

青刈ソルガム新品種‘グリーンエース’の育成について

中川 仁・前田光裕・土居嘉明・松浦正宏*・勝場善之助・遠藤健志**

キーワード：品種育成，一代雑種，細胞質雄性不稔，*Sorghum bicolor* (L.) Moench, *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf., ソルガム

近年，わが国の畜産は牛肉の輸入自由化をはじめとする外圧が高まり，国内でも産地間競争が強まるなど畜産農家の経営環境は厳しくなっている。広島県においても，肉用牛の価格の低下は畜産農家の経営を圧迫している。このような状況の中，経営の安定化を図るためには，まず第一に自給粗飼料を低コストで安定的に確保することが重要である。ソルガムは優れた再生力と分けつ性により高い乾物生産能力を有する代表的な長大型夏作物である。この能力を最大限に利用することによって自給粗飼料のコスト低減が可能となり，畜産農家の経営安定に役立つと考えられる。このため，既存品種より収量性の優れた品種の育成を育種目標として育種を進めてきた。

我が国で栽培されているソルガム品種は，グレインソルガム (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) × グレインソルガムあるいはソルゴーの組み合わせで育成されるソルゴー型品種とグレインソルガム × スーダングラス (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) の組み合わせで育成されるスーダン型品種に大きく分類することができ，いずれの場合も顕著に現れるヘテロシス効果を最大限に利用している^{3,5,9)}。また，種子親に細胞質雄性不稔系統を用いることによって交配の簡易化と一代雑種品種の大量増殖を可能にしている。

平成6年度，わが国のソルガムの総栽培面積は37,700 haであり，広島県は597haと前年度よりも約100ha減少している⁸⁾。最近のソルガムの利用動向はサイレージ用を目的とした，分けつ数が少なく，稈径の太いソルゴー型品種が中心になってきているが，肉用牛飼育農家を中心に青刈利用も依然として広く行われている。このことから，分けつ数が多く稈径の細いスーダン型ソルガムの需

要も多い。広島農技セで育成したソルゴー型ソルガム品種には，1975年に登録された‘ヒロミドリ’があり⁶⁾，一方，スーダン型ソルガム品種には，1971年に登録された‘センダチ’²⁾と1991年に登録された‘グリーンホープ’⁴⁾がある。しかし，スーダン型ソルガム両品種は共に早生であり，給与体系の上で他の熟期のものが必要であるとの観点から，中生品種の育成を進めてきた。

本報告では，今回育成した中生スーダン型ソルガム品種‘グリーンエース’の育成経過と特性について記述する。

1. 育種方法及び育成経過

1) 育種目標と育種方法

育種目標は「暖地，温暖地におけるスーダン型ソルガムの中生の品種で，収量性および耐病，耐倒伏性の向上」と設定して交配と選抜を行った。

育種方法はグレインソルガムの細胞質雄性不稔系統を種子親とし，スーダングラス系統を花粉親とした単交雑による一代雑種育種法を用い，スーダングラス系統は導入系統からの純系選抜によって育成した系統を用いた。

2) 育成経過

グリーンエースの育成経過を Fig.1 に示した。この品種の種子親は細胞質雄性不稔系統の378Aで，花粉親はスーダングラスの自殖系統2098-2-4-4である。1985年にこの交配を行い（交配番号60-11），1986年に組合せ選定試験を行った結果，供試品種の中では乾物収量が最も高く，標準品種のセンダチの約2倍であった。1987年に行った生産力検定予備試験（広交90号）においても多収であったことから有望と認められたので，1988年「中国交31号」の系統名を付した。1989年から1992年まで育成地で生産力検定試験を行うと共に，鹿児島県農業試験場大隅支場，長崎県畜産試験場，香川県畜産試験場，愛知県農業総合試験場及び神奈川県畜産試験場において系統適応性検定試験を，岩手県立農業試験場ですす紋病抵抗性検定試験

