

Wallaby Ear Disease and Southern Rust Resistant New Forage Maize (Zea mays L.) Cultivar "Natsuhimuka"

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-26 キーワード (Ja): キーワード (En): late-spring seeding, maize, southern rust resistance, summer seeding, wallaby ear disease resistance 作成者: 村木, 正則, 伊東, 栄作 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00002298

ワラビー萎縮症および南方さび病抵抗性飼料用 トウモロコシ新品種「なつひむか」

村木正則・伊東栄作

(2018年9月11日 受理)

要 旨

村木正則・伊東栄作 (2019) ワラビー萎縮症および南方さび病抵抗性飼料用トウモロコシ新品種「なつひむか」。農研機構報告 九州農研 68:22-33

「なつひむか」は南方さび病抵抗性改良集団由来自殖系統「Mi91」を種子親とし、「SH5937」の自殖後代系統「Mi116」を花粉親として育成された単交雑一代雑種である。栽培適地は九州における夏播きおよび晩播栽培で、早晚性は“中生の晩”の「なつむすめ」より遅く、“極晩生”の「30D44」および「SH5937」より早く、「SH9904」と同じ“晩生”に属すると判断された。夏播き栽培では乾物収量および推定 TDN 収量は「なつむすめ」より多収、「30D44」および「SH5937」並であった。晩播栽培では乾物収量および推定 TDN 収量は「なつむすめ」および「SH9904」より多収傾向であった。ワラビー萎縮症の萎縮個体率は抵抗性品種の「30D44」および「SH5937」と同程度であることからワラビー萎縮症抵抗性も「30D44」および「SH5937」と同程度であると考えられた。南方さび病罹病程度は「なつむすめ」並かやや低く、抵抗性は「なつむすめ」と同じく“極強”と考えられた。倒伏個体率は「30D44」および「SH5937」より少なく、折損個体率は「30D44」より少なかった。倒伏抵抗性は「30D44」および「SH5937」より、折損抵抗性は「30D44」より強いと考えられた。「なつひむか」はワラビー萎縮症や南方さび病、台風による倒伏や折損が問題となる、九州における夏播きおよび晩播栽培において高栄養自給飼料の安定的な生産に寄与すると期待される。

キーワード：トウモロコシ，晩播，夏播き，ワラビー萎縮症抵抗性，南方さび病抵抗性。

I. 緒 言

飼料用トウモロコシ (*Zea mays* L.) は多収で高栄養価であることから夏作自給飼料生産の基幹作物として、九州では 2016 年現在 12,300ha で栽培されている (農林水産省大臣官房統計部, 2017)。九州では、温暖な気候を利用して 4 月上旬から 5 月中旬にかけて播種する春播きのほか、イタリアンライグラス収穫後の 5 月中旬から 6 月中旬に播種する晩播、春播きトウモロコシの収穫後の 7 月下旬から 8 月上旬にかけて播種する夏播きが行われており、春播きと夏播きを組み合わせて二期作も行われ

ている。しかし、夏播きでは大きな減収要因のワラビー萎縮症が発生する危険がある。ワラビー萎縮症はトウモロコシの幼苗期にフタテンチビヨコバイ (*Cicadulina bipunctata*) の吸汁加害によって起こる萎縮症で、抵抗性がない品種は激しい萎縮症状を示して著しい減収になる (松村, 2007)。夏播きトウモロコシでのワラビー萎縮症の発生はフタテンチビヨコバイの生息密度が関係しており、幼苗期が遅くなるほどフタテンチビヨコバイの生育密度が上がり被害が大きくなるため、被害の回避対策として早い時期の播種や抵抗性品種の利用が必要である (松倉・松村, 2009; MATSUKURA and MATSUMURA,

2010)。そこで、ワラビー萎縮症被害拡大を回避でき、さらに、もうひとつの減収要因である南方さび病 (*Puccinia polysra*) にも抵抗性を持つワラビー萎縮症および南方さび病抵抗性の F₁ 品種の育成を目標とした。その結果、2016 年に晩播・夏播き用新品种「なつひむか」の育成に至り、品種登録出願したので、その育成経過と特性を報告する。

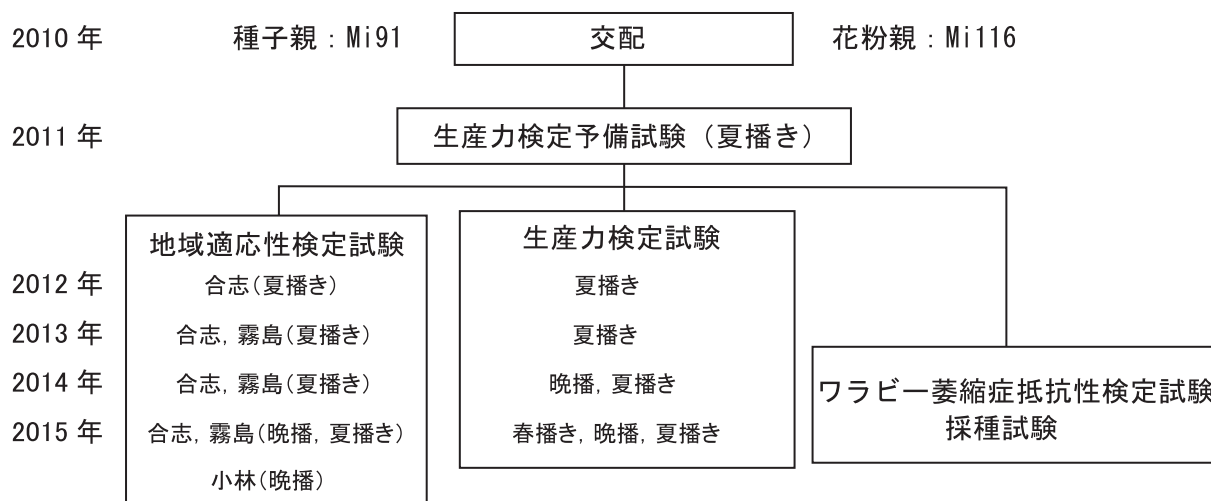
「なつひむか」の育成の一部は農林水産省委託プロジェクト「気候変動に適応したイネ科作物品種・系統の開発」で行われた。「なつひむか」の育成に際して、地域適応性検定試験では担当者に多大なご協力をいただいた。育種試験の遂行に際しては九州沖縄農業研究センター業務第 3 科各位に栽培管理や調査の一部を担当していただいた。また、本稿の作成にあたっては、九州沖縄農業研究センター畑作研究領域長小柳敦史博士のご校閲をいただいた。ここに記して深く謝意を表す。

