

ISSN 1882-9368

静岡県畜産技術研究所研究報告

Vol. 14 2021.12

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 14 号 (2021)

目 次

【酪農】	
小熊亜津子・大村学海・閨間英之・永田浩章： 体圧センサーを活用したウシ分娩検知システムの開発	1 - 2
【肉牛】	
森谷美咲・齊藤瑠人・小林幸恵・塩谷治彦： 酒粕給与による黒毛和種肥育技術の検討	3 - 6
【飼料環境】	
佐藤克昭： 乳牛ふん乾燥燃料の製造工程におけるライフサイクルアセスメント評価	7 - 8
【養豚】	
大谷利之・寺田圭・伊神悠祐・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	9 - 10
伊神悠祐・寺田圭・大谷利之・柴田昌利： フジキンカの交配方法検討による生産性向上 (第 3 報)	11 - 12
【養鶏】	
進士遥奈・柴田昌利：採卵鶏に対する空冷の影響 (第 2 報)	13 - 15
【環境】	
寺田圭・伊神悠祐・大谷利之・杉山典：豚舎内の臭気と新たに開発したニオイセンサ値の関係	16 - 17
【事業報告】	
肉牛科 (森谷美咲・齊藤瑠人・小林幸恵・塩谷治彦)：家畜改良推進事業	18 - 19
肉牛科 (齊藤瑠人・森谷美咲・小林幸恵・塩谷治彦)：放牧育成事業	20 - 21
肉牛科 (小林幸恵・齊藤瑠人・森谷美咲・塩谷治彦)：和牛受精卵供給事業	22
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	23 - 24
【記録】	
所外掲載学術誌・発表等	25 - 26
組織・気象表等	27 - 29

体圧センサーを活用したウシ分娩検知システムの開発

Development of calving detection system by using body pressure sensor

小熊亜津子・大村学海・間間英之・永田浩章
工業技術研究所富士工業技術支援センター機械電子科 井出達樹・齊藤将人*・真野毅**
株式会社メディカルプロジェクト 小林信明・一言貴則

緒 言

近年、酪農経営において生産基盤強化を図るためには、作業効率の改善やコスト削減に基づいた一定の規模拡大が必要であると言われている。しかし、大規模化が進行する一方で、酪農は、他畜種や製造業に比べ労働時間が長く、担い手の高齢化や後継者不足に直面しており、労働時間の削減、労働力の確保が喫緊の課題となっている。

特に分娩は、介助の遅れが母子の生存やその後の母牛の生産性に大きく影響するため、生産者は、夜間であっても分娩を監視するなど大きな労働負担を強いられている。そのため、分娩監視にかかる負担軽減につながる正確な分娩予測技術の開発が期待されている。そこで、人用に開発されている介護用見守りシステム（圧検知センサ）を活用し、検知方法として深層学習の手法の一つである畳み込みニューラルネットワーク（以下、CNN）を取り入れた牛に非拘束・非侵襲の分娩検知システムの開発を試みた。

材料および方法

1 分娩検知プログラムの確立

(1) 材料

2017年1月から2020年10月に当所で飼養したホルスタイン種雌牛延べ56頭を供した。

(2) 試験方法

ポリカーボネート板とゴム板の間に圧を検知するシリコンチューブを挟み込んだマット状の圧検知センサ（図1、以下、センサマット）を分娩房の牛床マット下に敷設し、圧波形データを取得した。同時に、上部から牛体全体を撮影可能である位置に赤外線カメラを設置、画像データを取得した。得られた圧波形データについて、画像データを確認しながら、分娩時に特徴的な“いきみ”が、それ以外の動作であるかを獣医師3名で照合した。

共同研究機関である工業技術研究所富士工業技術支援センターでは、これら照合結果を動作ごとに分類し、40頭分の分娩データを使用して、CNNモデルの検証、最適化を行った。このCNNモデルを使用した分娩検知プログラムを構築し、モデル

作成には使用していない16頭分の分娩データを用いて精度を検証した。

2 センサの改良

(1) 材料

2020年3月から2020年12月に当所で飼養したホルスタイン種雌牛延べ8頭を供した。

(2) 試験方法

塩ビシートとチューブが一体化したシート状の圧検知センサ（図2、以下、センサシート）を試作した。牛舎内に新設したつなぎ飼用ストールの牛床マット下にこのセンサシートを設置し、この上で牛を飼育して、分娩時の圧波形データ、画像データを取得。分娩検知プログラムの確立と同様に獣医師3名による動作の照合作業を行った。

ア 調査1 耐久性の検証

使用上の損耗や分娩後の洗浄、消毒、乾燥による損傷等、センサシートの耐久性を検証した。

イ 調査2 既存プログラムの適用検証

センサマットにおける分娩データを基に確立した分娩検知プログラムが、センサシートで取得した圧波形データにも適用可能であるか検証した。

結 果

1 分娩検知プログラムの確立

分娩検知プログラムのセンサマット（分娩房）での適用結果を表1に示した。検知精度は0.993と、全ての牛分娩データに対し検知可能であった。

2 センサの改良

ア 調査1 耐久性の検証

使用期間中、10回の洗浄、消毒、乾燥を行ったが、チューブ内への浸水や破損等は確認されず、圧の感度にも変化は認められなかった。

イ 調査2 既存プログラムの適用検証

分娩検知プログラムのセンサシートで得られたデータへの適用結果を表2に示した。0.976と高い検知精度が得られ、8頭全ての牛分娩データに対し検知可能であった。

考 察

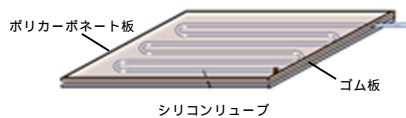
* 現 企業局西部事務所 ** 現 工業技術研究所

分娩検知システム開発

CNN を用いた分娩検知プログラムにより、分娩房及びつなぎ飼い環境の両方で、分娩を全て検知でき、高い検知精度を得ることができた。また、センサ部位を軽量且つ丈夫なシート状に改良することで、センサマットに比べ、設置に要する労力や時間が大幅に削減され、加えて、飼養衛生管理上、重要とされる洗浄、消毒、乾燥を可能にした。更に、製作費用でもセンサシートは、センサマットの約 1/10 である 3 万円程度にまで圧縮され、中小規模の酪農家でもシステムの導入を検討できるのではないかと考えている。

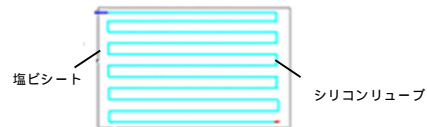
現在、令和 3 年度内の商品化を目指し、開発した分娩検知プログラムによる陣痛検知をメールで飼育者へ報知する“分娩検知システム”を試作、近隣酪農家において実証試験を行っている。

近年、牛にウェアブルセンサを装着し、体温や行動量の変化から分娩を検知するシステムが開発されている。しかし、今回開発したシステムは、牛に非拘束・非侵襲であることで、分娩監視にかかる労力低減に加え、センサ装着による牛へのストレス、生産者がセンサの装着や交換に要する作業の解消に貢献できるものと期待している。



360cm × 540cm 厚さ 約 8mm

図 1 センサマット形状



160cm × 105cm 厚さ 約 6mm

図 1 センサシート形状

表 1 分娩検知プログラムの適用結果
(センサマット：分娩房)

牛番号	TP	FP	FN	牛番号	TP	FP	FN
No.1	6	0	0	No.9	21	0	0
No.2	7	0	0	No.10	3	0	1
No.3	9	0	0	No.11	3	0	1
No.4	7	0	0	No.12	8	0	15
No.5	3	0	4	No.13	13	0	0
No.6	5	0	0	No.14	10	0	1
No.7	2	0	0	No.15	8	1	2
No.8	23	0	0	No.16	8	0	1

TP: いきみを正しく検知 FP: いきみを誤検知

FN: いきみを失検知

検知精度(適合率) = $TP / (TP + FP) = 0.993$

表 2 分娩検知プログラムの適用結果
(センサシート：つなぎ飼い)

牛番号	TP	FP	FN
No.1	4	0	3
No.2	13	0	3
No.3	4	0	0
No.4	12	1	1
No.5	15	1	0
No.6	10	0	0
No.7	9	0	13
No.8	16	0	0

TP: いきみを正しく検知 FP: いきみを誤検知

FN: いきみを失検知

検知精度(適合率) = $TP / (TP + FP) = 0.976$

酒粕給与による黒毛和種肥育技術の検討

Examination of fattening technology of Japanese black beef cattle by feeding sake lees

森谷美咲・齊藤瑠人・小林幸恵・塩谷治彦

緒言

静岡県の酒蔵は、県が開発した「静岡酵母」と酒造用米「誉富士」を用いて高品質な日本酒を製造している。しかし、近年は日本酒の製造粕である酒粕の利用量が減少しており、産業廃棄物として処理されている。

一方、乳牛に酒粕を給与した先行研究では、牛の嗜好性が良く、良質なタンパク飼料として利用可能であること、酒粕に含まれる酵母に粗飼料分解性を向上させる可能性があることが報告されている。

そこで、黒毛和種肥育牛へ酒粕を給与することにより粗飼料消化性向上を図るとともに、特徴ある牛肉を生産できるか検討した。

材料および方法

1 酒粕の保存方法の検討

酒粕は冬季に限定して生産されるため、飼料として牛に通年給与する場合はその保存が課題となる。そこで、酒粕の保存方法について検討した。

平成31年産純米吟醸酒絞りかすをビニール袋に詰めて空気を抜き、中蓋付きの遮光・密閉容器に入れて常温保存し、経時的変化を観察した。試験期間は令和元年6~12月の6ヶ月間とした。

2 酒粕の粗飼料消化性の検討

酒粕の粗飼料消化性の確認および保存による機能性の変化を検討するため、粗飼料消化試験を実施した。

人工胃液（人工唾液（表1）と黒毛和種胃液を4:1で混合したもの）20ml に対し1の試験において保存した酒粕（保存前、2ヶ月および6ヶ月保存）0.5g、2mmメッシュ以下に粉碎したチモシー乾草0.5gを加え、CO₂濃度20%に調整したインキュベーター内で38℃、12時間培養後、消化液中のヘミセルロース量を測定した。

3 肥育牛への酒粕給与試験

材料

供試牛：黒毛和種去勢牛6頭（試験区3頭、対照区3頭）
試験区には以下のとおり酒粕を給与し、酒粕を給与しないものを対照区とした。

酒粕：平成31年産純米吟醸酒絞りかす

方法

給与期間：12ヶ月間（16ヶ月齢~28ヶ月齢）

給与量：700g/日（給与飼料の7%）

検査項目：体重（2回/月）、枝肉成績、肉質検査

4 酒粕給与牛の牛肉の官能評価

(1) 供試材料

28ヶ月齢で出荷された黒毛和種去勢牛の胸最長筋5検体（試験区2検体、対照区2検体および基準となる牛肉1検体）を供試した。

(2) 調査項目

ア 肉質評価

ア 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。

(1) 成分分析

遊離アミノ酸：甘味および旨味を感じるもととなるアミノ酸7種類（アラニン、グリシン、グルタミン、セリン、スレオニン、アスパラギン酸、グルタミン酸）の含量を測定した。

イ 官能評価

官能評価はCATA法により実施し、パネリストは所内職員30人とした。供試牛肉は厚さ5mmにスライスし、160のホットプレートで両面を60秒ずつ焼き、試験まで70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、淡泊、こくがある、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。

