

Development and Characteristics of New Inbred Line "Na71" of Silage Maize

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): Zea mays L., inbred line, dent, combining ability, southern leaf blight 作成者: 佐藤, 尚, 井上, 康昭, 門馬, 栄秀, 濃沼, 圭一, 加藤, 章夫, 村木, 正則, 伊東, 栄作, 黄川田, 智洋 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00002213

サイレージ用トウモロコシ一代雑種親自殖系統「Na71」の育成とその特性

佐藤尚・井上康昭^a・門馬榮秀^a・濃沼圭一^b・加藤章夫^c・村木正則^d・伊東栄作^b・黄川田智洋^b

農研機構畜産草地研究所 飼料作物研究領域, 那須塩原市, 329-2793

要 約

優良一代雑種品種を育成するための親自殖系統として「Na71」を育成し、2010年に品種登録出願した。

「Na71」は「Na7×Na23」を自殖したF₂集団を母材として育成された。1987年から育成を開始し、1995年にS₇世代となり、1996年に組合せ能力検定試験で有望と認められたことから、固定系統番号「Na71」を付した。

粒質は「デント」、早晚性は「やや晩生」に属する。ごま葉枯病抵抗性は「強」、すす紋病抵抗性は「強」、紋枯病抵抗性は「中」、黒穂病抵抗性は「強」である。稈長は「やや長」、着雌穂高は「やや高」、草型は「セミアップライト型」である。粒列数は14列で、採種量は30.0 kg/aである。プリント種との組合せ能力は平均的である。

「Na71」を種子親として、耐倒伏性、耐病性に優れる多収の単交配一代雑種品種「タカネフドウ」（とうもろこし農林交68号）が長野県野菜花き試験場（旧とうもろこし育種指定試験地）にて育成された。

キーワード：トウモロコシ、自殖系統、デント、組合せ能力、ごま葉枯病

緒 言

トウモロコシの栽培品種は、雑種強勢を利用した一代雑種、いわゆるF₁品種が主流であり、そのためには親系統として優秀な自殖系統が不可欠である¹⁾。わが国の公的育種機関のトウモロコシ育種では、米国デント種起源の自殖系統と日本在来フリント種起源の自殖系統との間で高い組合せ能力が発現することが明らかになっており、デント種×フリント種の組合せを基本としてF₁品種および自殖系統の育成を進めている²⁾。当初は米国等の公的機関で育成されたデント種自殖系統も利用していたが、それだけではわが国の気象条件に適応する優良F₁品種の育成は難しいことが認識され、現在ではデント種についても国産の自殖系統の利用が主流となっている。わが国の公的育種機関では、トウモロコシ育種の効率化を図るため1987年よりトウモロコシ育種単位の間で互いに育種素材や育成した自殖系統について交換

を進めており、各場所でのF₁品種育成に利用している。その結果、これまでに国産の自殖系統を用いたデント種×フリント種の組合せによるF₁品種として、「ナスホマレ」²⁾、「ゆめそだち」⁵⁾、「ゆめちから」⁹⁾、「タカネスター」²⁵⁾などが育成されている。

「Na71」はデント種の自殖系統で、日本在来カリビア型フリント種の自殖系統との組合せ能力が平均的で、ごま葉枯病などの耐病性についても実用レベルに達している。「Na71」を種子親とし、長野県野菜花き試験場（旧とうもろこし育種指定試験地）が日本在来カリビア型フリント種に属する集団「NF98」から育成した自殖系統「CHU68」¹⁷⁾を花粉親として、長野県野菜花き試験場が「タカネフドウ」（とうもろこし農林交68号）を育成したことにより、親系統としての能力が認められたため、「Na71」を品種登録出願した。そこで本稿では本品種の育成経過および特性の概要等を報告する。

2012年9月26日受付，2012年11月22日受理

^a 退職

^b 現 農研機構北海道農業研究センター

^c 現 京都府立大学

^d 現 農研機構九州沖縄農業研究センター

育成経過

早中生から中晩生の F₁ 品種の親としての利用に適し、ごま葉枯病抵抗性および組合せ能力に優れる系統の育成を育種目標とした。

「Na7」⁸⁾ を種子親とし、「Na23」¹⁾ を花粉親とした単交配を育種母材とした。「Na7」は米国パイオニア社育成の複交配品種「P3424」を母材として、草地試験場（現畜産草地研究所）が1988年に育成を完了した耐倒伏性とごま葉枯病抵抗性に優れるデント種の親自殖系統であり⁸⁾、1991年に品種登録が行われ（登録番号2690）、その後民間種苗会社育成の F₁ 品種の片親として利用された。「Na23」は「Oh43Ht×H84」の F₁ に「H84」を1回戻交配した集団を母材として、草地試験場が1988年に自殖・選抜を完了したごま葉枯病抵抗性および紋枯病抵抗性に優れるデント種の親自殖系統であり¹⁾、長野県中信農業試験場（現長野県野菜花き試験場）が育成した「タチタカネ」²⁷⁾ の花粉親として利用するため品種登録出願を行い、2002年に品種登録された（登録番号9919）。

1987年に「Na7」を種子親、「Na23」を花粉親として交配を行い F₁ 種子を採種し、1987年の冬期に温室で自殖を行い F₂ 種子を採種して、これを S₀ 世代とした。この後毎年、耐病性、耐倒伏性、草型等に関して系統および個体選抜と、自殖による固定化を図った。

