

短稈・低アミロースヒエ新品種「ねばりっこ1号」、 「ねばりっこ2号」、「ねばりっこ3号」の育成

仲條 眞介*1・長谷川 聡*2・吉田 宏*3・漆原 昌二*4・阿部 陽*5・
阿部 知子*6・福西 暢尚*6・龍頭 啓充*6,7・大清水 保見*8

摘 要

良食味で短稈のヒエ品種育成を目的に、低アミロースで稈長が長い在来系統「もじゃっぺ」にガンマ線600Gyを照射した集団から「ねばりっこ1号」および「ねばりっこ3号」、重イオンビーム20Gyを照射した集団から「ねばりっこ2号」を育成した。3品種のアミロース含有率は原品種「もじゃっぺ」並みである。また、いずれの稈長も原品種より短い。その変動幅や形態は異なる。

「ねばりっこ1号」は原品種よりも出穂期が早く、芒はやや短くて少ない。収量性は原品種並みであるが、栽培環境による稈長の変動幅が大きい。

「ねばりっこ2号」は出穂期が原品種並みの中生で、穂は小さいが穂数が多く原品種並みの収量性をもつ。無芒であることから機械調製への適性を有するとみられる。また、同品種の稈長変動幅は3品種中最小である。

「ねばりっこ3号」は濃緑色の幅広い葉をもつ晩生の品種である。原品種よりも低収だが、太くて剛性の高い稈をもつ。「ねばりっこ2号」および「ねばりっこ3号」は水田機械化栽培適性を有する。これら3品種はその熟期と特性に応じて、「ねばりっこ1号」は県北部の畑作地帯、「ねばりっこ2号」は県下全域、「ねばりっこ3号」は県中南部での水田移植栽培用品種として普及を図る予定である。

キーワード: ヒエ, 品種育成, 短稈, 低アミロース, ガンマ線, 重イオンビーム, 突然変異育種

緒 言

近年、消費者の健康志向の高まりと相まって、雑穀の栄養的価値や機能性を再評価する研究結果が相次いで発表されている。穀物タンパク質アレルギー患者の代替食として雑穀が注目される¹⁾など、国内では「雑穀ブーム」到来の様相を呈している。

こうしたことを背景に、古くから雑穀生産地であった本県では、昭和30年代以降に急激な減少をたどった雑穀栽培面積が、近年では大幅な増加に転じている。なかでも、本県におけるヒエ栽培は作付面積で国内の95% (216ha)、生産量で99% (433t) を占めている (平成21年産)¹⁷⁾。その主力は稈性の在来系統「達磨」であり、品種・系統別栽培面積が調査された平成16年の実績では県内作付面積の80.2%に当たる112.2haに作付されている¹⁸⁾。「達磨」の作付面積が増加した理由は、草丈が低く水稲用作業機械を利用できることにある³⁾。しかし、稈性ヒエは糯性キビや糯性アワに比較して食味が劣ると感じる消費者が多い⁸⁾ため、単品としての評価は必ずしも高くない。

長谷川・勝田は、岩手県の在来系統「もじゃっぺ」が通常の稈性ヒエに比較して、アミロース含有率が低いため粘りが強く、冷めても硬くなりにくいデンプン特性を有し、食味官能試験においても稈性ヒエに比較して食味が優ることを明らかにした¹⁾。

本県では平成16年度に「もじゃっぺ」を県雑穀優良系統として選定したが、長稈で倒伏しやすく、自脱コンバインによる収穫が困難であることから作付けが伸び悩んでいた。

そこで、低アミロース性ヒエの短稈化を育種目標として、「もじゃっぺ」を原品種とした突然変異育種を行った。その結果、熟期が異なるヒエ3品種「ねばりっこ1号」、「ねばりっこ2号」、「ねばりっこ3号」を育成した。

育種目標、育成経過、奨励品種採用 及び品種登録

1 育種体制の整備および育種目標

平成16年10月、「いわての雑穀資源活用体制強化事業」により県北農業研究所内に「岩手県雑穀遺伝資源センター (以下「県雑穀遺伝資源センター」) が設置された。県雑穀遺伝資源センターでは、県内雑穀遺伝資源の収集・評価・保存を行うとともに、機械収穫適性に優れた短稈のアワ、キビならびに糯性ヒエのオリジナル品種を育成することとしている。

ヒエについては「糯性ヒエの育成、良食味で機械収穫適性に優れた短稈ヒエ新品種の育成」を具体的な育種目標として設定し、県北農業研究所やませ利用研究室 (現作物研究室) が突然変異育種に着手した。

*1 県北農業研究所 作物研究室 *2 旧県北農業研究所 やませ利用研究室 (現 中央農業改良普及センター)

*3 県北農業研究所 作物研究室 (現 農林水産部農村計画課) *4 旧県北農業研究所 やませ利用研究室 (現 技術部 野菜花き研究室)

*5 技術部 作物研究室 (現 公益財団法人 岩手生物工学研究センター) *6 理化学研究所 仁科加速器研究センター

*7 京都大学大学院工学研究科 附属光・電子理工学教育研究センター *8 県北農業研究所 作物研究室 (退職)

2 育成経過

(1)ガンマ線照射による「ねばりっこ1号」,「ねばりっこ3号」の育成経過

ガンマ線照射により作出された「ねばりっこ1号」,「ねばりっこ3号」の育成経過を表1に示した。

①ガンマ線照射(2004年)

2004年4月, 独立行政法人農業生物資源研究所放射線育種場に依頼し, 「もじゃっぺ」乾燥種子に対して600Gy(30Gy/h, 20時間)のガンマ線を照射した。照射線量は8線量(50, 100, 300, 500, 600, 700, 1000, 1200Gy)による予備照射後の発芽率, 出芽長の短縮程度に基づいて設定した。

今回の照射線量600Gyは, 既報にあるヒエの最適線量500Gy以上(鶴飼¹⁶⁾), 550-600Gy(佐川ら¹²⁾)と一致した。

②M₁世代(2004年)

県北農業研究所において, ガンマ線照射後の種子をセルトレイに播種・育苗後, マルチを張った畑に移植栽培してM₂種子を採種した。なお, 台風の襲来により倒伏が激しかったことから, 全量採種とした。

③M₂世代(2005年)

M₂世代13,119個体は, 県北農業研究所内水田で栽培した。糯性個体の選抜も目指していたことから, 圃場では無選抜とした。ただし, 各個体の主稈の穂を地際から1mの高さで刈り取ることにした。この収穫法では長稈個体の場合は刈り取った茎長は長く, 短稈個体の場合は刈り取った茎長は短くなることから, 稈長を室内で推定することが可能である。不出穂や虫害を受けた個体を除く12,333個体から採種したが, それらの穂は室内で4グループ(グループ1:推定稈長約130cm以下, グループ2:約130~160cm, グループ3:約160~180cm, グループ4:約180cm以上)に大別した(図1)。その出現頻度はグループ1が2%, グループ2が26%, グループ3が46%, グループ4が26%であった。後に「ねばりっこ1号」, 「ねばりっこ3号」となる個体は, 最も短稈の「グループ1」に属していた。



図1 刈り取ったM₂個体の穂

- a) 全個体を地際から1mの高さで刈り取った。
b) 穂は室内で4グループに分類した。

グループ1(短):30cm未満(130cm未満)
 // 2(中):31~60cm(131~160cm)
 // 3(長):61~80cm(161~180cm)
 // 4(極長):81cm以上(約180cm以上)
 *()内は推定稈長を示す

さらに, 全個体の子実をマイクロチューブ内で粉碎し, ヨウ素・ヨウ化カリ水溶液により染色した。M₂世代では短稈ではあるが, 粳ではない1,313個体を選抜した。

④M₃世代(2006年)

M₃世代からは系統に展開した。前年度の選抜個体由来の1,313系統(約30個体/系統)は所内水田で養成し, 形態・生態的特性, オートアナライザーで分析したアミロース含有率に基づき78系統を選抜した。

表1 「ねばりっこ1号」, 「ねばりっこ3号」の育成経過

年次	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
世代	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
育種操作・供試試験名	γ線600Gy照射(4月) M ₁ 養成	個体選抜	系統選抜	生産力検定試験 系統選抜	生産力検定試験 機械化栽培適性試験
選抜経過	栽植	個体数 約20,000	13,119		
	選抜			1,313	78
選抜番号・系統名		05M ₂ 1-208	06M ₃ -208	07M ₄ -11	ヒエ岩手1号
		05M ₂ 1-134	06M ₃ -134	07M ₄ -6	ヒエ岩手3号

⑤M₄世代(2007年)

前年度選抜した78系統中, 特に有望な33系統について, 形態的・生態的特性ならびに収量性を調査した. その結果, 原品種「もじゃっぺ」と同等のアミロース含有率を有する短稈系統を2系統選抜し, 原品種より早生の系統を「ヒエ岩手1号(後の「ねばりっこ1号」)」, 原品種より晩生の系統を「ヒエ岩手3号(後の「ねばりっこ3号」)」と命名した.

