
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59号

2021年度（令和3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 59 号

2021 年度（令和 3 年度）

目 次

大家畜分野

- 1 黒毛和種における塩基多型（SNP）情報解析
（2）沖縄県黒毛和種雌牛の遺伝的多様性と近交度のゲノムレベルでの評価
.....末澤 遼平..... 1
- 2 超音波誘導経膈採卵法（Ovum Pick-Up ; OPU）技術の確立
（1）と畜場卵巣由来卵胞卵を用いた培養試験および凍結方法の検討
.....西山 朱音..... 5
- 3 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2021 年度）
.....末澤 遼平..... 12
- 4 和牛種雄牛現場後代検定成績（2021 年度）
（15）種雄牛「美津忠平」「西照久」および「百合哲」の検定成績
.....照屋 喬己..... 15

中家畜分野

- 5 当センターにおける沖縄アグー豚交雑種の発育調査
.....普照 恭多..... 20
- 6 飼料給与水準の違いが沖縄アグー繁殖育成豚の発育および背脂肪厚の発達に及ぼす影響
.....普照 恭多..... 25
- 7 山羊純系品種（ヌビアン種およびボア種）における調査成績
.....平良 祥..... 29

牧草育種分野

- 8 超早生エンバク 3 品種比較試験
.....玉城 侑樹..... 32
- 9 沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立
異なる窒素施肥条件におけるイタリアングラスの栽培試験
.....高江洲 斉..... 39
- 10 ネズミノオの生態と防除
（1）物理的防除と化学的防除を組み合わせた防除方法の検討
.....高江洲 斉..... 48

畜産環境分野

1 1 漂着軽石の家畜ふん堆肥化副資材利用の検討

..... 恩田 寛..... 61

黒毛和種における塩基多型(SNP)情報解析

(2) 沖縄県黒毛和種雌牛の遺伝的多様性と近交度のゲノムレベルでの評価

末澤遼平 佐々木慎二* 具志尚子 平安山英登

I 要 約

塩基多型(SNP)解析を用いて、沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の遺伝的多様性と近交度を、ゲノムレベルで比較した結果、以下のとおりであった。

1. SNPマーカー間の連鎖不平衡の減衰は、沖縄県は他の国内集団と比較すると遅かった。
2. 集団の有効な大きさは、沖縄県は他の国内集団より小さく、両集団とも年々低下していた。
3. 連続するホモ接合領域(Runs of Homozygosity: ROH)から近交係数 F_{ROH} を算出した結果、沖縄県は他の国内集団より近交係数が高く、また枝肉重量に関連する量的形質遺伝子座がROH化されている割合が高かった。

これらの結果から、ゲノム解析で収集されるSNPを活用することで、正確に遺伝的多様性と近交度をゲノムレベルで評価できることが明らかになった。

II 緒 言

沖縄県では、前報でSNP情報を元にしたゲノム育種価の有効性が認められ¹⁾、ゲノム育種価を現場後代検定牛選抜の指標として用いている。ゲノム育種価による種雄牛選抜は推定育種価による選抜に比べて、1回当たりの近交度の増加は少ないものの、世代間隔が短くなるため、1年当たりの近交度増加は高くなる²⁾。近交度が高くなりすぎると、近交退化や劣性(潜性)遺伝病の発生リスクが高くなるため³⁾、遺伝的多様性と近交度のコントロールは、沖縄県のように地理的に隔離された地域では特に重要となってくる。

そこで今回、ゲノム選抜の過程で収集されるSNP情報を元に、沖縄県黒毛和種雌牛の遺伝的多様性と近交度を他の国内集団とゲノムレベルで比較調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 材料

県内10島の繁殖雌牛1031頭からのGGP LD v4.0 SNPチップで得られた30105個のSNPと、他の国内集団(東京芝浦市場および大阪南港市場にて収集した血液を用いた)から収集した繁殖雌牛788頭をBovine HD SNPチップで得られた75939個のSNPを用いた。

2. SNP解析

1) 事前処理

SNPチップは、マイナーアレル頻度<5%、SNPごとの型判定率<5%、個体ごとの型判定率<5%、遺伝子型のハーディーワインベルグ平衡検定P値<1%のSNPを取り除いた。GGP LD v4.0とBovine HDのSNPチップの情報を統合するため、ゲノム位置をARS-UCD1.2に統一後、両SNPチップで共通する21645個のSNPを以後の解析に用いた。

2) 解析

各個体で連続するROHを特定することで、真の近交係数を算出するため、Plink1.9ツールを用い3Mbp以上のROHを、それぞれ個体ごとに算出後、ARS-UCD1.2ウシ参照ゲノムの常染色体を2489385779bpとし、近交係数 F_{ROH} を算出した。主成分分析は、SNPデータからゲノム関係行列を作成後、主成分分析を行い固有種、固有ベクトル、第20主成分までの寄与率を求めた。

* (大) 琉球大学

IV 結果および考察

1. 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の連鎖不平衡の比較

沖縄県黒毛和種雌牛は連鎖不平衡の減衰が他の国内集団に比べて遅いことから、集団内の多様性が低いことが考えられる（図1）。

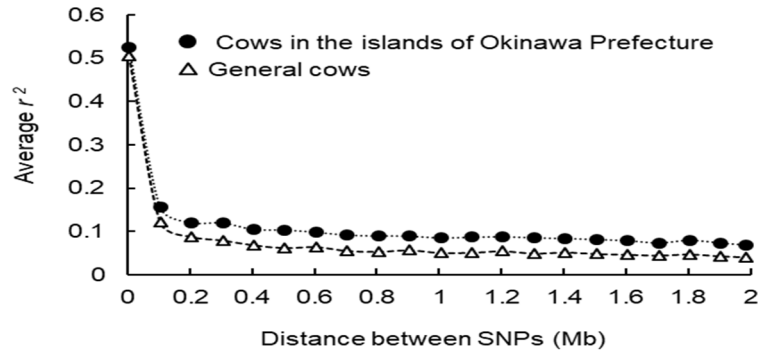


図1 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団のSNPマーカー間の連鎖不平衡

注) 連鎖不均衡：特定の遺伝子座の(ハプロタイプ)の頻度が構成される各座位のアレル頻度より有意に高くなる集団遺伝学的な現象

2. 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の有効な集団の大きさの比較

沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の有効な集団の大きさは世代ごとに減っており（図2），最新の有効な集団の大きさは10.8，23.2とともに小さかった（表1）。

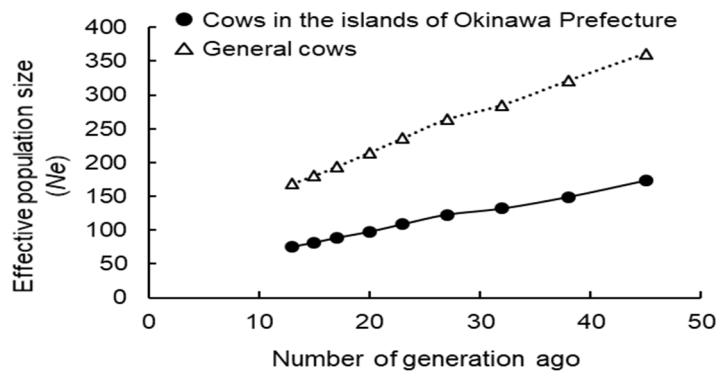


図2 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の有効な集団の大きさの推移

表1 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の有効な集団の大きさ

項目	全体の r^2	集団の大きさ	95%信頼区間
沖縄県	0.027	10.8	10.76~10.92
国内集団	0.015	23.2	23.07~23.38

3. 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団のゲノムレベルでの近交度の比較

沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の近交係数を算出するため、ROHを>1Mb，>3Mb，>6Mb，10Mbに分類し近交係数 F_{ROH} を算出した結果（図3），いずれも沖縄県黒毛和種雌牛の方が他の国内集団に比べて近交係数が高く，連鎖不平衡の結果と一致した。ROH>3Mbの統計量は表2のとおりであった。

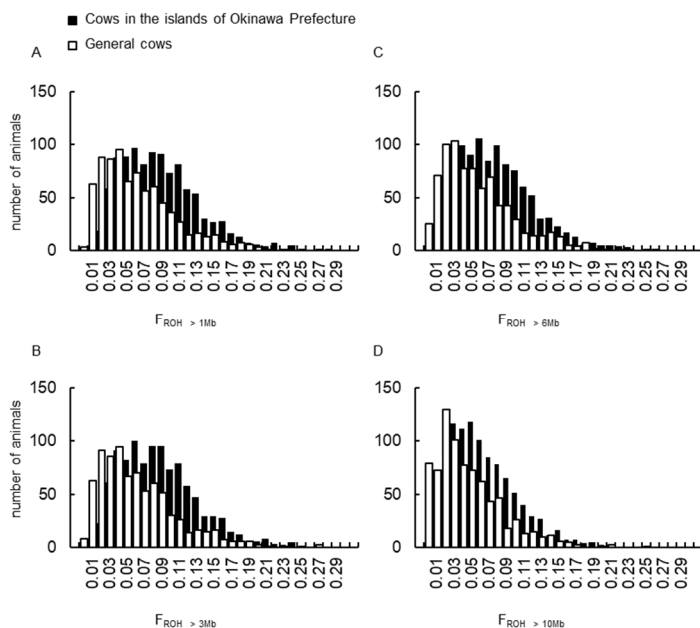


表2 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の近交係数の統計量

項目	平均近交係数	標準偏差
沖縄県	0.083	0.044
国内集団	0.058	0.044

図3 沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団の近交係数の分布

4. ROH断片の頻度について

ROHを異なる個体で比較するため、ROHを重複しない断片に分割し集計した(ROH fragment:ROH_FRAG)。沖縄県黒毛和種雌牛と他の国内集団で、合計9041個のROH>3Mb_FRAG(アリル頻度は0.05以上)を検出し、集団間でROH_FRAGを比較した結果、沖縄県黒毛和種雌牛でゲノムワイドに有意に頻度の高いROH_FRAGを複数検出した(図4A)。これらの領域には、黒毛和種の枝肉重量の主要な量的形質遺伝子座(QTL)として同定されている⁴⁾ NCAPG(図4B)と PLAG1(図4C)を含む領域が含まれていた。

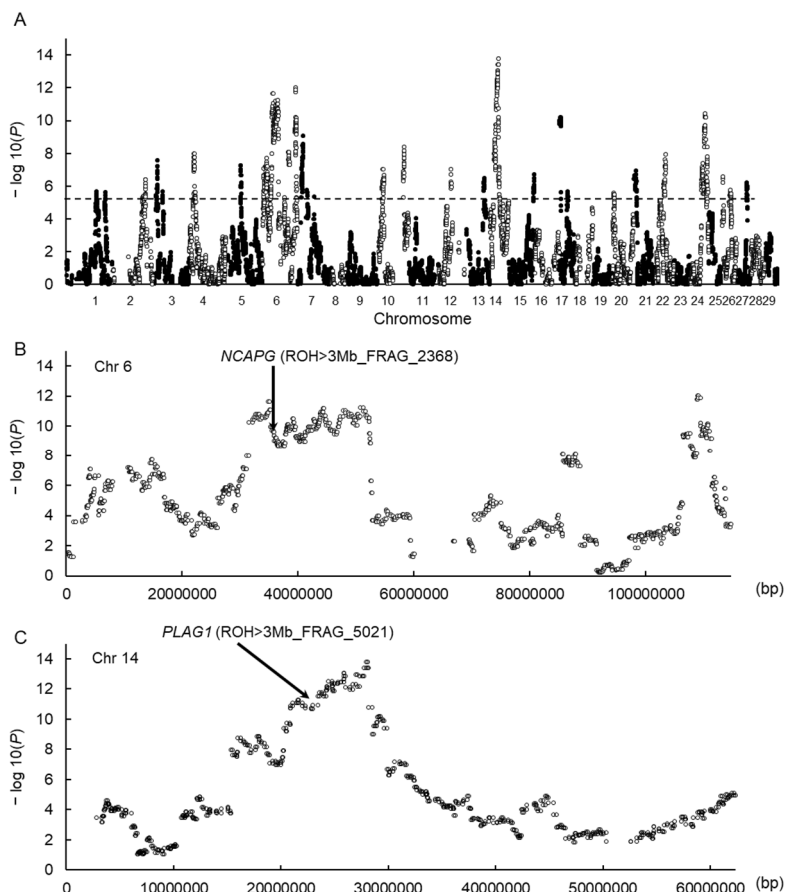


図4 沖縄県と他の国内集団とのROH>3Mbフラグメント領域

これらの結果から、沖縄県はこれまでの育種改良で枝肉重量に対して強い選抜が掛けられたことを反映し、他の国内集団と比較すると遺伝的多様性が低く、近交度が高い集団であることが、ゲノムレベルで明らかになった。今後、ゲノム解析で収集されるSNP情報を活用し、経済形質の改良に加え、確実にゲノムレベルで遺伝的多様性や近交度を評価することで、沖縄県の黒毛和種の持続的生産、育種改良が可能となると考えられる。なお、本研究の成果は、Animal Science Journal 2021, e13525に掲載した。

謝 辞

本研究のSNPタイピングにあたりご指導頂いた、独立行政法人家畜改良センターの職員の皆様に心から感謝申し上げます。なお、本研究はJRA助成事業「和牛の地域特性活用ゲノム選抜手法普及事業」により実施した。

V 引用文献

- 1) 末澤遼平・本田祥嵩・小山秀美・井上慶一・笹子奈々恵・竹田将悠規・小島孝敏・荷川取秀樹 (2020) 黒毛和種における1塩基多型(SNP)情報解析(1)現場後代検定選抜におけるゲノム育種価の有効性の検討, 沖縄畜研研報, **58**, 12-16
- 2) Foutan, M., Ansari Mahyari, S., Baes, C., Melzer, N., Schenkel, F. S., & Sargolzaei, M. (2018) Sargolzaei, M. (2018). Inbreeding and runs of homozygosity before and after genomic selection in North American Holstein cattle. *BMC Genomics*, 19, 98
- 3) Curilk, I., Ferencakovic, M., & Solkner, J. (2014). Inbreeding and runs of homozygosity: A possible solution to an old problem. *Livestock science*, 166, 26-34
- 4) Karim, L., Takeda, H., Lin, L., Druet, T., Arias, J. A., Baurain, D., & Coppieters, W. (2011). Variants modulating the expression of a chromosome domain encompassing PLAG1 influence bovine stature. *Nature Genetics*, 43, 405-413

超音波誘導経膈採卵法 (Ovum Pick-Up ; OPU) 技術の確立

(1) と畜場卵巣由来卵胞卵を用いた培養試験および凍結方法の検討

西山朱音 建本秀樹* 平安山英登

I 要 約

経膈採卵 (OPU) 実施に先だって、基礎研究としてと殺された雌畜の卵巣を用いて 2 頭の県有種雄牛 (K および M) を用いて発生培養試験を行った。さらに発生培養した総胚盤胞期胚を 2 種類の凍結方法を用いて凍結し、融解後の再拡張率を観察することで凍結方法の検討を行った。

その結果は以下の通りであった。

1. 2 頭の種雄牛 K と M の凍結精液を用いた結果、Day2 の分割率は 64.3% と 78.6% で有意差はなかったが、胚盤胞発生率は 0% と 42.9% で有意差があった。
2. 卵割から胚盤胞期まで発生率の高かった種雄牛 M では、胚盤胞期胚発生率は Day6 で 7.9%、Day8 で 25.0% と観察された。さらに、総胚盤胞期胚の発生率は、46.1% であった。
3. 2 種類のガラス化凍結法を比較したところ、2step 法で 34.8%、3step 法で 20.0% の融解後再拡張率であり、2step 法で増加する傾向にあった。

II 緒 言

OPU と体外受精 (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を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、体内受精卵生産の際に必須の過剰排卵処置 (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) や妊娠牛からも採卵が可能である³⁾ ことから、利用できる供卵牛の幅も広がる利点がある。

沖縄県は全国有数の肉用子牛生産地であり、高能力種雄牛の造成と育種価に優れた母牛群の整備が今後の課題となっている。そこで、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、優良雄牛精子との IVF により、凍結保存に耐え得る良質な胚を生産できれば、効果的な優良牛の普及拡大ならびに遺伝資源の保護が容易になる。

しかし、IVF 卵は体内受精卵と比べて、細胞数が少ないこと⁴⁾ や凍結傷害に対する感受性が高いこと⁵⁾ が指摘されており様々な発生培養や凍結方法の検討がなされている。

そこで、本研究では OPU により採取された卵子を効率的に体外発生 (IVC) させ凍結保存する技術の確立を目的として、と殺由来の卵子を用いて体外成熟 (IVM) / IVF 由来胚の作出を行い 2 種類のガラス化凍結法を検討した。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は 2021 年 7 月から 2021 年 11 月まで琉球大学農学部家畜繁殖学研究室にて培養実験を実施した。

2. 試験方法

1) 材料

株式会社沖縄県食肉センターでと殺された廃用雌牛卵巣を高圧蒸気滅菌済み 0.9% (w/v) 生理食塩水内で 30℃ に保ち輸送し、卵巣表面の直径が 3~8mm 以下の小卵胞から採取した卵子を用いた。

また、媒精に使用する凍結精液は、2 頭の県有種雄牛 K と M を用いた。

* 琉球大学農学部家畜繁殖学研究室

2) IVM

回収した卵丘細胞-卵子複合体 (COCs) は、TL-HEPES-PVA 溶液内で再選別および洗浄を行った。そして、IVM 培地ドロップ 100 μ l 毎に COCs を 16~20 個ずつ入れ、5%CO₂、95%空気、39°C で 21~22 時間の IVM 培養を行った。TL-HEPES-PVA 溶液および IVM 培地組成は、表 1 に示した。

表 1 TL-HEPES-PVA溶液およびIVM培地の組成

TL-HEPES-PVA溶液		IVM培地	
NaCl	114mM	Medium 199 HEPES Modification	
KCl	3.2mM	-Powder (M-2520; Sigma-Aldrich,	
NaH ₂ PO ₄	0.34mM	-St. Louis, MO, USA)	15mg/ml
MgCl ₂ ·6H ₂ O	0.5mM	NaHCO ₃	26.18mM
CaCl ₂ ·2H ₂ O	2mM	New born calf serum (NCS)	10%(v/v)
NaHCO ₃	2mM	Cysteine	0.6mM
HEPES	10mM	LH	0.02U/ml
Na-pyruvate	0.2mM	FSH	0.04U/ml
Na-lactate	10mM	Penicillin G	100IU/ml
Penicillin G	100IU/ml	Streptomycin	50 μ g/ml
Streptomycin	50 μ g/ml		
PVA	0.01%(w/v)		

3) IVF および IVC

IVM 終了後、IVF 培地 (B0-IVF; IVF Bioscience, Cornwall, UK) 内で COCs を洗浄した後、IVF 培地ドロップ (100 μ l) に 15~20 個ずつ移した。いっぽう、0.5ml ストロウの牛凍結精液を融解し B0-SemenPrep (IVF Bioscience) に攪拌し遠心分離操作で 2 回洗浄し、精子濃度が約 2.3×10^6 /ml で COCs の入った IVF 培地ドロップに加えて媒精を行った。その後、5%CO₂、95%空気、39°C 条件下で 16~20 時間の共培養を行い、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より剝離し、裸化卵を IVC 培地 (B0-IVC; IVF Bioscience) の各ドロップ 50 μ l に 20~30 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 IVC 培養を行った。

4) ガラス化凍結

ガラス化凍結培地には Basic medium (BM) を使用し、BM の組成は表 2 に示した。そして、IVC 培養 Day6 および Day7 の拡張胚盤胞期胚を、2 種類 (2step 凍結法と 3step 凍結法) のガラス化凍結法を用いて凍結した。

まず、2step 凍結法では、胚を平衡培地に移し、39°C で 3 分間維持した。平衡化後、胚をガラス化溶液①中で 2 回洗浄した。

いっぽう、3step 凍結法では、胚を平衡培地①に移し、39°C で 3 分間維持した。次に、平衡培地②に移し、再び 39°C で 3 分間維持した。平衡化後、胚をガラス化溶液②中で 2 回洗浄した。

そして、両凍結法の胚は、Cryotop (KITAZATO Co., 静岡) シート上に最小量のガラス化溶液と共に乗せ、40~50 秒以内に液体窒素中に直接投入した。それぞれで使用した凍結培地や溶液の組成は表 2 と表 3 に示した。

表2 ガラス化凍結培地およびガラス化溶液の組成

ガラス化凍培地 (BM)		ガラス化溶液①		ガラス化溶液②
Medium 199	15mg/ml	BM		
NaHCO ₃	26.18mM	Ethylene glycol	15%(v/v)	16.25% (v/v)
NCS	20%(v/v)	Dimethyl sulfoxide (DMSO)	15%(v/v)	16.25% (v/v)
Penicillin G	100IU/ml	Sucrose	0.5M	0.6 M
Streptomycin	50 μg/ml	Polyvinylpyrrolidone		50 mg/ml

表3 平衡培地の組成

平衡培地	平衡培地①	平衡培地②
BM		
Ethylene glycol	7.5% (v/v)	3.75% (v/v)
DMSO	7.5% (v/v)	3.75% (v/v)

5) 融解

2step凍結法でガラス化凍結した胚の融解時には、Cryotopを37°Cの融解液①に迅速に浸して融解し、37°Cのホットプレート上で1分間静置した。その後、胚を37°Cの融解液②で3分間静置した。

いっぽう、3step凍結法でガラス化凍結した胚においては、39°Cの融解液①で融解し、39°Cで1分間静置した。その後、胚を39°Cの融解液②と融解液③でそれぞれ3分間静置した。

そして、両処理区の胚を39°CのBM中で5分間維持し、IVC培地で3回洗浄し、50 μlドロップのIVC培地に移し、マルチガスインキュベーター内で培養した。それぞれ融解液の組成は表4に示した。

表4 融解液の組成

2step		3step	
融解液①	BM + 0.5 M Sucrose	融解液①	BM + 1 M Sucrose
融解液②	BM + 0.25 M Sucrose	融解液②	BM + 0.5 M Sucrose
		融解液③	BM + 0.25 M Sucrose

3. 調査項目

1) 種雄牛凍結精液別胚盤胞発生率

2頭の県有種雄牛凍結精液を用いてIVFを行い、各凍結精液の胚盤胞の発生率を調査した。

2) 総胚盤胞期胚発生率

IVF日をDay 0とし、Day 2 (IVF 40時間後)に分割率を、Day 5~8で胚盤胞期胚への発生を調査した。

3) 2種類の凍結法を用いた凍結後胚の再拡張率

2種類の凍結方法により凍結した胚を融解し、再拡張率(生存率)を調査した。評価は融解後16時間で行った。

4. 統計処理

得られたデータは平均±標準誤差(SE)で示した。統計処理は、統計解析ソフトRを用いて行った。Shapiro-Wilk normality testで正規性を確認した後、一因子の一般化線形モデル(Generalized Linear Model; GLM)とANOVA解析を行い、有意差が認められた場合にはTukey-Kramer testによる多重比較検定

で各処理間の有意差を検定した。いっぽう，%データはGLMに二項分布関数を適用してANOVA解析を行った上でノンパラメトリック型Tukey法により多重比較検定を行った。

IV 結 果

1. 種雄牛凍結精液別発生率

2頭の県有種雄牛凍結精液を用いてIVFを行い，各精子の胚発生能を調べた結果を表5に示した。IVFを行った日をDay0として，Day2の分割率においては，種雄牛Kと種雄牛Mでそれぞれ64.3と78.6%となり有意差は認められなかった。しかし，種雄牛KのIVF卵では胚盤胞期への発生が認められなかった。

いっぽう，種雄牛MはDay6から胚盤胞期への発生胚が観察され，Day8までの総胚盤胞期胚への発生率は42.9%を示し有意差が認められた。 $(p < 0.05)$ また，種雄牛Mの総胚盤胞期胚のうち14.3%がハッチングまで観察された。

表5 種雄牛別胚発生成績

種雄牛精液	COCs数	分割卵数 (%; 平均±SE)	胚盤胞期胚数(%; 平均±SE)			総胚盤胞期胚数 (%; 平均±SE)	孵化胚数 (%; 平均±SE)
			Day6	Day7	Day8		
K	14	9 (64.3±12.8)	0 (0.0±0.0)	0 (0.0±0.0)	0 (0.0±0.0)	0 (0.0±0.0)	0 (0.0±0.0)
M	14	11 (78.6±11.0)	1 (7.1±6.9)	0 (0.0±0.0)	5* (35.7±12.8)	6* (42.9±3.4)	2 (14.3±9.4)

