
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58号

2020年度（令和2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 58 号

2020 年度（令和 2 年度）

目 次

大家畜分野

- 1 沖縄県内の黒毛和種枝肉情報の解析
(1) 県内肥育の牛枝肉における脂肪酸組成の状況
..... 光部 柳子..... 1
- 2 肥育後期 10 ヶ月間におけるシークワサー搾り粕の給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響
..... 西山 朱音..... 6
- 3 黒毛和種における 1 塩基多型 (SNP) 情報解析
(1) 現場後代検定牛選抜におけるゲノム育種価の有効性の検討
..... 末澤 遼平..... 12
- 4 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2020 年度）
..... 渡慶次 功..... 17
- 5 和牛種雄牛現場後代検定成績（2020 年度）
(15) 種雄牛「百合北」「北百合平」および「勝久平」の検定成績
..... 渡慶次 功..... 20

中家畜分野

- 6 シークワサー粕給与が肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響
..... 普照 恭多..... 25
- 7 泡盛蒸留粕混合飼料の給与が肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響
..... 普照 恭多..... 31

牧草育種分野

- 8 沖縄県におけるブラキアリアグラスの栽培利用技術の確立
(1) 新品種候補系統「沖縄 1 号」における播種量の検討
..... 栗田 夏子..... 38

畜産環境分野

- 9 豚熱防疫措置後の汚水処理施設における処理能力の検討
(1) 長期ばっ気停止が豚舎排水処理に及ぼす影響
..... 二宮 恵介..... 43

沖縄県内の黒毛和種枝肉情報の解析

(1) 県内肥育の牛枝肉における脂肪酸組成の状況

光部柳子 西山朱音 渡慶次功 安村陸*
荷川取秀樹

I 要 約

沖縄県内で肥育された黒毛和種枝肉について調査を行った結果以下のとおりであった。

1. 去勢におけるオレイン酸および一価不飽和脂肪酸 (MUFA) の平均値は 53.9%および 59.7%であり、全国平均の 54.7%および 60.5%を下回っていた。
2. 雌におけるオレイン酸および MUFA の平均値は、55.0%と 60.6%であり、全国平均の 56.4%および 62.1%を下回っていた。
3. 性別、出荷月齢、肥育農家間における差が認められた。
4. 肥育牛の父である種雄牛間に有意差が認められた。今後、オレイン酸および MUFA 値の育種価評価が高い種雄牛を用いることで、遺伝的改良が可能であることが示唆された。

本調査結果より、本県における黒毛和種枝肉の脂肪酸組成の現状と脂肪酸組成に影響を与えている要因の一部が明らかとなった。

II 緒 言

近年、和牛枝肉のおいしさについての関心が高まっており、食感に影響を与えるとされる脂肪酸組成について各地で調査研究^{1,2)}が行われている。また、脂肪酸に含まれるオレイン酸は他県におけるブランド牛肉の基準値に採用され、オレイン酸を含むMUFAは、第10回全国和牛能力共進会から審査基準に取り入れられるなど、全国的に脂肪の質に関する取り組みが行われている。和牛におけるオレイン酸およびMUFAは遺伝による改良が可能であることも示されていることから³⁾、今後の育種改良においてもMUFA等が一つの指標となると思われる。本県においても、県内肥育牛における食味向上の取り組みが必要であると考えられるが、そのためには県内肥育牛の脂肪酸組成の現状を把握する必要がある。当センターでは、2013年に沖縄県畜産共進会出品牛および現場後代検定調査牛であった黒毛和種肥育牛108頭を対象に脂肪酸測定の結果を報告しているが⁴⁾、調査範囲が限定的であるため県内肥育牛における脂肪酸組成の現状把握には至っていない。そこで今回、県内肥育黒毛和種の脂肪酸組成について改めて調査を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 材料

2019年10月から2020年12月にかけて(株)沖縄県食肉センターに出荷された黒毛和種肥育牛の合計1157頭について調査を行った。

2. 調査項目および方法

調査項目は、枝肉のオレイン酸および MUFA 含有率、肥育牛の性別、と畜月齢、出荷者、BMS No. ならびに肥育牛の一代祖の種雄牛とした。

使用機器は食肉脂質測定装置 S7010 (相馬光学) および S7041 (相馬光学) とし、格付終了後直ちにオレイン酸および MUFA の測定を行った。測定部位は牛枝肉の格付部位である第 6 から 7 肋骨間における切開面の筋間脂肪部とした。

3. 統計処理

統計解析には、R および R コマンダーの機能を拡張した統計ソフトウェアである EZR を使用した。2 群間の比較では t 検定を行った。3 群以上の比較では ANOVA 分散分析を行い有意性が確認された場合は

* 現沖縄県畜産課

Tukey-Kramer 法により各群間における有意差の検定を行った。

IV 結 果

1. 全頭および性別におけるオレイン酸および MUFA 含有率

調査を行った肥育牛の頭数、平均肥育月齢、オレイン酸および MUFA 含有率を表 1 に示す。まず、本県における平均と畜月齢は去勢で 30.3 カ月、雌で 31.2 カ月であり、全頭平均は 30.4 カ月であった。本県におけるオレイン酸含有率の平均値は去勢 53.9%、雌 55.0%、全頭 54.0%であった。MUFA 含有率の平均値は、去勢 59.7%、雌 60.6%、全頭 59.8%であった。いっぽう、全国和牛登録協会が複数県にわたって行った測定では、オレイン酸の平均が去勢 54.7%、雌 56.4%、全頭 55.2%、MUFA の平均値が去勢 60.5%、雌 62.1%、全頭 60.9%となっている⁵⁾。

表 1 調査牛における平均と畜月齢、オレイン酸および MUFA 含有率

	頭数	と畜月齢 (カ月)	オレイン酸 (%)	MUFA (%)	
沖縄本島 ¹⁾	去勢	1072	30.3±0.05	53.9±0.1	59.7±0.1
	雌	85	31.2±0.17	55.0±0.4**	60.6±0.5**
	全頭	1157	30.4±0.05	54.0±0.1	59.8±0.1
全 国 ²⁾	去勢	-	29.2	54.7	60.5
	雌	-	29.5	56.4	62.1
	全頭	121269	29.3	55.2	60.9

注 1) 平均値±標準誤差

2) 新たな牛肉の美味しさ形質に関する報告書⁵⁾ より引用

3) **: 沖縄本島における同列内の去勢および雌間に有意差あり (p<0.01)

2. 出荷月齢・BMS No. ・肥育農家による影響

出荷月齢別別にオレイン酸ならびに MUFA 含有率を比較した結果を表 2 に示す。その結果、出荷月齢の増加に伴ってオレイン酸および MUFA 含有率が増加する傾向が認められた。

表 2 月齢別におけるオレイン酸および MUFA 含有率

と畜月齢	去勢 頭数	オレイン酸 (%)	MUFA (%)
27カ月以上28カ月未満	38	51.8±0.6 ^a	57.7±0.6 ^a
28カ月以上29カ月未満	160	53.3±0.3 ^{ab}	58.9±0.3 ^{ab}
29カ月以上30カ月未満	238	53.5±0.2 ^{ab}	59.3±0.2 ^{abc}
30カ月以上31カ月未満	274	53.9±0.2 ^{bc}	59.7±0.2 ^{bc}
31カ月以上32カ月未満	195	54.5±0.3 ^{cd}	60.3±0.3 ^{cd}
32カ月以上33カ月未満	106	55.4±0.3 ^d	61.1±0.3 ^d
33カ月以上34カ月未満	34	55.1±0.7 ^{bcd}	60.7±0.7 ^{bcd}

注 1) 平均値±標準誤差

2) 同列内の異符号間に有意差あり (p<0.05)

次に、去勢肥育牛の BMS No. 別にオレイン酸および MUFA 含有率を比較した (図 1)。その結果、オレイン酸および MUFA 含有率ともに、BMS No. 3 における値は BMS No. 5 から 11 に比較して有意に低い値であったが、BMS No. 5 から 11 の間には有意差は認められなかった。

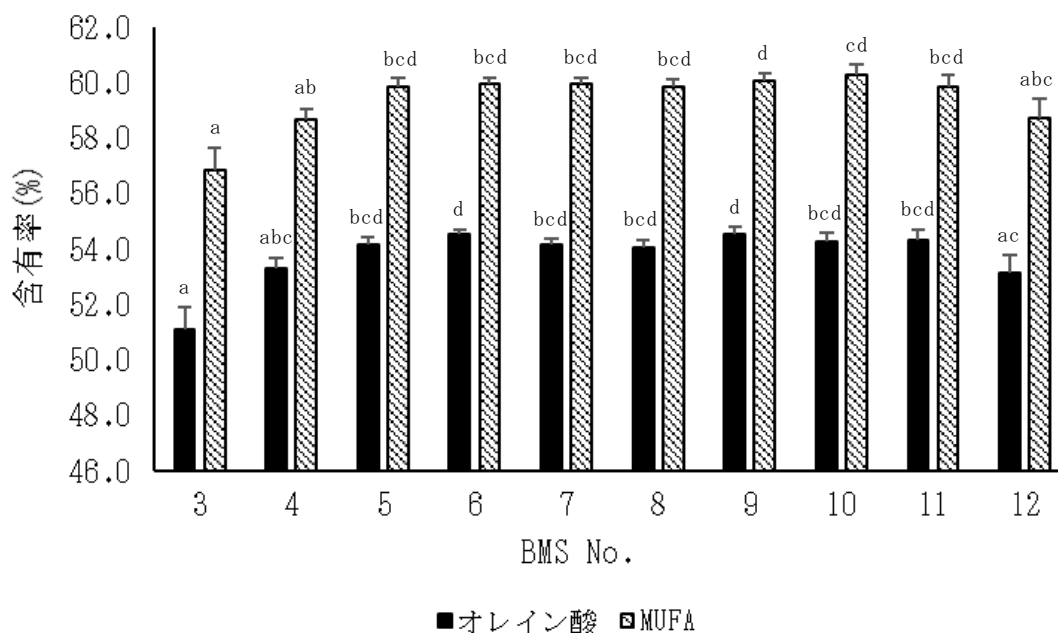


図 1 BMS No. 別におけるオレイン酸および MUFA 含有率

注 1) 平均値±標準誤差

2) 同じ成分内の異符号間に有意差あり (p<0.05)

また、去勢肥育牛で 30 頭以上の枝肉結果を得られた肥育農家を対象に去勢のみを比較したところ、農家間においても差が認められた (表 3)。去勢の全国平均であるオレイン酸 54.7%および MUFA60.5%を超えているのは、農家 A および B であった。

表 3 肥育農家別におけるオレイン酸および MUFA 含有率

肥育農家	去勢頭数	と畜月齢 (カ月)	オレイン酸 (%)	MUFA (%)
A	173	31.0	55.3±0.3 ^a	61.3±0.3 ^a
B	38	30.7	55.1±0.4 ^{ab}	60.5±0.5 ^{ab}
C	472	30.4	54.0±0.2 ^{bc}	59.5±0.2 ^{bc}
D	166	30.2	53.0±0.3 ^d	59.1±0.5 ^{bc}
E	102	29.1	52.9±0.4 ^d	58.9±0.3 ^{bc}
F	45	30.0	52.6±0.6 ^{cd}	58.1±0.7 ^c

注 1) 平均値±標準誤差

2) 同列内の異符号間に有意差あり (p<0.05)

4. 種雄牛別にみた脂肪酸組成

最後に 10 頭以上の枝肉結果を持つ種雄牛別に比較を行った (表 4)。その結果、種雄牛間に有意差が認められ、オレイン酸および MUFA の平均値では美津忠平が一番高い値となった。また、オレイン酸および MUFA とともに、西照久および県外種雄牛 D と比較して美津忠平と県外種雄牛 A が有意に高い値であった。また、公益社団法人全国和牛登録協会において令和 3 年 1 月に解析された MUFA 推定育種価を表 4 に示し

た。推定育種価では美津忠平の値が一番高く、次いで県外種雄牛B，光北福，勝群星の順であった。

表4 種雄牛別におけるオレイン酸および MUFA 含有率

	頭数	オレイン酸	MUFA	MUFA推定育種価 ^{注1)} (正確度)
美津忠平	23	56.0±0.6 ^a	62.3±0.7 ^{ab}	3.94 (0.82)
県外種雄牛A	107	55.4±0.3 ^{ab}	60.9±0.3 ^a	2.04 (0.94)
勝群星	87	54.8±0.3 ^{abc}	60.9±0.4 ^{abc}	2.40 (0.94)
光北福	60	54.5±0.5 ^{abc}	60.7±0.5 ^{abc}	2.48 (0.92)
県外種雄牛B	56	54.9±0.5 ^{abc}	60.4±0.5 ^{abc}	3.26 (0.92)
百合哲	21	54.7±0.8 ^{abc}	60.3±0.7 ^{abc}	1.86 (0.82)
球美乃花	137	54.3±0.3 ^{abc}	59.9±0.3 ^{abc}	0.47 (0.94)
北福波	63	53.9±0.4 ^{abc}	59.4±0.4 ^{abc}	0.54 (0.95)
福福波	64	53.5±0.5 ^{bc}	59.1±0.4 ^{bc}	-0.59 (0.93)
県外種雄牛C	36	53.6±0.7 ^{abc}	59.1±0.4 ^{abc}	-0.43 (0.90)
百合北	12	53.9±0.8 ^{abc}	59.1±0.8 ^{abc}	0.09 (0.78)
県外種雄牛D	72	53.5±0.5 ^c	59.0±0.5 ^{bc}	-1.14 (0.93)
北百合平	17	53.8±0.9 ^{abc}	58.9±0.9 ^{abc}	1.54 (0.81)
勝久平	17	53.7±0.7 ^{abc}	58.8±0.7 ^{abc}	-0.67 (0.81)
西照久	15	51.9±1.1 ^c	57.5±1.0 ^c	-1.63 (0.77)

注 1) 全国和牛登録協会による令和3年1月の解析値

2) 平均値±標準誤差

3) 同列内の異符号間に有意差あり

V 考 察

近年、黒毛和種枝肉の質についての関心が高まっており、その一つにオレイン酸およびオレイン酸を含めた MUFA 含有率が取り上げられている。オレイン酸を含めた MUFA 含有率については、第10回全国和牛能力共進会から審査基準に取り入れられ、他県においてもブランド化などの取り組みが行われている。本調査では、本県における肥育牛の脂肪酸組成の状況と脂肪酸組成に影響を与えている要因について調査を行った。その結果、本県における肥育牛のオレイン酸および MUFA 含有率は、去勢、雌ともに全国平均を下回っているのが現状であった。このことから、本県における牛枝肉の MUFA 含有率の向上に関する取り組みが必要であると考えられた。

脂肪酸組成に影響を与えている要因について調べた結果、性、月齢、肥育農家、種雄牛間に差が認められた。オレイン酸および MUFA 含有率は、去勢より雌で高く、肥育月齢が上がるにつれて増加する傾向にあった。これは他の報告とも一致している⁶⁾。去勢肥育牛のみを肥育農家別に比較した結果では、上位3農家については平均と畜月齢が長いほどオレイン酸および MUFA が高い傾向が見られた。しかし、D～G についてはと畜月齢の違いとは別の要因が考えられる。脂肪酸組成については飼料による影響も報告されているため⁷⁾ 飼養環境の影響も考えられる。いっぽう、本調査における肥育農家間の比較では、同じ種雄牛を持つ産子の比較はできなかった。種雄牛による影響も示されているため、今後農家間の差

の要因を検討する必要がある。

種雄牛別における脂肪酸組成については、産子が高いオレイン酸および MUFA 含有率を持つ種雄牛が確認された。このような種雄牛を活用することで、県内黒毛和種の脂肪の質の遺伝的改良が可能であると考えられた。いっぽうで、若い種雄牛は現在判明している枝肉結果が少なく標準誤差が大きいため、枝肉情報を集めてより正確に解析を行うことが必要である。また、脂肪酸組成に影響を与える要因については遺伝子の存在もいくつか報告されており、新たな候補遺伝子の探索も続いている^{8, 9)}。このような遺伝子情報も活用していくことで、より効率的な育種改良が期待される。

本調査では、BMS No. 3 におけるオレイン酸および MUFA 含有率は BMS No. 5 から No. 11 における値よりも有意に低くなった。しかし BMS No. 5 から No. 11 においては差が見られなかったため、BMS No. の脂肪酸組成への影響は少ないと考えられた。横田ら³⁾は、黒毛和種枝肉において脂肪酸と脂肪交雑基準の遺伝相関は低く、脂肪交雑と脂肪酸組成は独立した関係であると考えられることを報告している。脂肪交雑と脂肪酸組成との相関が低いということは、脂肪交雑の改良と脂肪の質の改良を同時に行えることを示している。今後、本県における育種改良の指標として、脂肪酸組成を取り入れていくことを考慮する必要がある。

本調査結果より、本県の黒毛和種肥育牛におけるオレイン酸および MUFA 含有率の現状が明らかとなり、脂肪酸組成に影響を与えている要因の一部が確認できた。今後、県内で肥育される黒毛和種について、オレイン酸および MUFA 含有率を向上させる取り組みが必要だと考えられる。