⑥M₅世代(2008年)

所内水田, 畑における生産力検定試験の他, 県内の雑穀主産地である二戸市足沢(たるさわ)および花巻市大迫町における現地生産力検定試験を実施した. 二戸市では, 「ねばりっこ1号」および「ねばりっこ2号」の畑・水田移植栽培試験を行い, 花巻市では「ねばりっこ2号」および「ねばりっこ3号」の水田移植栽培試験を実施した.

さらに, 水稲用移植機, 自脱コンバインによる機械化栽培適性を所内水田で確認した.

(2)重イオンビーム(炭素ビーム)照射による「ねばりっこ2号」の育成経過

重イオンビーム照射により作出された「ねばりっこ2号」の育成経過を表2に示した.

①重イオンビーム照射・M₁世代(2003年)

2003年11月, 独立行政法人 理化学研究所 RIビームファクトリーにおいて, 「もじゃっぺ」乾燥種子に対し炭素イオン(¹²C⁶⁺)ビームを1620MeV, 線エネルギー付与(LET)23keV/ μ m, 20Gyの条件で照射した. 照射後は高草木ら¹⁵⁾の方法により, 岩手県農業研究センター水稲世代促進温室(北上市, 以下, 世代促進温室)で冬期栽培し, M₂種子を採種した.

②M₂世代, M₃世代(2004年)

M₂世代は, マルチを張った畑に移植した. 906個体の中から稈長が短い17個体を選抜した. ただし, 圃場への移植は8月上旬となったため, 選抜個体は鉢上げしてハウス内で成熟させた. その後, 直ちに世代促進温室にてM₃世代を冬期世代促進した.

③M₄世代(2005年)

前年度選抜した17個体に由来するM₄世代17系統(約30個体/系統)を県北農業研究所内水田で養成し, 穂が最も大きく短稈の1系統を選抜するとともに, アミロース含有率をオートアナライザーで分析して, 原品種「もじゃっぺ」と同等のアミロース含有率であることを確認した.

④M₅世代(2007年)

M₅世代では, ガンマ線照射後代M₅系統とともに生産力検定に供試した. その結果, 短稈であるとともに低アミロース性デンプンを有し, 原品種と同熟期で同等の収量性をもつ本系統を「ヒエ岩手2号(後の「ねばりっこ2号」)」と命名した. その後の経過は「ねばりっこ1号」「ねばりっこ3号」と同様である.

3 県奨励品種採用および品種登録

「ねばりっこ1号」, 「ねばりっこ2号」, 「ねばりっこ3号」の3品種は, 2009年2月に開催された岩手県農作物奨励品種検討会議において, 本県奨励品種として採用することが決定された. 本県でヒエ奨励品種が採用されたのは, 1970(昭和45)年にヒエ奨励品種が削減されて以来39年ぶりのことである.

品種名は, 県のホームページや新聞広告等を通じ, 2008年11月1日~30日の1か月間にわたり広く公募された.

特性

(1)形態的特性

①稈長および稈質

新品種の稈長は, 水田移植栽培(表3, 図2, 3), 畑直播栽培(表4)のいずれにおいても原品種「もじゃっぺ」より短い, 原品種同様, 稈長の年次変動がある. なかでも, 「ねばりっこ1号」の年次変動が大きい. 新品種の稈長には個体間差が大きいが, 平均値・最頻値はいずれも原品種を超えない(図4).

節間長をみると, 「ねばりっこ1号」と「ねばりっこ2号」では第VIII節間以下が原品種よりも短い. 一方, 「ねばりっこ3号」では第VI~VIII節間が短い. 節間長の年次比較では, 2008年の原品

表2 「ねばりっこ2号」の育成経過

年次		2003年		2004年		2005年	2006年	2007年	2008年
世代		M ₁		M ₂	M ₃	M ₄		M ₅	M ₆
育種操作・供試試験名		炭素イオン20Gy照射(11月) M ₁ 冬期栽培		個体選抜	世代促進	系統選抜	種子保存	生産力検定試験	生産力検定試験 機械化栽培適性試験
選抜経過	栽植	個体数	約5,700	906			供試	1	1
	選抜	系統数			17	17			
試験番号・選抜系統名	個体数			17			なし	1	1
	系統数				無選抜	1			
				個体No. 4			05M ₄ -4	07M ₅ -20	ヒエ岩手2号

表3 水田移植栽培における稈長(育成地)

品種・系統名	2007年			2008年			2009年 ²⁾		2か年平均 (2007・2008)			3か年平均 (2007~2009)	
	稈長	原品種 対比	比較 対比	稈長	原品種 対比	比較 対比	稈長	比較 対比	稈長	原品種 対比	比較 対比	稈長	比較 対比
	(cm)	(%)	(%)	(cm)	(%)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(%)	(cm)	(%)
ねばりっこ1号	113	69	109	162	87	164	-	-	138	79	-	-	-
ねばりっこ2号	118	72	113	126	68	128	118	133	122	70	120	120	124
ねばりっこ3号	137	84	132	149	81	151	133	150	143	82	141	140	144
原品種) もじゃっぺ	163	(100)	157	185	(100)	188	-	-	174	(100)	-	-	-
比較) 達磨	104	64	(100)	99	53	(100)	89	(100)	102	58	(100)	97	(100)

※耕種概要

(2007, 2008年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛糞肥1,000(kg/10a)播種期:4月25日, 移植期:5月16日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)

(2009年)

基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛糞肥1,000(kg/10a)播種期:5月18日, 移植期:6月5日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)

2) 2009年の水田移植栽培試験は, 水田移植栽培用として普及予定の「ねばりっこ2号」, 「ねばりっこ3号」のみを県内水田栽培面積が最も多い「達磨」と比較した。

もじゃっぺ ねばりっこ 達磨
1号 2号 3号図2 低アミロース短稈ヒエ新品種の草姿
(2007年:育成地水田移植栽培)

種はどの節間もほぼ均等に伸長したが, 「ねばりっこ1号」では第IV~VIII節間, 「ねばりっこ2号」では第I, II, VI, VII節間が特に伸長している。一方, 「ねばりっこ3号」では第VII・VIII節間に加え, 第IX節間が伸長した(図5)。

「節間径」と「稈基重」にも品種間差があり, 「ねばりっこ1号」は原品種並みの稈の太さと稈基重を有するが, 「ねばりっこ2号」は原品種よりも稈が細く, 稈基重も小さい。一方, 「ねばりっ



