
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57号

2019年度（令和元年度）

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57号

2019年度（令和元年度）

目次

大家畜分野

- 1 和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2019年度）
.....末澤 遼平..... 1
- 2 和牛種雄牛現場後代検定成績（2019年度）
（14種雄牛「茂北福」「豊忠勝」および「美国茂」の検定成績）
.....渡慶次 功..... 4

中家畜分野

- 3 山羊液状精液における簡易な調製法の検討
（1）豚用希釈液の応用
.....守川 信夫..... 9

飼料作物分野

- 4 ソルガムとイタリアンライグラスの耐病性品種による栽培体系の検討
（4）いもち病抵抗性極早生イタリアンライグラス「Kyusyu 1」および「ヤヨイワセ」
の散播による栽培の検討
.....栗田 夏子..... 13
- 5 ソルガムとイタリアンライグラスの耐病性品種による栽培体系の検討
（5）耐病性早生ソルガム「九州交7号」の散播栽培における機械収穫による利用の検討
.....栗田 夏子..... 19
- 6 ネズミノオの生態と防除
（1）当センター内トランスバーラ採草地におけるネズミノオ生息地の土壌の性質について
.....栗田 夏子..... 24
- 7 沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立
（1）イタリアンライグラスおよびエンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分に
関する調査
.....栗田 夏子..... 28
- 8 暖地型牧草における銅・亜鉛含有量の付加試験
（1）施肥成分への水溶性銅・亜鉛添加がトランスバーラに及ぼす影響
.....光部 柳子..... 36

牧草育種分野

- 9 ブラキアリアグラス新品種候補系統「沖縄2号」生産性検定試験
.....知念 司 40
- 10 極早生エンバク3品種の特性調査
.....知念 司 51

畜産環境分野

- 11 BOD(生物化学的酸素要求量)監視システムを用いたばっ気制御による豚舎排水中窒素除去
の実証
.....二宮 恵介..... 60
- 12 豚舎排水における沖縄型簡易無加温メタン発酵処理技術の開発
(1)保温方法の違いがメタン発酵槽内液温およびBOD除去率に及ぼす影響
.....二宮 恵介.....63
- 13 乳化液散布および清掃による豚舎内臭気低減効果の検討
.....二宮 恵介.....67

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2019年度）

末澤遼平 渡慶次功 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、和牛種雄牛産肉能力検定（直接検定法）を実施している。2018年から2019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、産子調査により9頭を選抜した。その概要を表1に示した。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.7, No.9）、気高系×糸桜系が2頭（No.6, No.8）、気高系×気高系が2頭（No.2, No.3）、気高系×田尻系が1頭（No.4）、田尻系×糸桜系が1頭（No.5）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 福合	2018/01/26	福福波	ゆりくに	百合茂	北国7の8	八重瀬町
2 忠福久	2018/01/27	百合福久	ゆかり	忠富士	平茂晴	糸満市
3 久忠平2	2018/03/27	百合白清2	かつみどり	勝忠平	福栄	糸満市
4 百合北56	2018/05/31	百合北	おきなわ56	美津照重	安福久	今帰仁村
5 秀樹	2018/06/13	福増	おきなわ61	茂北福	美津照重	今帰仁村
6 福太郎	2018/06/27	百合白清2	なっちゃん	北福波	平茂勝	宮古島市
7 昇太	2018/07/20	美国桜	しょうの	平茂勝	北国7の8	宮古島市
8 盛0828	2018/08/28	百合白清2	せいな	美国桜	勝忠平	今帰仁村
9 福平	2018/10/16	福福波	かつひら	勝忠平	美津福	久米島町

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）¹⁾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238日、開始時体重278.7kg、終了時体重409.2kg、180日補正体重224.5kg、365日補正体重426.9kg、DG1.17kgであった。盛0828がDGが1.46kg、365日補正体重が492.9kgと特に優れていた。

9頭のDG平均値は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、2019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、2021年度現場後代検定実施牛として、秀樹（福茂北へ改名）、盛0828（美百合へ改名）、福平（福福勝へ改名）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)		体高 (cm)	選 抜
			開始時	終了時	180日補正	365日補正	終了時	終了時		
1	福合	249	300.0	425.0	230.2	429.5	1.12	126.6		
2	忠福久	248	282.0	395.0	214.9	400.1	1.01	125.0		
3	久忠平2	245	295.0	416.0	224.7	424.6	1.08	123.2		
4	百合北56	243	260.0	401.0	214.4	413.6	1.26	125.6		
5	秀樹	230	228.0	374.0	199.0	403.9	1.30	122.0	○	
6	福太郎	216	280.0	394.0	238.3	431.7	1.02	125.0		
7	昇太	242	261.0	373.0	214.8	384.0	1.00	126.2		
8	盛0828	238	308.0	471.0	248.4	492.9	1.46	130.2	○	
9	福平	231	294.0	434.0	235.7	461.5	1.25	130.0	○	
	平均値	238	278.7	409.2	224.5	426.9	1.17	126.0		
	標準偏差	10.7	25.1	31.2	15.2	33.3	0.16	2.7		
	全国平均値	—	—	—	—	—	1.19	125.4		

注1) 全国平均値は2019年度（200頭）の平均値

2) ○は2021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	
		TDN	CP	濃厚飼料	粗飼料	TDN	CP	評点	選抜
1 福合	44	650	110	102	-12	68	7	83.7	
2 忠福久	46	553	92	22	-67	3	-6	83.2	
3 久忠平2	52	576	92	-6	-33	-9	4	82.3	
4 百合北56	55	592	106	5	10	6	28	83.8	
5 秀樹	48	633	116	110	37	94	19	82.9	○
6 福太郎	47	602	111	70	-6	52	13	83.2	
7 昇太	50	541	99	12	-32	12	5	82.2	
8 盛0828	56	624	108	-41	-26	-3	-12	83.6	○
9 福平	51	669	119	70	43	15	74	84.7	○
平均值	49.9	604.4	105.9	38.2	-9.6	26.4	14.7	83.3	
標準偏差	4.0	43.4	9.7	51.8	35.3	36.0	25.3	0.78	
全国平均值	—	—	—	-18.3	-6.0	-9.0	-3.4	—	

注1) 全国平均值は2019年度(200頭)の平均值

2) ○は2021年度和牛種雄牛現場後代検定牛として選抜

3) 余剰飼料摂取量の算出方法は、以下のとおりである。

余剰飼料摂取量 = 摂取量 - {a × 代謝体重 + b × 増体量 + c × 他方の摂取量 + C}

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

他方の摂取量 = 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: 他方の摂取量の係数 C: 定数

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(2019)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 4

検定補助: 仲程正巳

和牛種雄牛現場後代検定成績（2019年度）

（14）種雄牛「茂北福」「豊忠勝」および「美国茂」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、2019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2014年度の直接検定¹⁾により選抜された茂北福（しげきたふく）、豊忠勝（とよただかつ）および美国茂（みくにしげ）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、茂北福が18頭（去勢14頭、雌4頭）、豊忠勝が21頭（去勢13頭、雌8頭）および美国茂が21頭（去勢12頭、雌9頭）の産子を用いて肥育を行なった。

表1 検定種雄牛の概要

名 号	茂北福	美国茂	豊忠勝
登録番号	黒原 5868	黒原 5866	黒 15046
生年月日	2012.11.1	2013.9.27	2012.11.8
審査得点	83.1	84.3	84.8
産 地	宮古島市	本部町	石垣市
父	北福波	美国桜	勝忠平
母	しょうの	やすしげ	きたとよやす
母方祖父	平茂勝	平茂勝	豊安福
母方曾祖父	北国7の8	安平	北国7の8

III 検 定 成 績

表2に検定種雄牛の育種価評価結果（令和2年1月解析推定育種価結果）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。

茂北福のBVは、枝肉重量が55.0kg、ロース芯面積が17.1cm²、バラの厚さが0.81cm、皮下脂肪の厚さ（皮下脂肪厚）が-0.78cm、歩留まり基準値（歩留基準値）が2.79および脂肪交雑が3.05であった。

美国茂のBVは、枝肉重量が41.1kg、ロース芯面積が10.5cm²、バラの厚さが0.73cm、皮下脂肪厚が-0.73cm、歩留基準値が1.96および脂肪交雑が2.22であった。

豊忠勝のBVは、枝肉重量が73.9kg、ロース芯面積が11.2cm²、バラの厚さが0.89cm、皮下脂肪厚が0.38cm、歩留基準値が0.76および脂肪交雑が1.65であった。

茂北福は脂肪交雑の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（令和2年1月解析）

種雄牛名	枝肉重量 (kg)		ロース芯面積 (cm ²)		バラの厚さ (cm)		皮下脂肪厚 (cm)		歩留基準値 (%)		脂肪交雑 (基準値)	
	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC
茂北福	55.0	0.94	17.1	0.93	0.81	0.92	-0.78	0.94	2.79	0.94	3.05	0.94
美国茂	41.1	0.92	10.5	0.92	0.73	0.90	-0.73	0.93	1.96	0.93	2.22	0.93
豊忠勝	73.9	0.96	11.2	0.96	0.89	0.95	0.38	0.97	0.76	0.96	1.65	0.97

IV 引用文献

- 1) 細井伸浩・太野垣陽一・砂川隆治・島袋宏俊(2014)和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2014年度），
沖縄畜研研報，52，11-13
- 2) 公益社団法人全国和牛登録協会(2013)和牛登録事務必携，70-72，179-181

検定補助：赤嶺圭作 玉城照夫

付属資料

1. 茂北福

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	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.)	枝肉重量 (kg)	歩留等級	肉質等級
1	茂忠318	茂北福	忠茂勝	安福久	去勢	28.9	73	8.8	1.9	76.4	11	536.6	A	5
2	光琉	茂北福	安平照	平茂勝	去勢	28.9	64	6.8	2.0	74.3	11	489.9	A	5
3	福参	茂北福	福之国	平茂勝	去勢	27.4	59	9.0	1.8	75.5	11	471.4	A	5
4	広勝	茂北福	福栄	平茂勝	去勢	28.2	67	6.5	1.6	75.5	10	439.8	A	5
5	山中5	茂北福	百合茂	北国7の8	去勢	28.9	57	6.5	2.0	74.0	10	428.4	A	5
6	光平	茂北福	勝忠平	安福165の9	去勢	28.0	49	7.0	2.0	72.2	10	511.2	A	5
7	佐川茂福	茂北福	安茂勝	安平	去勢	28.7	79	6.8	2.0	76.5	9	486.6	A	5
8	茂茂184	茂北福	百合茂	平茂勝	去勢	29.1	63	8.6	1.9	75.7	9	472.4	A	5
9	勝正	茂北福	安福久	忠富士	去勢	28.5	66	7.3	1.9	74.8	8	505.9	A	4
10	田吾作	茂北福	百合茂	北国7の8	去勢	28.8	62	7.6	2.3	75.0	8	439.5	A	5
11	大進43	茂北福	美津福	平茂勝	去勢	28.5	55	7.9	2.9	73.8	8	438.0	A	5
12	茂北君1	茂北福	勝海邦	平茂勝	去勢	28.8	50	8.0	2.5	72.4	8	534.1	A	5
13	茂男	茂北福	茂隆平	安福165の9	去勢	28.8	64	8.5	2.5	74.3	7	549.2	A	4
14	茂福	茂北福	第2平茂勝	晴姫	去勢	29.0	50	6.4	2.3	72.0	5	489.7	A	4
15	あかり	茂北福	百合茂	平茂勝	雌	31.4	54	7.4	3.5	71.7	9	518.6	B	5
16	しげなつ	茂北福	平茂勝	勝忠平	雌	29.3	65	8.7	3.3	74.1	7	523.8	A	4
17	しげきた3	茂北福	百合茂	安平	雌	30.8	64	6.3	3.5	73.0	7	468.1	A	4
18	なみ	茂北福	平茂勝	中部6	雌	30.4	60	9.0	2.5	75.0	5	479.0	A	3

	総平均値±標準偏差
と畜時月齢	29.0 ± 0.9
枝肉重量(kg)	487.9 ± 36.8
ロース芯面積(cm ²)	61.1 ± 7.9
バラの厚さ(cm)	7.6 ± 0.9
皮下脂肪厚(cm)	2.3 ± 0.5
歩留基準値	74.2 ± 1.4
脂肪交雑(BMS No.)	8.5 ± 1.4

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			1	5	11	17
B					1	1
C						
計			1	5	12	18

2. 豊忠勝

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	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.)	枝肉重量 (kg)	歩留等級	肉質等級
1	豊忠	豊忠勝	北福波	平茂勝	去勢	28.3	57	8.0	2.7	73.9	10	459.0	A	5
2	豊勝1	豊忠勝	北福波	安福165の9	去勢	28.5	66	7.5	3.8	73.5	8	480.5	A	5
3	菊忠	豊忠勝	菊花国	照美	去勢	28.6	62	8.0	2.7	73.4	8	553.7	A	5
4	豊勝4	豊忠勝	北平安	勝海邦	去勢	28.8	61	8.0	4.0	72.0	7	568.2	A	4
5	豊勝3	豊忠勝	勝安福3	平茂勝	去勢	28.9	45	7.5	3.0	71.7	7	469.7	B	4
6	忠男	豊忠勝	北福波	神高福	去勢	28.5	61	7.6	3.3	73.6	6	462.5	A	4
7	豊山	豊忠勝	北仁	晴姫	去勢	29.0	56	7.1	2.8	72.4	6	518.4	A	4
8	特選11	豊忠勝	北福波	中部6	去勢	28.3	54	8.1	3.1	72.8	6	499.4	A	4
9	豊平	豊忠勝	平茂勝	中部6	去勢	28.9	64	8.0	3.4	73.2	5	543.0	A	4
10	豊桜	豊忠勝	茂重桜	忠福	去勢	28.4	64	7.7	4.3	72.7	5	508.0	A	4
11	左衛門	豊忠勝	紋次郎	平茂勝	去勢	29.0	62	6.7	2.8	73.0	5	511.5	A	4
12	憲栄輝	豊忠勝	北仁	平茂勝	去勢	25.6	60	8.4	3.3	73.6	5	502.5	A	4
13	満開	豊忠勝	北福波	福栄	去勢	28.5	49	7.0	3.7	71.2	4	471.8	B	3
14	とよかつ	豊忠勝	北福波	照美	雌	31.8	65	7.5	3.2	74.9	10	411.0	A	5
15	とよしげ	豊忠勝	平茂勝	安福165の9	雌	31.9	63	7.0	2.8	73.7	8	480.7	A	5
16	とよさん1	豊忠勝	美国桜	勝海邦	雌	30.9	60	8.5	4.0	73.1	8	492.8	A	5
17	とよか	豊忠勝	安茂勝	豊喜	雌	31.5	68	7.4	3.2	73.2	5	568.6	A	4
18	じゅんただかつ	豊忠勝	北福波	第2平茂勝	雌	31.8	50	7.2	4.3	71.5	5	425.4	B	4
19	りえこ	豊忠勝	安茂勝	紋次郎	雌	31.1	48	7.8	4.4	71.4	5	438.2	B	4
20	かなえ	豊忠勝	北仁	平茂勝	雌	30.7	58	7.3	2.5	73.4	4	490.6	A	3
21	もとひめ87	豊忠勝	平茂勝	北国7の8	雌	31.3	40	7.0	3.8	70.5	3	422.0	B	2

	総平均値±標準偏差
と畜時月齢	29.8 ± 1.6
枝肉重量(kg)	489.4 ± 45.4
ロース芯面積 (cm ²)	57.7 ± 7.5
バラの厚さ (cm)	7.5 ± 0.4
皮下脂肪厚 (cm)	3.3 ± 0.5
歩留基準値	72.8 ± 1.0
脂肪交雑 (BMS No.)	6.1 ± 1.9

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A			1	9	6	16
B		1	1	3		5
C						
計		1	2	12	6	21

3. 美国茂

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	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.)	枝肉重量 (kg)	歩留等級	肉質等級
1	西28の8	美国茂	安福久	第1花国	去勢	28.8	69	8.0	1.8	76.0	11	485.6	A	5
2	徳仁	美国茂	安茂勝	福桜(宮崎)	去勢	28.4	62	7.3	1.9	74.5	11	484.2	A	5
3	茂久	美国茂	安福久	勝忠平	去勢	29.0	55	7.2	3.1	72.3	8	495.7	A	5
4	美国1	美国茂	茂隆平	勝海邦	去勢	28.4	49	7.1	2.5	72.6	8	445.8	A	5
5	理香	美国茂	北福波	晴姫	去勢	28.8	47	7.3	2.7	72.4	8	444.3	A	5
6	国男	美国茂	勝海邦	勝海邦	去勢	28.8	53	8.8	2.3	74.1	7	482.3	A	4
7	安美	美国茂	茂勝栄	谷吉土井	去勢	25.0	55	7.6	2.2	73.9	6	462.0	A	4
8	淳美茂	美国茂	勝海邦	第7安福	去勢	28.4	50	8.3	1.9	73.2	6	520.0	A	4
9	美茂丸	美国茂	茂勝栄	北仁	去勢	28.9	49	7.4	3.2	72.2	4	450.5	A	3
10	美久2の10	美国茂	安福久	北国7の8	去勢	27.5	47	6.3	2.5	73.2	4	343.5	A	3
11	本牧乃81	美国茂	照美	神高福	去勢	29.0	52	8.2	2.7	72.1	3	566.5	A	2
12	美国勝	美国茂	平茂勝	景藤	去勢	28.9	44	6.4	2.5	71.6	3	444.5	B	2
13	なお	美国茂	美津照重	北福波	雌	31.7	71	7.8	2.8	74.6	11	540.3	A	5
14	せつな	美国茂	百合茂	安福久	雌	30.6	56	7.7	2.6	73.5	8	474.7	A	5
15	あいり	美国茂	北平安	勝忠平	雌	29.2	71	8.0	2.9	75.4	7	474.7	A	4
16	じゅんくにしげ	美国茂	勝安福3	神高福	雌	29.3	64	8.8	2.0	75.8	7	480.5	A	4
17	ことみく	美国茂	福栄	平茂勝	雌	30.7	55	7.0	4.2	72.3	6	409.0	A	4
18	ほくこ4の5	美国茂	白清海邦	家康福	雌	26.1	63	7.6	2.6	74.9	5	437.0	A	4
19	よしくに	美国茂	平茂勝	北国7の8	雌	30.9	52	7.7	3.4	71.7	5	518.8	B	4
20	しげくに	美国茂	勝海邦	安波土井	雌	28.9	52	8.2	4.5	71.6	4	482.0	B	3
21	なみこ11	美国茂	平茂勝	美津福	雌	26.4	49	7.5	3.9	72.1	3	417.0	A	3

	総平均値±標準偏差
と畜時月齢	28.7 ± 1.5
枝肉重量(kg)	469.4 ± 48.2
ロース芯面積(cm ²)	55.4 ± 8.1
バラの厚さ(cm)	7.6 ± 0.6
皮下脂肪厚(cm)	2.7 ± 0.7
歩留基準値	73.3 ± 1.4
脂肪交雑(BMS No.)	6.4 ± 2.5

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 \ 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A		1	3	7	7	18
B		1	1	1		3
C						
計		2	4	8	7	21

山羊液状精液における簡易な調製法の検討

(1) 豚用希釈液の応用

守川信夫 山城存 大竹里佳

I 要 約

山羊液状精液の簡易な調製法を確立するため、山羊用希釈液と豚用希釈液2種を用いてその生存率と保存日数について検討をおこなったところ、その結果は次のとおりであった。

1. 対照区の山羊用希釈液と同等の生存率を示したことから、豚用希釈液が代替可能である。
2. 冷蔵庫内保存日数は、4日間までの利用が適当と考えられる。

II 緒 言

農家現場において、発育良好な山羊の存在が報告¹⁾されている。その遺伝資源を地域で活用できる方法として液状精液を利用した交配がある。液状精液の利用については、(独)家畜改良センター茨城牧場長野支場が山羊用希釈液によるザーネン種およびシバ山羊の液状精液の配布を実施している例がみられる。いっぽう山羊用希釈液²⁾の調製は、種々の薬品が必要なことや微量な秤量が可能な計量装置が必要なことから、農家現場での自家調製が困難なことが推察される。地域における優良な遺伝資源を液状精液により活用するためには、資材等の入手が容易なことや簡易に調製できることが求められることから、市販豚用希釈液を用いた山羊液状精液への応用について検討したので、その結果を報告する。

III 材料および方法

1. 供試山羊

ボア系雑種雄山羊2歳(生年月日2017年3月15日)および同2歳(生年月日2017年4月3日)の2頭を用いた。なおこれら供試山羊の父系統は、2009年度に沖縄県がニュージーランドより導入した山羊により造成されたものである。

2. 試験期間および試験場所

試験期間は、夏期として2019年8月19日から9月16日の間に、秋冬期として2019年11月11日から12月16日の間にそれぞれ4反復実施した。試験場所は、沖縄県畜産研究センターにおいて実施した。

3. 試験方法

1) 区の設定

精液採取後の希釈液として対照区を山羊用希釈液(以下山羊用区)とし、試験区として豚用希釈液のH液(以下H区)およびZ液(以下Z区)を設定した。

2) 採取方法および希釈法

山羊精液は、人工臍による横取り法により採取した後、3つの区に分注した。最終保存の希釈倍率を10倍とし、希釈液添加によるダメージを低減するため以下のような方法により希釈をおこなった。

(1) 分注した精液量に対して、半量の希釈液を加えたのち(例: 精液0.5mlとすると希釈液0.25ml加え計0.75mlとする。)5分間静置する。

(2) (1)と同様に精液量に対して、半量の希釈液を加えたのち(例: 既希釈精液0.75mlに対して希釈液0.25ml加え計1mlとする。)5分間静置する。

(3) 既希釈精液に等量の希釈液を加えたのち(例: 既希釈精液1mlに対して希釈液1ml加え計2mlとする。)5分間静置する。

(4) 既希釈精液に等量の希釈液を加えたのち(例: 既希釈精液2mlに希釈液2ml加え計4mlとする。)5分

間静置する。

(5)最終希釈量になるよう希釈液を加えたのち（例：既希釈精液4mlに対し希釈液1ml加える。計5mlとする。）5分間静置する。

3) 希釈液

各希釈液の組成を表1に示す。なお対照区の山羊用希釈液は、家畜改良センター茨城牧場長野支場の方法²⁾を利用した。希釈後、液状精液入り試験管を室温水の入ったビーカーに移し、市販冷蔵庫(4℃)で保管した。

表1 希釈液の内容

山羊用		H液	Z液
組成	100ml中	使用薬品	使用薬品
トリスアミノメタン	0.005g	グルコース	ブドウ糖
クエン酸三ナトリウム	2.0g	ラクトース	クエン酸三ナトリウム
ブドウ糖	2.0g	クエン酸三ナトリウム	トリスアミノメタン
炭酸水素ナトリウム	0.1g	炭酸水素ナトリウム	クエン酸
リン酸水素二ナトリウム	0.1g	トリス	EDTA・2Na
卵黄パウダー	3.0g	EDTA・2Na	炭酸水素ナトリウム
		水酸化ナトリウム	L (+) グルタミン酸 ナトリウム
		乳酸	
		グリシン	
スルファニルアミド	0.15g	} 同左添加	} 同左添加
硫酸ストレプトマイシン	0.1g		
ペニシリンGカリウム	10万IU		

注) 豚用市販希釈液は、薬品名のみ。

4) 調査および生存率判定の方法

採取した翌日を1日目とし、1日目、3日目、4日目、7日目に調査した。冷蔵庫から取り出した10倍希釈液状精液から、生存率検査のためのサンプルをとり希釈液を加えて200倍希釈にする時、希釈液は温度差がないよう希釈液も同温冷蔵庫で保管したものをを用いた。顕鏡用に200倍希釈にした液状精液を、31℃のウォーターバスで5分間温め、10μlループ&ニードルにより精子活力検査板に移した後、38℃の加温プレート付き顕微鏡200倍率で顕鏡した。生存率は、焦点の合う上下深度2カ所それぞれの精子割合と活力+++を示す生存率を目視により判定³⁾した。なお、統計処理は公開統計ソフト「R」を用い、有意差の検定はTukey法を用いた。

5) 液状精液による受胎確認

豚用希釈Z液で調製した液状精液を用いて、6頭の雌山羊に人工授精を実施し受胎確認をおこなった。受胎確認はノンリターン法にて行った。注入器具は、牛用シース管を30cm長に切断し5mlシリンジにセットしたものをを用いた。授精の際は、10倍希釈した液状精液をシース管内に2ml吸引し、人工授精に供した。

IV 結果および考察

1. 希釈液別の生存率の比較

表2に夏期における各区の生存率を示した。それぞれの区間で有意な差は見られなかったが、採取後4日目まで生存率50%以上を示したのは、山羊用区とZ区であった。7日目後では、どの区も50%以下となり、ばらつきも大きくなった。なお生存率の目安として、牛凍結精液融解時に+++35以上が適⁴⁾や山羊新鮮精液で生存率50%以下は不適⁵⁾などの報告がある。

表3に秋冬期における生存率を示した。採取後1日目、3日目、4日目において山羊用区とH区間およ

びH区とZ区間に、5%水準の有意差がみられH区の生存率が低かった。秋冬期において山羊用区とZ区は同程度の生存率が示された。Z区が7日目においても51.3%の生存率を示したが、ばらつきが大きいことから、保存7日目利用は不安定であると考えられた。

表2 夏期における希釈液別生存率 (%)