II. 来歴および育成経過

「なつひむか」は「Mi91」を種子親とし、「Mi116」を花粉親として育成された単交雑一代雑種で、育成

経過を第 1 図、試験地を第 1 表、育成従事者を付表に示した。

2010 年に「Mi91」と「Mi116」の交配を行い、2011 年に夏播きの生産力検定予備試験で有望と認められたため、2012 年から夏播きの生産力検定試験、2014 年、2015 年に晩播の生産力検定試験、2015 年には春播きの生産力検定試験にも供試した。また、地方系統番号「九交 160 号」を付し、2012 年から九州沖縄農業研究センター本所（以下、合志とする。）で、2013 年から鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場（以下、霧島とする。）で夏播きの地域適応性検定試験に供試した。さらに、2015 年には合志、霧島、家畜改良センター宮崎牧場（以下、小林とする。）で晩播の地域適応性検定試験にも供試した。なお、2015 年の霧島での地域適応性検定試験は播種が 8 月 18 日と遅れ、絹糸抽出も 10 月末以降となりほとんど登熟せず、一般的な夏播き栽培とは異なったため解析から除外した。2014 年、2015 年には熊本県菊池市（以下、菊池とする。）の現地圃場において 9 月上旬播種のワラビー萎縮症抵抗性検定試験を行うとともに、育成地の隔離圃場において F₁ と花粉親「Mi116」の採種試験を行った。



第 1 図 「なつひむか」の育成経過

第 1 表 試験地の所在と試験研究機関

試験地	試験機関等
都城	九州沖縄農業研究センター都城研究拠点（宮崎県都城市）、育成地
合志	九州沖縄農業研究センター本所（熊本県合志市）
霧島	鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場（鹿児島県霧島市）
小林	家畜改良センター宮崎牧場（宮崎県小林市）
菊池	現地圃場（熊本県菊池市）

試験の結果、「九交 160 号」は優れていると認められたため、2016 年に「なつひむか」と命名して品種登録出願した。構成親自殖系統の来歴と特性の概要は以下の通りである。

「Mi91」は南方さび病抵抗性改良集団由来の S_1 および S_2 系統の種子を等量混合した集団「RD96」から選抜した個体「RD96-12」を母材 (S_0 世代) として育成された自殖系統である。本系統は、南方さび病抵抗性、ごま葉枯病抵抗性、耐倒伏性、採種性および組合せ能力に優れており、「なつむすめ」(村木ら, 2014), 「PI2008」(村木ら, 2016) の種子親として利用されている。

「Mi116」は市販のワラビー萎縮症抵抗性 F_1 品種「SH5937」から単粒系統法 (Single Seed Descent method) で育成した自殖系統で、ワラビー萎縮症抵抗性が強く、「Mi91」との組合せ能力が高い。

Ⅲ. 試験方法

生産力検定試験および地域適応性検定試験等栽培試験は、飼料作物系統適応性検定試験実施要領 (改訂 5 版) (農林水産省技術会議事務局ほか, 2001) および改訂 6 版 (暫定版) に準じて第 2 表の試験方法で行い、栽培管理は第 3 表の施肥量と各試験地の慣行によった。

夏播きの生産力検定試験では茎葉および雌穂の可消化養分総量 (total digestible nutrient; TDN) 含量を推定して TDN 収量を算出した。茎葉の TDN 含量は近赤外分析 (村木ら, 2005) によって推定した酵素分析成分から伊東ら (1998) の方法によって推定した。乾物率測定に使用した試料を 1mm のメッシュが通るようにサイクロンミルで粉碎して近赤外分析に供試した。雌穂の TDN 含量は伊東ら (2000) の方法によって推定した。晩播および春播きの生産力検定試験と地域適応性検定試験では、新得方式(石

第 2 表 試験方法

試験地 (播種期)	年次	播種日 (月・日)	畦間 (cm)	株間 (cm)	栽植密度 (本/a)	1 区面積 (m^2)	反復
[生産力検定試験]							
都城 (夏播き)	2012	8.7	75	20	667	15.75	3
	2013	7.25	75	20	667	15.75	3
	2014	8.4	75	20	667	15.75	3
	2015	8.4	75	20	667	15.75	3
		8.4	75	20	667	15.75	3
都城 (晩播)	2014	6.10	75	20	667	15.75	3
	2015	5.27	75	20	667	15.75	3
都城 (春播き)	2015	4.17	75	20	667	15.75	3
[地域適応性検定試験]							
合志 (夏播き)	2012	8.3	75	20	667	12	3
	2013	8.4	75	20	667	12	3
	2014	8.1	75	20	667	12	3
	2015	8.3	75	20	667	12	3
		8.3	75	20	667	12	3
霧島 (夏播き)	2013	8.6	75	20	667	12	3
	2014	8.12	75	20	667	12	3
	2015	8.18	75	20	667	12	3
合志 (晩播)	2015	5.28	75	20	667	12	3
霧島 (晩播)	2015	5.20	75	20	667	12	3
小林 (晩播)	2015	5.21	75	20	667	12	3
[ワラビー萎縮症抵抗性検定試験]							
菊池	2014	9.3	75	15	889	1.35	5
	2015	9.8	75	15	889	1.35	5
[F_1 の採種試験]							
都城	2014	4.24	75	25	533	90	1
	2015	4.28	75	20	667	157.5	1
[「Mi116」の採種試験]							
都城	2014	4.24	75	25	533	90	1
	2015	4.28	75	25	533	90	1

第 3 表 施肥量 (kg/a)

