

技術指針 水田ほ場を活用した自給飼料増産

目 次

刊行にあたって

I.	自給飼料増産戦略の概要及び地域の推進状況	1
1.	自給飼料増産戦略の概要	2
2.	各地域における自給飼料増産戦略の推進状況	
1)	北海道地域における自給飼料増産戦略の推進状況	6
2)	東北地域における自給飼料生産の現状と増産戦略	10
3)	関東・東海・北陸地域における自給飼料増産戦略	13
4)	近畿・中国・四国地域における自給飼料戦略の概要と推進状況	18
5)	九州・沖縄地域における自給飼料増産の最近の概況	22
II.	水田ほ場を利用した自給飼料生産の技術解説	27
1.	飼料作物の耐湿性の草種・品種間差	28
2.	水田ほ場を活用した飼料作物の栽培	35
3.	堆肥等を利用した飼料作物の栽培と品質	44
4.	サイレージの調製貯蔵技術と品質管理	54
5.	自給飼料の調製利用と流通技術	64
6.	飼料生産作業体系	73
7.	トウモロコシ用ロールベール収穫調製技術	78
8.	酪農経営における自給飼料生産の経営的評価	84
III.	自給飼料生産に役立つ技術情報（草地飼料作研究成果最新情報より抜粋）	93
1.	草種・品種	
	サイレージ用とうもろこし茎葉高消化性早生品種「ナスホマレ」の育成	94
	暖地向き高消化性・耐倒伏性サイレージ用とうもろこし新品種「ゆめちから」	96
	サイレージ用ソルガム新品種「葉月」	98
	カラードギニアグラス新品種タミドリの育成	100
	アルファルファ耐湿・永続性新品種「ツユワカバ」の育成	102
2.	生理生態・栽培	
	出芽・初期生育時におけるサイレージ用とうもろこしの簡易な耐湿性検定法	104

湛水条件に対する飼料作物根の生理的適応反応	106
スラリー多量施用下における飼料作物作付体系の収量性と窒素吸収量	108
西南暖地における部分耕播種、	
表面播種攪拌によるスーダングラスの3作型生産技術	110
ミニマムティレッジによる	
イタリアンライグラス・トウモロコシの省力多収栽培法	112
3. 土壌肥料・肥培管理	
飼料用トウモロコシの窒素追肥要否判定法	114
品種選定を利用した黄熟期のトウモロコシの硝酸態窒素濃度の低減化	116
品種選定によるスーダングラスの硝酸態窒素濃度の低減効果	118
有機物還元容量増強のための飼料作物草種・品種の選定と栽培法	120
収量、品質、乾燥速度からみた	
ロールベール用スーダングラスの播種量及び施肥量	122
4. 調製・加工・品質	
野外サイレージの発酵品質と好気的変敗	124
稲ホールクロップサイレージの発酵特性	126
乳牛用飼料として優れる	
高消化性ソルガム品種「葉月」のロールベールサイレージ	128
泌乳牛におけるスーダングラスサイレージの飼料価値	130
近赤外分光法による無粉碎牧乾草の飼料成分分析	132
5. 機械作業	
長大型作物細断収穫用ロールベアラ	134
リバース走行トラクタと直装型フォレージハーベスタによる収穫技術	136
浅層に注入できる多条型スラリーインジェクタ	138
6. 経営・技術評価	
家畜糞尿負荷の大きな酪農経営における飼料生産	140
遊休農地の放牧及び牧乾草生産の経営経済性	142

執筆者（第1章、第2章）及び編者（第3章）

第1章

1. 畜産草地研究所飼料生産管理部長 舘野宏司
2.
 - 1) 北海道農業研究センター飼料作物育種研究室長 濃沼圭一
 - 2) 東北農業研究センター飼料生産研究室長 魚住 順
 - 3) 畜産草地研究所栽培生理研究室長 吉村義則
 - 4) 近畿中国四国農業研究センター飼料作物研究室長 佐藤節郎
 - 5) 九州沖縄農業研究センター飼料生産研究室長 佐藤健次

第2章

1. 東北農業研究センター飼料生産研究室長 魚住 順
2. 畜産草地研究所栽培生理研究室長 吉村義則
3. 畜産草地研究所作物栄養研究室長 畠中哲哉
4. 畜産草地研究所調製工学研究室長 村井 勝
5. 畜産草地研究所山地畜産研究部上席研究官 市戸万丈
6. 畜産草地研究所栽培工学研究室長 澤村 篤
7. 生物系特定産業技術研究推進機構農業機械化研究所
山名伸樹・澁谷幸憲・志藤博克
8. 畜産草地研究所体系技術評価研究室長 青木壽美男

第3章

1. 草種・品種
畜産草地研究所ヘテロシス育種研究室長 大同久明
2. 生理生態・栽培
畜産草地研究所栽培生理研究室長 吉村義則
3. 土壤肥料・肥培管理
畜産草地研究所作物栄養研究室長 畠中哲哉
4. 調製・加工・品質
畜産草地研究所調製工学研究室長 村井 勝
5. 機械作業
畜産草地研究所栽培工学研究室長 澤村 篤
6. 経営・技術評価
畜産草地研究所体系技術研究室長 青木壽美男

Ⅲ. 自給飼料生産に役立つ技術情報 (草地飼料作研究成果最新情報より抜粋)

3. サイレージ用とうもろこし茎葉高消化性早生品種「ナスホマレ」の育成							
[要約] 寒冷地から温暖地に適応する早生のサイレージ用とうもろこしF ₁ 品種「ナスホマレ」を育成した。本品種は茎葉の消化性が高く、 <u>ごま葉枯病抵抗性は強</u> で、 <u>初期生育に極めて優れた多収品種</u> として普及が期待される。耐倒伏性、採種性は実用上問題ない。							
草地試験場・育種部・育種第2研究室					連絡先	0287-37-7551	
部会名	草地・育種	専門	育種	対象	飼料作物類	分類	普及

[背景・ねらい]

サイレージ用とうもろこしはわが国の土地利用型畜産を支える上で重要な基幹飼料作物となっているが、現在の流通品種の大部分はアメリカなどからの導入品種である。しかし、わが国の畜産経営の安定化のためには我が国に適応した優良品種の育成が望まれている。そこで、早生で消化性が優れた多収なF₁品種を育成する。

[成果の内容・特徴]

「ナスホマレ」は、「Na34」を種子親とし、「Na30」を花粉親として育成されたデント種×フリント種の単交配一代雑種である。

- ①熟期は早生に属し、絹糸抽出期が早生の「P3732」より3日遅く、中生の「P3352」より2日早い(表1)。関東北部においては、5月10日播種で、7月25日頃絹糸抽出期となる。
- ②初期生育は「P3732」、「P3352」より明らかに優れる(表1)。
- ③普及対象地域における乾物収量、TDN収量は「P3732」より明らかに多く、「P3352」並である(表1、3)。
- ④茎葉の飼料成分が優れ、茎葉の乾物分解率、ADF含量及び糖含量指数などは「P3352」、「P3358」より優れている(表2)。
- ⑤耐倒伏性は、極強の「P3732」、「P3352」よりやや弱い(表1)。
- ⑥ごま葉枯病抵抗性は強で、「P3732」より強く、「P3352」並である。すじ萎縮病抵抗性は中で、「P3732」より強く、「P3352」よりやや強い(表1)。
- ⑦採種量は20kg/a以上が見込まれ、栽植密度533本/a、雌雄畦比3:1で花粉親を種子親より1週間程度遅播きするのが適している。

[成果の活用面・留意点]

- ①東北、関東及び東海地域での栽培に適し、普及見込み面積は3,000haである。
- ②密植並びに連作栽培は避ける。また台風被害回避と、晩播栽培には適さないため早播きに努める。

[具体的データ]

表1 適地における「ナスホマレ」の主要特性¹⁾

特 性	ナスホマレ	P 3 7 3 2	P 3 3 5 2	P 3 3 5 8
初期生育 (1良-5)	1.0	1.3	1.4	1.5
絹糸抽出期 (月日)	7.27	7.24	7.29	7.31
稈長 (cm)	242	214	246	239
着雌穂高 (cm)	104	98	119	116
ごま葉枯病抵抗性 ²⁾	40.8 (強)	51.0 (中)	42.7 (強)	43.4 (強)
すじ萎縮病抵抗性 ²⁾	19.3 (中)	36.5 (弱)	25.1 (中)	27.6 (中)
倒伏個体率 (%)	4.6	2.9	3.3	4.1
乾物収量 (kg/a)	190	151	190	184
T D N収量 (kg/a)	135	109	135	132
乾雌穂重割合 (%)	47.6	50.8	48.7	50.4

注 1)適地において4品種・系統を供試した10県の成績
2)耐病性は特性検定場所(山形畜試、岩手農試)の成績

表2 茎葉の飼料成分に関する特性

特 性	ナスホマレ	P 3 7 3 2	P 3 3 5 2	P 3 3 5 8
乾物分解率(%) ¹⁾	42.5	—	38.1	39.2
A D F含量(%) ¹⁾	34.1	—	40.1	38.0
糖含量指数 ²⁾	30.9	25.8	24.6	(25.5) ³⁾
程汁糖度 ²⁾ (%)	7.9	6.5	7.6	(7.5) ³⁾

注 1)草地試育種化学研('95) 2)草地試育2研('92~'94)、糖含量指数=程汁糖度/(100-程汁糖度)×(100-乾物率)/乾物率×100 3)'93,'94の平均

表3 適地における「ナスホマレ」のT D N収量比 (%) ¹⁾

標準品種 対比	東 北 地 域					関 東 地 域					
	青森 ²⁾	岩手 ²⁾	秋田	山形	福島	平均	茨城	栃木 ³⁾	群馬	埼玉 ²⁾	千葉
P3732対比	116	115	115			115	136	113	116	116	
P3352対比	105	102		99		102	85	98	91	96	112
P3358対比	112	98	104	102	95	102	115	96	86	100	

標準品種 対比	関 東 地 域		東 海 地 域				全地域
	神奈川	平均	岐阜 ²⁾	静岡	愛知	三重	平均
P3732対比	115	119	129		141	133	134
P3352対比	93	96	146		96	104	115
P3358対比	90	97	160	137	106	81	121

注 1)数字は標準品種を100としたときの「ナスホマレ」の値を示す。
2)2場所の平均 3)3場所の平均

[その他]

研究課題名：飼料用とうもろこしF₁品種の育種

予算区分：経常・高品質輪作

研究期間：平成7年度(昭和63年~平成7年)

研究担当者：門馬栄秀、井上康昭、村木正則、加藤章夫、濃沼圭一

(平成11年度)

1.暖地向き高消化性・耐倒伏性サイレージ用とうもろこし新品種「ゆめちから」							
[要約] 「ゆめちから」は暖地向き春播き栽培用とうもろこしの高消化性・早生品種で、ホールクロップのTDN含量が既存品種より3～4%高く、抜群の耐倒伏性を示す。ごま葉枯病およびさび病抵抗性は極強である。							
九州農業試験場・畑地利用部・飼料作物育種研究室					連絡先	0986-22-1506	
部会名	育 種	専 門	育 種	対 象	飼料作物類	分類	普及

[背景・ねらい]

わが国の飼料用とうもろこしの栽培では導入品種が主に利用されているが、自給粗飼料の安定生産を図るためには国産優良品種の育成が不可欠である。そこで、九州農試では、中生の晩に属する安定・多収品種「はたゆたか」、中生の高消化性・多収品種「ゆめそだち」等を育成したが、さらに熟期別優良品種の育成が求められている。そこで、「ゆめそだち」より早生で耐倒伏性および主要病害抵抗性に優れる高消化性F₁品種を育成する。

[成果の内容・特徴]

1. 「ゆめちから」は、「Mi29」を種子親とし、「Mi47」を花粉親として育成されたデント種×フリント種の単交雑一代雑種である。
2. 熟期は早生に属する。絹糸抽出期は「DK623」より1日早く、「セシリア」より2日早い。アップライト型で、稈長は「DK623」および「セシリア」より低く、着雌穂高は「DK623」より高く「セシリア」より低い(表1)。
3. 耐倒伏性は極強で、「DK623」および「セシリア」よりも強く、折損も少ない(表2)。
4. 高消化性で、茎葉TDN含量は「DK623」より5%、「セシリア」より7%高い。雌穂TDN含量は「セシリア」並で「DK623」より3%高い。ホールクロップのTDN含量は「DK623」より4%高く、「セシリア」より3%高い(表3)。これらの特性は乳熟期から完熟初期のいずれのステージでも安定している(図1)。
5. 乾総収量は「DK623」並で「セシリア」よりやや低いが、推定TDN収量は「DK623」より6%高く「セシリア」より2%高い。乾雌穂重割合は「DK623」並で「セシリア」よりやや低い(表1)。
6. 密植適応性はDK623およびセシリアより高い(表4)。
7. ごま葉枯病抵抗性は極強で、「DK623」並に強く、「セシリア」より強い。紋枯病には「DK623」および「セシリア」並に強い。さび病には極強で「DK623」および「セシリア」より顕著に強い(表1)。
8. 採種量は、雌穂畦比3:1で40kg/a程度が見込まれる。種子親の絹糸抽出期と花粉親の雄穂開花期はほぼ合致し、採種栽培では両親を同時播種することができる。

[成果の活用面・留意点]

1. 九州、四国および中国地域の春播き栽培に適し、普及見込み面積は3,000haである。
2. 栽植密度は700～780本/a程度とし、5月下旬までに播種する。二期作栽培の前作に用いる場合には4月上旬までに播種することが望ましい。

[具体的データ]

表 1. 九州・四国・中国地域における「ゆめちから」の主要特性^{1, 2)}

特性	ゆめちから	D K 6 2 3	セシリア
絹糸抽出期(月・日)	6.28	6.29	6.30
稈長(cm)	193b	216a	215a
着雌穂高(cm)	98b	91c	111a
乾総収量(kg/a) ³⁾	156.7 (100)	156.5 (100)	161.7 (103)
推定TDN収量(kg/a) ³⁾	107.2a(106)	100.8b(100)	105.2a(104)
乾雌穂重割合(%)	42.7b	42.2b	45.4a
こま葉枯病発病程度 ⁴⁾	2.1a	2.6a	3.3b
紋枯病発病個体率(%)	6.7	9.2	8.2
さび病発病程度 ⁴⁾	1.8a	4.7b	4.7b

- 1) 1997~1999年の14場所延べ48試験の平均
 2) 異文字間に5%水準で有意差 3) ()内は対「DK623」比
 4) 1:無~9:甚の評点値

表 2. 九州・四国・中国地域における倒伏および折損個体率¹⁾

品種・系統	個体率(%)		
	倒伏	折損	合計
ゆめちから	3.8a	2.8a	6.8a
D K 6 2 3	9.6b	4.0b	13.7b
セシリア	18.0c	1.1a	19.1b

- 1) 異文字間に5%水準で有意差、分散分析には角変換値を用いた。

表 3. TDN含量の推定値(育成地、1997~1999)^{1, 2)}

品種・系統	茎葉	雌穂	ホール
			クロープ [°]
九交B93号	56.1a	85.1a	69.5a
D K 6 2 3	51.3b	82.3b	65.3b
セシリア	48.9b	84.4a	66.4b

- 1) 異文字間に5%水準で有意差
 2) 茎葉は酵素分析値から、雌穂は穂軸の酵素分析値と子実重割合から推定

表 4. 栽植密度反応(育成地、1997~1999)

栽植密度(本/a)	品種・系統	倒伏個体率(%)	乾総収量(kg/a)	同左標準比(%)	乾雌穂重割合(%)	有効雌穂割合(%)
	D K 6 2 3	13.8	144.2	100	43.8	95.0
	セシリア	25.1	148.6	100	48.1	99.4
密植(784)	ゆめちから	4.4	154.4	109	43.6	99.2
	D K 6 2 3	16.4	154.7	107	39.8	93.3
	セシリア	42.9	154.8	104	42.5	84.2

注) 倒伏は折損を含む値

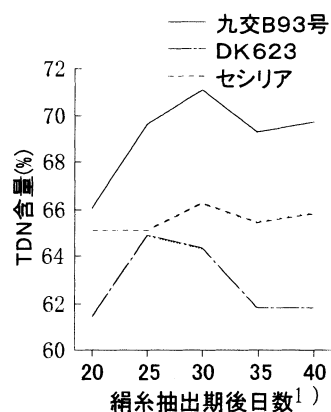


図 1.刈取りステージとホールクロープの推定TDN含量との関係(育成地、1999年、784本/a)

- 1) 20:乳熟期、40:完熟初期

[その他]

研究課題名: 暖地向き飼料用トウモロコシの新品種育成

予算区分: 経常、作物対応研究 [転作物]

研究期間: 平成11年度 (平成6年~11年)

研究担当者: 池谷文夫、伊東栄作、濃沼圭一、江口研太郎

2. サイレージ用ソルガム新品種「葉月」							
[要約] 高消化性遺伝子”bmr”を導入したソルガムF ₁ 品種「葉月」(旧系統名「東山交21号」)を育成した。本品種は、 <u>茎葉部の消化性</u> 、 <u>耐倒伏性</u> に優れ、密植栽培によるロールペールサイレージ利用も可能である。寒冷地域南部から中部地域の標高1000m以下の地域および温暖地・暖地での高品質サイレージ用品種として普及が期待される。							
長野県畜産試験場・草地飼料部・ソルガム育種指定試験地					連絡先	0263-52-1188	
部会名	育 種	専 門	育 種	対 象	飼料作物類	分 類	普 及

[背景・ねらい]

ソルガムは遺伝的な変異が大きく、優れた乾物生産性、環境適応性、再生力などの特性を持つ。しかし、同じ長大型飼料作物のとうもろこしと比較して、茎葉部の消化性、サイレージの発酵品質、家畜の嗜好性などに劣ることが問題とされてきた。そこで、茎葉部のリグニン形成を抑制する高消化性遺伝子”bmr”を導入することによって、茎葉部の消化性や家畜の嗜好性に優れたF₁品種を育成しようとした。

[成果の内容・特徴]

「葉月」は、「那系MS-3A(ソルガム中間本3号)」を種子親とし、「JN43」を花粉親として育成された単交雑一代雑種で、構造物質(繊維)の消化性向上によって茎葉部の消化性を改良した兼用型ソルガムである。

- ① 出穂期は「スズホ」並の”早生”に属する。
- ② 平均乾物収量は「スズホ」対比87%、乾物穂重割合は「スズホ」より6%低い、流通しているホールクロップサイレージ用品種の中では「中」程度の収量性を示す。
- ③ 耐倒伏性は、「スズホ」、「P956」より強く、特に4000本/a以上の密度で優れた耐倒伏性を示す。
- ④ 原料草の茎葉の消化性は、「スズホ」に比べ、酵素分解率では糊熟期に3.8%高く、ナイロンバッグ法による第1胃内乾物消失率では開花期および糊熟期にそれぞれ15.1%および12.7%高い(図1)。
- ⑤ ホールクロップサイレージは、消化性および嗜好性ともに「スズホ」に比べて優れ、発酵品質も良好である。また、開花期、糊熟期ともにスーダングラスに準じたロールペールサイレージ利用が可能である。
- ⑥ すず紋病抵抗性は「中」で「スズホ」より弱く、紋枯病抵抗性は「スズホ」並の「中」で、紫斑点病および条斑細菌病抵抗性は「スズホ」より弱い。しかし、いずれの病害にもほぼ実用レベルの抵抗性を備えている。
- ⑦ アブラムシ抵抗性は「スズホ」より弱い、「P956」並である。アワノメイガ抵抗性および鳥害抵抗性は「スズホ」および「P956」並である。
- ⑧ 初期生育は「スズホ」よりやや劣るが、「P956」よりやや優れる。稈長は「スズホ」と「P956」の中間で、稈径は「スズホ」よりやや細く、「P956」並である。
- ⑨ F₁種子精選種子重は23.5kg/aで「スズホ」並かやや優れる。

[成果の活用面・留意点]

- ① 寒冷地域南部から中部地域の標高1000m以下の地域および温暖地・暖地を栽培可能地域とする。普及見込み面積は1,500ha(ソルガムの全栽培面積の5%)である。
- ② 平均気温15℃以上の範囲で早播きし、栽植密度はアール当たり2000~5000本程度とする。また、ロールペールサイレージ利用の場合は開花期の利用も可能なため、アール当たり10000本を越える密植栽培も可能である。
- ③ 麦角病の多発地帯での利用は開花期までとし、すず紋病多発地帯での栽培は避ける。