	1日目		3日目		4日目		7日目	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
山羊用区	88.5	± 3.5	79.5	± 3.5	73.3	± 8.5	42.1	± 19.1
H区	65.8	± 12.9	53.0	± 12.5	38.8	± 18.7	25.3	± 20.9
Z区	76.0	± 3.5	65.6	± 22.9	52.9	± 27.4	30.8	± 24.7

注) 有意差なし。

表3 秋冬期における希釈液別生存率 (%)

	1日目		3日目		4日目		7日目	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
山羊用区	73.0	± 8.9 ^a	66.8	± 13.7 ^a	61.0	± 13.8 ^a	31.0	± 24.9
H区	44.1	± 12.9 ^b	38.4	± 11.1 ^b	22.5	± 13.4 ^b	9.0	± 9.3
Z区	69.5	± 8.7 ^a	67.5	± 12.1 ^a	60.9	± 15.0 ^a	51.3	± 13.8

注) 調査日行列内において、異符号間に $P < 0.05$ の有意差

2. 液状精液による受胎確認

生存性が良好であった豚用希釈Z液を用いた受胎結果を表4に示した。雌山羊6頭について6回の人工授精を実施したところ、2020年12月時点において6頭中4頭が受胎し8頭の子ヤギを分娩した。

表4 液状精液による受胎確認

2020年12月時点

山羊個体	種付月日	注入部位	精液保存日数	結果
No1	2019年9月30日	頸管深部	当日	2020年2月28日分娩(双子)
No2	2019年9月30日	子宮外口部	当日	2020年2月28日分娩(双子)
No3	2019年10月30日	頸管浅部	2日目	2020年3月28日分娩(三つ子)
No4	2019年10月30日	子宮外口部	2日目	不受胎
No5	2019年11月14日	子宮外口部	3日目	2020年4月13日分娩(単子)
No6	2019年12月13日	子宮外口部	3日目	不受胎

以上のことから、山羊液状精液の簡易な調製法として、豚用希釈Z液が山羊用希釈液と同程度の精子生存率を示したことから代替が可能であると考えられた。また保存日数としては、市販冷蔵庫において4日間程度保存できると考えられた。

なお簡便な希釈法として牛乳を用いる方法⁶⁾が紹介されており、今回別途に市販牛乳および加工牛

乳を希釈液として試みたところ、含まれる脂肪分や増粘物質により精子の動きが低下する様子が観察されたことから、試験から除外した。

受胎確認について、今回の注入量は2ml（精子数およそ4億）と凍結精液0.5ml（精子数およそ1億）に比較して多めであるが、注入部位を問わず妊娠できたことは技術の簡易化につながると考えられた。

V 引用文献

- 1) 照屋陽子・具志尚子・千葉好夫(2014)肉用山羊の発育基準曲線策定へ向けた取り組み, 第41回家畜保健衛生業績発表会集録, 56-59
- 2) (独)家畜改良センター長野牧場 (2007) 山羊の繁殖マニュアル, 41
- 3) (独)家畜改良センター長野牧場 (2007) 山羊の繁殖マニュアル, 16
- 4) (社)日本人工授精師協会(2015)家畜人工授精講習会テキスト(家畜人工授精編), 288-289
- 5) (社)畜産技術協会(2004)牛の人工授精マニュアル, 65
- 6) (独)家畜改良センター長野牧場 (2007) 山羊の繁殖マニュアル, 21

研究補助：仲宗根安利

ソルガムとイタリアンライグラスの耐病性品種による 栽培体系の検討

(4)いもち病抵抗性極早生イタリアンライグラス「Kyusyu 1」および「ヤヨイワセ」 の散播による栽培の検討

栗田夏子 荷川取秀樹

I 要 約

いもち病抵抗性極早生イタリアンライグラスの「Kyushu 1」および「ヤヨイワセ」について、散播による栽培について調査した。

1. 11月播種において、播種量の検討を行ったところ「ヤヨイワセ」「Kyushu 1」ともに、播種量 3kg 区が 5kg 区よりも 3 番草までの合計収量は高かった。雑草重量はいずれも問題のない程度であった。「ヤヨイワセ」の方が「Kyushu 1」より収量が高かった。
2. 12月播種において実面積規模で栽培したところ、生草収量、乾物収量とも「ヤヨイワセ」が「Kyushu 1」「さちあおば」と比較して最も高かった。「ヤヨイワセ」「Kyushu 1」ではやや倒伏がみられたが機械収穫に支障はなかった。雑草程度はやや「さちあおば」が高く、「Kyushu 1」「ヤヨイワセ」の順で低かった。
3. 「ヤヨイワセ」について、機械収穫によるサイレージを調整したところ、2 番草までで 526kg/10a の TDN 収量が得られ、発酵品質は飼料として利用可能な数値を示した。しかし、K/(Ca+Mg) 当量比および 1 番草の硝酸態窒素濃度については、飼料の利用に注意が必要な値となり、施肥量等の検討が必要であると思われる。

II 緒 言

沖縄県では、亜熱帯の気象条件を生かした暖地型牧草の多年利用が盛んであるが、冬季には生育が緩慢になる。そのため、冬季における寒地型牧草の利用が期待されており、近年作出されたいもち病抵抗性品種の「Kyushu 1」および「ヤヨイワセ」について、その品種特性について前報¹⁾で報告した。

いもち病抵抗性多収品種の登場により、今後沖縄での冬のイタリアンライグラスの利用の拡大が期待できる。そこで、実規模面積での散播での生育および収穫機械利用について調査した。

また、いもち病抵抗性品種の利用により播種時期が広がると、雑草の生育を抑えるために播種量の検討が必要と考えられる。そこで本試験では、散播における播種量と雑草割合について調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 散播における播種量の違いによる雑草割合と生育調査

1) 試験期間

2017年11月8日に播種をし、2018年4月5日の3番草まで調査を行った。

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

「Kyushu 1」および「ヤヨイワセ」を用いた。

4) 1区面積および区制

1区 3m×3m=9 m², 3反復, 乱塊法を用いた。

5) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

播種量は10aあたり3kg区および5kg区を設け、散播した。

(2) 施肥量および施肥法

基肥は、10aあたりN、 P_2O_5 、 K_2O が各10kgとなるよう牧草専用1号、BMようりんおよび塩化カリを用いて土壌表面に散布した。追肥は刈取り後に肥料成分でN、 K_2O が各10kgとなるよう尿素および塩化カリを用いて土壌表面に散布した。

6) 調査項目及び方法

(1) 調査項目

刈取り時の倒伏程度、病害程度、草丈、雑草生草重量%、出穂程度、生草収量、乾物収量、乾物率について調査した。

(2) 調査方法

刈取調査は、1区あたり中央部の1㎡とした。

調査は、観察および刈取り時の測定により行った。刈取り調査は「Kyushu 1」の出穂期を目安に、刈取り高5cmで行った。雑草は、種類および生草重量を調査し、イタリアンライグラス生草収量に対する割合を算出した。

2. 実規模面積による生育調査

1) 試験期間

2017年12月11日から2018年4月19日まで栽培試験を行い、「ヤヨイワセ」を用いて調整したサイレージを2019年1月まで保管したものについて調査した。

2) 試験地および供試圃場の土壌条件

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

3) 供試品種・系統

「Kyushu 1」、「ヤヨイワセ」および「さちあおば」（標準品種）を用いた。

4) 1区面積

生育調査については、各品種あたり1区4m×57m=228㎡の1反復とした。

サイレージ飼料分析調査については、「ヤヨイワセ」をさらに432㎡に栽培し、サイレージ調整に用いた。

5) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

播種量は10aあたり3kgを散播した。

(2) 施肥量および施肥法

基肥は、肥料成分でN、 P_2O_5 、 K_2O が各10kgとなるよう牧草専用1号、BMようりんおよび塩化カリを用いて土壌表面に散布した。追肥は刈取り後に肥料成分でN、 K_2O が各10kgとなるよう尿素および塩化カリを用いて土壌表面に散布した。

6) 調査項目及び方法

(1) 調査項目

刈取り時の倒伏程度、草丈、雑草生草重量%、病害程度、生育ステージ、生草収量、乾物収量、乾物率について調査した。サイレージについては、一般成分、ミネラル、発酵品質について調査した。

(2) 調査方法

生育調査は、1区を3等分し各中央部分について調査した。調査面積は1㎡とし、観察および刈取り時の測定により行った。刈取り調査は「Kyushu 1」の出穂期を目安に、刈取り高5cmで手刈りで行った。雑草は種類および生草重量を調査し、イタリアンライグラス生草収量に対する割合を算出した。

生育調査後に試験区全体をトラクターおよびアタッチメントを用いて刈取、反転し、1番草は2日後、2番草は翌日に集草、ロールした。

「ヤヨイワセ」については、上記のとおり調整したロールを白色フィルムでラップして保管し、1番草は約10ヶ月後、2番草は約9ヶ月後に開封し、ラップサイレージの縦方向中心部の上部・中部・下部からサンプルを採取した。それらのサンプルを常法により飼料成分分析を行い、NRC2001版推定式によりTDNを推定した。

IV 結果および考察

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²⁾

11月は、気温は高く、日照時間はかなり少なく、降水量は少なかった。

12月は、気温は低く、日照時間はかなり少なく、降水量は少なかった。

1月は、気温は平年並みで、日照時間はやや多く、降水量はやや少なかった。

2月は、気温は平年並みで、日照時間はやや多く、降水量はやや少なかった。

3月は、気温は低く、日照時間はかなり多く、降水量はやや少なかった。

4月は、気温は平年並みで、日照時間はやや多く、降水量は多かった。

2. 散播における播種量の違いによる雑草割合と生育調査

1) 刈取り調査時期

播種日および調査日を表1に示した。

表1 播種日および調査日

播種日	1番草	2番草	3番草
2017年11月8日	2018年1月30日	2018年3月7日	2018年4月5日

2) 病害程度・雑草状況

いずれの品種も、調査期間中の刈取り時に、いもち病、冠さび病の発生は認められなかった。

雑草については、調査区外の裸地では主にナズナが繁茂していたが、調査区では1番草でヤエムグラ、オキノゲシ、ハコベ、イヌホウズキ等が若干みられたものの、発生程度は低かった。2番草以降では調査区内に雑草はほぼ認められなかった。

3) 生育調査

生育調査結果を表2に示した。

表2 生育調査

	播種量	倒伏程度			草丈			出穂程度			1番草時の 雑草 重量%
		1~9			(cm)			1~9			
		1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	
Kyushu 1	3kg区	6.0	1.0	1.0	90.2	86.2	77.0	6.3	8.0	7.7	0.6
	5kg区	7.3	1.0	1.0	88.0	87.3	78.0	6.7	8.7	8.3	0.3
ヤヨイワセ	3kg区	5.0	1.0	1.0	83.4	84.4	76.5	5.7	8.0	8.0	0.5
	5kg区	6.3	1.0	1.0	97.1	83.8	76.4	5.7	7.7	8.0	0.5

	播種量	生草収量			1+2 番草 合計	1+2+3 番草 合計	乾物収量			1+2 番草 合計	1+2+3 番草 合計	乾物率		
		(kg/10a)					(kg/10a)					%		
		1番草	2番草	3番草			1番草	2番草	3番草			1番草	2番草	3番草
Kyushu 1	3kg区	3983	3183	1333	7166	8499	441	350	234	791	1025	11.1	11.0	17.7
	5kg区	4367	2533	1600	6900	8500	473	263	271	736	1007	10.8	10.5	17.0
ヤヨイワセ	3kg区	4917	3267	1500	8184	9684	540	344	273	884	1157	11.1	10.6	18.2
	5kg区	4567	2600	1367	7167	8534	482	290	254	772	1026	10.7	11.2	18.7

今回の散播試験では11月8日に播種をしたところ、いずれの区も雑草の影響はほとんどなかった。

イタリアンライグラスが調査区を被覆するのは、「ヤヨイワセ」5kg区がもっとも早く、「ヤヨイワセ」3kg区と「Kyushu 1」5kg区は同程度、「Kyushu 1」3kg区の順であった。

「Kyushu 1」では、1番草の生草収量および乾物収量は5kg区の方が3kg区より高く、雑草生草重量%

が低かったが、倒伏程度が高かった。2番草、3番草までの5kg区の合計生草収量および乾物収量は、3kg区と同等か低かった。

いっぽう、「ヤヨイワセ」では1番草の生草収量および乾物収量は5kg区の方が3kg区より低く、雑草生草重量%は同等で、倒伏程度が高かった。2番草、3番草までの5kg区の合計生草収量および乾物収量は、3kg区より低かった。

今回の試験では、播種量を5kgとした場合の雑草抑制効果および収量の増加は認められず、密植によると思われる倒伏程度の上昇がみられたことから、従来どおり播種量は10aあたり3kg³⁾が適当と思われた。

また、いずれの品種も、播種量3kg区の3番草までの合計乾物収量は、前報¹⁾の条播による10月下旬播種の乾物収量とほぼ同等であった。

3. 実規模面積による生育調査

1) 刈取り調査時期

播種日および調査日を表3に示した。

表3 播種日および調査日

播種日	1番草	2番草
2017年12月11日	2018年3月12日	2018年4月19日

2) 病害程度・雑草状況

いずれの品種も、調査期間中の刈取り時にいもち病、冠さび病の発生は認められなかった。

雑草については、1番草でヤエムグラ、オニノゲシ、カッコウザミ等が若干みられたが、発生程度は低かった。2番草以降では調査区内に雑草はほぼ認められなかった。

3) 生育調査

生育調査結果を表4に示した。

表4 生育調査

	倒伏程度		草丈		1番草時の 雑草生草 重量%
	1番草	2番草	1番草 (cm)	2番草	
Kyushu 1	3.0	1.0	107.3	104.8	3.8
ヤヨイワセ	3.3	1.0	100.0	96.6	1.1
さちあおば	1.7	1.0	97.2	101.6	7.6

	生育ステージ		生草収量 (kg/10a)			乾物収量 (kg/10a)			乾物率 (%)	
	1番草	2番草	1番草	2番草	合計	1番草	2番草	合計	1番草	2番草
Kyushu 1	出穂期	開花期	3867	2572	6439	470	406	876	12.2	15.8
ヤヨイワセ	出穂期	開花期	4100	2665	6765	508	404	912	12.4	15.2
さちあおば	出穂期	開花期	3400	2160	5560	436	369	805	12.9	17.1

収量では、「ヤヨイワセ」が合計生草収量6765kg/10a、合計乾物収量912kg/10aと最も高かった。

しかし、今回の試験は播種時期が12月11日と遅く、合計乾物収量は前報¹⁾の11月下旬播種の2番草合計乾物収量の2年平均値より低かった。

1番草収穫時の雑草重量は「ヤヨイワセ」が最も低かった。発芽、初期生育は「ヤヨイワセ」、「Kyushu 1」、「さちあおば」の順に早く、圃場を被覆するのは「ヤヨイワセ」が最も早かったことから、雑草の発

芽や生育を抑えていると考えられる。

倒伏性については、「Kyushu 1」, 「ヤヨイワセ」, および「さちあおば」は同等とされているが⁴⁾ 今回の試験では、「ヤヨイワセ」, 「Kyushu 1」の方が「さちあおば」よりやや弱く降雨等で一部倒伏がみられたが、収穫までにはやや回復し、いずれもディスクモアによる機械刈取りに支障はなかった。

また、1番草収穫時にトラクター等により踏圧したが、2番草の生草収量はいずれの品種も2000kg/10a以上、乾物収量では「Kyushu 1」「ヤヨイワセ」は400kg/10a以上の収量を得られ、機械収穫に適応し春期の暖地型牧草の収量が低い時期に十分な収量を得られることが示唆された。

4) 「ヤヨイワセ」におけるサイレージ飼料分析調査

各番草における刈り取り日、ラップサイレージ調整日および開封日を表5に示した。

表5 各番草における刈り取り日、ラップサイレージ調整日および開封日

番草	刈り取り日	ラップサイレージ調整日	開封日
1番草	2018年3月12日	2018年3月14日	2019年1月23日
2番草	2018年4月19日	2018年4月20日	2019年1月23日

各番草におけるラップサイレージ1個あたり3箇所採取したサンプルの平均値をもとめた、サイレージ中の一般成分分析値およびTDN収量を表6に、ミネラルおよび硝酸態窒素濃度分析値を表7に、サイレージ発酵品質分析値およびV-スコアを表8に示した。

表6 各番草におけるサイレージ中の一般成分分析値およびTDN収量

番草	水分 (%)	一般成分						TDN (%)	TDN収量 (kg/10a)
		CP	NDICP	NDF	ADL	NFC	EE		
1番草	52.8	15.1	23.0	54.8	3.3	14.5	3.2	55.8	284
2番草	46.7	12.8	21.0	60.4	3.1	15.0	3.5	59.8	242

表7 各番草におけるサイレージ中のミネラルおよび硝酸態窒素濃度の分析値

番草	Ca	P	Mg	K	K/(Ca+Mg) 当量比	硝酸態窒素 (%DM)
	(%DM)					
1番草	0.55	0.48	0.22	5.17	2.92	0.152
2番草	0.45	0.44	0.24	3.80	2.30	0.062

表8 各番草におけるサイレージ発酵品質分析値およびV-スコア

番草	pH	アンモニア態窒素	アンモニア態窒素/全窒素	酪酸	乳酸	酢酸	プロピオン酸	V-スコア
		(%DM)						
1番草	5.4	0.22	9.2	0.68	1.06	0.62	0.10	64
2番草	5.1	0.08	4.4	0.03	1.08	0.49	0.00	98

刈り取り後、予乾をすることによりサイレージの水分はいずれも60%以下となった。

1番草は出穂期、2番草は開花期で収穫したところ、CPは1番草が高かったが、NDF、EE、NFCは2番草が高く、TDNは2番草の方が高かった。

発酵品質では1番草2番草ともpHがやや高く、1番草ではアンモニア態窒素/全窒素や酪酸がやや高く、Vスコアがやや低かったが、Vスコアの評価基準は60~80点が可、80点以上は良とされている⁵⁾ことから、飼料として利用できる品質であると考えられる。

しかし、K/(Ca+Mg)当量比は、1番草、2番草とも飼料作物中の目標値とされる⁵⁾2.2を上回っており、1番草の方が高かった。さらに、1番草の硝酸態窒素濃度は、アメリカで一般的に用いられるガイドライン⁶⁾で安全とされる1,000ppmを上回った。

今回の試験では、機械収穫によるイタリアンライグラスの散播栽培で、冬春期の飼料増産が図れることが示唆されたが、発酵品質や施肥については、さらに研究が必要であると思われる。

とくに、K/(Ca+Mg)当量比の値に関してはカリ肥料の施用量の低減やCaおよびMgの施用について、硝酸態窒素濃度に関しては窒素肥料の施肥量の低減等について、今後検討が必要と思われる。

謝辞

本研究の一部は、イノベーション創出強化研究推進事業および農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「暖地での周年グラス体系向きソルガムおよびイタリアンライグラスの耐病性品種の育成(26086C)により実施した。

V 引用文献

- 1) 栗田夏子・知念司・高江洲義晃・荷川取秀樹(2018) ソルガムとイタリアンライグラスの耐病性品種による栽培体系の検討(1)いもち病抵抗性極早生イタリアンライグラス品種の特性, 沖縄畜研研報, 56, 29-33
- 2) 気象庁, 日本の月の天候, http://www.data.jma.go.jp/cpd/longfest/monthly/monthly_201711.html
- 3) 沖縄県畜産試験場(1999) 牧草・飼料作物栽培の手引き, 54-55
- 4) 荒川明・桂真昭・波多野哲也・山下浩・松岡誠・我有満・高井智之・木村貴史・上床修弘(2016)いもち病抵抗性イタリアンライグラス極早生品種「九州1号」, 九州沖縄農業研究センター成果情報, http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/karc/2016/karc16_s11.html
- 5) 自給飼料利用研究会編(2009)三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック, 社団法人日本草地畜産種子協会
- 6) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編(2009)日本飼養標準肉用牛(2008年版), 136, 中央畜産会

研究補助：玉本博之，照屋剛，平良樹史，久田友美

ソルガムとイタリアンライグラスの耐病性品種による 栽培体系の検討

(5)耐病性早生ソルガム「九州交7号」の散播栽培における機械収穫による利用の検討

栗田夏子 荷川取秀樹

I 要 約

紫斑点病抵抗性早生スーダン型ソルガムの「九州交7号」について、散播栽培における機械収穫による特性を調査した。

1. 5月播種における汎用型飼料収穫機（タカキタ社製，SMR1000）による収穫では，2番草までの利用で乾物収量は3097kg/10a，TDN収量は1787 kg/10aが得られた。
2. 汎用型飼料収穫機を利用してサイレージを調整し，約6ヶ月および4ヶ月間保管後の発酵品質は良好であった。
3. 大雨や最大瞬間風速20m程度の強風により，生育中に倒伏が見られるものの，その後回復が見られ，汎用型飼料収穫機での収穫が可能であった。

II 緒 言

輸入飼料高騰に左右されない安定した畜産経営を展開するためには自給飼料生産を増加させることが必要である。沖縄県では，亜熱帯の気象条件を生かした暖地型牧草の永年利用が盛んであるが，耕地面積当たりの自給飼料生産量を増加させるには，より生産性の高いソルガム等の長大飼料作物の利用についても検討する必要がある。沖縄県では飼料作物の作付面積5638ha¹⁾のうちソルゴの作付面積は44ha²⁾とまだ少ない。

西南暖地で夏から秋にかけて発生が多い紫斑点病に対し抵抗性のあるスーダン型ソルガム早生品種「九州交7号」の生育特性について前報³⁾で報告した。本試験では，散播栽培における生育および予乾をしないダイレクトカット方式による汎用型飼料収穫機による利用について調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間

2018年5月1日から9月26日まで栽培試験をし，調整したサイレージは2019年1月28日まで保管したものについて調査した。

2. 試験地および供試圃場の土壌条件

沖縄本島北部の沖縄県畜産研究センター内で，前報のイタリアンライグラス⁴⁾の後作圃場において行った。

土壌は国頭マージの細粒赤色土である。

3. 供試品種・系統

「九州交7号」および比較品種として「ハイブリッドソルゴ」を用いた。

4. 1区面積

1区11m×60m=660m²とした。

5. 耕種概要

1) 播種量および播種法

10aあたりの播種量は，「九州交7号」は5kg，「ハイブリッドソルゴ」は4kgをとし，散播した。

2) 施肥量および施肥法

基肥は，10aあたり肥料成分でN，P₂O₅，K₂Oが各10，4，6kgとなるよう牧草専用1号を用いて土壌表面に散布した。追肥は刈取り後に10aあたり肥料成分でN，K₂Oが各10kgとなるよう尿素および塩化カ

リウムを用いて土壌表面に散布した。

6. 調査項目および方法

1) 調査項目

刈取り時の病害程度、茎数、草丈、乾物収量、乾物率について調査した。サイレージについては、一般成分、ミネラル、硝酸態窒素濃度、発酵品質について調査した。

2) 調査方法

生育調査は糊熟期を目安に、それぞれの品種ごとに行った。調査面積は1 m²とし、1区あたり無作為に3地点を刈取り高10cmで調査した。1番草の生育調査後、圃場全体を汎用型飼料収穫機で収穫し、再生草の2番草を同様に調査した。

汎用型飼料収穫機により調整したロールを白色フィルムでラップして保管し、1番草は約6ヶ月後、2番草は約4ヶ月後に開封しラップサイレージの縦方向中心部の上部・中部・下部からサンプルを採取した。それらのサンプルを常法により飼料成分分析を行い、NRC2001版推定式によりTDNを推定した。

IV 結果および考察

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⁵⁾

5月は、気温は平年よりかなり高く、降水量はかなり少なく、日照時間はかなり多かった。

6月は、気温は平年より高く、降水量はかなり高く、日照時間は平年並みであった。

7月は、気温は平年並みで、降水量はかなり高く、日照時間はやや少なかった。

8月は、気温は平年並みで、降水量はやや高く、日照時間は平年並みであった。

9月は、気温は高く、降水量はかなり高く、日照時間は少なかった。

また、台風の発生が多く暴風や強風に見舞われた。最大瞬間風速⁶⁾は6月16日に24.2m/s(名護、以下同じ)、7月2日に30.4m/s、7月10日に26.0m/s、7月21日に21.1m/s、8月15日に22.8m/sが記録された。また、栽培を終了したのちの9月29日には43.9m/sの最大瞬間風速が記録された。

2. 刈取り調査時期

播種日と刈取り調査日を表1に示した。

表1 播種日と刈取り調査日

品種	播種日	1番草	2番草
九州交7号	2018年5月1日	2018年7月17日	2018年9月19日
ハイブリッドソルゴー		2018年7月23日	2018年9月26日

5月1日に播種したところ、発芽はいずれの品種も良好で、1番草および2番草は生育が良好であったが、3番草は生育が不良であったため、栽培を終了した。

糊熟期を目安に刈取りをしたところ、九州交7号の方が刈取り日が早かった。

「ハイブリッドソルゴー」の2番草については、台風暴風域に入ることが予想されたため、糊熟期よりやや早めに刈取りを行った。

3. 生育調査

生育調査結果を表2に示した。

表2 生育調査

品種	病害程度 (1~9)	茎数 (本/m ²)	草丈 (cm)	乾物率 (%)	乾物収量 (kg/10a)		
					番草ごと	合計	
九州交7号	1番草	2.0	63	256	33.2	1744	3097
	2番草	2.7	64	289	31.6	1353	
ハイブリッドソルゴー	1番草	4.0	38	203	21.6	997	2149
	2番草	4.0	32	283	17.1	1152	