謝 辞

本研究の推進にあたり、枝肉調査にご協力頂いた沖縄県家畜改良協会下地貴士氏に深謝致します。

VI 引用文献

- 1) 野儀卓哉 (2006) 鳥取和牛肉の脂肪酸組成割合に与える要因について (第 1 報), 鳥取農林総研畜試研報, **34**, 11-14
- 2) 岡幸宏・今岡豊 (2014) 県内産黒毛和種肥育牛の脂肪酸組成の状況, 愛媛畜研セ研報, **2**, 15-21
- 3) 横田祥子・杉田春奈・大友良彦・須田義人・鈴木啓一 (2011) 黒毛和種牛肉における脂肪酸組成と枝肉形質および肉質形質との遺伝的関係, 東北畜産学会報, **60**(3), 80-85
- 4) 砂川隆治・太野垣陽一・安里直和・森山高広 (2013) 県内肉用牛情報の統計的解析(3) 食肉脂質測定装置による脂肪酸測定と脂肪酸組成に与える要因, **51**, 1-5
- 5) 一般社団法人全国肉用牛振興基金協会 (2020) 新たな牛肉の美味しさ形質に関する報告書, 29-30
- 6) 堀川明彦・笹木教隆 (2016) 福井県内で肥育された黒毛和種牛肉における性別, 種雄牛および飼養管理の違いが不飽和脂肪酸割合に及ぼす影響, 福井畜試研報, **28**, 1-6
- 7) 浅田勉・黒沢功・南雲忠 (2007) 米ぬか添加が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響, 群馬畜試研報, **14**, 9-20
- 8) Masaaki T., Takeshi U., Kenji O., Hideyuki M., Masato K., Yoshihiro T., Atsushi O. and Soichi T. (2004) Genotype of stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle, *Mam Genome*, **14**, 142-148
- 9) 佐久間弘典・小林栄治 (2011) 黒毛和牛の優れた風味とそれをもたらす遺伝子の解明, におい・かおり環境学会誌, **42**(4), 276-284

肥育後期 10 ヶ月間におけるシークワサー搾り粕の給与が 黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響

西山朱音 安村陸* 荷川取秀樹

I 要 約

県産黒毛和種肥育牛のブランド化を目的に、肥育後期の 10 ヶ月間にシークワサー搾り粕（以下、シークワサー粕）を給与して肥育した区を試験区、シークワサー粕を給与せずに肥育した区を対照区として、比較を行った結果以下のとおりであった。

1. 1 頭あたりの乾物（DM）摂取量、粗タンパク質（CP）摂取量および可溶化養分総量（TDN）摂取量は試験区と対照区において有意な差はみられなかった。
2. 枝肉成績では、枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、脂肪交雑基準（BMS No.）で有意な差は認められなかったが、牛肉色基準（BCS No.）において試験区が有意に高いことが認められた。
3. 脂肪酸組成では、一価不飽和脂肪酸（MUFA）が対照区で有意に高い値を示した。また飽和脂肪酸（SFA）が試験区において有意に高い値を示した。
4. 両区において分析した遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪融点に有意な差はみられなかった。

II 緒 言

近年の畜産経営では、未利用資源を活用し、地域特有の肉用牛としての付加価値化が盛んに行われている¹⁾。本県では、県産牛肉の地域特産化やブランド化を目指し、シークワサーやパイナップルなど熱帯果実加工残さを利用した飼料作りに取り組んできた。安里ら²⁾は、本県で多く生産されている果実における加工残さの分析を行い、シークワサー搾り粕には、他の果実加工残さと比較して CP 含有量やオレイン酸などの不飽和脂肪酸が高い傾向にあることを報告した。翁長ら³⁾は、シークワサー搾り粕を黒毛和種肥育牛の肥育後期 146 日間に 4.5%給与した結果、飼料摂取量が多くなり牛肉の苦味を抑える効果や、オレイン酸含量が高くなる可能性があるとして報告した。そこで本試験では給与期間を 10 ヶ月、シークワサー粕給与量を 8%と設定し、黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響について検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は 2019 年 11 月 3 日から 2020 年 9 月 25 日までの 327 日間、JA おきなわ今帰仁肥育センターで実施した。

2. 供試牛および試験区分

供試牛の概要を表 1 に示した。20 から 21 カ月齢の黒毛和種去勢牛 8 頭を用い、シークワサー粕、肥育後期飼料、稲わらを給与した 4 頭を試験区、肥育後期飼料、稲わらのみを給与した 4 頭を対照区とした。

表 1 供試牛の概要

区分	牛No,	生年月日	開始時日齢	試験期間	父	母の父	母の祖父
対照区	1	2018/2/26	615	318	美津照重	平茂勝	紋次郎
	2	2018/1/26	646	320	菊花国	美津百合	北福波
	3	2018/1/24	648	318	幸紀雄	勝海邦	福谷福
	4	2018/3/4	609	320	諒太郎	北福波	平茂勝
		平均±標準偏差	629.5±17.6	319.0±1.2			
試験区	1	2018/2/12	629	318	凜斗福	幸紀雄	美国桜
	2	2018/1/23	649	327	北福波	勝海邦	晴姫
	3	2018/2/20	621	318	美国桜	百合茂	安福久
	4	2018/2/4	637	327	勝群星	北福波	糸富士
		平均±標準偏差	634.0±10.3	322.5±5.2			

3. 飼料給与量および養分含量

シークワサー粕は2週間前後ハウス内で風乾し粉碎したものを供した。各飼料の給与割合および養分含量を表2に、シークワサー粕の養分含量を表3に示した。

表 2 飼料配合割合および養分含量 単位：%DM

飼料名	対照区	試験区
おきなわ和牛肥育後期	80	72
稲わら	20	20
シークワサー粕		8
DM	89.8	89.8
CP	9.8	9.7
TDN	68.5	70.1

注) DM:乾物, TDN:可溶化養分総量, CP:粗タンパク質

表 3 シークワサー粕の養分含量 単位：%DM

	DM	TDN	CP	NDF	ADF
シークワサー粕	89.7	93.1	10.4	19.1	19.9

注) NDF:中性デタージェント繊維, ADF:酸性デタージェント繊維

4. 調査項目

1) 飼料摂取量

飼料給与翌朝に残飼を測定し、給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。

2) 枝肉成績

沖縄県食肉センターでと畜解体後の枝肉について、日本食肉格付協会の格付成績を用いて比較した。

3) 肉質成績

-30℃で冷凍保存したロース肉を用いて、肉質分析を行った。肉質分析の調査項目は、脂肪酸組成、遊

離アミノ酸，核酸系物質，脂肪融点とした。

脂肪酸組成は，Folch⁴⁾の方法により油分を抽出し，脂肪酸メチル化キット（ナカライテスク）により鹸化およびメチルエステル化した後，GC（agilent, 7890B）で分析した。分析した脂肪酸は，ミリスチン酸（C14:0），ミリストレイン酸（C14:1），パルミチン酸（C16:0），パルミトレイン酸（C16:1），ステアリン酸（C18:0），オレイン酸（C18:1），リノール酸（C18:2）とし，これら7種の脂肪酸総量を100としてそれぞれの脂肪酸割合を算出した。さらに，二重結合を持たない脂肪酸C14:0，C16:0，C18:0の総量を飽和脂肪酸（SFA），二重結合を1つ持つC14:1，C16:1，C18:1の総量を一価不飽和脂肪酸（MUFA），C18:2を多価不飽和脂肪酸（PUFA）として計算した。

遊離アミノ酸，核酸系物質，脂肪融点の分析はビューロベリタスエフイーエーシー株式会社へ委託した。

5. 統計処理

上記分析の結果は，t検定により両区間の比較を行った。

IV 結果および考察

1. 飼料摂取量

1日1頭あたりの飼料摂取量を表4に示した。DM摂取量，CP摂取量，TDN摂取量は両区間に有意な差は認められなかった。

	対照区			試験区		
DM摂取量	9.95	±	0.17	9.78	±	0.32
CP摂取量	0.98	±	0.04	0.97	±	0.05
TDN摂取量	6.89	±	0.12	6.90	±	0.23

注) 平均±標準偏差

2. 枝肉成績

枝肉成績を表5に示した。枝肉重量で，試験区が対照区より16.4kg大きかったが，有意な差は認められなかった。ロース芯面積，バラ厚，BMS No.，皮下脂肪厚，歩留基準値において両区で有意な差は認められなかった。BCS No.は試験区が4.5，対照区が3.5で有意な差が認められた(p<0.05)。

表5 枝肉成績

	対照区			試験区		
枝肉重量 (kg)	497.9	±	19.9	514.3	±	55.4
ロース芯面積 (cm ²)	58.5	±	6.5	58.8	±	3.3
バラ厚 (cm)	7.6	±	0.8	7.5	±	0.5
皮下脂肪 (cm)	2.7	±	0.4	3.0	±	0.8
歩留基準値 (%)	73.4	±	1.2	73.0	±	0.6
BMS No.	6.5	±	3.5	6.3	±	0.5
BCS No.	3.5	±	0.6	4.5	±	0.6*
締まり	3.8	±	1.5	4.0	±	0.0
きめ	4.0	±	1.2	4.3	±	0.5
BFS No.	2.5	±	0.6	3.0	±	0.0
光沢と質	5.0	±	0.0	5.0	±	0.0

注1) 平均±標準偏差

2) * : p<0.05

3. 肉質成績

脂肪酸組成の分析結果を表6に示した。試験区でステアリン酸とSFAが有意に高い値を示し、パルミトレイン酸とMUFAが有意に低い値となった。オレイン酸は試験区が1.77%低い値を示したが、両区の間には有意差は認められなかった。

表6 脂肪酸組成

単位 : %

項目	対照区			試験区		
ミリスチン酸 (C14:0)	2.59	±	0.40	2.41	±	0.31
パルミチン酸 (C16:0)	23.66	±	1.26	24.56	±	2.22
ステアリン酸 (C18:0)	10.67	±	1.07	13.00	±	0.82*
ミリストレイン酸 (C14:1)	1.05	±	0.34	0.93	±	0.26
パルミトレイン酸 (C16:1)	4.87	±	0.25	3.76	±	0.49*
オレイン酸 (C18:1)	54.67	±	1.73	52.90	±	2.82
リノール酸 (PUFA) (C18:2)	2.49	±	0.42	2.44	±	0.32
飽和脂肪酸 (SFA)	36.93	±	1.88	39.97	±	2.88*
一価不飽和脂肪酸 (MUFA)	60.59	±	1.80	57.59	±	3.00*

注1) 平均±標準偏差

2) * : p<0.05

遊離アミノ酸の分析結果を表7に示した。遊離アミノ酸総量において両区間に有意な差は認められなかった。また、苦みに関連している⁵⁾と考えられるアルギニンは、試験区において対照区よりも0.5mg/100g低い値を示したが有意な差は認められなかった。

表7 遊離アミノ酸

単位：mg/100g

項目	対照区			試験区		
	平均	±	標準偏差	平均	±	標準偏差
アスパラギン酸	1.0	±	0.0	1.0	±	0.0
グルタミン酸	19.0	±	2.2	22.0	±	3.7
グルタミン	54.0	±	14.3	64.8	±	10.3
アスパラギン	3.0	±	0.0	3.0	±	0.0
グリシン	6.8	±	1.0	7.3	±	0.5
アラニン	29.8	±	4.4	32.3	±	3.3
トレオニン	4.5	±	1.0	4.8	±	0.5
セリン	4.3	±	0.5	4.5	±	0.6
プロリン	3.0	±	0.0	3.3	±	0.5
メチオニン	1.0	±	0.0	0.8	±	0.5
リジン	6.3	±	1.0	6.8	±	0.5
イソロイシン	3.5	±	0.6	4.0	±	0.0
ロイシン	7.3	±	0.5	7.8	±	0.5
フェニルアラニン	2.5	±	1.3	2.5	±	2.1
チロシン	1.8	±	0.5	2.3	±	0.5
バリン	4.5	±	0.6	4.8	±	0.5
ヒスチジン	3.0	±	0.0	3.5	±	0.6
アルギニン	9.8	±	1.0	9.3	±	1.3
システイン	0.0	±	0.0	0.8	±	1.0
タウリン	16.5	±	2.4	16.0	±	3.6
オルニチン	1.3	±	0.5	1.8	±	0.5
GABA(γ-アミノ酪酸)	0.0	±	0.0	0.0	±	0.0
カルノシン	219.5	±	27.2	225.0	±	33.8
アンセリン	51.5	±	11.0	46.0	±	14.9

注)平均±標準偏差

核酸系物質の分析結果を表8に示した。イノシン酸が試験区で低い値を示したが、両区に有意な差は認められなかった。

表8 核酸系物質

単位：mg/100g

項目	対照区			試験区		
	平均	±	標準偏差	平均	±	標準偏差
イノシン酸	18.8	±	21.0	7.8	±	5.2
グアニル酸	1.0	±	0.0	1.0	±	0.0
アデニル酸	1.0	±	0.8	1.0	±	0.0

注)平均±標準偏差

表 9 に脂肪融点の分析結果を示した。両区間に有意な差は認められなかった。

表 9 脂肪融点

項目	対照区		試験区	
脂肪融点 (°C)	28.2	± 2.9	27.6	± 6.3

注) 平均±標準偏差

安里ら²⁾は、シークワサー粕においてオレイン酸が 20.0%、リノール酸 43.6%が含まれていることを明らかにし、家畜飼料や食肉の脂肪酸組成の改良資材として十分に活用できるとした。また、翁長ら³⁾は、肥育後期 5 ヶ月間に 4.5%のシークワサー粕を肥育牛の給与飼料に配合した結果、飼料摂取量の増加や牛肉の苦味を抑える効果、オレイン酸含量が高くなる可能性があるとした。本試験では、8%のシークワサー粕を肥育後期約 10 ヶ月間に給与したが、脂肪酸組成においては試験区の MUFA が有意に低い値となり、と畜月齢においても出荷調整のため 32 ヶ月齢を超えたため、MUFA が沖縄県内の肥育和牛去勢の一般平均である 59.8%の値を超えると考えられた。しかし、対照区が高い値を示したのに反し、試験区では有意に低い値となり、一般平均よりも低値となった。さらに、SFA が試験区で有意に高い値を示したことから、シークワサー粕の長期間・高濃度の添加は、良質な脂肪酸組成改良への影響は認められないことが示唆された。しかしながら、枝肉 6 形質および遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪融点などで有意な差が認められなかったことより、シークワサー粕は肥育飼料としての活用が期待できると考える。本県においては、シークワサー粕は毎年一定量の加工残さが排出されており⁶⁾、家畜飼料として十分に活用できる量の確保が可能となることより、今後添加期間および添加濃度の調整を行うことで、県産特有の食品残さから沖縄県産黒毛和牛としての特色をもたせ、シークワサー和牛としてのブランド化に利用できる可能性が示唆された。

謝辞

本研究を実施するにあたり、ご協力を賜りました JA おきなわ今帰仁肥育センターの皆様にご感謝申し上げます。

V 引用文献

- 1) 豊智行 (2012) オリーブ牛のブランド化, 国産牛肉産地ブランド化に関する事例調査報告Ⅳ・日本食肉消費総合センター, 31-35
- 2) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広 (2013) 県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性, 沖縄畜研研報, 51, 41-47
- 3) 翁長桃子・安里直和・島袋宏俊 (2014) シークワサー搾り粕給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響, 沖縄畜研研報, 52, 1-9
- 4) Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol/Chem.*, 226, 497-509
- 5) 引地宏二 (2014) 消費者型官能評価による豚肉の嗜好と肉質分析値との関連性, 養豚の友, 9 月号, 18-21
- 6) 沖縄県農林水産部 (2012) 沖縄県の園芸・流通

黒毛和種における1塩基多型(SNP)情報解析

(1)現場後代検定牛選抜におけるゲノム育種価の有効性の検討

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

I 要 約

1塩基多型(SNP)をSNPチップで解析することにより、沖縄県黒毛和種種雄牛のゲノム育種価(GEBV)をG-BLUP法により算出した。GEBVの有効性を調査した結果、下記のとおりだった。

1. 枝肉6形質の推定育種価とGEBVを比較したところ、いずれの形質も高い相関が認められた。
2. BLUP法による期待育種価とGEBVを推定育種価との相関で比較したところ、GEBVの方がいずれの形質においても推定育種価との間により高い相関が認められた。

これらのことから、沖縄県ではGEBVが現場後代検定牛選抜の指標として有効だと考えられる。

II 緒 言

現在、能力の優れた黒毛和種種雄牛を選抜する方法としてHendersonが開発した^{1,2)} BLUP法がよく用いられている。ただしこの方法ではメンデルアンサンプリングを考慮できないため、同じ父親と母親をもつ全きょうだいの期待育種価は同じ値として評価される。

VanRadenは、SNP情報をもとにした選抜モデルであるG-BLUP法を提唱した³⁾。SNP情報は生後すぐに得ることができ、全きょうだいの比較も可能である。

アメリカの乳牛では2009年よりこのSNP情報から得られるGEBVを活用しており、乳量、生産寿命など1年当たりの遺伝的改良量の増加について報告⁴⁾がされている。

今回、全国の黒毛和種肥育牛群の枝肉成績とSNP情報から沖縄県種雄牛のGEBVを算出し⁵⁾、GEBVの有効性を検討するため推定育種価とGEBVの相関を調べた。また、GEBVを現場後代検定牛選抜の指標としてよいかどうかを現行のBLUP法による期待育種価と比較して調べたので、その結果を報告する。