[具体的データ]

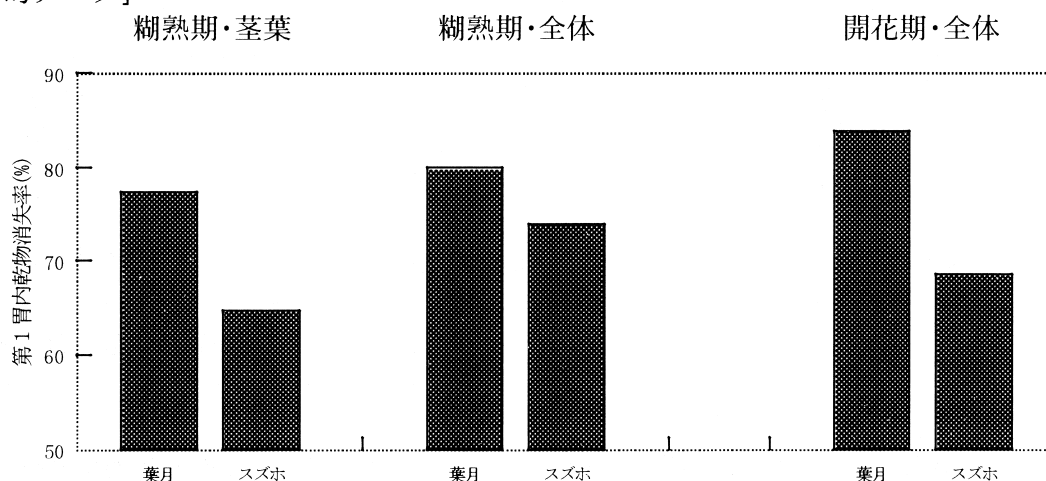


図1 「葉月」の糊熟期および開花期における第1胃内乾物消失率

注)「葉月」と「スズホ」の間で、糊熟期・茎葉及び開花期・全体では統計的に $p < 0.01$ で、糊熟期・全体では $p < 0.05$ で有意差あり。(長野畜試 1995～1996年)

表1 「葉月」の主要特性 (場所・年次込みの平均値)

	調査場所数	葉月	スズホ(標準)	P 9 5 6 (比較)
播種～出穂期迄日数(日)	9	70	69	73
乾物収量(kg/a()内は標準比%)	9	130.2(87)	150.1(100)	142.4(95)
乾物穂重割合(%)	9	31.2	37.2	34.8
乾物率(%)	9	31.4	32.7	31.5
倒伏割合(%)	8	13	18	24
茎葉(糊熟期)の乾物消失率 ¹⁾ (%)	1	77.3	64.6	64.1
茎葉(原料草)の乾物分解率 ²⁾ (%)	1	33.3	29.5	27.1
ホルクロップサイレージの乾物消失率 ¹⁾ (%)	1	83.4	76.6	—
ホルクロップサイレージの平均嗜好度 ³⁾	1	+0.48	-0.75	—
すす紋病罹病程度(%) ()内は判定)	1	15.0(中)	6.7(強)	8.9(強)
紋枯病罹病程度(病斑高率%)	2	29.2	30.6	16.6
紫斑点病罹病程度(0:無～5:甚)	3	2.5	1.4	1.7
条斑細菌病罹病程度(0:無～5:甚)	3	2.1	1.7	1.1
アブラムシ発生程度(0:無～5:甚)	6	2.2	1.6	2.4
アノメイカ被害程度(0:無～5:甚)	5	1.2	0.9	1.1
鳥害発生程度(0:無～5:甚)	6	1.7	1.6	1.7
初期生育(1:良～5:不良)	8	2.6	2.2	3.0
稈長(cm)	9	217	200	232
稈径(mm)	9	15	16	15
F ₁ 種子精選種子重(kg/a)	1	23.5	19.8	—

注) 1):ナイロバッグ法による第1胃内乾物消失率. 2):0.2%セルラーゼ, 0.01%アマラーゼによる分解率
3):+(良)～-(不良)

[その他]

研究課題名:サイレージ用ソルガム F₁品種の育種

予算区分:指定試験 試験期間:平成9年度(平成2年～9年)

研究担当者:春日重光、海内裕和、我有満、荻原英雄 発表論文等:なし

1. カラードギニアグラス新品種 タミドリの育成

愛知県農業総合試験場
作物研究所畑作研究室

目的・背景

粗飼料生産基盤は水田利用再編対策により転換畑の占める比率が高くなり、特に平たん地では今後ますます転換畑を利用した粗飼料生産の重要度が高まるとみられる。転換畑における飼料作物は現在トウモロコシ、ソルガムが中心だが、ローズグラス、ギニアグラス等の暖地型牧草の栽培が徐々に増加している。これらの耐湿性は必ずしも強いといえず、排水不良な転換畑では生産が不安定であり、これらに替わる湿害に強い乾草生産向き新草種への要望が大きい。

成果の内容

暖地、温暖地の排水不良な転換畑に適する暖地型1年利用牧草として、低温伸長性が優れ、初期生育が早く、耐湿性が極めて高く、乾草生産に好適な新品種タミドリの育成に成功した。

- (1) カラードギニアグラスの外国産市販種ソライを母材に昭和49年から低温発芽性、初期生育の改良及び多収性を目標に集団選抜と母系選抜を実施し、タミドリを育成した。
- (2) 低温発芽性、初期生育に優れ、雑草との競合に強い。各番草とも収量が高く、特に生育期間中の気温がやや低い本州地域でソライより著しく多収である。
- (3) 草型は直立型で、細稈、多げつであり、乾草適性はソライと同様優れる。
- (4) 耐湿性は強く、排水不良な転換畑において他草種に比べて多収を示し、普通畑と転換畑の収量差はほとんどない。
- (5) 採種性はソライより優れ、また千粒重もソライより重い。

活用面と留意点

- (1) 関東南部から九州における広い地域において乾草生産に適している(普及見込面積1,000ha)。特に低温下での初期生育が早いので、やや気温の低い本州における適応性がより高く、耐湿性の強いことから排水不良な転換畑での栽培に有利である。
- (2) 播種期は5月上旬から6月中旬までと広いが、雑草の多いほ場ではやや播種期を遅くし(5月下旬)、播種前の除草剤(パラコート)処理を行うこと。

研究課題と発表論文

カラードギニアグラスの新品種育成試験(指定試験)、昭和49年～。

(稲波 進・神戸三智雄・関 稔・藤本文弘・大角忠雄
加藤 満・山下和己・虎沢明広・鈴木信治)

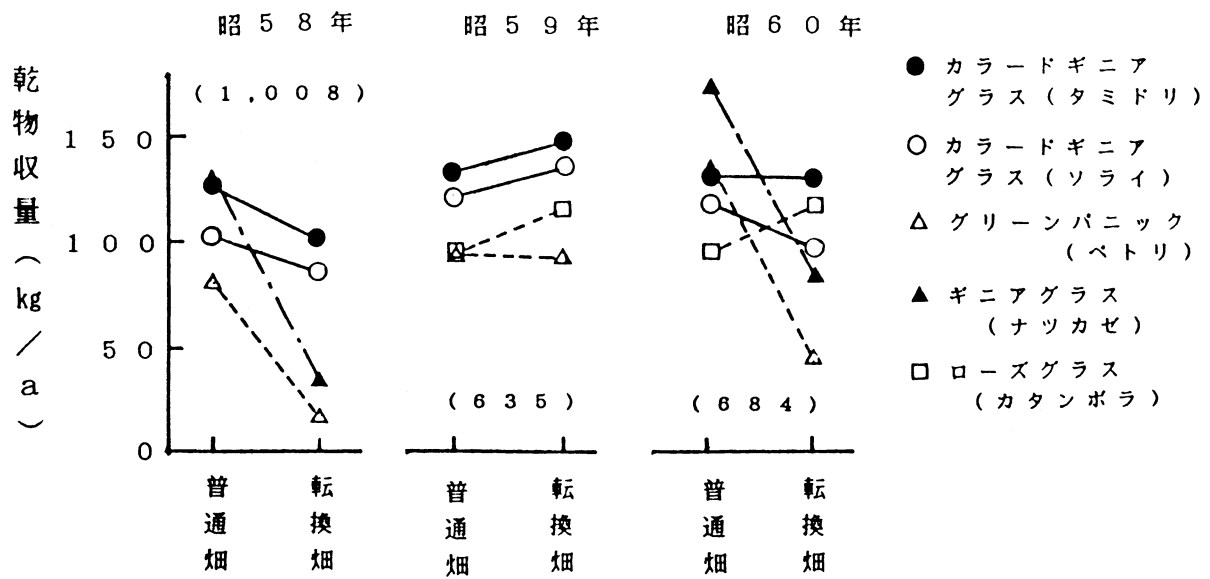


図1. 各年次における普通畑と転換畑の乾物収量
注：()内は栽培期間中の降水量、■

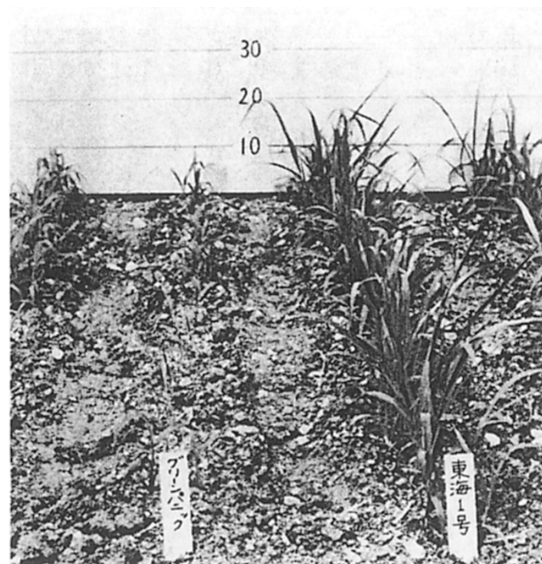
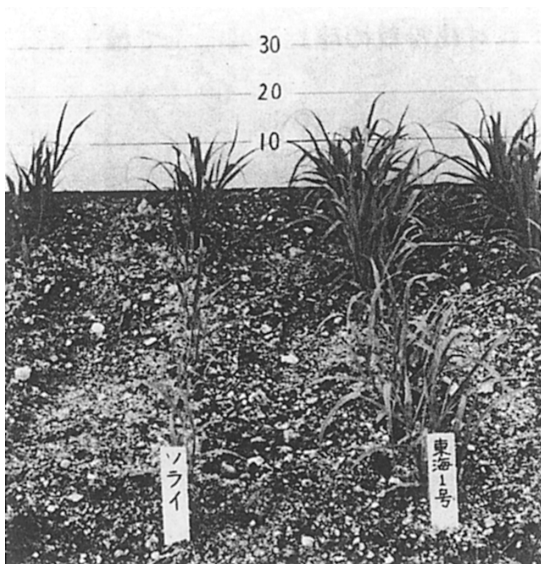


写真1. 播種後30日目の生育状況 (昭和60年6月22日撮影)

ソライ タミドリ グリーンパニック タミドリ

(平成7年度)

1. アルファルファ耐湿・永続性新品種「ツユワカバ」の育成							
[要約] アルファルファ「ツユワカバ」は耐湿性が強い早期繁茂性品種であり、永続性が高く、菌核病抵抗性も強い。収量性はナツワカバよりやや高く、関東以西の暖地でナツワカバに替わる新品種として普及が期待される。							
愛知県農業総合試験場・作物研究所・飼料作物研究室					連絡先	0561-62-0085	
部会名	草地・育種 総合農業・総合研究 関東東海 畜産・草地	専門	育種	対象	牧草類	分類	普及

[背景・ねらい]

わが国暖地・温暖地のアルファルファは高温多雨な気象条件で選抜されたナツワカバ、タチワカバの育成により各地で栽培されるようになった。しかし、これらの品種も夏季多雨年には湿害による生産力の低下がみられるので、さらに耐湿性を高めた品種の育成が必要である。

[成果の内容・特徴]

1. 「ツユワカバ」の収量は利用1年目はナツワカバと同程度であるが、2、3年目はナツワカバ対比104、106%で、永続性に優れ安定多収を維持する(第1、2表)。
2. 耐湿性で選抜を繰り返した系統を主母材とする「ツユワカバ」は、湿潤土壌条件でナツワカバに比べ高い収量性を示し、耐湿性の向上が明らかになった(第3表)。
3. 晩秋から春にかけて発生する菌核病に対しても抵抗性が強く、ほ場検定において高い生存率を維持することが認められた(第4表)。
4. 生育型はナツワカバと同じII群であり、早期繁茂性の高い、暖地向きタイプある。
5. 耐倒伏性、耐雪性はナツワカバよりやや強いが、タチワカバより弱い。
6. 開花期はナツワカバ、タチワカバとほぼ同じで、花色は90%以上が紫色である。
7. 採種性はナツワカバ、タチワカバと同程度である。

[成果の活用面・留意点]

1. 関東から沖縄までの広い地域において、ナツワカバに替わる安定多収品種として適応する。耐雪性に弱いので、多雪地帯での栽培は避ける。
2. 年間の刈取り回数は、関東～九州地方では5～6回、沖縄では7～9回である。多回刈ほど雑草の抑制効果が高いが、刈取り間隔は30日以上を必要とする。

[具体的データ]

第1表 系適試験地における平均乾物収量と多重検定

品種・系統	利用1年目			利用2年目			利用3年目		
	収量	検定	対比	収量	検定	対比	収量	検定	対比
ツユワカバ	184.4	a	102	174.0	a	104	180.4	a	106
タチワカバ	178.2	a	99	171.3	a	102	169.3	b	99
CUF101	155.6	b	86	135.8	b	81	144.5	c	85
ナツワカバ	180.8	a	100	167.9	a	100	170.8	b	100

注 宮崎(アラシ被害大)を除く8場所の平均収量及び多重検定(Duncan5%レベル)

第2表 3か年合計乾物収量の標準比(%)

品種・系統	沖縄	宮崎	長崎	香川	鳥取	愛知	神奈川	長野	山形	平均
ツユワカバ	105	98	99	115	111	109	96	99	102	104
ナツワカバ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(実収量 kg/a	662	382	550	368	544	426	651	521	436	504)

第3表 耐湿性検定(愛知)

品種・系統	7月28日刈取				11月18日刈取			
	生草重 kg/a	標準比	多重 検定	無処理区 対比、%	生草重 kg/a	標準比	多重 検定	無処理区 対比、%
灌水処理区								
ツユワカバ	0.91	109	a	77.1	1.24	124	a	65.3
ナツワカバ	0.83	100	ab	71.6	1.00	100	b	56.8
タチワカバ	0.75	90	b	75.0	0.75	75	c	47.5
無処理区								
ツユワカバ	1.18	102	a	100	1.91	109	a	100
ナツワカバ	1.16	100	a	100	1.76	100	ab	100
タチワカバ	1.00	86	b	100	1.58	90	b	100

注 播種期：1994年4月18日 灌水処理期間：1994.6.30～7.12、10.17～11.1

第4表 ツユワカバのその他の主な特性

形質	ツユワカバ	ナツワカバ	タチワカバ	備考
菌核病検定生存率	31.7	9.4	23.2	ほ場検定、%
耐雪性	中～弱	弱	中	新潟農試検定
耐倒伏性	3.8	4.7	2.8	倒伏甚9～無1
開花期	5月16日	5月15日	5月16日	個体調査の平均開花日
花の紫色比率	92.1	98.4	66.1	%
採種量	42.6	45.9	40.5	g/m ²

[その他]

研究課題名：アルファルファ育成系統の耐湿性と耐倒伏性の評価

予算区分：総合的開発研究(高品質輪作)・指定試験

研究期間：平成7年度(昭和60年～平成7年)

研究担当者：稲波進、神戸三智雄、深谷勝正、廣井清貞、水上優子、杉浦直樹、加藤 満

発表論文等：神戸三智雄ら、アルファルファ耐湿性品種育成、愛知農総試研報、20、1988

稲波進ら、アルファルファ耐湿性選抜系統の多雨気象環境への反応、愛知農総試研報、27、1995

廣井清貞ら、アルファルファ育成系統の耐湿性と耐倒伏性の評価、草地学会誌、41別、1995

[成果情報名] 出芽・初期生育時におけるサイレージ用とうもろこしの簡易な耐湿性検定法

[要約] 大型バットに給水用チューブと排水孔を設けてサイレージ用とうもろこしを生育させることで、出芽・初期生育時の耐湿性の検定が可能である。出芽と初期生育は、過湿により抑制され、抑制の程度には品種による差が認められる。

[キーワード] 栽培、とうもろこし、出芽、初期生育、過湿、耐湿性、検定法

[担当] 畜産草地研・飼料生産管理部・栽培生理研究室

[連絡先] 0287-37-7802

[区分] 畜産草地

[分類] 科学・参考

[背景・ねらい]

近年不順な天候のため夏作飼料作物の生産は不安定なものとなっている。このような条件下、サイレージ用とうもろこしは夏作の中心作物となっているものの過湿条件に対して敏感な反応を示すことから、少しでも過湿に強い品種が求められている。そこで、サイレージ用とうもろこしについて、出芽・初期生育時の過湿に対する簡易な耐湿性検定法を考案し、市販品種を中心に過湿に対する反応を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

(1) 強化プラスチック製大型バット（長さ 115cm、幅 70cm、深さ 20cm）の下端に給水用チューブ、上端に排水孔を設け、12 度に傾斜させて長辺方向に沿って 5 cm 間隔でとうもろこしを播種することで、冠水状態から地下水位 20cm までの 1 cm ごとの水位でとうもろこしの生育反応を観察できる（図 1）。

(2) 播種後の特定の期間だけ過湿条件にするには、下端部を持ち上げて上端部よりやや高めに設置し、灌水余剰水を排水孔から排水し、育苗用バットとして播種する。過湿処理時には下端部を下げ、12 度に傾斜させて過湿処理を行う。

(3) サイレージ用とうもろこしの出芽は過湿により抑制され、抑制の程度には品種による差が明らかに認められる。また、品種によって出芽が揃うものと、出芽にむらがあるものがあり、出芽抑制の様相も品種によって異なる（図 2）。

(4) 過湿の時期によっても生育への影響は異なり、播種後からの過湿処理と第 3 葉展開後からの過湿処理とでは影響のかたが異なり、影響のかたも品種によって異なる（図 3）。

(5) この検定法で、初期生育時において過湿の影響が少しでも小さいサイレージ用とうもろこし品種を選択することができる。

[成果の活用面・留意点]

(1) 圃場条件に合わせてこの方法で検定して品種を選択することにより、初期生育時に過湿になりやすい圃場でのとうもろこし生産への影響を軽減できる。

(2) 基本的にサイレージ用とうもろこしは過湿に弱い作物であるので、過湿によって酸化還元電位が下がり 2 価の鉄が溶出するような土壤等の検定条件では影響が極端に現れ、品種の比較が難しくなるため、予備試験を行って処理条件を確認してから検定するのが望ましい。

[具体的データ]

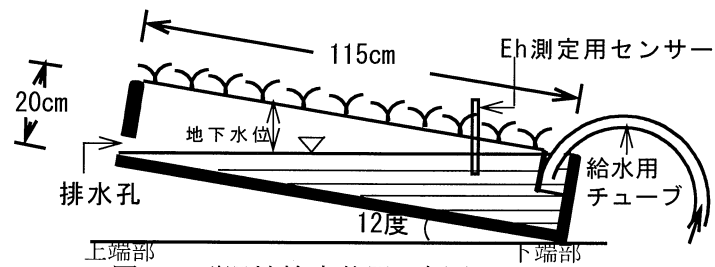


図1 耐湿性検定装置の概略

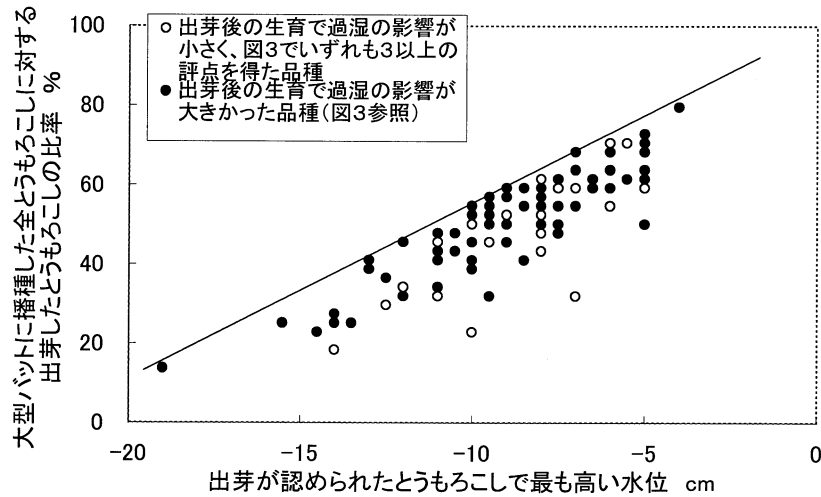


図2 過湿がサイレージ用とうもろこしの出芽に与える影響の品種による違い(図中の実線はその水位以下で全て出芽した場合を想定した時の出芽率。土壌は黒ボク土)

