

## 蒸煮台湾ハンノキチップによる肥育試験

仲宗根 一 哉   嘉手苺 幸 男\*   森 山 高 広  
 長 崎 祐 二   安谷屋 兼 二   庄 子 一 成

### I はじめに

本試験は林地に残存する除、間伐材や低利用の木質資源を反芻家畜の粗飼料源として有効利用することを目的としている。前報<sup>1)</sup>では飼料化の対象としているギンネム、イタジイ、台湾ハンノキの3樹種について蒸煮処理を行い、飼料成分、消化率、栄養価について検討した。その結果、これらの樹種の中では台湾ハンノキが最も飼料化に適していると判断された。そこで今回、蒸煮台湾ハンノキチップの粗飼料としての実用性を検討するために乳用種去勢牛を用いて給与試験を実施し、若干の知見が得られたので報告する。なお、本試験は沖縄開発庁の委託によるものである。

### II 材料および方法

#### 1. 試験期間

馴 致 : 1988年10月11日～1989年4月19日

本試験 : 1989年4月20日～9月27日

#### 2. 供試牛

乳用種去勢牛(平均月齢12カ月、平均体重350kg)各区3頭計6頭を用いた。

#### 3. 供試飼料

給与した飼料および養分含量は表-1のとおりである。なお蒸煮台湾ハンノキチップは沖縄県林業試験場所有の木質系飼料化装置HZ-VB-40F型(日立造船製)を用いて、213℃、20kg/cm<sup>2</sup>の飽和水蒸気で蒸煮処理したもので解繊処理は施していない。

表-1 給与飼料の養分含量

(乾物中%)

飼 料 名	DM	CP	TDN	Ca	P
肉用牛配合飼料	87	15.0	83	0.67	0.52
大豆粕	88	52.2	87	0.33	0.70
アルファルファヘイキューブ	89	17.4	54	1.33	0.29
蒸煮台湾ハンノキチップ	82	0	45	0	0
スーダングラス乾草	90	4.7	52	—	—
パンゴラグラス乾草	90	8.0	54	—	—

\* 沖縄県林業試験場

#### 4. 試験区分

各区の1日1頭あたりの飼料給与量は表-2のとおりである。

表-2 1日1頭当たりの飼料給与量

	現物kg、( )内は乾物kg			
	I期 (350~400kg)		II期 (400~500kg)	
	試験区	対照区	試験区	対照区
肉用牛配合飼料	4.8 (4.2)	4.8 (4.2)	6.4 (5.6)	6.4 (5.6)
大豆粕	0.4 (0.4)	0.4 (0.4)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)
アルファルファヘイキューブ	1.0 (0.9)	1.0 (0.9)	0.6 (0.5)	0.6 (0.5)
乾草	4.7 (4.2)	4.7 (4.2)	4.7 (4.2)	4.7 (4.2)
蒸煮タイワンハンノキチップ	2.4 (2.0)	0	2.0 (1.6)	0
総乾物量 (kg)	11.64	9.64	12.02	10.42
総乾物中濃厚飼料のDM%	39.1	47.2	47.3	54.6
総乾物中蒸煮タイワンハンノキチップのDM%	17.2	—	13.3	—
濃厚飼料のTDN (DM kg)	3.78	3.78	4.70	4.70
蒸煮タイワンハンノキチップのTDN (DM kg)	0.90	—	0.72	—
全飼料のTDN (DM kg)	7.33	6.44	7.89	7.17

#### 5. 体重測定

毎週1回、午後1時に測定した。

#### 6. 飼養管理

供試牛は試験区と対照区に区分し、1区3頭の群飼とした。飼料給与は午前、午後の2回行い、水および鉱塩は自由飲水、自由舐食とした。

### III 結果および考察

#### 1. 飼料給与の検討

馴致期間では、試験区について蒸煮タイワンハンノキチップ（以下チップと略す。）の量を徐々に増やしながら給与した。馴致期間の供試牛の発育は両区とも順調で、特に異常は認められず、ほぼ同程度の増体であったが、試験区では対照区に比較してTDN要求率が高く、採食量が多い傾向にあった。

このため、本試験においては、チップ給与により、採食率を高め、養分摂取量を増やすことを期待し、両区とも濃厚飼料および乾草の給与量を同量とし、試験区についてはこれにチップを加えて給与することとした。

乾草は暖地型イネ科牧草（パンゴラグラス、スーダングラス）およびアルファルファヘイキューブを用いた。両区とも期待DGを1.2kgとして必要TDN量を算出し、その必要TDN量に対し

て飼養標準の約110%~120%を給与することとして、平均体重350~400kgまでをI期、400~500kgまでをII期として飼料給与量を決定した。

試験区の給与粗飼料中に占めるチップの重量割合は乾物でI期32%、II期28%とした。また試験区のI期における全給与飼料TDN含量中、チップのTDN含量は12.3%で、II期では9.1%であった。

2. 増体成績および体重の推移

増体成績は表-3及び図-1のとおりである。試験区の試験開始時の平均体重は346.3kg、I期終了時(61日間)で67.7kg増体し、DGは1.11kgであった。また、II期終了時(97日間)では83.3kg増体し、DG0.86kgであった。全期間(158日間)のDGは0.96kgで目標DGを下回った。

対照区の試験開始時の平均体重は354.0kg、I期終了時で54.0kg増体し、DGは0.89kgであった。またII期終了時では90.7kg増体し、DGは0.94kgであった。全期間のDGは0.92kgで目標DGを下回った。

図-2に時期別のDGの値を示した。試験区では試験開始4週(I期)で高い増体を示したが、それ以降は増体が鈍化した。対照区では試験開始前半の増体が低かったがII期に入り比較的順調に増体した。しかしII期の後半には再び増体が鈍化した。

従って、I期では試験区の1日あたりの増体量が対照区より高く、II期では対照区が高かった。全期間では試験区がやや高かったが、有意差は認められなかった。

表-3 増体成績

区分	体 重 (kg)			D G		
	開始時	I期終了時	II期終了時	I期	II期	全期
試験区	346.3±37.8	414.0±43.0	497.3±48.0	1.11	0.86	0.96
対照区	354.0±42.1	408.0±46.0	498.7±45.4	0.89	0.94	0.92

※ I期：61日、II期：97日

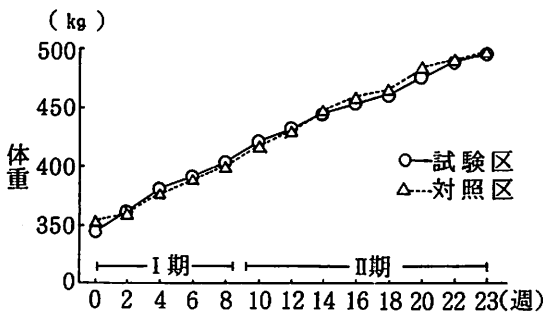


図-1 体重の推移

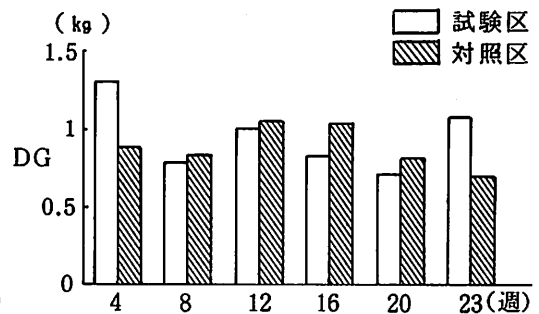


図-2 DGの推移

3. 飼料の摂取量

飼料の摂取状況を表-4に示した。濃厚飼料(肉牛用配合飼料および大豆粕)、アルファルファヘイキューブは両区とも給与量に対し全期間100%の採食率であった。乾草の採食率はI期、II

期とも試験区で高く、全期間で試験区が97.1%、対照区は89.1%であった。試験区におけるチップの採食率はI期で91.9%と高かったが、II期には74.1%に低下した。全期間の乾物摂取量は試験区で1803.6kg、対照区で1522.3kgとなり、試験区が対照区に比較して約18%高い値を示した。

表-4 飼料の摂取状況

区 分	I 期 (61日)			II 期 (97日)			全期間 飼 料 採食率 (%)
	摂取量 (kg)	kg/日	採食率 (%)	摂取量 (kg)	kg/日	採食率 (%)	
<b>【試験区】</b>							
肉用牛配合飼料	292.7 (254.6)	4.8 (4.2)	100	620.8 (540.1)	6.4 (5.6)	100	100
大 豆 粕	24.4 ( 21.5)	0.4 (0.4)	100	9.7 ( 8.5)	0.1 (0.1)	100	100
アルファルファ ヘイキューブ	61.0 ( 54.3)	1.0 (0.9)	100	58.2 ( 51.8)	0.6 (0.5)	100	100
乾 草	281.1 (253.0)	4.6 (4.1)	98.7	435.2 (391.6)	4.5 (4.0)	96.1	97.1
蒸煮タイワン ハンノキチップ	134.5 (110.3)	2.2 (1.8)	91.9	143.8 (117.9)	1.5 (1.2)	74.1	81.8
<b>【対照区】</b>							
肉用牛配合飼料	292.8 (254.7)	4.8 (4.2)	100	620.7 (540.0)	6.4 (5.6)	100	100
大 豆 粕	24.4 ( 21.5)	0.4 (0.4)	100	9.7 ( 8.5)	0.1 (0.1)	100	100
アルファルファ ヘイキューブ	61.0 ( 54.3)	1.0 (0.9)	100	58.2 ( 51.8)	0.6 (0.5)	100	100
乾 草	265.5 (239.0)	4.4 (3.9)	93.3	391.7 (352.5)	4.0 (3.6)	86.5	89.1

※ ( ) 内は乾物量

以上の結果から全期間を通して、蒸煮タイワンハンノキチップ給与が増体成績に及ぼす影響は明らかでなかったが、I期における試験区の増体成績および飼料採食率は対照区に比較して高い傾向にあった。

本試験における飼料給与設計は、全飼料中に占める濃厚飼料の給与量が一般に行われている肥育のそれよりも少ない。そのため、肥育後半の増体が鈍化したものと考えられた。したがって、肥育前半は、蒸煮タイワンハンノキチップを含めた粗飼料を中心に給与し、飼料の乾物摂取量を高め、肥育後半において濃厚飼料多給に切替えて飼育する方法が良いと考えられる。いずれにしても蒸煮タイワンハンノキチップの粗飼料の代替性は蒸煮シラカンパ<sup>2)</sup>等と比べ劣るものと判断された。また、今回供試した蒸煮タイワンハンノキはチップ状であったが、これをさらに解繊処理した場合では、可消化養分総量の値は同じであっても、反芻家畜がこれを消化する際の消化に費やすエネルギーは異なるものと考えられる。すなわち、解繊処理によって、反芻家畜が摂取したエネルギーを増体に転化する効率は未解繊処理の場合よりも向上することが期待される。

#### IV 要 約

蒸煮タイワンハンノキチップ給与による乳用種去勢牛の肥育試験を実施した。その結果は次のとおりであった。

1. 試験期間 (158日間) での1日あたりの増体量は試験区が0.96kgであった。粗飼料として乾草のみを給与した対照区の1日あたり増体量は0.92kgで、試験区がやや高い値を示したが有意差は認められなかった。
2. 肥育前期 (61日間) における試験区の増体成績および飼料採食率は対照区に比較して高い傾向にあった。
3. 給与飼料の乾物摂取量は試験区で1803.6kg、対照区で1522.3kgとなり、試験区が対照区に比較して約18%高い値を示した。

#### V 文 献

- 1) 仲宗根一哉 外2名、未利用木質資源の飼料化、沖畜試研報、26、121-124、1989
- 2) 農林水産省、蒸煮シラカンバによる乳牛および肉牛の飼養マニュアル、1987

付表-1 体重の推移

(kg ±標準偏差)

月 日	試 験 区	対 照 区
1989. 4.19	346.3±37.8	354.0±42.1
4.25	364.0±36.1	361.7±35.5
5. 2	362.0±37.2	362.0±35.2
5. 9	379.7±37.4	367.7±35.6
5.16	381.7±34.8	378.0±38.0
5.24	388.0±41.3	385.0±34.6
5.30	392.3±45.8	390.7±39.5
6. 6	404.0±39.7	397.0±33.7
6.13	403.7±43.3	401.7±47.2
6.20	414.0±43.0	408.0±46.0
6.27	421.0±48.4	419.0±48.7
7. 4	427.0±46.9	431.0±47.7
7.11	432.0±46.6	431.3±36.8
7.18	436.0±48.9	440.7±44.7
7.26	445.7±47.0	449.0±44.3
8. 2	446.0±50.0	450.7±44.7
8. 8	455.3±50.5	460.7±41.5
8.15	456.3±54.2	464.3±45.3
8.22	462.7±49.6	467.0±47.9
8.29	475.7±54.0	475.3±42.7
9. 7	476.7±55.0	485.3±45.1
9.13	477.7±53.5	482.0±42.8
9.19	490.3±55.0	492.3±46.2
9.26	497.3±48.0	498.7±45.4

# オガサワラスズメノヒエの給与試験

前川 勇\* 森山 高広 庄子 一成  
伊佐 真太郎\*\* 仲宗根 一哉

## I はじめに

オガサワラスズメノヒエ (*Paspalum Conjugatum* Berg.) は、草地で厄介な雑草とされており、その防除対策が望まれている。一方、嗜好性は良いとはいえないが、粗飼料としての利用が可能であるとの意見もある。このことから、オガサワラスズメノヒエの防除法を検討する前に、防除あるいは活用の判定に資するため、今回家畜による採食量、飼料成分等を調査したので報告する。

## II 材料および方法

### 1. 調査1：山羊による採食量調査及び飼料成分調査

#### (1) 調査期間

第1期：1986年6月24日～7月23日 (30日) オガサワラスズメノヒエ給与  
第2期：同年7月24日～8月6日 (14日) ローズグラス給与  
第3期：同年8月7日～8月13日 (7日) オガサワラスズメノヒエ給与

#### (2) 供試山羊

雑種成雌2頭

#### (3) 給与方法

慣行どおり施肥したオガサワラスズメノヒエと、ローズグラスを宵刈りで給与した。給与回数は1日2回とし、午前9時および午後5時に給与した。給与量は常に残食の出る量とした。

#### (4) 調査項目

- 1) 供試飼料の性状：生育段階、草高、再生日数、乾物率調査
- 2) 採食量：生草採食量、乾物採食量調査
- 3) 体重の推移：調査期間中の定時の体重測定
- 4) 供試飼料の飼料成分：一般飼料成分及びペプシン・セルラーゼ<sup>1)</sup>法による乾物消化率の測定

### 2. 調査2：牛による採食量調査

#### (1) 調査期間

第1期：1986年11月20日～11月30日 (11日) ギニアグラス (ナツユタカ) 給与  
第2期：同 年12月1日～12月14日 (14日) オガサワラスズメノヒエ給与

\* 沖縄県農林水産部農林総務課

\*\* 沖縄県農林水産部畜産課

第3期：同年12月15日～12月25日（11日） ネピアグラス給与

(2) 供試牛

黒毛和種繁殖用雌牛2頭

(3) 給与方法

慣行どおり施肥したオガサワラスズメノヒエ、ギニアグラス及びネピアグラスを青刈りで給与した。給与回数は1日2回とし、午前10時および午後4時に給与した。

給与量は常に50%以上の残食が出る量とした。

(4) 調査項目

1) 採食量：生草採食量、乾物採食量調査

2) 体重の推移：調査期間中の定時の体重測定

### Ⅲ 結果および考察

#### 1. 調査1について

(1) 供試飼料の性状

給与時の供試飼料の性状を表-1に示した。青刈給与のため、給与期間中に生育ステージが進んだ。

表-1 供試飼料の性状

供試飼料 (区分)	再生日数 (日)	生育段階	刈取時草高 (cm)	現存量 (kg/10a)	乾物率 (%)
オガサワラスズメノヒエ (第1期)	25～55	節間伸長～出穂始	20～24	1,000～2,200	21.7
ローズグラス (第2期)	41	節間伸長～出穂始	70～80	1,500～2,300	24.9
オガサワラスズメノヒエ (第3期)	70～77	出穂始～出穂期	25～40	1,000～2,320	28.8

供試飼料の飼料成分の分析結果を表-2に示した。

オガサワラスズメノヒエは乾物消化率 (in-vitro)、粗蛋白質、粗脂肪の面からはローズグラスよりもかなり劣る。



表-2 給与飼料の飼料成分

(乾物%)

飼料名	乾物消化率	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
オガサワラスズメノヒエ 7/5~7/6給与	40.2	4.60	1.74	49.80	29.34	14.52
7/10~7/15給与	37.6	5.13	1.72	54.93	29.65	8.57
7/20~7/23給与	36.9	4.88	1.90	56.05	29.17	8.00
8/7~8/13給与	39.5	5.07	1.65	55.84	30.22	7.22
ローズグラス 7/25~7/31給与	44.2	11.26	2.77	42.37	34.57	9.03
8/1~8/7給与	48.6	11.48	2.59	44.20	32.53	9.20

(2) 採食量

山羊による生草及び乾物の1日あたりの平均採食量を表-3に示した。この結果、オガサワラスズメノヒエの乾物の採食量はローズグラスに比較して65% (第1期) および83% (第3期) で、乾物の採食量は少なかった。なお第3期の乾物の採食量が多いのは生育ステージが進み、乾物率が高かったためである。

表-3 給与期間中の1日あたり平均採食量

供試飼料 (区分)	生草 (g)	乾物 (g)	給与日数 (日)
オガサワラスズメノヒエ (第1期)	2,469	501	30
ローズグラス (第2期)	3,307	767	14
オガサワラスズメノヒエ (第3期)	2,255	638	7

給与期間中の採食量の推移を5日間毎の平均値で図-1及び図-2に示した。

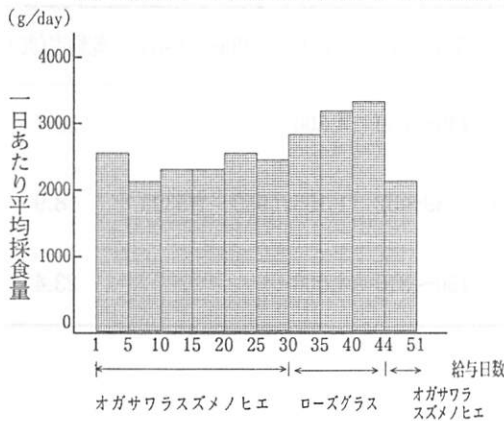


図-1 1日あたり平均採食量(生草)の推移

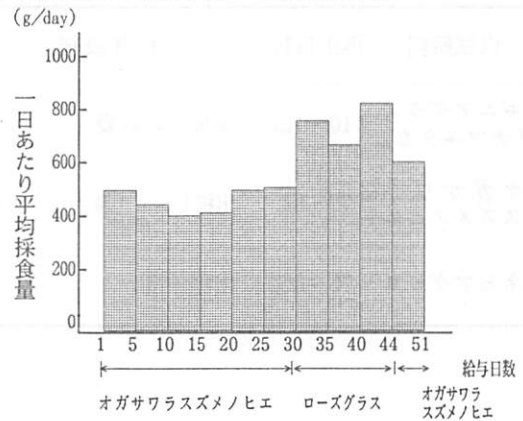


図-2 1日あたり平均採食量(乾物)の推移

### (3) 体重の推移

供試飼料給与期間中の山羊の体重の推移を図-3に示した。オガサワラスズメノヒエ給与開始後7日間で体重が急激に減少し、その後30日までゆるやかに減少した。しかし、ローズグラスを給与すると(第2期)、体重は増加しはじめ、給与後2週間でもとの体重まで回復した。再びオガサワラスズメノヒエを給与すると(第3期)、また体重が減少した。このことからオガサワラスズメノヒエのみの給与では体重の維持が不可能であると判断された。

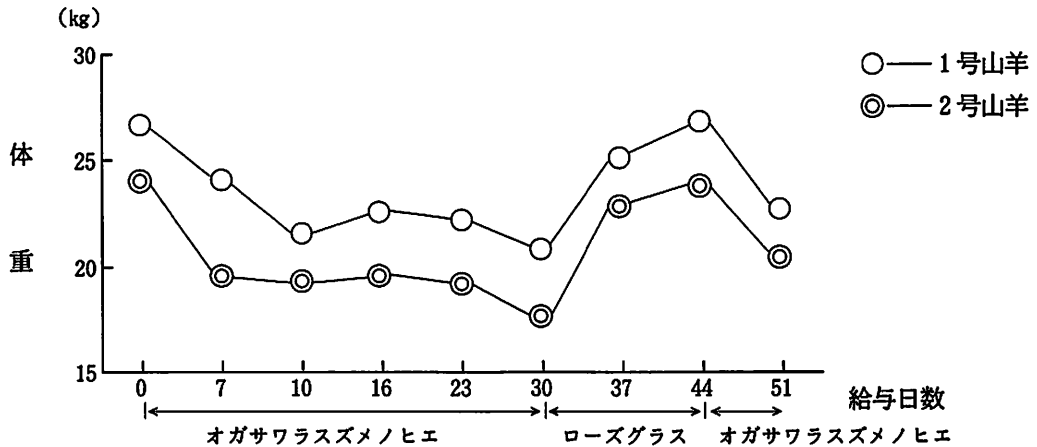


図-3 試験期間中の山羊の体重の推移

## 2. 調査2について

### (1) 供試飼料の性状

給与時の供試飼料の性状を表-4に示した。ギニアグラスのナツユタカについては採種後の茎葉を、またネピアグラスは出穂期のものを用いており、両者とも乾物消化率はかなり低いものと考えられる。またオガサワラスズメノヒエについても生育ステージが進んでいた。

表-4 供試飼料の性状

供試飼料	再生日数	生育段階	草丈(cm)	現存量 (10kg/10a)	乾物率(%)
ギニアグラス (ナツユタカ)	110~121	採種後の茎葉	140~260	4,500	30.7
オガサワラ ズズメノヒエ	70~84	出穂0~4 (無=0 多=5)	39~52	1,155 (950~1,530)	18.9
ネピアグラス	75~86	出穂 5	150~210	4,000	23.4

(2) 採食量

牛による生草および乾物の1日あたりの平均採食量を表-5に示した。

オガサワラスズメノヒエは採食量が少なく、乾物量でギニアグラスの30%、ネピアグラスの37%であった。

表-5 1日あたりの平均採食量

給与飼料 (区分)	生 草 (kg)			乾 物 (kg)		
	1号牛	2号牛	平均	1号牛	2号牛	平均
ギニアグラス(ナツユタカ) (第1期)	24.6	72.5	26.1	7.33	7.51	7.42
オガサワラスズメノヒエ (第2期)	14.7	13.9	14.3	2.38	2.17	2.28
ネピアグラス (第3期)	29.0	36.1	32.6	5.56	6.70	6.13

(3) 体重の推移

供試飼料給与期間中の牛の体重の推移を図-4に示した。

ギニアグラス給与期間中(第1期)は体重にほとんど変化はみられなかったが、オガサワラスズメノヒエ給与期(第2期)では、体重が明らかに減少し始め、給与開始後2週間目には12%の体重減少がみられた。次いでネピアグラスを給与すると(第3期)体重が増加し始め、10日後には再び試験開始時の体重に戻った。

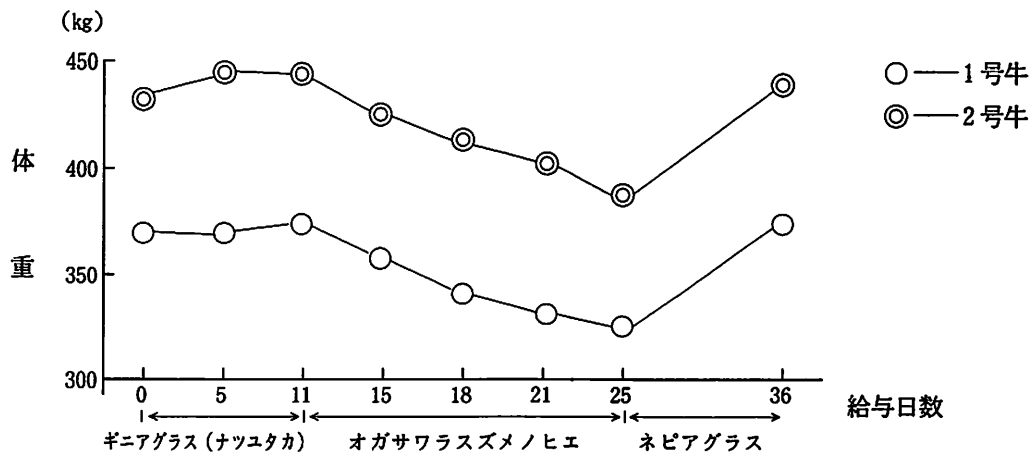


図-4 試験期間中の牛の体重の推移

以上、山羊及び牛でオガサワラスズメノヒエの給与試験を実施したところ、体重が減少する傾向が一致しており、オガサワラスズメノヒエを家畜に給与しても、採食量および養分含量が低レベルであるため、体重の減少や栄養不良につながる事が示唆された。

#### IV 要 約

オガサワラスズメノヒエの給与試験を実施した結果、家畜に給与しても十分な採食量および養分量が得られず、体重を維持することができない。したがって、粗飼料としての利用は避け、防除の方向に進むべきである。

