
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56号

2018年度（平成30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 56 号

2018 年度（平成 30 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（2018 年度）
..... 末澤 遼平..... 1
- 2 和牛種雄牛現場後代検定成績（2018 年度）
（13）種雄牛「北福久」「富士久」「百合福波」および「平忠幸」の検定成績
..... 渡慶次 功..... 5

畜産環境分野

- 3 キョウチクトウ剪定枝混入豚ふん堆肥の施用による作物へのオレアンドリン移行
可能性の検討
..... 二宮 恵介..... 11
- 4 イオン選択性電極を用いた養豚排水中硝酸性窒素濃度の推定法の検討
..... 二宮 恵介..... 17
- 5 酸化溝型浄化槽における炭素繊維等を活用した窒素除去技術の確立
（1）炭素繊維の形状および炭素繊維法と間欠ばっ気法の併用による窒素除去効果の検討
..... 鈴木 直人..... 23

飼料作物分野

- 6 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
..... 栗田 夏子..... 29
- 7 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
（2）イタリアンライグラスのトランスバーラ草地への冬季の追播による利用の検討
..... 栗田 夏子..... 35
- 8 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」の品種特性
..... 栗田 夏子..... 45
- 9 汎用型飼料収穫機による長大作物利用の検討
（1）耐倒伏性飼料用トウモロコシ利用の検討
..... 栗田 夏子..... 49

和牛種雄牛産肉能力直接検定成績（2018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。2017年から2018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11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2頭（No.4, No.6）、糸桜系×田尻系が1頭（No.5）、気高系×糸桜系が1頭（No.3）、気高系×気高系が2頭（No.7, 11）、気高系×田尻系が2頭（No.8, 9）田尻系×糸桜系が2頭（No.2, 10）および田尻系×気高系が1頭（No.1）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 新比屋根11	2016/12/25	美津照重	かつふく	勝忠平	北福波	うるま市
2 美津福波	2016/12/30	美津照重	ぐりん	北福波	勝忠平	糸満市
3 石2919	2017/07/09	百合白清2	ちづるなみ	北福波	安福久	今帰仁村
4 百合紗	2017/08/21	美国桜	ゆりさ	百合茂	安福久	伊江村
5 美国	2017/10/14	美国桜	ぴんぽんぱん	安福久	百合茂	うるま市
6 隆勝平	2017/10/24	隆之国	かつみどり	勝忠平	福栄	糸満市
7 星唯	2017/10/24	勝群星	ゆい	勝忠平	福栄	久米島町
8 可憐	2017/10/26	百合白清2	かれん	安福久	平茂勝	伊江村
9 平安	2017/11/10	百合白清2	きよか	安福久	平茂勝	沖縄市
10 北那実	2017/11/22	美津照重	きたなみ	北福波	平茂勝	伊江村
11 富太郎30	2017/11/29	百合白清2	かつふく	勝忠平	北福波	うるま市

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）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233日，開始時体重278.8kg，終了時体重408.5kg，180日補正体重223.4kg，365日補正体重431.9kg，DG1.16kgであった。DGについては可憐が1.39kgと優れ，365日補正体重については平安が494.6kgと優れていた。

11頭のDG平均値は2017年度の全国平均値²⁾と同じ値であった。。

これらの検定牛のうち，2018年度第4回沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において，2020年度現場後代検定実施牛として，石2919（百合北福2へ改名），可憐（百合久平へ改名），平安（百合安清へ改名）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 新比屋根11	247	278.0	408.0	210.7	415.0	1.16	131.8		
2 美津福波	242	278.0	412.0	216.5	425.1	1.19	129.6		
3 石2919	241	297.0	414.0	232.7	426.5	1.05	125.0	○	
4 百合紗	246	295.0	407.0	226.7	414.0	1.00	123.0		
5 美国	248	269.0	375.0	205.5	379.8	0.95	119.4		
6 隆勝平	238	298.0	428.0	232.7	445.4	1.16	125.8		
7 星唯	238	278.0	404.0	217.6	421.0	1.13	123.0		
8 可憐	236	275.0	431.0	218.8	454.6	1.39	122.4	○	
9 平安	221	303.0	452.0	252.4	494.6	1.33	128.0	○	
10 北那実	209	235.0	368.0	207.7	420.4	1.19	125.2		
11 富太郎30	202	261.0	394.0	235.8	454.7	1.19	121.0		
平 均 値	233	278.8	408.5	223.4	431.9	1.16	124.9		
標準偏差	19.7	19.7	24.1	14.2	29.7	0.13	3.7		
全国平均値	—	—	—	—	—	1.16	125.8		

注1) 全国平均値は2017年度（182頭）の平均値

2) ○は2020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 新比屋根11	42	676	121	163	24	108	22	82.7	
2 美津福波	41	633	114	117	-36	60	14	84.4	
3 石2919	50	606	103	34	-7	36	3	83.1	○
4 百合紗	42	583	104	63	-76	22	5	83.0	
5 美国	60	485	82	-91	-36	-44	-12	81.7	
6 隆勝平	62	615	103	-41	75	29	-1	83.0	
7 星唯	60	579	98	-36	40	17	-2	82.2	
8 可憐	46	675	123	114	5	18	78	83.6	○
9 平安	59	641	109	-23	48	27	1	84.0	○
10 北那実	39	632	119	172	-11	102	24	82.6	
11 富太郎30	50	560	100	13	-46	5	1	82.5	
平均值	50.1	607.7	106.9	44.1	-1.8	34.5	12.1	83.0	
標準偏差	8.8	55.1	12.0	88.6	45.5	43.0	24.3	0.78	
全国平均値	—	—	—	-17.1	7.0	-7.0	-1.1	—	

注1) 全国平均値は2017年度(182頭)の平均値

2) ○は2020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(2018)和牛種雄牛産肉能力検定成績 直接法, 4

和牛種雄牛現場後代検定成績（2018年度）

(13)種雄牛「北福久」「富士久」「百合福波」および「平忠幸」の検定成績

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、2018年度に終了した4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2013年度の直接検定¹⁾により選抜された北福久（きたふくひさ）、富士久（ふじひさ）、百合福波（ゆりふくなみ）および平忠幸（ひらただゆき）の4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、北福久が15頭（去勢11頭、雌4頭）、富士久が19頭（去勢10頭、雌9頭）、百合福波が20頭（去勢10頭、雌10頭）および平忠幸が14頭（去勢4頭、雌10頭）の産子を用いて肥育を行なった。

表1 検定種雄牛の概要

名 号	北福久	富士久	百合福波	平忠幸
登録番号	黒原 5756	黒 14968	黒原 5757	黒原 5755
生年月日	2012. 1. 17	2012. 5. 10	2012. 8. 10	2012. 2. 17
審査得点	82.0	82.0	85.6	83.8
産 地	伊江村	読谷村	久米島町	宮古島市
父	北福波	安福久	北福波	北平安
母	かれん	もりひめ2	さらさ3の2	かねこ
母方祖父	安福久	忠富士	百合茂	勝忠平
母方曾祖父	平茂勝	安平	美津照	金 幸

III 検 定 成 績

表2に検定種雄牛の育種価評価結果（平成30年8月解析推定育種価結果）を示した。

推定育種価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。

北福久の推定育種価は、枝肉重量が20.4kg、ロース芯面積が15.3cm²、バラの厚さが0.38cm、皮下脂肪の厚さ（皮下脂肪厚）が-0.84cm、歩留まり基準値（歩留基準値）が2.72および脂肪交雑が2.59であった。

富士久の推定育種価は、枝肉重量が-2.4kg、ロース芯面積が5.3cm²、バラの厚さが-0.24cm、皮下脂肪厚が-0.51cm、歩留基準値が0.92および脂肪交雑が1.88であった。

百合福波の推定育種価は、枝肉重量が34.6kg、ロース芯面積が10.2cm²、バラの厚さが0.08cm、皮下

脂肪厚が-0.40cm, 歩留基準値が1.27および脂肪交雑が1.79であった。

平忠幸の推定育種価は, 枝肉重量が-1.3kg, ロース芯面積が9.0cm², バラの厚さが0.15cm, 皮下脂肪厚が-0.59cm, 歩留基準値が1.71および脂肪交雑が1.84であった。

北福久は脂肪交雑とロース芯面積の推定育種価において良好な結果を示し, 富士久は父である安福久の市場評価が高いことから, 沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において北福久と富士久が供用種雄牛として選抜された。

表2 育種価評価結果 (平成30年8月解析)

種雄牛名	枝肉重量 (kg) (正確度)	ロース芯面積 (cm ²) (正確度)	バラの厚さ (cm) (正確度)	皮下脂肪厚 (cm) (正確度)	歩留基準値 (正確度)	脂肪交雑 (正確度)
北 福 久	20.4 (0.88)	15.3 (0.87)	0.38 (0.85)	-0.84 (0.89)	2.72 (0.89)	2.59 (0.89)
富 士 久	-2.4 (0.91)	5.3 (0.91)	-0.24 (0.89)	-0.51 (0.92)	0.92 (0.92)	1.88 (0.92)
百合福波	34.6 (0.91)	10.2 (0.91)	0.08 (0.89)	-0.40 (0.92)	1.27 (0.92)	1.79 (0.92)
平 忠 幸	-1.3 (0.87)	9.0 (0.86)	0.15 (0.84)	-0.59 (0.88)	1.71 (0.88)	1.84 (0.88)

IV 引用文献

- 1) 細井伸浩・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広(2013)和牛種雄牛産肉能力直接検定成績(2013年度), 沖縄畜研研報, 51, 7-9
- 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: 玉城照夫

付属資料

1. 北福久

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	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	美里久	北福久	美津福	福金	去勢	28.8	53	7.8	2.8	73.1	4	471.0	A	3
2	大進29	北福久	平茂勝	安福165の9	去勢	28.4	47	8.0	2.4	73.8	5	389.5	A	4
3	北久百合	北福久	百合茂	第20平茂	去勢	28.3	58	7.0	2.5	73.6	9	465.8	A	5
4	北久寿	北福久	平茂勝	紋次郎	去勢	28.3	50	6.7	3.1	71.1	6	519.9	B	4
5	高敏	北福久	平茂勝	北国7の8	去勢	29.1	49	6.5	1.6	73.2	6	435.9	A	4
6	北久里利	北福久	平茂勝	中部6	去勢	28.1	51	6.8	3.5	71.8	6	450.1	B	4
7	美津久	北福久	美津福	北国7の8	去勢	28.8	59	6.4	2.0	74.5	9	403.0	A	5
8	未来	北福久	安茂勝	紋次郎	去勢	28.5	64	7.5	2.3	74.2	7	517.0	A	4
9	百合福	北福久	百合茂	糸富士	去勢	28.4	52	6.8	2.3	73.0	8	451.8	A	5
10	福久邦	北福久	勝海邦	豊喜	去勢	28.5	49	6.8	2.3	73.0	6	418.1	A	4
11	朋北福久	北福久	百合茂	福栄	去勢	27.5	73	7.3	2.9	74.8	10	502.7	A	5
12	かつひさ	北福久	北仁	平茂勝	雌	31.7	62	7.2	2.8	73.9	7	473.6	A	4
13	さんに25	北福久	安重福	北国7の8	雌	30.5	64	7.6	2.6	75.2	8	414.5	A	5
14	かるび	北福久	照溝	姫桜	雌	31.9	73	7.2	2.3	75.2	10	510.8	A	5
15	ふくひき2の11	北福久	福栄	平茂勝	雌	30.2	59	8.0	3.5	74.1	8	411.0	A	5

	平均値
と畜時月齢	29.1 ± 1.3
枝肉重量 (kg)	455.6 ± 43.5
ロース芯面積 (cm ²)	57.5 ± 8.4
バラの厚さ (cm)	7.1 ± 0.5
皮下脂肪厚 (cm)	2.5 ± 0.5
歩留基準値	73.6 ± 1.1
脂肪交雑 (BMS No.)	7.2 ± 1.7

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	7	13
B				2		2
C						
計			1	7	7	15

2. 富士久

1) 現場後代検定終了成績一覧

番号	名号	父	母の父	母の祖父	性別	月齢	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	麻佐流	富士久	北福波	北国7の8	去勢	29.0	48	6.4	2.6	71.7	5	467.3	B	3
2	富士美	富士久	北福波	百合茂	去勢	28.1	55	5.5	2.1	73.1	7	419.0	A	4
3	敏和	富士久	安茂勝	北国7の8	去勢	27.8	55	6.7	3.0	72.6	9	460.0	A	5
4	富士久1	富士久	北福波	安福165の9	去勢	28.3	58	7.0	3.3	73.2	5	438.6	A	4
5	友久	富士久	勝群星	茂重桜	去勢	28.6	53	8.0	2.4	74.0	8	433.5	A	5
6	富士彩香	富士久	平茂勝	安福165の9	去勢	28.4	45	6.6	2.7	71.6	7	455.7	B	4
7	富士久1	富士久	勝忠平	晴姫	去勢	27.6	47	6.0	2.2	72.4	8	404.5	A	5
8	阿波根	富士久	北福波	勝忠平	去勢	29.2	53	6.8	2.9	72.3	7	471.2	A	4
9	本牧乃47	富士久	北天山	晴姫	去勢	29.1	47	6.8	2.7	72.3	5	428.7	A	4
10	久雄	富士久	北福波	神高福	去勢	28.9	54	7.3	2.3	74.2	5	395.0	A	4
11	ふじか	富士久	北国7の8	平茂勝	雌	30.9	59	7.3	4.3	72.2	3	476.1	A	2
12	ふじひさ	富士久	勝忠平	紋次郎	雌	30.1	49	6.4	3.6	72.3	5	361.5	A	4
13	ふくひさ	富士久	福栄	平茂勝	雌	27.7	53	6.1	3.3	71.8	5	449.3	B	4
14	ふじこ	富士久	勝忠平	福桜(宮崎)	雌	31.8	51	6.3	2.8	72.4	9	421.2	A	5
15	ありさ	富士久	勝海邦	晴姫	雌	31.7	51	8.7	3.7	71.5	4	560.7	B	3
16	ふじえ	富士久	賢茂勝	紋次郎	雌	28.9	54	7.3	3.0	73.8	7	381.0	A	4
17	ひかり312	富士久	晴桜2	高栄	雌	31.8	52	6.8	4.7	70.5	4	474.5	B	3
18	ふくこ	富士久	北仁	平茂勝	雌	29.5	60	6.9	2.5	74.5	7	398.5	A	4
19	かざひさ	富士久	福華1	百合茂	雌	31.0	49	7.0	2.2	72.9	5	444.3	A	4

	平均値
と畜時月齢	29.3 ± 1.5
枝肉重量 (kg)	438.9 ± 44.1
ロース芯面積 (cm ²)	52.2 ± 4.1
バラの厚さ (cm)	6.8 ± 0.7
皮下脂肪厚 (cm)	2.9 ± 0.7
歩留基準値	72.5 ± 1.0
脂肪交雑 (BMS No.)	6.0 ± 1.7

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	4	14
B			3	2		5
C						
計		1	3	11	4	19

3. 百合福波

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	琉矢1	百合福波	勝忠平	第1花国	去勢	28.5	61	7.6	3.3	72.4	6	561.6	A	4
2	大谷	百合福波	茂勝栄	北国7の8	去勢	28.9	46	7.9	3.5	71.1	7	516.6	B	4
3	照福波	百合福波	照美	北国7の8	去勢	28.5	61	6.5	1.3	74.6	8	470.1	A	4
4	海の1	百合福波	福安照	北仁	去勢	28.4	61	7.0	3.0	72.7	6	526.1	A	4
5	里伊奈	百合福波	糸福 (鹿児島)	平茂勝	去勢	28.1	50	6.6	2.5	71.7	6	511.4	B	4
6	百合福久	百合福波	安福久	百合茂	去勢	28.6	48	5.2	2.4	71.7	5	416.9	B	4
7	佐倉	百合福波	金幸	平茂勝	去勢	27.6	46	6.8	3.2	71.4	5	453.8	B	4
8	百合福	百合福波	福栄	北国7の8	去勢	29.3	57	6.9	1.9	74.4	4	423.9	A	3
9	百合福福53	百合福波	北福波	百合茂	去勢	28.2	51	7.7	1.6	75.5	8	343.5	A	5
10	福花	百合福波	家康福	中部6	去勢	28.8	49	7.5	2.7	72.7	5	454.0	A	4
11	ゆりこ	百合福波	美津神	糸錦2	雌	31.8	58	6.3	1.7	74.0	3	452.0	A	2
12	りゅうや1	百合福波	勝忠平	福栄	雌	29.4	53	7.2	2.2	73.6	4	442.3	A	3
13	ひとみ	百合福波	福栄	北国7の8	雌	31.8	53	6.8	4.0	71.9	4	425.6	B	3
14	なみき	百合福波	糸福 (鹿児島)	平茂勝	雌	32.3	49	5.9	2.2	72.6	5	413.0	A	3
15	ちくけん1	百合福波	晴姫	安波土井	雌	31.6	51	6.6	4.5	70.8	6	451.2	B	4
16	もとひめ45	百合福波	北仁	安平	雌	31.2	59	6.3	3.4	72.4	5	461.3	A	4
17	じゅんゆりなみ	百合福波	晴姫	美津福	雌	31.1	52	5.7	3.9	71.2	7	420.2	B	4
18	じゅんゆりふく	百合福波	神高福	勝安福3	雌	31.5	51	6.3	3.7	71.3	6	447.2	B	3
19	さんに26	百合福波	美津福	平茂勝	雌	31.0	59	7.0	4.2	72.7	5	417.5	A	3
20	ゆりふくなみ38	百合福波	勝忠1	百合茂	雌	27.7	42	6.9	3.4	71.6	6	387.5	B	4