本試験では、紫斑点病抵抗性のスーダン型ソルガム早生品種「九州交7号」および比較品種として多用途に使えるソルゴー型早生品種の「ハイブリッドソルゴー」を用いた。

1番草では「ハイブリッドソルゴー」の草丈が低く、乾物収量に大きな差があったが、2番草では「九州交7号」とほぼ同じ草丈および乾物収量となった。

それぞれ糊熟期を目安に刈り取りを行ったが、「九州交7号」の方が乾物率が高かった。

「九州交7号」では2番草は、1番草より乾物収量が低く、「ハイブリッドソルゴー」では2番草の方が高かった。1番草および2番草の合計乾物収量は「九州交7号」の方が高く3097kg/10a、「ハイブリッドソルゴー」では2149kg/10aと、「九州交7号」が1.4倍高かった。

病害については、「九州交7号」ではすす紋病が、「ハイブリッドソルゴー」ではすす紋病および紫斑点病の発生が見られ、総合すると「ハイブリッドソルゴー」の被害程度の方が高く、「九州交7号」の紫斑点病抵抗性品種の有用性が示唆された。

2018年は台風襲来が続き、今回の試験では大雨や最大瞬間風速20~30m/s程度の強風によりいずれの品種も生育途中に倒伏が見られたが、収穫期には回復し、地際部が歪曲していたものの1方向から刈ることで機械刈りに支障はなかった。

しかし、最大瞬間風速30m/s以上の台風の接近が予想される場合には、事前に刈り取りをすることが望ましいと考えられるが、ソルガムでは草丈1m以下の場合には硝酸態窒素濃度が高くなる場合があることや、1作あたりの合計乾物収量が低下する可能性があることから、今回の結果のみで夏季のソルガム栽培により高収量が得られるとは限らないことは留意が必要と思われる。

4. 飼料分析結果

各サイレージ調整日及び開封日を表3に示した。

表3 各サイレージ調整日および開封日

品種	番草	ラップサイレージ 調整日	開封日
九州交7号	1番草	2018年7月17日	2019年1月23日
	2番草	2018年9月19日	2019年1月28日
ハイブリッドソルゴー	1番草	2018年7月23日	2019年1月23日
	2番草	2018年9月26日	2019年1月28日

ラップサイレージ1個あたり3箇所採取したサンプルの平均値をもとめた、サイレージ中の一般成分分析値およびTDN収量を表4に、ミネラルおよび硝酸態窒素濃度分析値を表5に、サイレージ発酵品質を表6に示した。

表4 各サイレージにおける一般成分分析値およびTDN収量

品種	番草	水分 (%FM)	一般成分 (%DM)						TDN	TDN収量 (kg/10a)	
			CP	NDICP	NDF	ADL	NFC	EE		各番草	合計
九州交7号	1番草	71.9	10.0	20.4	66.0	6.4	15.6	3.3	56.0	977	1787
	2番草	71.3	7.8	28.3	64.1	4.5	20.7	3.2	59.9	810	
ハイブリッドソルゴー	1番草	77.8	9.0	18.0	60.4	3.6	21.5	3.5	62.2	620	1309
	2番草	80.3	7.5	20.2	61.7	4.2	21.5	3.0	59.8	689	

表5 各サイレージ中のミネラルおよび硝酸態窒素濃度の分析値

品種	番草	Ca	P	Mg	K	K/(Ca+Mg) 当量比	硝酸態窒素
		(%DM)					(%DM)
九州交7号	1番草	0.34	0.42	0.24	1.97	1.43	0.065
	2番草	0.34	0.38	0.26	2.06	1.37	0.061
ハイブリッドソルゴー	1番草	0.42	0.46	0.22	1.88	1.22	0.004
	2番草	0.37	0.39	0.21	2.08	1.47	0.011

表6 各サイレージにおける発酵品質分析値およびV-スコア

品種	番草	pH	アンモニア態 窒素	アンモニア 態窒素 /全窒素	酪酸	乳酸	酢酸	プロピオン 酸	V- スコア
			(%DM)						
九州交7号	1番草	3.8	0.1	5.8	0.0	7.7	0.7	0.0	98
	2番草	3.9	0.1	6.3	0.0	6.4	0.7	0.0	97
ハイブリッドソルゴー	1番草	3.8	0.1	6.6	0.0	9.1	2.6	0.0	94
	2番草	3.6	0.1	4.9	0.0	12.6	1.2	0.0	99

1番草では「九州交7号」の方がTDNがやや低かったが、2番草においてはほぼ同等で、合計のTDN収量では、「九州交7号」が1787kg/10a、「ハイブリッドソルゴー」が1309kg/10aと「九州交7号」が1.4倍高かった。

K/(Ca+Mg)当量比は、一般的に2.2以内に抑えることが目標とされている⁷⁾が、今回の試験では「九州交7号」「ハイブリッドソルゴー」とも2.2以下であった。同じ圃場で栽培した前作のイタリアンライグラスでは、K/(Ca+Mg)は2.2を上回ったが⁴⁾、今回の試験では下回ったことから、ソルガム栽培におけるK、CaおよびMg含量には問題がないことが示唆された。

また、硝酸態窒素濃度は、アメリカで一般的に用いられるガイドライン⁸⁾で安全とされる1,000ppmを「九州交7号」「ハイブリッドソルゴー」とも下回った。

発酵品質では、貯蔵期間が約6ヶ月および4ヶ月で「九州交7号」「ハイブリッドソルゴー」とも、pHは4.0以下、V-スコアは94点以上であった。V-スコアの評価基準では、80点以上は良とされている⁷⁾ことから冬季の飼料が不足しがちになる時期まで保管可能であることが示唆された。

以上のことから、ソルガムは汎用型飼料収穫機利用により良質なサイレージが生産できることが示唆

された。

今回の汎用型飼料収穫機を利用する場合は、収穫適期が糊熟期であり番草ごとの生育期間が長くなることや、クローラによる踏圧の影響が考えられ、2番草までの利用となった。しかし、糊熟期刈りをしたことによる子実重量の増加の影響と思われるが、「九州交7号」では前報³⁾の出穂期を目安とした条播栽培の手刈り調査による3番草までの合計乾物収量2676kg/10aを上回る、乾物収量3097kg/10aが得られた。

今回の「九州交7号」の約5ヶ月間の栽培により1787kg/10aのTDN収量が得られ、また、前報⁴⁾のイタリアンライグラス散播での機械収穫による約4ヶ月の栽培と合計すると年間2313kg/10aと、ローズグラスの年間TDN収量1560kg/10a⁹⁾の1.5倍のTDN収量が得られた。輪作体系を検討する上で播種時期等にまだ検討が必要なものの、自給飼料生産向上の可能性が示唆された。

なお、「九州交7号」は「ナツサカエ」として2018年に品種登録出願されている。

謝辞

本研究はイノベーション創出強化研究推進事業および農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業に「暖地での周年グラス体系向きソルガムおよびイタリアンライグラスの耐病性品種の育成」(26086C)により実施した。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(編)(2019)おきなわの畜産, 33
- 2) 農林水産省(2019)平成30年産飼料作物の収穫量(全国農業地域別・都道府県別)ソルゴー
- 3) 栗田夏子・知念司・高江洲義晃・荷川取秀樹(2018)ソルガムとイタリアンライグラスの耐病性品種による栽培体系の検討(3)耐病性早生ソルガム「九州交7号」の品種の特性, 沖縄畜研研報, 56, 45-48
- 4) 栗田夏子(2019)ソルガムとイタリアンライグラスの耐病性品種による栽培体系の検討(4)いもち病抵抗性極早生イタリアンライグラス「Kyusyu 1」および「ヤヨイワセ」の散播による栽培の検討, 沖縄畜研研報, 57, 13-18
- 5) 気象庁, 日本の天候の特徴と見通し, <http://www.data.jma.go.jp/cpd/longfest/>
- 6) 気象庁, 過去の気象データ検索, http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=91&block_no=47940&year=2018&month=&day=&view=
- 7) 自給飼料利用研究会編(2009)三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック, 社団法人日本草地畜産種子協会
- 8) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編(2009)日本飼養標準肉用牛(2008年版), 136, 中央畜産
- 9) 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, 九州沖縄農業研究成果情報, 23, 89-90

ネズミノオの生態と防除

(1) 当センター内トランスバーラ採草地におけるネズミノオ生息地の土壌の性質について

栗田夏子 荷川取秀樹

I 要 約

当センター内の国頭マージ土壌である飼料生産用「トランスバーラ (Tr)」採草地について、ネズミノオの生育状況に着目し、3条件に分類して土壌を調査した。

その結果、「ネズミノオ群生箇所」および「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」の間には pH, EC, 全 K_2O , 全 P_2O_5 , 全 CaO および全 MgO 含有率に有意な差は見られなかった。

いっぽう、「Tr 優勢箇所」に対し「ネズミノオ群生箇所」および「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」の pH および EC は有意に高かった。また、全 K_2O , 全 CaO 含有率は有意に高く、全 P_2O_5 含有率は有意に低かった。全 MgO 含有率は有意な差が見られなかった。

また、「ネズミノオ群生箇所」1点、「Tr 優勢箇所」2点について置換性カルシウムおよび置換性カリウムについて調査した。「ネズミノオ群生箇所」は「Tr 優勢箇所」より置換性カルシウムが高く、全 CaO 含有率と同様の傾向を示した。いっぽう、「ネズミノオ群生箇所」では全 K_2O 含有率は高いものの、置換性カリウムは「Tr 優勢箇所」と比較して低かった。

以上のことから、国頭マージの Tr 圃場においてネズミノオの群生要因として土壌の性質が影響している可能性が示唆された。

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」の侵入による草地の荒廃が問題となっている。ネズミノオは、茎が硬く叢生し、牛の嗜好性が非常に悪いため、侵入された草地の飼料価値の低下を招いており、効果的な防除法の確立が求められている。

そこで、効果的な防除法を探るために、まずネズミノオの生態、特にディジットグラス「Tr」草地でのネズミノオ生息地の土壌について調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間

2019年11月14日、15日および2020年2月10日に土壌試料を採取した。

2. 調査方法及び項目

1) 調査項目

当センター内の飼料生産用「Tr」採草地における土壌を調査した。

土壌 pH, EC, 土壌中の全 K_2O , 全 P_2O_5 , 全 CaO および全 MgO の含有率を調査した。

さらに、調査地点のうち3地点について、土壌中置換性カルシウムおよび置換性カリウム含有量について調査した。

また、飼料生産時に用いる肥料の種類について調査した。

2) 調査方法

当センター内の国頭マージ土壌である飼料生産用ディジットグラス「Tr」採草地について、ネズミノオの生育状況に着目し、3条件に分類して土壌を調査した。

3条件は、それぞれネズミノオの侵入があり群生している箇所（「ネズミノオ群生箇所」）、そのネズミノオ群生箇所から半径3m以内の Tr 優勢箇所（「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」）、ネズミノオの生育箇所から離れているかネズミノオの群生がない圃場の Tr 優勢箇所（「Tr 優勢箇所」）とした。

1圃場内にネズミノオ群生箇所が複数地点ある場合は、それぞれの群生ごとに「ネズミノオ群生箇所」とその周辺の「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」の試料を採取した。「Tr 優勢箇所」については、各圃場1~2地点試料を採取した。

試料は、Tr の刈り取り直前または刈り取り直後の施肥前に、表面0.5cm程度を取り除いた後、深さ5cmとなるように各地点から5カ所の土壌を採取し、混和したものを用いた。

採取した土壌は、風乾または30°Cの温風乾燥機内で乾燥し、塊を砕いた後2mmのふるいでふるった。

上記で得られた試料について、 H_2O 抽出によるpHをpH電極を用いたメーターで、またECを電気伝導

率計で測定した。

全 K_2O 、全 P_2O_5 、全 CaO 、全 MgO 含有率については、乾土を圧縮機で厚さ約 3 mm 以上となるようタブレット状に成型した試料を、エネルギー分散型蛍光 X 線装置において真空条件下で各元素を酸化物として含有率の測定を行った。

置換性カルシウムおよび置換性カリウムについては、ICP 発光分光分析法により分析を行った。

IV 結果

1. 当センター内の飼料生産用採草地の各調査地点における土壌 pH, EC および肥料の種類

当センター内の飼料生産用採草地の各調査地点における土壌 pH, EC および施肥に用いる肥料の種類について表 1 に示した。

表 1 当センター内の飼料生産用採草地の各調査地点における土壌 pH, EC および肥料の種類

圃場 No.	地点 No.	肥料の種類	ネズミノオ 群生箇所	ネズミノオ 周辺 Tr 箇所	Tr 優勢箇所	ネズミノオ 群生箇所	ネズミノオ 周辺 Tr 箇所	Tr 優勢箇所
			pH		EC (mS/cm)			
1	1	複合肥料	6.9	6.7		0.52	0.38	
	2		8.0	7.5		0.16	0.33	
	3		5.8	5.4		0.28	0.15	
	4		7.0	5.1		0.43	0.59	
	5		7.3	5.2		0.34	0.17	
	6						4.3	
2	1	複合肥料	8.0	8.0		0.15	0.13	
	2		7.8	6.4		0.17	0.11	
	3		7.7	7.8		0.13	0.15	
	4		7.7	7.7		0.23	0.21	
	5							4.3
3	1	複合肥料	7.9	7.6		0.14	0.20	
	2		7.9	7.9		0.15	0.12	
	3				7.9			0.16
	4				6.1			0.07
4	1	複合肥料			4.9			0.05
	2				4.4			0.07
5	1	複合肥料			5.6			0.06
6	1	複合肥料 +処理水			6.3			0.06
7	1	複合肥料 +処理水			5.9			0.11
8	1	複合肥料 +処理水			5.2			0.09
9	1	複合肥料 +処理水			5.4			0.06
平均値±標準偏差			7.5±0.6 A	6.8±1.1 A	5.5±1.0 B	0.24±0.13 Aa	0.23±0.14 ABa	0.08±0.03 Bb

注1) 各調査項目内で異文字間に有意差あり。大文字は1%水準、小文字は5%水準を示す。

当センター内の飼料生産用採草地においてネズミノオの群生が見られるのは、9 圃場中 3 圃場であった。各 3 圃場の全体におけるネズミノオの被度は低いが、局所的に群生し被度が高い地点が見られた。圃場 No. 4~9 については、圃場周辺の雑草として生息が確認された圃場もあったが、圃場内にはネズミノオの生育はほぼ確認されなかった。

土壌の pH および EC の平均値は、「Tr 優勢箇所」に対し「ネズミノオ群生箇所」および「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」は有意に高かった。

また、ネズミノオの群生が見られる圃場はいずれも化学肥料の複合肥料を施肥している圃場であった。

当センターでは、化学肥料を減量し、牛豚のふん尿や畜舎の洗浄水等を浄化槽で曝気した処理水を散布している圃場があるが、処理水を用いる圃場には、高 pH 土壌やネズミノオの群生は見られなかった。

2. 当センター内の飼料生産用採草地の各区における土壌の全 K₂O, 全 P₂O₅, 全 CaO, 全 MgO 含有率

当センターの飼料生産用採草地の「ネズミノオ群生箇所」「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」「Tr 優勢箇所」各区における、全 K₂O, 全 P₂O₅, 全 CaO および全 MgO 含有率の平均値について表 2 に示した。

表 2 各区における全 K₂O, 全 P₂O₅, 全 CaO および全 MgO 含有率の平均値

	全 K ₂ O				全 P ₂ O ₅				全 CaO				全 MgO			
ネズミノオ 群生箇所	3.96	±	1.17	A	0.55	±	0.16	A	2.66	±	1.04	Aa	0.71	±	0.15	ns
ネズミノオ周辺 Tr 箇所	4.27	±	1.11	A	0.53	±	0.12	A	1.87	±	1.30	ABa	0.76	±	0.12	ns
Tr 優勢箇所	1.94	±	1.46	B	0.78	±	0.16	B	0.58	±	0.61	Bb	0.77	±	0.24	ns

注1) 平均値 ± 標準偏差

注2) 各項目の縦列内で異文字間に有意差あり。大文字は1%水準、小文字は5%水準を示す。nsは有意差なし。

全 K₂O, 全 CaO 含有率は、「Tr 優勢箇所」に対し「ネズミノオ群生箇所」および「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」は有意に高かった。全 P₂O₅ 含有率は「Tr 優勢箇所」に対し「ネズミノオ群生箇所」および「ネズミノオ周辺 Tr」は有意に低かった。全 MgO 含有率は有意な差が見られなかった。

3. 「ネズミノオ群生箇所」および「Tr 優勢箇所」における置換性カルシウムおよび置換性カリウム

調査した地点のうち3地点についての土壌 pH, EC, 全 CaO および全 K₂O 含有率、置換性カルシウムおよび置換性カリウムの分析値を表 3 に示した。

表 3 土壌の pH, EC, 全 CaO, 置換性カルシウム, 全 K₂O および置換性カリウム分析値

圃場 No.	地点 No.	ネズミノオ 生育状況	pH	EC (mS/cm)	全 CaO (%)	置換性 カルシウム (me/100g)	全 K ₂ O (%)	置換性 カリウム (me/100g)
2	2	ネズミノオ 群生箇所	7.8	0.17	3.41	33	5.39	0.18
	5	Tr 優勢箇所	4.3	0.11	0.18	1.8	4.58	0.34
4	1	Tr 優勢箇所	4.9	0.05	0.14	1.1	1.1	0.41

「ネズミノオ群生箇所」は「Tr 優勢箇所」より置換性カルシウムが高く、全 CaO 含有率と同様の傾向を示した。

いっぽう、全 K₂O は「ネズミノオ群生箇所」が3地点のうちもっとも高いが、置換性カリウムはもっとも低かった。圃場 No. 4 の「Tr 優勢箇所」では、全 K₂O は3地点のうち最も低い、置換性カリウムはもっとも高かった。

V 考察

土壌の pH, EC, 全 K₂O, 全 P₂O₅ および全 CaO 含有率は、「ネズミノオ群生箇所」および「Tr 優勢箇所」間において有意な差があり、置換性カルシウムおよび置換性カリウムは、「ネズミノオ群生箇所」および「Tr 優勢箇所」間で数値に差がある傾向が見られた。これらのことから、Tr 圃場におけるネズミノオの群生要因として土壌の性質が影響している可能性が示唆された。

当センターは、地理的に強酸性土壌である国頭マージ分布地に位置するが、今回調査した「ネズミノオ群生箇所」では pH が 7 以上の箇所が多くみられた。「ネズミノオ群生箇所」は圃場内に局所的に分布し、同一圃場内でも「Tr 優勢箇所」では pH が低い値を示す地点もあることから、何らかの要因により

圃場内で pH の値に差が生じていることが示唆された。

また EC は、土壌中の塩類濃度の指標で、一般的に施肥前の EC は 0.3mS/cm が標準とされ¹⁾、今回の調査では平均値はいずれも 0.3 mS/cm 以下であった。しかし、「ネズミノオ群生箇所」および「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」において、一部 0.5mS/cm を超える高い値を示す地点があった。適正 EC は土質や作物の種類で異なり、草地での適正 EC の研究は少ない。「ネズミノオ群生箇所」に対し、「Tr 優勢箇所」が有意に低かったことから、何らかの要因により圃場内で EC の値に差が生じ、ネズミノオおよび Tr の生育に関係があることが示唆された。

全 K₂O や全 CaO 含有率は、「ネズミノオ群生箇所」および「ネズミノオ周辺 Tr 箇所」において、「Tr 優勢箇所」より高かった。家畜ふん尿の処理水には K₂O や CaO が含まれるが²⁾、今回調査したネズミノオの群生がある圃場では家畜ふん尿処理水の施用はしておらず、pH、EC、K₂O、CaO 含有率が高い要因として無関係であると思われた。化学肥料については、少なくとも直近 6 年間はいずれの圃場も、窒素 20%、リン酸 8%、カリ 12%、苦土 1% を保証成分とし、硫酸アンモニア、尿素、塩化カリ、化成肥料、加工りん酸肥料を原料とする 1 銘柄の粒状複合肥料のみを施用しており、一部の圃場で pH、EC、全 K₂O、全 CaO 含有率の値が高い地点がある原因は不明である。

いっぽう置換性カリウムについては、土壌の pH が 7.5~8.5 程度ではカリウムの溶解度が低くなることが知られており³⁾、「ネズミノオ群生箇所」では pH が高いことから、全 K₂O 含有率が高いにも関わらず置換性カリウムが低いことが考えられる。適正な置換性カリウム値は土壌の CEC 等によっても変動するが、沖縄の草地における国頭マージ土壌の土壌診断基準は 0.2~0.4 とされており⁴⁾、今回調査した「ネズミノオ群生箇所」の置換性カリウム値はやや低く、Tr の生育に影響している可能性がある。また、施肥設計のための土壌分析には通常置換性塩基類の値が用いられるが、今回の結果では、土壌中の全 K₂O が高いにも関わらず、置換性カリウムが低いことから、効率的な K₂O の施肥のためには、pH、EC、CEC 等も考慮するべきと思われた。

当センターだけでなく、県内の他の採草地でも国頭マージでありながら土壌の pH が 7 を超える圃場があることが報告されている⁵⁾。酸性土壌である国頭マージに石灰質資材等を施用し、pH を上昇させた場合の増収効果の研究はなされてきているが^{6)・7)}、アルカリ性土壌での飼料作物の生育への影響の研究は少ない。しかし、ローズグラス⁸⁾ やディジットグラス⁶⁾ は、pH が 8 に近づくと減収するとの報告がある。

今回の調査により、土壌の高 pH、EC 等の性質により牧草の生育が減退したことでネズミノオが優勢となった可能性が示唆され、草地内のネズミノオを薬剤等で防除しても、土壌条件が変わらなければふたたびネズミノオが繁茂する可能性が考えられる。

しかし、沖縄の主要な土壌のひとつであるジャーガルはアルカリ性であるが、採草地として利用されていることから、高 pH だけが牧草やネズミノオの生育に影響しているとは考えにくく、可給態ミネラル含量に加え CEC 等についても調査するとともに、pH、EC や K₂O、CaO 含有率が上昇する要因等について、今後更に研究が必要と思われる。

VI 引用文献

- 1) 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤哲郎(1996)土壌診断の方法と活用, 社団法人農山魚村文化協会
- 2) 山口典子・境垣内岳雄・氏原邦博・田中章浩(2017)豚ふん尿由来液肥, 牛ふん堆肥, 汚泥発酵肥料の施用が春植え一株出し体系サトウキビおよび国頭マージ土壌に及ぼす影響, 九州沖縄農業研究センター報告, **66**, 121-133
- 3) 林茂一(1986)作物の生理, 53, 東京農業大学
- 4) 沖縄県畜産試験場(1999)牧草・飼料作物栽培の手引き, 38
- 5) 知念雅昭・瑞慶山まどか・三塩志麻・嘉手苺佳太・高江洲斉・細井伸浩・二宮恵介・加藤洋平・小山裕美子・稲福政史(2018)永年草地における強害雑草「ギシギシ」の侵入が自給粗飼料生産に及ぼす影響, 沖縄畜産研究会誌, **53**, 7-16
- 6) 吉野昭夫・伊東佑二郎(1986)サンゴ砂の農業利用, 九州農業研究, 48, 130
- 7) 屋良朝宜・川本康博(2013)沖縄県の酸性土壌における炭酸カルシウムおよびリン酸の施用が数種暖地型イネ科牧草の生育に及ぼす影響
- 8) 大城真栄・前川勇・仲宗根一哉・庄子一成・伊佐真太郎・福地稔(1986)草地土壌の改良に関する試験, 沖畜試研報, 24, 23-59

沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立

(1) イタリアンライグラスおよびエンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分に関する調査

栗田夏子 荷川取秀樹

I 要 約

イタリアンライグラス極早生品種「ヤヨイワセ」「さちあおば」、早生品種「きららワセ」およびエンバク超極早生品種「ウルトラハヤテ韋駄天」について、10aあたり肥料成分でN、 P_2O_5 、 K_2O が各10kgの区と各8kgの区を設け栽培し、生育と成分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. イタリアンライグラスおよびエンバクともに、施肥量の違いによる収量の大きな差はみられなかった。
2. イタリアンライグラスおよびエンバクともに、乾物中の硝酸態窒素濃度およびK/(Ca+Mg)当量比が、一般的な基準とされる値より高くなる場合があった。
3. イタリアンライグラスにおける、刈り取り時の乾物中の硝酸態窒素濃度および土壌ECの関係については、やや弱い相関がみられた。

今後、Nおよび K_2O について、施肥量の検討が必要と思われる。

II 緒 言

沖縄県では、亜熱帯の気象条件を生かした暖地型牧草の多年利用が盛んであるが、冬季には生育が緩慢になることから、寒地型牧草の利用が検討されている。本県は温暖な気候のため、寒地型牧草のイタリアンライグラスやエンバクでは、いもち病や冠さび病が発生しやすいが、近年抵抗性品種が作出されていることから、利用の拡大が期待できる。現在市販されているいもち病や冠さび病の抵抗性品種は、極早生品種や早生品種が多く、冬季の早い段階から収穫できることから、本県での利用に向いていると考えられる。

しかし、イタリアンライグラスやエンバクは、硝酸態窒素濃度が高くなりやすい草種として知られている¹⁾が、本県における施肥量と牧草中の硝酸態窒素濃度に関する研究はまだ少ない。そこで安全安心に利用できる自給飼料生産の拡大のために、施肥量と乾物中成分について調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 極早生イタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

1) 試験期間

2018年11月2日に播種をし、2019年3月28日の3番草まで調査を行った。

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

極早生品種の「さちあおば」および「ヤヨイワセ」を用いた。

4) 1区面積および区制

1区条間0.3m×5条×3m=4.5m²、3反復、乱塊法を用いた。

それぞれの品種について施肥量を10aあたりN、 P_2O_5 、 K_2O を各10kg施用する区(10kg区)および各8kg施用する区(8kg区)を設けた。

5) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

1.5kg/10a を条播した。

(2) 施肥量および施肥法

10kg 区は基肥として 10a あたり肥料成分で N, P₂O₅, K₂O を各 10kg 施用し, 刈り取り後の追肥として N, K₂O を各 10kg 施用した。