#### V 文 献

- 1) 北村征生 外 2 名、南西諸島におけるイネ科飼料作物の栽培と利用 2. ローズグラス、ギニアグラス及びネピアグラスの乾物消化率及び可消化乾物収量に及ぼす生育季節及び刈取り間隔の影響、日草誌、28(1)、41-47、1982

# 肉豚の防暑対策に関する試験

## (2) 夏季における肉豚飼料

松井 孝 野島厚子 大城俊弘

### I はじめに

夏季の暑熱は家畜の生理機能を減退させ、繁殖成績の低下、増体の低下等に影響を与えるといわれている。本県は、亜熱帯に位置し、夏季は特に高温多湿であり期間も長い。肉豚にあっては、増体量の低下により生産性が低下している現状にある。そこで、肉豚の防暑対策の第1段階として、肉豚の飼育密度について、当時研究報告第24号に報告した。今回、粉末油脂添加による肉豚飼料の夏季におけるTDN水準について検討したので報告する。

### II 試験材料及び方法

#### 1. 試験期間

1989年7月～1989年11月

#### 2. 供試豚

F<sub>1</sub>種(W・H)及び三元交雑種(WL・H)、各区4頭(♀2、♂2)計16頭を使用した。

#### 3. 試験区分

	D C P	T D N	N R
対 照 区	12.0	74.0	5.2
I 区	12.3	76.1	5.2
II 区	12.7	78.1	5.2
III 区	13.0	80.2	5.2

#### 4. 飼養管理

##### (1) 肥育期間

体重30kg～110kg

##### (2) 給与飼料

市販肉豚用飼料、大豆粕、及び市販粉末油脂を使用し、下記の配合割合で調整した飼料を不断給餌した。

	肉豚用飼料	粉末油脂	大豆粕
対 照 区	100 %	0 %	0 %
I 区	96	2	2
II 区	92	4	4
III 区	88	6	6

注) 市販粉末油脂 TDN 180%にて計算した。

### (3) 飼 養

供試豚は後代検定規格豚房に単飼し、水はウォーターカップにより自由飲水とした。

## 5. 測 定

### (1) 体重測定

毎週1回、同一曜日に行なった。

### (2) と殺、解体及び枝肉の測定

と殺は原則として110kg到達時の翌日に行ない、枝肉の解体及び測定は豚産肉能力検定実務書<sup>2)</sup>に従って行なった。

## 6. 調査項目

肥育成績、と体成績

## Ⅲ 試験結果及び考察

### 1. 舎内温度

舎内温度は表-1に示すとおりで、7月が最高温度30.1℃最低温度26.5℃で最も高かった。成長中の豚に適切な環境温度は、一般には20～25℃といわれている。今回の試験期間では7月～9月までは、最低気温が、25℃以上を示しており、終日、適温を超えた環境が3ヶ月以上続いていた。

表-1 試験期間における気温

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
最高気温 (°C)	30.1 ± 1.1	29.7 ± 1.4	28.2 ± 1.4	24.8 ± 1.5	22.1 ± 2.5
最大値 (°C)	32.0	31.5	31.0	28.0	26.5
最小値 (°C)	26.5	27.0	26.5	22.0	16.5
最低気温 (°C)	26.5 ± 1.0	26.4 ± 1.4	25.4 ± 1.3	22.2 ± 1.7	19.8 ± 1.9
最大値 (°C)	28.0	28.5	27.0	25.0	22.5
最小値 (°C)	24.0	24.0	23.5	19.0	16.5

### 2. 発育成績

発育成績を表-2に示した。

表-2 発育成績

	対 照 区 (T D N 74区)	I 区 (T D N 76区)	II 区 (T D N 78区)	III 区 (T D N 80区)
1日平均増体重 (g)	895 ± 55	872 ± 22	859 ± 58	897 ± 67
飼料要求率	3.50 ± 0.15	3.42 ± 0.20	3.37 ± 0.48	3.36 ± 0.23
1日平均飼料摂取量 (kg)	3.13 ± 0.25	3.01 ± 0.19	3.00 ± 0.14	3.00 ± 0.10
飼料摂取量 (kg)	258.3 ± 41.8	256.7 ± 38.2	273.2 ± 37.5	257.7 ± 26.0
T D N 摂取量 (kg)	191.1 ± 30.9	195.4 ± 29.1	213.3 ± 29.3	206.6 ± 20.8
増体1kg当りT D N摂取量 (kg)	2.59 ± 0.11	2.61 ± 0.15	2.74 ± 0.29	2.69 ± 0.18
D C P 摂取量 (kg)	31.0 ± 5.0	31.6 ± 4.7	34.7 ± 4.8	33.5 ± 3.4
肥 育 期 間 (日)	82 ± 11	86 ± 9	91 ± 10	86 ± 7

1日平均増体重(以下DGと略)はⅢ区(TDN80区)が897gで最も良かったが他の区もほとんど差はなく、良い成績であった。

飼料要求率は、対照区と比較して試験区が良い傾向にあったがその差は小さかった。

TDN摂取量は対照区と比較して、試験区が多い傾向にあり増体1kg当りのTDN摂取量では、対照区(TDN74区)が2.59kgで最も少なく、Ⅱ区(TDN78区)が2.74kgで最も多かった。

また、1日平均飼料摂取量は、対照区が試験区より多い傾向にあり、肥育期間では、対照区がやや短い傾向にあった。

今回の試験では、市販の粉末油脂添加により飼料のTDN水準を上昇させて肥育試験を行なったが、DGには添加効果が見られなかった。倉田<sup>3)</sup>らは、タロー添加により増体重の増加傾向が見られたと報告している。倉田らの添加開始体重とほぼ同様な体重70kg~110kg間のDGで比較してみると対照区884g、Ⅰ区890g、Ⅱ区896g、Ⅲ区910gとなりやや添加により増加傾向が見られた。しかし、田中<sup>4)</sup>らは、タロー無添加区のDGが最も良く、タローを添加しても、発育成績に一定の傾向はなく、また他の調査項目もあまり差がなかったと報告しており、今回の試験と同様の結果であった。

### 3. と体成績

と体成績は表-3のとおりである。

表-3 と体成績

	対 照 区 (TDN 74区)	Ⅰ 区 (TDN 76区)	Ⅱ 区 (TDN 78区)	Ⅲ 区 (TDN 80区)
枝 肉 重 量 (kg)	82.9 ± 1.8	78.8 ± 2.9	81.9 ± 2.3	81.3 ± 3.7
背 腰 長 Ⅱ (cm)	70.4 ± 1.0	68.8 ± 2.5	71.6 ± 2.5	69.6 ± 1.8
と 体 幅 (cm)	35.9 ± 1.3	35.4 ± 1.9	35.9 ± 0.9	35.9 ± 1.3
背 脂 肪 厚 さ (cm)	2.1 ± 0.2	2.3 ± 0.5	2.4 ± 0.2	2.4 ± 0.3
背 部 脂 肪 厚 さ (cm)	3.09 ± 0.26	3.11 ± 0.52	3.27 ± 0.18	3.37 ± 0.46
肉 色	3.1 ± 0.3	3.1 ± 0.3	2.8 ± 0.3	3.0 ± 0.4
ハムの割合(%)	31.9 ± 0.5	32.6 ± 1.4	30.9 ± 0.7	31.7 ± 0.6
枝 肉 歩 留 (%)	72.6 ± 0.8	72.3 ± 1.0	73.2 ± 2.1	71.6 ± 1.3
ロース断面積 (cm <sup>2</sup> )	23.5 ± 3.1	24.6 ± 3.9	25.2 ± 5.3	26.1 ± 6.4

注) 枝肉歩留: 冷と体重 ÷ 絶食前体重 × 100

粉末油脂を添加し、飼料のTDN水準を上昇させたことにより背部脂肪の厚さ(3部位平均)は厚くなる傾向を示したが、他の項目には、一定の傾向は見られず差も小さかった。田中<sup>4)</sup>の報告では、粗蛋白質含量は一定にしてTDN水準を上げても、背脂肪が厚くなる傾向は見られず、今回の試験とは異った傾向であった。また、安藤<sup>5)</sup>らの報告でも、油脂添加により、背部脂肪が厚くなる傾向は認められていない。この理由として、TDNが高い区はCPも高くしてあることから、各区の脂肪の厚さに差が認められなかったと考えられるとしている。日本飼養標準<sup>6)</sup>でも油脂を添加した場合、蛋白質含量を高めるならば、脂肪の蓄積が少なくなり、屠体の性状は改善されるとしている。今回の試験でも同様にDCPを上げているが、その傾向は見られなかった。

そして、田中<sup>4)</sup>は、夏季の栄養水準は総合的にみてTDN 78.0%、CP 13.5%程度が良く、倉田<sup>3)</sup>

は、肥育後期に油脂を添加して高カロリー化すると、発育、飼料の利用性には効果が見られるが、体脂肪上昇融点や枝肉の評価が低下する傾向が見られるため、使用する場合は、2.0～3.0% (TDNで78～80%) 程度が望ましいと報告している。

今回行なった、栄養比を一定にし、油脂を最大6%添加し、TDN水準を上昇させた場合、DGでは、無添加区(対照区)とほとんど差はなく、また、枝肉形質では、ロース断面積はやや広がるものの、背部脂肪が厚くなる傾向にあり、油脂が400<sup>円</sup>/<sub>kg</sub>と高価なこと等を考慮すると、夏季における肉豚用飼料は、不断給餌の場合、市販の飼料(TDN 74%、DCP 12%)で十分であると思われる。

#### IV 要 約

夏季における肉豚の生産性向上のため、粉末油脂添加により飼料のTDN水準を上昇(栄養比は5.2で一定)させて、肥育試験を行なった。

その概要は次のとおりであった。

1. 発育成績では、粉末油脂添加により飼料のTDN水準を上昇させたことにより飼料要求率は良くなる傾向を示したが1日平均増体重、肥育期間等には一定の傾向は見られず差も小さく、また対照区(無添加区)と比較しても差は小さかった。
2. と体成績では、粉末油脂添加により、飼料のTDN水準を上昇させたことにより、ロース断面積が広くなり、背部脂肪の厚さが厚くなる傾向を示したが、他の項目には一定の傾向は見られず、差も小さかった。
3. 夏季における栄養水準は、不断給餌により肥育を行なう場合は、市販肉豚用飼料(TDN 74%、DCP 12%)で十分であると思われた。

#### V 文 献

- 1) 松井孝他2名、肉豚の防暑対策に関する試験、沖縄県畜産試験場試験研究報告、第24号、17～21 1986
- 2) 日本種豚登録協会、豚産肉能力検定実務書、1979
- 3) 倉田直亮他3名、各種油脂添加飼料の発育、肉質に及ぼす影響、神奈川県畜産試験場研究報告第76号、33～46 1986
- 4) 田中靖彦他2名、肥育豚の季節別栄養水準の設定に関する試験、神奈川県畜産試験場養豚試験成績書、昭和62年度、1～6 1988
- 5) 安藤康紀他2名、飼料の栄養水準が肉質に及ぼす影響、愛知県農業総合試験場研究報告 E-8、22～26 1978
- 6) 農林水産技術会議事務局編、日本飼養標準豚、1975



# 肉豚の肉質向上に関する試験

## (2) 飼料のTDN水準と枝肉形質

松井 孝 野島厚子 大城俊弘

### I はじめに

近年、養豚は多頭化が進み、1978年(昭和53年)には、46.1<sup>頭</sup>/戸であったのが、1988年(昭和63年)には、220.8<sup>頭</sup>/戸と1戸当りの飼養頭数が著しく伸びている。このような多頭化に伴い、枝肉の品質低下を招き、日本格付協会による豚枝肉格付における上物率は、1978年(昭和53年)の48.1%をピークに以後下降し、1983年(昭和58年)39.8%、1988年(昭和63年)32.1%にまで低下している。また、豚肉の消費傾向も量より質へと変化してきており、風味、保水力等の改善が要求されている。

そこで、肉豚の上物率向上、及び肉質改善技術について検討し高品質豚肉生産のための飼養技術の確立を図る必要がある。

その第1段階として、飼料の制限時期と枝肉形質について、<sup>1)</sup> 当該研究報告第26号で報告した。今回、肥育、中期、後期における適正TDN水準について検討したので報告する。

### II 試験材料及び方法

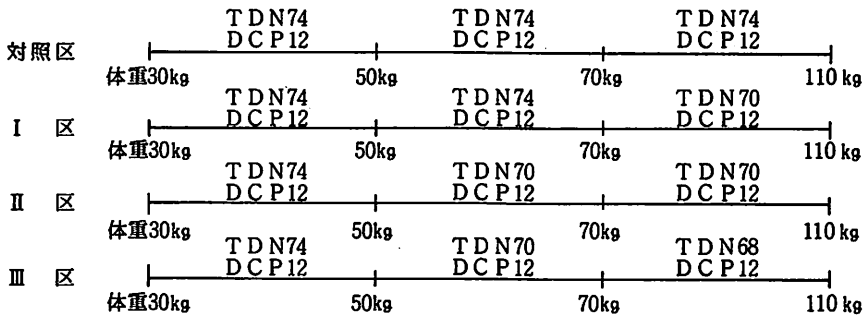
#### 1. 試験期間

1989年4月～1989年12月

#### 2. 供試豚

F<sub>1</sub>種(L・H、W・H)各区5頭(♀5)計20頭を使用した。

#### 3. 試験区分



#### 4. 飼育期間

体重30kg～110kg

## 5. 飼養管理

供試豚は後代検定規格豚房に単飼とし、飼料は不断給餌、水は自由飲水とした。

給与飼料は、市販肉豚用飼料、豚産肉能力検定飼料、及び下記配合割合で糖蜜、大豆粕にて調整した飼料を使用した。

TDN 74、DCP 12	: 市販肉豚用飼料
TDN 70、DCP 12	: 豚産肉能力検定飼料
TDN 68、DCP 12	: 豚産肉能力検定飼料 82 %
	大豆粕 3 %
	糖蜜 15 %

## 6. 調査項目

発育成績、と体成績

## 7. 測定

### (1) 体重測定

毎週1回、同一曜日に行なった。

### (2) と殺・解体及び枝肉の測定

と殺は原則として、体重110kg到達時の翌日に行ない、枝肉の解体及び測定は豚産肉能力検定実務書に従って行なった。

## III 試験結果及び考察

### 1. 発育成績

発育成績を表-1に示した。

表-1 発育成績

	対 照 区 (74-74-74)	I 区 (74-74-70)	II 区 (74-70-70)	III 区 (74-70-68)
1 日 平 均 増 体 重 ( g )				
体 重 30~ 50kg	763 ± 97	720 ± 125	667 ± 81	761 ± 105
50~ 70kg	752 ± 60	685 ± 67	751 ± 109	866 ± 148
70~ 110kg	851 ± 165	742 ± 98	804 ± 91	811 ± 75
30~ 110kg	792 ± 60	715 ± 86	754 ± 67	814 ± 83
飼 料 要 求 率				
体 重 30~ 50kg	2.98 ± 0.52	3.10 ± 0.60	3.17 ± 0.56	3.06 ± 0.62
50~ 70kg	3.64 ± 0.40	3.76 ± 0.20	3.56 ± 0.34	3.29 ± 0.28
70~ 110kg	3.55 ± 0.36	4.01 ± 0.23	3.61 ± 0.26	4.00 ± 0.30
30~ 110kg	3.46 ± 0.13	3.68 ± 0.20	3.50 ± 0.21	3.54 ± 0.20
1 日 平 均 飼 料 摂 取 量 ( kg )				
体 重 30~ 50kg	2.25 ± 0.32	2.21 ± 0.47	2.11 ± 0.43	2.30 ± 0.42
50~ 70kg	2.73 ± 0.28	2.58 ± 0.28	2.66 ± 0.32	2.83 ± 0.37
70~ 110kg	2.98 ± 0.36	2.97 ± 0.36	2.90 ± 0.40	3.26 ± 0.49
30~ 110kg	2.74 ± 0.23	2.63 ± 0.37	2.65 ± 0.37	2.88 ± 0.37
飼 料 摂 取 量 ( kg )	274.0 ± 9.8	265.1 ± 22.1	269.8 ± 21.9	275.8 ± 33.1
T D N 摂 取 量 ( kg )	202.8 ± 7.2	191.3 ± 15.7	191.3 ± 15.9	194.7 ± 23.7
増 体 1 kg 当 り T D N 摂 取 量 ( kg )	2.56 ± 0.10	2.70 ± 0.22	2.54 ± 0.18	2.50 ± 0.16
D C P 摂 取 量 ( kg )	32.9 ± 1.2	33.0 ± 2.8	33.9 ± 2.8	33.9 ± 4.1
肥 育 期 間 ( 日 )	101 ± 11	102 ± 9	104 ± 16	97 ± 13

1日平均増体重(以下DGと略)はⅢ区(74-70-68)が最も良く、814g、次いで対照区(74-74-74)792g、Ⅱ区(74-70-70)754g、Ⅰ区(74-74-70)715gの順であった。

飼料要求率は、対照区が試験区に比べやや良い傾向を示したがその差は小さかった。1日平均飼料摂取量は、Ⅲ区が最も多く2.88kg、次いで対照区2.74kg、Ⅱ区2.65kg、Ⅰ区2.63kgの順であり、DGとはほぼ一致していた。しかし、TDN摂取量では、対照区が最も多く、202.8kg、次いでⅢ区194.7kg、Ⅰ区191.3kg、Ⅱ区191.3kgの順であり、増体1kg当りTDN摂取量では、Ⅰ区が最も多く2.70kg、次いで対照区2.56kg、Ⅱ区2.54kg、Ⅲ区2.50kgであり、DGとは一致しなかった。今回、肥育中期(体重50~70kg)、後期(体重70~110kg)にTDN水準を下げ、DGをおさえることを目的に試験を行なったが効果は認められなかった。

この原因として、体重70~110kg間の1日平均採食量が、対照区2.98kg、Ⅰ区2.97kg、Ⅱ区2.90kgでほぼ差はないが、最もTDN水準を下げたⅢ区では、3.26kgと多く摂取したのが、主な理由と思われる。森らは、肥育前期においては、エネルギー水準の低い区の成績が劣る傾向が見られたが、後期は各区に差がなく順調な発育を示したと報告しており、また滝川畜試でも、肥育後期にエネルギー含量を低下させた飼料を給与したが、給与飼料の平均に準じた発育を示したと今回の試験と同様な報告をしている。肥育後期にⅢ区の飼料摂取量が多かったが、これはTDN水準を下げるために用いた糖蜜の添加により嗜好性が良くなったためと思われる。

## 2. と体成績

と体成績を表-2に示した。

表-2 と体成績

	対 照 区 (74-74-74)	Ⅰ 区 (74-74-70)	Ⅱ 区 (74-70-70)	Ⅲ 区 (74-70-68)
枝 肉 重 量 (kg)	80.6 ± 0.8	73.3 ± 6.8	78.3 ± 1.6	78.0 ± 4.4
背 腰 長 II (cm)	72.4 ± 2.7	71.5 ± 2.8	71.3 ± 1.7	72.8 ± 2.0
と 体 巾 (cm)	36.0 ± 0.6	34.9 ± 1.1	35.6 ± 1.2	35.2 ± 0.6
背 脂 肪 厚 さ (cm)	2.0 ± 0.2	1.7 ± 0.3	1.8 ± 0.1	1.9 ± 0.3
背 部 脂 肪 厚 さ (cm)	2.79 ± 0.17	2.46 ± 0.21	2.48 ± 0.10	2.73 ± 0.28
肉 色	2.8 ± 0.8	2.8 ± 0.6	3.0 ± 0.6	2.5 ± 0.6
ハム の 割 合 (%)	32.5 ± 1.5	32.9 ± 0.7	32.3 ± 1.3	31.7 ± 0.3
枝 肉 歩 留 (%)	72.2 ± 1.1	71.0 ± 1.0	71.1 ± 0.9	70.2 ± 0.6
ロース断面積 (cm <sup>2</sup> )	25.5 ± 2.0	27.0 ± 1.8	27.1 ± 2.5	25.1 ± 2.9

注) 枝肉歩留: 冷と体重 ÷ 絶食前体重 × 100

と体成績では、肥育中期、後期においてTDN水準を下げてても各項目とも一定の傾向はなく差もほとんど認められなかったが、対照区との比較において、背及び背部脂肪の厚さがやや薄くなる傾向を示したが、最もTDN水準をおさえたⅢ区が最も差が小さかった。田中らは、肥育後期(体重70~110kg)にTDN水準の低い飼料を与えることにより、夏季においては脂肪付着が抑

制される傾向を示したが、冬期においては、その傾向が見られなかったと報告している。また、滝川畜試<sup>1)</sup>では、肥育後期にエネルギー含量を低下させた飼料を給与したが、枝肉ではエネルギー含量の増加によりやや背脂肪が厚くなったが、赤肉や脂肪量に大きな差はなかったと今回の試験と同様な報告をしている。今回肥育後期にTDN水準を68%にまで下げたが前述のとおり嗜好性が良くなったため摂取量が多くなって効果がなかったのか、あるいはTDN水準をもっと下げるべきなのか今後検討が必要と思われる。

しかし、館野<sup>2)</sup>らの報告では、TDN 61.8、DCP 9.8（爆砕モミガラ20%添加）では格付が良くなかったとしており、TDN水準を今回の試験以上に下げる場合注意が必要と思われる。

#### IV 要 約

肉豚の上物率向上及び枝肉形質の向上のため、肥育中期、後期に、飼料のTDN水準を下げて肥育試験を行なった。

その概要は次のとおりであった。

1. 発育成績では、肥育中期、後期にTDN水準を下げて、ほとんど影響は見られなかった。
2. と体成績では、肥育中期、後期にTDN水準を下げて差はほとんど見られなかったが対照区と比較して、背部脂肪の厚さがやや薄くなる傾向が認められた。

#### V 文 献

- 1) 松井孝他 2名、肉豚の肉質向上に関する試験、沖縄県畜産試験場試験研究報告、第26号、1～5 1988
- 2) 日本種豚登録協会、豚産肉能力検定実務書 1979
- 3) 森淳他 16名、豚の栄養要求量の精密化による効率的飼料給与に関する研究、農林水産技術会議事務局、研究成果 205 7～24 1988
- 4) 北海道立滝川畜産試験場、豚の栄養要求量の精密化による効率的飼料給与に関する試験、滝川畜産試験場年報、昭和60年度、47～50 1986
- 5) 田中喜文他 3名、豚肉の肉質改善に関する試験、山梨県畜産試験場研究報告、31、32～39 1984
- 6) 館野英喜他 2名、飼料及び飼育管理法が豚の発育及び肉質に及ぼす影響、茨城県養豚試験場年報、昭和62年度、44～45 1988

## トウモロコシの播種期試験

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\*\*

### I はじめに

沖縄県におけるサイレージ用トウモロコシの栽培実態調査<sup>1)</sup>によると、本島南部・中部地域を中心にした農家はトウモロコシの栄養価を高く評価しており、特に酪農家において夏季の乳量低下防止飼料として強く導入を希望している。

しかし、本県での飼料作物の作付面積に占めるトウモロコシの割合は、1988年で約2% (56ha) に過ぎないのが実状である。その理由として、徳永<sup>1)</sup>らは本県におけるトウモロコシ栽培が病害虫の発生や台風の被害を受け、作柄が不安定であることを指摘している。また、作付面積の増大を図るためには、安定作期と作期別適品種及び一年生産作物との組合せによる作付体系を確立することを提言している。

そのため、本県において栽培普及上の指針を得る目的でいくつかの栽培試験<sup>2), 3), 4)</sup>が実施されているが、各播種期における生育期間中の気象的要因の解析がほとんどなされておらず、安定多収栽培の観点から検討課題が残されている。

そこで、本試験では早生、中生及び晩生種の3品種を用いて播種適期及び有効温度範囲と有効積算温度を検討したので、その結果を報告する。

### II 材料及び方法

1. 供試品種・系統：早生 P3352 (相対熟度 118)、中生 P3358 (相対熟度 125)、  
 晩生 P3147 (相対熟度 138)

#### 2. 耕種概要

- (1) 播 種 期：1988年6月～1989年5月 (毎月中旬)
- (2) 播 種 法：75cm×19cm、2粒播き、1本仕立
- (3) 区 制：3m×4m=12m<sup>2</sup>、2区制
- (4) 施 肥 量 (kg/10a)：基肥 堆肥10,000 (水分60%)、N 10、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25、K<sub>2</sub>O 10  
 追肥 (7～9葉期) N、K<sub>2</sub>O 各10
- (5)刈 取 期：黄熟期
- (6) 薬剤散布：殺虫剤 (ディプテレックス乳剤、パダン水溶剤、ダイアジノン粒剤)

\* 沖縄県農林水産部畜産課

\*\* 沖縄県肉用牛生産供給公社

### 3. 調査形質と方法

トウモロコシ（サイレージ）系統適応性検定試験実施要領に準拠する。

- (1) 主な対象項目：TDN収量（総量、日当り）、倒伏、耐病性、総合評価
- (2) 刈取調査：中央2畦の中央部20個体

## III 結 果

### 1. 試験期間中の気象及び生育概要

試験期間中の気象を図-1に示した。1988年は、平年より気温は若干高めで推移し、降水量は6月下旬の梅雨明け後8月及び10月上旬の台風時を除いて少なく、早魃傾向であった。1989年は、1、2月が平年より気温は高めでそれ以降は平年並で推移し、降水量は1、4、5、8月が平年より若干多めであった外は平年をかなり下回った。

