
沖縄県畜産研究センター試験研究報告

Bulletin of the Okinawa Prefectural Livestock and Grassland Research Center

第 6 2 号

2 0 2 4 年度（令和 6 年度）

沖縄県畜産研究センター

Okinawa Prefectural Livestock and Grassland Research Center

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 62 号

2024 年度（令和 6 年度）

目 次

大家畜分野

- 1 超音波誘導経膈採卵法（Ovum Pick-Up：OPU）技術の確立
（3）OPU 卵を用いた移植試験および「と畜場」卵巢由来卵胞卵を用いた緩慢凍結の検討
..... 堺 龍樹..... 1
- 2 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2024 年度）
..... 棚原 武毅..... 7
- 3 和牛種雄牛現場後代検定成績（2024 年度）
（18）種雄牛「美百合」「福福勝」「福茂北」の検定成績
..... 光部 柳子..... 11

中家畜分野

- 4 黒糖給与によるアグー交雑種肥育後期豚の嗜好性および肥育試験
..... 村上 賢太..... 17
- 5 沖縄アグー豚の分娩特性に関する研究
（1）静的データ解析による分娩特性および影響因子の解明不断給餌における
アグー繁殖育成前期豚の発育と飼料摂取量
..... 村上 賢太..... 23
- 6 沖縄アグー豚の分娩特性に関する研究
（2）動的データ解析による分娩特性および子豚死亡要因の解明
..... 村上 賢太..... 29
- 4 山羊多頭飼育技術の確立
（1）人工哺乳が山羊育成前期の発育に与える影響沖縄アグー豚繁殖豚における基礎調査
..... 安村 陸..... 35

飼料作物分野

- 7 暖地型牧草立毛草地におけるドローンを活用した寒地型牧草播種技術の検証
..... 小山裕美子 43

短報

- 8 エンバク極早生品種の播種時期の検討
..... 喜納 愛理..... 51

調査報告

9	沖縄県の各市場における黒毛和種子牛の取引状況（2024年）	光部 柳子.....	59
10	沖縄地域における冬期に栽培可能なムギ類の単年栽培法に係る調査	細井 伸浩.....	65

超音波誘導経膈採卵法（Ovum Pick-Up：OPU）技術の確立

（3）OPU 由来胚の発生評価および移植試験と「と畜場」卵巢由来胚を用いた緩慢凍結の検討

堺龍樹 建本秀樹* 小山裕美子

I 要 約

前報にて IVF（体外受精）に適している凍結精液を選抜した（以下、選抜精液）。今回、肉用牛の生産振興を目的とし、OPU により生体卵巢から未成熟卵子を採取後、選抜精液を用いて IVM（体外成熟）・IVF（体外受精）・IVC（体外発生）により胚を作出した。これらの胚の発生率を評価し、雌牛に移植する試験を実施した。また、現場に普及しているダイレクト移植に対応するため、と畜場由来の卵胞卵を用い、緩慢凍結プログラムを検討した。その結果は以下のとおりであった。

1. 2023 年 10 月 17 日に 4 頭の供卵牛に OPU を実施し、19 個の未成熟卵子を採取後、培養した結果、胚盤胞期胚への発生率は 57.9%（11/19）であった。いっぽう、2024 年 2 月 13 日に 3 頭の供卵牛に OPU を実施し、27 個の未成熟卵子を採取後、培養した結果、胚盤胞期胚への発生率は 7.4%（2/27）であった。
2. OPU/IVM/IVF/IVC（以下、OPU-IVP）による新鮮胚を移植した受卵牛における妊娠鑑定の結果、受胎率は 20.0%（1/5）であった。
3. と畜場卵巢由来の卵胞卵を用い、緩慢凍結プログラムの検討をしたところ、受精卵凍結融解後の胚盤胞期胚への生存率の増加傾向が認められた。

II 緒 言

OPU-IVF による体外受精胚生産は、子宮灌流による体内胚採卵法に代替する胚生産法として多くの研究者により開発されてきた^{1, 2)}。また、体内受精胚生産の際に過剰排卵処置（SOV）を必ずしも必要としないため、SOV に反応しない供卵牛（繁殖障害等）や妊娠期牛からも採卵が可能であり²⁾、ウシの改良速度を早めることが期待されている。

沖縄県は全国有数の肉用子牛生産地帯であるが、近年、飼料高騰や子牛価格の低迷により、高能力種雄牛の造成と育種価に優れた母牛群の整備は肉用牛の生産振興として重要となっている³⁾。OPU 技術を用いて優良雌牛から継続的に週に 1-2 回の頻度で採卵を行い、卵胞卵の IVM、ならびに優良雄牛精子との IVF により、凍結保存に耐え得るだけの良質な胚を生産できれば、肉用牛の改良が効果的に進み、併せて遺伝資源の確保が容易となる。

本研究では OPU-IVP 胚の生産技術の研究を進めており、前報^{4, 5)}において、OPU によるウシ体外作出胚の安定した生産ならびにガラス化凍結保存の根幹は確立されたが、IVF に供する種雄牛凍結精液ごとに受精卵の分割率が異なり、IVF に対する適否があることが判明した。そのため、畜産研究センター（以下、当センター）で飼養している種雄牛から IVF/IVC による体外での胚生産に利用できる種雄牛凍結精液を選抜した。

今回、選抜精液を用いて、OPU-IVP 胚を作出し、雌牛に移植する試験を実施した。また、現場で一般的に用いられるダイレクト移植に対応するため、2023 年より乾式受精卵凍結装置（以下、YT フリーザー 80：株式会社ヤマネテック）の試運転を開始し、と畜場由来の卵胞卵を用いて、緩慢凍結プログラムを検討した。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

2023 年 7 月から 2024 年 2 月まで琉球大学農学部家畜繁殖学研究室にて体外受精卵の培養および緩慢凍結を実施し、当センターにて OPU および移植試験を行った。なお、OPU は 2023 年 10 月 17 日および 2024 年 2 月 13 日に実施し、移植試験は 2023 年 10 月 25 日および 2024 年 2 月 21 日に実施した。

2. 材料

1) OPU-IVP により作出された新鮮胚の発生評価および移植試験

供卵牛と受卵牛の概要はそれぞれ表 1、表 2 に示した。当センターで飼養中の高育種価である母牛 4 頭を供卵牛とし、供卵牛とは異なる母牛 5 頭を受卵牛とした。供卵牛 B については、OPU 実施日両日とも子宮に粘液が貯留していた。供卵牛 C については、2023 年 10 月 17 日時点で囊腫卵胞が確認され、2024 年 2 月時点では胎齢約 3 ヶ月の胎子がいる状態であった。なお、移植には受精卵注入カテーテル（株式会社ヤマネテック、YT ガン）を用いた。

表 1 供卵牛の状況

自家 No.	年齢（歳）	産歴（産）	実施日	生殖器の状態
3	5	4	R5. 10. 17	正常
54	8	2	R5. 10. 17 R6. 2. 13	子宮粘液症
61	7	5	R5. 10. 17 R6. 2. 13	卵胞囊腫 妊娠初期
68	6	4	R5. 10. 17 R6. 2. 13	正常

表 2 受卵牛の概要

受卵牛	年齢（歳）	産歴（産）	移植実施日
E	5	4	R5. 10. 25
F	3	1	R5. 10. 25
G	6	3	R5. 10. 25
H	7	4	R6. 2. 21
I	6	4	R6. 2. 21

OPU は超音波画像診断装置（FHK, HS-2200V）に採卵用プローブ（FHK, HCV-4710MV）および畜産用採卵針（FHK）を装着し、卵胞卵採取用恒温器（FHK, FV-5）、卵胞卵採取用吸引器（FHK, FV-6）を用いた。採卵時の灌流液には 0.02%（w/v）polyvinyl alcohol（PVA）含乳酸加酢酸リンゲル液にヘパリン Na を最終濃度 1 単位/ml となるよう添加したものをを用いた。

媒精は当センターで製造され、前報にて得られた IVF（体外受精）への適応性がある凍結精液⁵⁾を用いた。

2) と畜場由来の卵胞卵を用いた緩慢凍結プログラムの検討

供試卵は 9 月～11 月に（株）沖縄県食肉センターで屠殺された雌牛卵巢を高圧蒸気滅菌済み 0.9%（w/v）生理食塩水内で 30℃輸送し、卵巢表面の直径が 3～8 mm 以下の小卵胞から吸引採取した 4 層以上の卵丘細胞に密に覆われ卵細胞質が均一な卵胞卵合計 58 個を用いた。媒精は当センターで製造され、前報にて得られた IVF（体外受精）への適応性がある凍結精液⁵⁾を用い、受精卵の緩慢凍結には乾式受精卵凍結装置（株式会社ヤマネテック、YT フリーザー 80）を用いた。

3. 試験方法

1) OPU-IVP により作出された新鮮胚の発生評価および移植試験

(1) OPU による採卵

供試牛を柵場に保定し、キシラジンを 0.14 g 筋肉注射後、プロカイン塩酸塩を 0.1 g 尾椎硬膜外投与、臭化プリフィニウム 26.25 ml 静脈注射した。その後、直腸壁越しに卵巢にプローブをあて、超音波画像診断装置にて卵巢内の卵胞の位置を確認し、畜産用採卵針により膈壁越しに卵巢内の卵胞に突き刺し、卵子を吸引した（吸引圧：120 mmHg）。のべ OPU 実施 7 回。なお、ホルモン剤の前処置は実施しなかった。

(2) 検卵

OPU 後は直ちに灌流液中で洗浄するとともに検卵を実施した。4 層以上の卵丘細胞に密に覆われ卵細胞質が均一な卵丘細胞-卵子複合体(Cumulus-Oocyte Complexes; COCs)および一部の裸化卵を選別しサンプルとした。

(3) 輸送

サンプルを 1.5 mL エッペンドルフチューブに回収した後、前報同様の 10%仔ウシ血清を添加した TL-HEPES-PVA 溶液を用い 38.5°C で琉球大学農学部家畜繁殖学研究室に約 2 時間をかけて輸送した。

(4) IVM

前報と同様の IVM 培地を用い、濾過滅菌後、60 mm プラスチックディッシュ(#1007; Falcon, Corning, NY, USA)に 100 μ L のドロップを作り、流動パラフィン(#26137-85, Nacalai tesque, Oosaka)で完全に覆い、5% CO₂, 95%空気の気相に保たれた 39°C の CO₂ インキュベーター内で 4 時間以上保持することにより、培養液中の気相を平衡化した上で使用した。この IVM 培地にて (1) で得られた卵子を 20-21 時間培養した。

(5) IVF

IVM 後、得られた卵子を IVF 培地(B0-IVF; IVF Bioscience, Cornwall, UK)内で洗浄し、IVF 培地ドロップ(100 μ L)に最大 16 個ずつ移した。いっぽう、0.5 mL のストロー内に凍結されたウシ射出凍結精液 (5.0 $\times 10^7$ sperm/0.5 mL ストロー)を 37°C の温水中で約 20-30 秒をかけて融解し、39°C に加温した 4 mL の B0-SemenPrep (IVF Bioscience)が入った 15 mL 遠心チューブ内へ精液を移した。静かに攪拌後、328 $\times g$, 5 分間の遠心分離操作を 2 回おこない洗浄した。遠心分離後、約 700 μ L の精子懸濁液を残し、この精子懸濁液 4 μ L を卵子の入った IVF 培地ドロップに加えることで媒精した。その後、5% CO₂, 95%空気, 39°C 条件下で 16-20 時間の共培養を行った。

(6) IVC

共培養後、39°C に加温した TL-HEPES-PVA 溶液内で細いピペット(直径 120-130 μ m)を用いたピペッティングにより、卵透明帯表面に付着している精子および卵丘細胞を受精卵から削剥した。この裸化卵を IVC 培地(B0-IVC; IVF Bioscience)内で洗浄した後、IVC 培地の各ドロップ(50 μ L)に最大 16 個ずつ移し、マルチガスインキュベーター(39°C, 5% O₂, 5% CO₂, 90% N₂)内で 7-8 日間培養した。

(7) 同期化

移植 16 日前に膈内留置型プロゲステロン徐放剤を留置後エストラジオール製剤または GnRH 製剤を投薬、移植 9 日前に留置していた徐放剤を抜去後、プロタグランジン製剤を投薬、移植 8 日前にエストラジオール製剤または GnRH 製剤を投薬することにより発情を揃えた。

(8) 移植

IVC 後、移植に適した新鮮胚を選別し、その新鮮胚を 1 胚ずつ、受卵牛 5 頭の発情後 7 日目に移植を施した。

2) と畜場由来の卵胞卵を用いた YT フリーザー-80 による緩慢凍結プログラムの検討

と畜場卵胞より吸引採取した COCs は、TL-HEPES-PVA 溶液内で再選別および洗浄をおこない、IVM/IVF/IVC を実施した。TL-HEPES-PVA 溶液および IVM/IVF/IVC 培地は OPU 卵を用いた移植試験と同一成分のものを使用し、同様の方法で培養した。また、緩慢凍結プログラムにおける温度降下速度を -0.6°C/min から -0.5°C/min に変更し、植氷前の -7°C での保持時間を 2 分から 4 分に延長し、受精卵凍結融解後の胚盤胞期胚への生存率を評価した。なお、凍結液は PBS を基本培地とし、1.8 M エチレングリコール、0.1 M スクロースならびに 20% Newborn calf serum (NCS) を添加した溶液である。いっぽう、融解液は、PBS を基本培地とし、0.01 M スクロースならびに 20% NCS を添加した溶液とした。

4. 調査項目

1) OPU-IVP により作出された胚の体外発生率

IVF 日を 0 日目とし、2 日目 (IVF 40 時間後)に分割率を、7~8 日目で胚盤胞期胚への発生率を調査した。

2) OPU-IVP により作出された新鮮胚を移植した受卵牛における妊娠鑑定

移植後、30 日 (胎齢 37 日)、40 日 (胎齢 47 日) および 60 日 (胎齢 67 日) に超音波画像診断装置にて胚の確認を行うことにより妊娠鑑定を実施した。

3) と畜場卵巢由来の卵胞卵を用いた緩慢凍結プログラムの検討

植氷後の-30℃までの温度降下速度および植氷前の-7℃での保持時間を変更し、受精卵凍結融解後の胚盤胞期胚への生存率を評価した。

IV 結 果

1. OPU-IVP により作出された胚の体外発生率

1) 2023 年 10 月 17 日

2023 年 10 月 17 日に OPU を実施した結果を表 3 に示した。

4 頭の供卵牛から IVF に用いられる卵胞卵は合計 19 個得ることができ、IVF/IVC により胚盤胞期胚まで発生したものは、供卵牛 A, B, C, D 順に 4/7 (57.1%), 3/6 (50%), 0/1 (0%), 4/5 (80%) であった。

表 3 OPU-IVF 胚の体外発生 (2023 年 10 月 17 日採卵)

供卵牛	媒精卵子数	分割胚 (%)	胚盤胞期胚 (%)
A	7	5 (71.4)	4 (57.1)
B	6	5 (83.3)	3 (50.0)
C	1	0 (0.0)	0 (0.0)
D	5	4 (80.0)	4 (80.0)
合計	19	14 (73.7)	11 (57.9)

2) 2024 年 2 月 13 日

2024 年 2 月 13 日に OPU を実施した結果を表 4 に示した。

3 頭の供卵牛から IVF に用いられる卵胞卵は合計 27 個得ることができ、IVF/IVC により胚盤胞期胚まで発生したものは、供卵牛 B, C, D 順に 1/16 (6.3%), 0/3 (0%), 1/8 (12.5%) であった。

表 4 OPU-IVF 胚の体外発生 (2024 年 2 月 13 日採卵)

供卵牛	媒精卵子数	分割胚 (%)	胚盤胞期胚 (%)
B	16	9 (56.3)	1 (6.3)
C	3	0 (0.0)	0 (0.0)
D	8	3 (37.5)	1 (12.5)
合計	27	12 (44.4)	2 (7.4)

2. OPU-IVP により作出された新鮮胚を移植した受卵牛における妊娠鑑定

受卵牛ごとに妊娠鑑定をおこなった結果を表 5 に示した。受卵牛 E については、受胎が確認され、胎齢 67 日まで妊娠を維持していた。受卵牛 F については、胎齢 37 日齢時点で受胎が確認されたが胚における心拍が確認できず、47 日齢では死滅していた。受卵牛 G, H, I については、受胎が確認されなかった。したがって、のべ 7 回の OPU-IVP により作出された新鮮胚を移植した受卵牛 5 頭における妊娠鑑定の結果、その受胎率は 20.0% (1/5) であった。

表 5. 受卵牛および発情後日数毎の妊娠鑑定結果

受卵牛	OPU 実施日	移植実施日	供卵牛	妊娠鑑定（胎齢）		
				37 日	47 日	67 日
E	R5. 10. 17	R5. 10. 25	B	○	○	○
F	〃	〃	D	○	×	×
G	〃	〃	D	×	×	×
H	R6. 2. 13	R6. 2. 21	B	×	×	×
I	〃	〃	D	×	×	×

3. と畜場卵巢由来の卵胞卵を用いた緩慢凍結プログラムの検討

と畜場卵巢由来の卵胞卵を用いて既存のプログラムで供試したところ、凍結融解後の胚盤胞期胚への生存率は 20% (2/10) であった。そこで、 -7°C における植氷後の -30°C までの温度降下速度を $-0.6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ から、 $-0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ に変更したところ、胚生存率は 33% (8/24) となった。さらに植氷前の -7°C における保持時間を 2 分から 4 分に延長したところ、凍結融解後の胚盤胞期胚への生存率は 71% (17/24) となった。

V 考 察

OPU-IVP により体外胚を作出し、同期化した雌牛に 1 胚ずつ移植することで 1 頭（供卵牛 B）の妊娠結果が得られた。ただし、2023 年 10 月において、OPU により回収した卵子の約 3 割が裸化卵であった。この要因の 1 つとして、10 月中旬までの最高気温は 30°C 前後であり、残暑が厳しかった⁶⁾ ためと考えられる。夏季の暑熱は家畜の繁殖性を低下させ、特に大型家畜は暑熱ストレスを強く受ける⁷⁾ ことが報告されており、暑熱ストレスにより卵巢内に閉鎖卵胞が多数存在していた可能性があるためだと思われる。

供卵牛 B は高育種価母牛であるが繁殖障害をもっており、低受胎牛いわゆるリピートブリーダー牛である。今回、当該牛から産子が得られたことから、このような牛にも OPU は有用であると再確認された。また、供卵牛 C については、2023 年 6 月から 2023 年 9 月までに定時人工授精プログラムを含む合計 5 回の人工授精を施したが不受胎であった。2023 年 9 月中旬には直径 20 mm を越える囊腫卵胞が存在しており、GnRH 製剤による治療をしたが、OPU 実施の 2023 年 10 月 13 日時点でも囊腫卵胞が再発している状態であった。今回供卵牛 C における OPU 実施 2 回ともに卵胞卵の回収数が少なかった。1 回目の要因としては、囊腫卵胞存在下で囊腫以外の卵胞発育が抑制されたためと思われる。ホルモン無処置で卵胞囊腫を繰り返す雌牛から採卵を検討する場合、囊腫卵胞から次の囊腫卵胞が発生する前、つまり採卵約 1 週間前に OPU により卵胞卵を吸引し、卵胞の発育を物理的に揃えることで、採卵に一定の効果が得られると推察される。また、当該牛は 2023 年 10 月の OPU 後、初回発情における人工授精により受胎が確認された。OPU により囊腫卵胞を除去したことが繁殖能力回帰につながったように思われる。OPU 実施 2 回目については、2024 年 2 月時点では胎齢約 3 ヶ月の妊娠初期であった。このときの卵子回収数が少なかった要因は妊娠黄体が存在していたためである。なお、当該牛は 2024 年 8 月末に問題なく分娩した。

2024 年 2 月の OPU-IVP により作出された胚の体外発生率は 7.4% (2/27) と非常に低かった。これは、誤って劣化したヘパリン Na を採卵灌流液に添加し、血液の抗凝固効果が薄くなった可能性があった。これにより、ヘモグロビンタンパク質が多量に放出された回収液中に卵子が暴露されたため、その後の卵発生に影響を及ぼしたと考えられる。

緩慢凍結プログラムの検討については、と畜場卵巢由来の卵胞卵が一定数確保できず、統計的な処理には及ばなかったものの、2023 年より YT フリーザー 80 を運用し始め、実用化に向けた成果は得られたと考えられる。したがって、今後は OPU 由来胚を緩慢凍結し、ダイレクト移植を実施することで、効果的な優良牛の普及拡大ならびに遺伝資源の確保が容易になるものと推察される。それと同時に、凍結融解胚の生存率向上等のさらなる活発な研究が不可欠であると考ええる。

最後に、当該試験により作出された牛（写真 1）は発育も良く、ゲノミック評価においても優秀な成績であることから、2024 年度の直接検定候補牛として飼養中である。



写真 1 当該試験で作出された牛の誕生当日の様子
(受卵牛 E と OPU 由来の産子)

謝 辞

本研究に協力していただきました琉球大学農学部家畜繁殖学研究室の皆様へ深く感謝いたします。また、卵巣採取に協力していただきました(株)沖縄県食肉センター職員の皆様へ感謝申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 坂口慎一・井口光国・小林直彦・藤谷泰裕・三溝成樹・内海恭三(1995)超音波診断装置を利用した繁殖不適和牛からの連続経膈採卵, 日本胚移植学会雑誌, **17**, 94-101
- 2) 今井敬・田川真人(2006)OPU-IVF によるウシ胚の作出, その効率と汎用性, 日本胚移植学会雑誌, **28**, 29-35
- 3) 新・沖縄 21 世紀農林水産業振興計画～まーさん・ぬちぐすいプラン～(令和 4 年度～令和 13 年度), 38
- 4) 堺龍樹・建本秀樹・平安山英登(2022)超音波誘導経膈採卵法(Ovum Pick-Up: OPU)技術の確立, 沖縄畜研研報, **60**, 13-17
- 5) 西山朱音・建本秀樹・平安山英登(2021)超音波誘導経膈採卵法(Ovum Pick-Up: OPU)技術の確立, 沖縄畜研研報, **59**, 5-11
- 6) 沖縄气象台, 沖縄地方の天候 2023 年(令和 5 年)10 月
- 7) Pollard J.W. and S.P.Leibo (1994) Chilling sensitivity of mammalian embryos, *Teriogenology*, **41**, 101-106

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績(2024 年度)

棚原武毅 堺龍樹 小山裕美子

I 緒 言

沖縄県畜産研究センターでは、種雄牛候補牛の産肉能力評価のため、全国和牛登録協会が規定する和牛種雄牛産肉能力検定(直接検定法)¹⁾を実施している。2023 年および 2024 年に検定を終了した種雄牛候補牛の成績について取りまとめたので報告する。

II 検定種雄牛および検定方法

1. 検定牛

肉用牛群改良基地育成事業により生産された雄子牛から、表 1 に示す 5 頭を選抜し和牛種雄牛産肉能力検定(直接検定法)を実施した。検定牛の父と母方祖父の組み合わせは田尻系×糸桜系が 1 頭(No.1)、田尻系×気高系が 3 頭(No.2, No.3, No.5)、気高系×気高系が 1 頭(No.4)であった。

表 1 検定牛の概要

No.	名号	生年月日	血統				
			父	母	母方祖父	母方曾祖父	生産地
1	美津北福	2022/12/17	美津忠平	まあがれっと	北福波	勝忠平	宮古島市
2	福美津久	2023/9/26	北美津久	ふくひさほう	白鵬 85 の 3	安福久	今帰仁村
3	玉 1 0 6 7	2023/10/1	北美津久	はくつるまる	白鵬 85 の 3	百合茂	今帰仁村
4	時空	2023/10/9	夏百合	のりか	幸紀雄	安福久	石垣市
5	幸和幸忠平	2023/10/27	美津忠平	さな	幸紀雄	美国桜	石垣市

2. 検定方法

全国和牛登録協会の和牛種雄牛産肉能力検定(直接検定法)に基づき実施した。直接検定法とは、種雄牛候補となる 200～259 日齢の雄子牛を単房式牛房にて 112 日間飼養し、粗飼料として乾草を飽食給与、濃厚飼料は朝夕の 2 回給与で、1 日の給与量は適正な育成管理となる範囲でおおむね体重比 1.0～1.3%を目安としている。

調査は増体量、発育、飼料摂取量、余剰飼料摂取量、体型について実施した。

余剰飼料摂取量とは、同じ代謝体重、同じ増体量のもとで、摂取する飼料の量を減らすことを目的とする調査項目である。無駄な飼料摂取量を数値化したものであり、負の値であれば効率がよいという評価、正の値であれば効率が悪いという評価となる。

III 検 定 成 績

検定成績は、表 2 に体高、体重および 1 日当たり増体量(DG)、表 3 に飼料摂取量、余剰飼料摂取量および体型評点を示した。

各調査項目の平均値は、開始時日齢 223.8 日、開始時体重 280.4kg、終了時体重 425.4 kg、180 日補正体重 232.7kg、365 日補正体重 460.8kg、DG 1.29kg、終了時体高 127.6cm であった。5 頭の平均 DG は 2023 年度の直接検定牛における全国平均値²⁾より高い値を示した。また、粗飼料摂取率、飼料摂取量、余剰飼料摂取量および体型評定においての平均値は、粗飼料摂取率 48.6%、飼料摂取量のうち CP 111.0kg、TDN 597.6kg、余剰飼料摂取量のうち濃厚飼料 31.4kg、粗飼料-34.6kg、CP 6.8kg、TDN 11.4kg、体型評点 84.1 点であった。5 頭の平均余剰飼料摂取量のうち濃厚飼料は全国平均値より高い値を示し、粗飼料については全国平均値より低い値を示した。