* : 現 農林水産省草地試験場

** : 現 廿日市地域農業改良普及センター広島支所
平成7年2月20日受理

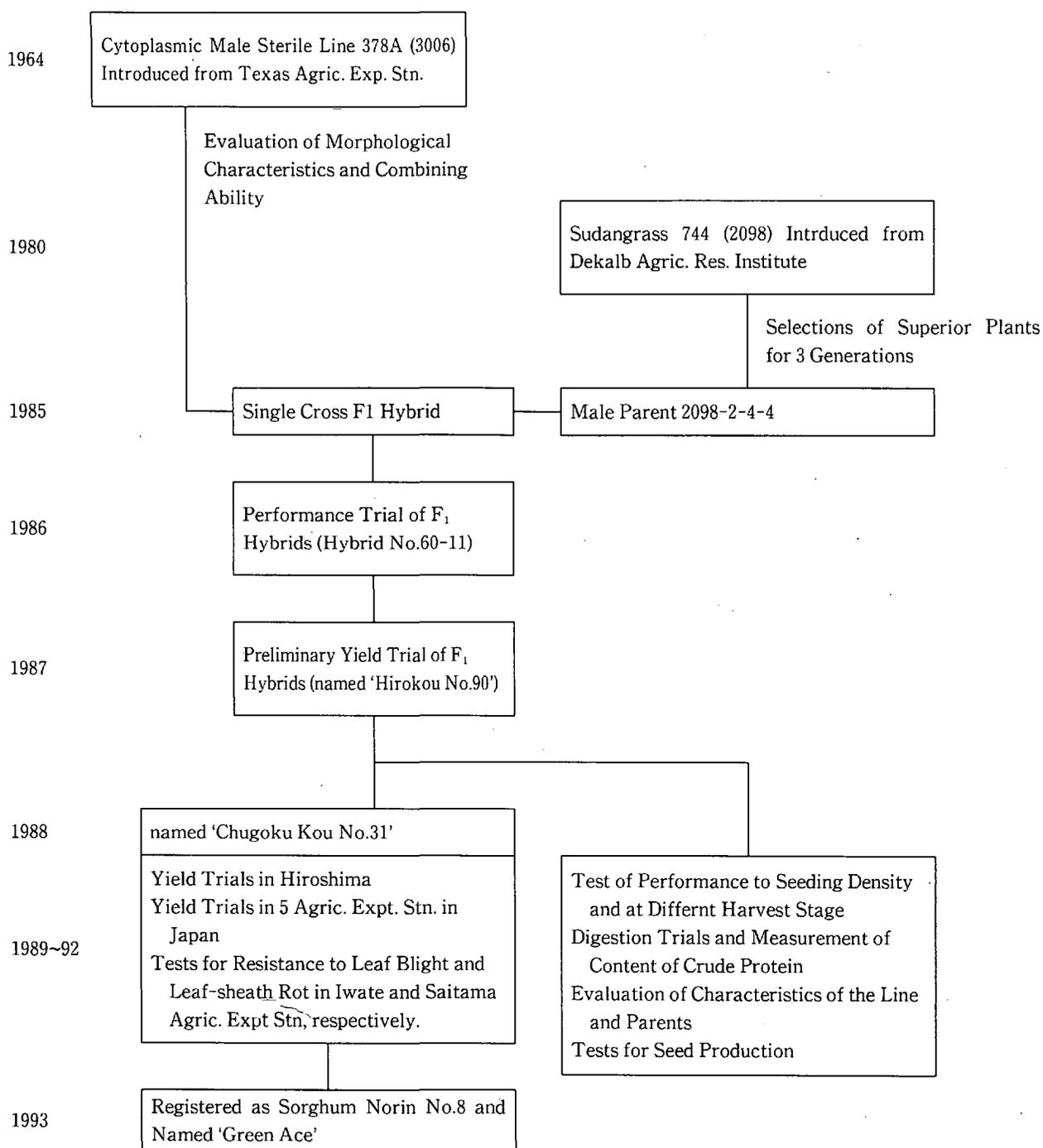


Fig.1 Schematic representation of breeding 'Green Ace' sorghum.

を、埼玉県農業試験場で紋枯病抵抗性検定試験を行った。さらに、1991年と1992年に育成地で播種密度試験、生育ステージ別刈取試験、採種試験、形態的特性調査、飼料成分分析及びセルラーゼによる消化試験を行った。また、長野県畜産試験場と広島県立畜産試験場で品種比較試験を行い、農林水産省家畜改良センター熊本牧場、長野県畜産試験場及び育成地で両親系統の出穂特性調査を行った。これらの試験の結果、既存の品種と比較して収量性、耐病性、耐倒伏性に優れており、広域適応性を備えていることから、1993年6月、ソルガム農林交8号として農

林登録された。

2. 両親の導入、育成及び特性

種子親の378A（広島農技センター保存番号3006）は1964年にアメリカ合衆国テキサス農業試験場（Texas Agricultural Experiment Station）から導入したグレイソルガムの細胞質雄性不稔系統である。

1) 花粉親育成

花粉親の2098-2-4-4は、1980年にアメリカ合衆国ネブラスカ州デカルブ農業研究所（Dekalb Agricultural

Research Institute) より導入したスーダングラス744 (保存番号2098) から純系分離法により育成した系統である。その育成経過は次のとおりである。1982年にスーダングラス91品種・系統の特性調査を行い、再生力、耐病性、草型などから交配親として有望な744を含む15品種・系統を選定採種した。744は護穎の色から3系統(2098-1~3)に分系した。1983年にすす紋病抵抗性、出穂性、稈の乾汁性等により1系統10個体(2098-2-1~10)を選抜した。1984年に生育の良否、出穂性、耐病性、再生の良否等から6系統(2098-2-4-1~6)を選抜した。1985年にほぼ形質が固定していることを確認し、以後、組合せ能力の検定や特性調査を行い、2098-2-4-4を一般組合せ能力の高い有望な花粉親系統として選定した。

2) 両親の形態的特性

この両親の形態的特性を Table 1 に、穂の写真を Fig.2 に示した。グリーンホープの両親⁴⁾と比較すると、種子親の378Aの稈長は122cmでグリーンホープの種子親となったグレイソルガム細胞質雄性不稔系統のP.E.601546Aよりもやや長く、穂長は23cmとやや短い。稈の乾汁性は同様に汁性で、穂型、粒着の度合い及び千粒重は差がない。花粉親の2098-2-4-4の稈長は244cmで、グリーンホープの花粉親のグリーンリーフよりも60cm程度長い長稈の系統である。穂長も41cmで、グリーンリーフよりも長い、穂型や草型などの形態的特性は大差がない。一方、稈の乾汁性はグリーンリーフとは異なり乾性である。乾性の遺伝子は汁性に対して優性であることから¹⁾、その雑種であるグリーンエースは乾性である。

3) 両親の出穂期について

ソルガム品種の採種における採種量は、両親の出穂期が一致するか否かによって大きく左右される。そのため、広島農技セにおいて3年間にわたり、グリーンエースの両親を5月上旬、5月下旬及び6月上旬の3段階で播種して出穂日数の差を調査した (Table 2)。スーダン型ソルガム品種の採種は、スーダングラスの主茎が出穂した後に分けつ茎が連続して出穂することから、花粉供給量を多くするために花粉親となるスーダングラスが種子親のグレイソルガムよりもやや早く出穂することが採種に適している⁹⁾。5月上旬播種の場合は、いずれの年も花粉親が3日から8日種子親よりも早く出穂し、理想的と考えられる。5月下旬播種の場合は、いずれの年もほぼ同日に出穂しているので問題はない。しかし、6月上旬播種の場合、1992年は種子親が5日早く出穂したことから安定した採種は困難と考えられる。以上より、広島農技セでは両親の出穂期からみて5月が播種適期である。また、1988年から1992年まで5年間にわたって、グリーンエースの大量種子増殖の候補地である熊本県と長野県での出穂調査を、家畜改良センター熊本牧場と長野県畜産試験場で行った。その結果、熊本では1988年のみ種子親が早く出穂した以外は問題はなく、やや冷涼で、スーダングラスの生育が遅れ気味となる長野でも5月下旬から6月下旬までの播種で問題はなく、黒ビニールマルチ処理も有効であった。

また、種子親とその維持系統すなわち378Aと378Bの出穂期はほぼ完全に一致する。

Table 1 Morphological characteristics of a female and a male parent of Green Ace.

Line	Culm Length (cm)	Panicle Length (cm)	Tiller Number	Leaf Number of Main Culm	Juciness of Culm	Panicle Shape	Density of Spikelet	1000 Kernel Weight(g)
378A	124	23	1.3	19.2	Jucy	Cylindrical	Compact	25.0
2098-2-4-4	244	41	7.8	14.3	Dry	Conic	Sparse	14.8

Table 2 Heading date of a female and a male parent of Green Ace seeded in early May, late May, and early June for 3 years in Hiroshima.

