック種（DD型）であるNFはJD型となり、そのため、やや硬くなったものと推察された。

フジキンカ新交配方法

フジキンカは、背脂肪の厚いこと、ロース芯の小さいことが流通段階で問題とされてきた。新たな交配方法では、それらの改善が期待されるが、ストロングポイントであるやわらかさを犠牲にすることとなる。発育性、産肉性におけるメリットを十分に説明した上で、関係者を交えた官能試験を行い、今後の研究の方向性を決定して行きたい。

参考文献

堀内篤、知久幹夫、井手華子、金谷奈保恵、内田陽子、山口倫子、仲沢慶紀、林武司、美川智、栗田崇. 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. 静岡県中小家畜試

験場報告. 第 16 号. 1-9.

井手華子、柴田昌利、堀内篤、金谷奈保恵、林武司、栗田崇. 2005. 金華豚とデュロック種交雑家系における DNA マーカーを利用したシェアバリュー QTL の導入試験. 静岡県中小家畜試験場報告. 第 16 号. 11-14.

寺田圭、山本千晶、柴田昌利. 2017. 優良雄系遺伝子の探索と再現技術の確立. 静岡県畜産技術研究所研究報告. 第 10 号. 19-22

山本千晶、寺田圭、梶原一洋、柴田昌利. 2019. フジキンカの交配方法検討による生産性向上（第 1 報）. 静岡県畜産技術研究所研究報告. 第 12 号. 7-8

表 1 母豚の繁殖性

	分娩頭数	産子数	離乳頭数
NF 区	15	8.1±2.5	7.6±2.1
対照区	45	7.3±3.1	6.9±3.0

表 2 肥育豚出荷日齢

	調査頭数	出荷日齢*
NF 区	66	170.5±9.3
対照区	157	182.8±17.2

* : P<0.01

表 3 産肉能力

	調査頭数	背脂肪厚* (cm)	ロース断面積* (cm ²)
NF 区	7	3.2±0.3	22.4±1.5
対照区	22	4.2±0.4	19.0±2.9

* : P<0.01

表 4 肉質

	調査頭数	クッキングロス (%)	マーブリングスコア	シェアバリュー* (kg/cm ²)
NF 区	7	26.0±2.3	3.7±0.8	3.5±0.6
対照区	22	26.3±2.1	3.4±0.7	2.5±0.6

* : P<0.01

採卵鶏に対する空冷の影響（第1報）

Effect of cooling on the Performance of Layer.(1st report)

矢島秀歌・柴田昌利

緒言

採卵鶏に対する暑熱対策として、輻射熱対策、送風、気化熱利用等が用いられている。これらは消費電力や水の利用によるエネルギーコストの増加を伴い、気化熱を利用する方法では高湿度による効果の低減が課題となる。一方で近年では太陽光利用技術が普及し、太陽光パネルの価格が低下することで、実際に養鶏経営に太陽光利用技術を取り入れた先進事例も現れている。そこで、これまで検討されていなかった空冷技術を鶏舎に取り入れた時の生産性向上効果を検証するため、鶏舎内温度の推移や産卵開始期の採卵鶏への影響を調査した。

材料および方法

1. 供試材料

平成31年3月19日餌付け白色レグホン系採卵鶏144羽を供試した。

2. 試験区分

試験区は冷房区、無窓区及び開放区の3区とした。冷房区はウインドウレス鶏舎の幅4m×奥行10m×高さ2.5mの空間を断熱材で仕切り、6.3kWの家庭用エアコンを設置した。無窓区はウインドウレス鶏舎、開放区は開放鶏舎とし、暑熱に対しては換気のみで対応した。各区16羽3反復に分け、単飼ケージに収容した。

3. 方法

(1) 調査期間

令和元年8月6日から11月25日とした。

(2) 冷房区の管理

令和元年7月30日からエアコンを作動させ、調査期間開始まで供試鶏を馴致した。鶏舎内温度が29℃以下となることを目安として、エアコンの設定温度を27℃から18℃まで徐々に低下させた。1日の運転時間は24時間連続とした。冷房の実施期間は令和元年10月16日までとした。

(3) 調査項目

調査項目は気温、エアコンの消費電力量、パンティング羽数割合、飼料消費量、ヘンデイ産卵率、平均卵重、産卵日量、飼料要求率、外部卵質（卵殻強度、卵殻厚、卵殻重量）、生存率とした。気温はセンターの百葉箱内（外気温）及び鶏舎内に設置

した温湿度データロガーで記録し、1週間ごとに最高気温と最低気温の平均値を算出した。消費電力量は小型簡易電力計により記録した。パンティング羽数割合は外気温が29℃を超えた任意の日の午後2時30分から4時の間に10分間観察し、パンティングを示した羽数の割合を算出した。飼料消費量は2週間ごとに給与量と残飼量を測定し算出した。ヘンデイ産卵率、平均卵重、産卵日量は産卵数と卵重を毎日記録し、2週間ごとに集計した。外部卵質は8月から10月までは2週間ごと、11月は4週間ごとに測定した。

(4) 統計処理

有意差検定は一元配置分散分析およびTukey-Kramer検定を実施した。

結果

1. 鶏舎内温度

冷房区の鶏舎内最高気温の平均値は、エアコンの設定温度を18℃にした8月13日から29℃を下回った（図1）。外気温が29℃を超えた日の冷房区の最高気温は、外気温と比較して平均で2.1℃、最大で5.5℃低くなった。冷房実施期間を通じた消費電力量は1646kWhであった。パンティング羽数割合は冷房区が他の2区より有意に小さかった（図2）。

2. 生産成績

生産成績を表1に示した。飼料消費量は24週齢から28週齢まで冷房区が開放区よりも有意に多くなった。産卵率は24週齢で冷房区が他の2区より高かった。平均卵重及び産卵日量は24週齢で冷房区が開放区よりも大きくなった。飼料要求率は24週齢で冷房区が開放区より低くなったが、36週齢で他の2区より高くなった。卵殻強度は22週齢で冷房区が開放区より高くなり、卵殻厚は22週齢で他の2区より大きくなった。

3. 生存率

生存率は全ての区で100%であった。

考察

採卵鶏の適正温度は18～24℃とされ、生産性に影響の及ばない温域は13～29℃と考えられている（鶏病研究会2015）。夏季の暑熱対策として、

輻射熱対策、送風、気化熱利用等様々な方法が採られているが、さらに積極的な空冷方法として、エアコンを取り入れた採卵鶏の管理について検討した。

家庭用エアコンの利用により、外気温が29℃を超えた日の最高気温は、外気温と比較して平均で2.1℃、最大で5.5℃低くなった。これは、クーリングパッドを用いた場合と同程度と考えられた(後藤ら2003)。今回用いたウインドウレス鶏舎は、換気を止めることができず、また鶏糞ベルトコンベア等の隙間があるため、密閉することが難しい構造であった。そのため、エアコンの設定温度を最低にし、排気口をシートで覆った状態にすることによって気温の低下が認められた。より効率的に鶏舎内温度を下げるため、送風との組み合わせによるエアコン稼働削減等を検討する必要があると考えられた。

産卵開始期から前期の生産性に対する影響は、産卵率の立ち上がりの時期である24週齢で冷房区が無窓区、開放区と比較して産卵率が高くなり、

平均卵重及び産卵日量は冷房区が開放区よりも大きくなった。また、外部卵質については、卵殻強度は22週齢で冷房区が開放区より高くなり、卵殻厚は22週齢で他の2区より大きくなった。しかしその後は産卵について有意な差が認められなかった。一般に採卵鶏は日齢が進むと暑熱による影響が強くなる。今回は若齢の採卵鶏を用いたため、暑熱の影響が表れにくく、また暑さへの順応により次第に3区の差がなくなると考えられた。

今後は冷房の効率的な作動方法を工夫するとともに、産卵後期の生産性に対する影響を調査し、空冷の効果を検討する必要がある。

参考文献

- 鶏病研究会. 2015. 採卵鶏とブロイラーの暑熱対策. 鶏病研究会報. 51:1-10
 後藤美津夫. 2003. 採卵鶏におけるクーリングパッドによる防暑対策の事例. 群馬県畜産試験場研究報告日. 10:30-34