もじゃっぺ ねばりっこ1号 ねばりっこ2号 ねばりっこ3号 達磨

図3 アミロース短稈ヒエ新品種の立毛状況
(2008年9月29日:育成地水田移植栽培)
各品種の隣は2mの竹尺である。

こ3号」の稈は原品種よりも明らかに太く「達磨」よりも太い。さらに, 「ねばりっこ3号」の稈基重は原品種や「達磨」よりも大きく, 充実した稈をもつ(表5)。

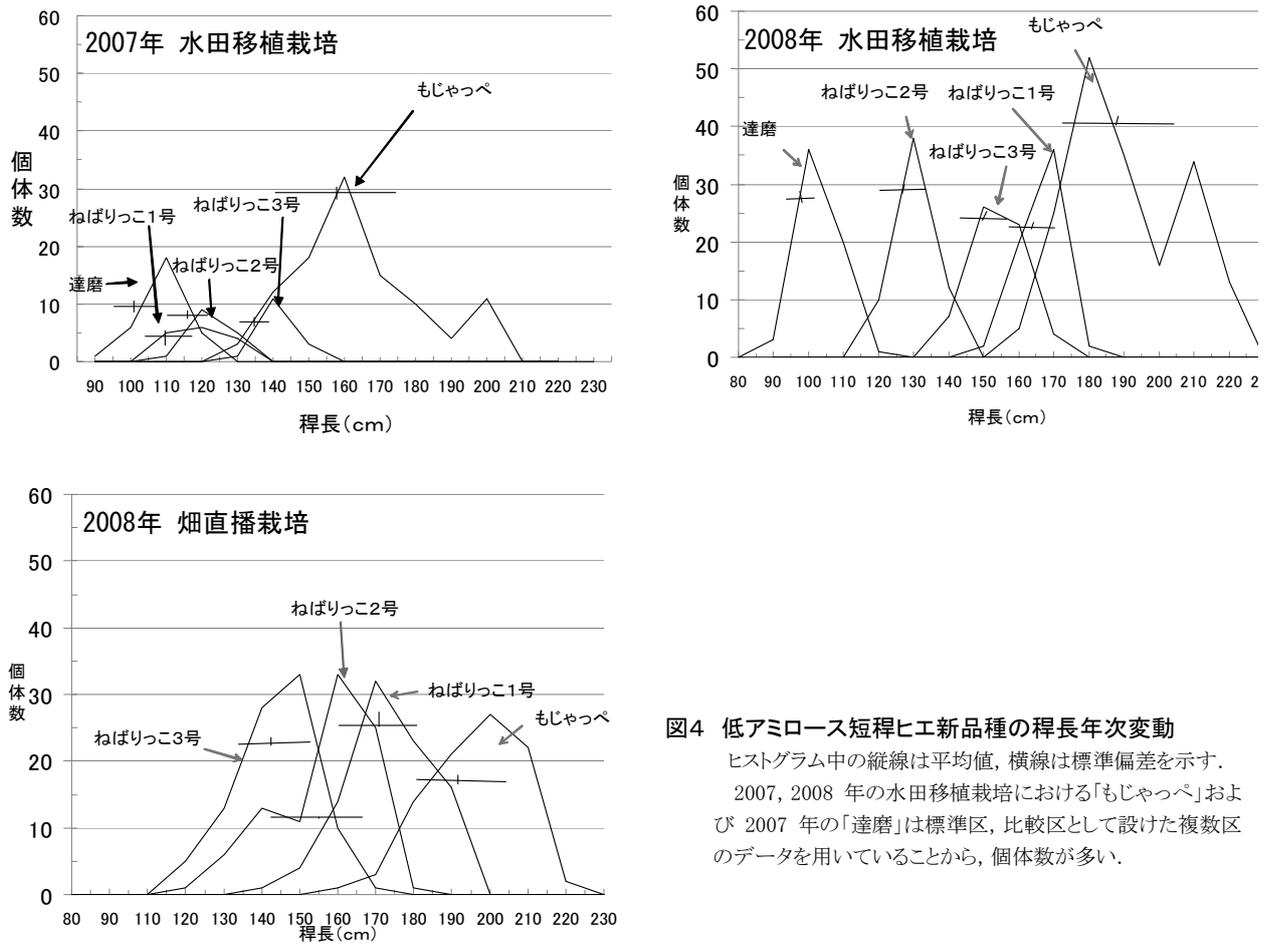


図4 低アミロース短稈ヒエ新品種の稈長年次変動

ヒストグラム中の縦線は平均値、横線は標準偏差を示す。

2007, 2008 年の水田移植栽培における「もじゃっぺ」および 2007 年の「達磨」は標準区、比較区として設けた複数区のデータを用いていることから、個体数が多い。

表4 畑直播栽培における稈長(育成地)

品種・系統名	2008年		2009年 ²⁾		2か年平均 (2008・2009)	
	稈長 (cm)	原品種 対比 (%)	稈長 (cm)	原品種 対比 (%)	稈長 (cm)	原品種 対比 (%)
ねばりっこ1号	169	88	130	82	149	85
ねばりっこ2号	152	79	-	-	-	-
ねばりっこ3号	139	73	-	-	-	-
原品種) もじゃっぺ	191	(100)	159	(100)	175	(100)
比較) 軽米在来(白)	-	-	136	86	-	-

※耕種概要

(2008,2009年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-15.0-10.8(kg/10a:成分量), 牛厩肥 2,000(kg/10a)

(2008年) 播種期:5月28日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m

(2009年) 播種期:5月25日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m

2) 2009年の畑直播栽培試験は, 畑直播栽培で普及予定の「ねばりっこ1号」と, 畑直播栽培されている「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」の比較とした。畑直播栽培されている「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」の比較とした。

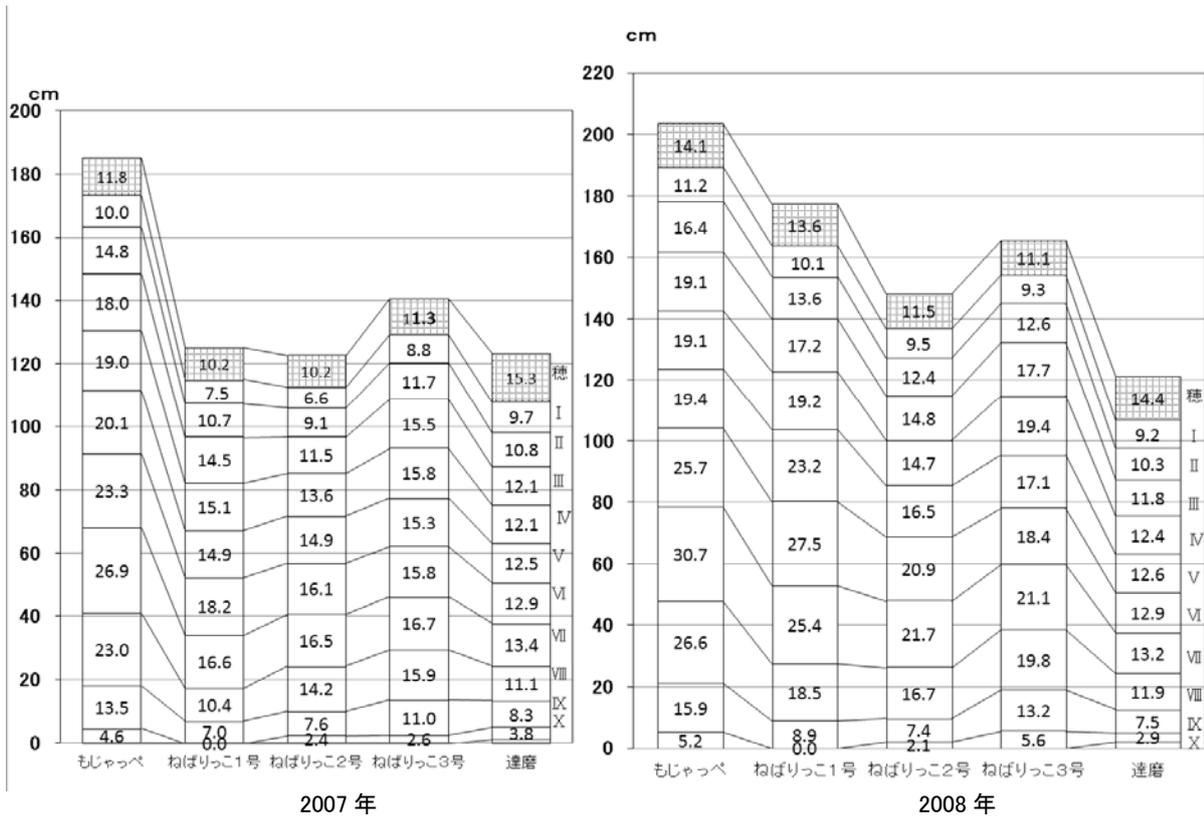


図5 新品種および原品種「もじゃっぺ」,「達磨」の節間長

表5 節間径および稈基重(育成地水田移植栽培)

5-1 節間中央部短径と稈基重

調査年	品種・系統名	節間中央部短径(mm)					伸長節間数 ^{z)}	稈基重 ^{y)} (g/本)	調査株数
		I~VIII節 平均値	IX	X	X I				
2007	ねばりっこ1号	2.93 ^{ab x)}	5.15 ^{-w)}	-	-	-	9	1.05	8
	ねばりっこ2号	2.66 ^a	5.16 ^a	5.42	-	-	10	0.85	8
	ねばりっこ3号	4.03 ^c	7.13 ^b	8.71	-	-	10	2.14	8
	原品種)もじゃっぺ	3.03 ^{ab}	5.68 ^{ab}	6.67	-	-	10	1.16	8
	比較)達磨	3.32 ^b	5.84 ^{ab}	5.50	-	6.52	11	1.60	8

5-2 節間中央部長径と稈基重

調査年	品種・系統名	節間中央部長径(mm)					伸長節間数	稈基重(g/本)	調査株数
		I~VIII節 平均値	IX	X	X I				
2008	ねばりっこ1号	5.67 ^{bc y)}	8.07	-	-	-	9	1.23	20
	ねばりっこ2号	4.61 ^a	6.26	-	8.30	-	10	0.78	40
	ねばりっこ3号	5.90 ^{bc}	8.44	-	8.95	-	10	2.14	26
	原品種)もじゃっぺ	6.06 ^b	8.75	-	8.82	-	10	1.27	120
	比較)達磨	5.42 ^c	8.06	-	7.79	-	7.75	11	1.69

z)ヒエには明確な穂首節が確認できないことから、穂の最下枝梗節から次の節までを第I節間とした。

y)稈基重は乾燥した稈の地際部から15cm上の重量を測定した。なお、個々の計量は行っていない。

x)同一文字間には5%水準で有意差なし(Tukey-Kramer法)。

w)「-」はこの節間を確認できた個体数が少なかったため、多重検定を行わなかったことを示す。

②穂長, 穂型および穂数

新品種の穂長は, 原品種よりも短い(図6, 表6,7).

新品種の穂型は原品種と同様に“紡錘型”に属し, 「ねばりっこ1号」および「ねばりっこ2号」は“紡錘型”, 「ねばりっこ3号」は“短紡錘型”である(図6).

穂数については「ねばりっこ1号」が原品種並みであるのに対し, 「ねばりっこ2号」は穂数が原品種より多い. 一方, 「ねばりっこ3号」の穂数は, 年次変動があるものの3か年平均で総合すると原品種より少なく「達磨」並みである(表8, 9).

③芒性

新品種の芒は原品種より少なく短く. 特に「ねばりっこ2号」は無芒である(表10, 図6).

④千粒重および穀粒の色

3品種の千粒重はいずれも原品種「もじゃっぺ」よりもやや小さい. 特に, 「ねばりっこ2号」が小さい(表11,12).

穀粒の色は3品種ともに原品種と同一で, 子実色は“灰褐色”, 玄穀色は“褐色”, 精白粒色は“乳白色”である(表13).