	平均値
と畜時月齢	29.7 ± 1.6
枝肉重量 (kg)	449.7 ± 50.2
ロース芯面積 (cm ²)	52.8 ± 5.6
バラの厚さ (cm)	6.7 ± 0.6
皮下脂肪厚 (cm)	2.9 ± 0.9
歩留基準値	72.5 ± 1.3
脂肪交雑 (BMS No.)	5.5 ± 1.3

2) 格付けの分布

(頭)

肉質等級 歩留等級	1	2	3	4	5	計
A		1	4	4	2	11
B			2	7		9
C						
計		1	6	11	2	20

4. 平忠幸

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
2	中忠	平忠幸	中部6	晴桜2	去勢	27.7	54	7.2	2.1	73.5	5	465.8	A	4
3	福平	平忠幸	勝海邦	照桜	去勢	28.0	48	6.2	2.6	72.2	4	424.7	A	3
4	忠波	平忠幸	北福波	谷吉土井	去勢	28.7	48	6.5	2.1	73.3	5	377.5	A	4
5	みるちゃん	平忠幸	北福波	平茂勝	雌	30.5	59	7.6	2.3	75.3	8	380.0	A	5
6	まえゆき27の6	平忠幸	勝海邦	北国7の8	雌	31.8	61	7.6	3.1	74.0	7	450.3	A	4
7	まりん	平忠幸	茂北国	平茂勝	雌	32.2	44	7.5	4.9	69.9	5	464.8	B	4
8	はるみ	平忠幸	安茂勝	北仁	雌	31.8	57	6.4	2.0	74.5	9	384.1	A	5
9	ゆきこ	平忠幸	糸幸福	晴姫	雌	32.0	54	6.6	5.8	69.7	3	469.5	B	2
10	はるゆき	平忠幸	北福波	貴安福	雌	30.5	65	6.6	2.8	75.5	7	337.5	A	4
11	ふくこ1	平忠幸	平茂勝	紋次郎	雌	31.4	46	7.1	3.7	71.0	4	464.2	B	3
12	さわ	平忠幸	平茂勝	茂波	雌	31.3	43	7.6	3.0	71.8	4	440.8	B	3
13	ゆきひらり	平忠幸	勝海邦	北国7の8	雌	24.9	34	6.4	2.9	71.1	4	353.5	B	3
14	ともばら	平忠幸	北福波	照溝	雌	31.4	68	6.7	1.7	75.7	9	440.8	A	5

	平均値
と畜時月齢	30.0 ± 2.2
枝肉重量 (kg)	416.3 ± 46.4
ロース芯面積 (cm ²)	51.7 ± 9.6
バラの厚さ (cm)	6.8 ± 0.5
皮下脂肪厚 (cm)	2.9 ± 1.1
歩留基準値	72.8 ± 2.0
脂肪交雑 (BMS No.)	5.5 ± 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			2	4	3	9
B		1	3	1		5
C						
計		1	5	5	3	14

キョウチクトウ剪定枝混入豚ふん堆肥の施用による 作物へのオレアンドリン移行可能性の検討

二宮恵介 福地大輔* 小笠原敬* 宮城壱*
親泊元治 鈴木直人

I 要 約

本県においては、家畜ふんの堆肥化副資材として剪定枝の活用が期待されるが、剪定枝には有毒物質オレアンドリンを含有するキョウチクトウの混入が懸念される。そこで、キョウチクトウ剪定枝の堆肥化によるオレアンドリンの分解および作物への移行可能性を明らかにするため、キョウチクトウ剪定枝を副資材に用いた場合の堆肥中オレアンドリン濃度の推移および堆肥から作物へのオレアンドリンの移行について検討したところ、以下のとおりであった。

1. キョウチクトウ剪定枝を混合した豚ふんを小型堆肥化実験装置に充填し、3週間堆肥化したところ、堆肥中オレアンドリンは約8割減少した。
2. キョウチクトウ剪定枝混入豚ふん堆肥を用いてコマツナの21日間の栽培を行ったところ、堆肥からコマツナへ微量のオレアンドリンが移行した。

以上のことから、キョウチクトウに含まれるオレアンドリンは堆肥化により著しく減少するが、その堆肥を施用した場合、わずかに作物へ移行する可能性が示唆された。

II 緒 言

オガコは家畜ふんの堆肥化副資材として広く利用されているが、近年、木質バイオマス燃料としての需要増大により¹⁾、畜産現場における供給不足や価格上昇が生じている。このことから、全国的に新規副資材の検討が行われている^{2~4)}。本県においては、草木類の剪定枝が年間約80000t発生しており⁵⁾、その副資材利用が期待される。

いっぽう、公園や道路の管理等で回収される剪定枝には、有毒物質オレアンドリンを含有するキョウチクトウの混入が懸念される。嘉数ら⁶⁾は、副資材中にキョウチクトウ乾燥葉を10%の割合で混合し、豚ふんの堆肥化処理を行ったところ、堆肥中オレアンドリンは約98.6%減少したと報告している。しかし、硬い枝部分を含むキョウチクトウ剪定枝の堆肥化におけるオレアンドリンの推移およびオレアンドリンの作物への移行に関する報告はみられない。

そこで本研究では、キョウチクトウ剪定枝を副資材として混合した場合の豚ふんの堆肥化過程におけるオレアンドリンの推移および堆肥から作物へのオレアンドリンの移行可能性について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験 1:キョウチクトウ剪定枝混入豚ふんの堆肥化試験

1)試験期間および場所

試験は2017年7月に沖縄県畜産研究センター(当センター)実験室内で行った。

2)供試試料

試料は、県内の公園で採取した枝葉を含むキョウチクトウ剪定枝(オレアンドリン濃度:970.8 μ g/g)を風乾し、粉砕したものを用いた。

3)試験方法

小型堆肥化実験装置(かぐやひめ、富士平工業社製)の概略図を図1に示した。当センターで飼養している繁殖雌豚の豚ふん3.5kg、キョウチクトウ剪定枝0.5kgを混合し、小型堆肥化実験装置に充填後、

本体下部から 0.5l/min で通気し、1 週間ごとに切り返しを行い、3 週間堆肥化した。試験は 2 反復行った。

4)調査項目

調査項目は、堆肥の品温および水分含量、オレアンドリン濃度とした。品温は温度記録計(おんどとり TR-72Ui, T&D 社製)で 1 時間ごとに測定した。水分含量は、試験開始時および 1 週間ごとの切り返し時に堆肥を一部採取し、常法⁷⁾により測定した。オレアンドリンの測定に供する堆肥は、上記同様に採取した。凝縮水は、凝縮水受けおよび冷却用容器から回収した液体を混合し測定に供した。また、漏汁は本体下部の漏汁受けから回収した液体を測定に供した。オレアンドリンは、沖縄県環境科学センターで以下の手順で測定した。堆肥は前処理として、試料 20g からメタノールを用いてオレアンドリンを抽出し、向流分配法(液-液分配)および固相ミニカラム(フロリジル)を用いて精製し、試料液とした。凝縮水は前処理をせず、漏汁は純水で 10 倍希釈して試料液とした。試料液を HPLC-MS/MS (HPLC1260 および 6430A Triple Quadrupole, Agilent 社製)を用いて測定した。

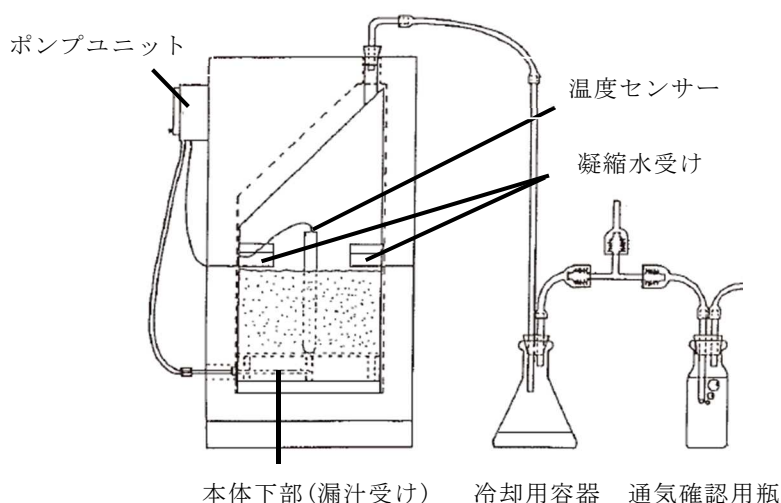


図 1 小型堆肥化実験装置の概略図

2. 試験 2:キョウチクトウ混入豚ふん堆肥の施用による作物へのオレアンドリン移行確認試験

1)試験期間および場所

試験は 2018 年 9 月 3 日から同月 25 日まで沖縄県環境科学センターで行った。

2)供試試料

試料は、試験 1 で堆肥化し、冷凍保存していたキョウチクトウ剪定枝混入豚ふん堆肥(オレアンドリン濃度:24.0 μ g/g)をすりつぶし、2mm のふるいを通したものを用いた。

3)試験方法

土壌への堆肥の混合割合を表 1、栽培試験状況を写真 1 に示した。植物に対する害に関する栽培試験の方法・解説(植害試験マニュアル)⁸⁾を参考に、堆肥、砂と島尻マージからなる砂壤土を混合し、水漏れのしないプラスチック製容器に 400ml 充填後、市販コマツナ種子を 16 粒播種し、21 日間栽培した。土壌への堆肥の混合割合は、乾燥重量比で 0%、5%、10%および 20%とし、それぞれ対照区、5%区、10%区および 20%区とした。試験期間中は雨が入らないように容器全体を透明なビニール傘で覆い、適宜灌水を行った。試験は各区 2 連 1 反復で行った。

表 1 土壌への堆肥の混合割合

区分	乾燥重量(g)			混合割合(%)
	堆肥	砂壤土	合計	
対照区	0.0	536.6	536.6	0.0
5%区	22.1	417.2	439.3	5.0
10%区	37.2	335.4	372.6	10.0
20%区	57.0	228.0	285.0	20.0



写真1 栽培試験状況

4)調査項目

調査項目は、発芽率、葉長、生体重およびオレアンドリン濃度とした。発芽率は、播種後3日目および7日目に観察を行い、発芽個体数を播種数で除し算出した。葉長は、14日目および21日目に測定した。生体重は21日目に地上部を採取し、重量を測定した。オレアンドリン濃度は、21日目に採取した地上部を粉砕後、メタノールを用いてオレアンドリンを抽出し、試験1と同様に測定した。

IV 結果および考察

1. 試験1

1)品温および水分含量の推移

堆肥化過程における品温の推移、水分含量の推移をそれぞれ図2、3に示した。品温は、試験開始1日後に68.1℃、1回目切り返し後に68.3℃、2回目切り返し後に35.4℃までそれぞれ上昇し、その後降した。水分含量は、試験開始から試験終了まで減少を続けた。堆肥の温度上昇は、好気性微生物によって有機物が分解している結果であり⁹⁾、また、発酵熱により堆肥の水分は蒸発し、堆肥化は順調に進行したと考えられる。

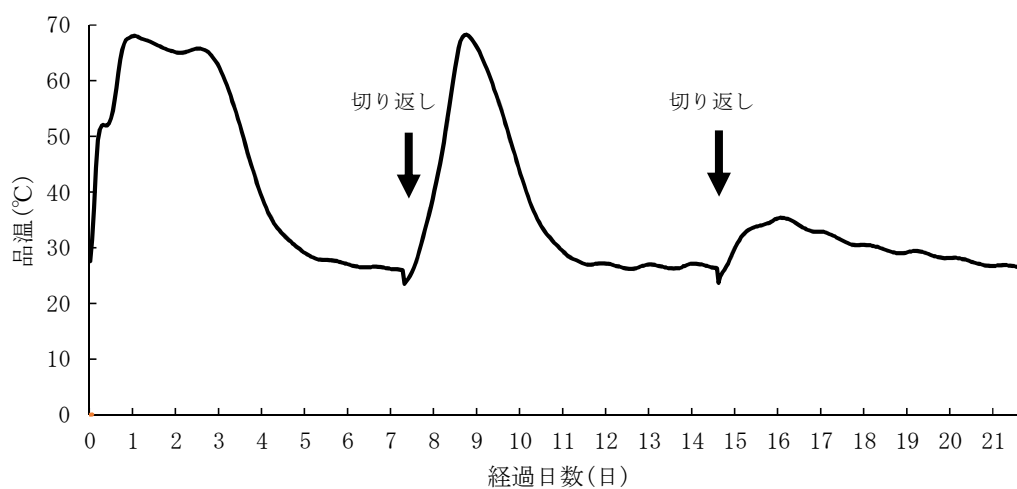


図2 堆肥化過程における品温の推移

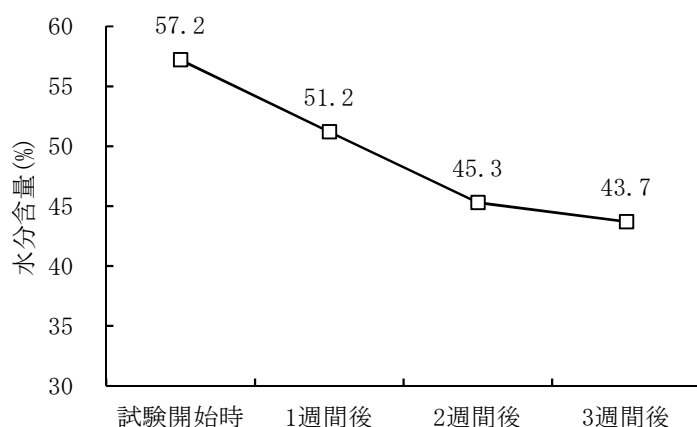


図3 堆肥化過程における水分含量の推移

2)オレアンドリン濃度の推移

オレアンドリン濃度の推移および減少率を表2に示した。堆肥化過程で発生する凝縮水中にオレアンドリンは検出されず、漏汁中には微量のオレアンドリンが検出された。凝縮水については嘉数ら⁶⁾の報告と同様の結果であり、オレアンドリンが堆肥化により揮発する可能性は低いと考えられる。いっぽう、漏汁については微量のオレアンドリンが検出されたことから、副資材中にキョウチクトウが大量に含まれる場合は、オレアンドリンが漏汁中へ微量に溶出する可能性が示唆された。

堆肥中オレアンドリンは試験開始から3週間で約8割減少した。オレアンドリンは有機物であり¹⁰⁾、堆肥化過程では、微生物がふん尿中の易分解性有機物を積極的に分解する¹¹⁾。これらのことから、堆肥中オレアンドリンは微生物により分解されたと考えられる。また、キョウチクトウ乾燥葉中オレアンドリンは105℃の高温処理により減少することが報告されており¹⁰⁾、本試験では堆肥の品温が約68℃まで上昇したことから、発酵熱自体による分解が生じている可能性も示唆された。

オレアンドリンの減少率は嘉数ら⁶⁾の報告よりも低かった。一般的に、リグニンやセルロース複合体などの分解されにくい物質を多く含む枝や幹部分に比べて、葉部分は比較的分解されやすい物質で構成されている¹²⁾。これらのことから、硬い枝を含むキョウチクトウ剪定枝を用いた本試験においては、オレアンドリンが分解されにくかったと考えられる。

表2 オレアンドリン濃度の推移および減少率

試料名	試験開始時	1週間後	2週間後	3週間後
堆肥 ($\mu\text{g/g}$)	135.6	73.2	40.4	28.5
凝縮水 ($\mu\text{g/l}$)	-	N. D. (<2.0)	N. D. (<2.0)	N. D. (<2.0)
漏汁 ($\mu\text{g/l}$)	-	65.0~300.0	N. D. (<20.0)~23.0	-
減少率 (%)	-	46.1	70.2	79.0

注1)N. D. :不検出, N. D. 後の括弧内は検出限界を示す。

2)減少率:試験開始時の堆肥中オレアンドリン濃度に対する減少率

2. 試験2

1)コマツナ生育調査結果

コマツナの生育状況を図4, 生育調査結果を表3に示した。発芽率は、対照区, 5%区および10%区では90%以上であったが, 20%区では50%以下となり発芽障害がみられた。また, 生育過程において, 対照区では葉の黄色化がみられ, 20%区では他試験区と比較して, 生育不良であった。これらの結果から, 対照区および20%区においては, 施肥の過不足があったと考えられる。

