

高冷地におけるソルガム栽培に関する研究

—生育・収量からみた栽培可能性の検討—

南 峰夫・春日重光*・滝沢康孝*

信州大学農学部 作物・育種学研究室

Sorghum cultivation in highland

—Comparison of growth and yield in highland with those in right land—

Mineo MINAMI, Sigemitsu KASUGA, and Yasutaka TAKIZAWA

緒 論

ソルガムは飼料作物として、多収で再生力に優れ、機械化栽培が可能であり、青刈にもサイレージにも利用出来ることから、トウモロコシに次ぐ飼料作物になっている。現在約3万7千haに作付けされているが、青刈利用が主であったために、再生力を生かして多収が得られる西南暖地を中心に栽培されてきた。しかし、近年サイレージ調製技術の研究が進み、特に栄養水準の高い糊熟期刈りのホールクロップサイレージの有利性が認められるにつれて、比較的冷涼でソルガムの再生力を利用できず、栽培が不利とされてきた地域における糊熟期1回刈り栽培が増加している。長野県においても筆者らが育成した中生中稈ホールクロップサイレージ用品種『スズホ』が高冷地を除く県下全域で奨励品種として普及されている。しかし熱帯原産で暖地性作物とされてきたソルガムについては高冷地における栽培の可能性がこれまで全く検討されていない。そこで高冷地の野辺山において栽培し、栽培適地である塩尻での生育・収量と比較することにより、高冷地でのソルガム栽培の可能性を検討した。

実験材料及び方法

高冷地の長野県南佐久郡南牧村に位置する信州大学農学部附属野辺山農場（標高1351m，年平均気温6.8°C）において、短稈子実型（1-7，9，10），中稈子実サイレージ兼用型（8，11-13），長稈ソルゴー型（14-18）を含む純系品種4，育成一代雑種2，輸入市販品種12の計18品種を供試して栽培試験を行った（第1表）。1985年6月15日にうね幅75cm，株間8cm（1667株/a）で播種し，間引き後1株1本立てとした。施肥量はN：12.0，P₂O₅：12.0，K₂O：9.0kg/10aで，Nは半量を追肥とした。生育及び収量調査は10月2日に行い，各区25株を収穫し，生草ならびに乾物収量を測定した。また長野県畜産試験場において公定法により飼料成分の分析を行った。これらの結果を塩尻市（標高710m，年平均気温10.7°C）の農林水産省指定ソルガム育種試験地における栽培試験結果（1980-83年長野県中

* 長野県畜産試験場 草地飼料部

信農業試験場, 1984-85年長野県畜産試験場) と比較し, 高冷地でのソルガム栽培の可能性について生育・収量から検討した。塩尻における栽培方法は播種日が5月中下旬である以外は栽植密度, 施肥量等野辺山と同様である。

実 験 結 果

1 生育及び出穂

供試各品種とも発芽は良好で, 病虫害の発生, 倒伏はなく, 生育は順調であった。8月下旬から出穂が始まったが, 100%出穂したのは7品種だけで, 全く出穂しない品種が3品種あり, 出穂開花した品種も全く登熟しなかった。これは野辺山の冷涼気候下において生育に必要な積算温度が不足したためと考えられる。品種の早晩性と出穂率の関係をみるために, 塩尻(1983年)での出穂期まで日数と野辺山での出穂率の関係を第1図Bに示した。図から明らかなように, 出穂期まで日数が86日までの品種は100%出穂したのに対し, それ以上の品種では出穂率と負の相関を示し, 晩生品種ほど出穂率が低く, 97日以上品種では出穂しなかった。この結果からは低温による出穂遅延反応の品種間差異, または純系品種とF₁品種との差異は明らかでなかった。次に生育について稈長(草丈)と穂長でみると, 稈長(草丈)は短稈子実型品種の94cm(1)から長稈ソルゴー型品種の290cm(16, 17)までの, 穂長は18~26cmの品種間差異が認められた(第1表)。これを塩尻での生育と比較すると,