台風は、1988年の8、10月と1989年の7、8月の4回接近し、1988年で6、7月播種、1989年で5月播種が倒伏等の被害を受けた。

発芽状況は、6月～翌年2月播種まで6、8、1月播種を除き、早魃のため悪かった。続く3、4、5月播種では播種直後にかなりの降雨があったため良好であった。

生育は、6、8、9、10月播種が早魃の影響を受けて悪く、特に、9月播種が生育不良、8月播種が立枯れ状態のため早刈りを行った。その他の播種期における生育は、生育期間中の適度の降雨により比較的順調であった。

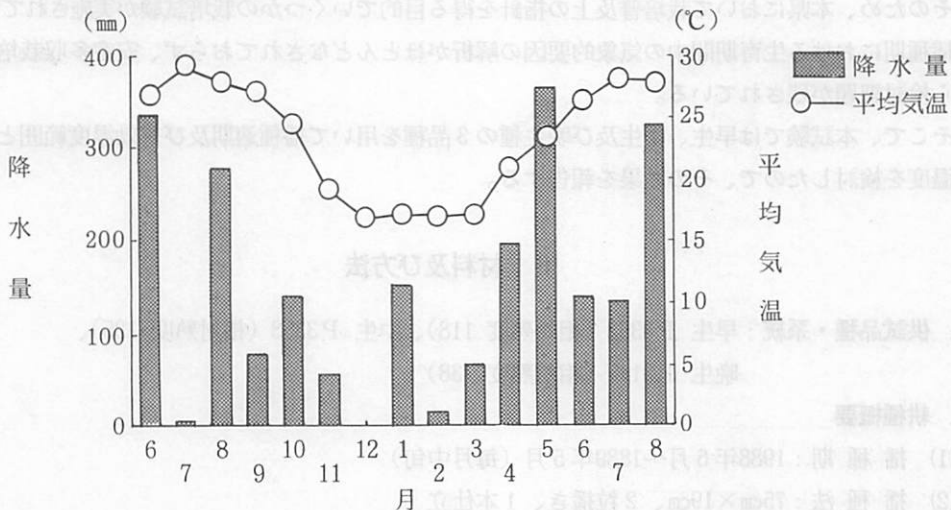


図-1 生育期間中の平均気温と降水量

### 2. 播種期別の生育日数

播種期別の生育ステージと生育日数の変化を図-2に示した。各品種とも雄穂抽出期までの日数は、6月から8月播種まで変化がみられず、9月から11月播種まで播種期の移動に伴って長くなった。その中でも特に10月播種が9月播種に比べ著しく長くなった。その後12月から5月播種までは、播種期の移動に伴って短縮した。

4月から8月播種まで播種期を移動することによる雄穂抽出期までの日数は、早生種で50日か

ら59日、中生種で52日から60日、晩生種で52日から61日の範囲にあり、変動の幅は小さく、松本の報告とほぼ一致していた。さらに、絹糸抽出期までの日数も4月から8月播種までほぼ一定であった。

播種期別の刈取期は、台風による倒伏、早魃、病害等が原因で早刈りを行ったことから、刈取時の熟期にバラツキが生じた(付表-1(1)参照)。そこで、播種期の移動に伴う絹糸抽出期から黄熟中期までの日数(登熟日数)は、刈取時の熟期から黄熟中期までの生育日数を推定して比較した。

登熟日数は、1月から7月播種まで各品種とも変動の幅が小さかった。一方、9月播種が53~59日と6月播種の28~32日に対して、ほぼ2倍を要した。

全生育日数は、6月から11月播種までは播種期の移動に伴って長くなり、逆に12月から5月播種までは播種期の移動に伴って短縮した。また、4月から7月播種までは、各品種とも変動の幅は小さかった。

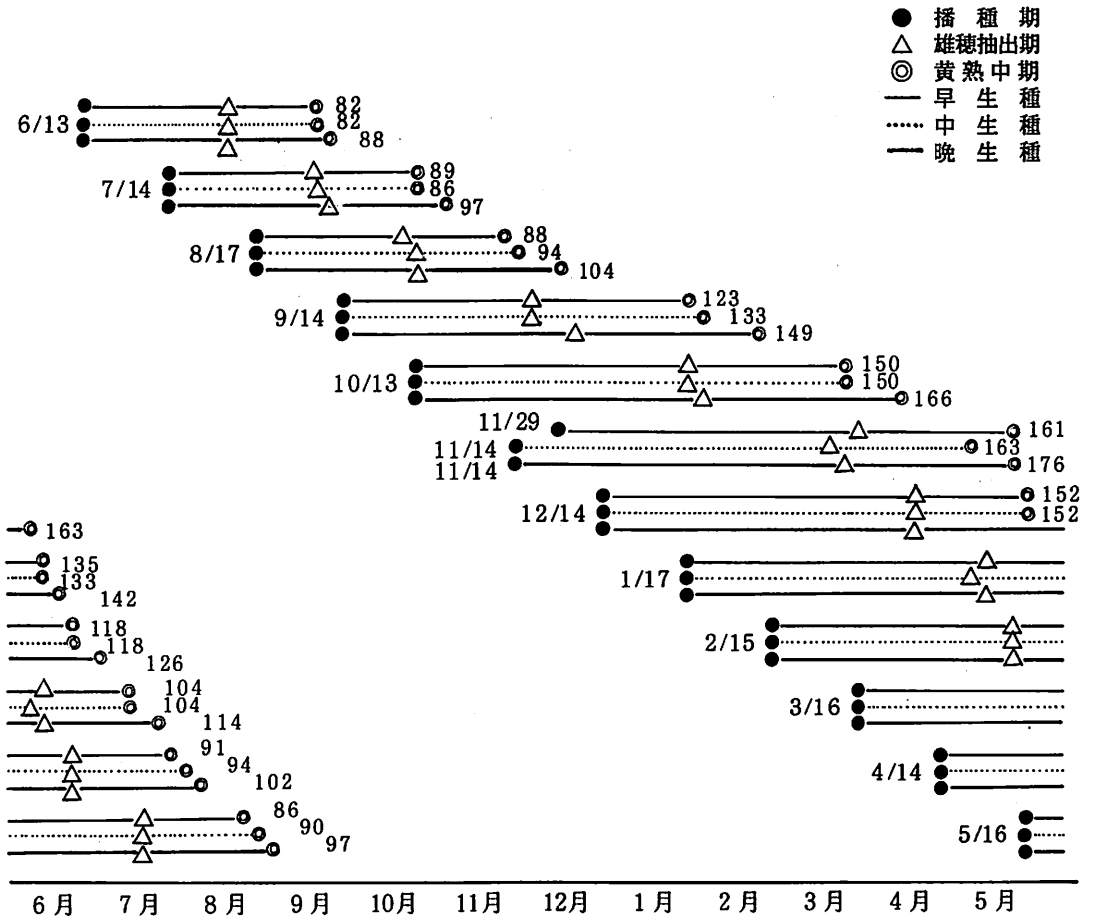


図-2 播種期別の生育ステージと生育日数

### 3. 播種期別の調査成績

#### (1) 播種期別の乾物収量

播種期別の乾物収量を図-3に示す。乾物収量は、7月播種と冬季における11～2月播種で多収となり、逆に春季から秋季における4～6月、8、9月播種で低収となった。

乾物収量は茎葉重と雌穂重に分けられるが、早魃により極端に収量が低下した9月播種を除き、茎葉重は早生種で479～774kg、中生種で344～781kg、晩生種で579～928kg、雌穂重は早生種で171～925kg、中生種で176～754kg、晩生種で295～809kgとなり（付表-1(2)参照）、茎葉重より雌穂重の方が乾物収量に与える影響が大きかった。

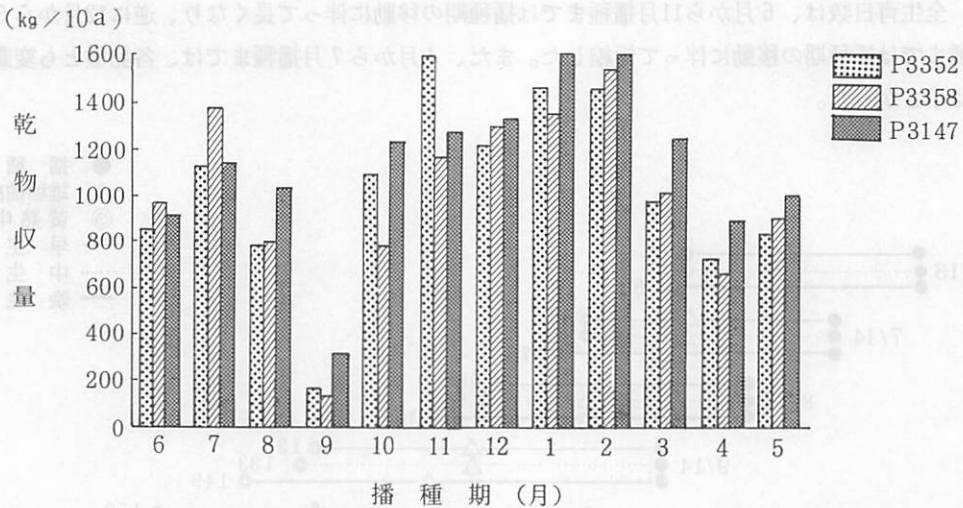


図-3 トウモロコシの播種期別乾物収量

#### (2) 播種期別の乾物雌穂重割合

播種期別の乾物雌穂重割合を図-4に示す。乾物雌穂重割合は、8、9月播種で早魃により7月播種に比べて著しく低下し、10月から1月播種にかけて急激に高くなった。その後、2月から4月播種においては登熟期間が梅雨にあたったため、受精障害等で雌穂の稔実が悪くなり乾物雌穂重割合は低下した。

季節別にみると冬季で早生種が51.9%、中生種が52.8%、晩生種が45.6%と最も高く、次いで秋季の早生種が48.7%、中生種が47.4%、晩生種が43.2%と高く、夏季、春季が3品種共に30%台と最も低かった。

年間を通してみると早生種が43.1%、中生種が42.9%、晩生種が39.3%となり、早生種と中生種がほぼ同じ値で晩生種より若干高かった。



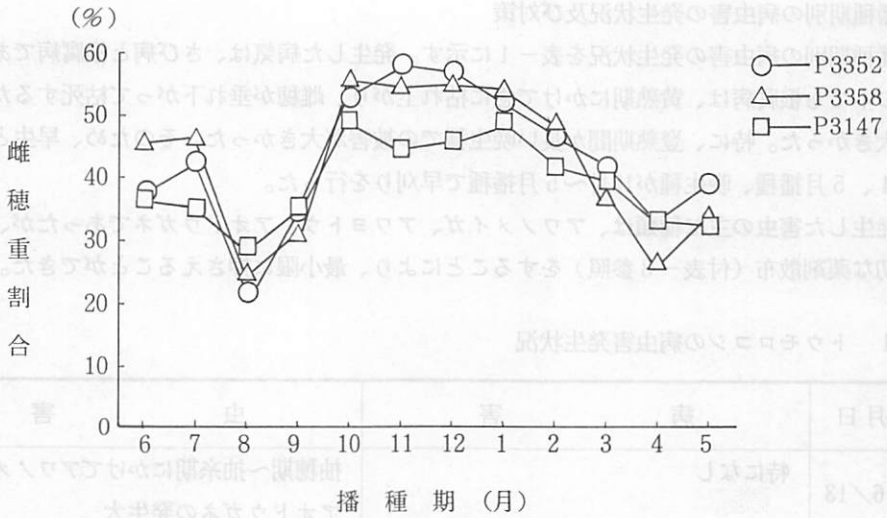


図-4 トウモロコシの播種期別乾物雌穂重割合

(3) 播種期別のTDN収量

播種期別のTDN収量を図-5に示す。TDN収量は、新得方式<sup>5)</sup>により算出した。播種期別のTDN収量は、11~2月播種で多収、逆に春季から秋季における4~6月、8、9月播種で低収となり、乾物収量とほぼ同じ結果となった。また、TDN収量が1,000kg/10aを越えたのは11月播種の早生種、1月播種の早生種と晩生種、2月播種の全品種だけであった。

年間の平均で比べてみると早生種が720kg、中生種が701kg、晩生種781kgとなり、晩生種が他の2品種と比較してかなり多収であった。

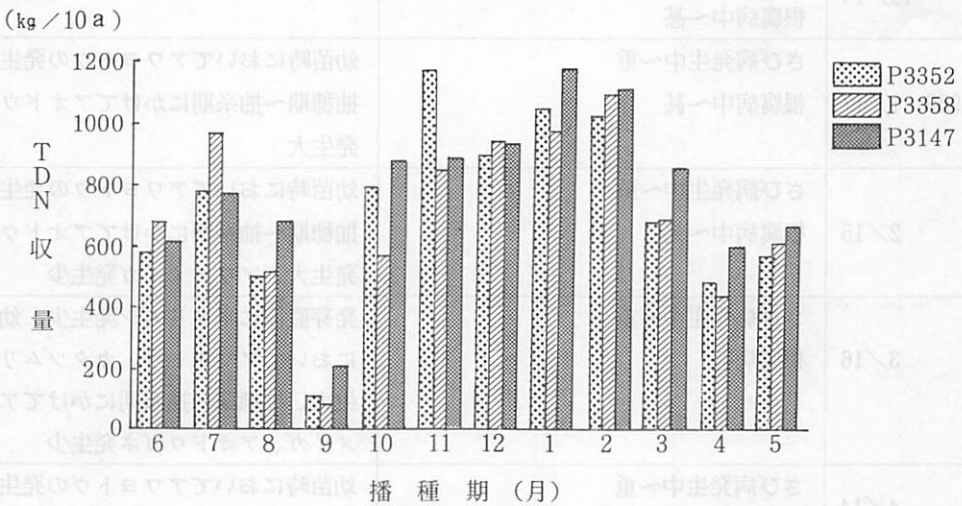


図-5 トウモロコシの播種期別TDN収量

(4) 播種期別の病虫害の発生状況及び対策

播種期別の病虫害の発生状況を表-1に示す。発生した病気は、さび病と根腐病であった。その中でも根腐病は、黄熟期にかけて急に枯れ上がり、雌穂が垂れ下がって枯死するため被害が大きかった。特に、登熟期間が長い晩生種での被害が大きかった。そのため、早生と中生種が4、5月播種、晩生種が12月～5月播種で早刈りを行った。

発生した害虫の主な種類は、アワノメイガ、アワヨトウ、アオドウガネであったが、虫害は適切な薬剤散布(付表-3参照)をすることにより、最小限に押さえることができた。

表-1 トウモロコシの病虫害発生状況

播種月日	病 害	虫 害
1988 6/13	特になし	抽穂期～抽糸期にかけてアワノメイガ、アオドウガネの発生大
7/14	さび病発生微～中	アワノメイガの発生少
8/17	特になし	節間伸長期においてイネヨトウの発生中、アワノメイガの発生少
9/14	特になし	幼苗時においてアワヨトウの発生大 アワノメイガの発生少
10/13	特になし	幼苗時においてアワヨトウの発生大 アワノメイガの発生少
11/14	さび病発生中～重	幼苗時においてアワヨトウの発生大 アワノメイガの発生少
12/14	さび病発生中～重 根腐病中～甚	幼苗時においてアワヨトウの発生大
1989 1/17	さび病発生中～重 根腐病中～甚	幼苗時においてアワヨトウの発生大 抽穂期～抽糸期にかけてアオドウガネ発生大
2/15	さび病発生中～重 根腐病中～甚	幼苗時においてアワヨトウの発生大 抽穂期～抽糸期にかけてアオドウガネ発生大、アワノメイガ発生少
3/16	さび病発生中～重 根腐病甚	発芽直後にネキリムシ発生少、幼苗時においてアワヨトウ、カタツムリの発生大、抽穂期～抽糸期にかけてアワノメイガ、アオドウガネ発生少
4/14	さび病発生中～重 根腐病甚	幼苗時においてアワヨトウの発生中
5/16	さび病発生中～重 根腐病甚	抽穂期～抽糸期にかけてアオドウガネ、アワノメイガ発生大

## IV 考 察

### 1. 有効温度範囲と有効積算温度

有効温度範囲と有効積算温度を表-2に示した。トウモロコシの収穫時期の予測は、本県において年間を通して播種可能であることから、畑の高度利用を図る上で重要であると思われる。

一般にトウモロコシの刈取りまでの日数は、有効積算気温（10℃基準）により算出できると報告されているが、本試験における播種期別の有効積算気温は、平均値の95%信頼区において早生種で $1,334.6 \pm 87.2^\circ\text{C}$ 、中生種で $1,371.7 \pm 120.7^\circ\text{C}$ 、晩生種で $1,439.9 \pm 101.0^\circ\text{C}$ となり、変動が若干大きかった。

また、有効積算気温を季節別に比較してみると夏季（6～8月）が最も大きく、春季（3～5月）、秋季（9～11月）、冬季（12～2月）の順に小さくなった。さらに、前に述べたとおり4月から7月播種まで播種期の移動による全生育日数の変動がほとんどみられなかったことから推察して、岩田が述べているようにトウモロコシの生育には有効温度範囲があり、その上限温度を越えた場合、播種期を移動しても生育日数は変化しないことが考えられる。

岩田は、播種期から絹糸抽出期では積算される温度範囲が10～25℃、絹糸抽出期から成熟期では積算される温度範囲が1～23℃において有効積算温度が播種期に関係なく一定であると報告している。しかし、本試験におけるこの温度範囲での有効積算温度は平均値の95%信頼区において早生種で $1,575.6 \pm 110.7^\circ\text{C}$ 、中生種で $1,580.8 \pm 90.9^\circ\text{C}$ 、晩生種で $1,783.4 \pm 133.9^\circ\text{C}$ となり、その時の変動係数がそれぞれ7.0、5.8、7.5%となり、若干のバラツキを示した。このことから、岩田の有効温度範囲を本県に適用することは適切でないと考えられる。

そこで、本県に適合する有効温度範囲と有効積算温度について検討した。本試験における播種期から絹糸抽出期までの日数が一定であった4月から8月播種までの生育期間は、4月中旬～10月中旬であり、登熟日数が一定であった1月から7月播種までの生育期間は、4月下旬～10月中旬であった。このように播種期から絹糸抽出期と絹糸抽出期から黄熟期までの生育日数が一定であった期間は、ほぼ一致することから、有効温度範囲の上限温度をあえて生育ステージで区分しなくとも良いと思われる。

上限温度を設定するにあたっては、前述の生育日数が一定であった生育期間の大部分が上限温度を越えているものと考えられることから、上限温度は20～24℃前後と推定される。さらに、松本の報告から推定した極早生種の上限温度は24～25℃前後と思われ、本試験と併せて全生育期間の上限温度は24℃前後に設定して検討した。

次に、下限温度は10℃とする報告が多く、本県においては日平均気温が10℃を下回る日がほとんど無いことから、10℃に設定して検討した。

その結果、有効温度範囲を10～25℃に設定した時、有効積算温度は、平均値の95%信頼区間において早生種が $1,260.8 \pm 25.8^\circ\text{C}$ 、中生種が $1,271.0 \pm 33.2^\circ\text{C}$ 、晩生種が $1,412.0 \pm 21.5^\circ\text{C}$ となり、全品種とも変動係数が1.5～2.6%とほぼ最小を示した。また、その温度範囲から外れる程、変動係数が大きくなった。

以上のことから、本県におけるトウモロコシの有効温度範囲は10～25℃であり、その有効積算温度は播種期に関係なく一定であると判断される。

表-2 有効温度範囲と有効積算温度

品種・ 系統名	播種期から黄熟期までの有効温度範囲の積算						
	有効積算 気温 <10℃~>	岩田の有効 温度範囲 <10~25℃> <1~23℃>	推定有効温度範囲				
			<10~23℃>	<10~24℃>	<10~25℃>	<10~26℃>	<10~27℃>
P3352	1334.6± 87.2 (6.5)	1575.6± 110.7 (7.0)	1185.1± 68.1 (5.7)	1227.6± 42.1 (3.4)	1260.8± 25.8 (2.0)	1228.8± 32.1 (2.5)	1307.7± 49.3 (3.8)
P3358	1371.7± 120.7 (8.8)	1580.8± 90.9 (5.8)	1198.6± 46.2 (3.9)	1231.2± 30.4 (2.5)	1271.0± 33.2 (2.6)	1271.0± 63.2 (4.8)	1339.0± 79.3 (5.9)
P3147	1439.9± 101.0 (7.0)	1783.4± 133.9 (7.5)	1319.6± 67.1 (5.1)	1367.4± 40.9 (3.0)	1412.0± 21.5 (1.5)	1445.8± 34.1 (2.4)	1463.0± 64.1 (4.4)

注1) 上段：平均値の95%信頼区間

注2) 下段：( )内は変動係数

## 2. 播種適期

播種期別の4項目による総合評価を表-3に示す。季節別にみると冬季が最も高く、次いで秋季、夏季の順となり春季の評価が最も低かった。播種期別では、3、8月播種の晩生種、7、10月の播種の早生と中生種、11~2月播種の全品種の評価が高かった。

ここで、各播種期別に乾物収量を低下させる気象的要因等についての検討を加えると2月中旬から4月中旬における播種は、絹糸抽出期が5月中旬から6月中旬となり梅雨にあたるため、受精障害等で不稔雌穂個体が出易くなり雌穂重を低下させる<sup>18)</sup>恐れがある。

5月から7月播種は、生育期間が5月から10月となり台風の襲来による倒伏被害と夏季の高温により栄養生長期間が短縮し、個体(株)を小さくすると共に登熟期間が高温に経過することで強制登熟に結び付き収量を低下させる<sup>19)</sup>ことが考えられる。さらに、本県では夏季において夜温が高いため、日中に固定したエネルギーを呼吸によって消失し収量を低下させる<sup>14)</sup>ことも考えられる。

6月から10月播種は、トウモロコシが最も水分を必要とする絹糸抽出期に早魃の恐れがあり、収量低下が考えられる。

12月から5月播種は根腐病の被害が大きく、収量低下の恐れがあるが、これは抵抗性品種の導入で抑えることが可能と思われる。

以上のことから、本県における播種適期は、11月から2月上旬までの期間であると判断される。その時の10a当りの乾物収量は、早生種で1,220~1,590kg、中生種1,160~1,540kg、晩生種で1,260~1,650kgが期待できる。また、適品種の選定は、早晩性だけでなく根腐病の抵抗性を考慮することが必要である。

なお、灌水施設のある圃場では、刈取時に乾物雌穂重割合が高くなる10月に播種することも可能と思われる。さらに、10月播種におけるトウモロコシの収穫は3月中旬~下旬となり、ソルガムの播種<sup>20)</sup>適期と一致し、連作も可能となる。

表-3 トウモロコシの播種期別の4項目による総合評価

播種月日	品種・ 系統名	4 項 目 評 価					備 考
		TDN収量	日 当 り TDN収量	耐 病 性	耐 倒 伏 性	合 計	
6. 13	P 3352	0	9	15	12	36	
	P 3358	20	15	15	12	62	
	P 3147	10	9	15	16	50	
7. 14	P 3352	30	15	6	20	71	
	P 3358	50	15	6	20	91	
	P 3147	30	15	9	0	55	
8. 17	P 3352	0	6	15	20	41	
	P 3358	0	3	15	20	38	
	P 3147	20	12	15	20	67	
9. 14	P 3352	0	0	15	20	35	
	P 3358	0	0	15	20	35	
	P 3147	0	0	15	20	35	
10. 13	P 3352	30	0	15	20	65	
	P 3358	0	0	15	20	35	
	P 3147	40	0	15	20	75	
11. 14	P 3352	50	12	3	20	85	
	P 3358	40	0	6	20	66	
	P 3147	50	0	3	20	73	
12. 14	P 3352	50	3	6	20	79	
	P 3358	50	6	6	20	82	
	P 3147	50	6	0	20	76	
1. 17	P 3352	50	15	6	20	91	
	P 3358	50	12	6	16	84	
	P 3147	50	15	0	20	85	
2. 15	P 3352	50	15	3	20	88	
	P 3358	50	15	3	20	88	
	P 3147	50	15	0	20	85	
3. 18	P 3352	20	6	0	20	46	
	P 3358	20	6	0	20	46	
	P 3147	40	15	0	20	75	
4. 14	P 3352	0	3	0	20	23	
	P 3358	0	0	0	20	20	
	P 3147	10	9	0	20	39	
5. 16	P 3352	0	9	0	12	21	
	P 3358	10	12	0	16	38	
	P 3147	10	15	0	8	33	

注) 評価: TDN収量 (最高50点)、日当りTDN収量 (最高15点)、耐病性 (最高15点)  
耐倒伏性 (最高20点) の4項目評価 (最高100点)

## V 要 約

本県におけるトウモロコシの播種適期及び有効温度範囲と有効積算温度を検討した。  
その結果は次のとおりであった。

1. 各品種とも1月から7月播種において絹糸抽出期から黄熟期までの日数は、ほぼ一定であった。また、4月から7月播種において全生育日数は、ほぼ一定であった。
2. 有効温度範囲は、10～25℃と判断される。その時の有効積算温度は、相対熟度118の早生種で $1,260.8 \pm 25.8^{\circ}\text{C}$ 、相対熟度125の中生種で $1,271.0 \pm 33.2^{\circ}\text{C}$ 、相対熟度138の晩生種で $1,412.0 \pm 21.5^{\circ}\text{C}$ である。
3. 播種適期は、11月から2月上旬までの期間である。その時の10 a 当り乾物収量は、早生種で1,220～1,590kg、中生種で1,160～1,540kg、晩生種で1,260～1,650kgが期待できる。また、適品種の選定は、早晩性だけでなく根腐病の抵抗性を考慮することが必要である。