試験地 (播種期)	年次	基肥				追肥			堆厩肥
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
[生産力検定試験]									
都城 (夏播き)	2012	0.8	1.8	0.5	0.8	-	-	-	300
	2013	0.8	1.8	0.5	0.8	-	-	-	300
	2014	0.8	1.8	0.5	0.8	-	-	-	200
	2015	0.8	1.8	0.5	0.8	-	-	-	200
都城 (晩播)	2014	0.8	1.8	0.5	0.8	0.8	-	0.7	200
	2015	0.8	1.8	0.5	0.8	0.8	-	0.7	300
都城 (春播き)	2015	0.8	1.8	0.5	0.8	0.8	-	0.7	300
[地域適応性検定試験]									
合志 (夏播き)	2012	1.0	1.0	1.0	-	0.5	0.5	0.5	300
	2013	1.0	1.0	1.0	-	0.5	0.5	0.5	300
	2014	1.0	1.0	1.0	-	0.5	0.5	0.5	300
	2015	1.0	1.0	1.0	-	0.5	0.5	0.5	300
霧島 (夏播き)	2013	1.5	2.0	1.5	1.0	-	-	-	200
	2014	1.5	2.0	1.5	1.0	-	-	-	200
	2015	1.5	2.0	1.5	1.0	-	-	-	200
合志 (晩播)	2015	1.0	1.0	1.0	-	0.5	0.5	0.5	300
霧島 (晩播)	2015	1.5	2.0	1.5	1.0	-	-	-	200
小林 (晩播)	2015	1.2	0.9	1.4	0.2	0.7	-	1.4	300
[ワラビー萎縮症抵抗性検定試験]									
菊池	2014	0.8	1.8	0.5	0.8	-	-	-	-
	2015	0.8	1.8	0.5	0.8	-	-	-	-
[F ₁ の採種試験]									
都城	2014	0.8	1.8	0.5	0.8	0.8	-	0.7	600
	2015	0.8	1.8	0.5	0.8	0.8	-	0.7	600
[「Mi116」の採種試験]									
都城	2014	0.8	1.8	0.5	0.8	0.8	-	0.7	600
	2015	0.8	1.8	0.5	0.8	0.8	-	0.7	600

栗, 1972) で TDN 収量を推定した。品種間の比較は、計測値については分散分析を行い、Tukey 法で多重範囲検定し、品種と試験に交互作用が認められた場合は交互作用で検定した。評点値については Friedman 検定と Scheffe 法により比較した。いずれも「なつひむか」とそれぞれの品種との比較の結果を表中に示した。

試験はすべて九州で行われた。夏播きの試験では、ワラビー萎縮症抵抗性夏播き用品種で“極晩生”の「30D44 (パイオニア 135 日)」を標準品種、同じく「SH5937 (スノーデント夏空 W)」を比較品種とした。「30D44」および「SH5937」以外の供試品種はワラビー萎縮症に抵抗性がないが、晩播・夏播き用品種で“中生の晩”の「なつむすめ」を比較品種、オールシーズン用品種で“晩生”の「SH9904 (スノーデント王夏)」を参考品種に用いた。晩播の試験では、標準品種に「SH9904」、比較品種に「なつむすめ」、参考品種に春播き用品種で“中生の晩”の「SH3815 (ス

ノーデントわかば)」を供試した。春播きの試験では標準品種として春播き用品種で“中生”の「32F27 (パイオニア 126 日)」, 「SH3815」, 比較品種として晩播試験の供試品種、春播き用品種で“中生”の「ゆめそだち」(池谷ら, 1999) を供試した。「なつむすめ」および「ゆめそだち」は育成品種、それ以外は九州における基幹品種である。

ワラビー萎縮症抵抗性検定試験は、熊本県菊池市のワラビー萎縮症発地域に設置した圃場で、播種後 4 週と 7 週を目安にワラビー萎縮症の発生を調査した。ワラビー萎縮症の症状を、“微”：葉脈の隆起や葉の変形などの症状があるが萎縮はしていないか軽微 (健全個体のおよそ 3 分の 2 以上の草高)、“中”：葉脈の隆起や葉の変形などの症状があり明らかな萎縮 (健全個体のおよそ 2 分の 1 以上 3 分の 2 未満の草高) が認められる、“甚”：葉脈の隆起や葉の変形などの症状があり重度の萎縮 (健全個体のおよそ 2 分の 1 未満の草高) が認められる、の 3 段

第4表 夏播き栽培における試験地別の主要特性

試験地 (年次)	品種	初期生育 ¹⁾ (1-9)	絹糸 抽出期 (月・日)	稈長 (cm)	着雌 穂高 (cm)	収穫日 (月・日)	収穫時熟度	乾物収量 ²⁾ (kg/a)	総体 ³⁾ 乾物率 (%)	雌穂重 ⁴⁾ 割合 (%)
都城 (2012-2015)	なつひむか	6.0	9.28	207	84	11.16	糊熟後-黄熟初期	149.7 (99)	27.3	42.8
	30D44	6.6	9.29	226**	104**	11.16	糊熟後-黄熟初期	150.6 (100)	26.5	39.3*
	SH5937	5.7	9.30**	229**	107**	11.17	糊熟中-後期	148.7 (99)	23.7**	34.6**
	なつむすめ	5.3	9.29	204	77	11.15	糊熟後期	142.4 (95)	25.7	47.1*
	SH9904	6.7	9.28	222**	112**	11.14	糊熟中期	140.2 (93)	24.0**	33.0**
合志 (2012-2015)	なつひむか	6.7	9.27	228	103	11.17	糊熟後期	167.2 (93)	27.7	43.1
	30D44	8.0	9.28	245*	115**	11.17	糊熟後期	179.3 (100)	27.5	40.8
	SH5937	7.0	9.29**	239	117**	11.17	糊熟中-後期	164.4 (92)	24.3**	37.1*
	なつむすめ	7.0	9.27	218	88**	11.17	糊熟後期	148.4 (83)**	26.4**	48.3*
霧島 (2013-2014)	なつひむか	8.5	10.2	197	85	11.13	糊熟中期	134.2 (100)	26.5	37.9
	30D44	9.0	10.3**	216	100	11.13	糊熟中期	134.6 (100)	25.3	31.1
	SH5937	8.0	10.5**	224**	108	11.15	糊熟中期	129.6 (96)	21.1*	31.8
	なつむすめ	7.5	10.2	194	76	11.13	糊熟中期	120.9 (90)	23.8	35.6

1) 1: 極不良 - 9: 極良の評点値 2) 乾物収量は実施要領では乾物総重, () 内は対「30D44」比 (%)

3) 収穫物全体の乾物率 4) 乾物収量に占める雌穂乾物収量の割合 ***) 順に「なつひむか」と5%, 1%水準で有意

階で個体ごとに評価して, “微”, “中”および“甚”の個体を発症個体, 萎縮が明確に認められる“中”および“甚”の個体を萎縮個体として, それぞれの個体率を試験区ごとに算出した。また, 試験区全体を観察して発症程度と生育良否を評点した。ワラビー萎縮症抵抗性検定試験には夏播きの生産力検定試験の供試品種のほか「3470 (パイオニア遅播き)」も供試した。