育成経過の概要を表1に示した。系統育成圃場におけ

る選抜方法は、各世代1系統13個体を栽植し、自然発生条件下での各種病害罹病程度、倒伏個体割合あるいは根の張り具合、草型、および雌穂特性に基づいて、系統および系統内個体選抜と自殖を行い、次世代用種子とした。1995年に S₇ 世代となり、その後は兄妹交配により系統維持を行うとともに、1996年に組合せ能力検定試験を行った結果、有望と認められたため、1997年に「Na71」と命名した。1997年以降、各種試験に供試するとともに、長野県中信農業試験場をはじめとする国内育種場所へ配布され、各場所で育種試験に供された。

これらの試験の結果、本系統の優秀性が認められ、2010年5月に品種登録出願した。

試験方法

1. 「Na71」に関する試験

試験方法を表2に示した。試験は畜産草地研究所（栃木県那須塩原市千本松768、1997年は前身の草地試験場）で行った。比較系統としてアメリカで育成された代表的な自殖系統である「Mo17Ht」¹⁴⁾、「H84」、畜産草地研究所育成の「Na65」¹⁴⁾、九州農業試験場（現九州沖縄農業研究センター）育成の「Mi29」⁶⁾ を供試した。これら比較系統はいずれもデント種に属する。

特性評価試験は1区1畦反復なしで熟期や耐病性、耐倒伏性の評価を行い、特性分類試験は1区2畦2反復で、熟期や耐病性、耐倒伏性に加えて形態的特性、採種関連

表1. 育成経過

年次	'87夏	'87冬	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'08	'09
世代	F ₁ 作成	F ₂ 作成	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	→ 兄妹交配により維持			
栽植系統数			1	5	2	2	1	2	2	1	→ Na71			
選抜系統数			1	2	2	2	1	2	1					
選抜個体数			5	2	2	1	2	2	1					
特性評価試験													○	○
特性分類試験													○	○
ごま葉枯病抵抗性検定試験												○		
組合せ能力評価試験											○			○

表2. 「Na71」に関する試験の方法

試験名	年次	播種日 (月・日)	栽植密度 (本/a)	栽植様式 畦間×株間 (cm)	反復数	1区個体数
特性評価試験	2008	5.12	444	75×30	1	13
	2009	5.11	444	75×30	1	13
特性分類試験	2008	5.12	444	75×30	2	26
	2009	5.13	444	75×30	2	26
ごま葉枯病抵抗性検定試験	1997	5.24	533	75×25	2	12

特性、固定度について調査した。ごま葉枯病抵抗性検定試験では、2畦おきに栽植したごま葉枯病罹病性の合成系統「BSSS」にごま葉枯病罹病葉粉末懸濁液を接種して罹病程度を調査した。熟期や各種耐病性の強弱判定は、比較系統の品種登録時に行われた抵抗性の強弱判定をもとに行った。

2. 「Na71」をF₁親とする単交配組合せに関する試験

試験方法を表3に示した。試験は畜産草地研究所(1996年は前身の草地試験場)において、各年とも1区2畦6.0 m²で行った。1996年は「P3358」、2009年は「34B39」をそれぞれ比較品種として供試した。施肥量等は畜産草地研究所の慣行により、調査方法は飼料作物系統適応性検定試験実施要領²³⁾に準じた。

3. 「Na71」を種子親とする単交配F₁品種「タカネフドウ」に関する試験

試験方法を表4に示した。試験は畜産草地研究所において、各年とも1区4畦12.0 m²で行った。比較品種に「KD777」、「32K61」を供試した。施肥量等は畜産草地研究所の慣行により、調査方法は飼料作物系統適応性検定試験実施要領²³⁾に準じた。

試験成績

1. 粒質および早晩性

粒質および早晩性を表5に示した。粒質はデントであった。2ヶ年4試験の平均で、「Na71」の雄穂開花期は8月2日、絹糸抽出期は7月30日であった。やや晩生に属する「Mo17Ht」、「H84」より雄穂開花期は遅いものの絹糸抽出期はほぼ同じであることから、「Na71」の早晩性は関東では「やや晩生」に属すると判定した。

2. 病害抵抗性

ごま葉枯病の罹病程度を表6に示した。「Na71」の罹病程度の2ヶ年4試験の平均値は2.4で、これまでに抵抗性「強」と判定された比較系統並であったことから、「Na71」のごま葉枯病抵抗性は「強」と判定した。

すす紋病の罹病程度を表7に示した。「Na71」の罹病程度の2ヶ年4試験の平均値は3.1で、これまでに「極強」と判定された「H84」よりやや高く、「強」と判定された「Mi29」並であったことから、「Na71」のすす紋病抵抗性は「強」と判定した。

紋枯病の罹病株率を表8に示した。「Na71」の罹病株率の2ヶ年4試験の平均値は50.7%で、これまでに「中」

表3. 組合せ能力検定試験の方法

試験名	年次	播種日 (月・日)	栽植密度 (本/a)	栽植様式 畦間×株間 (cm)	反復数	1区個体数
組合せ能力評価試験	1996	6.5	667	75×20	2	38
	2009	5.8	667	75×20	2	38

表4. 「Na71」を種子親とする単交配F₁品種「タカネフドウ」の生産力試験に関する方法

年次	播種日 (月・日)	栽植密度 (本/a)	栽植様式 畦間×株間 (cm)	反復数	1区個体数
2006	5.9	667	75×20	3	76
2008	5.7	667	75×20	3	76
2009	5.7	667	75×20	3	76