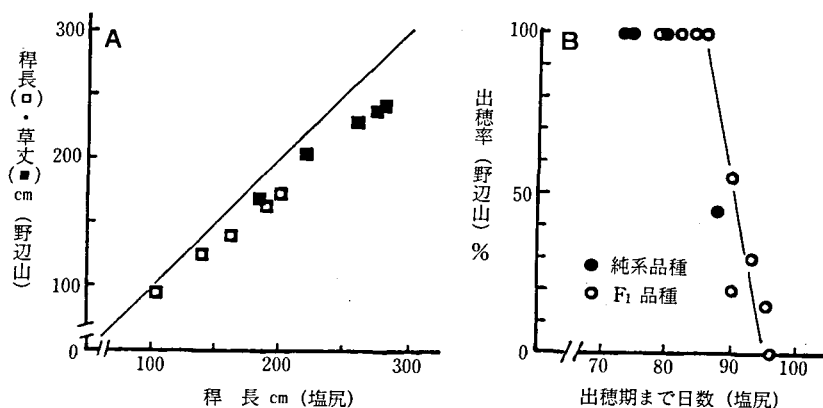
第1表 供試品種とその生育

試験番号	品 種 名	由 来	稈 長 ¹⁾ (cm)	穂 長 (cm)	稈 径 (mm)	出穂率 (%)
1	長品130 ²⁾ Reliance	純系品種	94	23	13	100
2	長品238 矮恢(1)	〃	95	18	9	100
3	GS401	輸入F ₁ 品種	124	26	13	100
4	DN-E7	〃	141*	—	18	15
5	BR-48	〃	133*	—	20	55
6	長品1 黒穂2号	純系品種	173	22	10	100
7	長品168 千斤白	〃	167*	—	13	45
8	スズホ	育成F ₁ 品種	204*	—	20	100
9	NS30A	輸入F ₁ 品種	142	24	15	100
10	FS401R	〃	164	23	14	100
11	P956	〃	228*	—	17	20
12	FS4	〃	238*	—	19	30
13	P947	〃	245*	—	18	0
14	P988	〃	260*	—	13	68
15	梗交458号	育成F ₁ 品種	275*	—	18	0
16	FS902	輸入F ₁ 品種	290*	—	17	0
17	P931	〃	290*	—	14	80
18	NS30F	〃	263*	—	17	—

1) 未出穂及び出穂不十分な系統(*)は草丈

2) 長野県畜産試験場品種保存番号

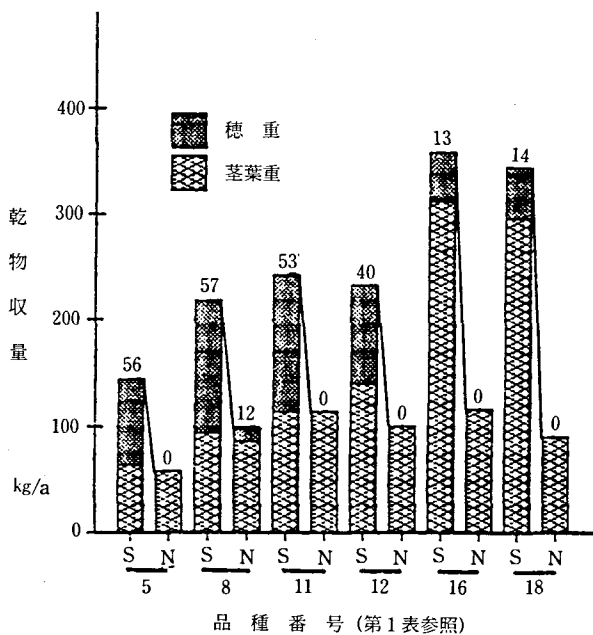
稈長は6~25cm、穂長は0~3cm短かく、長稈品種ほど短くなった。一方、未出穂の品種は草丈で比較したにもかかわらず、塩尻の稈長よりも短く、出穂にともなう起きる節間伸長が生じていないために、出穂した品種よりもさらに生育は劣っていた(第1図A)。