8kg 区は基肥として 10a あたり肥料成分で N, P₂O₅, K₂O を各 8kg 施用し, 刈り取り後の追肥として N, K₂O を各 8kg 施用した。

肥料は, N は尿素, P₂O₅ は苦土重焼燐, K₂O は塩化カリを用いた。

基肥は播種後に, 追肥は刈り取り後に土壌表面に 1 条ごとに散布した。

植付前に堆肥は施用しなかった。

6) 調査項目及び方法

(1) 調査項目

生育調査は, 刈り取り時の病害程度, 倒伏程度, 草丈, 生草収量, 乾物収量, 乾物率について調査した。

成分については, 乾物における硝酸態窒素濃度および K, Ca, Mg 含有量を計測し, K/(Ca+Mg) 当量比を算出した。

(2) 調査方法

刈取調査面積は, 1 区あたり中央部 0.3m×3 条×2m の 1.8 m²とした。

生育調査は 1 番草は出穂始め, 2 番草および 3 番草は出穂期を目安に 2 品種同時に刈り取り高 5cm で行った。

硝酸態窒素濃度は, 生葉を 70°C で 2 日以上通風乾燥したものを粉砕器で粉砕し 1 mm のふるいでふるった試料を, H₂O で希釈し RQ フレックス (Merck 社製) で硝酸態窒素濃度を測定した。K, Ca, Mg については, 同様に乾燥粉砕した試料を圧縮機で厚さ約 3 mm 以上となるようタブレット状に成型した試料をエネルギー分散型蛍光 X 線装置において真空条件下で各元素の含有率の測定を行った。

2. 早晩生の違うイタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

1) 試験期間

2018 年 11 月 25 日に播種をし, 2019 年 4 月 15 日までのそれぞれ 2 番草まで調査を行った。

2) 試験地および供試圃場の土壌条件

試験 1 と同様である。

3) 供試品種・系統

極早生品種「ヤヨイワセ」および早生品種「きららワセ」を用いた。

4) 1 区面積

1 区条間 0.3m×5 条×3m=4.5 m², 3 反復, 乱塊法を用いた。

それぞれの品種について試験 1 と同様に 10kg 区および 8kg 区を設けた。

5) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

1.5kg/10a を条播した。

(2) 施肥量および施肥法

試験 1 と同様に行った。

6) 調査項目及び方法

(1) 調査項目

試験 1 と同様に行った。

(2) 調査方法

刈取調査面積は, 1 区あたり中央部 0.3m×3 条×2m の 1.8 m²とした。

生育調査は, それぞれの品種ごとに 1 番草は出穂始め, 2 番草は出穂期を目安に刈り取り高 5cm で行った。

硝酸態窒素濃度および K, Ca, Mg については, 試験 1 と同様に行った。

3. 超極早生エンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

1) 試験期間

2018 年 12 月 4 日に播種をし, 2019 年 2 月 12 日まで調査を行った。

2) 試験地および供試圃場の土壌条件

試験1と同様である。

3) 供試品種・系統

極早生品種「ウルトラハヤテ韋駄天」を用いた。

4) 1区面積

1区条間0.3m×5条×3m=4.5㎡, 3反復, 乱塊法を用いた。

試験1と同様に施肥量が10kg区および8kg区を設けた。

さらに生育ステージにより, 出穂始め期刈り区と出穂期刈り区を設けた。

5) 耕種概要

(1) 播種量および播種法

8kg/10aを条播した。

(2) 施肥量および施肥法

10kg区は基肥として10aあたり肥料成分でN, P₂O₅, K₂Oを各10kg施用した。

8kg区は基肥として10aあたり肥料成分でN, P₂O₅, K₂Oを各8kg施用した。

肥料は, Nは尿素, P₂O₅は苦土重焼燐, K₂Oは塩化カリを用いた。

施肥は播種後に土壌表面に1条ごとに散布した。

植付前に堆肥は施用しなかった。

6) 調査項目及び方法

(1) 調査項目

試験1と同様に行った。

(2) 調査方法

刈取調査面積は, 1区あたり中央部0.3m×3条×2mの1.8㎡とした。

調査は刈り取り高5cmで行った。

硝酸態窒素濃度およびK, Ca, Mgについては, 試験1と同様に行った。

4. イタリアンライグラスにおける刈り取り時の土壌のECと成分の調査

試験1および2において, 刈り取り直後の各区4カ所の土壌を表面0.5cm程度を取り除いた後, 深さ5cmとなるように土壌を採取, 混和したものを各区の試料とした。採取した土壌は, 風乾または30℃の温風乾燥機内で乾燥し, 塊を砕いた後2mmのふるいでふるった。

上記で得られた30区の試料について, 土壌のECを電気伝導率計で測定し, 各区の刈り取り時の植物体乾物中の硝酸態窒素濃度との関係について相関を求めた。

IV 結果および考察

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²⁾

11月は, 気温はやや高く, 日照時間やや多く, 降水量は平年並みであった。

12月は, 気温は高く, 日照時間は少なく, 降水量はやや多かった。

1月は, 気温は高く, 日照時間は平年並みで, 降水量はかなり少なかった。

2月は, 気温はかなり高く, 日照時間はやや少なく, 降水量はやや少なかった。

3月は, 気温は高く, 日照時間はやや多く, 降水量は平年並みであった。

4月は, 気温はやや高く, 日照時間は平年並みで, 降水量は少なかった。

2. 極早生イタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

1) 刈り取り調査時期

播種日および調査日を表1に示した。

表1 播種日および調査日

播種日	1番草	2番草	3番草
2018年11月2日	2019年1月10日	2019年2月27日	2019年3月28日

2) 病害程度

いずれの品種も、調査期間中の刈取り時に、いもち病、冠さび病の発生は認められなかった。

3) 生育調査

生育調査結果を表2に、成分調査結果を表3に示した。

表2 生育調査

調査日	刈取り時期	品種	施肥量	倒伏程度 1~9	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
2019年1月10日	1番草 出穂始	ヤヨイワセ	8kg区	1.0	79	2741	290	10.6
			10kg区	1.0	79	2870	311	10.8
		さちあおば	8kg区	1.0	79	2741	289	10.5
			10kg区	2.3	77	2722	280	10.3
2019年2月27日	2番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	1.0	98	2611	320	12.3
			10kg区	1.0	100	2667	303	11.4
		さちあおば	8kg区	1.0	99	2278	280	12.3
			10kg区	1.0	91	2445	253	10.4
2019年3月28日	3番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	1.0	80	2222	308	14.0
			10kg区	1.0	81	2333	312	13.4
		さちあおば	8kg区	1.0	73	1945	264	13.7
			10kg区	1.0	75	2130	272	12.8

表3 成分調査

調査日	刈取り時期	品種	施肥量	硝酸態窒素 濃度 (ppm)	K	Mg	Ca	K/(Ca+Mg) 当量比
2019年1月10日	1番草 出穂始	ヤヨイワセ	8kg区	1310 ± 321	5.5	0.3	0.7	2.5
			10kg区	1269 ± 334	5.7	0.3	0.7	2.5
		さちあおば	8kg区	2019 ± 679	6.1	0.3	0.7	2.7
			10kg区	2840 ± 972	6.3	0.3	0.6	2.8
2019年2月27日	2番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	438 ± 183	5.1	0.3	0.7	2.3
			10kg区	1382 ± 373	5.2	0.3	0.7	2.4
		さちあおば	8kg区	921 ± 228	4.9	0.2	0.7	2.5
			10kg区	1635 ± 357	6.0	0.3	0.7	2.6
2019年3月28日	3番草 出穂期	ヤヨイワセ	8kg区	248 ± 98	4.7	0.3	0.7	2.1
			10kg区	551 ± 138	5.1	0.2	0.8	2.2
		さちあおば	8kg区	366 ± 180	4.9	0.3	0.8	2.1
			10kg区	768 ± 263	5.3	0.3	0.8	2.2

注) 硝酸態窒素濃度は、平均値±標準偏差

収量は、品種の比較では、施肥量にかかわらず、3番草までの合計の生草収量および乾物収量ともに、「ヤヨイワセ」の方が「さちあおば」より高かった。

施肥量が10kgの区と8kgの区の比較では、「ヤヨイワセ」「さちあおば」とともに生草収量、乾物収量に大きな差は認められず、10kg区の方が8kg区より低い場合も認められた。

また、硝酸態窒素濃度は、1番草では「ヤヨイワセ」「さちあおば」の8kg区、10kg区ともに、アメリカで一般的に用いられるガイドライン³⁾で安全とされる1,000ppmを上回った。2番草では、「ヤヨイワセ」「さちあおば」とともに10kg区で1,000ppmを上回った。3番草ではいずれの品種でも1,000ppmを下回った。

イタリアンライグラスの硝酸態窒素濃度には品種間差異のあることが報告されており¹⁾、「ヤヨイワセ」と「さちあおば」の比較では、「さちあおば」の方が硝酸態窒素濃度が高い傾向があった。また、それぞれの品種では8kg区より10kg区の方が高い傾向があった。

K/(Ca+Mg)当量比は、一般に2.2以内に抑えることが目標とされている¹⁾が、「ヤヨイワセ」および「さちあおば」とともに1番草および2番草ではこの値を上回っており、3番草でもほぼ2.2となった。K/(Ca+Mg)当量比についても「ヤヨイワセ」より「さちあおば」が高い傾向があった。

施肥による乾物収量の増加が特に認められず、硝酸態窒素濃度およびK/(Ca+Mg)当量比が一般的な基準より高い1番草や2番草では、NやK₂Oの施肥量に検討が必要と思われた。

3. 早晚生の違うイタリアンライグラスにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

1)刈取り調査時期

播種日および調査日を表4に示した。

表4 播種日および調査日

品種	播種日	1番草	2番草
ヤヨイワセ	2018年11月25日	2019年3月5日	2019年3月27日
きららワセ		2019年3月28日	2019年4月15日

2)病害程度

きららワセの2番草でムギダニおよびいもち病の発生がみられたが、その他ではいずれの品種および時期でも、病害虫の発生は認められなかった。

3)生育調査

生育調査結果を表5に、成分調査結果を表6に示した。

表5 生育調査

品種	調査日	刈取り時期	施肥量	倒伏程度 1~9	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
ヤヨイワセ	2019年3月5日	1番草 出穂始め	8kg区	1	75	1963	239	12.3
			10kg区	1	77	2241	265	12.0
	2019年3月27日	2番草 出穂期	8kg区	1	94	2556	459	18.1
			10kg区	1	106	2741	478	17.5
きららワセ	2019年3月28日	1番草 出穂始め	8kg区	1	77	2981	434	14.6
			10kg区	1	79	2870	442	15.4
	2019年4月15日	2番草 出穂期	8kg区	1	102	3463	590	17.1
			10kg区	1	105	3667	623	17.0

表6 成分調査

品種	調査日	刈取り時期	施肥量	硝酸態窒素濃度 (ppm)	K	Mg	Ca	K/(Ca+Mg)当量比
ヤヨイワセ	2019年3月5日	1番草	8kg区	130 ± 35	6.0	0.2	0.6	3.2
		出穂始め	10kg区	551 ± 448	6.2	0.2	0.6	3.3
	2019年3月27日	2番草	8kg区	29 ± 18	4.1	0.2	0.6	2.3
		出穂期	10kg区	69 ± 42	4.4	0.2	0.6	2.3
きららワセ	2019年3月28日	1番草	8kg区	56 ± 13	4.6	0.2	0.7	2.3
		出穂始め	10kg区	48 ± 10	4.5	0.2	0.7	2.3
	2019年4月15日	2番草	8kg区	62 ± 28	3.9	0.2	0.7	1.9
		出穂期	10kg区	56 ± 26	3.7	0.2	0.6	1.9

注) 硝酸態窒素濃度は、平均値±標準偏差

収量は、品種の比較では、刈り取り1回当たりの生草収量および乾物収量は「きららワセ」の方が高かった。しかし、「ヤヨイワセ」の2番草と「きららワセ」の1番草の刈り取り時期はほぼ同じ3月下旬で、この期間までの収量を比較すると「ヤヨイワセ」の1番草および2番草の合計の生草収量、乾物収量の方が「きららワセ」の1番草より高かった。

施肥量の比較では、「ヤヨイワセ」では、1番草2番草とも10kg区の方が生草収量および乾物収量が高かった。いっぽう、「きららワセ」では、1番草の生草収量は10kg区よりも8kg区の方が高かったが、乾物収量は1番草2番草とも10kg区が高かった。

また、硝酸態窒素濃度は、「ヤヨイワセ」の1番草の10kg区では、一部に1000ppmを超えるサンプルがあったが、平均すると1000ppm以下となり、その他の区も1000ppm以下であった。

いっぽうK/(Ca+Mg)当量比では、「きららワセ」の2番草を除き、2.2を超える値となり、K₂Oの施肥量に検討が必要と思われた。

4. 超極早生エンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分の調査

1) 刈取り調査時期

播種日および調査日を表7示した。

表7 播種日および調査日

播種日	出穂始め期	出穂期
2018年12月4日	2019年2月12日	—

出穂期については、倒伏および冠さび病の病害程度が甚だしく、調査出来なかった。

2) 病害程度

出穂始め期では、冠さび病の発生は認められなかった。

出穂期では、冠さび病の発生が甚大であった。

3) 生育調査

生育調査結果を表8に、成分調査結果を表9に示した。

表8 生育調査

調査日	刈取り時期	施肥量	倒伏程度 1~9	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
2019年2月12日	1番草 出穂始め	8kg区	1	116	3241	397	12.4
		10kg区	1	120	3481	418	12.0

表9 成分調査

調査日	刈取り時期	施肥量	硝酸態窒素 濃度 (ppm)	K	Mg	Ca	K/(Ca+Mg) 当量比
2019年2月12日	1番草 出穂始め	8kg区	2032 ± 621	4.9	0.3	0.5	2.6
		10kg区	2904 ± 412	5.3	0.3	0.6	2.4

注) 硝酸態窒素濃度は、平均値±標準偏差

生草収量、乾物収量ともに、8kg区より10kg区の方が高かった。

硝酸態窒素濃度は、8kg区、10kg区ともに1,000ppmを上回り、10kg区の方が高かった。

いっぽう、K/(Ca+Mg)当量比は、8kg区、10kg区ともに2.2より高く、8kg区の方が高かった。

施肥による増収の効果は示唆されるものの、硝酸態窒素濃度およびK/(Ca+Mg)当量比が一般的な基準より高いことから、NやK₂Oの施肥量に検討が必要と思われた。

また、エンバクでは、生育ステージが進むにつれて硝酸態窒素濃度が低下するという報告があるが⁴⁾、今回の試験では、出穂期には冠さび病および倒伏の被害が甚だしく収穫できなかったことから、本県においては、硝酸態窒素濃度を低減させるために一概に刈取りを遅らせることはできないと考えられた。

5. イタリアンライグラスにおける刈り取り時の土壌のECと成分の調査

イタリアンライグラスにおける刈り取り時の植物体乾物中の硝酸態窒素濃度および土壌のECの関係を図1に示した。

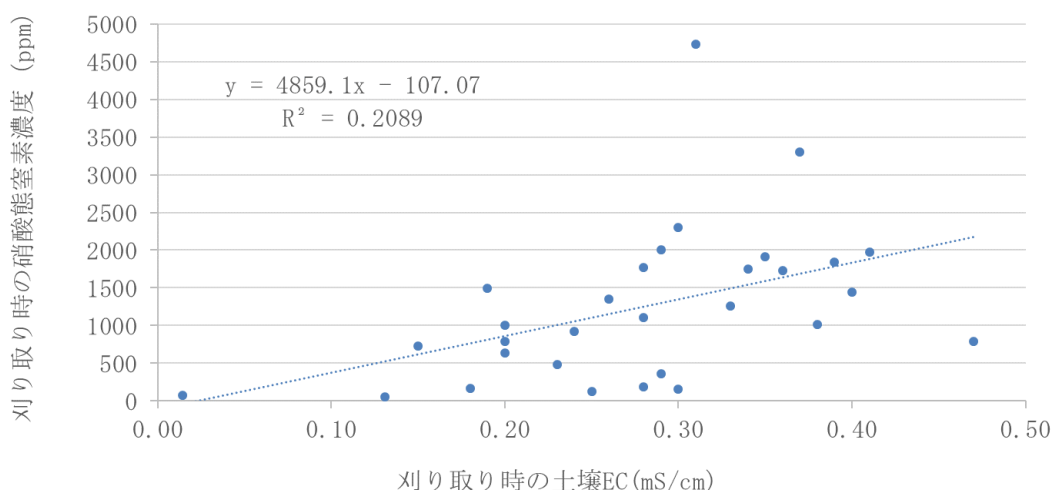


図1 イタリアンライグラスにおける刈り取り時の硝酸態窒素濃度および土壌ECの関係

イタリアンライグラスにおける刈り取り時の乾物中の硝酸態窒素濃度および土壌ECの関係について、やや弱い相関がみられた。また、土壌中のECが0.3mS/cm程度を超えると、乾物中の硝酸態窒素濃度が

1000ppm を超える事例が多いことが示唆された。

土壌の EC と土壌中の硝酸イオンには正の相関があるという報告がある^{5, 6, 7)}。また硝酸態窒素は、飼料作物が土壌から吸収利用する主な窒素形態であり、植物体内で同化されるが、植物体内への窒素の供給量が同化量を上回ると作物体中に硝酸態窒素が蓄積すると考えられる¹⁾。土壌の適正 EC は、土壌や作物の種類によって異なり⁷⁾、また植物の同化量は日照等で変化する¹⁾が、土壌 EC と作物体中の硝酸態窒素濃度の関係について、今後さらに研究が必要と思われる。

今回の試験では、堆肥を施用せずに 10a あたり N, P₂O₅, K₂O について各 10kg の区と 8kg の区を設けたところ、イタリアンライグラス、エンバクともに硝酸態窒素濃度および K/ (Ca+Mg) 当量比が一般的な基準とされる値より高くなる場合があった。

本県のイタリアンライグラスおよびエンバクの施肥基準量は、堆きゅう肥 4000kg/10a, N, P₂O₅, K₂O が各 10kg となっているが⁸⁾、これは土質や収量、品種の別がなく一般的な値である。生育期間が短く、刈り取り 1 回当たりの収量が比較的少ない極早生や超極早生の品種では、施肥量が過剰となる可能性がある。今後、N の施肥量について検討が必要と考えられた。しかし、イタリアンライグラスの「ヤヨイワセ」において、試験 1 では 1 番草および 2 番草の 10kg 区で硝酸態窒素濃度が高かったが、試験 2 では 1 番草 2 番草ともに低かった。牧草中の硝酸態窒素濃度が高くなる要因は、施肥量、収量、生育期間、日照、降水量、気温、生育ステージまたは品種等様々な要因が考えられ、今回の結果の原因は不明である。

K/ (Ca+Mg) 当量比については、イタリアンライグラス、エンバクともに高い傾向がみられた。それぞれの試験ごとの Ca および Mg の含量はほぼ一定で、K 含量が施肥量に応じて高くなっていることから、K₂O の施用量について検討する必要があると思われる。

今後本県においてイタリアンライグラスおよびエンバクの生産を推進するためには、安全性の確保は重要と考えられる。しかし、硝酸態窒素濃度が高くなる要因は様々であり、寒地型牧草中の正確な硝酸態窒素濃度を計測するには時間と手間がかかることから、生産現場での迅速判定は困難である。

生産現場において、牧草中の硝酸態窒素濃度を推定するための手法の開発は重要であり、土壌の測定だけでなく、生葉での硝酸態窒素濃度の測定ならびに葉色などその他の手法での推定法についても、今後検討が必要であると思われる。

V 引用文献

- 1) 自給飼料利用研究会編(2009)三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック, 一般社団法人日本草地畜産種子協会
- 2) 気象庁, 日本の天候の特徴と見通し, <http://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/>
- 3) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編(2009)日本飼養標準・肉用牛(2008年版), 136, 社団法人中央畜産会
- 4) 前田綾子・小野晃一・星一美・田澤倫子・片柳裕・千枝健一, 秋作エンバクの安定栽培技術の開発, http://210.164.7.60/g70/press_etc/documents/1208414943956.pdf
- 5) 鈴木良則・宮下慶一郎・玉田ゆみ子(1991)pH と EC による簡易土壌診断法, 東北農業研究, **44**, 147-148
- 6) 八槇敦・篠田正彦・家壽多正樹・牛尾進吾・斉藤研二・押田智子・安西徹郎(2006)千葉県畑土壌における化学性の実態解析と土壌診断への適応, 千葉農総研研報, **5**, 87-93
- 7) 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤哲郎(1996)土壌診断の方法と活用, 社団法人農山魚村文化協会
- 8) 沖縄県畜産試験場(1999)牧草・飼料作物栽培の手引き, 54-56

暖地型牧草における銅・亜鉛含有量の付加試験

(1) 施肥成分への水溶性銅・亜鉛添加がトランスバーラに及ぼす影響

光部柳子 荷川取秀樹

I 要 約

当センターのトランスバーラ圃場にて、硫酸銅および硫酸亜鉛の散布がトランスバーラの収量、粗タンパク質 (CP) 含有率、銅 (Cu) および亜鉛 (Zn) 濃度に及ぼす影響を調べた結果、以下のとおりであった。

1. 硫酸銅および硫酸亜鉛散布による収量および CP 含有率への影響は見られなかった。
2. 牧草中の Cu 濃度は硫酸銅散布量に伴い増加する傾向が見られた。
3. 牧草中の Zn 濃度は、刈り取り 1 回目において対照区と高濃度区に有意差が見られ、硫酸亜鉛の散布によって Zn 濃度が増加した。

以上のことより、本試験で添加した量の硫酸銅および硫酸亜鉛は、収量や CP 含有率に影響を及ぼすことなく牧草中の Cu および Zn 濃度を増加させることが示唆された。今後は適正な添加濃度の検討が必要である。

II 緒 言

牧草の品質評価では、粗タンパク質 (CP) や可消化養分総量 (TDN) などを中心に測定されることが多いが、その他に牧草中の無機成分も家畜の体内の恒常性維持に重要な役割を果たしている。肉用牛では日本飼養標準においても無機物の要求量が定められており¹⁾、飼料からの摂取が重要となっている。無機物は、不足すると欠乏症状を示し、過剰に摂取すると中毒症状をおこすものがあるため適量の範囲で与えることが重要である。無機成分は生体内や飼料中の含量がわずかな微量無機物と比較的含有量が多い主要無機物に分けられる。微量無機物に含まれるものに、銅 (Cu) と亜鉛 (Zn) がある。本県では、ヒートダメージを受けたサイレージによる Cu 欠乏症が報告されている²⁾。また、Zn については欠乏症の報告はないものの、当センターが収集・分析した本県の牧草では、要求量以下のものが多くみられる。無機物は添加剤を用いて補われることも多いが、添加剤の使用の有無は各農家によって大きく変わるため、粗飼料において要求量を満たすことも重要だと思われる。しかし、暖地型牧草に対して牧草中の無機成分含有量増加のための報告は少ない。そこで、本研究では、施肥成分への硫酸銅および硫酸亜鉛の添加が、暖地型イネ科牧草であるトランスバーラに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

III 材料および方法

1. 供試試料

試験圃場は畜産研究センター内のトランスバーラ草地とした。1 区画 2×3m とし、4 反復を設けた (図 1)。試験区は刈り取り時の追肥の種類および濃度によって対照区、低濃度区、高濃度区の 3 区を設けた。刈り取りは、試験開始前の 2019 年 5 月 8 日、6 月 7 日 (刈り取り 1 回目) ならびに 7 月 23 日 (刈り取り 2 回目) に刈り取り、5 月 8 日および 6 月 7 日の刈り取り後の 1 週間以内に追肥を行った。また、試験開始前および刈り取り 2 回目の後に土壌サンプルを採取した。

各試験区への施肥量は、対照区では牧草専用 1 号を 50kg/10a (窒素として 10kg/10a)、低濃度区では牧草専用 1 号を 50kg/10a、硫酸銅を 786g/10a (Cu として 200g/10a) ならびに硫酸亜鉛を 440g/10a (Zn として 100g/10a)、高濃度区では牧草専用 1 号を 50kg/10a、硫酸銅を 3929g/10a (Cu として 1000g/10a) ならびに硫酸亜鉛を 2199g/10a (Zn として 500g/10a) とした。なお、散布肥料として、Wako 社製の硫酸銅 (II) 五水和物および硫酸亜鉛七水和物を使用し、牧草専用 1 号と混合した上で各試験区の土壌表面に散布した。

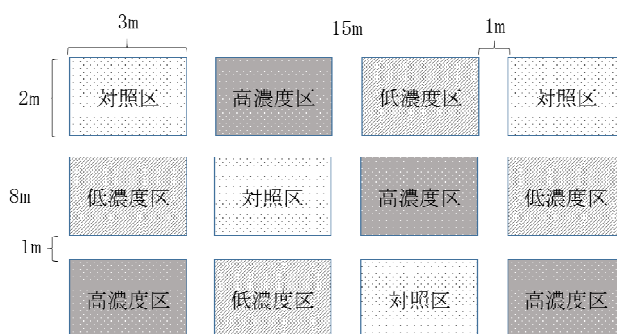


図1 各試験区の配置

2. 調査項目および方法

刈り取り時に、草丈、生草収量を調査した。その後、刈り取った牧草を70℃で48時間通風乾燥し、乾物収量を求めた。乾燥した牧草は1mm以下に粉碎し分析に供した。土壌は採取後に室温で風乾し、ふるいによって1mm以下にしたものをサンプルとした。