表5. 粒質および早晩性¹⁾

系統名	粒質	雄穂開花期 (月・日)					絹糸抽出期 (月・日)					早晩性
		2008A	2008B ²⁾	2009A	2009B ²⁾	平均 ³⁾	2008A	2008B ²⁾	2009A	2009B ²⁾	平均 ³⁾	
Na71	デント	8.3	8.3 a	7.31	7.31 a	8.2 a	8.1	7.31	7.29	7.29 a	7.30	中生の晩
Mo17Ht	デント	7.28	7.26 d	7.25	7.24 c	7.26 b	7.28	7.28	7.26	7.26 b	7.27	中生の晩
H84	デント	7.30	7.28 cd	7.26	7.25 c	7.27 b	7.30	7.30	7.28	7.26 b	7.29	中生の晩
Na65	デント	8.1	7.29 bc	7.27	7.28 b	7.29 b	8.1	7.30	7.28	7.29 a	7.30	中生の晩
Mi29	デント	7.30	7.30 b	7.25	7.28 b	7.28 b	7.29	7.30	7.26	7.27 ab	7.28	中生の晩

1) A: 特性評価試験(反復なし), B: 特性分類試験(反復あり)

2) 特性分類試験(B)の異文字間にTukey検定で5%水準の有意差あり

3) 平均の有意差検定は各試験を反復として算出

表6. ごま葉枯病罹病程度¹⁾

系統名	罹病程度 (1: 無~ 9: 甚)					平均 ³⁾	抵抗性
	1997	2008A	2008B ²⁾	2009A	2009B ²⁾		
Na71	4.6	2.5	3.0 a	2.0	2.0 a	2.4	強
Mo17Ht	5.0	3.5	5.6 b	2.0	3.5 b	3.7	強
H84	4.2	2.0	5.1 ab	3.0	2.0 a	3.0	強
Na65	5.4	3.5	4.2 ab	2.0	2.0 a	2.9	強
Mi29	-	3.5	6.0 b	3.0	3.0 ab	3.9	強

- 1) 1997年はごま葉枯病抵抗性検定試験, Elliottらの罹病指数(引用文献3)によって調査を行い, 1-9の評点に換算。2008~2009年のA: 特性評価試験(反復なし) B: 特性分類試験(反復あり)
 2) 特性分類試験(B)の異文字間にTukey検定で5%水準の有意差あり
 3) 平均の値は1997年を除き, 有意差検定は各試験を反復として算出(有意差なし)

表7. すず紋病罹病程度¹⁾

系統名	罹病程度 (1: 無~ 9: 甚)					抵抗性
	2008A	2008B ²⁾	2009A	2009B ²⁾	平均 ³⁾	
Na71	1.0	5.0 b	3.5	3.0 abc	3.1	強
Mo17Ht	2.0	4.8 b	2.0	2.5 ab	2.8	強
H84	1.0	2.0 a	3.0	2.0 a	2.0	極強
Na65	2.5	2.5 a	4.0	4.0 bc	3.3	強
Mi29	1.0	2.5 a	4.0	4.5 c	3.0	強

- 1) A: 特性評価試験(反復なし), B: 特性分類試験(反復あり)
 2) 特性分類試験(B)の異文字間にTukey検定で5%水準の有意差あり
 3) 平均の有意差検定は各試験を反復として算出(有意差なし)

表8. 紋枯病罹病株率¹⁾

系統名	罹病株率 (%)					抵抗性
	2008A	2008B ²⁾	2009A	2009B ²⁾	平均 ³⁾	
Na71	46.2	56.1 b	61.5	39.1 b	50.7	中
Mo17Ht	69.2	85.1 b	25.0	24.3 ab	50.9	中
H84	44.4	11.3 a	7.7	22.0 ab	21.4	強
Na65	18.2	40.8 b	15.4	7.7 a	20.5	強
Mi29	46.2	34.3 b	27.3	39.2 b	36.8	やや強

- 1) A: 特性評価試験(反復なし), B: 特性分類試験(反復あり)
 2) 特性分類試験(B)の異文字間にTukey検定で5%水準の有意差あり
 3) 平均の有意差検定は各試験を反復として算出(有意差なし)

表9. 黒穂病罹病株率¹⁾

系統名	2008A		2008B ²⁾		2009A		2009B ²⁾		平均 ³⁾		抵抗性
	罹病株率 (%)	雌穂罹病株率 (%)	罹病株率 (%)	雌穂罹病株率 (%)	罹病株率 (%)	雌穂罹病株率 (%)	罹病株率 (%)	雌穂罹病株率 (%)	罹病株率 (%)	雌穂罹病株率 (%)	
Na71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 a	0.0	0.0	0.0	強
Mo17Ht	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 a	0.0	0.0	0.0	強
H84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 a	0.0	0.0	0.0	強
Na65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7 b	1.9	1.4	0.5	中
Mi29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 a	0.0	0.0	0.0	強

- 1) A: 特性評価試験(反復なし), B: 特性分類試験(反復あり)
 2) 特性分類試験(B)の異文字間にTukey検定で5%水準の有意差あり
 3) 平均の有意差検定は各試験を反復として算出(有意差なし)

と判定された「Mo17Ht」並であったことから、「Na71」の紋枯病抵抗性は「中」と判定した。

黒穂病の罹病株率を表9に示した。2ヶ年4試験の結果, これまでに「中」と判定された「Na65」でわずかに罹病株が認められたものの, 「強」と判定された他の比較系統同様に本系統は罹病が認められなかったことから, 「Na71」の黒穂病抵抗性は「強」と判定した。