III 材料および方法

1. 沖縄県黒毛和種肥育牛および沖縄県黒毛和種種雄牛のSNP型判定

県内で肥育された黒毛和種肥育牛の腎周囲脂肪を核酸自動分離装置(クラボウ社製)を用いてDNAを抽出した。種雄牛は、Lysation Bufferを用いて、精液からDNAを抽出した。DNA抽出後、濃度測定(Thermo Fisher Scientific社製)と電気泳動により断片化が確認されたものは解析対象から除外した。抽出したDNAより、肥育牛はGGP Bovine LD Beadchip(illumina社製)、種雄牛はBovine HD Beadchip(illumina社製)にてSNP型を判定した。

2. 沖縄県黒毛和種種雄牛のGEBV

本県の(株)沖縄県食肉センター出荷牛450頭、(株)八重山食肉センター出荷牛304頭を含んだ、(独)家畜改良センター、全国20道県、(一社)ジェネティクス北海道、全国農業共同組合連合会ET研究所からなる和牛ゲノミック評価コンソーシアムが収集した黒毛和種肥育牛41,411頭の枝肉成績とSNP情報から、(独)家畜改良センターがGEBVを算出した。

3. 沖縄県黒毛和種種雄牛のBLUP法による推定育種価および期待育種価

(公社)沖縄県家畜改良協会が2020年7月期に算出した推定育種価のデータを使用した。また、2020年7月期の両親の推定育種価を足して2で割ったものを種雄牛自身の期待育種価とした。

4. GEBVの有効性の評価

1) 沖縄県黒毛和種種雄牛の推定育種価とGEBVの相関解析

正確度が高いほど、種雄牛の推定育種価が真の能力値に近づくため、枝肉重量の推定育種価における正確度が0.95以上の沖縄県種雄牛68頭を用いて、GEBVと自身の推定育種価の相関係数を算出し、GEBVの有効性を調査した。

2) 沖縄県黒毛和種種雄牛の推定育種価に対する期待育種価およびGEBVの相関係数の比較

死亡した母親はデータベースから削除されるため、BLUP法による自身の期待育種価を算出できた沖縄県種雄牛は12頭（先の試験と重複6頭）であった。その12頭の期待育種価およびGEBVを推定育種価との相関で比較した。また、12頭の父親と母親の推定育種価における正確度の範囲は表1のとおりだった。

表1 種雄牛12頭の父親と母親の推定育種価における正確度の範囲

項目	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	推定歩留	脂肪交雑
父親	0.997～	0.997～	0.996～	0.997～	0.997～	0.997～
	0.998	0.998	0.997	0.998	0.998	0.998
母親	0.723～	0.722～	0.719～	0.725～	0.725～	0.725～
	0.841	0.835	0.813	0.850	0.849	0.851

IV 結果および考察

1. 沖縄県黒毛和種種雄牛の推定育種価とGEBVの相関解析

枝肉6形質の推定育種価とGEBVの相関係数を算出したところ、表2のとおり0.747～0.930といずれの形質でも高い相関が認められた。また散布図は図1のとおりであり、沖縄県ではGEBVが黒毛和種種雄牛の能力を計る指標として有効だと考えられる。

表2 GEBVと推定育種価の相関係数

項目	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	推定歩留	脂肪交雑
相関係数	0.863	0.773	0.786	0.747	0.765	0.930

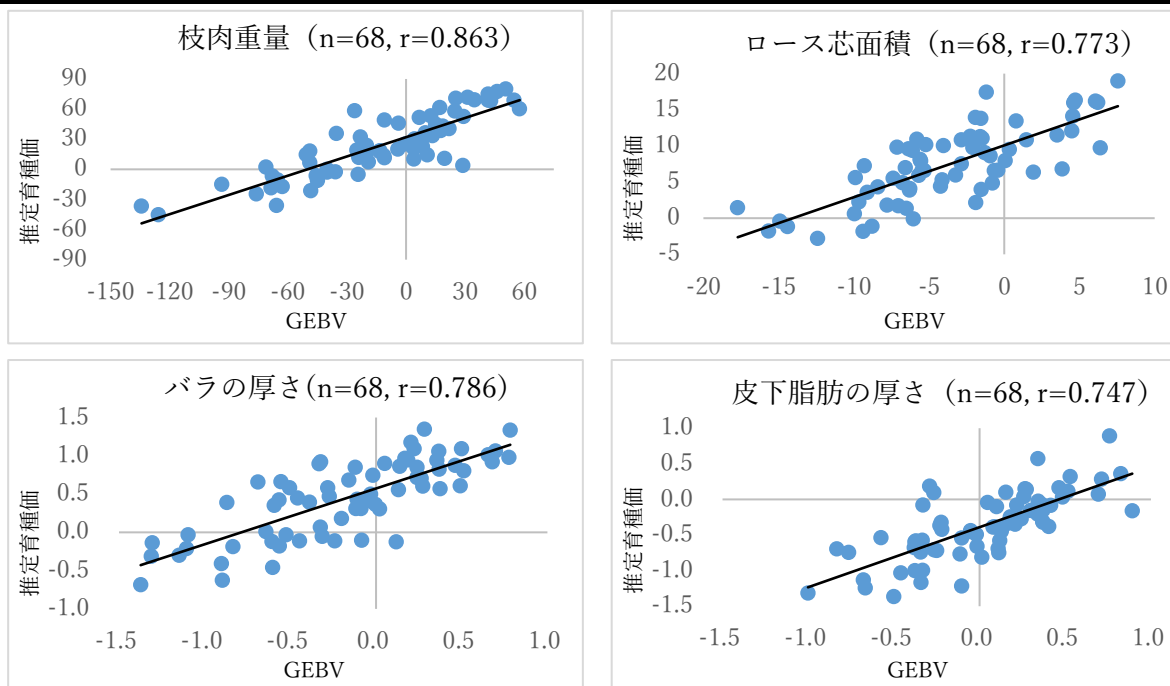


図1-1 GEBVと推定育種価の散布図

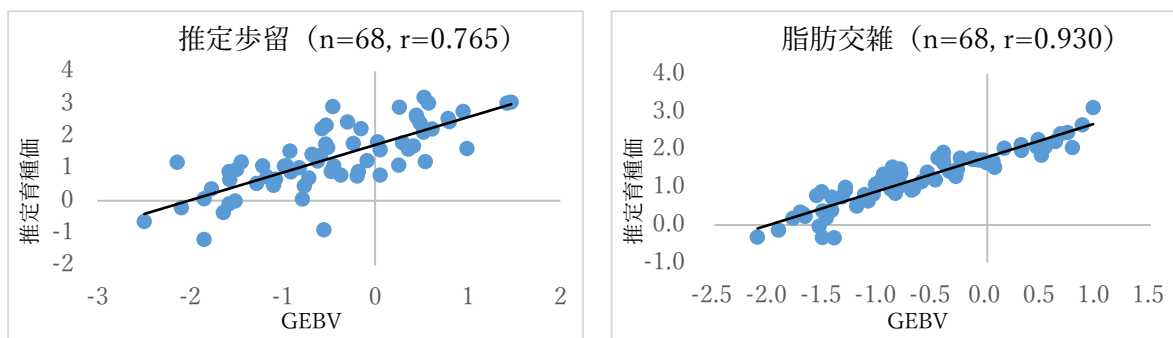


図1-2 GEBVと推定育種価の散布図

2. 沖縄県黒毛和種種雄牛の推定育種価に対する期待育種価およびGEBVの相関係数の比較

推定育種価に対する期待育種価およびGEBVの相関係数は表3のとおりであり、散布図は図2のとおりだった。期待育種価に関しては、皮下脂肪の厚さ、推定歩留の形質において、それぞれ0.365、0.267と推定育種価との相関係数は低い傾向にあった。今回、これら期待育種価を算出できた種雄牛のGEBVは、皮下脂肪については0.582と相関が低かったものの、いずれの形質においても、現行の期待育種価に比べ推定育種価との間により高い相関が認められた。

表3 推定育種価に対する期待育種価およびGEBVの相関係数

項目	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	推定歩留	脂肪交雑
期待育種価	0.870	0.602	0.671	0.365	0.267	0.661
GEBV	0.912	0.758	0.778	0.582	0.706	0.842

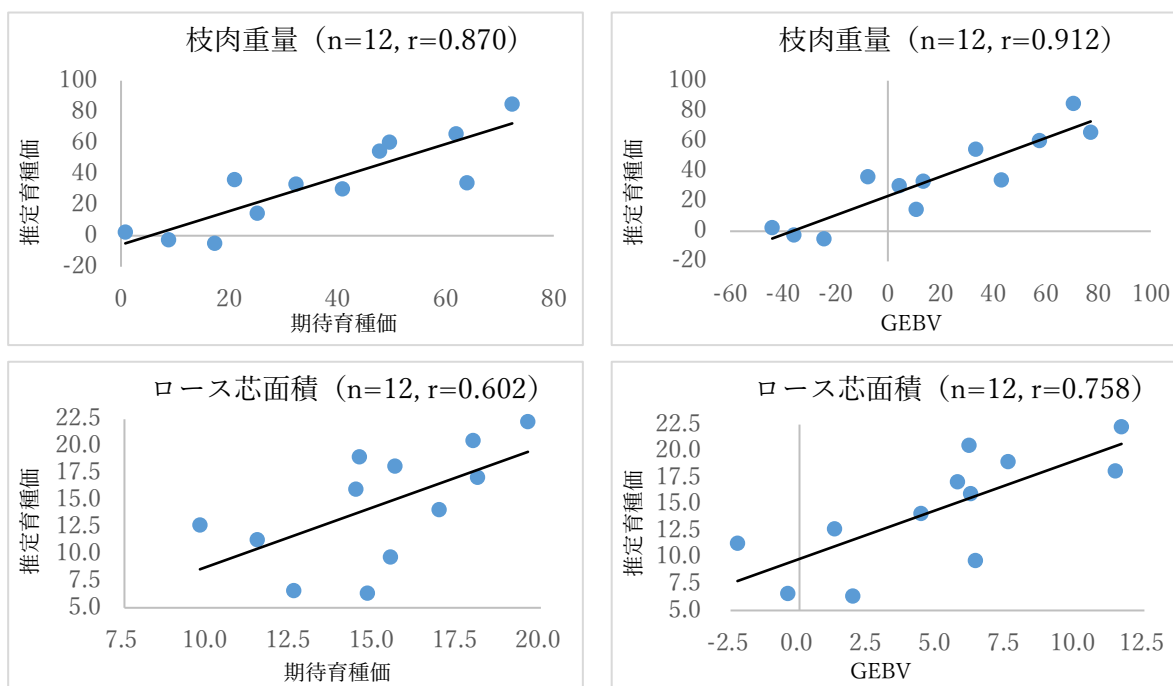


図2-1 推定育種価に対する期待育種価およびGEBVの散布図

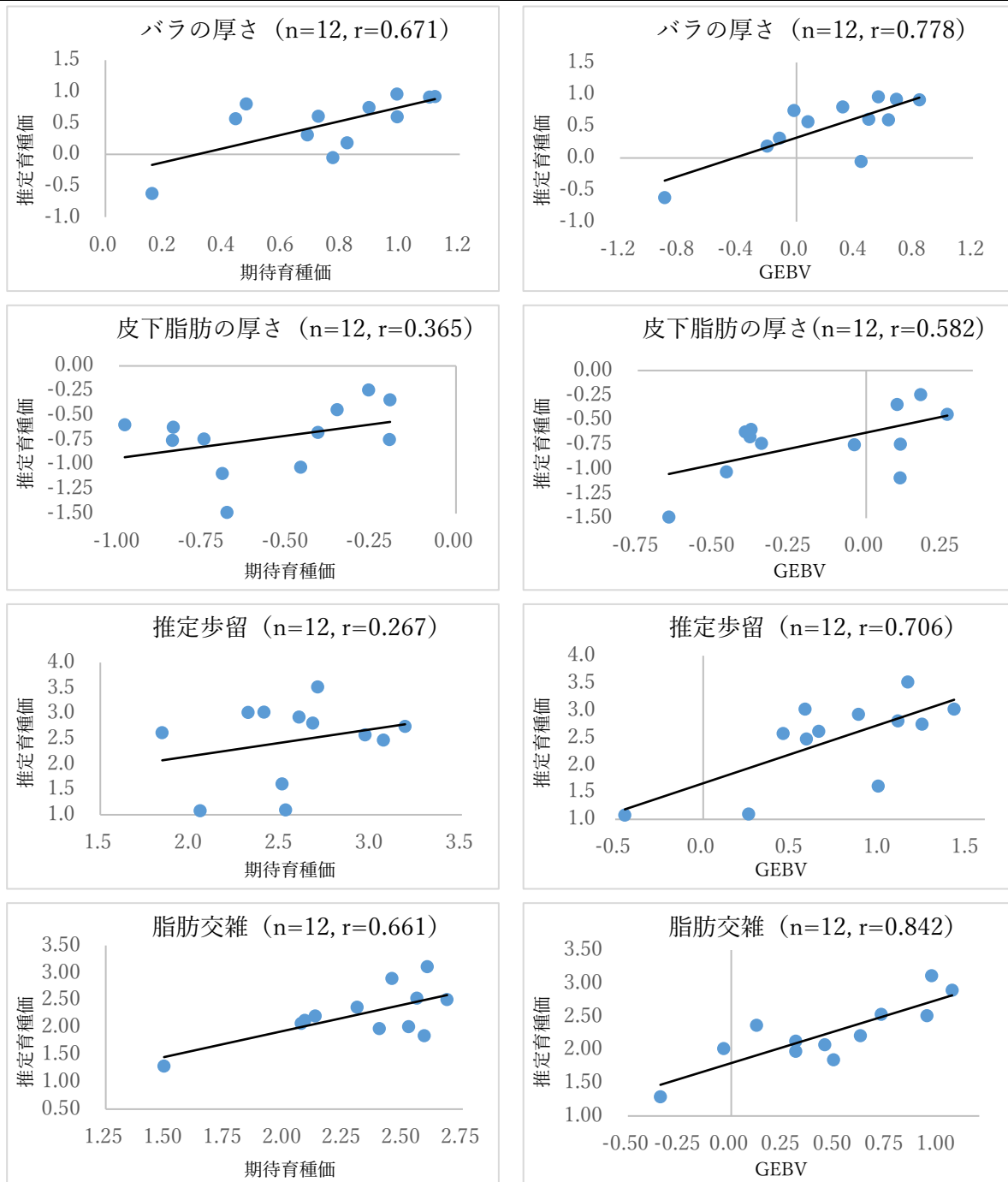


図2-2 推定育種価に対する期待育種価およびGEBVの散布図

現行のBLUP法による期待育種価よりも推定育種価との間に高い相関が認められたことや、全きょうだいを区別することができる点から、GEBVは現場後代検定牛選抜の指標として有効であると考えられる。

また、今回GEBVの有効性の評価²では検体数を確保するため2007年～2014年生の沖縄県種雄牛12頭を用いて解析を実施した。選抜対象に近く、枝肉成績とSNP情報が少ない若い世代を中心とした解析が今後必要だと考えられる。

本研究の実施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、一般社団法人家畜改良事業団の渡邊敏夫様、また、共同研究グループである和牛ゲノミック評価コンソーシアムの皆様に心から感謝申し上げます。なお、本研究は、公益社団法人畜産技術協会「和牛の地域特性活用ゲノム選抜手法普及事業」の一環として実施しました。

V 引用文献

- 1) Henderson CR. (1963) Selection index and expected genetic advance, *National Academy of Science*, 141-163
- 2) Henderson CR. (1973) Sire evaluation and genetic trends, *American Society of Animal Science*, 10-14
- 3) VanRaden PM. (2008) Efficient methods to compute genomic prediction, *Journal of Dairy Science*, **91**, 4414-4423
- 4) Adriana Garcia-Ruiz., John B. Cole., Paul M. VanRaden., George R. Wiggans., Felipe J. Ruiz-López. (2016) Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **113**, 28
- 5) 渡邊敏夫 (2017) 地域特性を生かした牛ゲノム選抜手法確立(1) 畜産技術, **2017. 9**, 22-27

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績(2020年度)

渡慶次功 末澤遼平 荷川取秀樹

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。2019年から2020年まで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10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.8, No.9)、糸桜系×田尻系が1頭(No.5)、気高系×気高系が3頭(No.3, No.6, No.7)、気高系×糸桜系が1頭(No.4)、田尻系×気高系が2頭(No.2, No.10)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	石3123	2019/6/21	美国桜	はくつるまる	白鵬85の3	百合茂	今帰仁村
2	福増白鵬	2018/11/18	福増	おきなわ57	白鵬85の3	安福久	今帰仁村
3	日間乃盛	2019/9/12	百合白清2	ひまのちよ	白鵬85の3	美国桜	今帰仁村
4	福百合	2019/3/23	百合茂	ふくなみ	北福波	勝忠平	石垣市
5	陸1	2019/3/27	福福波	おきなわ45	美津照重	勝忠平	今帰仁村
6	下地101	2019/5/11	勝群星	ひろゆき101	白鵬85の3	百合茂	竹富町
7	勝忠国	2019/5/14	勝群星	かつのくに	勝忠平	隆之国	宮古島市
8	福富士847	2019/7/12	福福波	ゆかり	忠富士	平茂晴	糸満市
9	福紀雄	2019/9/3	福之姫	かなみ	幸紀雄	喜亀忠	伊江村
10	大海晴百合	2019/9/10	美津照重	たいかいはれの	百合茂	平茂晴	宮古島市