令和6年度第2回沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において、令和7年度現場後代検定実施牛として、美津北福(宮之華へ改名)、時空(夏紀香へ改名)、幸和幸忠平(紗奈平へ改名)を選抜した。

表2 検定成績(体高, 体重およびDG)

No.	名 号	開始時 日 齢	体 重 (kg)				DG (kg)	終了時 体高 (cm)	選 抜
			開始時	終了時	180 日 補 正	365 日 補 正			
1	美津北福	244	354.0	530.0	271.6	544.1	1.57	131.0	○
2	福美津久	231	248.0	413.0	202.1	445.4	1.47	128.0	
3	玉1067	226	305.0	448.0	250.7	482.5	1.28	125.0	
4	時空	218	260.0	373.0	223.7	408.3	1.01	126.0	○
5	幸和幸忠平	200	235.0	363.0	215.5	423.6	1.14	128.0	○
平均値		223.8	280.4	425.4	232.7	460.8	1.29	127.6	
標準偏差		16.3	48.9	67.5	28.1	54.3	0.20	2.3	
全国平均値							1.12	125.4	

注 1) 全国平均値は2023年度(186頭)の平均値

2) ○は令和6年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

表3 検定成績(飼料摂取量, 余剰飼料摂取量および体型評点)

No.	名 号	粗飼料 摂取率 (%)	飼料摂取量 (kg)		余剰飼料摂取量 (kg)				体型評点	選 抜
			CP	TDN	濃厚飼料	粗飼料	CP	TDN		
1	美津北福	55	129	734	29	45	6	39	85.5	○
2	福美津久	51	115	618	51	-1	12	36	84.1	
3	玉 1 0 6 7	49	112	597	9	-60	4	-11	82.7	
4	時空	47	102	537	36	-42	8	11	84.0	○
5	幸和幸忠平	41	97	502	32	-115	4	-18	84.2	○
平均値		48.6	111.0	597.6	31.4	-34.6	6.8	11.4	84.1	
標準偏差		5.2	12.4	89.2	15.1	60.5	3.3	26.1	1.0	
全国平均値					-20.2	27.1	-1.5	-2.7		

注 1) 全国平均値は2023年度(186頭)の平均値

2) ○は令和6年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

3) 余剰飼料摂取量の算出方法は、以下のとおりである。

余剰飼料摂取量 = 摂取量 - {a × 代謝体重 + b × 増体量 + c × 他の飼料摂取量 + d}

代謝体重 = {(開始時体重 + 終了時体重) / 2}^{0.75} 増体量 = 終了時体重 - 開始時体重

他の飼料摂取量 = 濃厚飼料の余剰飼料摂取量を求める場合は、粗飼料の摂取量を回帰として取り込み、粗飼料の余剰飼料摂取量を求める場合は、濃厚飼料の摂取量を回帰として取り込む。

a: 各飼料における代謝体重の係数

b: 各飼料における増体量の係数

c: 他の飼料摂取量の係数

d: 切片

Ⅳ 引用文献

- 1) 公益社団法人全国和牛登録協会(2017)和牛登録事務必携, 63-71, 177-179
- 2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2024)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法 令和 5 年度

研究補助：山城一也，荷川取秀樹

和牛種雄牛現場後代検定成績(2024 年度)

(18) 種雄牛「美百合」「福福勝」「福茂北」の検定成績

光部柳子 堺龍樹 棚原武毅 小山裕美子

I 緒 言

沖縄県畜産研究センターでは、種雄牛の遺伝的能力を判定し、産肉性の向上を図る目的で和牛種雄牛現場後代検定(現場後代検定法)を実施している。本報では、2023 年度に終了した 3 頭の種雄牛について、その成績を報告する。

II 検定種雄牛および検定方法

検定を実施した種雄牛は、肉用牛群改良基地育成事業で導入し 2019 年度の直接検定¹⁾により選抜された美百合(ちゅらゆり)、福福勝(ふくふくかつ)および福茂北(ふくしげきた)の 3 頭で、その概要は表 1 のとおりである。

検定方法は、全国和牛登録協会の和牛種雄牛現場後代検定法²⁾により実施した。現場後代検定法は、検定する雄牛についてその産子を肥育し、通常出荷された現場枝肉情報を活用して育種価評価を行う検定方法である。検定材料牛として、美百合 21 頭(去勢 13 頭、雌 8 頭)、福福勝 18 頭(去勢 10 頭、雌 8 頭)および福茂北 16 頭(去勢 7 頭、雌 9 頭)の産子を用いて肥育を行なった。

表 1 検定種雄牛の概要

名号	生年月日	産地	父	母	母方祖父	母方 曾祖父	審査 得点	登録番号
美百合	2018/8/28	今帰仁村	百合白清 2	せいな	美国桜	勝忠平	83.7	黒原 6279
福福勝	2018/10/16	久米島町	福福波	かつひら	勝忠平	美津福	85.0	黒原 6278
福茂北	2018/6/13	今帰仁村	福増	おきなわ 61	茂北福	美津照重	83.5	黒 15561

III 検 定 成 績

表 2 に検定種雄牛の現場後代検定における成績を示した。

美百合の成績は全体平均で枝肉重量 534.3kg, ロース芯面積 75.8cm², バラの厚さ 8.7cm, 皮下脂肪厚 2.7cm, 歩留基準値 76.0, BMS.No. 10.1, 一価不飽和脂肪酸含有率(以下, MUFA)58.8%であった。福福勝の成績は、枝肉重量 470.9kg, ロース芯面積 58.4cm², バラの厚さ 8.1cm, 皮下脂肪厚 2.6cm, 歩留基準値 74.2, BMS.No. 7.7, MUFA57.3%であった。福茂北の成績は、枝肉重量 487.0kg, ロース芯面積 63.2cm², バラの厚さ 8.0cm, 皮下脂肪厚 3.0cm, 歩留基準値 74.2, BMS.No. 8.3, MUFA 60.2%であった。

検定種雄牛の推定育種価評価結果(令和 6 年 12 月解析)を表 3 に、脂肪酸の育種価評価結果(令和 7 年 1 月解析)を表 4 に示した。なお、推定育種価は全国和牛登録協会が算出した数値を用いた。

推定育種価(以下, BV)とは検定種雄牛の遺伝的能力を指し、産子の枝肉成績から母牛遺伝能力および環境要因を除くことで算出される。

美百合の BV は、枝肉重量が 115.9kg, ロース芯面積が 35.0cm², バラの厚さが 1.79cm, 皮下脂肪の厚さ(皮下脂肪厚)が-0.64cm, 歩留基準値が 4.89 および脂肪交雑が 3.91, オレイン酸が 0.3%, MUFA が -1.1%であった。ロース芯面積については本県で推定育種価が判明している種雄牛の中で 1 番大きい値となっている。また、皮下脂肪厚および脂肪酸を除く他の産肉能力も高い水準に位置している。

福福勝の BV は、枝肉重量が 58.1kg, ロース芯面積が 16.7cm², バラの厚さが 1.45cm, 皮下脂肪厚が -0.5cm, 歩留基準値が 2.93 および脂肪交雑が 2.49, オレイン酸が 0.8%, MUFA が 0.4%であった。

福茂北の BV は、枝肉重量が 52.2kg、ロース芯面積が 21.8cm²、バラの厚さが 0.97cm、皮下脂肪厚が 0.42cm、歩留基準値が 3.24 および脂肪交雑が 2.94、オレイン酸が 1.46%、MUFA が-0.02%であった。

表 2 現場後代検定成績

月齡			枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm ²)	バラの厚さ (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値	BMS. No.	MUFA (%)
美百合	去勢	27.8 ± 0.8	548.7 ± 34.2	76.5 ± 12.6	8.9 ± 1.0	2.4 ± 0.6	76.3 ± 2.0	10.0 ± 2.3	61.3 ± 2.6
	雌	31.3 ± 0.7	510.9 ± 36.7	74.6 ± 5.9	8.3 ± 1.0	3.1 ± 0.7	75.4 ± 1.2	10.4 ± 1.6	61.7 ± 2.1
	全体	29.1 ± 1.9	534.3 ± 39.1	75.8 ± 10.4	8.7 ± 1.0	2.7 ± 0.8	76.0 ± 1.8	10.1 ± 2.0	58.8 ± 4.5
福福勝	去勢	27.1 ± 0.9	495.4 ± 38.1	60.5 ± 6.9	8.4 ± 1.0	2.5 ± 0.5	74.5 ± 1.6	7.4 ± 2.5	54.9 ± 5.0
	雌	30.9 ± 1.1	440.3 ± 66.3	55.9 ± 10.5	7.7 ± 1.1	2.8 ± 0.7	73.8 ± 1.6	8.0 ± 2.4	59.7 ± 1.5
	全体	29.1 ± 1.9	470.9 ± 58.0	58.4 ± 8.7	8.1 ± 1.1	2.6 ± 0.6	74.2 ± 1.6	7.7 ± 2.4	57.3 ± 4.3
福茂北	去勢	27.8 ± 0.9	499.6 ± 53.9	67.1 ± 9.7	8.1 ± 1.2	2.7 ± 0.5	74.8 ± 1.5	8.9 ± 2	57.2 ± 5.9
	雌	29.9 ± 1.4	477.1 ± 62.0	60.1 ± 9.5	7.9 ± 0.9	3.2 ± 1.2	73.7 ± 1.9	7.9 ± 2.1	61.3 ± 3.2
	全体	29.0 ± 1.6	487.0 ± 57.9	63.2 ± 10.0	8.0 ± 1.0	3.0 ± 0.9	74.2 ± 1.8	8.3 ± 2.1	60.2 ± 4.2

注) 値は平均値±標準偏差

表 3 枝肉形質の推定育種価評価結果 (2024 年 12 月解析)

	枝肉重量 (kg)		ロース芯面積 (cm ²)		バラの厚さ (cm)		皮下脂肪厚 (cm)		歩留基準値 (%)		脂肪交雑 (基準値)	
名号	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC
美百合	115.9	0.99	35.0	0.99	1.79	0.99	-0.64	0.99	4.89	0.99	3.91	0.99
福福勝	58.1	0.95	16.7	0.94	1.45	0.93	-0.50	0.95	2.93	0.95	2.49	0.95
福茂北	52.2	0.94	21.8	0.94	0.97	0.92	0.42	0.95	3.24	0.95	2.94	0.95

注) ACC は正確度

表 4 脂肪酸の推定育種価評価結果 (2025 年 1 月解析)

	オレイン酸 (%)		MUFA (%)		後代数
名号	BV	ACC	BV	ACC	
美百合	0.3	0.94	-1.1	0.92	121
福福勝	0.8	0.76	0.4	0.73	10
福茂北	1.46	0.76	-0.02	0.73	10

3 頭の推定育種価を比較検討した結果、美百合は枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、歩留基準値、脂肪交雑の検定成績および BV において非常に良好な結果を示したことから、沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において供用種雄牛として選抜された。

IV 引用文献

1) 末澤遼平・渡慶次功・荷川取秀樹(2019)和牛種雄牛産肉能力直接検定成績 (2019 年度), 沖縄畜研研報, 57, 1-3

2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2017)和牛登録事務必携, 72-74, 180-184

研究補助: 久田友美, 山城一也

付属資料

1. 美百合
1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	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	脂肪交雑(BMS No.)	等級	MUFA(%)
1	智太郎 2 4	美百合	美国桜	安福久	去勢	27.3	559.7	112	9.1	1.4	81.8	12	A-5	45.0
2	智太郎 2 5	美百合	安福久	勝忠平	去勢	26.8	534.7	84	9.5	2.0	78.1	12	A-5	56.3
3	西瓜	美百合	美津照重	第1花国	去勢	28.5	589.6	70	9.0	3.8	73.8	12	A-5	60.7
4	美華	美百合	華春福	勝忠平	去勢	27.5	546.9	75	7.9	2.4	75.5	12	A-5	59.5
5	美福	美百合	美津照重	安福久	去勢	27.5	461.3	71	7.2	1.7	76.2	11	A-5	57.8
6	石 2 0 5 2	美百合	美津照重	北福波	去勢	28.5	590.9	76	8.5	2.5	75.3	11	A-5	-
7	登乃百合	美百合	北平安	金幸	去勢	28.4	508.7	67	8.8	2.4	75.5	11	A-5	57.2
8	美紅式	美百合	北福波	安糸福	去勢	27.1	548.0	68	11.2	3.0	76.1	10	A-5	-
9	勝波	美百合	勝群星	北福波	去勢	28.7	569.8	75	9.3	2.1	76.4	10	A-5	57.6
10	美佐野	美百合	忠茂平	美津照重	去勢	26.4	556.2	78	9.0	3.0	75.9	9	A-5	-
11	藍之介	美百合	百合茂	安福久	去勢	28.5	564.3	59	8.7	2.3	73.8	8	A-5	55.3
12	森剛	美百合	北福波	安茂勝	去勢	28.1	562.4	82	7.8	2.4	76.1	8	A-4	56.1
13	盛 1 2 1 2	美百合	白清 8 5 の 3	勝忠平	去勢	28.3	540.3	78	9.5	1.9	77.4	4	A-3	-
14	さるとびちゅら	美百合	北福波	安福久	雌	31.7	517.2	80	9.2	3.9	75.9	12	A-5	59.6
15	こゆり	美百合	耕富士	平茂晴	雌	30.9	548.8	73	8.8	3.0	75.1	12	A-5	58.8
16	ちゅらみ	美百合	百合茂	安福久	雌	29.8	498.2	66	8.6	2.9	74.9	12	A-5	61.5
17	あやみ	美百合	美国桜	安福久	雌	31.2	505.6	77	7.3	2.7	75.5	11	A-5	61.8
18	ちゅらひめ	美百合	百合茂	北福波	雌	31.8	561.0	74	9.4	3.4	75.3	10	A-5	64.0
19	さくら 1 1 1 6	美百合	北福波	勝忠平	雌	31.7	528.3	68	8.0	4.2	73.1	9	A-5	63.4
20	ゆりかつ	美百合	勝忠平	安糸福	雌	30.9	479.8	84	8.7	3.1	77.4	9	A-5	60.3
21	かねひろ 1	美百合	美国桜	華春福	雌	32.0	447.9	75	6.6	1.8	76.3	8	A-5	64.5
全平均						29.1	534.3	75.8	8.7	2.7	76.0	10.1		58.8
標準偏差						1.9	39.1	10.4	1.0	0.8	1.8	2.0		4.5

2) 格付の分布 (頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			1	1	19	21
B						
C						
計			1	1	19	21

付属資料

2. 福福勝

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	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	脂肪交雑 (BMS No.)	等級	MUFA (%)
1	福福百合	福福勝	百合茂	平茂勝	去勢	27.0	485.9	72	10.1	2.6	77.1	11	A-5	—
2	福勝茂	福福勝	百合茂	安福久	去勢	27.8	484.0	65	10.0	1.4	77.2	11	A-5	49.0
3	北福	福福勝	北福波	21世紀	去勢	26.5	514.5	64	8.2	3.6	73.6	10	A-5	—
4	杏寿郎	福福勝	百合茂	美津福	去勢	28.8	480.5	57	7.1	2.2	73.6	8	A-5	49.6
5	百合福勝	福福勝	百合茂	安糸福	去勢	28.6	541.6	65	8.3	2.7	74.2	7	A-4	50.0
6	福福麻里	福福勝	第2平茂勝	安福165の9	去勢	28.2	454.3	59	8.3	2.5	74.7	7	A-4	60.7
7	智枝美	福福勝	美島福	平茂勝	去勢	26.6	556.4	56	8.6	2.4	73.3	6	A-4	58.2
8	美津福福	福福勝	百合茂	美津福	去勢	28.1	518.4	61	8.6	2.6	74.3	5	A-4	54.8
9	山中20の17	福福勝	平茂勝	紋次郎	去勢	27.0	431.3	46	7.2	2.8	72.3	5	A-3	55.7
10	福久の4	福福勝	久勝	中桜	去勢	28.6	487.0	60	7.9	2.3	74.3	4	A-3	61.5
11	ふみな	福福勝	美津百合	福栄	雌	29.2	327.5	59	6.5	1.8	75.7	11	A-5	58.4
12	りょう	福福勝	諒太郎	美津照重	雌	32.0	522.6	79	7.8	1.9	76.6	10	A-5	60.6
13	ふくふくゆり	福福勝	百合茂	勝忠平	雌	30.9	443.9	51	8.1	3.3	73.1	10	A-5	61.5
14	ふみ	福福勝	光平照	安福久	雌	30.5	444.8	53	8.2	2.5	74	9	A-5	58.6
15	まいづるこ	福福勝	菊安舞鶴	北福波	雌	31.8	431.5	57	6.8	2.4	73.8	7	A-5	57.2
16	ゆきみ	福福勝	第1花国	秋重	雌	32.1	485.0	51	7.1	3.3	71.8	7	B-4	61.0
17	ふくかつ	福福勝	勝海邦	紋次郎	雌	30.9	500.9	54	10.0	3.8	73.5	6	A-4	60.4
18	さんに10	福福勝	勝忠平	北国7の8	雌	29.6	366.5	43	6.8	3.1	72.2	4	A-3	59.6
全平均						29.1	470.9	58.4	8.1	2.6	74.2	7.7		57.3
標準偏差						1.9	58.0	8.7	1.1	0.6	1.6	2.4		4.3

2) 格付の分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			3	5	9	17
B				1		1
C						
計			3	6	9	18

付属資料

3. 福茂北

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	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	脂肪交雑(BMS No.)	等級	MUFA(%)
1	福茂美	福茂北	美国桜	勝忠平	去勢	28.5	609.2	87	10.4	2.6	77.6	11	A-5	55.8
2	国光	福茂北	勝群星	福栄	去勢	26.7	465.0	64	8.8	3.0	75	10	A-5	-
3	団子	福茂北	安茂晴	美津照重	去勢	28.2	514.1	73	7.5	2.6	75.1	10	A-5	63.7
4	雄餅	福茂北	福福波	平茂晴	去勢	28.0	481.6	61	7.2	2.6	73.8	9	A-5	-
5	小豆	福茂北	美津照重	百合茂	去勢	28.9	473.6	61	7.1	3.5	73	9	A-5	-
6	紅莉栖	福茂北	安茂勝	北国7の8	去勢	26.6	445.2	62	7.6	1.9	75.2	8	A-5	-
7	正雪福	福茂北	北仁	金幸	去勢	27.6	508.7	62	8.3	2.8	74.1	5	A-4	52.2
8	むらさき	福茂北	好平茂	勝忠平	雌	31.6	559.7	79	9.0	3.3	75.7	11	A-5	54.8
9	おふく	福茂北	勝群星	北福波	雌	31.5	478.6	69	8.3	3.0	75.2	10	A-5	60.6
10	きく	福茂北	勝群星	芳之国	雌	30.4	464.6	66	7.6	3.3	74.3	9	A-5	65.9
11	あんこ	福茂北	百合白清2	勝忠平	雌	28.7	497.4	54	9.2	3.5	73.2	9	A-5	63.6
12	はな	福茂北	茂勝栄	金鶏	雌	30.9	479.8	59	8.0	2.9	73.8	8	A-5	61.7
13	ふさこ	福茂北	美国桜	百合茂	雌	28.8	395.0	56	7.2	1.8	74.9	7	A-4	62.1
14	ふくむる72	福茂北	勝群星	勝忠1	雌	27.7	378.5	49	6.5	3.4	72.4	7	A-4	60.1
15	ふくしげ	福茂北	勝忠平	平茂勝	雌	30.9	560.3	52	8.2	5.8	69.4	6	B-4	61.4
16	たかもり	福茂北	百合茂	金幸	雌	29.1	480.3	57	7.5	1.8	74.2	4	A-2	-
全平均						29.0	487.0	63.2	8.0	3.0	74.2	8.3		60.2
標準偏差						1.6	57.9	10.0	1.0	0.9	1.8	2.1		4.2

2) 格付の分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A		1		3	11	15
B				1		1
C						
計		1		4	11	16

黒糖給与によるアグー交雑種肥育後期豚 の嗜好性および肥育試験

村上賢太 普照恭多 金城孝 安村陸
高木和香子

I 要 約

本県の特産品である黒糖は特有の風味を持つ含蜜糖であるが、飼料として豚へ給与した場合の影響は十分に解明されていない。本試験では、アグー交雑種肥育後期豚における黒糖給与が嗜好性および発育成績に与える影響を評価した。

1. 嗜好性試験では、黒糖を飼料に 0 %, 5 %, 10 % の割合で配合し給与した結果、0 % および 10 % の配合割合での飼料摂取量が有意に高く、順位和は有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。
2. 肥育試験では、黒糖の配合割合 (0 % および 10 %) および供試豚の性別 (雌および去勢) に基づき 4 試験区を設けた。飼料摂取量、1 日平均増体量、飼料要求率、枝肉成績のいずれにおいても同等の結果となった。

以上のことから、黒糖給与は適切な配合割合を設定することで、アグー交雑種肥育後期豚において一般飼料と同等の発育が見込めることが示唆された。また、黒糖は地域資源を有効活用するための飼料としての可能性を有しており、持続可能な畜産業への貢献が期待される。

II 緒 言

わが国の畜産業は飼料穀物の大部分を輸入に依存しており、2022 年度の飼料自給率は 26 % と低水準にある¹⁾。このため、飼料自給率の向上は喫緊の課題となっており、農林水産省は 2030 年度までに飼料自給率を 34 % に引き上げることを目標としている²⁾。このような中、地域資源を飼料として活用することは、飼料自給率の向上に寄与する重要な取り組みと位置付けられる。

本県で製造される黒糖は、国内生産量の約 9 割を占める³⁾。一方、供給過多や新型コロナウイルスなどの影響により 2021 年には在庫量が 16,000 トンに達した⁴⁾。その後、販路拡大を目的とした取り組みにより在庫量は減少傾向にあるが⁵⁾、類似の事態が再発した場合に備え、畜産業での利用可能性を検討することが求められている。

そこで、本試験ではアグー交雑種肥育後期豚に黒糖を給与した場合の嗜好性および発育成績への影響を検討し、地域資源の有効活用の観点からその利用可能性を評価した。

III 材料および方法

1. 栄養成分分析

黒糖の栄養成分は、飼料分析基準⁶⁾に基づき測定した。水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパク質は燃烧法、粗脂肪はジエチルエーテル抽出法、粗繊維はろ過法、粗灰分は直接灰化法により測定した。無窒素可溶物は、これら 5 成分を 100% から差し引いて算出した。可消化養分総量 (以下、TDN) は、日本標準飼料成分表 (2009 年版)⁷⁾に記載されている糖蜜の消化率を参考に、黒糖の各成分に該当する消化率を掛け合わせることで算出した。なお、水分、粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維の分析は、一般社団法人日本食品分析センターに依頼し、同センターにおいて実施された。

2. 嗜好性試験

供試豚は、ランドレース種の繁殖雌豚に沖縄アグー豚の種雄豚を交配したアグー交雑種 (以下、LA) の肥育後期豚 6 頭 (雌 4 頭、去勢 2 頭) を用いた。供試飼料は、市販の肥育後期飼料を基礎飼料とし、黒糖を原物重量で 0%, 5%, 10% となるように配合した 3 種類とした (0% 区, 5% 区, 10% 区)。供試豚は 1 頭ずつ豚房に配置し、豚房内の 3 つの飼槽にそれぞれ異なる飼料を投入した。

各飼料の摂取量は 2024 年 2 月 11 日から 18 日の 7 日間にわたり調査した。試験期間中は不断給餌および自由飲水とした。各供試豚について、飼料の摂取量の多い順に順位（1～3 位）を付与し、試験区ごとの順位和を算出した。

データ解析には、Tukey 法を用いて各試験区間の飼料摂取量の多重比較を行った。また、Wilcoxon の符号付き順位和検定を使用し、Holm 補正による多重比較を実施した。

3. 肥育試験

供試豚は、アグー交雑種（ランドレース×アグー）の肥育後期豚 12 頭（雌 6 頭、去勢 6 頭）を用いた。供試飼料は、市販の肥育後期用飼料を基礎飼料とし、黒糖を原物重量で 0 %および 10%となるように配合した 2 種類とした。試験区は、黒糖の配合割合（0%および 10%）および供試豚の性別（雌および去勢）に基づき、0%区（雌）、0%区（去勢）、10%区（雌）、10%区（去勢）の 4 区を設定した。各試験区では 3 頭を群飼育した。

試験は、各試験区における群の平均体重が概ね 55～60kg に達した時点で開始し、各試験区における群の平均体重が 105 kg に到達した時点で終了した。試験期間中、朝夕 2 回の制限給餌とし、飲水は自由とした。

発育成績として、飼料摂取量、1 日平均増体量、飼料要求率を調査した。また、枝肉成績として、枝重量、背脂肪厚、格付、格落ち理由を調査した。

IV 結果および考察

1. 栄養成分分析

栄養成分分析値を表 1 に示した。黒糖は無窒素可溶物および TDN が高い値を示した。黒糖は主成分としてショ糖を約 87%と多く含んでおり⁸⁾、これが高い値を示す主な要因と考えられた。黒糖の TDN はエネルギー供給源として広く利用されるといふのもろこしと同程度であり、エネルギー供給源としての有用性が確認された。

