

## トウモロコシとの混播栽培におけるソルガムの適品種

米本貞夫・反町 裕・藤城清司\*1・三上 亮\*2・江藤哲雄\*3

### Variety of Sorghum Fitting on Mix Seeding with Corn

Sadao YONEMOTO, Yutaka SORIMACHI, Seiji FUJISHIRO\*1  
Akira MIKAMI\*2 and Tetsuo ETOH\*3

#### 要 約

トウモロコシとソルガムの混播栽培は、温暖地及びそれより暖かい地域での飼料作物生産にとって、収量性、省力化等の点で有利な体系で、農家へも定着している。しかし、1番刈でトウモロコシを十分に取り、かつ2番も実用的な収量を得るという点から、組み合わせるソルガムの品種についての検討は必ずしも十分ではなかった。

そこで、子実型、兼用型、及びソルゴー型ソルガムの市販品種を用い、トウモロコシの生育を阻害する程度、2番刈の収量、耐病性、及び耐倒伏性等を、平成9年～平成12年の4年間比較検討した。

結果は以下のとおりであった。

1. 混播するソルガムの草丈が低い品種ほどトウモロコシの生育を阻害しなかった。ただし、過度に低い品種では再生が不良であった。
2. 2番刈の収量は、その草丈と茎数に比例したことから、トウモロコシの収量を高くし、かつ、1番刈と2番刈の合計収量も高くするには、ソルガムは一定の草丈が必要であると考えられた。
3. ソルガムの紫斑点病への罹病性は品種によりかなり差があった。
4. ソルガムの倒伏に対する抵抗性は品種により差が見られた。

#### 結 言

飼料作物生産におけるトウモロコシとソルガムの混播栽培は、昭和40年代以前は、鳥害や虫害等トウモロコシの欠株による収量減を補うことや倒伏を軽減する等、トウモロコシの生育・収量を補完するような使い方が一部でなされていた。

昭和50年代になり、乳牛飼養の多頭化、通年サイレージ方式、粗飼料生産の機械化等の波及と相まり、かつ、従来のトウモロコシに比べ、格段に倒伏に強いトウモロコシの普及及び栽培技術の開発・普及により、トウモロコシは府県における中心的な飼料作物となっていくた。すなわち、従来は5月中旬頃に播種していたものを、それより早まきの4月下旬頃とし、収穫も台風が来る前

の8月中に終了してしまう。しかも、刈り取りは従来の刈り倒して予乾する方法から、立毛状態のものを熟期を進めて水分を低下させダイレクトに刈り取るという、機械収穫に合った方法となり、それ以前の手作業を主体としたサイレージ調製から大幅な省力化が図られた。

倒伏しないこと、機械収穫での能率が高いこと、かつ収量も高く、良いサイレージができること等から、従来にも増して基幹作物となり、その有利性を発揮した。

一方、夏作としてのトウモロコシが定着した反面で、この前後に作る作物に対しての試行錯誤が始まった。トウモロコシの刈り取りが終了する8月中・下旬から播種が始まる4月中～下旬までの間で何が良いのか、8月末～9月上旬に播種し12月頃に刈り取る秋作エンバクや、9月末から10月末に播種し4月に収穫を終え、畑に残根が少なく、その後の再生も弱い極早生イタリアンライグラスの栽培等での検討が行われたが、切り替えの期間が短いこと、4月の収穫は雨が多いこと、残根が播種作業に影響する等、必ずしも適当ではなかった。

そこに出てきたものがトウモロコシとソルガムの混播

\*1 元嶺岡乳牛試験場 \*2 現(社)千葉県畜産協会

\*3 現千葉県農業大学校

平成15年8月29日受付

栽培<sup>1-3)</sup>であった。

これは、ソルガムが再生する特徴をうまく使ったもので、トウモロコシは普通に収穫し、そのあとをソルガムを使って有効に収穫しようとするものである。前述の昭和40年代の混播に対する考え方とはまったく異なっており、前記のトウモロコシの作付体系上の問題点を踏まえた新たな発想での使い方であった。