(2)早晩性

水田移植栽培における「ねばりっこ1号」は原品種「もじゃっぺ」に比較して, 出穂期が8日早く, 成熟期は11日早い“早生”である.

「ねばりっこ2号」は出穂期, 成熟期ともに原品種並みであり, 県内のヒエとしては“中生”に属する.

「ねばりっこ3号」の出穂期並びに成熟期は原品種と比較してそれぞれ11日, 9~17日遅く, 「達磨」と比較してそれぞれ1~4日, 13~22日早い“晩生”である(表14, 15).



図6 低アミロース短稈新品種の穂 (2008年: 育成地水田移植栽培)

(3)収量性

水田移植栽培における「ねばりっこ1号」と「ねばりっこ2号」の収量は, 原品種対比で2007年がそれぞれ93%と100%, 2008年が106%と96%であり, ほぼ原品種並みである(表16).

畑栽培における「ねばりっこ1号」の収量は原品種対比で2008年が125%, 2009年が71%である. 一方, 「ねばりっこ2号」の収量は2009年に原品種対比で131%である(表17).

「ねばりっこ3号」の水田移植栽培における収量は, 原品種対比で2007年が64%, 2008年が59%と低収である(表16). また, 畑直播栽培においても78%と低収である(表17).

表6 水田移植栽培における穂長(育成地)

品種・系統名	2007年		2008年		2009年 ²⁾		2か年平均 (2007・2008)			3か年平均 (2007~2009)	
	穂長 (cm)	原品種 対比 (%)	穂長 (cm)	原品種 対比 (%)	穂長 (cm)	比較 対比 (%)	穂長 (cm)	原品種 対比 (%)	比較 対比 (%)	穂長 (cm)	比較 対比 (%)
ねばりっこ1号	10.6	86	13.4	97	—	—	12.0	92	84	—	—
ねばりっこ2号	10.3	84	10.7	77	10.0	82	10.5	80	74	10.3	76
ねばりっこ3号	11.5	94	11.2	80	9.6	80	11.3	87	79	10.8	79
原品種)もじゃっぺ	12.3	(100)	13.9	(100)	—	—	13.1	(100)	91	—	—
比較)達磨	14.3	116	14.3	103	12.1	(100)	14.3	109	(100)	13.6	(100)

※耕種概要

(2007, 2008年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛厩肥1,000(kg/10a)
 播種期:4月25日, 移植期:5月16日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)
 (2009年) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛厩肥1,000(kg/10a)
 播種期:5月18日, 移植期:6月5日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)

2) 2009年の水田移植栽培試験は, 水田移植栽培用として普及予定の「ねばりっこ2号」, 「ねばりっこ3号」を県内水田栽培面積が最も多い「達磨」と比較した.

表7 畑直播栽培における短程・低アミロースヒエ新品種の穂長(育成地)

品種・系統名	2008年		2009年 ^{z)}		2か年平均 (2007・2008)	
	穂長 (cm)	原品種 対比 (%)	穂長 (cm)	原品種 対比 (%)	穂長 (cm)	原品種 対比 (%)
ねばりっこ1号	13.7	90	12.3	96	13.0	93
ねばりっこ2号	13.1	86	-	-	-	-
ねばりっこ3号	12.0	79	-	-	-	-
原品種)もじゃっぺ	15.2	(100)	12.9	(100)	14.0	(100)
比較)軽米在来(白)	-	-	11.9	92	-	-

※耕種概要

(2008,2009年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-15.0-10.8(kg/10a:成分量), 牛糞肥 2,000(kg/10a)

(2008年) 播種期:5月28日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m

(2009年) 播種期:5月25日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m

z) 2009年の畑直播栽培試験は, 畑直播栽培で普及予定の「ねばりっこ1号」と, 畑直播栽培されている「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」の比較とした。

表8 水田移植栽培における穂数(育成地)

品種・系統名	2007年			2008年			2009年		2か年平均 (2007・2008)		3か年平均 (2007~2009)	
	穂数 (本/m ²)	原品種 対比 (%)	比較 対比 (%)	穂数 (本/m ²)	原品種 対比 (%)	比較 対比 (%)	穂数 (本/m ²)	比較 対比 (%)	穂数 (本/m ²)	原品種 対比 (%)	穂数 (本/m ²)	比較 対比 (%)
ねばりっこ1号	104	99	133	93	94	109	-	-	98	96	-	-
ねばりっこ2号	121	115	156	150	151	177	126	135	136	133	132	109
ねばりっこ3号	105	100	135	85	85	100	76	82	95	93	89	89
原品種)もじゃっぺ	105	(100)	135	99	(100)	117	-	-	102	(100)	-	-
比較)達磨	78	74	(100)	85	86	(100)	93	(100)	81	80	85	(100)

※耕種概要

(2007, 2008年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛糞肥1,000(kg/10a)(2007年) 播種期:4月25日, 移植期:5月16日, 手植え 4本/株(栽植密度 30×15cm, 22.2株/m²)(2009年) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛糞肥1,000(kg/10a)(2009年) 播種期:5月18日, 移植期:6月5日, 手植え 4本/株(栽植密度 30×15cm, 22.2株/m²)

z) 2009年の水田移植栽培試験は, 水田移植栽培用として普及予定の「ねばりっこ2号」, 「ねばりっこ3号」を県内水田栽培面積が最も多い「達磨」と比較した。

表9 畑直播栽培における穂数(育成地)

品種・系統名	2008年		2009年 ^{z)}		2か年平均 (2008・2009)	
	穂数 (本/m ²)	対原品種比 (%)	穂数 (本/m ²)	対原品種比 (%)	穂数 (本/m ²)	対原品種比 (%)
ねばりっこ1号	52	105	57	88	54	97
ねばりっこ2号	75	154	-	-	-	-
ねばりっこ3号	48	97	-	-	-	-
原品種)もじゃっぺ	49	(100)	65	(100)	57	(100)
比較)軽米在来(白)	-	-	74	114	-	-

※耕種概要

(2008,2009年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-15.0-10.8(kg/10a:成分量), 牛糞肥 2,000(kg/10a)

(2008年) 播種期:5月28日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m(2009年)

(2009年) 播種期:5月25日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m

z) 2009年の畑直播栽培試験は, 畑直播栽培で普及予定の「ねばりっこ1号」と, 畑直播栽培されている「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」の比較とした。

表10 芒発生率と芒長(平成20年:参考データ²⁾)

品種・系統名	栽培地・栽培様式	発生率(%)			最長芒長(mm)		
		上位	中位	下位	上位	中位	下位
ねばりっこ1号	育成地・水田移植栽培	9.0	14.2	13.7	8.75	16.37	22.07
ねばりっこ2号		0	0	0	—	—	—
ねばりっこ3号		14.5	21.2	13.8	12.59	22.50	26.78
原品種)もじゃっぺ		12.2	21.0	16.1	10.34	23.64	28.54
比較)達磨		0	0	0	—	—	—
ねばりっこ1号	現地二戸市・水田移植栽培	26.2	38.4	29.4	14.70	18.25	21.43
原品種)もじゃっぺ		43.2	43.0	28.1	16.44	21.57	22.17
比較)達磨		0	0	0	—	—	—
ねばりっこ2号	現地花巻市・水田移植栽培	0	0	0	—	—	—
ねばりっこ3号		4.9	11.8	12.8	4.90	11.96	15.50
原品種)もじゃっぺ		33.7	24.4	22.1	17.43	23.90	22.46
比較)達磨		0	0	0	—	—	—
比較)達磨		0	0	0	—	—	—

2)1穂全体の芒性を的確に把握し得るか未検証のため、参考データとする。

※調査法:1. 節間長調査後の約20個体の株から、穂長の長い順に10穂を選んだ。

2. 各穂を3等分し先端部から上位, 中位, 下位に区分して任意に2枝梗を選び取り, 芒発生率と最長芒長を調査した。

表11 水田移植栽培における千粒重(育成地)

品種・系統名	2007年			2008年			2009年		2か年平均 (2007・2008)			3か年平均 (2007・2008)	
	千粒重	原品種 対比	比較 対比	千粒重	原品種 対比	比較 対比	千粒重	比較 対比	千粒重	原品 種 対比	比較 対比	千粒重	比較 対比
	(g)	(%)	(%)	(g)	(%)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)	(g)	(%)
ねばりっこ1号	3.28	92	78	3.28	97	86	—	—	3.28	95	82	—	—
ねばりっこ2号	3.05	86	73	2.97	88	78	2.94	73	3.01	87	75	2.99	74
ねばりっこ3号	3.07	87	73	3.19	94	84	3.44	85	3.13	90	78	3.23	81
原品種)もじゃっぺ	3.55	100	85	3.38	100	89	—	—	3.46	(100)	86	—	—
比較)達磨	4.20	118	100	3.81	113	(100)	4.05	(100)	4.00	116	(100)	4.02	(100)

※耕種概要

(2007, 2008年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛糞肥 1,000(kg/10a)

播種期:4月25日, 移植期:5月16日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)

(2009年)

基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛糞肥 1,000(kg/10a)