いっぽう、黒糖の粗タンパク質含量は 1.5%と低く、アミノ酸含量はともろこしの約 1/10 であると報告されている⁹⁾。このため、黒糖を飼料に利用する際には、高タンパク質飼料を併用するなど、飼料全体の栄養設計を慎重に行う必要がある。また、黒糖は精製糖と比較してミネラル成分が豊富であり⁸⁾、これが豚の成長や健康に与える影響についてはさらなる検討が求められる。市販飼料と比較して 5%区の試験飼料は、粗たんぱく質が高く、また両試験区飼料とも粗灰分が高くなる傾向にあった。

表 1. 栄養成分分析値 (DM%)

	供試黒糖	黒糖 ¹⁾	ともろこし ²⁾	市販飼料	5%	10%
粗たんぱく質	1.5	1.7	8.8	12.7	13.6	12.6
粗脂肪	<0.1	<0.1	4.4	3.0	3.6	3.3
粗繊維	<0.1	<0.1	2.0	3.0	2	1.9
粗灰分	2.7	3.6	1.4	3.0	4.6	4.4
無窒素可溶物	95.8	89.7	83.4	66.3	64.1	66
TDN	91.6	83.5	94.5	76.0	76.6	76.7

注1) 日本食品標準成分表2020年版（八訂）

2) 日本標準飼料成分表(2009年版)

2. 嗜好性試験

飼料摂取量および順位和を表 2 に示した。飼料摂取量は、0%区および 10%区が 5%区に比べて有意に高く、順位和は有意に低い値を示した。この結果から、黒糖を配合した飼料が豚の嗜好性に影響を与えることが示された。

養豚における糖類や甘味料の飼料利用に関する研究では、ショ糖、ブドウ糖、サッカリン等の添加が豚の嗜好性を高め、摂取量を増加させることが示されている^{10), 11)}。いっぽう、糖類の割合が低い場合には摂取量が増加しないことや^{12), 13)}、ミネラル成分を多く含む糖蜜の添加が摂取量を減少させることも報告されている¹⁴⁾。黒糖は糖蜜を含む含蜜糖であり¹⁵⁾、その特有の風味や糖蜜由来の特性が嗜好性に影響を与えている可能性がある。

本試験において、5%区では、糖類の配合割合が低く嗜好性を十分に引き出せなかったことに加え、黒糖が糖蜜を含むことで嗜好性に負の影響を与えた結果、飼料摂取量が低くなったと考えられた。いっぽう、10%区では、糖類による嗜好性の促進作用と糖蜜による嗜好性の抑制作用がほぼ均衡し、飼料摂取量が0%区と同程度になったと推察された。

したがって、肥育後期豚に黒糖を給与する際には、嗜好性を最大限に引き出すため、配合割合を適切に設定する必要がある。また、黒糖の香味や糖蜜由来の特性が嗜好性に与える影響を検討し、それを基にした飼料設計が求められる。

表2 飼料摂取量および順位和

調査項目	0 %区	5 %区	10 %区
飼料摂取量 (kg/日/頭)	1.80±0.87 ^a	0.68±0.67 ^b	1.41±1.02 ^a
順位和	10 ^a	15 ^b	11 ^a

注1) 飼料摂取量は平均値±標準偏差 (n=6)。

2) 異符号間に有意差あり (P<0.05)。

3. 肥育試験

発育成績を表3に示した。飼料摂取量、1日平均増体量、飼料要求率のいずれも同等の発育成績となった。本試験は群飼による試験であり、サンプルサイズが小さく、統計処理を行えなかったが、黒糖の給与が肥育後期豚の発育成績に大きな影響を与えないことが示唆された。

表3 発育成績

	0 %区 (雌)	0 %区 (去勢)	10 %区 (雌)	10 %区 (去勢)
飼料摂取量 (kg/日/頭)	2.33	2.37	2.29	2.40
1日平均増体量 (kg/日)	0.68±0.06	0.64±0.08	0.62±0.11	0.70±0.05
飼料要求率	3.43	3.68	3.67	3.42

注) 1日平均増体量は平均値±標準偏差 (n=3)。

枝肉成績を表4に示した。枝重量および背脂肪厚のいずれも同等の成績であった。この結果から、黒糖の給与が枝肉成績に大きな影響を与えないことが示唆された。

格付にも顕著な違いは見られず、いずれの試験区でも格落ち理由の多くは厚脂によるものであった。この結果は、アグー交雑種は皮下脂肪が厚く、格落ちが多いという報告²²⁾と一致していた。2022年次の沖縄県と畜実績では、豚枝肉の格付分布は「上」26.0%、「中」46.0%、「並」19.8%、「等外」8.2%であり²³⁾、「中」が最も多いことが示されている。いっぽう、本研究で出荷されたアグー交雑種では「並」が最も多く、アグー交雑種が脂肪蓄積量の多い特性を持つことを反映していると考えられた。

表4 枝肉成績

調査項目	0%区 (雌)	0%区 (去勢)	10%区 (雌)	10%区 (去勢)
枝重量 (kg)	77.3±2.75	72.8±5.20	77.3±4.80	72.0±2.29
背脂肪 (cm)	2.8±0.95	2.6±0.58	3.1±0.55	2.6±0.38
格付				
上 (頭)	1	1	0	1
中 (頭)	0	0	1	0
並 (頭)	1	2	1	2
等外 (頭)	1	0	1	0
格落ち理由				
厚脂 (頭)	2	2	3	2
肉付 (頭)	1	0	1	0
重量 (頭)	0	1	1	0

注1) 枝重量および背脂肪は平均値±標準偏差 (n=3)。

2) 主効果および交互作用に有意差なし。

以上の結果から、黒糖の給与は適切な配合割合を設定することで、肥育後期豚における通常水準の豚肉生産を維持可能であることが示された。また、黒糖はエネルギー供給源として有用であり、地域資源を有効活用する飼料として、持続可能な畜産業への貢献が期待される。

今後の課題として、黒糖の消化率や肉質成績に与える影響をより詳細に評価する必要がある。特に、黒糖の糖分や糖蜜成分が肉質にどのように寄与するかを解明することで、黒糖を活用した飼料の実用性をさらに高めることが期待される。また、黒糖の保存性にも注目が必要である。黒糖は高い水分活性が微生物の生育を促進し、長期保存中の香気成分の減少やカビの発生が懸念されるため^{2,4)}、保存環境が黒糖の嗜好性や栄養価に与える影響を評価し、適切な保管条件を確立することが重要である。

V 引用文献

- 1) 農林水産省 (2024) 令和5年度食料・農業・農村の動向, 60-76
- 2) 農林水産省 (2020) 食料・農業・農村基本計画, 9-27
- 3) 消費者庁 (2010) 黒糖等の流通状況, 1-6
- 4) 独立行政法人農畜産業振興機構 (2023) 沖縄の黒糖産業, コロナ禍の苦境をバネに新しい市場を切り開く, 砂糖類・でん粉情報, **260**, 47-58, 2023年10月号
- 5) 農林水産省 (2024) 令和6砂糖年度における砂糖及び異性化糖の需給見通し (第1回), 1-2
- 6) 独立行政法人農林水産消費安全技術センター (2023) 飼料分析基準, 6-15
- 7) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 (2009) 日本標準飼料成分表 (2009年版), 106-107, 中央畜産会
- 8) 仲宗根洋子・志茂守孝・玉城典子 (1989) 含蜜糖 (黒糖) の品質および成分, 琉球大学農学部学術報告, **36**, 67-72
- 9) 文部科学省 (2020) 日本食品標準成分表 (八訂), 19-236
- 10) J. M. Kennedy, B. A. Baldwin (1972) Taste preferences in pigs for nutritive and non-nutritive sweet solutions, *Animal Behaviour*, **20**, 706-718
- 11) B. A. Baldwin (1976) Quantitative studies on taste preference in pigs, *Proceedings of the Nutrition Society*, **35**, 69-73
- 12) E. Roura, B. Shrestha, Y. Zeng, D. Zhang, S. Diffey (2011) A method to evaluate piglet preferences specific to taste, *Australasian Pig Science Association Conference*, 2011, 87
- 13) 清間通・宮脇公平・福岡規夫・西谷公志 (1992) 夏季における肉豚の発育停滞防除試験, 鳥取県中小家畜試験場研究報告, 49, 1-5
- 14) 松井孝・神谷厚子・當間正一 (1987) 糖蜜を利用した肉豚飼料について, 沖縄畜試研報, **25**, 29-32

- 15) 広瀬直人・前田剛希・高良健作・和田浩二 (2019) 黒糖製造期間中におけるサトウキビ搾汁液の成分変動と黒糖品質の関係, 日本食品保蔵科学会誌, **45**, 141-147
- 16) W. J. Koops, H. W. de Boer (1990) Daily gain, food intake and food efficiency in pigs during the growing period, *Animal Production*, **50** (2), 353-364
- 17) S. Andersen, B. Pedersen (1996) Growth and food intake curves for group-housed gilts and castrated male pigs, *Animal Science*, **63** (3), 457-464
- 18) R. B. Hinson, B. R. Wiegand, M. J. Riter, G. L. Allee (2011) Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs, *Journal of Animal Science*, **89**, 3572-3579
- 19) 前田恵助・山中浩輔・入江正和 (2017) 高タンパク質飼料への砂糖またはチョコレート添加が豚の発育と肉質に及ぼす影響, 日本養豚学会誌, **54**, 11-20
- 20) 古川力・熊谷光洋・岩切正芳・佐藤正寛 (2012) 豚の一日平均増体重および背脂肪厚における遺伝と性の交互作用, 日本養豚学会誌, **49** (3), 133-138
- 21) 川井田博 (1994) 系統豚サツマ並びに系統間雑種豚の飼養と肉質に関する研究, 西日本畜産学会報, **37**, 1-5
- 22) 沖縄県農林水産部畜産課 (2023) おきなわの畜産, 13-25
- 23) 栗田夏子・鈴木直人 (2017) 当センターにおける沖縄アグー豚交雑種の肥育豚出荷成績, 沖縄畜研研報, **54**, 25-27
- 24) 広瀬直人・前田剛希・高良健作・和田浩二 (2015) 沖縄産黒糖の常温保存における物理化学的およびフレーバー特性の変化, 日本食品保存科学会誌, **41**, 253-259

研究補助：照屋剛，又吉博樹，仲宗根安利

沖縄アグー豚の分娩特性に関する研究

(1) 静的データ解析による分娩特性および影響因子の解明

村上賢太 普照恭多 高木和香子

I 要 約

沖縄アグー豚（以下、アグー）の分娩特性および影響因子を明らかにするため、2020年から2024年にかけて畜産研究センターにて飼養されたアグー母豚の79回分の分娩データを用い、統計解析を実施した。

1. 妊娠期間は平均 113.0 日、総産子数は 6.2 頭、生存産子数は 4.8 頭 (78.4%)、死産数は 0.8 頭 (12.8%)、ミイラ数は 0.5 頭 (8.8%)、腹平均体重は 1.06kg であった。
2. 相関分析の結果、月齢および産次は総産子数、生存産子数、腹平均体重と正の相関を示した。また、妊娠期間は総産子数および生存産子数と負の相関を示したが、死産数およびミイラ数は他の変数との有意な相関を示さなかった。
3. 個別のモデル解析の結果、生存産子数の増加が妊娠期間の短縮に有意な影響を与えることが確認された。また、妊娠期間および総産子数の増加が死産数およびミイラ数の増加に有意に関連していた。

本研究により、アグー特有の分娩特性や繁殖上の課題が明らかとなり、これらを考慮した適切な繁殖管理手法の構築が重要であることが示唆された。

II 緒 言

豚の繁殖管理は養豚業の発展において重要な課題であり、生産効率の向上や動物福祉の確保が求められている。西洋系品種では分娩時の特性や子豚の死亡要因に関する研究^{1~3)}が進展し、繁殖効率向上のための管理手法が体系化されつつあるが、沖縄アグー豚（以下、アグー）については、繁殖成績や分娩時のリスク要因に関する研究が限られており、その繁殖効率の低さが大きな課題となっている。アグーは、西洋系品種と比較して総産子数が少なく、分娩後の事故率が高い傾向が指摘されているが^{4, 5)}、これらの詳細な原因は十分に解明されていない。そのため、アグーの分娩特性や繁殖上の課題を明らかにし、繁殖管理の改善に向けた基礎的知見を得ることが重要である。

こうした課題に対処するには、繁殖成績を精査し、分娩特性に影響を与える因子を特定する必要がある。本研究では、2020年から2024年にかけて収集されたアグー母豚の分娩データを用い、妊娠日数や分娩成績に影響を与える要因を統計的に解析した。

III 材料および方法

供試豚は畜産研究センターで飼養されているアグー母豚とし、2020年4月から2024年12月に分娩したアグー母豚40頭における79回分の分娩データを対象とした。調査項目は、月齢、産次、妊娠期間、総産子数、生存産子数、死産数、ミイラ数、腹平均体重とした。なお、産次は初産を1産次とし、妊娠期間は交配日を0日目とした。調査項目間の相関関係を明らかにするため、ピアソンの積率相関係数を算出した。相関係数の高低の程度は0~±0.2は無し、±0.2~±0.4は低い、±0.4~±0.6は中位、±0.6~±1.0は高いとした⁶⁾。

相関解析の結果を基に、妊娠期間、死産数、ミイラ数に対する影響因子を解析するため、個別のモデルを適用した。妊娠期間は、産次、生存産子数、死産数、ミイラ数、腹平均体重を固定効果とする線形混合モデル（LMM）を用いて解析した。母豚間の個体差を考慮し、ランダム切片を設定した。死産数およびミイラ数については、産次、妊娠期間、総産子数、腹平均体重を固定効果とする一般化線形モデル（GLM）を用い、過分散がないことを確認したうえでポアソン分布および対数リンク関数を適用した。なお、ランダム効果を試行したが、分散が小さく収束しなかったため、固定効果のみのモデルを採用した。

モデルの適合性は赤池情報量基準 (AIC) で評価し、残差の正規性および等分散性を確認した。また、多重共線性を排除するため、分散膨張係数 (VIF) が10以上の変数はモデルから除外した。統計解析は、R ソフトウェア (バージョン 4.4.2) を使用し、lme4 パッケージを用いて実施した。

Ⅳ 結 果

分娩データの概要を表1に示した。月齢は13～69月と幅広い月齢層が含まれており、産次は初産から8産次まで含まれていた。妊娠日数は109～117日の平均113.0日で、D'Agostino-Pearson 検定の結果、正規分布を仮定することが妥当であると判断した ($p=0.94$, 図1)。総産子数は平均6.2頭で、生存産子数は4.8頭 (78.4%)、死産数は0.8頭 (12.8%)、ミイラ数は0.5頭 (8.8%) であった。腹平均体重は0.70～1.88kgの平均1.06kgであった。

表1 分娩データの概要 (n=79)

調査項目	平均	標準偏差	中央値	最小値	最大値
月齢 (月)	28.9	11.7	26	13	69
産次	2.4	1.8	2	1	8
妊娠期間 (日)	113.0	1.7	113	109	117
総産子数 (頭)	6.2	2.1	6	1	11
生存産子数 (頭)	4.8	2.2	5	0	11
死産数 (頭)	0.8	0.9	1	0	3
ミイラ数 (頭)	0.5	0.9	0	0	4
腹平均体重 (kg)	1.06	0.19	1.03	0.70	1.88

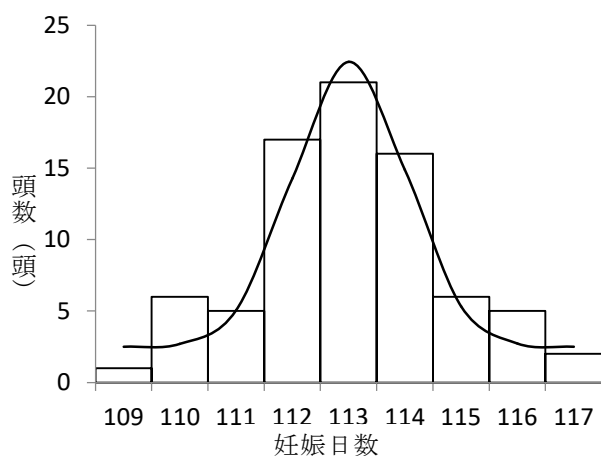


図1 妊娠期間のヒストグラムと正規分布曲線

調査項目間の相関係数表を表2に示した。月齢および産次 ($r=0.93$, $p<0.01$)、総産子数および生存産子数 ($r=0.79$, $p<0.01$) にそれぞれ高い相関が認められた。月齢および産次は、総産子数、生存産子数、腹平均体重と正の相関が認められたが、産次の相関係数が月齢よりも大きかった。いっぽう、妊娠期間は月齢および産次との相関は弱く、総産子数 ($r=-0.40$, $p<0.01$) および妊娠期間 ($r=-0.23$, $p<0.05$) と低い負の相関、生存産子数 ($r=-0.51$, $p<0.01$) と中位の負の相関が認められた。総産子数は腹平均体重と低い正の相関が認められた ($r=0.38$, $p<0.01$)。生存産子数は死産数 ($r=-0.24$, $p<0.05$) と低い負の相関、腹平均体重 ($r=0.43$, $p<0.01$) と中位の正の相関が認められた。死産数およびミイラ数は他の変数との相関が弱く、統計的に有意ではなかった。

表 2 相関係数表

	産次	妊娠日数	総産子数	生存産子	死産	ミイラ	腹平均体重
月齢	0.93**	0.03	0.23*	0.25*	0.00	0.03	0.25*
産次		-0.05	0.37**	0.37**	-0.02	0.03	0.33**
妊娠期間			-0.40**	-0.51**	0.13	0.15	-0.23*
総産子数				0.79**	0.17	0.21	0.38**
生存産子数					-0.24*	-0.22	0.43**
死産数						0.07	-0.02
ミイラ数							-0.04

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

妊娠期間を目的変数とした LMM の推定結果を表 3 に示した。生存産子数は妊娠期間に有意な負の影響を与え ($\beta = -0.40$, $p < 0.01$), 生存産子数が増加することで妊娠期間が短縮する傾向が認められた。いっぽう, 産次, 死産数, ミイラ数, 腹平均体重は妊娠期間に対して有意な影響を示さなかった。ランダム効果の分散は 0.57 で, 全体分散の 25.9% を占めたが, 残差分散 1.63 が大きく, 固定効果以外の要因が妊娠期間に与える影響が示唆された。尤度比検定の結果 ($\chi^2 = 4.00$, $p < 0.05$) により, LMM は固定効果のみのモデルと比較してモデルの適合性が有意に改善された。

表 3 LMM による妊娠期間の推定結果

固定効果	推定係数 (β)	標準誤差	t 値	p 値	95%信頼区間
切片	114.50	0.49	231.45	<0.01	[113.53 115.47]
産次	0.14	0.10	1.34	0.19	[-0.07, 0.35]
生存産子数 (頭)	-0.40	0.09	-4.54	<0.01	[-0.57, -0.22]
死産数 (頭)	0.05	0.18	0.26	0.80	[-0.30, 0.39]
ミイラ数 (頭)	0.04	0.18	0.24	0.81	[-0.31, 0.39]
腹平均体重 (kg)	0.02	0.42	0.05	0.96	[-0.80, 0.84]

死産数およびミイラ数を目的変数とした GLM の推定結果を表 4 および表 5 に示した。死産数について, 妊娠期間 ($\beta = 0.17$, $p < 0.05$) および総産子数 ($\beta = 0.18$, $p < 0.05$) が有意な正の影響を与えた。ミイラ数についても同様に, 妊娠期間 ($\beta = 0.29$, $p < 0.01$) および総産子数 ($\beta = 0.30$, $p < 0.01$) が有意な正の影響を与えた。これにより, 妊娠期間および総産子数が増加することで死産数およびミイラ数が増加する傾向が認められた。いっぽう, 産次および腹平均体重は死産数およびミイラ数に対して有意な影響を示さなかった。

表 4 GLM による死産数の推定結果

固定効果	推定係数 (β)	標準誤差	z 値	p 値	95%信頼区間
切片	-19.99	9.75	-2.05	<0.05	[-39.09, -0.88]
産次	-0.08	0.08	-0.92	0.36	[-0.24, 0.09]
妊娠期間 (日)	0.17	0.08	1.97	<0.05	[0.00, 0.33]
総産子数 (頭)	0.18	0.07	2.51	<0.05	[0.04, 0.32]
腹平均体重 (kg)	-0.12	0.32	-0.37	0.71	[-0.75, 0.51]

表5 GLMによるミイラ数の推定結果

固定効果	推定係数 (β)	標準誤差	z 値	p 値	95%信頼区間
切片	-34.64	11.93	-2.90	<0.01	[-58.03, -11.25]
産次	-0.08	0.10	-0.81	0.42	[-0.27, 0.11]
妊娠期間 (日)	0.29	0.10	2.78	<0.01	[0.08, 0.49]
総産子数 (頭)	0.30	0.08	3.68	<0.01	[0.14, 0.47]
腹平均体重 (kg)	-0.35	0.39	-0.90	0.37	[-1.12, 0.42]

V 考 察

本研究では、アグーの分娩特性および影響因子について統計解析を実施した。その結果、アグーは西洋系品種と比較していくつかの異なる特徴を示した。

アグーの妊娠期間 (113.0 日) は、西洋系品種であるランドレース種 (115.2 日)、大ヨークシャー種 (114.9 日)⁷⁾、デュロック種 (115.1 日)⁸⁾ と比較して短い傾向を示した。一般に、哺乳類では体サイズが小さいほど妊娠期間が短くなる傾向が報告されており^{9, 10)}、アグーの小型な体格^{5, 11)} が妊娠期間を短縮させている要因の一つと考えられた。また、高温環境は妊娠期間を短縮させることが報告されており¹²⁾、アグーの短い妊娠期間は、本県特有の高温多湿環境下で母豚や胎子が過剰な負荷を受けるリスクを最小限に抑える適応的戦略の一環として機能している可能性が示唆された。

アグーの総産子数 (6.2 頭) は、西洋系品種であるランドレース種 (9.9 頭)、大ヨークシャー種 (12.3 頭)、デュロック種 (12.1 頭)¹³⁾ と比較して少ない傾向を示した。生物の臓器容量は体サイズに比例して増加する傾向があり¹⁴⁾、アグーの小型な体格が子宮容量を制限し、産子数を制約していることが考えられた。いっぽう、西洋系品種では繁殖効率を重視した育種が進められ、大型の体格を持つ個体が選抜されてきた¹⁵⁾。この結果、大型の体格が子宮容量の拡大を可能にし、より多くの胎子を保持できることから総産子数に明確な差が生じたことが示唆された。

アグーの生存産子数 (4.8 頭) も、体格や子宮容量の制約により、西洋系品種と比較して少ない傾向を示した。いっぽう、死産数 (0.8 頭) およびミイラ数 (0.5 頭) は西洋系品種と同程度であったが³⁾、総産子数に占める割合は 20%以上を占めており、アグーの分娩特性に課題があると考えられた。小型種の豚では胎子同士が酸素や栄養を奪い合うことで死産リスクが増加することが報告されており^{16, 17)}、アグーにおいても子宮容量の制約による胎子間の競合が死産率の高さに寄与している可能性が示唆された。また、高温環境下で母豚が熱ストレスを受けると、胎子への酸素や栄養の供給を制限され、胎子の発育に悪影響を及ぼすことが示されており¹⁸⁾、本県特有の高温多湿環境も死産率の高さの一因となっている可能性が考えられる今後、気温や湿度と死産数との関係を検討する必要がある。さらに、妊娠中の母豚に適切な栄養バランスを提供することで死産率を低下させる効果があることが明らかになっており^{19, 20)}、西洋系品種とは異なる特性を持つアグーでは、適切な栄養管理方法が十分に確立されていない可能性がある。

アグーの腹平均体重 (1.06kg) は、西洋系品種であるランドレース種 (1.35kg)、大ヨークシャー種 (1.20kg)⁷⁾、デュロック種 (1.51kg)²¹⁾ と比較して低い傾向を示した。この結果は、死産率と同様に、アグーの小型な体格による子宮容量の制約や、高温多湿環境下での母豚の熱ストレスが胎児の発育を阻害した結果と考えられた。また、アグーの栄養管理は西洋系品種ほど最適化されていない可能性があり、特に胎子の器官形成が進行する妊娠中期²¹⁾ および胎子の急激な体重増加が見られる妊娠後期²³⁾ の栄養供給不足が胎子の発育に悪影響を及ぼしていることが示唆された。

いっぽう、調査項目間の相関関係については、西洋系品種において報告されている傾向と一致する部分も示された。アグーの月齢および産次は総産子数、生存産子数、腹平均体重と正の相関が認められた。この結果は西洋系品種と一致しており^{24, 25)}、産次の進行に伴って母豚の繁殖能力が向上し、子宮容量や胎子の発育に適した条件が整うためと考えられた。また、アグーの妊娠期間が産子数と負の相関を示したことも、西洋系品種で報告されている結果²⁶⁾ と一致していた。豚は多胎動物であるため、胎子数の増加に伴い子宮内のスペースや資源が限界に近づき、子宮内圧の上昇が産産を早めるメカニズムを誘

発することで、妊娠期間の短縮が生じることが示唆された。いっぽう、アグーの総産子数と腹平均体重の間には正の相関が確認された。西洋系品種では胎子間の競合により負の相関となることが報告されているが^{2,4)}、アグーは総産子数が西洋系品種と比較して少ないため、胎子間の競合が比較的弱く、総産子数が増加しても腹平均体重が維持されることが推察された。しかし、総産子数と腹平均体重の相関係数は低いことから、解析頭数を増やし更なる検証が必要と考えられる。