3. 耐倒伏性

比較系統はこれまで「中」あるいは「強」と判定されているが, 調査年次を通じて全系統に倒伏の発生は認め

られず, 耐倒伏性の判定はできなかった(データ省略)。

4. 採種特性

放任受粉下の採種量と花粉飛散程度を表10に示した。「Na71」の放任受粉下での2ヶ年平均の採種量は42.6 kg/aで, 「Na65」, 「H84」より少なく, 「Mo17Ht」並であった。雌雄畦比3:1のF₁採種栽培での種子親としての利用を想定した算出値は32.0 kg/aで, F₁採種栽培での採算の目安である30 kg/aに達していることから, 「Na71」は一定の採種性を有していると判断された。花粉の飛散程度は比較系統並であった。

表 10. 採種特性¹⁾

系統名	採種量 A (kg/a) ²⁾			採種量 B (kg/a) ²⁾			花粉飛散程度 (1 ~ 9) ³⁾		
	2008 ⁴⁾	2009 ⁴⁾	平均 ⁵⁾	2008 ⁴⁾	2009 ⁴⁾	平均 ⁵⁾	2008 ⁴⁾	2009 ⁴⁾	平均 ⁵⁾
Na71	42.6 b	42.6 b	42.6 b	32.0	32.0	32.0	7.0	6.0	6.5
Mo17Ht	47.9 b	35.6 b	41.8 b	35.9	26.7	31.3	8.0	5.0	6.5
H84	66.5 a	58.4 ab	62.4 ab	49.9	43.8	46.8	7.5	5.0	6.3
Na65	71.2 a	68.2 a	69.7 a	53.4	51.2	52.3	7.0	5.3	6.2
Mi29	57.4 ab	50.7 ab	54.1 ab	43.1	38.0	40.5	7.0	6.0	6.5

- 1) 特性分類試験の結果
- 2) 採種量 A は実収量, 採種量 B は雌雄畦比 3 : 1 の F₁ 採種栽培での種子親としての利用を想定した算出値
- 3) 花粉飛散程度は 1 : 不良 ~ 9 : 極良による評点値
- 4) 異文字間に Tukey 検定で 5% 水準の有意差あり
- 5) 平均の有意差検定は各試験を反復として算出

表 11. 一般特性¹⁾

系統名	初期生育 (cm)			稈長 (cm)			着雌穂高 (cm)			稈径 (mm)		
	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾
Na71	39.8	95.4	67.6	204	222 a	214	91	107 a	99	17	18	17
Mo17Ht	39.0	86.8	62.9	205	204 c	204	83	87 b	85	16	17	17
H84	41.6	97.6	69.6	229	224 a	226	83	88 b	86	18	18	18
Na65	38.8	90.3	64.6	202	219 ab	210	86	97 ab	92	15	17	16
Mi29	43.4	86.9	65.2	205	208 bc	207	86	90 ab	89	14	17	16

系統名	葉角度 (°)			全葉数 (枚)			葉長 (cm)			葉幅 (cm)		
	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾
Na71	14	20 ab	17	19.2 a	20.8 a	20.0 a	86 a	83 ab	85 a	9.9 b	10.2 b	10.0 b
Mo17Ht	30	32 d	31	16.5 b	16.8 b	16.7 b	70 c	67 c	69 b	9.6 b	9.9 b	9.7 b
H84	38	24 bc	31	19.0 a	19.1 a	19.1 ab	76 b	80 b	78 ab	9.1 b	9.6 b	9.3 b
Na65	42	28 cd	36	18.4 a	19.4 a	18.9 ab	83 a	87 a	85 a	11.5 a	11.9 a	11.7 a
Mi29	24	17 a	21	18.9 a	19.2 a	19.1 ab	76 b	80 b	78 ab	9.5 b	10.2 b	9.9 b

- 1) 特性分類試験の結果
- 2) 異文字間に Tukey 検定で 5% 水準の有意差あり
- 3) 平均の有意差検定は各試験を反復として算出

5. 一般生育特性および雌穂・粒の特性

一般生育特性を表 11 に示した。「Na71」の初期生育は比較系統並であった。「Na71」の稈長の 2 ヶ年平均値は 214 cm で、「Na65」並であり、着雌穂高の 2 ヶ年平均値は 99 cm で、比較系統よりやや高く、稈径の 2 年平均は 17 mm で、比較系統並であった。「Na71」の葉角度の 2 ヶ年平均値は 17° であり、「Mi29」並で「セミアップライト型」と判断されたが、葉の先端は垂れていた (図 1)。「Na71」の全葉数の 2 ヶ年平均値は 20.0 枚で比較系統より多く、葉長の 2 ヶ年平均値は 85 cm で、他の比較系統よりやや長く、葉幅の 2 ヶ年平均値は 10.0 cm で、「Na65」以外の比較系統並であった。

雌穂および粒の特性を表 12 に示した。「Na71」の雌穂長の 2 ヶ年平均値は 17.8 cm で、比較系統並で、雌穂径の 2 ヶ年平均値は 4.1 cm で、「Mo17Ht」並であった。「Na71」の粒列数の 2 ヶ年平均値は 14.1 列で、「H84」, 「Na65」並であり、一列粒数の 2 ヶ年平均値は 25.2 粒



図 1. Na71 草姿



図2. Na71 雌穂

で比較系統より少なかった。「Na71」の百粒重の2ヶ年平均値は32.8 gで、「Mi29」以外の比較系統並であった。「Na71」の雌穂は「円筒型」(図2)で、子実は「黄色」で、粒型は「中～やや楔」であった。