5 統計解析

物性評価及び成分分析はt検定で比較した。官能評価は、コレスポンデンス分析により比較した。

結果

1 酒粕の保存方法の検討

保存した酒粕を肉眼で観察したところ、時間の経過とともに表面が湿潤になり、褐色を帯びていた。しかし、6ヶ月間保存した酒粕であっても腐敗臭は無く、固形状態を保っていた。

2 酒粕の粗飼料消化性の検討

消化液中のヘミセルロース量は、酒粕を添加したものと比較して酒粕を添加していないものでも有意に多かった。

また、6ヶ月保存酒粕と保存前酒粕の比較では、消化液に含まれるヘミセルロース量に差はなかった(表2)

3 肥育牛への酒粕給与試験

試験区に給与した酒粕は配合飼料と比べて高タンパクであり、脂肪交雑の妨げとなるビタミンAは含まれていなかった(表3)。試験区は対照区と比較して1日あたりの増体量が多く、枝肉重量に優れる傾向があった(表4)。一方、格付け成績および脂肪交雑等には差がなく、肉質検査においても肉の柔らかさ等に差は認められなかった(表5, 6)。

4 酒粕給与牛の牛肉の官能評価

官能評価試験に用いた牛肉において各区の肉質評価に差はなく、甘味および旨味を感じるもととなるアミノ酸量についても差は認められなかった(表7, 8)。

コレスポンデンス分析では、試験区同士、対照区同士の検体がそれぞれ近い位置に分布した。また、対照区の検体については「繊維が残る」、「肉らしい味」等の評価用語が選ばれたのに対して、試験区の検体では「口どけがよい」、「こくがある」等の評価用語が選ばれる傾向が認められた(図1)。

考 察

本研究の結果、酒粕には粗飼料消化性を向上させる機能があり、その働きは6ヶ月間常温保存しても維持されることが明らかになった。また、肥育中期～後期の黒毛

和種去勢牛に酒粕を給与すると、肉質に影響を与えずに枝肉重量が大きくなる傾向が認められた。さらに、酒粕を給与した牛の牛肉は、官能評価試験において「口どけがよい」、「こくがある」と評価され、対照区の牛肉と差が認められた。

以上のことから、肉用牛に酒粕を給与することにより、牛生体や肉質に負の影響を与えることなく特徴のある牛肉を生産できる可能性があり、本研究の成果を利用することで、特徴あるブランド牛肉の生産・販売が可能であることが示唆された。

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
 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 人工唾液の組成

材料	分量
蒸留水	500ml
NaHCO ₃	4.9g
KCl	0.285g
NaHPO ₄ ・12H ₂ O	4.65g
MgSO ₄ ・7H ₂ O	0.061g
CaCl ₂	0.02g

表2 粗飼料消化試験の結果

		ヘミセルロース(%)
酒粕添加なし		11.2±0.7 ^a
酒粕添加あり	保存前	8.6±0.9 ^b
	2ヶ月保存	9.0±0.8 ^b
	6ヶ月保存	9.2±0.8 ^b

a-b : p < 0.05

表3 酒粕の成分分析結果

	乾物 (%)	粗タンパク質 (%)	可消化養分総量 (%)	ビタミンA (IU)
純米吟醸酒粕	31.5	32.3	85.9	0
配合飼料	87.0	10.1	73.7	0

表4 試験牛の1日あたりの増体量 (kg/日)

	対照区	試験区
DG	0.78±0.02	0.93±0.08

表5 試験牛の枝肉成績

	枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値 (%)	BMS No.
対照区	459±12	54±2.9	8.1±1.4	2.5±0.4	73.6±0.7	3.7±0.5
試験区	551±37	65±14.9	8.0±0.9	2.2±0.4	74.4±2.5	5.0±0.8

表6 試験牛の肉質検査成績

	粗脂肪 (%)	水分 (%)	加熱損失 (%)	せん断力価 (kgf/cm ²)
対照区	23.9±3.4	53.6±1.9	20.7±1.4	3.1±0.5
試験区	28.8±6.3	51.6±2.8	19.3±1.9	2.9±0.1

表7 官能評価供試牛の肉質検査成績

	粗脂肪 (%)	水分 (%)	加熱損失 (%)	せん断力価 (kgf/cm ²)
基準肉	27.6	54.9	20.3	3.0
対照区	29.5±7.4	48.8±7.1	20.4±2.3	3.5±0.4
試験区	29.4±7.6	50.0±1.8	18.7±2.2	3.0±0.1

表8 官能評価供試牛のアミノ酸検査成績 (nmol/ml)

アミノ酸の種類	基準肉	対照区	試験区	
甘味	アラニン	226.8	227.4±67.9	281.6±42.3
	グリシン	47.1	56.2±7.9	61.9±3.6
	グルタミン	182.1	267.1±69.1	270.4±27.4
	セリン	30.3	31.2±1.7	42.2±2.5
	スレオニン	17.4	19.3±4.2	26.2±2.2
旨味	アスパラギン酸	48.6	67.2±5.9	62.9±6.0
	グルタミン酸	1.0	1.0±0.0	1.5±0.1

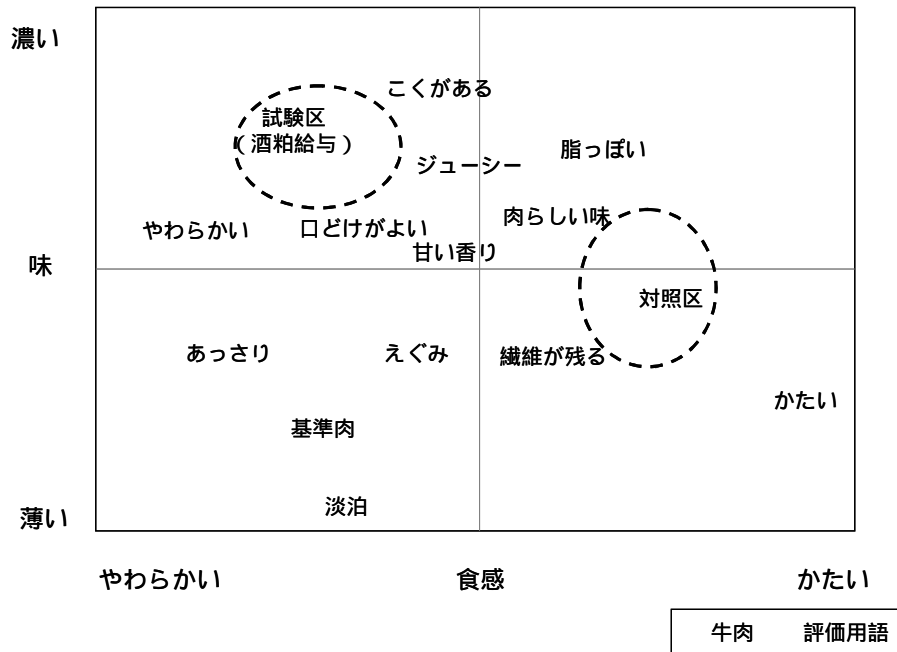


図1 官能評価結果

乳牛ふん乾燥燃料の製造工程におけるライフサイクルアセスメント評価

Life Cycle Impact Assessment of Fuel Fabrication by Dried Cattle Feces

佐藤克昭

緒 言

家畜排せつ物は国内で発生する産業廃棄物のおよそ 21%に相当する年間約 7,800 万トン(平成 30 年)が排出されており、その多くは堆肥化等により作物生産に還元されている。しかし、一部の畜産集中地帯では堆肥利用に限界があることから、当研究所において乳牛ふんの乾燥によるエネルギー利用技術に関する研究を行ってきた。しかし、エネルギー利用時における環境負荷については検討されていない。

そこで、乳牛ふんの乾燥燃料の製造工程における温室効果ガスの発生量の推定を目的に、以下の研究を行った。

材料および方法

評価対象製品は搾乳牛 100 頭規模の酪農場から発生する乳牛ふんの乾燥物とした。乾燥方法は佐藤ら(2020)の手法により、太陽熱温水器及び乾燥促進剤を併用した天日乾燥システムで、乾燥に要する期間は 8 日間、乾燥後の乳牛ふんは含水率 0.3、低位発熱量は 16.2MJ/kg であった。

システム境界は、図 1 のように牛舎から排出されたふん尿の乾燥システムへの投入から乾燥牛ふんの排出までとし、農場施設内で完結する範囲として、液肥製造工程を含めた。

温室効果ガスの発生量は、地球温暖化対策の推進に関する法律(平成 10 年法律第 117 号)に基づく排出量の報告に用いられる算定方法(環境省・経済産業省, 2021)を基準として用いた。

結 果

搾乳牛 100 頭規模の酪農場において、液肥製造工程を含めた乳牛ふん乾燥燃料製造の各工程における年間の温室効果ガス排出量を表 1 に示した。

乳牛ふんの乾燥燃料化における温室効果ガスの排出量は二酸化炭素換算で 238t/年と算出された。このうち最も排出量の多い工程は、天日乾燥中の一酸化二窒素によるもので 0.574t/年(二酸化炭素換算で 171t/年)であった。投入エネルギー由来の二酸化炭素は 11.2t/年、天日乾燥中のメタン排出量は 0.177t/年(二酸化炭素換算で 4.4t/年)と少なかった。液肥製造工程は一酸化二窒素の排出による温室効果ガスの排出量が多く 0.173t/年(二酸化炭素換算で 51.5t/年)であった。

燃料としての評価となる単位発熱量あたりの温室効果ガス排出量は 37.0kg/GJ であった。

考 察

家畜ふん尿の処理による温室効果ガスの排出は微生物反応に伴うメタン、一酸化二窒素の排出によるものが大きく、搾乳牛 100 頭規模のふん尿を堆肥化(堆積発酵)処理すると二酸化炭素換算で 947t/年の温室効果ガスが排出される。天日乾燥は微生物反応が堆肥化よりも抑制されることから、メタンの排出量は堆肥化の 1.7%、一酸化二窒素の排出量は 32.1%である。太陽熱と乾燥促進剤を利用した本乾燥システムは従来の天日乾燥に比べて 1/3 の期間で乾燥できることから、必要な外部エネルギーの投入による排出量を加えても、堆肥化に比べて温室効果ガスの排出量を 75%削減することが可能である(表 2)。

一方、燃料としての評価基準である単位熱量あたりの温室効果ガス排出量は、国産木質ペレット燃料の 21.0kg/GJ、国産チップ燃料の 10.1kg/GJ に比べて多い(森のエネルギー研究所, 2012)。これらの燃料はシステム境界が乳牛ふん乾燥燃料と異なるため、単純な比較はできないが、乳牛ふんの天日乾燥工程では地球温暖化係数の大きい一酸化二窒素の排出量が大きな割合を占めるため、木質バイオマスの単位熱量あたりの温室効果ガス排出量を下回することは難しいと思われる。

現時点では乳牛ふん乾燥燃料を使用した発電・熱利用施設は未設置であるが、今回試算したシステム境界外の輸送や発電・熱利用、焼却灰処理の工程においても今後検証する必要がある。