すなわち、トウモロコシの播種と同時に同一の畦にソルガムを播種し、一番刈りはトウモロコシを収穫し、2番刈りはソルガムの再生を収穫するもので、一度の播種で2回の収穫ができること、撒き直しの手間が無いことから省力的であり、かつ、撒き直しに比べ生育が安定している<sup>4, 9)</sup>等、その有利性から栽培面積は増加していた。

しかし、この方法の限界や要点も明らかになってきた。すなわち、再生のソルガムが収穫できる温度が得られるような暖地や温暖地域<sup>9)</sup>であることがまず必要である。トウモロコシの収量を犠牲にすることなく、それを普通に収穫することを基本としていることから、刈り取り後のソルガムの再生がまともに生育するだけの気温条件があることが必要条件となるので、おのずと地域的な限定がある。

一方で、混播栽培について、具体的に、播種時期、1番刈の時期、組み合わせるトウモロコシとソルガムの品種等、これらを明らかにすることは、この方法をより有利に生かす上で必要なことであり、これらの点は種々検討<sup>4, 5, 7)</sup>され、その結果、播種時期としてはトウモロコシの適期とし、特に、遅くならないようにすること、ソルガムの再生には13℃以上の温度で500℃以上、実用的には600℃の有効積算温度が必要であること、そのためには、本県の場合、県南部では8月中旬までに刈ること、県北

部では8月上旬までに刈ることが必要であるとした<sup>8)</sup>。

ただし、ソルガムの品種についての検討は必ずしも十分ではなく、組み合わせるソルガムの品種によっては、1番刈でソルガムの混ざり具合が多すぎる等の問題も出てきており、本来のトウモロコシを十分に取るということから離れてしまうことにもなっていた。

トウモロコシの品種については、かなり詳しくその特性が検討されており、相対熟度によりおおよその見当がつき、刈り取り時期も決まってくる。このことから、当地では、ほぼRM120日程度の品種が、気候条件を十分生かした上での収量性の点から実際的となる。これに比べ、ソルガムは、多数の品種が、早生から晩生、草丈の低いものから高いもの等、巾広くあり、トウモロコシに比べ特性がつかみにくい。この中から、目的とする品種を選び、より有利な組み合わせを検討することは有益なことである。

トウモロコシの生育を妨げず、1番刈り取り後は速やかに再生し、病気や倒伏にも強く、収量性が高いものを選び出すために、平成9年～平成12年まで4年間試験を実施した。

## 材料及び方法

### 1. 供試圃場、試験期間及び気象条件

試験に使用した圃場は、千葉県の南部、鴨川市横尾地先の水田転換畑で、用排水路の整備された、1枚が20a (80m×25m) のもので、この中に後述の試験区を設置した。

試験期間は平成9年～平成12年の4年間。

気象条件は、当圃場から4km程離れ、標高も150m程高い丸山町大井地先での観測結果を表1に示した。

表1 試験期間の気象条件

年	平均気温*℃													年間 降雨量 mm
	4月			5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月			年間	
	上旬	中旬	下旬						上旬	中旬	下旬			
9	13.3	11.0	13.1	16.4	19.8	23.6	24.6	21.7	16.4	12.4	13.3	13.2	14.6	1,559
10	10.4	16.1	16.9	17.6	19.7	23.2	25.1	22.5	19.1	15.3	12.5	9.7	15.1	2,167
11	9.9	12.7	13.9	16.4	19.8	23.2	25.6	24.2	17.9	13.4	12.0	10.3	14.7	1,784
12	9.6	11.1	12.1	15.7	19.4	25.2	25.5	23.1	17.6	14.8	12.5	10.8	14.4	2,021

\* (最高気温+最低気温)÷2  
試験地より4km程離れた場所での観測値

表2 供試品種

	H9	H10	H11	H12
トウモロコシ	P3352 (RM118日)	P32K61 (RM122日)	同左	同左
ソルガム	NS30A FS305 FS403 FS501 FS5 GS401 KCS104 KCS105	NS30A 葉月 FS403 FS501 FS5 GS401 KCS104 KCS105	NS30A 高消化ソルゴ <sup>®</sup> - FS306 FS501 FS5 GS401 KCS104 KCS105	NS30A NS-A-300 FS306 FS501 FS5 GS408 KCS104 KCS105