注1) Day0=IVF

2)*: $p < 0.05$



写真1 種雄牛Mで作出した孵化胚

2. 総胚盤胞期胚発生率

2頭の凍結精液のうち発生率の高い，種雄牛Mの胚盤胞期胚への発生率の詳細を表6に示した。その結果，Day6において7.9%，Day7では13.2%，さらにはDay8では25.0%の発生率であった。そして，総胚盤胞期胚への発生率は46.1%であった。

表 6 種雄牛Mにおける胚発生成績

COC s 数	分割卵数 (% ; 平均±SE)	胚盤胞期胚数 (% ; 平均±SE)				総胚盤胞期胚数 (% ; 平均±SE)
		Day5	Day6	Day7	Day8	
76	69 (90.8±3.3)	0 (0±0)	6 (7.9±3.0)	10 (13.2±3.9)	19 (25.0±5.0)	35 (46.1±5.7)

注) Day0=IVF

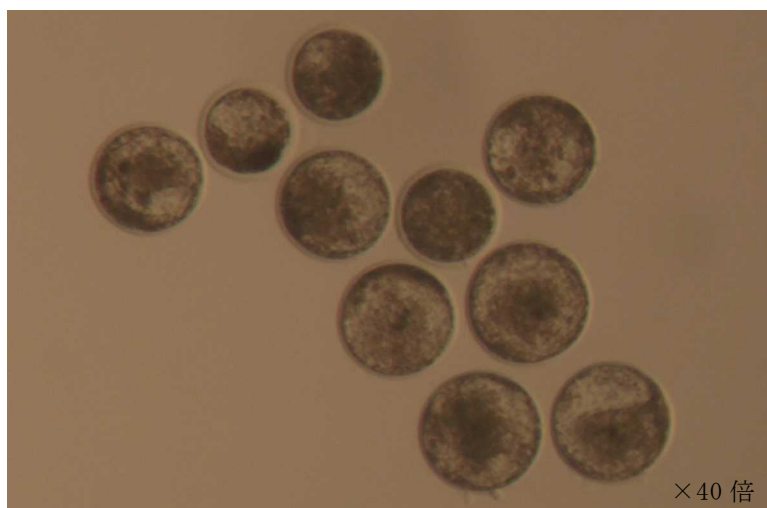


写真 2 種雄牛Mで作出した総胚盤胞期胚

3. 2 種類の凍結法 (2step 凍結法および 3step 凍結法) における融解後の再拡張率

最後に、2 種類のガラス化凍結法が胚盤胞期胚のガラス化凍結融解後の再拡張率(生存率)に及ぼす影響を表 7 に示した。その結果、2 step 凍結法が 3 step 凍結法と比較して凍結融解後の再拡張率が、統計的には差は無かったものの増加する傾向にあった。

表 7 凍結方法の検討

ガラス化凍結法	凍結胚数	融解後の再拡張胚数 (% ; 平均±SE)
2step	23	8 (34.8±9.9)
3step	20	4 (20.0±8.9)

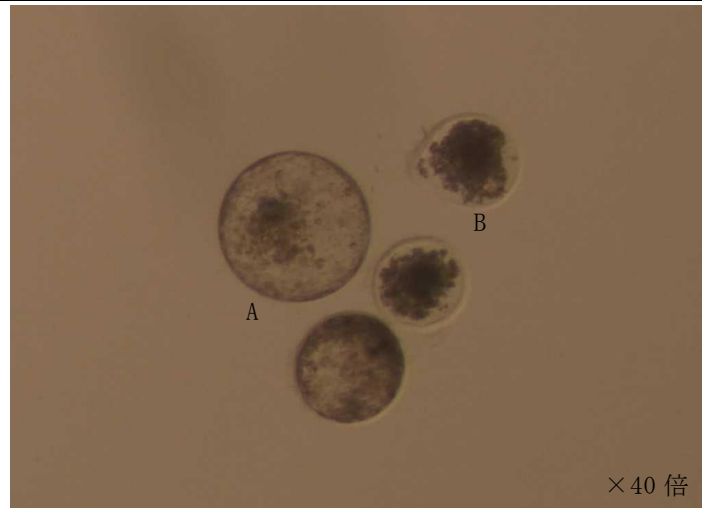


写真3 凍結後再拡張した胚(A)と死滅した胚(B)

V 考 察

沖縄県種雄牛凍結精液のうち、種雄牛 M で Day 6 から Day 8 の期間での胚盤胞期胚への発生率が有意に高かった。この結果から、本試験では IVF を行う際の凍結精液は種雄牛 M が適していると考えられた。この要因の1つとして、IVF による胚盤胞発生数及び発生率は、個体により大きな差がある^{3)・6)}ことが挙げられる。また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⁾ことより凍結精液の品質の違いが考えられ、本試験で用いた種雄牛 K の精採月が9月であったことが発生率の低下を招いたもう1つの要因と考察される。

また、IVC を 5%酸素濃度で行うことにより胚盤胞への発生率の向上と発生胚盤胞の細胞数が増加することが報告されており⁸⁾、本試験でも3種混合インキュベーター内で酸素分圧を5%に低下させた条件で行ったところ、46.1%の胚盤胞期胚への発生率が認められた。特に、Day 6 と Day 7 で約半数の胚盤胞期胚が得られた結果から、この培養条件下で作出した体外発生胚は高い発生能を有していると推察される。

さらに、2種類のガラス化凍結方法を用いて胚盤胞期胚のガラス化凍結融解後の再拡張率に及ぼす影響を調べた結果、2 step でのガラス化凍結法の方が3 step のガラス化凍結法と比較して凍結融解後の再拡張率が増加傾向にあった。しかし、2 step 法のガラス化凍結法であっても34.8%の再拡張率であり、この技術を用いて胚移植(ET)法により産子を高率に生産するためには、再拡張率を改善する必要がある。その為には、凍結前の胚盤胞期胚の品質の向上とその選別方法が重要となる。近年では、IVF 胚の個別培養、タイムラプス・シネマトグラフィーによる観察および走査型電子化学顕微鏡による酸素消費量の測定を用いた研究^{9)・10)}などで、胚の発生動態がその後の発生能に及ぼすことが報告されている。これらの研究によれば、第一卵割までの時間やフラグメンテーションの有無、胚盤胞期での酸素消費量などの指標を加えることで、高受胎率が望める移植胚の選別ができるとされているため、以後の研究においても、この指標に準じた検討をする必要があると考えられる。

また、凍結保護剤に Ethylene glycol と DMSO を用いたが、DMSO は細胞内への浸透性には優れているものの、その高い毒性が指摘されている¹¹⁾。ガラス化凍結時だけでなく緩慢凍結時も含めて、DMSO に代わる毒性の低い凍結保護剤の使用¹²⁾や、耐凍性を向上させる方法¹³⁾も今後は OPU 技術実用化に向けて検討すべきと考える。

謝 辞

本研究を共同して実施していただいた、琉球大学農学部家畜繁殖学研究室の皆様へ深謝いたします。また、卵巣採取に協力していただきました株式会社沖縄県食肉センター職員の皆様に感謝申し上げます。

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) 秋山清・坂上信忠・仲澤慶紀(2009)経膈採卵と体外受精による牛胚の生産, 神奈川県畜産技術センター研究報告 **2**, 1-5
- 4) Iwasaki S. et al(1990)Morphology and proportion of inner cell mass of bovine blastocysts fertilized in vitro and in vivo, *J. Reprod. Fertil*, **90**, 279-284
- 5) Pollard J. W. and S. P. Leibo(1994)Chilling sensitivity of mammalian embryos, *Theriogenology*, **41**, 101-106
- 6) 黒澤功(1993)牛の改良を目的とした体外受精, 群馬農業研究 C 畜産, **10**, 151-154
- 7) M. Sabés-Alsina, M. Wallgren, Y. C. B. Sjunnesson, T. Ntallaris, N. Lundeheim, M. López-Béjar, J. M. Morrell(2020)Effect of season on the in vitro fertilizing ability of frozen-thawed Spanish bovine spermatozoa, *Journal of Dairy Science*, **103**, 9525-9533
- 8) 高橋芳幸(1995)日本胚移植学会誌, **17**(1), 38-42
- 9) Satoshi Sugimura, Tomonori Akai, Yutaka Hashiyada, Tama's Somfai, Yasushi Inaba, Muneyuki Hirayama, Tadayuki Yamanouchi, Hideo Matsuda, Shuji Kobayashi, Yoshio Aikawa, Masaki Ohtake, Eiji Kobayashi, Kazuyuki Konishi, Kei Imai(2012)Promising System for Selecting Healthy In Vitro-Fertilized Embryos in Cattle, *PLoS One*, **7**(5), e36627
- 10) 中橋冬陽・小林大誠・山下秀幸(2019)ウシ体外受精胚生産における高品質胚の簡易判別技術の開発と培養液の改善, 千葉県畜産総合研究センター研究報告, **19**, 1-6
- 11) Monica C Wusteman, David E Pegg, Martin P Robinson, Li-Hong Wang(2002) Vitrification media: toxicity, permeability, and dielectric properties, *Cryobiology*, **44**(1), 24-37.
- 12) 堂地修, 今井敬(2016)エチレングリコールを用いた牛胚のダイレクト法の技術開発, 日本胚移植学雑誌, **38**(1), 23-27
- 13) 中橋冬陽・小林大誠・山下秀幸(2019) ウシ体外受精胚生産における高品質胚の簡易判別技術の開発と培養液の改善, 千葉県畜産総合研究センター研究報告, **19**, 1-6
- 14) ソムファイ タマス(2018)高受胎率が望める牛受精卵の体外生産・凍結保存・選抜技術の開発,
http://www.naro.affrc.go.jp/project/research_activities/laboratory/nilgs/045310.html

研究補助：仲程正巳

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績(2021年度)

末澤遼平 渡慶次功* 平安山英登

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。2021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6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、糸桜系×気高系が3頭(No.1, No.4, No.5), 気高系×田尻系が1頭(No.2), 田尻系×田尻系が1頭(No.3), 気高系×気高系が1頭(No.6)であった。

表1 検定牛の概要

No.	名 号	生年月日	血 統				生産地
			父	母	母方祖父	母方曾祖父	
1	藤虎140	2019/11/5	茂北福	ゆりかつ	百合茂	平茂勝	竹富町
2	玉代勢22	2020/1/11	幸紀雄	たまよせ22	美津照重	安福久	竹富町
3	前之2の1	2020/1/6	勝美福	おきなわ56	美津照重	安福久	今帰仁村
4	勝久桜	2020/3/26	美国桜	ぼす3	勝忠平	安福久	糸満市
5	渡慶次功	2020/6/9	茂北福	ふき	百合白清2	福之国	今帰仁村
6	盛0726	2020/7/26	幸紀雄	ひろはくほう5	白鵬85の3	安福久	今帰仁村

2. 検定方法

検定方法は、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して作出された調査項目である。無駄な摂取量を数値化したものであり、負の値であれば必要な摂取量よりも摂取量が少なく効率がよいという評価、正の値であれば、必要な摂取量よりも摂取量が多く効率が悪いという評価となる。

余剰飼料摂取量の算出方法は、以下のとおりである。

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

$$\text{代謝体重} = \{(\text{開始時体重} + \text{終了時体重}) / 2\} \times 0.75 \quad \text{増体量} = \text{終了時体重} - \text{開始時体重}$$

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

*現沖縄県農林水産部畜産課

Ⅲ 検 定 成 績

検定成績は、表2に体重および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231.3日、開始時体重251.5kg、終了時体重378kg、180日補正体重203.2kg、365日補正体重402.3kg、DG1.12kgであった。6頭の平均DGは2020年度の全国平均値²⁾より若干低かった。

これらの検定牛のうち、令和3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、検定成績、本牛の育種価及び系統種雄牛の配置状況などを踏まえ、令和4年度現場後代検定実施牛として、藤虎140（藤茂福へ改名）、玉代勢22（幸紀照重へ改名）、渡慶次功（茂福輝へ改名）、盛0726（幸白鵬へ改名）を選抜した。

表2 検定成績（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	藤虎140	240	276.0	438.0	214.5	456.8	1.45	124	○
2	玉代勢22	229	204.0	325.0	168.8	350.9	1.08	123.0	○
3	前之2の1	234	230.0	340.0	183.8	358.0	0.95	121.0	
4	勝久桜	238	311.0	431.0	242.5	447.1	1.07	127.6	
5	渡慶次功	247	238.0	356.0	181.6	362.3	1.05	121.2	○
6	盛0726	200	250.0	378.0	228.0	438.6	1.14	125.6	○
	平均値	231.3	251.5	378.0	203.2	402.3	1.12	123.7	
	標準偏差	16.5	37.5	47.2	29.4	50.0	0.17	2.6	
	全国平均値						1.13	125.7	

注 1) 全国平均値は2021年度（189頭）の平均値

2) ○は令和4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(現物kg)				余剰飼料摂取量(現物kg)				体型 評点	選抜
			濃厚飼料	粗飼料	CP	TDN	濃厚飼料	粗飼料	CP	TDN		
1	藤虎140	51	474	500	100	601	8	-41	-6	-3	84.3	○
2	玉代勢22	41	486	338	106	521	97	-54	19	40	83.0	○
3	前之2の1	41	487	335	106	520	82	-67	17	26	83.1	
4	勝久桜	47	490	439	106	596	20	-62	3	10	85.2	
5	渡慶次功	47	481	421	103	579	81	-5	11	67	82.4	○
6	盛0726	46	522	410	95	531	13	-92	0	-6	85.1	○
	平均値	45.5	490.0	407.2	102.7	558.0	50.2	-53.5	7	22	83.9	
	標準偏差	2.2	24.2	20.1	4.5	38.1	24.2	20.1	4.7	16.8	0.88	
	全国平均値						-20.2	-3.3	0.1	-15.2		

注 1) 全国平均値は2021年度(189頭)の平均値

2) ○は令和4年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

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(2021)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 4-10

研究補助：又吉博樹

和牛種雄牛現場後代検定成績(2021年度)

(15)種雄牛「美津忠平」「西照久」および「百合哲」の検定成績

照屋喬己 渡慶次功* 平安山英登

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、2021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2016年度の直接検定¹⁾により選抜された美津忠平(みつただひら)、西照久(にしてるひさ)および百合哲(ゆりてつ)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。今回の検定材料牛は、美津忠平が20頭(去勢11頭、雌9頭)、西照久が18頭(去勢11頭、雌7頭)および百合哲が20頭(去勢10頭、雌10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
美津忠平	2015/5/1	久米島町	美津照重	みく315	忠富士	安平	85.3	黒原6051
西照久	2015/4/5	本部町	美津照重	はなふくひさ	安福久	第1花国	84.3	黒原6052
百合哲	2015/11/3	糸満市	百合茂	かつみどり	勝忠平	福栄	85.5	黒原5973

III 検 定 成 績

表2に検定種雄牛の育種価評価結果(令和4年1月解析の推定育種価結果)を示した。

推定育種価(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。

美津忠平のBVは、枝肉重量が69.7kg、ロース芯面積が21.1cm²、バラの厚さが0.98cm、皮下脂肪の厚さ(皮下脂肪厚)が-1.07cm、歩留まり基準値(歩留基準値)が3.56および脂肪交雑が3.34であった。

西照久のBVは、枝肉重量が29.1kg、ロース芯面積が22.1cm²、バラの厚さが0.57cm、皮下脂肪厚が-1.45cm、歩留基準値が4.23および脂肪交雑が2.56であった。

百合哲のBVは、枝肉重量が67.9kg、ロース芯面積が7.7cm²、バラの厚さが1.13cm、皮下脂肪厚が0.20cm、歩留基準値が0.74および脂肪交雑が2.04であった。

美津忠平は脂肪交雑のBVにおいて歴代沖縄県種雄牛の最高値を記録するなど良好な結果を示し、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。

表2 育種価評価結果(2022年1月解析)

名号	枝肉重量 (kg)		ローズ芯面積 (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)	
	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC
美津忠平	69.7	0.92	21.1	0.91	0.98	0.90	-1.07	0.93	3.56	0.93	3.34	0.93
西照久	29.1	0.91	22.1	0.90	0.57	0.88	-1.45	0.91	4.23	0.91	2.56	0.91
百合哲	67.9	0.96	7.7	0.96	1.13	0.94	0.20	0.96	0.74	0.96	2.04	0.96

IV 引用文献

- 1) 本田祥嵩・細井伸浩・渡慶次功・荷川取秀樹(2016)和牛種雄牛産肉能力直接検定成績(2016年度), 沖縄畜研研報, **54**, 15-17
- 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

検定補助: 山城一也

付属資料

1. 美津忠平

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)	胸芯面積 (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	
1	みつふく	美津忠平	北国7の8	安福165の9	雌	32.2	512.0	57	8.5	2.5	73.9	7	A-4	
2	舜天	美津忠平	北福波	晴姫	去勢	28.8	549.4	66	8.2	3.8	73.2	8	A-5	
3	りん	美津忠平	安茂勝	藤桜	雌	31.5	622.5	78	10.0	2.9	75.8	9	A-5	
4	淳美津忠	美津忠平	第2平茂勝	菊安	去勢	28.4	429.3	50	6.7	1.8	73.4	5	A-3	
5	忠雄	美津忠平	安愚楽1	美津福	去勢	29.1	527.5	64	8.5	2.0	75.1	12	A-5	
6	ゆうな	美津忠平	隆之国	福華1	雌	32.1	576.8	66	9.5	2.6	74.7	12	A-5	
7	じゅんひら	美津忠平	勝海邦	第7安福	雌	32.1	562.8	62	8.2	2.5	73.6	9	A-5	
8	めい	美津忠平	百合茂	安福久	雌	32.0	555.8	82	7.8	3.5	75.2	10	A-5	
9	みやび	美津忠平	勝群星	北福波	雌	31.8	454.5	72	7.3	1.8	76.3	12	A-5	
10	琉輝	美津忠平	北福波	北国7の3	去勢	28.7	525.0	61	8.4	3.3	73.4	9	A-5	
11	美津忠安	美津忠平	安茂勝	福栄	去勢	28.6	546.3	72	8.4	2.4	75.3	7	A-4	
12	さちひら	美津忠平	勝群星	第2平茂勝	雌	31.7	510.8	59	8.0	2.5	73.8	6	A-4	
13	こまり	美津忠平	北福波	晴姫	雌	31.6	526.3	65	7.5	3.6	73.1	11	A-5	
14	みざくら	美津忠平	勝海邦	平茂勝	雌	31.3	414.0	65	7.8	2.5	75.6	9	A-5	
15	恵雄	美津忠平	安茂勝	福桜(宮崎)	去勢	28.1	487.7	60	7.5	2.2	74.1	8	A-5	
16	沖検6	美津忠平	北福波	福桜(宮崎)	去勢	28.5	449.7	57	7.4	2.0	74.4	9	A-5	
17	光星	美津忠平	勝群星	安重福	去勢	28.7	508.5	57	8.0	2.6	73.5	9	A-5	
18	大河	美津忠平	北平安	平茂勝	去勢	28.7	479.2	65	7.3	2.6	74.4	9	A-5	
19	安奈	美津忠平	福華1	藤北景	去勢	28.9	446.0	53	7.8	1.9	74.2	5	A-4	
20	平市	美津忠平	北福波	安茂勝	去勢	27.9	453.6	66	7.3	2.0	75.4	11	A-5	
						全平均	30.0	506.9	63.9	8.0	2.6	74.4	8.9	
						標準偏差	1.7	54.6	7.9	0.8	0.6	1.0	2.1	

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	肉質等級					計
	1	2	3	4	5	
A			1	4	15	20
B						
C						
計			1	4	15	20

付属資料

2. 西照久

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
1	西照勝	西照久	安茂勝	北国7の8	去勢	28.7	427.5	59	7.1	2.2	74.5	11	A-5
2	本牧乃179	西照久	忠茂平	北仁	去勢	29.0	515.1	65	7.5	2.4	74.3	7	A-4
3	本牧乃178	西照久	百合茂	糸晴美	去勢	29.2	590.9	63	10.2	2.7	74.5	7	A-4
4	だの	西照久	百合茂	糸晴美	雌	31.6	365.9	54	6.2	1.5	74.6	5	B-3
5	さんに57	西照久	百合茂	紋次郎	雌	32.0	440.5	63	8.3	2.2	75.5	8	A-5
6	西平久	西照久	北平安	勝忠平	去勢	28.9	494.9	81	7.4	2.0	76.9	6	A-4
7	香樹	西照久	北仁	平茂勝	去勢	28.4	512.7	55	7.5	2.5	72.9	3	A-2
8	信照久	西照久	平茂勝	紋次郎	去勢	28.3	490.0	56	7.2	2.3	73.3	5	A-3
9	西海邦	西照久	勝海邦	勝海邦	去勢	28.2	524.6	59	8.4	1.9	74.4	8	A-5
10	にし18	西照久	百合茂	谷照 (鹿児島)	雌	30.4	386.5	56	7.1	2.0	74.8	9	A-5
11	福本	西照久	勝海邦	福谷福	去勢	28.0	421.2	57	6.7	1.9	74.3	7	A-4
12	ゆうこ	西照久	福波花	福栄	雌	32.0	439.8	63	7.7	2.4	75.1	6	A-4
13	本牧乃189	西照久	美国桜	百合茂	去勢	28.3	463.5	78	7.3	1.9	77.0	11	A-5
14	にしひら	西照久	北福波	勝忠平	雌	30.2	511.0	73	7.0	2.8	74.7	11	A-5
15	ひらひさ	西照久	北仁	安平照	雌	31.0	435.9	62	7.4	1.9	75.2	7	A-4
16	てるなみ	西照久	北福波	勝海邦	雌	30.1	504.8	76	7.1	2.4	75.5	6	A-4
17	晴久	西照久	平茂晴	安平照	去勢	28.8	438.5	49	7.0	2.3	72.9	5	A-4
18	西仁	西照久	北仁	平茂勝	去勢	28.7	448.9	62	7.7	2.5	74.8	8	A-5
全平均						29.5	467.3	62.8	7.5	2.2	74.7	7.2	
標準偏差						1.4	55.1	8.8	0.8	0.3	1.1	2.2	

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	肉質等級					計
	1	2	3	4	5	
A		1	1	8	7	17
B			1			1
C						
計		1	2	8	7	18

付属資料

3. 百合哲

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)	胸芯面積 (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	
1	だいふくの1	百合哲	北乃大福	平茂晴	雌	31.6	382.5	39	6.5	2.4	71.8	4	B-3	
2	だいふくの2	百合哲	北乃大福	平茂勝	雌	31.3	432.5	57	8.0	3.6	73.5	7	A-4	
3	金男	百合哲	福栄	平茂勝	去勢	28.8	496.1	54	6.6	2.5	72.4	8	A-5	
4	百合久哲	百合哲	安福久	平茂晴	去勢	28.9	532.0	58	9.2	3.8	73.0	8	A-5	
5	国百合	百合哲	美徳国	秀菊安	去勢	28.8	594.0	59	7.8	3.6	71.6	10	B-5	
6	福哲	百合哲	福北光	安茂勝	去勢	28.6	529.6	61	9.0	2.8	74.2	11	A-5	
7	ゆりふく	百合哲	菊花国	安茂勝	雌	31.4	473.2	51	8.4	4.3	71.9	6	B-4	
8	ひらしげのこ	百合哲	平茂勝	神高福	雌	31.8	471.2	49	7.8	3.5	71.9	7	B-4	
9	ゆりはる	百合哲	平茂晴	第2平茂勝	雌	32.1	502.1	48	8.3	4.7	70.7	5	B-4	
10	哲次郎	百合哲	北福波	安福栄	去勢	28.7	512.5	59	7.4	3.1	72.8	9	A-5	
11	かけひまゆ	百合哲	若茂勝	美津照	雌	31.9	363.6	45	5.8	2.4	72.4	7	A-4	
12	しまなか70	百合哲	北福波	安糸福	雌	31.9	468.5	55	7.2	6.1	70.1	9	B-5	
13	てつみ	百合哲	平茂勝	紋次郎	雌	31.7	455.1	51	7.3	3.6	72.0	5	A-4	
14	大進76	百合哲	北乃大福	百合茂	去勢	28.6	407.5	63	7.4	2.3	75.3	9	A-5	
15	本牧乃184	百合哲	勝群星	北仁	去勢	28.7	489.9	59	8.4	2.9	74.0	7	A-4	
16	百合安	百合哲	安雪照	勝忠平	去勢	27.5	478.2	58	7.0	2.4	73.5	8	A-5	
17	みゆり	百合哲	北福波	平茂勝	雌	31.3	517.0	53	8.8	4.4	71.7	6	B-4	
18	哲景	百合哲	藤北景	福栄	去勢	29.1	433.6	49	7.1	2.9	72.5	6	A-4	
19	百合波	百合哲	北福波	福栄	去勢	29.4	560.7	59	7.6	4.1	71.4	10	B-5	
20	てっちゃん	百合哲	安福久	隆之国	雌	30.2	507.0	70	10.5	2.3	77.2	12	A-5	
						全平均	30.1	480.3	54.9	7.8	3.4	72.7	7.7	
						標準偏差	1.5	57.2	7.0	1.1	1.0	1.6	2.1	