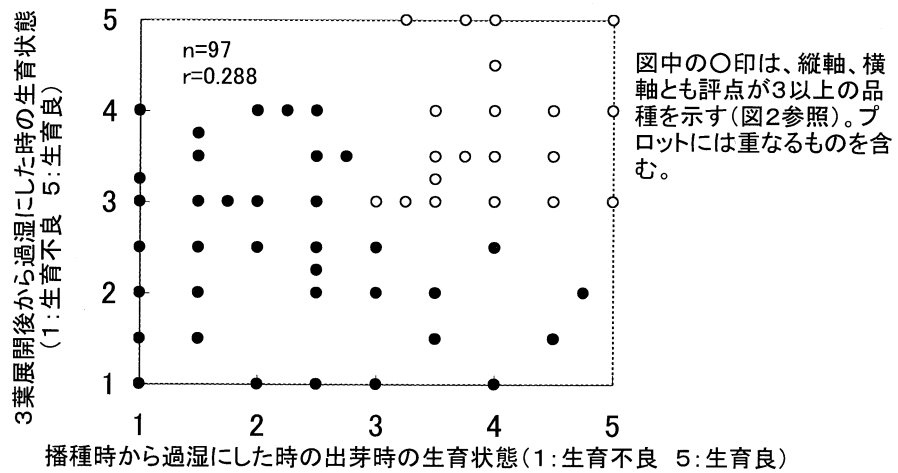


図3 異なる生育ステージでの過湿条件がサイレージ用とうもろこしの生育に与える影響の品種による違い(生育への過湿の影響を連続的に見やすくするため土壌は還元状態になりにくいイネ育苗培土を使用)

[その他]

研究課題名：天候不順時における大区画圃場での飼料用とうもろこし栽培技術の安定化

予算区分：21世紀プロ3系

研究期間：1999～2001年度

研究担当者：吉村義則、黒川俊二

発表論文等：吉村ら(2000)日草誌46(別)：88-89

19. 湛水条件に対する飼料作物根の生理的適応反応							
[要約] 湛水耐性の強い草種は、 <u>表層根</u> や <u>根中空隙</u> を発達させる能力や、低酸素下で好氣的呼吸を維持する能力にすぐれる。この特性は、湛水下での <u>エタノール</u> 生成の抑制や根の活力維持に貢献している。							
草地試験場・飼料生産利用部・栽培生理研究室					連絡先	0287-37-7802	
部会名	生産管理	専門	生理	対象	飼料作物類	分類	研究

[背景・ねらい]

飼料作物の湛水耐性には草種間差がみられるが、これがどのような機作によりもたらされるかは解明されていない。そこで本研究では、湛水処理に対する根の反応の違いを検討することにより、多湿ストレス適応機構における草種間差異を明らかにしようとした。

[成果の内容・特徴]

1. 湛水耐性の強い草種（栽培ヒエ、オオクサキビ）は、湛水に遭遇すると表層根の量を著しく増大させるが、湛水耐性の弱い草種（ギニアグラス、ソルガム、トウモロコシ）ではこの反応が弱い。また、前者は湛水条件下でも中～下層根を維持できるのに対し、後者のそれは著しく衰退する（図1）。
2. 湛水処理を行うと、耐性の弱い草種ではエタノール含量が著しく増大するが、耐性の強い草種では下層根でわずかに増加するだけである。地際から40cmまでの地上部にオイルを塗布して地上部からの通気を阻害すると、栽培ヒエ、オオクサキビおよびソルガムではエタノール含量が増大するが、ギニアグラスとトウモロコシは変化がない（図2）。
3. 酸素の供給路と考えられる根中空隙は、耐性の強い草種が弱い草種より大きい。また、前者は湛水に感応し空隙量を増大させるが、後者のそれはあまり変化しない（図3）。
4. 湛水期間中の根中空隙内の酸素濃度は、耐性の強い草種では概ね4%以下で、これは耐性の弱いギニアグラスよりもむしろ低い（図3）。
5. 耐性の強い草種は、湛水処理を行っても根中のATP含量は低下しない。耐性の弱い草種のうちギニアグラスとトウモロコシは、湛水処理により中～下層根のATP含量が低下するが、ソルガムではこのような反応はみられない（図4）。
6. 以上の結果より、耐性の強い草種にみられる大きな根中空隙は、酸素の供給路として、耐性の発現に貢献していることが示された。さらに、これらの草種の根は、低酸素濃度下で好氣的呼吸を維持する能力にすぐれ、このことが、大気と根の間の酸素濃度の勾配を強め、拡散による円滑な酸素供給の維持に貢献していることが示唆された。

[成果の活用面・留意点]

1. 湛水耐性の発現機作を生理学的に解明する際の基礎的知見として活用できる。
2. 根中の空隙量は、根に含まれる気体を吸引採取して、大気圧下で容積を測定することにより求めた。したがって、皮層間隙の容積と完全に一致するものではない。

[具体的データ]

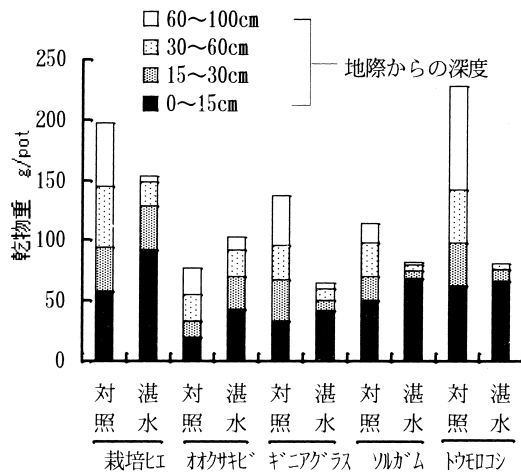


図1. 湛水処理が根重に及ぼす影響

注. 深さ1mの無底ポットを用い、湛水区は播種後40日目より4週間、常時地際まで湛水した。湛水処理の方法は図2~4も同じ。

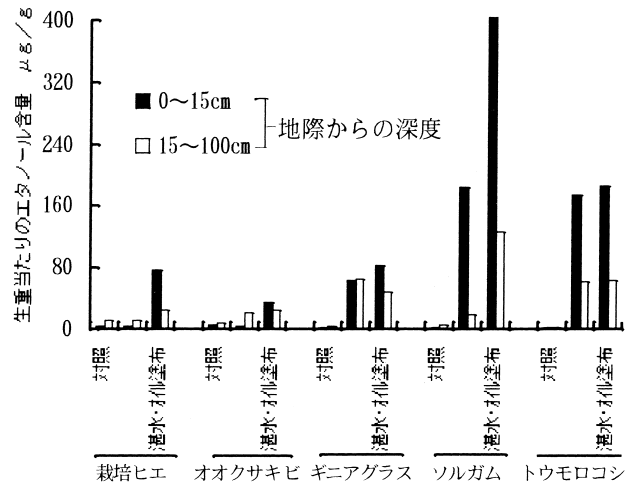


図2. 湛水およびシリコンオイルの茎葉塗布（地際から40cmまで）が根中のエタノール含量に及ぼす影響

注. 湛水期間は48時間。

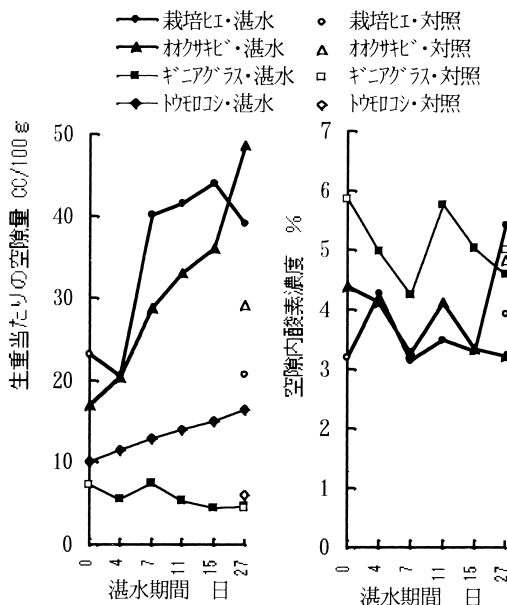


図3. 湛水中の根中空隙量と空隙内酸素濃度の推移

注. 酸素濃度の測定には、トウモロコシを供試しなかった。

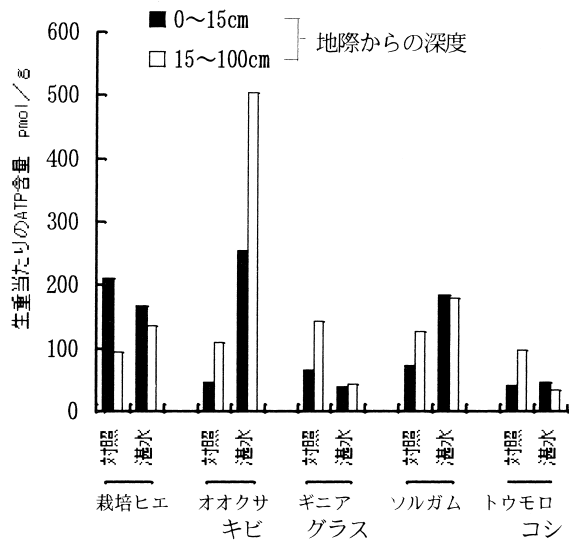


図4. 湛水が根のATP含量に及ぼす影響

注. 湛水期間は48時間。

[その他]

研究課題：飼料作物の多湿ストレス適応機構の生理学的解明

予算区分：新用途畑作

研究期間：平成10年度（平成8年～10年）

研究担当者：魚住 順、吉村義則、黒川俊二

発表論文等：湛水処理が数種暖地型牧草の根の性状に及ぼす影響、日草誌43（別）、1997

20. スラリー多量施用下における飼料作物作付体系の収量性と窒素吸収量							
[要約] <u>中晩生トウモロコシ</u> を基幹とした作付体系は、 <u>スラリー</u> 施用圃場への導入作物としてこれまで有望視されてきた <u>極晩生ソルガム</u> 基幹の作付体系よりも <u>乾物収量</u> や <u>窒素吸収量</u> が高く、作物体の <u>硝酸態窒素濃度</u> の点でも安全性が高いことが示された。							
草地試験場・飼料生産利用部・栽培生理研究室					連絡先	0287-37-7802	
部会名	生産管理	専門	栽培	対象	飼料作物類	分類	研究

[背景・ねらい]

乳用牛飼養農家から排出されるふん尿は、飼料作物生産圃場への施用限界を越えつつあり、より多くのふん尿を圃場に還元できる作付体系の確立が望まれている。そこで、数種の作付体系について、スラリー多量施用圃場への導入適性を、収量性、窒素吸収量および作物体硝酸態窒素濃度の点から実証評価する。

[成果の内容・特徴]

図1に示した4体系についてスラリー施用(10t/10a/1作、施用幅150cmのインジェクタ使用、化成肥料無施用)とマルチ展張の影響を調査した。

1. 中晩生トウモロコシを基幹とした作付体系(体系①、②、図1)は、ふん尿還元圃場への導入体系としてこれまで有望視されていた極晩生ソルガムを基幹とした体系(③、④)よりも乾物収量と窒素吸収量が高かった(図2、3)。
2. 冬作ソルガム導入体系(②、④)は97年の暖冬により冬作収量が皆無となったにもかかわらず、乾物収量や窒素吸収量は秋作ソルガム導入体系(①、③)と大差がなかった(図2、3)。
3. 夏作のマルチ栽培には、乾物収量や窒素吸収量を増大させる効果が認められ、特にトウモロコシ基幹体系(①、②)でこれが顕著であった(図2、3)。
4. 作物体の硝酸態窒素濃度は、トウモロコシがソルガムより低かったが、いずれも危険水準の0.2%を越えることはなかった。なお、マルチの展張は硝酸態窒素濃度を上昇させる傾向がみられたが、実用上問題となるレベルではなかった(図4)。
5. 以上の結果から、スラリー還元圃場には中晩生トウモロコシ基幹の体系が有望であり、マルチ栽培は、この体系におけるスラリー還元容量の増大に有効であることが示された。さらに、周年作付体系としてソルガムを組み合わせる場合は冬作としての導入が有利であることが示された。

[成果の活用面・留意点]

1. 余剰ふん尿を抱える乳用牛飼養農家における導入作付体系策定の指標となる。
2. 適応地域は年平均気温12~13℃の地域である。
3. トウモロコシの中晩生品種群は、市販品種中最高水準の収量を示すことが確認されている。
4. 本試験でのスラリー施用量は、作物体の反応を明確にするため多目に設定した。飼料作物への施用限界は1作当たり5~6t/10aとされているので留意すること。

[具体的データ]

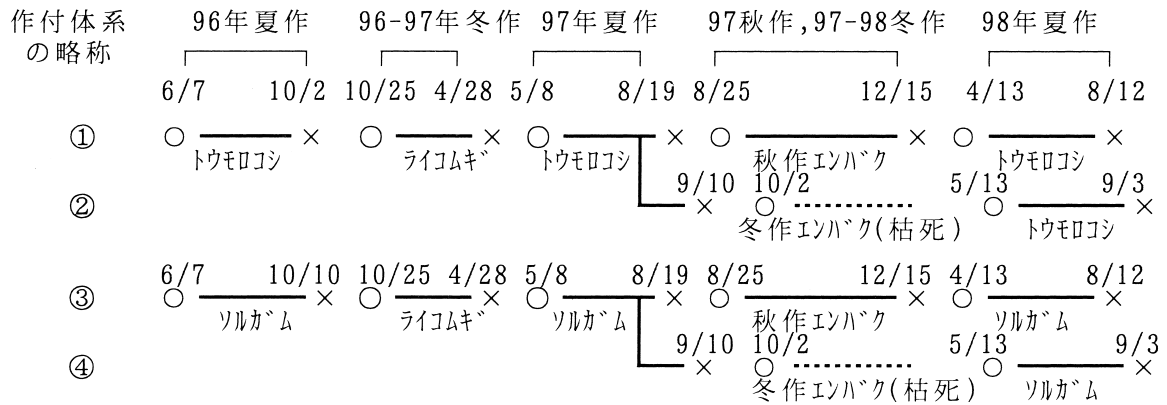


図1. 実証作付体系の概要（主要体系の抜粋）

- 注 1. ○：播種期、×：収穫期
 2. 96-97年冬作はスラリー無施用、他は播種時に施用。化成肥料は全体系無施用。
 3. 供試品種は、トウモロコシがSH3980、ソルガムが天高、ライコムキがライタックス、エンバクが極早生スプリンター。
 4. 冬作エンバクは暖冬のためすべて枯死した。

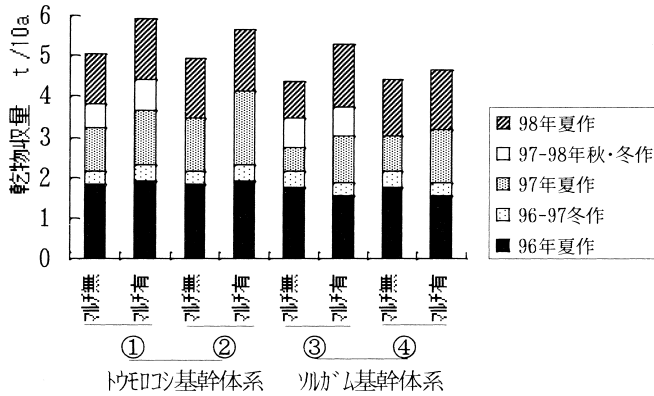


図2. 各体系の乾物収量

注) 項目中の①～④の番号は図1に対応, 図3, 4も同じ。

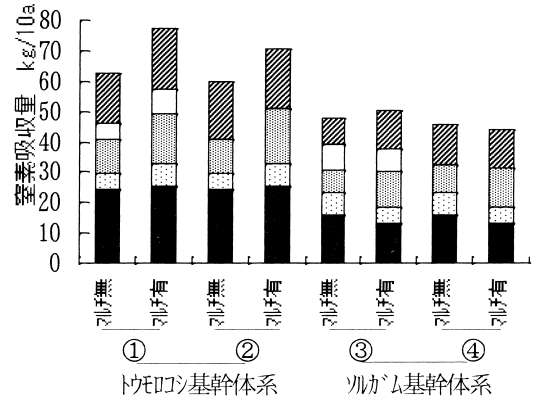


図3. 各体系の窒素吸収量

注) 凡例は図1と同じ。

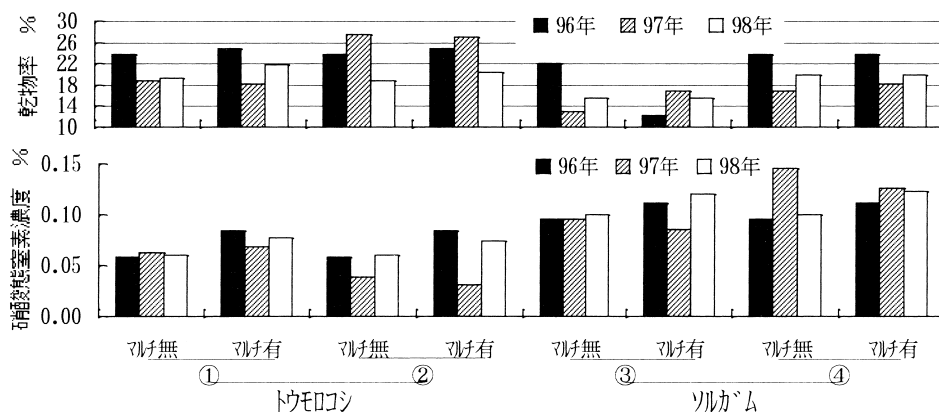


図4. 各体系における作物体の乾物率と硝酸態窒素濃度（夏作のみ）

[その他]

研究課題名：有機物還元容量増大のための飼料作物超多収乾物生産機構の解明と新作付体系の開発

予算区分：物質循環

研究期間：平成10年度（平成8年～10年）

研究担当者：魚住 順、吉村義則、黒川俊二

(平成10年度)

22. 西南暖地における部分耕播種、表面播種攪拌によるスーダングラスの3作型生産技術									
[要約] 西南暖地において、エンバク、イタリアンライグラス及びトウモロコシを収穫し、 <u>部分耕播種</u> あるいは <u>表面播種攪拌</u> 、土中注入による <u>スラリー</u> の追肥とロールベール収穫調製を取り入れる <u>スーダングラス</u> の3作型 <u>省力生産技術</u> を確立した。									
九州農業試験場・草地部・飼料生産管理研究室					連絡先	096-242-1150			
部会名	生産管理			専門	栽培	対象	飼料作物類	分類	普及

[背景・ねらい]

粗飼料生産をより省力、効率化するためには、作業の平準化と共に機械施設や耕地の効率的な利用を可能にする多様な作付体系を作出する必要がある。西南暖地の代表的な飼料作物であるエンバク、イタリアンライグラス及びトウモロコシの収穫直後にスーダングラスを部分耕播種（一作業行程で耕耘と施肥・播種を完結）あるいは表面播種攪拌し、スラリーの土中注入とロールベール収穫を取り入れた省力かつ多様な作型を確立する。

[成果の内容・特徴]