年平均気温は14.4℃～15.1℃であった。

## 2. 供試品種

試験に用いた品種を表2に示した。トウモロコシは、前述のとおり、当地域で普通の収量を得るには相対熟度120日程度の品種が望ましいことから、平成9年はP3352（相対熟度118日）を、それ以降の3年間はP32K61（相対熟度122日）を用いた。

ソルガムは、子実型、兼用型及びソルゴー型ソルガムに属する品種<sup>9)</sup>で、各年とも混播に適合すると考えられる草丈が中程度前後のもの8品種を選定し用いた。

## 3. 耕種概要

各年の耕種概要は表3に示したとおりである。畦巾65cmの条播とし、トウモロコシは株間20cmの1本立（栽植密度約7,700本/10a）、ソルガムは同一畦に10a当たり1年目は1.5kg、2年目以降は2.0kgの種子を条播した。

表3 耕種概要

	H9	H10	H11	H12
トウモロコシ 畦巾×株間 cm cm	65×20	同左	同左	同左
ソルガム播種量 kg/10a	1.5	2.0	2.0	2.0
化成肥料施用量 kg/10a	基肥・追肥とも 3要素で各10	同左	同左	同左
播種月、日	4.22	4.20	4.22	4.19
刈取月、日	1番	8.11	8.11	8.6
	2番	11.18	11.16	11.5
石灰施用量kg/10a	50	同左	同左	—
堆肥施用量t/10a	10	同左	同左	同左

注) 追肥は1番刈取後施用

施肥量は、いずれの年も、基肥として10a当たり堆肥を10tと化学肥料を3要素で各10kg、追肥として1番刈後に化学肥料を3要素で各10kg施用した。

播種は4月19日～22日の間に実施した。

1番の刈り取りはトウモロコシの黄熟期を目安とし、結果として8月2日～11日の間であった。2番の刈り取りはソルガムの生育が停止した時期を目安とし、結果として11月5日～18日の間であった。

## 4. 試験区面積及び反復数

反復数は3とした。各品種ごとの供試面積は、反復の両側は1.95m（3畦）×3.6m、内側は1.95m（3畦）×3.0mとした。

## 5. 調査方法

基本的に、各処理プロット（1.95m×3.0あるいは3.6m）3畦の中心の1畦について、そのなかの1mを刈り取り、その重量及びトウモロコシとソルガムの割合等を測定し、この材料を65℃の通風乾燥機で乾燥し、乾物率を求め、この両者より乾物収量及びソルガムの割合等を求めた。

## 結果及び考察

### 1. ソルガムの品種の違いによる生育状況

トウモロコシとソルガムの混播栽培のねらいは、緒言で記したとおりであり、1番刈は極力トウモロコシの割合が多いことが好ましい。

本試験の4年間の結果は表4に示すとおりであり、1番刈の乾物収量中トウモロコシの割合は47%～99%を示し、用いたソルガムの品種や年によりその割合が異なった。

この点について、混播したソルガムの1番刈時の草丈との関係を図1に示したが、ソルガムの草丈が低いものほどトウモロコシの収量割合が高い傾向を示した。さらに、その時点でのソルガムの個体数（茎数）を加味して、草丈と畦1mのソルガムの本数を積算したものと関係を見てみると、図2のとおりであり、一層高い関係を示した。すなわち、ソルガムの草丈や

表4 混播したソルガムの品種の違いによる1番刈時のトウモロコシの収量割合

単位：DM中%

品種名	実 施 年				平均
	H9	H10	H11	H12	
NS30A	87	70	62	80	75
FS501	92	81	69	90	83
FS5	96	68	51	79	74
KCS104	95	62	73	84	79
KCS105	94	47	77	84	76
GS401	99	83	89	—	—
FS403	93	80	—	—	—
FS306	—	—	69	78	—
GS408	—	—	—	85	—
FS305	94	—	—	—	—
葉月	—	79	—	—	—
高消化ソルゴー	—	—	82	—	—
NS-A-300	—	—	—	93	—