参考文献

環境省・経済産業省. 2021. 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver. 4.7, 2021 年 8 月 18 日引用,
URL: <https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/manual>
森のエネルギー研究所編. 2012. 木質バイオマス LCA 評価事業報告書. 24-40. 東京
佐藤克昭、岡本哲志. 2020. 乳牛ふん乾燥物の燃料特性. 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集 31:241-242

牛ふん燃料 LCA

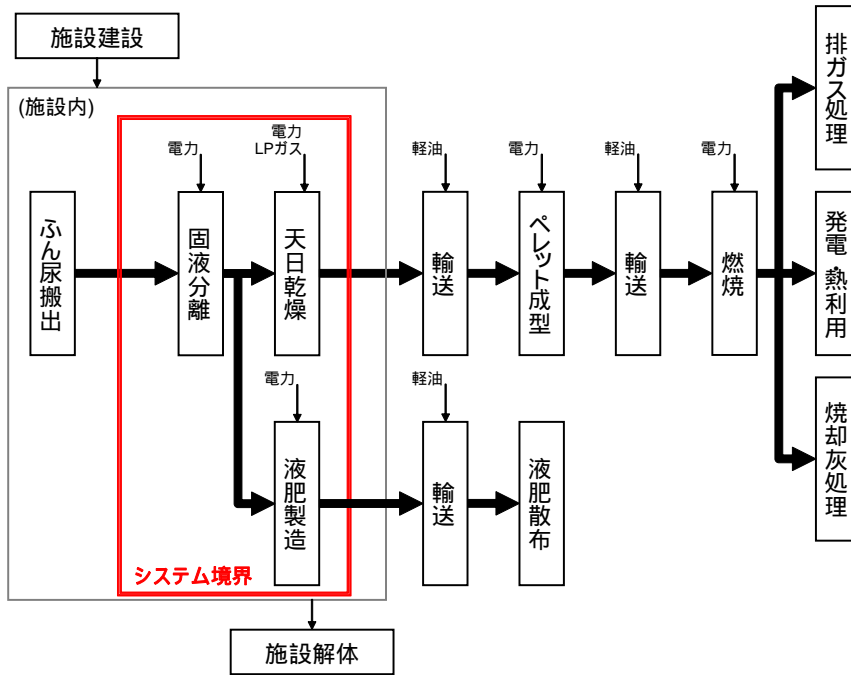


図 1 搾乳牛ふん乾燥燃料のライフサイクルとシステム境界

表 1 搾乳牛 100 頭規模のふん尿乾燥処理(燃料化)における温室効果ガスの発生量 (kg/年)

処理工程	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合計 (CO ₂ 換算)
固液分離	2.09 × 10 ³	-	-	2.09 × 10 ³
攪拌装置	8.31 × 10 ³	-	-	8.31 × 10 ³
太陽熱温水器	8.16 × 10 ²	-	-	8.16 × 10 ²
天日乾燥	-	1.77 × 10 ²	5.74 × 10 ²	1.76 × 10 ⁵
液肥製造	-	1.08 × 10 ⁰	1.73 × 10 ²	5.15 × 10 ⁴
合計	1.12 × 10 ⁴	1.78 × 10 ²	7.47 × 10 ²	2.38 × 10 ⁵

表 2 搾乳牛 100 頭規模のふん尿処理方法の違いによる温室効果ガスの発生量 (kg/年)

ふん尿処理方式	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合計 (CO ₂ 換算)
天日乾燥処理(従来法)	-	5.32 × 10 ²	1.73 × 10 ³	5.27 × 10 ⁵
天日乾燥処理(新方式)	1.12 × 10 ⁴	1.78 × 10 ²	7.47 × 10 ²	2.38 × 10 ⁵
堆積発酵処理	-	1.02 × 10 ⁴	2.32 × 10 ³	9.47 × 10 ⁵

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

大谷利之・寺田圭・伊神悠祐・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4戸の農家で年間約11,000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3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（総産子数、哺乳開始数、生時体重、離乳頭数、離乳時体重、育成率）
- (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」は、令和2年度は17腹が分娩し、125頭の子豚を生産した。なお雄2頭、雌3頭を場内で更新した。また、養豚農家4戸に雌10頭を販売した（表1）。

「フジロック2」は、令和2年度は36腹が分娩し、310頭の子豚を生産した。なお雄3頭、雌10頭を場内で更新した。また養豚農家7戸に雄17頭を販売した（表3）。

2 繁殖育成成績

「フジヨーク2」は令和2年度の平均総産子数7.1頭、平均産子体重1.5kg、離乳時育成率85.1%であった（表2）。

「フジロック2」は令和2年度の平均総産子数7.4頭、平均産子体重1.6kg、離乳時育成率81.7%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2年度（令和3年3月時点）における「フジヨーク2」の平均近交係数は9.4%、平均血縁係数は29.3%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6.6%、平均血縁係数21.4%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2年度の総産子数および離乳頭数は、系統間で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9.4%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	R2
分娩頭数(頭)		39	38	40	34	28	21	22	20	20	15	17
生産頭数(頭)	♂	142	153	161	129	101	81	89	69	79	55	52
	♀	150	148	165	127	100	91	86	80	64	68	73
自場更新頭数(頭)	♂	0	3	1	6	1	4	3	0	1	2	2
	♀	0	4	5	7	2	5	6	2	3	4	3
配布農場数(戸)		4	5	6	6	5	5	2	3	4	4	4
配布頭数(頭)	♂	0	2	3	2	0	4	0	1	5	0	0
	♀	7	38	30	28	18	13	8	11	5	11	10

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	R2
総産子数(頭)		7.5	7.9	8.2	7.5	7.2	8.2	8	8.5	7.9	7.3	7.1
哺乳開始数(頭)		7.5	7.9	8.2	7.5	7.2	8.1	8	8.3	7.9	7.3	7.1
生時体重(kg)		1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.5
離乳頭数(頭)		7	7	7	6.6	6.5	7.8	7.5	6.8	6.7	6.3	6.2
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	5.9
育成率(%)		93.2	87.8	85.4	87.5	90.6	95.2	94.3	83.1	84.8	86	85.1

表3 フジロック2の維持販売状況

年度		H28	H29	H30	R1	R2
分娩頭数(頭)		23	38	20	22	36
生産頭数(頭)	♂	90	137	61	72	168
	♀	91	157	68	78	142
自場更新頭数(頭)	♂	0	0	0	5	3
	♀	0	0	0	10	10
配布農場数(戸)		0	11	8	10	7
配布頭数(頭)	♂	0	55	37	16	17
	♀	0	3	0	0	0

表4 フジロック2の繁殖育成成績

年度		H28	H29	H30	R1	R2
総産子数(頭)		8	6.9	7.1	6.8	7.4
哺乳開始数(頭)		8	6.9	7.1	7	7.4
生時体重(kg)		1.3	1.4	1.5	1.5	1.6
離乳頭数(頭)		4.7	5.2	6.8	5.8	6.1
離乳時体重(kg)		5.7	5.2	4.6	5.8	4.4
育成率(%)		58.8	75.4	95.8	82.9	81.7

※Dから産まれた金華豚交雑種を生産した産子含む

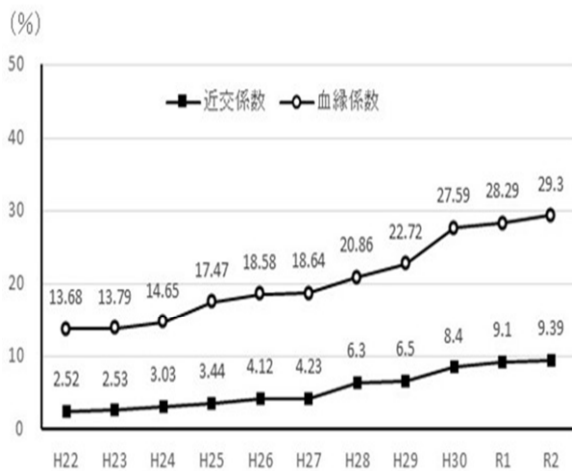


図1 フジヨーク2平均近交係数・平均血縁係数の推移

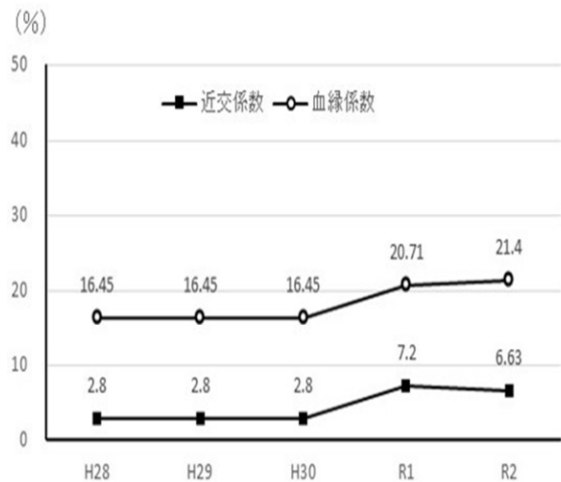


図2 フジロック2平均近交係数・平均血縁係数の推移

フジキンカの交配方法検討による生産性向上（第3報）

Productivity improvement by new breeding methods in *Fujikinka* (3rd)

伊神悠祐・寺田圭・大谷利之・柴田昌利

緒言

フジキンカは、当センターで開発した合成豚であり、肉質の良い「金華豚」と、産肉性の高いデュロック種を1対7の血液割合で持つ種豚を交配して生産された豚である。やわらかい肉質と風味の良い甘い脂肪を持ち、一度食べれば違いが分かる最高品質の肉質を持つ豚肉である。フジキンカは静岡県内の4つのグループで生産され、令和元年には約2千頭が出荷された。しかし銘柄豚として有名なトウキョウXでは年間約1万頭出荷されているなど、他の銘柄豚に比べフジキンカは生産頭数が少なく、市場からの需要に対して十分な供給量を確保できていないのが現状であり、生産拡大が求められている。生産拡大における課題としてはフジキンカの母豚1頭当たりの生産性が低いことが挙げられる。これはフジキンカが一般的なF1母豚と比較して、母豚が太りやすく管理が難しいため繁殖成績が低いこと、また肉豚として背脂肪が厚く産肉性が低いことが要因として挙げられる(山本ら2019)。

そこで本研究では、フジキンカを生産方法について交配方法を変更することにより生産性の向上を図ることとした。第一報では金華豚とデュロック種の血液割合が1対3の種雄豚とデュロック種母豚を交配することに変更し、生産性の向上を図った。第3報では、第1報より引き続き、新たな交配方法での発育性を調査した。また、新たな交配方法により作出した肉豚(以下NF)について画像診断装置を用いて産肉性の調査を行った。

材料および方法

1 材料

平成30年5月から令和2年6月までに出荷されたNF85頭、従来フジキンカ111頭。両区は不断給餌、自由飲水により飼養した。

2 方法

(1) 発育性調査

新たな交配方法による発育性の違いを調べるため、出荷日齢について調査を行った。調査豚は105kgに到達した翌週に出荷した。

(2) 産肉性調査

産肉性について調査するため、超音波画像診断

装置(本多電子HS-2200)を用い、出荷前日における背脂肪厚およびロース断面積を測定した。測定部位は背脂肪厚測定において一般的とされる、最後肋骨位の正中線から左右に6cm離れた点にあるP2部位とした。