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。

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240.8日、開始時体重270.2kg、終了時体重395.6kg、180日補正体重217.6kg、365日補正体重408.8kg、DG1.12kgであった。10頭の平均DGは2019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2年度第3回沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において、令和3年度現場後代検定実施牛として、石3123(白鶴桜へ改名)、福増白鵬、日間乃盛(令鵬へ改名)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	石3123	242	316.0	440.0	252.3	452.2	1.11	128.2	○
2	福増白鵬	247	242.0	383.0	200.9	390.6	1.26	125.2	○
3	日間乃盛	238	278.0	419.0	227.0	437.9	1.26	124.2	○
4	福百合	242	245.0	372.0	191.9	378.8	1.13	126.0	
5	陸1	238	224.0	368.0	185.2	387.4	1.29	120.2	
6	下地101	248	295.0	411.0	228.3	416.2	1.04	126.4	
7	勝忠国	245	275.0	395.0	219.7	403.6	1.07	126.2	
8	福富士847	221	243.0	362.0	203.5	396.0	1.06	120.6	
9	福紀雄	247	292.0	404.0	234.9	410.0	1.00	126.6	
10	大海晴百合	240	292.0	402.0	232.5	414.8	0.98	125.0	
	平均値	240.8	270.2	395.6	217.6	408.8	1.12	124.9	
	標準偏差	7.9	29.9	24.7	21.4	22.9	0.11	2.6	
	全国平均値						1.17	125.5	

注 1) 全国平均値は2019年度(173頭)の平均値

2) ○は令和3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	石3123	54	98	571	-48	-55	-6	-25	84.8	○
2	福増白鵬	52	101	571	21	-17	4	25	82.0	○
3	日間乃盛	51	99	591	21	-25	-3	11	83.6	○
4	福百合	53	95	538	-2	-22	1	6	83.0	
5	陸1	56	97	563	7	22	3	30	81.7	
6	下地101	54	101	577	-9	2	1	11	83.5	
7	勝忠国	53	99	560	-2	-16	2	8	83.4	
8	福富士847	51	94	545	17	-19	2	25	83.7	
9	福紀雄	56	88	547	-33	-9	-11	-11	83.2	
10	大海晴百合	49	96	566	24	-29	-3	10	83.7	
平均値		52.9	96.8	562.9	-0.4	-16.8	-1	9	83.3	
標準偏差		2.2	3.9	16.1	24.2	20.1	4.7	16.8	0.88	
全国平均値					-24.4	-5.6	-0.5	-15.8		

注1) 全国平均値は2019年度(173頭)の平均値

2) ○は令和3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。

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

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

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

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(2020)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, 仲程正巳

和牛種雄牛現場後代検定成績(2020年度)

(15)種雄牛「百合北」「北百合平」および「勝久平」の検定成績

渡慶次功 安村陸* 荷川取秀樹

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、2020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2015年度の直接検定¹⁾により選抜された百合北(ゆりきた)、北百合平(きたゆりひら)および勝久平(かつひさひら)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、百合北が19頭(去勢13頭、雌6頭)、北百合平が23頭(去勢16頭、雌7頭)および勝久平が22頭(去勢5頭、雌17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
百合北	2014/11/21	伊江村	百合茂	じゅり	北福波	平茂勝	83.2	黒原5970
北百合平	2014/5/11	竹富町	北福波	ゆりかつ	百合茂	平茂勝	84.7	黒原5972
勝久平	2014/4/13	伊江村	勝忠平	かれん	安福久	平茂勝	85.1	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3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。

百合北は脂肪交雑BVが3.03と最も高い肉質改良能力を示した。

北百合平のBVは、枝肉重量が86.8kg、ロース芯面積が22.8cm²ならびにバラの厚さが0.98cmと肉量の改良に優れていた。

勝久平は、枝肉重量とバラの厚さで劣るものの、皮下脂肪厚のBVが-1.48cm、歩留基準値のBVが3.61と枝肉歩留りに関する項目のBVが高い傾向にあった。

百合北、北百合平ならびに勝久平は、令和2年度第1回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。

*現沖縄県畜産課

表2 育種価評価結果(2021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
百合北	72.8	0.94	18.7	0.94	0.71	0.92	-1.00	0.95	2.92	0.95	3.03	0.95
北百合平	86.8	0.95	22.8	0.95	0.98	0.94	-0.32	0.96	2.88	0.96	2.53	0.96
勝久平	34.0	0.95	21.0	0.94	-0.02	0.93	-1.48	0.95	3.61	0.95	2.04	0.95

IV 引用文献

- 1) 細井伸浩・渡慶次功・太野垣陽一・島袋宏俊(2015)和牛種雄牛産肉能力直接検定成績(2015年度), 沖縄畜研研報, 53, 7-9
- 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：赤嶺圭作，山城一也

付属資料

1. 百合北

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
1	久百合北	百合北	安福久	平茂勝	去勢	28.6	485.2	81	7.6	1.6	77.6	12	A-5
2	笑百合	百合北	勝忠平	安福久	去勢	28.9	530.0	67	7.3	2.6	74.1	9	A-5
3	淳百合北	百合北	勝安福3	神高福	去勢	28.8	513.3	64	8.2	2.3	74.7	9	A-5
4	百合北国	百合北	北国7の8	福美	去勢	28.7	442.5	56	6.9	1.9	74.0	9	A-5
5	絵都美	百合北	安茂勝	糸晴美	去勢	28.6	543.2	59	7.2	2.7	72.7	8	A-5
6	虹雄	百合北	虹之国	美津福	去勢	28.0	502.9	56	7.6	2.5	73.2	7	A-4
7	旭0505	百合北	平茂勝	紋次郎	去勢	28.9	491.5	57	7.2	1.8	73.8	7	A-4
8	大福	百合北	北乃大福	平茂勝	去勢	29.0	434.0	60	7.3	1.9	74.9	7	A-4
9	大進63	百合北	安重福	北国7の8	去勢	28.7	409.0	52	6.3	2.3	73.2	7	A-4
10	百平隼	百合北	平茂勝	第5隼福	去勢	28.4	512.7	54	7.8	2.4	73.0	6	A-4
11	百合山	百合北	勝海星	北福波	去勢	28.7	510.8	56	7.4	2.4	73.1	6	A-4
12	本牧乃124	百合北	北湖2	北仁	去勢	29.2	481.5	53	6.8	2.2	72.8	6	A-4
13	正百	百合北	安平照	岩牡丹	去勢	28.9	498.6	50	8.3	3.8	71.8	6	B-4
14	きたゆり	百合北	北乃大福	平茂勝	雌	31.4	451.0	65	7.8	3.2	74.5	10	A-5
15	ともか	百合北	平茂勝	安平	雌	29.8	473.6	54	6.8	3.1	72.2	9	A-5
16	おさげ	百合北	安福久	平茂勝	雌	31.2	455.7	71	5.7	1.7	75.2	9	A-5
17	はにい	百合北	勝忠平	松福美	雌	30.9	455.1	61	7.2	2.3	74.4	9	A-5
18	いおり	百合北	福栄	平茂勝	雌	31.0	469.5	59	6.5	3.6	72.3	7	A-4
19	ゆきこ2の10	百合北	家康福	第55平茂	雌	28.1	384.5	65	6.0	2.5	74.8	7	A-4
						全平均	29.2	476.0	60.0	7.2	2.5	73.8	7.9
						標準偏差	1.1	41.0	7.5	0.7	0.6	1.4	1.6

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A				9	9	18
B				1		1
C						
計				10	9	19

付属資料

2. 北百合平

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)	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	本牧乃誠也	北百合平	北天山	晴姫	去勢	28.4	639.4	74	8.9	3.5	73.8	11	A-5	
2	毬百合	北百合平	勝群星	北福波	去勢	28.9	580.3	65	8.1	4.1	72.4	9	A-5	
3	三郎	北百合平	安福久	勝忠平	去勢	27.8	576.0	71	8.4	1.9	75.3	9	A-5	
4	北美津	北百合平	安茂勝	松福美	去勢	29.1	520.4	68	9.4	2.0	76.3	9	A-5	
5	淳百合平	北百合平	福華1	美津福	去勢	28.5	488.3	68	6.8	3.2	73.8	9	A-5	
6	北百合忠	北百合平	勝忠平	紋次郎	去勢	28.8	478.5	66	7.3	2.3	74.8	9	A-5	
7	北百合久	北百合平	安福久	福桜(宮崎)	去勢	29.0	453.4	76	7.8	2.1	77.0	9	A-5	
8	隆久	北百合平	隆之国	安福久	去勢	29.1	441.2	66	5.9	1.0	75.5	9	A-5	
9	晴美	北百合平	美国桜	勝忠平	去勢	29.2	477.6	71	6.8	1.4	75.9	8	A-5	
10	隆平	北百合平	徳悠翔	平茂勝	去勢	28.0	456.3	51	8.1	2.4	73.6	7	A-4	
11	百合福	北百合平	美島福	北仁	去勢	29.1	530.4	68	7.2	3.5	73.3	6	A-4	
12	北平	北百合平	平茂勝	安平	去勢	28.5	508.2	50	7.6	2.9	72.0	6	A-4	
13	勝百合平	北百合平	安茂勝	幸春	去勢	28.2	491.0	59	7.1	3.3	72.8	6	A-4	
14	大進62	北百合平	茂勝栄	紋次郎	去勢	28.2	469.5	59	7.5	3.2	73.3	6	A-4	
15	西百合	北百合平	第6高平	糸秀	去勢	27.6	412.0	51	7.3	2.7	73.4	5	A-4	
16	武百合平	北百合平	糸福	神高福	去勢	28.7	439.6	49	5.7	2.3	72.0	4	A-3	
17	めいこ	北百合平	安茂勝	平茂勝	雌	29.1	428.5	71	7.5	2.8	75.8	10	A-5	
18	みやこ	北百合平	光平照	北福波	雌	31.0	511.6	75	7.3	2.1	75.7	9	A-5	
19	もんた	北百合平	平茂勝	紋次郎	雌	31.4	498.4	60	6.9	3.6	72.3	8	A-5	
20	ごん	北百合平	平茂勝	福金	雌	31.5	432.5	58	7.9	2.8	74.3	8	A-5	
21	きたこ	北百合平	勝忠平	紋次郎	雌	31.7	449.9	56	7.0	3.7	72.4	6	A-3	
22	やすひら	北百合平	北平安	平茂勝	雌	30.1	489.1	54	6.8	3.6	71.6	5	B-4	
23	ひなちゃん	北百合平	北福波	平茂勝	雌	28.7	480.0	58	7.2	2.4	73.5	4	A-3	
						全平均	29.1	489.2	62.8	7.4	2.7	73.9	7.5	
						標準偏差	1.2	54.0	8.5	0.8	0.8	1.6	2.0	

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			3	6	13	22
B				1		1
C						
計			3	7	13	23

付属資料

3. 勝久平

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	勝北福	勝久平	北福波	平茂勝	去勢	28.5	491.2	70	7.8	2.5	75.3	11	A-5	
2	夏久平	勝久平	勝安福3	平茂勝	去勢	28.9	434.2	52	6.8	2.8	72.8	8	A-4	
3	波平	勝久平	北福波	平茂勝	去勢	28.9	487.1	49	8.2	3.6	71.9	5	B-4	
4	本牧乃125	勝久平	北国7の8	糸福(大分)	去勢	29.1	491.8	56	6.5	2.5	72.6	4	A-3	
5	勝太郎	勝久平	百合茂	紋次郎	去勢	28.8	512.7	53	7.1	1.7	73.1	3	A-2	
6	ひさよ	勝久平	美津照重	平茂晴	雌	30.9	475.9	84	7.5	2.6	77.0	11	A-5	
7	ひさこ	勝久平	美津百合	北福波	雌	31.7	459.0	83	7.1	1.4	77.9	11	A-5	
8	たいら	勝久平	百合茂	幸久	雌	30.4	451.8	68	7.0	2.0	75.4	11	A-5	
9	えりか	勝久平	勝海邦	福谷福	雌	31.9	487.7	80	6.8	2.0	76.4	10	A-5	
10	ひさこ	勝久平	北国7の8	平茂勝	雌	30.0	467.7	64	7.3	2.3	74.7	9	A-5	
11	やすこ	勝久平	安平照	神高福	雌	29.9	419.0	80	8.1	2.8	77.4	9	A-5	
12	ふくゆり	勝久平	安福久	百合茂	雌	31.7	354.5	64	5.5	2.3	74.9	9	A-5	
13	さんに48	勝久平	北仁	福桜(宮崎)	雌	31.6	429.5	75	8.2	3.0	76.6	8	A-5	
14	かつひさ	勝久平	福安照	安茂勝	雌	31.8	556.2	68	6.8	2.0	74.0	8	A-4	
15	りゅうちえる	勝久平	第1花国	平茂勝	雌	31.4	508.7	59	7.0	2.5	73.2	7	A-4	
16	ひさり	勝久平	北福波	平茂勝	雌	31.7	411.5	67	6.7	2.9	74.9	7	A-4	
17	かつ	勝久平	福平安	糸賢福	雌	30.6	497.4	67	6.4	2.5	73.9	6	A-4	
18	さんに49	勝久平	美津福	平茂勝	雌	31.4	458.5	75	8.0	3.1	75.9	6	A-4	
19	ちあき	勝久平	北福波	勝忠平	雌	30.1	394.4	63	6.2	2.3	74.8	6	A-4	
20	みのり	勝久平	安平波	宝政	雌	29.4	444.0	65	7.3	2.0	75.5	5	A-4	
21	やすゆりひさ	勝久平	百合茂	安平	雌	29.7	415.5	62	6.3	2.6	74.2	5	A-4	
22	かつこ	勝久平	北福波	平茂勝	雌	31.1	432.5	49	6.6	3.5	71.6	3	B-2	
						全平均	30.4	458.2	66.0	7.1	2.5	74.7	7.4	
						標準偏差	1.2	45.6	10.5	0.7	0.5	1.7	2.6	

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 \ 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A		1	1	9	9	20
B		1		1		2
C						
計		2	1	10	9	22

シークワサー粕給与が 肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響

普照恭多 當眞嗣平* 片桐慶人

I 要 約

沖縄県独自の地域未利用資源であるシークワサー粕を豚飼料として有効活用することを目的に、肥育後期豚への給与が発育および肉質に及ぼす影響を調査した。給与試験は、畜産研究センター内の環境豚舎で行い、LWD 交雑種雌豚 12 頭を用いた。処理区は対照区（市販肥育後期飼料）と対照飼料にシークワサー粕をそれぞれ 3%、5%混合した試験区 1、2 を設けた。得られた結果は以下のとおりである。

1. 増体日量（DG）、飼料要求率、枝肉成績に有意差はなかった。
2. 脂肪融点は試験区 1 で低くなる傾向にあった。筋肉内脂肪含量、保水性、加熱損失率、圧搾肉汁率、破断応力およびビタミン E は対照区と試験区で有意差はなかった。
3. ステアリン酸について試験区 1 で低くなる傾向にあった。その他の脂肪酸に有意差はなかった。
4. 核酸について有意差はなかった。遊離アミノ酸のグリシンについて、対照区と試験区 1 が試験区 2 と比べて有意に高い値を示した。その他の各アミノ酸は試験区間に有意差はなかった。

以上のことから、シークワサー粕の給与は増体性、枝肉成績および肉質に大きな影響はなく、肥育後期豚の飼料として活用できると考えられた。

II 緒 言

2001 年から食品リサイクル法が施行され、畜産分野においては未利用資源の飼料化による循環型社会の構築が望まれている。また、国内における産地間競争の激化や消費者ニーズの多様化などにより、地域未利用資源の活用した特色ある豚肉生産が盛んに行われている^{1~3)}。本県においては、シークワサーや泡盛といった特産品の生産・加工に伴い、それらの残さが排出・廃棄されており、未利用資源としての利用が望まれている。シークワサーは、大部分はジュースとして加工され、その絞り粕が年間約 750 トン発生しているが有効活用されていない。シークワサー粕は高い粗タンパク質含量を示す⁴⁾ことから、活用が期待される沖縄特有の未利用資源の 1 つである。また、シークワサー粕にはビタミン C、E およびポリフェノールといった機能性成分も含まれており、これら機能性成分には肉の保水性を向上させる効果が期待できる¹⁾。そこで、シークワサー粕を豚飼料として有効活用することを目的とし、その給与が発育後期豚の発育および肉質に及ぼす影響を調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間

2018 年 8 月 28 日から 2018 年 10 月 24 日に実施した。

2. 試験場所

畜産研究センター内の豚舎で行った。

3. 供試豚

肥育後期の LWD 種の雌豚 12 頭を用いた。

4. 給与飼料

畜産研究センターで通常給与している肥育後期用飼料を用いた。シークワサー粕は、沖縄県内のジュース工場で搾汁時に排出される皮、房、種部を粗砕（1cm 以下）し、脱水、熱風乾燥機による予備乾燥（約 60℃、30 分間）後、気流式乾燥装置による乾燥（120℃、3~5 秒間）の工程を経て水分量 10%程