牧草サンプルは、CP含有率、Cu濃度ならびにZn濃度を測定した。土壌サンプルは、Cu、Zn、リン、カリウム、カルシウムならびにマグネシウムを測定した。

草丈、生草収量ならびに乾物収量は草地科学実験・調査法³⁾に記載の方法で測定した。

CPは燃焼法（ゲルハルト社製デュマサーム）で測定を行った。

無機成分については、乾燥粉末状態にした牧草サンプルをプレス機で加圧(20t)し、厚さ3mm以上に成形したペレットを分析に用いた。分析機器はエネルギー分散型蛍光X線装置 JSX-1000S Element Eye（日本電子社製）を使用した。分析には5種類のフィルター（ND, Cd, Pd, Cu, Cl）を用い、それぞれのX線照射時間は60秒、10秒、10秒、60秒、30秒とした。なお、照射室は真空状態にした上で測定を行った。

3. 統計処理

統計解析にはEZR⁴⁾を使用した。EZRはRおよびRコマンドの機能を拡張した統計ソフトウェアである。Shapiro-Wilk検定を行い正規性が確認された場合には、ANOVA分析の後Tukey-Kramer法により各群間における有意差の検定を行った。また、正規性が確認されなかった場合には、Kruskal-Wallis検定を行い、その後各群間における有意差の検定をSteel-Dwass検定により行った。なお、有意水準は5%とした。

IV 結果および考察

1. 水溶性CuおよびZn施肥による収量およびCP含有率への影響

水溶性CuおよびZn施肥後の各試験区における収量調査結果およびCP含有率を表1に示す。1回目の刈り取りおよび2回目の刈り取りにおいても、各試験区の草丈、生草収量、乾物収量ならびにCP含有率に差は見られなかった。これらのことから、本試験で施肥した濃度のCuおよびZnによる収量およびCP含有率への影響はないことが示唆された。

表1 各区における収量調査結果およびCP含有率

	刈り取り1回目				刈り取り2回目			
	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	CP含有率 (%DM)	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	CP含有率 (%DM)
対照区	56.6	536.3	121.8	10.6	76.3	447.5	131.2	8.6
低濃度区	54.4	535.0	120.9	10.9	75.3	462.5	140.8	8.7
高濃度区	53.6	540.0	119.8	11.3	76.0	460.0	136.7	9.1

2. 水溶性 Cu および Zn 施肥が牧草中の Cu および Zn 濃度に及ぼす影響

水溶性 Cu および Zn 散布後の各試験区における牧草中 Cu ならびに Zn 濃度を以下に示す。

刈取り 1 回目および 2 回目における Cu 濃度では、散布する Cu の濃度が高いほど平均値も高くなる傾向がみられた (表 2)。本試験では有意差は認められなかったものの、トランスバーラにおける水溶性 Cu である硫酸銅の施肥は牧草中 Cu を高めることが示唆された。一方、高濃度区では最大で 212ppm まで Cu 含有率が高まっていた。これは、Cu の摂取許容限界¹⁾である 100ppm を大きく上回る数値であった。Cu の過剰摂取は Cu 中毒を引き起こす可能性があるため、今後は施肥量の検討が必要である。

また、Cu については、1 規定塩酸により抽出された牧草中 Cu 濃度が牛の血清中 Cu 濃度と密接な関係にあることが報告されている²⁾。本試験における蛍光 X 線装置を用いた測定方法と 1 規定塩酸で抽出される飼料中 Cu 濃度との比較も今後の課題である。

次に、刈取り 1 回目および 2 回目におけるトランスバーラ中 Zn 濃度を図 2 に示す。刈取り 1 回目では、対照区に比較して高濃度区において有意に高い値となった。刈取り 2 回目では有意差はみられなかったものの、散布する硫酸亜鉛の量の増加に伴って、牧草中の Zn も増加する傾向を示した。これらのことから、トランスバーラ草地における硫酸亜鉛の散布は、牧草中 Zn 濃度を高めることに有効であると考えられた。

表 2 各区におけるトランスバーラ中 Cu 濃度の平均値、最小値ならびに最大値

	刈取り 1 回目における Cu 濃度 (ppm)			刈取り 2 回目における Cu 濃度 (ppm)		
	平均値±標準偏差	最小値	最大値	平均値±標準偏差	最小値	最大値
対照区	11.4±0.83	9.7	13.7	10.4±0.67	8.5	11.7
低濃度区	34.3±12.71	16.4	71.9	26.8±15.11	10.2	72.1
高濃度区	101.3±38.97	40.3	212.2	68.7±46.02	14.0	205.6

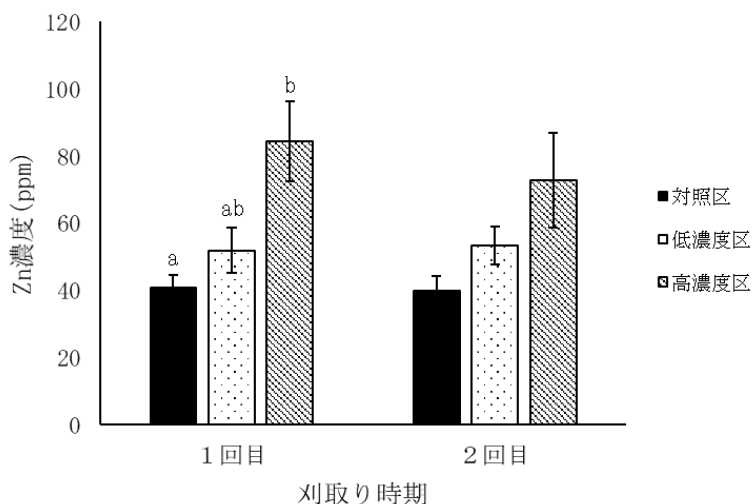


図 2 各区におけるトランスバーラ中 Zn 濃度

注 1) 平均値±標準偏差

2) 同一刈取り時期内における異符号間に有意差有り (p<0.05)。

3. 土壌中の無機成分濃度

最後に、水溶性 Cu および Zn を施肥する前および刈取り 2 回目を終えた後の土壌に含まれる無機成分濃度を表 3 に示す。施肥前および刈取り後の土壌中無機成分濃度について、施肥後に濃度が高く

なると予想していた Cu と Zn 濃度を含む全ての成分において有意差は認められなかった。また、土壌における養分は表層 3cm に集積しているとされているが⁵⁾、本試験においてはいずれの無機成分についても有意な差はみられなかった。水溶性 Cu および Zn は牧草に吸収されやすいことや土壌内に保持される期間が短いことが予想される。施肥後の Cu および Zn の動態についても調べる必要があると考えられた。

表 3 施肥前および刈り取り後の土壌中無機成分濃度

		Cu (ppm)	Zn (ppm)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
施肥前		68.9	93.2	0.70	1.58	0.25	1.31
刈り取り後 (3cm 未満)	対照区	72.3	101.4	0.76	1.74	0.25	1.37
	低濃度区	72.3	92.3	0.69	1.34	0.21	1.21
	高濃度区	83.6	94.3	0.75	1.29	0.20	1.21
刈り取り後 (3cm 以下)	対照区	72.3	95.8	0.56	1.71	0.22	1.43
	低濃度区	64.4	81.4	0.51	1.34	0.20	1.21
	高濃度区	71.3	86.9	0.55	1.37	0.19	1.18

V 謝 辞

本試験を行うにあたり、肥料の提供をしていただきました琉球肥料株式会社 金城保氏に感謝の意を表します。

VI 引用文献

- 1) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2009) 日本飼養標準肉用牛 (2008 年版), 54, 中央畜産会
- 2) 仲宗根一哉・安里左知子・千葉好夫・平安名盛己 (1989) ヒートダメージサイレージと牛の銅欠乏症との関連, 沖縄畜試研報, 27, 147-154
- 3) 日本草地学会編 (2004) 草地科学実験・調査法, 122, 社団法人畜産技術協会
- 4) Kanda Y (2013) Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics, *Bone Marrow Transplant*, 48, 452-458
- 5) 日本草地学会編 (2004) 草地科学実験・調査法, 378, 社団法人畜産技術協会

研究補助：照屋剛，玉本博之，平良樹史

ブラキアリアグラス新品種候補系統「沖縄2号」

生産性検定試験

知念 司 栗田 夏子 荷川 取秀樹

I 要 約

ブラキアリアグラス新品種候補系統「沖縄2号」の5系統「OB8-83」, 「OB9-83」, 「OB10-148」, 「OB11-148」, 「OB13-119」, 新品種候補系統「沖縄1号」, 海外品種「バシリスク」(沖縄県奨励品種), 「ケネディー」, 「ムラト-2」の計9品種・系統を用いて, 生産性試験を2年間実施した。その結果は以下のとおりであった。

1. 2年間の合計生草収量では沖縄2号の5系統は, 「バシリスク」と比較して約7~15%高いが, 「沖縄1号」, 「ケネディー」と同程度で, 「ムラト-2」より低かった。
2. 2年間の合計乾物収量では沖縄2号の5系統および「沖縄1号」は, 「バシリスク」と同程度であったが, 「ケネディー」, 「ムラト-2」より低かった。
3. 粗タンパク質および乾物消化率では沖縄2号5系統は, 沖縄1号や海外品種と同程度であった。しかし, 粗タンパク質収量および可消化乾物収量は「沖縄1号」, 「バシリスク」と同程度であったが, 「ケネディー」, 「ムラト-2」より低かった。

以上のことから, 「沖縄2号」の5系統の生産性は「沖縄1号」, 「バシリスク」と同程度だが, 「ケネディー」, 「ムラト-2」より低い結果となった。

II 緒 言

本県では主要な牧草として, ローズグラスが栽培・利用されているが, 耐干性や出穂期以降の栄養価低下が指摘されている。

沖縄県では沖縄県酪農及び肉用牛生産近代化計画¹⁾が策定され, 肉用牛の増頭が計画されており, その達成には, より高位生産性をもつ飼料作物を利用し, 限られた草地での更なる粗飼料増産が必要である。ブラキアリアグラスはローズグラス以上の生産性と耐干性²⁾を持ち, 本研究センターでも, ローズグラスを置換する暖地型牧草として, 栽培試験³⁾や, 干ばつ耐性^{4~6)}, 造成⁷⁾などの試験が実施され, 平成28年度には県奨励品種に, 海外から導入された「バシリスク」と「MG5」が登録された⁸⁾。

また本研究センターではブラキアリア属牧草を交配し, 新品種育成^{9~11)}を実施し, 品種登録に向けた予系統「沖縄1号」を選抜し, 生育日数の相違による収量と飼料品質¹²⁾, ミネラル含量の経時的変化¹³⁾, ローズグラスとの比較¹⁴⁾, トランスバーラとの山羊を用いた給与試験¹⁵⁾, 近赤外分析法による飼料分析¹⁶⁾などを実施している。そして沖縄1号とバシリスク (*Brachiaria decubens*) を交配した品種候補となる「沖縄2号」系統も選抜中だが, 生産性は判明していないため, 「沖縄2号」系統について, 他のブラキアリアグラス品種・系統と生産性試験を実施した。

本試験は, 沖縄振興特別交付金の沖縄型牧草戦略品種育成総合事業により実施した。

III 材料および方法

1. 試験期間

2018年3月22日から2019年11月14日。

2. 試験場所

沖縄県畜産研究センター内試験圃場にて実施し, 土壌は国頭マージの細粒赤色土で礫の多い酸性土壌である。

3. 供試品種・系統

沖縄2号の5系統「OB8-83 (OB8)」, 「OB9-83 (OB9)」, 「OB10-148 (OB10)」, 「OB11-148 (OB11)」,

「OB13-119 (OB13)」, ブラキアリアグラス品種・系統「沖縄1号 (OK1)」, 海外品種「バシリスク (Basilisk : Bs)」(県奨励品種), 「ケネディー (Kennedy : Kd)」, 「ムラトー2 (Mulato II : M2)」, の1系統・3品種計9品種・系統を用いた。県奨励品種の「Bs」を標準品種とする。

4. 栽培管理

1) 試験区

試験区は1区4.5 m² (1.5×3m) を3反復乱塊法にて設置した。

2) 移植

畜産研究センター内の圃場にて, 2017年に採種した各品種・系統の種子を2018年3月22日に育苗ポットへ播種し, 温室で栽培した。生育した苗を2018年5月21日に, 試験区へ50cm間隔で3列を設置し, 1列に70cm間隔で4株, 試験区1区あたり12株を移植した(図1)。

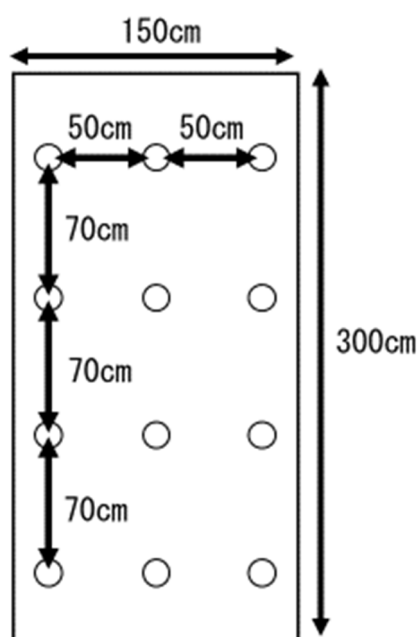


図1 試験区と移植

注) ○ : 移植した株

3) 施肥量

移植前に試験区へ堆肥 1t/10a を投入した。化学肥料を基肥として移植後に 10a あたり窒素 5kg, リン 5kg, カリウム 5kg を牧草専用1号 25kg, BM ヨーリン 18kg, 塩化カリウム 4kg で施用した。追肥は刈取調査後に 10a あたり窒素 10kg, リン 4kg, カリウム 8kg を牧草専用1号 50kg, 塩化カリウム 4kg で施用した。

5. 調査項目

1) 生育特性

(1) 草丈

刈取調査日に, 草丈の測定を行った。

(2) 草勢

刈取調査日に, 1 : 極不良～9 : 極良の9段階評点法で評価を行った。

(3) 出穂程度

刈取調査日に, 1 : 無または極微～9 : 甚の9段階評点法による評価を行った。

(4) 病害程度

刈取調査日に, 1 : 極微～9 : 極多の9段階評点法による評価を行った。

(5) 欠株程度

移植した12株のうち、刈取後に欠株数を計測し、1：無～9：甚の9段階で評価した。

2) 生産性

(1) 生草収量

刈取調査面積は、試験区中央1㎡とし、刈取り高5cmで行った。

(2) 乾物率

採取したサンプルを計量した後、70℃48時間乾燥させ再度計量し、乾燥前後の重量差から乾物率を算定した。

(3) 乾物収量

生草収量と乾物率から算定した。

(4) 飼料分析

乾燥させたサンプルを粉砕し、近赤外分析法¹⁶⁾にて、粗タンパク質含量(CP)、乾物消化率(IVDMD)を分析し、乾物収量から粗タンパク質収量および可消化乾物収量を算定した。

3) 統計処理

分散分析で有意差が確認された場合、最小有意差法による検定を行った。

IV 結果および考察

1. 気象概要と経過

気象庁ホームページ⁸⁾より、名護気象台の試験期間の気温および平年値を図2、降水量の観測値および平年値を図3に示す。

2018年10月に2回台風が接近し、再生不良となり、2018年の調査は3回となった。2019年3月28日に掃除刈りと追肥を実施し、2019年の調査は4回実施した。

1) 気温

2018年6月は平年に比べ高いが、7月から9月以降は平年並み、10月以降は高くなった。2019年1・2月は平年に比べ高く、3月以降は平年並みとなった(図2)。

2) 降水量

2018年5月は少雨となったが、6月以降は平年並みから高い傾向となった。2019年1月から5月は少雨だったが、6月は平年の約2.5倍の降水があった。8月以降は平年より多くなったが、11月は上旬に降水が無く、平年に比べやや低かった(図3)。

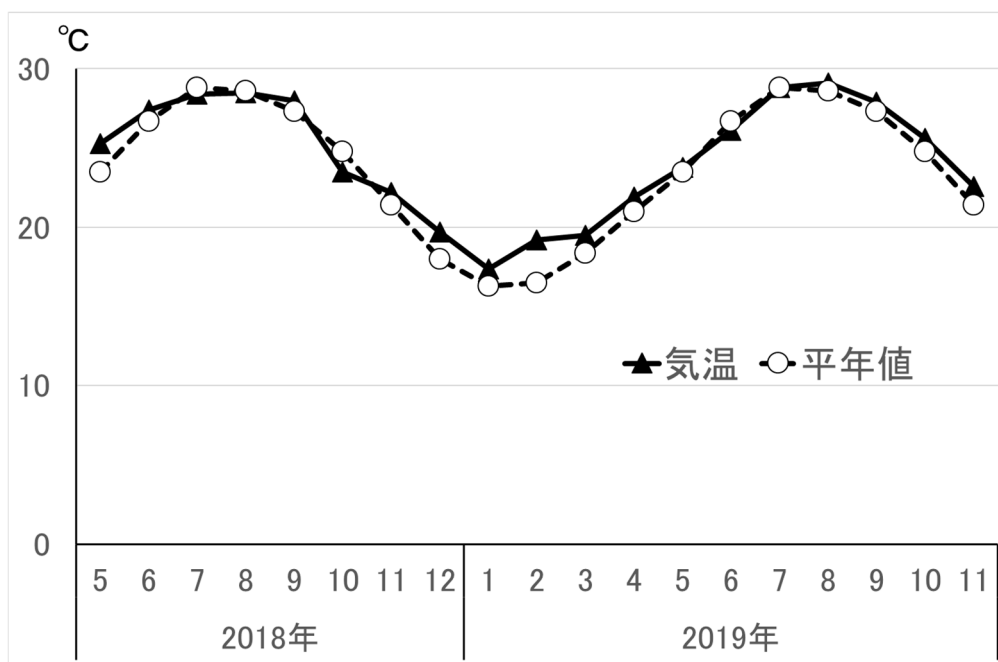


図2 気温

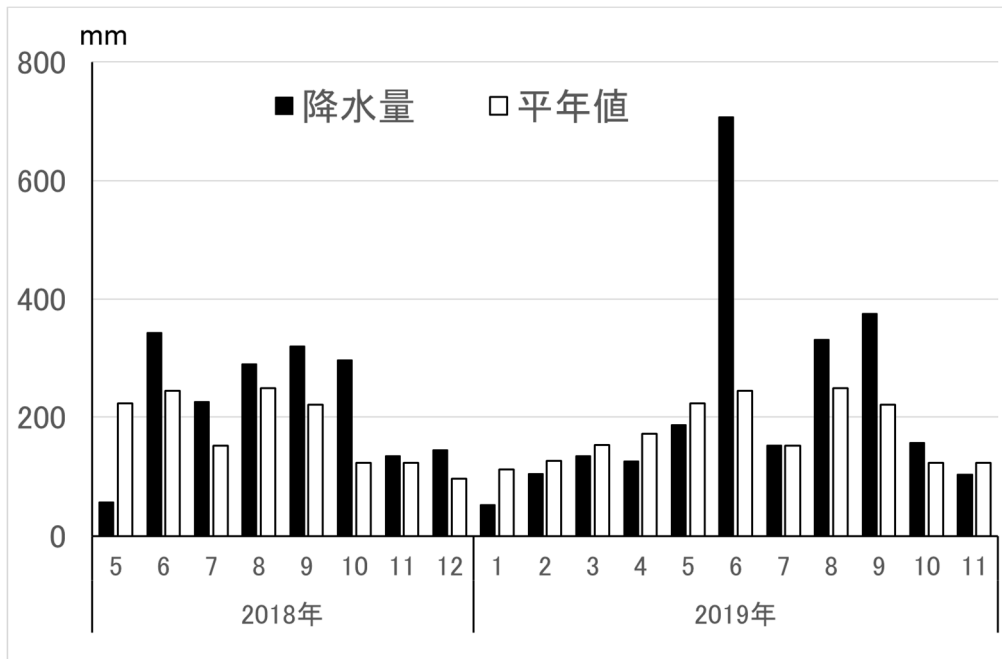


図3 降水量

2. 生育特性

1) 初期生育

初期生育を表1に示す。OB13が低く、Kdは高い傾向にあった。品種・系統間には有意な差は認められなかった。

表1 初期生育

品種・系統名	初期生育
OB8	5.3
OB9	4.3
OB10	4.7
OB11	5.0
OB13	3.7
OK1	5.0
Bs	4.7
Kd	6.3
M2	4.3

注) 2018年6月25日調査

1不良～9良の9段階評価

2) 草丈

草丈を表2に示す。2018年は、OB9、OB11、OB13は低い傾向にあったが、2019年は全品種・系統で同程度になった。

表2 草丈 (cm)

年	2018				2019				
	1	2	3	平均	1	2	3	4	平均
番草	7/17	8/20	9/26		5/21	7/9	8/2	11/11	
OB8	80.5	102.3	99.0	93.9	118.5	95.0	94.0	104.1	102.9
OB9	79.4	89.3	93.7	87.4	112.4	94.9	98.9	109.9	104.0
OB10	85.5	99.4	93.3	92.7	127.5	92.0	100.2	117.0	109.2
OB11	77.9	95.5	94.5	89.3	125.5	85.2	95.1	107.1	103.2
OB13	75.9	97.9	92.7	88.8	123.5	90.3	97.9	105.2	104.2
OK1	86.6	101.7	93.3	93.9	129.4	95.3	101.4	118.6	111.2
Bs	88.4	101.3	103.3	97.6	124.0	92.9	106.2	105.9	107.2
Kd	86.9	96.5	95.9	93.1	116.5	86.3	99.0	101.1	100.7
M2	77.7	91.9	107.1	92.2	122.5	90.3	103.5	122.3	109.7

3) 草勢

草勢を表3に示す。2018年の1番草の一部以外は、全品種・系統で全期間をとおして良かった。

表3 草勢

年	2018			2019			
	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草	4番草
番草	7/17	8/20	9/26	5/21	7/9	8/27	11/11
OB8	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
OB9	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
OB10	8.3	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
OB11	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
OB13	7.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
OK1	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Bs	8.7	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Kd	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
M2	7.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0

注) 1: 極不良~9: 極良の9段階で評価した

4) 出穂程度

出穂程度を表4に示す。2018年は出穂はなかったが、2019年の4番草以外では、OB8に一部出穂が発生した。

幸喜ら¹¹⁾は、Bsの出穂が多いと報告しているが、今回は他品種系統と同程度だった。

供試した品種・系統は晩生で、出穂は秋期に発生するため、本試験でもOB8以外の品種・系統では、2019年11月の刈取調査のみで発生していた。

表4 出穂程度

年 番草 月日	2018			2019			
	1番草 7/17	2番草 8/20	3番草 9/26	1番草 5/21	2番草 7/9	3番草 8/27	4番草 11/11
OB8	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	8.7
OB9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.7
OB10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.0
OB11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.7
OB13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	7.3
OK1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.3
Bs	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.3
Kd	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	9.0
M2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.7

注) 1：無または極微～9：甚の9段階評点法による評価

5) 病害

全期間をとおして発生しなかった。

6) 欠株程度

欠株程度を表5に示す。2018年の3番草調査後の10月に2回台風が接近し、全区で欠株が発生した。2019年1番草の5月にはある程度回復した。2019年11月の欠株程度では、BsとM2は低く、OB8とKdが高い結果となった。2年間の平均における品種・系統間には有意な差は認められなかった。

表5 欠株程度

年 月日	2018		2019			平均
	10/22	5/27	7/17	8/27	11/14	
OB8	4.33	3.00	3.00	2.00	4.67	3.40
OB9	4.00	3.00	2.67	3.00	2.67	3.07
OB10	5.00	3.67	5.00	2.67	3.33	3.93
OB11	2.33	1.00	2.00	2.00	3.33	2.13
OB13	5.00	3.33	3.67	3.67	3.00	3.73
OK1	4.33	3.67	2.67	2.67	3.33	3.33
Bs	3.67	3.00	3.33	2.00	2.00	2.80
Kd	3.00	2.33	3.00	3.00	4.00	3.07
M2	3.00	2.00	2.33	3.00	2.00	2.47
平均	3.85	2.78	3.07	2.67	3.15	3.10

注) 欠株数を計測し、1：無～9：甚の9段階の評価

3. 生産性

刈取調査は2018年が、7月17日、8月20日、9月26日の3回、2019年は、5月21日、7月9日、8月27日、11月11日の4回となっている。

1) 生草収量

生草収量を表6、2年間の合計生草収量を表7に示す。

2019年は2018年に比べ調査回数が1回増え、生草収量は、ほとんどの品種・系統で2018年の約150～190%となり、欠株が発生した2年目以降もすべての品種・系統で収量は高くなった。幸喜ら¹⁷⁾の報告でも、ブラキアリアグラスの栽培2年目以降の生草収量は増加している。これは、株数が減少しても、2年目は残った株の生産性が向上したと考えられる。

また生産が低下する秋期でも、2019年の4番草のように生育期間を延長させることで収量は上がるが、秋期は出穂期となるため、栄養価の低下が懸念される。

2年間の合計生草収量では品種・系統間には有意な差は認められなかったが、沖縄2号系統は、Bsと比較して約7～15%高いが、OK1やKdと同程度で、M2より低い結果となった。

表6 生草収量 (t/10a)

