

トウモロコシの栽培条件と ホールクロップサイレージの栄養価

東北農業試験場草地区

名久井

忠

1 はじめに

トウモロコシは高エネルギー飼料として広く栽培されています。近年、品種改良の飛躍的な発展により、耐病性・耐倒伏性にすぐれた品種が作出され、多くの農家で栽培されています。こうした中で、一部であります、栽培のやり方がトウモロコシに適さない条件で行われている例も見られます。"良質なサイレージは適切に栽培された原料からのみ作られる。"という事実を今一度点検したいものです。本稿では、栽培条件がサイレージの飼料価値にどのような影響を与えるのかについて考えてみることにします。同じ種子を播いて、同じ量の肥料を施用したのに、栄養価・養分収量に差が出るのは、どこかに手落ちがあるからです。もう一度、トウモロコシの特性を思いかえしていただければ幸いです。

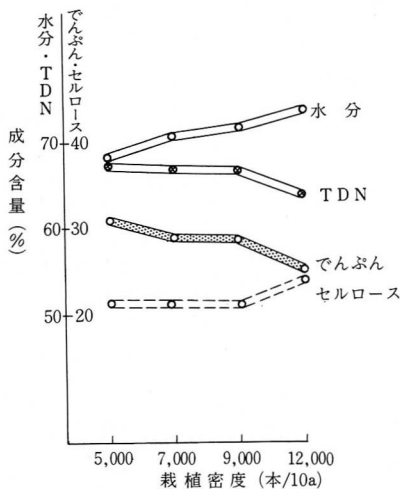


図1 栽培密度と飼料成分組成の関係
(品種P3424) (東北農試)

2 栽植密度と栄養価、 養分収量の関係

栽植密度はトウモロコシの生育に大きな影響を与えます。一般に、密植すると稈長が伸び、稈茎が細くなり、倒伏し易くなります。また雌穂が小さく着粒が不良になります。ホールクロップサイレージ原料では雌穂の減少はサイレージの栄養価に影響します。図1に栽植密度と飼料成分の関係を示しました。栽植密度が増すにつれて水分及びセルロースが増加し、逆にでんぷんとTDN含量が低下します。これは、子実の割合が少なくなるからです。特に1万2,000本まで増やすと、TDN含量は急に落ちこんできます。図2は栽植密度と養分収量との関係を示したものです。TDN収量は7,000本区が最も多く、ここで供試した品種は7,000本が適正な密度だといえます。

一方、可消化セルロースの量はそれほど大きな

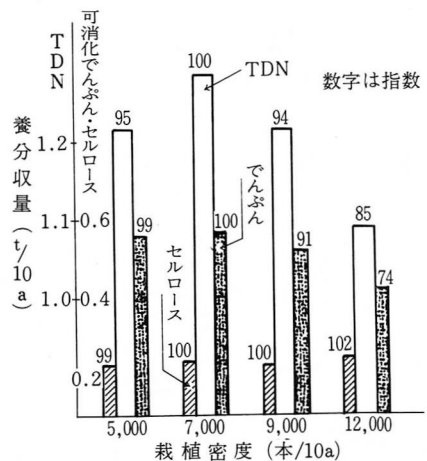


図2 栽植密度と養分収量の関係
(品種P3424) (東北農試)

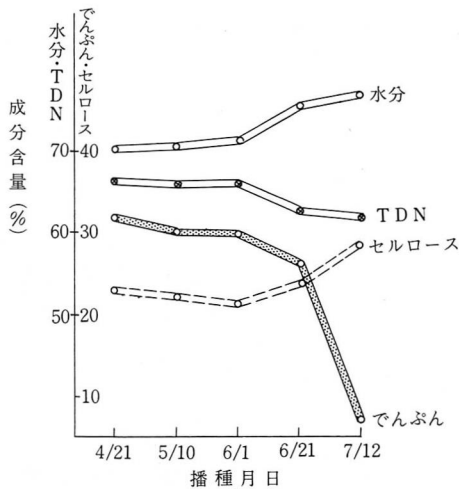


図3 播種時期と飼料成分組成の関係 (品種P 3424) (東北農試)