また、本研究ではアグー母豚の分娩特性に関するさらなる詳細な解析を行うため、妊娠期間、死産数、ミイラ数について個別のモデルを用いて解析を行った。

妊娠期間は分娩予定日を正確に予測し、適切な分娩助産や環境準備を行うための重要な指標である。LMMによる解析結果では、生存産子数が多いほど妊娠期間は短縮し、他の要因は妊娠期間に直接的な寄与を示さなかった。この結果はピアソンの積率相関係数を用いた相関分析の結果と一致していたが、LMMを用いることで交絡因子の影響が排除され、結果の信頼性が向上した。また、ランダム効果の分散が全体分散の25.9%を占めており、個体差や管理条件など、モデルに含まれていない要因が妊娠期間に与える影響が無視できないことが確認された。いっぽう、残差分散が大きいことから、飼料、温度、ストレス、遺伝的要因など、未解明の要因が妊娠期間に関与していると考えられた。

死産数およびミイラ数は母豚の健康状態、栄養管理、飼養管理の適切性を評価する重要な指標である。GLMによる解析結果では、妊娠期間が長く、総産子数が多いほど死産数およびミイラ数が増加する傾向が示された。総産子数の増加が死産数の増加に関連することは、西洋系品種を対象とした先行研究でも報告されており^{2,7, 28)}、本研究の結果と一致していた。いっぽう、妊娠期間については、西洋系品種ではむしろ妊娠期間が短いと胎子の未熟性を招き、死産リスクを高めるとされている²⁹⁾。本研究では妊娠期間が長くなるにつれて、死産数やミイラ数が増加する傾向が確認されたが、これは胎子への酸素・栄養供給不足や胎盤機能低下による子宮内環境の悪化が原因と考えられた。アグーは小型な体格で、多産化の選抜圧が西洋系品種ほど強くないため、妊娠期間の長短による胎子の発育に及ぼす影響が西洋系品種とは異なることが示唆された。

本研究により、アグーの分娩特性における課題が明確になり、特に総産子数および生存産子数の低さ、死産率の高さが重要な問題として浮き彫りとなった。この結果は、アグーに適した繁殖管理手法の開発が必要であることを示している。また、今後は飼料や環境条件といった管理要因に加え、遺伝的背景の解析を進めることで、繁殖効率向上に向けた具体的な方策を提案していくことが求められる。

VI 引用文献

- 1) Y. Yang, M. Gan, X. Yang, P. Zhu, Y. Luo, B. Liu, K. Zhu, W. Cheng, L. Chen, Y. Zhao, L. Niu, Y. Wang, H. Zhang, J. Wang, L. Shen, L. Zhu (2023) Estimation of genetic parameters of pig reproductive traits, *Frontiers in Genetics*, **10**, 21-30
- 2) P. Silalahi, Y. C. Chen (2023) Estimation of Genetic Parameters for Litter Traits in Taiwan Duroc, Landrace, and Yorkshire Pigs, *Tropical Animal Science Journal*, **46**(3), 280-286
- 3) Y. L. Cozleer, C. Guyomare, H. X. Pichodo, P. Y. Quinio, H. Pellois (2002) Factors associated with stillborn and mummified piglets in high-prolific sows, *Animal Research*, **51**, 261-268
- 4) 當眞嗣平・親泊元治・翁長桃子・嘉数良子・野中克治 (2016) 近交係数増加が沖縄アグー豚の繁殖成績に及ぼす影響, 沖縄畜研研報, **53**, 25-28
- 5) 當眞嗣平・及川卓郎 (2017) 体尺測定値および繁殖成績からみたアグーの品種特性について, 日本畜産学会報, **88**(2), 103-113
- 6) 新城明久 (2004) 生物統計学入門ノンパラメトリック法, 75, 金城印刷
- 7) 鹿熊俊明・佐藤修・師岡稔・福田勤 (1967) ランドレースとヨークシャーの繁殖成績の比較 VI, 日本養豚研究会誌, **4**(2), 66-70
- 8) A. O. Leigh (1981) Factors affecting the gestation period of pigs in Nigeria, *Tropical Animal Health and Production*, **13**, 87-93
- 9) R. D. Martin, A. M. MacLarnon (1985) Gestation period, neonatal size and maternal investment in placental mammals, *Nature*, **313**, 220-223
- 10) T. Danis, A. Rokas (2024) The evolution of gestation length in eutherian mammals, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **291**, 2033-2042
- 11) 小倉剛・岩橋浩輔・泉れい・大城まどか・石橋治・仲村敏・川島由次・砂川勝徳 (2005) 沖縄在来豚アグーの形態学的研究 I, 沖縄畜産, **40**, 1-6

- 12) A. Barreca, J. Schaller (2020) The impact of high ambient temperatures on delivery timing and gestational lengths, *Nature Climate Change*, **10**, 77-82
- 13) 国産純粋種豚改良協議会 (2024) 遺伝的能力評価データ収集システム, https://www.pigpins.com/PIG_KETTOU/, 2025年1月10日アクセス
- 14) 八木光晴・及川信 (2008) 生物の体サイズとアロメトリー: エネルギー代謝量と体サイズ, 比較生理生化学, **25**(2), 68-72
- 15) 斎藤馨・稲葉安雄・大井澄雄 (1964) 豚体型の研究における方法論的考察 II. 個体選抜への応用, 日本養豚研究会誌, **1**(2), 53-56
- 16) G. R. Foxcroft, W. T. Dixon, S. Novak, C. T. Putman, S. C. Town, M. D. A. Vinsky (2006) The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs, *Journal of Animal Science*, **84**, 105-112
- 17) J. L. Vallet, A. K. McNeel, J. R. Miles, B. A. Freking (2014) Placental accommodations for transport and metabolism during intra-uterine crowding in pigs, *Journal of Animal Science and Biotechnology*, **5**, 55-69
- 18) F. Wu, F. J. Tian, Y. Lin, W. M. Xu (2016) Oxidative stress: placenta function and dysfunction, *American Journal of Reproductive Immunology*, **76**(4), 258-271
- 19) L. H. Fang, Y. H. Jin, J. H. Jeong, J. S. Hong, W. L. Chung, Y. Y. Kim (2019) Effects of dietary energy and protein levels on reproductive performance in gestating sows and growth of their progeny, *Journal of Animal Science and Technology*, **61**(3), 154-162
- 20) A. Gormley, K. B. Jang, Y. Garavito-Duarte, Z. Deng, S. W. Kim (2024) Impacts of maternal nutrition on sow performance and potential positive effects on piglet performance, *Animals*, **14**(13), 1858-1878
- 21) J. Lujka, P. Nevrla, Z. Hadas (2021) The effect of duroc and pietrain boars on growth ability of piglets, *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, **69**(5), 563-568
- 22) 山内昭二・真田秀一・島田昌彦 (1982) 豚胎盤の経時的形態形成に関する研究, 日本畜産学会報, **53**(12), 804-813
- 23) 斎藤守・高田良三・安藤幹男・八木保善 (1990) 豚の妊娠後期における子宮と胎児の発育, 日本畜産学会報, **61**(1), 1-8
- 24) N. L. Buthelezi, B. Mtileni, K. A. Nephawe, P. A. Idowu, M. C. Modiba, H. Mpedi, T. J. Mpfu (2024) The impact of parity, litter size and birth weight variations within a litter on piglet pre-weaning performance, *Czech Journal of Animal Science*, **69**, 255-268
- 25) J. R. Craig, E. M. Ford, J. Harper, A. M. G. Bunz, R. S. Morrison (2023) Investigating gilt progeny birth weight variation, serum immunoglobulin concentration soon after birth and pre-weaning survival compared to sow progeny, and relationships with maternal grand-dam parity, *Animal Science Proceedings*, **14**, 813-814
- 26) L. Rydhmer, N. Lundeheim, L. Canario (2008) Genetic correlations between gestation length, piglet survival and early growth, *Livestock Science*, **115**, 287-293
- 27) E. M. Baxter, K. M. D. Rutherford, G. Arnott, R. B. D' Eath (2013) The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: Management factors, *Animal Welfare*, **22**(2), 219-238
- 28) C. Vanderhaeghe, J. Dewulf, A. de Kruif, D. Maes (2013) Non-infectious factors associated with stillbirth in pigs: A review, *Animal Reproduction Science*, **139**, 76-88
- 29) A. Pietruszka, A. Der, B. Matysiak (2020) Analysis of gestation length and its influence on the reproductive performance of crossbred sows kept on a large-scale pig farm, *Animal Science and Genetics*, **16**(1), 29-36

沖縄アグー豚の分娩特性に関する研究

(2) 動的データ解析による分娩特性および子豚死亡要因の解明

村上賢太 滝口収* 普照恭多 高木和香子

I 要 約

沖縄アグー豚（以下、アグー）の分娩特性や子豚死亡要因を明らかにするため、2023年から2024年にかけて分娩したアグー母豚11頭における15回の分娩を対象に映像解析した。

1. 総産子数は平均6.5頭、生存産子数は5.3頭（80.6%）、死産数は0.3頭（4.1%）、ミイラ数は1.0頭（15.3%）であった。

2. 分娩開始時刻は平均19:58、分娩終了時刻は21:54であり、供試母豚の80.0%が18時から翌朝6時の間に分娩を開始した。分娩間隔は平均8.4分、総分娩時間は59.3分、子豚が初乳を飲むまでの時間は35.0分であった。

3. 分娩後1日以内に死亡した子豚は15頭（15.3%）、7日以内では8頭（8.2%）であった。死亡要因は、死産（総死亡産子数に占める割合14.8%）、圧迫死（同37.0%）、衰弱死（同22.2%）、窒息死（同11.1%）、噛み殺し（同14.8%）であった。

4. 死産は分娩順が遅く、分娩間隔が40分以上空いていた子豚に多く見られた。圧迫死は分娩順が早く、臍帯が切れないことや生存産子数の多さが主な要因であった。衰弱死は初乳を摂取できなかった子豚に多く見られた。窒息死は分娩直後に胎膜から脱出できなかった個体で発生した。噛み殺しは特定の母豚によるものであった。

本研究により、分娩中のアグー母豚の行動管理や分娩後の子豚のケアが死亡率低下において重要であることが明らかとなり、これらを踏まえた適切な繁殖管理手法の構築が繁殖成績改善に寄与することが示唆された。

II 緒 言

豚の繁殖管理は、養豚業の発展における重要な課題であり、生産効率の向上や動物福祉の確保が求められている。沖縄アグー豚（以下、アグー）は、主要な西洋系品種と比較して総産子数が少なく、分娩後の事故率が高い傾向が報告されており¹⁾、繁殖性の低さが課題として指摘されている。前報²⁾では、分娩データを用いた解析を通じて、アグーの分娩特性やその影響因子について一定の知見を得た。しかし、分娩記録という静的なデータのみでは、分娩プロセスの動的な特性や異常の具体的な原因を十分に解明することは困難である。

近年、西洋系品種では、分娩中の母豚の姿勢や行動、子豚の出生直後の行動特性、異常分娩の発生タイミングといった分娩プロセスの詳細な観察に、映像解析を活用する研究が進展している^{3~5)}。いっぽう、アグーについては、このような分娩プロセスそのものを直接観察し、詳細に検討する試みは行われておらず、分娩時の具体的なリスク要因や母豚および子豚の行動特性に関する理解は進んでいないのが現状である。そこで、本研究では、アグーの分娩を映像記録し、分娩特性や子豚死亡要因を解析した。

III 材料および方法

2023年4月から2024年12月に分娩したアグー母豚11頭における15回の分娩を対象とした。ネットワークカメラ（hornbill製）を母豚の後方1m、高さ2mの位置に設置し、分娩予定日の7日前から分娩後7日までの期間にわたって撮影を行った。なお、分娩予定日は交配日を0日目として113日目とし、前報の結果を参考に設定した。

調査項目は、産次、総産子数、生存産子数、死産数、ミイラ数、分娩開始および終了時刻、分娩間隔、総分娩時間、子豚が初乳を飲むまでの時間、分娩後1日以内および7日以内の死亡要因とした。なお、死

*アルセンス株式会社

亡要因は死産、圧迫死、衰弱死、窒息死、噛み殺しの5種類とし、表1のとおり定義した。

時刻データの解析には循環平均および循環標準偏差を算出した。分娩間隔および総分娩時間については、外れ値の影響を抑えるためHuberのM推定法を適用した。また、初乳を飲むまでの時間は娩出後60分間を観察期間とし、右側切断データとして扱い、最大尤度推定(MLE)を用いて解析を行った。

表1 死亡要因の定義

死亡要因	定義
死産	分娩前または分娩時に胎内で死亡すること
圧迫死	母豚が横たわる、または動く際に子豚を押しつぶして死亡すること
衰弱死	吸乳不足や低体温などにより体力が著しく低下して死亡すること
窒息死	分娩直後に胎膜から抜け出せず、呼吸が妨げられて酸素不足で死亡すること
噛み殺し	母豚のストレスや攻撃的行動により、子豚が噛みつかれて死亡すること

Ⅳ 結 果

撮影した母豚および子豚の分娩データの概要を表2に示した。産次は初産から7産次まで含まれており、妊娠期間は109～117日の平均113.1日であった。総産子数は平均6.5頭で、生存産子数は5.3頭(80.6%)、死産数は0.3頭(4.1%)、ミイラ数は1.0頭(15.3%)であった。分娩開始時刻は平均19:58、分娩終了時刻は21:54で、供試母豚の80.0%が18時から翌朝6時の間に分娩を開始した(図1)。分娩間隔は平均8.4分、総分娩時間は59.3分であったが、図2に示すように極端に長い分娩間隔および総分娩時間が認められた。子豚が初乳を飲むまでの時間は35.0分であった。

表2 死亡要因の定義

死亡要因	定義
死産	分娩前または分娩時に胎内で死亡すること
圧迫死	母豚が横たわる、または動く際に子豚を押しつぶして死亡すること
衰弱死	吸乳不足や低体温などにより体力が著しく低下して死亡すること
窒息死	分娩直後に胎膜から抜け出せず、呼吸が妨げられて酸素不足で死亡すること
噛み殺し	母豚のストレスや攻撃的行動により、子豚が噛みつかれて死亡すること

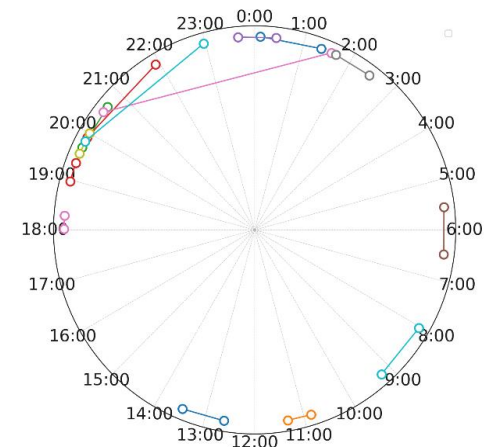


図1 分娩行動の時間帯分布

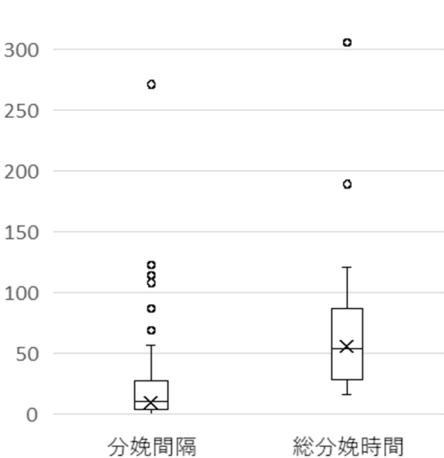


図2 分娩間隔および総分娩時間の箱ひげ図

15回の分娩で得られた総産子数は98頭で、そのうち生存産子数は79頭、死産数は4頭、ミイラ数は

15 頭であった。分娩後 1 日以内に死亡した子豚は 15 頭 (15.3%)、分娩後 7 日以内に死亡した子豚は 8 頭 (8.2%) であった (図 3)。

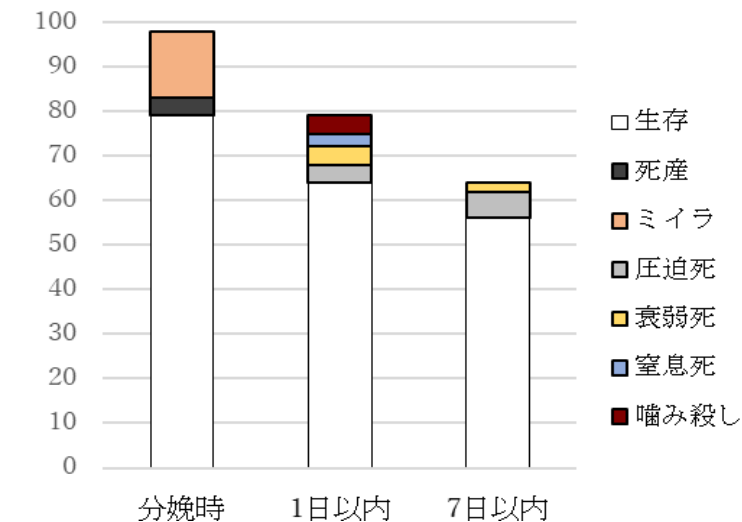


図 3 子豚の生存および死亡要因の内訳
(分娩時、分娩後 1 日以内、分娩後 7 日以内)

死亡要因別に見ると、死産は 4 頭 (総死亡産子数に占める割合 14.8%)、圧迫死は 10 頭 (同 37.0%)、衰弱死は 6 頭 (同 22.2%)、窒息死は 3 頭 (同 11.1%)、噛み殺しは 4 頭 (同 14.8%) であった。

死産の 4 頭のうち、3 頭は分娩順が最後から 1~3 番目にあたり、いずれも分娩間隔が 40 分以上空いていた個体であった。

圧迫死は、分娩後 1 日以内では 4 頭、7 日以内では 6 頭が該当した。1 日以内に死亡した 4 頭のうち、3 頭は臍帯が切れないまま母豚が立ち上がった際に腹部の下に引きずり込まれたものであり、残りの 1 頭は母豚が授乳体制を取る際に押しつぶされたものであった。これらはすべて分娩順が 1~2 番目の個体だった。いっぽう、7 日以内に死亡した 6 頭はいずれも母豚が授乳体制を取る際に押しつぶされたものであり、このうち 5 頭は生存産子数が 7 頭以上の群で発生していた。

衰弱死は、分娩後 1 日以内では 4 頭、7 日以内では 2 頭が該当した。1 日以内に死亡した 4 頭は娩出後に母豚から離れた位置に移動し、初乳を摂取できていなかった個体であった。7 日以内に死亡した 2 頭は吸乳の頻度が少なく、体力が衰えて死亡したものであった。

窒息死は、いずれも分娩後 1 日以内に発生した。これらは分娩直後に胎膜から脱出できず窒息した個体であった。

母豚による噛み殺しは、いずれも分娩後 1 日以内に発生した。これらは母豚の顔付近に近づいた際に噛みつかれたものであり、この行動は特定の 1 頭の母豚によるものであった。

V 考 察

本研究では、アグーの分娩特性や子豚死亡要因について映像解析を実施した。その結果、前報の静的データ解析では得られなかった分娩プロセスの動的な特性や異常の具体的な原因が明らかになった。まず、アグーの分娩に関する記述統計的特徴について考察する。

妊娠日数および総産子数は前報の結果と同程度であったが、その内訳には違いが見られた。本研究における死産数 (0.3 頭) は前報 (0.8 頭) より少ない傾向を示した。これは当センターで行われている無看護分娩の特徴が影響したと考えられた。無看護分娩では死産および分娩後 1 日以内の死亡の区別が難しく、静的データで記録された前報の死産数には過大評価が含まれていたことが示唆された。

アグーの分娩開始時刻は 18 時から翌朝 6 時にかけて全体の 80.0%が集中していた。この傾向は西洋系品種の報告とも一致しており⁸⁾、プロスタグランジンやオキシトシンなど分娩を誘発するホルモンの分泌が日中よりも夜間に増加する⁹⁾ことが影響していると考えられた。また、当センターでは分娩予定の

母豚に対して朝に給餌を行っており、この給餌時間が夜間の分娩集中を促進させたことが示唆された。西洋系品種では、給餌時間が母豚の行動リズムやホルモン分泌に影響を与えることが報告されており¹⁰⁾、朝の給餌が日中の活動を促し、夜間に分娩が集中するリズムを形成したと推察された。

アグーの分娩間隔(8.4分)および総分娩時間(59.3分)は西洋系品種(分娩間隔14.6分、総分娩時間169.8分)¹¹⁾と比較して短い傾向を示した。アグーは産子数が少なく出生体重も軽いため、産道通過が容易になり、分娩間隔や総分娩時間の短縮に寄与したと考えられた。西洋系品種では産子数が少ない場合に分娩間隔が長くなり、総分娩時間が短縮される傾向が報告されているが¹¹⁾、アグーの場合は分娩間隔も短縮されている点が特徴的であった。また、個体間のばらつきが大きく、一部の個体では極端に長い分娩間隔や総分娩時間が観察された。西洋系品種でも同様に個体間のばらつきが大きいことが示されており¹²⁾、個体差による生理的特徴や分娩時の環境要因などが分娩間隔や総分娩時間に影響していることが示唆された。

アグー子豚が初乳を飲むまでの時間(35.0分)は西洋系品種(39分)¹³⁾と同程度であった。一般に、子豚の出生体重が軽いほど初乳摂取が遅れる傾向があるが¹⁴⁾、アグー子豚が初乳を飲むまでの時間は西洋系品種と同程度であったことから、品種間での初乳を飲むまでの時間の差異は小さいことが考えられた。この要因として、アグーの産子数が少ないことにより乳頭を巡る競争が軽減され、乳頭数と産子数のバランスが良好であることが示唆された。

次に、アグー子豚の死亡要因について考察する。死亡要因は、分娩時の死産、分娩後1日以内および7日以内の圧迫死、衰弱死、窒息死、噛み殺しの5つに分類された。

アグーの死産は、分娩順が遅く、分娩間隔が40分以上の個体に集中していた。西洋系品種においても、分娩順が遅く¹⁵⁾、分娩間隔が60分を超えると死産リスクが高まることが報告されており¹⁶⁾、アグーでも同様の結果が確認された。これは、分娩の進行や分娩間隔が長引くことで母豚の子宮収縮力が低下し、分娩順が遅い個体ほど酸素供給が不足することが原因と考えられた。

アグーの圧迫死は、分娩後1日以内では臍帯が切れないまま母豚が立ち上がった際に腹部の下に引きずり込まれたものが主な原因であり、分娩順が早い個体に集中していた。一般に、西洋系品種では臍帯は分娩後すぐに自然に切れるため、飼養者による処置は不要とされているが¹⁷⁾、アグーでは圧迫死された個体以外にも臍帯が切れず、母豚の引きずられている個体が複数確認された。この原因として、アグー子豚の出生体重が軽いことから、産道での摩擦や臍帯にかかる張力が小さく、臍帯が切れにくいことが要因と考えられた。さらに、分娩順が早い個体は、母豚が分娩中に体勢を変える時間が長いこと、圧迫死のリスクが高いことが推察された。

いっぽう、分娩後7日以内の圧迫死は生存産子数が7頭以上の腹に集中していた。西洋系品種においても、産子数が多いほど圧迫死のリスクが増加する傾向が報告されており¹⁸⁾、アグーでも同様の結果が確認された。産子数が多い場合、子豚の密度が増加し、逃げるスペースの不足や乳頭を巡る競争が発生することで母豚との接触が増加し、圧迫されるリスクが高まることが考えられた。西洋系品種では里子処置や人工授乳により母豚と子豚の接触機会を減らすことで、圧迫死リスクを軽減することが示唆されている^{19, 20)}。今後、アグーにおいてもこれらの技術の効果を検証することが必要である。

アグーの衰弱死は分娩後の吸乳行動と密接に関連していることが示された。西洋系品種においても、分娩後すぐに母豚の乳頭にたどり着けなかった子豚は低体温症のリスクが高まること²¹⁾、また適切な吸乳が行われない場合に衰弱し死亡するリスクが増加すること²²⁾が報告されており、アグーでも同様の結果が確認された。子豚は母豚の体表を鼻で押しながら乳頭を探す行動を示すことが示されているが²³⁾、アグーの場合、分娩間隔が短いことや、分娩中に母豚が頻繁に体勢を変えること観察されており、これらの行動が子豚の乳頭探索行動を妨げる要因となっていると考えられた。このため、授乳介助や人工授乳など、適切な吸乳を確保するための技術を検証することが求められる。

アグーの窒息死は分娩時に胎膜から脱出できなかったことによるものであり、この現象は西洋系品種ではほとんど見られない稀な事例である。一般に、胎膜は子豚が分娩直後に自発的に動くことで自然に破れるため²⁴⁾、窒息に至る可能性は低いとされる。アグー子豚は出生体重が軽いため、胎膜を破る力が十分でないことが示唆された。このことから、アグーの分娩管理においては、看護分娩を行い、胎膜を適切に除去することが重要であると推察された。

アグーの噛み殺しは特定の1頭の母豚によるものであった。西洋系品種においても、母豚による噛み殺しは観察されることがあり、特に神経質な初産の母豚で多く報告されている²⁵⁾。しかし、この現象に

関する研究は十分に進んでおらず、原因は明らかになっていない。本研究で嘔み殺しが観察されたアグーも初産であり、何らかのストレスがこの行動を引き起こしたことが考えられた。