第1図 野辺山と塩尻における生育(A)・出穂(B)の比較
(塩尻：中信農試1983年5月23日播種)

2 収量

生草収量は119(2)~756kg/a(16)の大きな品種間差が認められ、F₁品種の収量が純系品種(1, 2, 6, 7)より明らかに多収であり、また両品種群内では早生短稈の子実型品種より晩生長稈のソルゴー型品種が多収であった。乾物収量についても同様な傾向がみられたが、一般的に早生品種の乾物率は晩生品種より高かったので、品種間の差は29(2)~116kg/a(16)と生草収量の場合より小さくなった。また同熟期の品種間でも乾物率に差が認められる場合があり、生草収量と乾物収量の順位は必ずしも一致しなかった(第2表)。乾物中の穂重割合は0~22%であったが、収穫期の熟度は最も進んだ品種でも着粒初めで全く登熟しておらず、子実としての飼料価値はなく、実質的には茎葉と同じと考えるべきであろう。乾物収量についても生育と同様に塩尻(1985年)と比較すると(第2図)、野辺山の収量はいずれの品種も塩尻の半分以下であり、塩尻で多収な晩生長稈品種ほど減収率が大きかった。しかし、絶対値では晩生長稈ソルゴー型品種のFS902(16)が最多収となり、平均的には兼用型品種が高い収量であった。これを穂と茎葉にわけてみると、野辺山では穂重は0か最大でも塩尻の10%以下で、この分がそっくり減収となり、穂重割合の大きな短稈子実型品種(5)ほど影響が大きかった。しかし、茎葉では子実型~兼用型品種(5, 8, 11)は両地で差が認められないのに対し、兼用型~ソルゴー型品種(12, 16, 18)では野辺山での減収が認められ、特に晩生長稈ソルゴー型品種(16, 18)で著しく認められた。これは前述したように晩生品種では出穂にともなう稈の伸長が生じていないためであろう。以上のような子実と茎葉での減収が相乗した結果として晩生長稈品種ほど減収率が大きくなっていた。



第2図 野辺山(N)と塩尻(S)における乾物収量と穂重割合

• 図中の数字は穂重割合

(塩尻：長野県畜試1985年5月17日播種)

第2表 収量及び収穫時熟度

試験番号	生草収量 (kg/a)			乾物収量 (kg/a)			乾物率 (%)			収穫時熟度 (10月2日)
	茎葉	穂	計	茎葉	穂	計	茎葉	穂	計	
1	153	28	181	31.4	8.7	40.1	20.5	30.9	22.2	着粒極初～開花終
2	103	16	119	24.3	4.3	28.6	23.6	26.9	24.0	開花揃
3	268	43	311	57.6	13.1	70.7	21.5	30.4	22.7	開花揃～開花終
4	443	0	443	78.0	0	78.0	17.6	—	17.6	出穂始15%
5	392	0	392	57.6	0	57.6	14.7	—	14.7	出穂期55%
6	223	33	256	61.3	10.5	71.8	27.5	31.9	28.0	開花揃
7	264	0	264	53.6	0	53.6	20.3	—	20.3	出穂始45%
8	487	57	544	86.7	12.1	98.8	17.8	21.3	18.2	出穂揃
9	351	44	395	62.5	12.1	74.6	17.8	27.5	18.9	開花中～終期
10	413	44	457	74.3	12.3	86.6	18.0	27.9	18.9	開花中～終期
11	612	0	612	113.2	0	113.2	18.5	—	18.5	出穂始20%
12	723	0	723	100.5	0	100.5	13.9	—	13.9	出穂始30%
13	499	0	499	89.3	0	89.3	17.9	—	17.9	止葉揃
14	521	0	521	85.4	0	85.4	16.4	—	16.4	出穂期～開花始
15	647	0	647	92.5	0	92.5	14.3	—	14.3	止葉未抽出
16	756	0	756	116.4	0	116.4	15.4	—	15.4	止葉揃～一部出穂
17	441	45	486	92.6	10.7	103.3	21.0	23.8	21.3	出穂揃～一部開花
18	568	0	568	89.7	0	89.7	15.8	—	15.8	出穂揃～一部開花