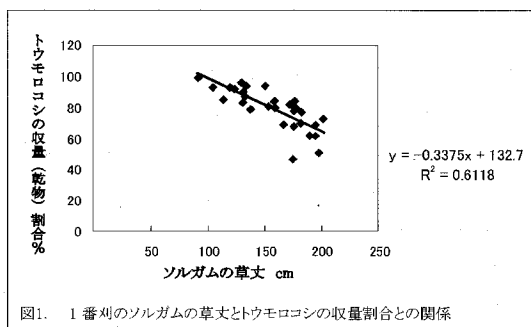


図1. 1番刈のソルガムの草丈とトウモロコシの収量割合との関係

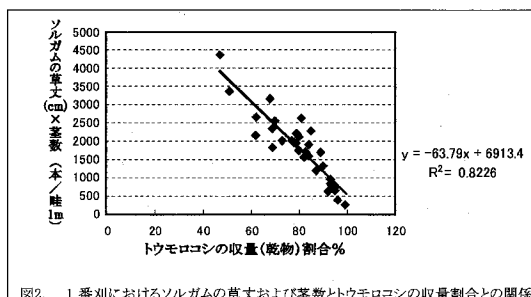


図2. 1番刈におけるソルガムの草丈および茎数とトウモロコシの収量割合との関係

表5 2番刈のソルガムの生育状況

品種名	実 施 年			
	H9	H10	H11	H12
NS30A	248-11-140	204-10-89	287-14-166	260-11-147
FS501	260-10-122	178-12-89	275-10-138	253-8-100
FS5	264-8-101	210-17-140	256-21-201	253-13-143
KCS104	272-11-124	216-15-135	294-12-133	288-10-146
KCS105	271-13-159	196-16-130	273-13-153	260-13-163
GS401	199-13-132	193-10-102	243-16-157	—
FS403	236-9-104	203-11-91	—	—
FS306	—	—	276-15-170	270-9-123
GS408	—	—	—	200-8-80
FS305	291-9-125	—	—	—
葉月	—	173-13-91	—	—
高消化ソルガム <sup>o</sup>	—	—	230-11-105	—
NS-A-300	—	—	—	186-3-44

注) 下記のような順で記載した。  
刈取時草丈 (cm)-刈取時茎数 (畦1mの本数)-乾物収量 (kg/a)

生育密度が低い程トウモロコシの収量割合は高くなった。

これらの点から、トウモロコシとの混播でソルガムの品種に求められるものとしては、草丈が低いことであると考えられる。草丈が高くなる品種ほど、また、密度が高いほどトウモロコシの生育を阻害する割合が高くなるものと考えられる。ただし、過度に草丈が低いものは、トウモロコシに被覆されてしまい、個体数が減少するとともに、刈り取り後の再生も不良で、2番刈の収量がかなり低くなってしまふ(表5)ことから、そのような品種ではソルガムを混播する意味が薄れてしまふ。

具体的に、平成12年に供試したNS-A-300は、1番刈時の草丈は105cm(表6)、生育途中での観察でも100cm程度であるが、再生後の茎数は畦1m当たり3本(表7)と他の品種に比べ1/3~1/4とかなり少なく、乾物収量も同様に1/2~1/3程度とかなり低くなってしまった(表5)。

このことは、品種による固有のものであるかどうかは、本試験の内容からは明らかではないが、トウモロコシとの草丈の差が大きいと、1番の生育がかなり抑えられ、それにより再生のための貯蔵養分の蓄積<sup>10)</sup>が十分に行われず、その結果再生力が弱くなったのではないかと考えられる。

NS-A-300に次いで草丈の低いGS408(1番刈時草丈114cm)、GS401(同92~131cm)、及びFS305(同134cm)については、その再生収量は、それぞれ10a当たり乾物で800kg、1,300kg、1,250kgで、最も収量の多かったKCS105と比較すると、それぞれ49%、88%、79%を示した。また、1番刈りに占めるトウモロコシの収量割合は、それぞれ85%、90%、94%を示しており、GS408で再生収量が低い傾向を示したものの、他の2品種については実用上問題のない収量であると考えられる。

用いるトウモロコシの草丈との関係で、実用的な再

表6 ソルガムの品種別1番刈時のトウモロコシとソルガムの草丈 (cm)