播種期:5月18日, 移植期:6月5日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)

z) 2009年の水田移植栽培試験は, 水田移植栽培用として普及予定の「ねばりっこ2号」, 「ねばりっこ3号」を県内水田栽培面積が最も多い「達磨」と比較した。

表12 畑直播栽培における千粒重(育成地)

品種・系統名	2008年		2009年 ^{z)}		2か年平均 (2008・2009)	
	千粒重	原品種 対比	千粒重	原品種 対比	千粒重	原品種 対比
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
ねばりっこ1号	3.53	101	3.62	95	3.57	98
ねばりっこ2号	3.17	91	—	—	—	—
ねばりっこ3号	3.36	96	—	—	—	—
原品種)もじゃっぺ	3.50	(100)	3.80	(100)	3.65	(100)
比較)軽米在来(白)	—	—	4.51	119	—	—

※耕種概要

(2008, 2009年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-15.0-10.8(kg/10a:成分量), 牛糞肥2,000(kg/10a)

(2008年) 播種期:5月28日条播, 播種量70g/a, 畦間0.65m, 最終株間30本/m

(2009年) 播種期:5月25日条播, 播種量70g/a, 畦間0.65m, 最終株間30本/m

z) 2009年の畑直播栽培試験は, 畑直播栽培で普及予定の「ねばりっこ1号」と, 畑直播栽培されている「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」の比較とした。

表13 穀粒色(育成地)

品種・系統名	子実色	玄穀色	精白粒色
ねばりっこ1号	灰褐色	褐色	乳白色
ねばりっこ2号	灰褐色	褐色	乳白色
ねばりっこ3号	灰褐色	褐色	乳白色
原品種)もじゃっぺ	灰褐色	褐色	乳白色
比較)達磨	黄褐色	黄褐色	黄色

表14 水田移植栽培における出穂・成熟期および登熟日数(育成地)

品種・系統名	2007年			2008年			2009年			2か年平均(2007・2008)		
	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟日数	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟日数	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟日数	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟日数
ねばりっこ1号	7/27	9/6	41	7/30	9/17	49	—	—	—	7/28	9/11	45
ねばりっこ2号	8/5	9/14	40	8/7	10/1	55	8/13	9/28	46	8/6	9/22	48
ねばりっこ3号	8/15	10/1	47	8/18	10/10	53	8/22	10/7	46	8/16	10/5	50
原品種)もじゃっぺ	8/4	9/14	41	8/7	10/1	55	—	—	—	8/5	9/22	48
比較)達磨	8/19	10/18	60	8/19	10/23	65	8/28	10/29	62	8/19	10/20	63

※耕種概要

(2007, 2008年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛厩肥 1,000(kg/10a)播種期:4月25日, 移植期:5月16日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)

(2009年)

基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛厩肥 1,000(kg/10a)播種期:5月18日, 移植期:6月5日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)

z) 2009年の水田移植栽培試験は, 水田移植栽培用として普及予定の「ねばりっこ2号」, 「ねばりっこ3号」を県内水田栽培面積が最も多い「達磨」と比較した。

表15 畑直播栽培における出穂・成熟期および登熟日数(育成地)

品種・系統名	2008年			2009年			2か年平均 (2008・2009)	
	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟日数	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟日数	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)
ねばりっこ1号	8/7	10/1	55	8/10	9/16	37	8/8	9/23
ねばりっこ2号	8/13	10/5	53	—	—	—	—	—
ねばりっこ3号	8/25	10/17	53	—	—	—	—	—
原品種)もじゃっぺ	8/15	10/4	50	8/18	10/6	49	8/16	10/5
比較)軽米在来(白)	—	—	—	8/10	9/13	34	—	—

※耕種概要

(2008, 2009年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-15.0-10.8(kg/10a:成分量), 牛厩肥 2,000(kg/10a)

(2008年) 播種期:5月28日条播, 播種量70g/a, 畦間0.65m, 最終株間30本/m

(2009年) 播種期:5月25日条播, 播種量70g/a, 畦間0.65m, 最終株間30本/m

z) 2009年の畑直播栽培試験は, 畑直播栽培で普及予定の「ねばりっこ1号」と, 畑直播栽培されている「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」の比較とした。

表16 水田移植栽培における収量(育成地)

品種・系統名	2007年			2008年			2009年		2か年平均 (2007・2008)		
	子実 収量	原品種 対比	比較 対比	子実 収量	原品種 対比	比較 対比	子実 収量	比較 対比	子実 収量	原品種 対比	比較 対比
	(kg/a)	(%)	(%)	(kg/a)	(%)	(%)	(kg/a)	(%)	(kg/a)	(%)	(%)
ねばりっこ1号	24.5	93	67	31.2	106	91	—	—	27.8	99	78
ねばりっこ2号	26.5	100	73	28.3	96	82	27.5	76	27.4	98	77
ねばりっこ3号	17.0	64	47	17.5	59	51	19.8	55	17.3	62	49
原品種)もじゃっぺ	26.4	(100)	73	29.5	(100)	86	—	—	28.0	(100)	79
比較)達磨	36.4	138	(100)	34.4	117	(100)	36.2	(100)	35.4	126	(100)

※耕種概要

(2007, 2008年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛厩肥 1,000(kg/10a)
播種期:4月25日, 移植期:5月16日, 手植え 4本/株(栽植密度 30×15cm, 22.2株/m²)

(2009年) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-4.5-4.5(kg/10a:成分量), 牛厩肥 1,000(kg/10a)
播種期:5月18日, 移植期:6月5日, 手植え 4本/株(栽植密度 30×15cm, 22.2株/m²)

z) 2009年の水田移植栽培試験は, 水田移植栽培用として普及予定の「ねばりっこ2号」, 「ねばりっこ3号」を県内水田栽培面積が最も多い「達磨」と比較した。

表17 直播栽培における収量(育成地)

品種・系統名	2008年		2009年 ^{z)}		2か年平均 (2008・2009)	
	子実 収量	原品種 対比	子実 収量	原品種 対比	子実 収量	原品種 対比
	(kg/a)	(%)	(kg/a)	(%)	(kg/a)	(%)
ねばりっこ1号	30.1	125	23.1	71	26.6	98
ねばりっこ2号	31.6	131	—	—	—	—
ねばりっこ3号	18.7	78	—	—	—	—
原品種)もじゃっぺ	24.1	(100)	32.7	(100)	28.4	(100)
比較)軽米在来(白)	—	—	27.8	85	—	—

※耕種概要

(2008, 2009年共通) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=3.6-15.0-10.8(kg/10a:成分量), 牛厩肥 2,000(kg/10a)

(2008年) 播種期:5月28日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m

(2009年) 播種期:5月25日条播, 播種量 70g/a, 畦間 0.65m, 最終株間 30本/m

z) 2009年の畑直播栽培試験は, 畑直播栽培で普及予定の「ねばりっこ1号」と, 畑直播栽培されている「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」の比較とした。

(3)食味関連形質

①アミロース含有率

新品種のアミロース含有率はいずれも原品種と同等で, 粳ヒエ系統「達磨」の約1/2程度である。また, アミロース含有率には栽培様式, 年次および栽培場所による変動が認められる(表18)。

②食味

「ねばりっこ1号」および「ねばりっこ2号」の食味はいずれも原品種同様に「達磨」より有意に優る。また, 「ねばりっこ3号」の「総合評価」は, 有意差がつかないものの「達磨」よりも高く, 「粘り」は「達磨」よりも有意に強い。しかし, 新品種の「外観」は原品種同様「達磨」に劣る(表19)。

(4)機械化栽培適性

①水稲用移植機に対する適性

プール育苗時の苗丈は, 「ねばりっこ1号」が原品種並みであるのに対し, 「ねばりっこ2号」「ねばりっこ3号」は「もじゃっぺ」よりも明らかに短く, 「達磨」に近い(表20)。また水稲よりは弱いものの, 「達磨」と同等のマットが形成される(図7)。水稲用移植機による「ねばりっこ2号」「ねばりっこ3号」の機械移植を試みた(図8)ところ, 両品種ともに苗の詰まりがほとんど無く, 移植精度は「達磨」と同等であった(表20)ことから, 機械移植が可能と判断される。

表18 アミロース含有率

品種・系統名	栽培様式 年次 場所	水田移植栽培				畑直播栽培	
		2007 ^{z)}		2008 ^{y)}		2008	
		場内	場内	二戸市	花巻市	場内	二戸市
ねばりっこ1号		13.9	13.2	12.2	—	11.9	12.3
ねばりっこ2号		15.5	13.7	12.1	12.0	12.0	12.0
ねばりっこ3号		12.7	11.0	—	9.4	10.9	—
もじゃっぺ		14.5	12.9	12.3	12.2	13.2	12.0
達磨		27.4	24.7	23.6	23.8	—	23.4

z):2007年は精白粉を分析した.

y):2008年は玄穀を分析した.

