

施肥条件ならびに刈り取り時期の差が兼用型 ソルガムの生産量と飼料価値に及ぼす影響

春本 直*・宇津田嘉弘**・松井 徹*

Effects of Additional Fertilizer and Harvesting Time
on the Production and Nutritive Value in Dual Purpose Sorghum
Tadashi HARUMOTO, Yoshihiro UZUTA and Tohru MATSUI

The effects of additional fertilizer and harvesting time on the production and nutritive value in dual purpose sorghum were examined. Experimental fields received the dressing of slaked lime (200kg/10a) and compound fertilizer (60kg/10a) at seeding. The additionally fertilized group was received further twice dressings of urea (15kg/10a each), but the other group received no further applications. Each crop was harvested at the boot stage or the milk-ripe stage. The results were summarized as follows :

1. Total dry matter yield of the first and second cutting crops in each treatment ranged from 950kg (unfertilized, boot stage cutting) to 1,870kg/10a (fertilized, milk-ripe stage cutting) and the yield of additionally fertilized crop was 173-211% of unfertilized crop in first cutting.

2. The crude protein content in unfertilized crop was very low but the contents of other chemical components in unfertilized crop did not differ from those in fertilized one. The crop harvested at milk-ripe stage showed lower crude fiber and higher nitrogen-free-extract contents than those of the crop harvested at boot stage.

3. The neutral detergent fiber (NDF) digestibility measured by *in vitro* technique was lower in fertilized crop than in unfertilized crop, and these value highly correlated with the hemicellulose content or lignin content in the NDF of crops.

緒 言

ソルガムは再生力が強く多回刈りが可能で、高温乾燥条件下でも良く生育することから、温暖地ではトウモロコシに比べて多収であるとされ最近広く栽培されてきている¹⁾。またトウモロコシの連作障害回避のために飼料作物系の中に組み込むことの有利性など、有用な夏型飼料作物として注目されている。本学付属農場においては、従来からソルガムの乾物生産量の大きなことに着目し、有機質肥料の不足をおぎなうためのいわゆる緑肥作物として、圃場地力維持のために栽培利用してきた。

最近、従来の茎葉型ソルガムの飼料価値は必ずしも良好でないため、ホールクロップサイレージとして利用される子実兼用型ソルガム品種が注目されている。今回、

兼用型品種の中では早生種に属し、日乾物生産量も高いといわれるFS4(市販名:ゴールドソルゴー²⁾)が、本学付属農場に新たに導入されたので、これについて栽培条件や刈り取り時期の差が、乾物生産量ならびに飼料価値などに及ぼす影響について検討する目的で試験を実施した。

試 験 方 法

本学付属農場で栽培された兼用型ソルガム品種FS4を供試した。1985年4月25日に条間60cmとし、10a当り3kgの種子を条播した。施肥条件(標準区と追肥区)と刈り取り時期(出穂前と出穂後)それぞれの要因を組み合わせた4試験区を設定し、各試験区は3×3mの2反覆とした。施肥条件は、従来本学付属農場のソルガム栽培に慣行的に実施されている方法に従った標

* 畜産学研究室

** 附属農場

準区（無追肥）ならびに1，2番草それぞれの生育期間中に尿素 30kg/10a 宛を2回にわけて施用した追肥区に区分した。いずれの区にも基肥として，消石灰 200kg/10a と化成肥料（14-10-13）60kg/10a を施用し，追肥区については，1番草刈り取り後にも基肥と同量の化成肥料を施用した。刈り取り時期は，出穂前刈り取り区では1番草を7月25日（播種後91日），2番草を9月21日（1番草刈り取り後58日）に刈り取り，また出穂後刈り取り区では，それぞれ8月8日（105日）および10月9日（62日）に刈り取った。