Seeded Date	1988			1989				1992			
	♀ Date	♂ Date	♀-♂ ¹⁾ Days	Seeded Date	♀ Date	♂ Date	♀-♂ ¹⁾ Days	Seeded Date	♀ Date	♂ Date	♀-♂ ¹⁾ Days
May 9	Aug. 5	Aug. 2	3	May 9	Aug. 2	July 25	8	May 11	Aug. 1	July 26	6
May 23	Aug. 7	Aug. 8	-1	May 23	Aug. 6	Aug. 3	3	May 29	Aug. 19	Aug. 19	0
June 7	Aug. 16	Aug. 16	0	June 5	Aug. 17	Aug. 12	5	June 18	Sep. 5	Sep. 10	-5

1) ♀:378A; ♂:2098-2-4-4; ♀-♂:(Days from seeding to heading in 378A)-(Days from seeding to heading in 2098-2-4-4)

3. グリーンエースの特性

グリーンエースの特性調査に際しては、標準品種として、スーダン型ソルガムの中で代表的な多収品種であり、出穂期に近いP988(雪印種苗)、SS206(雪印種苗、スイートソルゴー)及びSX17(カネコ種苗、スダックス316)を供試した。生産力検定試験、系統適応性検定試験、特性検定試験は1989年から1992年の4年間実施した。また、比較的気温が低い長野畜試、広島畜試の協力で品種比較試験を行い、育成地で個体植えによる特性調査試験、播種密度試験、生育ステージ別刈取試験、採種試験、飼料成分分析及び消化試験を行った。耕種概要は、系統適応性検定試験場所間で若干異なるが、播種日を5月上旬とし、耕起時に苦土石灰を10kg/a施用し、施肥量は通常、基肥並びに梅雨明け後と刈取り後の追肥合計でN、P₂O₅、K₂O 各々3.2kg、2.0kg、3.2kg/aとした。各試験の調査方法はソルガム系統適応性検定試験実施要領に準じた。なお、必要に応じて試験方法と供試品種を記述した。

1) 出穂特性と個体植えによる形態的特性

(1) 出穂特性

広島農技セにおいて、1991年6月28日に播種したグリーンエースと比較品種の出穂日をTable 3に示した。グリーンエースの出穂期は、早生のP988より6日遅く、SS206より10日遅い中生である。また、2番草の刈取時

Table 3 Heading Date of Green Ace, SS206, and P988 seeded on May 28, 1991 in Hiroshima.

Line	Heading Date
Green Ace	Aug. 12
SS206	Aug. 2
P988	Aug. 6

の生育ステージのP988との差は1番草のそれより小さくなった。

日長処理装置(世代短縮温室)を用いて調査した温度と日長に対するグリーンエースと比較品種の出穂反応をTable 4に示した。日長処理は2段階で、短日区は明期-暗期を12時間-12時間、標準区として明期-暗期を14時間-10時間とした。一方、温度処理は特に行わず、5月8日播種区を低温条件区にし、6月28日播種区を高温条件区とした。日長処理間の差を見ると、SS206は大きな差ではないが低温・短日条件下で5日出穂が早くなり、高温・短日条件下で6日遅くなった。また、P988は、温度に関係なく、短日区がやや遅くなった。一方、グリーンエースは低温条件区、高温条件区ともに差がなく、日長感性が低いことがわかった。また、同一日長下で温度処理間の差を見ると、グリーンエースは他の系統とともに高温でやや出穂が早まることがわかった。

(2) 個体植えによる形態的特性

畦間60cm、株間20cmの個体植え、乱塊法2反復、各区3個体について1994年に調査したグリーンエースと他のスーダン型品種の形態的特性をTable 5に、出穂期の草姿をFig.3に示した。干ばつのために個体間差が大きい試験であったが、グリーンエースは稈長が約290cmでP988やSS206よりも約40cm長く、また、グリーンホープよりも20cm、センダチよりも70cm長い、極長稈であった。穂長は33cmでグリーンホープよりも有意に約5cm短かったが、逆にSS206とP988よりは有意に6cm長く、スーダン型品種の中では長い系統に属した。穂型は通常のスーダン型品種と同様に円錐型で粒着密度は疎である(Fig.2)。稈径でも有意差が認められ、グリーンエースは18mmでSS206よりも3mm、P988よりも4mm太く、スーダン型品種の中では最も太い。分けつ数はグリーンホー

Table 4 The effects of day length and temperature on the heading date of Green Ace, SS206, and P988 investigated in a day length controlling greenhouse in 1991.

Line	Days from Seeding to Heading						Difference of the Days	
	12-hour Day Length			14-hour Day Length			A-C	B-D
	Seeded on May 8(A) ¹⁾	Seeded on June 28(B) ¹⁾	B-A	Seeded on May 8(C) ¹⁾	Seeded on June 28(D) ¹⁾	D-C		
Green Ace	79	70	-9	79	70	-9	0	0
SS206	64	64	0	69	58	-11	-5	6
P988	73	70	-3	70	65	-5	3	5

1) A: days from the seeded date, May 8, to heading date, which means the plants grew under cooler condition than seeded on June 28 (B) and under the same short day length. C: days from the seeded date, May 8, to heading date, which means the plants grew under cooler condition than seeded on June 28 (B) and under the same long day length. Therefore, (B-A) means the effect of temperature on the heading of lines under short day length and (D-C), under long day length. (A-C) means the effect of short-day treatment on the lines under cooler conditions and (B-D), under warmer condition.

ブ以外の他品種よりもやや少ない傾向があり、稈の節数は他品種と差がなかった。また、第2葉の葉長は69cmで他品種と差がなかったが、葉幅はグリーンホープと同様に6cm以上あり、他品種よりも広がった。稈の乾汁性は乾性であり、汁性の他品種と大きく異なった。以上から、グリーンエースの出穂特性と形態的特性を要約すると、草丈が高く、穂や葉も大きく、分げつ数はやや少ないが稈が太い乾性の中生品種である。

2) 条播栽培による形態的特性と栽培特性

1989年から1992年までの4年間、広島農技セと系統適応性検定試験5場所において、5月上旬播種によるほぼ同一栽培条件下で行われた、条播栽培による特性の平均値を Table 6 に示した。グリーンエースの1番草の草丈は約290cmで、個体植えの場合と同様に、SS206とP988よりも30cm高かった。また、2番草の草丈も280cmで、やはり他品種よりも30cm高かった。稈径は1番草、

Table 5 Morphological Characteristics of Green Ace, SS206, P988, Green Hope, and Sendachi.