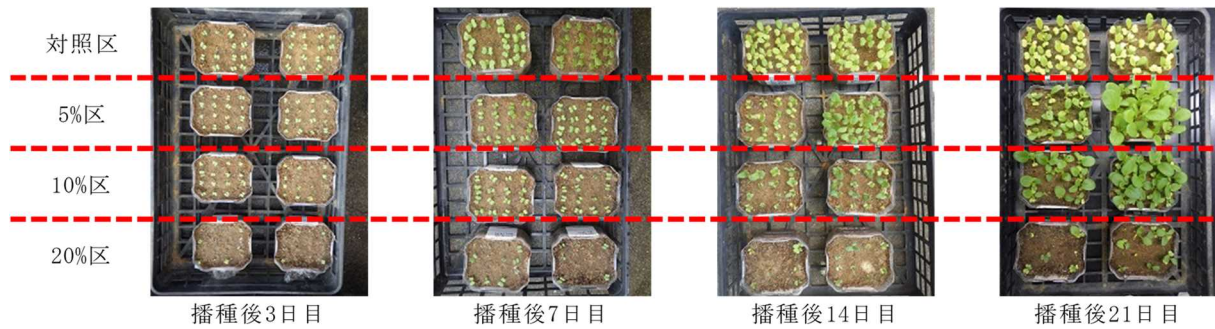


図4 コマツナの生育状況

表3 コマツナの生育調査結果

区分	発芽率 (%)		葉長 (cm)		生体重 (g)
	3日目	7日目	14日目	21日目	21日目
対照区	94.0	97.0	2.5	2.6	1.55
5%区	100.0	100.0	2.5	4.8	3.15
10%区	97.0	94.0	1.9	3.6	2.40
20%区	38.0	50.0	1.4	2.0	0.35

2)オレアンドリン移行率

コマツナにおけるオレアンドリン濃度およびオレアンドリン移行率を表4に示した。20%区は測定に必要な試料が採取できなかったため除外した。5%区および10%区において、コマツナ中に微量のオレアンドリンが検出され、低率ではあるが、オレアンドリンがコマツナへ移行することが確認された。このことから、大量のキョウチクトウが混入した堆肥を用いて作物栽培を行った場合、作物中へオレアンドリンが移行する可能性が示唆された。

表4 コマツナにおけるオレアンドリン濃度およびオレアンドリン移行率

区分	オレアンドリン濃度 ($\mu\text{g/g}$)	オレアンドリン量 (μg)		オレアンドリン移行率 (%)
		コマツナ	堆肥	
対照区	N. D. (<0.002)	-	-	-
5%区	0.002	0.0063	746.4	0.00084
10%区	0.035	0.0840	1257.6	0.00668

注1) N. D. : 不検出

2) 移行率: コマツナ中オレアンドリン量を堆肥中オレアンドリン量で除し算出

オレアンドリンは、堆肥からコマツナへ低率で移行することが確認されたが、コマツナの生育状況は、植害試験マニュアル⁸⁾掲載の参考事例と比較して、全体的に生育不良であった。これは、土壤への堆肥の混合割合で試験区を設定し、肥料成分を考慮しなかったことが要因であると考えられるため、試験方法を再検討し、正常な生育状況での試験を行う必要がある。また本試験は、副資材の全量をキョウチクトウ剪定枝に置き換えて行ったものであり、実際にこれほど大量のキョウチクトウ剪定枝が副資材として混入することは考えにくい。いっぽう、堆肥化によるオレアンドリンの代謝産物およびその毒性等については不明な点が残されていることから、剪定枝の副資材利用においては、キョウチクトウの混入防止対策を行う必要があると考えられる。

V 引用文献

- 1) 林野庁企画課(2018)平成29年木材需給表, 1-10
- 2) 小柳渉・村松克久・関誠(2003)副資材としての生キノコ廃床の特性と乳牛ふんとの混合堆肥化, 新潟県農業総合研究所畜産研究センター研究報告, **14**, 30-35
- 3) 勝野伸吾・中谷洋・増田達明・鈴木良地・近藤一(2006)高吸収水性樹脂の添加が牛ふんの堆肥化に及ぼす影響, 愛知農総試研報, **38**, 187-191
- 4) 竹下美保子・小山太(2014)乳牛ふん堆肥化における副資材としての竹粉砕物の利用, 福岡県農業総合試験場研究報告, **33**, 34-38
- 5) 沖縄県資源循環推進協議会(2013)平成24年度オガコ安定供給・代替資材可能性調査委託業務実績報告書, 3-6
- 6) 嘉数良子・小笠原敬・眞栄田義徳・北村誠・鈴木直人(2017)オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験(3)キョウチクトウ混入剪定枝の堆肥化处理による効果の検証, 沖縄畜研研報, **54**, 99-103
- 7) 財団法人日本土壌協会(2010)堆肥等有機物分析法(2010年版), 29, 財団法人日本土壌協会
- 8) 独立行政法人農林水産消費安全技術センター(2017)植物に対する害に関する栽培試験の方法・解説植害試験マニュアル(2017)
- 9) 農林水産技術会議事務局農業・生物系特定産業技術研究機構(2004)家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル, 1-16
- 10) 沖縄県農林水産部畜産課・一般財団法人沖縄県環境科学センター(2017)平成28年度未利用資源活用畜産オガコ生産モデル事業報告書, 8-163
- 11) 羽賀清典(2004)堆肥化の原理と方法, 農文協編, 社団法人農山漁村文化協会, 畜産環境対策大事典第2版, 53-59
- 12) 神奈川県環境農政局農政部農政課(2007)未利用資源堆肥化マニュアル, 41

研究補助：宮城広明，仲村渠稔

イオン選択性電極を用いた養豚排水中硝酸性窒素濃度の 推定法の検討

二宮恵介 横山浩* 山下恭広* 當眞嗣平
鈴木直人

I 要 約

イオン選択性電極(イオン電極)を用いて養豚排水(処理水)の硝酸性窒素濃度を簡易に推定するため、4施設から採取した処理水48点の硝酸性窒素濃度(Y)、10倍希釈後の硝酸イオン電極値(x)および塩化物イオン電極値(z)を変数とした回帰分析を行ったところ、以下の2つの推定モデルが得られた。

1. 単回帰モデル: $Y = 7.89x - 36.0$ (決定係数 $R^2 = 0.790$)
2. 重回帰モデル: $Y = 9.32x - 1.21z - 18.8$ (自由度調整済み決定係数 $R^2 = 0.829$)

重回帰モデルの決定係数がより高くなったことから、硝酸性窒素濃度の推定においては、塩化物イオン電極による補正が有効であると考えられる。

II 緒 言

養豚を取り巻く環境規制は、近年ますます厳しくなっている。水質汚濁防止法健康項目の一つ「アンモニア、アンモニア化合物、亜硝酸化合物および硝酸化合物」(硝酸性窒素等)は、現在畜産業に対して暫定排水基準 600mg/l が適用されているが、将来的に一般排水基準 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。

畜産現場での排水処理指導においては、処理水の硝酸性窒素等を把握することが重要であるが、その測定はイオンクロマトグラフ等を用いて行うため、現場で直接測定できず、コストや時間がかかる。簡易比色法¹⁾は、処理水のアンモニア性窒素濃度($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸性窒素濃度($\text{NO}_2\text{-N}$)については公定法¹⁾との相関が高いが、硝酸性窒素濃度($\text{NO}_3\text{-N}$)については相関が低いことが報告されている²⁾。このことから、処理水における $\text{NO}_3\text{-N}$ の簡易測定法の確立が必要であると考えられる。

硝酸イオン電極は、電極を試料に浸すことにより $\text{NO}_3\text{-N}$ を簡易に測定できる機器であるが、処理水については、公定法¹⁾では $\text{NO}_3\text{-N}$ が検出されない場合も高い値を示すことがあり、硝酸イオン以外の物質に反応する可能性があることが報告されている²⁾。また、羽賀³⁾によると、硝酸イオン電極を用いた測定では、処理水に含まれる塩化物イオン(Cl)と $\text{NO}_2\text{-N}$ の阻害が顕著であるが、Clを含むサンプルでは硫酸銀を使用することにより従来法と良く一致した測定値が得られたとしている。しかし、硫酸銀は劇物であり、現場での適用は困難である。

そこで本研究では、処理水中の硝酸イオン以外の物質の影響を低減するため、試料を10倍希釈した場合の硝酸イオン電極による $\text{NO}_3\text{-N}$ の測定精度、Clおよび $\text{NO}_2\text{-N}$ が硝酸イオン電極値に及ぼす影響、硝酸イオン電極および塩化物イオン電極を用いた $\text{NO}_3\text{-N}$ の推定法の検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 硝酸イオン電極による $\text{NO}_3\text{-N}$ の測定精度の検証

1) 試験期間

試験は2018年10月に行った。

2) 供試試料

供試処理水の水質を表1に示した。試料は2018年10月15日に国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門内の養豚排水処理施設から採取した処理水を用いた。

表1 供試処理水の水質

測定項目	処理水
pH	8.1
BOD(mg/l)	8.1
SS(mg/l)	11.5
NH ₄ -N(mg/l)	N. D.
NO ₂ -N(mg/l)	N. D.
NO ₃ -N(mg/l)	32.8
Cl(mg/l)	68.0

注) N. D. : 不検出

3) 試験方法

(1) 硝酸イオン電極による NO₃-N の測定精度の検証

NO₃-N を 0~1000mg/l に調製した水溶液 (KNO₃ 溶液) と処理水を混合し、希釈した試料液 (処理水:KNO₃ 溶液:純水=1:1:8) を用いて、硝酸イオン電極 (6581S, HORIBA 社製) およびイオンクロマトグラフ (IC-2010, 東ソー社製) により NO₃-N を測定し、測定値を比較した。また、各 KNO₃ 溶液を純水で希釈した試料液 (KNO₃ 溶液:純水=1:9) を同様に測定した。

(2) Cl が硝酸イオン電極値に及ぼす影響の検証

Cl を 0~2000mg/l に調製した水溶液 (NaCl 溶液) と処理水を混合し、希釈した試料液 (処理水:NaCl 溶液:純水=1:1:8) を用いて、硝酸イオン電極で NO₃-N を測定した。また、イオンクロマトグラフにより NO₃-N および Cl を測定し、測定値を比較した。

(3) NO₂-N が硝酸イオン電極値に及ぼす影響の検証

NO₂-N を 0~1000mg/l に調製した水溶液 (NaNO₂ 溶液) を希釈した試料液 (NaNO₂ 溶液:純水=1:9) を用いて、硝酸イオン電極で NO₃-N を測定した。また、イオンクロマトグラフにより NO₃-N および NO₂-N を測定し、測定値を比較した。

2. 硝酸イオン電極および塩化物イオン電極を用いた NO₃-N 推定モデルの検討

1) 試験期間

試験は 2018 年 10 月から 2019 年 2 月に行った。

2) 供試試料

供試処理水の水質を表 2 に示した。2018 年 9 月から 2019 年 1 月に山形県、茨城県、千葉県、熊本県および本県の養豚排水処理施設 5 カ所 (A~E) から採取した処理水 60 点を用いた。

3) 試験方法

処理水を 10 倍希釈後、硝酸イオン電極、塩化物イオン電極 (6560S, HORIBA 社製) により NO₃-N, Cl を測定した。また、イオンクロマトグラフにより NO₃-N を測定した。イオンクロマトグラフにより測定した NO₃-N, 10 倍希釈後の硝酸イオン電極値および塩化物イオン電極値を変数とした回帰分析を行った。

表2 供試処理水の水質

単位:mg/l

施設	NO ₃ -N			Cl			NO ₂ -N		
	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
A n=9	6.6	34.3	0.1	76.6	87.3	66.4	0.2	1.6	0.0
B n=22	203.9	267.8	0.2	418.4	511.1	333.6	1.9	25.2	0.0
C n=5	4.9	9.9	1.9	599.4	748.4	475.3	1.9	6.9	0.0
D n=12	111.2	179.1	26.1	149.0	190.4	113.7	3.2	36.1	0.0
E n=12	18.2	87.5	2.2	713.4	916.8	461.2	272.9	527.5	65.0

IV 結果および考察

1. 硝酸イオン電極による $\text{NO}_3\text{-N}$ の測定精度の検証

1) 硝酸イオン電極による $\text{NO}_3\text{-N}$ の測定精度

$\text{NO}_3\text{-N}$ と硝酸イオン電極値の関係を図 1 に示した。純水では精度良く測定可能であったが、処理水では実際の濃度より約 70~130mg/l 高い値を示した。これは、過去の報告²⁾と同様の傾向であり、処理水に含まれる硝酸イオン以外の物質が硝酸イオン電極値に影響を与えたと考えられる。これらのことから、処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ を硝酸イオン電極で測定した場合、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は実際より高い値を示す可能性が示唆された。

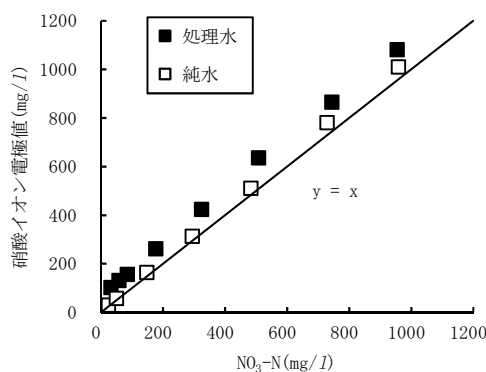


図 1 $\text{NO}_3\text{-N}$ と硝酸イオン電極値の関係

2) Cl が硝酸イオン電極値に及ぼす影響

Cl と測定法の違いによる $\text{NO}_3\text{-N}$ の関係を図 2 に示した。イオンクロマトグラフによる処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ は約 30mg/l であるが、Cl が約 70~180mg/l の時、硝酸イオン電極による $\text{NO}_3\text{-N}$ は約 100mg/l を示し、Cl が約 340mg/l 以上の時、Cl の上昇にともない、硝酸イオン電極による $\text{NO}_3\text{-N}$ は高くなる傾向がみられた。県外における調査⁴⁾によると、処理水の Cl は、最大で約 1200mg/l であったことが報告されている。これらのことから、処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ を硝酸イオン電極で測定した場合、処理水に含まれる Cl の影響を受け、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は実際より高い値を示す可能性が示唆された。

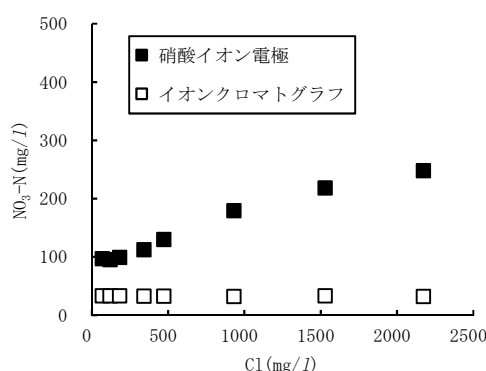


図 2 Cl と測定法の違いによる $\text{NO}_3\text{-N}$ の関係

3) $\text{NO}_2\text{-N}$ が硝酸イオン電極値に及ぼす影響

$\text{NO}_2\text{-N}$ と測定法の違いによる $\text{NO}_3\text{-N}$ の関係を図 3 に示した。 $\text{NO}_2\text{-N}$ の上昇にともない、硝酸イオン電極による $\text{NO}_3\text{-N}$ は高くなる傾向がみられた。このことから、処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ を硝酸イオン電極で測定した場合、処理水に含まれる $\text{NO}_2\text{-N}$ の影響を受け、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は実際より高い値を示す可能性が示唆された。

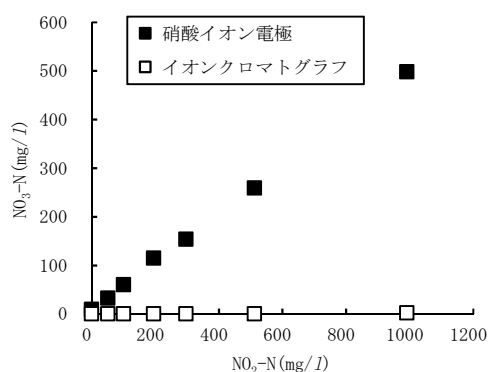


図3 NO₂-Nと測定法の違いによるNO₃-Nへの影響

以上のことから、処理水を10倍希釈し測定した場合においても、硝酸イオン電極による測定値は実際のNO₃-Nよりも高い値を示す傾向がみられた。また、硝酸イオン電極は試料中のClとNO₂-Nの影響を受けることが確認され、羽賀³⁾の報告と同様の結果であった。

2. 硝酸イオン電極および塩化物イオン電極を用いたNO₃-N推定モデルの検討

1) 処理水(n=60)の硝酸イオン電極値とNO₃-Nの関係

処理水の10倍希釈後の硝酸イオン電極値とNO₃-Nの関係を図4に示した。10倍希釈後の硝酸イオン電極値とNO₃-Nは相関係数0.5程度の相関がみられ、10倍希釈後の硝酸イオン電極値(x)から硝酸性窒素(Y)を推定する単回帰モデル $Y = 4.70x - 4.21$ (決定係数 $R^2=0.276$)が得られた。また、10倍希釈後の硝酸イオン電極値(x)および塩化物イオン電極値(z)から硝酸性窒素(Y)を推定する重回帰モデル $Y = 9.97x - 2.48z + 5.68$ (自由度調整済み決定係数 $R^2=0.730$)が得られた。単回帰モデルでは、NO₂-Nの高い施設Eの処理水の影響により決定係数が低かったと考えられる。また、施設Eは、他の施設と比較して、Clが高い傾向がみられたため、重回帰モデルでは塩化物イオン電極の補正により、決定係数が向上したと考えられる。処理水のNO₂-NとCl間には、相関係数0.6程度の相関がみられたものの、ほとんどの処理水にはNO₂-Nが含まれていないため、施設Eの処理水を除外した推定モデルの構築が有効であると考えられた。