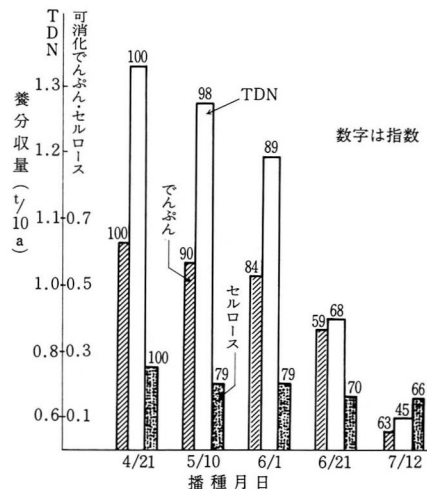


図4 播種時期と養分収量の関係 (品種P 3424) (東北農試)

差が見られません。従って TDN 収量を左右する養分はでんぶんの量であることがわかりいただけるでしょう。

サイレージの発酵品質への影響はどうかと言いますと、pH はほとんど差がありません。総酸の生成量は栽植密度が増すにつれてやや多くなります。以上のように、栽植密度は発酵品質よりも栄養価に大きな影響を与えます。従って、播種時には最適密度を保つための工夫がより一層大切になります。

3 播種時期と栄養価、養分収量の関係

北日本でのトウモロコシの播種は、日平均気温が10℃前後の5月上～中旬に行われます。また、本州以南では15℃前後が多いのですが、高冷地では北日本並みに行われることが多くなっています。俗に「ソメイヨシノが満開のころ播く」ことが基本技術として勧められています。さて、播種時期が違う場合、栄養価にどのような影響があるのでしょうか。図3に飼料成分組成の変化を示しました。水分とセルロースは播種時期が遅れると増加し、特に6月下旬を過ぎると急に増えます。一方、TDN とでんぶん含量は逆に減少します。中でもでんぶん含量は6月20日以降急減します。

次に、播種時期と養分収量との関係を図4に示しました。TDN 収量は早播きほど多いが、6月1

日になると約10%減少します。更に6月21日まで遅れると約30%も減少します。これはでんぶん収量の多少が影響したためです。可消化セルロースの減少は他の養分に比べると、減少は少ないことが示されています。このように、トウモロコシは早期播種が栄養価、養分収量を高めるポイントであることがわかりいただけることでしょう。

4 一番刈牧草跡地に播いたトウモロコシの栄養価

荒廃した牧草地を更新した上に、その年に粗飼料を確保したいと願っている方も多くことでしょう。そこで一番牧草を収穫した後、直ちに耕起し、トウモロコシを播いた場合の栄養分収量を比較した結果を表1に示しました。6月20日に播種し、10月11日及び24日に収穫したところ、RM 100～107日の品種は黄熟～完熟に達し、子実重歩合も40%を越えています。10月11日に収穫したサイレージは発酵品質も良好であり、TDN 含量も70%に達して5月上旬播きと差がないといえます。

一方、強霜に数回当たった10月24日刈りは、サイレージのPHが高まり、栄養価も3～5%低下することがわかりました。TDN 収量は800～950kg期待できます。これは5月播種に比べておよそ65～75%程度と考えてよいでしょう。しかし、収穫時期が遅れると、養分収量が低下しますので、