* 現沖縄県畜産課

度に乾燥したものをを用いた。肥育後期用飼料を給与した4頭を対照区とし、肥育後期用飼料中にシークワサー粕をそれぞれ3%および5%を混合し給与した4頭をそれぞれ試験区1, 2とした。

5. 飼養管理

豚舎の3豚房(1豚房: 2.7m×2.7m=7.29 m²)で4頭ずつ飼養し、4頭の平均体重が概ね70~120kgの間に供試飼料を給与した。飼養管理は自由飲水および朝、夕2回の制限給餌とした。その他管理は通常どおりとした。

6. 調査項目および方法

1) 飼料成分

常法⁵⁾に準じ、水分、粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、Ca、P、リジンおよびビタミンEを分析した。

2) 発育および枝肉成績

発育成績については、試験開始体重、試験終了時体重、増体日量(DG)、飼料摂取量および飼料要求率を調査し、出荷豚の枝肉成績については枝肉重量、枝肉歩留り、背脂肪厚およびロース芯面積を調査した。

3) 肉質分析

常法⁶⁾に準じ筋肉内脂肪含量、脂肪内層融点、保水性、加熱損失率、圧搾肉汁率、破断応力、ビタミンE含量、脂肪酸組成を分析した。脂肪酸の抽出はFolchの方法⁷⁾で行いGC(Agilent7890B)で測定を行った。カラムはキャピラリーカラム(DB-23)を用いた。核酸およびアミノ酸組成は高速液体クロマトグラフ(HPLC)法にて分析した。

7. 統計処理

統計処理はEZR(Rバージョン4.0.3, Rコマンドバージョン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. 飼料成分

シークワサー粕等の飼料成分組成を表1に示した。シークワサー粕の粗タンパク質およびビタミンEはトウモロコシと同程度の値であった。給与飼料の成分組成を表2に示した。ビタミンE含量について対照区に比べ試験区1および2で増加した。

表1 飼料成分組成

	シークワサー粕	ミカン ジュース粕 注)	生米ヌカ 注)	大豆粕注)	トウ モロコシ 注)
DM (%)	90.4	90.3	88.0	88.2	85.5
粗タンパク質 (DM%)	9.6	6.8	16.8	51.1	8.8
粗脂肪 (DM%)	14.1	-	-	-	-
粗繊維 (DM%)	13.1	-	-	-	-
粗灰分 (DM%)	4.4	-	-	-	-
Ca (DM%)	0.81	1.73	0.03	0.37	0.03
P (DM%)	0.22	0.13	2.34	0.72	0.30
リジン (DM%)	1.40	-	0.65	3.29	0.29
ビタミンE (mg/kg)	26.1	-	66	3	26

注)ミカンジュース粕、生米ヌカ、大豆粕、トウモロコシは日本飼養標準豚(2013年版)の値を記載。

表2 供試飼料の成分組成

	対照区	試験区1	試験区2
	肥育後期用飼料	シークワサー粕 3%混合	シークワサー粕 5%混合
DM (%)	76.3	76.5	76.7
粗タンパク質 (DM%)	14.5	14.9	14.4
粗脂肪 (DM%)	2.9	2.8	3.1
粗繊維 (DM%)	3.3	3.8	4.1
粗灰分 (DM%)	5.1	5.0	5.1
Ca (DM%)	0.67	0.61	0.66
P (DM%)	0.52	0.54	0.49
リジン (DM%)	1.10	1.08	1.22
ビタミンE (mg/kg)	7.1	7.5	8.3

2. 発育および枝肉成績

発育および枝肉成績を表3に示した。供試期間，DG，飼料要求率について試験区間に有意差はなかった。枝肉重量，枝肉歩留り，背脂肪厚およびロース芯面積について試験区間に有意差はなかった。

表3 発育および枝肉成績

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	シークワサー粕 3%混合	シークワサー粕 5%混合	
供試期間	54.8日	57日	53.5日	
開始体重(kg)	72.1	72.3	72.1	
出荷体重(kg)	118.3	118.0	117.5	
DG (kg/日)	0.84	0.85	0.85	ns
飼料摂取量(kg/日)	3.22	3.28	3.39	ns
飼料要求率	3.83	3.92	4.00	ns
枝肉重量(kg)	84.3	84.3	81.3	ns
枝肉歩留り(%)	71.2	71.4	69.2	ns
背脂肪厚(cm)	1.55	1.50	1.63	ns
ロース面積(cm ²)	40.5	41.0	41.5	ns

注) ns : 有意差なし

3. 肉質分析

肉質分析の結果を表4に示した。脂肪融点について対照区に比べ試験区1で有意に低くなった。水分，筋肉内脂肪含量，保水性（ドリップロス 24h および 48h），加熱損失率，圧搾肉汁率，破断応力およびビタミンEについて試験区間に有意差はなかった。

表4 肉質分析結果

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	シークワサー粕 3%混合	シークワサー粕 5%混合	
水分(%)	71.8	72.3	71.5	ns
筋肉内脂肪含量(%)	3.6	2.7	3.2	ns
脂肪融点(°C)	37.8 ^a	34.2 ^b	37.1 ^{ab}	*
保水性(%)				
ドリップロス 24h	2.26	2.11	2.61	ns
ドリップロス 48h	3.65	3.30	4.03	ns
加熱損失率(%)	36.1	34.9	35.8	ns
圧搾肉汁率(%)	35.3	35.8	35.1	ns
破断応力(kgf/cm ²)	3.80	3.37	4.08	ns
ビタミンE (mg/100g)	0.28	0.27	0.18	ns

注1) ns : 有意差なし

2) * : 異符号間で有意差あり (P<0.05)

脂肪酸組成の分析結果を表5に示した。ステアリン酸について試験区2に比べ試験区1で有意に低くなった。その他の各脂肪酸について試験区間に有意差はなかった。

表5 脂肪酸組成

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	シークワサー粕 3%混合	シークワサー粕 5%混合	
ミリスチン酸(%)	1.5	1.1	1.5	ns
パルミチン酸(%)	25.8	25.2	25.8	ns
パルミトレイン酸(%)	3.6	4.1	3.6	ns
ステアリン酸(%)	15.5 ^{ab}	14.5 ^a	15.8 ^b	*
オレイン酸(%)	48.9	49.4	48.2	ns
リノール酸(%)	4.5	5.4	4.8	ns
リノレン酸(%)	0.2	0.3	0.3	ns

注1) ns : 有意差なし

2) * : 異符号間で有意差あり (P<0.05)

核酸およびアミノ酸の分析結果を表6に示した。核酸について試験区間に有意差はみられなかった。遊離アミノ酸はグリシンについて、対照区と試験区1が試験区2と比べて有意に高い値を示した。その他の各アミノ酸は試験区間に有意差はなかったが、プロリンおよびバリンは対照区と比べて両試験区で高くなる傾向がみられた (P=0.08)。

表6 核酸および遊離アミノ酸 (mg/100g)

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	シークワサー粕 3%混合	シークワサー粕 5%混合	
核酸				
イノシン酸	73.5	67.5	54.0	ns
グアニル酸	3.3	4.3	2.5	ns
アデニル酸	1.0	1.3	1.0	ns
総遊離アミノ酸	45.68	48.37	47.92	ns
旨味・酸味系				
アスパラギン酸	下限値以下	下限値以下	下限値以下	ns
グルタミン酸	3.9	3.8	4.2	ns
甘味系				
セリン	2.39	2.42	2.41	ns
グリシン	4.89 ^a	4.73 ^a	4.09 ^b	*
アラニン	9.81	11.27	11.36	ns
トレオニン	2.32	2.32	2.10	ns
プロリン	2.23	2.69	2.62	ns
風味・苦味系				
ヒスチジン	1.03	1.02	0.98	ns
アルギニン	1.64	1.61	1.60	ns
チロシン	2.27	2.20	2.21	ns
バリン	2.20	2.63	2.89	ns
メチオニン	1.84	1.79	1.77	ns
システイン	0.59	0.67	下限値以下	ns
トリプトファン	1.19	1.19	1.21	ns
フェニルアラニン	2.25	2.21	2.48	ns
イソロイシン	1.79	2.04	2.09	ns
ロイシン	3.33	3.60	3.84	ns
リジン	1.99	2.18	2.10	ns

注1) ns : 有意差なし

2) * : 異符号間で有意差あり (P<0.05)

V 考 察

シークワサー粕の飼料成分はトウモロコシと同等の粗タンパク質を示し、安里ら⁴⁾の報告と同様の結果であった。またシークワサー粕を混合した飼料は肥育後期用飼料と同等の栄養価であり、それらの飼料給与結果は発育および枝肉成績について各区に有意差はなく、各区とも同等の増体性を示した。また両試験区の DG は日本飼養標準⁸⁾の期待増体日量の 0.85kg を満たしていた。

肉質分析の結果、ビタミン E について有意差はなかったが、飼料中のビタミン E 含量増加は、肉中のビタミン E 含量を増加^{1~3)}させ、肉中のビタミン E 含量増加による肉質向上が期待される。本試験でも飼料中のビタミン E 含量は増加する結果となったが、豚肉中のビタミン E 含量に変化はなかった。これは本試験の飼料中のビタミン E 含量が報告の値の 3~24%程度と少なかったことが影響していると推察される。また、水分、筋肉内脂肪含量、保水性、加熱損失率、圧搾肉汁率および破断応力について、シークワサー粕給与による影響はみられなかった。脂肪融点において試験区 1 の値が対照区および試験区 2 よりも低い値を示した。これは融点の高い飽和脂肪酸であるミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸の値が、試験区 1 で対照区および試験区 2 よりも低いことが影響したと推察される。また未利用資源の給与で問題となる軟脂発生⁹⁾について、本試験では供試したロース肉の性状や外見上から軟脂と判断される個体はみられなかった。その他の脂肪酸について、各区に有意差はなかったことから、脂肪酸への影響はないものと考えられた。

核酸におけるイノシン酸はうま味成分であり、一般的に豚肉内に 120mg/100g 程度含有¹⁰⁾されるが、本試験では 54~73.5mg/100g と低い分析値を示した。イノシン酸は肉の熟成過程で ATP の分解に伴い生成¹¹⁾されることから、今後は熟成期間を考慮して検証することが望まれる。核酸と同様、遊離アミノ酸は食肉の呈味成分であるが、品種や個体によって差異があり¹²⁾、給与飼料による影響はない¹³⁾との報告がある。また、岩谷ら¹³⁾や石川ら¹⁴⁾は、アスパラギン酸、バリン、メチオニン、フェニルアラニン、イソロイシン、ロイシンにおいて有意差がみられたと報告しているが、飼料給与による影響はわずか、もしくは不明であると考察している。本試験において、グリシンは対照区および試験区 1 と比べて試験区 2 で有意に低い値を示し、プロリンおよびバリンは対照区と比べて両試験区で高くなる傾向 ($P=0.08$) がみられた。しかし、各区の総アミノ酸量に有意差はなかったため、シークワサー粕給与によるアミノ酸組成への影響は小さいと考えられた。

以上のことから、シークワサー粕の給与は増体性、枝肉成績および肉質に大きな影響はなく、肥育後期豚の飼料として活用できると考えられた。

VI 引 用 文 献

- 1) 脇屋裕一郎・安田みどり・大曲秀明・宮崎秀雄・北島由希・西尾公志・河原弘文・下平秀丸(2009) 二番茶製茶加工残さ給与が郡飼条件下における肥育豚の枝肉および肉質に与える影響、佐賀県畜産試験場試験研究報告, **46**, 43-50
- 2) 尾花尚明・入江正和・高橋俊浩・森田哲夫・堀之内生次郎・岩切正芳・林國興(2010) 乾燥焼酎粕ケーキの添加レベルが肥育豚の生産性、枝肉形質、肉質に及ぼす影響・日本畜産学会報, **81** (4), 467-474
- 3) 西礼華・宮崎涼子・内山伸二・岩切正芳・竹之山慎一(2016) 乾燥へべす粕の肥育豚への給与試験、宮崎県畜産試験場試験研究報告, **28**, 41-53
- 4) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広(2013) 県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性、沖縄県畜産研究センター試験研究報告, **51**, 41-47
- 5) 独立行政法人農林水産消費安全技術センター飼料分析基準研究会(2010), 飼料分析法・解説(2009), 社団法人日本科学飼料協会
- 6) 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル, 独立行政法人家畜改良センター
- 7) Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues: *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509
- 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) 入江正和 (2007) 【解説】 エコフィード給与と豚肉の品質, 日本食肉研究会誌, **48**, 175-186
 - 10) 上野川修一 (2011) 豚肉のチカラ, 24, 財団法人日本食肉消費総合センター
 - 11) 沖谷明紘 (1996) シリーズ《食品の科学》肉の科学, 57, 朝倉書店
 - 12) 千国幸一・佐々木啓介・江森格・岩木史之・谷史雄・中島郁世・室谷進・三津本充 (2002) 豚肉風味関連物質の含量に対する加熱処理の影響, 日本養豚学会誌, **39** (3), 191-199
 - 13) 岩谷英治・設楽修・入江正和 (2005) パン添加飼料給与がブタの増体量および肉質に及ぼす影響, 日本畜産学会報, **76** (1), 15-22
 - 14) 石川翔・龍田健 (2014) 飼料用米の給与割合の違いが肉豚の発育, 肉質および経済性に及ぼす影響, 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告, **50**, 1-8
-

研究補助: 宮城広明, 仲村渠稔

泡盛蒸留粕混合飼料の給与が 肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響

普照恭多 當眞嗣平* 片桐慶人

I 要 約

沖縄県独自の地域未利用資源である泡盛蒸留粕を豚飼料として有効活用することを目的に、泡盛蒸留粕混合飼料の肥育後期豚への給与が発育および肉質に及ぼす影響を調査した。給与試験は、畜産研究センター内の豚舎で行い、LWD 交雑種豚 15 頭を用いた。試験区は対照区（市販肥育後期飼料）と肥育後期飼料に泡盛蒸留粕混合飼料を、それぞれ 3%および 5%混合した試験区 1, 2 を設けた。得られた結果は以下のとおりである。

1. 増体日量 (DG), 飼料要求率, 枝肉成績について, 試験区間に有意差はなかった。
2. 水分, 筋肉内脂肪含量, 脂肪融点, 保水性, 加熱損失率, 圧搾肉汁率, 破断応力およびビタミン E について, 試験区間に有意差はなかった。
3. 脂肪酸組成におけるオレイン酸について試験区 2 が対照区と比べて有意に高くなった。
4. 核酸におけるイノシン酸について試験区 2 が対照区および試験区 1 と比べて有意に高くなった。遊離アミノ酸について, 試験区間に有意差はなかった。

以上のことから, 泡盛蒸留粕混合飼料は増体性, 枝肉成績に大きな影響を及ぼさず, 肉質においてオレイン酸およびイノシン酸の増加効果が期待され, 肥育後期豚の飼料として活用できると考えられた。

II 緒 言

2001 年から食品リサイクル法が施行され, 畜産分野においては未利用資源の飼料化による循環型社会の構築が望まれている。また, 国内における産地間競争の激化や消費者ニーズの多様化などにより, 地域未利用資源の活用した特色ある豚肉生産や研究が盛んに行われている^{1~3)}。

本県の特産物である泡盛は, その製造工程で泡盛蒸留粕が発生するが, 県内 17 酒造所より 373.6t/月排出され, そのうち約 30%は産業廃棄物として処理されている⁴⁾。泡盛蒸留粕は, 家畜の飼料として活用できるだけの CP や TDN を含んでおり⁴⁾, 沖縄県内の一部養豚農家ではリキッド飼料として利用しているが, 水分含量が高く保存性に難があることや, 収集の困難性から普及利用は一部に留まっている。

畜産研究センターでは, 1991 年から 1994 年にかけて肉豚への泡盛蒸留粕給与試験が行われ, 発育および枝肉成績に関する報告が行われている^{5~8)}。また, 乳酸菌添加やペレット化による泡盛蒸留粕の飼料化に関する研究^{9~10)} や, 様々な家畜での給与試験が行われており^{11~13)}, 沖縄独自の未利用資源としての活用が模索され続けている。そうした中, 沖縄県エコフィード利用推進体制整備事業にて, 泡盛蒸留粕の乾燥飼料化に取り組み, 泡盛蒸留粕とふすま, 米ぬか, 大豆粕を混合し乾燥処理を行うことで, 泡盛蒸留粕混合飼料の製造が成された。

そこで, 本試験では製造された泡盛蒸留粕混合飼料を肥育後期用飼料に添加し, その給与が肥育後期豚の発育および肉質に及ぼす影響を調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間