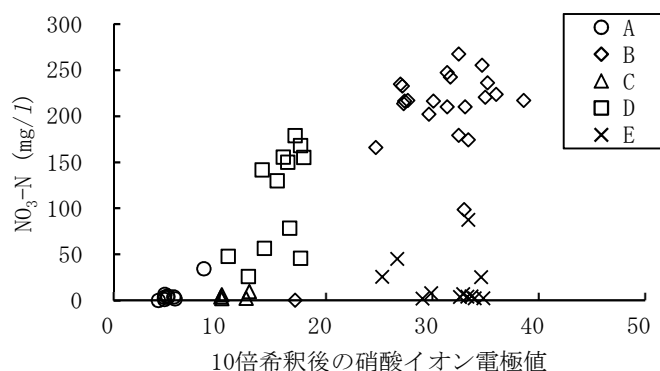


図4 処理水の10倍希釈後の硝酸イオン電極値とNO₃-Nの関係

2) NO₂-Nの高い施設Eを除外した処理水(n=48)を用いたNO₃-N推定モデル

NO₂-Nの高い施設Eを除外した処理水48点を用いて得られたNO₃-N推定モデルを図5, 6に示した。10倍希釈後の硝酸イオン電極値(x)からNO₃-N(Y)を推定する単回帰モデル $Y = 7.89x - 36.0$ (決定係数 $R^2=0.790$)が得られた。また、10倍希釈後の硝酸イオン電極値(x)および塩化物イオン電極値(z)からNO₃-N(Y)を推定する重回帰モデル $Y = 9.32x - 1.21z - 18.8$ (自由度調整済み決定係数 $R^2=0.829$)が得られた。NO₂-Nの高い施設Eの処理水を除くことで、両モデルにおいて決定係数が向上した。

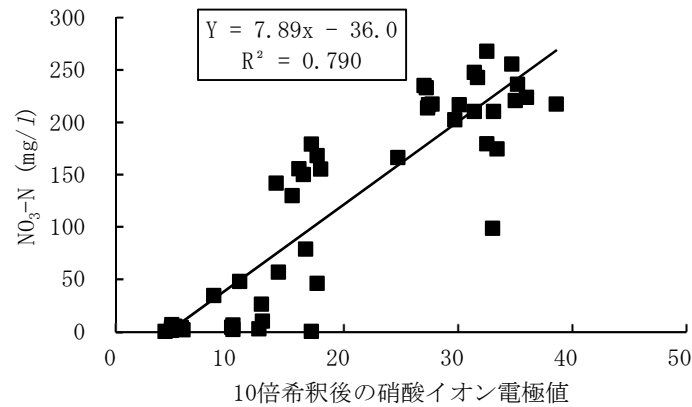


図5 NO₃-N 推定モデル(単回帰モデル, n=48)



図6 NO₃-N 推定モデル(重回帰モデル, n=48)

注)NO₃.N. IC:NO₃-N, NO₃.N. IE:10倍希釈後の硝酸イオン電極値,
Cl. IE:10倍希釈後の塩化物イオン電極値

NO₂-Nの高い施設Eを除外した処理水48点を用いて、イオン電極による処理水中NO₃-Nを推定する単回帰モデル、重回帰モデルを構築したところ、それぞれ決定係数 $R^2=0.790$ 、自由度調整済み決定係数 $R^2=0.829$ となり、当てはまりの良いモデルが得られた。重回帰モデルにおいて、より決定係数が向上したことから、イオン電極によるNO₃-Nの推定では、塩化物イオン電極値による補正が有効であると考えられる。また一般に、活性汚泥法による好気条件下では、アンモニアは硝化菌により亜硝酸を経て硝酸まで酸化される⁵⁾ため、処理水中窒素はアンモニアもしくは硝酸の形態で残存している例が多い^{1, 6)}。このことから、施設EのようにNO₂-Nが高濃度で蓄積する例は少ないと考えられる。しかし、硝酸イオン電極はNO₂-Nに反応することから、本研究で得られたNO₃-N推定モデルの適用にあたっては、公定法とNO₂-Nに高い相関のある簡易比色法^{1, 2)}等を用いてNO₂-Nを確認する必要があると考えられる。

謝 辞

本研究における試料の採取・提供にご協力いただいた養豚農家の皆様、株式会社リセルバーの鎌田様、千葉県畜産総合研究センターの長谷川様、熊本県農業研究センター畜産研究所の林田様、一般財団法人沖縄県環境科学センターの風岡様、辻本様に深く感謝いたします。

V 引用文献

- 1) 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-, 292-315, 公益社団法人日本下水道協会
- 2) 沖縄型畜産排水対策モデル事業共同企業体(2013)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
- 3) 羽賀清典(1979)イオン電極法による家畜ふん尿中の硝酸態窒素の定量, 畜産試験場研究報告, **36**, 111-119
- 4) 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-, 136, 一般財団法人畜産環境整備機構
- 5) 農文協編(2004)畜産環境対策大事典第2版, 72-77, 社団法人農山漁村文化協会
- 6) 田邊眞・川村英輔・倉田直亮(2005)家畜用浄化槽処理水中の環境汚染物質実態調査, 神畜研研報, **90**, 46-49

研究補助：宮城広明，仲村渠稔

酸化溝型浄化槽における炭素繊維等を活用した 窒素除去技術の確立

(1) 炭素繊維の形状および炭素繊維法と間欠ばっ気法の併用による窒素除去効果の検討

鈴木直人 二宮恵介

I 要 約

沖縄式酸化溝型浄化槽における炭素繊維等を活用した窒素除去技術を確立するため、浸漬する炭素繊維担体の形状、設置位置の違いによる生物膜生成量を検討するとともに、炭素繊維法、間欠ばっ気法および両法の併用による窒素除去効果について比較したところ、以下のとおりであった。

1. 炭素繊維担体の形状の違いによる生物膜生成量は、浸漬 10 日目において人工藻型>ムカデ型>西陣帯型の順に多い傾向を示した。
2. 人工藻型における生物膜生成量は、水車からの距離が、8m>3m>11mの順に多い傾向を示した。8m 位置では、浸漬 10 日目で 1 つの炭素繊維担体に 3.24kg の生物膜を生成した。
3. ばっ気処理法、炭素繊維生物膜の有無による窒素除去効果について比較したところ、間欠ばっ気と炭素繊維の併用>間欠ばっ気>炭素繊維>連続ばっ気の順に窒素除去効果が高まり、間欠ばっ気と炭素繊維法の併用により処理前に比べ処理後は 43pt (12.4%) 硝酸性窒素等が低減する傾向にあった。

II 緒 言

養豚を取り巻く環境規制は、近年ますます厳しくなっている。水質汚濁防止法健康項目の一つ「アンモニア、アンモニア化合物、亜硝酸化合物および硝酸化合物」（硝酸性窒素等）は、現在畜産業に対して暫定基準 600mg/l が適用されているが、将来的に一般排水基準の 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。畜産排水中の窒素を除去する原理としては、畜産排水中窒素の主成分であるアンモニアを、好気条件下で硝化菌により亜硝酸または硝酸に酸化し、その後、無酸素条件下で亜硝酸および硝酸を、脱窒細菌により窒素ガスに還元して揮散させる方法が知られている¹⁾。汚水の浄化処理において、山下は、微生物の付着性が高いことが知られている「炭素繊維」に形成される生物膜は厚くなるため、酸素が存在する環境下で嫌気性微生物の保持も可能であり、アンモニウムイオンから窒素ガスへの転換がスムーズに行われることで、硝酸イオンや亜硝酸イオンの液中残存量は顕著に少ない²⁾としている。さらに、伊禮ら³⁾は、回分式活性汚泥浄化処理において、ばっ気・停止を繰り返す間欠ばっ気処理による窒素低減効果が認められたとしている。

そこで、本研究では、水車で攪拌する特徴の沖縄式酸化溝型浄化槽（酸化溝）における炭素繊維法の適用方法を確立するため、炭素繊維担体の形状、設置位置の違いによる生物膜生成量について検討するとともに、小規模実験装置にて炭素繊維法、間欠ばっ気法および両法の併用による窒素除去効果について比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は、2018 年 11 月から 2019 年 1 月に沖縄県畜産研究センター内で実施した。

2. 試験方法

1) 試験1：炭素繊維担体の形状および設置位置による生物膜生成状況の比較

(1) 供試試料

試験に供した炭素繊維担体を写真1～3に示した。炭素繊維担体は、ソーエン社製の西陣帯型(CFH-1)、ムカデ型(CFK-1)および人工藻型(CFS-1)の3種類を供した。

(2) 設置方法

酸化溝への炭素繊維担体設置状況を写真4、平面図を図1に示した。それぞれの炭素繊維担体は、下方に重量0.36kgのおもりを付け、酸化溝(深さ1.5m、有効容積60t、0.4kw水車2基)の水車から約3m、8mおよび11mの位置に工作パイプを水流に対して垂直に張り、パイプから炭素繊維担体をつり下げてばっ気槽内に10日間浸漬した。また、炭素繊維浸漬時の酸化溝内活性汚泥浮遊物質(MLSS)濃度は、 $7,520 \pm 440 \text{mg/l}$ であり、試験はそれぞれの形状の配置を替えながら3回実施した。

(3) 調査項目

調査項目は、浸漬10日後の生物膜生成量とした。生物膜生成量は、現物重量からおもりの重量を除いて算出した。



写真1 西陣帯型



写真2 ムカデ型



写真3 人工藻型



写真4 炭素繊維設置状況

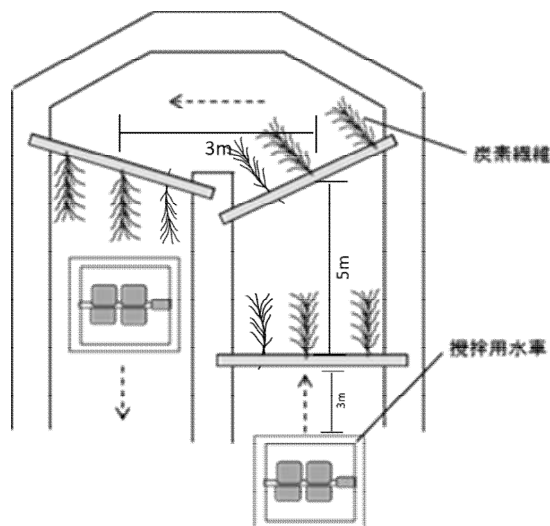


図1 酸化溝への炭素繊維設置（平面図）

2) 試験2：炭素繊維生物膜および間欠ばっ気の併用による窒素除去効果の検討

(1) 試験区分

試験区分を表1に示した。試験区分は、ばっ気方法（間欠ばっ気、連続ばっ気）および炭素繊維生物膜の浸漬の有無により4区分とした。

表 1 試験区分

区分	ばっ気方法	炭素繊維生物膜
連続区	連続	無し
間欠区	間欠	無し
炭素区	連続	有り
併用区	間欠	有り

(2) 試験方法

試験装置の概要を図 2 に示した。試験は、120 l 容タンクに 100 l の当センター酸化溝のばっ気液（活性汚泥）を投入し、爪折りタイマーで制御しながら下からエアストーンにより、2.0 l/min の設定でばっ気した。

ばっ気方法を図 3 に示した。連続ばっ気は 24 時間連続運転で、間欠ばっ気は汚水投入後 1 時間停止・運転を繰り返した。炭素繊維生物膜は、酸化溝にて生成した約 1.5kg の生物膜が付着した人工藻型炭素繊維担体（写真 5）をタンクのフタからつり下げた。また、あらかじめ硝酸カリウム（KNO₃）をタンク内液の NO₃-N 濃度が、300mg/l 程度となるように添加し、さらに脱窒細菌が脱窒機能を有するのに必要な有機物¹⁾ 源として豚舎汚水を 5 l 投入し、試験を開始した。豚舎汚水の水質およびタンク内の活性汚泥の MLSS 濃度を表 2 に示した。

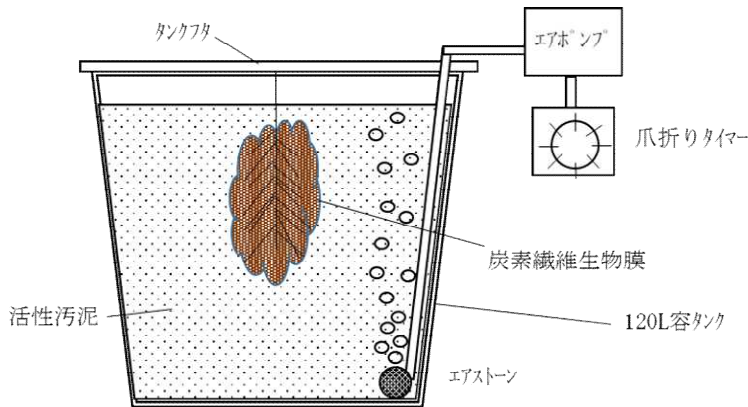


図 2 試験装置の概要

写真 5 炭素繊維生物膜

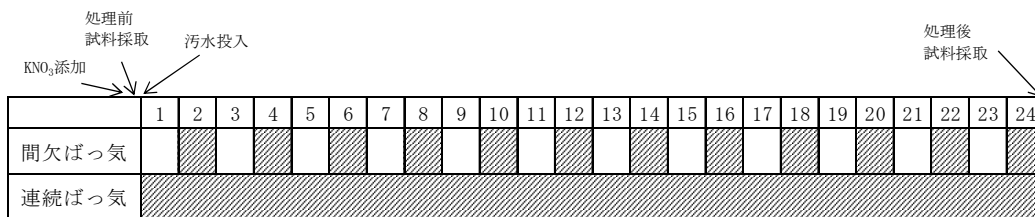


図 3 ばっ気方法

注) 図中 は運転, は停止。

表 2 投入汚水の水質およびタンク内 MLSS 濃度

pH	投入汚水				MLSS mg/l
	BOD mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	
6.6 ± 0.3	3,496 ± 842	375.5 ± 116.5	0.01 ± 0.004	0.07 ± 0.05	5,129 ± 705

(3) 試料採取および調査項目

試料は、タンク内液を NO₃-N 添加後の汚水投入直前と 24 時間後の 2 回採取した。調査項目は、アンモニ

ア性窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$), 亜硝酸性窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$), 硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) および硝酸性窒素等とした。硝酸性窒素等は, $[\text{NH}_4\text{-N}] \times 0.4 + [\text{NO}_2\text{-N}] + [\text{NO}_3\text{-N}]$ から算出した。その他項目の分析は, 環境計量所に依頼し, 流れ分析法で行った。

IV 結 果

1. 試験1: 炭素繊維の形状および設置位置による生物膜生成状況の比較

1) 炭素繊維形状の違いによる浸漬10日目の生物膜生成量の設置3カ所の合計を図4に示した。それぞれの炭素繊維担体3カ所の生物膜生成量合計は, 人工藻型 > ムカデ型 > 西陣帯型の順に多く, それぞれ 1.58kg, 5.41kg, 6.23kg であった。

設置位置においては, 炭素繊維担体1つ当たりの生物膜生成量の最も多かった人工藻型において, 水車からの距離では8mの位置で3.24kgの生物膜生成がみられた。また, 炭素繊維1つ当たり3kg以上の生物膜生成量となった8m位置のムカデ型および人工藻型では, 生物膜が水面に浮遊する状況がみられた。

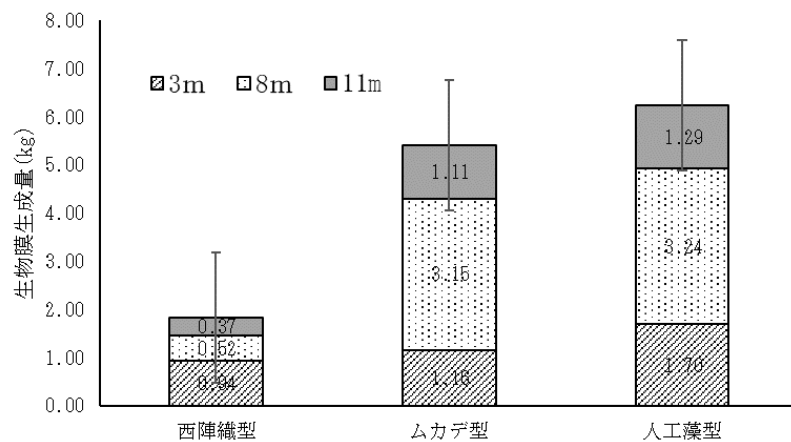


図4 浸漬10日目の生物膜生成量3カ所合計

2. 試験2: 炭素繊維生物膜および間欠ばっ気の併用による窒素除去効果の検討

1) 処理前後の硝酸性窒素等濃度を図5, 硝酸性窒素等の内訳を表3に示した。原污水投入処理前に対する処理1日後の硝酸性窒素等濃度は, 連続区で11pt (3.2%), 間欠区で36pt (10.7%), 炭素区で20pt (6.0%), 併用区で43pt (12.4%) それぞれ減少する傾向にあり, 併用区が最も減少傾向が大きかった。また, それぞれの窒素成分の内訳は, そのほとんどが硝酸性窒素であった。