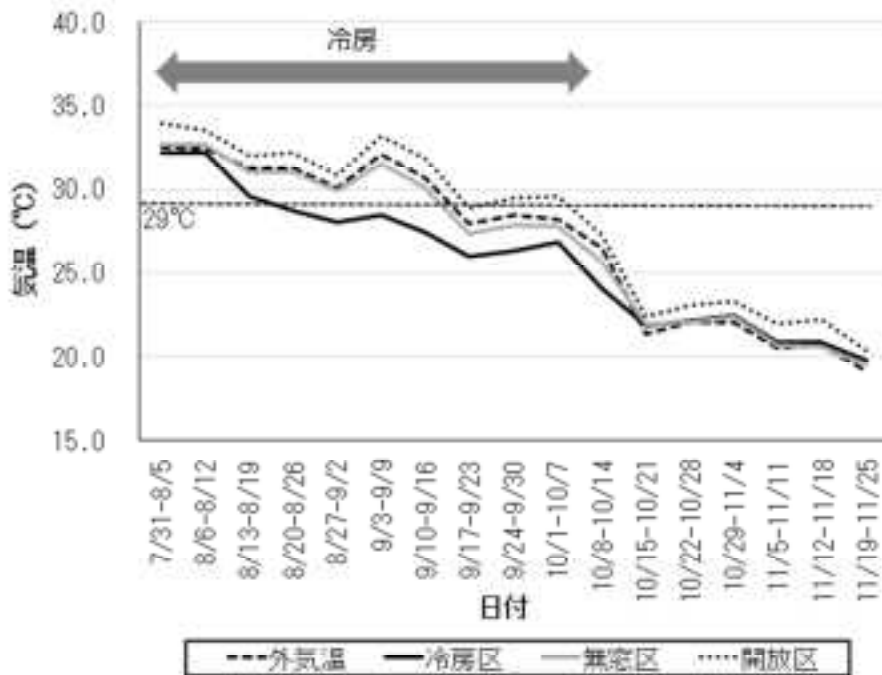


図1 最高気温の推移

採卵鶏空冷

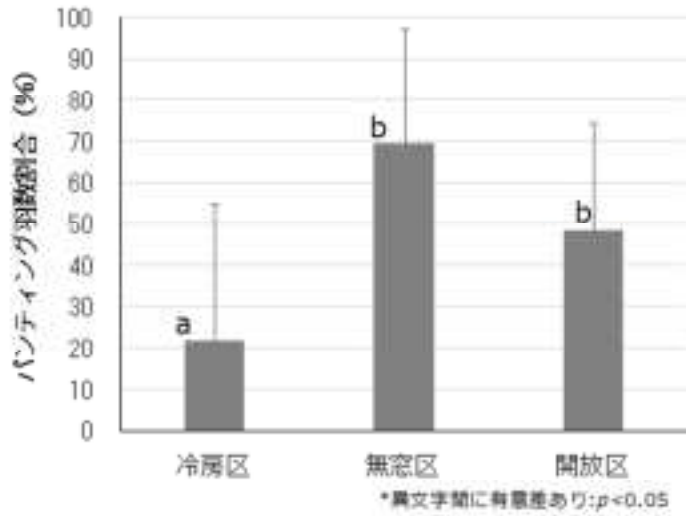


図2 バンティング羽数割合

表1 生産成績の推移

週齢		22	24	26	28	30	32	34	36
飼料消費量 (g/羽/日)	冷房区	81.6	96.7 a	100.2 a	103.1 a	104.2	103.9	106.8	111.5 a
	無窓区	81.8	94.4 ab	99.0 ab	102.6 a	103.3	103.4	107.0	107.3 b
	開放区	78.9	91.4 b	95.5 b	99.2 b	102.1	104.2	106.8	105.9 b
ヘンデイ産卵率 (%)	冷房区	80.2	97.6 a	98.2	99.4	99.0	98.4	99.6	98.9
	無窓区	79.5	94.6 b	97.6	98.8	99.0	99.6	98.8	98.9
	開放区	83.5	89.4 c	96.1	98.7	99.3	99.1	98.4	98.9
平均卵重 (g)	冷房区	48.6	54.4 a	56.5	58.6	60.2	60.4	61.4	61.7
	無窓区	48.5	53.7 ab	56.2	58.9	60.0	60.8	61.7	61.9
	開放区	48.8	53.0 b	55.7	58.0	59.5	60.6	61.2	61.8
産卵日量 (g)	冷房区	39.0	53.1 a	55.5	58.3	59.6	59.4	61.1	61.0
	無窓区	38.5	50.8 a	54.9	58.2	59.4	60.6	60.9	61.2
	開放区	40.8	47.4 b	53.5	57.2	59.0	60.1	60.2	61.1
飼料要求率	冷房区	2.12	1.85 a	1.81	1.77	1.75	1.75	1.76	1.83 a
	無窓区	2.15	1.87 a	1.81	1.77	1.75	1.71	1.76	1.76 b
	開放区	1.98	1.96 b	1.80	1.74	1.73	1.74	1.78	1.73 b
卵殻強度 (kg/cm ²)	冷房区	5.1 a	4.9	5.0	4.7	4.8	4.9	NT	4.9
	無窓区	4.6 ab	4.8	5.0	4.9	4.7	4.9	NT	4.8
	開放区	4.2 b	4.8	4.7	5.1	4.9	4.7	NT	4.9
卵殻厚 (mm)	冷房区	0.39 a	0.39	0.40	0.38	0.39	0.39	NT	0.39
	無窓区	0.37 b	0.38	0.40	0.39	0.40	0.40	NT	0.40
	開放区	0.36 b	0.38	0.39	0.40	0.40	0.40	NT	0.41
卵殻重量/卵重 (%)	冷房区	11.0 a	10.9	10.6	10.2	10.3	10.6	NT	10.3
	無窓区	10.4 ab	10.6	10.7	10.3	10.4	10.5	NT	10.3
	開放区	10.3 b	10.6	10.5	10.6	10.5	10.7	NT	10.5

*異文字間に有意差あり：p<0.05

豚舎からの悪臭物質除去技術の開発

Development of odor eliminating technology in pig house

大谷利之・寺田圭

緒言

畜産経営に起因する苦情発生件数は、養豚の悪臭に対するものが最も多い(農林水産省 2019)。

豚舎からの悪臭の発生源は、主に豚糞由来であり、その揮発性成分量は、強酸性の画分が極めて多く、大部分は酢酸、プロピオン酸およびノルマル酪酸の低級脂肪酸類とされている(畜産環境整備機構 2005)。

杉山(2018)は、低級脂肪酸類等の酸性ガスを特異的に吸着するイオン交換型フィルター材(以下、フィルター)について、静置条件下での脱臭効果を報告しており、今回、追加試験として、通風下でのフィルター脱臭効果等を調査したので、その概要を報告する。

材料および方法

1. 供試材料

(1) 試験1：豚舎内の低級脂肪酸類濃度

令和元年9月25日(9月)及び11月27日(11月)、当センターの肥育豚舎(約100頭：東西31.5m×南北15m)において、東西8m間隔、南北4m間隔及び出入口付近の合計30ヶ所の床面上1mを臭気ガスの測定地点とし、臭気採取用バック(におい袋60)に回収した臭気ガスを分析した。

臭気ガスの測定は、悪臭防止法で規制される特定悪臭物質のプロピオン酸、ノルマル酪酸、イソ吉草酸およびノルマル吉草酸の4種類の低級脂肪酸(以下、低級脂肪酸類)とした。

(2) 試験2：通風下での吸着能力試験

供試材料は、塩化ビニール管内(UV50)にコルゲート状のイオン交換容量2.4meq/gのフィルター(約8g)を巻きながら充填(表面積220cm²、奥行き巾4cm×55cm)したものとした(写真1)。

実験装置は、密閉容器(6.7ℓ)2個に、フィルターを充填した供試材料を連結し、その前後にデジタル微差圧計をセットし、風速・圧力差を測定できるように自作した。なお、対象ガスが供試材料内を風速0.25m/Sで通過できるように、エアーポンプ(30ℓ/min)2個を用いて吸気した(写真2)。

供試ガスは、プロピオン酸溶液(特級)1mlに蒸留水4mlを加えて調整し、校正ガス用調整装置を用いて、敷地境界線上の許容濃度の約7倍濃度のプロピオン酸ガス(0.21ppm)を連続発生させ、供試材料の前後でガス濃度を測定(3反復)した。

2. 方法

試験1および試験2におけるプロピオン酸ガスおよび低級脂肪酸類は、環境庁の測定法(平5環庁告72)に準じて、充填剤を加えた捕集管を用いて、臭気ガスを吸着させ、ガスクロマトグラフィーによるGC-FID法により測定した。

結果

(1) 試験1：豚舎内の低級脂肪酸類濃度

30ヶ所の臭気ガスを測定した結果、場所の違いによる低級脂肪酸類の差はなかった。

9月(29℃)のプロピオン酸の平均値は、26.7ppb、ノルマル酪酸は39.7ppb、イソ吉草酸は4.3ppbおよびノルマル吉草酸が2.7ppbであった。

一方、11月(18℃)のプロピオン酸の平均値は、9.7ppb、ノルマル酪酸は5.5ppb、イソ吉草酸は2.1ppbであり、ノルマル吉草酸は、検出限界以下であった。

また、各成分濃度を単純に積算すると9月(29℃)は73.4ppb、11月(18℃)では17.5ppbであった(表1)。

(2) 試験2：通風下での吸着能力試験

フィルターの吸着能力を表2に示した。フィルターに風速0.25m/S下でプロピオン酸ガスを通させた結果、フィルター前の濃度は、0.21ppm、フィルター後は0.06ppmで、低減率は71.4%となった。なお、フィルター前後での圧力損失はなかった。

考察

密閉豚舎における脱臭技術には、バイオフィルターによる脱臭方法(畜産環境整備機構 2017)がある。これは、豚舎の換気扇の外側に、ヤシガラやウッドチップの層を設置し、この中で生息する微生物を利用する脱臭装置である。しかし、この方法は、微生物の活性の高低により脱臭効果変動する。

一方、県内企業が開発した今回のフィルターは、酸性ガスの吸着容量(meq/g)は一定であり、粉塵などの浮遊物質が多い畜舎でも、脱臭効果を発揮すると報告されている(杉山 2018)。

今回、通風下でフィルターに敷地境界線上の許容濃度の約7倍濃度のプロピオン酸ガスを通させた結果、ガス濃度は約3割となり、脱臭効果を示すことができた。

豚舎悪臭物質除去

今回、単独ガスでの結果ではあるが、密閉豚舎から発生する低濃度の酸性ガスは、本フィルターで除去できる可能性があると推察された。

今後は、農場での実証試験等を行い、実効性のあるデータを示し、本フィルターによる悪臭除去を検討する農家指導等に役立てたい。

参考文献

HARTUNG, J. and V.R. PHILLIPS.1994, Control of Gaseous emissions from livestock buildings And manure stores, J. Agric. Eng. Res., 57,

173-189.

農林水産省. 2019. 畜産経営に起因する苦情発生状況, https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/kujyou_30.pdf.

杉山典. 2018, 静岡県畜産技術研究所研究報告, Vol. 11, 30-32.

(一財)畜産環境整備機構. 2017. 日本型悪臭防止最適管理手法 (BMP) の手引き, 3-4.

(一財)畜産環境整備機構. 2005. 畜産環境アドバイザー養成研究会資料【臭気対策技術及び新規処理技術研修】.