採種試験は隔離条件下で第2表の試験方法で行った。F₁は種子親:花粉親畦比3:1, 種子親「Mi91」, 花粉親「Mi116」を同時播種, 花粉親の「Mi116」は隣接する隔離圃場に同日に播種して精選採種量を調査した。

IV. 試験結果

1. 夏播きでの早晩性, 初期生育, 稈長および着雌穂高

育成地の都城では, 絹糸抽出期は「SH5937」より2日早く, 「30D44」および「なつむすめ」より1日早い傾向であった。合志でも「30D44」より1日早い傾向で「SH5937」より2日早く, 霧島では「30D44」より1日, 「SH5937」より3日早かった。収穫時熟度は, いずれの試験地でも「30D44」と同

じで, 「なつむすめ」よりやや進んでおり, 収穫日が同じかやや遅い「SH5937」と同じかやや進んでいた。総体乾物率は, 収穫日が同じ「30D44」よりやや高い傾向で, 収穫日が同じかやや遅い「SH5937」より高かった。夏播き栽培の結果では早晩性は「SH5937」より早く, 「30D44」よりやや早いと考えられた。いずれの試験地でも初期生育は「30D44」に比べてやや劣るが「SH5937」並の傾向で稈長, 着雌穂高は「30D44」, 「SH5937」より低く, 「なつむすめ」より高かった(第4表)。



写真1 「なつひむか」の草姿

2. 夏播きでの収量性

育成地での乾物収量は「30D44」および「SH5937」並で、「なつむすめ」および「SH9904」より多い傾向であった。合志では「30D44」より少ない傾向で「SH5937」並、「なつむすめ」より多かった。霧島では「30D44」並、「SH5937」および「なつむすめ」より多い傾向であった。雌穂重割合は、育成地では「30D44」、「SH5937」および「SH9904」より高く、「なつむすめ」より低かった。合志では育成地と同様の傾向であったが、霧島では「30D44」および「SH5937」より高く、「なつむすめ」と同等であった（第4表）。

育成地において、近赤外分析による酵素分析成分から推定した茎葉の TDN 含量は「SH5937」並、「30D44」および「なつむすめ」より高く、茎葉の栄養価に優れていた。子実割合から計算した雌穂の TDN 含量はいずれの品種も同じ程度であった。部位別の乾物収量は、茎葉は「SH5937」および「SH9904」より少ないが「なつむすめ」より多く、雌穂は「なつむすめ」並で「SH5937」および「SH9904」より多かった。推定 TDN 収量はいずれの品種より多い傾向で、総体の推定 TDN 含量は「なつむすめ」並、「30D44」、「SH5937」および「SH9904」より高かった（第5表）。

3. 晩播適性

試験地別の晩播栽培の結果を第6表に示した。育成地の晩播（5月播き）では、絹糸抽出期は「SH3815」より2日遅かった。晩播用の品種との比較では、絹糸抽出期は「なつむすめ」より2日遅く、「SH9904」より3日早かった。収穫時熟度と総体乾物率は収穫日が4日早い「なつむすめ」並で、収穫日が同じ「SH9904」より熟度がやや進んでおり、総体乾物率も「SH9904」より高い傾向であっ

た。初期生育は「SH9904」並で「なつむすめ」より良い傾向であった。稈長と着雌穂高は「SH9904」より低く「なつむすめ」より高かった。生育期間中やや低温に推移したことや登熟期に台風による倒伏や折損が生じたことで乾物収量は全体に低収となったが、乾物収量は「なつむすめ」並で「SH9904」より高く、雌穂重割合は「なつむすめ」より低く「SH9904」より高く、推定 TDN 収量は「なつむすめ」並で「SH9904」より多かった。合志、霧島および小林での晩播と育成地での晩播（6月播き）の結果では、稈長と着雌穂高が「SH9904」に比べ低かったが、乾物収量や推定 TDN 収量は「SH9904」および「なつむすめ」より多い傾向であった。

4. 春播き適性

育成地における春播き栽培の結果を第7表に示した。絹糸抽出期は春播き用の中生や中生の晩の品種より遅かった。晩播用の品種との比較では、絹糸抽出期は「SH9904」および「なつむすめ」並で、収穫時熟度も「SH9904」および「なつむすめ」並、総体乾物率は「なつむすめ」並で、「SH9904」より高かった。初期生育は「なつむすめ」より優れていたが、「32F27」より劣っている傾向であった。稈長と着雌穂高は「SH9904」より低く、「ゆめそだち」および「なつむすめ」並であった。乾物収量は「32F27」および「SH3815」並で、雌穂重割合は「SH3815」並で「SH9904」より高かったが、「32F27」および「なつむすめ」より低かった。推定 TDN 収量は「32F27」、「SH3815」および「ゆめそだち」並であった。これらのことから、春播き栽培では早晩性が早い“中生”の品種に対する優位性は大きくないと考えられた。

第5表 育成地の夏播き栽培における TDN 含量 (%) および TDN 収量 (kg/a) の推定値 (2012-2015年)¹⁾

品種	茎葉			雌穂			総体		
	乾物収量	TDN含量	TDN収量	乾物収量	子実割合	TDN含量	TDN収量	TDN含量	TDN収量
なつひむか	84.5	57.8	49.2	65.3	78.2	82.2	53.9	68.6	103.0
30D44	88.3	55.5	49.5	62.3	75.5	81.0	50.8	65.8*	100.3
SH5937	94.9*	57.1	54.2	53.8*	76.0	81.2	44.0*	65.7*	98.2
なつむすめ	74.5*	55.4*	41.4*	68.0	78.4	82.3	55.9	68.1	97.3
SH9904	93.1*	56.9	53.3	47.1**	77.7	82.0	38.7**	65.3**	92.0