各試験区において1番草，2番草とも地際 5cm の高さで刈り取り，全重量を測定後，無作為に抽出したそれぞれ10個体の草丈および茎部（葉鞘，穂を含む）と葉部の重量を測定した。また刈り取り全量の約 1/10量を細切風乾後，1mm のふるいを通るよう粉碎し分析用試料とした。4試験区³⁾1，2番草の計8試料について，一般成分は AOAC 法により，また NDF，ADF ならびにリグニン含量の分析は，灰分補正を実施したほかは VAN SOEST の方法^{4,5)}に従った。NDF の *in vitro* 消化率の測定については，アルファルファ乾草給与のめん羊第一胃溶液を用い，堀井らの方法⁶⁾に準じて48時間培養⁴⁾を行った後，その不消化残渣の NDF 量を上記の方法で求め基質 NDF の消失量から算定した。

結果および考察

乾物生産量，草丈および葉部，茎部重量比

各試験区について1番草，2番草別に乾物生産量，草丈，葉部ならびに茎部重量比を一括表示すると，表1の通りである。なお刈り取り時期の生育段階は，出穂前刈

り取り区は穂ばらみ期，出穂後刈り取り区は乳熟期を標準とした。

10a 当り乾物生産量は，標準区出穂前刈り取り1番草の最低 370kg から追肥区出穂後刈り取り1番草の最高 1,070kg の範囲にあった。標準区と追肥区の生産量を比較すると，1番草では出穂前刈り取り区で111%，出穂後刈り取り区で73%，追肥区の方が多かったのに対し，2番草ではそれぞれ2%および29%多くなったに過ぎず，2番草に対する追肥は，乾物生産量にそれほどの効果が認められなかった。1，2番草合計乾物生産量は，標準区の出穂前刈り取りが 950kg，出穂後刈り取りが 1,240kg，追肥区ではそれぞれ 1,370kg および 1,870kg となり，出穂前刈り取りに対して出穂後刈り取りの方が，標準区で31%，追肥区で36%の増加となった。

また生育期間中の1日平均乾物生産量は，1番草では 4.1~10.2kg/10a の範囲にあり，標準区に比べて追肥区が，また出穂前に比べて出穂後刈り取り区が高くなったが，2番草では 10.0~12.9kg/10a の範囲で，1番草より全般に高い値を示したが，試験区間にはそれほど差が認められなかった。

従来の兼用型ソルガム品種の比較試験によれば，FS 4 の2回刈り合計乾物生産量が⁷⁾4,680kg/10a であったとの報告もあるが，小野の総説¹⁾では，3場所（農研センター，草地試ならびに北陸農試）での適期1回刈り収量試験の結果，兼用型ソルガムの乾物生産量は 1.31~1.54ton/10a であったと示されている。これらの結果と比較して，本試験の乾物生産量はかなり低かったが，実験圃場の土壌条件が必ずしも良好ではなく，また試験実

表1. 施肥条件・刈り取り時期の差による乾物生産量，草丈，葉部・茎部重量比

刈り取り時期 施肥条件	出穂前		出穂後	
	標準区	追肥区	標準区	追肥区
— 1 番 草 —				
乾物生産量, kg/10a	370 (4.1) ¹⁾	780 (8.6)	620 (5.9)	1,070 (10.2)
草 丈, cm	151	167	169	171
葉部重量比, % ²⁾	24	27	16	13
茎部重量比, %	76	73	84	87
— 2 番 草 —				
乾物生産量, kg/10a	580 (10.0)	590 (10.2)	620 (10.0)	800 (12.0)
草 丈, cm	147	143	176	160
葉部重量比, %	22	20	25	17
茎部重量比, %	78	80	75	83

注 1) 日平均乾物生産量，2) 生重量あたり

施年次の降水量が著しく少なかったことによる気象的要因などの影響によるものと推察される。

各試験区における刈り取り時の草丈は、143～176cmの範囲にあり、標準区に対して追肥区の草丈は必ずしも高くなく一定の傾向は認められなかった。一方刈り取り時期による草丈の差を、標準区、追肥区こみにした平均値でみると、1番草では出穂前刈り取り区が159cm、出穂後刈り取り区が170cmとなり、また2番草では、それぞれ145cmおよび168cmであった。兼用型ソルガムの品種比較試験で、糊熟期刈り取りのFS4の稈長は200cm前後であったとの結果^{7,8)}や、草丈が260cm⁹⁾を越える成績も認められるが、本試験の結果はこれらと比較してかなり低い値であった。