6. 固定度

固定度の値を表13に示した。「Na71」の稈長、着雌穂高、稈径、全葉数、葉長、葉幅の変動係数は、いずれも比較系統並であったことから、既存の自殖系統並の固定度に達していると判定した。

表12. 雌穂および粒の特性¹⁾

系統名	雌穂長 (cm)			雌穂径 (cm)			粒列数		
	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾
Na71	15.5	20.1 a	17.8	4.0 ab	4.1 b	4.1 b	14.4 b	13.9 c	14.1 b
Mo17Ht	17.1	17.6 ab	17.4	3.9 b	3.8 c	3.9 b	10.8 c	10.9 d	10.9 c
H84	17.1	17.7 ab	17.4	4.6 ab	4.7 a	4.7 a	16.2 b	16.2 b	16.2 b
Na65	17.0	17.0 ab	17.0	5.1 a	4.9 a	4.9 a	16.2 b	16.4 b	16.2 b
Mi29	14.2	16.8 b	15.4	4.5 ab	4.5 a	4.6 a	20.8 a	19.0 a	19.9 a

系統名	一列粒数			百粒重 (g)			粒色	粒型
	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	2008 ²⁾	2009 ²⁾	平均 ³⁾	'08~'09	'08~'09
Na71	24.1 b	26.4 b	25.2 c	31.9	33.7 a	32.8 a	黄	中～やや楔
Mo17Ht	34.2 a	34.7 a	34.5 a	32.2	30.7 b	31.4 a	黄	中
H84	36.7 a	36.2 a	36.4 a	29.5	30.4 b	30.0 ab	橙	楔
Na65	35.8 a	34.5 a	35.0 a	30.9	31.3 ab	31.1 a	橙	強く楔
Mi29	29.6 ab	30.3 ab	30.0 b	27.3	26.9 c	27.1 b	橙	楔～強く楔

1) 特性分類試験の結果

2) 異文字間に Tukey 検定で5%水準の有意差あり

3) 平均の有意差検定は各試験を反復として算出

表13. 固定度調査^{1) 2)}

系統名	稈長		着雌穂高		稈径		全葉数		葉長		葉幅	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Na71	4.1	3.6	9.6	5.3	7.8	5.1	3.9	2.1	2.4	4.5	7.0	8.1
Mo17Ht	6.1	3.3	8.7	8.8	10.5	4.7	2.9	2.4	5.1	6.9	9.7	6.3
H84	5.4	4.7	15.1	9.9	12.0	5.5	4.2	3.6	4.0	5.3	9.4	5.9
Na65	6.0	3.8	11.4	9.9	8.8	3.9	2.4	3.9	5.6	3.4	5.0	4.8
Mi29	10.7	4.7	14.7	8.2	7.3	4.1	2.9	3.1	9.0	4.2	9.9	3.2

1) 特性分類試験の結果

2) 値は変動係数 (%)

表14. 「Na71」を片親とする単交配 F₁ 組合せの特性平均値

試験年次	品種・系統名	組合せ数	絹糸抽出期 (月・日)	ごま葉枯病 ²⁾ (1-9)	紋枯病 ³⁾ (%)	倒伏 (%)	乾物収量 (kg/a)	同左比 (%)	乾雌穂重 割合 (%)
1996	単交配 ¹⁾	3	8.12	1.7 **	20.2	40.1	170.8	86	47.2 **
	P3358	-	8.13	2.1	15.9	39.2	198.7	100	53.2
2009	単交配 ¹⁾	7	7.21	2.3 **	20.7	0.0	186.9	96	48.7 **
	34B39	-	7.19	4.5	13.8	0.0	195.6	100	55.2

1) 「Na71」を片親とするフリント種との単交雑 F₁ 系統の平均値

2) 1: 無～9: 甚の評点, ただし1996年の値は0: 無～5: 甚で評点したものを1: 無～9: 甚に置き換えた値

3) 罹病株率

4) **: 1%で有意差あり

表 15. 「Na71」を種子親とする単交配 F₁ 品種「タカネフドウ」の特性

年次	品種名	絹糸抽出期 (月.日)	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	ごま葉枯病 ¹⁾ (1-9)	紋枯病 ²⁾ (%)	倒伏 (%)	乾物収量 (kg/a)	同左比 (%)	乾雌穂重 割合 (%)	乾物率 (%)
2006	タカネフドウ	7.31	272	152	4.3	32.5	0.4	188.7	101	49.2	27.6
	KD777	8. 1	253	137	4.1	45.7	0.9	187.2	100	52.4	25.2
	32K61	7.29	258	133	5.7	18.3	0.0	172.3	92	53.9	29.3
	LSD _{.05}	1. 8	ns	8.5	ns	11.7	ns	ns	ns	3.4	0.8
2008	タカネフドウ	7.26	312	162	1.7	39.5	1.3	204.0	114	50.9	28.0
	KD777	7.28	296	157	1.0	34.1	1.3	178.9	100	51.4	26.2
	32K61	7.26	319	154	2.3	17.6	1.8	188.2	105	52.0	27.5
	LSD _{.05}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	タカネフドウ	7.20	327	167	1.7	36.3	2.7	215.2	118	51.1	24.2
	KD777	7.20	298	152	1.7	54.5	0.4	182.9	100	48.7	22.8
	32K61	7.19	313	145	3.7	39.2	0.4	189.5	104	52.6	24.7
	LSD _{.05}	ns	ns	11.6	1.2	ns	ns	19.2	ns	ns	ns
平均	タカネフドウ	7.25	304	160	2.6	36.1	1.5	202.6	111	50.4	26.6
	KD777	7.26	282	149	2.3	44.8	0.9	183.0	100	50.8	24.7
	32K61	7.24	297	144	3.9	25.0	0.7	183.3	100	52.8	27.2
	LSD _{.05}	ns	11.5	6.7	0.6	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) 1:無～9:甚の評点