1) 部位別の TDN 含量は次式により推定

茎葉 TDN 含量 (%) = $0.833 \times (\text{OCC} + \text{Oa}) + 24.73$

雌穂 TDN 含量 (%) = $0.923 \times \text{子実割合} + 0.453 \times (100 - \text{子実割合})$

総体の TDN 含量は TDN 収量および乾物収量から算出

***) 順に「なつひむか」と 5%、1%水準で有意

第6表 晩播栽培における試験地別の主要特性

試験地 (年次)	品種	初期 生育 ¹⁾ (1-9)	絹糸 抽出期 (月・日)	稈長 (cm)	着雌 穂高 (cm)	収穫日 (月・日)	収穫時熟度	乾物収量 ²⁾ (kg/a)	総体 ³⁾ 乾物率 (%)	雌穂重 ⁴⁾ 割合 (%)	推定 ²⁾ TDN 収量 (kg/a)
都城 晩播(5月播) (2015)	なつひむか	6.0	8.5	200	75	9.11	黄熟中期	97.2 (123)	28.4	29.2	64.2 (129)
	SH9904	6.3	8.8**	222**	113**	9.11	糊熟後-黄熟初期	79.0 (100)**	23.8**	16.3**	49.6 (100)**
	なつむすめ	5.0	8.3*	181**	68*	9.7	黄熟中期	97.2 (123)	27.1	46.8**	68.8 (139)
	SH3815	6.0	8.3*	199	90**	9.9	黄熟中期	94.3 (119)	26.2*	36.6*	64.1 (129)
合志 晩播(5月播) (2015)	なつひむか	5.3	8.3	240	106	8.27	乳熟期	163.8 (107)	23.8	30.7	108.8 (109)
	SH9904	5.0	8.2	274**	150**	8.27	乳熟期	152.6 (100)	21.2*	27.2	100.0 (100)
	なつむすめ	5.0	8.2	240	104	8.27	乳熟期	155.9 (102)	22.2	36.6	106.2 (106)
霧島 晩播(5月播) (2015)	なつひむか	7.0	8.9	156	37	9.16	黄熟中期	112.0 (96)	29.9	49.3	80.0 (100)
	SH9904	7.0	8.13*	186**	67*	9.18	黄熟中期	117.2 (100)	27.7	38.8*	80.4 (100)
	なつむすめ	6.3	8.8*	147	32	9.16	黄熟初期	90.2 (77)*	33.6	49.4	64.5 (80)*
小林 晩播(5月播) (2015)	なつひむか	8.2	8.2	213	88	9.8	黄熟中期	183.9 (126)	32.5	48.9	131.1 (131)
	SH9904	8.5	8.2	221	120**	9.8	黄熟初期	146.5 (100)**	28.5**	37.2**	99.9 (100)**
	なつむすめ	8.7	7.31*	191*	86	9.2	黄熟中-後期	138.8 (95)**	29.3*	54.8*	101.1 (101)**
都城 晩播(6月播) (2014)	なつひむか	6.7	8.13	169	83	9.19	黄熟初-中期	137.7 (106)	25.4	40.5	95.2 (113)
	SH9904	6.0	8.16**	186*	107**	9.22	黄熟初期	129.3 (100)	21.9*	24.9*	84.1 (100)
	なつむすめ	5.3	8.13	159	69*	9.18	黄熟中期	136.9 (106)	29.9**	48.2	97.4 (116)
	SH3815	6.7	8.13	176	81	9.19	黄熟初-中期	131.0 (101)	21.3*	35.8	88.9 (106)

1) 1: 極不良 - 9: 極良の評点値

2) 乾物収量は実施要領では乾物総重, TDN 収量は新得方式(石栗, 1972)で推定, () 内は対「SH9904」比(%)

3) 収穫物全体の乾物率 4) 乾物収量に占める雌穂乾物収量の割合 ***) 順に「なつひむか」と5%, 1%水準で有意

第7表 春播き栽培における主要特性

試験地 (年次)	品種	初期 生育 ¹⁾ (1-9)	絹糸 抽出期 (月・日)	稈長 (cm)	着雌 穂高 (cm)	収穫日 (月・日)	収穫時熟度	乾物収量 ²⁾ (kg/a)	総体 ³⁾ 乾物率 (%)	雌穂重 ⁴⁾ 割合 (%)	推定 ²⁾ TDN 収量 (kg/a)
都城 春播き(4月播) (2015)	なつひむか	5.0	7.8	206	97	8.10	黄熟中期	162.7 (102)	29.3	35.4	110.1 (100)
	32F27	7.0	6.29**	235**	108**	8.3	黄熟中期	155.9 (97)	26.4**	40.6*	107.8 (98)
	ゆめそだち	4.7	7.1**	207	97	8.5	黄熟中期	151.8 (95)	26.8**	51.5**	109.3 (99)
	SH3815	4.7	7.3**	225**	117**	8.7	黄熟中期	160.2 (100)	23.3**	38.9	109.9 (100)
	SH9904	4.3	7.8	223**	125**	8.10	黄熟中期	143.1 (89)*	25.2**	28.9**	94.3 (86)**
	なつむすめ	3.7	7.7	203	92	8.10	黄熟中期	140.5 (88)*	29.4	45.0**	98.7 (90)*

1) 1: 極不良 - 9: 極良の評点値

2) 乾物収量は実施要領では乾物総重, TDN 収量は新得方式(石栗, 1972)で推定, () 内は対「SH3815」比(%)

3) 収穫物全体の乾物率 4) 乾物収量に占める雌穂乾物収量の割合 ***) 順に「なつひむか」と5%, 1%水準で有意

第8表 ワラビー萎縮症抵抗性検定試験(2014-2015年)

品種	10月上旬調査		10月下旬調査			
	発症 ¹⁾ 個体率 (%)	萎縮 ²⁾ 個体率 (%)	発症 ¹⁾ 個体率 (%)	萎縮 ²⁾ 個体率 (%)	発症程度 ³⁾ (0-10)	生育良否 ⁴⁾ (0-10)
なつひむか	16.0	4.7	34.8	8.5	1.0	8.1
30D44	31.1	5.5	61.1	5.7	1.0	8.0
SH5937	17.7	1.7	52.5	9.4	0.9	8.0
なつむすめ	71.8**	43.5**	98.0*	83.2**	5.1**	4.5**
SH9904	56.2**	23.2**	91.4*	70.2**	3.8**	6.0**
3470	60.2**	28.8**	95.4*	80.5**	4.8**	4.8**