2018 年 8 月 28 日から 2018 年 10 月 24 日に実施した。

2. 試験場所

畜産研究センター内の豚舎で行った。

3. 供試豚

肥育後期のLWD種において去勢6頭、雌9頭の計15頭を用いた。対照区、試験区1および2に、それぞれ去勢2頭、雌3頭の計5頭を配置した。

4. 給与飼料

畜産研究センターで通常給与している肥育後期用飼料を用いた。泡盛蒸留粕混合飼料は、泡盛蒸留粕60%に対して、吸着基材（ふすま：米ぬか：大豆粕＝50:48:2）を40%混合し乾燥したものをを用いた。肥育後期用飼料を給与した5頭を対照区とし、肥育後期用飼料に泡盛蒸留粕混合飼料をそれぞれ3%および5%を混合し給与した5頭をそれぞれ試験区1・2とした。

5. 飼養管理

環境豚舎の3豚房（1豚房：2.7m×2.7m＝7.29㎡）で5頭ずつ飼養し、5頭の平均体重が概ね70～120kgの期間に供試飼料を給与した。飼養管理は自由飲水および朝、夕2回の制限給餌とした。その他管理は通常どおりとした。

6. 調査項目および方法

1) 飼料成分

常法¹⁴⁾に準じ、水分、粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、Ca、P、リジンおよびビタミンEを分析した。

2) 発育および枝肉成績

発育成績については、試験開始体重、試験終了時体重、増体日量（DG）、飼料摂取量および飼料要求率を調査し、出荷豚の枝肉成績については枝肉重量、枝肉歩留りおよび背脂肪厚を調査した。

3) 肉質分析

常法¹⁵⁾に準じ水分、筋肉内脂肪含量、脂肪内層融点、保水性、加熱損失率、圧搾肉汁率、破断応力、ビタミンE含量、脂肪酸組成を分析した。脂肪酸の抽出はFolchの方法¹⁶⁾で行いGC（Agilent7890B）で測定を行った。カラムはキャピラリーカラム（DB-23）を用いた。核酸およびアミノ酸組成は高速液体クロマトグラフ（HPLC）法にて分析した。筋肉内脂肪含量、加熱損失率、圧搾肉汁率、破断応力、ビタミンE含量、核酸およびアミノ酸組成は、沖縄県環境科学センターに分析委託した。

7. 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. 飼料成分

泡盛蒸留粕混合飼料等の飼料成分組成を表1に示した。泡盛蒸留粕混合飼料の粗タンパク質は37.6%、ビタミンEは21.4mg/kgであった。給与飼料の成分組成を表2に示した。粗タンパク質、ビタミンE含量について対照区に比べ試験区1および2で増加した。

表1 飼料成分組成

	泡盛蒸留粕 混合飼料	乾燥 泡盛蒸留粕 (注)
DM (%)	89.8	93.2
粗タンパク質 (DM%)	37.6	42.4
粗脂肪 (DM%)	0.7	6.8
粗繊維 (DM%)	41.9	57.1
粗灰分 (DM%)	9.5	0.7
Ca (DM%)	0.18	0.06
P (DM%)	1.71	0.26
リジン (DM%)	0.59	-
ビタミンE (mg/kg)	21.4	-

注) 引用文献4)の値を記載。

表2 供試飼料の成分組成

	対照区	試験区1	試験区2
	肥育後期用飼料	泡盛蒸留粕 混合飼料3%	泡盛蒸留粕 混合飼料5%
DM (%)	86.8	86.9	86.9
粗タンパク質 (DM%)	14.8	15.5	15.7
粗脂肪 (DM%)	2.1	2.4	2.0
粗繊維 (DM%)	15.7	18.5	16.5
粗灰分 (DM%)	5.0	5.2	5.2
Ca (DM%)	0.74	0.76	0.64
P (DM%)	0.51	0.53	0.57
リジン (DM%)	1.16	0.95	1.26
ビタミンE (mg/kg)	6.4	8.9	10.1

2. 発育および枝肉成績

発育および枝肉成績を表3に示した。供試期間，DG，飼料要求率について試験区間に有意差はなかった。枝肉重量，枝肉歩留りおよび背脂肪厚について試験区間に有意差はなかった。

表3 発育および枝肉成績

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	泡盛蒸留粕 3%混合	泡盛蒸留粕 5%混合	
供試期間	49.2日	44.6日	43.6日	
開始体重(kg)	68.8	68.8	70.6	
出荷体重(kg)	116.4	115.6	117.6	
DG (kg/日)	1.02	1.05	1.09	ns
飼料摂取量(kg/日)	3.29	3.27	3.28	ns
飼料要求率	3.36	3.13	3.03	ns
枝肉重量(kg)	80.5	78.5	81.6	ns
枝肉歩留り(%)	0.69	0.68	0.69	ns
背脂肪厚(cm)	1.48	1.64	1.64	ns

注) ns：有意差なし

3. 肉質分析

肉質分析の結果を表4に示した。脂肪融点について試験区間に有意差はなかったが，試験区1が低くなる傾向(P=0.07)にあった。水分，筋肉内脂肪含量，保水性(ドリップロス24hおよび48h)，加熱損失率，圧搾肉汁率，破断応力およびビタミンEについて試験区間に有意差はなかった。

表4 肉質分析結果

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	泡盛蒸留粕 3%混合	泡盛蒸留粕 5%混合	
水分(%)	72.2	71.2	71.8	ns
筋肉内脂肪含量(%)	3.75	4.83	3.76	ns
脂肪融点(°C)	37.1	34.8	37.5	ns
保水性(%)				
ドリップロス 24h	2.47	2.00	2.22	ns
ドリップロス 48h	3.86	3.26	3.39	ns
加熱損失率(%)	25.8	26.6	25.3	ns
圧搾肉汁率(%)	36.5	37.4	34.0	ns
破断応力(kgf/cm ²)	3.85	4.16	4.01	ns
ビタミンE (mg/100g)	0.22	0.22	0.24	ns

注) ns : 有意差なし

脂肪酸組成の分析結果を表5に示した。オレイン酸について対照区と比べ試験区2で有意に高くなり、試験区1でも高い傾向(P=0.07)を示した。その他の各脂肪酸について試験区間に有意差はなかった。

表5 脂肪酸組成

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	泡盛蒸留粕 3%混合	泡盛蒸留粕 5%混合	
ミリスチン酸(%)	1.39	1.39	1.41	ns
パルミチン酸(%)	25.25	25.23	24.95	ns
パルミトリン酸(%)	1.83	2.35	2.32	ns
ステアリン酸(%)	19.54	16.95	16.61	ns
オレイン酸(%)	40.60 ^a	42.95 ^{ab}	43.31 ^b	*
リノール酸(%)	10.87	10.60	10.85	ns
リノレン酸(%)	0.53	0.52	0.53	ns

注1) ns : 有意差なし

2) * : 異符号間で有意差あり (P<0.05)

核酸およびアミノ酸の分析結果を表6に示した。核酸におけるイノシン酸について、試験区2が有意に高い値を示した。グアニル酸とアデニル酸について、試験区間に有意差はなかった。遊離アミノ酸について、試験区間に有意差はなかった。

表6 核酸および遊離アミノ酸 (mg/100g)

	対照区	試験区1	試験区2	有意差
	肥育後期用飼料	泡盛蒸留粕 3%混合	泡盛蒸留粕 5%混合	
核酸				
イノシン酸	60.4 ^a	58.4 ^a	101.4 ^b	*
グアニル酸	3.0	3.0	3.6	ns
アデニル酸	1.2	1.4	1.0	ns
総遊離アミノ酸	45.68	48.37	47.92	ns
旨味・酸味系				
アスパラギン酸	下限値以下	下限値以下	下限値以下	ns
グルタミン酸	8.1	8.1	7.3	ns
甘味系				
セリン	4.57	4.57	4.45	ns
グリシン	6.55	6.31	6.44	ns
アラニン	13.27	13.77	12.89	ns
トレオニン	3.77	4.23	4.10	ns
プロリン	2.60	3.11	3.03	ns
風味・苦味系				
ヒスチジン	1.73	1.57	1.79	ns
アルギニン	2.68	2.76	2.92	ns
チロシン	4.24	3.94	4.19	ns
バリン	4.63	4.60	4.44	ns
メチオニン	3.63	3.20	3.35	ns
システイン	0.17	下限値以下	0.32	ns
トリプトファン	1.83	1.75	2.02	ns
フェニルアラニン	4.33	4.00	3.99	ns
イソロイシン	3.76	3.64	3.56	ns
ロイシン	7.33	6.88	6.94	ns
リジン	2.99	3.25	3.47	ns

注1) ns：有意差なし

2) *：異符号間で有意差あり (P<0.05)

V 考 察

本試験に用いた泡盛蒸留粕混合飼料は、高い粗タンパク含量を有しているが、これは泡盛蒸留粕の液体部分に溶け込んでいるアミノ酸を、十分に基材に吸着させ乾燥することで余すことなく回収できたためと推察される。また給与結果は発育および枝肉成績について各区に有意差はなく、両試験区の DG は日本飼養標準¹⁷⁾の期待増体日量の 0.85kg を十分に満たし、DG は 1.05~1.09kg であったことから、嗜好性や消化性に影響はないものと考えられた。

肉質分析の結果、試験区 1 の脂肪融点が低くなる傾向 (P=0.07) にあり、これは融点の低い一価不飽和脂肪酸であるパルミトレイン酸やオレイン酸が対照区と比べて高い値を示したことが要因と考えられた。一方、本試験では同様の脂肪酸組成を示した試験区 2 において、統計的な有意差がなかったものの、脂肪融点が高くなる傾向にあった。

食肉の硬さは、筋繊維とそれらを包む各種膜である結合組織および膜中に存在する脂肪組織 (さし) が影響し、脂肪融点が低く筋肉内脂肪含量が多い肉はやわらかくなる¹⁸⁾。しかし、本試験では対照区および試験区 2 と比べて、脂肪融点が低く、筋肉内脂肪含量が多い傾向にあった試験区 1 において、破断応力は対照区および試験区 2 と同程度の値を示した。一般的に牛肉はさしが入ることで肉質がやわらかくなるが、豚肉は牛肉ほどさしが入らない¹⁸⁾ことや、豚肉において筋肉内脂肪含量とやわらかさに相関はみられない¹⁹⁾といった報告がある。本試験においても、肉質がやわらかくなるほど肉中にさしが入らず、脂肪組織以外の筋繊維や結合組織が破断応力の数値に影響したと考えられた。

飼料中のビタミンE含量の増加は、肉中のビタミンE含量を増加¹⁾させ、肉中のビタミンE含量増加による保水性向上が期待される。本試験でも飼料中のビタミンE含量は増加したが、豚肉中のビタミンE含量に変化はなかった。これは本試験の飼料中のビタミンE含量が尾花ら¹⁾の報告値の28~46%程度であったことが影響したと推察される。また、筋肉はビタミンEが消費されやすく、泡盛蒸留粕由来のビタミンE供給量では機能性を発揮する程、筋肉中にビタミンEが蓄積されなかったと考えられる。

脂肪酸組成において、オレイン酸が試験区で対照区と比べて高くなる傾向にあった。勝俣ら²⁰⁾や、石川ら²¹⁾は、肥育豚への玄米や飼料用米の給与によるオレイン酸の増加を報告しているが、これは玄米や飼料用米を配合した飼料中の脂肪酸組成が影響したものと考察している。しかし、両報告ともオレイン酸の単純な増加ではなく、飼料中のリノール酸割合の低下がオレイン酸の相対的な増加をもたらしたと報告している。一方、本試験ではリノール酸の低下はみられず、オレイン酸の増加がみられたことから脂肪酸組成への好ましい影響を及ぼしている可能性がある。また、オレイン酸を含む一価不飽和脂肪酸はフレーバーや食味性と好ましい正の相関があるとの報告²²⁾もあることから、泡盛蒸留粕混合飼料の脂肪酸組成や配合割合の違いが肉質に及ぼす影響について、より詳しく検証を行うことが望ましい。なお、未利用資源の給与で問題となる軟脂発生²³⁾について、本試験では供試したロース肉の性状や外見上から軟脂と判断される個体はみられなかった。

核酸におけるイノシン酸はうま味成分であり、給与飼料による影響はない²⁴⁾と報告されているが、本研究では試験区2で有意に高い値を示した。一般的に豚肉内に120mg/100g程度含有²⁵⁾されるが、本試験ではそれよりも低い分析値を示した。これはイノシン酸が肉の熟成過程でATPの分解に伴い生成¹⁸⁾され、屠畜後2~3日をピークに漸減していく²⁶⁾ためと考えられる。今後は熟成期間も考慮し検証することが望まれる。核酸と同様、遊離アミノ酸は食肉の呈味成分であるが、品種や個体によって差異があり²⁷⁾、給与飼料による影響はない²⁴⁾との報告がある。また、石川ら²¹⁾や岩谷ら²⁴⁾は、アスパラギン酸、バリン、メチオニン、フェニルアラニン、イソロイシン、ロイシンにおいて有意差がみられたと報告しているが、飼料給与による影響はわずか、もしくは不明と考察している。本試験でも試験区間に有意差はなかったことから、泡盛蒸留粕混合飼料による遊離アミノ酸への影響はないと考えられた。

以上のことから、泡盛蒸留粕混合飼料の給与は増体性、枝肉成績および肉質に大きな影響はなく、肥育後期豚の飼料として活用できると考えられた。

VI 引用文献

- 1) 尾花尚明・入江正和・高橋俊浩・森田哲夫・堀之内生次郎・岩切正芳・林國興(2010) 乾燥焼酎粕ケーキの添加レベルが肥育豚の生産性、枝肉形質、肉質に及ぼす影響・日本畜産学会報, 81 (4), 467-474
- 2) 小平貴都子・入江正和・堀之内生次郎・岩切正芳・竹之山慎一・六車三治男・高橋俊浩・森田哲夫・松葉賢次・甲斐敬康(2007) ワイン粕給与が肥育豚の発育と枝肉・肉質特性に及ぼす影響, 日本養豚学会誌, 44 (3), 127-135
- 3) 本多昭幸・嶋澤光一・尾野喜孝(2011) シロップ廃液を活用したリキッド飼料の給与が肥育豚の産肉性および血清成分に及ぼす影響・日本畜産学会報, 82 (3), 317-323
- 4) 久高将雪・塩山朝・新田宗博(2011) 畜産物ブランド化に向けた県産未利用資源の活用による家畜飼養管理技術の開発 (1) 泡盛副産物の排出・利用状況及び栄養価の調査, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, 49, 41-46
- 5) 高江洲義晃・野島厚子・大城俊弘(1991) 肉豚への泡盛粕給与試験 (1) 肥育中期・後期の肉豚への給与, 沖縄県畜産試験場研究報告, 29, 69-73
- 6) 高江洲義晃・野島厚子・大城俊弘(1992) 肉豚への泡盛粕給与試験 (2) 肥育豚への給与, 沖縄県畜産試験場研究報告, 30, 77-81
- 7) 高江洲義晃・野島厚子・大城俊弘(1993) 肉豚への泡盛粕給与試験 (3) 泡盛蒸留粕混合飼料の給与, 沖縄県畜産試験場研究報告, 31, 77-82
- 8) 高江洲義晃・野島厚子・大城俊弘(1994) 肉豚への泡盛粕給与試験 (4) 泡盛蒸留粕給与実証試験,

沖縄県畜産試験場研究報告, 32, 109-116

- 9) 久高将雪・塩山朝・新田宗博(2011)畜産物ブランド化に向けた県産未利用資源の活用による家畜飼養管理技術の開発 (2) 乳酸菌製剤を用いた泡盛蒸留粕の保存性に関する検討, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, 49, 47-54
- 10) 安里直和・太野垣陽一・久高将雪・森山高広・島袋宏俊(2014)泡盛蒸留粕の保存性およびペレット化の検討, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, 49, 25-35
- 11) 太野垣陽一・安里直和・砂川隆治・運天和彦(2012)畜産物ブランド化に向けた県産未利用資源の活用による家畜飼養管理技術の開発 (5) 泡盛蒸留粕乳酸発酵物給与が黒毛和種子牛育成に及ぼす影響, 沖縄県畜産研究センター試験研究報告, 50, 1-5
- 12) 長嶺樹・砂川勝徳・TRAN Van Thang・喜納享志・波間智行・香取和樹・稲垣茉奈・仲間大輔 (2010) 豆腐粕配合飼料と泡盛蒸留圧搾粕配合飼料の給与が雄子ヤギの成長に及ぼす影響, 日本畜産学会大会講演要旨, 112, 31
- 13) 渡部葉月・伊村嘉美 (2016) 泡盛蒸留粕および飯米の豚用飼料利用に関する研究, 沖縄畜産研究会報, 51, 31-40
- 14) 独立行政法人農林水産消費安全技術センター飼料分析基準研究会(2010), 飼料分析法・解説(2009), 社団法人日本科学飼料協会
- 15) 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル, 独立行政法人家畜改良センター
- 16) Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues: *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509
- 17) 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
- 18) 沖谷明紘 (1996) シリーズ《食品の科学》肉の科学, 57-63, 朝倉書店
- 19) 田口聡子・飯田文子 (2014) 豚肉における官能評価と適合度の高い力学的測定法の検討, 日本女子大学紀要家政学部, 61, 7-12
- 20) 勝俣昌也・佐々木啓介・斉藤真二・石田藍子・京谷隆侍・本山三知代・大塚誠・中島一喜・澤田一彦・三津本充 (2009) 肥育後期豚への玄米の給与が皮下脂肪の性状に及ぼす影響, 日本畜産学会報, 80 (1), 63-69
- 21) 石川翔・龍田健 (2014) 飼料用米の給与割合の違いが肉豚の発育, 肉質および経済性に及ぼす影響, 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告, 50, 1-8
- 22) Cameron, N. D., M. Enser, G. R. Nute, F. M. Whittington, J. C. Penman, A. C. Fiskén, A. M. Perry and J. D. Wood (2000) Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. *Meat Science*, 55, 187-195
- 23) 入江正和 (2007) 【解説】エコフィード給与と豚肉の品質, 日本食肉研究会誌, 48, 175-186
- 24) 岩谷英治・設楽修・入江正和 (2005) パン添加飼料給与がブタの増体量および肉質に及ぼす影響, 日本畜産学会報, 76 (1), 15-22
- 25) 上野川修一 (2011) 豚肉のチカラ, 24, 財団法人日本食肉消費総合センター
- 26) Teasaki, M., M. Kajikawa, E. Fujita, K. Ishii (1965) Studies on the flavor of meats Part 1. Formation and degradation of inosinic acids in meats, *Agr. Biol. Chem.*, 29, 208-215
- 27) 千国幸一・佐々木啓介・江森格・岩木史之・谷史雄・中島郁世・室谷進・三津本充 (2002) 豚肉風味関連物質の含量に対する加熱処理の影響, 日本養豚学会誌, 39 (3), 191-199