本研究により、アグーの分娩プロセスにおける動態的な特性や異常の具体的な原因が明らかとなった。特に子豚の死亡原因については、分娩介助により低減できる可能性が示された。また、アグーの総分娩時間が短いことから、分娩の立ち会いは現実的であり、子豚の死亡率低減に寄与することが考えられた。いっぽう、アグーの分娩は夜間に多く発生するため、昼間分娩を誘導する技術の開発が求められる。西洋系品種ではプロスタグランジンの投与²⁶⁾や給餌タイミングの調整²⁷⁾による昼間分娩の誘導が報告されており、アグーにおいてもこれらの方法の適用を検討する必要がある。以上のことから、分娩中の母豚の行動管理や分娩後の子豚のケアが死亡率低下において重要であり、適切な繁殖管理手法の構築がアグーの繁殖成績改善に寄与することが示唆された。

V 引用文献

- 1) 眞嗣平・及川卓郎 (2017) 体尺測定値および繁殖成績からみたアグーの品種特性について, 日本畜産学会報, **88** (2), 103-113
- 2) 村上賢太・普照恭多・高木和香子 (2025) 沖縄アグー豚の分娩特性に関する研究 (1), 沖縄畜研報, **62**, 23-28
- 3) E. Khoramshahi, J. Hietaoja, A. Valros, J. Yun, M. Pastell (2014) Real-time recognition of sows in video: a supervised approach, *Information Processing in Agriculture*, **1**, 73-81
- 4) E. van Erp-van der Kooij, L. F. de Graaf, D. A. de Kruijff, D. Pellegrom, R. de Rooij, N. I. T. Welters, J. van Poppel (2023) Using sound location to monitor farrowing in sows, *Animals*, **13**(22), 3538-3547
- 5) M. Wutke, C. Lensches, U. Hartmann, I. Traulsen (2024) Towards automatic farrowing monitoring - a Noisy Student approach for improving detection performance of newborn piglets, *PLoS One*, **19**(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310818>, 2025 年 1 月 10 日アクセス
- 6) L. H. Fang, Y. H. Jin, J. H. Jeong, J. S. Hong, W. L. Chung, Y. Y. Kim (2019) Effects of dietary energy and protein levels on reproductive performance in gestating sows and growth of their progeny, *Journal of Animal Science and Technology*, **61**(3), 154-162
- 7) A. Gormley, K. B. Jang, Y. Garavito-Duarte, Z. Deng, S. W. Kim (2024) Impacts of maternal nutrition on sow performance and potential positive effects on piglet performance, *Animals*, **14**(13), 1858-1878
- 8) L. Canario, J. Bidanel, L. Rydhmer (2014) Genetic trends in maternal and neonatal behaviors and their association with perinatal survival in French Large White swine, *Frontiers in Genetics*, **5**, 410-425
- 9) C. Oliviero, M. Heinonen, A. Valros, O. Halli, O. A. T. Peltoniemi (2008) Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation, *Animal Reproduction Science*, **105**, 365-377
- 10) H. Manu, S. Lee, M. C. Keyes, J. Cairns, S. K. Baidoo (2020) Behavioral and cortisol responses to feeding frequency in pregnant sows under isocaloric intake, *Journal of Animal Science*, **98**(8), 226-234
- 11) 畜産大辞典編集委員会 (1996) 新編畜産大辞典, 養賢堂
- 12) Y. K. Adi, R. Boonprakob, R. N. Kirkwood, P. Tummaruk (2022) Factors associated with farrowing duration in hyperprolific sows in a free farrowing system under tropical conditions, *Animals*, **12**(21), 2943-2956
- 13) I. Declerck, S. Sarrazin, J. Dewulf, D. Maes (2017) Sow and piglet factors determining variation of colostrum intake between and within litters, *Animals*, **11**(8), 1336-1343
- 14) H. Shah, T. Orro, A. Valros, S. Junnikkala, O. Peltoniemi, C. Oliviero (2019) Factors affecting sow colostrum yield and composition, and their impact on piglet growth and health, *Livestock Science*, **227**, 60-67
- 15) N. H. Nam, P. Sukon (2021) Non-infectious risk factors for intrapartum stillbirth in a swine farm in the North of Vietnam, *Veterinary World*, **14**(7), 1829-1834
- 16) J. L. Vallet, J. R. Miles, T. M. Brown-Brandl, J. A. Nienaber (2010) Proportion of the litter farrowed, litter size, and progesterone and estradiol effects on piglet birth intervals and stillbirths, *Animal Reproduction Science*, **119**, 68-75
- 17) 石井泰明 (1976) 豚の分娩ならびに哺乳技術に関する調査, 研究, 日本養豚研究会誌, **13** (1), 50-

53

- 18) D. M. Weary, P. A. Phillips, E. A. Pajor, D. Fraser, B. K. Thompson (1998) Crushing of piglets by sows: effects of litter features, pen features and sow behaviour, *Applied Animal Behaviour Science*, **61**, 103-111
- 19) R. Weber, N. Keil (2007) Piglet mortality on farms using farrowing systems with or without crates, *Animal Welfare*, **16**(2), 277-279
- 19) J. A. C. Diaz, E. G. Manzanilla, A. Diana, L. A. Boyle (2018) Cross-fostering implications for pig mortality, welfare and performance, *Frontiers in Veterinary Science*, **5**, 123-132
- 20) P. K. Theil, H. Jorgensen (2016) Fat, energy, and nitrogen retention of artificially reared piglets, *Journal of Animal Science*, **94**, 320-323
- 21) T. S. Kammergaard, L. J. Pedersen, E. Jorgensen (2011) Hypothermia in neonatal piglets: Interactions and causes of individual differences, *Journal of Animal Science*, **89**(7), 2073-2085
- 22) K. L. Chidgey, N. Udomteerasawat, P. C. H. Morel, F. Castillo-Alcala (2022) Animal welfare compromises associated with causes of death in neonatal piglets, *Animals*, **12**(21), 2933-2945
- 23) J. Skok, D. Skorjanc (2014) A note on precise tracking of suckling position by piglets, *Archiv Tierzucht*, **57**, 11, <https://doi.org/10.7482/0003-9438-57-011>, 2025年1月10日アクセス
- 24) A. Borazjani, B. C. Weed, S. S. Patnaik, J. M. Feugang, D. Christiansen, S. H. Elder, P. L. Ryan, J. Liao (2009) A comparative biomechanical analysis of term fetal membranes in human and domestic species, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, **204**, 25-36
- 25) M. C. Meunier-Salaun, R. Dantzer (1990) Behaviour-environment relationships in pigs: importance for the design of housing and management system in intensive husbandry, *Pig News and information*, **11**(4), 507-514
- 26) M. A. Gall, B. N. Day (1987) Induction of parturition in swine with prostaglandin F(2) alpha, estradiol benzoate and oxytocin, *Theriogenology*, **27**(3), 493-505
- 27) L. A. Kpogo, J. C. Panisson, H. L. Frobose, D. A. Columbus (2024) Effects of pre-farrow feeding time on the farrowing time and duration in sows and litter outcomes, *Canadian Journal of Animal Science*, **105**, 53-57

山羊多頭飼育技術の確立

(1) 人工哺乳が山羊育成前期の発育に与える影響

安村陸 高木和香子 平良祥

I 要 約

人工哺乳が山羊育成前期の発育に与える影響を検討するため、人工哺乳と自然哺乳（双子）の山羊を同様の飼養管理で6カ月齢まで育成し比較した結果、以下のとおりであった。

1. 試験終了時点で試験区は1日あたりDM765g, TDN531g, CP122gを摂取し、対照区はDM780g, TDN533g, CP121gを摂取した。
2. DM, TDN, CPの充足率は試験区がDM94.5%, TDN106.8%, CP119.4%となり、対照区がDM96.2%, TDN107.0%, CP116.8%となった。飼料要求率は試験区が6.6, 対照区が6.5であった。
3. 試験区の出生時、離乳時、終了時の体重はそれぞれ、3.5kg, 15.0kg, 30.9kgであり、生後から6カ月齢までに27.4kgの増体が認められた。対照区の出生時、離乳時、終了時の体重はそれぞれ、3.7kg, 15.4kg, 31.6kgであり、生後から6カ月齢までに27.9kgの増体が認められた。DGは試験区が152g, 対照区が155gであった。体重およびDGにおいて両区で有意な差は認められなかった。
4. 6カ月齢において試験区と対照区の体長、体高、十字歩高、胸囲、腹囲を比較した結果、両区で有意差は認められなかった。
5. 両区を血液生化学的検査した結果、Gluで対照区が有意に高い値を示したものの、両区とも異常値は認められなかった。

以上のことから、山羊の人工哺乳と自然哺乳（双子）を比較し検討した結果、離乳時および育成前期における発育や健康状態への影響はほとんどないこと示唆された。

II 緒 言

近年、全国的に山羊肉の需要が増加傾向にあり¹⁾、伝統的な食文化として山羊肉を食べる習慣がある本県のみならず、海外からの観光客や留学生向けのハラルフードとして県外での人気も高まっている。しかし、近年の本県における山羊の飼養頭数は減少傾向にあり、2019年から2023年の過去5年間で11703頭から9458頭と2245頭の減少となっている²⁾。そのため、県内の山羊農家では生産規模の拡大が必要とされているが、他の家畜と違い山羊は生産技術の体系化が進んでいないことから、山羊多頭飼育技術確立が課題となっている。

山羊の多頭飼育においては、子山羊の授乳期や育成前期における飼養管理が重要とされている。一度に多くの子山羊を安定的に育成することは難しく、疾病の早期発見や発育値ごとの飼料給与量の検討などが重要である。牛では、子牛の安定的な育成には人工哺乳が有効であるとされている³⁾。人工哺乳では、すべての子牛に均一に適正量のミルクを給与でき、疾病の早期発見もしやすく、人に良く慣れるため個体管理が容易になるなどのメリットが挙げられる。2頭以上の分娩がたびたび見られる山羊においては、人工哺乳の有効性は牛よりも高く、得られるメリットも多いと考えられる。しかしながら、山羊の人工哺乳に関する知見はいくつかある^{4~6)}ものの、人工哺乳が発育値へ与える影響についての文献はほとんどない。

そこで、本研究では、子山羊の人工哺乳が育成前期の発育に与える影響を調査するため、交雑種山羊における自然哺乳と人工哺乳の発育値について比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

2023年3月23日から9月3日までの期間とし、試験場所は畜産研究センター飼養試験舎とした。

2. 飼養管理

人工哺乳する子山羊は生後 2 日から 5 日以内に母子を分離し、幅 2m×奥行 3m の高床式の山羊房にて 4 頭ずつの群飼とした。自然哺乳する子山羊は、生後から 2 カ月齢までは幅 2m×奥行 3m の高床式の山羊房にて母山羊 2 頭と子山羊 4 頭の計 6 頭での群飼とし、2 カ月齢以降は母山羊のみ別の山羊房に分離した。なお、人工哺乳、自然哺乳ともに 2 カ月齢を目安に離乳を行った。

3. 給与飼料

1) 授乳期（生後～2 カ月齢未満）

人工哺乳における代用乳の給与量を表 1 に示した。代用乳の給与量は山羊飼養管理マニュアル⁶⁾のとおりとし、生後 3～10 日は 9 時、13 時、16 時の 1 日 3 回、11～30 日は 9 時と 16 時の 2 回、31～60 日は 9 時に 1 回の制限哺乳とした。人工哺乳する子山羊は 1 カ月齢までは代用乳のみ、1 カ月齢から 2 カ月齢までは代用乳に加え人工乳を最大で 500g 給与し、2 カ月齢以降は飼料のみを給与した。自然哺乳する子山羊は 1 カ月齢までは母山羊の授乳のみとし、1 カ月齢から 2 カ月齢は母山羊の授乳に加え人工乳を最大で 500g 給与し、2 カ月齢以降は飼料のみを給与した。

表 1 人工哺乳における代用乳給与量

日 齢	3～10 日	11～20 日	21～30 日	30～40 日	40～50 日	50～60 日
代用乳(ml)	1000	1400	1800	1000	700	500
哺乳回数(回)	3	2	2	1	1	1

2) 育成前期（2～6 カ月齢）

育成前期の給与飼料における成分および月齢ごとの給与量を表 2、3 に示した。飼料分析は近赤外線分析法により行った。飼料の給与量は Nutrient Requirements of Sheep and Goats⁷⁾および NUTRIENT REQUIREMENTS OF SMALL RUMINANTS⁸⁾を参考に、両区とも 1 日あたり 100g 以上増体するために必要な要求量を満たすよう設計した。さらに、残餌 100g 以下が 3 日続く場合は、表 3 の給与量に人工乳もしくは山羊用濃厚飼料を 1 群あたり 100g 追加給与した。

表 2 給与飼料の養分含量

(%DM)

	乾物率	TDN	CP	NDF	EE	ASH
トランスバーラ乾草	84.3	59.1	8.4	76.7	2.4	4.3
山羊用濃厚飼料	84.6	81.5	14.4	20.5	3.5	4.4
人工乳	85.1	74.6	23.1	27.0	2.2	7.2
大豆粕	88.0	76.8	45.0	11.2	0.3	6.4

表 3 各月齢における飼料の給与量

(g/日/頭)

月 齢	2～3 ヶ月	3～4 ヶ月	4～5 ヶ月	5～6 ヶ月
乾草	100	200	300	400
人工乳	500	500	100	0
山羊用濃厚飼料	0	100	500	500
大豆粕	0	0	100	200

3. 試験方法

人工哺乳により代用乳を給与する試験区と自然哺乳により母乳を吸乳する対照区に群分けし、生後から 6 カ月齢まで育成し発育成績を比較した。

4. 供試山羊

供試山羊の概要を表 4 に示した。2023 年 3 月から 4 月に出生した交雑種の子山羊 8 頭を用いた。なお、対照区の自然哺乳には、双子の子山羊を用いた。

表 4 供試山羊の概要

区分	供試No.	性別	品種	生年月日	生時体重(kg)
試験区	1	雄	交雑種	2023 年 3 月 23 日	3.6
	2			2023 年 3 月 23 日	3.7
	3			2023 年 4 月 14 日	3.1
	4			2023 年 4 月 17 日	3.5
対照区	5	雄	交雑種	2023 年 3 月 28 日	3.0
	6			2023 年 3 月 28 日	3.0
	7			2023 年 4 月 14 日	4.1
	8			2023 年 4 月 14 日	4.6

5. 調査項目

1) 育成前期における DM, TDN, CP の摂取量および充足率, 飼料要求率

朝の飼料給与前に残飼料の測定を行い、給与量と残飼料の差を飼料摂取量とし、給与飼料の乾物率から乾物摂取量を求めた。DM, TDN, CP の充足率は、山羊の生命維持および増体に必要な要求量から摂取量を除して算出した。飼料要求率は、試験期間中の乾物摂取量を増体重で除して求めた。

2) 発育成績

測定項目は、体重、体長、体高、十字歩高、胸囲、腹囲とし、1 ヶ月ごとに測定した。

3) 血液生化学的検査

スポットケム(SP-4410)を用い、グルコース(Glu)、総コレステロール(T-cho)、尿素窒素(BUN)、総ビリルビン(T-Bil)、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(GOT)、グルタミルトランスペプチターゼ(GPT)、総タンパク(T-Pro)、アルブミン(Alb)の検査を行った。なお、血液生化学的検査は6カ月齢時に行った。

7. 統計処理

両区から得られたデータをエクセル統計 2010 for Windows (株式会社社会情報サービス東京) を用いて t 検定により統計処理した。

IV 結 果

1. 育成前期における DM, TDN, CP の摂取量および充足率, 飼料要求率

育成前期における DM, TDN, CP の月ごとの摂取量、充足率および飼料要求率を表 5 に示した。試験終了時点で試験区は 1 日あたり DM765g, TDN531g, CP122g 摂取し、対照区は DM780g, TDN533g, CP121 g 摂取しており、摂取量に大きな差はなかった。

充足率について、試験区は DM94.5%, TDN106.8%, CP119.4%となり、対照区が DM96.2%, TDN107.0%, CP116.8%であった。両区とも TDN, CP の充足率は 100%を満たしたものの、DM は要求量を満たすことができなかった。飼料要求率は試験区が 6.6, 対照区が 6.5 とほとんど差が認められなかった。

表 5 育成前期における DM, TDN, CP の摂取量, 充足率および飼料要求率

	DM		TDN		CP		飼料要求率
	摂取量 (gDM/頭/日)	充足率 (%/頭/日)	摂取量 (gDM/頭/日)	充足率 (%/頭/日)	摂取量 (gDM/頭/日)	充足率 (%/頭/日)	
試験区	658	94.5%	466	106.8%	116	119.4%	6.6
対照区	672	96.2%	473	107.0%	114	116.8%	6.5

2. 発育成績

1) 試験期間中における体重変化および DG

出生時と試験期間中の体重推移および DG を表 6 に示した。試験区の出生時、離乳時、終了時の体重はそれぞれ、3.5kg、15.0kg、30.9kg であり、生後から 6 カ月齢までに 27.4kg の増体が認められた。対照区の出生時、離乳時、終了時の体重はそれぞれ、3.7kg、15.4kg、31.6kg であり、生後から 6 カ月齢までに 27.9kg の増体が認められた。両区で有意な差は認められなかった。DG は試験区が 152.2g、対照区が 155.0g であり、有意差は認められなかった。

表 6 出生時と試験期間中の体重推移および DG

	体重			DG
	出生時(kg)	離乳時(kg)	終了時(kg)	(g/頭/日)
試験区	3.5±0.2	15.0±0.7	30.9±2.1	152.2±12.8
対照区	3.7±0.7	15.4±1.6	31.6±1.5	155.0± 8.3

注) 平均値±標準偏差

2) 発育値の推移

試験期間中における発育値の推移を図 1 に示した。月齢ごとの体重において有意差は認められず、両区ともに一定に推移する傾向にあった。

体長は 2 カ月齢の試験区で 55.5 cm、対照区で 54.5 cm となり、6 カ月齢ではそれぞれ 65.8 cm、66.3 cm であった。2 カ月齢では試験区が 1.0 cm 長かったものの、6 カ月齢では対照区が 0.5 cm 長くなった。しかし、有意な差は認められず、月齢ごと発育値は両区とも同様に推移する傾向が認められた。

体高は 2 カ月齢の試験区で 50.4 cm、対照区で 49.6 cm となり、6 カ月齢ではそれぞれ 66.9 cm、68.5 cm であった。各月齢において両区で有意差は認められなかった。2 カ月齢では試験区が 0.8 cm 高かったものの、3 カ月齢以降は逆転し、6 カ月齢では対照区が 1.7 cm 高かった。

十字歩高は 2 カ月齢の試験区で 50.5 cm、対照区で 49.3 cm となり、6 カ月齢ではそれぞれ 67.1 cm、67.1 cm であった。各月齢において両区で有意差は認められなかった。1～2 カ月齢までは試験区が 1 cm 以上高かったものの、3 カ月齢以降はほとんど同じ値で推移した。

胸囲は 2 カ月齢の試験区で 59.8 cm、対照区で 60.1 cm となり、6 カ月齢ではそれぞれ 74.8 cm、74.3 cm であった。各月齢において両区で有意な差は認められなかった。

腹囲は 2 カ月齢の試験区で 64.0 cm、対照区で 64.1 cm となり、6 カ月齢ではそれぞれ、81.0 cm、81.7 cm であった。両区で有意差は認められず、月齢ごとの発育値についても同様に推移する傾向が認められた。

体重以外の発育値では、いずれも 1～3 カ月齢に急な伸長が認められ、4 カ月齢以降は上昇幅が小さくなる傾向が認められた。また、体重、体高、十字歩高は月齢ごとのばらつきが小さかったが、体長、胸囲、腹囲では 3～4 カ月齢以降にばらつきが大きくなる傾向が認められた。

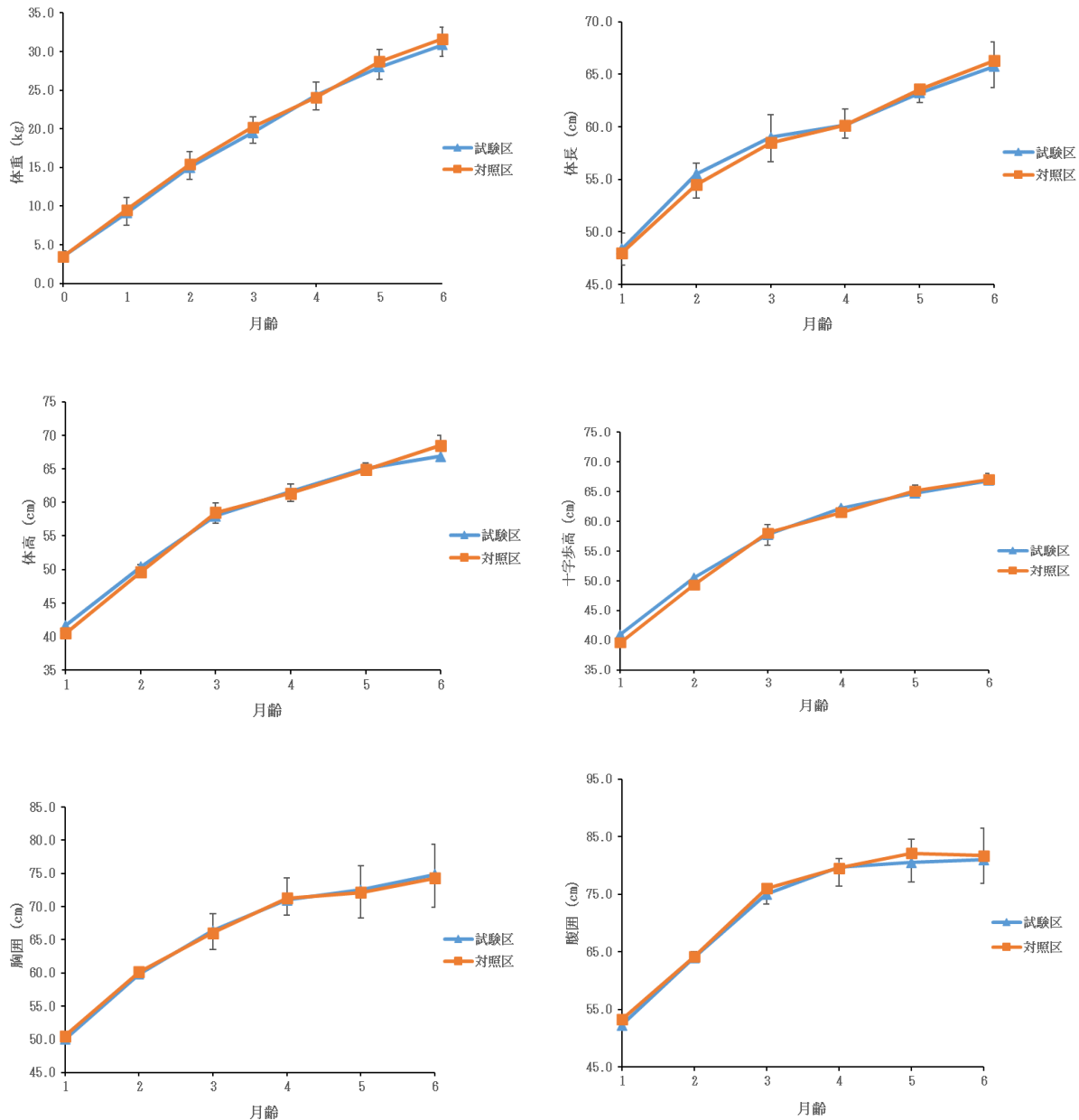


図1 試験期間中における発育値の推移

注) 平均値±標準偏差

3) 血液生化学的検査

血液生化学的検査の結果を表7に示した。Gluとで対照区が有意に高い値を示し、GPTにおいて有意差はないものの、対照区が高い傾向が認められた ($p < 0.08$)。その他項目では両区間に有意差はなかった。

表7 血液生化学的検査

	Glu	T-cho	BUN	T-Bil	GOT	GPT	T-pro	Alb
試験区	55.0 ± 2.2 ^b	83.8 ± 6.8	13.5 ± 1.1	0.2 ± 0.0	65.3 ± 9.1	11.8 ± 1.8	5.7 ± 0.3	3.0 ± 0.2
対照区	59.3 ± 1.6 ^a	80.8 ± 12.3	13.3 ± 1.5	0.3 ± 0.1	81.8 ± 27.5	18.8 ± 5.4	5.7 ± 0.4	3.2 ± 0.1

注1) 平均値±標準偏差

注2) 同列内の小文字に有意差あり ($p < 0.05$)

V 考 察

本試験では、離乳直後（約 2 カ月齢）の DM 摂取量が 500g 前後、体重が 15kg であり、試験終了時（約 6 カ月齢）には両区とも DM 摂取量が 750g、体重が 30kg 以上となった。砂川らの報告⁹⁾では、日本ザーネン種の 2 カ月齢の DM 摂取量および体重はそれぞれ 520g、13.3kg、6 カ月齢時は 852g、25.9kg であり、本試験より摂取量が多いが体重は軽い傾向にある。本試験に供した山羊はヌビアン種の交雑山羊が主であるが、雑種強勢により体型の大型化や飼料要求率が改善された可能性がある。

飼料要求量の充足率について、DM は要求量を下回ったものの、TDN や CP は要求量を上回った。本試験においては両区とも乾草の嗜好性が悪く、残餌がほとんど毎日確認されたため、それが影響し DM の要求量を満たせなかった可能性がある。一方、TDN および CP の充足率は両区とも要求量を満たしており、特に CP の充足率は 110%以上と高かった。山羊の育成前期は、第一胃の発達を促すために嗜好性が高く消化しやすい形状の飼料を多給する必要がある⁹⁾が、本試験では山羊用人工乳の代用として牛用人工乳を給与しており、その CP 含量は山羊の要求量に対し多いため充足率が高まったと考える。しかしながら、血液生化学分析における BUN や T-pro の値は、正常値（BUN：10～20、T-Pro：6.4～7.0）¹⁰⁾を大きく逸脱するような値ではないため、健康への影響は少ないと考える。