Characteristics	Green Ace	SS206	P988	Green Hope	Sendachi
Culm Length(cm)	287ns	242ns	243ns	265ns	213ns
Ear Length(cm)	33.1b	27.0c	27.4c	37.9a	24.7c
Panicle Sape	Conic	Conic	Conic	Conic	Conic
Density of Spikelet	Sparse	Sparse	Sparse	Sparse	Sparse
Culm Diameter(mm)	18.3a	15.3bc	14.3cd	16.4b	13.2d
Tiller Number	3.0ns	3.5ns	3.2ns	1.9ns	3.7ns
Node Number	12.5ns	11.2ns	11.2ns	10.4ns	10.5ns
Leaf Length(cm) ¹⁾	68.7ns	65.5ns	64.2ns	68.7ns	56.5ns
Leaf Width(cm) ¹⁾	6.1a	4.9c	5.8b	6.3a	4.9c
Juciness of Culm	Dry	Jucy	Jucy	Jucy	Jucy

Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan multiple range test.

1) The second leaf from the flag leaf.

Table 6 Plant height, culm diameter, stem number, seedling vigor, regrowth, resistance to diseases and aphid, tolerant to lodging, and dry matter percentage of Green Ace, SS206, and P988 averaged from the data of the yield trials cultivated in row in 8 agricultural experiment stations in different parts of Japan from 1989 to 1992.

Characteristics		Green Ace	SS206	P988
Plant Height (cm)	1st Harvest	286	257	258
	2nd Harvest	280	249	252
Culm Diameter (cm)	1st Harvest	12.5	10.7	10.7
	2nd Harvest	12.0	9.7	10.6
Culm Number (/m ²)	1st Harvest	37	39	38
	2nd Harvest	34	38	35
Seedling vigor ¹⁾		1.8	1.8	1.9
Regrowth ¹⁾		2.1	1.6	1.8
Leaf Blight ²⁾		3.8 (R)	9.6 (R)	6.5 (R)
Leaf-sheath Rot ³⁾		16.4 (MR)	24.6 (M)	19.6 (MR)
Aphid ⁴⁾		1.4	1.9	1.4
Lodging ⁴⁾		1.5	2.0	2.1
Dry Matter Percent	1st Harvest	17.4	17.6	17.6
	2nd Harvest	19.4	18.6	17.9

Data except for disease resistance were obtained from 6 agricultural experiment stations mentioned in Table 10.

1) Rating by observation(1=excellent,5=bad);

2) Index of infected leaf area measured in Iwate Prefectural Agricultural Experiment Station:R=resistance;

3) Index of infected area measured in Saitama Prefectural Agricultural Experiment Station: MR=somewhat resistance, M=medium;

4) Rating by observation (0=none, 5=occurred much)

2番草ともに12mm以上あり、他品種よりも2mm太かった。このように、栽培条件が異なっても、グリーンエースは他品種よりも草丈が高く、稈径が太いことが確認された。グリーンエースの倒伏程度は6段階の評点(無=0, 甚=5)で0.5程度他品種よりも低く、耐倒伏性がやや強いことが推察された。草丈が高いにもかかわらず、耐倒伏性を備えていることは特記すべき特性である。茎数は播種量によって変化するが、これら系適場所における一連の試験では品種間に差はなかった。初期生育に関しても品種間に差がなく、いずれの品種も良好であった。再生に関しては、問題のない程度であるが、グリーンエースが他品種よりも評点がわずかに低かった。1番草の乾物率は供試品種間に差がなかった。グリーンエースの出穂は他品種よりも遅れるので乾物率が低くなることが予想されたが、稈が乾性であることからこのような結果になったと考えられる。一方、グリーンエースの2番草の出穂は他品種との差が縮まるため、乾物率は他品種よりも高くなった。

アブラムシ発生程度はP988と同様で、SS206よりもやや発生が少なかった。

岩手農試で行われた、すす紋病 (leaf blight: *Exserohilium turcicum* (Passerini) Leonard & Suggs) に対する抵抗性検定試験の結果と埼玉農試で行われた、紋枯病 (leaf-sheath rot: *Rizoctonia solani* Kuhn) に対する抵抗性検定試験の結果を Table 6 に示した。すす紋病抵抗性は接種試験による罹病程度の評価から判断した。いずれの供試品種もすす紋病抵抗性は強であったが、グリー

ンエースはその罹病程度の数値が最も低く、抵抗性の高いことが明らかとなった。紋枯病抵抗性は接種試験による紋枯病病斑高率から推定した。グリーンエースの紋枯病抵抗性はP988と同様にやや強となり、SS206よりも抵抗性が高かった。

3) 粗蛋白含量及び消化率

グリーンエース、SX17及びP988を供試し、刈取ステージを早刈区(草丈約160cm)、止葉期刈区及び出穂期刈区の3水準としてステージ別粗蛋白含量を調査した。その結果を Table 7 に示した。刈取日は早刈区が7月2日、7月29日、8月27日の3回、止葉期刈区は7月24日、9月2日の2回、出穂期刈区は7月27日、9月16日の2回であった。粗蛋白含量はケルオート(三田村理研工業株式会社)を用いて測定した(窒素蛋白質換算係数=6.25)。全体的な傾向は、早刈区の粗蛋白含量が約15%と高いのに対して、出穂期刈区では約7%とその半分程度であり、止葉期刈区はその中間であった。早刈区を見ると、グリーンエースの粗蛋白含量はいずれの番草でもP988より高く、1番草では16%を越えた。各番草の平均を見るとグリーンエースとSX17は約15%でP988より1%高かった。止葉期刈区をみると、グリーンエースの粗蛋白含量は1番草で10%、2番草で11%となり、いずれも他の2品種より高く、平均値はP988より1.4%高く、SX17より0.9%高かった。出穂期刈区をみると、グリーンエースの粗蛋白含量は1番草7.6%、2番草6.7%で他の2品種よりやや高いものの大差はなかった。以上のように、グリーンエースの粗蛋白含量は刈取

Table 7 Percentage of crude protein in dry matter of Green Ace, SX17, and P988 harvested at different growing stages (%)

Line	Before Heading (Plant Height:160cm)				Boot Stage			Heading Stage		
	1st	2nd	3rd	Mean	1st	2nd	Mean	1st	2nd	Mean
Green Ace	16.0	13.6	15.1	14.9	9.9	11.0	10.5	7.6	6.7	7.2
SX17	15.6	14.7	14.8	15.0	9.1	10.1	9.6	7.7	6.0	6.9
P988	14.9	12.3	14.4	13.9	8.0	10.1	9.1	7.5	6.4	7.0

Measured by Kjeldhal method

Table 8 Digestibility of dry matter(%) of Green Ace, SX17, and P988 harvested at different growing stages.