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A				5	7	12
B			1	4	3	8
C						
計			1	9	10	20

当センターにおける沖縄アグー豚交雑種の発育調査

普照恭多 伊佐常暢 平良祥 片桐慶人

I 要 約

西洋品種の雌と沖縄アグー豚（以下アグー）の雄を交配した沖縄アグー豚交雑種（以下アグー交雑種）の生産能力の把握を目的に、沖縄県畜産研究センター（以下当センター）で生産されたアグー交雑種の出生から出荷までの発育および枝肉成績について調査した。得られた結果は以下のとおりである。

1. 体重の平均値は出生時が 1.7kg、離乳時が 7.4kg、肥育前期開始が 24.1kg、肥育後期開始が 62.6kg、出荷時が 113.6kg であった。去勢の肥育後期開始と出荷時の体重は、それぞれ 64.3kg と 114.6kg で、雌の 60.4kg と 112.5kg に比べ有意に重かった。
2. 日齢の平均値は出生時が 1.5 日齢、離乳時が 21.6 日齢、肥育前期開始が 67.7 日齢、肥育後期開始が 110.4 日齢、出荷時が 171.3 日齢であった。去勢の出荷日齢は 168.6 日齢と、雌の 174.7 日齢に比べ有意に早かった。
3. 日増体量（以下 DG）の平均値は出生か離乳までが 0.29kg、離乳から肥育前期開始までが 0.37kg、肥育前期から肥育後期開始までが 0.93kg、肥育後期から出荷までが 0.89kg であった。去勢の肥育後期から出荷までの DG は 0.92kg と、雌の 0.85kg に比べ有意に高かった。
4. 枝肉成績の平均値は、枝肉重量が 76.5kg、背脂肪厚が 3.0cm、歩留が 67.4% であった。去勢の背脂肪厚は 3.2cm と、雌の 2.8cm に比べ有意に厚かった。
5. 枝肉等級は全体の 50% が等外で、去勢は 61%、雌は 36% が等外であった。
6. 等級決定項目は被覆が最も多く、次いでその他であった。去勢と雌も同様に、被覆が最も多く、次いでその他であった。

II 緒 言

沖縄県では地域特性を生かした養豚業の振興を図ることを目的に、アグーやアグー交雑種を活用したアグーブランド豚の生産を推進している¹⁾。アグー交雑種は三元交雑豚（LWD）と比較して、優良な肉質特性を持ち²⁾、消費者からの評価も高い³⁾。現在生産されているアグー交雑種は、西洋品種（L, LW）の雌にアグー雄（A）を止め雄として交配した交雑種（LA, LWA）の流通量が最も多い⁴⁾が、その肥育豚生産に関する研究報告は少ない^{5~7)}。また、飼料価格の高騰による外的要因や、一般豚と比べて増体に劣る⁶⁾といった内的要因から、生産性の向上が必要との意見もある。そこで、アグー交雑種の生産能力を把握することを目的に、沖縄県畜産研究センターで生産されたアグー交雑種の出生から出荷までの発育および枝肉成績について調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間

2020 年 5 月から 2021 年 9 月まで行った。

2. 試験場所

当センター内の豚舎で行った。

3. 供試豚および飼養管理

1) 供試豚

沖縄県畜産研究センターにて 2020 年 5 月から 2021 年 3 月にかけて産まれた L および LW の繁殖雌豚にアグーの種雄豚を交配したアグー交雑種 125 頭（18 腹、去勢 70 頭、雌 55 頭）を供試豚とした。

2) 供試飼料

供試飼料を表 1 にまとめた。ほ乳期子豚用人工乳を 7 日齢程度から離乳直後まで給与した。離乳後は

ほ乳期子豚育成用配合飼料に切り替えるまで給与量を徐々に減らしながら給与した。ほ乳期子豚育成用配合飼料は離乳直後から徐々に給与し、体重が概ね 20～25kg 程度になるまで給与し、肥育前期配合飼料に切り替えるまで給与量を徐々に減らしながら給与した。肥育前期配合飼料は体重が概ね 25～65kg 程度までの期間に給与した。肥育後期配合飼料は、体重が概ね 65kg から出荷まで給与した。

表1 供試飼料成分

	ほ乳期 子豚用人工乳	ほ乳期子豚 育成用配合飼料	肥育前期 配合飼料	肥育後期 配合飼料
TDN (%)	87.0	79.5	78.0	73.5
CP (%)	21.0	18.0	15.0	12.5

3) 飼養管理

出生から離乳までのほ乳期は、分娩房にて母豚と共に飼養した。離乳後から 42～63 日齢までは分娩房にて、96～132 日齢までは育成豚房にて群飼し、その後肥育豚房にて出荷まで群飼した。各期間雌雄混合で飼養した。水は自由飲水、飼料給与は朝夕 2 回に分けた不断給餌とした。

4. 調査項目および方法

1) 調査項目

調査項目は体重、DG、日齢、枝肉重量、背脂肪厚、歩留、等級および等級決定項目とした。

2) 測定および調査方法

体重は出生時（0～3 日齢）、離乳時（18～28 日齢）、肥育前期開始時（42～63 日齢）、肥育後期開始時（96～132 日齢）にそれぞれ 1 回、肥育後期から出荷の前週までに各個体 2～4 回測定した。出荷時体重は、前週までの体重測定値から算出した DG に、最終体重測定日から出荷日までの日数を乗じた値を最終体重測定値に加えて算出した。DG は子豚期（出生～離乳）、育成期（離乳～肥育前期）、肥育前期（肥育前期～肥育後期）、肥育後期（肥育後期～出荷前週）の 4 つの期間で区切り、期間中の体重差を期間中の飼養日数で除して算出した。日齢は出生日を起算日（0 日齢）とし、出生日から各体重測定日および出荷日までの経過日数を算出した。

と畜後に湯剥ぎ処理された枝肉は、枝肉成績として枝肉重量、背脂肪厚、等級および等級決定項目について調査した。枝肉成績は公益社団法人日本食肉格付協会沖縄事務所発行の豚枝肉格付明細書より調査した。

5. 統計処理

統計処理は、去勢と雌の 2 群間で t 検定を行った。

IV 結 果

1. 体重、日齢、DG

体重を表 3、日齢を表 4、日増体量を表 5 に示した。出生時から肥育前期開始までの体重に去勢と雌の間に有意差はなかった。いっぽう、肥育後期開始および出荷時の体重は去勢が有意に重くなった ($P < 0.05$, 0.01)。出生時から肥育後期開始までの日齢に去勢と雌の間に有意差はなかった。いっぽう、出荷時日齢は去勢が有意に早かった。 ($P < 0.01$)。DG は肥育後期～出荷の期間で去勢が有意に高かった。 ($P < 0.05$)。

表2 体重(kg)

	n	出生時	離乳時	肥育前期開始	肥育後期開始	出荷時 ^{注2)}
全体	125	1.7±0.5	7.4±1.4	24.1±2.2	62.6±7.5	113.6±4.9
去勢	70	1.8±0.5	7.5±1.1	24.3±1.7	64.3±7.6A	114.6±4.8a
雌	55	1.7±0.4	7.2±1.3	23.8±2.1	60.4±7.1B	112.5±4.6b

注1) 異符号間で有意差あり, 大文字 ($P < 0.01$), 小文字 ($P < 0.05$)

2) 出荷時の体重は推定値

表3 日齢

	n	出生時	離乳時	肥育前期開始	肥育後期開始	出荷時
全体	125	1.5±1.1	21.6±2.7	67.7±5.8	110.4±9.3	171.3±11.0
去勢	70	1.5±1.1	21.6±2.5	68.3±6.1	111.5±10.2	168.6±10.2A
雌	55	1.5±1.1	21.5±2.8	66.9±6.3	109.1±9.2	174.7±10.6B

注1) 異符号間で有意差あり (P<0.01)

表4 DG(kg)

	n	出生 ～離乳	離乳 ～肥育前期	肥育前期 ～肥育後期	肥育後期 ～出荷
全体	125	0.29±0.06	0.37±0.07	0.93±0.18	0.89±0.18
去勢	70	0.29±0.03	0.36±0.07	0.95±0.17	0.92±0.19a
雌	55	0.28±0.05	0.37±0.07	0.90±0.18	0.85±0.17b

注1) 異符号間で有意差あり (P<0.05)

2. 枝肉重量, 背脂肪厚, 歩留, 等級

枝肉重量, 背脂肪厚, 歩留を表6に示した。枝肉重量および歩留は, 去勢と雌の間に有意差はなかった。背脂肪厚は去勢が有意に厚くなった (P<0.01)。等級および等級決定項目を表7に示した。等級は, 去勢では等外が最も多く, 雌では並, 等外が最も多かった。等級決定項目は去勢と雌ともに被覆が最も多かった。

表5 枝肉重量, 背脂肪厚, 歩留

	n	枝肉重量 (kg)	背脂肪厚 (cm)	歩留 (%)
全体	125	76.5±4.2	3.0±0.6	67.4±2.1
去勢	70	77.1±4.1	3.2±0.6A	67.3±2.0
雌	55	75.8±4.3	2.8±0.6B	67.4±2.3

注1) 異符号間で有意差あり (P<0.01)

表6 枝肉等級と等級決定項目

	n	等級	等級決定項目						
			背厚	肩厚	腰厚	肉付き	被覆	重量小	その他
全体	125	上	23	12	30	58	80	5	68
		中							
		並							
		等外							
去勢	70	上	12	7	12	41	51	1	46
		中							
		並							
		等外							
雌	55	上	11	5	18	17	29	4	22
		中							
		並							
		等外							

V 考 察

大城ら⁵⁾の報告ではアグー交雑種 (LA, LWA) の出生時体重は 1.4kg と報告している。本試験の供試豚の出生時体重は 1.7kg と若干重い結果であった。これは供試豚の体重測定時日齢が 0~3 日齢と幅があったためと考えられる。供試豚のうち、0 日齢で測定した個体の体重は平均 1.3kg (データ未掲載) であったことから、本試験の供試豚の出生時体重はこれまでの報告と同等と考えられる。

離乳時体重と離乳時日齢はそれぞれ 7.4kg と 21.6 日齢であり、これは一般的な豚のそれと同等であった⁸⁾。日本飼養標準・豚では、出生~離乳時にあたる期待増体日量は 0.2~0.25kg とされており、本試験の出生~離乳期間の DG は 0.29kg と若干高い値であった。鈴木ら⁹⁾は、一腹きょうだい数の多少は子豚のほ乳期の発育に大きな影響を及ぼすと報告しており、本試験の一腹産子数は 7.8 頭/腹 (データ未掲載) と、平均的な一腹産子数の 11.2 頭/腹¹⁰⁾ よりも少なかったことから、報告と同様の影響があったと推察された。いっぽう、離乳から肥育前期開始までの DG は 0.37kg と、期待増体量である 0.47kg に比べて若干低い値となった。これは離乳や飼料の切替のストレスが飼料摂取量に影響した可能性がある。この時期は、消化機能や骨と筋肉の形成が著しく⁸⁾、その後の発育に大きく影響する時期¹¹⁾ であることから、飼料の切替や給与量の検証により発育の改善を図る取組も必要であると考えられた。

本試験の肥育前期開始体重は 24.1kg と、一般的な肥育前期開始時体重である 30kg よりも軽い値であった。日本飼養標準・豚⁸⁾では、体重が 10~30kg の期間は育成期とし、更に育成期は前期、後期の 2 つのステージ (10~20kg, 20~30kg) に区分され、後期の消化機能は肥育前期 (30~70kg) に近い状態とされている。肥育前期~肥育後期にかけての DG は 0.93kg と、同時期 (30~50kg, 50~70kg) の期待増体量である 0.78, 0.85kg よりも高い値であった。このことから、本試験では肥育前期開始時期の発育への影響等はなかったと考えられる。

本試験の肥育後期開始体重は 62.6kg と、肥育後期の目安となる 70kg と比べ、早い段階での肥育後期を開始していた。肥育後期の開始、すなわち肥育後期飼料への切替時期は、品種、発育状況、飼養管理方法によって様々である^{12~14)}。また、本試験の肥育後期~出荷までの DG は 0.89kg と、期待増体量である 0.85kg よりも高い値であり、全国平均¹⁰⁾ よりも出荷日齢は早く枝肉重量は重いことから、本試験では肥育後期開始時期の発育への影響等はなかったと考えられる。いっぽう、豚の増体に必要とされるエネルギー量は、蓄積されるタンパク質と脂肪の割合によって変化していき、肥育後期では増体に占める脂肪蓄積の割合が増加する時期である⁸⁾。本試験の供試豚の背脂肪厚は 3.0 cm、等級決定項目は被覆がもっとも多く、皮下脂肪が厚く、過肥気味であることがわかる。大城ら⁶⁾や栗田ら⁷⁾の報告でも同様の結果となっており、肥育後期におけるアグー交雑種の脂肪蓄積割合は、一般的な豚よりも高いと考えられる。現在、アグー交雑種はアグーブランド豚として一般的な豚枝肉格付に基づかない値決めでの取引が行われており、厚脂による格落はないため、枝肉性状を考慮した飼料給与方法は確立されていない。しかし、肥育後期は飼料コストの大半を占め、体重増加に伴う維持エネルギーの増加と脂肪蓄積の増加による飼料効率が低下する期間⁸⁾ であることから、タンパク質と脂肪の蓄積バランスを考慮した飼料給餌方法を検討し、より効率的な飼養管理方法へと改善していくことも重要と考えられる。

肥育豚の増体速度や枝肉形質には性差があり⁸⁾、本試験でもその傾向がみられた。不断給餌条件では、去勢豚は雌と比べて採食量が多く増体が早くなる。本試験でも、去勢豚の採食量が雌と比べて多くなったことで、肥育前期~肥育後期および肥育後期~出荷期の増体が早くなり体重、出荷時日齢、DG に影響したと考えられる。また、去勢豚は雌より飼料を多く摂取し増体が早い、脂肪の蓄積も多くなる⁸⁾。また、去勢豚は増体日量が同じ場合でも雌豚に比べてタンパク質蓄積に対する脂肪蓄積量の比率が高い⁸⁾とされる。本試験の去勢豚は増体日量が雌に比べて大きく、背脂肪厚も厚いことから、同様の結果になったと考えられる。

VI 引 用 文 献

- 1) 沖縄県アグーブランド豚推進協議会ホームページ, (<http://okinawa-agu.com/data.html>)
- 2) 當眞嗣平・親泊元治・二宮恵介・鈴木直人 (2017) アグーブランド豚と三元交雑種 (LWD) の肉質比較, 55, 23-26

- 3) 日本政策金融公庫農林水産事業 (2009) 牛肉・豚肉のブランド化への取り組みとその評価, AFC フォーラム別冊, 情報戦略レポート **26**, 14-16
- 4) 沖縄県農林水産部畜産課畜産政策班 (2021) 沖縄県産豚肉消費活性化事業報告書, 123
- 5) 大城まどか・仲村敏・鈴木直人・太田克之・渡久地政康・玉代勢秀正 (2005) 琉球在来豚 (アグー) を活用した銘柄豚の確立 (5) アグー雄と他品種の雌との交配による分娩成績および育成成績, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, **43**, 21-24
- 6) 大城まどか・仲村敏・鈴木直人・太田克之・渡久地政康・玉代勢秀正 (2005) 琉球在来豚 (アグー) を活用した銘柄豚の確立 (6) アグー交雑種の肥育試験および肉質評価, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, **43**, 25-29
- 7) 栗田夏子・鈴木直人 (2016) 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, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, **54**, 25-27
- 8) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 (2013) 日本飼養標準 豚 (2013年版), 中央畜産会
- 9) 鈴木啓一・西田茂・氏家哲・福田智子・佐藤秀俊 (1990) 一腹きょうだい数が子豚の発育, 育成豚の産肉, 繁殖能力に及ぼす影響, 日本養豚学会誌, **27 (3)**, 153-158
- 10) 養豚農業実態調査報告書 (2021) 一般社団法人日本養豚協会
- 11) 安藤康紀・市川あゆみ・栗田隆之・北島秀敏・榊原徳造 (1993) 子豚期の発育がその後の産肉性に及ぼす影響, 愛知県農業総合試験場研究報告, **25**, 317-321
- 12) 山下哲生・香川光生 (2015) 養豚現場のホップ・ステップ・ジャンプ, 72, 日本畜産振興会株式会社
- 13) 森田猛 (2010) 肥育豚の生理と給餌・換気ポイント, 村田知編, チクサン出版社, 月刊養豚界臨時増刊号 豚の生理と生産性, 60-64
- 14) 森田猛 (2015) 月刊養豚界臨時増刊号 肉豚の肥育マニュアル, 緑書房

研究補助: 伊藝博志, 宮城広明

飼料給与水準の違いが沖縄アグー繁殖育成豚の発育および背脂肪厚の発達に及ぼす影響

普照恭多 伊佐常暢 平良祥 片桐慶人

I 要 約

沖縄アグー豚（以下アグー）の適正な飼料給与水準を検討することを目的に、アグーの繁殖育成豚への飼料給与水準の違いが発育や背脂肪厚の発達に及ぼす影響を調査した。試験には、アグー産子雌 10 頭、雄 6 頭の計 16 頭（3 腹）を用いた。試験は 14 から 21 週齢の期間で行い、処理区は種豚飼育用配合飼料を 1.3kg に制限して給与した制限区、1.5kg 給与した標準区、不断給餌とした飽食区を設けた。得られた結果は以下のとおりである。

1. 試験終了時体重は飽食区と標準区が制限区に比べ有意に重くなった。
2. 日増体量（以下 DG）は飽食区と標準区が制限区に比べ有意に高かった。
3. 総飼料摂取量は飽食区、標準区、制限区の順に多く、各区で有意差がみられた。
4. 飼料要求率は飽食区と標準区が制限区に比べ有意に低かった。
5. 背脂肪厚は飽食区が制限区と標準区に比べ有意に厚かった。

以上のことから、14～21 週齢のアグー繁殖育成豚において、給与水準を 1.3kg/日に制限すると増体や飼料要求率に劣り、給与水準が 1.5kg/日の場合は増体や飼料要求率に大きな影響はなく、給与水準を飽食にすると増体や飼料要求率に大きな影響はないが、背脂肪厚が厚くなることが示された。

II 緒 言

アグーは日本唯一の在来豚で、現在沖縄県内に約 800 頭が飼養されている¹⁾。アグーは西洋品種に比べて、発育が遅く²⁾、小型である³⁾ため、日本飼養標準（豚）に準拠した飼料給与⁴⁾ではなく、沖縄県アグーブランド豚推進協議会より発行された飼養管理マニュアル⁵⁾を基に飼料給与されている。最適な増体に基づく適正な給与水準については十分に明らかにされていないが、マニュアルにおける繁殖育成豚の飼料給与例は、約 40kg から種豚飼育用配合飼料を雄 1.5kg、雌 1.0kg を基本量に、個体毎の発育状況に応じて給与量を増減すると記載されている。また、アグーの発育に関する報告は大城ら²⁾、⁶⁾や當眞ら⁷⁾が行っているが、飼料給与水準に着目した知見は少ない。飼料摂取量は増体、肉質、繁殖成績等に影響し^{8～10)}、過剰な摂取や過度の制限は過肥や繁殖障害をきたす⁴⁾、¹¹⁾とされており、適切な飼料摂取量が適正な発育に繋がることから、アグーにおいても適正な飼料給与水準の検討が必要である。そこで本研究では、アグーの繁殖育成豚について、飼料給与水準の違いが発育や背脂肪厚の発達に及ぼす影響について調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間

2021 年 7 月から 2021 年 12 月にかけて実施した。

2. 試験場所

沖縄県畜産研究センター（以下当センター）内の豚舎で行った。

3. 試験区分と供試飼料

試験区分と供試飼料を表 1 に示した。供試豚は当センターにて 4 月から 6 月にかけて生まれたアグー産子雌 10 頭、雄 6 頭の計 16 頭（3 腹）を用いた。13 週齢以降、単房（2.7m×1.2m=3.24 m²）で 1 頭ずつ飼養し、13 週齢から 14 週齢までは 1.3kg/日給与した。試験は 14 週齢から 21 週齢の期間で実施し、

試験区分は 1.3kg/日給与した制限区, 1.5kg/日給与した標準区, 不断給餌した飽食区とした。飼養管理は自由飲水および制限区と標準区は朝1回, 不断給餌は朝夕2回の給餌とした。供試飼料は当センターで通常給与している種豚飼育用配合飼料を用いた。

表1 試験区分と供試飼料

	制限区	標準区	飽食区
供試豚(頭)	雌5, 雄0	雌1, 雄4	雌4, 雄2
飼料給与量(kg/日)	1.3	1.5	不断給餌
TDN(%)	72.0	72.0	72.0
CP(%)	10.0	10.0	10.0
EE(%)	1.5	1.5	1.5
CF(%)	9.0	9.0	9.0
CA(%)	10.0	10.0	10.0
Ca(%)	0.7	0.7	0.7
P(%)	0.6	0.6	0.6

4. 調査項目および方法

1) 発育成績

体重測定は試験開始から試験終了まで1週間隔で測定した。背脂肪厚は試験開始から試験終了まで1週間隔でエニースキャンBF(グローバルピッグファーム株式会社, 日本)を用いて, P2点背脂肪厚測定法で測定した。飼料摂取量は給与飼量から残飼量を差し引いた値とした。調査項目は体重, DG, 背脂肪厚, 飼料摂取量および飼料要求率とした。

5. 統計処理

統計処理はEZR(Rバージョン4.0.3, Rコマンダーバージョン2.7-1)において一元配置分散分析を行い, 有意差が確認された項目については, さらに多重比較検定(Turkey-Kramer検定)を行った。

IV 結果

1. 発育および背脂肪厚の推移

発育および背脂肪厚の発達を表2に示した。試験終了時体重は飽食区, 標準区, 制限区の順に重く, 飽食区と標準区は制限区に比べ有意に重かった($P<0.01$)。DGは飽食区, 標準区, 制限区の順に高くなり, 飽食区と標準区は制限区に比べ有意に高かった($P<0.01$)。総飼料摂取量は飽食区, 標準区, 制限区の順に多く, 各区で有意差がみられた($P<0.01$)。飼料要求率は標準区, 飽食区, 制限区の順に低く, 飽食区と標準区は制限区に比べ有意に低かった($P<0.01$)。開始背脂肪厚は標準区が制限区と飽食区に比べ有意に薄く($P<0.05$)。終了時背脂肪厚は飽食区, 制限区, 標準区の順に厚く, 飽食区は制限区と標準区に比べ有意に厚かった($P<0.01$)。

表2 発育および背脂肪厚の発達

	制限区	標準区	飽食区	有意差
開始体重(kg)	33.3±3.4	33.9±3.2	34.8±1.9	ns
終了時体重(kg)	47.9±2.7A	54.0±3.7B	58.3±3.1B	**
DG(kg/日)	0.30A	0.41B	0.46B	**
総飼料摂取量(kg)	63.7±0.0A	71.5±1.5B	84.1±4.2C	**
飼料要求率	4.3±0.2A	3.6±0.4B	3.7±0.1B	**
開始背脂肪厚(mm)	17.3±1.0a	14.8±0.8b	17.3±2.1a	*
終了時背脂肪厚(mm)	17.7±1.4A	16.9±2.0A	22.8±2.1B	**

注1) ns: 有意差なし

2) *: 小文字異符号間で有意差あり ($P<0.05$)

3) **: 大文字異符号間で有意差あり ($P<0.01$)

V 考 察

本試験の標準区の試験終了時体重は 55.5kg と、大城ら²⁾、⁶⁾ や當眞ら⁷⁾ の報告と比べ若干軽い値となったが、概ね正常に発育したものと考えられる。制限区は 47.9kg と標準区および飽食区と比べ有意に軽くなった。これは、飼料を制限したことでエネルギー摂取量が他の区と比べ低くなり、増体に利用されるエネルギーが不足したためと推察される。一方、飽食区は 58.3kg と標準区と比べ 3kg 程度重くなったが、有意差はみられなかった。この結果は、山田ら^{1 1)} や森ら^{1 2)} が西洋種の繁殖育成雌豚について飼料給与量の違いが発育に及ぼす影響を調査した結果と類似している。