表 1 舎内温度と低級脂肪酸類濃度の発生状況

舎内温度	(ppb)				
	プロピオン酸	ノルマル酪酸	イソ吉草酸	ノルマル吉草酸	合計濃度*
9月 (29℃)	26.7±12.4	39.7±19.4	4.3±0.9	2.7±0.9	73.4
11月 (18℃)	9.7±2.1	5.5±1.9	2.1±0.7	検出限界以下	17.5

*合計濃度は、各成分の平均値を単純積算した。



写真 1. フィルターを充填



写真 2. 実験装置

表 2 通風下におけるフィルターの吸着能力

プロピオン酸 (0.03)	(ppm)		
	F 前	F 後	低減率 (%)
	0.21	0.06	71.4

F 前:フィルター前、F 後:フィルター後

()内は敷地境界線上における許容濃度

豚糞の pH が舎内の悪臭発生に及ぼす影響

Effect of pH of pig's feces on odor generation in pig house

大谷利之・寺田 圭

結 言

高原ら(2001)は、豚舎から発生する悪臭が養豚場の主要な発生源であると報告しており、その悪臭成分のうち、特に、低級脂肪酸とアンモニアが重要視されている(HARTUNGら1994)。

川村ら(2019)は、pHを5、7及び9に人工的に調整した豚糞を用いて試験を行った結果、糞のpHが塩基性になると低級脂肪酸の閾希釈倍数(濃度/閾値)が最も小さくなり、官能的にも低減したと報告している。

そこで、今回、著者らは、実際に豚舎から豚糞を採材し、そのpHが舎内の悪臭発生に及ぼす影響を調査したので、その概要を報告する。

材料および方法

1. 供試材料

(1) 試験1：舎内床面から採材した豚糞

令和元年7月17日～8月19日にかけて、当センター肥育豚舎の1房(6頭飼養)の床面から、約100gの豚糞を6ヶ所で採材した(以下、舎内糞)。なお、供試材料は、清掃後、24時間時点の糞とし、新鮮糞から1日経過したものまで、また、尿と混ざったもの等も含まれていた。

(2) 試験2：pHを5及び8に調整した豚糞

8月7日、試験1での舎内糞採材に先立ち、肥育豚1頭が排泄した直後に採材した新鮮豚糞(pH7)をリン酸及び水酸化ナトリウムにより、pHを5及び8に調整した。なお、供試材料(以下、pH調整糞)のpHの調整方法は、ガラス電極pHメーターを用いて、川村ら(2019)の報告に準じた。

2. 試験方法

試験1及び2の供試材料1gをろ紙(No. 5A)の片面に一様に塗布後、ガラス洗浄瓶(容積316ml)の底面に入れ、室温条件下で7日間、既報(畜産環境整備機構2017)の実験装置に準じ、臭気採取用バック(3ℓ)でガスを回収した。分析成分は、悪臭防止法で規制される特定悪臭物質のプロピオン酸、ノルマル酪酸、イソ吉草酸及びノルマル吉草酸の4種類の低級脂肪酸(以下、低級脂肪酸類)とアンモニアとし、低級脂肪酸類は、ガスクロマトグラフィーを用いGC-FID法により、アンモニアは、北川式検知管により、それぞれ測定した。測定結果は、川村ら(2019)の方法による閾希釈倍数で示した。

結 果

(1) 試験1：舎内糞

舎内糞は、採材日によりpHが弱酸性の豚糞(n=4, 平均pH6.6)と弱塩基性の豚糞(n=2, 平均pH7.8)に区分された(表1)。

揮散する低級脂肪酸類の閾希釈倍数の推移は、弱酸性の豚糞(以下、弱酸性糞)が1日目で最高値(約1,000倍)を示した後、7日目まで継続的に発生した。一方、弱塩基性の豚糞(以下、弱塩基性糞)では、開始直後(0日目)から7日目まで低値であり、2日目からは、20倍以下であった(図1)。

次に、揮散するアンモニアの閾希釈倍数の推移は、弱塩基性糞が、開始直後で最高値(約7倍)を示し、4日目以降は、アンモニアの発生がなくなった。一方、弱酸性糞は、1日目で最高値(約6倍)を示し、その後は7日目まで継続的にアンモニアが発生した(図2)。

(2) 試験2：pH調整糞

揮散する低級脂肪酸類の閾希釈倍数の推移は、pH5で開始直後から高く(約1,600倍)、1日目で最高値(約3,400倍)に達した後、継続的に発生した。一方、pH8は、開始直後から7日目まで低値(1日目最高値約50倍)であった(図3)。

次に、揮散するアンモニアの閾希釈倍数の推移はpH8で、1日目で最高値(約7倍)を示し、7日目まで継続的に発生した。一方、pH5は、2日目からアンモニアが低値(約1倍)で発生し、その後は、7日目まで継続的に発生した(図4)。

考 察

試験1での舎内糞は大きく弱酸性糞と弱塩基性糞に区分された。これは、採材前において、豚糞が尿や粉塵と混ざったり微生物等の分解により発酵が始まったり、それぞれの環境要因が供試材料のpHに影響したものと考えられた。

試験1の結果では低級脂肪酸類の弱酸性糞と塩基性糞の閾希釈倍数を比較すると、1日目最大差(約1,000倍)を示した。これは、人工的にpHを調整した試験2の結果と同様であった。

一方、試験1におけるアンモニアでは、開始直後の弱塩基性糞の閾希釈倍数が弱酸性糞よりも高く、試験2の結果も同様であった。しかし、アンモニアの閾希釈倍数は、最大でも10倍を超えることはなかったことから、豚舎における悪臭対策は、アンモニアのみの対策に終始することがないよう

豚糞 pH 悪臭影響

に注意すべきと思われた。

通常、低級脂肪酸類は閾値濃度が低く、低濃度でも官能に訴えるとされているが(畜産環境整備機構 2005)、本研究の結果から舎内糞の pH を塩基性に維持することで、豚舎からの低級脂肪酸類の発生を低減できる可能性が示唆された。

参考文献

川村英輔、高田陽ら. 2019, 豚ふん由来臭気成分が豚舎臭気に及ぼす影響, 日豚会誌, 56(4), 127-138.

HARTUNG, J. and V.R. PHILLIPS.1994, Control of

Gaseous emissions from livestock buildings And manure stores, J. Agric.Eng. Res., 57, 173-189.

高原康光、森千江子. 2001, 臭気排出強度による養豚農家の悪臭発生量評価, 臭気の研究, 32, 150-157.

(一財)畜産環境整備機構. 2017. 日本型悪臭防止最適管理手法 (BMP) の手引き, 5-6.

(一財)畜産環境整備機構. 2005. 畜産環境アドバイザー養成研究会資料【臭気対策技術及び新規処理技術研修】.

表 1 採材日毎の舎内糞の pH

採材日	室温	水分率	pH	分類
7月17日	26℃	71.8%	6.3	弱酸性
7月22日	28℃	71.5%	6.6	
7月30日	30℃	73.8%	6.6	
7月31日	28℃	71.5%	6.7	
8月7日	32℃	73.7%	7.7	弱塩基性
8月19日	33℃	70.6%	7.8	

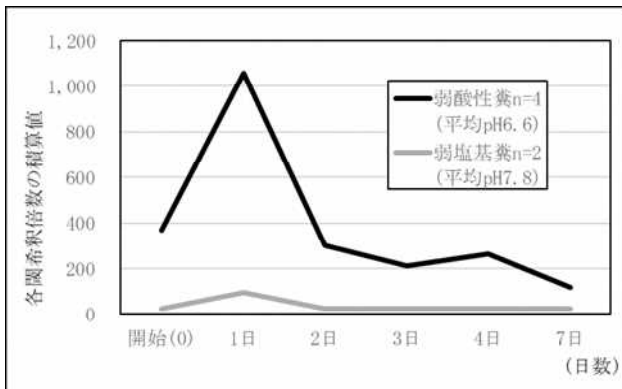


図 1 舎内糞から揮散する低級脂肪酸類の閾希釈倍数の推移

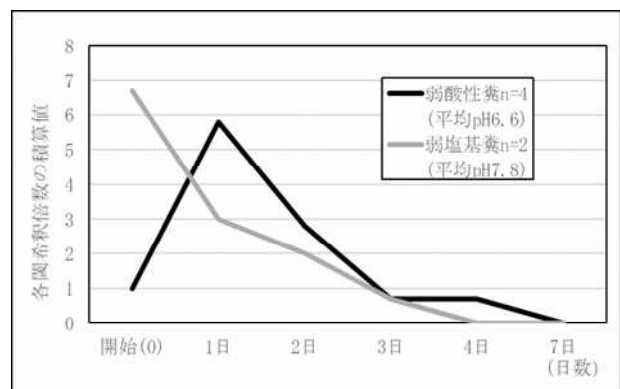


図 2 舎内糞から揮散するアンモニアの閾希釈倍数の推移

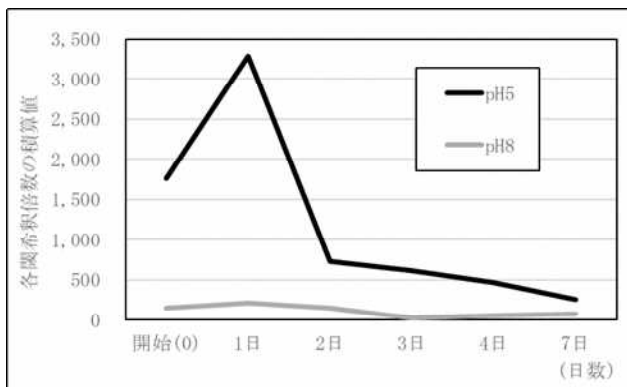


図 3 pH 調整糞から揮散する低級脂肪酸類の閾希釈倍数の推移

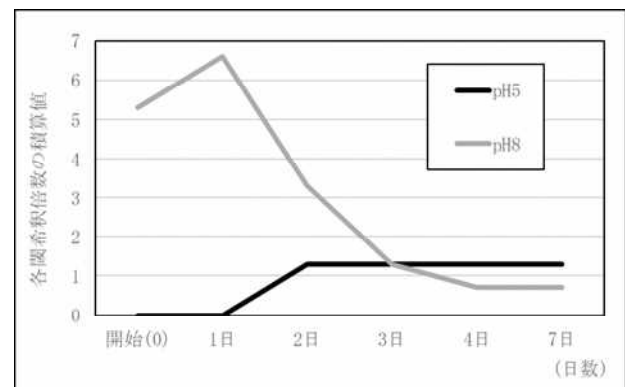


図 4 pH 調整糞から揮散するアンモニアの閾希釈倍数の推移

家畜改良推進事業

～BLUP法アニマルモデルによる育種価の推定～

野田準一・齊藤瑠人・小林幸恵・塩谷治彦

緒言

和牛肉質の高品質化と斉一性の向上には、種雄牛と同等に子牛に対する遺伝的影響力を持つ繁殖雌牛の改良を進めることが必要である。

そこで、繁殖雌牛の遺伝的能力評価を実施する上で重要な情報である枝肉成績を用いて、産肉性に関する育種価を算出し、県内繁殖雌牛の育種改良状況を調査した。

材料および方法

1. 材料

静岡県内で肥育または生産された黒毛和種のうち、平成5年から令和2年2月までに収集された血統情報と枝肉成績が合致する21,130頭（去勢：5,674頭、雌：15,456頭）の枝肉記録（枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪厚、歩留基準値、脂肪交雑基準値の6形質）と肥育牛の血縁個体69,215頭（種雄牛：1,191頭、繁殖雌牛：68,024頭）のデータを用いた。繁殖雌牛の育種価解析には、繁殖雌牛68,024頭のデータを用いた。