1. 3作型とも前作の収穫直後に、10a 当たり 6 kg のスーダングラスを部分耕播種（耕耘幅 30cm）あるいは表面播種攪拌する。播種時の基肥（三要素成分各 3 kg/10a）と生育初期の追肥（三要素成分各 5 kg/10a）を化成肥料で施し、スラリー（約 3 t/10a、N で約 5 kg/10a）をインジェクターにより施用深さ 21cm、間隔 75cm で注入する。
2. 前年秋播種のエンバクを4月上旬に収穫後、スーダングラスを播種する。1番草を7月中旬、2番草を8月下旬、3番草を10月中旬に収穫する。この作付け体系では年間約 2.8t/10a の生産が可能である（表1）。
3. 前年秋播種のイタリアンライグラスを4月上旬（1番草）と5月上旬（2番草）に収穫し、その直後にスーダングラスを播種。1番草を7月中旬、2番草を9月上旬に収穫する。この作付け体系では年間約 2.5t/10a の生産が可能である（表1）。
4. 4月上旬に播種したトウモロコシを8月上旬に収穫、その直後にスーダングラスを播種して10月中旬に収穫する。この作付け体系では年間約 2.0t/10a の生産が可能である（表1）。トウモロコシの前作にエンバクを栽培すると、年間約 3 t/10a の生産が可能である。
5. 部分耕播種は表面播種攪拌よりやや収量が低い（表1）ものの、両簡易播種法は省力生産技術として有効である。西南暖地でのスーダングラスを利用する3作型の作業体系では、表2のように播種、収穫、スラリー注入を行う。

[成果の活用面・留意点]

1. スーダングラスのロールベール利用の3作型は、西南暖地の粗飼料生産体系の中で活用できる。
2. 3作型での利用品種は早生系を用い、播種時には特に雑草対策に留意する。

22. ミニмумティレッジによるイタリアンライグラス・トウモロコシの省力多収栽培法							
[要約] 部分耕と浅耕によるイタリアンライグラス・トウモロコシのミニмумティレッジ栽培は、全面ロータリ耕耘を行う慣行栽培法に比べ省力的であり乾物収量も同等以上である。ミニмумティレッジ栽培では、慣行耕耘栽培より窒素の系外への流出が少ない。							
九州農業試験場・草地部・飼料生産管理研究室					連絡先	096-242-1150	
部会名	生産管理	専門	栽培	対象	飼料作物類	分類	指導

[背景・ねらい]

多くの畜産農家では多頭化によって飼料生産に向ける労力が不足しがちであり、省力的な飼料生産技術が求められている。一方、糞尿の過剰投入に起因する地下水汚染等の環境問題が顕在化している。そこで、広く普及しているイタリアンライグラス・トウモロコシ作付体系を対象にした、省力多収かつ系外への窒素流出が少ないミニмумティレッジ栽培技術を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 本ミニмумティレッジ（以下MT）栽培法では、春はイタリアンライグラス（早生系品種）の2番草の収穫跡にトウモロコシを部分耕で播種し（部分耕、播種、施肥、鎮圧を1工程で行う部分耕播種機を使用、耕耘幅 30 cm）、秋は深さ 10 cm未滿で浅くロータリ耕耘しイタリアンライグラスを播種する。したがって、春秋とも深さ 15～20 cmの全面ロータリを行う慣行耕耘（以下CT）栽培より省力的である。
2. MT栽培による作物の年間乾物収量は、主としてトウモロコシ収量の向上により、2年目以降CT栽培と同等以上となる（図1）。
3. 地下 1.5m で採取した土壤溶液の硝酸態窒素濃度のピーク（図2）、5作期間の窒素収支（図3）における行き先不明窒素量がいずれもCT区よりMT区で低かったことから、MT栽培はCT栽培よりも窒素の系外への流出が少ない。
4. MT栽培ではトウモロコシ栽培時に条間にイタリアンライグラス再生草や雑草が発生した。MT栽培における系外への窒素流出の低下は、イタリアンライグラス再生草や雑草が多量の窒素を吸収したことによって、CT栽培よりも地表部に保持された窒素量が多くなったために生じたと考えられる（図4）。

[成果の活用面・留意点]

1. イタリアンライグラス・トウモロコシ体系の省力化、環境保全的栽培に応用できる。
2. MT栽培ではイタリアンライグラスの再生草がトウモロコシ条間の雑草を抑制するため、通常はトウモロコシ作付時の除草剤施用は不要である。ただし、雑草の発生が特にひどいときは茎葉処理除草剤の施用が必要である。

[具体的データ]

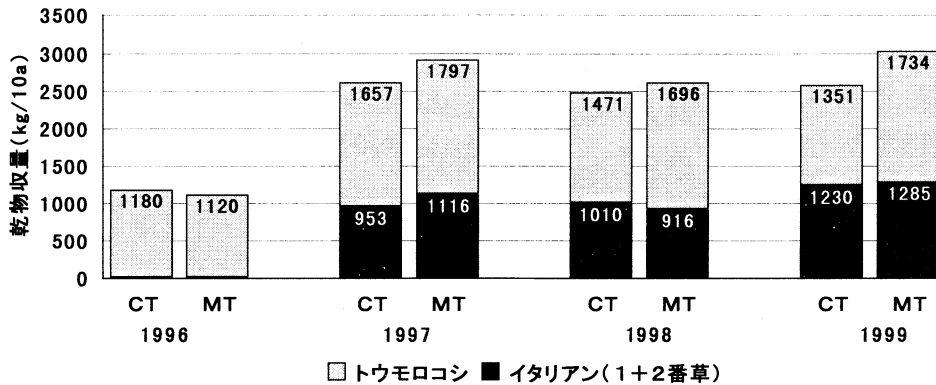


図1. 年間乾物収量
 注1) 年間乾物収量は当年に収穫されたイタリアンとトウモロコシの収量の合計
 注2) 年間施肥量は窒素、リン酸、カリ各30kg/10aと堆肥2t/10a

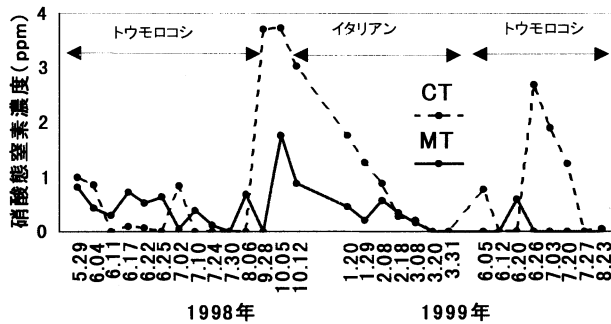


図2. 地下1.5mの土壌溶液中の硝酸態窒素濃度

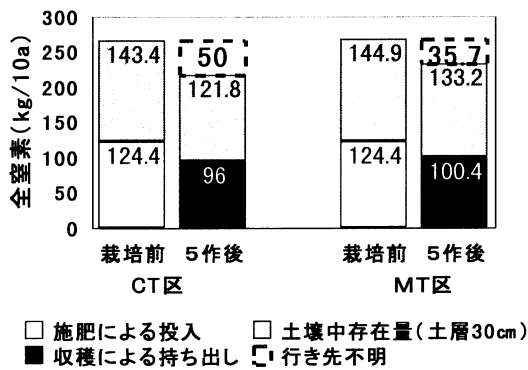


図3. 5作期間(約2年4月間)の窒素収支
 注1) 土壌は条と条間から採取し混合。10cmごとに3層に分けて採取

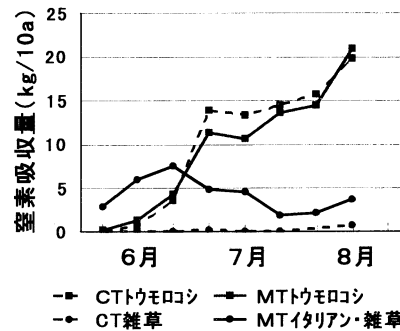


図4. トウモロコシ作期の地上部窒素量 (1997、1998年平均)

[その他]

研究課題名：ミニマムティレッジによる牧草・飼料作物の環境調和型省力栽培技術の確立
 予算区分：経常

研究期間：平成11年度(平成8年～12年)

研究担当者：小林良次、館野宏司、佐藤健次、佐藤節郎、服部育男

発表論文等：ミニマムティレッジ及び慣行耕耘飼料畑における乾物収量及び可給態窒素の変化. 九農研62号、2000.

13. 飼料用トウモロコシの窒素追肥 要否判定法

草地試験場 環境部
土壌肥料第2研究室

目的・背景

飼料畑では多量のふん尿が施用されるが、その施用量は、労力などの条件で一定せず、またその養分放出量も気象的要因に影響され、必ずしもトウモロコシが必要とする時期に必要な量を供給できるとは限らない。トウモロコシ生育初期に土壌診断を行なうことにより窒素追肥要否の判定をし、最適追肥量を算出する技術を確立することを目的とする。

成果の内容

トウモロコシ収量（黄熟期）は4葉期から8葉期の間の乾物増加量及び窒素吸収量と高い相関があり、この時期での窒素供給が重要である。4葉完全展開期での土壌中可給態窒素を測定することにより、追肥の要否及び最適追肥量を算出した。

- (1) 栽植単位面積で深さ30cmまでの土壌を、熱水抽出-還元水蒸気蒸留して可給態窒素を測定、この値が140kg/ha以下であれば6-7葉期に窒素追肥を行うことにより乾物収量は10%以上増加する。この基準は、たい肥、スラリー施用の有無にかかわらず共通である（図1）。
- (2) 土壌中可給態窒素と追肥窒素合計が200-240kg/ha以上ではそれ以上の増収はしない（図3）。
- (3) この基準で追肥（120kg/ha）を行っても、トウモロコシ茎中の硝酸態窒素は増加するものの0.2%を超えることはなく、穂を含めた収穫物全体としては中毒を誘発するレベルになることはない（図2）。

活用面と留意点

- (1) 転換畑においてもほぼ同じ基準が使える見通しである。
- (2) 土壌の差異、地域性については今後広範囲な試験が必要である。

研究課題と発表論文

高品質飼料作物の合理的養分吸収様式の解明と施肥法の改善（経常研究）、昭和59-63年。

上沢 正志・小島 誠・越野 正義・荒 智（1986）：飼料用トウモロコシの合理的養分吸収様式の解明（第2報）、N追肥の要否判定、日土肥要旨集32；118。

（上沢 正志・越野 正義・小島 誠）

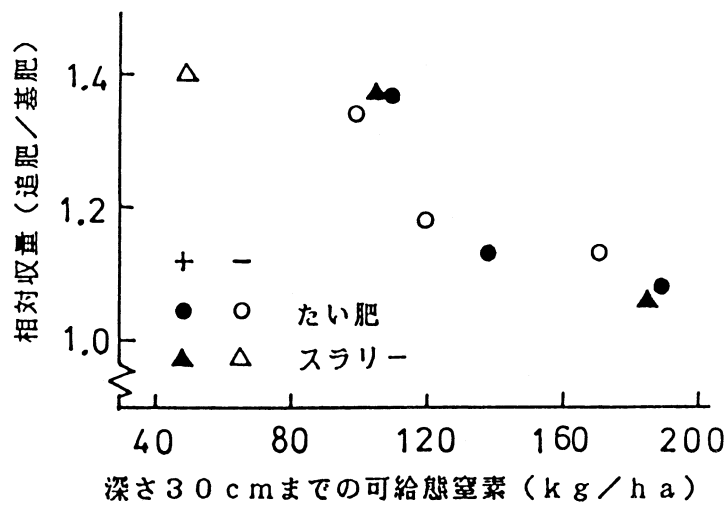


図1. 可給態窒素と追肥による増収率

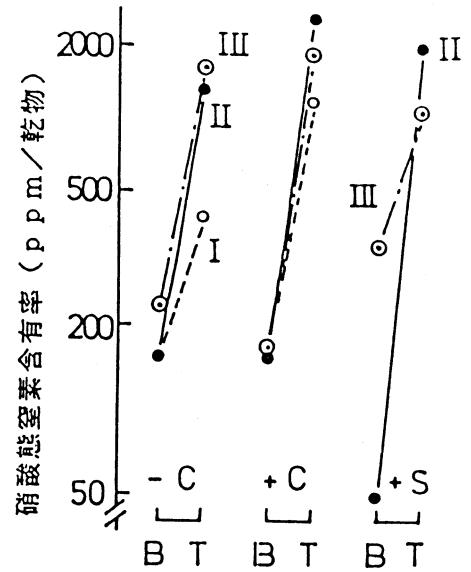


図2. 追肥による茎中硝酸態窒素含有率の変化

- B 基肥; T 追肥; C たい肥; S スラリー
- I 基肥全層 20 kg;
- II 作条 40又は60 kg;
- III 全層 120 kg又は180 kg/ha

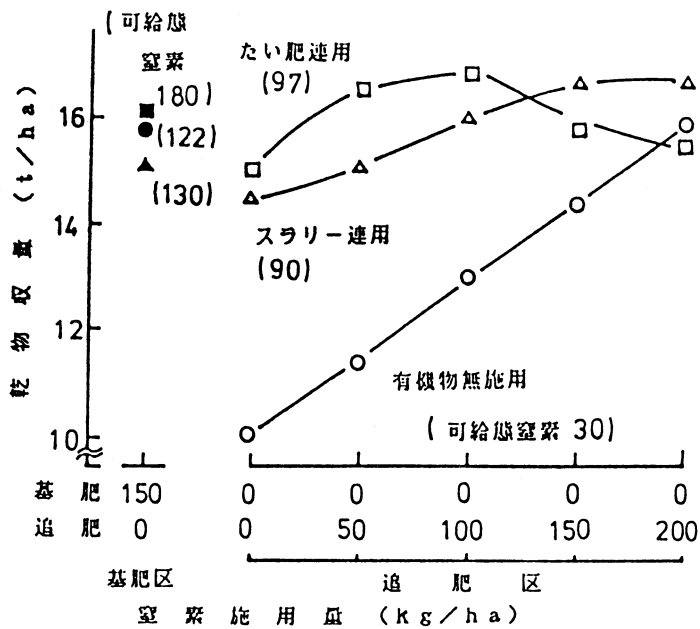


図3. 窒素施用量と黄熟期乾物収量との関係

図中の数字は4葉期における土壌中の可給態窒素 (熱水抽出-還元蒸留) (kg/ha)

21. 品種選定を利用した黄熟期のトウモロコシの硝酸態窒素濃度の低減化

[要約]

窒素多施用条件下においても硝酸態窒素を蓄積しにくい品種を利用することにより、黄熟期のトウモロコシの硝酸態窒素濃度を0.1%程度とすることができる。

草地試験場・環境部・作物栄養研究室

連絡先

0287-37-7559

部会名

生産管理

専門

肥料

対象

飼料作物類

分類

指導

[背景・ねらい]

飼料作物中の硝酸態窒素に起因する反すう家畜の疾病が問題となっている。これまでに、窒素を多量に施用すると黄熟期のトウモロコシの硝酸態窒素濃度は高くなるものの、あるレベルで一定となり、その濃度は急性中毒の基準とされる0.2%以下になることを示した。しかし、慢性中毒に対する危惧からさらに抑制する技術が望まれている。そこで、品種間差を利用し硝酸態窒素濃度を低減化させる方法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. トウモロコシの硝酸態窒素濃度の品種間差を解析するために、硝酸態窒素濃度を濃度因子及び希釈因子で解析する方法を開発した（図1）。
2. 黄熟期のトウモロコシでは硝酸態窒素濃度と濃度因子は高い正の相関関係にあるが、希釈因子との関係は低い。また、希釈因子は乾物率と高い負の相関関係がある（表1）。
3. 黄熟期のトウモロコシの希釈因子の平均値は2.0以下で、ミルクラインが降下するにつれ低下する（表2）。
4. 硝酸態窒素濃度、濃度因子の最大値と最小値には2倍以上の差があり、大きな品種間差の存在が認められる（表3）。また、濃度因子の2ヶ年の結果には有意な相関関係があり($r=0.663$, $n=21$, $p<0.01$)、年次間の再現性も高い。
5. 濃度因子の大きくなりにくい品種の場合、窒素多量施用条件下においても濃度因子、希釈因子はそれぞれ0.04、2.0程度であるので、硝酸態窒素濃度はせいぜい0.1%程度と計算される。

[成果の活用面・留意点]

- ①家畜ふん尿を多量に還元してしまった飼料畑での自給飼料生産に有効である。
- ②地域間差の検討や評価品種数を増やす必要がある。

[具体的データ]

硝酸態窒素の9割以上は茎に含まれているので以下の近似式が成り立つ。

[乾物重あたりの硝酸態窒素濃度(%)]

$$= \frac{[\text{茎の乾物重(DW)あたりの硝酸態窒素濃度(％)}] \times [\text{全乾物重に占める茎の割合}]}{[\text{茎の新鮮重(FW)あたりの硝酸態窒素濃度(％)}] \times [\text{全乾物重に占める茎の割合}] \div [\text{茎の乾物率}]}$$

(濃度因子) (希釈因子)

図1 硝酸態窒素濃度の品種間差を比較するための近似式

表1 硝酸態窒素濃度と他要因のピアソンの相関係数(1996年)

	生収量	乾物収量	乾物率	希釈因子	濃度因子	硝酸態窒素濃度	窒素濃度
生収量	1.00						
乾物収量	0.89	1.00					
乾物率	0.03	0.48	1.00				
希釈因子	0.06	-0.35	-0.90	1.00			
濃度因子	0.06	-0.03	-0.16	-0.01	1.00		
硝酸態窒素濃度	0.09	-0.13	-0.42	0.28	0.95	1.00	
窒素濃度	-0.16	-0.32	-0.42	0.27	0.30	0.37	1.00

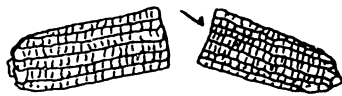
表2 ミルクライン降下度と希釈因子の関係 表3 硝酸態窒素濃度の品種間差

ミルクライン降下度	希釈因子
1	2.1
2	2.0
3	1.9
4	1.8
5	1.7
6	1.6
7	1.5
8	1.4
開花期	5.0
乳熟～糊熟期	2.8

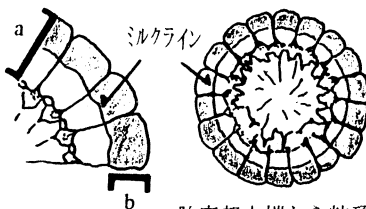
品種名	濃度因子	希釈因子	硝酸態窒素濃度 実測値(%)
NS80A	0.035	1.97	0.069
TX123	0.034	1.95	0.070
P3358	0.040	2.01	0.084
P3352	0.049	1.76	0.087
セリア	0.045	1.87	0.088
EXP771	0.046	1.93	0.095
ナスホル	0.048	1.97	0.095
XL61	0.046	2.15	0.105
DK649	0.049	2.09	0.106
TX330	0.049	2.17	0.110
KD751	0.050	2.16	0.111
G4742	0.054	2.08	0.113
PX77A	0.054	2.20	0.118
TX125	0.058	2.01	0.126
NS89A	0.066	1.93	0.128
DK789	0.059	2.20	0.133
TX128	0.066	1.92	0.134
ウミ-115	0.072	1.89	0.146
DK689	0.068	2.17	0.156
NS540A	0.078	2.04	0.164
NS86A	0.088	2.05	0.180
平均	0.055	2.03	0.115
標準偏差	0.014	0.12	0.030
最小値	0.034	1.76	0.069
最大値	0.088	2.20	0.180
L.S.D(チューキー法)	0.027	0.36	0.060

ミルクライン降下度の調査方法

1 雌穂のほぼ中央で2分する。



2 先端側断面全体を見渡して
b/a×10を目測・評点する。



a: 胎座部上端から粒頂部までの長さ
b: 粒頂部からミルクラインの長さ

[その他]

研究課題名：長大型飼料作物における硝酸態窒素蓄積機構の解明と低減化栽培技術の開発
 予算区分：総合的開発（新用途畑作物）
 研究期間：平成9年度（平成8年～10年）
 研究担当者：原田久富美、須永義人、畠中哲哉
 発表論文等：Grassland Science(1996) 41, 352-356、関東草飼研誌（1996）20, 42-45他

(平成12年度)

45. 品種選定によるスーダングラスの硝酸態窒素濃度の低減効果							
[要約] 市販されているスーダングラスについて、硝酸態窒素濃度の低い品種を選定した。低蓄積性の品種を利用し、刈り取り時期を遅らせることで、より硝酸態窒素濃度の低いスーダングラスを生産できる。							
草地試験場・環境部・作物栄養研究室					連絡先	0287-37-7559	
部会名	生産管理	専門	肥料	対象	飼料作物類	分類	指導

[背景・ねらい]