## VI 文 献

- 1) 徳永初彦外5名、沖縄におけるサイレージ用トウモロコシの栽培実態、九州農業研究、46、168、1984
- 2) 阿部二郎・望月昇、石垣におけるトウモロコシの冬季栽培、日本草地学会誌、27(2)、245～247、1981
- 3) 福地稔外5名、サイレージ用トウモロコシの播種期試験、沖畜試研報、24、105～110、1986
- 4) 松本聡、沖縄におけるトウモロコシの周年栽培と熱帯マメ科牧草の開花性と採種、日本畜産学会報、30、1～11、1987
- 5) 石栗敏機、粗飼料の飼料価値査定に関する研究(第3報)青刈とうもろこしサイレージの品質改善と飼料価値査定に関する試験、新得畜試研報、3、1～12、1972
- 6) 飯田克美、サイレージ用トウモロコシの安定多収と技術対策、畜産の研究、39(7)、65～71、1985
- 7) 飯田克美、サイレージ用トウモロコシの生育と有効積算気温、畜産の研究、38(5)、645～651、1984
- 8) 飯田克美、サイレージ用トウモロコシの連作障害と気象災害の対策、畜産の研究、36(3)、409～415、1982
- 9) 飯田克美、サイレージ用トウモロコシの安定多収栽培、畜産の研究、35(4)、530～536、1981
- 10) 飯田克美、サイレージ用トウモロコシの栽培技術と作付体系、畜産の研究、34(3)、413～420、1980
- 11) 飯田克美、サイレージ用トウモロコシの品種および栽培と利用、畜産の研究、31、779～785、1977
- 12) 岩田文男、トウモロコシの栽培理論とその実証に関する作物学的研究、東北農試研報、46、63～123、1973
- 13) 井上吉雄、トウモロコシ発育動態の定量的解析とそのモデル化、農業研究センター研究報告、7、41～68、1987

- 14) 細田尚次、サイレージ用トウモロコシの基礎知識 (I)、牧草と園芸、28(5)、1～5、1980
- 15) 金川直人・藤岡幸助、北部根室地域におけるサイレージ用とうもろこし栽培の実績検討について、北海道草地研究会報、13、40～42、1979
- 16) 高野信雄、デントコーン栽培とサイレージおよび給与 (1)、畜産の研究、17、315～318、1963
- 17) 戸田節郎、有効積算気温による玉蜀黍生育区分(北海道地域)設定に関する一考察、北海道立農業試験場研究報告抄報、2、84～85、1955
- 18) 徳永初彦、トウモロコシの栽培技術について、日草九支報、12(1)、13～20、1981
- 19) 長瀬嘉迪、畑作物の栽培時期の移動と灌漑に関する研究、日作紀、33、530～536、1965
- 20) 森山高広外6名、ソルガムの播種期試験、沖畜試研報、27、115～125、1990

付表-1(1) トウモロコシの播種期別調査成績

播種月日	品種・ 系統名	発芽期	雄穂抽出期	絹糸抽出期	刈取月日	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	着雌穂割合 (%)	茎 径 (mm)	雌穂長 (cm)	倒伏率 (%)	熟 度	備 考
6. 13	P3352	6.18	8. 4	8. 7	9. 2	147	71	48.3	13.3	15	40.5	黄熟前～中	8/6～7 台風9号
	P3358	6.18	8. 4	8. 7	9. 2	138	64	46.4	13.3	18	23.8	"	"
	P3147	6.19	8. 6	8. 9	9. 7	138	67	48.6	15.5	18	7.1	"	"
7. 14	P3352	7.30	9. 9	9.13	10. 6	190	78	41.1	16.3	22	0	黄熟前	10/6 台風24号
	P3358	7.29	9. 9	9.10	10. 6	176	72	40.9	16.7	21	0	"	
	P3147	7.30	9.13	9.17	10. 7	187	88	47.1	18.7	21	83.3	乳熟～糊熟	
8. 17	P3352	8.24	10. 8	10.12	11. 9	147	76	51.7	14.5	11	0	糊熟～黄熟前	
	P3358	8.25	10.12	10.18	11.15	142	73	51.4	14.5	13	0	"	
	P3147	8.25	10.11	10.22	11.18	141	79	56.0	17.7	15	0	"	
9. 14	P3352	9.20	11.21	11.24	12.27	82	20	24.4	11.2	13	0	乳熟～黄熟前	
	P3358	9.21	11.22	11.29	1. 6	80	24	30.0	10.8	13	0	"	
	P3147	9.22	12. 4	12.15	1.23	89	32	36.0	14.4	17	0	乳熟～黄熟中	
10. 13	P3352	10.31	1.19	1.21	3.13	110	29	26.4	14.4	21	0	黄熟前～後	
	P3358	10.26	1.21	1.28	3.13	106	25	23.6	13.2	19	0	"	
	P3147	10.29	1.23	2. 2	3.30	105	35	33.3	16.1	20	0	"	
11. 29	P3352	12.12	3.20	3.22	5. 9	156	70	44.9	16.2	21	0	黄熟後	
11. 14	P3358	11.23	3. 4	3. 7	4.26	149	58	38.9	13.9	21	0	黄熟中～後	
"	P3147	11.23	3.13	3.19	5. 9	142	69	48.6	15.3	20	0	黄熟前～後	
12. 14	P3352	12.26	4. 3	4. 5	5.15	157	59	37.6	15.1	22	0	黄熟中～後	
	P3358	12.26	4. 4	4. 6	5.15	172	65	37.8	15.1	22	0	黄熟中	
	P3147	12.29	4. 7	4.11	5.17	164	73	44.5	18.3	24	0	糊熟～黄熟前	
1. 17	P3352	2. 2	4.28	5. 1	5.30	164	62	37.8	17.3	23	0	糊熟～黄熟中	
	P3358	1.30	4.25	4.29	5.30	172	61	35.5	15.8	22	12.5	黄熟中	
	P3147	2. 2	4.28	5. 4	6. 5	164	76	46.3	19.1	24	0	糊熟～黄熟前	
2. 15	P3352	2.27	5.12	5.13	6.13	187	73	39.0	18.2	22	0	黄熟前～後	
	P3358	2.26	5.11	5.14	6.13	181	73	40.3	18.0	24	0	黄熟中～後	
	P3147	2.25	5.11	5.18	6.14	176	78	44.3	20.1	24	0	糊熟	
3. 16	P3352	3.27	5.29	5.31	6.28	193	82	42.5	15.7	20	0	黄熟中	
	P3358	3.26	5.26	5.29	6.28	197	83	42.1	15.7	19	0	"	
	P3147	3.27	5.30	6. 3	6.28	197	93	47.2	19.2	22	0	糊熟	
4. 14	P3352	4.23	6.12	6.16	7.11	207	91	44.0	15.1	18	0	糊熟～黄熟中	
	P3358	4.22	6.13	6.17	7.11	193	78	40.4	15.3	17	0	糊熟～黄熟前	
	P3147	4.22	6.14	6.20	7.11	181	86	47.5	16.7	18	0	糊熟	
5. 16	P3352	5.22	7. 5	7.11	8. 7	199	85	42.7	15.9	20	31.7	黄熟前	8/1～2 台風12号
	P3358	5.21	7. 7	7.15	8. 7	196	80	40.8	15.6	18	10.0	糊熟～黄熟中	"
	P3147	5.22	7. 7	7.15	8. 7	188	90	47.9	19.0	19	54.0	乳熟～黄熟前	"



付表-1(2) トウモロコシの播種期別調査成績

播種月日	品種・系統名	生草収量(kg/10a)			乾物率(%)			乾物収量(kg/10a)			乾物雌穂割合(%)	TDN収量(kg/10a)
		茎葉重	雌穂重	全重	茎葉	雌穂	全	茎葉重	雌穂重	全重		
6.13	P3352	2,276	799	3,075	23.5	39.9	27.8	535	319	854	37.4	583
	P3358	2,191	1,047	3,238	23.9	42.3	29.9	524	443	967	45.8	681
	P3147	2,397	846	3,243	24.2	39.1	28.1	579	331	910	36.4	618
7.14	P3352	4,462	1,330	5,792	14.4	35.9	19.4	644	477	1,121	42.6	780
	P3358	4,885	1,609	6,494	15.1	39.7	21.2	736	638	1,374	46.4	971
	P3147	4,846	1,788	6,634	15.2	22.4	17.2	737	401	1,138	35.2	770
8.17	P3352	2,575	471	3,045	23.8	36.3	25.7	613	171	784	21.8	502
	P3358	2,754	537	3,291	21.8	36.9	24.2	599	198	797	24.8	517
	P3147	3,625	833	4,458	20.1	36.0	23.1	729	300	1,029	29.2	679
9.14	P3352	469	241	710	22.4	23.2	22.7	105	56	161	34.8	109
	P3358	370	156	526	23.8	25.6	24.3	88	40	128	31.3	85
	P3147	880	318	1,198	22.6	34.3	25.7	199	109	308	35.4	208
10.13	P3352	2,269	1,443	3,712	22.6	40.3	29.5	513	581	1,094	53.1	792
	P3358	1,687	1,051	2,738	20.4	41.7	28.6	344	438	782	56.0	573
	P3147	2,813	1,452	4,265	22.1	41.8	28.8	621	607	1,228	49.4	877
11.14	P3352	3,586	1,794	5,380	18.5	51.6	29.5	663	925	1,588	58.2	1,172
	P3358	2,872	1,371	4,243	18.2	46.3	27.3	524	635	1,159	54.8	845
	P3147	3,475	1,267	4,742	20.1	44.5	26.6	699	564	1,263	44.7	886
12.14	P3352	2,631	1,529	4,160	19.9	45.3	29.2	523	692	1,215	57.0	893
	P3358	2,966	1,528	4,494	19.5	46.5	28.7	579	710	1,289	55.1	941
	P3147	3,753	1,671	5,424	19.1	36.3	24.4	717	606	1,323	45.8	932
1.17	P3352	4,627	1,936	6,563	15.0	39.2	22.1	694	759	1,453	52.2	1,049
	P3358	3,850	1,714	5,564	15.9	42.6	24.2	614	730	1,344	54.3	978
	P3147	4,301	1,930	6,231	19.6	41.9	26.5	843	809	1,652	49.0	1,178
2.15	P3352	4,209	1,565	5,774	18.4	43.1	25.1	774	675	1,449	46.6	1,024
	P3358	4,004	1,700	5,704	19.5	44.4	26.9	781	754	1,535	49.1	1,095
	P3147	4,741	1,841	6,582	19.6	36.4	24.3	928	670	1,598	41.9	1,109
3.16	P3352	2,736	1,056	3,792	20.7	38.6	25.7	567	408	975	41.8	677
	P3358	2,423	912	3,335	26.2	41.0	30.3	635	374	1,009	37.1	688
	P3147	3,720	1,405	5,125	20.1	34.7	24.1	749	488	1,237	39.5	851
4.14	P3352	2,288	625	2,913	20.9	38.1	24.6	479	238	717	33.2	481
	P3358	2,296	556	2,852	21.2	31.7	23.2	487	176	663	26.5	433
	P3147	2,841	959	3,800	20.9	30.8	23.4	594	295	889	33.2	597
5.16	P3352	2,754	870	3,624	18.6	37.5	23.1	511	326	837	38.9	574
	P3358	2,884	854	3,738	20.7	35.7	24.1	597	305	902	33.8	607
	P3147	3,504	937	4,441	19.2	34.3	22.4	672	321	993	32.3	664

注) TDN収量は新得方式を用いて次式により算出した  $TDN収量 = 乾物収量 \times TDN\%, TDN\% = 0.268 \times 乾物雌穂重割合 + 58.2$

付表-2(1) トウモロコシの有効温度範囲と有効積算温度

品種・ 系統名	播種月日	抽 糸 期	黄熟中期 (予定)	抽 糸 期 ま での 日 数	登熟期間	播種期から黄熟中期までの有効温度範囲の積算						
						10℃～	10～25℃ 1～23℃	10～23℃	10～24℃	10～25℃	10～26℃	10～27℃
P 3352	6. 13	8. 7	9. 4	54	28	1536.5	1506.9	1087.3	1170.3	1253.3	1335.8	1401.1
P 3358	"	"	"	54	28	1536.5	1506.9	1087.3	1170.3	1253.3	1335.8	1401.1
P 3147	"	8. 9	9.10	56	32	1697.5	1684.1	1220.5	1309.5	1398.5	1486.9	1566.2
P 3352	7. 14	9.13	10.12	60	29	1584.6	1565.1	1153.1	1242.9	1333.0	1416.5	1501.7
P 3358	"	9.10	10. 9	57	29	1562.6	1545.3	1139.3	1226.3	1313.2	1395.0	1454.5
P 3147	"	9.17	10.20	64	33	1715.6	1742.7	1274.4	1370.8	1464.0	1547.5	1615.4
P 3352	8. 17	10.12	11.14	55	33	1393.8	1584.9	1131.9	1202.9	1267.5	1316.9	1341.8
P 3358	"	10.18	11.20	61	33	1452.3	1643.4	1190.4	1261.4	1326.0	1375.4	1400.7
P 3147	"	10.22	11.30	65	39	1525.8	1778.9	1263.9	1334.9	1399.5	1448.9	1473.7
P 3352	9. 14	11.24	1.16	70	53	1355.4	1841.7	1232.1	1275.1	1311.7	1334.2	1347.5
P 3358	"	11.29	1.26	75	58	1433.3	1969.6	1310.0	1353.0	1389.6	1412.1	1425.4
P 3147	"	12.15	2.12	90	59	1515.8	2062.1	1392.5	1435.5	1472.1	1494.6	1507.9
P 3352	10. 13	1.21	3.13	99	51	1250.8	1760.1	1228.1	1242.1	1250.1	1250.8	1250.8
P 3358	"	1.28	3.13	106	44	1251.0	1690.3	1228.3	1242.3	1250.3	1251.0	1251.0
P 3147	"	2. 2	3.30	110	56	1394.7	1954.0	1372.0	1386.0	1394.0	1394.7	1394.7
P 3352	11. 29	3.22	5. 9	113	48	1289.0	1768.4	1288.4	1289.0	1289.0	1289.0	1289.0
P 3358	11. 14	3. 7	4.26	113	50	1261.6	1761.6	1261.6	1261.6	1261.6	1261.6	1261.6
P 3147	"	3.19	5. 9	125	51	1415.8	1925.2	1415.2	1415.8	1415.8	1415.8	1415.8
P 3352	12. 14	4. 5	5.15	112	40	1275.5	1665.0	1265.0	1270.0	1273.5	1275.5	1275.5
P 3358	"	4. 6	5.15	113	39	1275.5	1655.0	1265.0	1270.0	1273.5	1275.5	1275.5
P 3147	"	4.11	5.26	118	45	1427.6	1846.1	1396.1	1408.4	1418.9	1426.1	1427.6

付表-2(2) トウモロコシの有効温度範囲と有効積算温度

品種・ 系統名	播種月日	抽 糸 期	黄熟中期 (予定)	抽 糸 期 ま での 日 数	登熟期間	播種期から黄熟中期までの有効温度範囲の積算						
						10℃～	10～25℃ 1～23℃	10～23℃	10～24℃	10～25℃	10～26℃	10～27℃
P 3352	1. 17	5. 1	6. 1	104	31	1253.4	1531.9	1221.9	1234.2	1244.7	1251.9	1253.4
P 3358	"	4.29	5.30	102	31	1228.0	1506.5	1196.5	1208.8	1219.3	1226.5	1228.0
P 3147	"	5. 4	6. 8	107	35	1358.4	1662.7	1312.7	1331.1	1345.6	1355.6	1358.3
P 3352	2. 15	5.13	6.13	87	31	1298.5	1548.4	1231.4	1254.8	1274.3	1289.3	1295.8
P 3358	"	5.14	6.13	88	30	1298.5	1538.4	1231.4	1254.8	1274.3	1289.3	1295.8
P 3147	"	5.18	6.21	92	34	1454.2	1708.1	1357.6	1387.0	1412.5	1433.5	1445.1
P 3352	3. 16	5.31	6.28	76	28	1284.6	1471.5	1168.7	1205.1	1236.4	1260.4	1274.0
P 3358	"	5.29	6.28	74	30	1284.6	1491.5	1168.7	1205.1	1236.4	1260.4	1274.0
P 3147	"	6. 3	7. 8	79	35	1493.0	1702.5	1329.0	1375.4	1416.7	1430.5	1472.8
P 3352	4. 14	6.16	7.14	63	28	1318.0	1451.6	1120.1	1172.5	1219.8	1259.8	1287.9
P 3358	"	6.17	7.17	64	30	1375.8	1512.0	1158.5	1213.9	1264.2	1307.2	1338.3
P 3147	"	6.20	7.25	67	35	1521.9	1670.7	1263.7	1327.1	1385.4	1436.4	1475.1
P 3352	5. 16	7.11	8.10	56	30	1424.6	1478.0	1092.8	1172.3	1248.0	1313.0	1367.5
P 3358	"	7.15	8.14	60	30	1501.2	1538.2	1145.9	1228.8	1309.1	1378.1	1436.6
P 3147	"	7.15	8.21	60	37	1627.7	1699.6	1237.3	1327.2	1414.5	1490.5	1555.8

付表-3 トウモロコシの月別病虫害発生状況及び対策

病名 および 害虫名	生育期間における発生状況														対策	主な発生 時期・及び 被害の種類	
	1988						1989										
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月		
さび病				○	○				◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		春～夏季にかけて発生、葉上にさびの症状がでる
根腐病										◎	◎	◎	●	●	●	抵抗性品種の導入	春～夏季にかけて発生、雌穂が垂れて、枯れ上がる
アワノメイガ			●	○	△	△	△	△	△	△	△		○	●	●	浸透性パダンを出穂前～直後に散布	夏季に大発生 雌穂や稈を食害
アオドウガネ			●	●							●	●	△	●	●	ディプテレックス乳剤散布	春～夏季にかけて発生、雄穂や絹糸を食害
アワヨトウ				●	●	●	●	●	●	●	○	○				ディプテレックス乳剤散布	秋～春季にかけて発生、幼苗時での葉部の食害
イネヨトウ				○	○											ダイアジノン乳剤、浸透性パダン水溶剤散布	茎に侵入し、芯枯れ症状を起こす
ネキリムシ										△	△					播種後にネキリトン、ダイアジノン粒剤施用	発芽直後の食害
カタツムリ										●	●					マイマイペットの散布	幼苗時での葉部の食害

注) 発病程度: 重～甚 ●、中 ◎、軽微～軽 ○  
 害虫の発生: 多～極多 ●、中 ○、少 △

## ソルガムの播種期試験

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\*\*

### I はじめに

沖縄県における本島南部・中部地域を中心にした農家では、各種の補助事業によりサイロが設置されてきている。それを契機に良質な飼料作物の導入への要望が強まり、ソルガムとトウモロコシに対する関心が高くなっている。

しかし、本県における夏季の気象は高温、早魃及び台風の襲来等苛酷な条件下にある。そのため、多収、高TDNを期待して導入したトウモロコシでは夏季において作柄が不安定となり、冬季栽培へ移行しつつある。一方、ソルガムではこれらの気象条件にも強いこと<sup>(1)~(12)</sup>から作付面積が年々増加しているが、安定作期が明らかでないため、本県の基幹草種であるローズグラス、ネピアグラス等の作付面積と比較してかなり少ない。

そこで、ソルガムの作付面積を拡大するためには播種適期を明らかにする必要がある。また、ソルガムはトウモロコシのように感温性だけで区分できる作物と違い、日長、温度による出穂特性が品種で大きく異なる<sup>(7), (13), (14)</sup>と言われていることから、作期別適品種についても明らかにする必要がある。

本試験では、このような栽培普及上の指針を得るために早生、中生及び晩生種の3品種を用いて播種適期の検討を行ったので、その結果を報告する。

### II 材料及び方法

1. 供試品種・系統(流通名) : 早生 P956(P 956) , 中生 FS 403(雪印ハイブリッドソルゴー), 晩生 FS 902 (ビッグシュガーソルゴー)
2. 耕種概要
  - (1) 播種期 : 1988年5月~9月及び1989年3、4月の毎月中旬に播種した。
  - (2) 播種法 : 75cm×5~10cm、3~4粒播き、1本仕立
  - (3) 区制 : 3m×4m=12m<sup>2</sup>、2区制
  - (4) 施肥量 (kg/10a) : 基肥 堆肥 10,000、N10、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25、K<sub>2</sub>O 10  
 追肥 中間追肥(6葉期) N 5、刈取り後 N、K<sub>2</sub>O 各10
  - (5) 刈取期 : 糊熟期
  - (6) 薬剤散布 : 殺虫剤 (ディフテレックス乳剤、ダイシストン粒剤、マラソン乳剤)

\* 沖縄県農林水産部畜産課

\*\* 沖縄県肉用牛生産供給公社

### 3. 調査形質と方法

ソルガム（ホーククロップサイレージ用）系統適応性検定試験実施要領に準拠した。

- (1) 主な対象項目：総乾物収量、穂重割合、耐倒伏性、耐病性、総合評価
- (2) 刈取調査：中央2畦のそれぞれ1mを調査
- (3) 刈取回数の設定：刈取は、再生草の生育状況から判断して実際に農家で刈取利用されると思われる段階までとした。

## III 結 果

### 1. 試験期間中の気象及び生育概要

試験期間中の気象を図-1に示した。1988年は、平年より気温は若干高めで推移し、降水量は6月下旬の梅雨明け後8月及び10月上旬の台風時を除いて少なく、早魃傾向であった。1989年は、1、2月が平年より気温は高めでそれ以降は9月を除いて平年並で推移し、降水量は1、4、5、8、9月が平年より若干多めであった外は平年をかなり下回った。

台風は、1988年の8、10月と1989年の7、8月の4回接近し、1988年の5、6、7月播種、1989年の4月播種が倒伏等の被害を受けた。このため、FS 902の5、7月播種は、出穂前に刈取りを行った。

発芽状況は、7、9月播種が早魃のため発芽が悪かったことを除いて良好であった。特に9月播種では9月14日の播種が発芽不良であったため9月22日に再播種を行った。

生育状況は、8、9月播種が早魃の影響を受けて悪く、その外は生育期間中の適度の降雨により比較的順調であった。

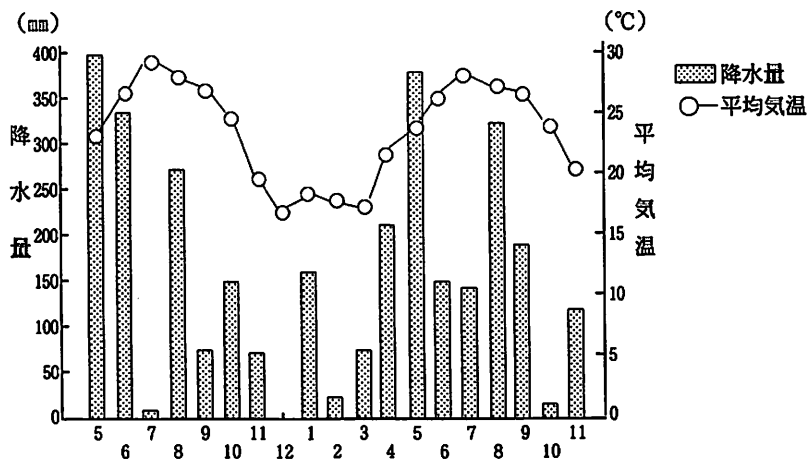


図-1 生育期間中の平均気温と降水量

### 2. 播種期別の調査成績

#### (1) 生育日数

各系統における播種期別の1番草の出穂日数を図-2に示した。感温性の高い系統である<sup>(13),(15)</sup>

P 956における出穂日数は、4月から8月まで播種期を移動しても変動が小さく、生育期間中の平均気温が比較的低い3、9月播種で若干長くなった。逆に、感光性の高い系統であるFS 403及びFS 902における出穂日数は、播種期を移動することにより大きく変動した。即ち、日長、温度の影響を受けて早播きの3、4月播種で出穂が早まり、その後、長日条件下の5月播種を最長にして短日条件に移行する8月播種まで漸次、出穂が早くなった。

冬季を除いて各系統における出穂から糊熟期までの登熟日数はほぼ一定であり、P 956及びFS 403が平均で20日、FS 902が平均で19日となった(付表-1参照)。

また、各播種期の中でFS 403の5月播種は、他の播種期と全く異なった生育パターンを示した。具体的には、5月中旬から8月中旬まで節間伸長せずに出葉を繰り返し、その後9月上旬の出穂期までの極短期間で節間伸長した。