本試験に供した山羊は、乳用種であるヌビアン種¹¹⁾の交雑山羊が主であったが、飼料要求率は 6.5 程度であった。ボア系山羊（雄 8 頭、2～8 カ月齢時）の飼料要求率 5.0⁴⁾と比較すると 1.5 高いことから、ヌビアン種の交雑山羊は肉用種で産肉能力に優れるボア種¹¹⁾の交雑山羊より生産性が劣ることが示唆される。

肉用牛では、人工哺乳より自然哺乳の方が離乳時の体重が重いことが明らかにされている¹²⁾が、本試験では離乳時の体重に有意な差は認められなかった。しかしながら、山羊の離乳時の体重においては、人工哺乳と自然哺乳（双子）で同等の増体が期待できることが明らかになった。また、離乳後から 6 カ月齢時の体重推移および DG において、両区で有意な差はなく斉一性も良好であったことから、山羊の人工哺乳は育成前期においても自然哺乳（双子）と同等の発育が見込めると考える。

体重以外の発育値について、各部位における伸長の推移は類似しており、どの月齢においても有意差は認められなかったことから、人工哺乳が育成前期までの発育値に与える影響は少ないと考える。両区とも 4～6 カ月齢より 1～3 カ月齢の上昇幅が大きいことから、育成前期の交雑山羊は生後 3 カ月齢までが最も骨格の発達が顕著である可能性がある。

体長、胸囲、腹囲は 3～4 カ月齢以降にばらつきが大きくなる傾向にあったが、遺伝的な影響が示唆される。ボア系統は増体に優れているため胸囲や腹囲が大きい特徴を持ち¹¹⁾、ヌビアン系統は乳用種の特徴から体長が長く後躯が発達する特徴を持つ¹³⁾。本試験に供した交雑山羊はボアやヌビアンの系統が混在していたため、それが影響した可能性がある。

血液生化学的検査について、Glu で有意差が認められたが、摂取量の差が影響したと考える。しかしながら、両区とも正常値（Glu：50～70）¹⁰⁾の範囲内なので、健康への影響はほとんどないと考え。その他の数値について、対照区が正常値に近く栄養状態が良いと判断できるものの、両区とも県内における肉用山羊の血液生化学性状の値¹⁴⁾と比較し大きく逸脱するような値は検出されなかったため、人工哺乳が育成前期までの山羊の健康状態に与える影響はほとんどないことが示唆された。

以上のことから、山羊の人工哺乳は離乳時や育成前期の発育および健康状態へ影響を与えることなく、自然哺乳（双子）と同等の増体が見込めることが明らかになった。今後は単子による自然哺乳との比較や子山羊の離乳時期の検討など、引き続き多頭飼育技術の確立に必要な知見を得る必要がある。

VI 引 用 文 献

- 1) 農林水産省畜産局畜産振興課(2022)めん羊・山羊をめぐる情勢,
https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/tikusan_sogo/attach/pdf/sonota-11.pdf
- 2) 沖縄県農林水産部畜産課(2022)おきなわの畜産, 18
- 3) 岡山県総合畜産センター(2009)岡山県と牛子牛飼育マニュアル人工哺乳の手引き, 10, (社)岡山県畜産協会

-
- 4) 安村陸・鈴木直人・山城存(2019)ボア系山羊の人工哺育での発育調査, 沖縄畜産研究会誌, **54**, 47-52
 - 5) 沖縄県おきなわ山羊生産振興対策事業(2018)山羊繁殖管理マニュアル, 2
 - 6) 独立行政法人家畜改良センター長野牧場業務課(2002)山羊の繁殖マニュアル, **9**, 15, 36-37 独立行政法人家畜改良センター企画調整部企画調整課
 - 7) Robert Spencer(2018)Nutrient Requirements of Sheep and Goats,
<https://www.aces.edu/wp-content/uploads/2018/11/ANR-0812.pdf>
 - 8) National Research Council (2007)NUTRIENT REQUIREMENTS OF SMALL RUMINANTS, 281-286, National Academies Press
 - 9) 砂川勝徳(2024)亜熱帯における大型山羊の生産技術, 65-71, 新星出版
 - 10) 久保周一郎・友田勇(1991)獣医臨床生化学, 887-888, 近代出版
 - 11) 正田陽一・上野曄男・三上仁志・田名部雄一・村松晋・橋口勉・吉本正(2005)世界家畜品種辞典, 214-237, 社団法人畜産技術協会
 - 12) 中武真・加藤さゆり・中原菜摘・福永又三・石ヶ野公久(2016)自然保育と人工保育の違いが発育に与える影響, 宮崎県畜産試験場試験研究報告, **28**, 17 - 19
 - 13) 安村陸・玉城政信・高木和香子(2023)沖縄県における交雑山羊の体重調査, 沖畜研報, **61**, 71-75
 - 14) 宇地原務・平安山英登・藤井章(2011)肉用山羊の血液生化学性状, 沖縄県家畜衛生試験場年報, **45**, 83-86

研究補助：仲宗根安利

付属資料 沖縄県内の一般農家飼養山羊の血液生化学検査結果

	Glu	T-cho	BUN	T-Bil	GOT	GPT	T-pro	Alb
一般農家	36.1±20.8	60.2±18.4	17.0±7.3	0.6±0.1	117.0±70.6	12.1±6.4	6.7±0.8	2.9±0.5
正常値	50～75	80～130	10～20	0～0.1	167～513	24～83	6.4～7.0	2.7～3.9

暖地型牧草立毛草地におけるドローンを活用した 寒地型牧草播種技術の検証

小山裕美子 玉城侑樹* 比嘉直志*

I 要 約

省力的かつ安定した粗飼料生産技術の確立を目的にドローンを用いた寒地型牧草播種技術について、トランスバーラ刈取後に追播する対照区と、トランスバーラ刈取前の立毛草地へ播種量を対照区の1倍、2倍、3倍で追播する試験区を設け、試験を行った結果、以下のとおりであった。

1. 播種作業におけるドローンの飛行時間は、イタリアンライグラスにおいて 3.0kg/10a 播種したとき 15a あたり 4.7 分、エンバクにおいて 6.0kg/10a 播種したとき 5a あたり 6.3 分であった。
2. 寒地型牧草の発芽株数は、播種量が多くなるにつれて増加した。定着率はイタリアンライグラスにおいて各区同程度の 25%前後で、エンバクは対照区を除く各試験区で 9%前後、対照区は 1.5%であった。

以上のことより、ドローン追播は冬季の立毛草地や生産性が低下した草地への追播作業において、作業時間の短縮、作業負担の軽減等の省力化が期待できる。いっぽうで、安定的な収量確保に向け、定着率の向上が課題であると示唆された。

II 緒 言

本県では亜熱帯の気象条件から暖地型牧草の利用が盛んであるが、冬季は暖地型牧草の生産性が低下するため、粗飼料確保が課題となっており、寒地型牧草の利用が検討されている¹⁾。

いっぽう、生産現場においては、担い手の減少や高齢化等による労働力不足が深刻な問題となっており、人手の確保および作業負担の軽減が喫緊の課題となっている。近年、これらの課題をロボットやAI、IoT等のスマート技術を活用し解決する「スマート農業」を推進する動きが加速しており、畜産業においてもセンサーやモニタリング技術を活用した飼養管理、ドローンを活用した肥料・農薬散布や自動操舵トラクタでの草地管理等のスマート技術が活用されている²⁾。

また、ギニアグラス草地にイタリアンライグラスを直まき追播する守川ら³⁾の報告では、簡便で低コストである無耕起による直まき追播方法の有効性が期待できる結果であった。そこで、本研究では冬季の安定した粗飼料生産技術の確立に向け、ドローンを活用し、暖地型牧草トランスバーラ立毛草地への寒地型牧草イタリアンライグラスおよびエンバクの省力的播種技術の検証を行ったので報告する。

なお、本試験は一般社団法人日本草地畜産種子協会のドローンを活用した飼料増産技術実証にて実施した。

III 材料および方法

1. 試験期間および各作業の概要

試験期間および各作業の概要を表1に示した。試験は2024年1月31日から2024年3月12日に行い、イタリアンライグラスおよびエンバクの播種日は2024年2月7日とした。対照区におけるトランスバーラの刈取りは2024年1月31日に行い、播種作業はドローン AGRAS T20 (DJI JAPAN 社製) を用いて、対照区はトランスバーラ刈取り 7 日後に、試験区はトランスバーラ立毛中に追播した。鎮圧作業では、対照区は乗用モアで行い、試験区はディスクモア等の収穫機械を用いてトランスバーラのサイレージ調製作業を兼ねて行った。イタリアンライグラスおよびエンバクの発芽調査は2024年3月12日に行った。

表 1 試験期間および各作業の概要

月日	対照区	試験区	機械
1月31日	トランスバーラ刈取	-	ディスクモア
2月7日	播種	播種	ドローン (AGRAS T20)
2月13日	-	トランスバーラ刈取	ディスクモア
	-	細断	ストローチョップ
	-	反転1回目	テッターレーキ
	鎮圧	-	乗用モア
2月14日	-	反転2回目	テッターレーキ
2月15日	-	集草	ローラーバーレーキ
	-	梱包	ロールベアラ
2月29日	施肥	施肥	ブロードキャスト
3月12日	発芽調査	発芽調査	

2. 試験地および供試圃場の土壌条件

試験地は沖縄本島北部の沖縄県畜産研究センター内のトランスバーラ草地で、土壌は国頭マージの細粒赤色土であった。

3. 供試品種

供試品種はイタリアンライグラス極早生品種「キララワセ」およびエンバク極早生品種「アーリーキング」を供試した。

4. 区制

区制を図1に示した。対照区および各試験区は、イタリアンライグラスは1区 1500 m² (60m×25m)、エンバクは1区 500 m² (20m×25m) とした。播種量は沖縄県畜産経営技術指標 (第7版) ⁴⁾ に準拠し、イタリアンライグラス 3.0kg/10a, エンバク 6.0kg/10a を基準とした対照区、試験区は播種量が対照区と同量の1倍区, 2倍の2倍区, 3倍の3倍区の3つの区を設けた。

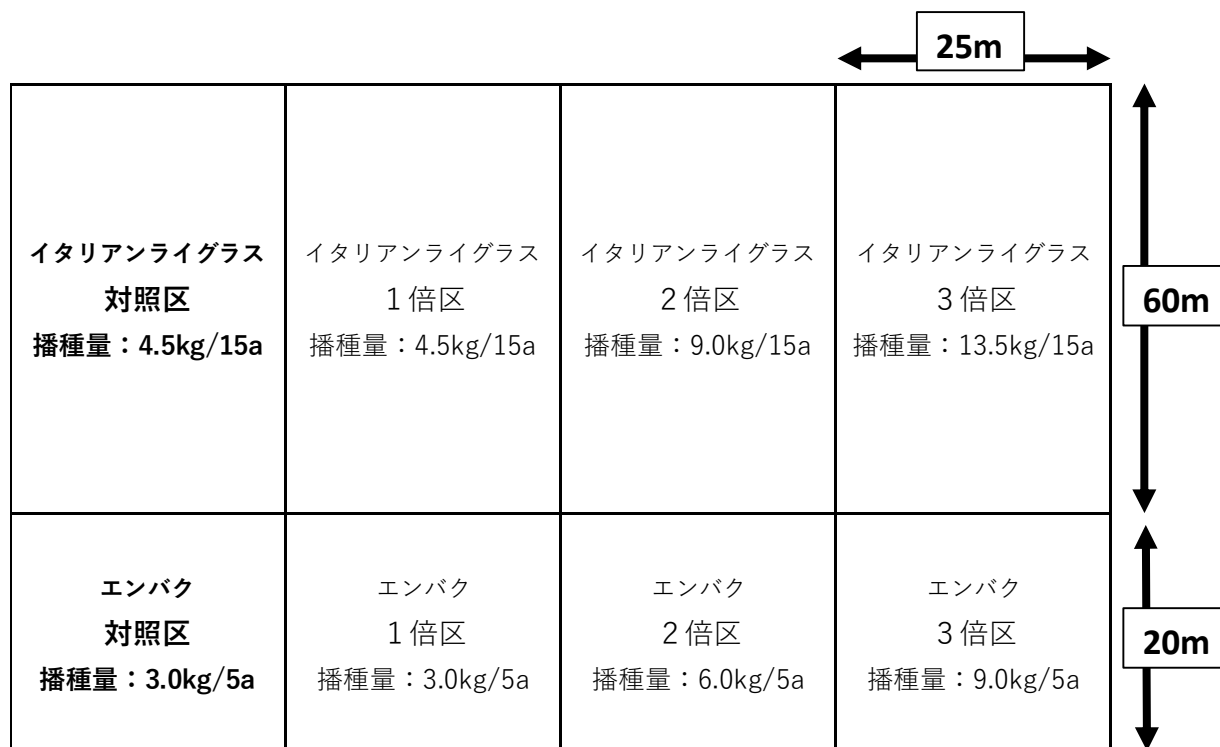


図 1 区制

5. 施肥量

施肥量は表 2 に示した。肥料は牧草専用 1 号を用い、N 換算 1.0kg/a でブロードキャストにて施肥した。なお、基肥は堆肥未施用とした。

表 2 施肥量

肥料名	成分 (N-P-K-Mg)	施用量 (kg/a)	要素量 (kg/a)			
			N	P ₂ O	K ₂ O	MgO
牧草専用 1 号	20-8-12-1	5.0	1.0	0.4	0.6	0.05

6. ドローンの飛行条件

播種時におけるドローンの飛行条件を表 3 に示した。播種当日の天候は小雨、風速は 0.2m/s 以下で飛行に支障はなかった。インペラ回転数は 1300rpm、シャッター開度は播種量に応じて 30～60%に設定した。また、試験区では種子がマット状に繁茂したトランスバーラの茎や葉に阻まれることが想定されたため、ドローンの風圧により種子が地面に到達できるよう、飛行高度を 2.0～2.5m、飛行速度を 10～15km/h と設定した。

表 3 播種時におけるドローン飛行条件

		対照区	試験区		
			1 倍区	2 倍区	3 倍区
天候		小雨			
風速		0. 2m/s 以下			
インペラ回転数	イタリアンライグラス	1300	1300	1300	1300
	エンバク	1300	1300	1300	1300
(rpm)					
シャッター開度 (%)	イタリアンライグラス	30	45	45	50
	エンバク	40	40	40	60
飛行高度 (m)	イタリアンライグラス	2. 5	2. 0	2. 0	2. 0
	エンバク	2. 5	2. 5	2. 5	2. 5
飛行速度 (km/h)	イタリアンライグラス	10	10	10	15
	エンバク	10	10	10	10

7. 調査項目

調査項目はドローンの飛行時間および飛行回数、播種した寒地型牧草の発芽株数および定着率とした。ドローンの飛行時間は各区の播種に要した時間をストップウォッチで計測した。発芽株数は縦 0.5m×横 0.5m=0.25 m²のコドラート内において、寒地型牧草が発芽、定着した株を目視で計測し、各区 10 箇所ずつ調査した。また、定着率は発芽株数および各区あたりに播種した種子数から算出した。

8. 気象概況

気象概況は試験期間における名護特別地域気象観測所の気温、降水量および日照時間⁵⁾を別図 1 および別図 2 に示した。

1) 気温

気温は 2 月で平年より約 2℃高く、3 月上旬および中旬は平年並みであった。

2) 降水量

降水量は 2 月中旬で降水がなかったが、その他は平年並みであった。

3) 日照時間

日照時間は 2 月下旬および 3 月上旬において平年より少なかった。

Ⅳ 結 果

1. ドローンにおける播種作業

播種時におけるドローンの飛行時間および飛行回数を表 4、表 5 に示した。

飛行時間は、播種量が多くなるにつれて増加した。イタリアンライグラスでは対照区および 1 倍区で 4.7 分と最も短く、次いで 2 倍区の 9.9 分、3 倍区の 11.3 分であった。エンバクでは対照区および 1 倍区で 6.3 分と最も短く、次いで 2 倍区の 7.2 分、3 倍区の 11.3 分であった。

飛行回数はドローンに積載できるホッパー容量（最大 16 L）および種子の体積から推測される容積重によって、1 回で積載できるイタリアンライグラス種子が最大 6.4kg⁶⁾、エンバク種子が最大 5kg⁷⁾であったことから、2 倍区および 3 倍区で 2 回の飛行となった。

播種直後の状況について、試験区では、種子が地面まで落下せずにトランスバーラの葉や茎に付着している様子が散見された。また、各区において、カラスによる食害が確認され、対照区で播種直後から、試験区でトランスバーラ収穫直後から確認された。

表 4 イタリアンライグラス播種時の飛行時間および飛行回数

	対照区	試験区		
		1 倍区	2 倍区	3 倍区
播種量	4.5kg	4.5kg	9kg	13.5kg
飛行時間	4.7 分	4.7 分	9.9 分	11.3 分
飛行回数	1 回	1 回	2 回	2 回

表 5 エンバク播種時の飛行時間および飛行回数

	対照区	試験区		
		1 倍区	2 倍区	3 倍区
播種量	3kg	3kg	6kg	9kg
飛行時間	6.3 分	6.3 分	7.2 分	11.3 分
飛行回数	1 回	1 回	2 回	2 回



図 2 ドローン (AGRAS T20)



図 3 ドローンによる播種作業



図4 播種直後の試験区の様子



図5 各区で確認されたカラス

2. 発芽調査

発芽株数および定着率を表6、表7に示した。

イタリアンライグラスの発芽株数は播種量が多くなるにつれて増加したが、定着率は各区同程度で25%前後であった。

エンバクにおいても発芽株数は播種量が多くなるにつれて増加し、定着率は各試験区同程度で9%前後であったが、対照区は1.5%であった。

表6 イタリアンライグラスにおける発芽株数および定着率

	対照区	試験区		
		1倍区	2倍区	3倍区
発芽株数 ¹⁾ (株)	39.4±3.9	36.8±7.0	77.9±11.7	114.0±14.3
定着率 ²⁾ (%)	26.3	24.6	26.0	25.4

注1) 数値は10箇所調査した平均値で、発芽株数±標準誤差を示す。

2) 定着率=発芽株数/各区あたりに播種した播種数(種子重量より算出)×100

表7 エンバクにおける発芽株数および定着率

	対照区	試験区		
		1倍区	2倍区	3倍区
発芽株数 ¹⁾ (株)	0.7±0.3	4.3±0.9	7.7±1.8	11.8±2.7
定着率 ²⁾ (%)	1.5	9.3	8.3	8.5

注1) 数値は10箇所調査した平均値で、発芽株数±標準誤差を示す。

2) 定着率=発芽株数/各区あたりに播種した播種数(種子重量より算出)×100



図6 イタリアンライグラスの発芽(矢印)



図7 エンバクの発芽(矢印)

V 考 察

本試験ではイタリアンライグラスの定着率がエンバクより高かったことから、イタリアンライグラスは多くの種子が地面に到達しやすいサイズであったと考えられ、定着率には種子のサイズが影響していると推察される。このことから、立毛草地における追播では、より多くの種子を地面に落下させることが重要であり、ドローンによる風圧で種子が地面に到達できるよう、種子のサイズも考慮しながら飛行速度や飛行高度等の飛行条件を検討する必要がある。

また、エンバクの対照区は、種子が地面に到達しやすい状況にも関わらず、定着率が 1.5% と低かった。これは、トランスバーラ収穫後に播種した対照区では、試験区と比較して種子が発見しやすく、カラスによる被害の程度が大きかったと推察される。いっぽう、イタリアンライグラスは対照区を含めた各区で定着率が同程度であったことから、イタリアンライグラスはカラスによる被害の程度は低かったと考える。

さらに、試験区は播種後にトランスバーラ収穫・サイレージ調製を行ったため、種子が梱包作業中にロールバーラによって回収されることが懸念されたが、イタリアンライグラスでは対照区と比較して、定着率に差がなかったことから、収穫作業用機械における種子回収の影響はなかったものと推察される。いっぽう、エンバクでは対照区でカラスの被害の程度が大きく、試験区との比較が困難な状況であったことから、収穫作業用機械における種子回収の影響の程度は判然としない結果であった。

今回、本試験でマット状に繁茂するトランスバーラ立毛草地へのドローン追播によって、寒地型牧草の発芽および定着が確認されたことは、追播した種子が地面まで到達しやすいと予想される直立型の暖地型牧草ロースグラスやギニアグラスの草地では、定着率の向上が期待できる。また、奥村ら⁸⁾はギニアグラス草地の冬期収量において、12 月中旬から下旬にイタリアンライグラスを追播すると冬期の粗飼料生産不足の補完に有効であることを報告しており、寒地型牧草の生育気温に応じた播種時期も考慮する必要がある。さらに、欠株や裸地によって生産性が低下した暖地型牧草草地へのドローンを用いた暖地型牧草種子の追播技術としても有効と考える。また、草地の更新作業は通常、中耕後に施肥および播種を行い、鎮圧を行なう⁹⁾が、本試験では中耕および鎮圧を省力化でき、近年の労働力不足に対応する作業負担軽減に寄与できると考える。

以上のことより、ドローン追播は冬季の立毛草地や生産性が低下した草地への追播作業において、作業時間の短縮、作業負担の軽減等の省力化が期待できる。いっぽう、安定的な収量確保に向け、定着率の向上が課題であることが示唆され、今後検討していく必要がある。

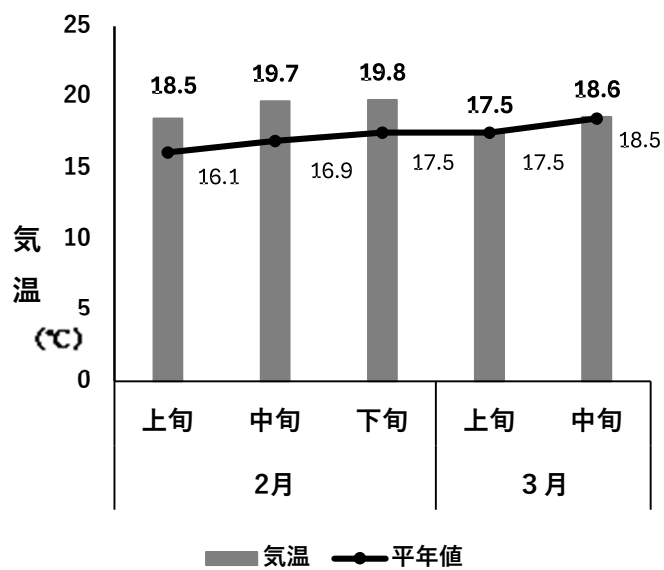
VI 引 用 文 献

- 1) 栗田夏子・荷川取秀樹(2019)沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立(1)イタリアンライグラスおよびエンバクにおける施肥量の違いによる生育成分に関する調査, 沖畜研報, 57, 28-35
- 2) 農林水産省, スマート農業技術カタログ(畜産)
https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/smart_agri_technology/attach/pdf/smartagri_catalog-46.pdf
- 3) 守川信夫・安谷屋兼二・庄子一成(1998)ギニアグラス草地におけるイタリアンライグラス直まき追播法の検討, 沖畜研報, 36, 117-120
- 4) 沖縄県農林水産部(2023)沖縄県畜産経営技術指標(第7版), 第6章飼料I 奨励品種の特性及び栽培基準, 135-136
- 5) 国土交通省気象庁, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 6) 一般社団法人日本草地畜産種子協会(2024)ドローンを活用したライグラス類播種・栽培技術, 2 ドローンの選択
- 7) 熊谷健・田端聖可(1972)えん麦の容積重の変異について, 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会会報, 57
- 8) 奥村健治・稲福政史・幸喜香織・蝦名真澄(2006)冬期追播したイタリアンライグラスの品種および播種時期がギニアグラス永年草地の収量に及ぼす影響, 日本草地学会誌, 51, 348-353

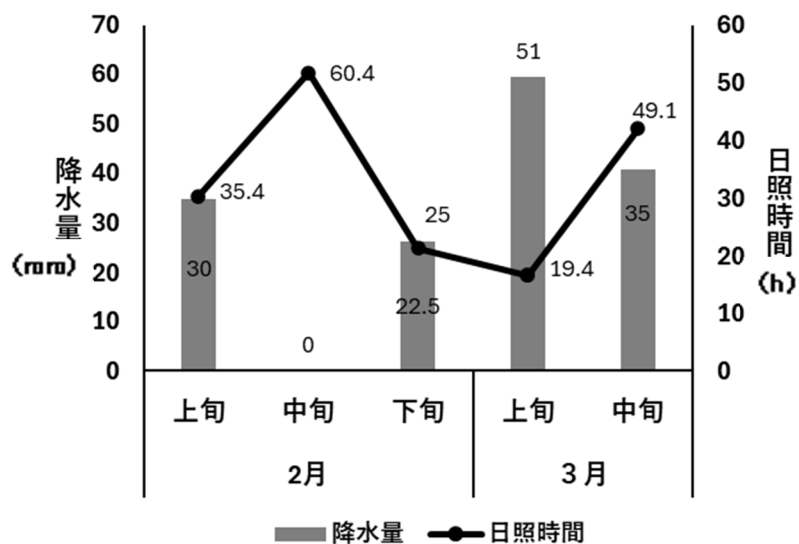
9) 沖縄県農林水産部(2023)沖縄県畜産経営技術指標 (第7版), 第6章飼料I奨励品種の特性及び栽培基準, 138