結果

1 新たな交配方法による繁殖・発育調査

(1) 発育性調査

出荷日齢の平均はNFが 166.1 ± 10.8 (日)、従来フジキンカ 178.7 ± 15.2 (日)であった。両区に有意差が認められ($p < 0.01$)(表1)、新しい交配方法により発育性の向上が確認された。

(2) 産肉性調査

背脂肪厚の平均はNF 2.6 ± 5.4 (cm)、従来フジキンカ 3.1 ± 7.4 (cm)であった。ロース断面積の平均はNF 30.4 ± 4.0 (cm^2)、従来フジキンカ 27.4 ± 3.6 (cm^2)であった。背脂肪厚、ロース断面積ともに両区に有意差が認められ($p < 0.01$)(表1)、新たな交配方法により産肉性の向上が確認された。

考察

超音波画像診断装置によって背脂肪厚およびロース断面積を測定したところ、NFは従来のフジキンカに対して有意に背脂肪が薄くなり、ロース断面積が増加していることが明らかになった。肉豚を生産する際の交配方法を家系内交配からデュロック種との交配に変更したことにより、産肉性に優れたデュロック種の性質が肉豚世代により強く受け継がれた可能性や、従来のフジキンカよりもより強く雑種強勢の影響を受けている可能性が考えられた。また、出荷に要する日数については従来フジキンカに対して約12日短縮され、発育性の向上が見られた。この産肉性の改善および発育の向上により、出荷までのコストが削減されるとともに、この新しい交配方法は肉豚としての生産性向上に有効であることが示唆された。

新たな交配方法による産肉性の改善および発育の向上は枝肉調査からも同様の傾向が認められた。この新しい交配方法は肉豚の生産性を向上させ、フジキンカ生産農家の経営に資する一方で、フジキンカの特徴の一つである肉の柔らかさを示すシェアバリューが有意に高い値を示し、硬い肉とな

フジキンカ交配検討

る傾向を示すことが本研究の過程で明らかになった。これは従来のフジキンカがシェアバリューQTLについて金華豚型アリル(J型)をホモ(JJ)で持つものに対して、NFは金華豚型アリルとデュロック種型アリル(D型)をヘテロ(JD)で持つことが関係すると予想される。この点については引き続き検体数を増やして調査し、交配方法を変更したことによる影響を調査していく必要がある。また、今後はNFの試食会や官能評価試験を実施し、実際に食した時を想定した評価をしていくと共に、フジキンカ生産農家や食肉卸売関係者の声を反映した改良を進めていくことが必要である。

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、粟

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 出荷日齢および産肉性の調査

	n	*出荷日齢 (日)	*背脂肪厚 (cm)	*ロース断面積 (cm ²)
NF	85	166.1 ± 10.8	2.6 ± 5.4	30.4 ± 4.0
従来フジキンカ	111	178.7 ± 15.2	3.1 ± 7.4	27.4 ± 3.6

*p<0.01

採卵鶏に対する空冷の影響（第2報）

Effect of cooling on the Performance of Layer.(2nd report)

進士遥奈・柴田昌利

緒言

養鶏における暑熱対策として、送風、細霧冷房、畜舎環境の改善、ビタミン・ミネラルの追給等が行われている。近年、再生可能エネルギー利用の広がりにより太陽光パネルの価格が低下し、畜産分野においても農場への設備導入がみられるようになった。これにより、安価な自家再生エネルギーを利用して鶏舎の空冷を行い、鶏に適した温度環境を作ること、暑熱被害を抑制し、生産性を向上させることが期待できる。そこで太陽光エネルギーを導入する際の規模条件を算出するため、空冷を行った場合の採卵鶏の生産性を調査した。第一報では産卵初期の若齢鶏に対する空冷の効果を検証し、産卵開始時の産卵数の増加を報告した。今回は産卵後期の成鶏に対する影響を調査し、さらに送風設備を併用することで空冷の効率化を検討した。

材料および方法

1 材料

平成31年3月19日餌付け白色レグホン系採卵鶏140羽を令和元年の試験から継続して供試した。

2 方法

(1) 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の家庭用エアコン及び送風機（ENRICH、45cm工場扇）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た。各区は、第一報で16羽3反復に分け、単飼ケージに収容した鶏を継続使用したが、今回の調査開始時の羽数は一部へい死により減少し冷房区（16、16、16）、無窓区（16、15、16）、開放区（15、15、15）であった。

(2) 調査期間

令和2年7月21日から10月27日とした。

(3) 冷房区の管理

令和2年6月16日からエアコンを設定温度22℃で作動させ、調査開始まで供試鶏を馴致した。暑熱時間帯を対策が必要な7:00から23:00までとし、1日の運転時間はエアコンを10:00から18:00の8時間、送風機を7:00から10:00、18:00から23:00の計8時間としたが、令和2年8月11日から9月30日までの夏期期間中はエアコン

を9:00から18:00の9時間、送風機を7:00から9:00、18:00から23:00の計7時間運転とした。

(4) 調査項目

調査項目は気温（最高気温、最低気温）、エアコンの消費電力量、パンティング羽数割合、生産成績（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、卵殻重量割合）、規格外卵率）及び生存率とした。気温はセンターの百葉箱内（外気温）及び鶏舎内の飼育ケージ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8月から9月の間、外気温が29℃を超えた任意の日の14:30から16:00の間に各区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、飼料要求率、規格外卵率は産卵数、卵重、規格外卵数を毎日記録し、2週間ごとに集計した。外部卵質は7月から9月までは2週間ごと、10月は4週間ごとに測定した。

(5) 統計処理

有意差検定はTukey-Kramer検定を実施した。

結果

1 鶏舎内温度

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2.5℃、最大で4.7℃低くなった（図1）。冷房実施期間を通じた消費電力量は885.8kWh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76週齢で開放区より冷房区が、80週齢で開放区より無窓区が有意に大きくなった。産卵率は82週齢で無窓区が他の2区より高かった。平均卵重は74週齢で冷房区が開放区より大きかった。飼料要求率は70及び72週齢で冷房区及び無窓区が開放区よりも高かった。卵殻重量割合は80週齢及び84週齢で開放区が冷房区より高くなった。規格外卵率は82週齢で無窓区が開放区より高くなった。

3 生存率

生存率は、70 週齢で開放区が無窓区より有意に高くなった（表 1）。試験終了時の生存率は冷房区 96%、無窓区で 92%、開放区で 88%であったが、有意な差は認められなかった。

考 察

採卵鶏の適正温度は 18～24℃とされており、13～29℃の温域では生産性に影響が生じないと考えられている（鶏病研究会 2015）。夏季の暑熱対策として施設整備や飼養管理の工夫等が行われているが、より積極的な対策として、太陽光による自家再生エネルギーを利用して鶏舎を空冷し、採卵鶏の生産性を向上させる方法を検討した。

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 2.5℃、最大で 4.7℃低くなった。これは、第 1 報における試験結果（平均 2.1℃、最大で 5.5℃低下）と同程度と考えられた。また、第 1 報では、エアコンの連続運転を行ったが、今回はより効率的な空冷方法を検討するため、送風機による送風を組み合わせ、エアコンは気温の上昇する日中のみ使用する間欠運転を実施した。その結果、今回はエ

アコンと送風機の消費電力を合計しても第 1 報の積算電力使用量 1,646kwh の約半分である 886kwh まで電力消費を抑えることができた。

一般に産卵後期ほど暑熱による影響が強く生じるといわれるが、空冷による増産は生産期間を通じて、第 1 報で報告した 24 週令からの 2 週間 3% の増産のみが認められた。一因として、産卵後期には加齢により生理的な産卵率の低下が生じるため区ごとの産卵率のばらつきが大きくなったことが推察される。

2 年間の調査から、市場価格に基づいた卵価で試算した空冷による利益では、冷房設備及び太陽光エネルギー利用システム導入費用に対し採算がとれないことが明らかになった。空冷による採卵鶏の管理は経済的視点からは現実的ではないが、夏季気温の上昇傾向が続く場合、アニマルウェルフェアの付加価値をつけた鶏卵生産に活かせる可能性が考えられる。

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

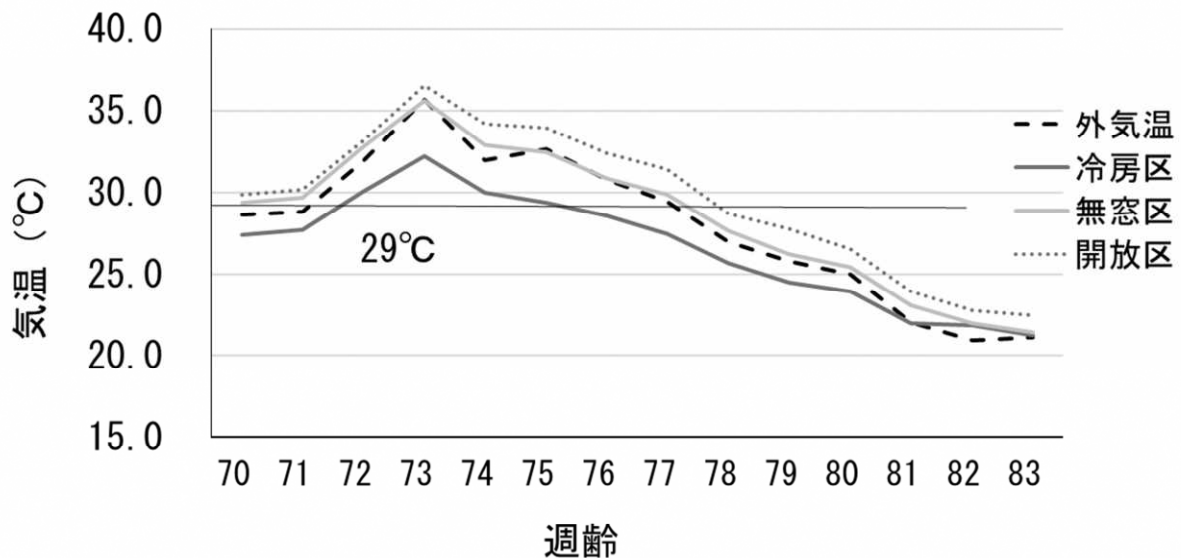
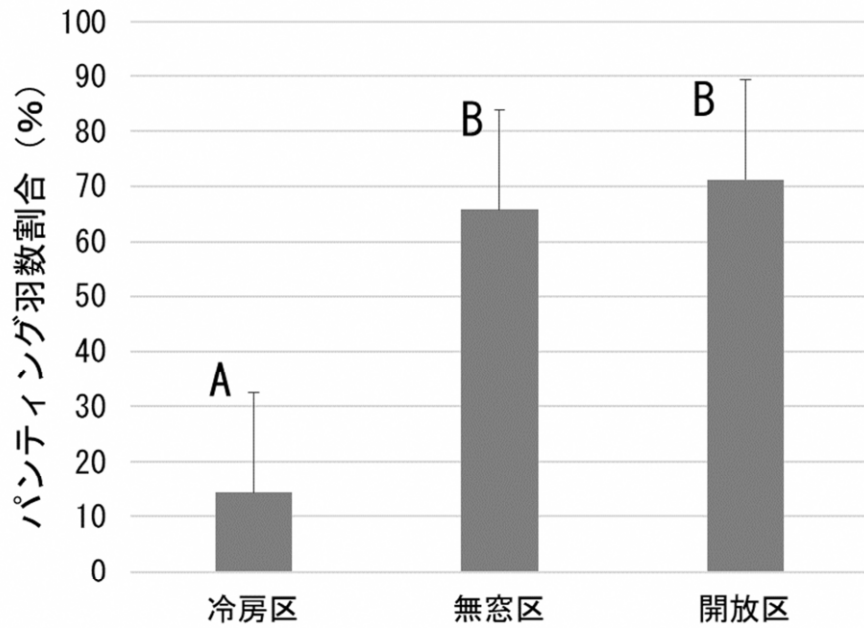