草丈は生産量と密接な関係のある要素と考えられるが、各試験区について、乾物生産量と草丈の相互間には一定の関係は認められなかった。しかし標準区に比べて追肥区でソルガムの稈径はかなり太いことが認められ、乾物生産量に対する草丈の比も追肥区が明らかに大きかった。

葉部・茎部（葉鞘、穂を含む）重量比は、生草ベースの測定値であるが、各試験区の葉部重量比は13～27%の範囲にあり、出穂後の刈り取り区において追肥区より標準区で1、2番草とも葉部重量比が高くなる傾向を示した。この原因の一部は、追肥区の茎軸が大きかったため相対的に葉部重量比が低くなったものと推察される。また葉部重量比は、生育の進むにつれて低下するといわれ

¹⁰⁾るが、本試験の2番草については必ずしもそのような傾向が認められなかった。

化学組成

各試験区それぞれ1、2番草別の飼料一般成分含量は表2に、またNDF、ADFならびにリグニン含量は表3に示す通りである。

水分含量は70～85%の範囲にあり、出穂後刈り取り区の1番草が他の試験区に比べて低い傾向を示した。この原因は、刈り取り期直前の気象条件の影響によるものと考えられる。しかし乾物中有機物含量は、各試験区の間で殆ど差がなかった。粗たんぱく質含量は3～10%の範囲で、とくに標準区の1番草は、出穂前、後刈り取り区いずれも約3%程度しかなく、イナワラの粗たんぱく質含量（風乾物中4.3%¹¹⁾）を下回るものであった。一方追肥区の粗たんぱく質含量は標準区より明らかに高く、また1番草より2番草の方が高くなる傾向も認められた。粗繊維含量については、1、2番草を含めて出穂前刈り取り区が31～34%の範囲であったのに対して、出穂後刈り取り区では25～30%の範囲にあり低い傾向を示した。可溶無窒素物（以下NFEとする）含量は、粗繊維含量とは逆に、出穂前刈り取り区が、出穂後刈り取り区より低くなる傾向があった。

青刈ソルガムの一般的組成について、日本標準飼料成分表（乾物ベースに換算）によれば、出穂前刈り取りで粗たんぱく質含量10.7%、粗繊維含量32.2%、また出穂後（乳熟期）刈り取りでは、それぞれ6.7%および30.0%

表2. 施肥条件・刈り取り時期の差による飼料成分組成 (%)¹⁾

刈り取り時期 施肥条件	出穂前		出穂後	
	標準区	追肥区	標準区	追肥区
— 1 番 草 —				
水分	79.5	82.7	69.9	71.6
有機物	94.1	93.6	95.3	95.2
粗たんぱく質	3.4	9.2	3.0	6.7
粗脂肪	2.4	2.9	2.3	3.2
粗繊維	31.2	32.4	26.6	25.4
N F E ²⁾	57.1	49.1	63.4	59.9
— 2 番 草 —				
水分	85.4	85.2	82.1	83.2
有機物	93.2	93.9	93.8	94.1
粗たんぱく質	6.2	10.1	5.6	8.3
粗脂肪	3.4	2.7	2.2	3.6
粗繊維	34.2	33.1	27.9	30.4
N F E	49.4	48.0	58.1	51.8

注 1) 水分以外は乾物あたり、2) 可溶無窒素物

と示され、本試験の追肥区における組成はこれに比較的
 近い結果であった。また相井は、^{10,12)}ソルゴー型ソルガム
 (バイオニア 985)の成分組成について、茎、葉鞘部の
 粗たんぱく質含量は生育段階が進むにつれて急激に減少
 し、穂ばらみ期以後では6%程度に低下すること、また
 葉部割合の減少する生育段階後期においては、茎部の組
 成が植物体全体の組成を代表する値になると報告してい
 る。さらに、同じ草丈で刈り取った1、2番草の比較で
 は、1番草に比べて2番草の粗たんぱく質含量が高く
 NFE含量が低くなることを示している。本試験の結果
 は、いずれもこれらと同様の傾向を示すものであった。

NDFならびにADF含量は、粗繊維含量と同様、い
 ずれも出穂前刈り取り区が出穂後刈り取り区より高くな
 った。またNDF含量と粗繊維含量の間には高い正の
 相関(=0.997, $p < 0.01$)が認められた。