研究補助: 宮城広明, 宜保永堅, 仲程正巳

資料



別図1 試験期間における平均気温



別図2 試験期間における積算降水量および積算日照時間

(短報) エンバク極早生品種の播種時期の検討

喜納愛理 玉城侑樹* 小山裕美子

I 要 約

本県におけるエンバクの極早生品種の播種時期の違いによる出穂特性や収量性および飼料成分を明らかにするため、エンバク極早生品種「スナイパー」、「たちあかね」、「アーリーキング」を用いて、異なる播種時期（10 月上旬、10 月下旬、11 月上旬、11 月下旬、12 月上旬）を設けて調査を行った結果、以下のとおりであった。

1. 2023 年度においては、播種から出穂始期までの日数は全品種ともに 10 月上旬播種が最も短く、12 月上旬播種が最も長かった。
2. 全品種において冠さび病の影響が少なかった。
3. 乾物収量は全品種ともに 10 月上旬播種で最も低く、11 月下旬で最も高かった。
4. CP は全品種ともに 11 月上旬が最も高く、11 月下旬で最も低かった。ADF は、「スナイパー」と「たちあかね」では 10 月下旬、「アーリーキング」では 10 月上旬が最も低く、また全品種ともに 12 月上旬で最も高かった。

II 緒 言

本県では亜熱帯の気候を生かした暖地型牧草の多年利用が盛んであるが、冬期の粗飼料不足が課題になることから寒地型牧草の利用が検討されている¹⁾。

寒地型牧草の 1 つであるエンバクは、イタリアンライグラスに次ぐ冬作の代表作物ではあるが²⁾、本県では気温が高くなる 3 月頃に、収量と飼料品質を低下させる冠さび病の発生の懸念がある³⁾。そこでエンバクの極早生品種は生育期間が短く、病気が発生するリスクも低い⁴⁾ため、冬場の粗飼料不足を打開するのに有用と考えられるが、本県におけるエンバクの極早生品種の播種時期の違いによる出穂特性や収量性および飼料成分は明らかにされていない。よってエンバク極早生品種である「スナイパー」、「たちあかね」、「アーリーキング」を用いて複数の播種時期（10 月上旬、10 月下旬、11 月上旬、11 月下旬、12 月上旬）を設け、出穂特性や収量性および飼料成分の調査を行った。なお、今回は 2023 年度から 2025 年度までの 3 年間の試験のうち、1 年目の結果について報告する。

III 材料および方法

1. 供試品種

エンバクの極早生品種である「スナイパー」、「たちあかね」、「アーリーキング」の 3 品種を供試した。

2. 試験方法

1) 試験期間

試験は 2023 年 10 月から 2024 年 3 月に行った。播種時期は 10 月上旬、10 月下旬、11 月上旬、11 月下旬、12 月上旬の 5 時期とした。

2) 試験地および供試圃場の土壌条件

沖縄本島北部の沖縄県畜産研究センター内の圃場で、土壌は国頭マージの細粒赤色土であった。

3) 試験区制および調査面積

試験区は 1 区 $1.2\text{m} \times 3\text{m} = 3.6\text{m}^2$ を 3 反復で乱塊法により配置し、1 区あたり畝幅 0.3m、長さ 3.0m の畝を 4 列設置した。調査面積は、試験区 3.6m^2 のうち、左右端 1 列と前後 0.5m を番外とし、 0.3m 幅 $\times$ 2 列 $\times$ $2.0\text{m} = 1.2\text{m}^2$ とした。

* 現沖縄県農林水産部畜産課

4) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

播種量は、10a あたり 8kg で、条播とした。また、播種後は軽く覆土し足で鎮圧した。

(2) 施肥量および施肥法

試験に用いた肥料およびその施用量を表 1 に示した。施肥は牧草専用 1 号、BM ようりんおよび塩化カリを用い、播種直後に N, P, K がそれぞれ 10a あたり 10kg となるように調製、施用した。

表 1 施用量および施肥法

肥料名	成分 (N-P-K)	施用量 (kg/a)	要素量 (kg/a)				方法
			N	P ₂ O	K ₂ O	MgO	
牧草専用 1 号	20-8-12	5.0	1.0	0.4	0.6	0.05	全面散布
BM ようりん	0-20-0	3.0		0.6		0.36	
塩化カリ	0-0-60	0.67			0.4		
基肥 合計		8.67	1.0	1.0	1.0	0.71	

5) 調査時期

調査は全品種ともに出穂期～開花期になった時点で行った。

6) 調査項目および方法

調査項目は出穂始期および刈取時熟度、乾物率、乾物収量、冠さび病程度、粗タンパク質含量（以下、CP）、酸性デタージェント繊維（以下、ADF）とした。なお、刈取り調査は 1 番草のみとした。刈取り調査したサンプルは 70℃で 48 時間以上通風乾燥したのち粉碎し、燃焼法⁴⁾で CP、デタージェント分析法⁵⁾で ADF を測定した。

3. 気象概況

試験期間における名護気象台の気温、降水量および日照時間⁶⁾を別図 1 および別図 2 に示した。

1) 気温

気温は 10 月上旬、12 月中旬、2 月で平年より約 2℃高く、その他は平年並みであった。

2) 降水量

降水量は 12 月中旬、12 月下旬で多く、その他は平年並みおよび平年より少なかった。

3) 日照時間

日照時間は 10 月中旬、10 月下旬、1 月上旬、1 月中旬、2 月中旬で多く、12 月下旬、3 月上旬で少なかったが、その他は平年並みであった。

4. 統計処理

統計処理は Tukey 法により多重比較検定を行った。

IV 結 果

1. 播種日および播種から出穂までの日数

出穂始期および刈取時熟度の調査結果を表 2 に示した。

播種から出穂始期までの日数は全品種ともに 10 月上旬播種が最も短く、12 月上旬播種が最も長かった。

「たちあかね」は「スナイパー」、「アーリーキング」と比較して出穂までの日数が長かった。

表2 播種時期ごとの播種日および播種から出穂までの日数

播種時期	品種	播種日	出穂始期	播種～出穂までの日数
10月上旬	スナイパー	2023年 10月10日	12月8日	59
	たちあかね		12月17日	68
	アーリーキング		12月6日	57
10月下旬	スナイパー	2023年 10月24日	12月24日	61
	たちあかね		1月6日	74
	アーリーキング		12月26日	63
11月上旬	スナイパー	2023年 11月9日	1月15日	67
	たちあかね		1月23日	75
	アーリーキング		1月11日	63
11月下旬	スナイパー	2023年 11月24日	2月5日	73
	たちあかね		2月16日	84
	アーリーキング		2月5日	73
12月上旬	スナイパー	2023年 12月7日	2月23日	78
	たちあかね		2月29日	84
	アーリーキング		2月23日	78

注) 出穂始期：1 m²当たり3穂以上が出穂に達した月日

2. 冠さび病害程度

播種時期ごとの冠さび病害程度を表3に示した。

冠さび病は「アーリーキング」で11月下旬にのみわずかにみられた。

表3 冠さび病害程度

播種時期	10月上旬	10月下旬	11月上旬	11月下旬	12月上旬
スナイパー	1	1	1	1	1
たちあかね	1	1	1	1	1
アーリーキング	1	1	1	1.7	1

注) 1～9(無～甚)の9段階評価

3. 播種時期ごとの調査結果

各品種における播種時期ごとの調査結果を表4、表5、表6に示した。

乾物率は、「スナイパー」では10月上旬、「たちあかね」と「アーリーキング」は10月下旬が最も低く、また全品種ともに11月下旬が最も高かった。

乾物収量は全品種ともに10月上旬播種で最も低く、11月下旬で最も高かった。

CPは全品種ともに11月上旬が最も高く、11月下旬で最も低かった。

ADFは、「スナイパー」と「たちあかね」では10月下旬、「アーリーキング」では10月上旬が最も低く、また全品種ともに12月上旬で最も高かった。

表4 スナイパーにおける播種時期ごとの調査結果

品種	播種時期	刈取調査日	刈取時熟度	乾物率 (%)	乾物収量 (kg/10a)	CP (%)	ADF (%)
スナイパー	10月上旬	2023年 12月25日	出穂～開花期	15.0 b	289 c	12.5 ab	38.0 bc
	10月下旬	2024年 1月15日	出穂～開花期	15.3 b	492 bc	11.4 b	37.0 c
	11月上旬	2024年 2月1日	出穂～開花期	15.3 b	473 bc	14.1 a	39.3 b
	11月下旬	2024年 2月28日	乳熟～糊熟期	23.5 a	893 a	7.3 c	39.5 b
	12月上旬	2024年 3月9日	開花期	20.6 a	669 ab	12.4 ab	42.5 a

注) 同行の異符号間に有意差あり (p<0.05, Turkey 法)

表5 たちあかねにおける播種時期ごとの調査結果

品種	播種時期	刈取調査日	刈取時熟度	乾物率 (%)	乾物収量 (kg/10a)	CP (%)	ADF (%)
たちあかね	10月上旬	2023年 12月25日	開花～乳熟期	12.2 b	309 d	14.4 a	36.7 cd
	10月下旬	2024年 1月15日	出穂～開花期	11.6 b	394 cd	13.2 a	34.9 d
	11月上旬	2024年 2月1日	出穂～開花期	12.1 b	471 c	14.5 a	37.7 bc
	11月下旬	2024年 2月28日	開花～乳熟期	17.1 a	741 a	10.6 b	39.9 ab
	12月上旬	2024年 3月9日	出穂期	15.8 a	605 b	13.7 a	41.4 a

注) 同行の異符号間に有意差あり (p<0.05, Turkey 法)

表6 アーリーキングにおける播種時期ごとの調査結果

品種	播種時期	刈取調査日	刈取時熟度	乾物率 (%)	乾物収量 (kg/10a)	CP (%)	ADF (%)
アーリー キング	10月上旬	2023年 12月25日	開花期	16.1 b	308 d	11.9 b	39.6 b
	10月下旬	2024年 1月15日	開花～乳熟期	15.7 b	518 c	11.1 bc	40.4 b
	11月上旬	2024年 2月1日	出穂～開花期	16.2 b	529 bc	14.0 a	39.9 b
	11月下旬	2024年 2月28日	乳熟～糊熟期	21.4 a	766 a	9.1 c	40.0 b
	12月上旬	2024年 3月9日	開花期	20.2 a	647 ab	11.9 b	44.0 a

注) 同行の異符号間に有意差あり (p<0.05, Turkey 法)

V 引用文献

- 1) 栗田夏子・荷川取秀樹(2019)沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立(1)イタリアンライグラ

スおよびエンバクにおける施肥量の違いによる生育成分に関する調査，沖縄畜研研報，**57**，28-35

2) 山渕泰(1989)エンバク品種の上手な使い分け，牧草と園芸，**37(7)**，1-4

3) 親泊元治(1997)沖縄，南西諸島に適する冠さび病抵抗性えん麦の紹介，牧草と園芸，45(6)，5-7

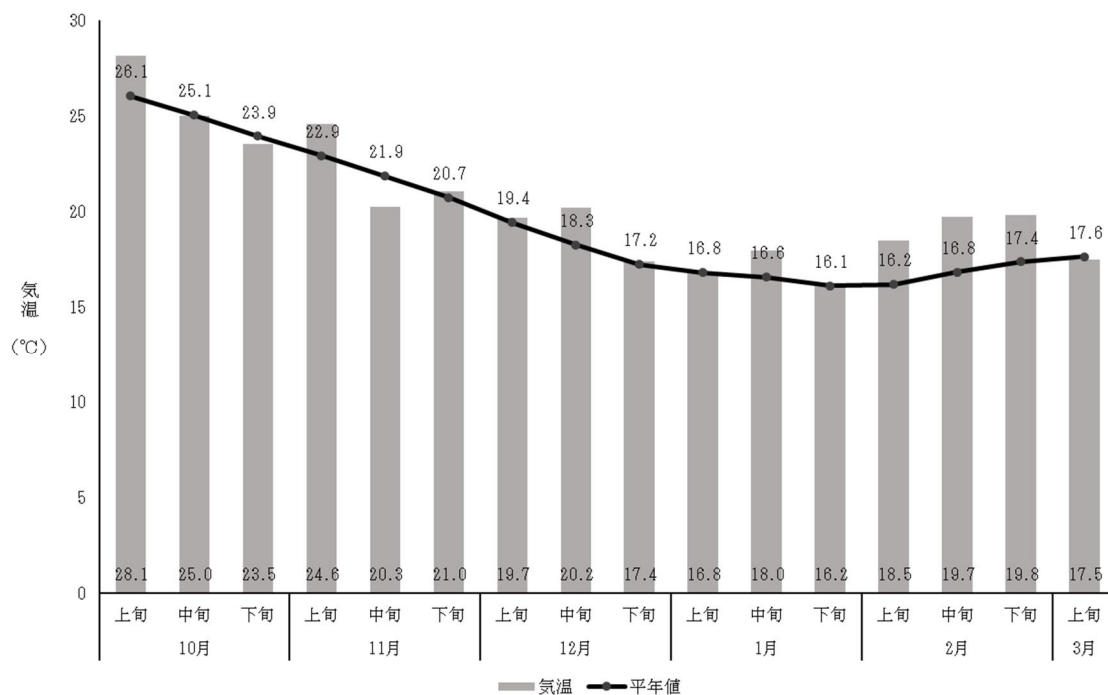
4) 独立行政法人農林水産消費安全技術センター (FAMIC)，飼料分析基準，8-9，

[http://www.famic.go.jp/ffis/feed/bunseki/bunsekikijun/01_01\(general\)-04\(inorganic\).pdf#page=6](http://www.famic.go.jp/ffis/feed/bunseki/bunsekikijun/01_01(general)-04(inorganic).pdf#page=6)

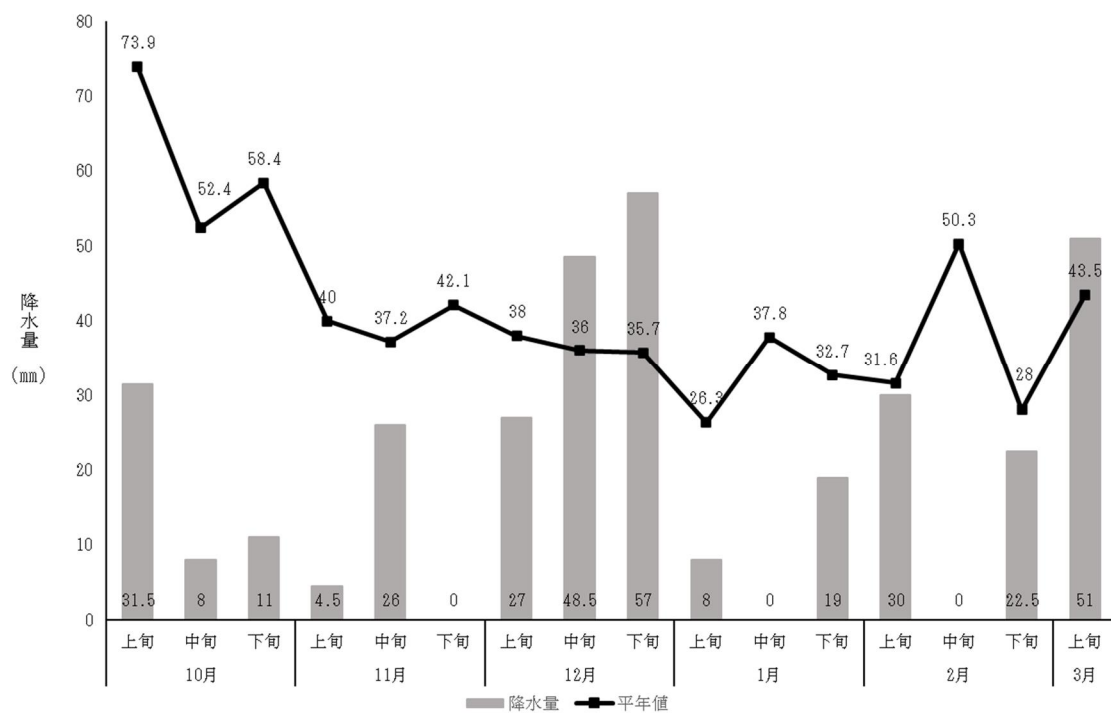
5) 一般社団法人日本草地畜産種子協会，三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック-自給飼料利用研究会編-，12-20

6) 国土交通省気象庁，<https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>

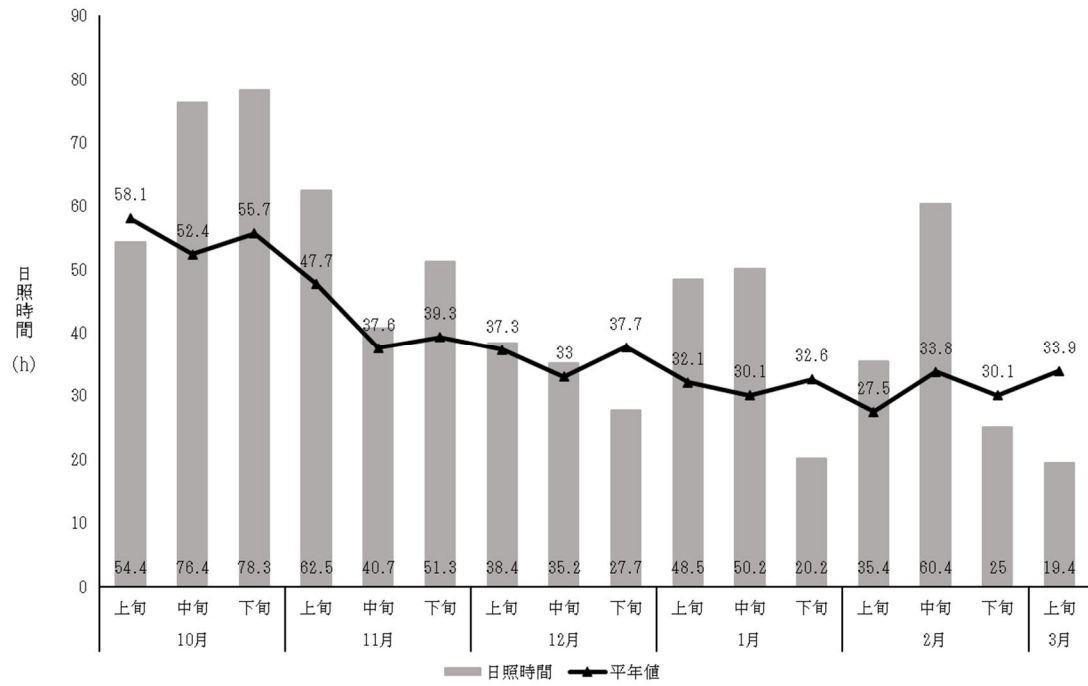
研究補助：宮城広明



別図1 試験期間における平均気温



別図2 試験期間における平均降水量



別図 3 試験期間における平均日照時間

(調査報告)

沖縄県家畜市場における黒毛和種子牛の取引状況（2024 年）

光部柳子 小山裕美子

I 緒 言

近年、黒毛和種の取引価格の下落および飼料・資材費等の高騰が黒毛和種飼養農家の経営に多大な影響を及ぼしている。本県における肉用牛農家戸数は、令和 4 年には 2225 戸であったのに対し令和 5 年には 2140 戸と 85 戸減少している¹⁾。そして農家戸数の減少に伴い肉用牛の飼養頭数も 2023 年から 2024 年にかけて 73298 頭から 72231 頭へと減少した。また、本県では 8 つの家畜市場にて黒毛和種子牛の取引が行われているが、県全体の取引価格も大幅に下落している¹⁾。いっぽう、各市場間においても平均取引価格には違いが見られる。価格形成には複数の要因が絡んでいるが、近年の各市場での取引状況を把握することは価格形成に与えている影響を明らかにする上で重要だと考える。そこで、2024 年における各家畜市場の黒毛和種子牛の取引状況を調査したので報告する。

II 材料および方法

1. 材料

公益財団法人沖縄県畜産振興公社より提供を受けた 2024 年 1 月から 12 月の各市場のセリデータから下記に該当する子牛のデータを抽出し調査した。

- ・日齢が 180 日以上 365 日未満
- ・父牛が判明している
- ・沖縄県畜産研究センターの実施する、直接検定および現場後代検定対象牛以外

なお、対象となったデータは 24226 頭でその内訳は、南部家畜市場(A)：4776 頭、伊江家畜市場(B)：1485 頭、宮古家畜市場(C)：3775 頭、八重山家畜市場(D)：8044 頭、今帰仁家畜市場(E)：2808 頭、黒島家畜市場(F)：859 頭、久米島家畜市場(G)：1257 頭、多良間家畜市場(H)：1222 頭であった。

2. 調査項目

調査項目は、税抜き価格、出荷日齢、出荷体重、日齢体重、kg 単価（税抜き）、母牛産歴ならびに種雄牛別頭数とした。なお kg 単価は各市場における平均価格を平均出荷体重で除した値とした。

III 結 果

各市場の平均価格は、市場 E の 508,629 円が最も高く、市場 F の 358,051 円で最も低かった（図 1）。各市場の月別平均価格の推移では、全体的に 5 月以降に価格が下落する傾向があった（図 2）。

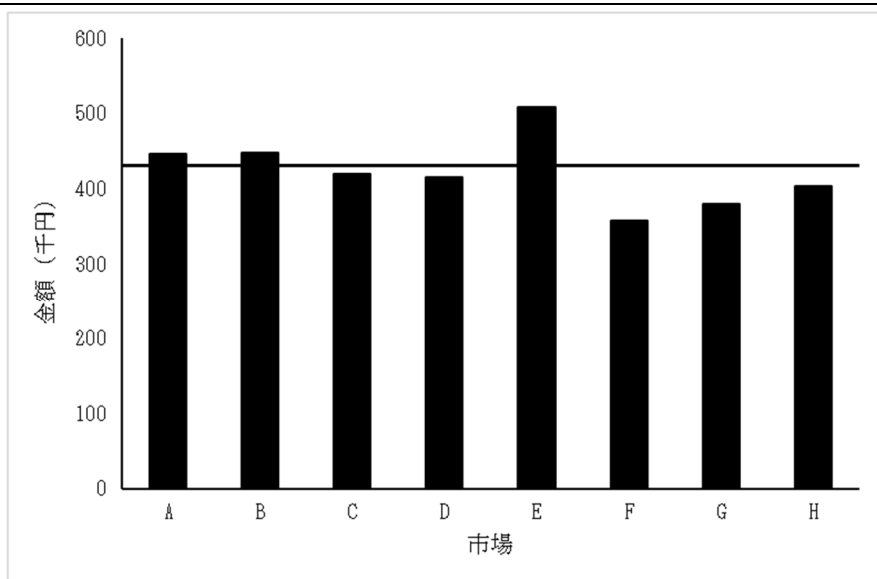


図1 各市場における平均価格

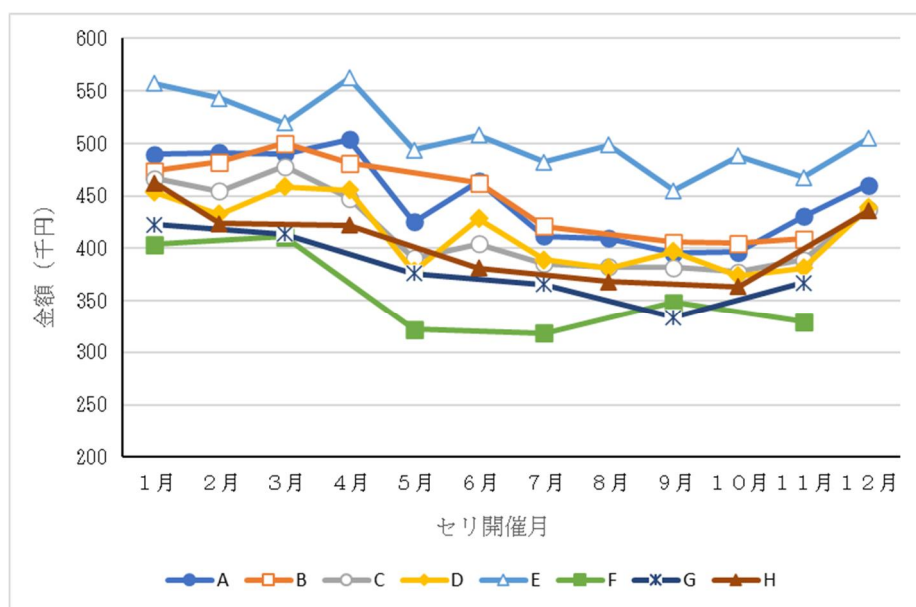


図2 各市場の月別平均価格の推移

図3に各市場における平均出荷体重および出荷日齢を示した。平均出荷日齢は市場Aが300.4日で一番遅く、市場Hが261.2日と一番早かった。出荷時の平均体重は市場Eが303.6kgと最も重く、市場Hで257.0kgと最も軽かった。