2) 罹病株率

7. 組合せ能力

「Na71」を片親とするフリント種自殖系統との単交配 F₁ 組合せの特性平均値を表 14 に示した。「Na71」を片親とする単交配 F₁ 組合せの乾物収量の平均値は、1996 年の組合せ能力検定試験では比較品種「P3358」比で 86%、2009 年の組合せ能力検定試験では比較品種「34B39」比で 96% であった。ごま葉枯病罹病程度および乾雌穂重割合は 1996 年、2009 年ともそれぞれ比較品種である「P3358」、「34B39」より有意に低かった。したがって、「Na71」のフリント自殖系統との一般組合せ能力は平均的な水準と判定した。

また、「Na71」を種子親、「CHU68」を花粉親とした単交配 F₁ 品種「タカネフドウ」の畜産草地研究所における特性を表 15 に示した。「タカネフドウ」は同熟期の「KD777」、「32K61」に比べて乾物収量は高く、ごま葉枯病罹病程度は低かった。

考 察

「Na71」の由来は「Na7」⁸⁾と「Na23」¹⁾の単交配であるが、「Na7」は民間会社育成の市販 F₁ 品種の親自殖系統として、また「Na23」は「タチタカネ」²⁷⁾の親自殖系統としてそれぞれ利用された実績がある。しかし、両 F₁ 品種とも「デント種×デント種」の F₁ 品種であり、フリント種との組合せによる市販 F₁ 品種は育成されていない。しかし、「Na7」の組合せ能力は平均的な水準

にあること⁸⁾、また「Na23」についてはフリント種との組合せで能力が高いとされている¹⁾。これらを母材として育成された「Na71」は一般組合せ能力が平均的な水準と判定されたものの、「Na71」を種子親とし、フリント種である「CHU68」¹⁷⁾を花粉親として長野県野菜花き試験場が育成した「タカネフドウ」¹⁶⁾は東北南部から関東・東山地域に適した中生品種で、同熟期の標準品種「KD777」、「32K61」より 8～9% 多収であり、高い収量性を示した。しかし、アメリカのトウモロコシ単収は現在も子実生産では年間 2 kg/a、率にして 1～2% 増加しており²⁹⁾、トウモロコシは今後も育種による収量増加は進むと考えられる。そのため、我が国のトウモロコシ単収の向上のためにも、一般的な水準の組合せ能力ではなく、より高い組合せ能力を持つ優良な親自殖系統を開発する必要がある。

トウモロコシの重要な形質の一つとして耐倒伏性があげられる。今回の「Na71」の特性調査を行った 2ヶ年の試験では倒伏の発生は認められず、耐倒伏性の判定を行うことはできなかった。倒伏は台風などの強い風雨によって発生するため、必ずしも毎年発生するとは限らない。このため耐倒伏性を的確に評価するには、通常、数年間の試験を要する。耐倒伏性の評価を行う方法として、倒伏の発生を助長する晩播・密植下での検定法⁷⁾、根の引抜き抵抗、重心高、および生体重の 3 形質から判別関数値を算出する検定法¹²⁾、基部固定による引倒し力、稈長、および着雌穂高を測定し、それから指標値を算出

する検定法¹⁵⁾などが提案されている。しかし、近年の親自殖系統は全体に耐倒伏性が向上したことも影響していると推察されるが、晩播・密植法でも倒伏の発生頻度は高くないことから、畜産草地研究所では晩播・密植法は実施していない。また、引抜き抵抗値を用いた判別閾数値による方法は労力がかかるなど育種の現場で行うには限界がある。さらに、引倒し力を用いた指標値による親自殖系統の耐倒伏性の評価は系統×年次の交互作用が大きく、F₁系統ほど精度が高くないことが問題として残っている¹⁵⁾。このため「Na71」の耐倒伏性を評価するための検定試験については実施をしなかった。しかし、「Na71」の構成由来となった「Na7」の引抜き抵抗力は、耐倒伏性が強いランクに属するF₁品種並に強く、「Na7」を用いた複数のF₁組み合わせでも耐倒伏性が優れた結果を示している⁸⁾。また、1996年に行った「Na71」を用いたF₁組合せ能力検定試験での倒伏の発生割合も耐倒伏性に強い市販F₁品種と同程度であったこと(表14)、「Na71」を用いたF₁品種「タカネフドウ」も標準品種より「やや強い」と判定されている¹⁶⁾ことから、「Na71」を用いたF₁組合せについて、実用品種と同程度以上の耐倒伏性は期待できるものと考えられる。

温暖地や暖地で高頻度に発生するごま葉枯病に罹病すると、収量の低下だけでなく、病斑部の細胞が病害による被害を受けることによって高消化性成分である可溶性糖類等が流出し、総体的に高消化性成分の割合が低下するため、茎葉の消化率およびTDN含量が減少する¹³⁾。そのため、ごま葉枯病抵抗性は温暖地および暖地向けのサイレージ用トウモロコシ育種では非常に重要な特性である。これまで温暖地や暖地向けに育成された親自殖系統はそのほとんどがごま葉枯病抵抗性が「強」以上であり、今回育成した「Na71」についても、「Na71」および「Na71」を片親とした単交配F₁組合せともにごま葉枯病抵抗性は強かった(表6, 表14)。ごま葉枯病は畜産草地研究所において自然発病のみで十分に選抜できる状況であることから、抵抗性が強い親自殖系統を選抜できたものと考えられ、今後ともごま葉枯病抵抗性については高いレベルの親系統育成が期待できるものと思われる。