1) ワラビー萎縮症の症状が見られる個体の割合 2) 草高が健全な生育を示す個体の3分の2未満の個体の割合

3) 0: 無症状 - 10: 激しい萎縮または枯死の評点値 4) 0: 枯死 - 10: 極良の評点値

***) 順に「なつひむか」と5%, 1%水準で有意

5. 病害虫抵抗性

1) ワラビー萎縮症抵抗性

調査圃場では、兩年ともフタテンチビヨコバイの発生が観察され、非抵抗性品種ではトウモロコシにワラビー萎縮症の発生が見られた。抵抗性品種の「30D44」に比べワラビー萎縮症の発症個体率は低い傾向で、萎縮個体率、発症程度および生育良否は「30D44」および「SH5937」と同程度であった。非抵抗性品種の「SH9904」、「3470」および「なつむすめ」に比べると明らかにワラビー萎縮症の発症個体率、萎縮個体率および発症程度は低く、生育良否は良かった（第8表）。このことから、ワラビー萎縮症抵抗性は「30D44」および「SH5937」と同程度と判断された。

2) 南方さび病抵抗性

夏播きの全3試験地10試験のうち3試験地8試験で、晩播の全4試験地5試験のうち2試験地3試験で南方さび病が発生し、葉や葉鞘に孢子堆が形成された。夏播き栽培での罹病程度は「30D44」および「SH5937」より低く、「なつむすめ」並かやや低く、晩播栽培では「SH9904」より低く「なつむすめ」並であった（第9表）。“極強”の「なつむすめ」並かそれ以下の罹病程度であったことから、南方さび病抵抗性は“極強”であると判断された。

3) ごま葉枯病抵抗性

夏播きの全3試験地10試験のうち3試験地7試験で、晩播の全4試験地5試験のうち2試験地2試験でごま葉枯病が発生し、葉に病斑が形成された。罹病程度には明確な差は見られなかったが、「な

つむすめ」よりやや低い傾向で、「30D44」および「SH9904」よりやや高い傾向であった（第9表）。「なつむすめ」のごま葉枯病抵抗性は“強”，「SH9904」は“極強”であることから、ごま葉枯病抵抗性は“強”と判断された。

4) すず紋病抵抗性

夏播きの全3試験地10試験のうち3試験地8試験で、晩播の全4試験地5試験のうち1試験地1試験ですず紋病が発生し、葉に病斑が形成された。育成地の夏播きで罹病程度が「SH9904」より高く「なつむすめ」よりやや低い傾向で、すず紋病抵抗性は「なつむすめ」並かやや強い傾向であった（第9表）。「なつむすめ」のすず紋病抵抗性が“強”であることから「なつむすめ」のすず紋病抵抗性も“強”と判断された。

6. 耐倒伏性

夏播き栽培の全3試験地10試験のうち3試験地7試験、晩播栽培では4試験地5試験全てで倒伏、折損またはその両方が生じた。倒伏、折損またはその両方が生じた試験の平均値を第10表に示した。夏播き栽培における倒伏個体率は「30D44」および「SH5937」より少なく、折損個体率は「30D44」より少なかった。このことから、倒伏抵抗性は「30D44」および「SH5937」より強く、折損抵抗性は「30D44」より強いと考えられた。晩播栽培では、倒伏個体率は「SH9904」より少ない傾向で折損個体率はほぼ同じであったが、倒伏と折損の合計個体率は少なかった。

第9表 作期別の主要病害罹病程度¹⁾

品種	南方さび病罹病程度			ごま葉枯病罹病程度			すず紋病罹病程度		
	夏播き ²⁾ (1:無-9:甚)	晩播 ³⁾ (1:無-9:甚)	判定	夏播き ⁴⁾ (1:無-9:甚)	晩播 ⁵⁾ (1:無-9:甚)	判定	夏播き ⁶⁾ (1:無-9:甚)	晩播 ⁷⁾ (1:無-9:甚)	判定
なつむすめ	1.3 (1.0)	1.1	極強	2.3 (2.3)	1.5	強	1.8 (2.1)	1.7	強
30D44	3.3** (3.8**)	-	中～強	1.7 (1.3)	-	極強	2.2 (1.7)	-	強～極
SH5937	2.5** (2.5*)	-	強	2.3 (2.2)	-	強	2.0 (1.8)	-	強
なつむすめ	1.5 (1.1)	1.0	極強	2.6 (2.6)	1.7	強	2.2 (2.3)	2.3	強
SH9904	- (2.4)	2.6*	強	- (1.8)	1.5	極強	- (1.2*)	1.3	極強

1) 夏播きは全3試験地10試験、晩播は全4試験地5試験のうち罹病が認められた試験の平均値

2) 3試験地8試験の平均値、()内は育成地4試験の平均値

3) 2試験地3試験の平均値

4) 3試験地7試験の平均値、()内は育成地4試験の平均値

5) 2試験地2試験の平均値

6) 3試験地8試験の平均値、()内は育成地4試験の平均値

7) 1試験地1試験の平均値

**) 順に「なつむすめ」と5%、1%水準で有意

第10表 作期別の倒伏、折損個体率およびその合計（倒伏+折損）個体率（%）¹⁾

品種	夏播き ²⁾			晩播 ³⁾		
	倒伏	折損	倒伏+折損	倒伏	折損	倒伏+折損
なつひむか	9.8	1.9	11.7	22.9	20.8	43.7
30D44	24.8*	15.1*	40.0**	—	—	—
SH5937	23.5*	5.8	29.3**	—	—	—
なつむすめ	15.1	6.3	21.4	28.7	11.8	40.5
SH9904	—	—	—	45.2	21.5	66.7**

1) 夏播きは全3試験地10試験、晩播は全4試験地5試験のうち倒伏、折損またはその両方が生じた試験の平均値

2) 3試験地7試験の平均値 3) 4試験地5試験の平均値

*,**) 順に「なつひむか」と5%, 1%水準で有意

第11表 F₁ および花粉親の採種性

年次 (播種日)		品種・系統	栽植密度 (本/a)	雄穂開花期 (月・日)	絹糸抽出期 (月・日)	精選採種量 ¹⁾ (kg/a)
2014 (4月24日)	F ₁ 花粉親	なつひむか Mi116	533 533	— 7.14	7.16 7.16	17.4 25.1
2015 (4月28日)	F ₁ 花粉親	なつひむか Mi116	667 533	— 7.16	7.18 7.17	27.5 23.1

1) F₁の採種試験は雌雄畦比3:1、花粉親の採種試験は隣接隔離圃場で同日播種

7. 採種性

育成地の隔離圃場で4月下旬に同時播種した場合、種子親「Mi91」の絹糸抽出期は花粉親「Mi116」の雄穂開花期より2日遅く、雌雄畦比3:1でのF₁の採種量は、2014年は栽植密度533本/aで17.4kg/aと低かったが、2015年は栽植密度667本/aで27.5kg/aであった。花粉親「Mi116」の採種量は2014年が25.1kg/a、2015年は23.1kg/aであった(第11表)。