年	2018				2019				合計
	1	2	3	合計	1	2	3	4	
番草 月日	7/17	8/20	9/26		5/21	7/9	8/2	11/11	
OB8	2.67	5.12	2.53	10.32	3.30	4.21	3.04	4.41	14.96
OB9	2.11	4.70	2.93	9.74	4.55	3.44	3.41	4.20	15.60
OB10	2.24	4.75	2.55	9.54	5.62	3.32	3.33	3.90	16.17
OB11	2.09	4.09	2.88	9.06	5.10	3.62	3.36	4.36	16.44
OB13	1.42	4.89	2.42	8.73	5.47	3.29	2.96	3.55	15.27
OK1	2.14	5.35	2.59	10.08	4.57	4.02	2.67	4.05	15.31
Bs	2.70	3.56	2.93	9.19	3.14	2.63	3.22	4.06	13.05
Kd	2.80	4.20	2.46	9.46	5.74	3.77	2.93	4.27	16.71
M2	1.88	4.42	4.11	10.41	7.28	3.22	5.41	4.11	20.02

表7 2年間の合計生草収量 (t/10a)

	2018	2019	1年目との比較	2年間合計	対標比
OB8	10.32	14.96	145.0	25.28	113.7
OB9	9.74	15.60	160.2	25.34	113.9
OB10	9.54	16.17	169.5	25.71	115.6
OB11	9.06	16.44	181.5	25.50	114.7
OB13	8.73	15.27	174.9	24.00	107.9
OK1	10.08	15.31	151.9	25.39	114.2
Bs	9.19	13.05	142.0	22.24	100.0
Kd	9.46	16.71	176.6	26.17	117.7
M2	10.41	20.02	192.3	30.43	136.8

2) 乾物率

乾物率を表8に示す。

2019年の4番草では出穂期のため、全品種・系統で乾物率が高くなった。

幸喜ら¹¹⁾の報告では、生育期間75日のOK1とBsの乾物率は約19%となっているが、本試験の2019年11月調査は秋期にあたり、生育期間76日でも出穂したため、OK1が25.3%、Bsは28.3%と高くなった。

表8 乾物率 (%)

年	2018			2019			
	1	2	3	1	2	3	4
番草							
月日	7/17	8/20	9/26	5/21	7/9	8/2	11/11
OB8	16.1	12.0	13.3	14.3	13.0	19.4	23.9
OB9	16.4	12.5	13.4	15.6	14.1	18.6	23.7
OB10	15.0	12.4	14.0	14.2	12.4	18.3	22.0
OB11	16.7	13.7	13.5	15.3	13.2	17.9	24.6
OB13	15.3	12.5	12.6	16.3	13.7	18.1	24.3
OK1	15.5	12.5	13.2	15.0	13.7	18.0	25.3
Bs	17.8	13.6	14.4	16.2	14.7	20.6	28.3
Kd	16.7	14.7	15.8	13.9	15.0	20.4	27.0
M2	18.3	14.4	14.4	14.8	14.0	18.7	24.6

3) 乾物収量

乾物収量を表9, 2年間の合計乾物収量を表10に示す。

生草収量と同様に, 2019年は2018年の約190%~250%となり, すべての品種・系統で収量は高くなった。

沖縄2号系統およびOK1は, 乾物率が海外品種に比べ低く, 2年間の合計乾物収量ではBsと同程度で, Kd, M2より低い結果となった。品種・系統間には有意な差は認められなかった。

表9 乾物収量 (t/10a)

年	2018				2019				
	1	2	3	合計	1	2	3	4	合計
番草									
月日	7/17	8/20	9/26		5/21	7/9	8/2	11/11	
OB8	0.44	0.61	0.34	1.39	0.47	0.55	0.58	1.04	2.64
OB9	0.35	0.59	0.39	1.33	0.72	0.48	0.63	0.99	2.82
OB10	0.34	0.59	0.37	1.30	0.80	0.42	0.61	0.86	2.69
OB11	0.33	0.52	0.39	1.24	0.78	0.48	0.61	1.07	2.94
OB13	0.22	0.61	0.28	1.11	0.89	0.44	0.54	0.86	2.73
OK1	0.33	0.67	0.34	1.34	0.66	0.55	0.48	1.03	2.72
Bs	0.48	0.48	0.42	1.38	0.51	0.39	0.67	1.16	2.73
Kd	0.47	0.63	0.37	1.47	0.80	0.56	0.59	1.15	3.10
M2	0.34	0.64	0.59	1.57	1.08	0.45	1.01	1.01	3.55

表10 2年間の合計乾物収量 (t/10a)

	2018	2019	1年目との比較	2年間合計	対標比
OB8	1.39	2.64	189.9	4.03	98.1
OB9	1.33	2.82	212.0	4.15	101.0
OB10	1.30	2.69	206.9	3.99	97.1
OB11	1.24	2.94	237.1	4.18	101.7
OB13	1.11	2.73	245.9	3.84	93.4
OK1	1.34	2.72	203.0	4.06	98.8
Bs	1.38	2.73	197.8	4.11	100.0
Kd	1.47	3.10	210.9	4.57	111.2
M2	1.57	3.55	226.1	5.12	124.6

4. 飼料分析

1) CP および粗タンパク質収量

CP を表 11, 粗タンパク質収量を表 12 に示す。

CP, 粗タンパク質収量に, 品種・系統間には有意な差は認められなかった。

2018 年に比べ, 2019 年は生育期間が長いことから, CP の値は低くなったと考えられる。

栽培条件は異なるが, OK1, Bs とともに幸喜^{1,2, 1,4)} らの報告における同程度の生育期間の値に比べ, 低い結果となったが, CP 収量は, 幸喜^{1,4)} らの報告における生育期間 70 日との比較では今回が高い結果となった。

沖縄 2 号系統および OK1 は, CP は海外品種と同程度であったが, 乾物収量が低いため, 粗タンパク質収量は Bs とは同程度かそれ以上だったが, Kd, M2 より低い結果となった。

表 1 1 CP (%DM)

年	2018				2019				平均
	1	2	3	平均	1	2	3	4	
番草 月日	7/17	8/20	9/26		5/21	7/9	8/2	11/11	
OB8	11.2	10.1	11.9	11.1	7.8	9.7	7.7	6.5	7.9
OB9	13.6	10.4	10.2	11.4	7.8	9.3	7.0	6.6	7.7
OB10	15.1	11.8	12.7	13.2	9.3	10.5	8.5	7.7	9.0
OB11	12.6	11.3	12.0	12.0	8.1	10.2	8.6	7.0	8.5
OB13	12.3	11.4	13.1	12.3	8.1	9.9	8.8	7.2	8.5
OK1	13.8	10.0	12.1	12.0	8.9	10.6	8.2	7.0	8.7
Bs	10.1	11.0	10.9	10.7	7.6	9.2	7.3	6.8	7.7
Kd	11.2	11.4	11.9	11.5	9.0	10.8	8.7	7.4	9.0
M2	15.9	11.1	13.4	13.5	8.5	10.5	8.7	7.0	8.7

表 1 2 CP収量 (kg/10a)

年	2018				2019				合計
	1	2	3	合計	1	2	3	4	
番草 月日	7/17	8/20	9/26		5/21	7/9	8/2	11/11	
OB8	49.1	61.7	40.6	151.3	36.8	53.1	44.5	67.6	202.0
OB9	47.5	61.3	39.8	148.6	55.9	44.8	43.9	64.9	209.5
OB10	51.5	69.4	47.0	167.8	74.1	44.2	51.5	66.3	236.3
OB11	41.5	58.8	47.0	147.3	63.5	48.9	52.2	74.6	239.2
OB13	27.1	69.6	36.5	133.2	72.4	43.4	47.7	61.8	225.2
OK1	45.6	67.1	41.1	153.8	58.8	58.2	39.3	71.8	228.1
Bs	48.5	52.7	45.8	147.0	38.5	36.1	48.9	79.4	203.0
Kd	52.8	71.6	43.9	168.3	71.9	60.2	51.3	84.7	268.1
M2	54.1	71.4	78.8	204.3	92.3	47.3	87.5	71.2	298.3

2) IVDMD および可消化乾物収量

IVDMD を表 13, 可消化乾物収量を表 14 に示す。

IVDMD, 可消化乾物収量に, 品種・系統間には有意な差は認められなかった。

IVDMD は, CP と同様に 2018 年に比べ, 2019 年は低い結果となった。

沖縄 2 号系統および OK1 は, IVDMD は海外品種と同程度であったが, 乾物収量が低いため, 可消化乾物収量は Bs とは同程度かそれ以上だったが, Kd, M2 より低い結果となった。

表 1 3 IVDMD (%DM)

年	2018				2019				平均
	1	2	3	平均	1	2	3	4	
番草	1	2	3	平均	1	2	3	4	平均
月日	7/17	8/20	9/26		5/21	7/9	8/2	11/11	
OB8	65.6	58.3	57.5	60.5	55.1	58.9	60.6	53.1	56.9
OB9	68.8	60.1	54.3	61.0	55.3	59.3	60.4	54.0	57.2
OB10	68.6	61.6	57.8	62.7	55.9	59.8	60.5	55.3	57.9
OB11	67.2	61.3	58.8	62.4	52.3	59.5	60.2	54.3	56.6
OB13	66.9	61.6	57.6	62.1	52.2	58.2	60.5	54.1	56.2
OK1	68.7	62.2	59.3	63.4	53.8	59.7	59.7	53.9	56.8
Bs	62.1	62.1	55.8	60.0	54.1	59.4	60.8	54.5	57.2
Kd	62.6	63.9	59.3	61.9	53.6	59.5	59.6	54.1	56.7
M2	72.7	59.1	53.4	61.7	53.1	59.3	60.1	53.6	56.5

表 1 4 IVDMD収量 (kg/10a)

年	2018				2019				合計
	1	2	3	合計	1	2	3	4	
番草	1	2	3	合計	1	2	3	4	合計
月日	7/17	8/20	9/26		5/21	7/9	8/2	11/11	
OB8	288.5	355.5	195.5	839.5	259.1	323.8	351.5	552.3	1486.7
OB9	240.7	354.3	211.8	806.7	398.0	284.4	380.5	534.8	1597.8
OB10	233.1	363.7	214.0	810.7	447.1	251.1	368.8	476.0	1543.1
OB11	221.9	318.6	229.2	769.6	407.6	285.5	367.4	581.1	1641.6
OB13	147.2	375.9	161.3	684.5	464.3	256.1	326.7	465.2	1512.2
OK1	226.8	417.0	201.6	845.4	355.0	328.4	286.3	555.2	1525.0
Bs	298.2	298.1	234.4	830.7	276.0	231.8	407.1	632.5	1547.4
Kd	294.1	402.3	219.4	915.7	428.9	333.3	351.7	621.8	1735.7
M2	247.1	378.1	314.8	940.0	573.0	267.0	607.2	540.9	1987.9

沖縄2号系統は、CP、IVDMDはOK1や海外品種と同程度だが、乾物収量がM2やKdより低いいため、粗タンパク質収量、可消化乾物収量はOK1や海外品種と比べ、同程度からやや低く、年間乾物収量と同様な結果となった。

今後は、沖縄2号系統の永続性や機械作業への適応性についての試験が必要と考えられる。また、新品種育成の遺伝資源としての活用も検討する。

M2は、高い乾物収量および栄養価、永続性を持ち、県奨励品種候補の対象となり得ると考えられる。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課 (2016) 沖縄県酪農及び肉用牛生産近代化計画, 沖縄県公報, 平成28年4月22日, 第4439号
- 2) 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, 畜産草地研究成果情報, 7
- 3) 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, 沖畜研研報, 51, 49-56
- 4) 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) ブリザンタ MG5 の踏圧耐性の検討, 沖畜研研報, 45, 53-56
- 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) ブラキアリア属新導入品種の生産性および栄養価の比較検討, 沖畜研研報, 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, 沖畜研研報, **48**, 71-78
- 7) 花ヶ崎敬資・与古田稔・望月智代・長利真幸・守川信夫・幸喜香織・宮城正男 (2007) ブラキアリア属の草地造成法の確立 (2) ブリザンタ MG5 のセルトレイ苗による繁殖の検討, 沖畜研研報, **45**, 57-60
- 8) 沖縄県農林水産部畜産課 (2018) 牧草・飼料作物の奨励品種について, 更新 2018 年 2 月 5 日, <https://www.pref.okinawa.jp/site/norin/chikusan/shiryo/syoreihinsyu.html>
- 9) 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, 沖畜研研報, **48**, 79-82
- 10) 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, 沖畜研研報, **52**, 69-72
- 11) 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, 沖畜研研報, **52**, 69-71
- 12) 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, 沖畜研研報, **54**, 51-59
- 13) 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, 沖畜研研報, **54**, 61-66
- 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 (4) ローズグラス奨励品種「カタンボラ」との比較試験, 沖畜研研報, **54**, 67-71
- 15) 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, 沖畜研研報, **54**, 73-75
- 16) 安里直和・幸喜香織・蝦名真澄・甘利雅弘・大森英之・川本康博・島袋宏俊 (2017) 近赤外分析法を用いた暖地型牧草ブラキアリアグラスの飼料成分推定, 日草誌, **63** (3), 148-153
- 17) 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 (6) 新品種候補「Br203」の地域適応性検定試験, 沖畜研研報, **54**, 77-83

極早生エンバク 3 品種の特性調査

知念司 栗田夏子 荷川取秀樹

I 要 約

極早生のエンバク 3 品種「九州 14 号」, 「アーリーキング」, 「ウルトラハヤテ韋駄天」の特性調査を 3 年間行った。

その結果, 「九州 14 号」は他の 2 品種に比べ出穂が早く, 年内収穫が可能である。また「アーリーキング」, 「ウルトラハヤテ韋駄天」も, 翌年 1 月には「九州 14 号」と同程度の収量があることから, エンバクの極早生品種を利用することで, 年内収穫や翌年 1 月の収穫が可能と考えられた。

II 緒 言

温暖な環境にある本県でも, 冬期には粗飼料が不足するため, 寒地型イネ科牧草の栽培が検討されてきた。主にイタリアンライグラスは新品種・系統の適応性試験^{1~3)}や品種比較試験⁴⁾が実施され, また, エンバクの利用も品種の比較⁵⁾や適応性試験^{6, 7)}も実施されたが, 収穫は播種した翌年 2 月以降となることが多く, それまでには一時的な粗飼料不足が起こる。それを補うために極早生の草種・品種を利用した早期の収穫も必要と考えられる。今回は, エンバクの極早生品種を利用することで, 生育期間の短縮を目的とする特性調査を実施した。

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

1. 試験期間

2017 年 10 月 25 日から 2018 年 1 月 10 日, 2018 年 10 月 19 日から 12 月 18 日, 2019 年 10 月 28 日から 2020 年 1 月 15 日に行った。

2. 試験場所

沖縄県畜産研究センター内試験圃場にて実施し, 土壌は国頭マージの細粒赤色土で礫の多い酸性土壌である。

3. 供試品種

エンバクの極早生品種である九州 14 号, アーリーキング (登録品種名「K78R7」), ウルトラハヤテ韋駄天 (標準品種) の 3 品種を供試した。

4. 試験区設置および播種法

1 区 6.0 m² (1.5m×4m) 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 4m の畝を 5 列設置し, 播種量 8.0kg/10a で条播した。播種後軽く覆土し, 足で鎮圧した。

5. 施肥量

試験に使用した肥料および施用量を表 1 に示す。

播種前に堆肥 1t/10a を投入し, 化学肥料を基肥として播種後に施用した。

表1 施肥量 (kg/10a)

肥料名	施用量	要素量				方法
		N	P ₂ O	K ₂ O	MgO	
牧草専用1号	12.7	2.5	1.0	1.5	0.1	全面散布
BMヨウリン	15.2		3.0		1.8	全面散布
塩化カリウム	0.5			0.3		全面散布
合計		2.5	4.0	1.8	1.9	

6. 播種日

2017年10月25日, 2018年10月19日, 2019年10月28日に播種した。

7. 調査方法

刈取調査は, 1番草のみとし, 刈取りは「ウルトラハヤテ韋駄天」または「九州14号」の出穂期を目安に, 刈取り高5cmで行った。調査日は, 2018年1月10日, 2018年12月18日, 2020年1月15日となっている。調査面積は, 左右端1列と前後1mを番外とし, $0.3\text{m} \times 3\text{列} \times 2\text{m} = 1.8\text{m}^2$ とした。

1) 生育特性

播種後に発芽良否, 初期草勢を, 生育期に出穂始期を, 刈取調査の際に出穂程度, 倒伏程度, 病虫害程度を調査した。

2) 収量特性

刈取調査の際に生草収量 (kg/10a) を算出し, 一部を乾燥機にて70℃, 48時間乾燥させ, 乾物率 (%) を計測して, 乾物収量 (kg/10a) を算出した。

8. 統計処理

分散分析で有意差が確認された場合, 最小有意差法による検定を行った。

IV 結果および考察

1. 気象概況

気象庁ホームページ⁸⁾より, 名護気象台の試験期間の気温, 降水量, 日照時間の観測値および平年値を示す(付属資料)。

1) 2017年(2017年10月~2018年1月)

気温は平年と同程度だった。降水量は10月中旬および台風の接近があった10月下旬は多かったが, 2018年1月以降は少ない傾向にあった(資料図1)。

日照時間は平年に比べ同程度であったが, 2017年11月中旬から翌年1月下旬まで平年の38%~132%となった(資料図2)。

2) 2018年(2018年10月~12月)

気温は, 平年に比べ11月以降は高い傾向にあった。降水量は台風が接近した10月上旬はかなり高く, それ以降も10月下旬と11月下旬以外では平年に比べ高い傾向にあった(資料図3)。

日照時間は平年に比べ10月下旬以降高い傾向にあったが, 12月上旬は低かった(資料図4)。

3) 2019年(2019年10月~2020年1月)

気温は平年に比べ, 11月下旬, 12月中旬と下旬, 1月下旬は高い傾向にあった。降水量は, 播種前の10月中旬に多かったが播種後の11月上旬は無く, 11月中旬と12月上旬は多く, 1月上旬と下旬は少ない(資料図5)。

日照時間は全体的に長い傾向にあったが, 降水の多い10月中旬, 11月下旬, 12月上旬は短い傾向にあった(資料図6)。

2. 生育特性

1) 発芽良否および初期草勢

発芽良否を表 2 へ、初期草勢を表 3 に示す。

発芽までに要した日数は、全ての品種において 2017、2018 年では 5 日、2019 年は 8 日となっている。

発芽良否に品種間の有意差は無いが、2017 年はウルトラハヤテ韋駄天、2018 年は九州 14 号、2019 年はアーリーキングが高い傾向にあった。2019 年は過去 2 年に比べ、全品種において発芽が低い傾向にあった。これは、播種後の降水量が少ないことが影響していると考えられる。

初期草勢に品種間の有意差は無いが、2017 年はウルトラハヤテ韋駄天、2018 年は九州 14 号、2019 年はアーリーキングが高い傾向にあった。

表 2 発芽良否

品種名	2017	2018	2019
九州14号	3.3 ns	5.3 ns	2.4 ns
アーリーキング	3.3 ns	4.3 ns	2.4 ns
ウルトラハヤテ韋駄天	5.2 ns	4.2 ns	2.2 ns

注1) 1：極不良～9：極良の9段階評価

2) ns：有意差なし

調査日：2017年10月31日，2018年10月25日，2019年11月8日

表 3 初期草勢

品種名	2017	2018	2019
九州14号	5.6 ns	6.3 ns	5.7 ns
アーリーキング	5.3 ns	5.3 ns	7.3 ns
ウルトラハヤテ韋駄天	7.7 ns	5.3 ns	4.7 ns

注1) 1：極不良～9：極良の9段階評価

2) ns：有意差なし

調査日：2017年11月7日，2018年11月2日，2019年11月12日

2) 出穂始期

出穂始期を表 4 に示す。

全試験期間をとおして、九州 14 号が他の 2 品種に比べ、12 から 15 日早く出穂した。

表 4 出穂始期

品種名	2017	2018	2019
九州14号	12月20日	12月5日	12月23日
アーリーキング	1月4日	12月17日	1月6日
ウルトラハヤテ韋駄天	1月4日	12月17日	1月6日

3) 草丈

草丈を表5に示す。

3品種ともに同程度であった。2018年は生育期間が短いため、草丈が低い。2019年は、2017年と同程度の生育期間だったが2017年に比べ低かった。

品種名	2017	2018	2019
九州14号	118.9 ns	85.9 ns	95.5 ns
アーリーキング	115.8 ns	81.2 ns	96.3 ns
ウルトラハヤテ韋駄天	118.4 ns	85.6 ns	95.6 ns

注) ns: 有意差なし

4) 病虫害程度

病虫害程度を表6に示す。

庄子ら⁷⁾は、12月にさび病の発生を報告しているが、本試験では全試験期間をとおして病虫害の発生は無かった。

品種名	2017	2018	2019
九州14号	1.0	1.0	1.0
アーリーキング	1.0	1.0	1.0
ウルトラハヤテ韋駄天	1.0	1.0	1.0

注) 1: 無または極微~9: 極多の9段階評価

5) 刈取期出穂程度

刈取期出穂程度を表7に示す。

2017年はウルトラハヤテ韋駄天の出穂期に収穫したため、各品種とも出穂が進み、品種間の有意差は無い。2018年、2019年は倒伏を避けるために、九州14号の出穂期に調査したため、他の2品種に比べ有意に高い。また2019年は3品種間に有意差があった。

品種名	2017	2018	2019
九州14号	9.0 ns	8.0a	7.7a
アーリーキング	5.0 ns	2.0b	4.0b
ウルトラハヤテ韋駄天	7.0 ns	2.0b	1.3c

注1) 1: 無または極微~9: 甚の9段階評価

2) ns: 有意差なし

3) 異文字間に有意差あり (p<0.05)

6) 倒伏程度

倒伏程度を表8へ示す。

2017年、九州14号は12月下旬に、アーリーキングとウルトラハヤテ韋駄天は1月上旬に倒伏が発生した。品種間の有意差は無いが、ウルトラハヤテ韋駄天が他の2品種に比べ、高く発生している。2018年、2019年は倒伏の発生前に調査したため、発生は無かった。

庄子ら^{6, 7)}の報告では倒伏が多く発生している。生育期間を延ばすことで、より伸長し生産量が高くなると考えられるが、倒伏が発生しやすくなる。倒伏は病害発生や品質低下にもつながるため、エンバク栽培において生育の早い極早生品種では倒伏前の収穫が必要であると考えられる。

表 8 倒伏程度

品種名	2017	2018	2019
九州14号	2.7 ns	1.0 ns	1.0 ns
アーリーキング	2.0 ns	1.0 ns	1.0 ns
ウルトラハヤテ韋駄天	4.7 ns	1.0 ns	1.0 ns

注1) 1：無または極微～9：極多の9段階評価

2) ns：有意差なし

3. 収量特性

生草収量を表 9, 乾物率を表 10, 乾物収量を表 11 に示す。

試験期間をとおして、生草収量, 乾物率, 乾物収量において供試品種間の有意差は認められなかった。

表 9 生草収量 (kg/10a)

品種名	2017	2018	2019
九州 14 号	3179 ns	2020 ns	2303 ns
アーリーキング	3144 ns	1560 ns	2114 ns
ウルトラハヤテ韋駄天	2892 ns	1610 ns	2050 ns

注) ns：有意差なし

表 10 乾物率 (%)

品種名	2017	2018	2019
九州 14 号	12.6 ns	15.6 ns	12.9 ns
アーリーキング	12.2 ns	14.2 ns	12.6 ns
ウルトラハヤテ韋駄天	14.1 ns	14.1 ns	12.2 ns

注) ns：有意差なし

表 11 乾物収量 (kg/10a)

品種名	2017	2018	2019
九州 14 号	400 ns	321 ns	296 ns
アーリーキング	389 ns	222 ns	265 ns
ウルトラハヤテ韋駄天	407 ns	225 ns	250 ns

注) ns：有意差なし

九州 14 号は、温暖な本県においても収量性は他の 2 品種に比べ良く、出穂期が早いいため年内収穫が見込める。また、出穂後に倒伏が発生するため、早めに収穫する必要があると考えられる。アーリーキング、ウルトラハヤテ韋駄天は年内収穫に向かないが、2017 年、2019 年では九州 14 号と同等な収量で、本県でも 1 月収穫が可能と考えられる。

庄子ら⁶⁾は、2 番草まで収穫しているが、今回はいずれの品種も 1 番草後の再生が悪く、また極早生であるため草丈が短い状態でも出穂し、生育が止まるため、2 番草以降の利用は今後も検討が必要である。

また、今回は、播種前に堆肥を投入し化学肥料を減量しており、栗田ら⁹⁾の 2018 年 12 月上旬播種したウルトラハヤテ韋駄天における、堆肥を施用せず化学肥料 N, P₂O₅, K₂O を各 10kg 施用した区の乾物収量 418 kg/10a と比較すると、低い結果となった。

また、一期間における収量性は、同じ寒地型イネ科牧草であるイタリアンライグラスの乾物収量 1262～1658kg/10a⁴⁾ に比べ、収穫回数が少ないため、1/5 以下の収量となっている。

しかし、イタリアンライグラスは通常 2 月以降に収穫を開始するが、本試験では、エンバクを利用することで年内から 1 月にイタリアンライグラスの収穫 1 回分 316～332kg/10a⁴⁾ と同程度の収量が得られることが判明し、今後の本県での牧草栽培体系へ活用できると考えられる。