表19 食味官能値(育成地)

実施日 パネル数	供試系統 品種	外観 ^{z)}	香り ^{z)}	味 ^{z)}	粘り ^{z)}	硬さ ^{z)}	総合 ^{z)}
2009.3.16 14名	ねばりっこ1号	-0.357	0.286	0.929 **	2.071 ***	-1.000 ***	1.500 ***
	ねばりっこ2号	-0.357	0.286	0.071	1.643 ***	-0.643 *	0.857 **
	ねばりっこ3号	-0.769 *	0.308	0.231	0.769 ***	-0.462	0.385
	もじゃっぺ	-0.214	0.214	1.071 ***	2.143 ***	-0.714 *	1.643 ***
2009.3.17 13名	ねばりっこ2号	-0.077	0.231	0.615 *	1.923 ***	-1.615 ***	1.231 **
	もじゃっぺ	-0.538 *	0.154	0.923 ***	1.538 ***	-1.308 ***	1.615 ***

z)*, **, ***はそれぞれ検定で5%, 1%, 0.1%で有意であることを示す.

y)同一圃場で栽培した「達磨」を基準品種とした.

※供試条件:搗精網を「粟用」に変更したマルマス機械製マルマスタ- CX-30Kを用いて精白した.

搗製時のダイヤルは3.5とした.

炊飯時の加水率は、ヒエ精白粒の絶乾重を一律15%水分補正した重量の1.33倍とした.

表20 移植時の苗の生育および機械移植精度比較(2008年育成地)

品種・ 系統名	苗丈 (cm)	葉齢 (葉)	葉鞘長(cm)		機械移植精度(%)			
			第1	第2	ころび	浮苗	欠株	不良株計
ねばりっこ1号	15.2	3.0	1.5	5.9	—	—	—	—
ねばりっこ2号	14.1	3.1	1.2	4.9	2.2	0	0.9	3.1
ねばりっこ3号	13.7	3.1	1.4	4.5	3.4	0.3	2.5	6.2
もじゃっぺ	15.8	2.9	1.9	7.8	—	—	—	—
達磨	13.3	3.4	1.1	3.0	0.6	0.6	3.1	4.3

育苗条件:播種期:4月25日, 播種量:乾燥種子各区5,000粒/箱. 床土厚:15mm, 覆土5mm

加温出芽:28℃, 36~46時間. 育苗管理:プール育苗, ハウス展開後2日間ラブリット被覆して,
緑化し, 2葉展開後に入水した.

調査日:2008年5月13日(播種後22日目, 移植4日前)



図7 「ねばりっこ3号」のマット形成状況
(2008年5月13日撮影:育成地)



図8 「ねばりっこ3号」の機械移植状況
(2008年5月13日撮影:育成地)

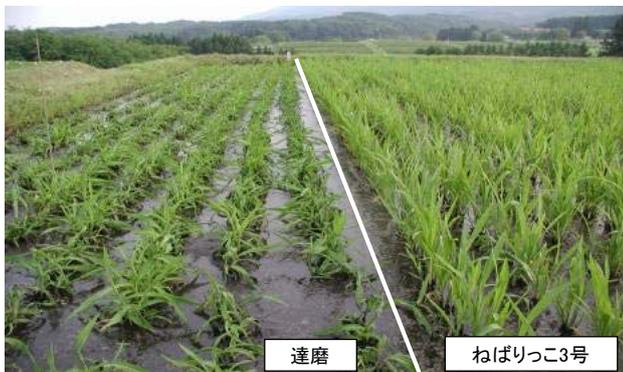


図9 移植6週間後の草姿
(2008年6月28日撮影:育成地)

②除草機に対する適性

移植から6週間経過後の「ねばりっこ3号」の葉はよく立つことから、機械除草による葉の損傷が少なくなるものと期待される(図9)。「ねばりっこ2号」の苗も同様に立性である。

③自脱コンバインに対する適性

2008年度の所内水田移植栽培における「ねばりっこ2号」と「ねばりっこ3号」の全長は自脱コンバインによる収穫限界以下の160cm程度であったことから、機械収穫にも適すると予想された。実際に自脱コンバインによる刈り取りを実施したところ、刈り取り部、こぎ胴、わら結束部に稈が詰まることはなかった(図10)。

以上のことから、「ねばりっこ2号」「ねばりっこ3号」の2品種は自脱コンバインによる収穫適性を有するものと判断される。



図10 自脱コンバインによる「ねばりっこ2号」の収穫
(2008年9月17日撮影:育成地)

(5)地域適応性

県北部と中部における現地試験で、3品種の早晚性は逆転することがなかった(表21, 22)。

しかし、稈長には環境変動が確認され、花巻市における「ねばりっこ2号」および「ねばりっこ3号」の稈長はそれぞれ168cm, 165cmにまで伸長した。ただし、両品種とともに原品種より短稈である「達磨」も所内試験の99cmを上回る134cmにまで伸長した(表21)。なお、本現地試験では施肥基準は農家慣行に従っており、場内試験よりも窒素成分で2.4kg/10a多肥条件であった。したがって、気象条件に加えて多肥により伸長したものと思われる。

二戸市の水田移植栽培では「ねばりっこ1号」および「ねばりっこ2号」の稈長は水田移植栽培でそれぞれ137cm, 126cmであった(表21)が、同地で行ったセル苗の畑移植栽培の場合、両品種の稈長はそれぞれ191cm, 163cmに伸長した(表22)。

現地試験における収量性は育成地と同傾向にあったが、「ねばりっこ1号」,「ねばりっこ2号」で原品種より低収となる場合があった(表21,22)。しかしながら、現地で雑穀類の収量目標とされている20kg/aの収量水準は超えていた。

普及見込み地帯および栽培上の留意点

(1)普及想定地帯および推奨する栽培形式

「ねばりっこ1号」は年次・環境による稈長の伸長程度が最も大きく160cmを超える場合があり、自脱コンバインの利用を想定した水田移植栽培では収穫が困難になると思われる。併せて、本品種は早生であることから県北部の畑栽培用品種として位置づけることとした。

「ねばりっこ2号」は水田における機械化栽培適性を有すること、

中生であることから県内全域の水田での普及を想定している。「ねばりっこ3号」は水田における機械化栽培適性を有すること、晩生であることから県南部の水田での普及を想定している。

(2)栽培上の留意事項

「達磨」同様、根のマット強度は水稻よりも劣るので、移植時には掻き取り板を用いる必要がある。また、多肥条件では稈長が伸びて機械収穫適性が劣る可能性があるため、当面3品種ともに施肥の上限は窒素成分量で4kg/10aとする。

表21 現地水田における生育・収量(2008年:現地および育成地)

栽培場所	品種・系統名	移植期 (月/日)	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟日数	成熟期形態						子実収量		千粒重 (g)
						稈長 (cm)	原品種 対比 (%)	穂長 (cm)	原品種 対比 (%)	穂数 (本/m ²)	原品種 対比 (%)	原品種 対比 (%)	原品種 対比 (%)	
二戸市足沢	ねばりっこ1号	6/14	8/5	9/24	50	137	94	11.5	94	75	86	24.0	102	3.59
	ねばりっこ2号	6/14	8/12	10/2	51	126	87	11.0	90	101	117	20.1	86	3.06
	原品種 もじゃっぺ	6/14	8/12	10/1	50	145	(100)	12.2	(100)	87	(100)	23.5	100	3.50
	比較) 達磨	6/14	8/28	10/22	55	110	76	13.3	109	63	73	40.0	147	4.08
花巻市大迫	ねばりっこ2号	6/13	8/7	9/20	44	168	80	11.7	80	131	90	24.2	64	2.70
	ねばりっこ3号	6/13	8/16	10/2	47	165	78	11.7	80	96	66	16.2	43	3.09
	原品種 もじゃっぺ	6/13	8/6	9/20	45	211	(100)	14.6	(100)	146	(100)	37.7	(100)	3.34
	比較) 達磨	6/13	8/18	10/15	58	134	63	14.7	101	62	43	13.7	36	3.74
(育成地再掲)	ねばりっこ1号	5/16	7/30	9/17	124	162	87	13.4	97	93	94	31.2	106	3.28
県北農業研究所 (軽米町)	ねばりっこ2号	5/16	8/7	10/1	138	126	68	10.7	77	150	151	28.3	96	2.97
	ねばりっこ3号	5/16	8/18	10/10	147	149	81	11.2	80	85	85	17.5	60	3.19
	原品種 もじゃっぺ	5/16	8/7	10/1	138	185	(100)	13.9	100	99	100	29.5	(100)	3.38
	比較) 達磨	5/16	8/19	10/23	160	99	53	14.3	103	85	86	34.4	118	3.81

耕種概要(二戸市) 播種期:5月26日, 移植期:6月12日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)
基肥(成分量kg/10a):N-P2O5-K2O=4.0-5.0-5.0
(花巻市) 播種期:5月26日, 移植期:6月11日, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)
基肥(成分量kg/10a):N-P2O5-K2O=6.0-7.2-6.0, 牛糞肥2,000(kg/10a)
花巻市の「達磨」には「イネヨトウ」と思われる虫害により倒伏が多発したため, 低収となった。
(軽米町) 播種期:4/25, 移植期:5/16, 手植え4本/株(栽植密度30×15cm, 22.2株/m²)
基肥(kg/10a:成分量):N-P2O5-K2O=3.6-4.5-4.5