V. 考 察

ワラビー萎縮症の原因であるフタテンチビヨコバイの分布は局所的だが、夏播き栽培(7月下旬から8月上旬播種)が多い熊本県、鹿児島県、宮崎県にはいずれも生息地が分布し、過去には急速に生息地が拡大したことがある。また、フタテンチビヨコバイの生息地でも必ずしも毎年ワラビー萎縮症が発生するわけではないが、発生が早く被害が大きい年もある(松村, 2007)。このため、ワラビー萎縮症被害の回避には現在の生息地の近隣も含め発生の危険がある地域での夏播き栽培ではワラビー萎縮症抵抗性品種の作付が必要である。「なつひむか」の花粉親「Mi116」はワラビー萎縮症抵抗性品

種「SH5937」の自殖後代であることから、「なつひむか」は「SH5937」と同程度のワラビー萎縮症抵抗性がある。一方、南方さび病は、夏播きでは抵抗性が弱い品種は生育初期から罹病が進み、茎葉の栄養価だけでなく乾物収量の低下につながるため、夏播き用品種では晩播用品種より抵抗性が重要である。「なつひむか」の種子親「Mi91」は「なつむすめ」の種子親でもあり、南方さび病の優性の真性抵抗性遺伝子を保有しており(村木・澤井, 2008)、「なつひむか」も「なつむすめ」と同じく南方さび病に強い抵抗性がある。こうして「なつひむか」は「Mi116」からワラビー萎縮症抵抗性、「Mi91」から南方さび病抵抗性を受け継ぎ、ワラビー萎縮症および南方さび病抵抗性となったため、夏播き栽培において「なつむすめ」が作付できない地域でも栽培が可能である。また、同様にワラビー萎縮症に抵抗性がある「30D44」や「SH5937」に比べて、「なつひむか」は倒伏や折損にも強いいため、台風の被害を受けやすい地域でも安定して多収となることが見込まれる。

飼料用トウモロコシは栄養価やサイレージ調製の容易さから、収穫は黄熟期が望ましい(戸澤, 1981)。夏播き栽培は九州でも温暖な地域で行われているが、これらの地域においても多くは11月中旬になると平均気温が10℃前後の日が多くなり有

効積算気温の不足から登熟が進まなくなる。「なつひむか」は、花粉親の「Mi116」が極晩生の「SH5937」に由来するため早晩性は「SH5937」に近くなると予想されたが、11月中旬の収穫期には「30D44」や「SH5937」より登熟が進んでおり、雌穂重割合や総体乾物率も高かった。収穫時に黄熟期に到達していることは少なかったが、総体乾物率は25%を超えており、サイレージ調製に適した水準に到達していた(第4表)。このような「なつひむか」の登熟の早さは夏播き栽培では有利である。また、「なつむすめ」(村木ら, 2014)は雌穂重割合が高い多収品種で晩播栽培に適した品種であるが、「なつひむか」の雌穂重割合は「なつむすめ」ほど高くないものの、乾物収量が「なつむすめ」より多いため推定 TDN 収量は多くなり、「なつひむか」は「なつむすめ」同様に晩播栽培(5月中旬から6月中旬播種)にも適していると考えられる(第6表)。晩播栽培での地域適応性検定試験は1年のみの結果であり、晩播栽培ではさらなる結果の蓄積が必要であるが、「なつむすめ」との比較は夏播き栽培でも同様の結果で、以上のことから「なつひむか」の栽培適地は九州における夏播きおよび晩播栽培と考えられた。一方で、九州では地域適応性検定試験が行われているが、そ

のほかの地域での試験は行われておらず栽培の適否については不明である。そのため、九州以外の地域の適応性や適性播種時期については今後の試験を待つ必要がある。

栽培適地とした九州での夏播き栽培の主要特性を第12表に、晩播栽培の主要特性を第13表に示した。「なつひむか」の収量性は、夏播き栽培では「なつむすめ」より多収、「30D44」および「SH5937」並、晩播栽培では「なつむすめ」および「SH9904」より多収傾向であった。また、「なつひむか」の早晩性は“中生の晩”の「なつむすめ」より少し遅く、“極晩生”の「30D44」および「SH5937」より早く、「SH9904」と同じ“晩生”に属すると判断された。「なつひむか」は九州における夏播きおよび晩播栽培において高栄養自給飼料の安定的な生産に寄与すると期待される。

ワラビー萎縮症は、温暖化にともないその被害地域の拡大、時期の早期化、萎縮症状の激化が懸念される(松倉ら, 2016)。「なつひむか」はワラビー萎縮症抵抗性であるが、種子親の「Mi91」は抵抗性ではないため、「なつひむか」のワラビー萎縮症抵抗性は完全ではなく、「30D44」や「SH5937」と同じく条件によっては被害が生じる(第8表)。その

第12表 九州(3試験地10試験)の夏播き栽培における主要特性

品種	絹糸抽出期 (月・日)	収穫日 (月・日)	収穫時熟度	乾物収量 ¹⁾ (kg/a)	総体乾物率 ²⁾ (%)	雌穂重割合 ³⁾ (%)	推定 TDN 収量 ¹⁾ (kg/a)
なつひむか	9.28	11.15	糊熟後期	153.6 (97)	27.3	41.9	106.9 (98)
30D44	9.29	11.16	糊熟中-後期	158.9 (100)	26.6	38.3*	109.3 (100)
SH5937	10.1**	11.16	糊熟中期	151.1 (95)	23.4**	35.0**	102.6 (94)
なつむすめ	9.29	11.15	糊熟後期	140.5 (88)**	25.6**	45.3*	99.3 (91)*

1) 乾物収量は実施要領では乾物総重、TDN 収量は新得方式(石栗, 1972)で推定、()内は対「30D44」比(%)

2) 収穫物全体の乾物率 3) 乾物収量に占める雌穂乾物収量の割合

**) 順に「なつひむか」と5%、1%水準で有意

第13表 九州(4試験地5試験)の晩播栽培における主要特性

品種	絹糸抽出期 (月・日)	収穫日 (月・日)	収穫時熟度	乾物収量 ¹⁾ (kg/a)	総体乾物率 ²⁾ (%)	雌穂重割合 ³⁾ (%)	推定 TDN 収量 ¹⁾ (kg/a)
なつひむか	8.6	9.10	糊熟後-黄熟初期	138.4 (111)	28.0	39.7	95.9 (116)
SH9904	8.8*	9.10	糊熟後期	124.9 (100)	24.6	28.9*	82.8 (100)
なつむすめ	8.5	9.7	糊熟後-黄熟初期	123.8 (99)	28.4	47.2	87.6 (106)