2. 方法

公益社団法人全国和牛登録協会が作製した育種価評価プログラム（BLUP法アニマルモデル育種価評価プログラム）により解析した。

結果および考察

1. 枝肉成績のまとめ

分析を行った枝肉記録の平均出荷月齢（屠殺時月齢）は28.56（前回28.57）ヵ月齢であった。枝肉データの各形質の平均値を表1に、歩留・肉質等級の分布を表2に示した。前報の解析値と比較し、枝肉重量は2.29kg、ロース芯面積は0.61cm²、脂肪交雑は0.03向上していた。また、歩留等級では93.9（前回93.6）%がA等級に分類され、肉質等級では4および5等級の割合は81.4（前回80.5）%であった。

2. 県内供用中繁殖雌牛の育種価

繁殖雌牛68,024頭（評価全体）のうち、過去3年間（平成29年2月以降）に実子の出生記録があり、個体識別データベースの情報から飼養中と推察された6,404頭（供用中）と、そのうち県内で飼

養されている174頭（県内供用）の育種価を表3に示した。県内供用牛は供用中牛と比較して枝肉重量、バラの厚さ、歩留および脂肪交雑が大きく、ロース芯面積および皮下脂肪厚が小さい傾向が認められた。

3. 県内繁殖雌牛の育種価の推移

これまでに育種価が判明している県内繁殖雌牛1,348頭（県内全体）と、そのうち供用中の174頭（県内供用）の各産肉形質における育種価の頭数分布を図1～6に示した。県内全体に比べて県内供用の頻度のピークが、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、歩留および脂肪交雑では右方（プラス側）に、皮下脂肪厚では左方（マイナス側）に位置していることから、県内繁殖雌牛の順調な改良が伺える。中でも枝肉重量、バラの厚さ、脂肪交雑は動きが大きく、ピークも先鋭化していることから、繁殖農家における育種改良はこれらの形質を中心に進んできていると考えられる。

表1 枝肉データの概要（各形質の平均値）

形質	平均	(前年差)	標準偏差
枝肉重量(kg)	476.46	(+2.29)	58.65
ロース芯面積(cm ²)	62.44	(+0.61)	11.00
バラの厚さ(cm)	8.30	(+0.01)	0.96
皮下脂肪厚(cm)	2.74	(+0.01)	0.80
歩留基準値(%)	74.64	(+0.05)	1.73
脂肪交雑(基準値)	2.17	(+0.03)	0.97
屠殺時月齢(月)	28.56	(-0.01)	1.50

※脂肪交雑基準値：2-=-1.67、2=2.00、2+=2.33

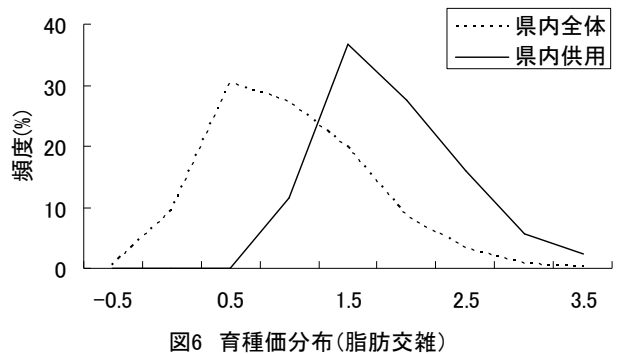
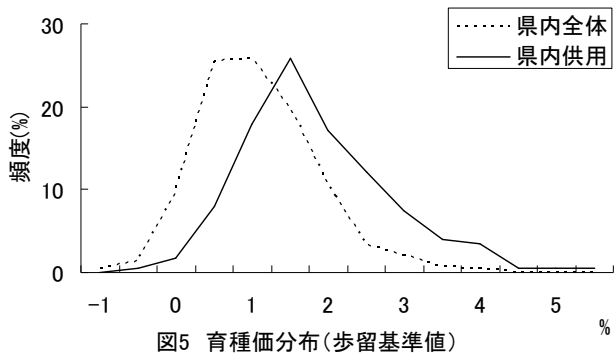
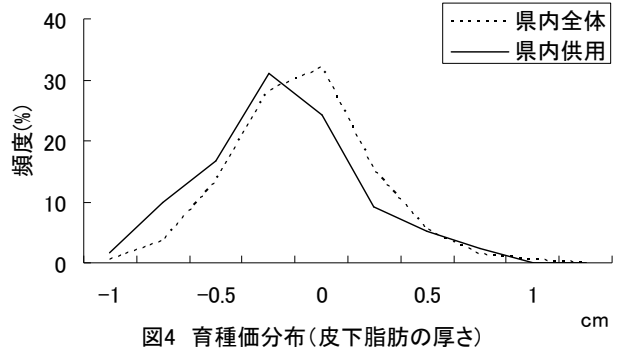
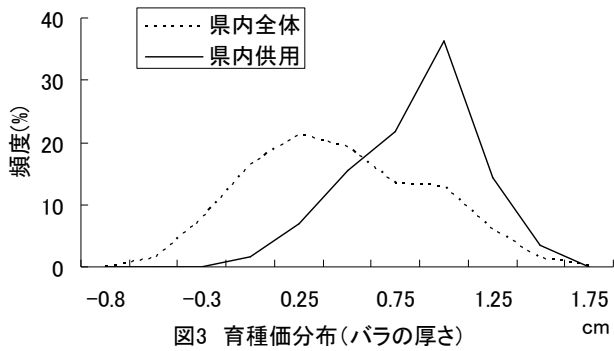
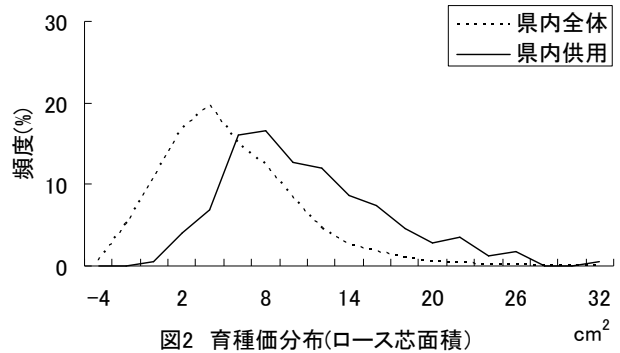
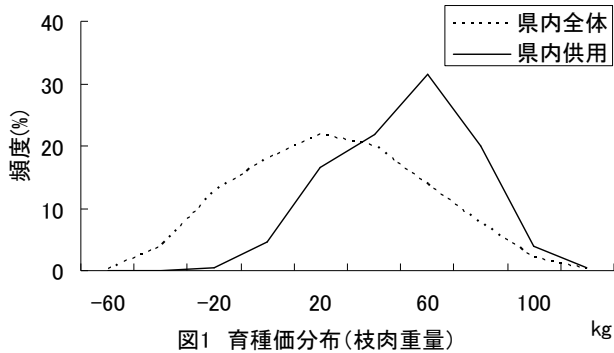
表2 歩留・肉質等級の分布

歩留等級	肉質等級					合計
	1	2	3	4	5	
A	0	429	2,932	6,883	9,597	19,841
(%)	0.0	2.0	13.9	32.6	45.4	93.9
B	0	111	452	505	204	1,272
(%)	0.0	0.5	2.1	2.4	1.0	6.0
C	0	1	8	7	1	17
(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
計	0	541	3,392	7,395	9,802	21,130
(%)	0.0	2.6	16.1	35.0	46.4	100.0

表3 繁殖雌牛の育種価

形質	対象	平均	標準偏差
枝肉重量 (kg)	評価全体	19.174	23.787
	供用中	40.613	22.306
	県内供用	41.991	24.333
ロース芯面積 (cm ²)	評価全体	3.734	3.891
	供用中	9.797	4.581
	県内供用	9.710	5.775
バラの厚さ (cm)	評価全体	0.355	0.345
	供用中	0.703	0.289
	県内供用	0.734	0.308

形質	対象	平均	標準偏差
皮下脂肪厚 (cm)	評価全体	-0.123	0.238
	供用中	-0.254	0.332
	県内供用	-0.312	0.359
歩留 (%)	評価全体	0.632	0.670
	供用中	1.546	0.849
	県内供用	1.593	0.977
脂肪交雑 (基準値)	評価全体	0.655	0.578
	供用中	1.619	0.454
	県内供用	1.638	0.560



放牧育成事業

齊藤瑠人・小林幸恵・野田準一・塩谷治彦

目 的

公益社団法人静岡県畜産協会を通じ、県内酪農家所有のホルスタイン種育成牛を受託し放牧育成することで、酪農家の経営負担を軽減するとともに、強健性・連産性に富んだ乳用後継牛を確保する。なお、受託牛は疾病や繁殖関連研究等に活用する。

方 法

1. 受託牛の入場

公益社団法人静岡県畜産協会が管理する静岡県家畜共同育成場（天城牧場）から、平成30年11月から平成31年2月までの間に7回に分けて計50頭の育成牛が入場した。

2. 飼養方法

入場した受託牛は、放牧の開始前及び終了後は舎飼いとした。舎飼い期間の飼料給与は、増体日量（DG）を1.1 kg/日に設定し、日本飼養標準（乳牛用）を参考に、乾物充足率110%を目安にグラスサイレージ、オーツ乾草、チモシー乾草、及び市販濃厚飼料を給与した。

放牧の開始は、月齢及び体格に応じて、最も早い群は平成31年4月9日から馴致放牧を行い、令和元年5月3日に本放牧（昼夜完全放牧）に移行した。放牧形式は、ペレニアルライグラス主体の混播牧草地において、輪牧形式で行い、令和元年10月28日に放牧管理を終了した。

3. 衛生管理

受託牛は舎飼い期間に月1回、放牧管理期間に月2回、健康状態を把握するため、衛生検査を実施した。

放牧管理期間の衛生検査では、小型ピロプラズマ原虫の感染状況を確認するため、血液検査を実施し、内部及び外部寄生虫対策として、プアオンタイプイベルメクチン製剤及びフルメトリン製剤を交互に施用した。またダニの駆除目的としてエトキサゾール製剤を8月に施用した。