このように出穂後刈り取り区の繊維質成分の含量が低
 く、NFE含量が高くなった理由は、穂部の乳熟子実が
 含まれていたことに影響されたものと推察される。

リグニン含量については、刈り取り時期の違いによる
 一定の傾向の差は認められなかったが、標準区で3.8~
 6.0% (平均4.7%)、追肥区で6.0~6.7% (平均6.4%)
 と標準区に比べて追肥区が有意に高くなった($p < 0.05$)、
 ソルガム茎部のリグニン含量は、表皮ならびに維管束部

組織で高いことが認められており、¹²⁾前述したように追肥
 区のソルガム茎軸は標準区より太く、これらリグニン化
 の進んだ組織の相対的な割合が多かったことが、追肥区
 でリグニン含量が高くなった原因と考えられる。

なお、粗繊維、NDFならびにADF含量とリグニン
 含量との相互間には、いずれも有意の相関は認められな
 かった。

in vitro NDF 消化率

人工ルーメン法によるNDF消化率の測定値は、表
 3に示す通りである。各試料についてのNDF消化率は
 48~60%の範囲にあり、刈り取り時期の差あるいは1、
 2番草の間で消化率に一定の傾向の差は認められなかつ
 た。しかし標準区と追肥区の比較では、各4試料の平均
 消化率で前者が56.3%であったのに対して後者は49.1%
 と追肥区の方が有意に低い値であった($p < 0.05$)。

消化率に関連があると考えられる各種成分とNDF消
 化率との相関係数を求めた結果は、表4に示す通りであ
 る。

繊維質成分の含量が消化率に影響を及ぼすことは、一
 般に知られるところであるが、¹³⁾粗繊維、NDFならびに
 ADF含量は、いずれもNDF消化率との間に有意な相
 関は存在しなかった。ただリグニン含量については5%
 水準で有意な負の相関が認められた。また、NDFの主

表3. 施肥条件・刈り取り時期の差によるNDF, ADF, リグニン含量と in vitro NDF 消化率

刈り取り時期 施肥条件			出穂前		出穂後	
			標準通	追肥区	標準区	追肥区
— 1 番 草 —						
N	D	F	63.4%	65.9	52.8	51.8
A	D	F	38.3	40.7	33.1	33.8
リ	グ	ニ	4.6	6.1	4.5	6.6
NDF 消化率			59.7	51.5	50.5	47.8
— 2 番 草 —						
N	D	F	68.5	66.9	55.9	61.3
A	D	F	42.0	42.0	33.0	39.1
リ	グ	ニ	6.0	6.7	3.8	6.0
NDF 消化率			55.4	48.2	59.6	49.2

表4. in vitro NDF 消化率と各成分の相関係数

NDF 消化率	粗 繊 維	NDF	ADF	リグニン	NDF中	
					ヘミセルロース	リグニン
	0.156	0.142	-0.114	-0.704**	0.931***	-0.839***

** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

成分はヘミセルロース、セルロースおよびリグニンであるが、これらの分画中の易消化性のヘミセルロースと難消化性のリグニンの含有率により、NDFの消化率に差があるものと考えられる。NDFとADF含量の差をヘミセルロース分画とみなして、その含有率とNDF消化率の相関を求めると、0.931という高い正の相関があり、一方リグニン含有率との間には-0.839という負の相関が認められた(いずれも $p < 0.01$)。標準区各試料のNDF中ヘミセルロース含有率は、38~40% (平均39.5%)であったのに対して、追肥区では35~38% (36.5%)、また同様にリグニン含有率は、標準区6.8~8.8% (平均7.9%)であったのに対して追肥区では9.2~12.7% (10.4%)であり、このようなNDFの成分差が、標準区に比べて追肥区で消化率の低下したおもな原因になっていると推測される。