DG と飼料摂取量は、制限区、標準区、飽食区の順に給与水準の増加に伴って高まりがみられた。いっぽう飼料要求率は、標準区と飽食区が制限区と比較して有意に高くなったが、標準区と飽食区の間有意差はなかった。西洋種において飼料給与量の制限量が飽食の 25% 以内であれば発育への影響はなく、25% 以上になると飼料要求率が悪くなるとされており、森ら^{1 2)} の報告でもこの境界値は肯定されている。本試験の総飼料摂取量について飽食区を 100% とする場合、制限区は 75%、標準区は 85% にあたり、飽食区と比べ、DG は制限区が 65%、標準区が 89% となり、飼料要求率は制限区が 116%、標準区が 97% となった。制限区の制限量は境界値とされる 25% であったが、DG や飼料要求率に対し負の影響を及ぼしていたことから、西洋種とは異なる境界値が存在することが示唆された。いっぽう、標準区は制限量が 15% と制限量が 25% 以内であったため、飽食区と同等の DG や飼料要求率になったと考えられる。

試験開始時の背脂肪厚について、標準区は制限区と飽食区に比べ有意に薄かったが、これは試験区の性比が影響した可能性がある。試験開始時の背脂肪厚を雄と雌で比較すると、雄の平均値は 15.7 mm、雌の平均値は 17.1 mm であった（データ未掲載）。また、一般的な肥育豚において、制限給餌条件ではと体形質に性差がみられ、脂肪厚は雄が薄く、雌、去勢の順に厚くなるとされる⁴⁾。以上のことから、試験区分において、雄の割合が 80% であった標準区は、雄の割合が 0% の制限区および 33% の飽食区に比べ、開始背脂肪厚が薄かったと推察される。試験終了時背脂肪厚は、飽食区が最も厚くなり、開始時と比べ 5.5 mm 厚くなった。標準区と制限区も背脂肪厚は厚くなっており、順に 1.2 mm、0.4 mm であった。脂肪の蓄積は、遺伝や栄養管理の影響の他、品種間でも差異がある⁴⁾。豚の発育では、蓄積されるタンパク質と脂肪の割合が変化し、一般的に成長に連れて増体に占める脂肪蓄積割合が大きくなる。アグーは増体に占める脂肪蓄積の割合が多いと考えられ、制限区や標準区でも背脂肪厚が増加し、飽食区では摂取したエネルギーの多くが、脂肪蓄積に利用され背脂肪厚が厚くなったと推察される。いっぽう、本試験のアグーの背脂肪厚は試験開始および終了時のどちらについても、大城ら²⁾ や當眞ら⁷⁾ の報告と比べ薄い値であった。しかし、アグーのステージ毎の標準的な背脂肪厚は定められていないため、今後も背脂肪厚に関するデータを蓄積し、栄養状態の判定や発育の指標としての活用を検証していくことが重要と考えられる。

以上のことから、14~21 週齢のアグー繁殖育成豚において、給与水準を 1.3kg/日に制限すると増体や飼料要求率に劣り、給与水準が 1.5kg/日の場合は増体や飼料要求率に大きな影響はなく、給与水準を飽食にすると増体や飼料要求率に大きな影響はないが、背脂肪厚が厚くなることが示された。

VI 引 用 文 献

- 1) 沖縄県アグーブランド豚推協議会ホームページ、(<http://okinawa-agu.com/data.html>)
- 2) 大城まどか、仲村敏、鈴木直人、太田克之、渡久地政康 (2003) 琉球在来豚(アグー)を活用した銘柄豚の確立 (3) アグーの肥育試験および肉質調査、沖縄県畜産試験場研究報告, 41, 71-78.
- 3) 稲嶺修・仲村敏・島袋宏俊・永田存・石井和雄 (2008) 琉球在来豚(アグー)の近交退化を緩和するための育種技術の確立 (2) フィールド調査による体型と特徴、沖縄県畜産研究センター試験研究報告, 46, 31-41
- 4) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 (2013) 日本飼養標準 豚 (2013 年版), 中央畜産会
- 5) アグーブランド豚推進協議会 (2008) 琉球在来豚アグー飼養マニュアル, 沖縄県
- 6) 大城まどか・仲村敏・鈴木直人・太田克之・渡久地政康・玉代勢秀正 (2005) 琉球在来豚(アグー)を活用した銘柄豚の確立 (5) アグー雄と他品種の雌との交配による分娩成績および育成成績, 沖

縄県畜産研究センター試験研究報告, **43**, 21-24

- 7) 當眞嗣平・親泊元治 (2021) 5つの発育曲線モデルによる沖縄アグー種雄豚の発育様相の検討, 日本養豚学会誌, **58**, 10-18
- 8) 齋藤常幸・須藤英紀・五十嵐宏行・今田哲雄 (2003) 給与飼料中の TDN および CP 水準の違いが肉豚の産肉能力および窒素排泄量に及ぼす影響, 日本養豚学会誌, **40** (3), 121-128
- 9) 吉田早希・江藤格・福島達哉・高橋圭二・鈴木和美 (2018) 繁殖母豚の育成段階における制限給餌が繁殖成績に及ぼす影響, 千葉県畜産総合研究センター研究報告, **18**, 1-6
- 10) Lin Hu Fang・Ying Hai Jin・Sung Ho Do・Jin Su Hong・Byung Ock Kim・Tae Hee Han・Yoo Yong Kim (2019) Effects of dietary energy and crude protein levels on growth performance, blood profiles, and carcass traits in growing-finishing pigs, *Journal of Animal Science and Technology*, **61** (4), 204-215
- 11) 山田豊・中村正斗 (1997) 飽食および制限給与が繁殖雌豚の長期間の繁殖性に及ぼす影響, 日本養豚学会誌, **34** (2), 32-40
- 12) 森淳・長野鍊太郎・姫野健太郎・高橋正也 (1971) 育成雌豚の飼料給与量, 日本養豚研究会誌, **8** (2), 71-80

研究補助：伊藝博志，宮城広明

山羊純系品種（ヌビアン種およびボア種）における調査成績

平良祥 大竹里佳 片桐慶人

I 要 約

ヌビアン種およびボア種において導入後から 24 カ月齢までの体型の推移は下記のとおりとなった。

1. ヌビアン種は最大で体重 69.0 kg, 体高 85.8 cm, 体長 88.4 cm, 十字部高 87.2 cm, 胸囲 100 cm となった。

2. ボア種（雄）は最大で体重 78.0 kg, 体高 77.6 cm, 体長 83.8 cm, 十字部高 75.8 cm, 胸囲 97 cm となり, ボア種（雌）は最大で体重 58.5 kg, 体高 72.2 cm, 体長 74.8 cm, 十字部高 69.8 cm, 胸囲 93 cm となった。

II 緒 言

沖縄県畜産研究センターでは、ニュージーランドよりボア種およびヌビアン種を導入し産肉性の改善に取り組んでいる¹⁾。しかし、本県におけるヌビアン種を含めた純系品種に関する研究はまだ少ない。そこで本報では通常の飼養管理の中で収集した、導入後から 24 カ月齢までのボア種およびヌビアン種の体型についてのデータをまとめたので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

沖縄県畜産研究センターにおいて 2019 年 9 月から 2021 年 2 月まで実施した。なお、2020 年 8 月および 10 月は測定を行っていないため、それぞれ前月と同じ値とした。

2. 供試山羊

供試山羊の概要を表 1 に示した。2019 年 7 月にニュージーランドより導入したヌビアン種の雄 4 頭, ボア種の雄 4 頭, 雌 6 頭の計 14 頭を供した。No. 3 については 2020 年 11 月に死亡したため, 同年 10 月までの供試とした。

表 1 供試山羊の概要

供試No.	品種	生年月日	導入時月齢	性別
1	ヌビアン種	2018/7/20	12カ月齢	雄
2	ヌビアン種	2019/1/28	6カ月齢	雄
3	ヌビアン種	2019/1/28	6カ月齢	雄
4	ヌビアン種	2018/12/22	7カ月齢	雄
5	ボア種	2018/8/26	11カ月齢	雄
6	ボア種	2018/8/27	11カ月齢	雄
7	ボア種	2018/9/21	10カ月齢	雄
8	ボア種	2018/8/11	11カ月齢	雄
9	ボア種	2018/8/26	11カ月齢	雌
10	ボア種	2018/8/26	11カ月齢	雌
11	ボア種	2018/8/26	11カ月齢	雌
12	ボア種	2018/8/29	11カ月齢	雌
13	ボア種	2018/8/9	11カ月齢	雌
14	ボア種	2018/8/10	11カ月齢	雌

2. 飼養管理

雄は平床式房（3.5m×6.5m）にて単子飼い，雌は高床式房（3m×2m）にて2頭ずつ収容した。飼料はチモシー乾草と濃厚飼料を1日2回給与した。粗飼料給与量は畜産研究センターの通常管理と同量とし、濃厚飼料は山羊用配合飼料をヌビアン種で500g，ボア種で雄200～500g，雌100gを給与した。飲水は自由飲水とした。

また，ボア（雌）の6頭中3頭は2019年11月に種付けを行い，2020年4月に分娩した。

3. 発育成績

測定項目は体重，体高，十字部高，体長，胸囲とした。

IV 結 果

1. 発育成績

1) 体重

各品種の月齢ごとの体重平均推移および測定月ごとの体重平均推移を図1～図2に示した。測定月ごとの平均値推移では，ヌビアン種，ボア種ともに雄では月齢にかかわらず8月から9月にかけて減少した。

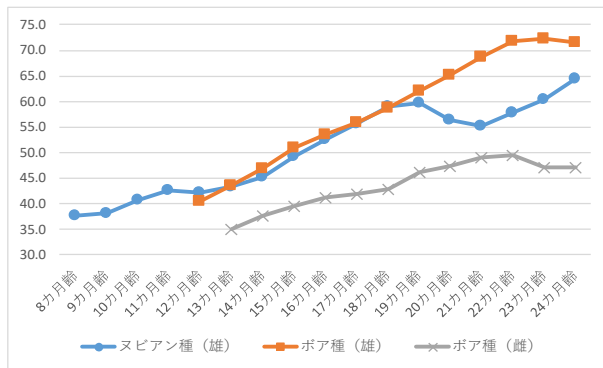


図1 月齢ごとの体重の平均推移

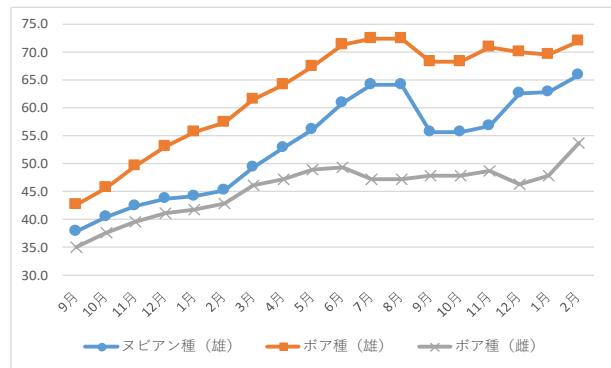


図2 測定月ごとの体重の平均推移

2) 体高

各品種の月齢ごとの体高平均推移を図3に示した。

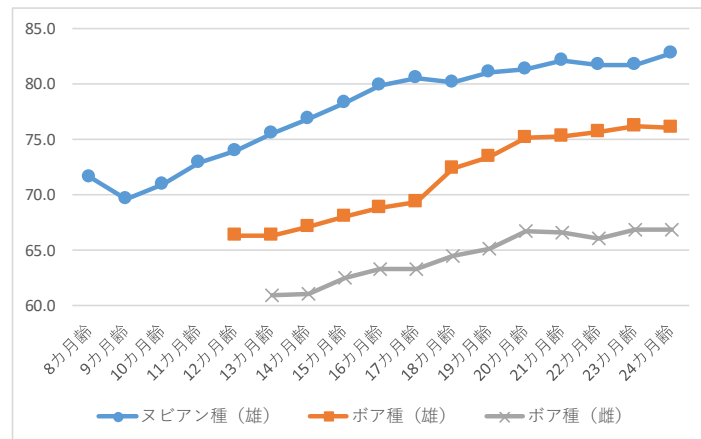


図3 月齢ごとの体高の平均推移

3) 体長

各品種の月齢ごとの体長平均推移を図4に示した。

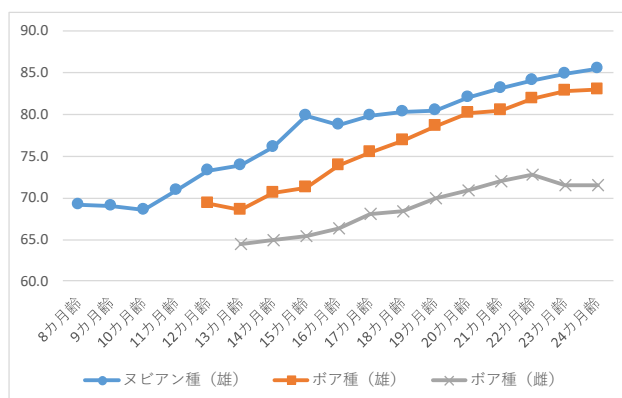


図4 月齢ごとの体長の平均推移

4) 十字部高

各品種の月齢ごとの十字部高平均推移を図5に示した。

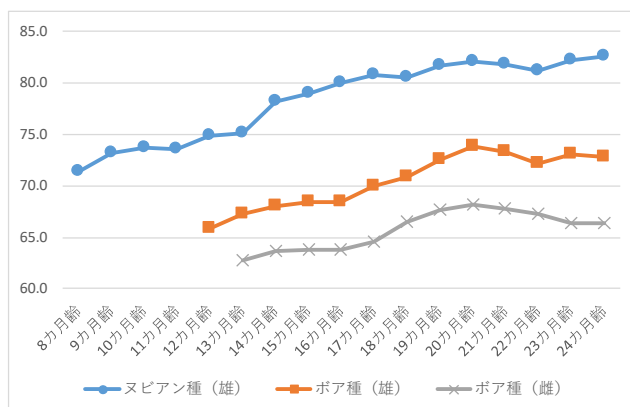


図5 月齢ごとの十字部高の平均推移

5) 胸囲

各品種の月齢ごとの胸囲平均推移を図6に示した。

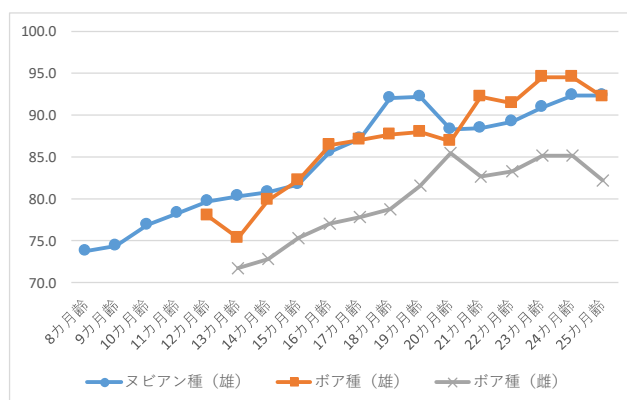


図6 月齢ごとの胸囲の平均推移

V 引用文献

- 1) 沖縄県畜産課平成31年度沖縄県山羊振興協議会第1回改良推進ワーキングチーム資料

極早生エンバク 3 品種比較試験

玉城侑樹 栗田夏子* 平安山英登

I 要 約

沖縄県において、適応性の高いエンバクの極早生品種を選定するため、極早生品種「スナイパー」、「たちあかね」および「ウルトラハヤテ韋駄天」の3品種の特性について比較試験を行った結果、以下のとおりであった。

1. 「スナイパー」は10月播種、11月播種ともに他の2品種より出穂が早かった。
2. 「たちあかね」は11月播種において他の2品種より冠さび病の被害が軽度であった。
3. 「ウルトラハヤテ韋駄天」の乾物収量は10月播種で385kg/10a、11月播種で629kg/10aであり、他の2品種より高収量であった。

以上のことより、「スナイパー」は年内収穫や早期に粗飼料を確保したい場合に活用でき、播種が遅れた場合には冠さび病抵抗性に優れる「たちあかね」が活用できると考えられた。また、収量を確保するには、「ウルトラハヤテ韋駄天」が活用できると考えられた。今回の試験において各調査項目の結果から総合的に評価した結果、本県において適応性の高い品種は「ウルトラハヤテ韋駄天」であると考えられた。

II 緒 言

エンバクの重要病害である冠さび病は、関東以西の温暖な地域で発生が多く、激発すると枯れ上がり、収量の減少や飼料価値の低下を招く¹⁾。本県でも気温が高くなる春先に冠さび病等の病害が発生し、²⁾ エンバクの普及の妨げとなっている。また、冬期の粗飼料不足を補うために、極早生品種を利用した早期の収穫も必要と考えられる³⁾。そこで、本試験では本県における適応性の高いエンバクの極早生品種を選定することを目的とし、品種特性について比較試験を実施した。

本試験は、一般社団法人日本草地畜産種子協会の高能力飼料作物品種選定調査を受託し実施された。

III 材料および方法

試験は、牧草およびえん麦系統適応性検定試験実施要領（暫定版）⁴⁾に準拠し、以下のとおり実施した。

1. 試験期間

試験は播種期を10月播種および11月播種に分けて行った。10月播種の試験は2020年10月19日から2021年1月13日に行い、11月播種の試験は2020年11月27日から2021年3月3日に行った。

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圃場で、土壌は国頭マージの細粒赤色土であった。

3. 供試品種

供試品種はエンバクの極早生品種である「スナイパー」、「たちあかね」および「ウルトラハヤテ韋駄天」の3品種を供試した。

4. 試験区制および調査面積

試験区は1区6.0 m² (1.5m×4.0m)の区を、3反復、乱塊法にて設置し、1区あたり畝幅0.3m、長さ4.0mの畝を5列設置した。調査面積は、試験区6.0 m²のうち、左右端1列と前後0.5mを番外とし、0.3m幅×3列×3.0m=2.7 m²とした。

5. 播種時期、播種量および播種法

10月播種は2020年10月19日に行い、11月播種は2020年11月27日に行った。播種量は8.0kg/10aで、条播とした。また、播種後は軽く覆土し、足で鎮圧した。

6. 施肥量および施肥法

試験に使用した肥料および施用量を表1に示した。

表1 施用量

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	
BM ヨウリン	0-20-0	5.5		1.1		0.66	全面散布
牧草専用1号	20-8-12	5.0	1.0	0.4	0.6	0.05	全面散布
基肥 合計		10.5	1.0	1.5	0.6	0.71	

注) 播種前に堆肥施用は行わなかった。

7. 調査方法および調査項目

調査方法および調査項目を表2に示した。10月播種の刈取調査は2021年1月13日に行い、11月播種の刈取調査は2021年3月3日に行った。なお、刈取調査は1番草のみとし、刈取りは全品種が出穂期に達した時点を目安に3品種同時に行った。

表2 調査方法および調査項目

調査時期	項目	調査基準	調査法	表示法
生育初期	発芽良否	極不良を1, 極良を9とする。	観察	1~9
	初期生育	極不良を1, 極良を9とする。	観察	1~9
生育期	出穂始期	1 m ² 当たり3穂以上が出穂に達した月日。	観察	月日
刈取調査時	草丈	刈取時に1区10か所を測定。	測定	cm
	病虫害程度	無を1, 甚を9とする。	観察	1~9
	倒伏程度	無を1, 甚を9とする。	観察	1~9
	刈取期出穂程度 (穂の熟度)	1:出穂始期, 3:出穂期, 5:開花期, 7:乳熟期, 9:糊熟期とする。	観察	1~9
	生草収量	刈取時に測定。刈取高は5cmとする。	秤量算出	kg/10a
	乾物率	生草1kg程度を70°C, 48時間以上, 恒量になるまで通風乾燥し, 乾燥後に秤量算出とする。	秤量算出	%
	乾物収量	(生草収量×乾物率) / 100	算出	kg/10a

8. 統計処理

統計処理はTurkey法による多重比較検定を行った。

IV 結 果

1. 気象概況

気象概況は試験期間における名護気象台の気温, 降水量, 日照時間の観測地および平年値を添付資料に示した⁵⁾。

1) 気温

2020年10月は平年並み, 11月は平年より高く, 12月は平年並みであった。2021年1月は中旬まで平年より低く, 1月下旬以降は平年並みか平年より高くなった。

2) 降水量

2020年10月上旬、中旬は平年より少なく、10月下旬は平年より多かった。11月は平年より少なく、12月は平年並みか平年より多かった。2021年1月中旬は平年より少なく、上旬および下旬は平年より多かった。2月上旬は平年より少なく、2月中旬以降は平年並みか平年より多かった。

3) 日照時間

2020年10月は平年より長く、11月は平年並みか平年より長かった。12月は平年より短く、2021年1月上旬は平年より短く、1月中旬以降は平年より長かった。

2. 発芽良否および初期生育

発芽良否および初期生育を表3に示した。発芽良否は10月播種、11月播種ともに、たちあかね、ウルトラハヤテ韋駄天が高かった。スナイパーは最も低かったが、11月播種のスナイパーの発芽良否は10月播種より高かった。また、発芽揃いまでに要した日数は10月播種、11月播種ともに10日であった。

初期生育は10月播種、11月播種ともにウルトラハヤテ韋駄天が最も高く、スナイパーが最も低かった。全品種において、11月播種の初期生育は10月播種と同程度か、10月播種より高かった。

表3 発芽良否および初期生育

品種名	発芽良否		初期生育	
	10月播種	11月播種	10月播種	11月播種
スナイパー	6.0	7.3	6.7	7.3
たちあかね	9.0	9.0	8.3	8.3
ウルトラハヤテ韋駄天	9.0	9.0	8.7	9.0

注) 1~9(極不良~極良)の9段階評価

発芽良否 調査日:2020年10月29日(10月播種), 2020年12月11日(11月播種)

初期生育 調査日:2020年11月12日(10月播種), 2020年12月28日(11月播種)

3. 出穂始期

10月播種における出穂始期を表4、11月播種における出穂始期を表5に示した。10月播種、11月播種ともに、スナイパーの出穂が最も早かった。10月播種において、ウルトラハヤテ韋駄天の出穂が最も遅く、各品種は播種後54日から69日で出穂が始まった。11月播種では、たちあかねの出穂が最も遅く、各品種は播種後81日から91日で出穂が始まった。播種後、出穂始期までに経過した日数は、同品種間でも10月播種と11月播種で約20日の差があった。

表4 10月播種における出穂始期

品種名	播種日	出穂始期	経過日数 (日)
スナイパー		2020年12月12日	54
たちあかね	2020年10月19日	2020年12月23日	65
ウルトラハヤテ韋駄天		2020年12月27日	69

注) 出穂始期: 1 m²当たり3穂以上が出穂に達した月日

表5 11月播種における出穂始期

品種名	播種日	出穂始期	経過日数 (日)
スナイパー		2021年2月16日	81
たちあかね	2020年11月27日	2021年2月26日	91
ウルトラハヤテ韋駄天		2021年2月22日	87

注) 出穂始期: 1 m²当たり3穂以上が出穂に達した月日

4. 草丈

刈取調査時における草丈を表 6 に示した。10 月播種, 11 月播種ともに, ウルトラハヤテ韋駄天の草丈が最も高く, たちあかねが最も低かった。10 月播種において, 品種間に有意差は認められなかったが, 11 月播種はウルトラハヤテ韋駄天の草丈が他の 2 品種と比較して, 有意に高かった。また, 全品種において 11 月播種の草丈は 10 月播種より高かった。

品種名	10 月播種	11 月播種
スナイパー	109	111 b
たちあかね	103	110 b
ウルトラハヤテ韋駄天	110	140 a

注) 異符号間に有意差あり (p<0.05, Turkey 法)

5. 病虫害程度, 倒伏程度および刈取期出穂程度

刈取調査時における病虫害程度, 倒伏程度および刈取期出穂程度を表 7 に示した。病虫害程度は 10 月播種において発生が認められなかった。11 月播種では虫による食害は認められなかったが, 全品種とも冠さび病が発生した。ウルトラハヤテ韋駄天の冠さび病発生程度が最も高く, たちあかねが最も低かった。

倒伏程度は 10 月播種において小程度の倒伏が見られ, 品種間の倒伏程度は同程度であった。11 月播種において倒伏は認められなかった。

刈取期出穂程度は, 10 月播種において, スナイパー, たちあかねが糊熟期に達し, ウルトラハヤテ韋駄天は出穂期に達した。11 月播種において, たちあかねは乳熟期に達し, スナイパー, ウルトラハヤテ韋駄天は糊熟期に達した。

表 7 病虫害程度, 倒伏程度および刈取期出穂程度

品種名	病虫害程度		倒伏程度		刈取期出穂程度	
	10 月播種	11 月播種	10 月播種	11 月播種	10 月播種	11 月播種
スナイパー	1.0	6.7	2.3	1.0	9.0	9.0
たちあかね	1.0	2.3	2.3	1.0	9.0	8.3
ウルトラハヤテ韋駄天	1.0	7.0	2.3	1.0	3.3	9.0