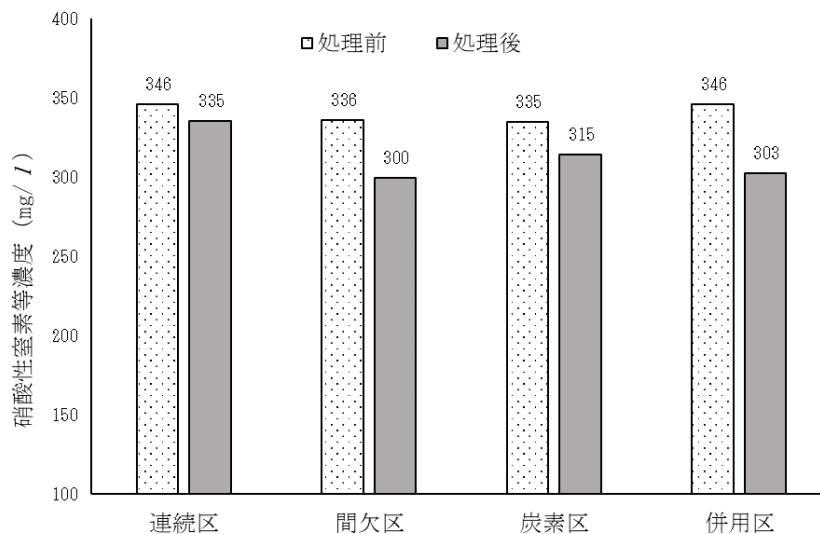


図5 処理前後の硝酸性窒素等濃度

表 3 硝酸性窒素等に係る窒素成分の内訳

単位：mg/L

	処理前				処理後			
	連続区	間欠区	炭素区	併用区	連続区	間欠区	炭素区	併用区
NH ₄ -N	0.20	0.18	0.19	0.40	0.22	5.15	4.87	5.73
NO ₂ -N	0.09	0.09	0.06	0.10	0.28	0.50	0.58	0.47
NO ₃ -N	346.00	336.00	335.00	346.00	335.00	297.00	312.00	300.00

V 考 察

炭素繊維担体の形状の違いによる生物膜生成量の検討について、炭素繊維担体は、本試験に供した以外の形状も市販されており、検討した炭素繊維は、酸化溝の形態、水車による攪拌、メーカーからの提案および予備試験時における作業性等を考慮して選定した。西陣帯型の炭素繊維担体において生物膜が生成されたのは、下方のひらひらの部分のみであり、織物状の部分にはあまり生物膜が付着しておらず、横方向の水流のある酸化溝では生物膜が生成しにくいものと考えられた。設置位置について、8m位置のムカデ型と人工藻型で、炭素繊維 1 つ当たり 3kg 以上と多くの生物膜が生成した。いっぽう、3m位置の水車から近く、水流が速い場所では、生物膜を維持できず崩れている状況がみられ、生成量が比較的少なかった。このため効率的な生物膜生成には、水車から 3m 以上離れた場所から設置する必要があると考えられる。また、本試験では炭素繊維を上からつり下げる設置方法としたが、生物膜生成量が 3kg 以上となった炭素繊維担体では、生物膜が水面に浮き上がっている状況が見られた。これらの生物膜は、膜内にガスがたまりスポンジ様となり、浮き上がりやすくなっていると考えられた。設置方法については、酸化溝の底に沈める方法等検討する必要がある。

脱窒試験について、本試験では、酸化溝での実証検証の参考とするため、小規模装置にて比較検討した。養豚排水の小規模試験では、連続的な運転が、排水のパイプが詰まりやすいなどの理由で実施が困難であったため、バッチ式の 1 日処理による比較検討となった。各区硝酸性窒素等の低減傾向は、併用区 > 間欠区 > 炭素区 > 連続区の順となった。併用区が両法より低減する傾向にあったことから、排水からの窒素除去効果を向上させることが示唆された。

沖縄県内の実態調査⁴⁾によると、養豚農家における浄化処理水中「硝酸性窒素等」濃度の最大値は、304mg/l となっている。今後、酸化溝における実証においては、ばっ気槽内の硝酸性窒素等濃度を人工的に 300mg/l 程度にまで蓄積し、法遵守の 100mg/l 以下まで低減させる検証を行う必要がある。

VI 引 用 文 献

- 1) (一財)畜産環境整備機構畜産環境技術研究所編(2018)畜産汚水の処理技術マニュアル, 47-49, (一財)畜産環境整備機構
- 2) 山下恭広(2015)炭素繊維担体を利用した汚水浄化処理技術, 畜産技術協会編, 畜産技術, 18-21, 公益社団法人畜産技術協会
- 3) 伊禮判・鈴木直人・太田克之・大城まどか・渡久地政康(2002)畜産公害対策試験(12)沖縄畜試研報, 40, 71-74
- 4) 沖縄型畜産排水対策モデル事業共同企業体(2014)平成 25 年度沖縄型畜産排水対策モデル事業に係る業務委託報告書, 巻末 2-5, 沖縄県畜産課

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

栗田夏子 知念司 高江洲義晃* 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、本県での適応性を検討するため、沖縄県畜産研究センター内圃場において、10月播種は3年間、11月播種は2年間にわたり「さちあおば」と比較して生育特性について調査したところ、その結果は次のとおりであった。

- 10月播種では3年平均で1+2番草合計の生草収量、乾物収量とも「さちあおば」が高くそれぞれ5823kg/10a, 881kg/10aであった。1+2+3番草の合計生草収量は「さちあおば」が高く7499kg/10aであったが、乾物収量では「ヤヨイワセ」が高く1174kg/10aとなった。しかし、1+2番草合計、1+2+3番草合計ともに、生草、乾物収量のいずれも品種間で大きな差は認められなかった。
- 11月播種では2年平均で1+2番草合計の生草収量、乾物収量は「ヤヨイワセ」がそれぞれ6376kg/10a, 1042kg/10aと高く、ついで「Kyushu 1」「さちあおば」の順であった。
- いずれの品種も10月下旬から4月上旬の栽培期間中にいもち病および冠さび病の発生は認められなかった。
- 1+2番草合計の生草収量は、「さちあおば」では10月播種の方が11月播種より高かったが、「Kyushu 1」および「ヤヨイワセ」では11月播種の方が高かった。乾物収量では、すべての品種で11月播種の方が高かった。
- 10月播種を3番草まで収穫した場合には、すべての品種で生草、乾物とも1+2+3番草合計収量は11月播種1+2番草の合計収量より高かった。

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検討されてきたが、イタリアンライグラスはいもち病、冠さび病等の病害が発生することが課題であった。しかし、いもち病、冠さび病抵抗性品種である「さちあおば」が育成され、従来品種より収量の高い¹⁾ことが報告されている。

いもち病、冠さび病抵抗性品種の極早生品種は、冬季の比較的早い時期から複数回刈り取りが可能となり、ソルガムとの周年栽培体系により高い年間収量が得られる可能性がある。

そこで、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、本県での適応性を検討するため、10月下旬播種および11月下旬播種を行い、「さちあおば」と比較してその品種特性について調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間

2014年10月14日から2015年4月3日、2015年10月19日から2016年3月30日および2016年10月25日から2017年4月5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

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区面積および区制

2014年は, 1区7.5 m² (条間0.3m×5条×5m), 4反復の乱塊法で配置した。

2015および2016年は, 1区6 m² (条間0.3m×5条×4m), 3反復の乱塊法で配置した。

5. 耕種概要

1) 播種量および播種法

150g/aを条播した。

2) 施肥量および施肥法

10aあたり自家製牛糞堆肥62.5kgを8月にすき込んだ後, N, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ10, 4, 6kgを土壌表面に散布した。追肥として刈り取り後に2014, 2015年度はN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ10, 4, 6kg, 2016年度は, それぞれ10, 0, 10kg土壌表面に散布した。

6. 調査項目及び方法

1) 調査項目

病害程度, 倒伏程度, 出穂程度, 草丈, 生草収量, 乾物収量および乾物率について調査した。

2) 調査方法

調査は, 1区あたり中央部の2.7 m² (3条×0.3m×3m)について, 観察および刈り取り時の測定により行った。刈り取りは「Kyushu 1」の出穂期を目安に, 刈り取り高5cmで行った。

IV 結果および考察

1. 刈り取り調査時期

播種日と刈り取り調査日を表1に示した。

表1 播種日ごとの各調査日

播種日	1番草	2番草	3番草
2014年10月14日	2015年1月27日	2015年3月10日	2015年4月3日
2015年10月19日	2016年1月20日	2016年3月4日	2016年3月30日
2015年11月19日	2016年2月25日	2016年3月28日	
2016年10月25日	2017年1月24日	2017年3月7日	2017年4月5日
2016年11月25日	2017年2月28日	2017年4月4日	

2. 病害程度

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

3. 生育調査結果

1) 10月播種

各年度の10月播種時の生育調査結果を表2に示した。

10月播種では3年平均で1+2番草合計の生草収量, 乾物収量とも「さちあおば」が高かった。1+2+3番草の合計生草収量は「さちあおば」が高く, 乾物収量では「ヤヨイワセ」が高かった。しかし, 1+2番草合計, 1+2+3番草合計ともに, 生草, 乾物収量のいずれも品種間で大きな差は認められなかった。

表2 各年度の10月播種時の生育調査結果

	年度	倒伏程度			出穂程度			草丈(cm)			乾物率(%)		
		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	1番草	2番草	3番草
Kyushu 1	2014	1.0	1.0	1.0	6.8	6.5	7.4	77.8	89.5	68.9	12.3	10.8	19.0
	2015	1.7	—	1.0	5.0	7.0	4.7	96.2	81.7	76.8	16.7	14.6	13.7
	2016	1.0	1.0	1.0	3.0	3.7	4.3	83.1	83.2	78.5	20.8	19.3	20.0
	平均	1.2	1.0	1.0	4.9	5.7	5.5	85.7	84.8	74.7	16.6	14.9	17.6
ヤヨイワセ	2014	1.0	1.0	1.0	6.3	7.0	7.8	81.5	90.6	72.7	12.7	11.9	18.4
	2015	6.2	—	1.0	5.3	6.7	5.3	92.4	83.1	73.5	15.9	14.2	13.9
	2016	1.0	1.0	1.0	4.3	4.0	6.7	92.0	82.6	79.7	20.7	18.7	19.7
	平均	2.7	1.0	1.0	5.3	5.9	6.6	88.6	85.4	75.3	16.4	14.9	17.3
さちあおば	2014	1.0	1.0	1.0	7.0	6.6	7.1	80.4	86.7	65.7	12.0	11.0	16.6
	2015	2.0	—	1.0	5.7	6.7	5.3	91.1	74.4	68.1	16.1	13.4	13.1
	2016	1.0	1.0	1.0	3.0	2.7	3.3	73.8	77.9	76.5	20.3	18.7	19.1
	平均	1.3	1.0	1.0	5.2	5.3	5.2	81.8	79.7	70.1	16.1	14.4	16.3

注1) 倒伏程度および出穂程度は1-9：無-甚とした。

注2) 2015年度2番草の倒伏程度は欠側。

	年度	生草収量(kg/10a)							乾物収量(kg/10a)						
		1番草	2番草	3番草	1+2番草合計	さちあおば比	1+2+3番草合計	さちあおば比	1番草	2番草	3番草	1+2番草合計	さちあおば比	1+2+3番草合計	さちあおば比
Kyushu 1	2014	4704	2907	1019	7611	104	8630	101	599	313	183	912	105	1095	101
	2015	3063	2220	2037	5283	114	7320	118	514	324	280	838	121	1118	124
	2016	1926	2315	2111	4241	77	6352	82	389	446	403	835	77	1238	82
	平均	3231	2481	1722	5712	98	7434	99	501	361	289	862	98	1150	99
ヤヨイワセ	2014	4167	2741	1324	6908	94	8232	96	600	326	244	926	107	1170	108
	2015	3050	2530	1867	5580	121	7447	120	484	360	259	844	122	1103	122
	2016	2019	2370	2019	4389	79	6408	83	406	439	403	845	78	1248	83
	平均	3079	2547	1737	5626	97	7362	98	497	375	302	872	99	1174	101
さちあおば	2014	4204	3111	1269	7315	100	8584	100	529	340	210	869	100	1079	100
	2015	2703	1913	1593	4616	100	6209	100	435	258	210	693	100	903	100
	2016	2944	2593	2167	5537	100	7704	100	597	484	427	1081	100	1508	100
	平均	3284	2539	1676	5823	100	7499	100	520	361	282	881	100	1163	100

2) 11月播種

各年度の11月播種時の生育調査結果を表3に示した。

11月播種では2年平均で1+2番草の合計生草収量、乾物収量とも「ヤヨイワセ」が最も高かった。

表3 各年度の11月播種時の生育調査結果

	年度	倒伏程度		出穂程度		草丈(cm)		乾物率(%)	
		1番草	2番草	1番草	2番草	1番草	2番草	1番草	2番草
Kyushu 1	2015	1.0	1.0	5.7	6.0	94.5	88.3	15.4	14.2
	2016	1.0	1.0	3.0	4.0	99.0	91.3	18.4	18.2
	平均	1.0	1.0	4.4	5.0	96.8	89.8	16.9	16.2
ヤヨイワセ	2015	1.0	1.3	5.7	6.0	90.0	84.0	16.1	13.8
	2016	1.3	1.0	2.7	6.7	90.7	90.3	16.2	19.5
	平均	1.2	1.2	4.2	6.4	90.4	87.2	16.2	16.7
さちあおば	2015	1.0	1.0	5.7	6.0	86.1	84.5	15.0	14.2
	2016	1.7	1.0	2.7	6.7	95.9	88.2	18.1	19.4
	平均	1.4	1.0	4.2	6.4	91.0	86.4	16.6	16.8

注) 倒伏程度, 出穂程度は1-9: 無-甚とした。

	年度	生草収量 (kg/10a)				乾物収量 (kg/10a)			
		1番草	2番草	1+2 番草 合計	さちあ おば比	1番草	2番草	1+2 番草 合計	さちあ おば比
Kyushu 1	2015	2890	2666	5556	95	445	377	822	96
	2016	3315	2611	5926	118	609	475	1084	116
	平均	3103	2639	5741	105	527	426	953	106
ヤヨイワセ	2015	2973	2797	5770	98	478	386	864	101
	2016	4000	2982	6982	139	640	579	1219	130
	平均	3487	2890	6376	117	559	483	1042	116
さちあおば	2015	2940	2933	5873	100	442	415	857	100
	2016	2352	2685	5037	100	417	521	938	100
	平均	2646	2809	5455	100	430	468	898	100

10月播種と11月播種の収量の比較では, 1+2番草の合計生草収量は「さちあおば」では10月播種の方が高かったが, 「Kyushu 1」および「ヤヨイワセ」では11月播種の方が高かった。乾物収量では, すべての品種で11月播種の方が高かった。

10月播種を3番草まで収穫した場合には, すべての品種で生草, 乾物とも1+2+3番草の合計収量は11月播種1+2番草の合計収量より高かった。

また, 10月播種の2番草の収穫時期は3月上旬であり, 10月播種の3番草および11月播種の2番草収穫時期はほぼ同時期の3月下旬から4月上旬であった。早生種のソルガムでは, 3, 4および5月が播種適期とされている²⁾ことから, 後作としての播種は可能であることが示唆された。

倒伏については, 降雨による倒伏にヤヨイワセがやや弱かったが, 収穫までに日数がある場合には回復が見られた。

本試験では, いずれの品種も試験期間中にいもち病, 冠さび病とも発生せず品種間差は確認出来なかったが, 荒川ら³⁾によると「Kyushu 1」, 「ヤヨイワセ」は, 「さちあおば」よりいもち病抵抗性が強く, 冠さび病抵抗性は「ヤヨイワセ」が極強, 「さちあおば」がかなり強, 「Kyushu 1」は強であると報告されている。

また, 種苗会社の品種解説の特性・特徴によると「ヤヨイワセ」は再生力が弱いとの記述があるが, 10月播種の3番草(3年平均)および11月播種の2番草(2年平均)での生草収量, 乾物収量ともに「さちあおば」, 「Kyushu 1」より高い収量が得られ, 両品種との比較では特に問題がないと思われた。

2015年および2017年にそれぞれ品種登録出願されたイタリアンライグラス極早生品種である「ヤヨイワセ」および「Kyushu 1」は, 11月播種では「さちあおば」より収量が高く, 今後極早生品種として

「さちあおば」と同等かそれ以上に有望な品種であることが示唆された。

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「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) 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, 沖縄畜試研報, **39**, 95-104
- 2) 森山高広・仲宗根一哉・伊佐真太郎・長崎祐二・庄子一成・安谷屋兼二・玉代勢秀正(1989)ソルガムの播種期試験, 沖縄畜試研報, **27**, 115-125
- 3) 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

研究補助：玉本博之，照屋剛，平良樹史，久田友美，玉城照夫

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

(2) イタリアンライグラスのトランスバーラ草地への冬季の追播による利用の検討

栗田夏子 知念司 荷川取秀樹

I 要 約

いもち病抵抗性イタリアンライグラス (Ir) の本県での利用法について検討するため、冬季にディジットグラスのトランスバーラ (Tr) 草地へ Ir を追播する方法について調査した。Tr 草地との比較を2年間行い、うち1年は Ir 単播と後作ソルガム (Sor) の周年体系についても比較を行った。その結果は次のとおりであった。

1. 2年間の Tr 草地への Ir 追播試験において、2月から4月の2年平均生草収量は、Tr 草地へ30cm 間隔に Ir 「Kyushu 1」を追播した区が 2652kg/10a であり、他の追播区、無処理区より高かった。しかし、乾物収量は無処理区と同程度で 572kg/10a であった。