図1 最高気温の推移



* 異文字間に有意差あり: $p < 0.01$

図2 パンティング羽数割合

表1 生産成績の推移

	週齢	70	72	74	76	78	80	82	84
飼料消費量 (g/羽/日)	冷房区	111.1	112.3	115.6	109.4 a	102.7	112.7	112.0	115.2
	無窓区	106.2	111.9	107.3	104.0	104.5	115.3 a	113.7	111.3
	開放区	107.9	109.6	108.8	100.2 b	103.0	106.8 b	111.9	112.7
ヘンデイ産卵率 (%)	冷房区	94.1	96.0	92.6	91.8	92.0	91.7	91.2 B	91.7
	無窓区	93.2	94.3	92.6	87.1	92.3	96.4	96.3 Aa	94.3
	開放区	95.8	96.2	90.2	85.1	90.8	92.0	91.9 b	94.9
平均卵重 (g)	冷房区	65.5	66.2	65.7 a	65.8	66.3	66.6	67.2	67.6
	無窓区	64.7	65.0	64.0	63.3	64.2	65.0	66.5	67.0
	開放区	65.7	65.6	63.8 b	63.7	65.3	65.7	67.0	67.0
産卵日量 (g)	冷房区	61.7	63.5	60.9	60.5	61.0	61.1	61.3	62.0
	無窓区	60.3	61.3	59.3	55.1	59.2	62.7	64.0	63.2
	開放区	62.9	63.1	57.5	54.3	59.2	60.4	61.6	63.6
飼料要求率	冷房区	1.85 a	1.79 a	1.97	1.76	1.77	1.80	1.83	1.88
	無窓区	1.83 a	1.86 a	1.83	1.85	1.75	1.85	1.81	1.80
	開放区	1.72 b	1.74 b	1.95	1.91	1.74	1.77	1.82	1.81
卵殻強度 (kg/cm ²)	冷房区	NT	3.37	3.19	3.17	3.21	2.99	NT	3.03
	無窓区	NT	3.16	3.27	3.22	3.21	3.24	NT	3.28
	開放区	NT	3.57	2.99	3.31	3.35	3.46	NT	3.26
卵殻厚 (mm)	冷房区	NT	35.38	33.49	34.45	35.11	34.29	NT	35.26
	無窓区	NT	34.71	33.62	34.34	35.57	35.85	NT	35.71
	開放区	NT	34.62	33.33	35.06	34.61	35.90	NT	36.12
卵殻重量割合 (%)	冷房区	NT	9.23	9.01	9.42	9.73	9.48 a	NT	9.49 a
	無窓区	NT	8.75	8.86	9.79	9.78	9.88	NT	9.77
	開放区	NT	9.61	9.56	9.85	10.17	10.46 b	NT	10.38 b
規格外卵率 (%)	冷房区	0.16	0.32	1.22	0.31	0.34	0.18	0.54	0.68
	無窓区	1.81	2.00	1.87	1.99	0.88	0.85	1.88 a	2.09
	開放区	0.31	0.15	0.19	0.72	0.37	0.18	0.00 b	0.36
生存率 (%)	冷房区	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9	95.8	95.8	95.8
	無窓区	93.8 a	93.8	93.8	93.8	91.7	91.7	91.7	91.7
	開放区	100.0 b	97.9	93.8	93.8	89.6	89.6	89.6	87.5

*異文字間に有意差あり: 小文字 $p < 0.05$, 大文字 $p < 0.01$

豚舎内の臭気と新たに開発したニオイセンサ値の関係

Relationship between a new odor sensor value and the odor in a pig house.

寺田圭・伊神悠祐・大谷利之・杉山典

緒言

豚舎内の臭気をリアルタイムでモニタリングするため、豚舎内の臭気を数値化し無線で送信するニオイセンサを開発した。開発したニオイセンサが実際に臭気を数値化しているか検証するため、豚舎内で収集した空気に含まれている臭気物質 (Hartung J and V R Phillips 1994) と開発したニオイセンサ値 (ODS) との関係を検証した。

材料および方法

1 収集データ

2019年9月9日、9月24日および10月23日に、肥育豚約100頭が飼養されている肥育豚舎(南北12m×東西31.5m、容積1,414m³)に設定した10地点のODS、温度、アンモニア濃度および低級脂肪酸濃度(プロピオン酸およびノルマル酪酸)のデータを収集した。各地点1mの高さで収集し、各地点は場所として西側、中央、東側および入口に振り分けた(図1)。アンモニアは検知管法で低級脂肪酸はGC-FID法で測定した。なおODSは低いほど臭気が強いことを示す。

2 統計処理

肥育豚舎内の臭気物質濃度およびODSは測定日および場所を要因に分散分析、多重比較を実施した(守屋と広岡 2018)。ODSが臭気物質濃度に関係しているか検証するためにODSを目的変数とした重回帰分析を実施し、ステップワイズ法にて説明変数を決定した。統計処理プログラムはRを使用した。

結果

1 基本統計量

肥育豚舎内の場所ごとの臭気物質およびODSの平均値を表1に示した。場所によりプロピオン酸濃度とノルマル酪酸濃度に有意差が得られた($p < 0.1$)。アンモニア濃度およびODSに有意な差は得られなかった。

2 重回帰分析

重回帰分析の分散分析表を表2に示した。ステ

ップワイズ法により、温度、アンモニア濃度、プロピオン酸濃度が説明変数に選ばれ、自由度調整済み決定係数は0.60であった。

考察

表1において、低級脂肪酸で場所による有意差が得られ、今回調査を実施した肥育豚舎は西側が比較的臭気が強い場所であると考えられた。ODSは西側の数値が低い傾向があったものの有意差は得られなかった。ODSの変動が影響していると考えられ、数値の安定性が今後の課題となった。

表2に重回帰分析の分散分析表を示した。自由度調整済みの決定係数は0.60でやや良い説明力を持つことが示された。アンモニア濃度およびプロピオン酸濃度の係数は負となった。臭気物質の濃度が上昇するとODSの値が減少するという関係が見いだされことから、ODSは豚舎内の臭気を数値化していると考えられた。標準化係数においてアンモニアとプロピオン酸の係数は同等の値であり、それぞれの濃度の変化に影響を受けていることが示された。プロピオン酸とノルマル酪酸の間の相関係数は0.88であり、同じ挙動で発生していたことから、ノルマル酪酸は重回帰分析から除外されたと考えられた。温度は標準化係数において最も値が大きく、正であることから、温度が上昇するとODSが上昇する関係が見いだされた。

一般的に温度が上昇すると臭気物質濃度も上昇する(川村ら 2019)ため、ODSは低下すると予想される。温度の上昇がセンサの値を上昇させていることから今後、臭気の影響の少ない環境でODSを取得し、温度の影響を補正する予定である。

参考文献

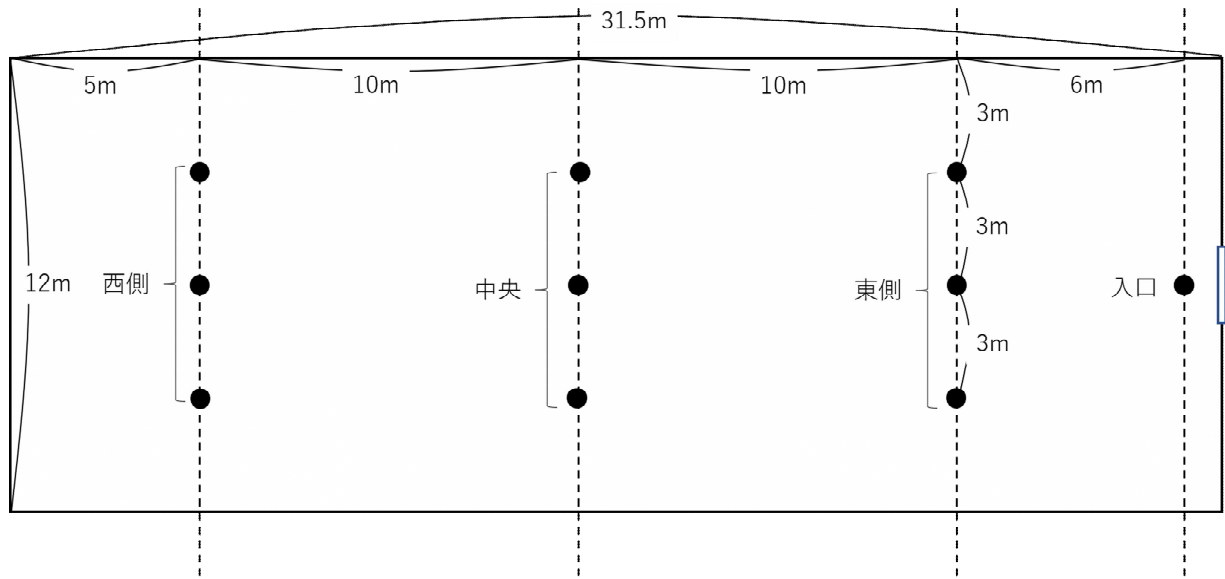
Hartung J. and V R Phillips.1994. Control of Gaseous emissions from livestock buildings And manure stores. Journal of Agricultural Engineering Research. 57. 173-189.

川村英輔、高田陽、今村弥生、松原英隆.2019. 豚ふん由来臭気成分が豚舎臭気に及ぼす影響. 日本養豚学会誌. 56巻4号. 127-138

守屋和幸、広岡博之.2018.Rパッケージを用いた

豚舎内臭気センサ

最小2乗分散分析と最小2乗平均値の算出. 日本畜産学会報. 89(1). 1-6.