1) 乾物収量は実施要領では乾物総重、TDN 収量は新得方式(石栗, 1972)で推定、()内は対「SH9904」比(%)

2) 収穫物全体の乾物率 3) 乾物収量に占める雌穂乾物収量の割合

**) 順に「なつひむか」と5%、1%水準で有意

ため、ワラビー萎縮症抵抗性が更に向上した品種が将来的には望まれる。まだ、組合せ能力検定の段階であるが、両親ともワラビー萎縮症抵抗性を目標にして作成した F₁ 組合せの中には、「なつひむか」よりワラビー萎縮症抵抗性が強い系統があり、今後さらに抵抗性が強い品種を育成できる可能性がある。一方で、現在利用できるワラビー萎縮症抵抗性の育種母材は限られており、新たな抵抗性の遺伝資源の探索も必要である。

付表 育成従事者

年次	2010	2011	2012	2013	2014	2015
村木正則						
伊東栄作						

引用文献

- 池谷文夫・濃沼圭一・伊東栄作 (1999) 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.
- 石栗敏機 (1972) 粗飼料の飼料価値査定に関する研究. 第3報. 青刈とうもろこしサイレージの品質改善と飼料価値査定に関する試験. 新得畜試研究報告 3: 1-12.
- 伊東栄作・原慎一郎・松崎正敏・柴伸弥・濃沼圭一・池谷文夫 (1998) トウモロコシ育種試験における茎葉消化性評価のための標準サンプルの作成と利用. 日草誌 44 (別): 158-159.
- 伊東栄作・池谷文夫・濃沼圭一 (2000) サイレージ用トウモロコシの雌穂消化性についての品種・系統間差異とその簡易推定法. 九州農業研究 62: 135.
- 松倉啓一郎・松村正哉 (2009) ワラビー萎縮症発生地域における飼料用夏播きトウモロコシの播種適期. <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2008/konarc08-06.html>. 2017年11月現在.
- MATSUKURA, K. and MATSUMURA, M. (2010) Cultural control of leafhopper-induced maize wallaby-ear symptom in forage maize via early planting dates. Crop Protection 29: 1401-1405.
- 松倉啓一郎・吉田和弘・神代瞬・松村正哉 (2016) 夏播き飼料用トウモロコシにおけるワラビー萎縮症発生地域と発生量の予測地図. http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2015/karc15_s11.html. 2017年11月現在.
- 松村正哉 (2007) 飼料用トウモロコシのワラビー萎縮症と被害を起す昆虫フタテンチビヨコバエ. 牧草と園芸 55 (6): 1-5.
- 村木正則・橋爪健・高橋穰・原本典明・野宮桂・伊東栄作 (2016) 播種時期を選ばない暖地向けサイレージ用トウモロコシ F₁ 品種「PI2008」. http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2015/karc15_s02.html. 2017年11月現在.
- 村木正則・伊東栄作・澤井晃・江口研太郎・黄川田智洋 (2005) 近赤外分析法によるトウモロコシ茎葉の飼料成分の推定. 日草誌 51 (別): 228-229.
- 村木正則・伊東栄作・澤井晃・江口研太郎 (2006) 南方さび病への罹病がトウモロコシ茎葉 TDN 含量に与える影響. 九農研 69: 106.
- 村木正則・澤井晃 (2008) F₁ 系統によるトウモロコシ親系統の南方さび病抵抗性判定. 日草誌 54 (別): 254-255.
- 村木正則・澤井晃・伊東栄作・江口研太郎 (2014) 晩播・夏播き用トウモロコシ新品種「なつむすめ」の育成とその特性. 九州沖縄農研報告 61: 51-63.
- 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. 畜草研資料: 平成13-1.
- 農林水産省大臣官房統計部 (2017) 平成28年産飼料作物の収穫量 (全国農業地域別・都道府県別) - 青刈りとうもろこし. http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kome/index.html. 2017年11月現在.
- 戸澤英男 (1981) トウモロコシの栽培技術. p.161-169. 農文協, 東京.

Wallaby Ear Disease and Southern Rust Resistant New Forage Maize (*Zea mays* L.) Cultivar "Natsuhimuka"

Masanori Muraki and Eisaku Ito

Summary

"Natsuhimuka", a new cultivar of forage maize, was developed at the Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, NARO. This cultivar is a single-cross hybrid of the inbred line "Mi91" derived from a southern rust resistant population as a seed parent and the inbred line "Mi116" derived from the wallaby ear disease resistant hybrid "SH5937" by the single seed descent method, as a pollen parent. "Natsuhimuka" is adapted for summer and late spring seeding in the Kyushu region. "Natsuhimuka" belongs to the late maturity group together with "SH9904" as it matures later than "Natsumusume", which has medium-late maturity, but earlier than "30D44" and "SH5937", which have very late maturity. After summer seeding, dry matter (DM) and estimated total digestible nutrient (TDN) yields of "Natsuhimuka" exceeded that of "Natsumusume" and was equal to that of "30D44" and "SH5937". After late-spring seeding, DM and TDN yields of "Natsuhimuka" was higher than those of "Natsumusume" and "SH9904". The ratio of dwarf plants caused by wallaby ear disease in "Natsuhimuka" equaled that in "30D44" and "SH5937"; thus, the wallaby ear disease resistance of "Natsuhimuka" is likely comparable to that of "30D44" and "SH5937". The southern rust score of "Natsuhimuka" was equal to/lower than that of "Natsumusume". The southern rust resistance of "Natsuhimuka" was considered "very strong" because that of "Natsumusume" is "very strong". The ratio of stalk breakage in "Natsuhimuka" was lower than that in "30D44", and the ratio of lodging in "Natsuhimuka" was lower than that in "30D44" and "SH5937". Therefore, stalk breakage resistance of "Natsuhimuka" was higher than that of "30D44", and resistance to lodging in "Natsuhimuka" was higher than in "30D44" and "SH5937". "Natsuhimuka" is expected to contribute to sustainable production of highly nutritious feed for self-sufficiency.

Key words: late-spring seeding, maize, southern rust resistance, summer seeding, wallaby ear disease resistance.