今回の結果から、極早生品種エンバクは年内収穫には九州14号を、1月収穫には、アーリーキングとウルトラハヤテ韋駄天が活用可能であると考えられる。ただし、本試験や庄子ら⁸⁾の報告などから、極早生品種エンバクを年内・1月収穫するには、生育期間を確保するために播種時期は10月中旬から下旬までと考えられる。またエンバクは倒伏が起きやすいため、倒伏前の速やかな収穫も必要である。しかし、栗田ら⁹⁾の報告によれば、12月上旬播種の出穂始め期のエンバクにおいて、硝酸態窒素濃度が高いことが報告されており、年内収穫での早刈りについても、今後硝酸態窒素濃度の調査が必要と思われる。

今後の課題として、エンバクの早晩性の異なる他品種の栽培、乾草・サイレージ調製法や栄養分析の検討などがある。

VI 引用文献

- 1) 稲福政史・知念司・幸喜香織・奥村健治 (2001) 牧草および飼料作物の系統適応性検定試験 (27) 極短期利用型イタリアンライグラス「山系31号」のいもち病抵抗性と収量性, 沖畜試研報, **39**, 95-104
- 2) 幸喜香織・稲福政史・蝦名真澄・与古田稔 (2008) 牧草および飼料作物の系統適応性検定試験 (28) 四倍体イタリアンライグラス「山系33号」の特性, 沖畜研研報, **46**, 67-73
- 3) 幸喜香織・稲福政史・新田宗博 (2011) 牧草および飼料作物の系統適応性検定試験 (29) イタリアンライグラス「山系34号」および「山系35号」の特性, 沖畜研研報, **49**, 31-39
- 4) 幸喜香織・安里直和・高江洲義晃・島袋宏俊 (2015) 早晩性の異なるイタリアンライグラスの品種比較試験, 沖畜研研報, **53**, 37-43
- 5) 玉代勢秀正・福地稔, 草刈エンバクの品種比較試験 (1977) 沖縄県畜産試験場研究報告, **16**, 55-57
- 6) 庄子一成・與那覇龍雄・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種選定, 沖畜試研報, **28**, 123-131
- 7) 庄子一成・池田正治, (1994) 牧草及び飼料作物の適応性試験 (17) 極早生えん麦の耐冠さび病品種選定試験, 沖畜試研報, **32**, 133-134
- 8) 国土交通省気象庁, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 9) 栗田夏子・荷川取秀樹 (2019) 沖縄県における寒地型牧草の栽培利用技術の確立(1) イタリアンライグラスおよびエンバクにおける施肥量の違いによる生育と成分に関する調査, 沖畜試研報, **57**, 28-35

付属資料

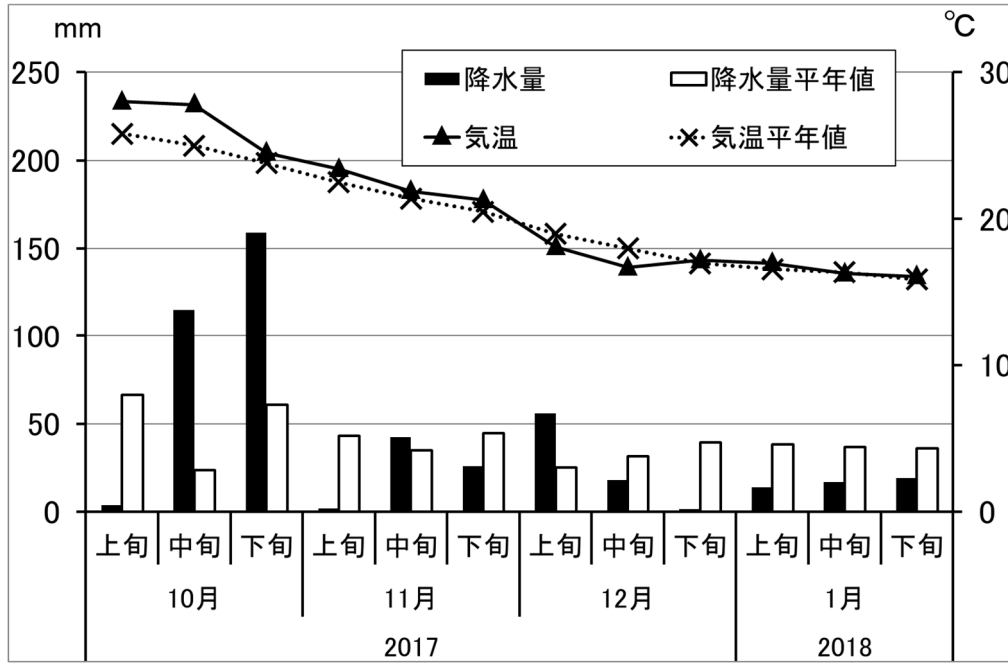


図1 気温・降水量（2017年）

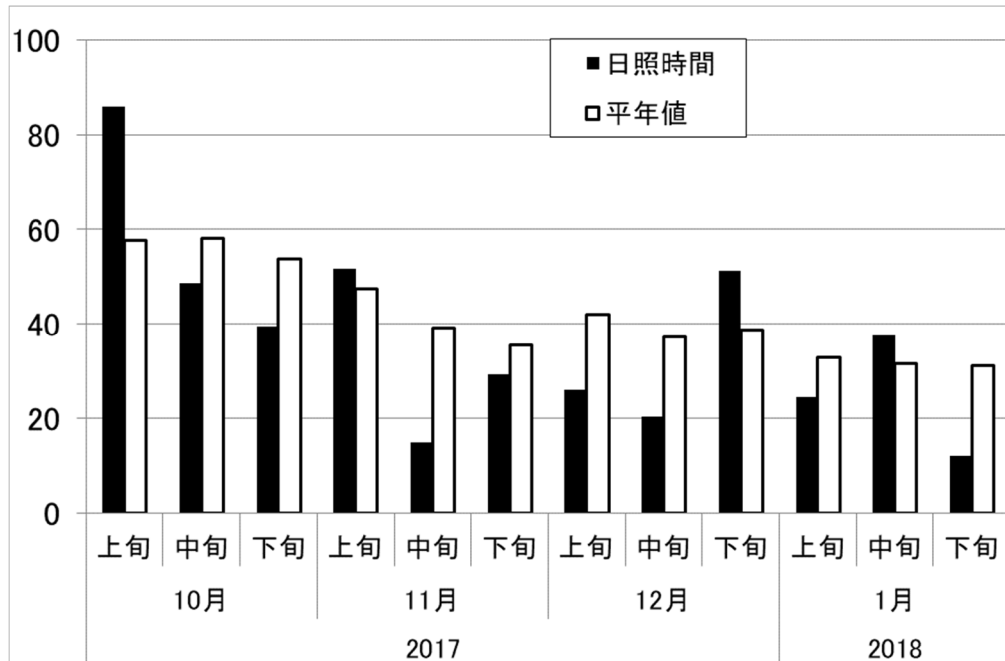


図2 日照時間（2017年）

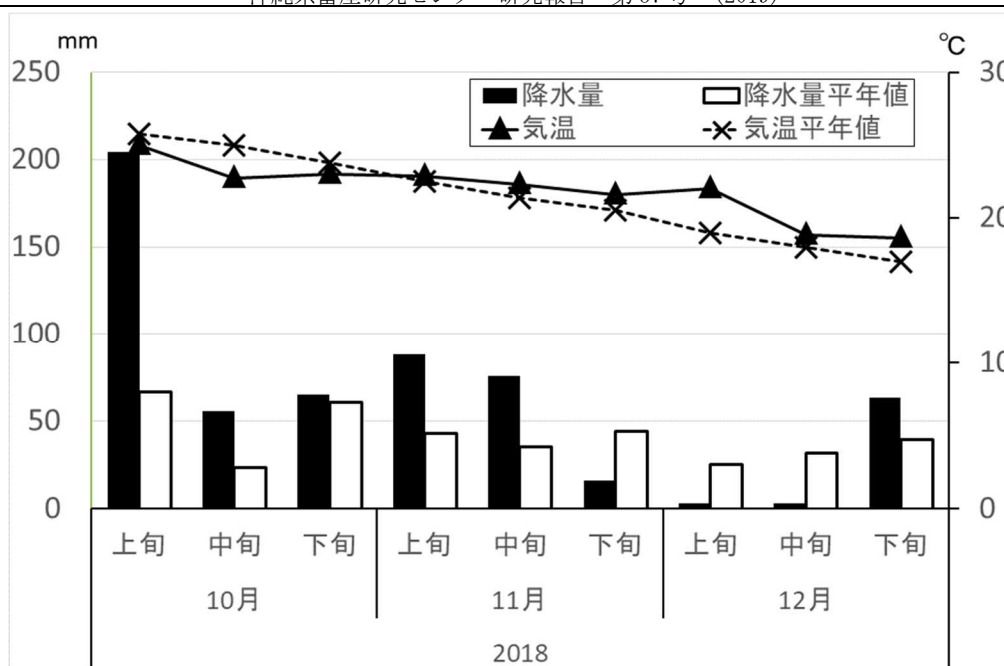


図3 気温・降水量 (2018年)

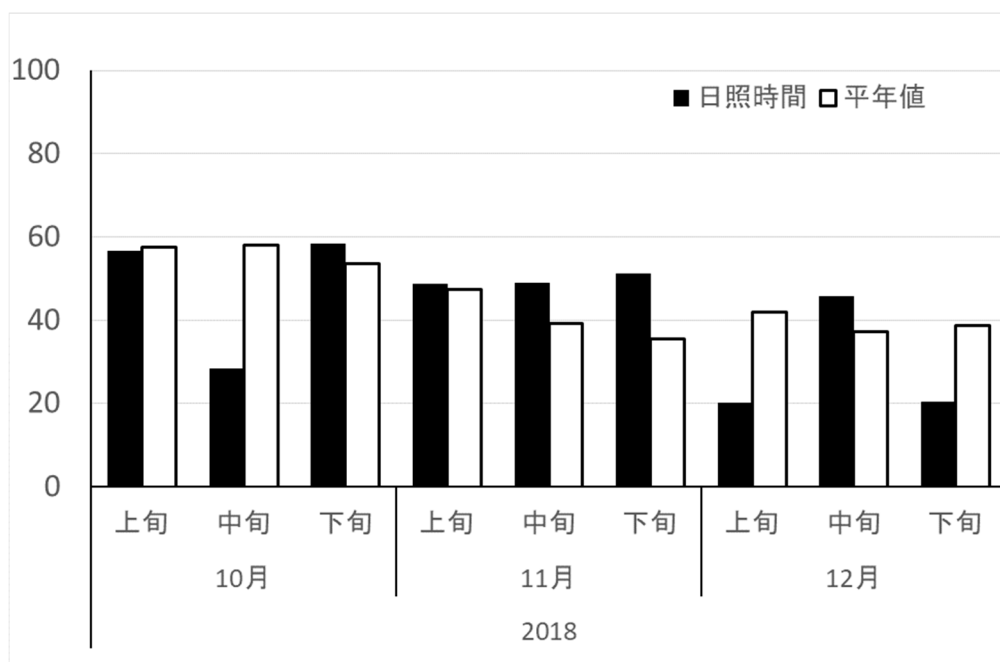


図4 日照時間 (2018年)

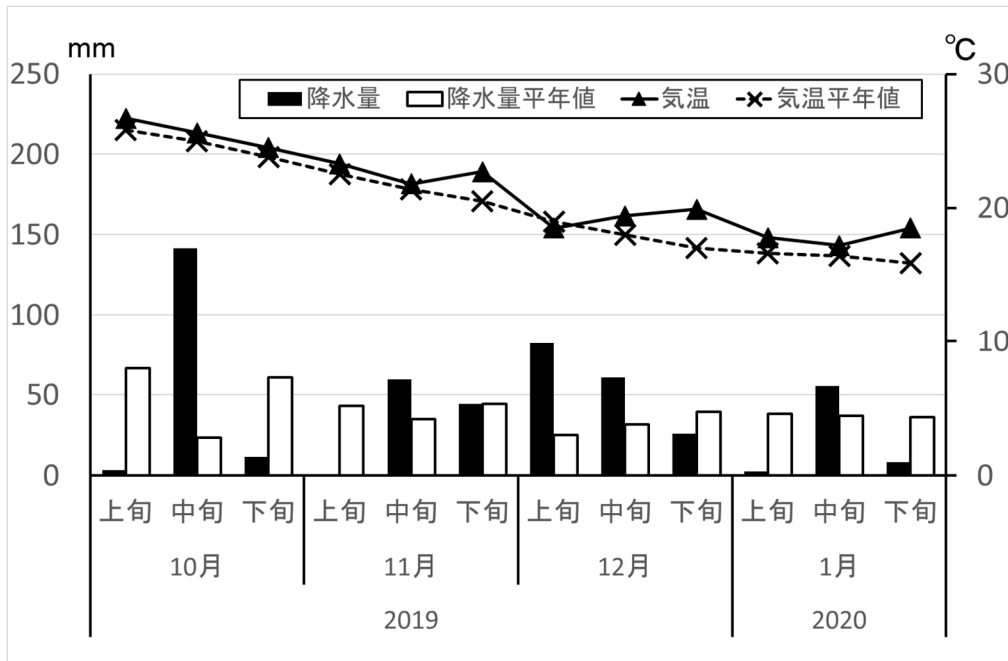


図5 気温・降水量（2019年）

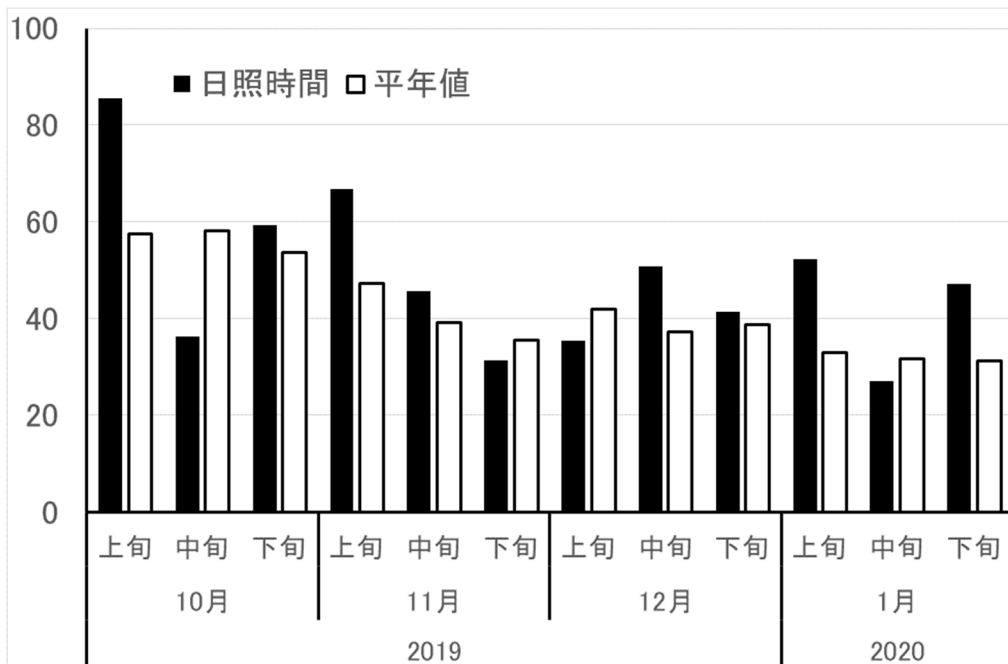


図6 日照時間（2019年）

BOD(生物化学的酸素要求量)監視システムを用いた ばっ気制御による豚舎排水中窒素除去の実証

二宮恵介 横山浩* 山下恭広* 片桐慶人

I 要 約

水質汚濁防止法における硝酸性窒素等の規制強化に対応する豚舎排水からの窒素除去技術の確立のため、BOD 監視システムを用いたばっ気制御による窒素除去効果について当センターの沖縄型回分式酸化溝において実証試験を行ったところ、その結果は以下のとおりであった。

1. ばっ気制御後に pH は上昇する傾向にあり、硝酸性窒素および全窒素は低下する傾向にあった。
2. ばっ気制御後に硝酸性窒素等は、一般排水基準 100mg/l を一度も超過しなかった。

II 緒 言

水質汚濁防止法健康項目の一つ「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物および硝酸化合物」(硝酸性窒素等)の畜産農業に対する暫定排水基準は、2019年7月に500mg/lに強化され、さらに将来的には一般排水基準100mg/lに統合される見込みであり、規制強化への対応が喫緊の課題となっている。

横山ら¹⁾は発電細菌を利用して生物化学的酸素要求量(BOD)を6時間で測定できる「BOD監視システム」を開発した。BOD監視システムを用いることで、ばっ気槽上澄み(処理水)のBODに基づいた効率的なばっ気制御が可能となるため、不要なばっ気を抑制し、電気代を抑えることができる¹⁾。さらに、ばっ気槽が嫌気状態になることで脱窒反応が効率よく進行する²⁾ことから、窒素除去効果も期待される。現在、BOD監視システムは茨城県、山形県、千葉県、熊本県、宮崎県および沖縄県の豚舎排水の汚水処理施設に設置され、窒素除去の実証試験を行っている。

そこで本報では、当センターの沖縄型回分式酸化溝(酸化溝)に設置したBOD監視システムのばっ気制御による窒素除去効果の知見が得られたので報告する。

III 材料および方法

当センターの酸化溝の設計条件は伊禮らの報告³⁾のとおりであり、処理対象汚水量1.5 m³、ばっ気槽容積58.5 m³およびBOD容積負荷0.2kg/m³であった。BOD監視システムの概略図を図1に示した。本体(制御部)と培養器からなる構造で、培養器内に処理水が流入し、BODおよびpH等の測定を行うことができる。BOD監視システムにAからFの6つのばっ気パターン条件(図2)を設定後、1日1回処理水を自動で採水・測定し、BODおよびpHの値に応じてばっ気制御を行った。試験期間は2019年6月から12月とした。ばっ気制御は2019年8月1日から開始し、6月から7月をばっ気制御前(1日21時間ばっ気)、8月から12月をばっ気制御後として、1週間に1回程度原水および処理水を採水し、水質を調査した。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)、硝酸性窒素(NO₃-N)、硝酸性窒素等、全窒素(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)、pHはガラス電極法⁴⁾、NH₄-N、NO₂-NおよびNO₃-Nは流れ分析法⁴⁾(一般財団法人沖縄県環境科学センターに分析依頼)、T-Nは紫外吸光光度法⁴⁾で行い、硝酸性窒素等は[NH₄-N] × 0.4 + [NO₂-N] + [NO₃-N]の式により算出した。SSは原水を遠心分離法⁴⁾、処理水を吸光光度計(DR2010, HACH)により測定した。BOD/N比はBODをT-Nで除し算出した。



図 1 BOD 監視システムの概略図

BOD (mg/l)	pH	ばっ気パターン	タイムスケジュール																							
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
>100	all range	A	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線
50-100	all range	B	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線
<50	> 8.5	C	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線
<50	7.5-8.5	D	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線
<50	6.5-7.5	E	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線
<50	< 6.5	F	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線	斜線

図 2 ばっ気パターン条件

- 注 1) 斜線部: ばっ気, 白抜き: ばっ気停止
- 2) ばっ気制御前のばっ気パターンは A と同様である。

IV 結果および考察

原水および処理水の水質を表 2 に示した。ばっ気制御後に処理水の pH は上昇する傾向にあり, NO₃-N および T-N は低下する傾向にあった。標準活性汚泥法では, ばっ気処理による硝酸イオン濃度の著しい増大に起因して pH が低下する²⁾。このことから, ばっ気制御後の pH の上昇は, NO₃-N の低下によるものと考えられた。窒素除去を十分に行うには原水の BOD/N 比が約 3 以上必要といわれている^{5~6)}。当センターの原水の BOD/N 比は 8.6 ± 1.7 であり, 窒素除去において有利な条件であったと考えられる。

表 2 原水および処理水の水質

	原水 (n=29)		処理水			
			ばっ気制御前 (n=9)		ばっ気制御後 (n=20)	
pH	6.7	± 0.3	6.9	± 0.3	7.8	± 0.2
BOD (mg/l)	3326	± 1583	10.4	± 1.9	13.7	± 9.5
SS (mg/l)	2237	± 1934	31.1	± 26.2	32.5	± 20.7
NH ₄ -N (mg/l)	—	—	0.2	± 0.1	7.0	± 15.7
NO ₂ -N (mg/l)	—	—	0.01	± 0.01	0.48	± 1.93
NO ₃ -N (mg/l)	—	—	111.7	± 15.4	30.8	± 24.4
T-N (mg/l)	387.0	± 175.0	112.3	± 16.9	46.4	± 23.2
BOD/N比	8.6	± 1.7	—	—	—	—

注) 平均値 ± 標準偏差

処理水中硝酸性窒素等の推移を図 3 に示した。ばっ気制御後の硝酸性窒素等は, ばっ気制御開始直後に急激に低下し, その後も 11 月後半まで低い値で推移した。ばっ気制御開始直後の急激な硝酸性窒素等

の低下は、ばっ気装置の故障により8月3日から8月5日までの約3日間ばっ気が停止したため、ばっ気槽内が嫌気状態になり脱窒が促進されたことが要因であると考えられる。しかしながら、ばっ気装置の復旧後も一般排水基準 100 mg/l を一度も超過することがなかったことから、BOD 監視システムを用いたばっ気制御は、窒素除去に有効であると考えられた。いっぽう、12月に硝酸性窒素等の上昇がみられたことから、冬季の水質および通年の水質調査を行い、継続してBOD監視システムの性能を検討する必要があると考えられる。なお、BOD監視システムは2020年に山形東亜DKK(株)より市販化される予定である。

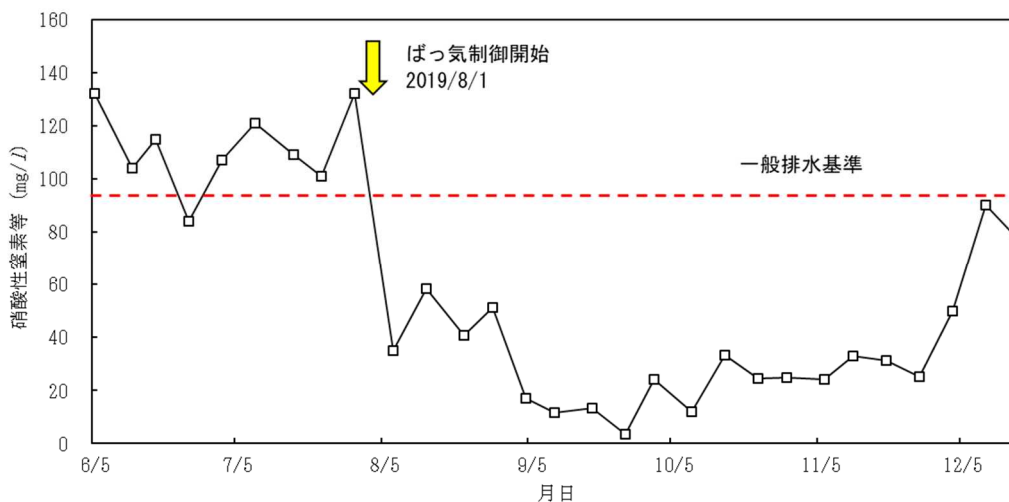


図3 処理水中硝酸性窒素等の推移

注1) 矢印:ばっ気制御開始日(2019年8月1日)

2) 点線:一般排水基準 100 mg/l

謝 辞

本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)」の支援を受けて実施した。

V 引用文献

- 1) 横山浩・山下恭広・水口人史・伊藤和紀・松井敏也・佐藤義則・長谷川輝明・鶴田勉・大川夏貴・林田雄大・鈴木直人・二宮恵介・森弘・五十嵐宏行・梁翹楚・池本良子(2018)排水処理に役立つBOD(生物化学的酸素要求量)監視システム, 普及成果情報, https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/nilgs/2018/18_022.html
- 2) 竹内誠(2004), 尿污水处理における窒素, リンの除去技術, 農文協編, 社団法人農山漁村文化協会, 391-392
- 3) 伊禮判・宇地原務・山城倫子・仲宗根實(2000)畜産公害対策試験(6)酸化溝型回分式活性汚泥法による高濃度豚舎汚水の低コスト処理試験, 沖縄畜試研報, 37, 78-83
- 4) 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-, 190-327, 公益社団法人日本下水道協会
- 5) Osada, T., Haga, K., Harada, Y. (1991) Removal of nitrogen and phosphorus from swine wastewater by activated sludge units with the intermittent aeration process, *Water Res*, 25(11), 1377-1388
- 6) 金主鉉・酒村哲郎・千葉信男・西村修・須藤隆一(1999)回分式間欠曝気活性汚泥法による豚舎排水の有機物・窒素除去に関するパイロットプラント実験, 水環境学会誌, 22(12), 990-996

豚舎排水における沖縄型簡易無加温メタン発酵処理技術の開発

(1)保温方法の違いがメタン発酵槽内液温およびBOD除去率に及ぼす影響

二宮恵介 風岡雅輝* 鈴木英之** 片桐慶人

I 要約

豚舎排水の簡易無加温メタン発酵処理技術の開発のため、1000lのローリータンクを発酵槽とする無加温メタン発酵装置を作製し、試験区として発酵槽に断熱材を被覆する断熱材区、発酵槽の下部を地下に埋設する半地下区および無処理の対照区を設け、保温方法の違いが発酵槽内液温およびBOD除去率に及ぼす影響について検討を行ったところ、以下のとおりであった。

1. 外気温の最低値は2020年2月に8.6℃を示し、発酵槽内液温の最低値は同月に対照区15.0℃、断熱材区17.1℃および半地下区18.7℃を示した。
2. BOD除去率は対照区70.5%、断熱材区72.0%および半地下区70.0%であった。