沖縄県におけるブラキアリアグラスの栽培利用技術の確立

(1) 新品種候補系統「沖縄1号」における播種量の検討

栗田夏子 荷川取秀樹

I 要 約

ブラキアリアグラスの1種であるルジグラス (*Brachiaria ruziziensis*) から作出した4倍体新品種候補系統「沖縄1号」について、異なる播種量で実面積規模の栽培をし、機械踏圧をした場合の生育特性について調査を行った。播種量は10aあたり1, 2および3kgの区を設けた。

その結果は下記のとおりであった。

1. 2020年5月14日に播種し、2021年1月31日までの間の2回の刈取りによる合計乾物収量は、1kg区が382kg、2kg区が533kg、3kg区が670kgであった。
2. 生草収量・乾物収量ともに、1番草では3kg区が最も高く、播種量が減るにしたがって低くなる傾向があった。2番草では2kg区と3kg区の生草収量・乾物収量はほぼ同等で、1kg区が最も低かった。
3. 1区あたりの雑草乾物率は、1番草、2番草ともに3kg区が最も低く、播種量が減るにしたがって高くなる傾向があった。1番草と2番草の比較では、どの処理区も1番草より2番草の雑草乾物率は低くなった。
4. 2番草刈取り後、10月下旬より出穂が始まり、12月上旬には結実した種子がほぼ全て落果していた。また、1月下旬まで茎葉の大きな伸長は認められず、2番草以降は刈取りは行わなかった。
5. 種子は、2019年12月に自家採種し風選したのち、紙袋に入れ25℃で保存していたものを使用したところ、25℃恒温器内で保存したシャーレにおける1カ月間の発芽率は28%であった。

II 緒 言

沖縄県では、ローズグラスやギニアグラス等の暖地型牧草が周年利用されているが¹⁾、飼料自給率のさらなる向上を目指し、さまざまな取組を行っている。本センターでは、草種選定試験^{2~8)}により、新導入暖地型牧草としてブラキアリアグラスを有望草種として報告した。さらにブラキアリアグラスの中でも高い飼料品質と収量を併せ持つ高採種性集団^{9~14)}を選抜し、ルジグラス4倍体の新品種候補系統「沖縄1号」を作出した。

今後、高品質牧草として県内農家に普及するためには、栽培マニュアル等が必要になる。ブラキアリアグラスは海外の熱帯地域で多く用いられるが¹⁵⁾、ルジグラスの日本国内、沖縄県内での栽培法に関する研究はまだ少ない。

ルジグラスと同じブラキアリアグラスに分類されるブリザンタ「MG5」(*Brachiaria brizantha* cv. MG5)の播種量は2kg/10aが適量¹⁶⁾とされている。いっぽう、「MG5」は刈取り後の踏圧を繰り返すと乾物収量が低く、株数が少ないことが報告されている¹⁷⁾。また、ブラキアリアグラスの種子は休眠性があり、発芽率が低いことが知られている¹⁸⁾。

そこで、今回「沖縄1号」を用い、異なる播種量で実面積規模の栽培をし、機械踏圧をした場合の生育特性について調査を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は、ブラキアリアグラス品種候補系統「沖縄1号」を用いた。

2019年12月に自家採種し、風選したのち、紙袋に入れ25℃で保存していた種子を使用した。

2. 試験方法

1) 試験期間

2020年5月14日に播種をし、刈取り調査は2020年9月29日まで行った。

その後2021年1月31日まで観察を続けた。

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) 1区面積および区制

1区4.0m×30.0m=120 m²を3反復で乱塊法により配置した。

4) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

播種量は、10aあたり1kg(1kg区)、2kg(2kg区)、3kg(3kg区)の処理区を設けた。

播種前の2020年4月27日に、除草剤・グリホサートカリウム塩液剤を散布した。

2020年5月14日に、種子を砂と混和して散播したのち、トラクターのタイヤにより転圧した。

(2) 施肥量および施肥法

基肥として、播種直後に10aあたりN、P₂O₅、K₂O、Mgの肥料成分がそれぞれ7.0、3、4.2、0.4kgとなるよう、牧草専用1号で10aあたり35.0kgを土壌表面に散布した。追肥は、刈取り毎に、基肥と同量を土壌表面に散布した。

5) 調査項目及び方法

(1) 生育調査項目および方法

調査項目は、沖縄1号の草丈、生草収量、乾物収量、乾物率および雑草乾物率とした。

刈取りによる生育調査面積は1区あたり中央部の1m²とし、刈取り高5cmで行った。

調査区内の植物を全て刈り取り、沖縄1号とその他の草を目視で選別し生草重量をそれぞれ計測した。その後、70℃で48時間通風乾燥しそれぞれの乾物重量を計測し、乾物率および乾物収量を算出した。雑草乾物率は、沖縄1号およびその他の草の合計乾物重に対する、その他の草の乾物重で算出した。

各番草の刈取り調査後は、圃場全体を四輪タイヤ式の牧草収穫機(型式：文明YFT450、文明農機株式会社製)により刈取りを行った。

また、2番草刈取り後の生育について目視で観察を行った。

(2) シャーレにおける発芽試験

シャーレにろ紙を敷き3mlの蒸留水で湿らせた後、シャーレ1枚につき50粒の種子を静置したものを2枚用いた。2020年5月18日から6月18日まで25℃の恒温器で保存し、蒸留水を適宜加えながら、発芽した種子を数え、発芽率を算出した。

IV 結 果

1. 気象概況

月の天候を平年と比較した気象概況は以下のとおりであった¹⁹⁾。

2020年5月は、平均気温は高く、降水量はかなり多く、日照時間は少なかった。

2020年6月は、平均気温はかなり高く、降水量はかなり多く、日照時間は多かった。

2020年7月は、平均気温は高く、降水量は多く、日照時間は少なかった。

2020年8月は、平均気温は高く、降水量はかなり多く、日照時間は平年並みだった。

2020年9月は、平均気温、降水量は平年並みで、日照時間はかなり少なかった。

2020年10月は、平均気温および降水量は平年並みで、日照時間は多かった。

2020年11月は、平均気温はかなり高く、降水量は少なく、日照時間は多かった。

2020年12月は、平均気温は高く、降水量はかなり多く、日照時間はかなり少なかった。

2021年1月は、平均気温は低く、降水量および日照時間は平年並みであった。

2. 調査結果

1) 生育調査結果

(1) 刈取りによる生育調査

刈取りによる生育調査結果を表1に示す。

草丈は、1番草、2番草ともに3kg区が最も高く、播種量が減るにしたがって低くなる傾向があった。生草収量は、1番草では3kg区が最も高く、播種量が減るにしたがって低くなる傾向があった。2番草では、2kg区と3kg区の生草収量はほぼ同等で、1kg区が最も低かった。

乾物収量は、1番草では3kg区が最も高く、播種量が減るにしたがって低くなる傾向があった。2番草では、2kg区と3kg区の乾物収量はほぼ同等で、1kg区が最も低かった。

乾物率は、処理区による差はほぼ認められなかった。

雑草乾物率は、1番草、2番草ともに3kg区が最も低く、播種量が減るにしたがって高くなる傾向があった。1番草と2番草の比較では、どの処理区も1番草より2番草の雑草乾物率が低くなった。

生草収量および乾物収量における、1番草、2番草、合計の各処理区間の分散分析をそれぞれ行ったが、有意差はいずれも認められなかった。

表1 刈取りによる生育調査結果

番草 (刈り取り日) (生育日数)	処理区	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	雑草乾物率 (%)
1番草 (2020年8月5日) (83)	1kg区	69 ± 2.1	410 ± 172	100 ± 48	23 ± 1.5	70 ± 14
	2kg区	71 ± 1.7	690 ± 212	168 ± 65	23 ± 1.8	48 ± 14
	3kg区	78 ± 2.4	1240 ± 361	308 ± 109	24 ± 1.6	32 ± 7
2番草 (2020年9月29日) (55)	1kg区	85 ± 2.1	1377 ± 315	283 ± 65	21 ± 0.9	38 ± 10
	2kg区	90 ± 1.7	1737 ± 404	364 ± 88	21 ± 0.6	29 ± 9
	3kg区	93 ± 1.9	1727 ± 159	361 ± 23	21 ± 1.0	19 ± 1
合計	1kg区		1787 ± 479	382 ± 111		
	2kg区		2427 ± 528	533 ± 128		
	3kg区		2967 ± 240	670 ± 101		

注1) 数値は、平均値±標準誤差を示す。

2) 雑草乾物率は、雑草乾物重/(沖縄1号乾物重+雑草乾物重)で算出した。

(2) 刈取り後の生育の観察

2020年9月29日の刈取り後、茎葉が再生してきたが、10月下旬より出穂が始まり(図1)、茎葉の生育は停滞し十分な収量が得られないと判断し、その後の刈取り調査はしなかった。12月上旬には結実した種子がほぼ全て落果していた。

その後、1月下旬まで茎葉の大きな伸長は認められなかった。(図2)



図1 出穂の様子



図2 1月下旬の様子

(3) シャーレにおける発芽試験

25℃恒温器内で保存したシャーレにおける発芽率は28%であった。

V 考 察

ルジグラスと同じブラキアリアグラスに分類されるブリザンタ「MG5」の播種量は2kg/10aが適量^{1 6)}とされているが、今回はルジグラス4倍体系統の「沖縄1号」を用いて、機械刈りによる踏圧をした場合の播種量試験を行った。

その結果、1年目の合計乾物収量は、3kg区が670kg、2kg区が533kgであり、3kg区が高かった。

早期の高収量を求めるのであれば、10aあたり3kgの播種量が望ましく、また、雑草が抑えられることが示唆された。しかし、2番草では2kg区と3kg区は生草収量、乾物収量ともにほぼ同等であった。「沖縄1号」は高採種性集団から選抜されているが、種子流通価格は未定であり、面積の大きい草地の更新時には種子代が負担となる可能性があることから、10aあたり2kgの選択も考慮できると考えられた。また、当初播種したうちの休眠種子や12月上旬に結実落果した種子が今後発芽する可能性や、ほふく枝の発達により株数が増加する可能性があることから、1kg区も含め、次年度以降の収量の調査を引き続き行うべきと思われる。

いっぽう、今回の試験では、5月中旬の播種で2回の刈取りにより、合計乾物収量が最も高かった3kg区でも670kgと、幸喜らの試験⁸⁾において1年目で3回刈取りしたタイ産ルジグラス乾物収量1.3t/10aと比較して低い値となった。これは、発芽率が低かったことが要因のひとつと考えられる。

ルジグラスなどのブラキアリアグラスでは、種子の休眠が起こることが知られており^{1 8)}、濃硫酸などを用いた発芽率向上の試験が行われている^{2 0~2 2)}。今回は採種後約5カ月経過した種子を休眠打破の処理を行わずに播種したが、シャーレでの1カ月間の発芽率は28%であった。

早期の高収量を得るためには、今後、実用的な休眠打破や発芽率確認の方法、およびその場合の播種量を検討する必要があると思われる。

さらに、収量が低い要因として、刈取り調査後に機械収穫機により踏圧を加えたことによる影響が考えられる。「沖縄1号」の踏圧の影響についても、今後検討する必要があると思われる。

VI 引 用 文 献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2020)おきなわの畜産,
<https://www.pref.okinawa.jp/site/norin/chikusan/chikusei/okinawanochikusan.html>
- 2) 望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平・眞境名元次(2005)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)(1)成育特性および乾物収量の比較, 沖縄畜研研報, **43**, 30-36
- 3) 花ヶ崎敬資・望月智代・守川信夫・長利真幸・當眞嗣平・眞境名元次(2006)導入暖地型牧草の適応品種選定試験(2001~2005年)(2)可消化乾物収量および粗タンパク質収量の比較, 沖縄畜研研報, **44**, 79-88
- 4) 幸喜香織・蝦名真澄・末永一博・中西雄二・与古田稔・稲福政史・花ヶ崎敬資(2008)ブラキアリアグラス遺伝資源の採種特性, 沖縄畜研研報, **46**, 75-78
- 5) 久高将雪・塩山朝・長利真幸・花ヶ崎敬資・新田宗博(2010)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(2)生産性および栄養価の比較検討, 沖縄畜研研報, **48**, 63-70
- 6) 久高将雪・塩山朝・新田宗博(2010)ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(3)干ばつ耐性の比較検討, 沖縄畜研研報, **48**, 71-76
- 7) 幸喜香織・末永一博・石垣元気・稲福政史・権藤崇裕・明石良・新田宗博(2010)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(1)沖縄県内における形態および採種特性の流通品種との比較, 沖縄畜研研報, **48**, 79-82
- 8) 幸喜香織・稲福政史・森山高広・川本康博(2013)海外から導入した暖地型牧草の優良品種選定試験(1)生育特性および収量性の評価, 沖縄畜研研報, **51**, 49-56
- 9) 幸喜香織・石垣元気・明石良・末永一博・島袋宏俊(2014)ブラキアリアグラス新規育種素材の開発(2)

- 4 倍体有性生殖品種「宮沖国1号」の遺伝的多様性, **52**, 69-71
- 10) 幸喜香織・石垣元気・明石良・島袋宏俊 (2014) ブラキアリアグラスの新品種育成(1)4 倍体有性生殖品種「宮沖国1号」を用いた高採種性母集団の育成, 沖縄畜研研報, **52**, 73-75
- 11) 幸喜香織・安里直和・荷川取秀樹 (2016) ブラキアリアグラスの新品種育成 (2) 新規暖地型牧草の生育日数の相違による収量と飼料品質 (TDN, CP) の経時的変化, 沖縄畜研研報, **54**, 51-59
- 12) 安里直和・幸喜香織・荷川取秀樹 (2016) ブラキアリアグラスの新品種育成 (3) 生育日数の違いによるミネラル含量の経時的変化, 沖縄畜研研報, **54**, 61-66
- 13) 幸喜香織・安里直和・荷川取秀樹 (2016) ブラキアリアグラスの新品種育成 (4) ローズグラス奨励品種「カタンボラ」との比較試験, 沖縄畜研研報, **54**, 67-71
- 14) 幸喜香織・安里直和・荷川取秀樹 (2016) ブラキアリアグラスの新品種育成 (5) デジタルグラス奨励品種「トランスバーラ」との給与比較試験, 沖縄畜研研報, **54**, 73-75
- 15) 幸喜香織・蝦名真澄 (2009) ブラキアリアグラスの育種経緯と品種および利用, 日草誌, **55**(2), 179-187
- 16) 中西雄二・花ヶ崎敬資・幸喜香織・与古田稔・平野清・小路敦 (2008) 熱帯牧草ブリザンタ (MG5) の乾物収量および栄養収量,
<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2007/konarc07-19.html>
- 17) 花ヶ崎敬資・安里直和・守川信夫・長利真幸 (2007) ブラキアリア属新導入品種の生産性の解明と干ばつ耐性の検討(1)ブリタンザ MG5 の踏圧耐性の検討, 沖縄畜研研報, **45**, 53-56
- 18) 社団法人国際農林業協力協会 (1998) 熱帯の飼料作物, 40-41
- 19) 気象庁, 日本の天候の特徴と見通し, <http://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/>
- 20) Mclean, D., Grof, B. (1968) Effect of seed treatments on *Brachiaria mutica* and *B. ruziziensis*, Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, **25**, 81-83
- 21) Maria Juliana Ribeiro Lacerda, Juliana Silva Rodrigues Cabral, Juliana de Fátima Sales, Karina Rocha Freitas, Antônio João Fontes (2010) Seed dormancy-breaking of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Semina: Ciências Agrárias, **31**(4), 823-827
- 22) Roberto Usberti, Leila Martins (2007) Sulphuric acid scarification effects on *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* and *Panicum maximum* seed dormancy release, Revista Brasileira de Sementes, **29**(2), 143-147