出荷時の平均日齢体重は、市場Eで1.04kg/日と一番高く市場Fで0.92kg/日と一番低かった。市場BとEは1.0kg以上であった。

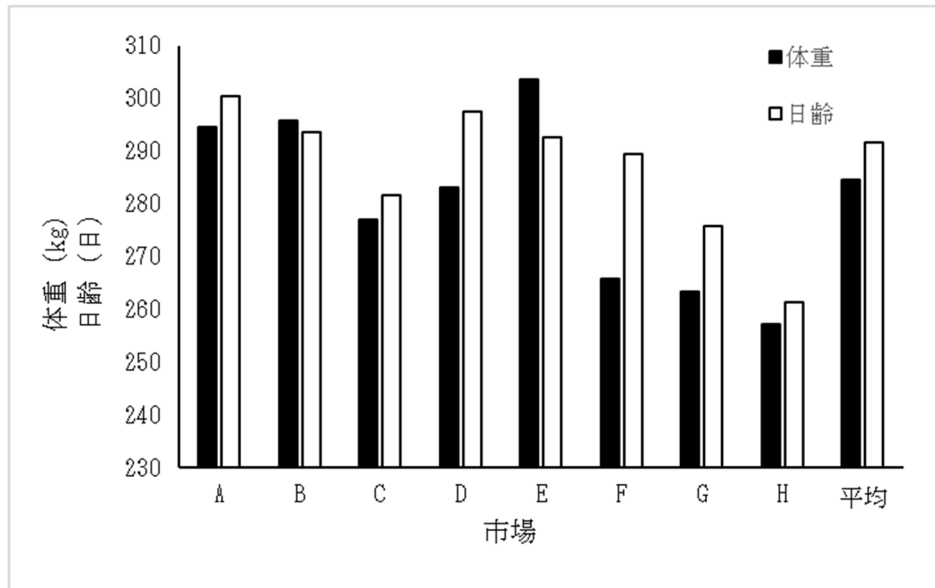


図3 各市場における平均出荷体重および日齢

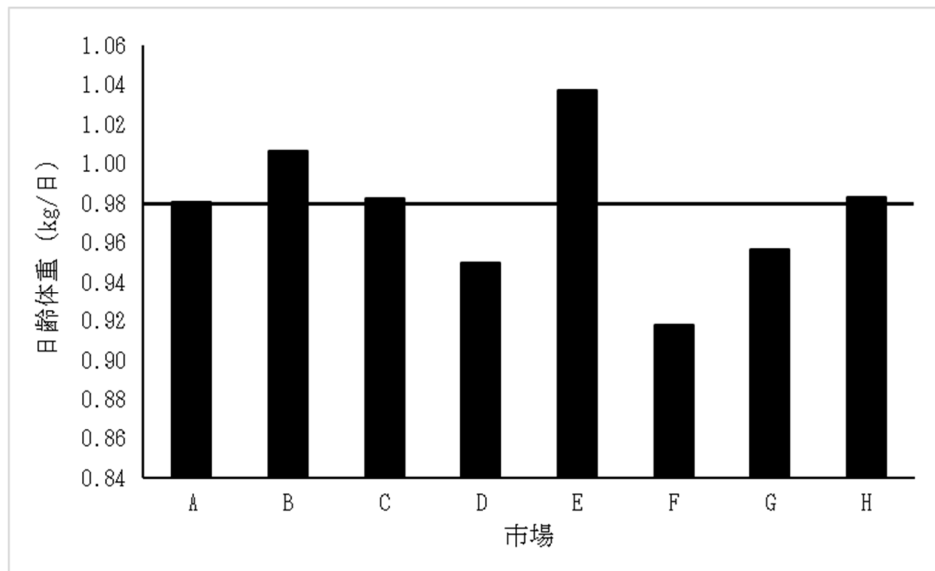


図4 各市場における出荷時の平均日齢体重

次に、各市場における子牛の体重 1kg あたりの価格（以下、kg 単価）を図 5 に示した。最も高い市場 E に次いで、出荷日齢の早い市場 H が高い値であった。

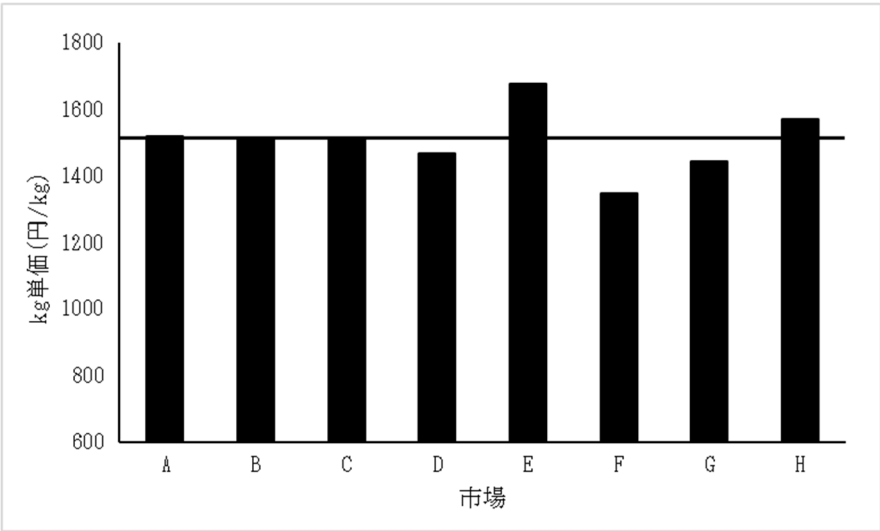


図 5 各市場における kg 単価
注) 実線は県平均

出荷頭数の多い種雄牛上位 10 頭の出荷時における平均日齢体重、体重、価格ならびに母牛産歴を表 1 に示した。出荷頭数の多い上位 10 頭は全て県外の種雄牛であった。日齢体重、体重、価格ともに種雄牛 A が一番高く、母牛産歴は一番少なかった。

表 1 種雄牛別の産子出荷状況

種雄牛名	頭数	平均日齢体重 (kg/日)	平均体重 (kg)	平均価格 (円)	平均母牛 産歴(産)
A	2573	1.04	301.3	558,260	3.4
B	1272	1.00	290.5	460,542	4.3
C	1214	0.91	271.7	398,900	4.1
D	1183	1.00	286.3	464,255	5.1
E	1157	0.99	284.8	446,029	5.1
F	1137	0.98	286.8	391,536	5.3
G	1105	0.93	273.1	379,312	5.4
H	1030	0.99	284.8	403,712	5.6
I	1009	0.97	277.9	395,225	6.1
J	961	1.01	296.7	440,254	4.7
全市場	24226	0.98	284.6	430,298	4.8

市場別の平均母牛産歴は市場 A が一番少なく、市場 G が一番多かった（図 6）。全市場の平均母牛産歴を下回る市場は、A および E であった。

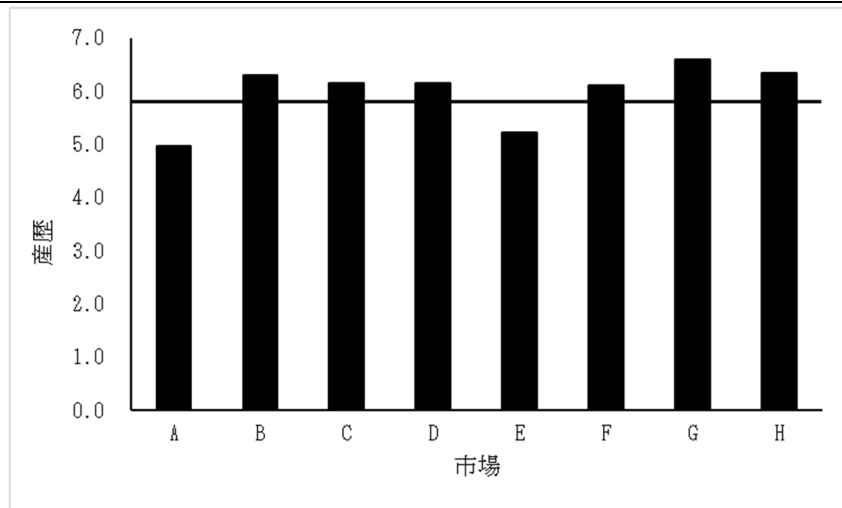


図6 各市場における母牛の平均産歴

注) 実線は県平均

主な県有種雄牛の去勢および雌における出荷時平均日齢体重、体重、価格ならびに母牛産歴を表2に表す。平均日齢体重は去勢では「美百合」および「百合北」が1.01kg/日で一番高く、雌では「北百合平」および「百合安清」が0.94kg/日で一番高かった。平均価格が一番高かったのは、去勢では「美百合」であり、雌では「北百合平」であった。表に示した全ての県有種雄牛において、雌より去勢の平均価格が高かった。母牛産歴は、表1で示した全市場の平均母牛産歴を下回ったのが「北百合平」および「百合安清」の雌産子の場合のみであり、県有種雄牛は高齢牛への種付けが多いことが示唆された。

表2 県有種雄牛別の産子出荷状況

県有 種雄牛	性別	頭数	平均日齢体重 (kg/日)	平均体重 (kg)	平均価格 (円)	平均母牛 産歴(産)
美百合	去勢	465	1.01	291.5	508,243	6.6
	雌	382	0.91	268.4	367,018	6.0
茂北福	去勢	106	0.99	294.3	438,849	5.3
	雌	87	0.89	269.9	318,218	5.4
福福波	去勢	105	1.00	293.0	433,229	6.5
	雌	87	0.88	302.1	309,552	6.1
北百合平	去勢	64	1.00	295.5	432,234	5.9
	雌	57	0.94	290.5	388,526	4.4
百合安清	去勢	42	1.00	287.6	438,833	5.5
	雌	18	0.94	269.1	343,667	4.8
百合北	去勢	28	1.01	292.4	418,750	6.7
	雌	23	0.91	270.3	331,435	6.8
令鵬	去勢	23	0.97	283.9	435,739	5.9
	雌	17	0.83	255.2	292,882	5.9
白鶴桜	去勢	19	0.91	265.6	350,368	5.4
	雌	20	0.89	267.9	299,250	6.8

謝 辞

本調査にあたりセリデータをご提供いただいた、公益財団法人沖縄県畜産振興公社に深謝致します。

Ⅳ 引 用 文 献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2024)おきなわの畜産, 3-7

(調査報告) 国頭村安田におけるムギ類の単年栽培法に係る調査

細井伸浩 比嘉直志*

I 緒 言

自給飼料生産の単収・品質向上と安定生産を推進するため、沖縄本島北部国頭村において寒地型牧草の実証規模での作付けを行った。沖縄県の奨励する草種であるエンバクおよびイタリアンライグラスにおける減化学肥料栽培の可能性について調査した。

この調査は令和5年度飼料自給率向上緊急対策事業により実施した。

II 材料および方法

1. 供試品種

イタリアンライグラスは「さちあおば」、エンバクは「はやわざ」を供試した。

2. 試験方法

1) 試験期間

試験は2023年11月から2024年2月に行った。播種日は11月15日、収穫日は2月13日であった。

2) 試験地および供試圃場の土壌条件

沖縄本島北部、国頭村安田の半野草地化した採草地をロータリーで耕耘後に実施した。土壌は国頭マージの細粒赤色土であった。

3) 試験区制および調査面積

試験区は隣接する2圃場の片方にイタリアンライグラス、もういっぽうでエンバクを栽培した。イタリアンライグラスを栽培した100a中、堆肥を施用する堆肥区を50a、堆肥を施用しない無堆肥区を50aとした。エンバクを栽培した90a中、堆肥を施用する堆肥区を50a、無堆肥区を40aとした。収穫調査は各試験区内の3か所で、1m×1mのコドラート内の生産物を収穫し実施した。

4) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

播種量は、エンバクが8kg/10a、イタリアンライグラスが3kg/10aで散播した。エンバクは播種後に軽く覆土した。両草種とも2tトラックで鎮圧を行った。

(2) 施肥量および施肥法

試験に用いた肥料およびその施用量を表1に示した。両草種とも堆肥区には10t/10aの自家製堆肥を施用、無堆肥区において土壌中の窒素量が10kg/10aとなるよう硫酸を施肥した。塩基については飽和度が55%となるように調整し施用した。

(3) 防除

雑草除草は播種前の10月27日にサンフーロン液剤250ml/10aを200倍希釈し散布した。

5) 収穫調査時期

収穫調査はイタリアンライグラスの出穂期を待って、2月13日に行った。

6) 調査項目および方法

調査項目は草丈、乾物率、乾物収量、粗タンパク質含量（以下CP）、CP収量、可消化養分総量（以下TDN）、TDN収量、硝酸態窒素とした。なお収穫調査は1番草のみとした。栄養成分分析は近赤外分光法、硝酸態窒素はRQフレックスにより行った。

3. 気象概況

国頭村奥測候所の気象概況は表2のとおりであった。降水量は9月以降少なく、今回の栽培期間であった11月中旬から2月中旬までは平年値530.6mmの62%、326.5mmであった。

栽培期間中の平均気温は11月中旬と12月下旬以外の期間は平年値以上であり、高温傾向であった。

*現沖縄県農林水産部畜産課

栽培期間中の日照時間の合計は平年値 272.8 時間の 133%, 361.5 時間であった。

表 1 施肥量

イタリアンライグラス

肥料名		施肥日	施 用 量 (kg/a)		要 素 量 (kg/a)			
		月/日	基肥	追肥	N	P ₂ O	K ₂ O	MgO
堆肥区	堆肥	11/7	1000	-	5.60	6.30	2.51	2.90
	苦土石灰	11/15	2.4	-				0.24
	硫マグ	11/15	6.0	-				1.50
無堆肥区	苦土石灰	11/15	2.4	-				0.24
	硫マグ	11/15	6.0	-				1.50
	硫安	11/15	3.2	-	0.67			
	過リン酸石灰	11/15	3.2	-		0.56		
	塩化加里	11/15	3.6	-			2.16	

エンバク

肥料名		施肥日	施 用 量 (kg/a)		要 素 量 (kg/a)			
		月/日	基肥	追肥	N	P ₂ O	K ₂ O	MgO
堆肥区	堆肥	11/7	1000	-	5.60	6.30	2.51	2.90
	苦土石灰	11/15	12.0	-				1.20
	硫マグ	11/15	2.4	-				0.60
無堆肥区	苦土石灰	11/15	12.0	-				1.20
	硫マグ	11/15	2.5	-				0.63
	硫安	11/15	3.5	-	0.74			
	過リン酸石灰	11/15	5.0	-		0.88		
	塩化加里	11/15	3.5	-			2.10	

表 2 気象概況表 (国頭村奥測候所)

	降水量(mm)		平均気温(℃)		日照時間(hrs)	
	23-24年	平年値	23-24年	平年値	23-24年	平年値
9月上	3.5	94.1	26.4	26.1	81.2	61.7
9月中	84.0	77.7	26.5	25.7	72.1	55.5
9月下	19.0	99.7	26.5	24.9	63.0	50.3
10月上	63.5	82.4	25.7	24.1	36.0	47.8
10月中	2.0	61.4	23.0	23.2	62.0	40.5
10月下	9.5	82.1	21.8	22.1	59.2	41.9
11月上	42.0	76.7	22.4	21.1	47.4	33.2
11月中	37.5	58.2	18.3	20.0	27.9	30.9
11月下	0.5	54.7	19.5	19.0	43.7	29.9
12月上	37.0	45.8	17.9	17.6	35.4	27.2
12月中	55.5	55.0	18.3	16.5	35.6	24.8
12月下	91.5	54.5	15.5	15.6	14.5	27.8
1月上	11.5	41.2	15.5	15.2	37.1	25.8
1月中	0.5	51.4	16.4	14.9	44.1	24.3
1月下	29.0	51.2	14.2	14.2	21.0	27.5
2月上	52.0	52.5	16.5	14.2	34.5	23.0
2月中	11.5	66.1	17.6	15.0	67.7	31.6
2月下	24.5	41.0	17.7	15.7	28.6	28.2

Ⅲ 結 果

播種 10 日後の 11 月 25 日時点で、イタリアンライグラスが草丈 5cm，エンバクが 9cm であり，播種当日の晩に降雨後すぐに発芽したものと思われた。しかし栽培期間を通じての降雨量は平年値の 62%と少なかったことから，特にイタリアンライグラスの伸長が遅く，2 月中旬に出穂期となった。いっぽうのエンバクは 1 月下旬が出穂期であった。両品種を同時に収穫した 2 月 13 日時点でエンバクは乳熟期であった。なお，両品種とも病害および虫害の発生は見られず，倒伏はなかった。

収穫調査の状況は以下および表 3 のとおりであった。

草丈について，イタリアンライグラスは堆肥区 69cm，無堆肥区 74 cm，エンバクは堆肥区 120cm，無堆肥区 119 cmであった。

乾物率について，イタリアンライグラスは堆肥区 12.8%，無堆肥区 12.4%，エンバクは堆肥区 18.4%，無堆肥区 19.8%であった。

乾物収量について，イタリアンライグラスは堆肥区 273kg/10a と無堆肥区 406kg/10a に比べ大幅に収量が少なくなった。エンバクは堆肥区 537kg/10a，無堆肥区 575kg/10a であった。

CP について，イタリアンライグラスは堆肥区 16.7%，無堆肥区 15.0%，エンバクは堆肥区 10.0%，無堆肥区 9.7%であった。

CP 収量について，イタリアンライグラスは堆肥区 46kg/10a，無堆肥区 61kg/10a，エンバクは堆肥区・無堆肥区ともに 54kg/10a であった。

TDN について，イタリアンライグラスは堆肥区 62.0%，無堆肥区 61.3%，エンバクは堆肥区 55.0%，無堆肥区 57.3%であった。

TDN 収量について，イタリアンライグラスは堆肥区 169kg/10a，無堆肥区 248kg/10a，エンバクは堆肥区 295kg/10a，無堆肥区 330kg/10a であった。

硝酸態窒素について，1000kg/a の堆肥を施用した堆肥区においてもイタリアンライグラスは 114ppm 未満，エンバクは 82ppm 未満と低い値であった。

表 3 収穫調査結果

	イタリアンライグラス		エンバク	
	堆肥区	無堆肥区	堆肥区	無堆肥区
草丈(cm)	69	74	120	119
乾物率(%)	12.8	12.4	18.4	19.8
乾物収量(kg/10a)	273	406	537	575
CP(%)	16.7	15.0	10.0	9.7
CP収量(kg/10a)	46	61	54	54
TDN(%)	62.0	61.3	55.0	57.3
TDN収量(kg/10a)	169	248	295	330
硝酸態窒素(ppm)	<114	<56	<56	<82

Ⅳ その他特記事項

本調査圃場においてイタリアンライグラスの一部がイノシシによる食害を受けた（写真別添）。沖縄県に生息するリュウキュウイノシシは，オキナワウラジロガシなどの堅果（ドングリ）等を餌としている¹⁾。沖縄県北部農林水産振興センター 森林整備保全課に問い合わせたところ，今回の調査期間中はそれらの堅果が不作であったとの情報があり，そのことが今回の食害につながった可能性がある。

また，イタリアンライグラスはイノシシの嗜好性が高く，県外においては生産量の 60%の食害を受けたとの報告²⁾がある。なお今回隣の圃場で栽培したエンバクに食害は見られなかった。

今後のイノシシ生息地域における寒地型牧草栽培においては、草種の選択や侵入防止柵の設置による獣害対策の検討が必要と思われる。



写真1 自家生産堆肥の施用



写真2 エンバクの発芽



写真3 イノシシによる掘り返し



写真4 イタリアンライグラスの食害



写真5 収穫前のイタリアンライグラス

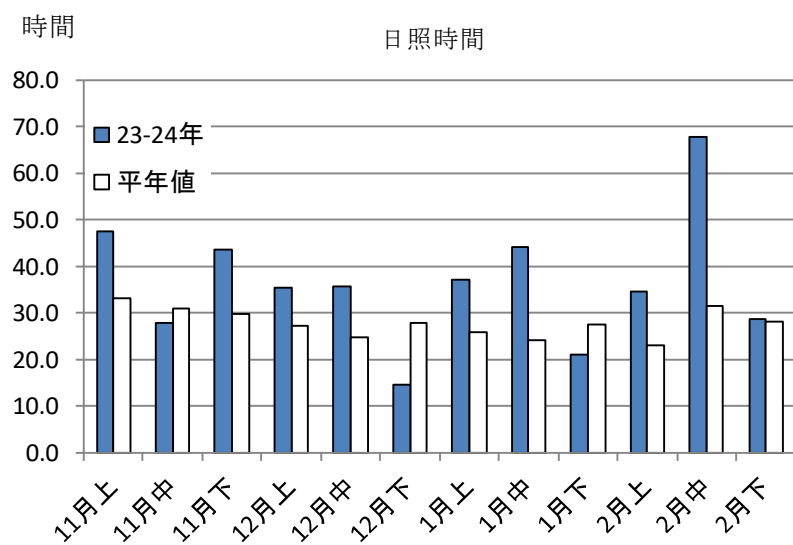
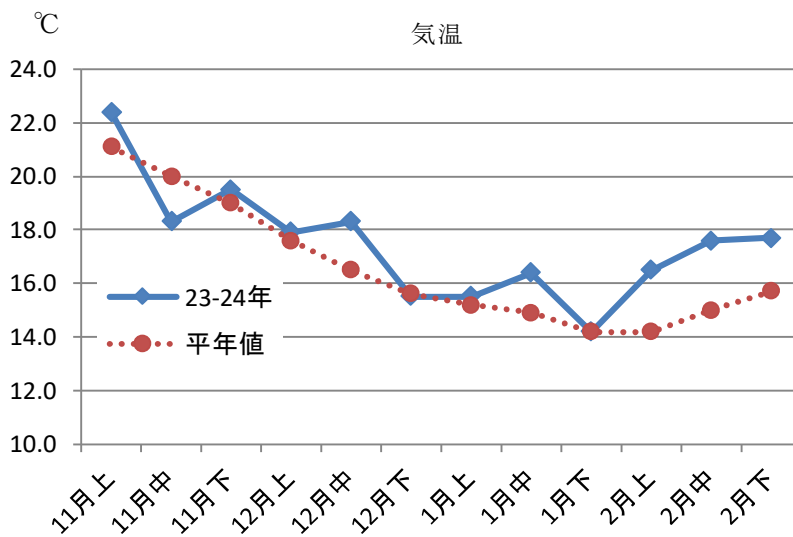
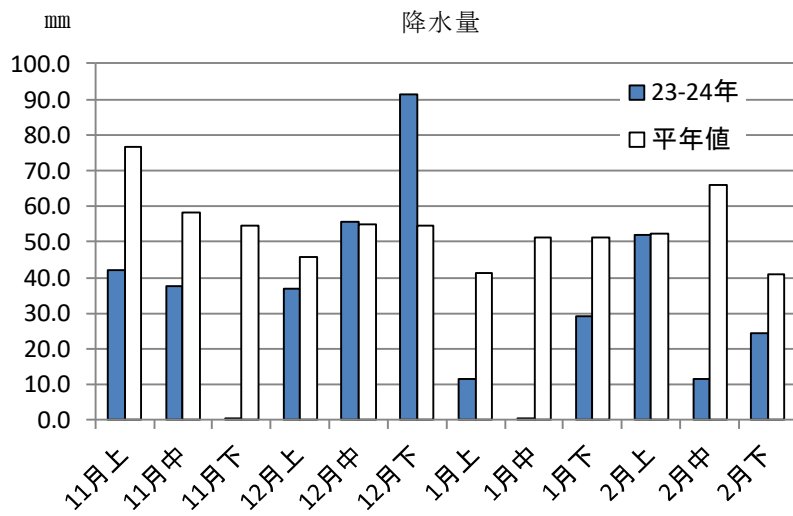


写真6 収穫前のエンバク

V 引用文献

- 1) 石垣長健・新里孝和・新本光孝・呉立潮(2007)西表島におけるリュウキュウイノシシの餌植物と解体利用, 琉球大学農学部学術報告, 54, 23-27
- 2) 上田弘則・高橋佳孝・井上雅央(2008)冬期の寒地型牧草地はイノシシ(*Sus scrofa* L.)の餌場となる, 日本草地学会誌, 54(3), 244-248

付図）奥測候所 気象データ



職 員 一 覧
(2025 年 3 月現在)

所 長		島袋 宏俊
企画管理班	班 長	長利 真幸
	研究主幹	知念 司
	主 任	山城 勇太
	主 任	石嶺 匠悟
	農林水産技能員	仲宗根安利
	農林水産技能員	久田 友美
	農林水産技能員	宮城 広明
	農林水産技能員	玉本 博之
	農林水産技能員	仲程 正巳
	農林水産技能員	宮里 政人
	農林水産技能員	平良 樹史
	農林水産技能員	山城 一也
	農林水産技能員（再）	照屋 剛
	農林水産技能員（再）	仲宗根正弘
	農林水産技能員（再）	又吉 博樹
育種改良班	班 長	小山裕美子
	主任研究員	細井 伸浩
	主任研究員	棚原 武毅
	主任研究員	光部 柳子
	研究員	堺 龍樹
	研究員	喜納 愛理
	技 師	仲宗根 康
飼養・環境班	班 長	高木和香子
	主任研究員	普照 恭多
	主任研究員	金城 孝
	研究員	安村 陸
	研究員	村上 賢太

2024 年度（令和 6 年度）編集委員会

編集委員長	長利	真幸
事務局長	知念	司
編集委員	小山裕美子	
編集委員	細井	伸浩
編集委員	棚原	武毅
編集委員	高木	和香子
編集委員	普照	恭多

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 62 号

令和 7 年 3 月 31 日発行

編 集 沖縄県畜産研究センター試験研究報告編集委員会
発 行 沖縄県畜産研究センター

〒905-0426 沖縄県国頭郡今帰仁村字諸志 2009-5

TEL 0980-56-5142

FAX 0980-56-4803

E-mail xx049410@pref.okinawa.lg.jp（代表）