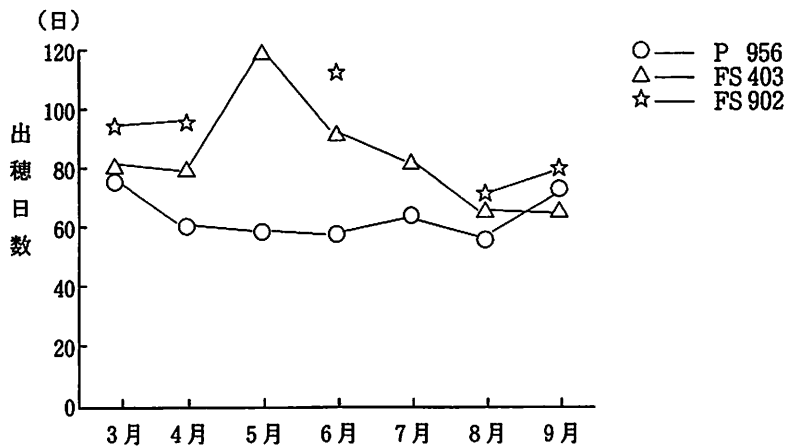


図-2 ソルガムの播種期別出穂日数

(2) 倒伏割合

各系統における播種期別の倒伏割合を図-3に示した。台風の影響により4、5、6月播種ではFS 902、7月播種ではFS 403とFS 902が倒伏した。しかし、その倒伏被害が全て1番草のかなり生育の進んだ段階で発生し、2番草以降での倒伏は無かった。

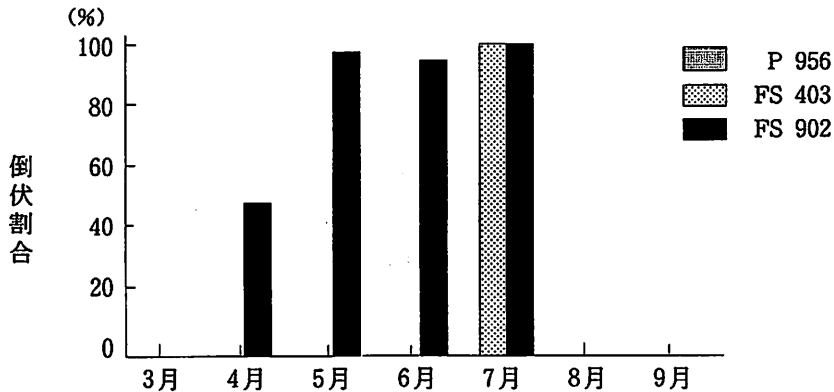


図-3 ソルガムの播種期別倒伏割合

### (3) 刈取回数及び乾物収量

各系統における播種期別の刈取回数及び乾物収量を図-4～7に示した。刈取回数は、P 956の3、4月播種で3回刈り、P 956の5、6月播種、FS 403の3、4月播種及びFS 902の3、4、5月播種で2回刈りとなった。それ以降の播種期では1回刈りの利用となった。

乾物収量を1番草だけで比較すると、P 956は7月播種まで収量が安定していた。逆に、FS 403及びFS 902が3月の早播きでは早生化し、乾物収量が低下した。

乾物収量は、P 956の3～6月播種、FS 403の3、4月播種及びFS 902の3、4、5月播種で多収となり、逆に各系統とも生育期間中における気温の低下と早魃により8、9月播種で低収となった。その中で、FS 902の乾物収量は5月播種を除き、他の系統と比べて高く、8月播種でも1,000kg/10aを越す乾物収量が得られた。

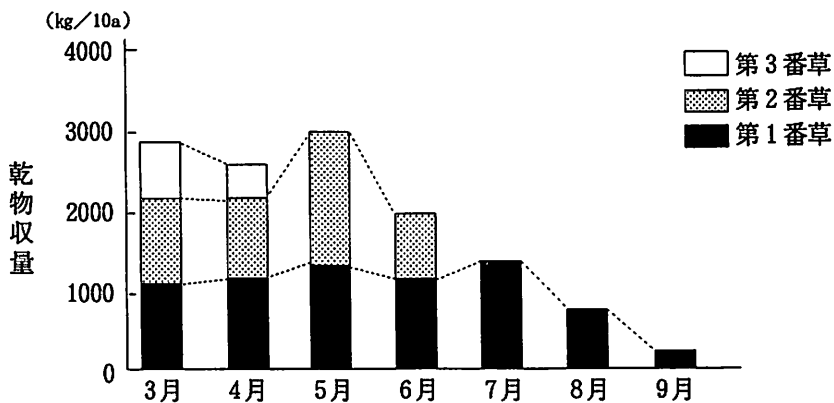


図-4 P 956の播種期別乾物収量

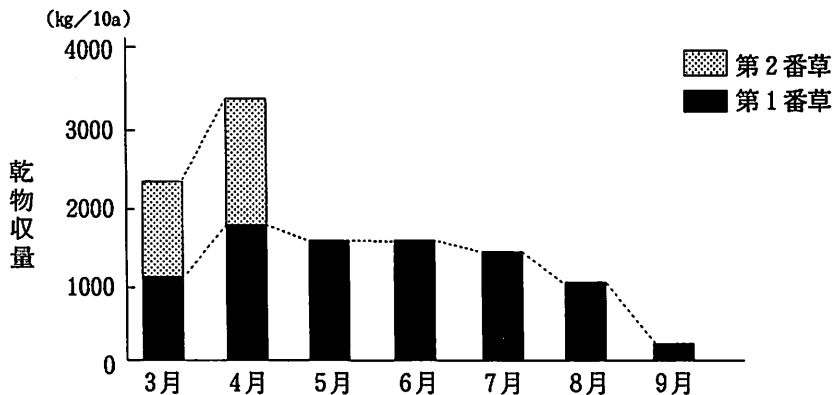


図-5 FS 403の播種期別乾物収量



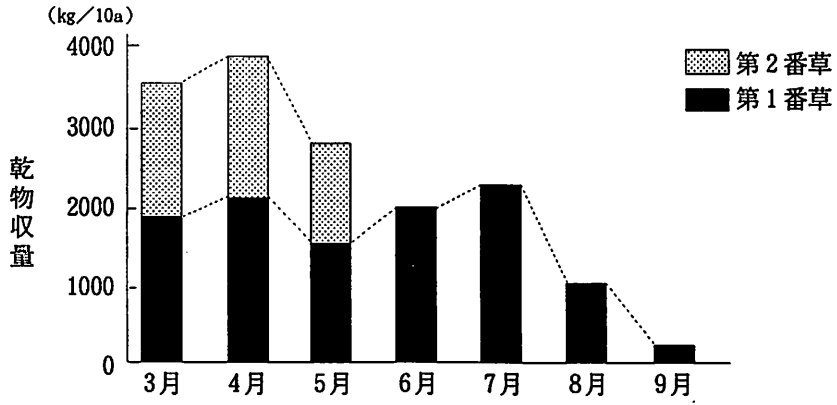


図-6 FS 902の播種期別乾物収量

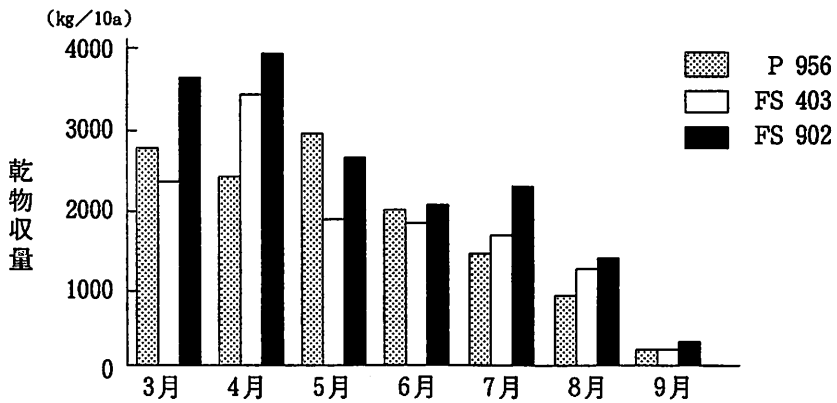


図-7 ソルガムの播種期別乾物収量

(4) 乾物穂重割合

各系統における播種期別の乾物穂重割合を図-8に示した。乾物穂重割合は、P 956とFS 403及びFS 902とは9月播種を除いて全く対照的な変動を示した。

全平均した乾物穂重割合は、P 956が33%と高く、逆にFS 403及びFS 902がそれぞれ17%、10%と低かった。

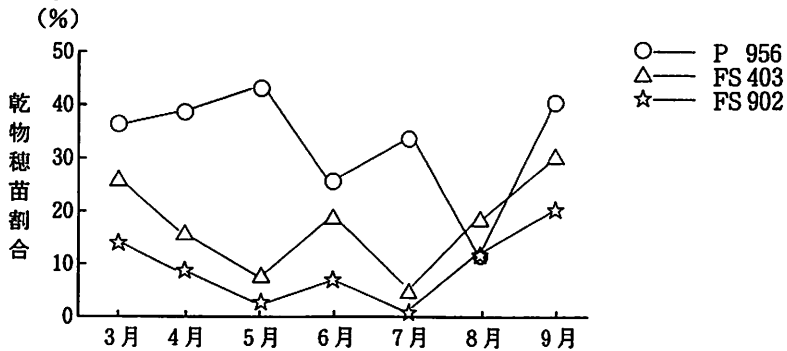


図-8 ソルガムの播種期別乾物穂重割合

## IV 考 察

### 1. 播種期及び再生利用の限界

本県における実用的な乾物収量（300kg/10a目安）が得られる播種期及び再生利用の限界について検討した。本試験において8月播種と9月播種では、8月播種の乾物収量を100として比べてみると、9月播種が10～17%となり、急激に低下した。また、実用的な乾物収量が得られた再生草の中で最も遅い刈取り時期は11月下旬であり、それは9月上旬に刈取ったものの再生利用であった（付表-1参照）。

これは、ソルガムの遅刈りの限界が22℃と言われていること<sup>11)</sup>から本県での利用は11月中旬までと推定され、それまでに生育可能な播種期及び再生草の刈取り時期はそれぞれ8月中旬、8月下旬となり、本試験結果とはほぼ一致する。

このことから、本県におけるソルガムの播種期の限界は8月中旬までとなり、再生利用の限界は、8月下旬から遅くとも9月上旬までの刈取りによる11月までの利用と判断される。

### 2. 播種適期

各系統における播種期別の4項目による総合評価を表-1に示した。その中で総乾物収量については、前述の播種期の限界を越えていた9月播種を除いた平均収量対比で評価した。

播種期別では、3、4月播種が最も高く、次いで5月播種の順となり春季における評価が高く、逆に6月～9月播種（夏季から秋季）における評価は低かった。

系統別ではP 956が3、4、5月播種、FS 403が4月播種、FS 902が3、4月播種で評価が高かった。その中で、FS 902の4月播種は台風による倒伏被害があり、安定作期とは言い難い。一方、残りの播種期では前に述べたように早播きにより品種の早晩性に関係なく1番草の出穂が早いため、台風に遭遇する危険が少ない。また、ソルガムの倒伏は地際から倒れる場合がほとんどであり、根張りがしっかりしている再生草では耐倒伏性に優れている<sup>15)</sup>。このように2番草では倒伏、早魃にも強く、夏季の高温で安定した乾物収量が期待できる。しかし、本県では7月中旬頃からソルガムにアブラムシが発生し、収量低下等の被害をもたらすことから1番草刈取後、追肥と一緒にダイシストン粒剤を散布する必要がある。

以上、早生、中生及び晩生種の3品種における播種期別の評価について述べてきたが、ソルガムは日長、温度による出穂特性が品種で大きく異なる<sup>7),13),14)</sup>。しかし、一般に早生種は感温性、晩生種は感光性品種<sup>17)</sup>と言われており、本試験で用いた品種もそのような特性を示していたことから、他の品種を利用する場合でも本試験結果を適用しても差し支えないものと思われる。

したがって、本県における播種適期は早生種が3、4、5月、中生種が4月、晩生種が3月と判断される。その時の10a当り乾物収量は、早生種で2,500～3,000kg、中生種で3,400kg、晩生種で3,500kgが期待できる。

作付体系においてトウモロコシを基本に据えた場合、トウモロコシの播種適期<sup>18)</sup>における収穫時期が4月下旬から6月中旬となり、ソルガムの播種適期における作付けが困難となる。そこで、トウモロコシとの輪作を考えると1,000kg/10a以上の乾物収量が期待できることと倒伏被害のなかったことから、6、7月においては早生種、8月においては晩生種を作付けすることが望ましい。

表-1 ソルガムの播種期別の総合評価

播種月日	品 種 ・ 系 統 名	4 項 目 評 価					備 考
		総乾物収量	穂重割合	耐倒伏性	耐病性	合 計	
1989 3.16	P 956	40	3	30	6	79	
	FS 403	24	3	30	6	63	
	FS 902	40	3	30	6	79	
4.14	P 956	32	9	30	6	77	
	FS 403	40	6	30	6	82	
	FS 902	40	6	18	6	70	
1988 5.14	P 956	40	9	30	6	85	
	FS 403	0	6	30	9	45	
	FS 902	40	3	12	6	61	
6.13	P 956	8	9	30	6	53	
	FS 403	0	3	30	6	39	
	FS 902	8	0	0	6	14	
7.14	P 956	0	12	30	6	48	
	FS 403	0	0	0	6	6	
	FS 902	24	0	0	6	30	
8.17	P 956	0	6	30	9	45	
	FS 403	0	3	30	9	42	
	FS 902	0	0	30	9	39	
9.22	P 956	0	9	30	12	51	
	FS 403	0	0	30	12	42	
	FS 902	0	0	30	12	42	

注1) 評価：総乾物収量（最高40点）、穂重割合（最高15点）、耐倒伏性（最高30点）、耐病性（最高15点）の4項目評価（最高100点）

注2) 総乾物収量は9月播種を除いた3品種・系統の平均収量対比

## V 要 約

本県におけるソルガムの播種適期を検討したところ、その結果は次のとおりであった。

1. 冬季を除いて各系統における出穂から糊熟期までの登熟日数はほぼ一定であった。
2. 実用的な乾物収量が得られるソルガムの播種期の限界は、8月中旬までとなり、再生利用の限界は、8月下旬から遅くとも9月上旬までの刈取りによる11月までの利用となる。
3. 播種適期は早生種が3、4、5月、中生種が4月、晩生種が3月である。その時の10 a 当たりの乾物収量は、早生種で2,500~3,000kg、中生種で3,400kg、晩生種で3,500kgが期待できる。
4. 作付体系においてトウモロコシとの輪作を考えると、6、7月では早生種、8月では晩生種を作付けする。

## VI 文 献

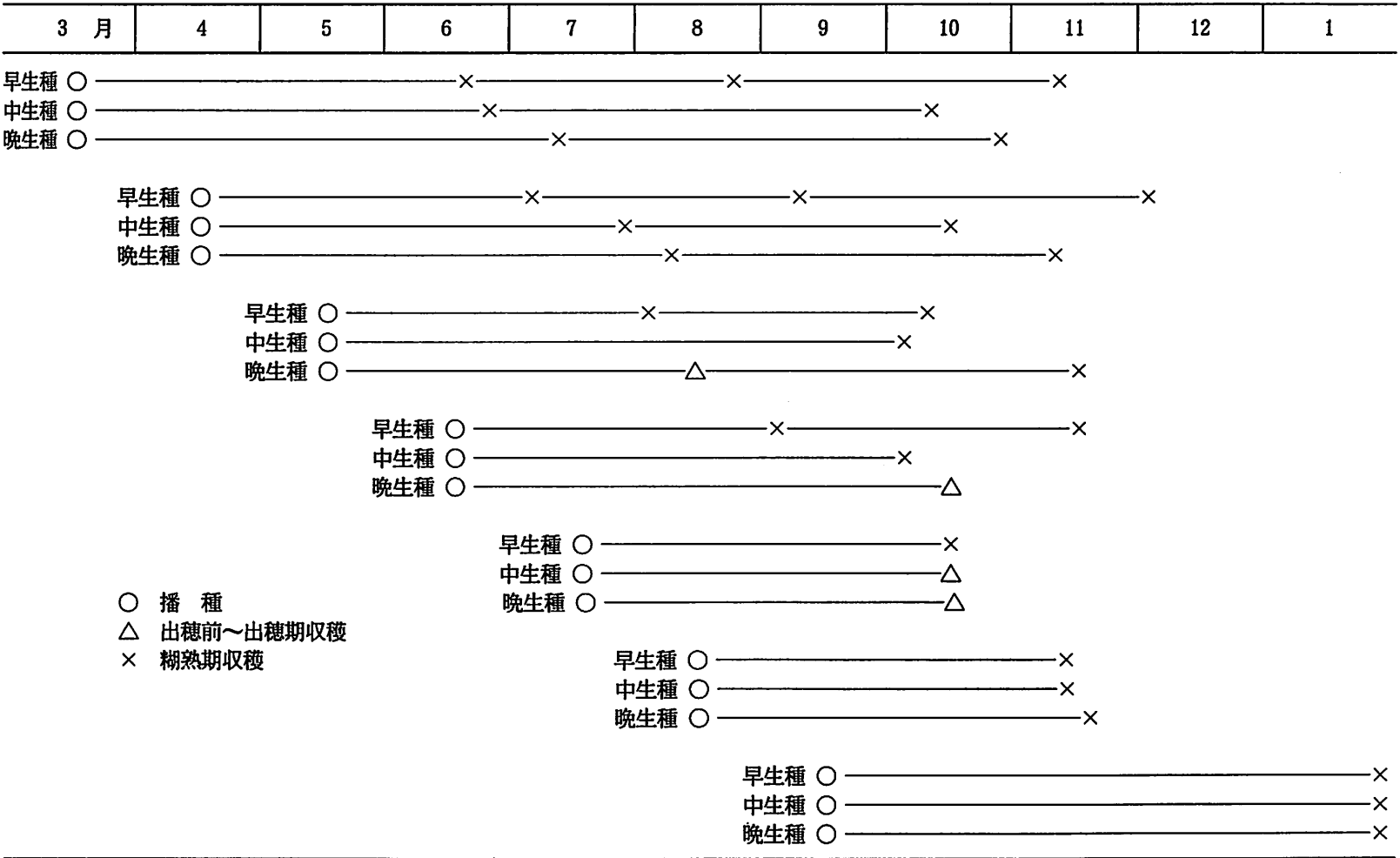
- 1) 相井孝允、ソルゴ-の利用、日草九支報、5(1)、20~27、1974
- 2) 野口義之、ソルゴ-の栽培、日草九支報、5(1)、10~19、1974
- 3) 熊井静雄、ソルガムサイレージの品質改善と飼料価値の向上、牧草と園芸、32(3)、1~3、1984
- 4) 新海和夫、新品種「ビッグシュガーソルゴ-」の特性とその利用、牧草と園芸、33(3)、8~13、1985
- 5) 牧 廣毅、F<sub>1</sub>トウモロコシ収穫後のソルガム栽培のポイント、牧草と園芸、32(7)、5~7、1984
- 6) 熊井静雄・福見良平、ソルガムの夏播き栽培とそのメリット、牧草と園芸、34(7)、1~4、1986
- 7) 細田尚次、ハイシュガーソルゴ-の特性とその利用、牧草と園芸、32(3)、8~12、1984
- 8) 新海和夫、西南暖地におけるソルガムのメリットと優良品種の活用、牧草と園芸、32(3)、12~16、1984
- 9) 新海和夫、ソルガムの優良品種と栽培利用、牧草と園芸、31(2)、1~5、1983
- 10) 新海和夫、ソルガムの特性と優良品種の利用、牧草と園芸、30(3)、11~14、1982
- 11) 田淵眞一、山陽地域におけるソルガムの栽培と利用、牧草と園芸、34(3)、7~12、1986
- 12) 最上邦章外3名、ソルゴ-の品種、日草九支報、5(1)、1~9、1974
- 13) 小池袈裟市、ソルガムの品種特性に合った栽培利用、牧草と園芸、36(3)、1~6、1988
- 14) 米本貞夫、ソルゴ-類の播種期と品種の反応、牧草と園芸、31(2)、9~12、1983
- 15) 富田耕太郎、夏播きソルガムの栽培と利用のポイント、牧草と園芸、36(7)、13~17、1988
- 16) 山淵 奏、トウモロコシとソルガムの混播、牧草と園芸、37(2)、18~21、1989
- 17) 上田允祥外3名、ソルガムの播種期について、日草九支報、7(2)、29~30、1977
- 18) 森山高広外6名、トウモロコシの播種期試験、冲畜試研報、27、99~114、1990

付表-1 ソルガムの播種期別調査成績

播種月日	品種・系統名	番草	発芽及び再生日	出穂期	刈取月日	稈長 (cm)	穂長 (cm)	稈径 (mm)	倒伏 (%)	備考	
1989 3.16	P 956	1番草	3.26	6.1	6.20	204	25	13.9	0		
		2番草	6.23	8.8	8.24	207	23	11.9	0		
		3番草	8.27	10.21	11.10	186	22	12.3	0		
	FS 403	1番草	3.26	6.5	6.26	192	25	12.1	0		
		2番草	6.29	9.10	10.2	229	21	13.9	0		
	FS 902	1番草	3.26	6.19	7.10	298	27	15.0	0		
2番草		7.12	10.2	10.23	345	23	17.3	0			
1989 4.14	P 956	1番草	4.20	6.13	7.3	200	26	11.8	0		
		2番草	7.5	8.21	9.8	201	22	10.8	0		
		3番草	9.12	11.1	11.28	140	19	10.6	0		
	FS 403	1番草	4.20	7.2	7.22	255	24	14.4	0		
		2番草	7.25	9.28	10.17	263	20	13.3	0		
	FS 902	1番草	4.20	7.19	8.3	339	18	16.5	36.6		台風12号 (8/1~2)
2番草		8.6	10.19	11.6	319	26	16.3	0			
1988 5.14	P 956	1番草	5.19	7.12	8.1	188	24	13.0	0		
		2番草	8.5	9.16	10.6	217	24	12.2	0		
	FS 902	1番草	5.20	-	8.8	277	-	15.3	94.3		台風9号 (8/6~7)
		2番草	8.12	10.31	11.18	219	17	15.2	0		
6.13	P 956	1番草	6.18	8.10	8.28	172	20	13.2	0		
		2番草	8.31	10.25	11.18	145	17	10.0	0		
	FS 902	1番草	6.17	9.12	9.30	224	20	15.4	0		
7.14	FS 403	1番草	6.17	9.12	9.30	224	20	15.4	0	台風24号 (10/6)	
		FS 902	1番草	6.18	9.30	10.7	316	23	15.3		92.2
	P 956	1番草	8.4	9.16	10.6	219	24	13.2	0		
8.17	FS 403	1番草	8.1	10.4	10.7	236	25	16.5	100	台風24号 (10/6)	
		FS 902	1番草	8.4	-	10.7	386	-	19.2		100
	P 956	1番草	8.23	10.14	11.9	130	19	9.7	0		
9.22	FS 403	1番草	8.23	10.22	11.11	136	13	12.4	0		
		FS 902	1番草	8.23	10.27	11.15	192	16	13.6		0
	P 956	1番草	9.26	12.5	1.23	71	15	5.7	0		
9.22	FS 403	1番草	9.26	11.29	1.23	64	15	5.8	0		
		FS 902	1番草	9.26	12.12	1.23	79	16	6.7		0

付表-2 ソルガムの播種期別調査成績

播種月日	品種・系統名	番草	乾物収量 (kg/10a)			乾物穂重割合 (%)	乾物率 (%)	熟度	備考
			穂重	茎葉重	全重				
1989 3.16	P 956	1番草	468	645	1,113	42.0	28.3	糊熟期	
		2番草	341	702	1,043	32.7	30.4	"	
		3番草	181	459	640	28.3	31.2	乳~糊熟	
	FS 403	1番草	376	750	1,126	33.4	25.8	糊~完熟	
		2番草	241	992	1,233	19.5	26.4	"	
	FS 902	1番草	323	1,540	1,863	17.3	29.7	糊熟期	
2番草		177	1,458	1,635	10.8	32.0	"		
1989 4.14	P 956	1番草	524	655	1,179	44.4	29.0	"	
		2番草	337	647	984	34.2	28.1	"	
		3番草	108	206	314	34.4	27.7	"	
	FS 403	1番草	318	1,512	1,830	17.4	26.4	糊~完熟	
		2番草	184	1,368	1,552	11.9	24.0	乳~糊熟	
	FS 902	1番草	200	1,982	2,187	9.1	30.2	糊熟期	
2番草		109	1,449	1,558	7.0	33.0	"		
1988 5.14	P 956	1番草	588	716	1,304	45.1	33.1	糊~完熟	
		2番草	682	970	1,652	41.3	26.5	糊熟期	
	FS 403	1番草	124	1,543	1,667	7.4	31.3	糊~完熟	
		FS 902	1番草	-	1,472	1,472	-	18.2	-
		2番草	75	1,074	1,149	6.5	30.8	糊熟期	
6.13	P 956	1番草	380	811	1,191	31.9	29.6	"	
		2番草	123	565	687	17.9	32.9	完熟期	
	FS 403	1番草	293	1,373	1,666	17.6	27.0	糊熟期	
	FS 902	1番草	136	1,761	1,897	7.2	28.2	水熟期	
7.14	P 956	1番草	460	893	1,353	34.0	21.7	乳~糊熟	
	FS 403	1番草	69	1,471	1,540	4.5	16.9	水熟期	
	FS 902	1番草	-	2,188	2,188	-	18.1	-	
8.17	P 956	1番草	81	592	672	12.1	30.8	糊~完熟	
	FS 403	1番草	175	775	950	18.4	25.4	糊熟期	
	FS 902	1番草	129	892	1,021	12.6	26.8	"	
9.22	P 956	1番草	45	70	115	39.1	29.3	糊~完熟	
	FS 403	1番草	30	69	99	30.3	26.8	"	
	FS 902	1番草	33	118	151	21.9	26.9	糊熟期	