Line	Before Heading (Plant Height:160cm)				Boot Stage			Heading Stage		
	1st	2nd	3rd	Mean	1st	2nd	Mean	1st	2nd	Mean
Green Ace	50.0	53.2	49.1	50.8	39.3	43.5	41.4	40.5	42.0	41.3
SX17	51.6	55.4	52.4	53.1	41.3	45.6	43.5	44.5	49.5	47.0
P988	50.7	54.8	50.2	51.9	40.1	42.4	41.3	43.7	49.0	46.4

Measured by one step cellulase method (1.0% cellulase shaken at 40°C for 6 hours).

ステージと番草の違いにもかかわらず、P988 よりも高く、その差は刈取時期が早まるほど大きくなった。

粗蛋白質含量の調査と同一のサンプルを供試して、ステージ別セルラーゼ分解率を調査した(Table 8)。早刈区をみると、グリーンエースのセルラーゼ分解率は1番草が50%、2番草が53%、3番草が50%で、いずれの番草もP988 よりわずかに低く、平均値で約1%低く、SX17より平均で2%低かった。止葉期刈の場合は1番草、2番草とも40%前後でP988 と差がなかったが、SX17より平均値で2%低かった。また、出穂期刈区では1番草が40%、2番草が42%でP988 より各々3%及び7%低くなった。以上のように、グリーンエースの消化率は早刈区と止葉期刈区においてはP988 と差が小さいが、出穂期刈区ではやや低くなり、また、SX17と比較すると低い。この原因として、グリーンエースの稈が乾性であることが考えられ、今後の解明が必要である。

4) 生産力及び播種密度と刈取時期の及ぼす影響

(1) 生産力検定試験における乾物収量

広島農技セにおける生産力検定試験(1989~1992年)で得た年次別の年間乾物収量を Table 9 に示した。4年間の気候条件は次のとおりであった。1989年はやや少日照で降雨量が多かったが、適当な降雨間隔で順調な生育を示した。1990年は降雨量は多かったが高温に推移した。1991年は降雨が多いために日照量が少なく、冷夏であった。1992年は空梅雨で気温が高かった。また、いずれの年も梅雨時の1番草の倒伏と台風による2番草の倒伏などの被害があった。

グリーンエースの乾物収量は、冷夏であった1991年を除いて200kg/a以上の多収を示し、試験期間を通じて他の2品種よりも高かった。1989年と1992年には品種間に有意差が認められ、グリーンエースは1989年にはP988 とSS206 より約50kg/aも収量が高くなり、1992年の干ばつ年には約250kg/aと超多収となり、SS206 より約40kg/a高かった。また、1991年も品種間に有意差が認め

られ、グリーンエースの乾物収量は190kg/aを越え、P988 より30kg/a、SS206 より60kg/a高く、冷夏でも生産力の高いことが示された。4年間の平均値を見ると、グリーンエースの乾物収量は215kg/aで、P988 より15%、SS206 より22%多収となった。

(2) 系統適応性試験等における各場所での乾物収量

系統適応生検定試験6場所と広島農技セにおける、グリーンエース、P988 及びSS206 の合計乾物収量の4年間の平均値を Table 10 に示した。グリーンエースは広島農技セにおいて、P988 に対して30kg/a、割合で15%多収であった。同様に、神奈川畜試で30kg/a、割合で19%多収、愛知農総試では18kg/a、割合で10%多収、香川畜試では14kg/a、割合で7%多収、鹿児島農試大隅支場では8kg/a、割合で5%多収及び長崎畜試では5kg/a、割合で2%多収であった。以上を平均すると、グリーンエースの乾物収量はP988 と比較して約10%、SS206 と比較して約13%多収であった。長野畜試と広島畜試において行われた1年間のみの栽培試験の結果を Table 11 に示した。両試験場は、系統適応性検定試験6場所と比較するとやや冷涼な気候で、互いに平均気温及び降水量が似ているが、全く相反する結果を示した。すなわち、長野畜試においてグリーンエースは他の場所と比較しても最大の乾物収量を示し、約290kg/aとなり、P988 より16%、SS206 より3%多収であった。一方、広島畜試においては、収量水準は系統適応性検定場所と同水準であったが、グリーンエースはP988 より10%、SS206 より6%収量が低い結果となった。長野畜試(塩尻)では広島畜試(庄原)よりも日照時間が長いことがその一因と考えられるが、今後の検討が必要である。また、鹿児島農試大隅支場での他の調査では、ソルガム品種全般に連作障害の現れた圃場における試験において、グリーンエースはその影響が低いことが示された。

このように、グリーンエースは関東以西の暖地、温暖地において広域適応性を備えており、また気象災害など

Table 9 Dry forage yield(kg/a) of Green Ace, SS206, P988 in yield trials in Hiroshima Prefectural Agriculture Research Center from 1989 to 1992

Line	Year				Mean
	1989	1990	1991	1992	
Green Ace	220(133)	200(108)	194(121)	248(105)	215.5(115)
SS206	169(102)	189(102)	136(85)	206(87)	175.0(94)
P988	165(100)	186(100)	160(100)	236(100)	186.8(100)
l.s.d.(5%)	20.5	n.s.	12.3	15.6	

Numbers in the parenthesis are ratio to the yield of P988.

Table 10 Mean dry forage yield(kg/a) of Green Ace, SS206, P988 in yield trials in 6 agricultural experiment stations in different parts of Japan from 1989 to 1992.

Line	Experiment Station ¹⁾						Mean
	Hiroshima	Kagoshima	Nagasaki	Kagawa	Aichi	Kanagawa	
Green Ace	216(115)	159(105) ³⁾	244(102)	197(107)	202(110)	187(119)	201(110)
SS206	165(88) ²⁾	150(100) ³⁾	229(96)	185(101)	182(99)	156(100)	178(97)
P988	186(100)	151(100) ³⁾	239(100)	183(100)	184(100)	157(100)	183(100)

Numbers in the parenthesis are ratio to the yield of P988.

1) Hiroshima: Hiroshima Prefectural Agriculture Research Center; Kagoshima: Kagoshima Prefectural Agricultural Experiment Station, Ohsumi Branch; Nagasaki: Nagasaki Prefectural Livestock Experiment Station; Kagawa: Kagawa Prefectural Livestock Experiment Station; Aichi: Aichi Prefectural Agricultural Experiment Station; Kanagawa: Kanagawa Prefectural Livestock Experiment Station

2) 1989~91 3)1989,91,92

Table 11 Dry forage yield(kg/a) of Green Ace, SS206, P988 in yield trials in 2 experiment stations situated in the cooler area of Japan

Line	Experiment Station ¹⁾	
	Nagano	Syoubara
Green Ace	288(116)	188(90)
SS206	279(113)	150(96)
P988	248(100)	151(100)

Numbers in the parenthesis are ratio to the yield of P988.