品種名	H9	H10	H11	H12
NS30A	239	250	224	258
	133	182	195	159
FS501	227	262	223	267
	124	154	167	132
FS5	227	254	240	269
	130	176	198	178
KCS104	244	240	247	266
	132	190	202	177
KCS105	252	247	243	275
	151	175	183	159
GS401	251	247	216	—
	92	131	131	—
FS403	237	259	—	—
	120	177	—	—
FS306	—	—	241	263
	—	—	195	176
GS408	—	—	—	271
	—	—	—	114
FS305	254	—	—	—
	134	—	—	—
葉月	—	237	—	—
高消化ソルガム <sup>o</sup>	—	—	239	—
NS-A-300	—	—	172	276
				105

注) 上段がトウモロコシ、下段がソルガム

表7 ソルガムの茎数の推移(平成12年)

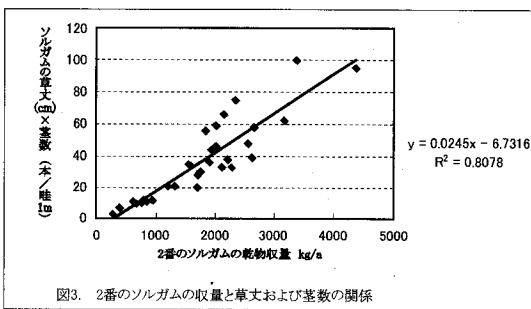
品種名	調 査 月 日						
	5.19	6.7	8.2	8.4	8.17	9.29	11.8
NS30A	22	19	11	12	40	13	11
FS501	33	28	10	11	21	11	8
FS5	27	24	11	9	35	15	13
KCS104	29	25	9	10	37	13	10
KCS105	32	28	12	13	34	15	13
FS306	37	33	11	15	29	14	9
GS408	35	33	20	22	23	12	8
NS-A-300	26	23	9	10	4	3	3

注) 4月19日播種。8月2日に1番刈取。11月8日に2番刈取。いずれも畦の長さ1mの本数。

表8 乾物収量

単位：kg/a

品種名	9年			10年			11年			12年			平均		
	1番	2番	計	1番	2番	計	1番	2番	計	1番	2番	計	1番	2番	計
NS30A	175	140	315	156	89	245	185	166	351	167	147	314	171	136	306
FS501	153	122	275	195	89	284	172	138	310	199	100	299	180	112	292
FS5	181	101	282	202	140	342	207	201	408	202	143	345	198	146	344
KCS104	190	124	314	154	135	289	209	133	342	202	146	348	189	135	324
KCS105	196	159	355	181	130	311	197	153	350	230	163	393	201	151	352
GS401	214	132	346	168	102	270	182	157	339	—	—	—	—	—	—
FS403	160	104	264	167	91	258	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FS306	—	—	—	—	—	—	244	170	414	197	123	320	—	—	—
GS408	—	—	—	—	—	—	—	—	—	221	80	301	—	—	—
FS305	219	125	344	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
葉月	—	—	—	178	91	269	—	—	—	—	—	—	—	—	—
高消化ソルガム	—	—	—	—	—	—	193	105	298	—	—	—	—	—	—
NS-A-300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	186	44	230	—	—	—



生収量が得られるような、適度な草丈のソルガムを選ぶことが大切であると考えられる。

なお、ソルガムの生育密度については、本試験では、直接は検討していないが、それが低いほうがトウモロコシの生育に影響を及ぼさないと考えられる。これについては、ソルガムの播種量とも関係していることから、その点の配慮も重要であり、混播に適切な量を播種することが大切である。

この点に関して、本試験で用いた品種の範囲での結果では、10 a 当たり2kg程度は、トウモロコシの生育を阻害することも少なく、かつ、再生収量を確保する上からも必要と考えられた。

2. 1番刈と2番刈の合計の収量

図3に、2番刈のソルガムの収量と、その草丈及び密度との関係を示した。

2番刈の収量は、草丈が高く、密度も高いほど高くなることを示している。

ただし、1番でトウモロコシの生育をさほど阻害せず、かつ1番刈と2番刈の合計収量が高いことも必要なことである。この点に関して表8に合計収量を、表9にトウモロコシの収量を示した。