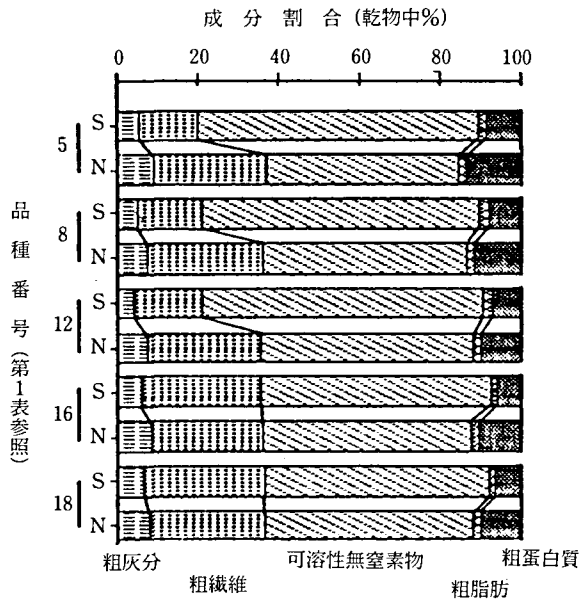
3 飼料成分

飼料成分の分析結果を第3表に示す。各成分の割合は品種間で若干の変動が認められるが、一定の傾向はみられなかった。これらの収穫時のステージは出穂期前後であり、サイレージ用の収穫適期である糊熟期よりかなり早く、登熟穂を含まないので成分割合が異なると考えられる。そこで、塩尻（1984年）において糊熟期に収穫したものと成分を比較した（第3図）。野辺山の収穫物は全品種に共通して、粗蛋白質、粗灰分の割合の増大と可溶性無窒素物の割合の低下が認められた。しかし、子実型（5）、兼用型（8、12）品種では粗繊維の著しい増加と粗脂肪の減少が認められたのに対し、ソルゴー型品種（16、18）では塩尻とほとんど差がみられなかった。これは糊熟期における乾物中の穂重割合の品種間差によるもので（第2図）、穂重割合がわずかに10数パーセントと少ないソルゴー型品種は、糊熟期においても粗繊維割合が高く、粗脂肪の割合が低いため、穂重割合の減少による飼料成分への影響が小さいためと考えられる。

以上の変化は乾物率の低下とともに、サイレージ調製用原料としての品質が塩尻に比べて劣ること、その程度は子実型（5）、兼用型品種（8、12）が大きく、ソルゴー型品種（16、18）は小さいことを示していた。