2. 「Kyushu 1」30cm 間隔区の全期間の2年平均生草収量は 9518kg/10a であり、無処理区よりやや高かった。しかし、「Kyushu 1」30cm 間隔区の乾物収量は 2530kg/10a であり、無処理区がやや高かった。

3. 「さちあおば」を単播した場合は、2月および4月の生草収量は 5517kg/10a、乾物収量は 923kg/10a であり、追播区の Tr+Ir の合計収量よりも高い収量が得られた。また、後作に Sor を播種すると、Ir+Sor 合計生草収量は 15034kg/10a、乾物収量は 3110kg/10a であり、追播区の全期間の Tr+Ir 合計収量より高かった。

冬季に Tr 草地へ Ir を追播すると、2月から4月の生草収量は増加するが、乾物収量の増加は期待できないことが示唆された。いっぽう、Ir 単播は、追播区の Tr と Ir の合計より高い収量が得られた。

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検討されてきたが、Ir はいもち病、冠さび病等の病害が発生することが課題であった。しかし、いもち病、冠さび病抵抗性品種「さちあおば」が育成され、従来品種より収量の高い¹⁾ことが報告されており、また近年新たな抵抗性品種が作出されている。

寒地型牧草の利用方法のひとつに、暖地型牧草地に寒地型牧草を追播し、土地利用効率と冬期の飼料生産量を向上させる方法があり、これまでにローズグラス²⁾、ギニアグラス^{3, 4)}やジャイアントスターグラス⁵⁾での研究が報告されている。しかし、県内で飼料作物作付面積の約 24.3%を占めるディジットグラス (統計上はパンゴラグラス)⁶⁾の Tr 草地での影響については報告がない。

そこで、冬季にディジットグラスの Tr 草地へいもち病、冠さび病抵抗性の極早生 Ir を追播する方法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

Ir 追播区および Tr 無処理区 (1年目) の試験は、2016年11月15日に Ir を播種し、2017年10月24日まで調査した。

Ir 追播区、Tr 無処理区 (2年目) および Ir と Sor の単播区 (1年目) の試験は、2017年11月20日に Ir を播種し、2018年10月22日まで調査した。

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

暖地型牧草のディジットグラスである「トランスパーラ (Tr)」と、寒地型牧草のイタリアンライグラス (Ir) である「Kyushu 1」および「さちあおば」を供試した。

2017年のIr単播区は「さちあおば」を、後作のソルガム (Sor) は「九州交7号」を供試した。

4. 1区面積および区制

1区9.6 m² (2.4m×4m), 3反復とした。

Tr無処理区および追播区は、品種ごとに乱塊法を用いて配置した。

2017年播種のIr単播区は、Tr無処理区および追播区と同じ圃場内に設置した。

5. 耕種概要

1) 播種量

Tr草地へのIr追播は30cm間隔では1.6kg/10a, 60cm間隔区では0.8kg/10aとした。

2017年播種のIr単播は5kg/10aを散播し、Ir終了後のSorは4kg/10aを散播した。

2) 処理区

追播処理区として、Tr草地に簡易更新機により30cm間隔で耕起したのち、溝にIrを30cmごとに条播した30cm間隔区, 60cmごとに条播した60cm間隔区を設置した。

Irの「Kyushu 1」, 「さちあおば」は、それぞれについて30cm間隔区および60cm間隔区を設けた。

Trの無処理区は、2016年は無耕起とし、2017年は簡易更新機を用いてIr播種区と同様に溝切りをした。

2017年のIr単播区は、同圃場内でTrを除草剤で枯死させ、トラクターで耕起した後、追播区と同日に播種した。Ir終了後の2018年5月2日に小型トラクターで浅く耕耘したのちSorを散播した。

6. 施肥量および施肥法

2016年は10aあたりN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ10, 10, 10kgとなるよう、Ir播種時に全面散布した。刈り取り後は毎回10aあたりN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ10, 4, 10kgとなるよう全面散布した。

2017年は、10aあたりN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ10, 10, 10kgとなるようIr播種時に全面散布したが、葉色が薄く生育不良のため1月29日に10aあたりN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ5, 2, 3kg追肥した。また、Ir終了後のTrの刈り取りごとの追肥は10aあたりN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ10, 4, 8kgとした。単播区のIr終了後のSorの基肥として10aあたりN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ10, 25, 10kg, 生育初期の追肥として10aあたりN 5kg, 刈り取り後の追肥は10aあたりN, P₂O₅, K₂Oを10, 0, 10kgとして全面散布した。

7. 調査項目及び方法

1) 調査項目

草丈, 生草収量, 乾物収量および乾物率を調査した。

2) 調査方法

調査は、1区あたり中央の1 m² (1m×1m) について行った。

Ir生育期間中はIrの出穂期を目安に全区一斉に行った。その後のTrは生育を見ながら随時行った。

Ir単播区の後作Sorは出穂期を目安に行った。

追播区はTr, Irを区分して刈り取りそれぞれ調査した。

刈り取り高はTr, Irは地上5cm, Sorは10cmとした。

IV 結果および考察

1. 2016年生育調査結果

2016年2月21日および4月5日の合計生草収量を図1に、合計乾物収量を図2に示した。

2016年全期間の合計生草収量を図3に、合計乾物収量を図4に示した。

2月21日および4月5日の2回の刈り取りでTrとIrの合計生草収量をもっとも高くなったのは、Tr草地へ30cm間隔にIr「Kyushu 1」を追播した区であった。しかし、乾物収量については「Kyushu 1」30cm間隔区は無処理区と比べてやや高かったが、大きな差は見られなかった。

全期間の合計では、「Kyushu 1」30cm間隔区におけるTrとIrの合計生草収量および乾物収量は、無処理区とほぼ同等であった。

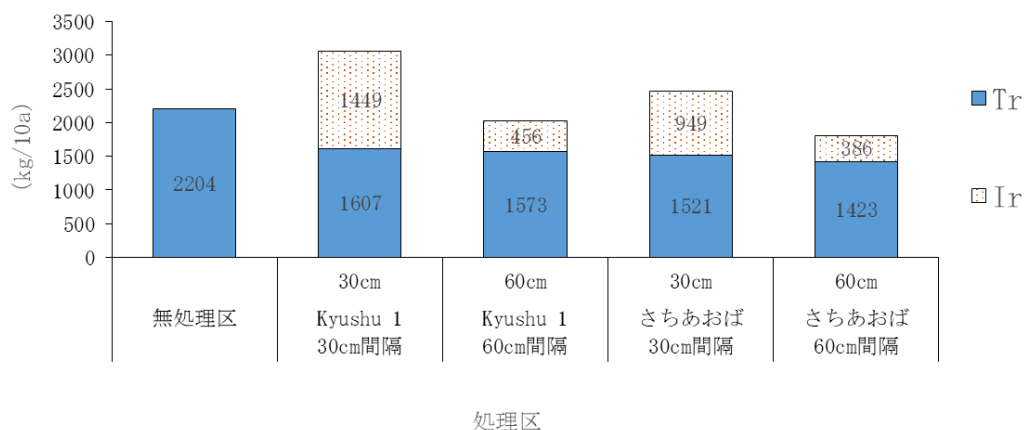


図1 2016年2月21日および4月5日の合計生草収量

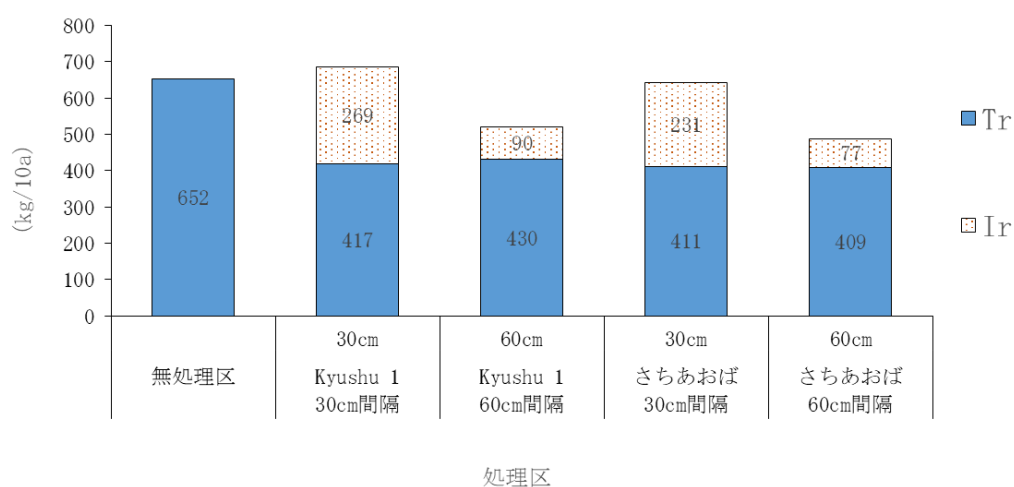


図2 2016年2月21日および4月5日の合計乾物収量

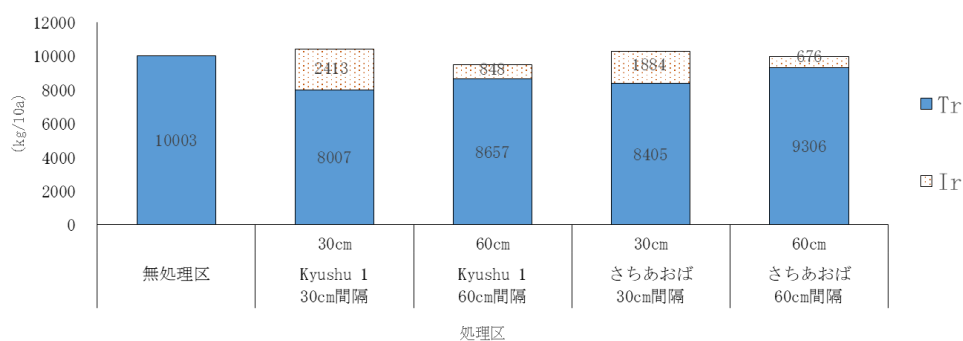


図3 2016年全期間合計生草収量

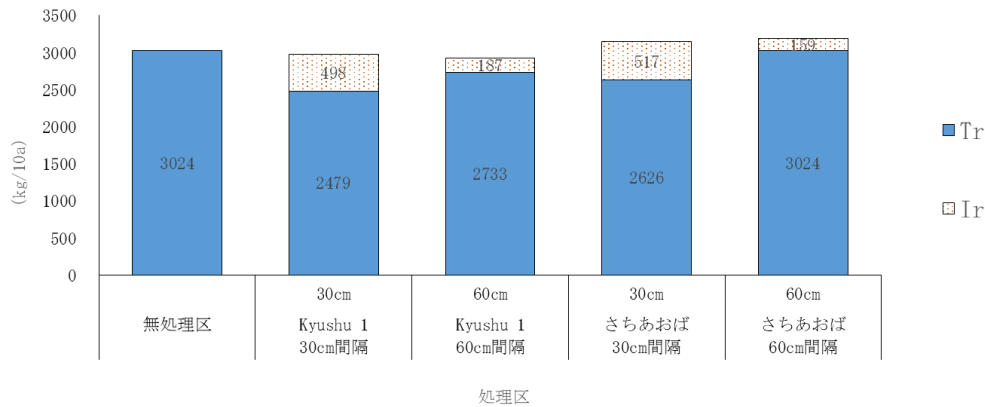


図4 2016年全期間合計乾物収量

2. 2017年生育調査結果

Irの草丈を図5に示した。

1番草, 2番草では追播区は単播区と比較して草丈が低かった。

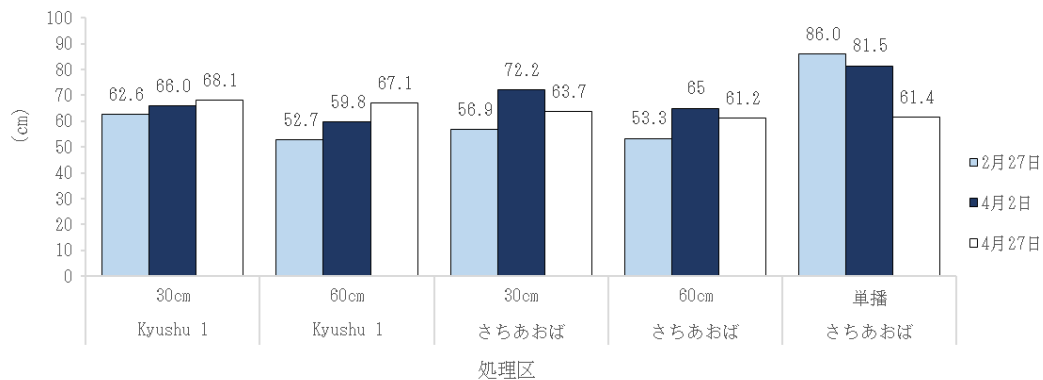


図5 草丈

2017年2月27日と4月2日の合計生草収量を図6に, 合計乾物収量を図7に示した。

2017年全期間の合計生草収量を図8に, 合計乾物収量を図9に示した。

2月27日と4月2日の2回の刈り取りでは, Tr草地へ30cm間隔にIr「さちあおば」を追播した区のTrとIrの合計生草収量が, 他の追播処理区および無処理区より高かった。しかし, 乾物収量はすべての追播処理区および無処理区でほぼ同等であった。「さちあおば」単播区は, 生草および乾物収量とも, いずれの追播処理区および無処理区より非常に高かった。