近年、トウモロコシにおいて、家畜への毒性が問題となる赤かび病^{2,18,19,20,24)}や茎内部が空洞化し、個体全体が枯れ上がる根腐病^{10,28,30)}などの病害が問題となっている。これらの病害については抵抗性検定法の確立と抵抗性の系統間差異の把握に取り組んでいる段階であるが、「Na71」についてこれらの病害に対する抵抗性がどのレベルに位置するのか、今後明らかになるとと思われる。

これまで草地試験場時代も含めて畜産草地研究所が育成した親系統を利用して公的機関が育成したF₁品種には草地試験場が育成した「ナスホマレ」²²⁾のほか、長野県中信農業試験場が育成した「タチタカネ」²⁷⁾、「タカネスター」²⁵⁾、九州沖縄農業研究センターが育成した「ゆめそだち」⁵⁾、「なつむすめ」²⁶⁾がある。このうち「ナスホマレ」については、草地試験場で育成した親自殖系統を両親に用いたF₁品種である²²⁾が、他の品種はもう一方の親自殖系統はそれぞれF₁品種を育成した試験場で育成したものである^{5,25,26,27)}。このように育成機関の間で、それぞれが育成した親自殖系統を相互に交換を行うことで、多くのF₁組合せを作成することが可能となる。その結果として、優良F₁品種が育成される可能性がより高まることが期待できる。そのため、親自殖系統の育成を行い、その親自殖系統を他機関のF₁品種育成に利用してもらうことも、F₁品種の育成と同様に意義のあることと考える。今後は親自殖系統の利用先を公的育成機関だけでなく、民間種子会社にも広げることも重要であると考えられる。

以上のように「Na71」は、組合せ能力は平均的であるものの、ごま葉枯病、すす紋病などの病害抵抗性に優れるため、親親自殖系統としての利用価値は高く、本系統を利用することにより実用的な水準のF₁品種を育成することが可能であると考えられる。

引用文献

- 1) 大同久明・井上康昭・門馬榮秀・加藤章夫・村木正則・濃沼圭一・望月昇(2001). サイレージ用トウモロコシ一代雑種親自殖系統「Na23」の育成とその特性, 草地試研報, 60, 25-31.
- 2) 江原靖博・三木一嘉・岡部郁子(2011). 飼料用とうもろこしF₁の赤かび病抵抗性検定における病原菌接種時期の検討, 日草誌, 57(別), 94.
- 3) Elliott, C. and Jenkins, M.T. (1946). *Helminthosporium turcicum* leaf blight of corn, *Phytopathology*, 36, 660-666.
- 4) Fisher, D.E., Hooker, A.L., Lim, S.M. and Smith, D.R. (1976). Leaf infection and yield loss caused by four *Helminthosporium* leaf diseases of corn, *Phytopathology*, 66, 942-944.
- 5) 池谷文夫・濃沼圭一・伊東栄作(1998). サイレージ用トウモロコシの新品種「ゆめそだち」の育成とその特性, 九州農試報告, 35, 49-69.
- 6) 池谷文夫・濃沼圭一・伊東栄作・井上康昭・野崎國