1) Nagano: Nagano Prefectural Livestock Experiment Station; Syoubara: Hiroshima Prefectural Livestock Experiment Station

に対しても耐性が強く、その結果、比較品種として用いた P988 と SS206 より多収である。

(3) 播種密度と刈取時期が乾物収量に及ぼす影響

広島農技セにおいて、グリーンエース、P988 及び SX17 を供試して、播種密度200 g/a (標準播種量)、150 g/a 及び100 g/a の3水準で栽培試験を行った結果を Table 12 に示した。グリーンエースと P988 の播種密度に対する反応が顕著であり、1, 2 番草ともに播種

量が通常播種量の200 g/a 区よりもその半分の100 g/a 区の方がやや乾物収量が高くなる結果となった。一方、SX17 は3水準間に大きな差はなく、播種量の多い方が収量がやや高くなる傾向が認められた。グリーンエースの苗立ち本数は、200 g/a 区が平均38本/m²、150 g/a 区が34本/m²及び100 g/a 区が26本/m²で、他の品種の苗立ち本数もほぼこれと同じであった。また、いずれの播種密度区でもグリーンエースは P988 や SX17 より乾物収量が高かった。以上から、乾物収量を最大にするためのスーダン型ソルガムの適播種量は、種子の発芽率が高ければ100~150 g/a であることが示唆され、グリーンエースが播種密度にかかわらず他品種よりも多収となることが示された。

先に示した早刈区 (草丈約160cm刈取り)、止葉期刈区及び出穂期刈区の3水準の生育ステージ別刈取試験での各々の乾物収量を Table 13 に示した。この試験における茎数は、いずれの刈取ステージにおいても他品種と大差はなかった。最終刈の日が異なるため厳密な比較はできないが、全体的な傾向は、早刈区は3回の刈り取りにもかかわらず3品種ともに100kg/a 以下と低収であり、出穂期刈区は3品種平均で約200kg/a とその2倍以上あつ

Table 12 First, 2nd, and total dry forage yield(kg/a) of Green Ace, SS206, and P988 cultivated with the different seeded rates.

Line	Seeded Rate								
	200g/a			150g/a			100g/a		
	1st	2nd	Total	1st	2nd	Total	1st	2nd	Total
Green Ace	104	112	216(111)	119	128	247(127)	127	126	253(117)
SX17	113	82	195(100)	100	72	173(89)	111	79	190(87)
P988	99	97	195(100)	99	96	194(100)	113	103	217(100)

Numbers in the parenthesis are ratio to the yield of P988.

た。グリーンエースは早刈区、止葉期刈及び出穂期刈のいずれも P988 や SX17 と比較して乾物収量が高く、刈取ステージが進むほど乾物収量が高くなった。この結果、グリーンエースは刈取時期にかかわらず他品種よりも多収となることが示された。前述のように、出穂期刈になるとグリーンエースの消化率が低下する傾向があるので利用の際にはこのことを考慮する必要がある。

4. 適地と利用法及び栽培上の注意事項

グリーンエースは関東以西、すなわち関東、東海、近畿、中国、四国及び九州地域の暖地、温暖地に広く適する品種である。やや冷涼な地域での検討は2場所だけで行われたが、相反する結果が得られており、今後さらに検討を加える必要がある。普及見込み面積は3,000haと

推定される。

この品種は、5月下旬までに播種すれば、暖地では出穂期刈で、温暖地では草丈160cm刈で3回の刈取りが可能である。栽培は各地域での慣行法でよい。いずれの播種期、いずれの刈取時期でも P988 より収量が高くなり、耐病性も備えており、栽培しやすい品種である。稈径が太いため、草丈が高くても倒伏に強いことも栽培上有利な特性である。また、青刈利用を目的として育成された品種であるが、サイレージ用品種としても有望であり、さらに、ソルゴー型品種よりは稈径が細いことから、今後の機械の改良によってロールペール方式を導入することも期待される。一方、刈取適期幅は広いが出穂期刈では消化率がやや低下するので、青刈給与の場合はこの点に留意する。

Table 13 First, 2nd, (3rd), and total dry forage yield(kg/a) of Green Ace, SX17, and P988 harvested at different growing stages.

Line	Before Heading (Plant Height:160cm)				Boot Stage			Heading Stage		
	1st	2nd	3rd	Mean	1st	2nd	Mean	1st	2nd	Mean
Green Ace	33	31	33	97(103)	104	88	192(103)	104	112	216(111)
SX17	30	24	22	76(81)	81	46	127(69)	113	82	195(100)
P988	31	32	31	94(100)	113	73	186(100)	99	97	195(100)

Numbers in the parenthesis are ratio to the yield of P988.

Table 14 Seed yield of Green Ace, its parental male sterile line and the maintainer, Green Hope, and Sendachi in separated seed-production fields or artificial crossing.

Line	Year	Seed yield (kg/a)	Method of Seed Production	1000 Kernel weight (g)
Green Ace	1991	19.3	Artificial ¹⁾	—
	1992(a) ²⁾	12.0	Field	23.3
	1992(b) ²⁾	11.8	Field	25.0
	Mean	11.9	—	24.2
Green Hope	1988	11.8	Field	—
	1990	11.1	Field	22.4
	Mean	11.5	—	22.4
Sendachi	1986	10.1	Field	22.0
378A (Male Sterile)	1991	18.2	Field	—
378B (Maintainer)	1991	29.9	Field	—

Proportion of rows for the female parent to male parent in the seed production fields were 4:1.

- 1) Artificial crossing was conducted by covering each female inflorescence and a male inflorescence with an embelope. The male stem was cut and put into a small vase stuck to a female stem.
- 2) Rows for the male parent in the test(a) were covered by a black plastic Sheet. When parental lines were seeded on May 13, 1992, the female parent and male parent in the test(a) headed on August 1, and July 23, respectively and the female and the male parent in the test(b) headed on July 31 and July 25, respectively.