小型ピロプラズマ症による貧血（Ht 値 29 %

以下）を呈する、又はピロプラズマ原虫の感染度が高い牛には、抗原虫剤（ジアミジン製剤）、補液剤、ビタミン剤投与による治療を行った。また、牛乳頭腫症対策として、乳房及び乳頭へ1%塩化ジデシルジメチルアンモニウム製剤を散布し、ブユやサシバエ等の吸血昆虫対策としてETB乳剤（流動パラフィンで200倍希釈）を塗布した。乳頭に乳頭腫を確認した牛には、治療として木酢液（木酢酸：酢酸：10%ポピドンヨード＝1：1：1）を塗布した。

4. 発育状況調査

入場時及び衛生検査時にデジタル台秤を用いて体重測定を行い、発育状況を調査した。

5. 繁殖管理

13か月齢及び体重350 kgを目安として、所有者（酪農家）の希望に応じて人工授精（AI）及びマキ牛による自然交配を行った。マキ牛の供用期間中は、雌牛にヒートディテクターを装着し、交配（乗駕）行動を確認した。妊娠鑑定は衛生検査時に直腸検査法及び超音波画像診断装置により行った。

6. 疾病発生状況等調査

放牧管理期間中の受託牛は、交配（乗駕）行動の確認及び健康状態の観察を1日3回行い、異常を認めた牛は牛舎に収容して治療を行い、完治を確認した後、再び放牧した。

7. 受託牛の退場

受胎が確認された受託牛は分娩予定日の2か月前を目安に退場させ、所有者に返却した。

なお、受託牛の一部は、農家の希望により、AIで不受胎が確認された時点で退場させた。

8. 繁殖関連研究への供用

受託牛にCIDR-synch法による発情同期化処理を実施し、乳用種性選別精液を用いたAIを延べ62頭行った。これらの受託牛は受胎状況を確認した後、農家の希望に応じマキ牛

と合流させた。

事業実績

平成 31 年 4 月から令和 2 年 3 月の放牧育成牛受託延べ日数は 15,368 日であった（表 1）。受託牛 50 頭の平均は、入場時体重 325.1 kg、退場時体重 586.8 kg、受託期間 304.2 日、期間内 DG 0.87 kg/日であった（表 2）。初回繁殖成績は、乳用種性選別精液を用いた AI による初回受胎率が 61.4%（27/44 頭）、黒

毛和種精液を用いた AI による初回受胎率が 100%（6/6 頭）であった（表 3）。最終的な受胎率は、AI 59.7%（37/62 頭）、マキ牛による自然交配 100.0%（12/12 頭）であった。AI で受胎しなかった 13 頭のうち 1 頭は、農家の希望により不受胎で退場した。また、受胎牛のうち 1 頭で流産を認め、農家の希望により不受胎で退場した（表 4）。

分娩予定月齢は平均 24.5 か月齢（AI による受胎牛 23.8 か月齢、マキ牛の自然交配による受胎牛 26.4 か月齢）であった。

表 1 受託延べ日数

年	月	月初頭数	入場頭数	退場頭数	受託延べ日数
H31	4	51		1	1,503
R1	5	50		1	1,539
	6	49			1,470
	7	49		5	1,485
	8	44		11	1,281
	9	33		5	912
	10	28		9	770
	11	19	16	7	724
R2	12	28	16	2	1,136
	1	42	18	7	1,502
	2	53		3	1,510
	3	50		1	1,536
合計		496	50	52	15,368

表 2 発育成績

入場時体重	退場時体重	受託期間	期間内 DG
325.1 kg	586.8 kg	304.2 日	0.87 kg/日

表 3 初回繁殖成績

	実施頭数	受胎頭数	受胎率 (%)	
AI	乳用種性選別	44	27	61.4
	黒毛和種	6	6	100.0
自然交配	黒毛和種	0		
合計		50	33	66.0

表 4 最終繁殖成績

	実施頭数	受胎頭数	受胎率 (%)	
AI	乳用種性選別	56	31	55.4
	黒毛和種	6	6	100.0
自然交配	黒毛和種	12	12	100.0
合計		—	49*	—

* 流産 1 頭を含む

SPF 大ヨークシャー種系統豚およびデュロック種系統豚の維持と普及

Preservation and Diffusion of SPF Large White and Duroc strain

伊神悠祐・寺田圭・梶原一洋・柴田昌利

緒 言

当センターでは平成21年に完成した大ヨークシャー種系統豚「フジヨーク2」（知久 2011）および平成27年に完成したデュロック種系統豚「フジロック2」（寺田ら 2017）の維持・供給を行っている。両系統豚は静岡型銘柄豚「ふじのくに」の生産に利用されており、県内5戸の農家で年間約17,000頭が生産されている。これは県内豚肉出荷頭数の約10%にあたり、今後もこの出荷頭数を支えるためには「フジヨーク2」および「フジロック2」の安定的維持と供給が求められる。

そこで本研究では「フジヨーク2」および「フジロック2」の適切かつ持続的な血縁管理・維持普及を目的とし、詳細な繁殖成績と血縁の調査を行い、系統の長期維持に取り組んだ。

材料および方法

1. 試験期間

平成22年7月から令和2年3月

2. 供試豚

- (1)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）
- (2)デュロック種系統豚「フジロック2」の維持群（雄15頭、雌30頭）

3. 調査項目

- (1) 維持状況と販売頭数
- (2) 繁殖育成成績（産子数、哺乳開始頭数、生時体重、離乳頭数、離乳時体重）
- (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

「フジヨーク2」について令和元年度は15腹が分娩し、123頭の子豚を生産した。なお雄2頭、雌4頭を場内で更新した。また4カ所の養豚農家に雌11頭を販売した（表1）。

「フジロック2」について令和元年度は31腹が分娩し、150頭の子豚を生産した。なお雄5頭、雌10頭を場内で更新した。また10カ所の養豚農家に雄16頭を販売した（表3）。

2. 繁殖育成成績

「フジヨーク2」は令和元年度の平均総産子数7.3頭、平均産子体重1.4kg、離乳時育成率86.0%であった（表2）。

「フジロック2」は令和元年度の平均総産子数7.0頭、平均産子体重1.5kg、離乳時育成率82.9%であった（表4）。

3. 集団の血縁係数および近交係数の推移

令和元年度（令和2年3月時点）における「フジヨーク2」の平均近交係数は9.1%、平均血縁係数は28.3%であった（図1）。また「フジロック2」については平均近交係数7.2%、平均血縁係数20.7%であった（図2）。

考 察

「フジヨーク2」および「フジロック2」両系統豚について令和元年度の総産子数および離乳頭数に大きな変動はなかった。一腹あたりの産子数、離乳頭数の平均も両系統豚の造成当初の成績と比較して同程度の成績を維持していた。近交係数と血縁係数は前年度に比べ上昇したが、より維持年数の長い「フジヨーク2」の平均近交係数は9.1%と、近交退化が懸念される15%よりも低く維持され、安定的に系統が維持された。一方で、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）があり、今後、両系統豚の維持に関して、近交係数の上昇を可能な限り抑えた交配を実施していく必要があると考えられる。

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. 21-2
- 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. 日本養豚学会誌. 37巻3号. 122-126
- 石井和雄. 2004. 豚の近交退化について. 養豚の友. 4月号. 22-26. 畜産振興会. 東京
- 寺田圭, 山本千晶, 柴田昌利. 2017. 静岡県畜産技術研究所研究報告. 10. 19-22

表1 フジヨーク2の維持・販売状況

年度		H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
分娩頭数(頭)		39	38	40	34	28	21	22	20	20	15
生産頭数(頭)	♂	142	153	161	129	101	81	89	69	79	55
	♀	150	148	165	127	100	91	86	80	64	68
自場更新頭数(頭)	♂	0	3	1	6	1	4	3	0	1	2
	♀	0	4	5	7	2	5	6	2	3	4
配布場所数(箇所)		4	5	6	6	5	5	2	3	4	4
配布頭数(頭)	♂	0	2	3	2	0	4	0	1	5	0
	♀	7	38	30	28	18	13	8	11	5	11

表2 フジヨーク2の繁殖育成成績

年度	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
総産子数(頭)	7.5	7.9	8.2	7.5	7.2	8.2	8.0	8.5	7.9	7.3
哺乳開始数(頭)	7.5	7.9	8.2	7.5	7.2	8.1	8.0	8.3	7.9	7.3
産子体重(kg)	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4
離乳頭数(頭)	7.0	7.0	7.0	6.6	6.5	7.8	7.5	6.8	6.7	6.3
離乳時体重(kg)	4.8	5.5	5.1	5.3	5.3	5.3	5.2	5.5	4.9	5.5
育成率(%)	93.2	87.8	85.4	87.5	90.6	95.2	94.3	83.1	84.8	86.0

表3 フジロック2の維持販売状況

	H28	H29	H30	R1	
分娩頭数(頭)	23	38	20	31	
生産頭数(頭)	♂	90	137	61	72
	♀	91	157	68	78
自場更新頭数(頭)	♂	0	0	0	5
	♀	0	0	0	10
配布場所数(場所)	0	11	8	10	
配布頭数(頭)	♂	0	55	37	16
	♀	0	3	0	0

表4 フジロック2の繁殖育成成績

年度	H28	H29	H30	R1
総産子数(頭)	8.0	6.9	7.1	7.0
哺乳開始数(頭)	8.0	6.9	7.1	7.0
産子体重(kg)	1.3	1.4	1.5	1.5
離乳頭数(頭)	4.7	5.2	6.8	5.8
離乳時体重(kg)	5.7	5.2	4.6	5.8
育成率(%)	58.8	75.4	95.8	82.9

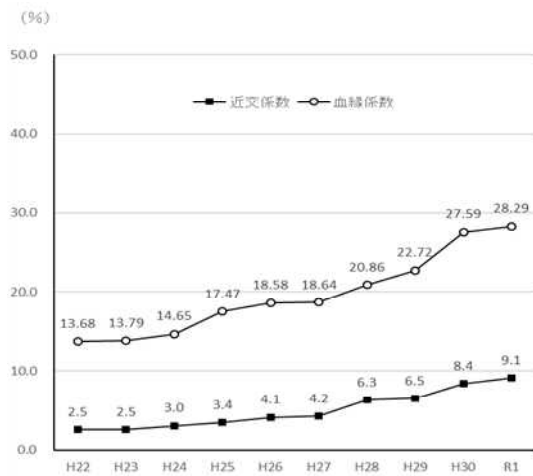


図1 フジヨーク2平均近交係数・平均血縁係数の推移

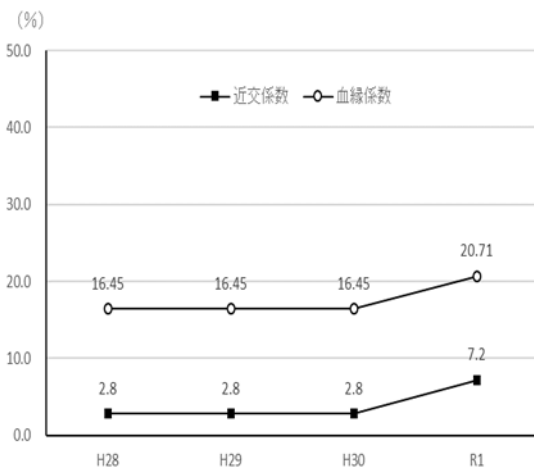


図2 フジロック2平均近交係数・平均血縁係数の推移

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

Adaptability Test of Some Forage Grasses Strain to Shizuoka Pref.