第3表 飼料成分分析

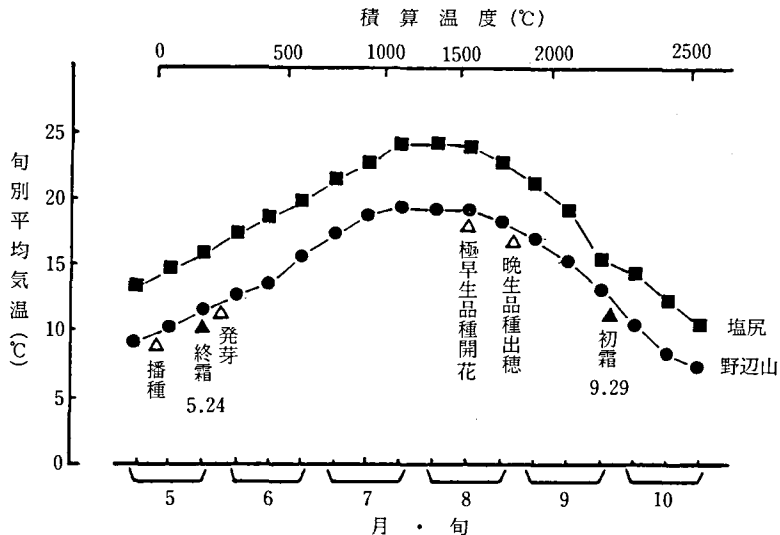
試験番号	水分含量 (%)	成 分 (乾 物 中 %)				
		粗蛋白質	粗脂肪	可溶性 無窒素物	粗繊維	粗灰分
1	79.2	13.4	2.0	51.4	26.5	6.8
2	77.1	13.0	2.2	53.2	25.7	6.0
3	78.5	9.9	1.8	55.6	25.8	7.0
4	83.3	12.6	2.8	50.1	26.6	7.9
5	86.0	13.6	2.1	47.5	27.7	9.2
6	73.3	9.5	1.5	54.8	29.2	5.0
7	80.7	10.5	2.0	52.4	28.8	6.3
8	82.6	11.4	2.0	50.4	28.7	7.4
9	82.0	10.6	1.6	54.1	27.2	6.4
10	82.0	10.8	1.5	54.2	27.5	6.1
11	82.4	10.3	1.8	52.5	28.5	6.8
12	86.8	10.0	1.8	52.9	27.8	7.6
13	82.8	10.0	2.1	52.6	27.8	7.5
14	84.3	9.2	1.6	52.2	29.3	7.7
15	86.4	10.0	2.5	52.0	27.1	8.5
16	85.4	10.7	1.8	51.3	27.8	8.4
17	79.7	10.9	1.7	51.2	29.8	6.4
18	85.0	10.1	1.8	51.6	28.2	8.2



第3図 野辺山(N)と塩尻(S)における飼料成分の比較
(塩尻：長野県畜試1984年糊熟期収穫)

考 察

野辺山におけるソルガムの生育・収量および飼料成分を塩尻での栽培結果と比較すると、すべてに劣り、特に乾物収量は塩尻の半分以下となり、暖地性作物であるソルガムの高冷地での栽培は低標高地帯より明らかに不利であった(第2図)。しかし、乾物収量では110kg/aを越す品種があり、これは野辺山において現在栽培されているトウモロコシの早生品種の乾物収量にほぼ匹敵しており、高冷地における自給飼料作物としてのソルガム栽培の可能性は十分あるものと考えられる。本実験では塩尻における慣行播種期の5月中旬の気温と等しくなる6月15日に播種したが、野辺山における低収量の原因は生育期間(積算温度)の不足によるものであった。したがって収量を向上するには、可能な限り早播きし、生育期間を延長することが必要と考えられる。野辺山における平均無霜期間は5月25日~9月28日であり、5月中旬の平均気温10°Cでのソルガム発芽日数は約20日であるので、5月10日頃に播種すると発芽期は6月初めとなり、晩霜の危険もほとんどなく、無霜期間を最大限利用できる。この間の単純積算気温は2290°Cとなるので、これまでの栽培試験結果(中信農試1980-83)から積算温度にもとずいて各熟期品種の生育・収量を検討すると(第4図)、早生品種の播種から成熟期までの積算温度は2400~2600°Cであり、野辺山においても糊熟期まで達すると予想される。野辺山と平均、最高、最低気温の推移が極く近似している北海道十勝において、極早生品種MM52を用いた播種期試験の結果、早播きほど茎葉乾物収量、子実収量とも高く、5月20日播きで、高温年には成熟期に、平温年でも糊熟期に達したことが報告されている(長谷川1982)。したがって、極早生品種を早播きすることで穂重を確保し、収量