5. グリーンエースの採種

試験年度は異なるが、ほぼ同一の条件で行ったグリーンエースとその両親、グリーンホープ及びセンダチの採種量を Table 14 に示した。栽培条件は、ジフィーポットに播種し、約3週間育苗した苗を畦幅60cm、株間20cmで移植した。畦数比は種子親：花粉親=4:1とした。隔離圃場における実用規模試験では、グリーンエースの採種量は約12kg/aであった。一方、花粉親の生育を促進するために行った黒ビニールマルチ試験の場合もほぼ同程度の採種量であった。マルチによって花粉親の分けつの生育促進は観察されたものの、採種量を増加させる効果は認められなかった。試験年度は異なるが、グリーンホープの採種量も12kg/a未滿、センダチも約10kg/aと同程度であることから、グリーンエースの採種量は他のスーダン型品種とほぼ同程度と推定された。一方、種子親の採種量は18.2kg/a、維持系統の採種量は29.9kg/aと多かった。グリーンエースの袋掛けによる採種においては種子親の採種量と同等であることから、スーダングラスの花粉量がグレイソルガムと比較すると少ないことがその原因と考えられる。花粉親であるスーダングラス系統の2098-2-4-4は開花期が一致しても、ばらついて出穂することがこの花粉量が少ない原因と考えられる。これは、グレイソルガム細胞質雄性不稔系統×スーダングラスの交配によって育成されるスーダン型ソルガム品種全体の問題としてとらえることができ、今後採種量を増加させるための栽培学的研究が必要である。

グリーンエースの種子の予備増殖は、1993年から家畜改良センター長野牧場で行われている。また、中国における海外採種も検討されている。

7. 命名の由来

緑濃く育ち、青刈ソルガムの切り札となるイメージを表す。

8. 育成従事者

中川 仁 (1992), 前田光裕 (1985-1992), 土居嘉明 (1985-1989, 1992), 松浦正宏 (1985-1991), 勝場善之助 (1991), 遠藤健志 (1990)。

摘 要

青刈ソルガム新品種グリーンエース (ソルガム農林交8号, 旧系統名中国交31号) の来歴と各種特性について紹介した。

1. グリーンエースはスーダン型ソルガム中生品種で、

細胞質雄性不稔系統の378Aを種子親(母親)とし、スーダングラスの自殖系統2098-2-4-4を花粉親とする単交配一代雑種である。

2. 本品種は、関東以西すなわち関東、東海、近畿、中国、四国及び九州地域の暖地、温暖地において広域適応性を持ち、安定的に200kg/a以上の乾物収量が得られる多収品種である。やや冷涼な地域では相反する結果が得られており、今後の検討が必要である。

3. 本品種の出穂期は5月下旬播種で8月12日ごろとなり、早生品種のP988よりも約6日遅い中生である。草型や穂型は通常のスーダン型品種と差はない。

4. 本品種の個体植えにおける稈長は280cm以上と長くなり、穂長も30cm以上と長い。また密植栽培でも草丈が高く、1, 2番草ともP988やSS206よりも約30cm高い。一方、個体植えでの稈径は18mmで、スーダン型品種の中では最も太い。そのため、稈長が長いにもかかわらず耐倒伏性を備えている。また、稈の乾汁性は乾性で汁性の他のスーダン型品種と異なる。葉長はやや長く、葉幅は広い。

5. 本品種の粗蛋白含量は、草丈160cmの早刈区の1番草では16%を越え、刈取ステージと番草にかかわらず、P988より高く、その差は刈り取り時期が早まるほど大きくなった。

6. 本品種のステージ別セルラーゼ分解率は約53%から40%で、早刈及び止葉期刈区ではP988と同じか、わずかに低くなり、出穂期刈区ではP988よりも1番草で3%, 2番草で7%低くなった。この原因はグリーンエースの稈が乾性であることが考えられ、今後の解明が必要である。

7. すず紋病と紋枯病に対する抵抗性は強い。また、他の供試品種と同様にアブラムシの発生は少ない。

8. 本品種は、200g/a, 150g/a及び100g/aの3水準の播種密度試験において、播種密度にかかわらず他の供試品種よりも多収となった。また、スーダン型ソルガム品種の適播種量は、圃場での種子の発芽率が高ければ100-150g/aであることが示唆された。生育ステージ別刈取試験において、本品種は他の供試品種と同様に刈取ステージが進むほど乾物収量が高くなり、いずれの刈取り時期においても他品種よりも多収となった。このように、本品種は、どのような作型でも比較品種よりも安定して多収となることから農家が利用しやすい品種といえる。ただ、刈取時期が進むと消化率が低下するので、青刈利用に際してはこれを考慮する必要がある。

9. 5月中旬に両親を播種するのであれば、広島においても、また家畜改良センターのある熊本と長野でも花粉

親が同時かやや早めに出穂し、採種に問題はない。畦数比を種子親：花粉親=4:1として隔離圃場で行った実用規模の試験における本品種の採種量は約12kg/aであり、他のスーダン型品種と同水準である。しかし、グレイソルガム同士の交雑となる雄性不稔系統の採種量と比べるとかなり低いことから、スーダングラスの花粉量が少ないことが考えられ、今後この原因を探る研究が必要である。

謝 辞

本成績をまとめるに当たり、系統適応性検定試験を行っていただいた鹿児島県農業試験場大隅支場、長崎県畜産試験場、香川県畜産試験場、愛知県農業総合試験場及び神奈川県畜産試験場の関係者各位に対して深甚の謝意を表す。特性検定試験を行っていただいた岩手県立農業試験場と埼玉県農業試験場、また出穂特性調査や品種比較試験をしていただいた農林水産省家畜改良センター熊本牧場、長野県畜産試験場及び広島県立畜産試験場の関係者各位に対して厚く謝意を表す。

本品種の育成上多大のご協力とご支援を頂いた広島県立農業技術センター生物工学研究所及び旧広島県立農業試験場作物部の研究員及び技術員各位に対して衷心より感謝の意を表す。

引用文献

1) AYYANGAR, G.N.R., M.A. AYYAR, and V.P. RAO:

1937. Linkage between purple leaf-sheath color and juciness of stalk in sorghum. Proc. Indian Acad. Sci. 5B:1-3.

2) 荒田 久・最上邦章・土居嘉明・樽本 勲・古土井悠・大出春之：1972. 青刈ソルガム新品種「センダチ」の育成について。広島農試報告。32:51-68.

3) 土居嘉明・最上邦章・古土井悠：1974. 細胞質雄性不稔系統を利用した青刈ソルガムの育種に関する研究第3報 本邦在来種を花粉親とする雑種の組合せ能力。広島農試報告。35:61-68.

4) 松浦正宏・前田光裕・土居嘉明・古土井悠・遠藤健志・三浦康男：1992. 青刈ソルガム新品種「グリーンホープ」の育成について。広島農技セ研報。55:17-28.

5) 最上邦章・土居嘉明・古土井悠・荒田 久：1974. 細胞質雄性不稔系統を利用した青刈ソルガムの育種に関する研究第1報雑種の生草収量に及ぼす花粉親及び種子親品種の効果。広島農試報告。33:47-55.

6) ————・—————・—————・—————・土屋隆生・樽本 勲：1975. 青刈ソルガム新品種「ヒロミドリ」の育成について。広島農試報告。36:97-110.