スーダングラスは乾草、青刈り利用だけでなく、近年はサイレージ利用を目的とした夏季ロールベール用の主要な草種となっている。しかしながら、ソルガム類は、多窒素施用条件下で栽培した場合、トウモロコシに比べて硝酸態窒素（NO₃-N）濃度が高くなりやすく、特にスーダングラスは著しく高くなりやすい。そこで、品種選定を利用したスーダングラスのNO₃-N濃度の低減化について検討する。

[成果の内容・特徴]

1. スーダングラスとして市販されている13品種には、NO₃-N濃度の品種間差が存在する（図1）。年次および施肥の異なる栽培条件下においても、品種間のNO₃-N濃度には高い相関関係が認められる（図2）。「HS9401」のNO₃-N濃度は他品種の平均値と比較して26～48%低く、また、収量も比較的高い。

2. スーダングラスのNO₃-N濃度は、乾物集積により栄養生長期以降、経時的に低下し、開花期には、栄養生長期に比べて約50%低下する。「HS9401」のNO₃-N濃度は栄養生長期以降、他品種の平均値と比較して低く、播種後85日目（開花期、晩生品種は未出穂）においては42%低い（図3）。

以上のことから、低蓄積性の品種を利用し、さらに刈り取り時期を遅らせることで、よりNO₃-N濃度の低いスーダングラスを生産できる。

[成果の活用面・留意点]

1. NO₃-Nの蓄積が懸念される条件下でのスーダングラス栽培において参考となる。
2. 低蓄積性の品種においても急性中毒の基準とされる乾物あたり0.2%を上回ることもあるため、収穫物のNO₃-N濃度の診断ならびに過剰な施肥の防止が重要である。また、刈り取り時期を遅らせた場合の飼料品質の低下に注意する。

[具体的なデータ]

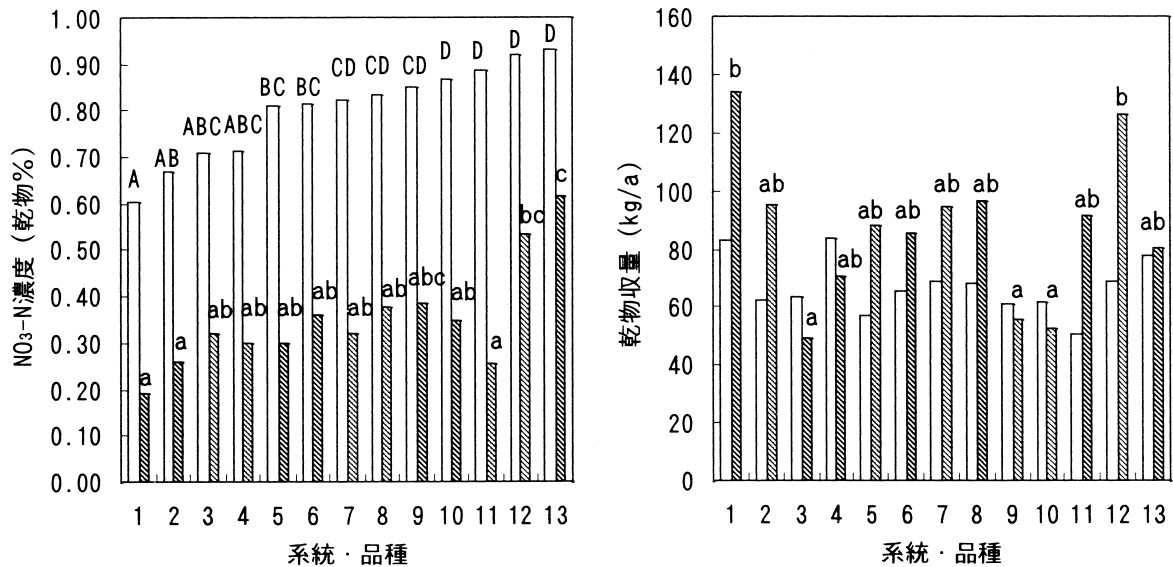


図1. スーダングラスの硝酸態窒素濃度および乾物収量の系統・品種間差
 左図：NO₃-N濃度左が1998年、右が2000年、右図：収量左が1998年、右が2000年（播種後76, 84日）
 系統・品種名：1. HS9401, 2. トルタン, 3. ハ¹ハ⁰, 4. HSK1, 5. HS67, 6. HS8S, 7. TR92,
 8. ハイメカー, 9. KCS202, 10. KCS207, 11. HS38, 12. ロルヘルスダン, 13. PC3079
 A, B, C(a, b, c) : Tukeyの方法により異文字間で有意差あり(p<0.05)。1998年収量有意差なし。
 堆肥500 (1.8kgN相当)、1000kg (3.6kgN相当) /a連用圃場で化成肥料N:P₂O₅:K₂O=2:1:2kg/a施用した(1998年)。堆肥1500kg (6.2kgN相当) /a連用圃場で化成肥料N, K₂O各1kg/a施用し同様に栽培した(2000年)。NO₃-N濃度について、1998年は2反復×4刈り取り（栄養生長播種後55～開花期85日目）の平均を、2000年は2反復×1刈り取り（出穂期84日目）の平均で統計処理した。いずれも晩生品種(12, 13)は未出穂。

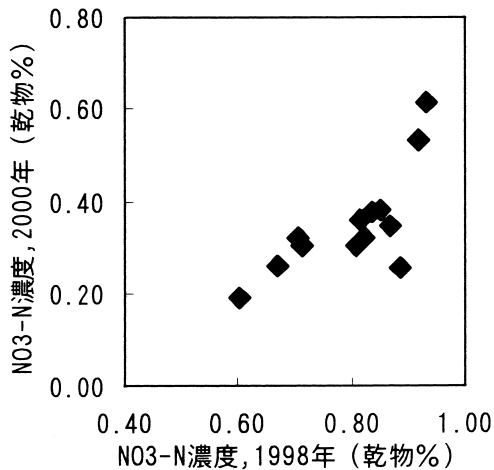


図2. スーダングラス品種におけるNO₃-N濃度の年次間比較
 相関係数：n=13, r=0.740 (p<0.01で有意)

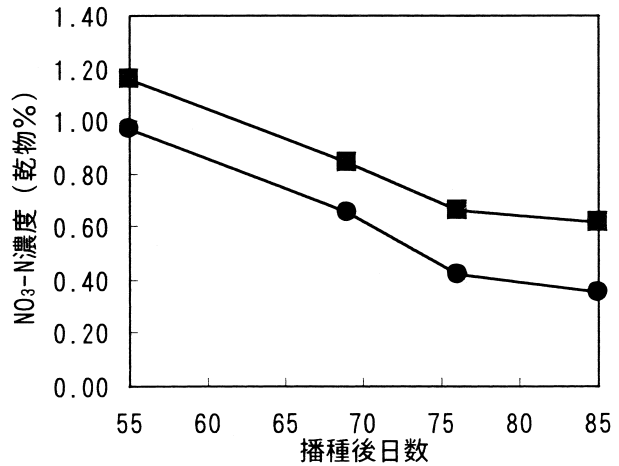


図3. スーダングラスのNO₃-N濃度の経時変化
 ■ : 12品種の平均、● : HS9401
 1998年の栽培条件。収穫時の生育ステージは栄養生長、穂ばらみ、出穂、開花期。晩生2品種は未出穂。

[その他]

研究課題名：長大型飼料作物における硝酸態窒素蓄積機構の解明と低減化栽培技術の確立
 予算区分：総合的開発〔新用途畑作〕、作物対応研究〔転作作物〕
 研究期間：平成12年度（平成10年～13年）
 研究担当者：須永義人・原田久富美・畠中哲哉

(平成7年度)

15. 有機物還元容量増強のための飼料作物草種・品種の選定と栽培法			
【要約】有機物還元容量を増強させ得る <u>超多収品種</u> が、生育・利用形態を異にする <u>トウモロコシ</u> 、 <u>ソルガム</u> 、 <u>ギニアグラス</u> で見いだされた。栽培技術としては <u>マルチ</u> が収量の安定化に有効で、ギニアグラスでは <u>移植</u> が生育促進に有効であった。			
草地試験場・飼料生産利用部・栽培生理研究室		連絡先	0287-37-7802
部会名	草地・生産管理	専門	栽培
対象	飼料作物類	分類	研究

【背景・ねらい】

飼料作物の超多収性を利用して土壌中の有機物還元容量の増強を図ることを目指し、多収が期待できる主要草種・品種について乾物生産の潜在的能力の解明と、栽培技術の改善による超多収周年作付体系の基本技術を開発する。

【成果の内容・特徴】

夏作の主要飼料作物から多収草種・品種の探索を行った結果、茎葉と子実の両方を利用する草種・品種としてトウモロコシ（WR9401をはじめ晩生の数品種）が、茎葉のみを利用するものとしてソルガム（新育成品種のテンタカ）が、また、刈取再生が可能なものとして暖地型牧草のギニアグラス（ナツカゼ）が有望と認められた。栽培技術としては、マルチがいずれの草種でも収量安定化に有効で、ギニアグラスには移植が極めて増収効果が高いことが明らかになった。いずれの草種においてもスラリー施用（10t/10a）に対する反応は良好であった。

1. トウモロコシでは、WR9401をはじめ晩生品種の中に、既存のリーディング品種のP3358より1.5倍も多収の2.5t/10aの乾物収量水準に達するものを見い出した（図1）。マルチはとくに冷害年などでは収量減を大幅に軽減する効果を示したが、WR9401は早播でマルチをすることによってスラリーの施用効果が発揮された（図2）。
2. ソルガムは、テンタカが安定して超多収を示すことが認められた。高温条件が継続した1994年では最大5t/10aの乾物収量水準に達し、また、平年の1995年でも3t以上の収量を示した（図3）。スラリー施用によって増収したが、マルチによってさらに増収効果が認められた（図4）。
3. 暖地型牧草では、ギニアグラスのナツカゼが安定して多収を示し。ナツカゼではとくに移植（5葉期苗）による生育促進効果が大きく（図5）、また、移植・マルチ・スラリーの組み合わせで、2.6tの乾物収量が得られることが判明した（図6）。

【成果の活用面・留意点】

- ①草種・品種・栽培法の組み合わせによって、地域や利用形態に応じた作付体系の組立研究に利用できる。
- ②実用栽培体系では作業機械の対応が欠かせない。特に、安価な移植機及び省力的なマルチング機械の開発が併せ必要である。

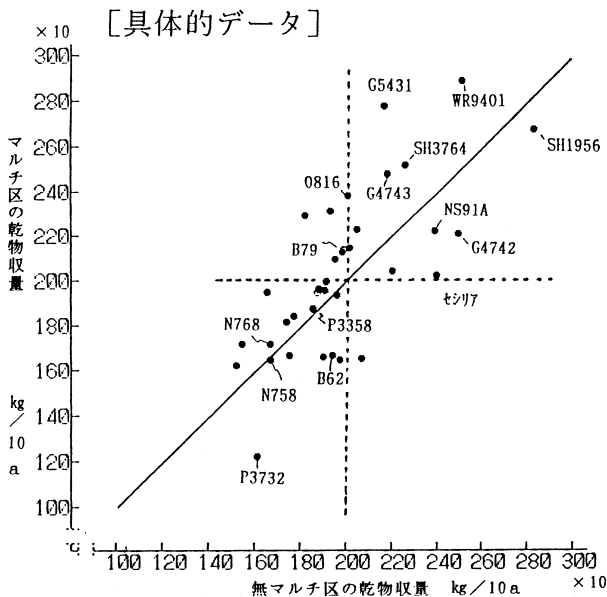


図1 高温下の1994年におけるトウモロコシ品種の収量性

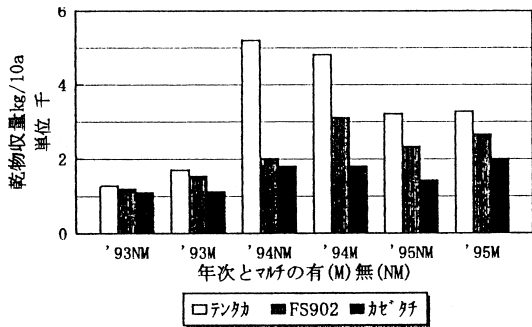


図3 ソルガム品種の乾物収量に対するマルチ効果の年次間変動

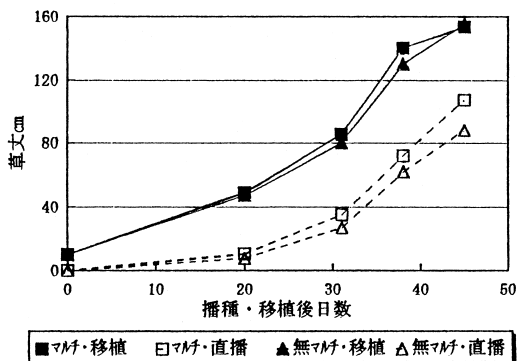


図5 ナツゲの草丈伸長に及ぼす移植及びマルチの効果(1994)

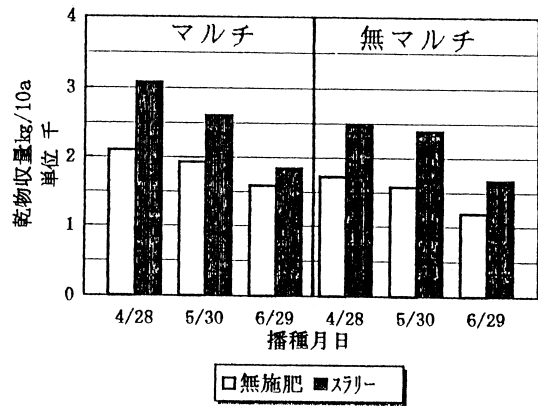


図2 播種期を異にするトウモロコシWR9401の収量に対するマルチ及びスラーの効果(1994)

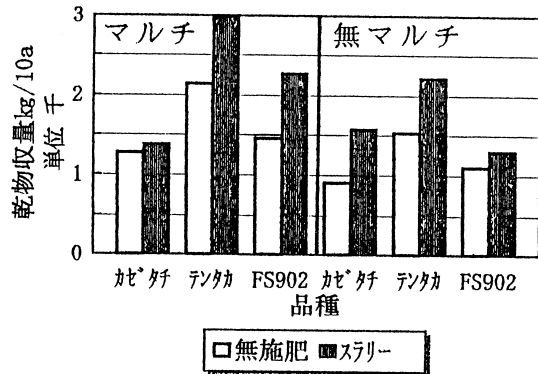


図4 ソルガム品種の乾物収量に対するスラー及びマルチの効果(1994)

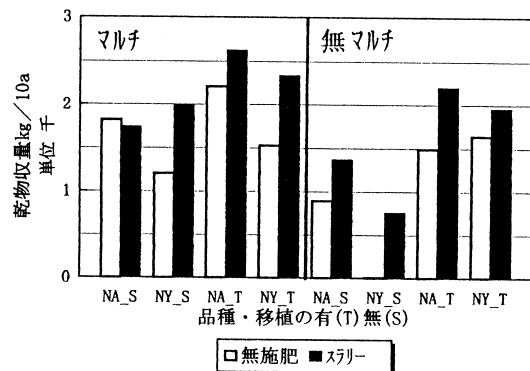


図6 ナツゲ(NA)、ナツタカ(NY)の収量に対する移植、マルチ及びスラーの組み合わせ効果(1994)

[その他]

研究課題名：有機物還元容量増強のための飼料作物超多収乾物生産機構の解明と新作付体系の開発

予算区分：一般別枠(物質循環)

研究期間：平成4年～平成10年

研究担当者：清水矩宏・魚住 順・黒川俊二

発表論文等：清水矩宏・魚住 順・林根発、有機物還元容量増強のための超多収飼料作物の探索及び栽培技術の開発、日草誌39(別)、1994

13. 収量、品質、乾燥速度からみたロールベール用スーダングラスの播種量及び施肥量

[要約] ロールベールサイレージ用スーダングラスの播種量は、収量や乾燥速度からみて、茎の細い品種では春播、夏播とも10a当たり6kg、茎の太い品種では春播で6kg、夏播で9kg程度が適する。但し、品質を重視する場合にはこれより1、2kg減ずる。また、施肥量（化成・堆肥・スリ-合計）は硝酸態窒素含量からみてN15kg/10a以下とすることが望ましい。

九州農業試験場・草地部・飼料生産管理研究室					連絡先	096-242-1150	
部会名	生産管理	専門	栽培	対象	牧草類	分類	普及

[背景・ねらい]

西南暖地では、ロールベール技術の普及に伴ってイタリアンライグラス跡や早播トウモロコシ跡にスーダングラスの作付が増えている。そこで、ロールベールサイレージ用に適したスーダングラスの栽培法を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 春播（5月下旬）の収量は、茎の細い品種（HSK1）では播種量間（少：3、中：6、多：9kg/10a）で差がなく、茎の太い品種（SS901）では少播種量で多収である。夏播（7月下旬）では、茎の細い品種は中播種量、茎の太い品種は多播種量でそれぞれ多収である（表1）。
2. 生育は、少播種量では草丈が高く、稈径が太くなる傾向を示す（表1）。
3. 刈取生草の天日乾燥速度は品種間の差が大きく（細茎>太茎）、同一品種内では中、多播種量で速い（図1）。また、稈径と乾燥速度の間には密接な関係があり（図2）、茎が細いほど乾燥速度が優る。従って、ロールベールサイレージ用には茎を細くする多播種量が適する。
4. 材料草の繊維等の品質は、中、多播種量で高消化性画分(OCC+0a)が低下し、低消化性繊維(0b)が増大する（表1）。品種別に、高消化性画分は稈径が太いほど増大する関係を示す（図3）。従って、品質面からは茎を太くする少播種量が好ましい。
5. 材料草（春播）の硝酸態窒素含量は窒素施用量（化成・堆肥・スリ-合計）と密接な関係（ $r=0.94^{**}$ ）を示す（図4）。関係式から、許容水準（ $\text{NO}_3\text{-N}$ 、乾物0.2%）以下に保つためには窒素施用量を約15kg/10a以下に抑える必要がある。

[成果の活用面・留意点]

1. 西南暖地のロールベール用スーダングラスの栽培に活用できる。
2. 硝酸態窒素含量に関して、堆肥多投前歴のある圃場では土壌診断に基づいて施肥する。

[具体的データ]

表 1. 播種期別の播種量と生育・収量・品質

試験区 品種・播種量	草丈 稈径 茎数 収量				含有率 (乾物%)						
	cm	mm	本/m ²	DMkg/10a	CP	OCC	OCW	Oa	Ob		
春播 HSK1	3	206	4.9	174	1,678	8.4	17.6	73.5	10.9	62.7	
	6	186	4.2	348	1,647	9.5	16.4	74.0	8.5	65.5	
	9	201	5.1	425	1,693	8.7	17.4	72.6	8.5	64.1	
	SS901	3	226	9.1	129	1,704	9.3	18.1	70.2	10.8	59.4
	6	188	6.2	181	1,562	8.1	16.4	72.7	8.5	64.3	
	9	198	6.4	282	1,516	9.0	16.1	73.2	7.7	65.6	
夏播 HSK1	3	213	6.4	112	566	12.4	17.7	71.2	14.1	57.0	
	6	198	6.4	183	687	11.8	18.4	70.8	6.8	63.9	
	9	200	5.7	191	555	12.4	18.1	71.1	10.8	60.3	
	SS901	3	206	10.2	63	632	13.4	17.9	68.9	13.1	55.9
	6	206	9.6	63	596	13.2	18.6	68.4	9.4	59.0	
	9	198	8.4	131	648	12.7	17.8	69.3	8.3	61.0	

60cm条播。春播の収量は1,2番草合計、草丈等は1番草データ。CP:粗蛋白、OCC:細胞内容物、OCW:細胞壁構成物質、Oa:高消化性繊維、Ob:低消化性繊維。

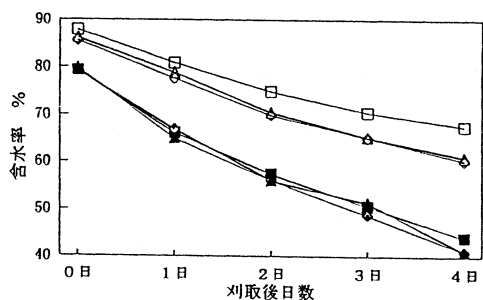


図 1. 天日乾燥による含水率の推移 (期間7/31~8/4、27.7~29.2℃)