表1 一番刈牧草を収穫後に播種したトウモロコシサイレージの栄養価, 養分収量

項 目		JX77 (RM100)		P3732 (RM107)		G4553 (RM120)	
播 種 月 日		6 / 20	6 / 20	6 / 20	6 / 20	5 / 2	
收 穫 月 日		10 / 11	10 / 24	10 / 11	10 / 24	9 / 27	
生 育 日 数 (日)		113	126	113	126	147	
熟 期		完 熟	過 熟	黄 熟	過 熟	完 熟	
草 丈 (cm)		248	252	265	267	298	
着 雌 穂 高 (cm)		70	70	94	106	100	
子 実 重 歩 合 (%)		41.3	46.0	46.0	43.8	51.5	
サイレージのpH		3.70	3.96	3.73	4.05	3.69	
サイレージの乾物回収率 (%)		94.2	95.6	94.4	95.9	95.1	
飼 料 成 分 組 成 (%)							
水 分		67.7	64.3	69.3	66.9	64.5	
粗 蛋 白 質		9.2	9.0	7.9	8.5	7.5	
A D F		23.9	25.1	22.0	25.4	22.3	
消 化 率 (%)							
乾 物 回 收 率 (%)		68.9	65.2	68.1	63.6	68.2	
粗 蛋 白 質		51.3	54.5	54.9	51.0	47.1	
A D F		54.1	48.8	51.4	45.4	49.2	
栄 養 価							
T D N (%)		69.9	65.9	70.2	65.9	70.0	
養 分 収 量							
T D N (kg/10a)		844	804	966	813	1,249	
指 数		(68)	(64)	(77)	(65)	(100)	

*……指数は5月2日播きを100とした。

(東北農試 1984)

合率が高まると ADF 消化率が大きく低下することです。これはヒマワリの茎の消化率が低いと考えられます。家畜の嗜好性も混合率が高まるにつれて減退しますが、30%以内での混合率ならば、取り立てて問題にすることもないと思います。

6 倒伏による土砂混入や、雑草混入が栄養価に及ぼす影響

台風や突風によって倒

この点は十分気をつけなければなりません。

5 欠株対策としてヒマワリを混植した際の栄養価

虫害、鳥害により欠株が発生した場合、ヒマワリを播種して欠株を補えないかという考えで試験した結果を図5に示しました。ヒマワリを混合したサイレージは水分、ADF、粗脂肪が高まり、TDN含量はやや低下します。最も特徴的なことは、混

伏したトウモロコシには土砂が付着します。多い場合には10%近いこともあります。そこで土砂の混入したサイレージの発酵品質と飼料価値を表2~4に示しました。

1981年8月の台風で倒伏したトウモロコシから調製したサイレージの発酵品質(表2)を見ますと、pHが高く、酪酸とアンモニア態窒素(VBN)が多い典型的な劣質サイレージが出来ました。このようなサイレージには牛が寄りつかず、無理して採食してもケトosisなどの病気を誘発します。このような原料には、蟻酸とかプロピオン酸を添加(0.5%)するとよいでしょう。土砂が混入すると、有機物が減少します。当然ながら、消化率も低下します。土砂が1%増えるにつれてTDN含量が約2%ずつ減少すると考えてよいでしょう。一方、シロザ等の雑草混入は栄養価に悪影響が少ないこともわかりました。しかし、雑草が多い畑では乾物収量が15%減少するという報告もありますから、雑草防除は必要です。

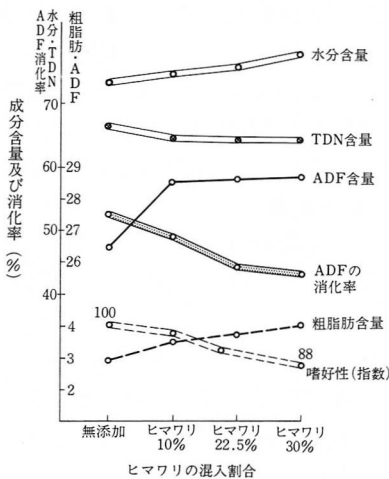


図5 ヒマワリの混入が飼料成分、消化率、嗜好性に及ぼす影響

(東北農試 1984)

7 刈遅れたサイレージの栄養価

サイレージの栄養価、養分収量、発酵品質、牛の採食量など総合的に判定した(図6)結果、ホールクロップ利用の場合、黄熟後期に収穫することが得策であることがわかっています。多くの畜産

表2 倒伏がサイレージの発酵品質に及ぼす影響 (%)

区分	pH	m・mol%			VFAのモル比				VFA	VBN	水分
		総酸	乳酸	VFA	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	T-A	T-N	
倒伏区	4.7	9.0	4.6	4.4	36	30	18	16	48.7	49.1	82.6
正常区	3.7	34.0	29.2	4.8	96	2	1	1	14.2	5.3	80.4