臭気物質および ODS の収集地点 (各地点の 1m の高さで 3 回収集)

図 1 肥育豚舎模式図と臭気物質および ODS の収集地点

表 1 肥育豚舎内の各場所における温度、臭気物質濃度および ODS の平均値 値(±SD)

場所	n	アンモニア濃度(ppm)	プロピオン酸濃度(ppm)	ノルマル酪酸濃度(ppm)	ODS ± (SD)
西側	27	29.9 (1.2)	8.7 (4.6)	0.03 ^a (0.01)	3182 (10)
中央	27	30.2 (2.1)	5.2 (2.7)	0.02 ^{ab} (0.02)	3187 (12)
東側	27	29.2 (2.5)	6.6 (5.8)	0.02 ^{ab} (0.01)	3191 (16)
入口	9	28.9 (2.7)	3.6 (2.9)	0.01 ^b (0.01)	3190 (15)

異文字間に有意差あり (p<0.1)

表 2 重回帰分析の分散分析表

	標準化されていない係数		標準化係数		有意確率
	B	標準誤差	ベータ	t値	
モデル 1 (定数)	3105	16	0	0	1.00
温度	3.07	0.51	0.47	6.0	0.00
アンモニア濃度	-0.73	0.26	-0.26	-2.9	0.01
プロピオン酸濃度	-273	94	-0.24	-2.9	0.00

目的変数 ODS 自由度調整済み決定係数 0.60

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～

森谷美咲・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3年1月までに収集された血統情報と枝肉成績が合致する23,328頭（去勢：6,182頭、雌：17,146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75,893頭（種雄牛：1,255頭、繁殖雌牛：74,638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74,638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28.57（前回28.56）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2.63kg、ロース芯面積は0.62cm²、脂肪交雑は0.04向上していた。また、歩留等級では94.1（前回93.9）%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82.6（前回81.4）%であった。

2 県内供用中繁殖雌牛の育種価

繁殖雌牛74,638頭（評価全体）のうち、過去3年間（平成30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7,011頭（供用中）と、そのうち県内で飼

養されている200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、ロース芯面積、バラの厚さ、歩留および脂肪交雑が大きく、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1,422頭（県内全体）と、そのうち供用中の200頭（県内供用）の各産肉肉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)	479.09	(+2.63)	59.23
ロース芯面積(cm ²)	63.06	(+0.62)	11.22
バラの厚さ(cm)	8.32	(+0.02)	0.97
皮下脂肪厚(cm)	2.75	(+0.01)	0.80
歩留基準値(%)	74.70	(+0.06)	1.75
脂肪交雑(基準値)	2.21	(+0.04)	0.98
屠殺時月齢(月)	28.57	(+0.01)	1.48

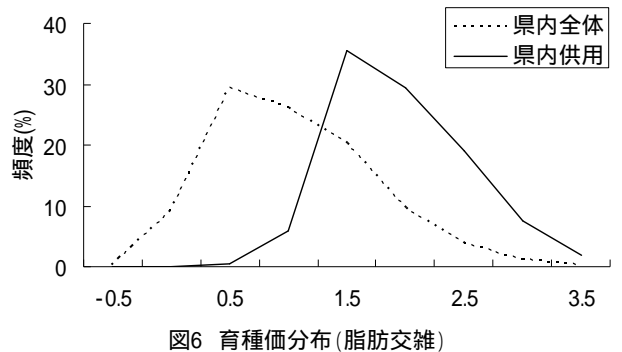
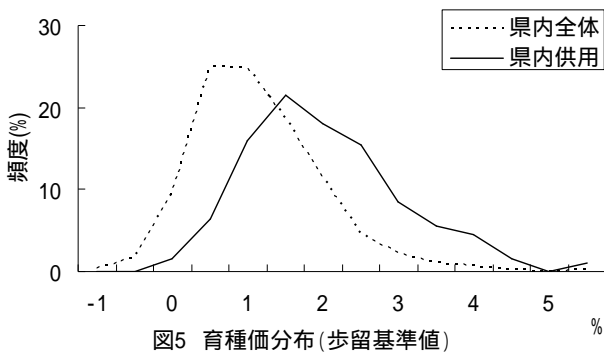
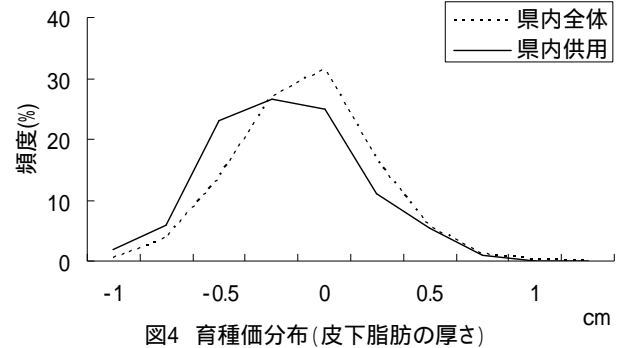
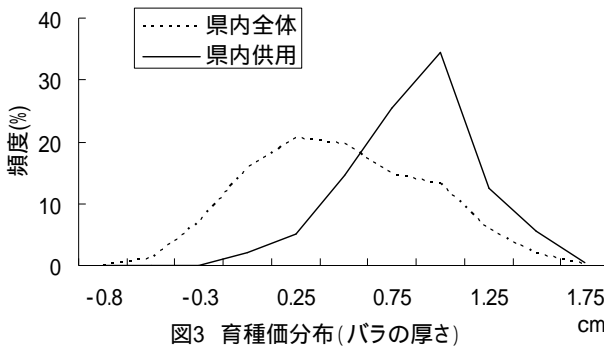
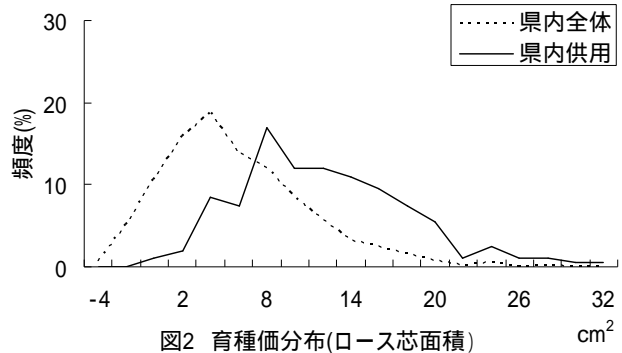
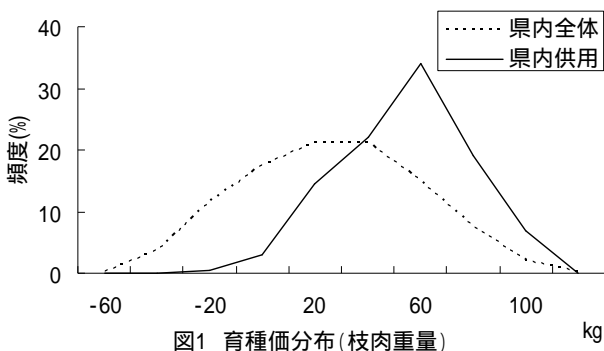
脂肪交雑基準値: 2-=-1.67, 2=2.00, 2+=2.33

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	433	3,038	7,423	10,966	21,960
(%)	0.0	1.9	13.0	32.2	47.0	94.1
B	0	113	473	543	222	1,351
(%)	0.0	0.5	2.0	2.3	1.0	5.8
C	0	1	8	7	1	17
(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
計	0	547	3,519	8,073	11,189	23,328
(%)	0.0	2.3	15.1	34.6	48.0	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	19.690	23.921
	供用中	40.700	21.870
	県内供用	44.002	24.040
ロース芯面積 (cm ²)	評価全体	3.918	4.130
	供用中	10.467	4.736
	県内供用	10.954	6.008
バラの厚さ (cm)	評価全体	0.363	0.345
	供用中	0.692	0.292
	県内供用	0.751	0.322
皮下脂肪厚 (cm)	評価全体	-0.119	0.242
	供用中	-0.259	0.341
	県内供用	-0.311	0.359
歩留 (%)	評価全体	0.656	0.704
	供用中	1.638	0.876
	県内供用	1.756	1.021
脂肪交雑 (基準値)	評価全体	0.675	0.592
	供用中	1.667	0.452
	県内供用	1.707	0.543



放牧育成事業

齊藤瑠人・森谷美咲・小林幸恵・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、令和2年度放牧育成牛として令和元年11月から令和2年1月までの間に7回に分けて計50頭が入場した。

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（フリーバーン）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、最も早い群は令和2年4月21日から馴致放牧を行い、令和2年5月10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2年10月6日に放牧を終了した。

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、必要に応じて治療を行った。

放牧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、プアオンタイプのイベルメクチン製剤及びフルメトリン製剤を衛生検査時に交互に施用した。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、ビタミン剤及び鉄製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、プユヤ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350kg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（2頭）は、農家の希望により、AIを行わず令和2年1月に早期退場した。

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 66 頭、黒毛和種精液を用いた AI を 1 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

令和 2 年 4 月から令和 3 年 3 月の放牧育成牛受託延べ日数は 15,878 日であった(表 1)。受託牛 50 頭の平均は、入場時体重 289.0 kg、退場時体重 569.7 kg、受託期間 322.9 日、期間内 DG 0.87 kg/日であった(退場時体重、

受託期間、期間内 DG に、1 月に早期退場した 2 頭の数値は含まれていない)(表 2)。初回繁殖成績は、乳用種性選別精液を用いた AI による初回受胎率は、64.6% (31/48 頭)であった(表 3)。最終的な受胎率は、AI 67.2 % (45/67 頭)、マキ牛による自然交配 100.0 % (4/4 頭)であった(表 4)。また、受胎牛のうち 1 頭で流産を認めたため、追加の AI を行い、受胎未確認のまま退場した。その後農家で受胎が確認された。

分娩予定月齢は平均 24.1 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 27.7 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
R2	4	49		1	1,467
	5	48			1,488
	6	48			1,440
	7	48			1,488
	8	48		6	1,396
	9	42		7	1,121
	10	35		14	781
	11	21	16	10	747
	12	27	16		1,213
	R3	1	43	18	6
2		55		1	1,529
3		54		4	1,613
合計		518	50	49	15,878

表 2 発育成績

入場時体重	退場時体重	受託期間	期間内 DG
289.0 kg	569.7 kg	322.9 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	48	31 64.6
	黒毛和種	0	
自然交配	黒毛和種	0	
合計	48	31	64.6

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	66	44 66.7
	黒毛和種	1	1 100.0
自然交配	黒毛和種	4	4 100.0
合計	-	48*	-

* 流産 1 頭を含む

和牛受精卵供給事業

小林幸恵・齊藤瑠人・森谷美咲・塩谷治彦

目 的

全国的に肥育用の和牛素牛価格が高騰する中、県内肥育農家の経営安定のために、子牛が県内で安定供給されることが求められている。

そこで、遺伝子解析技術と受精卵採取技術を活用して、肥育成績に関連する遺伝的能力が優良な和牛受精卵を生産し、県内に安価に供給することで子牛生産を支援する。

方 法

当所で飼養する黒毛和種繁殖雌牛を供卵牛とし、過剰排卵処理を施して黒毛和種雄牛の精液を人工授精し、受精卵を回収・凍結保存した。

県内の肉用牛生産に関わる団体等で設立された「静岡県和牛改良推進協議会」の構成員である静岡県経済農業協同組合連合会（JA静岡経済連）に対し、外部供給可能な品質の凍結受精卵を有償供給した。

事業実績

平成30年4月から令和元年8月の間に生産した凍結受精卵116個を、令和2年7月に税込単価10,032円（総額1,163,712円）で販売した。

表 供給受精卵の血統

父	母の父	母の母父	供給数
茂晴花	- 光平照	- 平茂勝	2
茂晴花	- 美津神	- 光平照	2
茂晴花	- 美津百合	- 美津照	8
福安照	- 勝忠平	- 茂勝	17
福安照	- 茂花国	- 勝忠平	25
福安照	- 徳悠翔	- 光平照	8
福之姫	- 義平福	- 勝忠平	5
福之姫	- 徳悠翔	- 光平照	7
福之姫	- 美津百合	- 美津照	8
福之姫	- 紋次郎	- 金安平	29
福之姫	- 若茂勝	- 第6栄	4
百合勝安	- 秀福安	- 勝忠平	1