第4図 野辺山における旬別平均気温の推移と積算気温による生育ステージの予測

だけでなく品質的にも優れたものを生産できる可能性がある。しかし、それ以上の積算気温を要する品種では穂重の増加はあまり期待できず、特に晩生品種では出穂までに1700~1800°Cを要し、8月下旬以後の出穂となり、全く登熟せず穂収量はゼロに近いであろう。ところが、第2図の早生~中生品種(5~12)にみられるように、出穂した品種は塩尻と差のない乾物茎葉重を生産しているため、晩生品種(16, 18)においても出穂にともなう稈の伸長により、塩尻と同じか、それに近い茎葉収量を得られるとすると、乾物収量の絶対値は最大となる。さらに前述したように品質低下の程度も小さい。したがって、これらのことを総合すると、高冷地でのソルガム栽培では、可能な限り早播きを行い、品種には8月半ばまでに出穂し、初霜までに糊熟期に達する極早生子実型品種を用い、栄養成分としての多収を図るか、8月末までに出穂する長稈ソルゴー型を用い、茎葉乾物収量の多収を狙うことが有利であろう。ただし、極早生子実型品種を使用する場合には多収を図るためにも、また低温による障害型、あるいは遅延型冷害による不稔が発生した場合に茎葉乾物重で補うためにも、密植栽培をするべきである。一方、播種期が遅れた場合には、早生から中生の中稈兼用型品種(8, 11, 12)を使用するのが良いであろう。

以上は単純積算温度にもとづいて検討してきたが、生育の有効温度範囲には品種間差があり、下限温度は早生品種の8°Cから晩生品種の15°Cまでの変異がある(南ら 未発表)。したがって、以上述べたことを実証的に検討するなかで、低温下での発芽性、初期生育、登熟性などの品種間差異を明らかにしていくことが今後の課題である。

摘 要

1. 高冷地における自給飼料作物としてのソルガム導入の可能性を検討するために、早生から晩生までの異なる草型のソルガム18品種を供試して、野辺山(標高1351m, 年平均気温

6.8°C)において栽培を行い、ソルガム育種試験地のある塩尻市(標高710m,年平均気温10.7°C)の栽培結果と比較した。

2. 生育・収量とも野辺山は劣り、乾物収量は塩尻の半分以下であった。また、飼料成分の品質も低下していた。しかし、110kg/a以上の乾物収量の品種があり、高冷地におけるソルガム栽培の可能性が認められた。

3. 野辺山での低収量の原因は生育期間の不足であり、収量を向上するためには無霜期間を最大限利用する5月10日頃の早播きが有利と考えられた。この場合、積算気温と各熟期品種の到達熟度及び乾物収量構成から検討すると、長稈ソルゴー型品種による茎葉乾物収量の多収か、極早生子実型品種を用いた密植栽培で登熟穂と茎葉による栄養成分の多収を図るのが有利と考えられた。

文 献

- 1) 附属農場気象資料 1980 信州大学農学部農場報告1:148-165
- 2) 長谷川寿保 1982 北海道十勝地方における品種の早晚性別作期と収量
研究成果139:12-13 農林水産技術会議事務局
- 3) 氷高信雄 1982 グレインソルガムの出穂及び開花について 中国近畿農研 63
- 4) _____ 檀上隆信 1982 グレインソルガムの開花, 受粉, 不稔に及ぼす温度の影響
中国近畿農研 63
- 5) 飯田克巳 1984 飼料作物の作付体系と輪作 畜産の研究 38:33-38
- 6) 望月 昇 1978 ソルガムの品種解説 草その情報 14:23-28
- 7) ソルガム育種試験成績書 1980-1983 長野県中信農業試験場
1984-1985 長野県畜産試験場
- 8) Stephens, J. C., et al. Anthesis, pollination, and fertilization in sorghum.
J. Agr. Res. 49:123-136
- 9) 滝沢康孝 1982 播種期による品種の生育反応
研究成果139:51-53 農林水産技術会議事務局
- 10) _____ 1983 ソルガムの新品種「スズホ」 農業技術38:550-552