(東北農試 1981)

表3 土砂・雑草混入とサイレージの飼料成分組成 (% DM)

処理	水分	粗蛋白質	粗脂肪	でんぷん	ADF	リグニン	有機物
土砂 5%区	66.3	8.2	2.9	26.3	32.7	4.1	91.7
土砂 10%区	64.0	6.0	3.0	22.4	31.7	3.2	86.4
土砂 20%区	59.0	5.3	1.9	17.7	34.6	3.7	66.4
シロザ 5%区	66.3	8.4	3.8	31.5	29.3	4.4	93.0
シロザ 10%区	66.4	8.5	3.6	30.6	27.5	4.2	93.4
シロザ 15%区	67.9	10.0	3.1	31.9	28.6	5.0	94.4
対照区	66.6	9.2	4.1	28.2	28.3	5.4	92.1

(北農試畑作部 1980)

表4 土砂及び雑草混入サイレージの栄養価 (% DM)

処理	乾物	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	でんぷん	ADF	エネルギー	DCP	TDN	DE*
土砂 11.6%区	46.0	58.0	28.5	75.0	91.2	32.0	59.7	1.8	46.6	2.32
シロザ 10%区	71.3	73.3	63.0	84.3	95.7	55.0	71.2	5.1	72.6	3.15
対照区	68.9	70.4	64.1	83.9	94.6	55.6	69.6	5.8	69.1	3.06

*.....kcal/g・DM

(北農試畑作部 1980)

表5 熟し過ぎによる栄養価の低下

熟期	乾物率	粗蛋白率	C消化率	W率	TDN	DCP	TDN収量	PH	水分
完熟期	65.5%	37.5%	38.4%		70.5%	2.8%	660kg(100)	3.9	68%
過熟期	61.9	31.0	35.7		64.8	2.4	530 (80)	4.3	62

(注) CWは細胞模物質 (主として繊維質)。()内は指数

(北農試畑作部 1975)

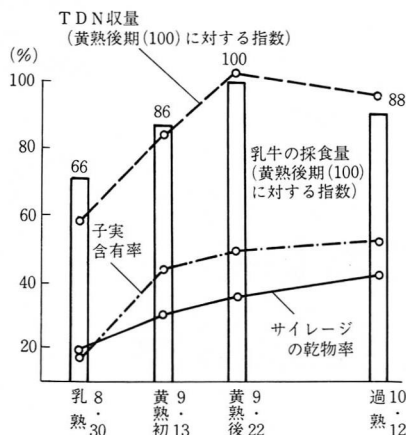


図6 刈取時期と収量、採食量、乾物率との関係 (品種はヘイゲンワセ) (北農試畑作部 1975)

農家はそのように努めていることでしょうか。しかし、都合により適期収穫ができないことも時には起ります。そこで、刈遅れた場合、栄養価がどの程度影響を受けるかを表5に示しました。約15日の遅れによって TDN 含量が5%低下し、TDN 収

量も20%減収になることが認められます。その上、サイレージの発酵品質でも pH が上昇して、二次発酵が起り易くなりますので、デメリットが更に拡大します。適期刈取りをおろそかにしないでいただきたいものです。

8 硝酸態窒素の多いトウモロコシのサイレージ調製

トウモロコシの硝酸態窒素蓄積は堆肥、スラリーなどの多量施用による場合が多く、特に府県において問題視されています。トウモロコシの硝酸態窒素含量は表6に示すように、茎に多く子実

にはほとんどありません。生育ステージでは乳熟～糊熟期が最も多いことが明らかになっています。表7に堆肥の大量施用とトウモロコシの硝酸態窒素の蓄積の関係を示しました。硝酸態窒素は乾物中に0.2%以上含有すると家畜の生理に悪影響を及ぼすとされています。20t施用によりそのレベルを越え、9年連続施用では0.35%まで増加すること

表6 トウモロコシの硝酸態窒素含量 (mg % DM)