表22 現地畑直播栽培における生育・収量(2008年:現地および育成地)

栽培場所	品種・系統名	播種期 (月/日)	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	生育日数	登熟日数	成熟期形態						子実収量 (kg/a)	対原品種 比
							稈長 (cm)	対標準比 (%)	穂長 (cm)	対標準比 (%)	穂数 (本/m ²)	対標準比 (%)		
現地	ねばりっこ1号	5/20	8/7	9/20	123	44	191	90	13.2	96	96	96	20.9	56
	ねばりっこ2号	5/20	8/12	9/24	127	43	163	77	11.9	87	144	145	31.1	84
	原品種 もじゃっぺ	5/20	8/11	9/24	127	44	211	(100)	13.7	(100)	99	(100)	37.1	(100)
	比較) 達磨	5/20	8/28以降	未達	—	—	129	61	13.4	98	60	60	8.9	24
(育成地再掲)	ねばりっこ1号	5/28	8/7	10/1	126	55	170	91	13.8	90	53	98	30.1	125
県北農業研究所 (軽米町)	ねばりっこ2号	5/28	8/13	10/5	130	53	136	73	12.9	84	80	148	31.6	131
	ねばりっこ3号	5/28	8/25	10/17	142	53	137	74	11.8	77	55	102	18.7	78
	原品種 もじゃっぺ	5/28	8/15	10/4	129	50	186	(100)	15.3	(100)	54	(100)	24.1	100

2) 二戸市足沢(たるさわ)の現地試験はセル育苗した苗を6/14に普通畑に株間5cmで移植したものである。

考 察

1 育成の意義

かつて、本県では5品種(「興市早生」,「二子糯(餅と表記される例もある)」,「朝鮮」,「水来站」および「台湾」)のヒエが奨励品種に指定されていた。しかし、昭和30年代以降にヒエの作付けが急減したため、昭和45年にヒエとアワはともに県の奨励品種制度から除外された⁴⁾。雑穀が再評価されている近年、本県では収量性、熟期、耐倒伏性に優れる系統を「岩手県雑穀優良系統」として選定し栽培を推奨している⁶⁾。ただし、これら旧奨励品種、岩手県雑穀優良系統は、いずれも県内在来系統(「興市早生」,「二子糯」,「軽米在来(白)」および「もじゃっぺ」)からの選定、あるいは海外からの導入品種(「朝鮮」,「水来站」および「台湾」)など、既存の遺伝資源を利用したものである¹⁾。近代的育種手法によるヒエ品種としては、ガンマ線突然変異により育成された世界初の糯性ヒエ「長十郎もち」がある²⁾。今回育成した短稈・低アミロース3品種はそれに続くものである。

これまで、低アミロースヒエの在来系統中に短稈のものは見出されていない。長谷川・勝田は2003年にアミロース含量が低い県内4系統のヒエ「もじゃっぺ」「松尾系統」「葛巻系統」「稗糯」を栽培し、それらの稈長がそれぞれ154cm, 162cm, 168cm および158cmであったことを報告している¹⁾。また、平・秋元(1986)が低アミロースヒエとして報告している「稗糯」¹⁴⁾の稈長は、宮原・沼川(1976)によると畑栽培で188cmとなった¹⁰⁾。したがって、今回育成した3品種は、低アミロース性ヒエの短稈化を実現した初めての例として意義あるものと思われる。

低アミロースヒエと芒の関係について、旧岩手県立博物館が実施した県内農家の聞き取り調査では「ノギ(芒)のあるヒエは蒸して搗けば餅にできた」と記録されている³⁾。長谷川・勝田は在来低アミロース4系統(「もじゃっぺ」「松尾系統」「葛巻系統」「稗糯」)が長芒を有することを報告している¹⁾。鎌田ら(2009)⁵⁾も同様に在来の低アミロース系統(「もじゃっぺ」「阿仁」「ノゲヒエ」「稗糯」)の農業特性が類似していることを報じている。

今回の新品種育成に用いた変異集団内には原品種よりも長芒で多芒の個体から無芒の個体に至るまで、芒性に多様な変異が見られた。そこで、無芒個体や短芒で芒が少ない個体を積極的に選抜した。その結果、従来長芒であった低アミロースヒエの芒性を改善することができた。長芒のヒエは、脱ぶ作業中に機械に詰まることが加工業者から指摘されている。新品種により、調製作業が効率化されることが期待される。さらに、ロール式播種機等を利用した機械播種作業の効率化も期待される。

また、無芒である「ねばりっこ2号」は、低アミロース性と芒性の遺伝解析の研究材料として利用することも可能と思われる。

2 期待される効果と課題

新品種は、粳ヒエにはない「粘り」や「柔らかさ」を有している。これまで他の雑穀とのブレンド材料として扱われ、他の穀種の豊凶や売れ行きに左右され、需給のミスマッチが指摘¹⁾されてきたヒエの評価を新品種の導入により高めることが期待される。さらに、そのデンプン特性を活かした新たな雑穀製品素材としての活用が期待される。

一方で、新品種の食味官能試験における外観評価は「達磨」より低かった(表19)。これは、稈性である「達磨」は炊飯後に大粒で黄色い粒の形がきれいに残っていたのに比較し、低アミロースであるため外形が崩れがちであった新品種の乳白色の粒は、砕け米のような印象として受け止められたためと考えられる。米に少量混ぜて炊飯する場合には大きな問題にはならないと思われるが、単品で用いる場合には外観特性を考慮し、製粉して麺や菓子の生地を用いるなどの工夫も必要であろう。

新品種のアミロース含有率には年次変動の他、栽培地域の違いによる変動が確認された(表18)。今後新品種が加工食品素材として広く利用されるためには、アミロース含有率変動範囲の把握が重要と思われる。鎌田らは、在来低アミロース4系統のアミロース含有率に年次・栽培地域間差異があることを確認している⁵⁾し、木内ら(2010)は粳ヒエについてもアミロース含有率の年次変動を確認している⁷⁾。新品種のアミロース含有率と登熟気温との関係を詳細に検討する必要がある。

生産の安定化に向けては、移植時の欠株率を低下させるため、ヒエのマット形成を向上させる育苗法の開発が望まれる。さらに、原品種より低収の「ねばりっこ3号」については肥培管理法など栽培法の検討が必要である。

雑穀を使った商品はその種類と数を増し、一般家庭にも広く浸透し始めている。今後とも、雑穀に対する要求は高度化・多様化するものと思われる。これに 대응、あるいは先取りし、本県の雑穀産地としての認知度をさらに高めるために、県産雑穀の安定供給と新商品開発が望まれている。良食味と短稈性を兼備する新品種が、本県の雑穀振興に寄与することが期待される。

3 新品種および変異集団の形態変異とその利用

ヒエの稈長の変動は大きい。長谷川・勝田によると「もじゃっぺ」の稈長は145~171cm¹⁾の範囲で変動している。本報告でも「もじゃっぺ」に加え、新品種においても稈長の変動が確認された。新品種の中では「ねばりっこ1号」の変動幅が最大であった(表3,4)。

佐川ら(2011)は低アミロース性品種「ゆめさきよ」の水田移植栽培と畑直播栽培を比較し、水田移植栽培の方が長稈であることを報じている¹³⁾。一方、本報告における2008年の水田移植栽培と畑直播栽培を比較すると、「ねばりっこ3号」以外の4品

種・系統で畑直播栽培の方が長稈化した(表3,4). 本報告で畑直播栽培が長稈化した原因としては, ①畑直播栽培の方が断根のストレスがなかった, ②佐川らの点播(株間10cm)¹³⁾よりも本報告の条播(最終株間30本/m)の方が個体間の競合が激しかったため, と予想されるが今後確認が必要であろう.

新品種はいずれも短稈であるが, 形態的には異なる。「ねばりっこ1号」および「ねばりっこ2号」は原品種をそのまま短稈化したような草型であるのに比べ, 「ねばりっこ3号」は太く濃緑色の葉身と極太く充実した稈をもち, 穂数が少ない「達磨」に近い草型を示す. しかし, 「ねばりっこ3号」の栄養生長期における形態は「達磨」のように葉縁部の縮れは見られず, 葉も横方向に広がらない立性の草姿をもっている(図9). また「ねばりっこ2

号」は, 原品種や他2品種よりも明らかに穂数が多い(表8,9).

新品種を選抜したM₂集団内には稈長や芒性の他にも細葉や*striata*, *albino*とみられる色素変異などの形態変異, いもち病斑に似た斑点が多発する個体が出現した. これらの変異体はM₃系統として, 県雑穀遺伝資源センターに種子保存されている.

新品種およびM₃系統は, 未解明な点が多い雑穀類の遺伝的基礎研究素材としても活用可能であろう.

育成従事者

育成に従事したものとおよびその期間は表23, 24のとおりである.