注 1) 病虫害程度, 倒伏程度 1~9(無~甚)の 9 段階評価

2) 刈取期出穂程度 1~9 (出穂始期~糊熟期) の 9 段階評価

6. 生草収量, 乾物率および乾物収量

生草収量, 乾物率および乾物収量を表 8 に示した。生草収量は 10 月播種では, ウルトラハヤテ韋駄天が 3263kg と最も多かったが, たちあかねも 3249kg で同程度の収量があり, 両品種ともにスナイパーの 2832kg と比較して有意に多かった。11 月播種では, たちあかねの生草収量が 3940kg と最も多く, 次いで, ウルトラハヤテ韋駄天が 3446kg であり, スナイパーが 3182kg であった。全品種において, 11 月播種の生草収量は 10 月播種より多かった。

乾物率は 10 月播種において, スナイパーが 12.2% と最も高く, 次いで, ウルトラハヤテ韋駄天が 11.8% であった。たちあかねは 10.4% であり, スナイパーがたちあかねより有意に高かった。11 月播種では, ウルトラハヤテ韋駄天の乾物率が 18.3% と最も高く, スナイパーも 18.2% と同程度の乾物率であり, 両品種ともに, たちあかねの 13.8% と比較して有意に高かった。

乾物収量は 10 月播種において, ウルトラハヤテ韋駄天が 385kg と最も多く, 次いで, スナイパーが 346kg であった。たちあかねは 338kg であり, ウルトラハヤテ韋駄天がたちあかねより有意に多かった。

11月播種は、ウルトラハヤテ韋駄天の乾物収量が629kgと最も多く、次いで、スナイパーが580kgであり、たちあかねは541kgであった。また11月播種の乾物収量は、全品種において10月の乾物収量より約1.6倍の収量となった。

表8 生草収量、乾物率および乾物収量

品種名	生草収量		乾物率		乾物収量	
	kg/10a		%		kg/10a	
	10月播種	11月播種	10月播種	11月播種	10月播種	11月播種
スナイパー	2832 b	3182	12.2 a	18.2 a	346 ab	580
たちあかね	3249 a	3940	10.4 b	13.8 b	338 b	541
ウルトラハヤテ韋駄天	3263 a	3446	11.8 ab	18.3 a	385 a	629

注) 同行の異符号間に有意差あり (p<0.05, Turkey 法)

V 考 察

スナイパーは10月播種、11月播種ともに、他の2品種より早く出穂し、10月播種においては年内に出穂が揃うため、年内収穫が見込める品種である。たちあかねは冠さび病耐病性品種であり、11月播種における冠さび病発生程度は他の2品種より低かった。このことから、播種時期が遅れ、冠さび病発生が懸念される場合には、たちあかねが活用できると考えられる。ウルトラハヤテ韋駄天は冠さび病耐病性品種であるが、11月播種における冠さび病被害は他の2品種より重度であった。このことは11月播種において、たちあかねが出穂期に達するまで収穫を行わなかったため、適期に収穫できず、生育期間中に気温が上昇し、冠さび病が蔓延したためだと考えられる。そのため、春の気温が上昇する前までに生育ステージを出穂期まで到達させ、適期に収穫を行うことで冠さび病発生は軽減されることが考えられる。また、ウルトラハヤテ韋駄天は草丈および乾物収量が他の2品種より優れており、さらに10月播種より11月播種において多収であったため、冠さび病発生に留意しながら11月播種を行うことで、他の2品種より多収で安定した収穫が可能であると考えられる。

以上のことから、各品種は目的に応じて使い分けることが可能であると考えられる。年内収穫を行いたい場合や早期に粗飼料を確保したい場合にはスナイパーが活用でき、播種が遅れた場合には冠さび病抵抗性に優れるたちあかねが活用できると考えられる。また、収量を確保するには、ウルトラハヤテ韋駄天が活用できると考えられる。今回の試験結果では、ウルトラハヤテ韋駄天は出穂始期および病害虫程度について他の2品種より劣る結果であったが、それ以外の調査項目については、他の2品種と同等な結果かそれより優れていた。また、病害虫程度についても適期に播種および刈取りを行うことで、冠さび病等の発生を抑えることができる。これらの調査結果を総合的に評価した結果、ウルトラハヤテ韋駄天が本県において適応性の高い品種であることが考えられる。

今回の試験では、刈取期出穂程度が各品種異なっていたため、品種ごとの比較が困難な部分があった。そのため、今後は各品種ともに出穂期での刈取りを行い、生育ステージを揃えた上で比較試験を行っていく必要があると考えられる。また、各品種における栄養価および硝酸態窒素濃度の比較試験も今後の課題である。

VI 引 用 文 献

- 1) 小山内光輔(2011)極早生エンバク新旧品種対決「スーパーハヤテ隼」対「ウルトラハヤテ韋駄天」—品種の特性とその利用方法について—, 牧草と園芸, 59 (4), 6-8
- 2) 庄子一成・与那覇龍雄・池田正治(1990)牧草及び飼料作物の適応性試験 (10) えん麦の耐冠さび病品種選定, 沖畜試研報, 28, 123-131
- 3) 知念司・荷川取秀樹(2019)極早生エンバク3品種の特性調査, 沖畜研報, 57, 51-59

-
- 4) 農林水産技術会議事務局，牧草およびえん麦系統適応性検定試験実施要領（暫定版）
 - 5) 国土交通省気象庁，<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

研究補助：久田友美

資料

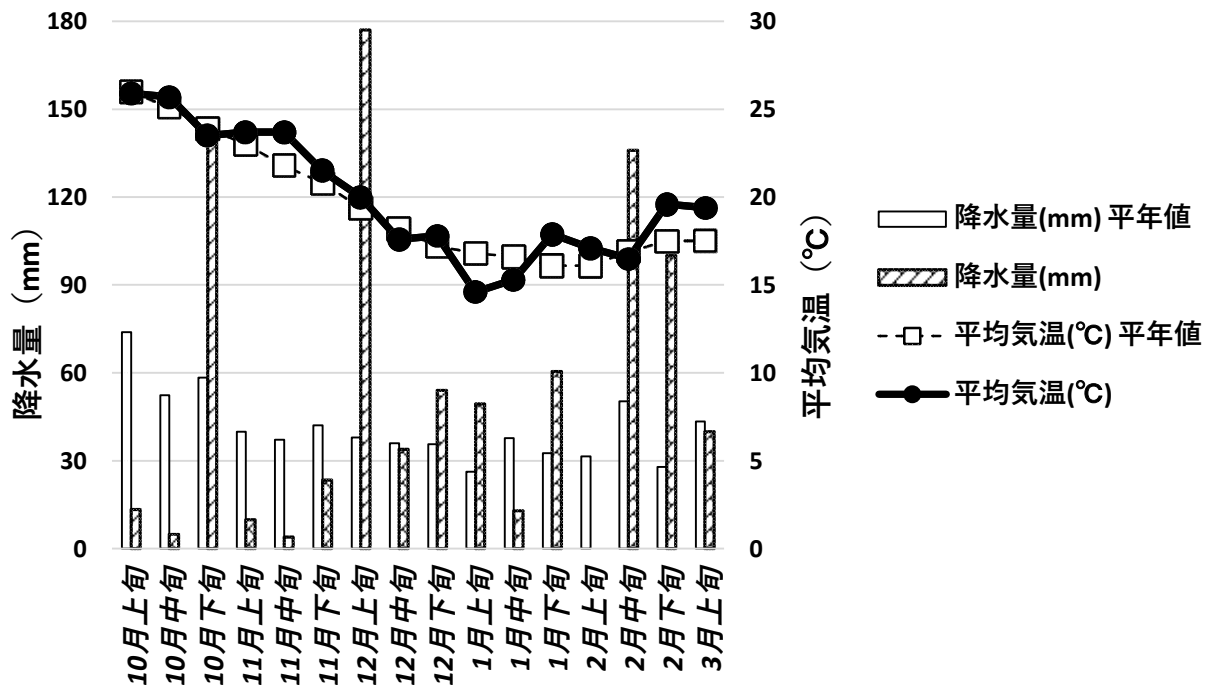


図1 試験期間における平均気温および平均降水量 (2020年～2021年)

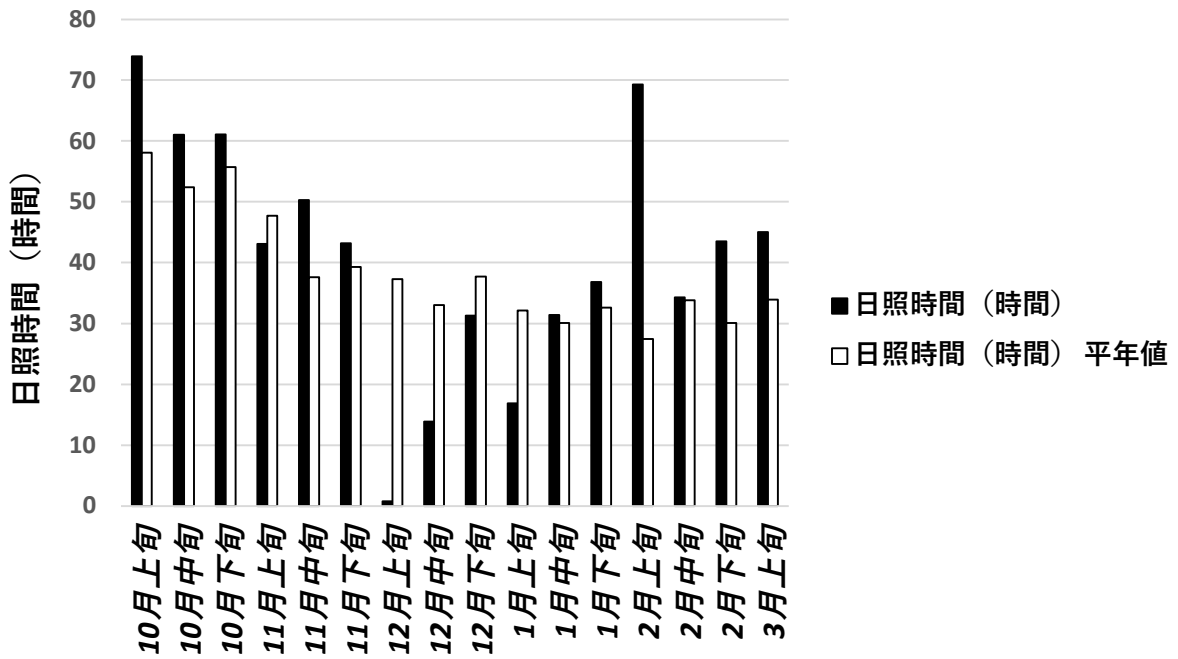


図2 試験期間における平均日照時間 (2020年～2021年)

沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立

異なる窒素施肥条件におけるイタリアンライグラスの栽培試験

高江洲 齊 栗田 夏子* 平安山 英登

I 要 約

極早生品種であるイタリアンライグラス「さちあおば」(以下, It) における施肥試験を 10a あたりの窒素施肥量を異なる条件 (10kg, 8kg および 6kg) で N10 区, N8 区および N6 区と試験区を設定し, 乾物収量, 粗タンパク質含有率 (以下, CP 含有率) および硝酸態窒素濃度 (以下, NO₃ 濃度) について調査したので報告する。結果は以下のとおりであった。

1. 出穂始期における It の 1~3 番草の 10 a あたりの合計乾物収量は N8 区が 822kg と最も高い結果となったが, 各区間において有意差はみられなかった。出穂期については N6 区および N8 区が 734kg, N10 区が 730kg となり, 開花期では N10 区が 1160kg, N8 区 1119kg, N6 区 1087kg となったが, 両ステージとも有意差はみられなかった。
2. CP 含有率については出穂始期における N10 区が 1 番草 16.9%, 2 番草 19.5% および 3 番草 19.0% となり N8 区 (1 番草 15.9%, 2 番草 17.6%, 3 番草 15.4%) より高い傾向を示し, 2 番草は N6 区-N10 区間および N6 区-N8 区間において有意差がみられた。3 番草においては N6 区-N10 区間および N8 区-N10 区間のみ有意差がみられた。その他の収穫ステージおよび試験区間では有意差はみられなかった。
3. 出穂始期における NO₃ 濃度は窒素施肥量が高くなるにつれて上昇する傾向がみられ 2 番草においては N6 区-N8 区以外の区間内では有意差がみられた。また N10 区の 3 番草では 1105 ppm と牛へ給与制限が生じる 1000 ppm を超える結果となったが, 有意差はみられなかった。また出穂期および開花期のステージについても有意差はみられなかった。
4. 10a あたりの乾物収量に対する各試験区の費用対効果は出穂始期は N8 区が 29,943 円と最も高い結果となり, 出穂期は N6 区が 32,575 円および開花期は N6 区が 51,814 円と最も高い結果となった。以上の結果から, 生産性を確保しつつ, NO₃ 濃度が抑える事ができる It の窒素施肥量は 10 a あたり 6~8kg 程度でも可能であることが示唆された。

II 緒 言

沖縄県では暖地型牧草の利用が中心であるが, 冬季においては収量が低下するため, 自給飼料不足の解決方法として県機関は肉用牛繁殖農家へ寒地型牧草に関する栽培指導を実施してきた。

いっぽう本県の It の施肥基準量は 10a あたり窒素 10kg とされているが¹⁾, 硝酸態窒素濃度が高い事例がみられることから, 牛への影響が懸念される。

また現在の施肥基準は数十年前から変更されておらず, 窒素施肥量の設定基準が不明となっており現在の栽培方法と適合していない可能性も考えられる。

そこで, It の適正な窒素施肥量を検討するために, 異なる窒素施肥量での栽培試験を行い, It の乾物収量, CP 含有率および NO₃ 濃度について検討した。

* 現沖縄県北部農林水産振興センター農林水産整備課

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間

2019年10月31日に播種し、2020年4月16日まで1～3番草の生育調査を行った。

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る。

3. 供試品種・系統

極早生品種イタリアンライグラス「さちあおば」を用いた。

4. 試験区の面積

1区あたり縦4.0m×横1.5mの6.0㎡(条間0.3m5条植え)の試験区を乱塊法を用いて合計36区画を設置した。また近接する区の肥料効果を除外するために6.0㎡うち両端の2条および前後0.5mを除外した2.7㎡を生育調査した²⁾。

5. 施肥設計

施肥は尿素(N46-P0-K0)、苦土重焼リン(N0-P35-K0)および塩化カリ(N0-P0-K60)を用い、窒素施肥量の違いにより10aあたり10kg施用する区をN10区とし、窒素8kgを施用する区をN8区および窒素6kgを施用する区をN6区とした。なお基肥は堆肥未施用とし、P₂O₅およびK₂Oは10aあたり10kgとし、追肥はP₂O₅0kgおよびK₂O10kgとした。なお播種前に堆肥は施用しなかった。

6. 刈取り調査

刈取ステージを出穂程度により出穂始期、出穂期および開花期とした。播種日および調査日を図1に示した。播種日は2019年10月31日とし合計7回の刈取り調査を実施した。出穂始期における1番草は2020年2月3日、2番草は2020年3月4日および3番草は2020年4月2日に刈取り調査を実施し、出穂期における1番草は2020年2月19日、2番草は2020年3月25日となった。

また開花期における1番草は2020年3月3日、2番草は2020年4月16日に刈取りを実施した。

2019			2020				
10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	
播種日 10/31	→			1番草： 出穂始期 2/3		2番草： 出穂始期 3/4	3番草： 出穂始期 4/2
	→			1番草： 出穂期 2/19		2番草： 出穂期 3/25	
	→				1番草： 開花期 3/3		2番草： 開花期 4/16

図1 試験期間中(2019～2020)におけるItの播種日および刈取り調査日

7. 播種量および播種法

1区あたり150g/aを条播した。

8. 調査項目及び方法

1) 調査項目

生育調査は、刈取り時の乾物収量および乾物率について調査した。また収穫後の牧草の乾物あたりのCP含有率およびNO₃濃度を測定した。

2) 調査方法

刈取調査面積は、1区あたり3.0㎡とした。生育調査は地際部から刈取り高5cmで行い、乾物収量および乾物率は温度60℃に設定した通風乾燥機に48時間乾燥させ、算出した。

NO₃濃度は、前述の乾物収量および乾物率を算出後、粉碎器で粉碎し1mmのふるいでふるった試料を、0.2gをはかり、蒸留水10mlで50倍希釈し、簡易反射式光度計RQフレックス(Merck社製)を用いて測定した。

CP含有率については燃焼法を用いた窒素分析装置(デュマサーム:ゲルハルトジャパン株式会社)を用いて測定した。

9. 各試験区の肥料代および乾物収量あたりの費用対効果

各試験区の 10a あたりの肥料代を県内で流通している肥料（牧草専用 1 号：N20-P8-K12）の 1 袋あたりの価格を基準に、窒素換算での必要肥料量を算出し、積算した。また各ステージおよび各試験区の 10a あたりの乾物収量（kg）に It の 1kg あたりの費用価 54.5 円^{注6)}を乗じた推定飼料価値（円）を計算し、各試験区から発生する総経費を差し引いて費用対効果（円）を積算した。

10. 統計処理

統計処理は窒素施肥量の違い 1 要因の効果を見る試験であることから、1 元配置法とし、分散分析を実施し、有意差が確認されたのちフィッシャーの LSD 法により検定をおこなった³⁾。

IV 結果

1. 気象概況

図 2 に試験期間中（2019～2020）における月平均気温および平均降水量を示した⁴⁾。2019 年 10 月の平均気温は 25.6℃であり、過去 6 年間の平均気温 25.4℃と同等な気温であった。しかし、過去 6 年間の平均降水量 240.3mm に対して試験期間中の平均降水量は 156.5mm と少ない結果となった。

また 12 月から 3 月までの平均気温に関しては 12 月が 19.3℃、1 月が 17.9℃、2 月が 17.8℃および 3 月が 19.4℃と過去 6 年間の平均気温より高い結果となったが、4 月に関しては 19.1℃と過去 6 年間の平均気温を下回る結果となった。

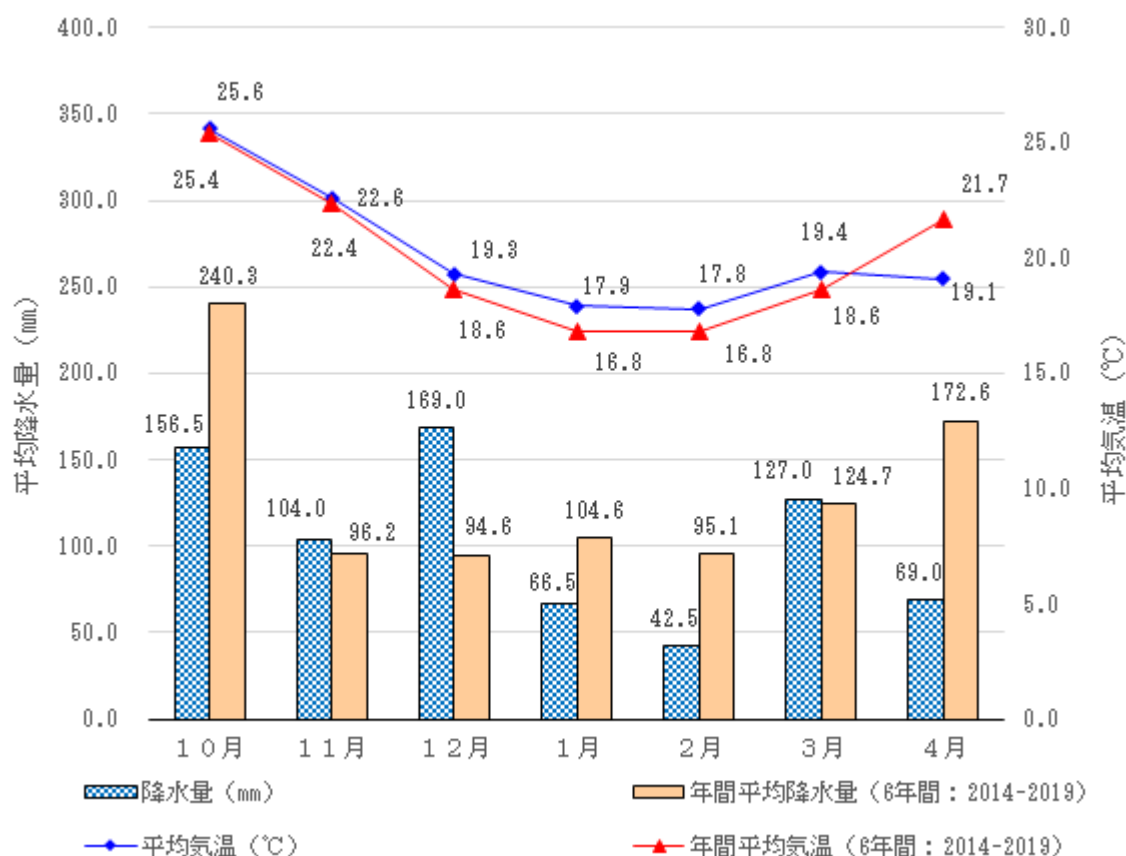


図2 試験期間中（2019～2020）の月平均気温および平均降水量

2. 窒素施肥量の違いによる It の乾物収量、CP 含有率および NO₃ 濃度

1) 各ステージにおける乾物収量

図 3 に出穂始期における It の各試験区の 10a あたりの乾物収量を示した。N8 区が 822kg と最も高い結果となり、次いで N10 区が 811kg となり最も低い区は N6 区の 745kg となったが、有意差はみられなかった。

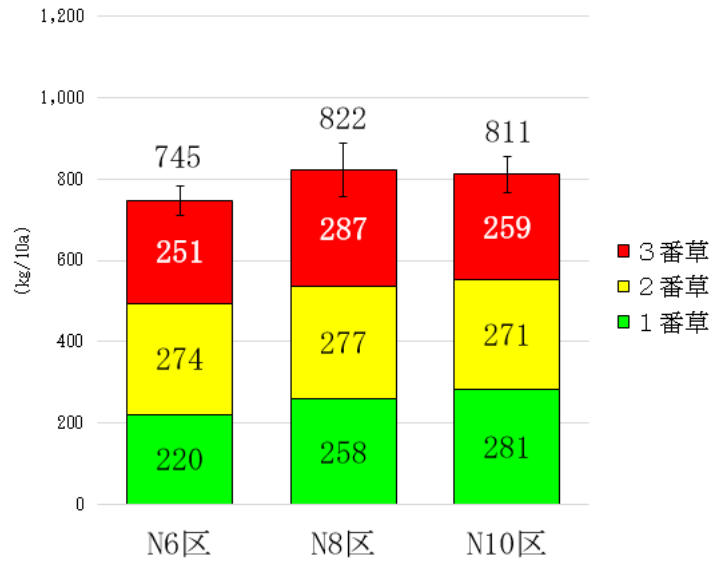


図3 出穂始期における10aあたりの乾物収量(kg)

図4に出穂期におけるItの各試験区の10aあたりの乾物収量を示した。N6区およびN8区が734kgと同様な結果となり、N10区が730kgとなったが、有意差はみられなかった。

図5に開花期におけるItの各試験区の10aあたりの乾物収量を示した。N10区が1160kgと最も高い結果となり、次いでN8区の1119kg、N6区が1087kgとなったが、有意差はみられなかった。

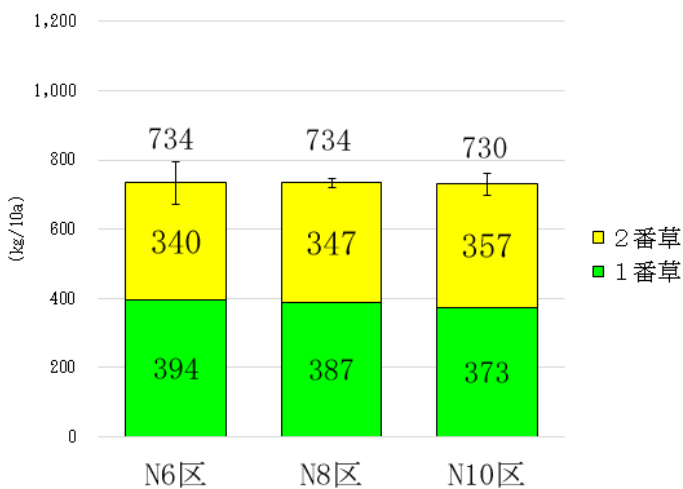


図4 出穂期における10aあたりの乾物収量(kg)