高野浩・二俣翔・小林広人・佐藤克昭

緒言

本試験は、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下農研機構）の牧草育種関係研究機関及び牧草育種指定試験地で育成された新系統について、本県における適応性を検定するものである。試験は、オーチャードグラス（利用3年目）について実施した。なお、本報告は、令和元年度オーチャードグラスの系統適応性試験調査事業（農研機構畜産研究部門）の成果である。

材料および方法

オーチャードグラスについて、農研機構畜産研究部門で育成された3系統に加え、標準品種及び比較品種各1品種の計5系統・品種を供試し、所内ほ場（標高688 m）で試験を実施した。

1. 供試系統・品種

（標準）アキミドリⅡ、（比較）ナツミドリ、那系30号、那系31号、那系32号

2. 区構成

1区6.3 m² 4反復、条播（条間30 cm×7条）

3. 栽培方法

1) 播種：2016年9月28日
2) 収穫：1～4番草（収穫日：2019年5月10日、6月21日、9月13日、11月8日）まで、2m×5列（3 m²）を基準に刈り取った。なお、刈高は7 cmを目安とした。

3) 施肥量

追肥 N-P-K=0.4-0-0 kg/a（2019年4月17日）
追肥 N-P-K=0.4-0.4-0.4 kg/a（2～4番草刈取時）

4. 調査項目

1) 生育特性：草丈、倒伏程度、病害程度（以上収穫時）、出穂始、秋の草勢、欠株率、秋の被度
2) 収量特性：生草収量、乾物収量、乾物率

結果および考察

1. 2019年の気象

令和元年の平均気温は全体として例年より高く、特に8月から12月は平年より1.1℃から3.1℃高かった。なお令和元年2月1日から2月2日にかけて降雪があり、1.6cmの積雪が観測されたが、そのほとんどが当日中に融雪した。

2. 供試系統・品種の生育特性及び収穫時の収量特性

供試系統・品種の生育特性を表1に、収穫期の草丈・病害程度・収量特性を表2～6に示した。出穂始はアキミドリⅡ（標準）が4月21日、那系30号が4月23日、那系31号が4月20日、那系32号が4月21日であったが、ナツミドリ（比較）は5月4日と遅かった（表1）。収穫時の草丈は、1番草では那系31号および那系32号がナツミドリより有意に高かった（表2）。雲形病の罹病程度は各番草ともナツミドリが最も高く、特に2番草での罹病程度が甚だしかった。アキミドリⅡおよび那系30～32号の罹病程度はほぼ同程度であった（表3）。利用3年目の合計収量は生草、乾物とも那系31号が最も優れ、乾物収量ではアキミドリⅡ比で15%、ナツミドリ比で28%多収であった。4番草の生草収量と乾物収量については那系30号および那系31号がナツミドリより有意に多収であった（表4,5）。

参考文献

農林水産技術会議事務局編. 2001. 飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改定5版）：2-3

表1 生育調査

	出穂始 ¹⁾	秋の被度 (%)	倒伏程度 ³⁾			
			1 番草	2 番草	3 番草	4 番草
アキミドリ II (標)	4/21	99.3	1.3	1.0	4.0	1.3
ナツミドリ (比)	5/4	99.8	1.0	1.0	4.0	1.3
那系 30 号	4/23	-	1.0	1.0	4.5	1.3
那系 31 号	4/20	-	2.0	1.0	4.5	1.0
那系 32 号	4/21	-	1.3	1.0	4.3	1.0
調査日	-	12/23	5/10	6/21	9/13	11/8

1) 1:極不良-9:極良

表2 草丈(cm、1区10箇所測定)

	1 番草	2 番草	3 番草	4 番草	平均	アキミドリ II 比	ナツミドリ比
アキミドリ II (標)	89.0 ^{ab}	71.0	79.5	39.0	69.6	100	113
ナツミドリ (比)	69.4 ^a	68.8	77.4	31.6	61.8	89	100
那系 30 号	90.6 ^{ab}	71.8	83.0	53.5	74.7	107	121
那系 31 号	101.9 ^b	72.8	86.4	50.5	77.9	112	126
那系 32 号	93.0 ^b	71.2	84.6	47.8	74.1	106	120
調査日	5/10	6/21	9/13	11/8	-	-	-

※Tukey の多重比較。異なるアルファベット間では有意差あり(p<0.05)。

表3 病害程度

番草	1 番草	2 番草		3 番草	4 番草
	雲形病 ²⁾	雲形病 ²⁾	葉腐病 ²⁾	雲形病・葉腐病 ²⁾	雲形病・葉腐病 ²⁾
アキミドリ II (標)	2.0	3.3	3.0	4.8	3.3
ナツミドリ (比)	2.8	5.8	3.5	5.0	3.8
那系 30 号	2.0	3.0	3.0	5.0	2.3
那系 31 号	2.0	3.0	3.0	4.8	2.3
那系 32 号	2.0	3.0	3.0	5.0	2.0

2) 1:極微-9:甚

系統適応性

表 4 生草収量(kg/a)

	1 番草	2 番草	3 番草	4 番草	合計	アキミドリⅡ比	ナツミドリ比
アキミドリⅡ(標)	267.3	127.7	133.9	77.3 ^{ab}	606.1	100	121
ナツミドリ (比)	181.7	122.7	140.8	55.4 ^a	500.6	83	100
那系 30 号	252.5	142.2	140.6	100.5 ^b	635.8	105	127
那系 31 号	366.4	143.0	137.1	101.4 ^b	747.8	123	149
那系 32 号	292.6	135.5	139.6	79.3 ^{ab}	647.0	107	129

※Tukey の多重比較。異なるアルファベット間で有意差あり(p<0.05)。

表 5 乾物収量(kg/a、65℃ 48 時間通風乾燥後測定)

	1 番草	2 番草	3 番草	4 番草	合計	アキミドリⅡ比	ナツミドリ比
アキミドリⅡ(標)	54.2	28.8	39.7	16.8 ^{ab}	139.5	100	111
ナツミドリ (比)	43.1	28.8	40.9	12.6 ^a	125.5	90	100
那系 30 号	53.4	28.8	38.2	20.9 ^b	141.3	101	113
那系 31 号	73.4	29.6	36.3	21.1 ^b	160.5	115	128
那系 32 号	58.8	29.9	41.1	17.0 ^{ab}	146.8	105	117

※Tukey の多重比較。異なるアルファベット間で有意差あり(p<0.05)。

表 6 乾物率(%、65℃ 48 時間通風乾燥後測定)

	1 番草	2 番草	3 番草	4 番草	平均	アキミドリⅡ比	ナツミドリ比
アキミドリⅡ(標)	20.5	22.6	29.5	21.8 ^{ab}	23.6	100	95
ナツミドリ (比)	23.4	23.5	29.8	22.8 ^a	24.9	105	100
那系 30 号	21.3	20.5	27.2	20.8 ^b	22.5	95	90
那系 31 号	20.3	20.8	26.7	20.9 ^{ab}	22.2	94	89
那系 32 号	20.3	22.2	29.7	21.7 ^{ab}	23.5	99	94

※Tukey の多重比較。異なるアルファベット間で有意差あり(p<0.05)。

所外発表

所外雑誌

発表者	題 目	雑誌名
瀬戸隆弘	水出し緑茶で飲水量が増大 乳量アップで所得もアップ	現代農業 2019年7月号
Aiko Watanabe, Hironobu Murakami, Seiichi Kakinuma, Koki Muraio, Kaori Ohmae, Naoki Isobe, Hirohisa Akamatsu, Takahiro Seto, Shinji Hashinuma, Kunitoshi Konda, Yasunori Shinozuka, Kazuhiro Kawai	Association between bovine leukemia virus proviral load and severity of clinical mastitis	Journal of Veterinary Medical Science
瀬戸隆弘、大村学海、小熊亜津子、関 間英之、齋藤美英	黄色ブドウ球菌による急性乳房炎の治療法の検証	東海畜産学会報
瀬戸隆弘	冷水抽出した緑茶は乳牛の飲水量を増大させ、乳生産を 増大させる	月刊「茶」
Chikako Ishimoro, Tsukasa Sugiyamama, Toshimi Matsumoto, Hirohide Uenishi, Yasuyuki Fukumoto, Miyoko Waki	Full-scale simultaneous partial nitrification, anammox, and denitrification process for treating swine-wastewater	Water Science and Technology 81(3) 2020
柴田昌利	静岡県畜産技術研究所におけるSPF環境の維持	All about Swine