豚熱防疫措置後の汚水処理施設における処理能力の検討

(1) 長期ばっ気停止が豚舎排水処理に及ぼす影響

二宮恵介 普照恭多 平良祥 伊佐常暢
片桐慶人

I 要 約

豚熱による防疫措置後の汚水処理施設における運転方法の参考とするため、163日間無ばっ気で静置したばっ気槽混合液を用いて21日間の小規模試験により長期ばっ気停止の影響について検討したところ、その結果は以下のとおりであった。

1. ばっ気槽上澄み(処理水)の生物化学的酸素要求量(BOD)は試験開始1日目に47.0mg/lとなった後、減少傾向に転じ7日目以降は20mg/l以下で推移した。
2. 処理水の全窒素(T-N)は試験開始3日目に63.5mg/lとなった後、減少傾向に転じ14日目以降は30mg/l以下で推移した。
3. 試験期間中のBOD容積負荷は0.14~0.27kg/m³・日であった。

以上のことから、長期ばっ気停止した活性汚泥は低負荷条件下において、約1週間でBOD除去能が回復し、約2週間で窒素除去能が回復する可能性が示唆された。

II 緒 言

本県では2020年1月に34年ぶりに豚熱が発生し、防疫措置により約12000頭の飼養豚が殺処分された。防疫措置として、活性汚泥法による豚舎排水処理を行う汚水処理施設においても3カ月の停止期間が設けられた。活性汚泥法は、汚水に空気を吹き込んで攪拌していると自然に形成される微細な微生物集団(フロック)を利用するのが特徴であり、好気性条件で自然に増殖する微生物を活用している¹⁾。このことから、長期間の施設の停止はばっ気槽内が嫌気条件となり、ばっ気再開後の浄化処理能力に影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、防疫措置後の汚水処理施設における運転方法の参考とするため、ばっ気せずに長期間静置したばっ気槽混合液(活性汚泥)を用いて小規模試験装置によるばっ気処理試験を行い、浄化処理能力を調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は、沖縄県畜産研究センター実験室で2020年10月21日から同年11月11日まで21日間実施した。

2. 試験方法

試験区分および供試試料を表1に示した。試験区分は、2020年5月11日に当センター酸化溝から採取した活性汚泥を163日間ばっ気せず静置したもの(静置汚泥)を用いた試験区および同年10月21日に同様に採取した活性汚泥を用いた対照区とした。試験装置の概要を図1に示した。ばっ気槽は、容積57lのガラス製水槽とし、供試試料を40l投入後、豚舎排水(原水)を5l投入した。ばっ気は1.0l/minの流量で21時間ばっ気、3時間静置を繰り返す回分式とした。静置中に毎日処理水を5l採取し、原水を5l投入した。処理水および原水の水質は、試験開始時、1日目、3日目、7日目、10日目、14日目および21日目に採水し、調査した。

3. 調査項目

調査項目はBOD、浮遊物質(SS)、pH、アンモニア性窒素(NH₄-N)、亜硝酸性窒素(NO₂-N)、T-NおよびBOD/N比とした。BODは圧力センサ式BOD自動測定器(BODTrak II, HACH)、NH₄-NおよびNO₂-Nは単項目水質計(デジタルパケットテスト、共立理化学研究所)、pH、SSおよびT-Nは常法²⁾により分析した。原水のBOD/N

比はBODをT-Nで除し算出した。また、ばっ気停止直前に水槽内の溶存酸素(DO)、水温、活性汚泥沈殿率(SV)、活性汚泥浮遊物質(MLSS)を1週間に1回調査した。DOおよび水温は隔膜式溶存酸素計(ID-150, 飯島電子工業)、SVおよびMLSSは常法²⁾により分析した。原水の水質を表2に示した。なお、試験期間中のBOD容積負荷は0.14~0.27kg/m³・日であった。

表1 試験区分および供試試料

試験区分	供試試料	試料採取日	静置期間
対照区	活性汚泥	2020年10月21日	なし
試験区	静置汚泥	2020年5月11日	163日

注) 静置汚泥は、採取した活性汚泥をばっ気せず静置したもの

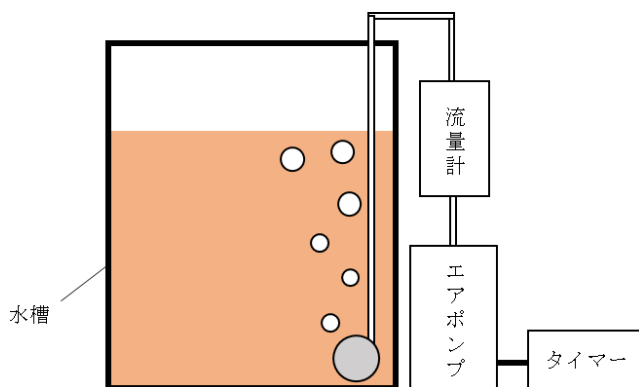


図1 試験装置の概要

表2 原水の水質

項目	原水(n=7)		
	平均値	最大値	最小値
BOD (mg/l)	1778	2423	1245
SS (mg/l)	795	1190	490
pH	7.1	7.8	6.6
NH ₄ -N (mg/l)	218	330	136
T-N (mg/l)	336	470	222
BOD/N	5.6	9.1	3.8

IV 結果

1. BODおよびSSの推移

処理水のBODおよびSSの推移を図2~3に示した。BODは試験区で12.0~47.0mg/l, 対照区で6.7~22.0mg/lとなり, 対照区と比較して試験区は3日目まで高い値で推移し, 7日目以降は20mg/l以下で推移した。SSは試験区で3.0~76.0mg/l, 対照区で5.0~40.5mg/lとなり, 対照区と比較して試験区は試験開始時に高い値を示したものの, 1日目以降はおおむね同程度あるいは低い値で推移した。

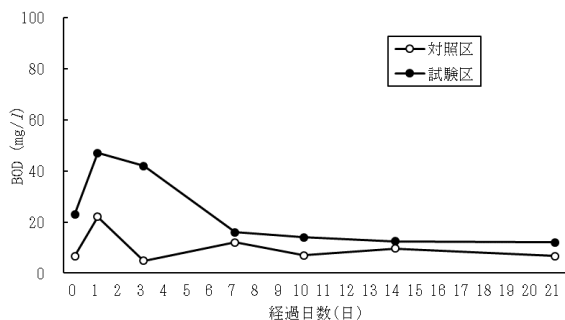


図2 BODの推移

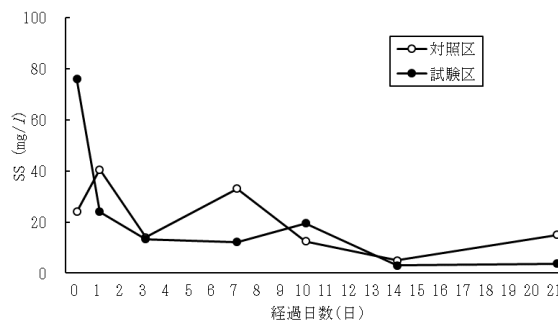


図3 SSの推移

2. pHおよびT-Nの推移

処理水のpHおよびT-Nの推移を図4~5に示した。pHは試験区で7.7~8.2, 対照区で7.7~8.1となり, 両区ともにおおむね同程度で推移した。T-Nは試験区で23.4~63.5mg/l, 対照区で19.6~80.0mg/lとなり, 試験区は試験開始時および1日目には対照区と比較して低い値であったが, 3日目に上昇し対照区よりも高い値を示した後, 減少傾向に転じ14日目以降は30mg/l以下で推移した。

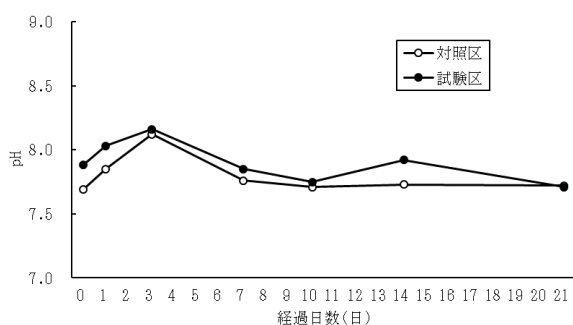


図4 pHの推移

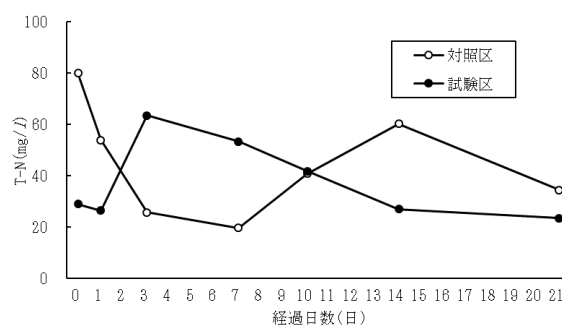


図5 T-Nの推移

3. NH₄-N および NO₂-N の推移

処理水の NH₄-N および NO₂-N の推移を図6～7に示した。NH₄-N は試験区で 0.3～30.2mg/l, 対照区で 0.2～5.8mg/l となり, 対照区と比較して試験区は3日目まで上昇傾向で推移した後, 減少傾向に転じ10日目以降は 1.0mg/l 以下で推移した。NO₂-N は試験区で 0.1～27.0mg/l, 対照区で 0.01～4.1mg/l となり, 対照区と比較して試験区は7日目まで上昇傾向で推移した後, 14日目に減少し21日目も同程度の値となった。

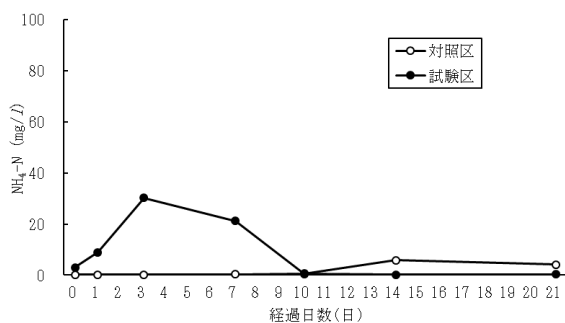


図6 NH₄-Nの推移

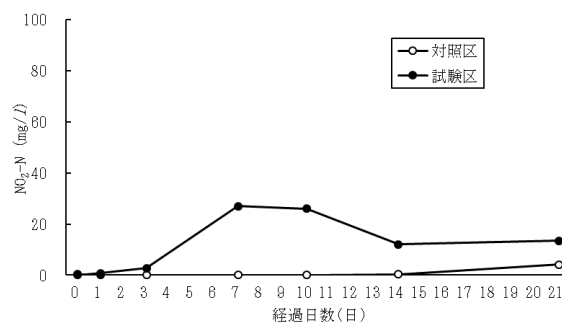


図7 NO₂-Nの推移

4. DO および水温の推移

水槽内の DO および水温の推移を図8～9に示した。DO は試験区で 3.3～5.9mg/l, 対照区で 1.8～4.8mg/l となり, 対照区と比較して試験区は14日目まで高い傾向で推移し, 21日目で同程度となった。水温は試験区で 21.3～24.8℃, 対照区で 21.3～24.7℃となり, 両区ともに同様な傾向で推移した。

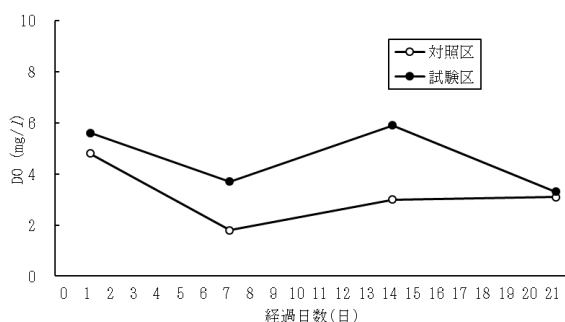


図8 DOの推移

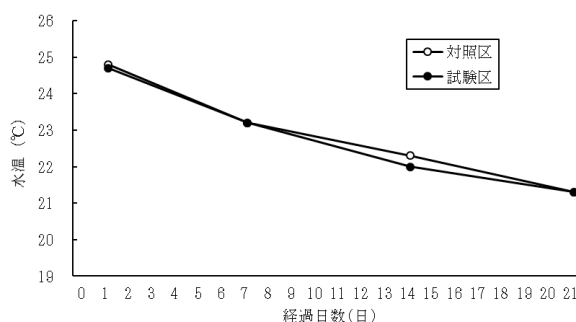


図9 水温の推移

5. SV および MLSS の推移

SV および MLSS の推移を図10～11に示した。SV は試験区で 8～22%, 対照区で 51～75% となった。MLSS は試験区で 1260～4820mg/l, 対照区で 4860～8180mg/l となり, SV および MLSS は対照区と比較して試験区は常に低い値であったが, 対照区とおおむね同様に上昇傾向で推移した。

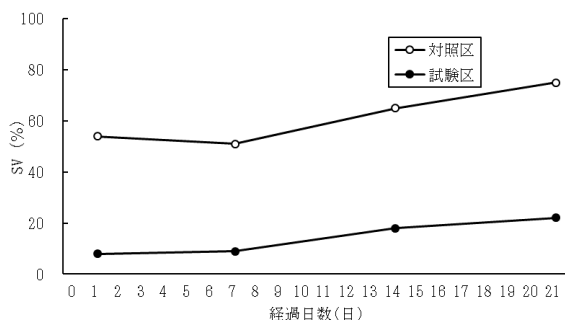


図 10 SV の推移

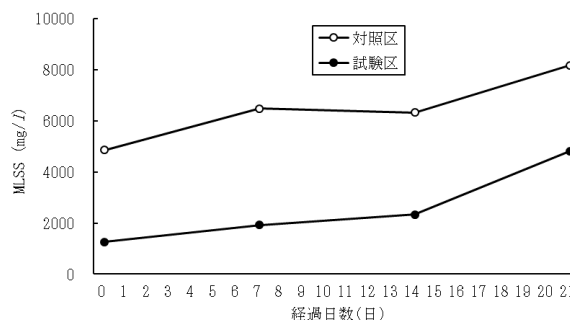


図 11 MLSS の推移

V 考 察

活性汚泥を 163 日間ばっ気せずに静置した試験区において、ばっ気開始後 3 日目までは通常の活性汚泥を用いた対照区よりも BOD が高い傾向であったが、7 日目には対照区とおおむね同程度の値まで減少した。活性汚泥法は好気性微生物を利用した污水浄化法であり、長期ばっ気停止により酸素の供給がなくなった活性汚泥は浄化処理能力が低下していると想定されたが、1 週間程度で BOD 除去能が回復する可能性が示唆された。NH₄-N は試験区において一時的に上昇したが、7 日目には減少傾向に転じて 10 日目以降は 1.0mg/l 以下となった。また、NO₂-N は 7 日目にかけて上昇がみられた。窒素除去は污水中窒素の主成分であるアンモニアをまず好気性条件で硝化菌により亜硝酸または硝酸に酸化し、次に無酸素条件で亜硝酸および硝酸を脱窒細菌で窒素ガスに還元して揮散させる工程である¹⁾。このことから、本試験においても NH₄-N の硝化が進み、NO₂-N が上昇したと考えられる。T-N においても一時的に上昇がみられたものの、14 日目以降は 30mg/l 以下で推移していることから、亜硝酸および硝酸の脱窒が行われたものと考えられ、約 2 週間で窒素除去能が回復する可能性が示唆された。本試験では BOD 容積負荷は 0.14~0.27kg/m³・日となっており、施設設計時に用いられる BOD 容積負荷 0.4kg/m³・日³⁾よりも低負荷条件であった。これらのことから、長期ばっ気停止した活性汚泥は低負荷条件下において、約 1 週間で BOD 除去能が回復し、約 2 週間で窒素除去能が回復する可能性が示唆された。

防疫措置の現場においては、逆性石鹼や石灰資材等による消毒が行われており、污水处理施設への消毒薬の投入や畜舎消毒による消毒薬の混入した原水の流入があると考えられる。これらのことから、今後は消毒薬の排水処理への影響についても調査する必要がある。

VI 引 用 文 献

- 1) 一般財団法人畜産環境整備機構畜産環境技術研究所 (2018) 畜産污水の処理技術マニュアル, 17-49, 一般財団法人畜産環境整備機構
- 2) 公益社団法人日本下水道協会 (2012) 下水試験方法上巻 2012 年版, 245-686, 公益社団法人日本下水道協会
- 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, 125, 財団法人畜産環境整備機構

職 員 一 覽
(2021 年 3 月現在)

所 長	金城 靖
企画管理班	班 長 大城 聡 主任研究員 細井 伸浩 主 任 長嶺 義孝 主 任 伊藤 涼 農林水産技能員 伊藝 博志 農林水産技能員 宜保 永堅 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 又吉 博樹 農林水産技能員 仲程 正巳 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 赤嶺 圭作
育種改良班	班 長 荷川取秀樹 主任研究員 栗田 夏子 主任研究員 渡慶次 功 研究員 高江洲 斉 研究員 末澤 遼平 研究員 光部 柳子 研究員 西山 朱音
飼養・環境班	班 長 片桐 慶人 主 任 岩崎 義史 研究員 普照 恭多 研究員 二宮 恵介 研究員 平良 祥 研究員 伊佐 常暢

2020年度（令和2年度）編集委員会

編集委員長	大城	聡
事務局長	細井	伸浩
編集委員	栗田	夏子
編集委員	高江洲	斉
編集委員	光部	柳子
編集委員	平良	祥
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58号

令和3年3月26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）