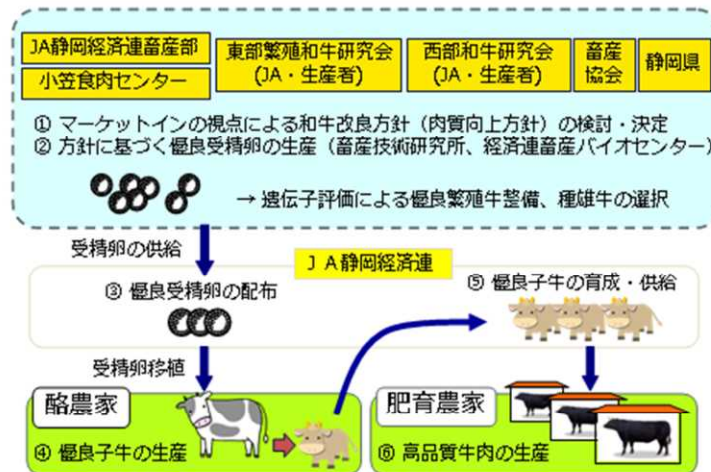


図 静岡県和牛改良推進協議会の体制（イメージ）

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、イタリアンライグラスについて実施した。なお、本報告は、令和元年度イタリアンライグラスの系統適応性試験（農研機構畜産研究部門）の成果である。

材料および方法

イタリアンライグラスについて、農研機構畜産研究部門で育成された2系統に加え、標準品種及び比較品種各1品種の計4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）さつきばれ EX、（比較）タチムシャ、九州4号、那系35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：2019年10月7日（200g/a）

追播：2019年10月23日

(2) 収穫：1～2番草（収穫日：2020年5月12日、6月16日）まで、2m×5列(3m²)を基準に刈り取った。なお、刈高は7cmを目安とした。

(3) 施肥量

元肥 N-P-K=0.2-0.3-0.2kg/a(2019年10月7日)

追肥 N-P-K=0.3-0.0-0.0kg/a(2020年3月5日)

N-P-K=0.3-0.0-0.0kg/a(2020年5月12日)

4 調査項目

(1) 生育特性：草丈、倒伏程度、病害程度、出穂程度（以上収穫時）

(2) 収量特性：生草収量、乾物収量

結果および考察

1 栽培期間中の気象

播種直後の2019年10月11日から12日にかけて台風19号の通過に伴う集中豪雨により土壌流去や過湿状態が続き、発芽・生育不良が発生したため追播を行った。栽培期間中の平均気温は2020年4月を除いて例年より高く推移し、特に2019年10月から2020年1月の期間は平年より2.0 から3.0 高かった。なお2020年1月27日から1月28日にかけて降雪があり、13cm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・病害程度を表1～2に、収穫期の草丈・収量特性を表3～6に示した。収穫時における出穂程度および病害による被害は系統・品種間の差はみられなかったが、さつきばれ EX および那系35号は他の系統に比べて倒伏が激しかった（表1、2）。

収穫時の草丈は、1番草ではタチムシャが有意に高く、さつきばれ EX が有意に低かった（Tukeyの多重比較、 $P < 0.05$ ）。2番草でもタチムシャが最も高く、さつきばれ EX が最も低かったが、有意差はなかった（表3）。生草収量および乾物収量は1、2番草ともタチムシャが最も優れていたが、有意差はなかった。九州4号は乾物収量でさつきばれ EX と同等であったが、タチムシャ比で15%減収であった。那系35号は乾物収量でさつきばれ EX 比で13%多収であったが、タチムシャ比では4%減収であった。また、那系35号の2番草収量は他の系統・品種に比べて低く、乾物収量は1番草に偏る傾向であった（表4～5、いずれも有意差なし）。

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

系統適応性

表 1 生育調査(1番草 2020年5月12日調査)

	出穂程度 ¹⁾	倒伏程度 ²⁾	病害程度 ³⁾		
			網斑病	斑点病	縁枯病
さつきばれEX(標)	9.0	8.0	1.5	1.8	1.3
タチムシャ(比)	9.0	4.3	1.5	1.5	1.8
九州4号	9.0	5.8	1.5	1.5	1.8
那系35号	9.0	7.5	2.0	1.3	1.0

1)1:無 - 9:極多 2)1:無・極微 - 9:甚 3)1:無・極微 - 9:甚

表 2 生育調査(2番草 2020年6月16日調査)

	出穂程度 ¹⁾	倒伏程度 ²⁾	病害程度 ³⁾			
			網斑病	斑点病	縁枯病	さび病
さつきばれEX(標)	1.0	6.3	1.5	2.5	2.3	2.3
タチムシャ(比)	1.0	2.5	1.5	3.0	1.8	2.3
九州4号	1.0	2.0	2.0	2.5	3.0	2.3
那系35号	1.0	5.0	1.5	3.0	2.0	2.3

1)1:無 - 9:極多 2)1:無・極微 - 9:甚 3)1:無・極微 - 9:甚

表 3 草丈(cm、1区10箇所測定)

	1番草	2番草	平均	さつきばれEX比	タチムシャ比
さつきばれEX(標)	138.2 ^a	113.8	126.0	100	90
タチムシャ(比)	155.7 ^c	123.3	139.5	111	100
九州4号	146.4 ^b	118.4	132.4	105	95
那系35号	145.5 ^b	117.6	131.6	104	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)。

表 4 生草収量(kg/a)

	1番草	2番草	合計	さつきばれEX比	タチムシャ比
さつきばれEX(標)	624.0	113.3	737.3	100	81
タチムシャ(比)	772.1	141.3	913.4	124	100
九州4号	647.3	114.5	761.8	103	83
那系35号	691.5	104.1	795.6	108	87

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、60 72 時間通風乾燥後測定)

	1番草	2番草	合計	さつきばれEX比	タチムシャ比
さつきばれEX(標)	111.7	24.9	136.6	100	85
タチムシャ(比)	131.6	29.1	160.7	118	100
九州4号	112.6	24.2	136.8	100	85
那系35号	131.1	22.8	153.9	113	96

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
高野浩	ソルガムとトウモロコシを組み合わせた昨期分散技術によるリスク低減	日本草地学誌
佐藤克昭	家畜飼養管理の実践(15) 排せつ物の処理	畜産の研究 75巻3号

発表

発表者	題 目	学会等	年月日
閻間英之	ホルスタイン種雌牛での第一卵胞波の主席卵胞の位置と人工授精後の受胎との関連性	第163回日本獣医学会学術集会	R2.9.14
佐藤克昭	乳牛ふん乾燥物の燃料特性	第31回廃棄物資源循環学会	R2.9.16 ~18
小林幸恵	黒毛和種肥育牛における血漿メタボロミクスを用いた脂肪交雑予測指標の探索	第70回関西畜産学会	R2.10.3 ~4
大竹正剛	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6回日本筋学会シンポジウム	R2.12.20
石本史子、和木美代子(農研機構)、惣田訓(立命館大)	養豚廃水処理施設で発生するアナモックス菌グラニュールの活性と温度の関係	第55回日本水環境学会年会	R3.3.12
寺田圭	豚舎内の臭気を可視化する臭気センサーの試作	第128回畜産学会	R3.3.29
伊神悠祐	フジキンカの交配方法検討による生産性向上	第128回畜産学会	R3.3.29

講演会

発表者	題 目	名 称	年月日
塩谷治彦	血液検査を利用した交雑種の肉質向上について	J A 南駿あしたか牛推進協議会研修会	R2.11.30

所外発表

指導・相談件数（延べ数）

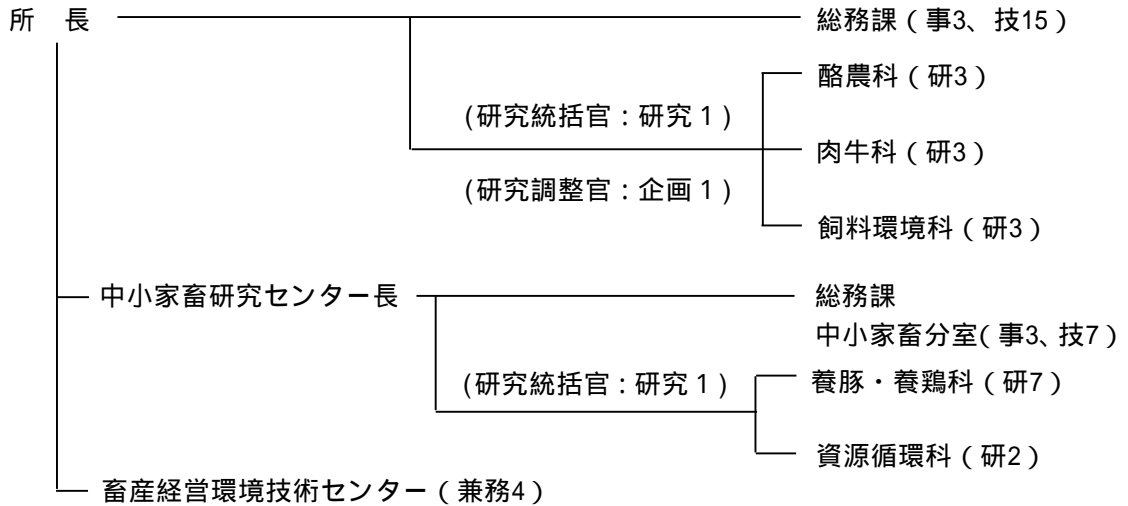
項目 / 区分	農家	JA等	企業	大学等	市町	県(含他県)	合計
酪農	0	0	1	0	0	0	1
肉牛	11	5	9	1	0	0	26
養豚	13	7	6	0	0	4	30
養鶏	4	1	0	0	0	0	5
飼料生産	6	1	0	0	0	1	8
環境	3	12	8	1	4	4	32
その他	1	0	3	9	1	1	15
合計	38	26	27	11	5	10	117

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	0	0	4	0	0	4
中小	5	0	10	0	0	15

業務報告

組織



家畜管理業務

1) 大家畜

(令和3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	51	-	-	84	5	140
肉用繁殖牛	黒毛和種	1	25	-	-	6	2	34
肉用牛	黒毛和種	-	-	20	10	-	2	32
	ホルスタイン種、交雑種	-	-	0	0	-	5	5
計		1	76	20	10	90	14	211

* 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	
繁殖豚	成豚	248
	育成豚	136
子豚	280	
合計	840	

養鶏

(令和3年2月1日)

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

3) 受託放牧頭数

(令和3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
49	50	49	50	15,878	

4) 飼料の栽培状況及び生産量

(令和3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)				301	
	ロールサイレージ(グラス)	42.0	42.0	42.0	1.7	398
	サイレージ(コーン)	10.0	10.0	10.0	3.5	195
	生草(放牧)	23.0	23.0	23.0	0.7	150
合計	75.0	75.0	75.0	1.4	1,044	