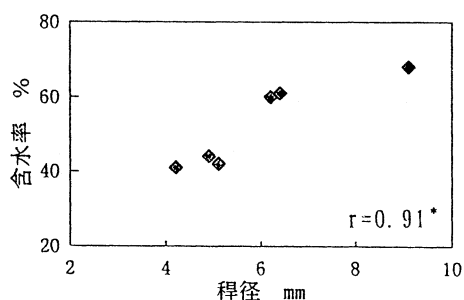


図 2. 稈径と含水率の関係 (含水率…刈取 4 日後)

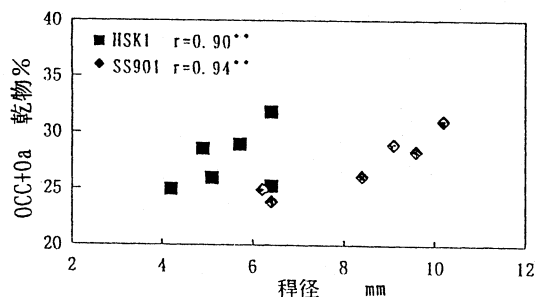


図 3. 稈径と高消化性画分含有率の関係

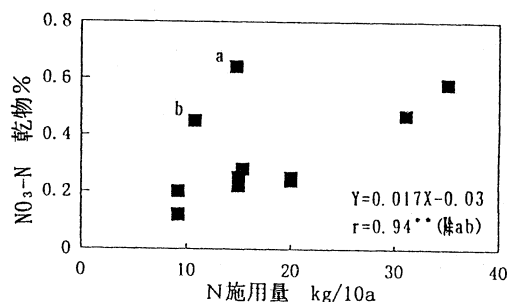


図 4. 窒素施用量と硝酸態窒素濃度の関係 (a, bは堆肥多投前歴の農家圃場グループ、n=12)

[その他]

研究課題名：ロールベール利用に向けた多種類作型の作出と周年輪作体系の確立

予算区分：総合的開発（高品質輪作・新用途畑作物）

研究期間：平成 9 年度（平成 6～7・8～10年度）

研究担当者：館野宏司、小林良次、佐藤節郎

発表論文：ロールベール向きスターグラスの栽培法と収量及び品質、日草誌 43 別、1997。

26. 野外サイレージの発酵品質と好气的変敗							
[要約] 北関東の酪農家のサイレージは高品質の <u>乳酸発酵型サイレージ</u> ほど好気条件で変敗しやすい。乳酸発酵型サイレージには 10^5 の酵母が生育し、有機酸に対する <u>耐酸性</u> が乳酸>酢酸>酪酸であり、1株を除いてすべて <u>乳酸資化性</u> をもつ。							
草地試験場・飼料生産利用部・調製貯蔵研究室				連絡先		0287-37-7804	
部会名	草地・飼料利用	専門	加工利用	対象	牧草類	分類	研究

[背景・ねらい]

サイレージの好气的変敗は、乾物損失の増大、嗜好性や栄養価の低下、人及び家畜の衛生管理、取り出し作業能率の低下など、最も酪農家を悩ませる問題になっている。

しかし、酪農家が調製する野外サイレージの好气的変敗について微生物的な検討は不十分である。そこで、北関東の酪農家が調製したサイレージを収集してその発酵品質と変敗の主因菌である酵母の生態及び生理的性質を調べ、発酵品質と好气的変敗の関係を明らかにした。

[成果の内容・特徴]

- 酪農家から採取したトウモロコシ、ソルガム、イタリアンライグラス及びライコムギサイレージは乳酸型（高品質）、酢酸型（中程度の品質）及び酪酸型（低品質）に分類でき、乳酸型は高乳酸、低pHで高品質の反面、酵母が 10^5 と高い。一方、酢酸型はpHがやや高く、酢酸が多く、酵母数は 10^2 、酪酸型はpH、酪酸及びアンモニア態窒素が高く劣質であるが酵母は検出されない（表1）。
- 開封後、乳酸型は酵母が急速に増加し、乳酸の減少、pHの上昇等典型的な好气的変敗を生起する。一方、酢酸型は3～5日目から酵母が増殖し、酪酸型は好气的条件でも安定である（図1）。
- 分離酵母はすべてpH3.0の低域までよく生育し、有機酸に対する耐酸性が乳酸>酢酸>酪酸の順を示す。また、いずれも好气的条件下で旺盛に繁殖し、YE-15株を除いて乳酸資化性が認められた（表2）。
- 高品質なサイレージほど開封後に好气的変敗を生起しやすいのは、これらのサイレージで乳酸耐性及び乳酸資化性をもつ酵母が多く生存するためである。

[成果の活用面・留意点]

- サイレージの好气的変敗の発生予測や予防技術の開発に活用できる。
- 北関東以外の地域については検討していない。

表1. 酪農家サイレージの発酵特性.

サイレージ 点数	水分 (%)	pH	有機酸含量(FM ^{a)} %)			アミノ酸態窒素(FM%)	WSC (FM%)	エタノール (FM%)	酵母菌 (菌数/g FM)	
			乳酸	酢酸	酪酸					
乳酸型	25	75.6±3.4	3.7	1.8	0.4	0.0	0.02	1.6	0.4	3.6x10 ⁵
酢酸型	12	72.4±2.5	4.5	0.4	1.2	0.1	0.05	0.7	0.5	7.2x10 ²
酪酸型	11	76.3±4.1	4.9	0.4	0.2	1.1	0.07	0.4	0.1	-

^{a)}: 現物中.

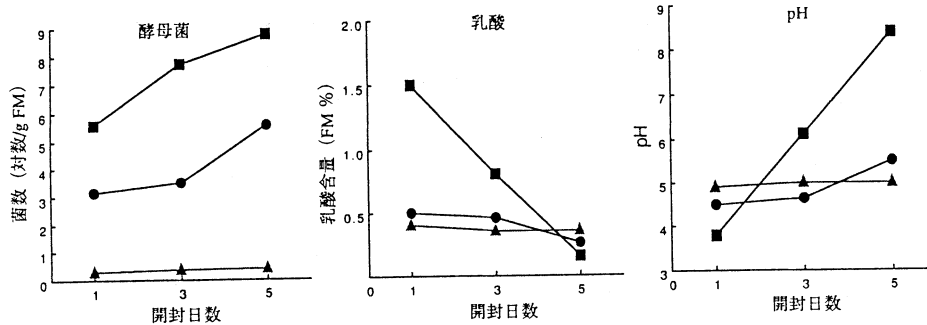


図1. 酪農家サイレージの好気的変敗。
■: 乳酸型; ●: 酢酸型; ▲: 酪酸型

表2. 酪農家サイレージから分離した酵母菌の形態・生理的性質.

形態・生理的性質	酵母菌株							
	YE-1	YE-2	YE-3	YE-4	YE-5	YE-7	YE-10	YE-15
細胞形態	球形	楕円形	楕円形	楕円形	球形	球形	楕円形	球形
サイズ(μm)	3.5x 11.0	3.4x 10.2	2.5x 7.8	2.5x 8.6	3.5x 3.5	2.5x 2.5	4.0x 10.0	2.5x 2.5
分離源(サイレージ)	トウモロコシ	イタリオン	ソルガム	ライムキ	トウモロコシ	トウモロコシ	イタリオン	トウモロコシ
初発 pH	3.0	4.0	5.0	6.0	3.0	4.0	5.0	6.0
耐酸性								
乳酸	0.5%	1.0%	1.5%	0.5%	1.0%	1.5%	0.3%	0.5%
酢酸	0.5%	1.0%	1.5%	0.3%	0.5%	1.0%	0.5%	1.0%
酪酸	0.3%	0.5%	1.0%	0.3%	0.5%	1.0%	0.3%	0.5%
嫌気生育(OD ^{a)} 610)	0.26	0.05	0.50	0.48	0.06	0.05	0.02	0.05
好気生育(OD610)	1.60	1.30	1.50	1.50	1.55	1.50	1.55	1.55
乳酸資化性	+	±	+	+	+	+	+	-

^{a)}: 吸光度.

[その他]

研究課題名: サイレージ発酵の微生物的制御

予算区分: 経常

研究期間: 平成7年度(平成5年~平成7年)

研究担当者: 蔡 民、小川増弘、大桃定洋(現;畜試)、岩下秀逸(熊本県農研センター)

発表論文: 蔡 民、大桃定洋、岩下秀逸 酪農家サイレージの発酵品質と好気的変敗との関係. 日草誌、41(別): 207-208, 1994.

25. 稲ホールクroppサイレージの発酵特性							
[要約] 稲ホールクroppサイレージの発酵特性は、pHの低下や乳酸の生成は緩やかで、酪酸の生成は調製後4日目頃から始まる。しかし、総窒素に占める揮発塩基態窒素の割合やエタノールの含有率は調製後7～14日目までの間に急激に高まる。							
草地試験場・飼料生産利用部・乳牛飼養研究室					連絡先	0287-37-7806	
部会名	草地・飼料利用	専門	動物栄養	対象	家畜類	分類	研究

[背景・ねらい]

稲ホールクroppサイレージは乳酸含量が少なく、酢酸や酪酸量が多いことが知られているものの、その調製期間中のpH、有機酸、揮発性塩基態窒素、エタノール含有率の動態に関する知見は乏しい。そこで、品種と生育ステージが異なる多収の稲を用いて稲ホールクroppサイレージを調製し、発酵特性を解析した。

[成果の内容・特徴]

北陸153号、北陸147号をそれぞれ糊熟期、黄熟期に刈取り後、2～3 cmの長さに切断し、3リットルのポリ容器に詰込み、1、4、7、14、28および56日目に開封してpH、有機酸、揮発性塩基態窒素およびエタノール含有率を調べた。なお、用いた稲の乾物率、穂部割合および可溶性炭水化物含有率(乾物%)は順に北陸153号糊熟期(38.5%、43.7%、11.4%)、黄熟期(36.4%、57.3%、16.3%)、北陸147号糊熟期(33.3%、37.4%、9.6%)、黄熟期(32.6%、47.3%、11.2%)であった。

- ①北陸147号で調製したサイレージのpHは北陸153号で調製のそれと比較し、低く推移したが、いずれも緩やかに低下した(図1)。
- ②北陸153号で調製したサイレージの乳酸含量は極端に少なく、調製後56日後は0.06%であった。また、北陸147号のそれはやや高く、0.6%程度であった(図2)。
- ③酢酸の生成は調製後1日目から、また、酪酸の生成は調製後4日目から開始される(図3、4)。
- ④総窒素に占める揮発性塩基態窒素の割合は調製後14日目までに急激に高まり、その後は緩やかに推移した(図5)。
- ⑤エタノール含量は調製後7日目までに急激に高まったが、その後は減少した(図6)。
- ⑥以上のことから、稲ホールクroppサイレージの発酵特性は、一般にトウモロコシなどで認められるそれと比べて緩慢な様相を示すことが明らかとなった。また、系統や生育ステージによる発酵特性の違いは材料稲の乾物率、穂部割合、可溶性炭水化物含量などの差による可能性が考えられる。

[成果の活用面と留意点]

- ①稲ホールクroppサイレージの発酵特性が明らかとなり、高品質のサイレージを調製する上での基礎資料となる。
- ②北陸147号、北陸153号とも黄熟期の刈取りは降雨の翌日であった。

「具体的データ」

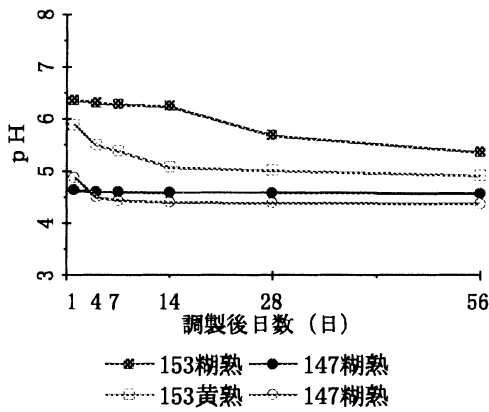


図1 稲ホルクroppサイレージのpHの推移

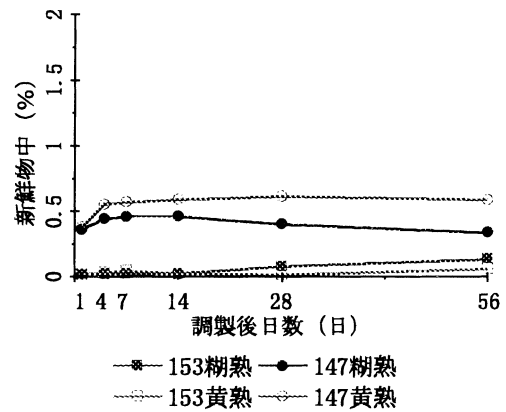


図2 稲ホルクroppサイレージの乳酸含有率の推移

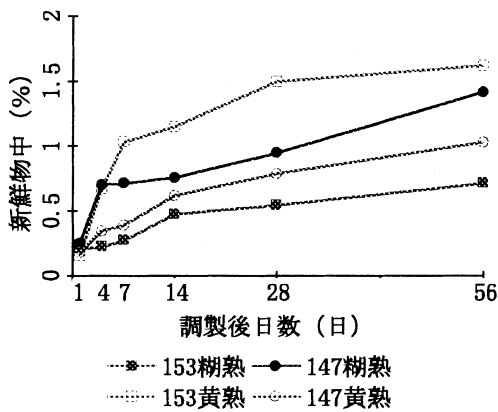


図3 稲ホルクroppサイレージの酢酸含有率の推移

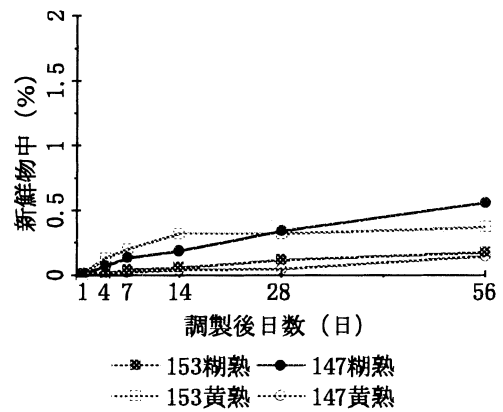


図4 稲ホルクroppサイレージの酪酸含有率の推移

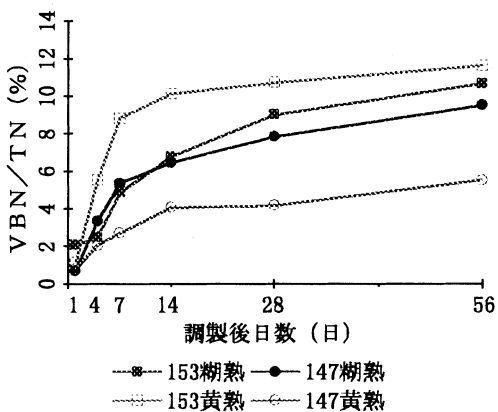


図5 稲ホルクroppサイレージのVBN/TN(%)の推移

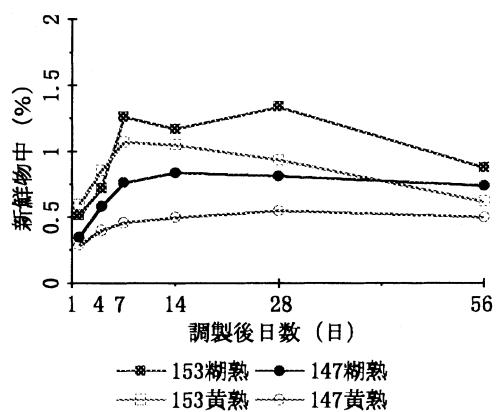


図6 稲ホルクroppサイレージのエタノール含有率の推移

[その他]

研究課題名：稲ホルクroppサイレージの発酵特性の解析

予算区分：経常

研究期間：平成8年度

研究担当者：永西 修、四十万谷吉郎（現；中国農業試験場）

発表論文等：

(平成12年度)

52. 乳牛用飼料として優れる高消化性ソルガム品種「葉月」のロールベールサイレージ							
[要約] <u>bmr</u> 遺伝子を保有するソルガム品種「葉月」のロールベールラップサイレージはスーダングラス「ヘイスーダン」よりも乾物中の可消化養分総量が10%程度も高く、 <u>搾乳牛</u> によって乾物重量で1日あたり6～10kg採食可能である。							
草地試験場・飼料生産利用部・乳牛飼養研究室					連絡先	0287-37-7806	
部会名	飼料利用	専門	動物栄養	対象	飼料作物類	分類	普及

[背景・ねらい]

省力サイレージ調製の可能なロールベールサイレージ体系が普及している。ロールベール体系ではトウモロコシを利用できないので、夏作物としてスーダングラスが利用される場合が多いが、栄養価はトウモロコシに及ばない。一方、リグニン合成阻害遺伝子の bmr 遺伝子を保有するソルガム品種「葉月」は、ナイロンバッグ法による消化試験での消化率が高く、密植栽培条件下での耐倒伏性が強いので、ロールベール収穫作業体系によるサイレージ利用も可能である。そこで、「葉月」のロールベールサイレージの牛での栄養価と乳牛による採食量を評価した。

[成果の内容・特徴]

葉月とヘイスーダンの1番草を開花前期に刈り取ってロールベールラップサイレージを調製し、乳用種去勢牛を用いた消化試験を実施して栄養価を比較するとともに、搾乳牛による葉月ロールベールラップサイレージの自由採食量を測定した。

1. 葉月の乾物収量はヘイスーダンよりも高い傾向にある(表1)。
2. 葉月はヘイスーダンに比べて、粗蛋白質や繊維の含量に差はないが、可溶性炭水化物が多い。また、高消化性繊維が多く、リグニンや低消化性繊維が少ない(表1)。
3. 葉月はヘイスーダンに比べて、低消化性繊維画分の消化率が高いので、繊維全体の消化率が高く、可消化養分総量(TDN)の含量が約10%も高い(図1)。葉月のTDN含量は糊熟期のトウモロコシサイレージに匹敵する。
4. 葉月の採食時間と反芻時間および両者の合計である咀嚼時間はヘイスーダンのそれらと差はない(図2)ので、葉月の粗飼料価指数はヘイスーダンと変わらない。
5. 葉月の搾乳牛による自由採食量は乳量と濃厚飼料給与量によって変わるが、乾物重量で1日あたり6～10kgである(表2)。
6. 以上のことから、葉月はロールベール収穫体系の夏作物として利用し、高泌乳牛に給与できることがわかる。

[成果の活用面・留意点]

1. 葉月を乳牛に給与する場合の栄養上の指針として活用できる。
2. 2番草の葉月の収量と栄養価は別途検討する必要がある。

[具体的データ]

表1. ヘイスダンサイレージと葉月サイレージの

化学成分組成の比較		
項目	ヘイスダン区	葉月区
収量, 乾物kg/m ²	706	803
乾物, %	45.1	49.4
乾物の組成, %		
有機物	89.7	91.6
粗蛋白質	9.1	8.1
粗脂肪	2.4	2.4
NCWFE	9.8	12.6
OCW	70.3	70.4
Oa	11.7	13.5
Ob	58.6	56.9
リグニン	6.1	4.1

NCWFE: 可溶性炭水化物
 OCW: 有機細胞壁構成物質
 Oa: 高消化性繊維画分
 Ob: 低消化性繊維画分

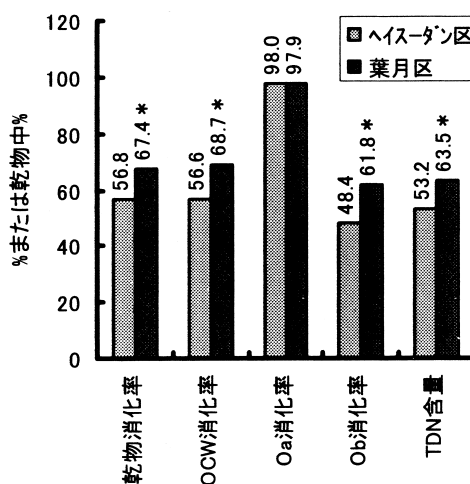


図1. ヘイスダンサイレージと葉月サイレージの消化率と栄養価の比較
 *: P<0.05

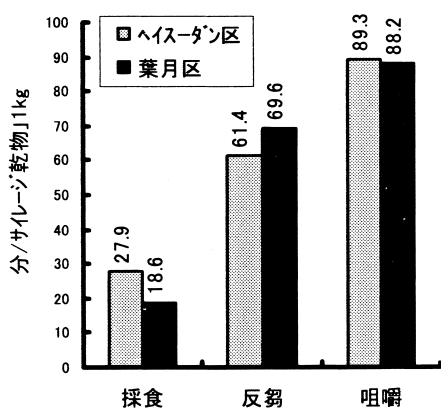


図2. ヘイスダンサイレージと葉月サイレージの採食・反芻時間の比較
 各区に乳用種去勢牛4頭を用いた消化試験で測定した結果.