以上の結果から、子実兼用型ソルガムの無追肥栽培は、乾物生産量が低く粗たんばく質含量も著しく少なく、粗飼料生産の観点からかなり問題があり、緑肥作物の生産目的としても必ずしも有利ではない。一方追肥することにより、乾物生産量や粗たんばく質含量は明らかに増加するが、その反面リグニン含量の増加や消化率の低下が認められ、当然自由採食量や嗜好性の減少をもたらすものと考えられ、これらの問題については今後さらに検討の余地がある。また、再生2番草の利用は、日乾物生産量が高く粗たんばく質含量も1番草より高くなる傾向があるなど有利性もあるが、乾物生産量に対する追肥効果が少なく、2番草の施肥方法についても検討する必要がある。出穂前(穂ばらみ期)刈り取りに比べ出穂後(乳熟期)刈り取りで、乾物生産量の増加は30%以上となり、粗繊維含量は低くNFE含量は高くなるなど飼料成分的に好ましい傾向にあり、NDF消化率の変化も認められなかったことから、子実兼用型ソルガムの刈り取り時期は、出穂後が望ましいものと考えられる。

要 約

施肥条件と刈り取り時期の差が、2回刈りを行った兼用型ソルガム(FS 4)の乾物生産量や飼料価値に及ぼす影響について検討した。

施肥条件は標準区(無追肥)と追肥区に分け、それぞれ出穂前(穂ばらみ期)および出穂後(乳熟期)の刈り取り期を組み合わせた4試験区を設けた。基肥は、10a当り消石灰200kg、化成肥料60kgを施用し、種子3kgを条播した。追肥区には、10a当り3kgの尿素を2回にかけて分施した。結果の概要は次の通りである。

(1) 2回刈りの合計乾物生産量は、10a当り950kg

(標準区出穂前)から1,870kg(追肥区出穂後)の範囲にあり、出穂後刈り取りの方が30%以上多かった。また、1番草では追肥区が標準区に比べて73~111%の増加であったのに対し、2番草では2~29%しか増加しなかった。

(2) 標準区の粗たんばく質含量は、とくに1番草で3%程度と追肥区に比べて著しく低かった。また、出穂前に比べて出穂後刈り取りの方が、粗繊維、NDFならびにADF含量は低くNFE含量は高くなる傾向が認められた。

(3) *in vitro* NDF消化率は、標準区より追肥区の方が低くなり、NDF中のヘミセルロースおよびリグニン含有率と消化率の間には、それぞれ正および負の高い相関のあることが認められた。

謝辞 本試験の実施にあたり、種々便宜をはかられた本学附属農場の各位および畜産学研究室専攻学生の杉園かおる、坂口雅彦両君の協力に対し、深甚の謝意を表す。

引用文献

1. 小野信一：日草近畿中国支報，13(1)：1-6, 1984.
2. 松田弘行・秋田 勉・中井貞夫：兵庫県畜試研報，21：159-166, 1984.
3. Association of Official Agricultural Chemists: Official Methods of Analysis 9th ed. p. 283-288, Washington D. C., 1960.
4. VAN SOEST, P. J. and R. H. WINE: J. Assoc. Offic. Agri. Chem., 50: 50-55, 1967.
5. VAN SOEST, P. J.: J. Assoc. Offic. Agri. Chem., 46: 829-835, 1963.
6. 堀井 聰・阿部 亮・金 康植・亀岡暄一：畜試研報，24：99-105, 1971
7. 秋田 勉・松田弘行：日草近畿中国支報，13(2)：33-38, 1985.
8. 富田道則・高橋哲二・吉田宜夫・井出喜三：埼玉県畜試研報，21：37-41, 1983.
9. 泉 俊之・広田栄作・杉本俊明・村上重雄・郷間和夫・矢内貞蔵：栃木県畜試研報，48：89-112, 1982.
10. 相井孝允：日草試，17(4)：269-274, 1971.
11. 農水省農林水産技術会議事務局：日本標準飼料成分表(1980年版)中央畜産会 東京 1981.
12. 相井孝允：九州農試研報，17(3)：315-388, 1975.

13. 中村亮八郎：新飼料学(上) チクサン出版 東京
1977, P96-97.
14. VAN SOEST, P. J. : J. Assoc. Offic. Agri.
Chem., **49** : 546-551, 1966.
15. COLBURN, M. W. and J. L. EVANS : J. Dairy
Sci., **50** : 1130-1135, 1967.