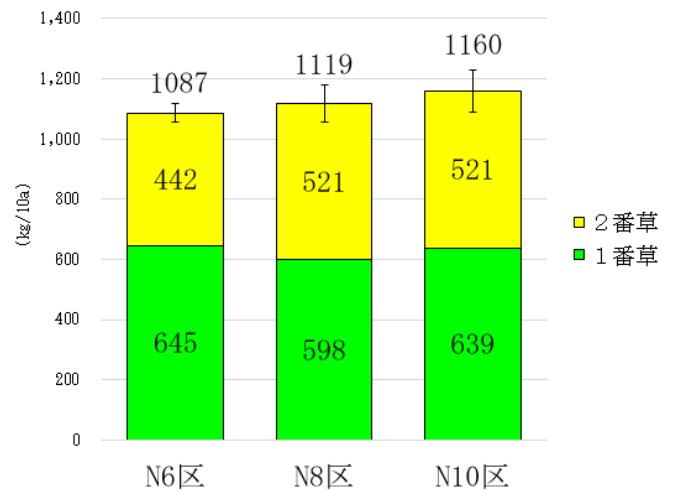


図5 開花期における10aあたりの乾物収量(kg)

2) CP含有率

図6にItの出穂始期における乾物あたりのCP含有率を示した。1番草においてはN10区が16.9%と最も高い結果となったが、すべての試験区において有意差はみられなかった。

2番草においてはN10区が19.5%と最も高く、次いでN8区が17.6%、N6区が14.8%となり、N6-N8区間およびN6区-N10区間内において有意差がみられた。

また3番草においても窒素施肥量が多い順でN10区が19.0%、次いでN8区が15.4%、N6区が14.5%となり、N6-N10区間およびN8-N10区間で有意差がみられた。

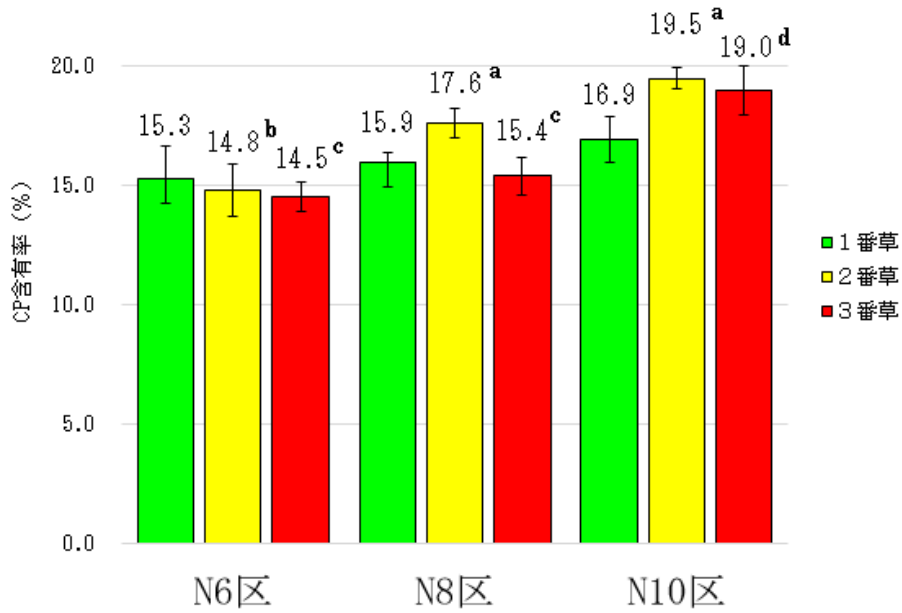


図6 出穂始期における10aあたりのCP含有率(%)

図7にItの出穂期における乾物あたりのCP含有率を示した。1番草においてはN6区が13.5%と最も高い結果となり、次いでN10区が12.7%、N8区が12.5%となったが、全ての試験区間において有意差はみられなかった。2番草においてはN10区が14.9%と最も高く、次いでN8区およびN6区が13.6%と同じ結果となったが、全ての区間内において有意差はみられなかった。

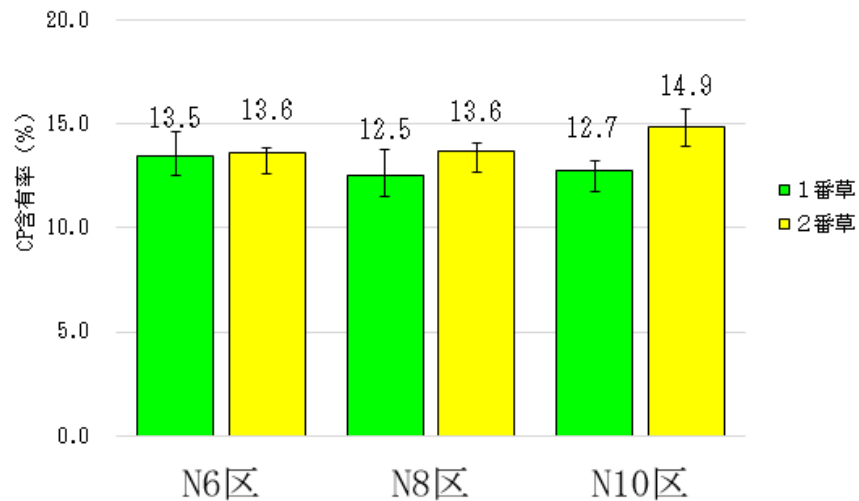


図7 出穂期における10aあたりのCP含有率(%)

図8にItの開花期における乾物あたりのCP含有率を示した。1番草においてはN6区およびN10区が10.1%と最も高い結果となり、次いでN8区が9.1%となったが、全ての区間内において統計的な有意差はみられなかった。2番草においてはN10区およびN6区が10.8%と最も高く、N8区が9.3%となったが、区間内において有意差はみられなかった。

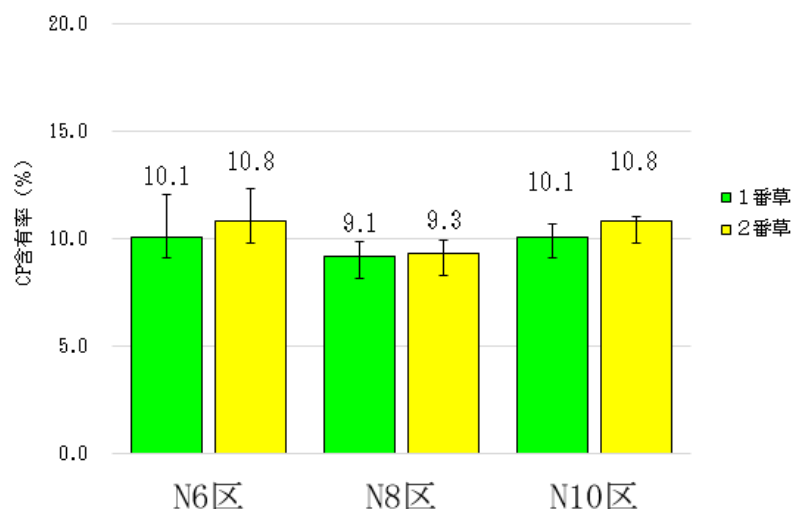


図8 開花期における10aあたりのCP含有率(%)

3) NO₃濃度

図9にItの出穂始期における乾物あたりのNO₃濃度を示した。1番草においてはN10区が523.1ppmと最も高い結果となり、次いでN8区が325.5ppm、N6区が152.4ppmとなったが、すべての区間内において統計的な有意差はみられなかった。2番草においてはN10区が840.5ppmとなり、次いでN8区が337.4ppm、N6区が100.4ppmとなり、N6区-N10区間およびN8区-N10区間で有意差がみられた。3番草においても前述の1番草および2番草と同様に窒素施肥量が多い順でN10区が1105.2ppm、N8区が312.4ppmおよびN6区が101.6ppmとなり、N10区に関しては牛に給与制限が発生する1000ppmを超える結果となった⁵⁾。しかしすべての区間内において有意差はみられなかった。

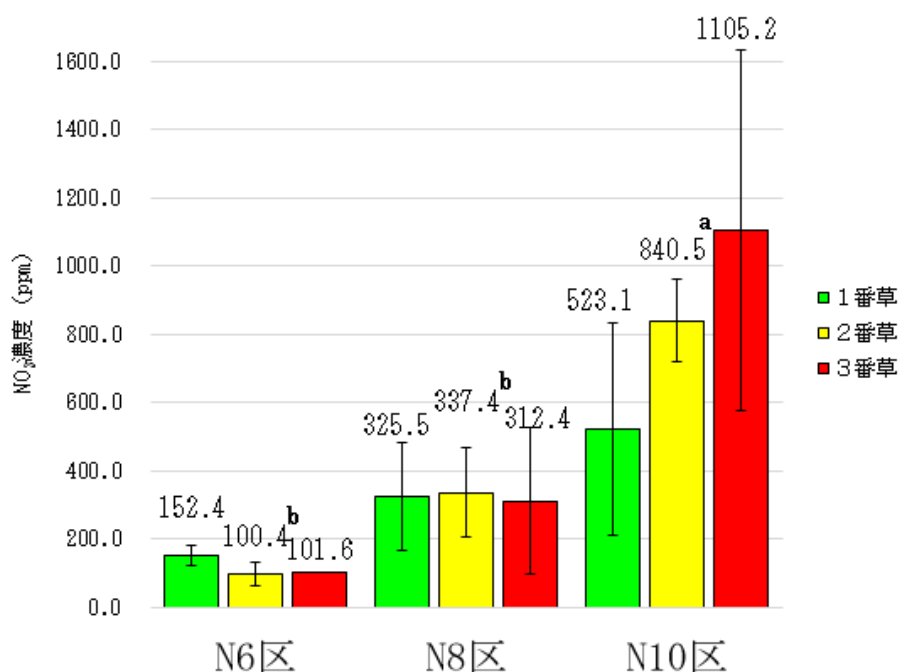


図9 出穂始期における10aあたりのNO₃濃度(ppm)

図10にItの出穂期における乾物あたりのNO₃濃度を示した。1番草から2番草におけるすべての区間内で有意差はみられなかった。1番草においてはN6区が197.6ppmと最も高い結果となり、次いでN8区が109.1ppm、N10区が97.8ppmとなった。2番草においてはN10区が534.4ppmとなり、

次いで N8 区が 220.8ppm, N6 区が 104.1ppm となった。

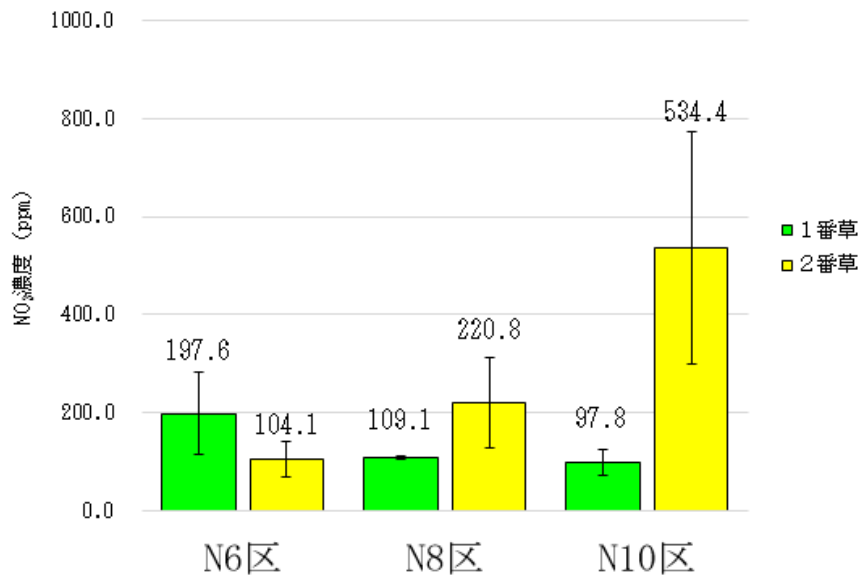


図10 出穂期における10aあたりのNO₃濃度(ppm)

図11にItの開花期における乾物あたりのNO₃濃度を示した。1番草から2番草におけるすべての区間内で有意差はみられなかった。1番草においてはN6区が278.5ppmと最も高い結果となり、次いでN10区が105.4ppm, N8区が73.4ppmとなった。2番草においてはN10区の144.9ppmとなり、N8区およびN6区は検出されなかった。

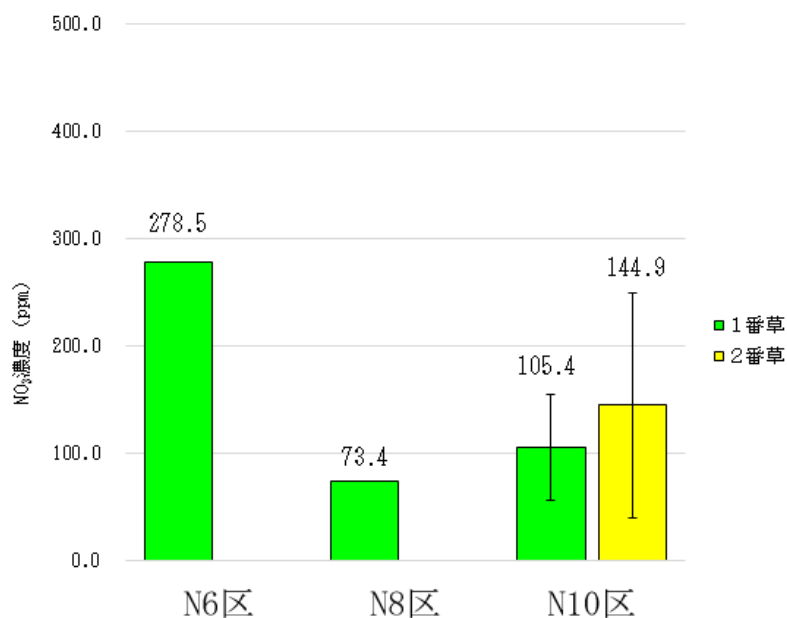


図11 開花期における10aあたりのNO₃濃度(ppm)

3. 10aあたりの各試験区の肥料代および乾物収量あたりの費用対効果

表1に各試験区の10aあたりの1回あたりの肥料代を示した。窒素ベースで積算した場合、N10区が6,190円, N8区が4,952円, N6区が3,714円となった。

表1 10aあたりの各試験区の1回あたりの肥料代(円)

区名	①10aあたりの肥料(kg) ^{注1)}	②10aあたりの肥料(袋) ^{注2)}	③1袋あたりの経費(円:税込み) ^{注3)}	肥料代(円:②×③)
N10区	50	2.5		6,190
N8区	40	2.0	2,476	4,952
N6区	30	1.5		3,714

注1)各区の窒素施肥量÷0.2(牧草専用肥料1号の窒素成分)により計算。

2)①÷20kg/袋(牧草専用肥料1号の1袋あたりの重量)。

3)牧草専用肥料1号(20-8-12)の税込み価格(2022/3/8時点)

表1の結果から総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数)を計算し、表2に出穂始期における各試験区の10aあたりの費用対効果を示した。前述の図3の結果である10aあたりの乾物収量に費用価54.5円⁶⁾を乗じた推定飼料価値はN8区が44,799円と最も高くなったが、表1の肥料代を基に算出した総経費に関してはN10区が18,570円と最も高くなり、両者を差し引いた費用対効果はN8区が29,943円と最も高い結果となった。同様に表3に出穂期および表4に開花期における費用対効果を示した。表3の出穂期においてはN6区が32,575円と最も費用対効果が高く、表4の開花期についてもN6区が51,814円と最も高い結果となった。

表2 出穂始期における10aあたりの各試験区の費用対効果(円)

区名	①乾物収量(kg)	②推定飼料価値(①×費用価 ^{注1)})	③総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数 ^{注2)})	費用対効果(円:②-③)
N10区	811	44,200	18,570	25,630
N8区	822	44,799	14,856	29,943
N6区	745	40,603	11,142	29,461

注1)費用価は乾物1kgあたり54.5円とした⁶⁾。

2)施肥回数は基肥1回および追肥2回の計3回とした。

表3 出穂期における10aあたりの各試験区の費用対効果(円)

区名	①乾物収量(kg)	②推定飼料価値(①×費用価 ^{注1)})	③総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数 ^{注2)})	費用対効果(円:②-③)
N10区	730	39,785	12,380	27,405
N8区	734	40,003	9,904	30,099
N6区	734	40,003	7,428	32,575

注1)費用価は乾物1kgあたり54.5円とした⁶⁾。

2)施肥回数は基肥1回および追肥1回の計2回とした。

表4 開花期における10aあたりの各試験区の費用対効果(円)

区名	①乾物収量(kg)	②推定飼料価値(①×費用価 ^{注1)})	③総経費(1回あたりの肥料代×施肥回数 ^{注2)})	費用対効果(円:②-③)
N10区	1160	63,220	12,380	50,840
N8区	1119	60,936	9,904	51,032
N6区	1087	59,242	7,428	51,814

注1)費用価は乾物1kgあたり54.5円とした⁶⁾。

2)施肥回数は基肥1回および追肥1回の計2回とした。

V 考 察

今回の試験は 10a あたり窒素施肥量の違いにより寒地型牧草の生産性の変化を確認するものであり、化学肥料の肥効のみを検証するため堆肥は施用せずに実施した。窒素施肥量 10kg, 8kg および 6kg の区を設けたところ、乾物収量には差はみられなかったが、CP 含有率については出穂始期のステージにおいて窒素施肥量が上昇するに従って高くなり、また有意差もみられた。NO₃ 濃度については出穂始期の 2 番草を除いては 1 番草から 3 番草にかけて有意差はみられなかったものの、N10 区に関しては 1000ppm を超える結果となり牛に給与制限がかかる高い値になる場合があった⁵⁾。また出穂期および開花期では各区分での有意差はみられなかった。

今回の試験で窒素 10kg 以下でも生産性にマイナスの影響が少なく、また乾物収量をベースとした費用対効果も N10 区と比べて N8 区および N6 区が高いことから、NO₃ 濃度を抑える事ができる It の窒素施肥量は 10 a あたり 6~8kg 程度でも可能であることが示唆された。

イネ科牧草はその原産地や温度に対する感受性および光合成に関する機構の違い (C3 植物, C4 植物) により暖地型牧草と寒地型牧草に区分され、寒地型牧草の適温が 20℃前後であり、また光合成の機構も C3 植物となっている⁷⁾。寒地型牧草は気温や日照が低下する冬期に生育が適するとされているものの、光合成能力が高い C4 植物 (暖地型牧草) に比べて C3 植物 (寒地型牧草) はそれらの能力が低いため NO₃ が蓄積しやすいと思われる。また一般的に畜産現場では CP 含有率が高い数値を検出したイネ科牧草は高濃度の NO₃ が疑われるケースが現場では散見され、今回の試験では出穂始期における乾物あたりの CP 含有率に 19% を超える数値も見られたため今後、継続した試験を実施し、再現性を確認する必要がある。

また栗田ら⁸⁾は It における刈取り時の乾物中の NO₃ 濃度は土壌 EC と弱い相関が見られたとの報告しており、今後、土壌成分や他の土壌 (ジャーガル, 島尻マージ) での栽培試験の知見も必要と思われる。

VI 引 用 文 献

- 1) 沖縄県畜産試験場 (1999) 牧草・飼料作物栽培の手引き, 54-56
- 2) 畜産技術協会・日本草地学会編, 草地科学実験・調査法 (2004), 119-120, 社団法人畜産技術協会
- 3) 新城明久 (2000) 新版・生物統計学入門, 46-57, (株) 朝倉書店
- 4) 気象庁, 過去の気象データ (2019-2020) 沖縄県名護市,
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=91&block_no=47940&year=2019&month=&day=&view=
- 5) 中央畜産会, 日本飼養標準肉用牛 (2008), 135-136
- 6) 高江洲斉・知念雅昭 (2010) 冬期粗飼料の安定的な確保を目的としたイタリアンライグラス栽培の有効性, 普及指導員調査研究報告書及び農業技術実証展示ほ実績報告, 沖縄県北部農林水産振興センター北部農業改良普及課
- 7) 農林水産省九州農業試験場 (1983) 暖地型牧草導入種の解説, 九州農試研究資料第 63 号, 5
- 8) 栗田夏子・荷川取秀樹 (2019) 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, 57, 沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立, 31-35

ネズミノオの生態と防除

(1)物理的防除と化学的防除を組み合わせた防除方法の検討

高江洲 齊 栗田夏子* 平安山英登

I 要 約

当センター内の強害雑草「ネズミノオ」が自生するディジットグラス「トランスバーラ」採草地において、草地更新作業に伴うネズミノオ防除試験を農業機械ハーフソイラ（以下、HS）や大型特殊機械ユニボ（以下、U）を利用した物理的防除とグリホサート系除草剤（以下、R）を利用した化学的防除を行い、草地更新後はイタリアンライグラス「さちあおば」（以下、It）およびギニアグラス「パイカジ」を栽培した。その際、ネズミノオの被度、株数および乾物収量を調査した。結果は以下のとおりとなった。

1. ネズミノオ防除後の It の 1 番草の 10a あたりの乾物収量が最も高かった区は HS+R 区の 842.3kg であり、最も低かった区は U 区の 489.0kg となり、物理的防除および化学的防除の主効果に有意差はみられた。
2. ネズミノオ防除後の It の 2 番草の 10a あたりの乾物収量が最も高かった区は HS 区の 208.3kg であり最も低かった区は U+R 区の 144.4kg となったが、各区間で有意差はみられなかった。
3. ネズミノオ防除後のパイカジの 1 番草の 10a あたりの乾物収量が最も高かった区は HS 区 310.1kg であり、最も低かった区 U 区の 180.7kg となったが、各区間で有意差はみられなかった。
4. ネズミノオ防除後の各区の乾物収量あたりの草種割合は雑草であるオヒシバがすべての区で 30.0%～60.0%と高い割合となり、1 m²あたりの冠部被度においてもオヒシバの冠部被度が 1.0%～30.0%となったが、すべての区においてネズミノオは確認できなかった。
5. 事前調査時およびネズミノオ防除後の株数は HS+R 区のみ事前調査時と比較して▲12.8%と減少したが、その他のすべての区において事前調査時より株数が増える結果となった。
6. ステップ-ポイント法によるネズミノオ被度は事前調査時においては U 区が 35.2%と最も高い結果となり、U 利用区が HS 利用区より高い傾向が見られ、HS+R 区-HS 区間および U+R 区-U 区間には有意差がみられなかった。また防除後における被度は物理的防除(A)のみ有意差がみられた。また増減ポイントは U+R 区が▲11.0ポイントおよび U 区が▲21.4ポイントと事前調査時を下回る結果となった。
7. ネズミノオの防除処理に費やした 10a あたりの労働時間は U+R 区が 11.49hr と最も長く、次いで U 区が 10.34hr、HS+R 区が 1.47hr および HS 区が 0.57hr となった。
8. ネズミノオの防除処理に費やした 10a あたりの労働費が最も高かった区は HS+R 区の 35,121 円となり、U 区が 32,342 円と最も低い結果となった。
9. 本試験におけるネズミノオ防除後の各試験区の防除効果に対する総合得点（100 点満点）が最も高かった区は HS 区の 64 点であり、次いで HS+R 区が 62 点、U+R 区が 58 点、U 区が 57 点となった。

以上の結果より労働費が 2 番目に短く、最終的なネズミノオ株数が唯一減少していたことを考慮し、「ネズミノオのみ」を中心とした防除が最も優れた試験区は HS+R 区と示唆された。しかし防除後にその他の雑草が多く侵入していた点や、更新後の牧草の生育状況、防除作業にかかる労働時間および労働経費を総合的に評価するとネズミノオを含む雑草全体では HS 区が最も優れた防除方法であると思われる。

II 緒 言

沖縄県では主に暖地型牧草を多年栽培により利用しているが、強害雑草「ネズミノオ」が牧草地へ侵入し、牧草の生産性を低下させ大きな問題となっている。ネズミノオは茎が硬く、牛の嗜好性が非常に悪いため、侵入された草地の生産性の低下や機械による牧草の刈取り作業に支障をきたす原因となっており、効果的な防除法の確立が求められている。

そこでネズミノオに対する物理的防除と化学的防除を組み合わせた防除試験を実施したので報告する。

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間

2020年7月29日から2020年8月14日まで草地内でのネズミノオの生育および侵入状況を事前調査し、2020年9月3日にグリホサート系除草剤を利用した化学的防除を実施した。その後、2020年9月23日および2020年10月9日に大型特殊機械を利用した物理的防除を行い、2021年12月1日にイタリアンライグラス「さちあおば」および翌年の2021年5月17日にギニアグラス「パイカジ」を播種し、生育状況を調査した。