- 彦・藤田勝見・望月昇 (1999). サイレージ用トウモロコシ F₁ 親自殖系統「Mi29」の育成とその特性, 九州農試報告, 35, 71-83.
- 7) 井上康昭・岡部俊 (1981). 密植・晩播によるトウモロコシの耐倒伏性評価, 北海道農試研報, 129, 17-23.
- 8) 井上康昭・望月昇・濃沼圭一・加藤章夫 (1991). トウモロコシ耐倒伏性 F₁ 親系統 Na7 の育成とその特性, 草地試研報, 45, 43-51.
- 9) 伊東栄作・池谷文夫・濃沼圭一・江口研太郎 (2004). サイレージ用トウモロコシの新品種「ゆめちから」の育成とその特性, 九沖農研報, 43, 1-25.
- 10) 伊東栄作・佐藤尚・黄川田智洋 (2009). F₁ 組合せでの発病個体率に基づくトウモロコシ親自殖系統の根腐病抵抗性の評価, 日草誌, 55 (別号), 194.
- 11) Hallauer, A.R., Russel, W.A. and Lamkey, K.R. (1988). Corn breeding, in Corn and corn improvement 3 rd ed, 463-469, ASA, CSSA and SSSA Madison, Wisconsin, USA.
- 12) 石毛光雄・山田実・志賀敏夫 (1983). 判別関数を用いた耐倒伏性の評価とその計量遺伝的検討, 農技研報, D35, 125-152.
- 13) 伊澤弘一 (1983). 病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究 III. ヘルミントスポリウム病菌に感染した飼料作物の飼料成分の変化, 草地試研報, 24, 41-55.
- 14) 黄川田智洋・井上康昭・門馬榮秀・大同久明・加藤章夫・濃沼圭一・村木正則・伊東栄作 (2011). サイレージ用トウモロコシ一代雑種親自殖系統「Na65」の育成とその特性, 畜草研報, 11, 11-18.
- 15) 濃沼圭一・池谷文夫・伊東栄作 (1998). 引倒し力によるトウモロコシ転び型倒伏抵抗性の非破壊・計量的検定法, 日草誌, 43, 424-429.
- 16) 三木一嘉・江原靖博・矢ヶ崎和弘・袖山栄次・澤野史・佐藤尚 (2011). 耐倒伏性, 多収のサイレージ用中生とうもろこし品種「タカネフドウ」の育成, 北陸作物学会報, 46, 9-13.
- 17) 三木一嘉・江原靖博・矢ヶ崎和弘・袖山栄次・澤野史・佐藤尚・重盛勲・前島秀和 (2010). サイレージ用トウモロコシ一代雑種新規自殖系統「CHU68」, 畜産草地研究成果情報, 9, 78.
- 18) 三木一嘉・江原靖博・岡部郁子・月星隆雄 (2010). サイレージ用トウモロコシ F₁ におけるかび毒含量の品種間差異と年次変動, 日草誌, 56 (別), 84.
- 19) 湊啓子・飯田憲司・山川政明・吉田昌幸 (2010). 2009年北海道十勝管内で栽培した飼料用トウモロコシ8品種における赤かび病の発生とデオキシニバレノール, 日草誌, 56 (別), 198.
- 20) 湊啓子・山川政明・飯田憲司 (2011). 飼料用トウモロコシ用赤かび病菌 (*Fusarium graminearum*) 接種のための器具作成とその実用, 日草誌, 57 (別), 191.
- 21) 望月昇 (1982). 最近のトウモロコシ品種と育種事情[3]海外の育種と日本の育種(2), 農業および園芸, 57, 1109-1114.
- 22) 村木正則・門馬榮秀・井上康昭・加藤章夫・濃沼圭一 (1999). トウモロコシ (*Zea mays* L.) 茎葉高消化性早生品種「ナスホマレ」の育成, 草地試研報, 58, 1-15.
- 23) 農林水産技術会議事務局・農業技術研究機構畜産草地研究所・家畜改良センター (2001). 飼料作物系統適応性検定試験実施要領 (改訂5版), 飼料作物特性検定試験実施要領 (改訂3版), 飼料作物地域適応性検定試験実施要領, 農業技術研究機構畜産草地研究所, 59p., (畜草研資料, 平成13-1)
- 24) 岡部郁子・三木一嘉・江原靖博・平岡久明・菅原幸哉・月星隆雄 (2011). 赤かび病有傷接種による飼料用トウモロコシ品種のフモニシン蓄積抵抗性評価と自然感染による評価の差異, 日草誌, 57 (別), 194.
- 25) 佐藤尚・澤野史・重盛勲・前島秀和・三木一嘉 (2008). サイレージ用トウモロコシ品種「タカネスター」の育成とその特性, 長野中信農試報, 18, 11-24.
- 26) 澤井晃・村木正則・伊東栄作・江口研太郎 (2008). 南方さび病に強く TDN 多収の晩播・夏播き用トウモロコシ新品種「なつむすめ」, 畜産草地研究成果情報, 7.
- 27) 重盛勲・三木一嘉・前島秀和・西牧清・高松光生 (1998). 飼料用とうもろこし品種「タチタカネ」の育成とその特性, 長野中信農試報, 14, 51-69.
- 28) 菅原幸哉・黄川田智洋・月星隆雄・玉置宏之・三ツ橋昇平 (2011). トウモロコシ品種・系統の根腐病発病程度の幼病検定と圃場検定での比較, 日草誌, 57 (別), 92.
- 29) Troyer, A.F. (2006). Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids, Crop sci, 46, 528-543.
- 30) 月星隆雄・菅原幸哉・米田正彦・佐藤尚・岡部郁子 (2011). トウモロコシ根腐病菌としての *Pythium arrhenomanes* の病原追加およびリードカナリーグラスの葉枯症状の病原解明, 日草誌, 57 (別), 93.

Development and Characteristics of New Inbred Line “Na71” of Silage Maize

Hisashi SATO, Yasuaki INOUE^a, Eihide MONMA^a, Keiichi KOINUMA^b, Akio KATO^c,
Masanori MURAKI^d, Eisaku ITO^b and Tomohiro KIKAWADA^b

Forage Crop Research Division,
NARO Institute of Livestock and Grassland Science, Nasushiobara, 329-2793 Japan

Summary

A new maize inbred line “Na71” was developed at the NARO Institute of Livestock and Grassland Science. “Na71” was applied for a registration of the Seed Protection Law controlled by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2010.

“Na71” was developed from the single cross “Na7 x Na23”. Inbred “Na7” is derived from “P3424”, a hybrid introduced from United States and inbred “Na23” was developed from “(Oh43Ht x H84) x H84”. Both “Na7” and “Na23” belong to a dent group in the United States. Selection and selfing were carried out continuously for six generations.

“Na71” is classified into the medium-late maturity group in the Honshu region in Japan. “Na71” shows high level resistance to southern leaf blight (*Cochliobolus heterostrophus*), northern leaf blight (*Setosphaeria turcica*), smut (*Ustilago maydis*), and medium level resistance to sheath blight (*Rhizoctonia solani*). “Na71” has a medium-long stalk length, semi-upright leaves, and tall ear height, and nearly 14 kernels rows on each ear. The seed yield is about 30 kg/a. “Na71” shows medium combining ability with flint inbred lines.

“Na71” is the seed parent of a single-cross hybrid cultivar “Takanefudo” which was developed at the Nagano vegetable and ornamental crops experiment station.

Key words: *Zea mays* L., inbred line, dent, combining ability, southern leaf blight

^a Retired

^b Present address: NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Sapporo, 062-8555 Japan

^c Present address: Kyoto Prefecural University, Kyoto, 606-8522 Japan

^d Present address: NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Miyakonojo, 885-0091 Japan