7) ————・—————・—————・土屋隆生：1980. 雑種ソルガムの採種における花粉供給のタイミングについて。広島農試報告。42:35-54.

8) 農林水産省経済局作物統計情報部：1994. 平成6年雑穀・飼肥料作物作付（栽培）面積。農林水産統計速報。6-257(生産-75):1-6.

9) 樽本 勲：1971. 青刈ソルガムの雑種強勢利用に関する育種学的研究。中国農試報告。A19:21-138.

A New Forage Sorghum Cultivar 'Green Ace'

Hitoshi NAKAGAWA, Mitsuhiro MAEDA, Yoshiaki DOI,
Masahiro MATSUURA, Zennosuke KATSUBA, and Takeshi ENDO

Summary

A new forage sorghum cultivar, Green Ace, was released and registered as 'Sorghum Norin 8' in 1992. Its major morphological and agronomical characteristics are summarized as follows:

1. Green Ace is an F₁ hybrid between a cytoplasmic male sterile sorghum line, 378A, and a selected sudangrass line, 2098-2-4-4.

2. Green Ace is more vigorous and gives higher yield than the other sorghum-sudangrass hybrid cultivars, P988 and SS206, in warmer area of Kanto, Toukai, Chugoku, Sikoku, and Kyushu of Japan. Its mean total dry yield of 2 or 3 harvests is ca. 200 kg/a and higher than the other cultivars by 10% or more.

3. Green Ace is early to mid-maturing and comes to heading around August 12 when it is seeded on the end of May.

4. Green Ace is tall and has thick and dry culms compared to the other sorghum-sudangrass hybrid cultivars. The culm length reaches 280 cm, longer than P988 by ca. 40 cm, the inflorescence length is 30 cm, longer than P988 by 4 cm, and the diameter of the culm is 18 mm, thicker than P988 by 4 mm, when it is separately planted in Hiroshima. When it was seeded in row, Green Ace is taller than P988 by 30 cm at the first and second harvest time. Although it is very tall, it is tolerant to lodging as the culm is thick. The leaves are wider than P988.

5. The content of crude protein in Green Ace is higher than P988 at the immature stage (160 cm high), at the boot stage, and at the heading stage. The highest percentage of crude protein is more than 16 % at the first harvest of the immature stage and the differences between Green Ace and the other cultivars are larger at the earlier stages.

6. The digestibility of the same samples for measuring the crude protein in Green Ace measured by the one-step cellulase method is same or lower than P988 and SS206. The values are from 40 to 53 % and significantly lower than the others by 3 to 7 % especially at the heading stage. The main reason is probably that the culm of Green Ace is dry and the others are juicy though we need further investigations to prove it.

7. Green Ace is resistant to leaf blight (*Exserohilum turcicum* (Passerini) Leonard & Suggs) and leaf-sheath rot (*Rizoctonia solani* Kuhn).

8. Green Ace is more productive than P988 and SS206 when the seeding density is either 200 g/a, 150 g/a, or 100 g/a. Through this experiment, the adequate seeding density for the highest yield in sorghum-sudangrass hybrid cultivars is from 100 to 150 g/a if the germination of the seed is high. Besides, the cultivar is more productive than P988 and SS206 when we harvest either 3 times at the immature stage, 2 times at the boot stage, or at the heading stage. The yield is higher as the stage proceeds. Agronomically, Green Ace is useful for the farmers because it is more productive than the other cultivars regardless of the seeding density and harvest time, resistant to the diseases, and tolerant to the lodging. As the digestibility at the heading stage of Green Ace becomes lower than the other cultivars, farmers should be careful when they use it.

9. Green Ace is productive and suitable widely to the warmer area of Japan. As we have two opposite results when they are cultivated at two places in cooler area, we need further experiments to elucidate whether it is suitable to cooler area.

10. When the parental lines of Green Ace are seeded in May, there is no problem for the seed production of Green Ace because the male parent flowers somewhat earlier than the female parent. The seed yield, however, is ca. 12 kg/a when the proportion of the female and male row numbers is 4:1. Though it is the ordinary seed yield of the cross between sorghum and sudangrass, the yield is the half of the cross between the male sterile line and the maintainer, that is the cross between 378A and 378B. This may be caused by the lower supply of pollens from sudangrass lines than from sorghums.

Key Words : New cultivar, Cytoplasmic male sterile, F₁ hybrid, Sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.

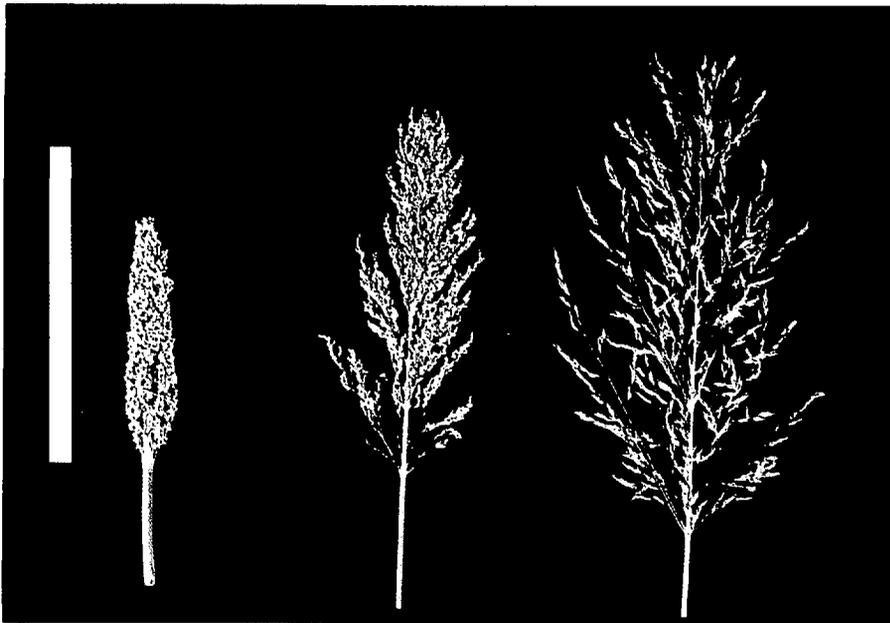


Fig. 2 Inflorescences of Green Ace (center), its female parent (378A: left), and its male parent(2098-2-4-4: right).
A scale bar indicates 30cm.



Fig. 3 Green Ace and some sorghum cultivars at flowering stage.
From the left to right (each cultivar has 2 rows), P988, SS206, Green Ace,
Green Hope, and Sendachi.
A pole indicates 2m.