表2. 乳牛による葉月サイレージの自由採食量

牛	濃厚飼料水準	乾物摂取量, kg/日		4%FCM, kg/日
		葉月	飼料全体	
1	低	10.37	18.71	26.6
2	低	9.08	15.67	17.8
3	低	9.92	19.42	34.5
4	低	7.67	14.33	21.4
5	高	7.33	17.45	21.6
6	高	5.86	17.97	27.8
7	高	7.10	23.87	39.1

濃厚飼料給与量を変えて、葉月サイレージを乳牛に自由摂取させた試験結果.

濃厚飼料水準, 低: 最大乾物摂取量の40%給与.
 高: 最大乾物摂取量の60%給与.

FCM: 乳脂補正乳量

[その他]

研究課題名: bmr遺伝子導入ソルガムのサイレージ発酵ならびに乳牛用飼料としての特性
 解明

予算区分: 重点基礎

研究期間: 平12年度(平11年度)

研究担当者: 石田元彦・M. R. イスラム・安藤 貞・西田武弘・加茂幹男・早坂貴代史・
 河本英憲・藤田泰仁・蔡 義民・上垣隆一・春日重光(長野県畜試)

発表論文等: bmr 遺伝子導入ソルガム品種「葉月」の栄養価と乳牛による採食量,
 草地試験場平成 12-6 資料, 45 ~ 52. 2000

32. 泌乳牛におけるスーダングラスサイレージの飼料価値							
[要約] スーダングラスの刈り取り適期は出穂期であり、そのサイレージは乾物あたり57～63%の可消化養分総量を有し、泌乳牛の飼料として乾物中25%程度配合して利用できる。							
九州農業試験場・畜産部・環境生理研究室					連絡先	096-242-1150	
部会名	飼料利用	専門	飼育管理	対象	家畜類	分類	普及

[背景・ねらい]

大規模酪農においては、飼料作物生産の省力化が緊急かつ重要な課題となっている。スーダングラスはロールバール体系による省力的な栽培が可能であり、倒伏に強く台風の被害を受けにくいことなどから、乳牛用飼料としての期待が高まっている。しかし、サイレージ調製した場合の飼料成分および飼料特性は十分に検討されておらず、日本標準飼料成分表(1995年版)にもその記載がない。そこで、スーダングラスサイレージの飼料価値を評価し、給与方法を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 刈り取り適期：スーダングラス（ヘイスーダン：HSK1）原料草の消化率は、出穂期の前半まで高い値を示す。しかし、出穂前では硝酸態窒素含量が高いことから、出穂期に刈り取りを行うのが好ましい（表1）。

2. 栄養価：スーダングラスサイレージの乾物消化率およびME含量から推定したTDN含量は、1番草が62.8%、59.4%、2番草が59.6%、61.0%、3番草が57.8%、57.4%であり、各番草とも消化性、栄養価ともに良好である（表2）。

3. 産乳効果：泌乳牛を用いて、スーダングラスサイレージとトウモロコシサイレージ混合飼料の飼料価値を比較したところ、スーダングラスサイレージは飼料摂取量において若干劣るものの、トウモロコシの代替が可能であり、西南暖地の泌乳牛用飼料として十分に利用できると判断される（表3、4）。

[成果の活用面・留意点]

1. 出穂期に収穫したスーダングラスは、乳量水準約30kgの泌乳牛用の飼料として利用できる。
2. 硝酸態窒素中毒を避けるため、スーダングラスは若刈りを避けるとともに給与量を給与乾物量の25%程度にとどめる。

[具体的データ]

表 1 スーダングラス1番草（原料草）におけるステージ別成分含量およびin vitro消化率

ステージ	穂ばらみ	止め葉	出穂前期	出穂後期	開花期	開花7日後
水分 (%)	88.1	84.9	79.8	75.5	75.9	69.7
粗タンパク質 (DM%)	17.4	13.8	10.9	10.1	10.1	7.9
NDF (DM%)	60.3	65.2	68.7	69.3	68.6	71.9
硝酸態窒素 (DM%)	0.70	0.51	0.28	0.22	0.20	0.11
in vitro消化率 (%)	66.9	57.9	52.6	45.5	45.8	37.1

播種日：1996.4.9 (5.0kg/10a) 施肥量：堆肥3t/10a 化成8kgN/10a

表 2 スーダングラスサイレージ¹⁾の

乾物消化率(DMD)および成分含量 (%)

刈取日	DMD	DM	CP	NDF	TDN	NO ₃ -N
1番草 ²⁾ 7/13	62.8	26.5	14.6	63.2	59.4	0.45
2番草 ³⁾ 8/16	59.6	25.8	9.0	66.6	61.0	0.17
3番草 ²⁾ 9/18	57.8	35.8	12.1	62.8	57.4	0.31

1) サイレージ調製：各番草とも2t詰FRPサイロで調製

2) 1,3番草 播種日：1995.5.23 (5.0kg/10a) 刈り取り：1,3番草ともに出穂前
施肥量：堆肥3t/10a 化成24kgN/10a (1~3番草合計)

3) 2番草 播種日：1996.4.9 (5.0kg/10a) 刈り取り：出穂前期
施肥量：堆肥1.5t/10a 化成13kgN/10a (1~2番草合計)

表 3 飼料組成 (DM%)

	スーダン区	トウモロコシ区
スーダングラスサイレージ ¹⁾	25.0	-
トウモロコシサイレージ	-	25.0
アルファルファ乾草	20.0	20.0
大豆皮	3.0	7.0
大麦圧ペーン	6.0	9.0
トウモロコシ圧ペーン	25.0	11.5
フスマ	2.0	6.0
ビートパルプ	8.0	9.5
大豆粕	5.5	6.5
綿実	1.0	2.0
魚粉	1.5	1.0
脂肪酸カルシウム	2.0	1.5
ミネラル、ビタミン類	1.0	1.0
TDN	72.3	72.3
CP	15.9	16.1
NDF	35.8	35.9
ADF	22.9	22.9

1) 1番草、出穂前に刈り取り後2t詰FRPサイロで調製

表 4 泌乳成績

	スーダン区	トウモロコシ区
乾物摂取量 (kg/day)	18.9	20.8
乾物消化率 (%)	67.8	67.8
乳量 (kg/day)	29.9	30.8
乳脂率 (%)	3.69	3.76
乳蛋白率 (%)	3.02	3.04
無脂固形率 (%)	8.58	8.64
乳生産効率 ¹⁾	1.51	1.43

1) 乳生産効率 = 乳量 / 乾物摂取量

[その他]

研究課題名：省力・低コスト高品質牛乳生産技術の開発

予算区分：地域総合

研究期間：平成9年度（平成5～9年度）

研究担当者：岩間裕子、田中正仁、塩谷繁、寺田文典（畜試）

発表論文等：スーダングラスラップサイレージの採食性に関するチモシー乾草との比較、九州農業研究、第58号、P121、1995

スーダングラスサイレージの栄養価、九州農業研究、第59号、P102、1996

38. 近赤外分光法による無粉碎牧乾草の飼料成分分析							
[要約] 近赤外分光法により 牧乾草の飼料成分を無粉碎試料でより簡易に従来の精度と同等に推定できる。							
畜産試験場・飼養環境部・排泄物制御研究室						連絡先	0298-38-8667
部会名	飼料利用	専門	動物栄養	対象	乳・肉牛	分類	普及

[背景・ねらい]

近赤外分光法（NIRS）は、フォーレンジテストの主要な分析法として広く用いられている。NIRSによる粗飼料成分の推定では、試料を0.5mmメッシュを通過させた粒度に粉碎して供するのが常法となっているが、粉碎のための労力および時間は、NIRS分析のかなりの割合を占める。そこで牧乾草について、より簡易にNIRS分析するため、従来の微粉碎試料を用いずに無粉碎試料による測定法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 近赤外スペクトルの測定

無粉碎試料の近赤外スペクトルは、近赤外分析計 NIRSystems 6500型を用い、1100nm～2500nmの範囲について、高水分測定用セルにより反射スペクトルを測定した。スペクトルは1試料について詰め替えをして、5反復までのスペクトルを平均化してNIRSに供試した結果、5反復の平均化スペクトルを用いたものが最も高い精度を示した（表1）。このことから無粉碎試料によるNIRS分析では、5反復スペクトルの平均化スペクトルを用いる。

2. 無粉碎試料による飼料成分の推定精度

牧乾草49点（国内産乾草30点、輸入乾草19点、うちペレット、キューブを含む）を供試して、検量線を作成（31点）し、その検量線を用いて分析精度を検定（18点）した。分析項目は、水分、粗タンパク質、粗灰分、酵素分析法による総繊維（OCW）、細胞内容物（OCC）およびデタージェント法による中性デタージェント繊維（NDF）、酸性デタージェント繊維（ADF）、酸性デタージェントリグニン（ADL）であった。

分析精度は、粗タンパク質、OCW、OCC、NDFでは化学分析値と近赤外推定値とのrおよびSEPは、 $r=0.94\sim 0.97$ 、 $SEP=1.61\sim 2.97$ 、 $RPD=3.01\sim 4.99$ の範囲にあった（表2）。これら成分では、従来の微粉碎試料によるものと同等の精度で分析が可能である。

[成果の活用面・留意点]

1. 5回反復のスペクトルを測定するが、試料の粉碎作業が不要になり、労力および時間が半減化され、フォーレンジテストにおける省力化が期待できる。
2. 検量線は新規に作成する必要がある。
3. キューブ、ペレット状の飼料にも対応が可能である。
4. 長物は5cm程度にカットし、セルへの充填は試料を隙間無くできるだけ均一に行う（図1）。

[具体的データ]

表 1. スペクトル平均化に用いたスペクトル数と推定精度の比較

	1 スペクトル				3 スペクトル				5 スペクトル			
	r ₁	SEC	r ₂	SEP	r ₁	SEC	r ₂	SEP	r ₁	SEC	r ₂	SEP
水分	0.95	0.68	0.87	1.20	0.94	0.74	0.89	1.06	0.94	0.76	0.90	1.04
CP	0.96	1.41	0.93	2.07	0.96	1.43	0.94	1.78	0.97	1.26	0.95	1.70
OCW	0.91	3.30	0.88	4.23	0.94	2.77	0.98	1.71	0.95	2.65	0.97	1.61
CCC	0.93	2.52	0.94	2.55	0.94	2.41	0.94	2.19	0.94	2.37	0.94	1.77
NDF	0.94	3.59	0.94	4.14	0.95	3.27	0.98	3.13	0.96	3.03	0.98	2.97
ADF	0.87	2.70	0.86	2.14	0.89	2.53	0.80	1.85	0.90	2.34	0.90	2.13
ADL	0.77	1.02	0.54	1.42	0.78	0.98	0.56	1.11	0.79	0.98	0.58	1.11
粗灰分	0.82	1.51	0.67	1.99	0.80	1.60	0.80	1.47	0.81	1.58	0.79	1.50

r₁:検量線における相関係数, r₂:検量線検定における相関係数,
SEC:検量線における標準誤差, SEP:検量線検定における標準誤差

表 2. 無粉碎試料における検量線および推定精度

	検量線の精度			検量線の推定精度				
	使用波長			r ₁	SEC	r ₂	SEP	RPD
	1	2	3					
水分	1370	1508	1560	0.94	0.76	0.90	1.04	1.83
CP	1974	1716	2196	0.97	1.26	0.95	1.70	3.01
OCW	1754	1968	2134	0.95	2.65	0.97	1.61	4.99
CCC	1754	1888	2346	0.94	2.37	0.94	1.77	3.96
NDF	1234	1754	1966	0.96	3.03	0.98	2.97	4.13
ADF	1974	2368	1406	0.90	2.34	0.90	2.13	2.28
ADL	2210	2370	1496	0.79	0.98	0.58	1.11	1.23
粗灰分	1620	1710	2248	0.81	1.58	0.79	1.50	1.47

r₁, r₂, SEC, SEP:表 1 参照,
RPD:標準偏差/SEP; 3 以上で実用的な分析に利用し得る

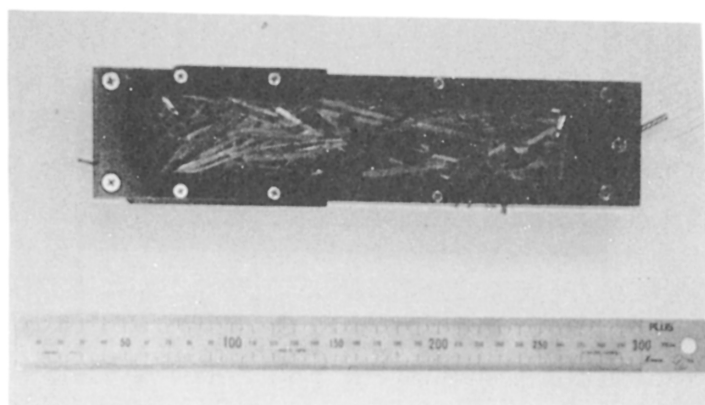


図 1. 試料を充填した高水分セル(セルサイズ 250×60×35mm)

[その他]

研究課題名: 飼料・糞・生体液成分の簡易測定法の開発

予算区分: 近赤外(生研機構)

研究期間: 平成10年度

研究担当者: 甘利雅拓

発表論文等: 日本草地学会第53回大会 講演要旨 270-271 1998

25. 長大型作物細断収穫用ロールベアラ

[要約] フォレージハーベスタで細断された青刈りトウモロコシ等の長大型作物を荷受けし、ロール状に成形、梱包することのできるロールベアラ。ベアラ成形室の呼び直径は90cm（定径式）で、トラクタでけん引して作業を行う。

生研機構・畜産工学研究部・飼料生産工学研究

連絡先

048-654-7094

部会名

生産管理

専門

機械

対象

農業機械・飼料作物類

分類

研究

[背景・ねらい]

青刈りトウモロコシの飼料価値の高さは十分認識されているが、その作付面積は昭和62年を境に減少に転じている。この理由の一つとして、収穫作業が炎天下で行われることが多く、労働強度が大きいことが挙げられる。そこで、収穫作業の省力化と軽労化並びに高品質貯蔵・調製をねらいに、フォレージハーベスタで細断された青刈りトウモロコシ等の長大型作物を成形・梱包できるロールベアラを開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 本ベアラでは、ピックアップ装置に代えて機体前部に供給コンベヤとホッパを設けてあり、フォレージハーベスタで細断、吹き上げたトウモロコシ等をホッパで受ける。吹き込まれた材料は、供給コンベヤで成形室（定径式、呼び直径90cm）に送り込まれ、成形、梱包される。成形室は、バーチェーン式成形方式のタイトバーにベルトを取り付けて構成しており、ベールの梱包はネット（幅1.2m）の巻付けにより行う（図1）。
2. 本ベアラでは、材料を供給しやすくするためベアラ本体をやや上方に向けた状態で収穫作業を行う（図2）。ネットの巻付けが終了すると、油圧シリンダを操作してベアラ本体を水平状態にし、リヤゲートを開いてベールを排出する。
3. ベアラの所要動力は、作業速度が速くなり処理量が増加するにつれて増える。既存（K社製）1条刈コーンハーベスタの後方に本ベアラをけん引して収穫作業を行った結果、走行速度0.6m/s（毎時乾物処理量2.6t/h）時の所要動力は約15kWであった（図3）。
4. ハーベスタにより設定切断長15mmで細断したトウモロコシも梱包、成形できる。また、本ベアラで梱包したベールはベールラップによる密封も可能である。なお、ベールの梱包からラッピング完了までに生じるロス設定切断長15mmで5～10%（ラッピング時のロスは2%以下）であった。
5. 本ベアラで梱包したベールの湿潤密度は約400～700kg/m³（含水率56～78%）で（図4）、ベール1個の質量は含水率65～70%の時で320～380kgであった。

[成果の活用面・留意点]

1. 青刈りトウモロコシの省力的収穫体系に有効な機械としての活用が期待できる。
2. 実用化のためには、ロスの減少、操作性及び作業性の向上等を図る必要がある。また、牧草への適応性については別途検討することが望ましい。

[具体的データ]

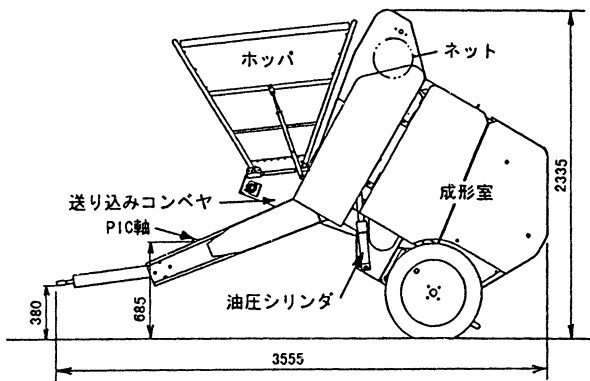


図1 本ローラの概要（側面図）



図2 作業風景

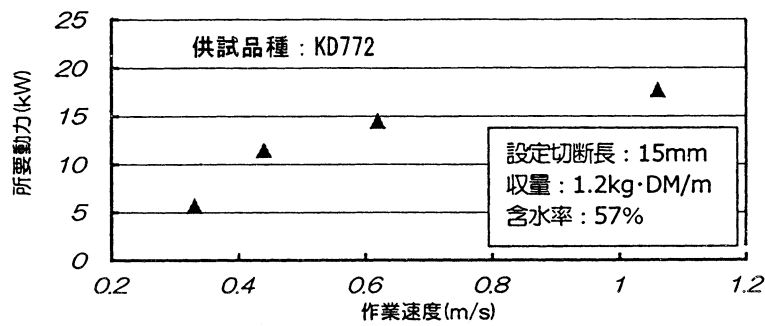


図3 所要動力測定例

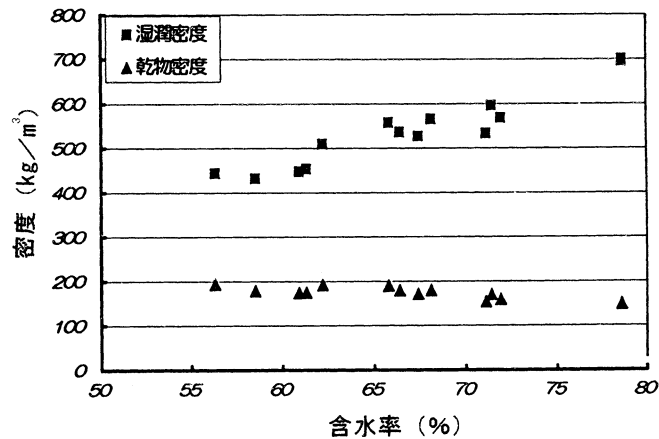


図4 供試トウモロコシの含水率とベール密度

[その他]

研究課題名：長大型作物兼用カッティングロールローラの開発

予算区分：経常・受託（草地試；新用途畑作物）

研究期間：平成10年度（平成8～10年）

研究担当者：山名伸樹、志藤博克、亀井雅浩（現：中国農試）

（株）タカキタ

発表論文等：微細断型カッティングロールローラの開発（第1報）、農機学会第57回年次大会講要、39～40、1998

(平成 12 年度)

33. リバース走行トラクタと直装型フォレージハーベスタによる収穫技術							
[要約] 後ろ向きに着座できるリバース走行トラクタに3条用の直装型フォレージハーベスタとボンネットワゴンを取り付けて、トウモロコシ等の長大作物を収穫する技術である。作業者は後方に振り向くことなく作業ができ、転換畑等では中割作業もできる。							
草地試験場・飼料生産利用部・栽培工学研究室					連絡先	0287-37-7801	
部会名	生産管理	専門	機械作業	対象	飼料作物類 農業機械	分類	研究

[背景・ねらい]

飼料生産基盤の脆弱な府県の酪農、肉用牛経営では、乾物、栄養成分の高いトウモロコシ、ソルガムの長大作物の栽培が中心となっている。このような圃場区画が小さく、分散した圃場基盤（転換畑、中山間地を含む）や飼料生産組織（コントラクタ）でも利用できるわが国独自のトラクタ作業機をベースにした収穫作業技術が求められている。