付図 - 1 播種期別の作期

# 暖地型マメ科牧草グリーンリーフデスモジュールの 同伴イネ科草の適草種選定

庄子一成 仲宗根一哉

前川勇\* 福地稔\*\*

## I はじめに

1981年から4年間にわたる沖縄本島北部地域における放牧用の暖地型マメ科牧草の適草種選定試験の結果、最も高い生産量をあげたのはグリーンリーフだったことは既に報告した。しかしながらローズグラスとの混播栽培の合計乾物収量はローズグラスの単播区（窒素無施用）よりは著しく高い生産量をあげたが、グリーンリーフの単播区と同水準となった<sup>6)</sup>。

マメ科牧草はその導入・栽培の目的や利点から、イネ科牧草と混播栽培されるのが一般的であるが、前述した試験結果のように少なくとも乾物収量の点において混播の効果が認められなかったことは、その栽培の価値が半減する。

そこで混播栽培する場合に混播効果の発現により乾物収量の増大が期待され得る同伴イネ科草を選定する目的でこの試験を実施した。

## II 材料及び方法

### 1. 調査期間

調査は1983年5月から1985年12月まで実施した。

### 2. 供試草種

グリーンリーフデスモジュール (*Desmodium intortum* cv.Greenleaf) と、同伴イネ科草としてパンゴラグラス (*Digitaria decumbens* TAIWAN A-24)、パラグラス (*Brachiaria mutica*)、セタリアグラス (*Setaria sphacelate* cv.Kazungula)、ローズグラス (*Chloris gayana* cv.Boma)、キクユグラス (*Pennisetum clandestinum*) 及びギニアグラス (*Panicum maximum* cv.Gatton) を供試した。

### 3. 試験地及び供試圃場の土壌条件

試験地は沖縄本島北部の今帰仁村に所在する沖縄県畜産試験場内の圃場で、土壌は赤色土で礫が多く有機物に乏しい酸性土壌 (pH 4.9) である。

### 4. 処理及び調査面積

処理はマメ科草単播区と2に掲げたイネ科草との混播区及びイネ科草の単播区を設け、試験区

\* 農林水産部農林総務課

\*\* 乳用牛育成センター



は無作為に配置し3反復した。1区面積は $3\text{ m} \times 3\text{ m} = 9\text{ m}^2$ で、うち調査面積は中央の $1\text{ m}^2$ とした。

## 5. 耕種概要

播種及び植え付けは1983年5月25日に実施した。グリーンリーの播種量は単播区では10a当たり0.5kg、混播区ではその半量を散播し十分鎮圧した。その際根粒菌（オーストラリア市販のCB 627）を接種した。またイネ科草については、ローズとセタリアについては種子を1.5kg散播した。パンゴラ、パラ及びキクユについては長さ約30cmの2節苗2～3本を、1辺20cmの格子状（株間20cm×畦間20cm）に斜め挿し植えた。

土壌改良材として10a当たり50kgのBM熔燐を改良深15cmにすきこんだ。基肥はN 3 kg、 $\text{P}_2\text{O}_5$  20kg、 $\text{K}_2\text{O}$  10kgをそれぞれ尿素、BM熔燐、塩化カリを使用し、播種1週間前に施用した。追肥は秋に $\text{P}_2\text{O}_5$  10kg、 $\text{K}_2\text{O}$  15kg、翌年以降は、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ とも20kgを春秋2回に分施した。窒素は施用しなかった。

なお、刈取りにより収奪されるCa量として25kg（本草種のCa含有率と予想年間収量から推定）を播種時に炭カルで施与した。また微量要素対策としてCu、Zn、Moについてそれぞれ硫酸銅50g、硫酸亜鉛50g、モリブデン65gを水溶液にして散布した。

## 6. 調査項目及び方法

乾物収量と草高及び冠部被度を調査した。刈取りは第1回目はローズの草高が40～50cmになったとき地際から約10cmの高さで刈り取り、その後は約40日の等間隔で刈り取った。草高と被度は刈取り時の測定及び観察によった。混播区はイネ科草とマメ科草に分け、単播区とも常法により乾燥し乾物率及び乾物収量を算出した。

# III 結果及び考察

## 1. 試験経過の概況

播種及び植え付け後適度の降雨があり、7月初旬の定着状況は概ね良好であった。その後台風による集中豪雨があったものの12月まで干ばつ傾向が続いた。しかし生育に悪影響は見られなかった。2年目はむしろ平年並みの穏やかな気象で推移し生育は良好だった。3年目は2月に多量の降雨があったが、その後は台風などによる集中豪雨と2回の大雨があったものの、平年をかなり下回る降水量で推移し、年間を通して干ばつ気味であった。そのためグリーンリーの生育がやや不良だった。（図-3参照）

## 2. 結果

### (1) 収量調査

図-1に年次毎のイネ科草単播区、マメ科草単播区及びそれらの混播区の収量水準を6草種の平均で示した。試験2・3年目には収量は安定し、マメ科草単播区の収量はイネ科草単播区の収量に比較して著しく高い生産をあげた。また混播区の合計収量が10a当たり1000kg前後とマメ科草の単播区より高くなり、混播効果が認められた。これらの水準は前述の試験の3・4年目よりやや低い<sup>5)</sup>が、初年目の気象が順調であったため1年早く草地は確立したと判断された。

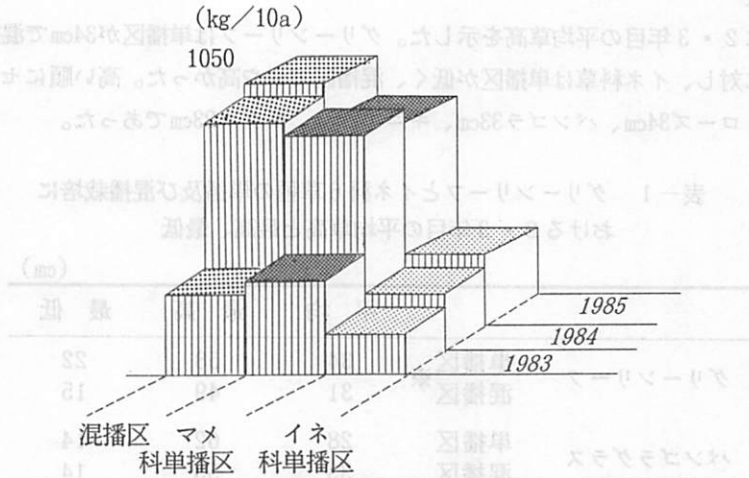


図-1 グリーンリーフとイネ科 (6草種平均) の単播及び混播栽培の乾物収量の年次推移

図-2 にグリーンリーフとイネ科 6 草種の単播及び混播の試験 2・3 年目の平均乾物収量を示した。(処理別・年次別の年間乾物収量は付表に掲げた。) これによれば全草種とも混播区の合計収量がイネ科単播区に対し著しい増収となっている。また混播区の合計収量がマメ科単播区よりも高かったのはパンゴラ区、パラ区、セタリア区及びローズ区であった。キクユ区とギニア区では合計収量は低かったが、イネ科草の収量は増加しており混播効果は認められた。

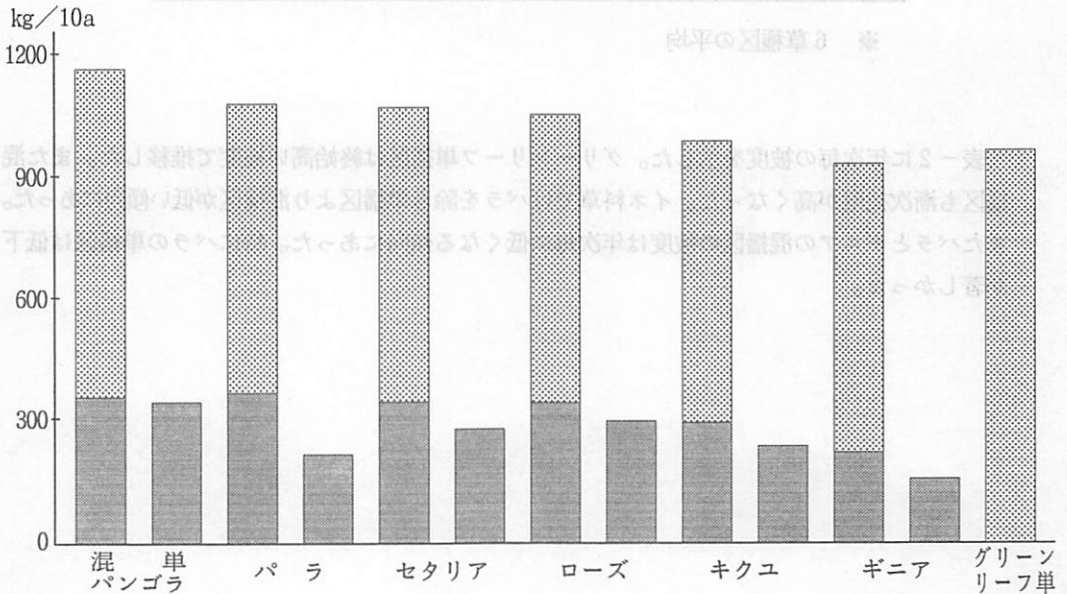


図-2 グリーンリーフとイネ科 6 草種の単播及び混播栽培の年間乾物収量 (試験 2・3 年目の平均)

(2) 特性調査

表-1に2・3年目の平均草高を示した。グリーンリーフは単播区が34cmで混播区はやや低かったのに対し、イネ科草は単播区が低く、混播区でやや高かった。高い順にセタリア41cm、パラ39cm、ローズ34cm、パンゴラ33cm、ギニア26cm、キクユ23cmであった。

表-1 グリーンリーフとイネ科6草種の単播及び混播栽培における2・3年目の平均草高と最高、最低

		(cm)		
		平均	最高	最低
グリーンリーフ	単播区※	34	58	22
	混播区	31	49	15
パンゴラグラス	単播区	28	62	14
	混播区	33	53	14
パラグラス	単播区	29	62	14
	混播区	39	73	14
セタリアグラス	単播区	31	56	12
	混播区	41	82	14
ローズグラス	単播区	29	57	17
	混播区	34	67	20
キクユグラス	単播区	14	22	11
	混播区	23	37	14
ギニアグラス	単播区	15	23	9
	混播区	26	60	14

※ 6草種区の平均

表-2に年次毎の被度を示した。グリーンリーフ単播区は終始高い被度で推移した。また混播区も漸次被度が高くなった。イネ科草ではパラを除き単播区より混播区が低い傾向にあった。またパラとギニアの混播区の被度は年次毎に低くなる傾向にあった。特にパラの単播区は低下が著しかった。

表-2 グリーンリーフとイネ科6草種の単播及び混播栽培における被度の年次推移

		初年目 (1983)	2年目 (1984)	3年目 (1985)
グリーンリーフ				
単播区		95	95	95
混播区				
パンゴラグラス区		70	80	85
パラグラス区		45	80	90
セタリアグラス区		55	75	85
ローズグラス区		40	70	80
キクユグラス区		60	70	75
ギニアグラス区		60	80	80
イネ科草				
パンゴラグラス	単播区	85	70	80
"	混播区	50	65	55
パラグラス	単播区	85	65	45
"	混播区	85	75	60
セタリアグラス	単播区	80	70	80
"	混播区	60	60	65
ローズグラス	単播区	95	75	85
"	混播区	80	70	70
キクユグラス	単播区	85	65	70
"	混播区	70	70	70
ギニアグラス	単播区	55	70	55
"	混播区	55	50	45

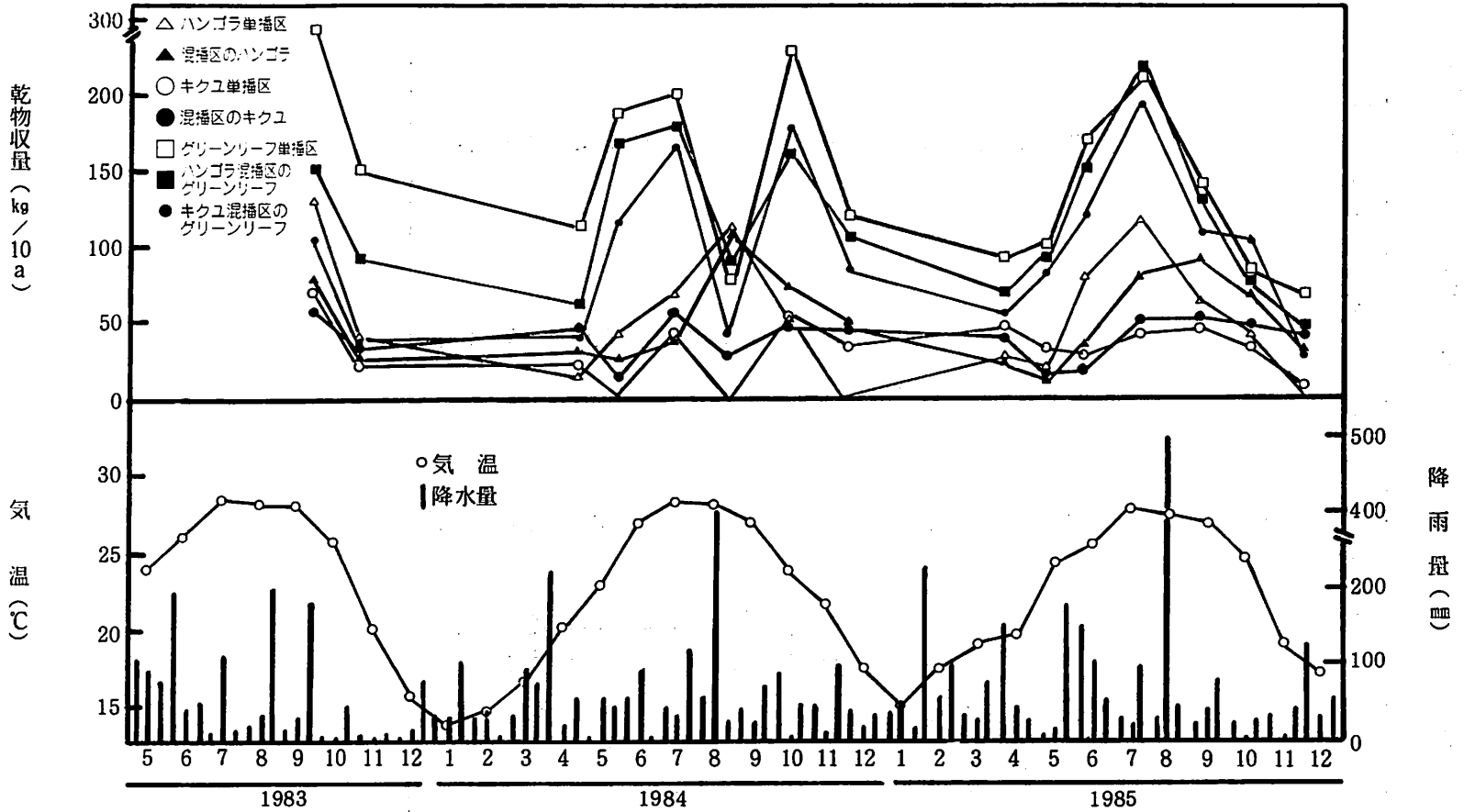


図-3 グリーンリーフとパンゴラ及びキクユグラスの混播とそれぞれの単播栽培における  
草種別・刈取り時期別乾物収量及び月平均気温と旬別降水量

### 3. 考 察

今回の試験では、既報<sup>2,6)</sup>のサイラトロやクーパーで発現したような大幅な増収は認められず、前の試験のグリーンリーフと同様、混播したマメ科草の収量はマメ科単播区よりも減少し、混播したイネ科草の収量が増加しても合計乾物収量はマメ科草単播区に対し10~20%程度の増収にとどまった。そこで先ず気象によって変化する同伴イネ科草の生産が混播したグリーンリーフに及ぼす影響について以下に考察した。

グリーンリーフ、パンゴラ及びキクユの単播区とパンゴラ及びキクユの混播区の草種毎の刈取り時期別乾物収量を雨量、気温とともに図-3に示した。パンゴラとキクユの生産パターンは大幅に異なり、パンゴラは夏季に旺盛に生育するのに対し、キクユはやや平準であった。ところが混播区のグリーンリーフの生産は単播区とほぼ同じパターンを示し、その収量も混播区間では統計的に有意差は認められなかった。このためこの程度のイネ科草の繁茂状況では、混播区のグリーンリーフが同伴イネ科草の地上部の季節的な生育から悪影響を受けたとは認められず、グリーンリーフの混播区の収量が単播区のそれより低下するのは同伴イネ科草との土壤水分や肥料分などの地下部の競合によるのではないかと思われる。

次に同伴イネ科草について検討してみると、混播区のイネ科草の乾物収量が単播区よりも高かったのは、パラ、セタリア、キクユ、ギニアであった。北村<sup>2,3)</sup>はサイラトロとスタイロの同伴イネ科草を選定する上で草型に着目しているが、今回の試験では草高の高い草と低い草の両者に効果が現れ、草型による効果には一定の傾向は見られなかった。

合計乾物収量が増加した区はパンゴラ区、パラ区、セタリア区及びローズ区で、イネ科草の収量の高い区ほど高くなっている。通常草高の高いギニアが今回著しく低かったことは十分な生育をしていなかったものと判断される。北村<sup>4)</sup>は今回供試したものと同様なイネ科草を供試し窒素施与反応を比較し、最大乾物収量を得るために必要な窒素の年間施与量はギニア及びセタリアが最も多く、パンゴラが最も少ないと報告している。また別の試験の結果で、ギニア<sup>1)</sup>は窒素に対する感応が鋭敏であり、肥切れにも注意する必要があると述べている。これらのことから、土壤中の窒素水準がギニアの生育にとっては低すぎたのではないかと考えられる。このため同伴草の選定に当たっては草型や気象以外の要因、例えば施肥反応の鋭敏性や土壤肥沃度などにも留意する必要があると考えられる。

上述した結果からは、沖縄本島北部の既存の放牧地など、特に施肥が十分にできないところの痩せ地では、グリーンリーフを導入することによりイネ科草単播区に比較して乾物収量が著しく増大するとともに、グリーンリーフの単播区に対しても特に同伴イネ科草がパンゴラやパラの場合には混播効果により10%前後増収することが示唆された。

## IV 要 約

暖地型マメ科牧草グリーンリーフを混播栽培する場合の同伴イネ科草を選定する目的で、沖縄本島北部においてグリーンリーフと暖地型イネ科草6草種の混播及びそれぞれの単播区を設置し、窒素無施用で栽培しその乾物収量を比較検討した。その結果、土壌養分に乏しい強酸性の赤色土壌において合計乾物収量を増加させるためには、パンゴラグラスやパラグラスのような耐低肥性の草種が良いと判断された。

## V 参考文献

- 1) 北村征生、施肥窒素に対する数種暖地型イネ科牧草の感応特性、日草誌26、151～156、1980
- 2) 北村征生、南西諸島における暖地型マメ科牧草の実用栽培に関する研究Ⅲサイラトロと数種暖地型イネ科牧草との混播栽培における乾物収量と混播効果の比較、日草誌29、131～140、1983
- 3) 北村征生、----- VII 暖地型マメ科牧草スタイロとイネ科牧草との混播栽培における乾物生産量に及ぼす同伴イネ科牧草及び刈取り頻度の影響、日草誌30、131～139、1984
- 4) 北村征生、南西諸島で栽培した暖地型イネ科牧草の乾物、可消化乾物及び窒素収量に及ぼす窒素の施与量と種類及び刈取り間隔の影響、草地試研報33、36～49、1986
- 5) 庄子一成外6名、導入暖地型牧草の適応性調査(5)暖地型マメ科牧草「グリーンリーフ」外8草・品種の特性と生産量、沖畜試研報、第23号、85～101、1985
- 6) 庄子一成外6名、暖地型マメ科牧草7草・品種とローズグラスの混播栽培における混播効果と窒素固定量及び移譲量、沖畜試研報、第24号、61～73、1986
- 7) 昭和56年度農畜産物農密生産団地建設計画調査成績書、pp.107～136、1982、農用地開発公団
- 8) 沖縄気象月報、1～12月、pp 5、1983～1985、沖縄気象台

付表 グリーンリーフとイネ科6草種の単播及び混播栽培における年間乾物収量

		(kg/10a)		
		初年目 (1983)	2年目 (1984)	3年目 (1985)
(1)	グリーンリーフ単播区	459	949	883
(2)	グリーンリーフとイネ科混播区			
	パンゴラグラス 合計	348	1120	1151
	マメ科	243	777	796
	イネ科	105	343	355
	マメ科率%	63	70	69
	パラグラス 合計	481	990	1107
	マメ科	87	606	776
	イネ科	394	384	331
	マメ科率%	17	62	71
	セタリアグラス 合計	265	973	1085
	マメ科	160	649	775
	イネ科	105	324	310
	マメ科率%	60	64	72
	ローズグラス 合計	244	995	1013
	マメ科	64	688	710
	イネ科	180	307	303
	マメ科率%	29	69	70
	キクユグラス 合計	238	887	988
	マメ科	142	634	710
	イネ科	96	253	278
	マメ科率%	61	72	72
	ギニアグラス 合計	358	879	934
	マメ科	247	682	771
	イネ科	111	197	163
	マメ科率%	65	78	83
(3)	イネ科単播区			
	パンゴラグラス	173	305	356
	パラグラス	266	292	97
	セタリアグラス	101	190	307
	ローズグラス	288	280	252
	キクユグラス	96	160	242
	ギニアグラス	32	55	167



# 牧草サイレージ中のCu, Zn, Mn, Mg の定量における前処理法の検討

仲宗根 一 哉

## I はじめに

近年、世界各国で反芻家畜の微量元素栄養に関する研究が進められてきたが、特定元素の定量法の確立や生体内での機能、微量元素間の相互作用および拮抗作用等について解明されるべき課題はまだ数多く残されている。微量元素は生体内で金属酵素あるいは金属要求酵素として働き、牛の繁殖機能及び免疫反応等生理機能に深く関与<sup>1)</sup>することが明らかにされており、今後家畜の生産能力を最大限に発揮させるためには飼料中の微量元素について十分考慮する必要がある。

我が国においても飼料中に含まれるミネラルについて様々な研究<sup>2)</sup>が行われてきた。その中には、粗飼料中のCu, Zn, Seの含有量が乳牛の要求量に対して低く、不足する可能性があるという報告<sup>3)</sup>や、高温環境下において乳牛の微量元素要求量が増加するという報告<sup>4)</sup>がある。最近では特に乳牛の飼養において粗飼料の品質が重要視されてきているが、地域で利用される粗飼料中の微量元素含有量を把握することも重要と考えられる。

一般的に植物体中のミネラル含有量を測定するにあたっては、ほとんどの元素について原子吸光法<sup>5)</sup>が用いられている。同法で定量分析する際、主な前処理法として硝酸一過塩素酸による湿式灰化法<sup>6)</sup>及び1規定塩酸抽出法<sup>7)</sup>がある。後者は処理が簡単であり、分析精度も高いことからCu, Zn, Mn, Mgの定量によく用いられている。しかし、サイレージ試料に関しては、1規定塩酸抽出法を適用することが妥当か否か検討した例はなく、明確にされていない。そこで今回、県内の農家から収集した牧草サイレージ及び乾草について、それぞれ湿式灰化法及び1規定塩酸抽出法の2種類の前処理を行い、原子吸光法により、Cu, Zn, Mn, Mgの4元素を定量し、分析精度の検討を行ったのでその結果を報告する。

## II 材料及び方法

### 1. 供試材料

供試材料草は表-1のとおりである。県内農家から収集した乾草15点と牧草サイレージ15点を60℃、24時間乾燥後、1mm以下に粉碎した。

表-1 供試材料

	乾 草		サイレー ジ	
草 種	パンゴラグラス	2	ローズグラス	9
	ネピアグラス	3	ギニアグラス	3
	ローズグラス	5	コーン+ネピア	2
	ギニアグラス	5	ケイントップ	1
	計	15点	計	15点
サイロ型			スチール	12
			バンカー	3

## 2. 調査項目

- 1) Cu, Zn, Mn, Mg 含有量 (原子吸光法)
- 2) 粗蛋白質 (ケルダール法)
- 3) CW 中粗蛋白質含量 (酵素分析で分画したCW中の窒素をケルダール法により分析)
- 4) 元素抽出率 (同一試料について湿式灰化法により得られた元素含有量に対し、1 規定塩酸抽出法により得られた含有量を100分率で表した。)

## 3. 実験方法

同一試料について硝酸一過塩素酸による湿式灰化法及び1 規定塩酸抽出法で前処理を行い、原子吸光法により、島津原子吸光分光光度計AA 680を用いてCu, Zn, Mn, Mgの4元素を定量し、乾草試料とサイレー ジ試料についてそれぞれ1 規定塩酸による元素抽出率および分析精度を比較検討した。

## III 試験結果及び考察

## 1. 供試材料について

供試したサイレー ジ試料はすべて県内の農家から収集したものであり、材料草はもとより、発酵品質、水分、サイロ型等について様々である。乾草およびサイレー ジ試料中に含まれる4元素の含有量は湿式灰化法で前処理された試料液を用いて定量した。各元素の含有量については、表-2に示した。

これらの元素の平均含有量は、これまでに県内で調査された牧草中の元素含有量<sup>10)</sup>とほぼ同程度であった。

表-2 供試試料のミネラル含有量

(n=15)