また防除から約1年半後の2022年1月25日から2022年1月27日にネズミノオの侵入状況および株数を調査した。

表1 試験スケジュール

日時	作業内容	備考
2020/7/29～2020/8/14	事前調査（生育調査、雑草被度、土壌採取）	
2020/9/3	除草剤散布	グリホサート系除草剤100倍希釈
2020/9/7～2020/9/16	草地外観調査	
2020/9/23	ユンボによる更新	
2020/10/9	ハーフソイラによる更新	
2020/10/12～2020/11/26	ロータリーによる整地（1～4回）	
2020/12/1	イタリアンライグラス播種	
2021/3/22	イタリアンライグラス収量調査（1番草）	
2021/5/6	イタリアンライグラス収量調査（2番草）	
2021/5/7	ロータリーによる整地	
2021/5/17	パイカジ播種	
2021/8/13	パイカジ収量調査	
2022/1/25	雑草被度調査（ステップポイント法）	
2022/1/27	ネズミノオ株数調査	

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る。

3. 面積および試験区分

1区あたりの面積を縦96.7m×横3.0m=290.1m²とし、物理的防除であるハーフソイラ（以下、HS）およびユンボ（以下、U）と化学的防除であるグリホサート系除草剤（以下、R）を組み合わせ、以下の4つの区を設けた。

表2 試験区の設定

物理的防除 (HS, U)	化学的防除 (除草剤R使用)	
	あり	なし
ハーフソイラ	HS+R区	HS区
ユンボ	U+R区	U区

4. ネズミノオ防除方法

(1) 物理的防除

農業用機械HS（写真1）を90馬力農業用トラクタ（商品名：デドン902SC）に取り付け、深さ20cmで草地面の表土を剥がした。また大型特殊機械U（商品名：KATO HD308US 農耕用バケット付き0.3m²）をレンタルリースし、約40cm程度、圃場全体を掘り起こした（写真2）。



写真1 農業用機械HS（ハーフソイラ）



写真2 大型特殊機械U（ユンボ）

(2) 化学的防除

Rの100倍希釈液を5L乾電池式噴霧器（商品名：KOSHIN ガーデンマスターGT-5HS）を使用し全面散布した。

5. 草地造成方法

(1) 播種量および播種法

ネズミノオ防除後、2020年12月1日にイタリアンライグラス「さちあおば」（以下、It）を3.5kg/10aを散播し、収穫後、ロータリーで耕耘し2021年5月17日にギニアグラス「パイカジ」を2.6kg/10aを散播した。

(2) 施肥量および施肥法

基肥および追肥はさとうきび肥料BB16-6-6を使用し、Itは基肥および追肥として10aあたり窒素5.5kg施用し、パイカジは基肥として10aあたり窒素11.0kg施用した。

6. 調査項目及び方法

1) 調査項目

(1) 土壌

各区3カ所の土壌をサンプリングし、pH（水素イオン指数）をpHメーターで測定し、また物理的防除時に圃場内を大型特殊機械Uで掘り起こし、地際部から20cm、30cmおよび40cmの土壌硬度を土壌硬度計（佐藤商事：山中式土壌硬度計）を用いて調べた。

エネルギー分散型蛍光X線装置において真空条件下で組成成分（MgO、K₂O、CaO、P₂O₅）含有率の測定を行った。

(2) 生育調査

事前調査時およびネズミノオ防除後における生育調査を塩化ビニール製の1㎡コドラートを用いて実施した。各区5カ所の牧草と雑草の草高、草丈、生草収量、乾物収量、草種割合および冠部被度について調査した（Itについては出穂程度、倒伏程度および病害程度も調査）。その際、冠部被度については段ボールを切り抜いて作成した直径15cmおよび直径5cmの円を用いてコドラートの上方から目視によりコドラート内の表面で確認できる草種の占有面積を測定した（写真3）。

(3) ネズミノオの株数

事前調査時およびネズミノオ防除後における各区におけるネズミノオの株数をカウンター（手持ち数取り機）にて目視により調査した。

(4) 被度

ステップ-ポイント法¹⁾を用いて各区画内を平均歩幅48.4cmの成人男性を直線上に歩行させ、3歩目で足先に触れる植物を記録し、ネズミノオの出現頻度を調査した（写真4）。調査した出現頻度を用い、ネズミノオ防除前、防除後の各区のネズミノオの被度を調査した。

(5) 労働時間および防除経費

各試験区のネズミノオ防除に費やした労働時間を計り、10aあたりの労働時間を算出した。また労働時間に時給790円²⁾を乗じて人件費を算出し、更新作業および防除作業に費やした除草剤代、リース料および燃料費を合計し、10aあたりの経費を積算した。

(6) ネズミノオ防除にかかる各試験区の評価

ネズミノオ防除後の8項目の調査結果（1.ネズミノオ株数、2.冠部被度、3.ネズミノオ被度の増減ポイント、4.Itの乾物収量、5.パイカジの乾物収量、6.雑草の乾物収量、7.労働時間、8.防除経費）に関する各試験区の順位をつけ、1位は10点、2位は8点、3位は6点、4位は4点とし総合評価（100点満点）を行った（項目1および3については1位20点、2位16点、3位12点、4位8点とした）。ただしネズミノオの株数および被度の減少が一部の区以外は確認できなかったことから、「1.ネズミノオ株数」は2位以下、「2.冠部被度」および「3.ネズミノオ被度の増減ポイント」は3位以下に関し

ては点数を 1～4 点の範囲で採点した。

(7) 統計処理

事前調査時における防除処理前のデータは 1 元配置法により分散分析を行い、フィッシャーの LSD 法を用いて各区内の有意差を検定した。またネズミノオ防除後におけるデータは物理的防除を主効果 A、化学的防除を主効果 B および交互作用を「A×B」とし、それぞれの有意差を検定した¹⁾。



写真3 冠部被度調査（直径 15cm の円）



写真4 ステップ-ポイント法
（3歩目に足先に触れる植物を記録）

IV 結 果

1. 土壌 pH および硬度

事前調査時における土壌の pH および土壌硬度を表 3 に示した。pH は 6.79 と一般的に酸性土壤と言われる国頭マージより高い結果となった。また土壌硬度については地表から 20cm 地点は 15.0mm となり、30cm 地点で 16.3mm と上昇したが、40cm 地点では 11.6mm と低下した。

いずれの土壌硬度も植物の根の生長に適した土壌硬度 18～22mm を下回る結果となった²⁾。

表 3 試験圃場の土壌条件

pH	土壌硬度 (mm)		
	20cm	30cm	40cm
6.79	15.0	16.3	11.6

2. 土壌成分

事前調査時における各区の土壌成分の結果を表 4 に示した。すべての項目において有意差はみられなかったものの CaO に関しては HS+R 区が最も低い結果となった。

表 4 土壌成分 (%)

区 名	MgO	K ₂ O	CaO	P ₂ O ₅
HS+R区	0.78	5.90	0.81	0.25
HS区	0.75	6.06	1.52	0.29
U+R区	0.78	6.19	1.24	0.34
U区	0.75	5.87	1.71	0.33

3. ネズミノオの生育調査

1) 事前調査時 (2020/8/13)

表 5 に事前調査時におけるネズミノオ生育調査を示した。すべての草種の合計乾物収量が最も高かつ

た区はHS+R区の523.2kgであり、最も低かった区はU+R区の241.0kgとなった。ネズミノオの草高、草丈および10aあたりの乾物収量に関してはU区が最も高い傾向を示し、乾物収量は282.9kgとなった。いっぽうネズミノオの乾物収量が最も低かった区はHS+R区の129.6kgとなり、ネズミノオの草高および草丈もすべての区において最も低い結果となった。しかし各区間でのネズミノオの乾物収量に有意差はみられなかった。

表5 生育調査（事前調査時：2020/8/13）

区名	草種	草高 (cm)	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
HS+R区	ネズミノオ	34.6	40.7	297.9	129.6	43.5
	トランスバーラ	34.2	37.5	980.4	340.1	34.7
	その他	-	-	174.7	53.5	30.6
	合計			1453.0	523.2	
HS区	ネズミノオ	51.2	60.5	308.4	134.2	43.5
	トランスバーラ	26.0	31.0	409.6	142.1	34.7
	その他	-	-	203.3	60.5	29.8
	合計			921.3	336.8	
U+R区	ネズミノオ	53.0	58.6	391.9	170.5	43.5
	トランスバーラ	24.2	29.5	125.4	43.5	34.7
	その他	-	-	94.5	27.0	28.6
	合計			611.8	241.0	
U区	ネズミノオ	54.4	72.4	650.2	282.9	43.5
	トランスバーラ	24.8	30.9	290.7	100.9	34.7
	その他	-	-	70.0	23.7	33.9
	合計			1010.9	407.5	

注)冠部被度の「その他」には裸地も含む。

表5の結果をもとに、図1に事前調査時における各試験区の乾物収量あたりの草種割合(%)を示した。U+R区が70.7%と最もネズミノオの割合が高い結果となり、HS+R区が24.8%と最も低い結果となった。また図2に1㎡あたりの冠部被度(%)を示した。ネズミノオの冠部被度が28.3%と最も高かった区はU区となり、最も低かった区はHS区の17.2%となった。

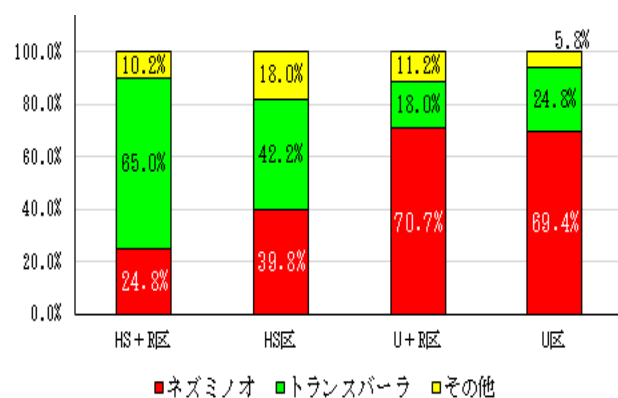


図1 乾物収量 (kg) あたりの草種割合

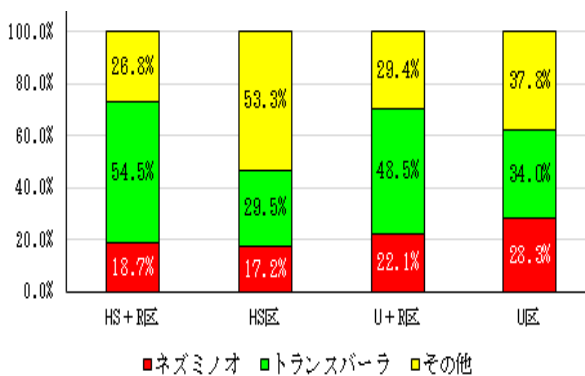


図2 1㎡あたりの冠部被度

2) ネズミノオ防除後

(1) It の 1 番草栽培時 (2021/3/22)

表 6 にネズミノオ防除処理後に播種した It の 1 番草における 10a あたり乾物収量の分散分析表を示した。主効果 A である物理的防除および主効果 B である化学的防除には有意差がみられ、物理的防除と化学的防除による交互作用 (A×B) には有意差はみられなかった。

表 6 It 1 番草の乾物収量の分散分析表

要 因	ネズミノオ防除後 (It 1 番草生育時)
物理的防除 (A)	*
化学的防除 (B)	*
交互作用 (A×B)	ns

注) *は 5% 水準で有意差あり。

表 7 に It の 1 番草における生育調査結果を示した。出穂程度はすべての区で 9.0 であり、開花期のステージを超えた状態であった。乾物収量が最も高かった区は HS+R 区の 842.3kg であり、最も低かった区は U 区の 489.0kg であった。また前述の表 6 にも記載しているが、各区分での It の乾物収量は物理的防除 (HS, U) での主効果 A および化学的防除の主効果 B (R 有り, R 無し) に有意差はみられた。なお収量調査時におけるネズミノオは確認できなかった。

表 7 ネズミノオ防除後における It の 1 番草の生育調査結果

区 名	出穂程度 (1~9)	倒伏程度 (1~9)	病害程度 (1~9)	草高 (cm)	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
HS+R区	9.0	2.8	1.8	112.6	132.6	3287.5	c [842.3] ^a	25.6
HS区	9.0	1.8	2.5	119.7	133.5	3187.5		710.0
U+R区	9.0	2.8	2.8	110.5	134.6	3192.5	d [716.7] ^b	22.4
U区	9.0	2.8	2.5	113.6	125.0	2355.0		489.0

注) 異符号間で 5% 水準で有意差あり {物理的防除 (a, b) および化学的防除 (c, d) の主効果のみ。交互作用なし}。

(2) It の 2 番草栽培時 (2021/5/6)

表 8 にネズミノオ防除処理後に播種した It の 2 番草の 10a あたり乾物収量の分散分析表を示した。主効果 A である物理的防除、主効果 B である化学的防除および物理的防除と化学的防除による交互作用 (A×B) に有意差はみられなかった。

表 8 It 2 番草の乾物収量の分散分析

要 因	ネズミノオ防除後 (It 2 番草生育時)
物理的防除 (A)	ns
化学的防除 (B)	ns
交互作用 (A×B)	ns

注) *は 5% 水準で有意差あり。

また表 9 に It の 2 番草時における収量調査結果を示した。1 番草と同様に、出穂程度は 8.0~9.0 の範囲であり、開花期を超えるステージであった。1 番草時と比較して草高、草丈、生草収量および乾物収量が低下しており、乾物収量に関しては最大 20% 近くまで減少した区も見られた。各区分で最も乾物収量が高かったのは HS 区の 208.3kg であり、最も低かった区は U+R 区の 144.4kg となった。また It の 1 番草時と同様に収量調査時におけるネズミノオは確認できなかった。

表9 ネズミノオ防除後における It の 2 番草の生育調査結果

区名	出穂程度 (1~9)	倒伏程度 (1~9)	病害程度 (1~9)	草高 (cm)	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
HS+R区	9.0	1.3	1.3	82.8	86.0	990.0	206.2	20.8
HS区	8.7	1.7	3.3	80.6	84.4	983.3	208.3	21.2
U+R区	8.0	1.3	2.7	75.1	85.3	670.0	144.4	21.6
U区	8.3	1.7	2.7	80.4	87.7	890.0	187.4	21.1

(3) ギニアグラス「パイカジ」の1番草の栽培時 (2021/8/13)

表10にネズミノオ防除処理後におけるパイカジの1番草における10aあたり乾物収量の分散分析表を示した。主効果Aである物理的防除、主効果Bである化学的防除および物理的防除と化学的防除による交互作用(A×B)には有意差はみられなかった。

表10 パイカジ1番草の乾物収量の分散分析表

要因	ネズミノオ防除後 (パイカジ1番草生育時)
物理的防除 (A)	ns
化学的防除 (B)	ns
交互作用 (A×B)	ns

注)*は5%水準で有意差あり。

表11にパイカジの1番草の生育調査結果を示した。全体の乾物収量が最も高かったのはHS+R区の911.6kgであり、最も低かった区はU+R区の689.4kgとなった。またパイカジの乾物収量が最も高かった区はHS区310.1kgであり、最も低かった区U区の180.7kgとなった。生育調査時におけるネズミノオは確認できなかったが、雑草である「オヒシバ」がすべての区において確認された。

表11 ネズミノオ防除後におけるパイカジの1番草 (2021/8/13) の生育調査結果

区名	草種	草高 (cm)	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
HS+R区	ネズミノオ	-	-	-	-	-
	パイカジ	114.4	130.0	767.2	260.5	34.0
	オヒシバ	59.6	69.7	1254.0	506.9	40.4
	その他	-	-	398.3	144.3	36.2
	合計			2419.5	911.7	
HS区	ネズミノオ	-	-	-	-	-
	パイカジ	127.4	140.9	1054.2	310.1	29.4
	オヒシバ	63.2	80.6	697.0	227.4	32.6
	その他	-	-	745.8	207.1	27.8
	合計			2497.0	744.6	
U+R区	ネズミノオ	-	-	-	-	-
	パイカジ	121.6	139.1	869.8	265.0	30.5
	オヒシバ	65.0	71.9	821.8	288.7	35.1
	その他	31.2	34.6	415.1	135.7	32.7
	合計			2106.7	689.4	
U区	ネズミノオ	-	-	-	-	-
	パイカジ	119.8	145.0	659.5	180.7	27.4
	オヒシバ	43.0	42.8	881.3	295.8	33.6
	その他	114.2	64.1	770.1	213.3	27.7
	合計			2310.9	689.8	

注)冠部被度の「その他」には裸地も含む。

表 11 の結果をもとに、図 3 に 2021 年 8 月 13 日に調査を実施したネズミノオ防除から 308 日～344 日後における各区の乾物収量あたりの草種割合 (%) を示した。すべての区においてネズミノオは確認できなかったが、雑草であるオヒシバがすべての区で 30.0%～60.0%と高い割合となり、牧草であるパイカジはすべての区で 50.0%を下回る結果となった。最もオヒシバの割合が高い区は HS+R 区の 55.6%となり、HS 区が 30.5%と最も低い結果となった。また図 4 に 1 m²あたりの冠部被度 (%) を示した。オヒシバの冠部被度が 29.7%と最も高かった区は HS+R 区となり、最も低かった区は U+R 区の 1.1%となった。

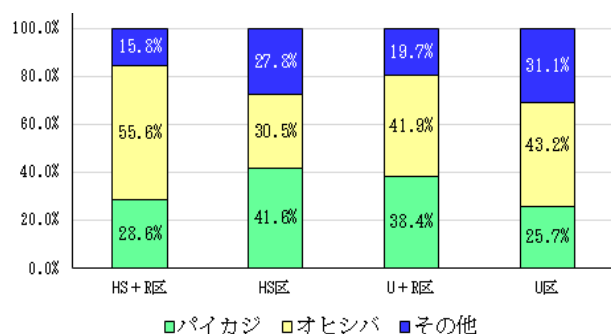


図 3 乾物収量 (kg) あたりの草種割合

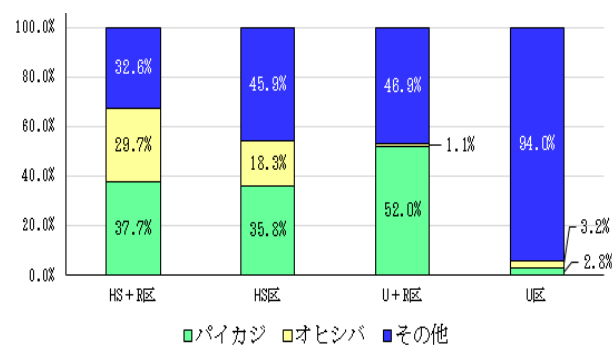


図 4 1 m²あたりの冠部被度

4. ネズミノオの株数および被度

1) ネズミノオ株数

表 12 に事前調査時およびネズミノオ防除後のネズミノオ株数を示した。HS+R 区は事前調査時と比較して▲12.8%と減少したが、その他のすべての区において事前調査時より株数が増える結果となった

表 12 ネズミノオ株数

区名	①事前調査時 (2020/7/29～2020/8/14)	②ネズミノオ防除後 パイカジ生育時 (2022/1/27)	③増減数 (②-①)	増減率 (③/①×100)
HS+R区	810	706	▲104	▲12.8
HS区	1,074	1,375	301	28.0
U+R区	1,218	1,372	154	12.6
U区	1,353	1,854	501	37.0

2) ネズミノオ被度

表 13 にステップ-ポイント法によるネズミノオ防除後 (パイカジ生育時) におけるネズミノオ被度の分散分析表を示した。主効果 A である物理的防除のみ有意差がみられ、主効果 B である化学的防除および物理的防除と化学的防除による交互作用 (A×B) には有意差は見られなかった。

表 13 ネズミノオ被度の分散分析表

要因	ネズミノオ防除後 (パイカジ生育時)
物理的防除 (A)	*
化学的防除 (B)	ns
交互作用 (A×B)	ns

注) *は 5%水準で有意差あり。

表 14 に事前調査時およびネズミノオ防除後の被度 (%) を示した。事前調査時における被度は U 区が 35.2%と最も高い結果となり、U 利用区が HS 利用区より高い傾向が見られ、HS+R 区-HS 区間および U+R 区-U 区間には有意差がみられなかった。またネズミノオ防除後 (パイカジ生育時) における被度は物理的防除においては U 利用区 (13.8%, 19.0%) が HS 利用区 (25.2%, 28.5%) より低い結果となり有意差が

みられた。また増減ポイントはU+R区が▲11.0ポイントおよびU区が▲21.4ポイントと事前調査時を下回る結果となった。

表14 ステップ-ポイント法によるネズミノオの被度

区名	①事前調査時 (%)	②ネズミノオ防除後 (%)		増減ポイント (②-①)
	(2020/7/29~2020/8/14)	パイカジ生育時 (2022/1/25)		
HS+R区	14.2 ^b	28.5] a	14.30
HS区	20.1 ^b	25.2		5.10
U+R区	30.0 ^a	19.0] b	▲ 11.00
U区	35.2 ^a	13.8		▲ 21.40

注1)事前調査時における統計処理は1元配置法による分散分析後、LSD法(最小有意差法)にて検出(異符号間にP<0.05で有意差)。

2)パイカジ生育時における統計処理は交互作用による分散分析にて検出(異符号間にP<0.05で有意差)。

5. ネズミノオ防除にかかる労働時間および防除経費

表15にネズミノオの防除処理に費やした10aあたりの労働時間を示した。U+R区が11.49hrと最も作業時間が長い結果となり、最も作業時間が少なかった区はHS区の0.57hrとなった。

表15 ネズミノオ防除にかかる各試験区の10aあたりの労働時間(hr)

項目	HS+R区	HS区	U+R区	U区
ハーブソイラ利用	0.57	0.57	-	-
ユンボ利用	-	-	10.34	10.34
除草剤利用	0.90	-	1.15	-
合計	1.47	0.57	11.49	10.34

注1)HS+R区およびHS区の労働時間は2区間を同時に更新作業を実施したので費やした時間を÷2し算出。

2)U+R区およびU区の労働時間は2区間を同時に更新作業を実施したので費やした時間を÷2し算出。

また表16にネズミノオ防除にかかる各試験区の10aあたりの防除経費(円)を示した。最も高かった区はHS+R区の35,121円となり、U区が32,342円と最も低い結果となった。

表16 ネズミノオ防除にかかる各試験区の10aあたりの防除経費(円)

項目	HS+R区	HS区	U+R区	U区
固定費 ^{注1)}	32,668	32,668	-	-
除草剤代	911	-	1,024	-
リース料(ユンボ)	-	-	24,173	24,173
燃料費 ^{注2)}	381	381	-	-
人件費 ^{注3)}	1,161	454	9,077	8,170
合計	35,121	33,503	34,274	32,342

注1)固定費は{(機械の年間減価償却費+修繕費)×利用率(作業時間/年間作業時間)}より算出。

2)燃料費は経済産業省:石油製品価格調査:2020.9.23時点(沖縄局データ)より軽油価格¥124.7/L(税込)とし算出。

3)人件費は労働時間×時給790円(沖縄労働局HPより2020/9/3の県内最低賃金)とし算出。

6. 本試験でのネズミノオ防除にかかる各試験区の評価

表 17 に本試験におけるネズミノオ防除後の 8 項目の調査結果に関する各試験区の順位を示した。1 の項目「ネズミノオ株数（減少個数）」が 1 位の区は HS+R 区となり、その他の区はすべて増加する結果となったため順位を落とした。また 2 項目の「冠部被度（雑草：オヒシバとその他）」に関しては最も数値が低かった U+R 区が 1 位となり、また 3 項目「ネズミノオ被度の増減ポイント」についても減少ポイントが最も大きかった U 区が 1 位となった。7 項目の「労働時間」に関しては HS 区が 1 位となり、8 項目の「防除経費」に関しては U 区が 1 位となった。

表 17 本試験での各試験区の防除効果の順位

順位	1. ネズミノオ株数 (減少個数)	2. 冠部被度 (オヒシバ+その他)	3. ネズミノオ被度 の増減ポイント	4. Itの乾物収量 (1番草+2番草)	5. パイカジの 乾物収量	6. 雑草の乾物収量 (オヒシバなど)	7. 労働時間	8. 防除経費
1位	HS+R	U+R	U	HS+R	HS	HS	HS	U
2位	U+R	HS+R	U+R	HS	U+R	U+R	HS+R	HS
3位	HS	HS	HS	U+R	HS+R	U	U	U+R
4位	U	U	HS+R	U	U	HS+R	U+R	HS+R

注1) 1, 2, 3, 6, 7, 8の項目は低いほど上位。

2) 項目1の2位～4位, 項目2および項目3の3位～4位はネズミノオ株数や増減ポイント等が増えた区は上位から4～1位の範囲で採点する。

表 18 に前述の表 17 の結果を基に本試験での各試験区の総合得点（100 点満点）を示した。最も得点が高かった区は HS 区の 64 点であり、次いで HS+R 区が 62 点, U+R 区が 58 点, U 区が 57 点となった。