刈取り月日	熟期	茎	葉	芯	子実	全体
9月6日	糊末～黄初	394 (24.9)	93 (30.1)	16 (11.6)	10 (33.4)	131
9月14日	黄中	511 (24.1)	123 (23.6)	12 (9.7)	7 (42.6)	156
9月24日	黄後～成	211 (26.7)	64 (23.5)	13 (8.4)	8 (41.4)	76
10月5日	成	388 (23.3)	26 (18.9)	20 (8.6)	7 (49.2)	101
10月15日	過	345 (16.8)	21 (19.7)	12 (8.1)	8 (55.3)	67
10月25日	過	256 (18.1)	21 (16.9)	12 (7.1)	9 (58.0)	56

()は乾物構成比、品種はヘイゲンワセ (安宅・名久井 1978)

表7 堆厩肥の施用とトウモロコシへのNO₃-N蓄積の関係

項目	1年だけ施用	9年連続施用	備考
無施用	0.05	0.05	
20 t 区	0.20	0.35	Nで140kgに相当
40 t 区	0.24	0.30	Nで280kgに相当

*……乾物中% (埼玉畜試 1973)

表8 サイレージ調製によるNO₃-Nの消失と添加物の影響

区分	水分	pH	総酸	NO ₃ -Nの含量		NO ₃ -Nの消失率
				原物	サイレージ	
無処理区	%		mmol%	%	%	%
CaCO ₃ 0.5%添加	81.7	3.53	64.1	0.26	0.24	7.7
	83.6	4.30	57.6	0.26	0.15	42.3

収穫時期は乳熟期 (埼玉畜試 1973)

とが示されています。

では、このような原料をサイレージに調製したらどうなるのでしょうか？ 表8にサイレージ化による消失のデータを示しました。原料中0.26%ですから、かなり高濃度であります。これをサイレージ化したところ、無添加区は8%しか消失しなかったということです。宮崎氏によると、14例について調査した結果、27%が消失したとされています。また安宅氏によると、草サイレージでは良質な発酵品質を有するものほど消失が少ないといわれます。トウモロコシの発酵品質は良質なものが多くことから、消失は20~30%前後と考えるのが妥当と思われる。ところが、サイレージを調製した時に、CaCO₃を0.5%添加することにより、消失率を無添加区の5倍以上に高めることができ

ることを、このデータは示しています。これはどうしてでしょうか。それは、発酵により生成される乳酸がCaと結合した結果、pHの低下が遅れることから、硝酸還元菌の作用が持続し消失が進行すると説明されています。硝酸態窒素は、トウモロコシの登熟につれて減少することも明らかになっています。従って、黄熟期まで収穫を遅らせることにより、安全なサイレージ調製を行うことができると考えられ、このほうが栄養価の面から見て望ましいといえるでしょう。

終りに

以上のように、栽培条件によって飼料価値が変動することが明らかになりました。ここで、給与する立場からトウモロコシサイレージを見ますと、乳牛では高泌乳期の産乳(約9,000kg)を維持するには、良質粗飼料が必要であり、その栄養濃度はTDN含量が62%以上と試算されています。これは子実重歩合40%以上のホールクロップサイレージに相当します。一方、乾乳牛や繁殖肉牛はTDNの濃度が55%程度で間に合うとされています。これはトウモロコシの茎葉サイレージに相当します。このように、畜種によりその栄養価の要求が異なります。従って、調製する際にはこの辺を考慮する必要があります。特に繁殖牛に給与する場合、子実が豊富なサイレージができた時には、稲わら等で薄めて給与する等の工夫が必要でしょう。

トウモロコシ栽培における 堆厩肥及びカリの施用法

青森県畜産試験場

草地飼料部長

野村 忠弘

はじめに

畜産は家畜ふん尿や堆厩肥という作物生育にとって良好な〈肥料〉の生産を伴う産業であるため、飼料畑の地力増強や収量の向上を図る上で恵まれ

た条件にある。しかしながら、一方では、大量に排泄される家畜ふん尿を処理しなければならない事情もあるため、作物の生育にとって過剰量が施用されがちである。

家畜ふん尿や堆厩肥はカリ含量が多いことから、