4年間供試したソルガムの5品種の中では、4年間の平均でKCS105が最も高い収量を示した。この品種は、4年間の平均で1番も2番も最も高い値を示しており、また、トウモロコシの収量も5品種の中で最も高い値を示している。次いで高い収量を示したのはFS5であった。この品種についても、4年間の平均で

表9 乾物収量(トウモロコシ)

単位：kg/a

品種名	9年	10年	11年	12年	平均
NS30A	154	108	119	137	130
FS501	142	156	116	178	148
FS5	174	140	107	159	145
KCS104	180	96	150	168	149
KCS105	186	86	151	194	154
GS401	211	140	162	—	—
FS403	149	134	—	—	—
FS306	—	—	169	153	—
GS408	—	—	—	188	—
FS305	207	—	—	—	—
葉月	—	140	—	—	—
高消化ソルガム	—	—	158	—	—
NS-A-300	—	—	—	174	—

1番、2番ともKCS105に次いで高い値を示した。

これら品種における1番刈時のトウモロコシの収量割合は、4年間の平均でKCS105は76% (47~94%)、FS5は74% (51~96%)であった。ただし、試験実施年によりかなりの差があったが、これらは、年によるソルガムの播種量や生育時期の気温の違いが影響したものと考えられ、これらの要因にソルガムの生育がかなり影響されていることが伺えるが、それらは別途検討する必要があるが、平均的なものとして図1と図2に示したようなことで、ソルガムの草丈と密度がトウモロコシの生育に影響しているものと考えられる。

いずれにしても、全体の収量を高めることと、トウモロコシの収量割合を高めることは、裏腹であることから、混播栽培に何を求めるか(トウモロコシの収量割合を高くするのか、2番刈を含めた全体の収量を高くするのか、全体もトウモロコシもある程度の収量を確保するのか)によって、混播するソルガムの品種選定も変わってくると考えられる。

表10 再生ソルガムの病気の発生程度及び耐倒伏性

品種名	H10		H11		H12	
	病気の発生程度	耐倒伏性	病気の発生程度	耐倒伏性	病気の発生程度	耐倒伏性
NS30A	中	弱	中	弱	中	弱
FS501	中	強	中	弱	中	強
FS5	無	強	無	中～強	無	強
KCS104	無	強	無	弱	無	強
KCS105	少	強	中	強	中	強
GS401	中	弱	少	弱		
FS403	中	弱				
FS306			無	弱	中	弱
GS408					中	強
葉月	多	中				
高消化ソルガム			少	弱		
NS-A-300					多	強

注) 病気は紫斑点病

### 3. 耐病性、耐倒伏性

病気や倒伏はトウモロコシにおいては、ほとんど問題にならなかった。

ソルガムにおいて紫斑点病と倒伏がみられた。特に再生のソルガムでその影響が大きかった。品種別の結果を表10に示したが、紫斑点病に対してはFS5とKCS104が強く、耐倒伏性はFS5とKCS105が最も強かった。

これらのことから、再生のソルガムの生産の安定を図るために、病気や倒伏に強い品種を選ぶことも大切である。

## 文 献

- 1) 草地試験研究成績・計画概要集 I 育種、栽培 (1986): 草435(1)－草435(2)、草436(1)－草436(2)、443-444、草地試験場資料No.60-6
- 2) 草地試験研究成績・計画概要集 II 飼料生産・利用 (1987): 417-418、草423-草424 草地試験場資料No.61-5
- 3) 同上(1988): 377-378、393-394 草地試験場資料No.62-10
- 4) 昭和61年度 試験成績書(1988): 136-138 千葉県嶺岡乳牛試験場
- 5) 昭和62年度 試験成績書 (1989): 52-72 千葉県嶺岡乳牛試験場
- 6) 草地管理指標－飼料作物生産利用技術編－ 農林水産省生産局(2001): 1
- 7) 昭和63年度 試験成績書(1990): 千葉県嶺岡乳牛試験場
- 8) 平成12年度 試験研究成果発表会資料(2001): 29-34 千葉県
- 9) 牧草・飼料作物の品種解説 日本飼料作物種子協会 (1999): 133-140
- 10) 畑作物の飼料利用 (トウモロコシおよびソルガムの生産増強) に関する研究(1967): 308-310 農林水産技術会議事務局