II 緒言

水質汚濁防止法における生物化学的酸素要求量(BOD)の一般排水基準は160mg/lであるが、本県における2012年から2013年の養豚農家の調査¹⁾では、冬季の肥育経営における基準超過の割合が高くなっている。ふん尿混合豚舎排水等の高濃度に有機物を含む汚水の処理法には、古くからメタン発酵処理技術が知られており、近年再注目されている。脇屋ら²⁾は冬季の加温による沈殿汚泥のメタン発酵処理について報告しているが、温暖な気候の本県においては、通年で無加温による低コストなメタン発酵処理の可能性があると考えられる。しかし、本県における無加温メタン発酵処理についての知見はみられない。

そこで本研究では、1000lのローリータンクを用いた無加温メタン発酵装置を作製し、本県気候下での保温方法の違いが発酵槽内液温およびBOD除去率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

無加温メタン発酵装置の概略図を図1に示した。1000lのローリータンクを発酵槽とし、汚水投入時にメタン発酵により発生した消化液が越流する構造とした。試験区は、発酵槽をポリスチレンフォーム製の断熱材(厚さ20mm)で被覆する断熱材区、発酵槽下部を地下に埋設する半地下区および無処理の対照区とし、1反復で行った。2019年6月3日に当センターの既存メタン発酵槽からの消化液300lを各発酵槽に投入し、毎日30l(滞留日数:33.3日)の汚水を投入した。槽内の攪拌は水中ポンプ(40PU2.15S, 鶴見製作所)により3時間に1回15分間行った。なお、槽内の沈殿物の堆積防止を目的に汚水の投入は攪拌中に行った。供試汚水は、篩い目0.5mmの振動篩い機による固液分離後の豚舎排水を投入した。試験期間は2019年7月から2020年2月とした。調査項目は、外気温、発酵槽内液温、BOD、浮遊物質(SS)、pH、アンモニア性窒素(NH₄-N)、全窒素(T-N)、メタン(CH₄)、二酸化炭素(CO₂)および硫化水素(H₂S)とした。外気温および発酵槽内液温は温度記録計(RTR-502, T&D)を用いて1時間ごとに測定した。BODは圧力センサ式BOD自動測定器(BODTrak II, HACH)、SSは遠心分離法³⁾、pHはガラス電極法³⁾、NH₄-Nはデジタルパケットテスト(DPM2-NH₄, 共立理化学研究所)、T-Nは紫外吸光度法³⁾、CH₄はポータブルガス検知器(RX-8000, 理研計器)、CO₂およびH₂Sは検知管(2HH, 4H, ガステック)を用いてそれぞれ1週間に1回程度の頻度で測定した。

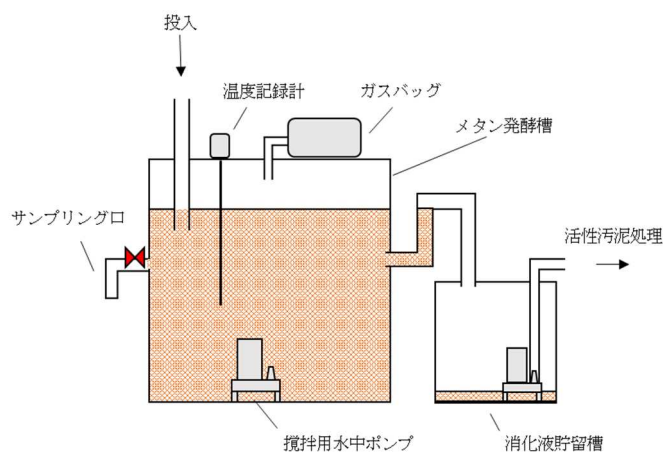


図1 無加温メタン発酵装置の概略図

IV 結果および考察

表1に外気温および発酵槽内液温の推移を示した。外気温の最高値は2019年8月に38.8℃を示し、発酵槽内液温の最高値は同月に対照区32.1℃、断熱材区31.8℃および半地下区31.7℃を示した。また、外気温の最低値は2020年2月に8.6℃を示し、発酵槽内液温の最低値は同月に対照区15.0℃、断熱材区17.1℃および半地下区で18.7℃を示した。温度はメタン発酵の処理効率に大きな影響を及ぼす因子の一つであり、至適温度は15～20℃(低温消化帯)、30～37℃(中温消化帯)および50～55℃(高温消化帯)の3つがある⁴⁾。このことから、本試験における発酵槽内液温は夏季に中温消化帯付近、冬季に低温消化帯付近の温度帯にあったと考えられる。また、試験期間中の発酵槽内液温の最低値は、おおむね対照区と比較して断熱材区および半地下区で高い値を示す傾向にあった。このことから、発酵槽の断熱材被覆および半地下への埋設は発酵槽の保温対策として一定の効果があることが示唆された。

表1 外気温および発酵槽内液温の推移

単位:℃

	外気温			対照区			断熱材区			半地下区		
	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値
2019年7月	28.7	38.5	24.1	30.0	31.8	27.7	31.7	31.8	29.2	29.9	31.6	28.3
8月	28.5	38.8	24.5	30.1	32.1	28.0	30.8	31.8	29.5	29.8	31.7	27.8
9月	27.0	37.0	23.0	28.7	31.7	25.7	29.9	31.7	28.4	29.2	31.1	27.1
10月	25.0	34.3	19.3	27.2	30.2	24.2	28.2	29.9	26.5	28.1	31.1	26.2
11月	21.9	29.2	15.5	23.9	26.6	21.6	25.1	26.9	23.5	25.0	26.5	23.3
12月	18.6	28.3	13.5	20.5	23.0	17.0	21.9	23.6	20.7	21.9	26.3	20.4
2020年1月	17.0	28.9	10.8	18.9	22.7	15.6	20.2	22.0	18.0	20.7	24.0	19.1
2月	17.1	26.8	8.6	18.5	23.3	15.0	19.7	24.0	17.1	19.7	22.6	18.7

図2に投入汚水および消化液のBODの推移を示した。投入汚水のBODは2019年7月から11月と比較して、12月以降に高くなる傾向を示した。高温期には豚の遊び水が増大し、汚水への混入水量が増加することから、混入水の希釈による投入汚水中BODの季節変動が生じたと考えられた。いっぽう、消化液中BODはすべての試験区において、おおむね同様な傾向で推移した。

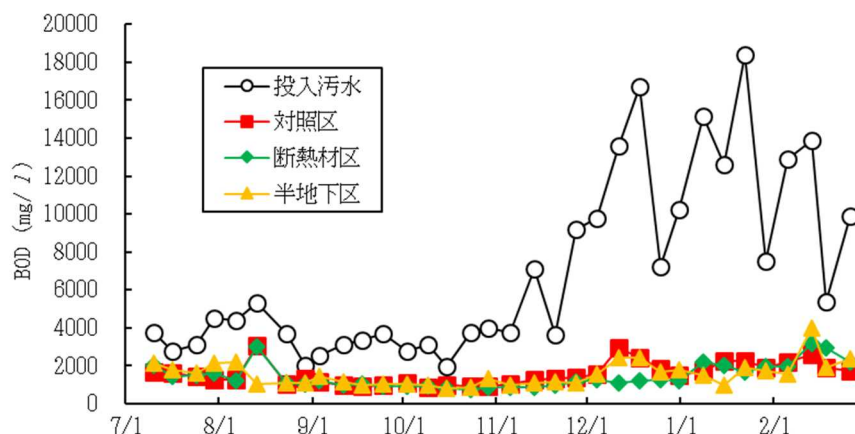


図2 投入汚水および消化液のBODの推移

表2に投入汚水、消化液の水質およびBOD除去率を示した。すべての水質調査項目において、試験区間に大きな差はみられなかった。試験期間中のBOD除去率は、対照区70.5%、断熱材区72.0%および半地下区70.0%であった。沈殿除去を含むメタン発酵処理におけるBOD除去率の目安は、80~85%程度とされている⁶⁾が、本試験においてはそれよりも低い値となった。

表3に期間別の投入汚水、消化液のBODおよびBOD除去率を示した。投入汚水中BODの低い2019年7月から11月とBODの高い2019年12月から2020年2月のBOD除去率を比較したところ、7月から11月は対照区61.4%、断熱材区62.6%および半地下区59.2%となり、12月から2月は対照区79.7%、断熱材区81.5%、半地下区80.9%となった。すべての区において12月から2月のBOD除去率が高い傾向を示したことから、投入汚水の量が一定の場合には、BODの低い汚水と比較してBODの高い汚水の処理効率が良い可能性が示唆された。

表2 投入汚水、消化液の水質およびBOD除去率

	投入汚水		消化液					
			対照区		断熱材区		半地下区	
BOD (mg/l)	6911 ± 4720	1576 ± 596	1457 ± 657	1557 ± 649				
SS (mg/l)	9691 ± 7416	3324 ± 1078	3438 ± 1426	3956 ± 1762				
pH	7.5 ± 0.1	7.5 ± 0.1	7.6 ± 0.1	7.5 ± 0.1				
NH ₄ -N (mg/l)	640 ± 194	708 ± 116	730 ± 119	709 ± 111				
T-N (mg/l)	1018 ± 353	915 ± 155	900 ± 159	918 ± 150				
BOD除去率 (%)	—	70.5 ± 14.1	72.0 ± 15.0	70.0 ± 15.5				

注) 平均値±標準偏差

表3 期間別のBODおよびBOD除去率

期間	項目	投入汚水	消化液					
			対照区		断熱材区		半地下区	
2019年7月~11月	BOD (mg/l)	3890 ± 1659	1273 ± 476	1205 ± 517	1294 ± 432			
	BOD除去率 (%)	—	61.4 ± 13.8	62.6 ± 13.4	59.2 ± 14.8			
2019年12月~2020年2月	BOD (mg/l)	11790 ± 3863	2064 ± 423	1863 ± 672	1983 ± 727			
	BOD除去率 (%)	—	79.7 ± 6.6	81.5 ± 12.4	80.9 ± 8.1			

注) 平均値±標準偏差

表3に月ごとのガス成分の平均値を示した。CH₄の試験期間中の平均値は、対照区50.3%、断熱材区54.0%および半地下区51.0%であった。一般的なメタン発酵処理で発生するメタンガス濃度55~65%⁶⁾と比較して低い値であった。また、すべての区において夏季よりも冬季にCH₄濃度が高い傾向を示した。

表3 月ごとのガス成分の平均値

年月	対照区			断熱材区			半地下区		
	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S(ppm)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S(ppm)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S(ppm)
2019年7月	40.2	11.3	360	56.3	13.5	500	51.0	17.0	600
8月	45.0	17.2	263	63.3	17.9	1088	45.2	16.7	563
9月	43.8	18.5	338	45.9	15.8	585	44.3	17.6	530
10月	52.7	17.5	688	26.0	12.8	550	38.7	16.0	555
11月	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12月	66.0	18.6	2933	71.8	26.0	2233	68.8	25.8	1467
2020年1月	62.3	24.0	3600	59.8	25.0	1800	66.8	24.0	1600
2月	-	-	-	-	-	-	-	-	-
平均値	50.3	17.9	1363	54.0	18.3	1126	51.0	19.2	886

注)11月および2月データは機器トラブルによる欠損値

以上のことから、無加温メタン発酵槽の断熱材被覆および半地下埋設は保温対策として一定の効果が示唆されたものの、BOD除去率には影響を及ぼさないことが示唆された。今後はメタン発酵処理で発生した消化液の浄化処理および液肥利用等についての検討が必要である。

V 引用文献

- 1) 沖縄型畜産排水対策モデル事業共同企業体(2014)沖縄型畜産排水対策モデル事業に係る業務委託報告書, 沖縄型畜産排水対策モデル事業共同企業体
- 2) 脇屋裕一郎・田中宗浩・橋本暁子・坂井隆宏・式町秀明(2005)メタン発酵処理技術を活用した沈殿汚泥処理法の開発, 西日本畜産学会報, 48, 81-84
- 3) 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-, 223-327, 公益社団法人日本下水道協会
- 4) 公益社団法人日本下水道協会(2001)下水道施設計画・設計指針と解説後編-2001年版-, 381-411, 公益社団法人日本下水道協会
- 5) 一般財団法人畜産環境整備機構畜産環境技術研究所(2018)畜産汚水の処理技術マニュアル-処理の基本から高度処理まで-, 22, 一般財団法人畜産環境整備機構
- 6) 財団法人畜産環境整備機構(2004)家畜ふん尿処理の設計・審査技術, 171-184, 財団法人畜産環境整備機構

研究補助：宮城広明，宮城敏政，仲宗根安利

乳化液散布および清掃による豚舎内臭気低減効果の検討

二宮恵介 辻本卓郎* 親泊元治 豊島靖
大竹里佳 片桐慶人

I 要 約

臭気対策手法の確立のため、豚舎内における乳化液散布および清掃による臭気低減効果について官能試験(臭気強度, 快・不快度)およびニオイセンサ(臭気指数相当値)を用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. 乳化液散布前後で豚舎内の臭気強度, 快・不快度および臭気指数相当値に有意差は認められなかった。いっぽう, 粉じん数は有意に減少した($p < 0.05$)。
2. 清掃前後で豚舎内の臭気強度および臭気指数相当値は有意に低下し($p < 0.05$), 快・不快度は有意に上昇した($p < 0.05$)。また, 粉じん数は減少傾向がみられた。

II 緒 言

近年, 畜産施設周辺の混住化や経営規模の拡大等により, 本県においても依然として水質汚濁や悪臭等の畜産環境問題が発生している。畜産環境問題の中における悪臭発生割合は特に高く, 2016年から2018年の3年間は5割を上回って推移しており¹⁾, 早急な対策が求められている。臭気対策技術の一つとして, 畜舎内に植物油と水を均一に混ぜ合わせた乳化液を散布することで, 畜舎内のダスト(粉じん)を低減し, 臭気の拡散を防止できる可能性がある²⁾とされている。また, 基本的な臭気対策手法として従来から畜舎の清掃が挙げられるが³⁾, 清掃による臭気低減効果の程度についての知見は少ない。

そこで本研究では, 豚舎への乳化液散布および清掃による臭気低減効果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. 乳化液散布による臭気低減効果の検討

試験豚舎の概略図を図1に示した。試験は肥育豚17頭を飼養する試験豚舎で行い, 臭気調査地点は豚舎内排気側とした。試験期間は2019年7月22日から7月24日の3日間とし, 乳化液散布30分前, 30分後の1日2回調査を行った。乳化液の成分構成はサラダ油5.0%, 乳化剤2.1%, 水92.9%とした。1豚房に1個の散布ノズル(平均粒径 $320\mu\text{m}$)を設置し, 乳化液を1日1回1豚房あたり700ml散布した。調査項目は, 臭気強度, 快・不快度, 臭気指数相当値および粉じん数とした。臭気強度および快・不快度は, 官能試験によりそれぞれ6段階臭気強度表示法⁴⁾および9段階快・不快度表示法⁴⁾を用いて3名で測定を行った。臭気指数相当値はポータブル型ニオイセンサ(XP-329ⅢR, 新コスモス電機)の指示値から山本ら⁵⁾の推定式を用いて算出した。粉じん数はデジタル粉じん計(LD-3K2, 柴田科学)を用いて測定した。なお, 試験期間中は豚舎の清掃を行わなかった。

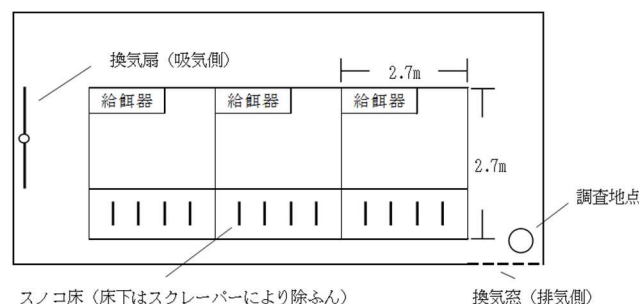


図1 試験豚舎の概略図

2. 清掃による臭気低減効果の検討

試験期間は2019年7月25日および8月1日から8月2日の3日間とし、動力噴霧器による清掃30分前、30分後の1日2回調査を行った。その他調査方法は上記同様とした。なお、試験期間中は乳化液の散布は行わなかった。

IV 結果および考察

1. 乳化液散布による臭気低減効果

乳化液散布前後の臭気強度、快・不快度、臭気指数相当値および粉じん数を図2から図5に示した。臭気強度、快・不快度および臭気指数相当値は、乳化液散布前後で有意差はみられなかった。いっぽう、粉じん数は乳化液散布前と比較して、散布後に有意に減少した($p < 0.05$)。飼料や敷料等に由来する粉じんは、臭気物質が付着し悪臭を拡散する要因であるといわれている³⁾。乳化液散布は豚舎内の臭気低減に直接的な効果はないが、粉じんの低減に効果が認められたことから、豚舎外への臭気拡散防止に寄与する可能性があると考えられた。なお、乳化液散布による豚の健康状態、豚舎床面の滑りは観察されなかった。

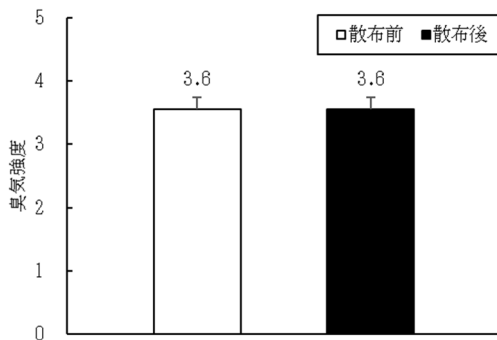


図2 乳化液散布前後の臭気強度

注1) 有意差なし。

2) エラーバーは標準偏差を示す。

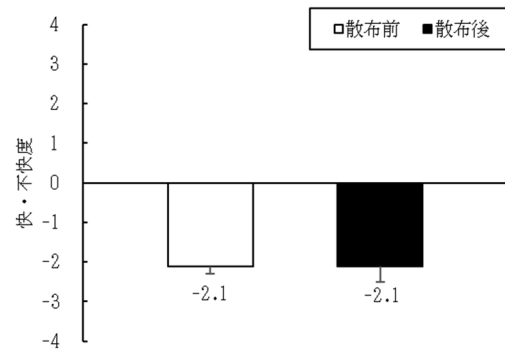


図3 乳化液散布前後の快・不快度

注1) 有意差なし。

2) エラーバーは標準偏差を示す。

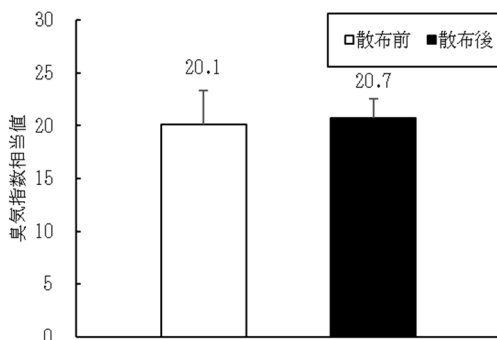


図4 乳化液散布前後の臭気指数相当値

注1) 有意差なし。

2) エラーバーは標準偏差を示す。

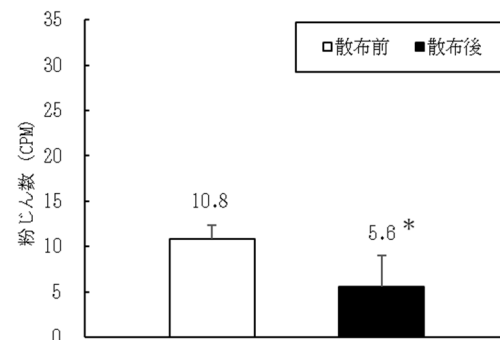


図5 乳化液散布前後の粉じん数

注1)*: 5%水準で有意差あり。

2) エラーバーは標準偏差を示す。

2. 清掃による臭気低減効果

清掃前後の臭気強度、快・不快度、臭気指数相当値および粉じん数を図6から図9に示した。臭気強度および臭気指数相当値は清掃前と比較して有意に低下し($p < 0.05$)、快・不快度は有意に上昇した($p < 0.05$)。粉じん数は清掃前と比較して、有意差はないものの減少傾向がみられた。ふん尿は放置することにより嫌気性分解し悪臭が発生するといわれている³⁾。清掃をすることにより、悪臭物質が発生する前にふん尿が豚舎から除去されたため、豚舎内の臭気が低減したと考えられる。また、小堤²⁾は水散

布によっても粉じんは低減するが、乳化液散布の方がより即効性・持続性があったと報告しており、本試験結果と一致した。

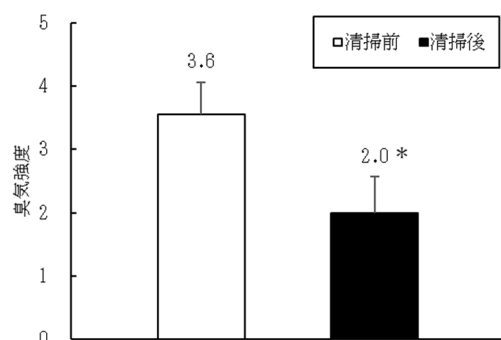


図6 清掃前後の臭気強度

注1)*: 5%水準で有意差あり。

2) エラーバーは標準偏差を示す。

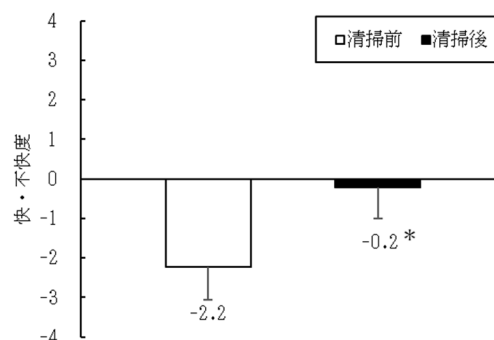


図7 清掃前後の快・不快度

注1)*: 5%水準で有意差あり

2) エラーバーは標準偏差を示す。

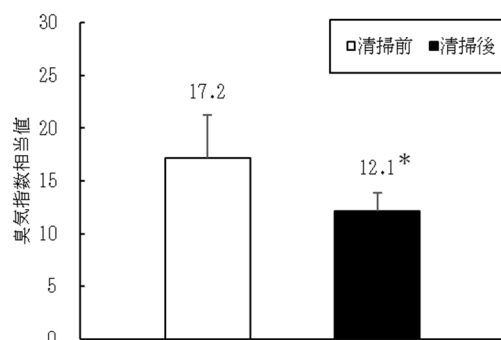


図8 清掃前後の臭気指数相当値

注1)*: 5%水準で有意差あり。

2) エラーバーは標準偏差を示す。

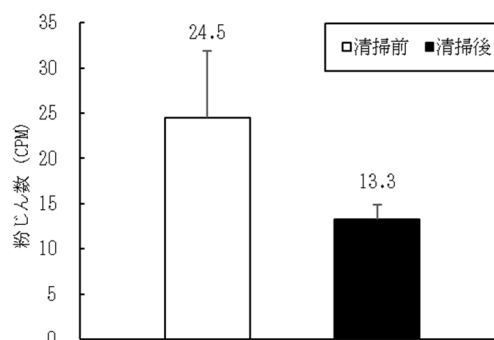


図9 清掃前後の粉じん数

注1) 有意差なし。

2) エラーバーは標準偏差を示す。

これらの結果から、乳化液散布および清掃は粉じんの低減に効果があることが示唆され、さらに清掃には臭気の改善に効果があることが示唆された。今後はその持続性、臭気や粉じん数を一定レベルに抑制する散布・清掃頻度の検討が必要であると考えられる。また本研究においては、乳化液散布および清掃前後の豚舎外への臭気拡散状況についても、官能試験およびニオイセンサによる測定を試みた。しかしながら、風速、風向、気温、立地、時間等の様々な要因による影響から評価は困難であった。このことから、畜舎外における臭気対策効果を評価する手法を確立する必要があると考えられる。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課(2019)おきなわの畜産, 55-57
- 2) 小堤悠平(2017) 畜舎内のダスト低減技術の開発, 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産研究部門企画管理部企画連携室, 平成29年度家畜ふん尿処理利用研究会資料, 39-43
- 3) 一般財団法人畜産環境整備機構畜産環境技術研究所(2017)日本型悪臭防止最適管理手法(BMP)の手引き, 一般財団法人畜産環境整備機構
- 4) 川崎通昭・堀内哲嗣郎(2005)改訂嗅覚とにおい物質, 104-105, 社団法人におい・かおり環境協会
- 5) 山本朱美・古谷修・小堤恭平・小川雄比古・吉栄康城(2008)畜産臭気における臭気指数と市販ニオイセンサ指示値との関係, 日本畜産学会報, 79(2), 235-238

職 員 一 覽
(2020 年 3 月現在)

所 長		嘉陽 稔
企画管理班	班 長 研究主幹 主任技師 主 任 主 任 主 任 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 農林水産技能員	大城 聡 山城 存 守川 信夫 長嶺 義孝 岩崎 義史 伊藤 涼 伊藝 博志 玉城 照夫 照屋 剛 仲宗根安利 久田 友美 宮城 広明 玉本 博之 仲程 正巳 平良 樹史 山城 一也 赤嶺 圭作 宮城 敏政
育種改良班	班 長 主任研究員 主任研究員 主任研究員 研究員 研究員 研究員	荷川取秀樹 知念 司 栗田 夏子 渡慶次 功 末澤 遼平 光部 柳子 安村 陸
飼養・環境班	班 長 主任研究員 主任研究員(休) 研究員 研究員 技師(臨任)	片桐 慶人 親泊 元治 伊禮 判 豊島 靖 二宮 恵介 大竹 里佳

2019 年度（令和元年度）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	渡慶次	功
編集委員	高江洲	斉
編集委員	末澤	遼平
編集委員	普照	恭多
編集委員	二宮	恵介

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 57 号

令和 3 年 1 月 29 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）