発表

発表者	題 目	学会等	年月日
二俣 翔	低濃度エタノールを用いた土壌還元処理による有機酸等の増加がワル ナスビ根片に及ぼす影響	第58回 日本雑草学会	H31. 4. 20
瀬戸隆弘	黄色ブドウ球菌による急性乳房炎の治療法の検証	令和元年度東海畜産学会	R1. 12. 6
塩谷治彦	飼料用米の保存と和牛の発育に及ぼす影響	令和元年度東海畜産学会	R1. 12. 6
二俣 翔	UAV空撮画像を活用したトウモロコシ湿害発生状況の推定	2020年度日本草地学会静岡大会 WEB開催	R2. 3. 25
高野 浩	ソルガムとトウモロコシを組み合わせた作期分散技術によるリスク低 減	2020年度日本草地学会静岡大会 WEB開催	R2. 3. 25
小林広人	トウモロコシの水分含有率の推移	2020年度日本草地学会静岡大会 WEB開催	R2. 3. 25
大竹正剛、寒川彰久、 塩谷聡子、柴田昌利、 尾崎絹代、小野悦郎	CRISPR/CAS9システムによる筋ジストロフィー疾患モデルマイクロミニ ピッグの作出	第66回日本実験動物学会総会	R1. 5. 16
塩谷聡子、寒川彰久、 大竹正剛、柴田昌利	近交係数を高めたマイクロミニピッグの体重・体尺測定値と臓器重量に ついて	第66回日本実験動物学会総会	R1. 5. 16
梶原一洋、山本千晶、 寺田圭、柴田昌利	子豚損耗防止のためのセンシング項目と早期対応の効果	日本産業動物獣医学会	R1. 8. 24
石本史子、和木美代 子	アナモックス菌が集積される養豚廃水処理施設を模した小型装置にお ける低水温期の窒素除去の向上	日本水処理生物学会第56回大会	R1. 11. 9
Chikako Ishimoto, Tsukasa Sugiyama, Miyoko Waki	Anammox enrichment in a conventional activated sludge treatment system for swine wastewater	IANAS2019 (第4回国際アナモッ クスシンポジウム)	R1. 11. 14

所外発表

Kei Terada, Yusuke Ikami, Kazuhiro Kajiwara, Masatosi Sibata, Masaaki Taniguti, Kazuo Isii	Estimation of genetic parameters and effects of low TDN diet for carcass and meat quality traits in Duroc and Jinfua crossbred, FUJIKINKA.	5th Fatty Pig International Conference	R1. 11. 28
大竹正剛、寒川彰久、 塩谷聡子、柴田昌利	マイクロミニピッグの新しい家系の供給について	第7回日本先進医工学ブタ研究会	R1. 10. 16
梶原一洋、山本千晶、 寺田圭、柴田昌利	子豚損耗防止のためのセンシング項目と早期対応の効果	日本産業動物獣医学会	R2. 2. 8

講演会

発表者	題 目	名 称	年月日
齋藤美英	静岡県畜産技術研究所における繁殖技術について	静岡県家畜人工授精師協会富士支部 2019 年度通常総会	R1. 5. 10
関間英之	性選別精液と人工授精について	伊豆の国市酪農組合講習会	R1. 7. 1
齋藤美英	静岡県畜産技術研究所における試験研究について	東部地域酪農委員会	R1. 7. 10
塩谷治彦	酪農経営における肉用子牛の哺乳育成について	JA遠州中央婦人部	R1. 7. 12
塩谷治彦、佐藤克昭	畜産環境対策について	天理市議行政視察	R1. 8. 20
関間英之、野田準一	家畜人工授精に関する技術について	日本獣医生命科学大学	R1. 9. 10 ・ 11
森比佐子	静岡県の畜産物（食肉・乳・卵）について	全学共通科目特別講義「静岡地域食 材学A」	R1. 11. 7
齋藤美英	静岡県の畜産について	静岡学連携特別講義	R1. 11. 8
小熊亜津子	ホルスタイン種経産牛における性選別精液利用技術の検討について	令和元年度乳用牛群管理技術向上 講習会	R2. 1. 31
矢島秀歌	駿河シャモひなの安定供給と機能性研究について	駿河シャモ振興会総会	R1. 6. 7
矢島秀歌、杉山典	1 鶏卵の風味について 2 畜舎臭気法の開発	県養鶏協会総会記念講演会	R1. 6. 18
寺田圭、石本史子	1 産子数等形質の遺伝解析について 2 アナモックス法による窒素除去について	令和元年度県養豚協会総会記念講 演会	R. 7. 4
柴田昌利	駿河シャモの機能性成分アンセリン・カルノシン含量の特徴	第54回東海・北陸地区鶏病技術研修 会	R1. 10. 11
石本史子	アナモックス菌が自生する養豚豚水処理施設における窒素除去の変動要因	ふん尿処理利用研究会	R1. 10. 31
大竹正剛	ブタの繁殖工学を活用したマイクロミニピッグの実験家系の構築	日本実験動物技術者協会関東支部 REG部会	R1. 11. 16

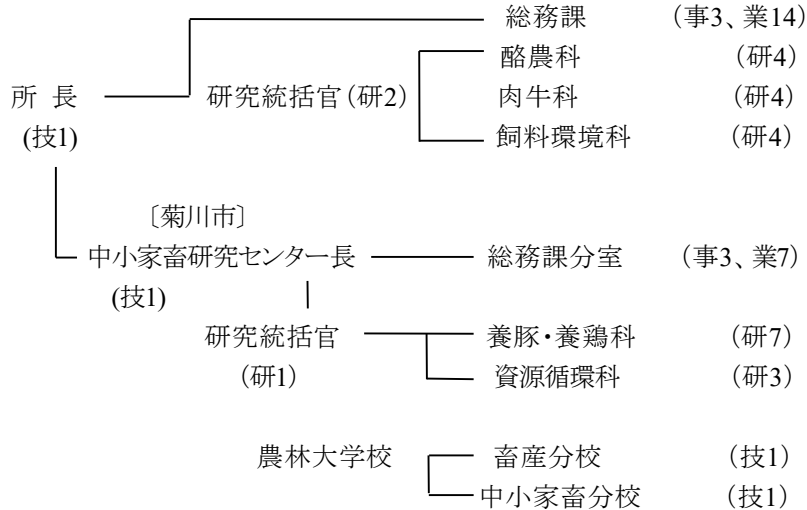
指導・相談件数（延べ数）

項目／区分	農家	JA等	企業	大学等	市町	県(含他県)	合計
酪農	6	2	11	0	0	4	23
肉牛	1	2	8	0	0	2	13
養豚	6	1	5	0	0	3	15
養鶏	5	0	7	2	0	8	22
飼料生産	5	1	1	0	0	0	7
環境	2	0	4	0	1	0	7
その他	3	0	3	0	2	5	13
合計	28	6	39	2	3	22	100

見学件数（人数）

	一般	農家	大学・専門学校	大学以外学校	行政	合計
本所	83	0	18	77	0	178
中小	0	0	5	0	0	5

組 織



家畜管理業務

1) 大家畜

(令和2年3月31日)

区 分	品 種	成牛*		肥育牛		育成牛	子牛	合計
		雄	雌	去勢	雌			
乳用牛	ホルスタイン種	0	48	—	—	30	6	84
肉用繁殖牛	黒毛和種	1	26	—	—	7	5	39
肉用牛	黒毛和種	—	—	9	9	4	1	23
	ホルスタイン種、交雑種	—	—	0	0	—	6	6
計		1	74	9	9	41	18	152

* 乳用牛及び肉用牛（黒毛和種）満24ヶ月以上、肉用牛（黒毛和種以外）満17ヶ月以上を成牛とする。

2) 中小家畜

養豚

区 分	頭数
肥育豚	176
成豚	248
繁殖豚	136
子豚	280
合計	840

養鶏

(令和2年3月31日)

区 分	羽数
成鶏	510
採卵鶏	0
育成鶏	0
肉用鶏（種鶏）	991
合計	1,501

3) 受託放牧頭数

(令和元年度)

年度初在场頭数	受託頭数	返還頭数	年度末在场頭数	延受託頭数	備 考
50	50	52	49	15,368	

4) 飼料の栽培状況及び生産量

(令和元年度)

区 分	圃場面積(ha)	利用面積(ha)		生産量(t/10a)	生産量(t)	備 考
		4-7月	8-10月			
利用区分	地下サイレージ(グラス)				383	
	ロールサイレージ(グラス)	42.0	42.0	42.0	10.7	325
	サイレージ(コーン)	10.0	10.0	10.0	3.0	295
	生草(放牧)	23.0	23.0	23.0	0.8	173
合計	75.0	75.0	75.0	1.6	1,176	

気象表

観測地点：富士宮市猪之頭1945 静岡県畜産技術研究所（標高688m）

平年値：平成21～30年の平均値

表1 気温（最高・最低）

(℃)

		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		年間平均	
		最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
R1	上	7.3	-2.6	8.8	-1.2	10.1	1.9	12.3	1.0	18.9	7.2	21.9	13.7	22.3	17.6	29.8	21.6	28.5	20.0	25.1	14.3	20.5	5.8	11.1	1.5	18.0	7.8
	中	8.3	-1.5	8.2	-0.7	11.9	-0.1	14.7	4.0	19.9	10.0	21.8	12.5	23.5	17.9	28.3	21.7	25.1	17.4	20.0	14.0	20.6	4.8	13.0	2.9	18.0	7.9
	下	7.1	-2.9	10.9	2.2	12.9	2.6	16.4	8.4	22.8	13.0	23.2	16.9	27.0	21.3	26.2	19.6	24.2	16.1	19.0	10.1	18.9	4.8	9.9	0.9	18.2	8.7
	平均	7.6	-2.4	9.2	0.0	11.7	1.5	14.5	4.5	20.6	10.2	22.3	14.4	24.4	19.0	28.0	21.0	25.9	17.8	21.3	12.7	20.0	5.1	11.3	1.7	18.1	8.1
平年	上	8.1	-3.3	6.6	-2.4	9.2	0.1	13.6	3.1	18.7	7.7	20.9	12.3	25.5	18.9	28.1	20.6	24.9	17.9	21.9	13.8	16.4	6.7	10.8	0.6	17.1	7.4
	中	6.2	-4.9	7.6	2.1	11.0	0.6	15.0	5.1	19.6	9.0	22.2	15.3	26.9	19.9	26.7	20.0	23.5	16.1	18.9	10.6	14.1	4.3	9.0	-1.2	16.7	7.4
	下	6.8	-3.4	9.0	6.0	11.0	0.9	16.3	6.5	20.4	11.5	23.7	17.1	26.9	19.8	26.3	18.9	22.4	14.4	17.1	8.7	13.0	2.6	8.0	-2.2	16.7	7.8
	平均	7.1	-3.9	7.7	1.9	10.5	0.5	15.0	4.9	19.7	9.4	22.3	14.9	26.2	19.5	27.1	19.8	23.8	16.3	19.2	10.8	14.5	4.5	9.2	-0.9	16.9	7.5