表23 「ねばりっこ1号」, 「ねばりっこ3号」育成従事者と主な分担

氏名	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
大清水 保見	総括	総括	総括	総括	総括
吉田 宏					生産力検定・ 現地試験
仲條 眞介		M ₂ 個体選抜	M ₃ 系統養成・ 選抜	生産力検定・ M ₄ 系統選抜	生産力検定・ 現地試験・ M ₅ 系統選抜
漆原 昌二	M ₁ 養成	M ₂ 個体選抜	M ₃ 系統養成・ 選抜	生産力検定・ M ₄ 系統選抜	
長谷川 聡	M ₁ 養成				

表24 「ねばりっこ2号」育成従事者と主な分担

氏名	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
大清水 保見	総括	総括	総括	種子保存のため担当なし	総括	総括
吉田 宏						生産力検定・ 現地試験
仲條 眞介			M ₄ 系統養成・ 選抜		生産力検定・ M ₅ 系統選抜	生産力検定・ 現地試験・ M ₆ 系統選抜
漆原 昌二			M ₄ 系統養成・ 選抜		生産力検定・ M ₅ 系統選抜	
阿部 陽	冬期M ₁ 養成	世代促進				
長谷川 聡		M ₂ 個体選抜				
阿部 知子	重イオン ビーム照射					
福西 暢尚	重イオン ビーム照射					
龍頭 啓充	重イオン ビーム照射					

謝 辞

新品種の育成にあたり、独立行政法人 農業・食品特定産業技術総合研究機構 作物研究所 資源作物利用研究室長 勝田真澄博士(現 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所 畑作物研究領域長)より数多くの有益なる御助言と激励をいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表す。

本稿をまとめるにあたって、元岩手大学 農学部附属寒冷フールドサイエンス教育研究センター教授 星野次汪博士、前岩手県農業研究センタープロジェクト推進室(水田農業)室長 及川一也氏(現 同センター技術部長)、及び同センター技術部 作物研究室長 佐々木 力氏には御多忙の中、御校閲ならびに有益なる御助言を賜った。ここに記して、感謝の意を表す。

また、圃場管理や選抜作業に献身的な御協力をいただいた 県北農業研究所のスタッフに心から感謝申し上げる。

引用文献

- 1)長谷川 聡・勝田真澄, 2005, 岩手県におけるアミロース含量が低い 在来ヒエ系統の特性, 岩手県農業研究センター研究報告, 5, 53-62
- 2) Hoshino, T., T. Nakamura, Y. Seimiya, T. Kamada, G. Ishikawa, A. Ogasawara, S. Sagawa, M. Saito, H. Shimizu, M. Nishi, M. Watanabe, J. Takeda and Y. Takahata, 2010, Production of a fully waxy line and analysis of waxy genes in the allohexaploid crop, Japanese barnyard millet, *Plant Breeding*, 129, 349-355
- 3) 岩手県立博物館, III 雑穀の料理法について (2)ヒエの調理法, “岩手の雑穀 北部北上山地にコメ以前の文化を探る”, 岩手県立博物館, 盛岡市, 1989, 127-130
- 4) 岩手県立農業試験場, 第1節 普及奨励に移した成果の抄録 2. 畑作 畑作物奨励品種の変せん, “岩手県立農業試験場70年史”, 岩手県立農業試験場, 1971, 77
- 5)鎌田拓也・木内亮輔・小笠原綾奈・佐川 了・清水恒・星野次汪, 2009, 在来栽培ヒエのアミロース含有率および粗タンパク質含有率の系統間変異, *育種学研究*, 11, 23-27
- 6)菊地淑子・大里達朗・藤原 敏・石山伸悦, 2001, ヒエ「軽米在来(白)」・アワ「虎の尾」「大槌10」・キビ「田老系」「釜石16」の特性, 岩手県農研セ要報, 2, 45-52
- 7)木内亮輔・佐川 了・吉田晴香・高草木雅人・星野次汪, 2010, 栽培ヒエの農業形質および成分・品質の系統間変異とその相互関係, *育種学研究*, 12, 132-139
- 8)熊谷成子・佐川 了・星野次汪, 2009, ヒエ, アワ, キビに対する評価およびその展開方向, *農業および園芸*, 84, 1168-1172
- 9)真鍋 久, 2005, 雑穀ブームの背景を探る, *日本調理科学会誌*, 38(5), 440-445
- 10)宮原萬芳・沼川武雄, 1976, ヒエ品種の青刈適性と飼料成分に関する一実験的考察 第1報 ヒエの品種別青刈栽培適性について, *東北農業試験場速報*, 20, 71-83
- 11)仲條真介, 2010, 岩手県における雑穀研究のあゆみとその考察, *岩手農研セ研報*, 10, 91-112
- 12)佐川 了・西 政信・中西 啓・星野次汪, 2005, γ 線照射線量がヒエ種子の発芽率・出穂率及び生育に及ぼす影響, *雑穀研究*, 21, 1-5
- 13)佐川 了・阿部 岳・渡邊 学, 2011, 低アミロース性のヒエ新品種「ゆめさきよ」の異なる栽培下における生育と収量, *雑穀研究*, 26, 7-10
- 14)平 宏和・秋元 勇, 1986, ヒエの一般成分組成および澱粉のアミロース含量, *食品総合研究所研究報告*, 49, 16-18
- 15)高草木 雅人・阿部 陽・田村和彦・仲條真介・木内 豊, 2006, ヒエの冬期世代促進における出穂特性と適正播種密度の品種間差異, *日本作物学会紀事*, 75(別1), 70-71
- 16)鶴飼保夫, 2003, 第10章 突然変異育種 10.5.3線量 適性線量, “植物育種学 交雑から遺伝子組み換えまへまで”, 東京大学出版会, 東京, 291-292
- 17)財団法人 日本特産農産物種苗協会, 2010, 雑穀類の生産状況(平成17~21年産), “特産種苗”, 財団法人 日本特産農産物種苗協会, 東京, 72
- 18)財団法人 農産業振興奨励会, 2005, (雑穀類) 4. 平成16年産雑穀類の各都道府県主要品種の生産状況(作付面積第1位~第3位の品種の生産状況) (5)ひえ, “平成16年産新形質米及び雑穀類の生産状況”, 財団法人 農産業振興奨励会, 東京, 26

Breeding New Varieties of Japanese Barnyard Millet with Shorter Culms and Low Amylose Content: “Nebarikko 1”, “Nebarikko 2,” and “Nebarikko 3”

Shinsuke NAKAJO^{*1}, Satoshi HASEGAWA^{*2}, Hiroshi YOSHIDA^{*3}, Shoji URUSHIBARA^{*4}, Akira ABE^{*5},
Tomoko ABE^{*6}, Nobuhisa FUKUNISHI^{*6}, Hiromichi RYUTOU^{*6,7}, Yasumi OHSHIMIZU^{*8}

- *1: Crops Research Section, Kenpoku Agricultural Institute, IARC
- *2: Iwate Central Agricultural Extension Center
- *3: Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Iwate Prefecture
- *4: Crops and Horticultural Department, IARC
- *5: Iwate Biotechnology Research Center
- *6: RIKEN Nishina Center
- *7: Photonics and Electronics Science and Engineering Center, Kyoto University
- *8: Retired (Ex-Head of Crops Research Section, Kenpoku Agricultural Institute)

Summary

Three new types of Japanese barnyard millet (*Echinochloa esculenta* (A.Braun) H.Scholz) were developed by applying gamma-ray and heavy-ion beam irradiation to a low amylose content landrace called ‘Mojappe,’ which is collected from Iwaizumi-cho, a town located in the mountainous area of Iwate Prefecture. ‘Nebarikko 1’ and ‘Nebarikko 3’ were derived from 600 Gy of gamma-ray irradiation, and ‘Nebarikko2’ was derived from 20 Gy of heavy-ion beam irradiation. All of these varieties have shorter culms than the parent ‘Mojappe’ but similar amylose content levels. However, they have different maturity rates and other morphological traits.

‘Nebarikko 1’ matures earlier than ‘Mojappe,’ with a shorter awn. It is presumed that the yield of ‘Nebarikko 1’ will be the same as that of the original variety. However, the culm length of this variety is influenced by environmental conditions, thus this variety is mainly recommended as an upland farming variety of barnyard millet in the northern part of Iwate.

‘Nebarikko 2’ belongs to middle-maturity group, identical to ‘Mojappe.’ Although this variety has a small panicle, it has a large number of them, which results in a yielding level comparable to ‘Mojappe.’ Additionally, we expect that its awn-less kernel is suitable for mechanical hulling and sawing. The length of its culms also have the lowest rate of fluctuation within the three cultivars.

‘Nebarikko 3’ is a late-maturing variety, and has broad, deep green leaf blades. The yield of this variety is lower than ‘Mojappe.’ On the other hand, its culm is thicker and more rigid. ‘Nebarikko 2’ and ‘Nebarikko 3’ are expected to be suitable for machine-planting and harvesting in paddy fields. Considering their maturity rates and intrinsic qualities, ‘Nebarikko 1’ is suitable for upland fields in the northern area of the prefecture, ‘Nebarikko 2’ can be cultivated all over the prefecture, and ‘Nebarikko 3’ can be cultivated in the central and southern areas of Iwate. As such, there are plans to increase its cultivation as a paddy field-based cultivar within Iwate.

Key words: Japanese barnyard millet, short culm, low amylose content, gamma-ray, heavy-ion beam