そこで、トラクタを基幹としながらも、中型自走式フォレージハーベスタに匹敵する能力を持ち、一人作業が可能な収穫技術を開発した。

[成果の内容・特徴]

1. 収穫技術は、収穫部（フォレージハーベスタ）、動力部（後ろ向きに着座できるトラクタ）、荷受け部（ボンネットワゴン）からなる（表1）。フォレージハーベスタは、リバース専用3条用とし、市販機のリバースとサイド作業可能な機種をベースに直装型に改造を行ったものである。ロークroppアタッチメントは市販機を用いている。フォレージハーベスタの質量は1700kgである。
2. リバース走行トラクタは、市販のトラクタに、N社が提供するリバース走行用のキットを取り付けることで、後ろ向きに着座して走行できる（図1）。リバース走行のためのハンドル取り替え等に要する時間は2分弱である。
3. ボンネットワゴンの使用により伴走車が不要で、収穫作業は一人作業が可能であり、運搬車への排出は油圧によるダンプ機能により3分程度である。
4. 転換畑でのトウモロコシの収穫作業は、枕地での手刈り作業が不要で、中割作業や倒伏に対しても適応性が高い。作業速度1.16~1.32m/sと高速で作業できる（図2）。
5. 市販のリバース、サイド兼用タイプのフォレージハーベスタに比べて、振り向き作業やリバースからサイドへの切り替え作業が不要である。

[成果の活用面・留意点]

1. 圃場区画が30a以上の畦畔を持つ転換畑等で収穫作業が能率よくできる。
2. トラクタの機関出力は66kW級（90PS）以上を必要とするが、66kW程度のトラクタでは前後バランスについて検討する必要がある。

[具体的データ]



図1 リバース走行



図2 トウモロコシの収穫作業

(作業速度：1.16～1.32m/s)

表1 リバース走行トラクタと直装型フォレージハーベスタの主要諸元

リバース走行トラクタと 直装型フォレージハーベスタ 質量：8240kg 長さ：9 m	1. 動力部 リバース走行トラクタ (N社：8360ベース) 機関出力：100kW/2200rpm 全高：2816mm 全幅 (リヤ輪距)：2304mm 質量：6040kg
	2. 収穫部 フォレージハーベスタ (S社：MFH5000 改造) 直装専用機 3条刈りロークロップアタッチ 適応動力：66 kW～ 質量：1700kg
	3. 荷受け部 ボンネットワゴン (S社：MHW1510) 容量：4.5m ³ 、最大積載質量：1500kg 質量：500kg

[その他]

研究課題名：分散圃場に適応した細切原料の高速収穫システムの開発

予算区分：畜産対応研究 [自給飼料基盤]

研究期間：平成12年度 (平成10年～12年)

研究担当者：澤村 篤、住田憲俊、岡戸敦史

発表論文等：フォレージハーベスタ、水田を中心とした土地利用型農業活性化のための技術資料集、農林水産省、170、2000

30. 浅層に注入できる多条型スラリーインジェクタ							
<p>[要約] 土壌の浅層にスラリーを注入することにより、臭気と地下浸透の抑制をねらったトラクタ直装の多条型インジェクタである。注入爪が左右に回転するので旋回しながらスラリーを注入できる。</p>							
草地試験場・飼料生産利用部・栽培工学研究室					連絡先	0287-37-7801	
部会名	生産管理	専門	機械 作業	対象	牧草類 農業機械	分類	研究

[背景・ねらい]

畜産農家から排出されるスラリーが圃場表面に散布されたり、従来のスラリーインジェクタにより土中施用されると臭気成分の揮散や地下浸透が生じ、悪臭問題や地下水汚染を引き起こす一因となる。スラリーの圃場還元技術として、スラリーの臭気成分の揮散を防ぎ、さらに地下浸透も少ない浅層土壌に注入可能なスラリーインジェクタを開発する。

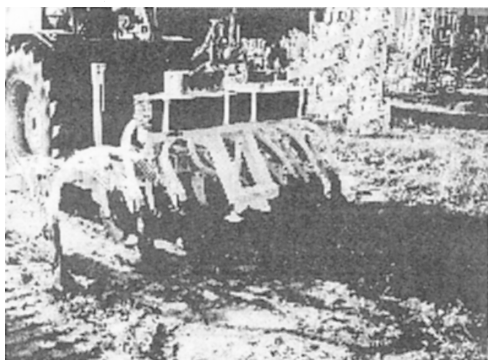
[成果の内容・特徴]

1. 土中10cm付近にスラリーを注入して、臭気成分の揮散や地下浸透を抑制する目的の浅層多条型スラリーインジェクタである(図1)。
2. フレームにゲージホイールと1500kgの重錘を取り付けることにより、圃場の凹凸による本体の上下動を抑え、土中10cm付近にスラリーを注入できる。
3. 注入爪は平行リンクとバネでフレームに取り付けられており、石礫に接触した場合には独立して上方に動いて石礫を回避する(図2)。
4. スラリーインジェクタは直装型で、注入爪が左右に22°回転するので、土中に爪を挿入したまま旋回することができる(図3、4)。
5. ディストリビュータによりバキュームタンカから送り出されるスラリーを7条に分配できる。
6. 土中にスラリーを注入するため大気への臭気成分の揮散を軽減することができ、さらに耕盤より上にスラリーを注入するので地下浸透を軽減できる。

[成果の活用面・留意点]

1. 浅層土壌に注入するため牽引抵抗が少なく、多条にスラリーを施用できるため、従来のインジェクタより高能率な作業ができる。
2. 機関出力62.5kW(85PS)以上のトラクタを用いることが望ましい。

[具体的データ]



スラリーインジェクタの諸元

施用条数	7条
条間	40cm
旋回半径	5.4m
最大注入深さ	約15cm
全長	1.2m

図1 浅層多条型スラリーインジェクタ

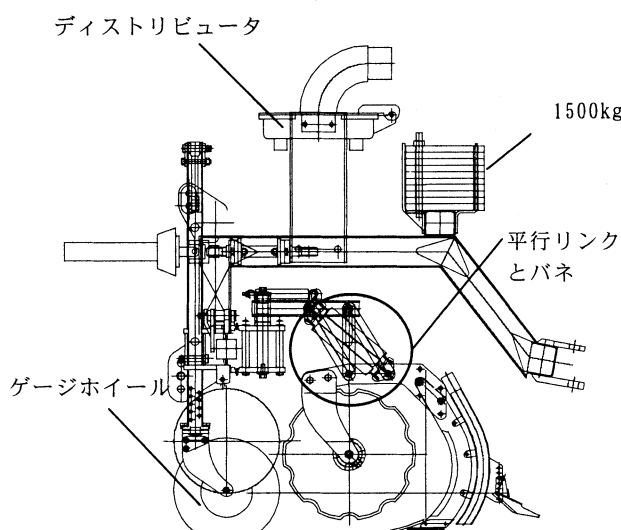


図2 スラリーインジェクタ側面図

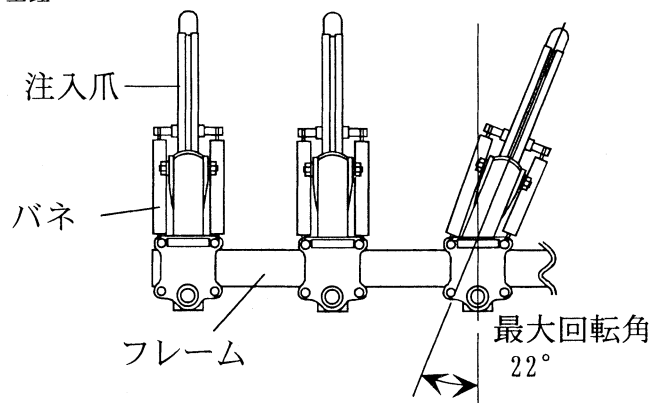


図3 注入爪の回転角



図4 爪を土中に挿入した状態での旋回作業

[その他]

研究課題名：液状ふん尿の臭気抑制圃場還元技術

浅層型スラリーインジェクタによる環境負荷低減技術

予算区分：経常、環境研究〔畜産エコ〕

研究期間：平成12年度（平成9年～11年、平成12年～16年）

研究担当者：住田憲俊、澤村 篤、糸川信弘

発表論文等：浅層型スラリーインジェクタの改良、第36回農業機械学会関東支部年次報告、56-57、2000

30. 家畜糞尿負荷の大きな酪農経営における飼料生産							
[要約] 酪農経営における自給飼料生産は、飼養頭数と飼料畑の適正なバランスを取ることが基本である。家畜糞尿負荷量が大きな場合には、家畜糞尿の堆肥化など適正な処理を行い、余剰糞尿は経営外での利用促進をはかることである。							
草地試験場 草地生産基盤部 体系技術評価研究室						連絡先	0287-37-7207
部会名	生産管理	専門	経営	対象	酪農	分類	研究

[背景・ねらい]

乳牛飼養の多頭化に見合う耕地面積の拡大が進まず、耕地への多量糞尿還元が行われ飼料の品質低下や中には飼料生産を放棄する経営も見られる。こうした飼料生産基盤の弱体化は、購入飼料依存や家畜糞尿による環境問題を惹起させ、酪農経営の存続も危惧される状況にある。そこで、家畜糞尿還元の実態を明らかにし、安定した飼料の生産と確保を可能にさせる土地利用を検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 栃木県北部酪農地域の耕地への糞尿負荷量は、経産牛飼養が30頭以上になると飼料作への施用限界(5~6t/10a)を大きく超える20t/10a以上となり、100頭以上では68t/10aにも達して経営内での飼料生産は大きく制約されてくる(表1)。
2. 自然流下方式の経営では、貯留槽の制約から糞尿の通年的な施用可能な圃場を確保して不需用期の糞尿を施用している。これで施用量が調整され、飼料作物への糞尿施用量は限界内収められ、飼料生産を行っている。しかし、糞尿の不需用期施用圃場は過剰施用となると同時に耕地の利用率も低下させる。
3. 糞尿負荷の大きい経営は、堆肥処理施設を整備し、堆肥の一部を敷き料素材として戻し利用を行うことによって、飼料畑への糞尿施用量を限界内に抑え、多様な飼料作物の作付けを可能にしている(表2, 図1)。このことは土地利用においても高い利用率を実現し、飼料生産の労働配分や貯蔵施設利用効率を高める効果も生みだしている。
4. 土地制約の厳しい酪農経営における飼料生産は、家畜糞尿の処理利用のあり方に大きく規制される。限られた耕地を有効に利用して良質飼料生産を継続するには、家畜糞尿を堆肥化等の処理を行い耕地への堆肥の適正量の施用と、余剰な堆肥の耕種農家等経営外での利用を促進していく必要がある。

[成果の活用面・留意点]

糞尿負荷量の大きい酪農地帯(経営)での良質自給飼料生産・確保に向けた酪農構築の資料となる。

[具体的データ]

表1 規模別耕地利用と糞尿負荷

飼養規模	耕地面積 a	耕地利用率 %	1頭当飼料面積 a	10a当糞尿負荷量 t
100～	633	53	3.7	68.0
70～	710	160	14.1	27.0
50～	590	190	19.5	22.9
40～	480	179	18.2	22.0
30～	410	193	19.3	20.8
～30	370	149	21.2	12.9

黒磯市A地区108戸平均

表2 家畜糞尿負荷と飼料生産

農家	Y	K	M
飼養頭数 頭	49	61	122
うち成牛	36	55	105
耕地面積 a	650	900	1,000
飼料作面積	1,100	1,700	2,000
1頭当飼料面積 a	22.4	27.9	16.4
糞尿処理方式	自然流下	自然流下	フリーストール
家畜糞尿負荷量 t/10a	12.7	13.2	21.5
飼料作以外の糞尿利用	空畑施用 30%	空畑施用 35%	戻し堆肥 35%
飼料作10a当施用量 t	5.24	4.53	2.15

酪農経営における土地利用

農家	飼料作物の作付け順序と面積 (ha)	土地利用%
Y		2作物 169%
K		4作物 189%
M		4作物 220%

Y・K農家の糞尿多量施用・休閑地は*で連続する

[その他]

研究課題名：耕地制約地帯における多頭酪農経営の土地利用方式

予算区分：経常

研究期間：平成11年度（平成9年～12年）

研究担当者：青木 壽美男

78. 遊休農地の放牧及び牧草生産の経営経済性							
<p>[要約] 野草植生の遊休農地への繁殖牛の放牧飼養及び小型機械体系による牧草の確保は、肉用牛経営の省力化、所得増加など顕著な経営改善を可能にする。また、放牧等の畜産利用は中山間地域の農用地の経済的価値を高める。</p>							
中国農業試験場・総合研究部・総合研究第2チーム					連絡先	0854-82-0864	
部会名	永年草地・放牧	専門	経営	対象	家畜類	分類	普及

[背景・ねらい]

中国中山間地域で一般的な肉用牛飼養（兼業形態、野草採草による繁殖牛4頭の周年舎飼）を対象に、遊休農地への放牧導入及び放牧と小型機械体系（小型ロータリーモアと自走式ロールベラー使用の収穫）による牧草生産を組み合わせた飼養体系導入の経済性について試算・評価を行う。あわせて農用地の畜産利用の経済性を検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 繁殖牛飼養及び粗飼料の確保を、遊休農地への放牧及び小型機械体系によるイタリアンライグラス・イヌビエの乾草生産に置き換えた場合の労働時間、経費、所得への影響について、季節放牧（7ヶ月間）に必要な面積を42a/頭とし、表1に掲げた前提条件をもとに試算した。
2. 4頭の繁殖牛を7ヶ月間放牧飼養した場合、労働時間は周年舎飼時の1585時間から925時間に節減され、所得は57万円から69万円に増加する。また、5月～10月の労働時間は1304時間から670時間に減少するなど、労働の季節偏在の緩和や労働生産性の向上等肉用牛経営の改善が図れる（表2）。
3. 放牧導入により節減された労働を、1585時間を越えない範囲で飼養規模拡大に向けた場合、繁殖牛6頭まで増頭が可能である。さらに、牧草生産を導入し、冬期の繁殖牛及び子牛の粗飼料確保の省力化を図ると、放牧地378a、牧草地45a以上を確保すれば繁殖牛9頭まで増頭が可能であり、畜産所得は約140万円に増加することが期待される（表2）。
4. 遊休農地を放牧及び牧草生産に利用した肉用子牛生産による土地利用の経済性を水稲作等と比較すると、土地純収益が水稲作を上回る等、放牧等の畜産利用は遊休農地に限らず中山間地域の農用地の経済的価値を高める（表3）。

[成果の活用面・留意点]

1. 中山間地域の土地利用及び肉用牛経営の改善を進めるための指針となる。
2. 放牧開始時に草地造成等の投資を伴わないこと、繁殖牛の季節分娩が前提である。また、増頭に伴う施設構造・飼料給与体系は変化しないものとする。

[具体的データ]

表1 繁殖牛及び子牛1頭当たり飼料給与量とその確保に要する労働と経費

飼料給与内容	- 周年舎飼、野草等の草刈機等による粗飼料確保 -					- 季節放牧飼養、牧乾草等の小型機械による粗飼料確保 -				
	給与期間 (日給与/kg)	年給与量 (kg)	必要面積 (a)	作業時間 (時間)	必要経費 (円)	給与期間 (給与量/kg/日)	年給与量 (kg)	必要面積 (a)	作業時間 (時間)	必要経費 (円)
繁殖牛用	維持期275日(1.5)	413	購入		17,738	維持期65日(1.5)	98			4,193
濃厚飼料	分娩後90日(2.5)	225	購入		9,675	分娩後90日(2.5)	225			9,675
繁殖牛粗飼料	6~9月(乾物6)	720	24.0	90.0	4,500					
繁殖牛粗飼料	10~5月(乾物2)	490	16.3	61.3	3,063	11~3月(乾物2)	310	2.1	11.5	4,617
繁殖牛稲わら	10~5月(乾物6)	1,470	32.7	16.3	17,142	11~3月(乾物6)	930	20.7	10.3	6,942
子牛用粗飼料	280日(平均1.5)	420	14.0	52.5	2,625	280日(平均1.5)	420	2.9	15.5	6,255

注: 1) 必要面積は、10a当たり乾物収量を野草300kg、稲わら450kg、牧草1,460kgとして、年給与量をもとに算出した。
 2) 作業時間は、10a当たり作業時間を野草収穫37.5時間(刈払い・集草・運搬各3回分)、稲わら収集5時間、牧草生産54時間として算出。
 3) 必要経費は、経費単価を濃厚飼料43円/kg、野草収穫50円/時、稲わら8,500円/10a、牧草21,745円/10aとして算出。

表2 遊休農地の放牧及び牧乾草生産導入による肉用牛繁殖経営の変化

飼養形態	周年舎飼	季節放牧	季節放牧	季節放牧	周年舎飼	季節放牧	季節放牧	季節放牧
主要粗飼料	野草	野草	野草	牧乾草	野草	野草	野草	牧乾草
繁殖牛頭数(頭)	4	4	6	9	4	4	6	9
粗飼料基盤面積(a)					支出経費(円/繁殖牛及び子牛1頭当たり)			
野草採草地	217	97	146		濃厚飼料(繁殖牛)	27,413	13,868	13,868
稲わら収集地	131	83	124	187	稲わら(繁殖牛)	17,142	6,942	10,483
野草放牧地		168	252	378	採草燃料費	10,188	4,563	4,563
牧草作付地				45	種子肥料代			8,000
農作業時間(時間)					生産検査・削蹄費	18,500	11,500	11,500
野草収穫	815	365	548		機械償却費	7,500	7,500	5,000
稲わら収集	65	41	62	92	牧槽資材償却費		7,500	10,000
牧乾草生産				243	その他の経費	126,812	126,812	126,812
飼養管理	705	469	704	1,056	支出費用合計	207,555	178,685	182,226
放牧管理		50	100	100	畜産所得(円)	569,780	685,260	1,006,644
農作業時間合計	1,585	925	1,413	1,491	労働報酬(円/日)	2,876	5,927	5,700
同5~10月	1,304	670	1,005	917				7,566
同1頭当たり	396	231	235	166				

注1) 支出経費のうち稲わらは50aを越える面積相当額(50aまでは自給)。機械及び牧槽の償却費は、草刈機5万円(償却期間5年) 運搬車20万円(同10年)、牧草収穫機械66万円(半額助成、同10年)、牧槽(放牧面積200a未満)15万円(半額助成、同5年)、200a以上30万円(同)とする。 2) 畜産所得は、子牛を1年1産し、子牛の販売額を35万円とする。

表3 中山間地域における農用地利用の経済性比較

	保安全管理	遊休農地を飼料基盤とする肉用子牛生産利用		水稲作利用
		季節放牧・野草	季節放牧・牧乾草生産	
労働時間(時間/10a)	12	35.5	35.2	46.6
所得(円/10a)	なし	25,293	33,335	28,921
土地純収益(円/10a)	-10,800	-1,334	6,899	-13,094

注: 1) 所得=粗収益-[生産費総額-(家族労働費+自己資本利子+自作地代)]。
 2) 土地純収益=粗収益-物財費-雇用労賃-(家族労働時間×750)-利子とした。
 3) 保安全管理は草刈り機による草刈り。水稲作は平成11年度中四国平均(作付面積60.9a)。
 4) 遊休農地を飼料基盤とする肉用子牛生産は表2の結果より算出。

[その他]

研究課題名: 遊休農林地を活用した子牛生産技術の経営評価

予算区分: 地域総合

研究期間: 平成12年度(平成10~14年)

研究担当者: 千田雅之、小山信明、谷本保幸、佐藤節郎

発表論文等: 肉用牛繁殖経営における農作業時間と里山放牧による変化、

中国農試農業経営研究、第128号、47~78、2000。

本誌より転載・複製する場合は畜産草地研究所の許可を得て下さい。

技術レポート 平13-3 (通号 3号)

技術指針 水田ほ場を活用した自給飼料増産

編集・発行 独立行政法人 農業技術研究機構 畜産草地研究所

発行地 〒305-0901 茨城県稲敷郡茎崎町池ノ台2

発行日 平成14年3月29日

(連絡先：畜産草地研究所飼料生産管理部
Tel. 0287-37-7555 Fax. 0287-36-6629)

印刷所 創文印刷工業株式会社