表2 気温（平均）

(℃)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
		R1	上	2.4	3.8	6.0	6.7	13.1	17.8	19.9	25.7	24.2	19.7	13.2
	中	3.4	3.8	5.9	9.4	15.0	17.1	20.7	25.0	21.2	17.0	12.7	7.9	
	下	2.1	6.6	7.7	12.4	17.9	20.1	24.1	22.9	20.2	14.5	11.9	5.4	
	平均	2.6	4.6	6.6	9.5	15.4	18.3	21.7	24.5	21.9	17.0	12.6	6.5	13.4
平年	上	2.4	2.1	4.7	8.4	13.2	16.6	22.2	24.3	21.4	17.8	11.6	5.7	
	中	0.6	4.9	5.8	10.0	14.3	18.7	23.4	23.3	19.8	14.8	9.2	3.9	
	下	1.7	7.5	5.9	11.4	15.9	20.4	23.4	22.6	18.4	12.9	7.8	2.9	
	平均	1.6	4.8	5.5	9.9	14.5	18.6	22.9	23.5	20.0	15.0	9.5	4.2	12.5

表3 湿度・降水量

(% mm)

		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		年間	
		湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量	湿度	降水量
R1	上	61.7	0.0	70.3	8.5	81.1	63.5	62.4	61.0	78.0	19.0	91.5	82.0	96.7	133.0	95.0	1.0	93.9	51.0	88.4	71.0	-	0.0	77.5	57.5	81.5	547.5
	中	67.6	2.5	73.4	12.5	58.7	33.0	74.6	17.0	82.5	45.0	87.3	110.0	99.8	145.0	96.7	126.5	91.2	4.5	-	226.0	-	32.0	77.8	18.0	81.0	772.0
	下	54.5	11.0	76.4	26.5	68.6	6.0	90.0	134.5	80.6	210.0	97.0	94.0	98.5	148.0	97.4	52.5	92.3	59.5	-	66.0	87.1	71.0	82.1	50.0	84.0	929.0
	平均	61.0	13.5	73.1	47.5	69.4	102.5	75.7	212.5	80.4	274.0	91.9	286.0	98.3	426.0	96.4	180.0	92.4	115.0	-	363.0	-	103.0	79.2	125.5	81.8	224.9
平年	上	59.5	15.2	67.6	20.7	66.4	88.4	56.4	69.4	72.0	56.6	73.1	37.5	82.3	110.1	78.0	68.9	75.0	173.2	72.2	95.1	67.0	23.0	75.5	24.7	70.4	782.4
	中	63.6	15.5	64.9	57.2	59.7	53.7	72.5	76.0	73.3	70.7	82.6	76.4	81.1	94.3	79.0	84.2	74.1	150.6	67.7	62.6	68.5	63.6	70.9	40.1	71.5	844.7
	下	66.7	29.2	70.4	44.3	62.7	54.2	68.7	100.8	72.2	69.1	78.2	68.7	80.0	83.7	78.4	94.1	72.9	142.4	71.7	89.6	72.0	40.9	60.5	34.3	71.2	851.0
	平均	63.3	59.9	67.7	122.2	62.9	196.2	67.0	246.1	72.4	196.4	78.3	182.5	81.1	288.0	79.7	247.1	74.0	466.2	70.6	247.2	69.3	127.5	69.4	99.0	71.3	247.8

*湿度平年値は平成13年～平成22年の平均値（午前9時）

*10月～11月（湿度）は一部欠測。同期間中の測定値は測定できた日の分のみ。

*10月～11月（降水量）は一部欠測。同期間中の測定値は猪之頭での参考値（富士農林事務所提供）。

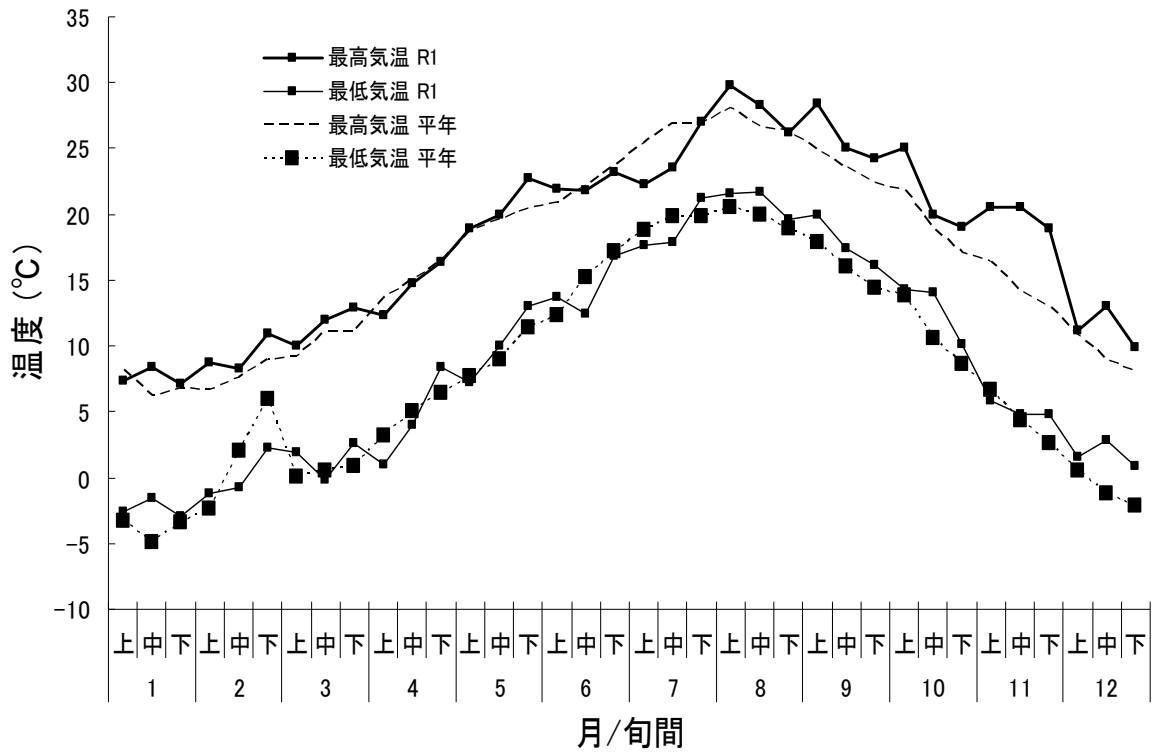
表4 日射量・日照時間

(MJ/hr)

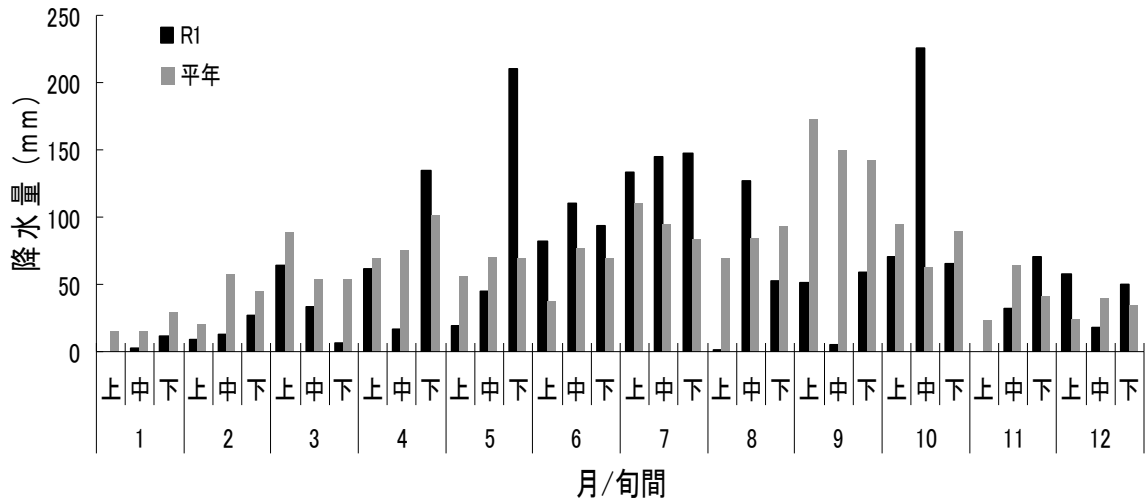
		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		年間		
		日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	日射量	日照時間	
R1	上	105.1	68.6	111.5	61.8	107.3	44.4	207.2	83.8	89.0	76.8	-	59.1	-	29.8	-	84.0	-	69.9	-	20.5	-	-	-	-	-	-	51.5
	中	99.4	59.0	95.9	43.6	188.8	81.6	203.2	71.8	-	71.8	-	70.8	-	22.3	-	59.7	-	50.1	-	-	-	-	-	-	-	-	57.4
	下	127.9	74.2	91.8	39.1	173.3	68.9	129.8	44.1	-	80.4	-	44.5	-	60.8	-	48.9	-	50.9	-	-	-	-	29.9	-	-	-	47.9
	平均	332.4	201.8	299.3	144.5	469.3	194.9	540.2	199.7	89.0	229.0	-	174.5	-	112.9	-	192.5	-	170.9	-	20.5	-	29.9	-	-	-	156.8	1730.1 1827.8
平年	上	90.1	62.6	107.9	57.3	110.2	45.9	142.1	53.0	185.5	70.3	170.8	53.9	126.4	35.5	164.5	62.3	126.9	46.6	107.9	42.0	94.3	58.0	76.9	49.3	-	-	-
	中	95.3	63.1	114.9	57.9	136.4	58.4	153.8	57.6	181.4	65.5	137.6	40.8	154.5	47.6	136.5	47.4	130.9	45.9	113.2	50.0	76.2	46.8	72.9	48.7	-	-	-
	下	112.9	66.0	92.9	42.2	159.8	64.4	164.8	59.3	189.9	66.2	132.2	38.0	169.6	56.8	161.9	56.9	120.8	43.9	94.5	42.0	75.4	50.2	99.6	61.2	-	-	-
	平均	298.3	191.7	315.6	157.4	406.5	168.7	460.7	172.6	555.2	204.0	440.7	136.5	450.5	137.4	462.9	163.9	376.8	135.1	317.3	134.4	245.9	155.0	240.9	159.3	4571.4	1916.0	

*日射量は5月～11月、日照時間は10月～11月で一部欠測。同期間中の測定値は測定できた日の分のみ。

令和元年 最高気温・最低気温（旬間平均）



令和元年 降水量（旬間合計）



*10月～11月は一部欠測。同期間中の測定値は猪之頭での参考値（富士農林事務所提供）。