元 素	区 分	含 有 量		
		平 均	最 小	最 大
Mn	乾 草	257.9	52.8	402.4
	サイレー ジ	187.1	22.0	359.3
Mg	乾 草	0.202	0.149	0.280
	サイレー ジ	0.210	0.148	0.299
Cu	乾 草	9.8	5.1	17.9
	サイレー ジ	9.9	5.2	25.3
Zn	乾 草	25.0	17.9	38.8
	サイレー ジ	27.3	21.0	43.3

※ Mg は乾物中%、他は乾物中ppm。

2. 元素抽出率について

各元素について得られた平均抽出率および変動係数、有意差検定の結果は、表-3に示した。

Mn, Mgでは乾草及びサイレーヅ試料とも97%以上の高い抽出率を示し、変動係数は3%以下で、乾草とサイレーヅの平均抽出率の間に有意差は認められなかった。しかし、Cu及びZnについては、乾草試料で96%以上の高い抽出率を示したのに対し、サイレーヅ試料の平均抽出率は乾草試料に比較して有意 ( $P < 0.01$ ) に低い値を示した。特にCuについては、変動係数が34.2%と著しく高く、大きなバラツキを示した。

表-3 1 規定塩酸抽出処理による元素抽出率

元素	区分	平均抽出率 (%)	t 検定	標準偏差 S.D	標準誤差 S.E	変動係数 (%)
Mn	乾草	99.2	N.S	2.2	0.6	2.2
	サイレーヅ	97.5		2.6	0.7	2.7
Mg	乾草	100.5	N.S	1.8	0.5	1.8
	サイレーヅ	99.6		1.4	0.4	1.4
Cu	乾草	96.6	SIG. ( $P < 0.01$ )	4.0	1.0	4.1
	サイレーヅ	58.4		20.0	5.2	34.2
Zn	乾草	98.0	SIG. ( $P < 0.01$ )	2.8	0.7	2.9
	サイレーヅ	89.1		2.5	0.7	2.8

3. 抽出時間の検討

上記の結果は、従来の1規定塩酸抽出法に従い、一昼夜の抽出時間により得られたものである。そこで、サイレーヅ試料について抽出時間とCu及びZnの抽出率の関係を検討した。

Cu及びZnの抽出率がそれぞれ、37.2、92.2%と低かったサイレーヅ試料について、24、48、120、240時間で抽出処理し、Cu及びZnを定量した。表-4に抽出時間による元素抽出率を示した。

抽出時間によってもCu及びZnの抽出率はほとんど変化せず、分析値には有意差は認められなかった。

表-4 抽出時間と元素抽出率

抽出時間	抽出率 (%)	
	Cu	Zn
24	37.2	92.2
48	36.0	91.8
120	34.9	91.8
240	34.9	90.9

#### 4. 熱変性との関連性

1 規定塩酸によってCu及びZnが抽出されなかったサイレージ試料では細胞中で何等かの形態的变化が起こっているものと推察されたが、この形態的变化が何に由来するのかは明確ではない。しかし、サイレージの発酵過程における生物的、化学的变化が<sup>11)</sup>Cu及びZnの1規定塩酸不溶に影響を与えている可能性がある。

また、サイレージ貯蔵中に温度上昇が観察されることがある。通常、サイレージ調製の初期に起こる植物の呼吸作用による発熱は30℃程度であるが、気密不良等による好気性菌の増殖によって、約70℃まで温度上昇する場合もある。さらに、低水分(30~40%)条件下で、好気性発酵が進行した場合、サイレージ自体の断熱効果により、発酵熱が蓄熱する。その結果、化学的酸化反応であるアミノカルボニル反応(メイラード反応)が急激に進行して、70℃以上の温度上昇が生じ、くん炭化<sup>12)</sup>を起こすこともある。

一般に牧草類が高温により蛋白質等の有機物に損傷を受けることをヒートダメージと称している<sup>16)</sup>。これまでの牧草類のヒートダメージに関する研究では、有効蛋白質の減少<sup>13)</sup>、一部アミノ酸の消失<sup>16)</sup>、乾物の減少<sup>17)</sup>等が報告されている。

今回供試したサイレージ試料について、阿部らの方法に従って、酵素分析を行い、非消化性蛋白質が多く含まれると考えられるCW (cell wall) 中の粗蛋白質量<sup>18)</sup>を測定することにより、全粗蛋白質含有量に対する非消化性蛋白質の割合を算出した。また、同一試料について試料中の全Cu及びZn量の和に対する1規定塩酸不溶のCu及びZn量の和の割合を算出した。そして算出された2つの変数から両者の相関を求めた。その結果を図-1に示した。

相関係数は0.727で高い相関を示したことから、サイレージ貯蔵中の発熱による蛋白質の熱変性がCu及びZnの1規定塩酸不溶化と関係する可能性が示唆された。

但し、今回供試した乾草、サイレージの全試料については、60℃、24時間乾燥後に粉碎し分析に供しており、試料の調製段階ですでに加熱されている。しかし、乾草については前述したように1規定塩酸抽出によるCu及びZnの抽出率が高いことから、熱変性が起こる要因として温度、被熱時間とともに水分が関与するものと推察され、いわゆる“蒸れ”の状態にあってこのような現象が生ずるものと考えられた。

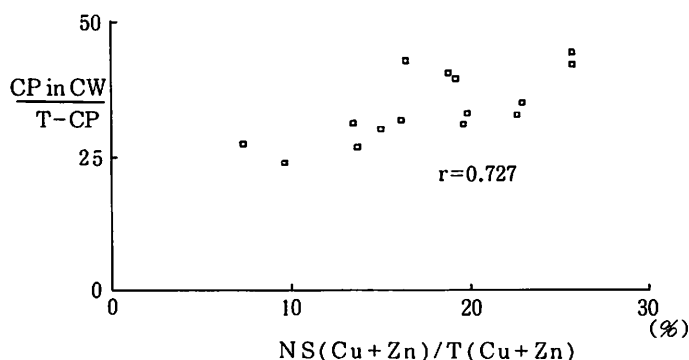


図-1 1規定塩酸不溶Cu, ZnとCW中CPの関係

農家サイレージでは30~50°Cの温度上昇は珍しいことではない<sup>10)</sup>ことから、サイレージ試料中のCu及びZnを原子吸光法で定量する際、1規定塩酸抽出法を用いて前処理を行うことは不適當と考えられた。また、牧草中のCu及びZnの1規定塩酸不溶化と温度、水分、被熱時間等の関係をさらに検討する必要がある。

#### IV 要 約

県内の農家から収集した牧草サイレージ及び乾草について、それぞれ湿式灰化法及び1規定塩酸抽出法の2種類の前処理を行い、原子吸光法により、Cu, Zn, Mn, Mgの4元素を定量し、分析精度の検討を行った。その結果は次のとおりである。

1. Mn, Mgでは乾草及びサイレージ試料とも97%以上の高い抽出率を示し、変動係数は3%以下で、乾草試料とサイレージ試料の平均抽出率の間には有意差は認められなかった。
2. Cu, Znでは、牧草サイレージ試料の平均抽出率が乾草試料に比べ有意 ( $P < 0.01$ ) に低い値を示した。特にCuについては、変動係数が34.2%と著しく高く、大きなバラツキを示した。
3. サイレージ貯蔵中の発熱による蛋白質の熱変性が、Cu及びZnの1規定塩酸不溶化と関係する可能性が示唆された。
4. サイレージ試料中のCu及びZnを原子吸光法で定量する際、1規定塩酸抽出法を用いて前処理を行うことは不適當と考えられた。

#### V 文 献

- 1) 川島良治、ミネラルの重要性と疾病、臨床獣医、8.19-23、1990
- 2) 農林水産技術会議事務局、草地におけるミネラルの分布と動態に関する研究、研究成果106、1978
- 3) 農林水産技術会議事務局、土壌-植物-家畜系における微量元素の動態解明に関する研究、研究成果196、1988
- 4) 久米新一、乳牛におけるミネラルの重要性、臨床獣医、8.24-29、1990
- 5) Shinichi KUME., et al, Effect of Environmental Temperature on Trace Element Metabolism of Cows during Feeding and Fasting, Jpn. J. Zootech. Sci., 57 (8) : 687-693, 1986
- 6) 作物分析法委員会、栄養診断のための栽培植物分析測定法、養賢堂、39~44、1976
- 7) \_\_\_\_\_、61、1976
- 8) 串崎光男、原子吸光分光分析に植物試料抽出法を併用したMn, Cu, Zn, Mg定量の簡易迅速化、土肥誌、39、489、1968
- 9) 阿部亮、炭水化物を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用、畜産試験場研究資料第2号、1988
- 10) 吉野昭夫、八重山地方における各種土壌群の肥沃度と牧草の無機成分組成、沖縄畜産、22、

23-24、1987

- 11) 高野信雄、これからの自給飼料戦略・サイレージ調製給与の理論と展開、日本草地協会、21～31、1984
- 12) 的場輝佳、加工保蔵工程における食品タンパク質の化学変化、化学総説43食品と化学、日本化学会、107～118、1984
- 13) 吉田則人、高野信雄、最新サイレージ、デーリィマン社、155～158、1989
- 14) 杉本亘之、異常サイレージとサイレージ給与に関連する家畜の病気の問題(1)、畜産の研究、39(5)、1077-1082、1985
- 15) 松岡栄 外3名、好氣的変敗の程度が異なる牧草サイレージの飼料価値、日畜会報、53(12)、786-791、1982
- 16) 古川良子 外3名、トウモロコシサイレージ貯蔵中の褐変による品質低下、日草誌、30(3)、291-296、1984
- 17) 藤田裕、牧草サイレージの栄養価をめぐる最近の諸問題、日畜会報、55(12)、903-910、1984
- 18) 阿部亮 外2名、酵素分析と化学分析の組合わせに基づく飼料成分の表示2、畜試研報、35、101-115、1979

# 加熱処理による牧草中Cu及びZnの形態的变化

仲宗根 一 哉

## I はじめに

前報<sup>1)</sup>において、牧草サイレージ試料を1規定塩酸抽出法<sup>2)</sup>で前処理した場合、Cu及びZnの湿式灰化法<sup>3)</sup>で得られた分析値に対する平均抽出率は乾草の場合と比べ、有意に低くなることを報告した。またCu及びZnの1規定塩酸による元素抽出率が低い値を示したサイレージ試料では、熱変性した蛋白質の含有割合が高い傾向にあり、貯蔵中の発熱による影響が考えられた。

そこで本報では人工的に加熱処理した牧草試料についてCu及びZnの1規定塩酸による元素抽出率を測定し、加熱条件と元素抽出率の関係について検討した。

## II 材料及び方法

### 1. 実験 1

加熱条件と元素抽出率の関係を検討するため、粉碎した牧草試料を人工的に加熱し、温度、時間によりCu及びZnの元素抽出率がどのように変化するかを調査した。供試試料は沖縄県畜産試験場内で栽培されたギニアグラス（ガットン）で、60°C、24時間乾燥後、1 mm以下に粉碎した。粉末試料100 gに蒸留水を加えて水分30～50%になるよう調整し、250ml容のガラス瓶に密栓して入れ、室温（約20°C）および40°C、60°C、80°Cの温度に設定した恒温槽中にそれぞれ1～6日間置いた。各処理区は4反復し、各設定温度区の試料は1日毎に取り出し、60°C、24時間乾燥後、同一試料について硝酸—過塩素酸による湿式灰化法及び1規定塩酸抽出法で前処理を行い、原子吸光法により、Cu及びZnを定量し、元素抽出率を求めた。

### 2. 実験 2

牧草を人工加熱した場合、Cu及びZnの元素抽出率が低下する傾向が草種により異なるかどうかを調査し、Cu及びZnの形態について検討するため、難消化性繊維分画<sup>4)</sup>中のCu及びZnを定量した。供試試料は、アルファルファ、ギニアグラス（ガットン）、イタリアンライグラス（サクラワセ、ミナミワセ）、スーダンで、60°C、24時間乾燥後、1 mm以下に粉碎した。粉末試料100 gに蒸留水を加えて水分30～50%になるよう調整し、250ml容のガラス瓶に密栓して入れ、70°Cの温度に設定した恒温槽中に48時間置いた。各処理は2反復し、実験1と同様にCu及びZnを定量して元素抽出率を求めた。また酵素分析ではCW中の難消化性繊維分画であるb分画<sup>5)</sup>中のCu及びZnの定量を行った。

## III 試験結果および考察

### 1. 実験1について

加熱条件と元素抽出率の関係を図-1及び図-2に示した。

Cuの1規定塩酸抽出率は室温(20℃)区を除き、加熱温度及び処理時間の増加によって低下する傾向が認められ、60℃以上では著しく低下した。またZnの抽出率は60℃以下での加熱処理では抽出率にほとんど変化は認められなかったが、80℃区では処理時間の増加とともに漸次低下する傾向がみられた。

以上のことから、水分30~50%の牧草が40~80℃の温度で6日間“蒸れ”た状態にあると、Cuの1規定塩酸抽出率は20~60%まで低下する。Znについては長時間の高温にあった場合はその抽出率は低下すると推測される。農家サイロにおいては、30~50℃の発熱は珍しいことではないことから、サイレージ中のCu及びZnの形態が変化する可能性は大きい。

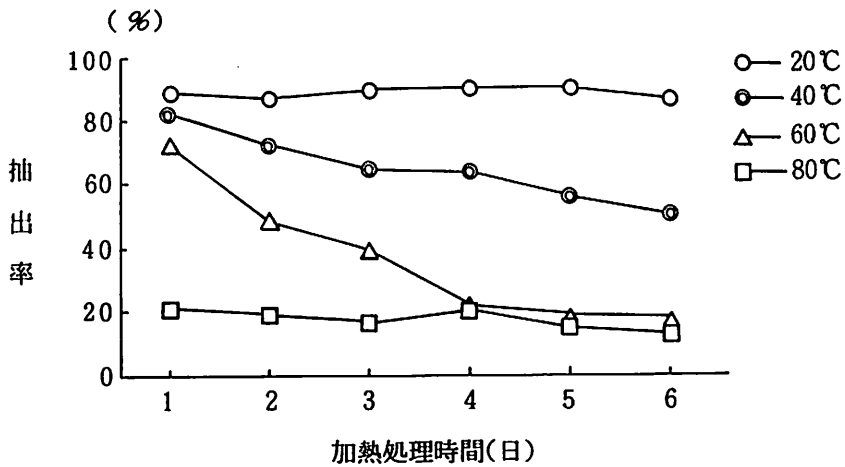


図-1 加熱牧草試料の1規定塩酸抽出処理によるCuの抽出率

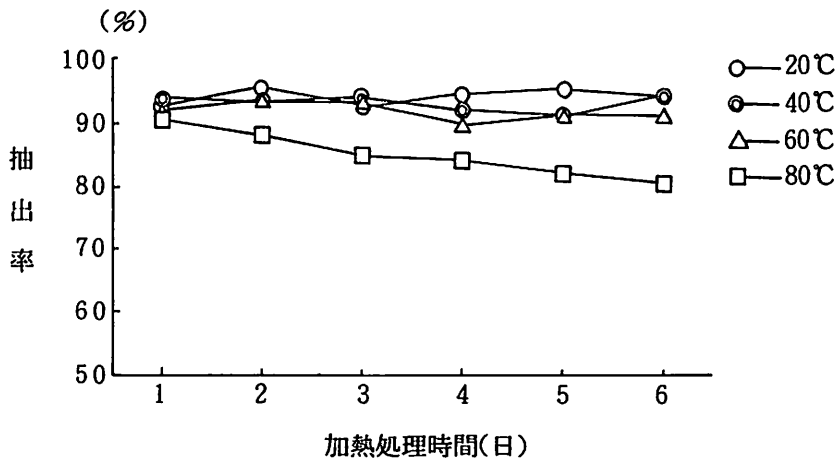


図-2 加熱牧草試料の1規定塩酸抽出処理によるZnの抽出率



2. 実験2について

種々の草種について70°C、24時間の加熱処理を行った。その結果は表-1に示した。これらの草種についてもCu及びZnの1規定塩酸抽出率は低下した。さらにこの実験ではb分画中のCu及びZnの定量をしたところ、加熱処理によりb分画中のCu及びZnの含有量が増加することが判明した。

サイレージが高温発酵を起こした場合、炭水化物（特にヘミセルロースと可溶性炭水化物）とアミノ酸が重合してリグニンと同じ性質の不消化性の物質であるメラノイジンを生成することが知られている<sup>6,7)</sup>。この反応はメイラード反応<sup>7)</sup>と呼ばれており、サイレージ及び乾草のくん炭化現象<sup>8)</sup>に關与している。実験2の結果で加熱処理により、b分画中のCu及びZnが増加したことについて、これらの金属元素がメイラード反応の生成物と何等かの結合状態にあることが推察された。

表-1 草種別の人工加熱（70°C、48時間）と元素抽出率

草 種	区 分	元素含有量		元素抽出率 (%)		b分画中含有量 (ppm)	
		Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
アルファルファ	未処理	9.7	21.6	89.7	83.8	4.4	12.2
	加 熱	9.4	20.7	34.0	83.1	6.0	9.5
イタリアンライ (サクラワセ)	未処理	9.9	31.2	97.0	99.7	3.0	6.3
	加 熱	10.0	30.5	17.0	95.4	6.8	7.3
イタリアンライ (ミナミワセ)	未処理	8.2	27.8	95.1	93.9	2.2	5.8
	加 熱	8.2	26.9	22.0	95.2	5.6	7.2
ギニア (ガットン)	未処理	6.7	28.5	100	97.2	2.2	5.6
	加 熱	6.7	28.7	32.8	90.6	4.7	8.0
スーダン	未処理	7.5	43.3	100	94.9	2.5	6.2
	加 熱	7.3	42.6	37.0	96.5	5.9	6.7

以上の結果から、人工加熱により牧草体で化学的変化が起こり、その影響でCu及びZnの存在形態も変化したことが推察された。今後1規定塩酸抽出ミネラルが家畜の栄養生理とどのような関係にあるのかを検討する必要がある。

IV 要 約

人工的に加熱処理した牧草試料についてCu及びZnの1規定塩酸による元素抽出率を測定し、加熱条件と元素抽出率の関係について検討した。その結果は次のとおりであった。

1. 水分30～50%の牧草が40～80℃の温度で6日間“蒸れ”た状態にあると、Cuの1規定塩酸抽出率は20～60%まで低下する。またZnについても長時間の高温にあった場合はその抽出率は低下すると推測された。
2. 加熱処理した牧草試料を酵素分析したところ、難消化性繊維分画であるb分画中のCu及びZnが増加していた。

## V 文 献

- 1) 仲宗根一哉、牧草サイレージ中のCu、Zn、Mn、Mgの定量における前処理法の検討、冲畜試研法、27、137～142、1989
- 2) 串崎光男、原子吸光分光分析に植物試料抽出法を併用したMn、Cu、Zn、Mg定量の簡易迅速化、土肥誌、39、489、1968
- 3) 作物分析法委員会、栽培栄養診断のための栽培植物分析測定法、養賢堂、61、1976
- 4) 阿部亮、炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用、畜産試験場研究資料第2号、1988
- 5) 須藤浩、異常サイレージとサイレージ給与に関連する家畜の病気の問題(1)、畜産の研究、39(5)、1077～1082、1985
- 6) 吉田則人、高野信雄、最新サイレージ、デーリィマン社、155～158、1989
- 7) 的場輝佳、加工保蔵工程における食品タンパク質の化学変化、化学総説43食品と化学、日本化学会、107～118、1984

## ヒートダメージサイレージと牛の銅欠乏症との関連

仲宗根 一 哉 安 里 左知子\*

千 葉 好 夫 平安名 盛 己\*

### I はじめに

近年、沖縄県においても畜産基地建設事業や団体営草地開発整備事業等により、ボトムアンローダー装備の大型気密サイロが多数導入されており、低水分サイレージ（ヘイレージ）の利用が増加してきている。その中で貯蔵中にサイレージが発熱するという事例も聞かれるようになってきた。

発熱の原因はサイロの気密性の不良や、取り出し時における暴露等により好気性発酵が起り、それに伴って高温と蓄熱が生ずるためである<sup>1)</sup>。蓄熱が進むと場合によっては自然発火が起こることもある<sup>2)</sup>。実際、県下でこれまでに数件のサイロ内火災が発生している。また県内農家のサイレージを収集、分析したところ、非消化性蛋白質の含有率が高いものがあり、牧草中の蛋白質の熱変性が考えられた<sup>3)</sup>ことから、農家サイロでの発熱が少なくないことが推察された。

一方、数年前から本島北部、八重山のいくつかの農家でサイレージを長期間給与していた舎飼牛に銅欠乏症が多数発生している。これらの農家のサイレージを調査した結果<sup>4)</sup>、貯蔵中に発熱した痕跡があることから、いわゆるヒートダメージサイレージと牛の銅欠乏症との間に何等かの関連があるものと推察された。

一般にヒートダメージを受けた牧草では、乾物、可消化蛋白質の損失があり、家畜栄養の面から問題とされているが、ヒートダメージサイレージ中のミネラルの家畜栄養に関する知見は少ない。

牧草サイレージ中のミネラルの定量に関連して、著者はサイレージ中の銅及び亜鉛を原子吸光法で定量する際、1規定塩酸による銅及び亜鉛の抽出率が乾草の場合と比較して低いことを報告している。また気密サイロ内での発熱を想定して、牧草試料を人工的に加熱（40～80℃）し、“蒸れ”の状態に数日置いた場合、1規定塩酸による銅及び亜鉛の抽出率が漸次低下することや酵素による牧草の成分分析中の銅及び亜鉛の分布が変化することから“蒸れ”により牧草体内で生ずる化学的变化が銅及び亜鉛の形態に影響を与えている可能性があることを報告している<sup>7)</sup>。

本報では、銅欠乏症が発生した本県の一農家で飼養されている放牧牛、育成牛、肥育牛、繁殖牛の血清中銅濃度及び給与飼料中銅含有率を測定し、1規定塩酸抽出法により得られる飼料中銅含有率が牛の栄養生理上どのような意味をもつのか、牛の銅欠乏症に関連して考察したのでその結果を報告する。

\* 沖縄県家畜衛生試験場

## II 材料及び方法

### 1. 供試牛

本県の一農家で飼養されている黒毛和種（放牧牛4頭、育成牛6頭、肥育牛4頭、繁殖牛14頭の計28頭）。放牧牛は生後5年～12年の雌、育成牛は生後半年～1年の雌3頭、去勢牛3頭、肥育牛は生後1年半～2年の去勢牛、繁殖牛は生後1年半～8年半の経産牛で妊娠牛は含まない。

### 2. 牛群の飼養形態及び飼料給与量

各牛群の飼養形態及び飼料給与量を表-1に示した。

表-1 調査牛の飼養形態及び飼料給与量

区 分	飼養形態	飼料給与量（1日1頭あたり）
放牧牛	放 牧	周年放牧。週に1回乾草を給与。 肉牛用配合飼料1kg
育成牛	群 飼	サイレージ4kg、乾草1kg、肉牛用 配合飼料2kg
肥育牛	”	乾草2.5kg、圧ぺん大麦4kg、肉牛 用配合飼料4kg
繁殖牛	”	サイレージ20kg、肉牛用配合飼料2 kg

### 3. 血清中銅濃度の測定

1990年1月11日に調査牛の頸静脈から血液を採取し、採取後速やかに3000rpm、15分間の条件で遠心分離して得た血清に蒸留水を加えて3倍容に希釈し、試料液として原子吸光分光光度計で測定した。

### 4. 飼料中銅含有率の測定

各牛群に給与している飼料を全て採取し、飼料中の銅含有率を原子吸光法により測定した。その際、同一試料について前処理を硝酸一過塩素酸により湿式灰化法及び1規定塩酸抽出法の両法で行った。なお牧草サイレージ試料は当該農家のサイロから1989年7月～10月の間5点、乾草試料は同年9月～11月の間4点を採取し分析に供した。

## III 結果及び考察

### 1. 飼料中銅含有率

各牛群で給与されている個々の飼料の銅含有率を表-2に示した。放牧牛については生草中の銅含有率を掲げた。

生草、乾草、配合飼料等では湿式灰化法及び1規定塩酸抽出法のいずれの前処理においても銅の分析値はほぼ等しい。しかし、サイレージでは湿式灰化法で得られる分析値に対して1規定塩酸抽出法で得られる分析値がかなり低くなる傾向にあった。このことから、これらのサイレージはかなりのヒートダメージを受けていたと考えられた。<sup>6,7)</sup>

表-2 飼料中の銅含有率

飼料名	銅含有率 (湿式灰化法)		銅含有率 (1規定塩酸抽出法)	
	FM ppm	DM ppm	FM ppm	DM ppm
肉牛用配合飼料	11.1	12.8	10.7	12.3
庄 べ ん 大 麦	7.1	8.2	7.1	8.2
イネ科牧草(生草)	1.1 (0.6~1.1)	6.8 (4.0~7.1)	1.1 (0.6~1.1)	6.8 (4.0~7.1)
イネ科乾草	5.4 (5.2~5.6)	6.3 (6.2~6.4)	4.9 (4.4~5.2)	5.7 (5.5~5.9)
サイレージ	2.2 (2.0~2.4)	6.9 (6.3~8.0)	0.8 (0.7~0.9)	2.5 (1.9~2.9)
( 鉍 塩 )	73.8	77.7	72.2	76.0