全期間の合計の生草および乾物収量は, すべての追播処理区および無処理区でほぼ同等であった。

「さちあおば」単播区とSor「九州交7号」の合計生草乾物収量は, すべての追播処理区および無処理区より非常に高かった。

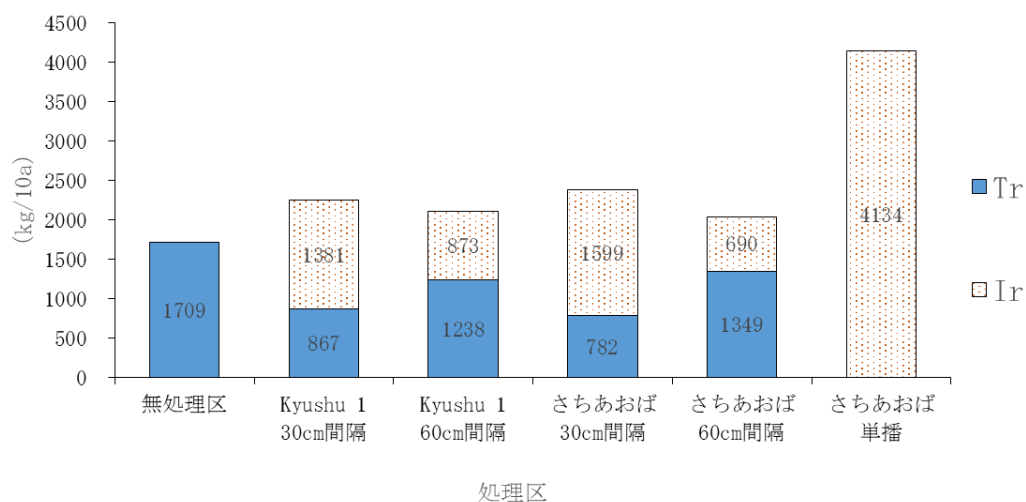


図6 2017年2月27日および4月2日の合計生草収量

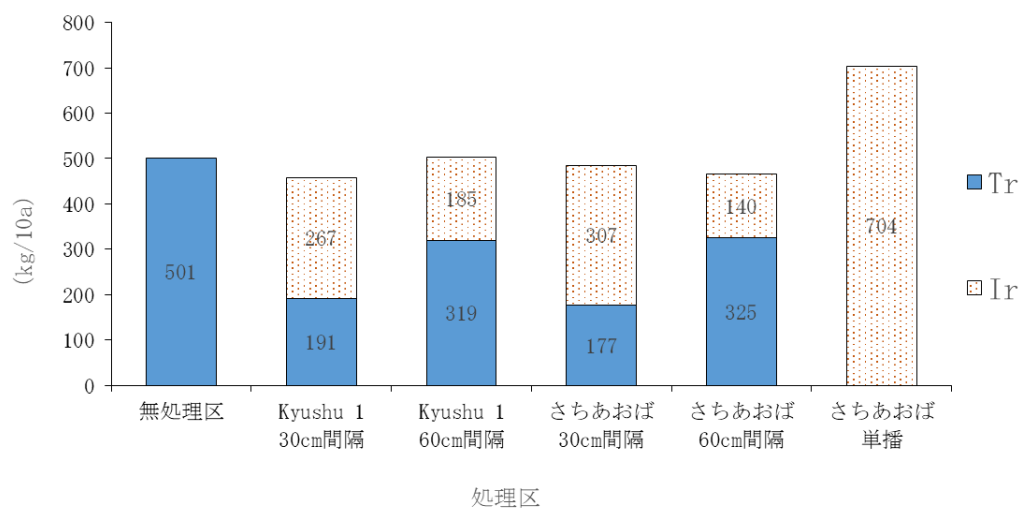


図7 2017年2月27日および4月2日の合計乾物収量

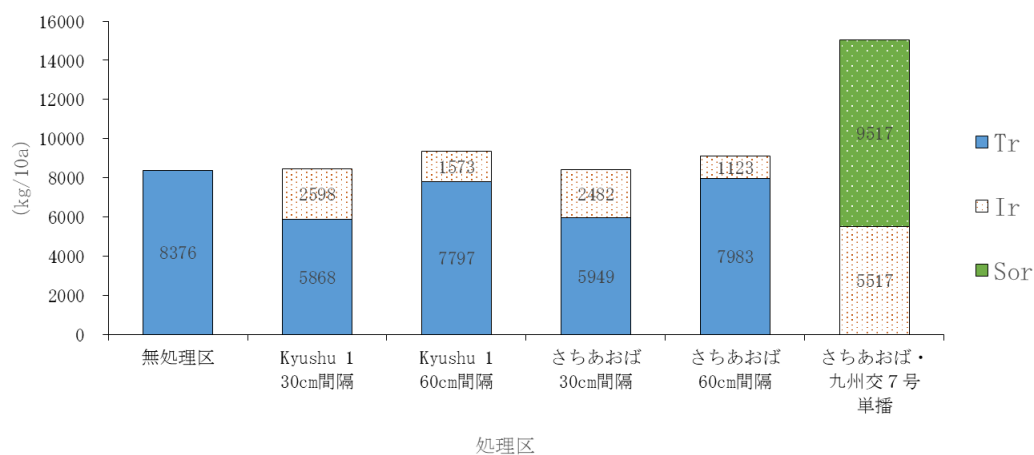


図8 2017年全期間合計生草収量

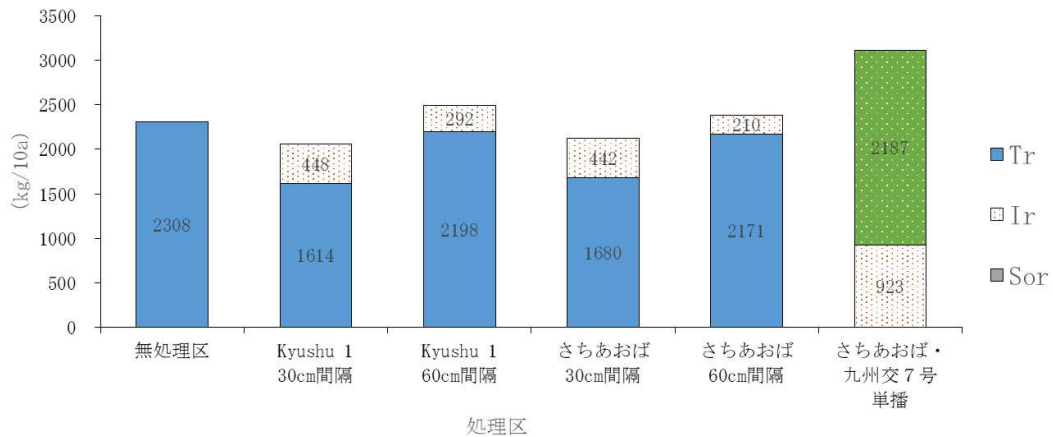


図9 2017年全期間合計乾物収量

2年間のTr草地へのIr追播試験において、2月から4月の2年平均生草収量は、Tr草地へ30cm間隔にIr「Kyushu 1」を追播した区が2652kg/10aであり、他の追播区、無処理区より高かった。しかし、乾物収量は572kg/10aであり、無処理区と同程度であった。

全期間の2年平均生草収量は、「Kyushu 1」30cm間隔区が9518kg/10aであり、無処理区よりやや高かった。しかし、乾物収量は「Kyushu 1」30cm間隔区が2530kg/10aであり、無処理区がやや高かった。

これらの結果から、Tr草地へIrを追播する方法は、青刈りで利用する場合には冬季の増収が期待できるが、乾物収量の向上は期待できないと思われた。また、年間の収量についても、追播区の生草収量はやや高くなるが、乾物収量の増加は期待できないと思われた。

いっぽう、「さちあおば」を単播した場合は、2月および4月に追播区のTr+Irの合計収量よりも高い収量が得られた。また、後作にSorを播種すると、Ir+Sor合計収量は、追播区的全期間のTr+Ir合計収量より高かった。

収量の比較は上記のとおりであったが、刈り取り時期や草種により消化率や栄養価は変わると考えられることから、今後栄養成分についても調査する必要があるものと思われる。

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「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) 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, 沖縄畜試研報, **39**, 95-104
- 2) 庄子一成・伊佐真太郎・与古田稔(1996)グレインドリルを利用したローズグラス草地へのえん麦の追播, 日草九支報, **26**(2), 36-40
- 3) 守川信夫・安谷屋兼二・庄子一成(1998)ギニアグラス草地におけるイタリアンライグラス直まき追播法の検討, 沖縄畜試研報, **36**, 117-120
- 4) 奥村健治・稲福政史・幸喜香織・蝦名真澄(2006)冬期追播したイタリアンライグラスの品種および播種時期がギニアグラス永年草地の収量に及ぼす影響, 日草誌, **51**(4), 348-353
- 5) 波平知之・石垣圭一・井村信弥・堤ひとみ・岡朋子・屋宜朝宣・玉城政信(2018)南西諸島におけるジャイアントスターグラス草地の低温期生産性に及ぼすイタリアンライグラス追播量の影響, 日暖畜報, **61**(2), 77-81
- 6) 沖縄県農林水産部畜産課(編)(2018)おきなわの畜産, 33

付属資料

2016年播種における刈り取り時ごとの草丈 (cm)

処理区		区分	調査日					
品種名	条間隔		2月21日	4月5日	5月25日	7月21日	9月12日	10月24日
無処理区		Tr	37.3	20.4	68.5	67.3	63.3	49.9
Kyushu 1	30cm	Ir	54.0	62.3	—			
		Tr	38.5	25.6	75.8	51.3	71.1	49.1
Kyushu 1	60cm	Ir	45.5	50.1	—			
		Tr	37.0	21.5	77.1	64.3	67.5	52.5
さちあおば	30cm	Ir	41.1	43.7	—			
		Tr	33.8	21.8	67.9	62.1	69.2	45.9
さちあおば	60cm	Ir	40.8	55.9	—			
		Tr	31.7	21.1	70.6	65.30	69.8	52.3

注1) Trはトランスバーラ，Irはイタリアンライグラスを示す。

注2) 5月25日のイタリアンライグラスは欠測。

2016年播種における刈り取り時ごとの生草収量 (kg/10a)

処理区		区分	調査日						区分ごと 合計	合計
品種名	条間隔		2月21日	4月5日	5月25日	7月21日	9月12日	10月24日		
無処理区		Tr	1458	746	2300	1933	1533	2033	10003	10003
Kyushu 1	30cm	Ir	276	1173	964				2413	10420
		Tr	1176	431	1300	1767	1583	1750	8007	
Kyushu 1	60cm	Ir	67	389	392				848	9505
		Tr	1202	371	1833	2167	1317	1767	8657	
さちあおば	30cm	Ir	511	438	935				1884	10289
		Tr	1175	346	1517	2117	1583	1667	8405	
さちあおば	60cm	Ir	65	321	290				676	9982
		Tr	1172	251	2083	2467	1400	1933	9306	

注) Trはトランスバーラ，Irはイタリアンライグラスを示す。

2016年播種における刈り取り時ごとの乾物収量 (kg/10a)

処理区		区分	調査日						区分ごと 合計	合計
品種名	条間隔		2月21日	4月5日	5月25日	7月21日	9月12日	10月24日		
無処理区		Tr	478	174	586	637	577	572	3024	3024
Kyushu 1	30cm	Ir	55	214	229				498	2977
		Tr	330	87	312	620	575	555	2479	
Kyushu 1	60cm	Ir	15	75	97				187	2920
		Tr	344	86	459	763	479	602	2733	
さちあおば	30cm	Ir	141	90	286				517	3143
		Tr	337	74	430	737	579	469	2626	
さちあおば	60cm	Ir	13	64	82				159	3183
		Tr	354	55	569	911	513	622	3024	

注) Trはトランスバーラ，Irはイタリアンライグラスを示す。

2016年播種における刈り取り時ごとの乾物率

(%)

処理区		区分	調査日					
品種名	条間隔		2月21日	4月5日	5月25日	7月21日	9月12日	10月24日
無処理区		Tr	32.6	23.6	25.4	33.2	37.6	30.5
Kyushu 1	30cm	Ir	19.8	18.3	23.9			
		Tr	28.3	19.9	24.1	35	36.0	30.3
Kyushu 1	60cm	Ir	22.3	20.6	24.9			
		Tr	28.9	23.8	25.3	35.2	36.3	30.9
さちあおば	30cm	Ir	23.1	20.7	30.0			
		Tr	28.7	21.3	28.7	34.8	36.4	29.7
さちあおば	60cm	Ir	20.1	19.9	28.6			
		Tr	30.0	22.3	27.7	37.00	36.7	28.4

注) Trはトランスバーラ, Irはイタリアンライグラスを示す。

2017年播種における刈り取り時ごとの草丈

(cm)

処理区		区分	調査日								
品種名	条間隔		2月27日	4月2日	4月27日	6月8日	6月26日	7月24日	8月10日	9月26日	10月22日
無処理区		Tr	36.4	21.1	25.2	69.7		68.0			53.1
Kyushu 1	30cm	Ir	62.6	66.0	37.1						
		Tr	32.2	21.5	31.2	58.1		67.1			57.0
Kyushu 1	60cm	Ir	52.7	59.8	67.1						
		Tr	30.4	20.4	30.7	65.5		71.9			63.3
さちあおば	30cm	Ir	56.9	72.2	63.7						
		Tr	24.7	21.9	29.4	59.8		66.2			56.7
さちあおば	60cm	Ir	53.3	65	61.2						
		Tr	29.1	22.2	30.1	67.0		68.6			57.3
さちあおば	単播	Ir	86.0	81.5	61.4						
九州交7号		Sor					228.0		221.0	220.0	

注) Trはトランスバーラ, Irはイタリアンライグラス, Sorはソルガムを示す。

2017年播種における刈り取り時ごとの生草収量

(kg/10a)

処理区		区分	調査日								区分ごと 合計	2草種 合計	
品種名	条間隔		2月27日	4月2日	4月27日	6月8日	6月26日	7月24日	8月10日	9月26日			10月22日
無処理区		Tr	1267	442	933	2417		1700			1617	8376	8376
Kyushu 1	30cm	Ir	733	648	1367							2748	8616
		Tr	600	267	517	1567		1450			1467	5868	
Kyushu 1	60cm	Ir	350	523	700							1573	9370
		Tr	867	371	743	2183		1733			1900	7797	
さちあおば	30cm	Ir	867	732	883							2482	8431
		Tr	483	299	500	1683		1317			1667	5949	
さちあおば	60cm	Ir	267	423	433							1123	9106
		Tr	833	516	967	2200		1667			1800	7983	
さちあおば	単播	Ir	2617	1517	1383							5517	15034
九州交7号		Sor					3967		3000	2550		9517	

注) Trはトランスバーラ, Irはイタリアンライグラス, Sorはソルガムを示す。

2017年播種における刈り取り時ごとの乾物収量

(kg/10a)

処理区 品種名	条間隔	区分	調査日								区分ごと 合計	合計	
			2月27日	4月2日	4月27日	6月8日	6月26日	7月24日	8月10日	9月26日			10月22日
無処理区		Tr	379	122	167	558		482			600	2308	2308
Kyushu 1	30cm	Ir	130	137	202							469	2083
		Tr	131	60	81	397		414			531	1614	
Kyushu 1	60cm	Ir	64	121	107							292	2490
		Tr	231	88	119	552		504			704	2198	
さちあおば	30cm	Ir	138	169	135							442	2122
		Tr	105	72	85	416		376			626	1680	
さちあおば	60cm	Ir	47	93	70							210	2381
		Tr	207	118	164	537		485			660	2171	
さちあおば 九州交7号	単播	Ir	370	334	219							923	3110
		Sor				920		688	579		2187		

注) Trはトランスバーラ, Irはイタリアンライグラス, Sorはソルガムを示す。

2017年播種における刈り取り時ごとの乾物率

(%)

処理区 品種名	条間隔	区分	調査日								
			2月27日	4月2日	4月27日	6月8日	6月26日	7月24日	8月10日	9月26日	10月22日
無処理区		Tr	30.1	27.9	18.2	23.1		28.3			37.3
Kyushu 1	30cm	Ir	17.4	21.1	14.8						
		Tr	21.8	22.5	15.8	25.3		28.5			36.1
Kyushu 1	60cm	Ir	18.1	23.1	15.3						
		Tr	25.7	23.5	16.1	25.3		28.9			37
さちあおば	30cm	Ir	15.9	23.1	15.3						
		Tr	21.7	24.1	17.1	24.7		28.5			37.6
さちあおば	60cm	Ir	17.6	23.4	16.3						
		Tr	24.6	23.0	16.8	24.4		29.1			36.7
さちあおば 九州交7号	単播	Ir	14.3	22.0	15.9						
		Sor					23.1		23.0	22.7	

注) Trはトランスバーラ, Irはイタリアンライグラス, Sorはソルガムを示す。

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」の品種特性

栗田夏子 知念司 高江洲義晃* 荷川取秀樹

I 要 約

紫斑点病抵抗性のある早生スーダン型ソルガムの「九州交7号」について、本県での適応性およびイタリアンライグラス極早生種との輪作の可能性を検討するため、沖縄県畜産研究センター内圃場において、3月下旬および4月下旬播種における生育特性を調査した。

1. 「峰風」、「KS-2」と比較して、3月播種3年平均、4月播種2年平均ともに「九州交7号」がもっとも乾物収量が高く、それぞれ2861kg/10a、2676kg/10aであった。
2. 「九州交7号」にはすす紋病の発生が認められ、「峰風」「KS-2」はすす紋病と紫斑点病の発生が認められた。2つの病害による病斑の程度を比較すると「九州交7号」がもっとも葉の褐変が少なかった。

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多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。しかし、飼料作物作付面積5653ha¹⁾のうちソルゴの作付面積は37ha²⁾とまだ少ないのが現状である。

本県において、ソルガムは11月までの利用となり³⁾、土地利用効率を上げるためには冬季の作物との輪作が望ましい。寒地型牧草であるイタリアンライグラスのいもち病抵抗性極早生品種は、早播きおよび比較的短期間で多数回刈りが可能になることから、早生のソルガムとの周年栽培体系により高い年間収量が得られる可能性がある。

そこで、西南暖地で夏から秋にかけて発生の多い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」⁴⁾について、本県での適応性を検討するため、3月下旬および4月下旬播種におけるその品種特性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

2015年3月27日から2015年10月16日、2016年3月22日から2016年10月13日、2017年3月23日から2017年10月17日および2018年3月26日から2018年9月26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

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

「九州交7号」、「峰風」(標準品種)および「KS-2」(比較品種)を用いた。

4. 1区面積および区制

1区9.6m²(条間0.6m×4条×4m)、3反復の乱塊法で配置した。

5. 耕種概要

1) 播種量および播種法

80粒/m²を発芽率で補正した播種量を条播した。

*現沖縄県中部農業改良普及センター

2) 施肥量および施肥法

10aあたりN, P₂O₅, K₂Oを基肥としてそれぞれ10, 25, 10kgを土壌表面に散布した。追肥は生育初期(6葉期)にNを5kg, 刈り取り後にNおよびK₂Oをそれぞれ10kgずつ土壌表面に散布した。

6. 調査項目及び方法

1) 調査項目

病害程度, 茎数, 乾物収量および乾物率を調査した。

2) 調査方法

調査は, 1区あたり中央部の2.4 m² (2条×0.6m×2m)について, 出穂期以降を目安に一斉に行った。刈り取り高は10cmで行った。

IV 結果および考察

1. 刈り取り調査時期

播種日と各番草の刈り取り調査日を表1に示した。

2017年3月23日播種は発芽不良が見られ, 著しく茎数が少なかったため, 調査を打ち切った。

表1 播種日と各番草の調査日

播種日	1番草	2番草	3番草
2015年3月27日	2015年7月1日	2015年8月21日	2015年10月16日
2016年3月22日	2016年6月29日	2016年8月23日	2016年10月13日
2017年3月23日			
2017年4月24日	2017年6月29日	2017年8月23日	2017年10月17日
2018年3月26日	2018年6月5日	2018年7月20日	2018年9月14日
2018年4月27日	2018年6月21日	2018年8月8日	2018年9月26日

2) 生育調査結果

病害程度, 茎数, 乾物収量および乾物率を表2に示した。

3月下旬播種の3年平均の乾物収量は, 「九州交7号」が2861kg/10aでありもっとも高かった。4月下旬播種の2年平均の乾物収量は, 「九州交7号」が2676kg/10aでありもっとも高かった。

3月播種と4月播種の乾物収量の比較では, 「九州交7号」, 「KS-2」は3月播種の方が高かったが, 「峰風」は4月播種の方が高かった。いずれの品種も3月および4月播種とも3番草においても十分利用できる収量が得られた。

森山らは, 早生品種の播種適期は3月, 4月および5月で, 乾物収量は2500~3000kg/10aを期待できると報告しており³⁾, 今回の3月および4月の試験ではほぼ同様の結果が得られた。しかし, 3月播種では, 2016年は他の播種日よりもっとも高い収量が得られたが, 2017年は発芽不良で調査できず, 2015年においては干ばつの影響で発芽まで20日を要するなど, 年による変動が大きかった。