表 18 本試験での各試験区の総合得点

区名	取得数(個)				得点 (100点満点)
	1位	2位	3位	4位	
HS+R区	2	2	1	3	62
HS区	3	2	3	0	64
U+R区	1	4	2	1	58
U区	2	0	2	4	57

V 考 察

沖縄県の草地更新の目安では牧草地に 30%以上雑草が侵入すると完全更新⁵⁾との基準があるため今回、試験を実施した圃場はその基準に達していたと思われる。畜産現場ではネズミノオは長年利用している牧草地で多くみられ、試験実施圃場も草地造成から推定 10 年以上経過している。長崎ら⁶⁾は、ネズミノオはその他の強害雑草であるオガサワラスズメノヒエと比較して草地に占める被度は小さいものの荒廃末期の草地で多く見られると報告しており、本草種は長期間にかけて徐々に草地内を浸食していると考えられる。また今回試験を実施した圃場は pH6.79 と一般的に酸性土壌と言われる国頭マーヅ土壌より高かった。栗田ら⁷⁾によるとネズミノオの群生カ所はトランスバーラなどの牧草が群生するカ所より pH が高いとの報告があり、今回の結果も同様と思われる。

今回の試験では大型特殊機械などを利用した物理的防除と化学的防除である除草剤散布の効果を検討する試験であり、防除前のネズミノオの被度は U+R 区および U 区は減少したものの（表 14）、最終的なネズミノオの株数は HS+R 区以外のすべての区で増加する結果となった（表 12）。この結果は防除後の草地内でネズミノオ以外の草種も多く確認されたため、全体に対するネズミノオの割合が少なくなったことが原因と考えられる（別表 1, 別表 2 より）。防除後に播種し、栽培した It やパイカジの収量調査時にはネズミノオは確認できなかったものの、前述の防除後において多くのネズミノオの株数が確認された事は（表 13）、除草剤散布や大型特殊機械による耕起で一時的な防除は出来たが、長期間、草地内に自生するネズミノオから落下した土壤中の種子から新たなネズミノオの株が発生したと考えられる。ネズミノオの種子は暗条件よりも明条件で発芽率が高いと言われ⁸⁾、It 生育時の秋期から冬期は日照時間が短く、春先にかけて日照期間が長くなるにつれて発芽したと考えられる。またパイカジの収量調査の際、他のイネ科雑草であるオヒシバが草地面積に高い割合で侵入し確認できたことから、草地内の植生が

ネズミノオに置き換わって拡大していたと思われ、牧草地の生態がさまざまな草種によって構成されていると考えられる。よって長期間にわたりさまざまな雑草が侵入している草地では単純に1種類の雑草を防除するだけでは肉用牛経営において有益な牧草主体の草地造成を行うことは困難と思われる。

今回の試験結果では表15より労働時間が2番目に短く、最終的なネズミノオ株数が唯一減少していたことを考察して最もネズミノオの防除が望ましい試験区はHS+R区と思われる。しかし、ネズミノオ防除後に「オヒシバ」などのその他の雑草が多く侵入していた点や、Itやパイカジの牧草の生育状況および防除作業にかかる労働時間の短さを考慮すると、表18のとおりHS区が64点とHS+R区の62点を上回る結果となり、総合評価はHS区が最も高い結果となった。

ネズミノオは1株あたり45000個以上の種子をつけ、休眠性をもち土壤中における種子の寿命は2年以上と言われ⁹⁾、今回の試験結果のように一時的にネズミノオが減少したものの再び株数が増加したことを考えると、ネズミノオの防除は短期的な期間の防除ではなく長期的な期間で防除する必要がある、今後の課題と思われる。

VI 引用文献

- 1) 農研機構, https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/narc/2013/narc13_s24.html
- 2) 沖縄労働局, https://jsite.mhlw.go.jp/okinawa-roudoukyoku/hourei_seido_tetsuzuki/sait_eichingin_00005.html
- 3) 新城明久 (2000), 新版・生物統計学入門, 49-53, 84-89, (株)朝倉書店
- 4) 畜産技術協会・日本草地学会編, 草地科学実験・調査法 (2004), 社団法人畜産技術協会
- 5) 沖縄県畜産試験場 (1999) 牧草・飼料作物の手引き, 34
- 6) 長崎裕二・森山高広 (1991) 沖縄畜産試験場研究報告, 29, 109
- 7) 栗田夏子・荷川取秀樹 (2019), 57, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告
- 8) 竹松哲夫・一前宣正, 世界の雑草Ⅲ (1997), 849, 全国農村教育協会
- 9) 竹松哲夫・一前宣正, 世界の雑草Ⅲ (1997), 851, 全国農村教育協会

研究補助：亘保 永堅，赤嶺 圭作

漂着軽石の家畜ふん堆肥化副資材利用の検討

恩田寛 細井伸浩 上里ゆかり 鈴木直人

I 要 約

2021年8月の福徳岡ノ場噴火に伴い沖縄本島沿岸に漂着した軽石について、家畜ふん堆肥化における水分調整用副資材（以下、堆肥化副資材）利用の可能性を検討するため、小型堆肥化実験装置を使用した家畜ふん堆肥化試験を、漂着軽石を用いた「軽石区」、代表的な堆肥化副資材であるオガコを用いた「オガコ区」として比較したところ、以下のとおりであった。

1. 堆肥化過程における品温は、両区ともにピーク時の品温が約60℃まで上昇し、同様に推移した。
2. 堆肥化過程で揮発したアンモニア濃度は、軽石区はオガコ区に比べて高い値で推移した。
3. コマツナ発芽率は、両区ともに100%以上であり、安全性評価の判定基準80%を超えた。

以上のことから、漂着軽石は、揮発アンモニア濃度に違いはあるが、家畜ふん堆肥化におけるオガコ代替副資材としての利用の可能性が示唆された。

II 緒 言

2021年8月の福徳岡ノ場噴火に伴い沖縄本島沿岸に大量の軽石が漂着し、軽石の利活用検討が求められている。また、軽石は、多孔質であり、排水性、通気性、保水性など堆肥化副資材としての利用が期待され、高橋らの試験では、高水分の乳牛ふんに同容積の軽石を混合し、通気化することで堆肥化できると報告されている¹⁾。いっぽう、オガコは家畜の敷料や堆肥化における代表的な副資材として広く利用されているが、コストと安定供給に課題がある。そこで本試験では、漂着軽石の堆肥化副資材としての可能性を、小型堆肥化実験装置を使用して堆肥化特性、コマツナ発芽率による評価法で調製堆肥の作物に対する安全性について、オガコと漂着軽石を比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は2021年12月から2022年1月に、沖縄県畜産研究センター実験室内で行った。

2. 供試材料

供試材料は、沖縄本島沿岸漂着後に屋外で保管されていた無洗浄の軽石および県内で市販されているオガコを用いた。軽石の外観は、粒径が小さく、角はとれて丸みを帯びた形状であった。供試材料は風乾し、網目間隔9.5mmのふるいを通した。また家畜ふんは、新鮮豚ふんを用いた。

供試材料の性状を表1、軽石の化学組成を表2に示した。

表1 供試材料の性状

材料名	水分 (%)	容積重 (kg/l)	吸水率 (kg水/kg材料)	pH	電気伝導率 (EC) (mS/cm)
オガコ	18.4	0.18	2.50	5.50	0.40
軽石	10.8	0.43	0.94	6.85	1.32
豚ふん	72.1	-	-	-	-

表2 供試材料の化学組成

単位：質量%

材料名	ケイ素 SiO ₂	アルミニウム Al ₂ O ₃	鉄 Fe ₂ O ₃	カリウム K ₂ O	カルシウム CaO	ナトリウム Na ₂ O	チタン TiO ₂	その他
軽石	58.6	14.4	9.8	7.8	4.1	2.4	1.2	1.7

注1) 家庭用ミキサーで微粉碎し，蛍光X線分析装置（JSX-1000S，日本電子社製）で分析。

2) 数値は，全測定項目を100とした場合の割合。



写真1 供試材料

3. 試験区分および混合量

試験区分および混合量を表3に示した。豚ふんと堆肥化副資材の混合物が，堆肥化発酵スタートの基準となる水分60%程度³⁾になるように，オガコ区は，豚ふん3.0kgにオガコを容積2.5lとなる0.45kgを混合した。軽石区は，豚ふん3.0kgに軽石をオガコと同じ容積2.5lとなる1.07kgを混合した。

表3 試験区分および混合量

単位：kg

区分	豚ふん	オガコ	軽石	合計
オガコ区	3.0	0.45	-	3.45
軽石区	3.0	-	1.07	4.07

4. 試験方法

小型堆肥化実験装置を図1に示した。豚ふんと堆肥化副資材の混合物を小型堆肥化実験装置（かぐやひめ，富士平工業社製）に充填し，0.45l/minの通気量で1週間毎に切り返ししながら17日間の堆肥化処理を行った。また，表4のとおり堆肥化期間は，2021年12月21日から2021年12月28日までの7日間を1期とし，1期終了後に1回目の切り返しを行った。2021年12月28日から2022年1月4日までの7日間を2期とし，2期終了後に2回目の切り返しを行った。2022年1月4日から品温が低下した2022年1月7日までの3日間を3期とし，3期で堆肥化処理を終了した。試験は両区2反復で行った。

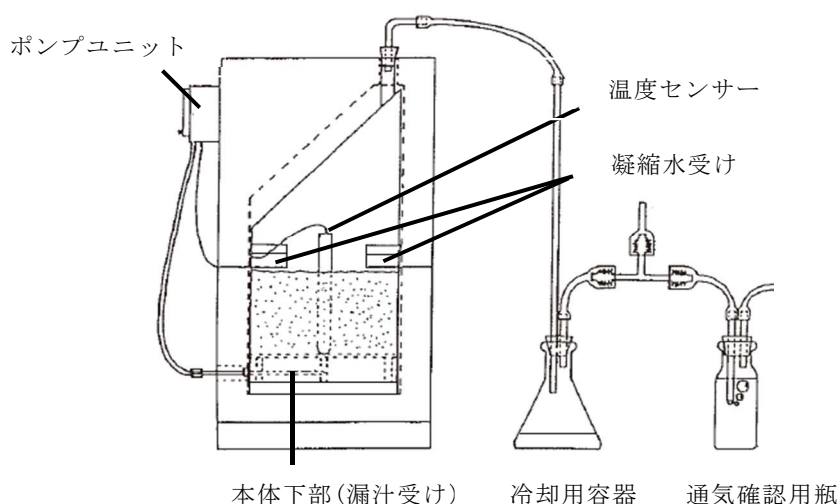


図1 小型堆肥化実験装置の概略図

表4 堆肥化期間

	開始日	終了日	備考
1期(7日間)	2021年12月21日	2021年12月28日	終了後1回目切り返し
2期(7日間)	2021年12月28日	2022年1月4日	終了後2回目切り返し
3期(3日間)	2022年1月4日	2022年1月7日	

5. 調査項目

調査項目は、堆肥過程における容積重、品温、揮発アンモニア濃度、調製堆肥のコマツナ発芽率、pH、電気伝導率（以下、EC）とした。

容積重は小型堆肥化実験装置の底面積、堆肥の堆積高および重量から算出した。品温は、おんどとりTR-72Uiで経時的に測定した。揮発アンモニア濃度は、北川式検知管で毎日測定した。

堆肥化試験終了後の調製堆肥のコマツナ発芽率、pH、ECは常法により測定した²⁾。コマツナ種子は、夏楽天（カネコ種苗）を用いた。

IV 結果および考察

1. 容積重

堆肥化過程における容積重を図2に示した。容積重はオガコ区よりも軽石区のほうが大きかったが、両区ともに堆肥化発酵スタートの基準となる0.7kg/l以下³⁾であった。容積重は、両区ともに1期開始時から2期開始時に大きく減少し、軽石区はその後ほとんど減少せず、オガコ区は緩やかな減少に転じたため、容積重の差を広げて推移した。1期目は好気性微生物の分解に伴う発酵熱で混合物の水分が減少し、通気性が確保されたことで容積重が大きく減少したことが示唆される。

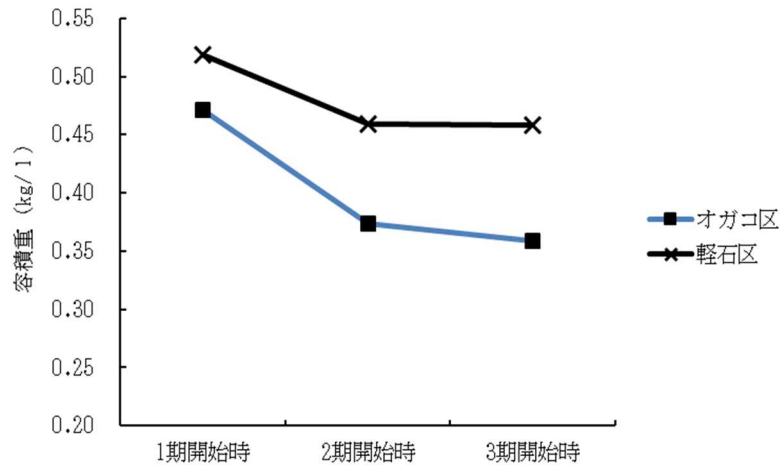


図 2 容積重の推移

2. 品温

堆肥化過程における品温の推移を図 3 に示した。堆肥化処理では切り返しを行い、堆肥中に空気を送ることで好気性微生物を活発化させ、有機物の分解を促進する。さらに、好気性微生物の分解に伴う発酵熱によって堆肥の温度が上昇する。

高橋らの試験では、乳牛ふんと軽石（粒径 25～30mm）を混合して堆肥化したところ、ピーク時の品温が、オガコのピーク時の品温よりも低くなるとの報告がある¹⁾。しかし、本試験においては両区ともに切り返し後は同程度の品温上昇が見られた。1 期目は軽石区よりもオガコ区が先にピークへ到達し、ピーク時の品温は両区ともに約 60℃まで上昇した。2 期目はピーク時の品温は両区ともに約 50℃まで、3 期目はピーク時の品温は両区ともに約 30℃まで上昇した。このことは、軽石区もオガコ区と同様に微生物の活動が盛んに行われたことを示している。

本試験では、軽石の吸水率はオガコの半分以下であるが、オガコの 2 倍以上の重量の軽石を混合したため、軽石はオガコと同程度の豚ふん水分を吸水し、堆肥化発酵スタートを促進したことが示唆される。また、軽石は網目間隔 9.5mm のふるいを通した粒径が小さく、丸みを帯びた形状のため、通気のショートパスが起こらず、両区のピーク時の品温に差が生じなかったと推察される。

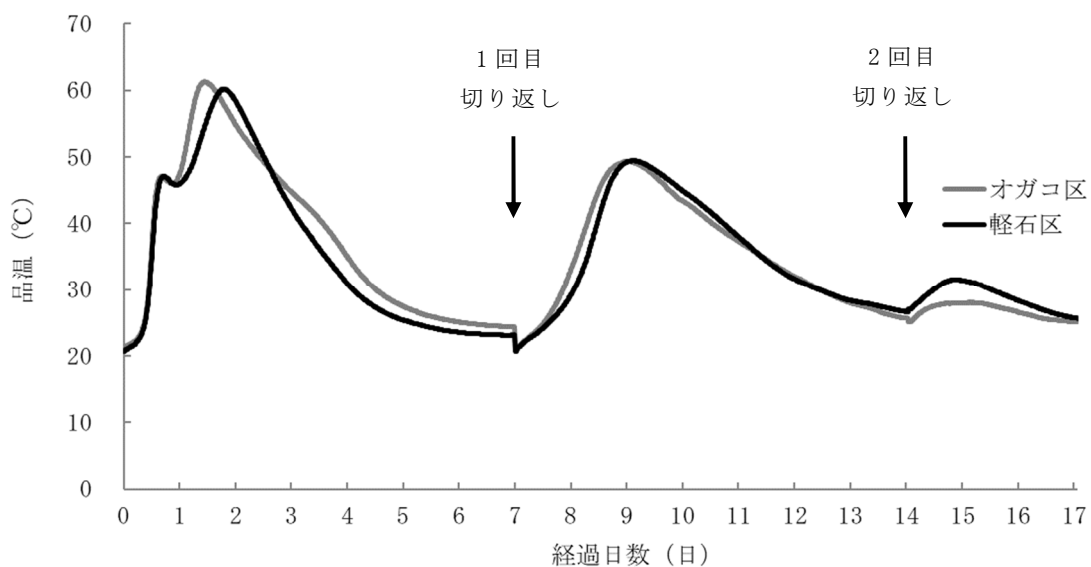


図 3 品温の推移

3. 揮発アンモニア濃度

堆肥化過程で揮発したアンモニア濃度の推移を図4に示した。堆肥化過程では、有機物の分解に伴いアンモニアが発生する。品温の上昇に続いて大量のアンモニアが発生する⁴⁾とされており、本試験においても堆肥期間の1期目で同様な傾向が見られた。2期目は1期目に比べると低いですが、品温の上昇に続いてアンモニアの発生が見られた。3期目は両区ともにアンモニアの発生はほとんど無かった。アンモニア濃度の結果からも、両区ともに好気性微生物によって有機物が分解されていることが示された。

また、1期目から2期目を通してオガコ区よりも軽石区でアンモニア濃度が高く推移した。オガコや軽石は、脱臭装置の充填資材として利用されており、オガコはアンモニアを物理的に吸着することで脱臭処理⁵⁾し、軽石は微生物担体となり、微生物の働きでアンモニアを脱臭処理⁶⁾する。山田らの試験では、軽石と同じく脱臭装置の充填資材であるロックウールのアンモニア脱臭処理量を比較したところ、軽石はロックウールより単位容積あたりのアンモニア脱臭処理量が3.7倍多いと報告されている⁶⁾。オガコと軽石のアンモニア脱臭処理量を比較した知見は確認されていないが、本試験でのアンモニア濃度の違いは、オガコと軽石のアンモニア脱臭処理量の違いが要因と推察される。

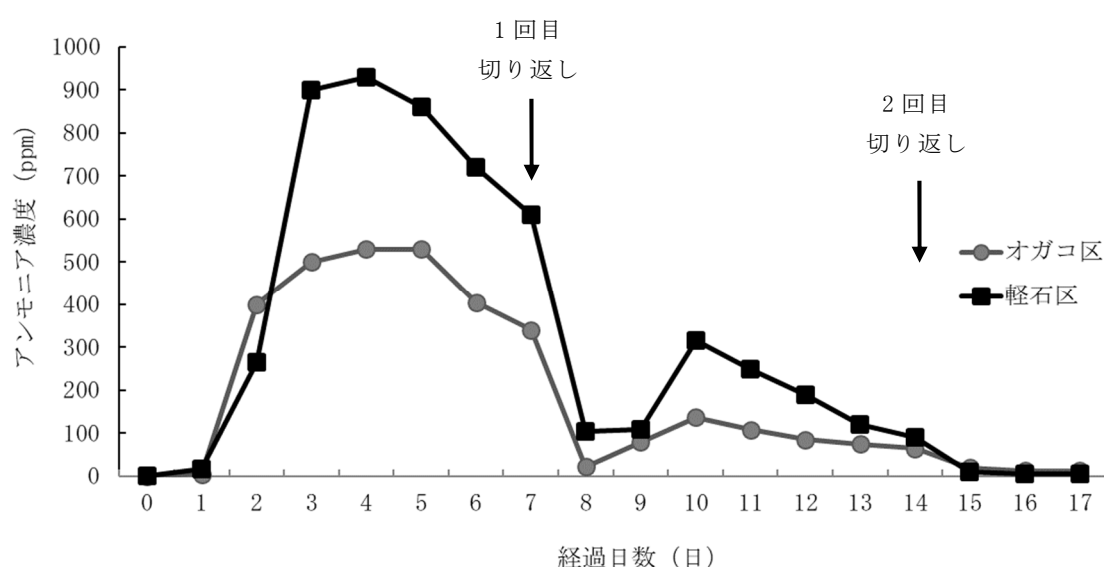


図4 揮発アンモニア濃度の推移

4. コマツナ発芽率, pH, EC

両区の調製堆肥コマツナ発芽率, pH, ECを表5に示した。

コマツナ発芽率は、両区ともに100%以上であった。安全性評価の判定基準として発芽率80%以上とされている²⁾ことから、発芽阻害要因の影響は少ないと推察される。

pHは両区ともに弱アルカリ性であった。このことは、好気性微生物が、タンパク質をアルカリ性であるアンモニアに分解したことを示している。

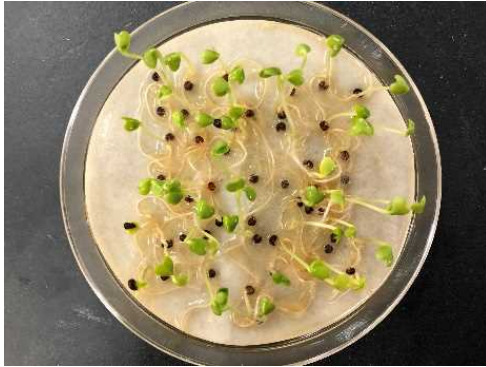
漂着軽石は、福岡ノ場噴火後に海を漂流し、海水を含有していると推察された。本試験では、無洗浄で試験に供したため、高ECによる発芽阻害が懸念されていた。ECが10mS/cm以上であれば、コマツナ発芽率が80%以下になるとされている²⁾。本試験では、両区ともに2mS/cm未満であることから、高ECによる発芽阻害は生じていないことが示唆される。

なお、調製堆肥は、両区ともにアンモニア臭は感じられなかった。外観は、オガコ区は、堆肥中にオガコが形状をとどめており、軽石区は、堆肥中に軽石が形状をとどめていた。

表5 調製堆肥のコマツナ発芽率, pH, EC

区分	コマツナ発芽率 (%)	pH	EC (mS/cm)
オガコ区	100	8.73	1.25
軽石区	101	8.83	1.62

注) コマツナ発芽率は、純水栽培の発芽数に対する比率で表示。



オガコ区



軽石区

写真2 コマツナの発芽状況



オガコ区



軽石区

写真3 調製堆肥

以上のことから、漂着軽石を副資材として堆肥化に利用した場合、オガコに比較して混合物の容積重が大きいと通気性は少ないが、品温上昇が示すとおり好気性微生物の活動によって有機物の分解が行われていることが示唆された。また、コマツナ発芽率は、両区ともに100%以上であり、安全性評価の判定基準80%を超えていることから、漂着軽石は堆肥化におけるオガコ代替副資材として利用の可能性が示唆された。

今後、実証規模での堆肥化や家畜ふん軽石堆肥の圃場で栽培する植物の生育への影響について、検討していく必要がある。

V 引用文献

- 1) 高橋朋子・鈴木睦美・山田正幸・岩渕和則・渡邊彰裕(2008)回収可能資材による乳牛ふん堆肥化技術, 群馬県畜産試験場研究報告, 15, 95-101
- 2) 財団法人日本土壌協会(2010)堆肥等有機物分析法, 18-31, 財団法人日本土壌協会
- 3) 財団法人畜産環境整備機構(2004)家畜ふん尿処理施設の設計・審査技術, 12, 財団法人畜産環境整

備機構

- 4) 財団法人畜産環境整備機構(1998)家畜ふん尿処理利用の手引き, 79, 財団法人畜産環境整備機構
- 5) 社団法人中央畜産会(2000)堆肥化施設設計マニュアル, 57, 社団法人中央畜産会
- 6) 山田正幸・高橋朋子・鈴木睦美(2007)軽石を利用した低コスト脱臭装置の実証, 群馬県畜産試験場研究報告, 14, 91-97

職 員 一 覧
(2022 年 3 月現在)

所 長		鈴木 直人
企画管理班	班 長 研究主幹 主 任 主 任 主 事 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員	恩田 寛 具志 尚子 岩崎 義史 伊藤 涼 平良 優光 伊藝 博志 宜保 永堅 仲宗根安利 久田 友美 宮城 広明 玉本 博之 又吉 博樹 仲程 正巳 平良 樹史 山城 一也 赤嶺 圭作
育種改良班	班 長 主任研究員 主任研究員 研究員 研究員 研究員 研究員 技 師 主 事	平安山英登 小山裕美子 高江洲 斉 末澤 遼平 照屋 喬己 西山 朱音 玉城 侑樹 荷川取秀樹 上里ゆかり
飼養・環境班	班 長 主任研究員 研究員 研究員 研究員 主 事	片桐 慶人 細井 伸浩 普照 恭多 平良 祥 伊佐 常暢 審 晶

2021 年度（令和 3 年度）編集委員会

編集委員長	恩田	寛
事務局長	具志	尚子
編集委員	高江洲	斉
編集委員	照屋	喬己
編集委員	西山	朱音
編集委員	普照	恭多
編集委員	伊佐	常暢

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 59 号

令和 4 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）