注) 生草の平均乾物率 : 16.18%、乾草 : 82.7%、サイレージ : 32.3%

個々の飼料の銅含有率と飼料給与量から各牛群の給与飼料全体の銅含有率を算出し、表-3に示した。なお、放牧牛については体重比で9.4%の生草の採食量を見積り<sup>10)</sup>、銅含有率を算出した。

放牧牛、肥育牛では湿式灰化法及び1規定塩酸抽出法のいずれの前処理を用いても給与飼料全体の銅含有率はほとんど変わらないが、育成牛や特に繁殖牛では、給与飼料全体に占めるサイレージの割合が高いため、前処理法によって給与飼料全体の銅含有率がかなり異なってくる。

従って、各牛群の給与飼料中銅含有率は湿式灰化法で7.5~9.5ppmの範囲であるのに対して、1規定塩酸抽出法では4.6~9.2ppmの範囲となった。

表-3 各牛群の給与飼料中銅含有率

区 分	銅含有率 (DM ppm)	
	湿式灰化法	1規定塩酸抽出法
放 牧 牛	7.5	7.5
育 成 牛	9.4	7.6
肥 育 牛	9.5	9.2
繁 殖 牛	8.2	4.6

## 2. 牛群の血清中銅濃度

供試した牛群の血清中銅濃度を表-4に示した。

各牛群の血清中銅濃度は24.5~101.9  $\mu\text{g}/\text{dl}$ と広い範囲にあった。このうち育成牛の2頭と繁殖牛の全頭が銅欠乏症の臨界値<sup>11)</sup>である65  $\mu\text{g}/\text{dl}$ を下回った。特に繁殖牛の平均値は40  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 以下の低レベルで、削瘦、眼周囲の被毛の退色、荒毛等の銅欠乏の臨床症状<sup>12)</sup>を呈するものが半数以上を占めていた。

一般に放牧牛の血清中には80~160  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 程度の銅が含まれているが、銅欠乏の症状を現したものは40  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 以下となるといわれており<sup>13)</sup>、今回調査した繁殖牛の場合と一致していた。

表-4 各牛群の血清中銅濃度

区 分	血清中銅濃度 ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )
放 牧 牛	93.7a (84.0~101.9)
育 成 牛	67.8b (51.0~ 82.5)
肥 育 牛	82.1ab (69.0~ 87.9)
繁 殖 牛	37.0c (24.5~ 56.6)

異符号間に有意差有り ( $p<0.01$ )。

## 3. 銅欠乏症と銅吸収の阻害要因

前述のとおり湿式灰化法により得られた給与飼料中銅含有率は7.5~9.5ppmであり、日本飼養標準<sup>14)</sup>の4~10ppmの要求量を満たしていた。しかし牛血清中銅濃度では育成牛の2頭と繁殖牛の全頭で臨界値を下回る値を示したことから、繁殖牛の半数以上が銅欠乏の臨床症状を呈していたことから、飼料中の銅の利用を阻害する要因があることが推察された。

我が国でこれまで報告された銅欠乏症の事例<sup>14-17)</sup>では、ほとんどがモリブデンの過剰摂取による銅の吸収抑制が原因であった。その外、飼料中の鉄、亜鉛、炭酸カルシウムもまた制限因子と考えられている<sup>18)</sup>。

給与飼料中、配合飼料では銅を含む微量元素の要求量をほぼ満たし、モリブデン含有率も1 ppm以下であることが報告されており問題は無いものと考えられる。一方、粗飼料中のミネラル含有率は粗飼料の種類、施肥条件、土壌により大きく変動することから、粗飼料を主体に飼養される牛の微量元素栄養に影響を与えているものと推察される。

当該農家草地の牧草中の微量元素を含むミネラルの測定を行ったところ、各種ミネラル含有率は表-5のとおりであった。モリブデンの含有率は6 ppm以上で中毒の発生のおそれがあると考えられているが、牧草中のモリブデン含有率は1 ppm以下の低い値であった。早川<sup>20)</sup>らはCu/Mo比が2.0を下回るとモリブデン障害発生の危険があると指摘しているが、Cu/Mo比は6.7以上であった。鉄、亜鉛、カルシウムはほぼ要求量を満たす範囲であり、制限因子となる含有率ではなかった。

またWord<sup>21)</sup>は銅欠乏症を4つのグループに分類しており、(1)飼料中に高い含有率のモリブデン(20ppm以上)を含む場合、(2)飼料中の銅含有率は低い、十分量のモリブデンを含む場合( $Cu/Mo < 2 : 1$ )、(3)飼料中の銅の欠乏( $< 5$  ppm)、(4)飼料中の銅及びモリブデン含有率は正常値であるが高濃度の可溶性蛋白質を含む場合に銅欠乏症が発生すると報告している。

(1)~(3)については前述したように湿式灰化法により得られた飼料中銅及びモリブデン含有率から否定される。(4)についても暖地型イネ科牧草を利用していることから蛋白質の含量が低い<sup>22)</sup>ため該当しない。

以上のことから、今回確認された銅欠乏症はこれまでに国内で報告された事例とは発生の原因が全く異なるものと判断された。

表-5 牧草中のミネラル含有率(湿式灰化法)

Ca (%)	Mg (%)	K (%)	P (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Mo (ppm)	S (%)
0.2	0.12	0.9	0.1	4.0	14.0	200	60	0.3	0.2
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
0.5	0.15	1.4	0.15	7.1	25.0	350	120	0.6	0.4

注) 数値は全て乾物あたり。

銅欠乏症が発生した育成牛、繁殖牛では長期間サイレージを採食しており、特にサイレージの給与量が多い繁殖牛では、各牛群中最も血清中銅濃度が低く、半数以上に銅欠乏症が現れていた。また給与されていたサイレージはヒートダメージを受けており、1規定塩酸抽出法により得られた給与飼料中銅含有率はかなり低い値であった。

そこで各牛群の血清中銅濃度の平均値と湿式灰化及び1規定塩酸抽出の両前処理法により得られた各牛群の給与飼料中銅含有率の相関をそれぞれ求め、図-1及び図-2に示した。

湿式灰化法により得られた給与飼料中銅含有率と血清中銅濃度の相関係数は-0.053と低い値であったが、1規定塩酸抽出法の場合は0.825となり高い相関を示した。

このことから1規定塩酸抽出法により得られる飼料中銅含有率が牛の血清中銅濃度と密接な関係にあることが示唆され、繁殖牛に銅欠乏症が発生した原因は1規定塩酸による銅の抽出率が低いヒートダメージサイレージを長期間多量に採食していたためと推察された。

また1規定塩酸抽出法により得られた給与飼料中銅含有率は4.6~9.2ppmで、要求量の範囲内であったが、実際に銅欠乏症が発生していることから要求量は4ppmより高い値であると考えられた。

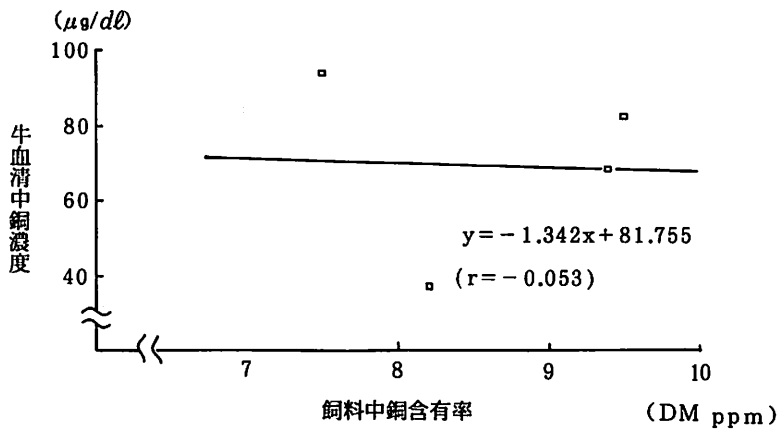


図-1 飼料中銅含有率と牛血清中銅濃度（湿式灰化処理）

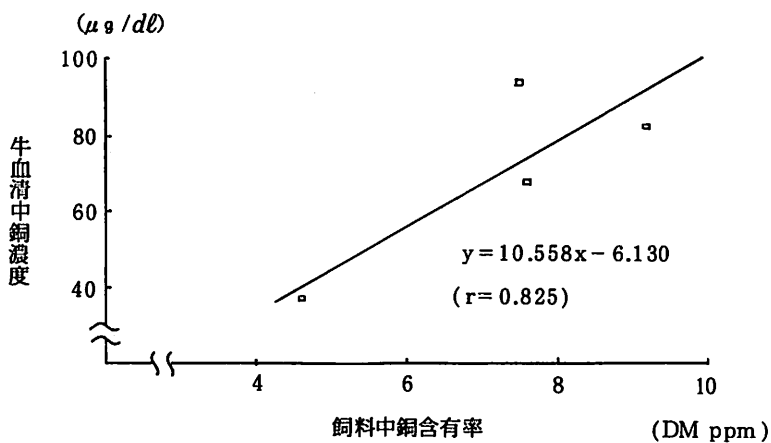


図-2 飼料中銅含有率と牛血清中銅濃度（1規定塩酸抽出）

#### 4. まとめ

現在のところ飼料中の銅含有率が少ない（＜3 ppm）ために生ずる銅欠乏症、いわゆる原発性の銅欠乏症は国内ではほとんど発生しないであろうといわれている<sup>23)</sup>。原発性の銅欠乏症が放牧牛に発生することはあっても、比較的多く銅を含む濃厚飼料を給与している舎飼の牛には発生しないものと考えられている<sup>23)</sup>。

しかし今回調査した舎飼牛の中で、サイレージを中心に飼養されていた繁殖牛の半数以上に銅欠乏症が発生しており、同一の牧草（生草、乾草）、濃厚飼料を採食していた他の牛群には発生していなかった。また飼料中の銅の利用を阻害すると考えられるモリブデン、鉄、亜鉛、炭酸カルシウムは制限因子となるほど飼料中には含まれていなかったことから、当該農家で発生した銅欠乏症はこれまでの事例とその発生の原因が全く異なるものと判断された。



著者らは本報で述べた調査の結果から、1 規定塩酸により抽出される銅が牛血清中銅濃度と密接な関係にあることを明らかにし、銅欠乏症が発生した原因は1 規定塩酸による銅の抽出率が低いヒートダメージサイレージを長期間多量に採食していたためと推察した。今後銅欠乏症の治療、予防等の対策を図るため、銅欠乏症が発生する箇所疫学調査を含むフィールド調査を行うとともに、反芻家畜を用いてヒートダメージサイレージの長期給与による銅欠乏症実証試験を実施し、原因を明らかにする必要がある。

#### IV 要 約

牛の銅欠乏症が発生した本県の一農家で飼養されている牛の血清中銅濃度及び給与飼料中銅含有率を測定し、1 規定塩酸により抽出される飼料中の銅が牛の栄養生理上どのような意味をもつのか、牛の銅欠乏症に関連して考察した。その結果、1 規定塩酸抽出法により得られた飼料中銅含有率と牛の血清中銅濃度との相関が高いことが明らかとなった。このことから、1 規定塩酸により抽出される銅が牛の栄養生理に影響することが示唆され、繁殖牛に銅欠乏症が発生した原因は1 規定塩酸による銅の抽出率が低いヒートダメージサイレージを長期間多量に採食していたためと推察された。

#### V 文 献

- 1) 杉本亘之、牧草の自然発火およびくん炭化防止対策、畜産の研究、43、11、49-54、1989
- 2) 戸川哲郎・高橋圭二、粗飼料のくん炭化とその防止対策、牧草と園芸、34(5)、11-15、1986
- 3) 仲宗根一哉、貯蔵中の発熱がサイレージの品質に与える影響、沖畜試研報、第26号、115-119、1988
- 4) 仲宗根一哉、未発表資料
- 5) 藤田裕、牧草サイレージの栄養価をめぐる最近の諸問題、日畜会報、55(2)、903-910、1984
- 6) 仲宗根一哉、牧草サイレージ中のCu、Zn、Mn、Mgの定量における前処理法の検討、沖畜試研報、第27号、137-142、1989
- 7) 仲宗根一哉、加熱処理による牧草中Cu及びZnの形態的变化、沖畜試研報、第27号、143-146、1989
- 8) 作物分析法委員会、栄養診断のための栽培植物分析測定法、養賢堂、61、1976
- 9) 串崎光男、原子吸光分光分析に植物試料抽出法を併用したMn、Cu、Zn、Mgの定量の簡易迅速化、土肥誌、39、489、1968
- 10) 農林水産省 九州農業試験場、草地畜産技術マニュアル、61、1981
- 11) McDowell, L. R., Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates, Academic Press, New York, 348-349, 1985
- 12) 農林水産省 農林水産技術会議事務局、日本飼養標準、肉養牛、要求量(II)、36-44、1987
- 13) 農林省 畜産局衛生課外監修、技術の手引き13、牛の放牧衛生、272-275、1974
- 14) 小倉幸子外5名、煙害による牛のモリブデン中毒、家畜試研究報告、50、24-29、1965

- 15) 島田保昭・藤岡荘一郎、和牛における皮毛退色の原因調査について、日獣会誌、23、616-625、1970
- 16) 川島良二、わが国の微量元素にみられる土-草-動物の関係、微量栄養元素研究、第1集、1-12、1984
- 17) 広岡実外7名、黒毛和種繁殖牛における銅欠乏症の発生と要因および治療・対策、獣医畜産新報、No771、649-652、1985
- 18) Underwood, E.J., 微量元素 (日本化学会編)、丸善、57-111、1975
- 19) 九州農業試験場畜産部第3研究室、乳牛の微量元素栄養、昭和58年度九州農試年報、44-47、1983
- 20) 早川竜雄・小倉幸子、医学と生物、67、2、127、1963
- 21) Wars, G.M., *J. Anim. Sci.*, 46、1078-1085、1977
- 22) 五斗一郎、暖地型牧草利用上の諸問題、日草九支報、11、1・2、19-26、1981
- 23) 高橋達児、本邦草地の無機栄養および牧草の無機品質に関する諸問題 4. 銅およびほう素について、日草誌、24(2)、177-184、1978

# 尿素処理によるバガスの飼料価値の向上

長崎 祐二 仲宗根 一哉  
森山 高広

## I はじめに

サトウキビの副産物であるバガスは、沖縄県において388千t(1987年産)にのぼり<sup>1)</sup>、冬季における有効な粗飼料源であると考えられる。しかしその消化率が低くしたがってその栄養価も低い<sup>2)</sup>。バガスの栄養価を高め、有用な飼料とする試みは以前から行なわれており、多くの報告がある<sup>3)4)5)6)</sup>。

仲宗根らはバガスの消化性を向上させる目的で、各種アルカリ処理及び蒸煮処理を行いその結果について報告している。その中で尿素処理についても検討しているが、貯蔵期間や処理濃度についての検討が必要なことを指摘している<sup>7)</sup>。低質粗飼料の品質改善を目的とした尿素処理については多くの報告があり、安全、低コストであり、処理効果も高いことが報告されている<sup>8)9)10)</sup>。

今回はバガスの消化性の向上を目的として尿素処理を行い、その効果について検討した。

## II 材料及び方法

### 1. 供試材料

風乾バガス約100gをガラス瓶に詰め、市販の尿素肥料(窒素分46%)を水に溶かし添加した後密栓し、室温で保存した。尿素の添加量は、DM当り4.8.12%とし、水分は30%に調整した<sup>1)</sup>。処理の期間は30日及び60日とした。処理したサンプルは1週間の風乾を行った後、分析に供試した。

### 2. 分析方法

- (1) 酵素分析：試料は、阿部らの方法<sup>11)</sup>により酵素分析を行い、細胞内容物(OCC)と細胞膜物質(OCW)に分けた。OCWはセルラーゼによる人工消化試験を行い、易消化性分画(Oa)と難消化性分画(Ob)に分画した。
- (2) 残存尿素の測定：未分解の尿素が存在すると考えられるため、P-ジメチルアミノベンズアルデヒド法<sup>12)</sup>により、残存尿素の測定を行った。
- (3) 全窒素量の測定：窒素の定量は常法によった。

## III 結果及び考察

図-1に易消化性の分画であるOCC+Oaの値を示した。無処理区に比較して30、60日両処理区とも大幅な増加を示したが、30日区より60日区の方が高い値を示しており、処理期間を長くすることにより効果は高くなった。

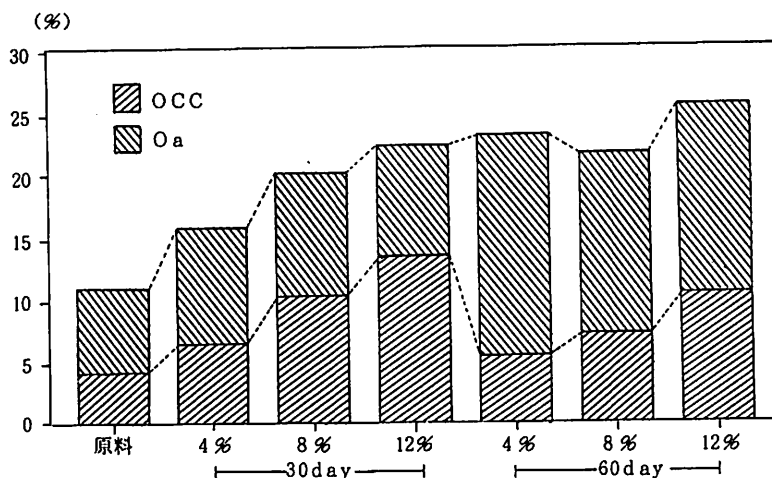


図-1 OCC + Oa / DM

易消化性分画の増加は、ヘミセルロースの溶解<sup>13)</sup>や残存尿素によるOCCの増加およびセルロースの膨満<sup>13)</sup>によるOaの増加が考えられる。

表-1に示すとおりOa/OCWの値は、30日区の10.0~11.0%から60日区の16.0~19.1%へ増加しており、処理期間を長くすることにより繊維分画の消化性が向上した。特に4%区においてOa/OCWが19.1%となり、無処理区の7.2%に比較して著しく増加した。

濃度の増加に伴い、両処理区とも易消化性の分画が増加する傾向にあったが、Oaの値の変化は小さく、OCCの増加によるところが大きかった。(図-1参照)表-1及び図-2に尿素の残存量を示した。両区とも処理濃度の増加に伴って尿素の値が高くなり、4%処理1.1% (分解率72.5%)、8%処理3.5~4.1% (分解率56.3~48.8%)、12%処理7.7% (分解率35.8%)となり、未分解の尿素が多くなること及び尿素の分解率が低くなることが分かった。しかしヘミセルロースの溶解によるOCCの増加は小さく、飼料価値の改善効果は小さいものと思われた。

分解された尿素の量はアンモニアの添加量に換算すると、4%処理区において1.6%、8%処理区2.2~2.6%、12%処理区2.8%となる。飼料中への尿素の添加量は2%が限界であり<sup>14)</sup>、アンモニア処理におけるアンモニアの添加量は、乾物当り3%程度とされている<sup>15)</sup>。尿素は高温条件及び高水分条件において分解率が高くなるとの報告があり、水分条件、外気温等の環境要因も考慮に入れる必要があるが、今回の結果からバガスの尿素処理を行う場合、あまり高濃度の尿素の添加は望ましくないものと思われた。

表-1及び図-3に全窒素量を示した。全窒素量は各濃度処理区において、30日区より60日区の方がやや高い値を示し、処理期間が長くなると、バガスに吸着されるアンモニア態窒素の量が多くなった。このことは尿素の分解により生じたアンモニアの回収率が上がり、家畜による窒素分の有効利用が図られることを意味するものと思われる。

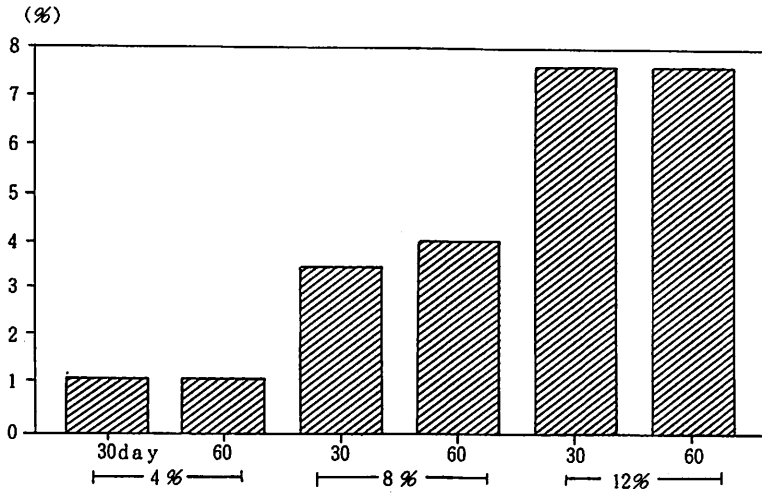


図-2 Urea/DM

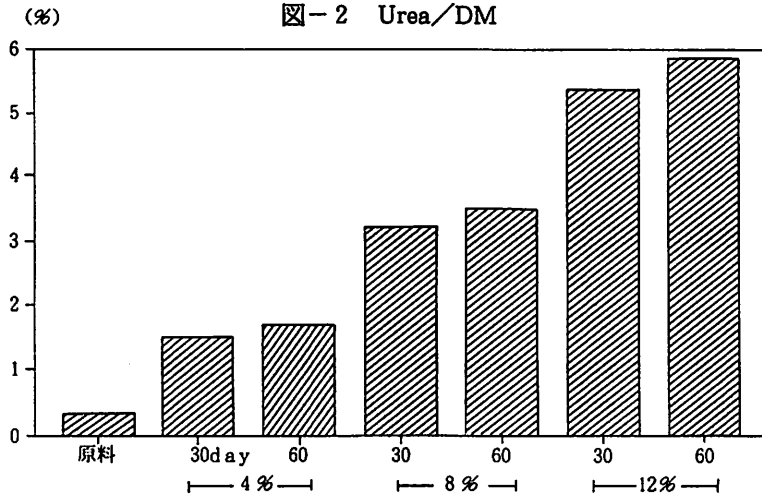


図-3 T-N/DM

表-1 分析値

(/DM%)

区分	OM	OCC	OCW	OCW		OCC+Oa	T-N	UREA
				Oa	Ob			
原料	98.5	4.3	94.2	7.2	92.8	11.1	0.7	-
4%	98.4	5.6(6.6)	92.8(91.8)	19.1(10.0)	80.9(90.0)	23.3(15.8)	1.7(1.5)	1.1(1.1)
8%	98.5	7.3(10.4)	90.9(88.1)	16.0(11.0)	84.0(89.0)	21.8(20.1)	3.5(3.2)	4.1(3.5)
12%	98.3	10.5(13.5)	87.7(84.8)	17.2(10.6)	82.8(89.3)	25.6(22.5)	5.9(5.4)	7.7(7.7)

\* ( ) 外は60日、( ) 内は30日の分析値を示す。

## IV 要 約

バガスを尿素処理することによって消化性の向上、窒素分の増加など飼料価値の改善を図ることができた。処理期間を長くすることにより易消化性の分画、特にOaの値が高くなった。同時に、窒素分の回収率も高くなった。処理濃度に伴ってOCCは増加したがOaの値に変化はなかった。OCCの増加は未分解の尿素によるところが大きく、ヘミセルロースの溶解によるOCC分画への移行は小さいと考えられる。またアンモニア処理におけるアンモニアの添加量は3%程度であり、尿素が完全に分解した場合にアンモニアで3%となる尿素的量は約5.3%であるが、処理効果、残存尿素、アンモニアの濃度、コストなどを考慮に入れると、バガスの尿素処理を行う場合は、4%程度の低濃度による長期間の処理が望ましいものと判断した。

また消化性の改善効果を検討する場合、OCCの増加量を判断の基準にすると、尿素をOCCとして捉えるため過剰に評価することとなる。そのためOCCよりもOaを基準にすることが望ましいと思われた。

## V 文 献

- 1) 沖縄県農林水産部糖業農産課、昭和62年度調査資料
- 2) FAO、Tropical Feeds、424-426、1981
- 3) 木下登之 他2名、バガスの飼料化試験、沖縄畜産、No.9、1974
- 4) 古賀儀保、バガス (Bagasse) の飼料利用に関する研究、畜産技術 No.213、1973
- 5) 屋宜一夫 他4名、バガスキューブを粗飼料源とした和牛 (去勢) の若令肥育試験、沖畜試研報、16、1977
- 6) 山内 修・大城喜光、バガスキューブを粗飼料源とした乳牛の飼養試験、沖縄畜産、11、1976
- 7) 仲宗根一哉 他2名、バガスのアルカリ処理及び蒸煮処理による消化性の向上、沖畜試研報、26、1988
- 8) 黒江秀雄 他3名、尿素処理による稲ワラの飼料価値改善効果について、第43回日本草地学会大会講演要旨：73、1988
- 9) 阿部 亮・亀岡喧一、ワラ類の尿素-大豆粕処理による飼料価値向上の可能性、畜試研報、45、1985
- 10) 吉田宣夫・富田道則、尿素処理による粗飼料の品質改善、埼畜試研報、27、1989
- 11) 阿部 亮、炭水化物を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用、畜産試験場研究資料 (2)、農林水産省畜産試験場、1988
- 12) 日本分析化学編：分析化学便覧、681 976 1340-1341、丸善株式会社、1971
- 13) 中央畜産会：粗飼料の品質・貯蔵性を高めるアンモニア処理技術指針、1989
- 14) 農林水産省農林水産技術会議事務局：日本飼養標準 肉用牛 (1987年版)