病害については, 2017年および2018年は紫斑点病とすす紋病の発生が認められた。紫斑点病とすす紋病の病害程度を総合すると, 「九州交7号」が葉の褐変等が少ない傾向にあった。

倒伏は, いずれの品種も大雨や強風により生育中にやや傾いたが, 収穫期には回復し, 収穫に支障はなかった。

表2 播種日と各番草の調査結果

播種日	病害程度			茎数 (本/m ²)			乾物率 (%)			乾物収量 (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	1番草	2番草	3番草	合計
2015年3月27日													
九州交7号	1.0	1.1	1.0	60.4	51.1	83.5	35.5	22.8	26.7	1623	502	1030	3155
峰風	1.0	2.3	1.0	39.2	30.8	59.2	35.2	23.8	28.7	1437	534	1033	3004
KS-2	1.3	1.9	1.1	34.4	27.2	50.4	26.9	19.5	22.5	1542	484	880	2906
2016年3月22日													
九州交7号	1.0	1.0	1.0	29.3	48.8	51.9	37.1	31.2	24.0	933	1306	826	3065
峰風	1.0	1.0	1.0	19.7	42.5	33.7	36.2	32.5	25.8	790	1356	539	2685
KS-2	1.0	1.0	1.0	26.3	49.9	45.6	29.8	31.1	20.4	1210	1598	888	3696
2017年4月24日													
九州交7号	1.7	2.0	3.7	40.7	60.2	61.8	31.1	36.9	36.0	1006	958	972	2936
峰風	2.0	2.7	2.0	21.1	31.8	45.1	28.9	36.8	35.0	865	880	958	2703
KS-2	2.0	3.7	2.7	26.4	32.8	33.9	23.6	33.0	28.6	833	1028	836	2697
2018年3月26日													
九州交7号	1.0	1.0	3.0	25.1	30.7	39.3	22.4	24.5	27.0	551	723	1088	2362
峰風	1.0	3.3	6.3	12.5	21.3	25.1	17.8	22.6	28.0	248	651	925	1824
KS-2	1.0	2.0	5.0	11.7	20.6	22.4	16.1	18.6	21.1	338	627	845	1810
2018年4月27日													
九州交7号	1.0	2.3	2.7	50.7	42.6	50.3	26.0	25.9	23.6	728	872	816	2416
峰風	2.0	5.0	6.0	31.7	33.3	41.7	22.3	25.6	24.6	634	929	916	2479
KS-2	2.0	5.3	4.7	41.3	32.9	32.9	18.6	19.6	19.1	834	844	715	2393

注) 病害程度は1-10: 無-甚とした。

スーダン型ソルガム早生品種「九州交7号」は、3月下旬および4月下旬に播種することで、9月中旬から10月中旬までに3回刈りすることができ、高い収量が得られた。土地利用効率を上げるためには冬期の作物との輪作が望ましく、その一つとしてイタリアンライグラスがあげられる。いもち病抵抗性極早生品種「Kyushu 1」は、10月下旬播種の2番草の収穫時期は3月上旬であり、10月下旬播種の3番草および11月下旬播種の2番草収穫時期はほぼ同時期の3月下旬から4月上旬であった⁵⁾。上記の2品種によるソルガムとイタリアンライグラスの周年栽培体系は、ソルガムの栽培終了が10月中旬になることがあり、再度10月下旬にイタリアンライグラスを播種する場合には、圃場準備期間が短いと考えられる。そのため、毎年輪作するためには、ソルガムの刈り取り間隔の短縮化や、不耕起での播種等を検討する必要があると思われる。

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「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)(2018)おきなわの畜産, 33
- 2) 農林水産省(2018)平成29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,
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&year=20170&month=0&tclass1=000001032288&tclass2=000001032753&tclass3=00>

0001112815

- 3) 森山高広・仲宗根一哉・伊佐真太郎・長崎祐二・庄子一成・安谷屋兼二・玉代勢秀正(1989) ソルガムの播種期試験, 沖縄畜試研報, **27**, 115-125
- 4) 高井智之, 我有満, 桂真昭, 山下浩, 上床修弘, 荒川明, 波多野哲也, 松岡誠, 木村貴志(2017) 紫斑点病抵抗性の早生スーダン型ソルガム系統「ナツサカエ」, 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/2017/karc17_s13.html
- 5) 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

研究補助：玉本博之，照屋剛，平良樹史，久田友美，玉城照夫

汎用型飼料収穫機による長大作物利用の検討

(1) 耐倒伏性飼料用トウモロコシ利用の検討

栗田夏子 知念司 荷川取秀樹

I 要 約

耐倒伏性飼料用トウモロコシについて、本県での適応性を検討するため、沖縄県畜産研究センター内圃場において生育特性を調査した。

1. 試験期間のいずれの播種時期でも、1000kg/10a以上の乾物収量を得られた品種が1品種以上あった。1月および2月播種では2000kg/10a以上の乾物収量が得られる品種が2品種あった。

2. 最大瞬間風速20m/s程度の台風後には、倒伏程度は低いが、茎の折損程度が高い品種があった。そのときの乾物収量は、台風前に若刈りした方が高い品種が1品種であり、台風後の適期に収穫する方が高い品種が3品種であった。また、最大瞬間風速30m/s程度の台風後でも十分な収量が得られたが、倒伏程度が高い品種があった。

これらのことから、最大瞬間風速30m/s程度以上の台風が接近する予報の場合には、収穫適期の前であっても収穫することを検討するべきであると思われる。

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多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、長大飼料作物の利用についても検討する必要がある。県内ではケーングラス等長大作物を収穫するために汎用型飼料収穫機が導入されており、同一機械により飼料用トウモロコシ等の収穫も可能である。いっぽう、森山ら¹⁾により本県でのトウモロコシの播種適期が明らかにされたが、飼料作物作付面積5653ha²⁾のうち飼料用青刈りトウモロコシの作付面積は1ha³⁾とまだ少ない。

近年では、耐倒伏性や耐病性があり収量の向上した飼料用トウモロコシ品種が多く作出されていることから、これらの品種の本県での適応性を調査した。

III 材料および方法

1. 試験期間

2016年10月25日から2018年10月1日まで行った。

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

耐倒伏性の飼料用トウモロコシ品種のうち、相対熟度(RM)113から127および晩生の9品種から各播種日ごとに3~4品種用いた。

4. 1面積および区制

1区8.4m²(条間0.7m×4条×3m)とし、3反復の乱塊法で配置した。

5. 耕種概要

1) 播種法

株間22cmとし、1カ所2粒播きした後、1本仕立てとした。播種後、ダイアジノン粒剤5を6kg/10aを散布した。

2) 施肥量および施肥法

10aあたり堆肥1t, N, P₂O₅, K₂Oを基肥としてそれぞれ10, 25, 10kgを土壌表面に散布した。追肥は

生育初期に 10a あたり N, K₂O をそれぞれ 10, 10kg を散布した。

2018 年 6 月から 8 月播種については堆肥は施用せず、1 月から 3 月播種の圃場後の残根をすき込んで播種した。

6. 調査項目および方法

1) 調査項目

草丈, 生草収量, 乾物収量, 乾物率, 雌穂の熟度 (ミルクラインまたは収穫ステージ), 倒伏程度を調査した。

2017 年 7 月 3 日播種の台風強風後については, 折損程度を調査した。

2) 調査方法

調査は, 1 区あたり中央部の 2.8 m² (2 条×0.7m×2m) について行った。

調査はいずれかの品種がミルクライン 50 程度に達した時を目安に, 刈取り高 10cm で行った。

IV 結果および考察

播種日別の調査日, 各供試品種の RM および調査結果を表 1 に示す。

2018 年 7 月 31 日および 8 月 27 日播種については, 9 月 29 日に発生した最大瞬間風速 43.9m/s の暴風による被害で調査できなかったため 10 月 1 日に試験を終了した。

試験期間のいずれの播種時期でも, 1000kg/10a 以上の乾物収量を得られた品種が 1 品種以上あり, 1 月および 2 月播種では 2000kg/10a 以上の乾物収量を得られる品種が 2 品種以上あった。

品種 B は RM122 の早中生品種で, 供試した 1, 2, 3, 4, 10, 11 および 12 月のすべての時期で最も高い収量であった。幅広い時期に適応する品種と考えられるが, 倒伏にやや弱い傾向があった。

6 月および 7 月播種においては, RM127 で中生品種の品種 G が最も収量が高かった。

森山ら³⁾は, トウモロコシ 3 品種 (RM がそれぞれ 118, 125, 138) を用い 1 年間の播種試験を行い, 本県におけるトウモロコシ生育特性を報告している。今回の試験では, 現在流通している耐倒伏性品種を用いたが, 1 月から 4 月および 6 月播種では, 供試したいずれの品種も森山らの報告した同月の乾物収量より高く, もっとも高い収量を比較すると 1.3~2 倍となった。いっぽう 10 月から 11 月播種では, 1 品種のみが同等で他は低く, 12 月では 2 品種が同等か高い乾物収量となった。

表1 播種日別の調査日、各供試品種のRMおよび調査結果

播種日	調査日 (生育日数)	品種	RM	草丈 (cm)	生草収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	ミルクライン または 収穫ステージ	倒伏 程度
2016年10月25日	2017年2月28日 (126)	品種A	115	159	2976	827	27.9	50	1.0
		品種B	122	172	3941	1144	29.2	糊熟期	1.0
		品種C	晩生	143	3393	863	25.5	乳熟期	1.0
2016年11月25日	2017年4月20日 (146)	品種A	115	171	3881	1109	28.6	50	1.0
		品種B	122	174	6288	1572	25.0	40	1.0
		品種C	晩生	150	5095	1281	25.1	30	1.0
2016年12月12日	2017年5月8日 (147)	品種A	115	155	2571	847	33.2	60	1.0
		品種B	122	196	5464	1674	30.8	50	1.0
		品種C	晩生	169	4857	1395	28.5	30	1.0
2017年4月24日	2017年7月18日 (85)	品種D	114	209	4982	1560	31.5	50	1.0
		品種A	115	216	5232	1645	31.4	30	1.0
		品種B	122	239	5937	1763	29.7	50	1.0
2017年7月3日	2017年9月11日 (70)	品種C	晩生	197	5000	1329	34.9	40	2.0
		品種E	124	184	4369	1208	27.6	20	1.0
		品種F	125	171	3083	857	27.8	30	2.0
2017年7月3日	2017年9月22日 (81)	品種G	127	176	3423	950	28.1	20	1.0
		品種C	晩生	175	3458	901	26.3	10	1.0
		品種E	124	188	3768	1180	31.2	40	1.0
2017年7月3日	2017年9月22日 (81)	品種F	125	174	2941	985	33.5	30	1.0
		品種G	127	182	4131	1335	32.1	20	1.7
		品種C	晩生	177	3994	1217	30.5	20	2.0
2018年1月25日	2018年6月13日 (139)	品種H	113	225	5964	2104	35.3	80	1.0
		品種A	115	239	5119	1894	37.0	50	1.0
		品種B	122	253	6393	2223	34.8	30	1.0
2018年2月27日	2018年6月21日 (114)	品種E	124	238	6369	2188	34.4	30	1.0
		品種H	113	231	6327	2221	35.1	70	2.0
		品種A	115	241	4500	1632	36.8	40	2.3
2018年3月22日	2018年7月9日 (109)	品種B	122	249	6851	2226	32.5	50	4.3
		品種E	124	230	4851	1936	40.2	40	3.0
		品種H	113	239	5548	1768	32.1	60	7.3
2018年3月22日	2018年7月9日 (109)	品種A	115	244	4708	1616	34.4	40	4.3
		品種B	122	249	5786	1777	30.8	60	4.7
		品種E	124	238	4649	1559	33.4	80	4.3
2018年6月29日	2018年9月21日 (84)	品種E	124	176	3976	1280	32.3	30	2.0
		品種G	127	186	4214	1353	32.2	40	1.3
		品種C	晩生	180	3554	1115	34.5	20	2.3
		品種I	晩生	184	4018	1278	32.0	30	1.0

注) 倒伏程度は1-9: 無-甚とした。

調査期間に接近した台風とその最大瞬間風速について表2に示す。

表2 試験期間に強風が発生した台風およびその最大瞬間風速

最大瞬間風速発生日	接近台風号	最大瞬間風速(m/s)
2017年9月13日	18号	23.5
2018年6月16日	6号	24.2
2018年7月2日	7号	30.4
2018年7月10日	8号	26.0
2018年7月21日	10号	21.1
2018年8月15日	14号	22.8
2018年9月29日	24号	43.9

注) 気象庁名護観測所での観測値

2017年7月3日播種では、台風接近前やや早い時期に刈り取る場合と、台風通過後の調査を行った。台風前の早刈りは生育70日目の9月11日に調査し、9月13日に最大瞬間風速23.5m/s(名護)となった台風18号の通過後、生育81日目の9月22日に調査を行った。

台風強風後の折損程度を表3に示す。

いずれの品種も耐倒伏性が非常に強いとされる品種であり、9月22日の調査でも倒伏程度は低かったが、台風の強風による折損程度が高い品種があった。

RMが一番小さい品種Eは、倒伏や茎の折損程度が小さいものの、台風前の方が乾物収量が高かった。他の3品種は倒伏や折損が品種Eと比較して大きいにも関わらず、台風後の方が乾物収量が高かった。

表3 台風強風後の折損程度

品種	折損程度
品種E	2.3
品種F	6.9
品種G	3.0
品種C	2.8

注) 折損程度は1-10:無-甚とした。

2018年は台風襲来が続き、2月以降に播種した区はすべて最大瞬間風速20m/s以上の台風により1回以上遭遇した。2月27日播種6月21日調査区は、6月16日の最大瞬間風速約24m/sの台風後の調査で、倒伏程度が2から4.3と低かった。3月22日播種7月9日調査区は、7月2日の最大瞬間風速約30m/sの台風後の調査で、いずれも1500kg/10a以上の乾物収量が得られたが、倒伏程度が4.3から7.3と高い品種があった。いっぽう、2018年7月31日および8月27日播種したものは、それぞれ生育60日目と33日目にあたる9月29日に最大瞬間風速40m/sを超える暴風により、倒伏および折損が著しく調査できなかった。

本県におけるトウモロコシの播種適期は、11月から2月上旬とされている³⁾が、1月および2月播種では収穫が6月以降となり、台風の接近の可能性もある。本試験の結果から、最大瞬間風速30m/s程度以上の台風が接近する予報の場合には、収穫適期の前であっても収穫することを検討するべきであると思われる。

県内ではケーングラスやソルガム等の長大作物をサイレージ調製できる汎用型飼料収穫機を導入している組織がある。ケーングラスは春と夏の年2回の収穫体系⁴⁾であり、ソルガムは11月までの利用となる⁵⁾。同一の機械で収穫できるトウモロコシは、冬季にも栽培できソルガムとの輪作も可能であるこ

とから、栽培体系に入れることで機械利用効率、土地利用効率および年間収量を向上させられるものと考えられる。

V 引用文献

- 1) 森山高広・仲宗根一哉・伊佐真太郎・長崎祐二・庄子一成・安谷屋兼二・玉代勢秀正(1989)トウモロコシの播種期試験, 沖縄畜試研報, 27, 99-114
- 2) 沖縄県農林水産部畜産課(編)(2018)おきなわの畜産, 33
- 3) 農林水産省(2018)平成29年産飼料作物の収穫量(全国農業地域別・都道府県別)青刈りとうもろこし, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&year=20170&month=0&tclass1=000001032288&tclass2=000001032753&tclass3=00001112815>
- 4) 境垣内岳雄, 樽本祐助, 服部育男, 神谷充, 吉田広和鹿(2017)鹿児島県奄美地域における収穫時期の異なる年2回収穫栽培での飼料用サトウキビ品種「しまのうしえ」の生育および収量, 日作紀, 86(1), 56-61
- 5) 森山高広・仲宗根一哉・伊佐真太郎・長崎祐二・庄子一成・安谷屋兼二・玉代勢秀正(1989)ソルガムの播種期試験, 沖縄畜試研報, 27, 115-125

研究補助：玉本博之，照屋剛，平良樹史，久田友美

職 員 一 覧
(2019 年 3 月現在)

所 長		長崎 祐二
企画管理班	班 長 研究主幹 主 任 主 任 主 事 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員 農林水産技能員	久高 将雪 山城 存 長嶺 義孝 岩崎 義史 宮平 昌治 伊藝 博志 玉城 照夫 照屋 剛 仲根安利 久田 友美 玉本 博之 宮城 広明 仲程 正巳 平良 樹史 仲村 稔 山城 一也 赤嶺 圭作
育種改良班	班 長 主任研究員 主任研究員 研究員 研究員 研究員 研究員	荷川取秀樹 知念 司 栗田 夏子 渡慶次 功 未澤 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) 主任研究員 研究員	鈴木 直人 親泊 元治 伊禮 判 當眞 嗣平 二宮 恵介

2018 年度（平成 30 年度）編集委員会

編集委員長	久高	将雪
事務局長	山城	存
編集委員	知念	司
編集委員	當眞	嗣平
編集委員	光部	柳子
編集委員	二宮	恵介
編集委員	安村	陸

沖縄県畜産研究センター試験研究報告第 56 号

平成 31 年 3 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）