業務報告

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）

* 平年値は平成22年～平成31年（令和元年）の平均値

* 欠測の場合はメッシュデータによる推測値または近接する観測所のデータを準用

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			
		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		
R2	上	9.4	0.3	7.7	-2.3	12.0	3.1	13.3	3.0	19.6	9.7	23.9	15.1	22.8	18.9	28.4	20.1	27.2	20.2	23.5	16.5	15.5	5.2	11.7	2.1				
	中	7.5	-0.8	13.4	0.0	12.4	0.6	13.1	4.1	21.1	11.8	22.6	16.3	23.6	18.8	30.6	21.5	24.9	18.1	19.0	11.5	16.7	6.8	8.3	-1.8				
	下	8.8	1.5	11.0	-0.4	12.7	2.3	15.1	4.4	20.5	11.8	23.4	16.8	25.3	20.1	29.0	20.3	21.5	13.8	17.0	8.1	14.1	5.2	9.4	-2.2				
	平均	8.6	0.4	10.7	-0.9	12.4	2.0	13.8	3.9	20.4	11.1	23.3	16.1	23.9	19.3	29.3	20.6	24.6	17.4	19.8	11.9	15.4	5.7	9.8	-0.7	17.7	8.9		
平年	上	8.2	-3.4	6.7	-3.0	9.4	0.6	13.4	3.1	18.8	7.6	21.2	12.4	25.5	18.8	28.5	20.8	25.3	18.3	22.1	14.0	16.5	6.8	10.8	0.5				
	中	6.4	-4.6	7.4	-2.7	11.0	0.5	14.8	4.7	19.7	9.0	22.2	15.3	26.8	19.8	27.0	20.4	23.8	16.5	19.0	11.2	14.3	4.3	9.2	-0.7				
	下	6.7	-3.6	9.2	-0.5	11.0	0.5	16.4	7.0	20.7	11.6	23.7	17.1	27.2	20.0	26.4	19.2	22.6	14.6	17.0	8.8	13.0	2.7	8.0	-1.8				
	平均	7.1	-3.9	7.8	-2.1	10.6	0.8	14.9	5.0	19.7	9.4	22.3	14.9	26.5	19.5	27.3	20.1	23.9	16.6	19.3	11.1	14.6	4.6	9.3	-0.7	17.0	8.0		

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
		R2	上	4.9	2.7	7.6	8.2	14.6	19.5	20.8	24.2	23.7	20.0	10.4
	中	3.3	6.7	6.5	8.6	16.4	19.5	21.2	26.0	21.5	15.3	11.8	3.3	
	下	5.1	5.3	7.5	9.7	16.2	20.1	22.7	24.6	17.7	12.5	9.6	3.6	
	平均	4.4	4.9	7.2	8.8	15.7	19.7	21.6	25.0	21.0	15.9	10.6	4.6	13.3
平年	上	2.4	2.2	5.0	8.3	13.2	16.8	22.1	24.6	21.8	18.1	11.6	5.6	
	中	0.9	2.5	5.8	9.8	14.4	18.7	23.3	23.7	20.2	15.1	9.3	4.2	
	下	1.5	4.6	6.3	11.7	16.1	20.4	23.6	22.8	18.6	12.9	7.9	3.1	
	平均	1.6	3.1	5.7	9.9	14.5	18.6	23.0	23.7	20.3	15.2	9.6	4.3	12.5

表3 湿度・降水量

		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	
R2	上	68.0	28	59.0	0	67	72.0	22	86.5	28	90.5	32	99.2	711	94.7	12	96.3	302	-	153	81.9	6	85.7	1			
	中	76.9	5	61	-	14	77.7	180	85.4	90	95.2	185	99.1	132	91.0	8	95.8	9	-	27	81.6	13	63.2	0			
	下	79.5	38	-	22	79.7	90	73.4	1	87.5	4	94.9	176	99.6	240	93.2	17	-	34	-	28	84.7	2	59.5	6		
	平均/計	75.0	70	-	83	-	171	74.4	202	86.5	121	93.5	392	99.3	1,082	93.0	36	-	345	-	208	82.7	21	69.1	6	- / 2,736	
平年	上	57.8	14	65.1	22	75.3	88	76.2	75	73.3	50	80.2	41	93.2	113	91.1	56	90.4	178	85.5	85	77.6	23	75.2	26		
	中	61.3	13	71.0	50	68.3	48	75.5	72	81.6	67	86.9	82	92.9	106	93.1	92	89.2	150	85.6	68	75.0	51	72.0	40		
	下	57.0	20	73.5	40	68.3	48	81.5	105	82.8	85	94.2	65	91.4	63	90.8	99	88.9	144	79.7	97	77.1	43	67.3	38		
	平均/計	58.7	48	69.2	111	71.7	183	77.7	252	79.3	202	87.1	189	92.5	282	91.6	247	89.5	471	83.6	251	76.5	117	71.4	104	78.4 / 2,491	

表4 日射量・日照時間

		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	
R2	上	-	62.6	-	72.3	97.9	44.7	196.0	83.7	176.6	69.2	194.5	76.2	48.1	12.3	201.8	86.0	122.4	54.6	-	92.4	42.5	92.8	54.7			
	中	-	48.3	-	14.9	86.4	38.8	144.5	52.3	183.4	71.0	113.6	38.6	82.3	28.9	218.6	95.6	107.5	44.3	-	106.5	63.5	96.6	63.3			
	下	-	38.7	95.7	0.0	152.2	60.0	217.7	89.6	203.8	80.6	121.3	45.2	79.1	23.5	207.4	85.0	54.6	21.6	115.5	59.1	91.9	54.3	107.3	72.7		
	計	-	149.5	-	87.2	336.4	143.5	558.1	225.6	563.8	220.8	429.4	160.0	209.4	64.7	627.8	266.6	284.4	120.4	-	290.8	160.3	296.7	190.8	- / -		
平年	上	91.7	63.8	108.3	58.1	111.3	46.8	143.0	53.8	188.1	72.5	175.3	56.3	132.6	37.6	165.5	62.3	122.2	44.6	112.6	44.5	93.2	57.8	88.1	49.4		
	中	94.7	62.0	112.7	56.1	140.5	59.8	156.6	58.1	183.2	67.2	133.7	42.1	157.4	46.6	136.0	47.4	129.4	45.0	110.2	47.8	78.7	49.7	73.7	49.7		
	下	116.3	68.4	97.2	44.3	140.5	59.8	159.2	56.8	190.3	68.2	133.5	39.1	179.3	61.5	158.7	54.2	121.6	43.9	91.0	39.6	75.1	51.4	100.2	60.9		
	計	302.7	194.1	318.2	158.5	415.0	172.5	458.8	168.6	561.6	207.9	442.5	137.4	469.2	145.7	460.2	163.9	370.4	131.7	315.2	131.9	247.0	158.9	238.4	160.0	4,586 / 1,897	

業務報告

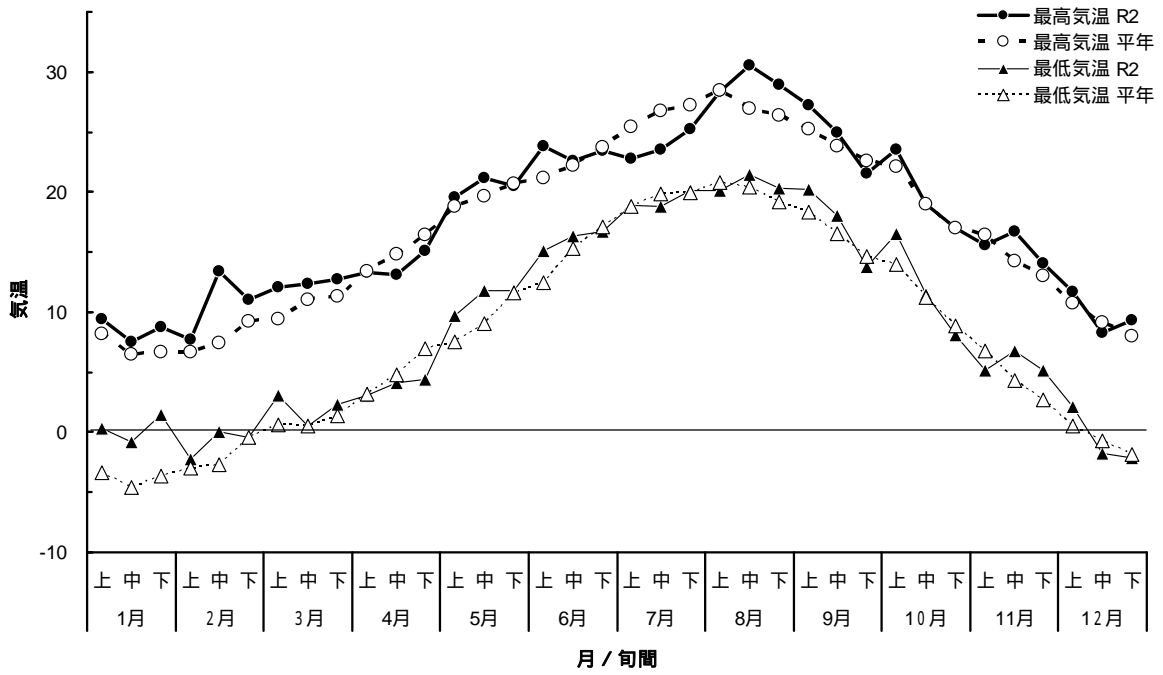


図1 最高気温・最低気温 (旬間平均)

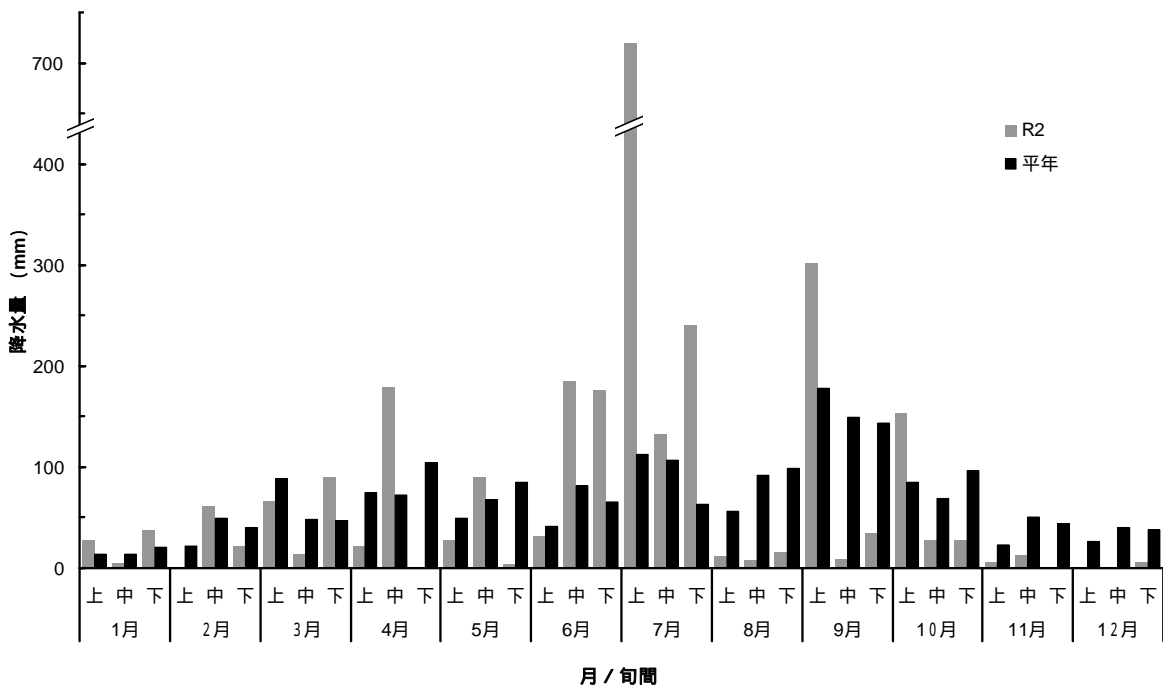


図2 降水量 (旬間平均)