

登熟後期における栽培ヒエの成熟特性からみた最適収穫時期

熊谷成子^{1,2)}・松田英之²⁾・吉田晴香²⁾・阿部陽³⁾・佐川了²⁾・星野次汪²⁾

(¹⁾ 岩手県立盛岡農業高等学校, (²⁾ 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター, (³⁾ 岩手県農業研究センター)

要旨: 栽培ヒエの最適な収穫時期を明らかにするために, 2003 年は栽培ヒエ 5 系統を用いて, 出穂期後日数 20 日から 40 日, 2004 年は栽培ヒエ 4 系統を用いて, 出穂期後日数 20 日から 45 日, 2008 年は 2 系統 1 品種を用いて, 出穂期後日数 25 日から 40 日までの間に 5 日毎にサンプリングを行った. 調査項目は, 水分含有率, 千粒重, 発芽率, 粗タンパク含有率, α -アミラーゼ活性, アミロース含有率, 糊化特性を調査した. その結果, 穂水分含有率は, 降雨による影響がなければ, 系統・年次が違っても出穂期後日数が進むにつれて低下した. 千粒重, 発芽率, α -アミラーゼ活性は出穂期後日数 25 日から 40 日の間には有意な差異は認められなかった. 粗タンパク含有率は, 出穂期後日数が進むにつれて徐々に減少し, 40 日に若干上昇する傾向がみられた. アミロース含有率はウルチ性の「軽米在来 (白)」は, 出穂期後日数 25 日から 40 日の間には, 有意差は認められなかったが, 低アミロース系統の「ノゲヒエ」は出穂期後 25 日に対し 40 日が有意に高かった. 70%精白粉の最高粘度は, 出穂期後日数 25~30 日で高くなる傾向を示したが, 各特性値は, 出穂期後日数 25 日から 40 日の範囲内では, 統計的有意差は認められなかった. しかし, 出穂期後日数 20~25 日の早刈りは水分含有率が高く, また, 出穂期後日数 40~45 日の遅刈りは降雨による α -アミラーゼ活性の上昇により, 最高粘度が低下して, 品質低下を招くおそれがあるため, 早刈り, 遅刈りは避け, 適期収穫は出穂期後日数 30~35 日と結論できる.

キーワード: α -アミラーゼ活性, 糊化特性, 雑穀, 収穫適期, 千粒重, 粗タンパク含有率, ヒエ, 穂水分含有率.

ヒエは, アワ, キビと並んで岩手県北の江戸時代の農書「軽邑耕作鈔」では五穀の一つに数えられ (増田 2001), 代表的な雑穀の一つである. これら雑穀は不良環境にも適応し, 種子の長期貯蔵も可能で, 多様な利用法が確立されている (阪本 1988). そのため, わが国では主として畑作や焼き畑農耕の輪作体系の中で重要な穀類とされ (阪本 1988), 救荒作物として山間地を中心に, 岩手, 青森, 北海道, 高知, 石川, 栃木, 宮崎, 岐阜, 群馬, 長野が産地であった (小原 1936). 1878 年のアワ, キビ, ヒエの作付面積は 34.8 万 ha, 生産高は 26.7 万トンで, 当時の水陸稲に対する割合は作付面積が 13.6%, 生産高は 5.5%であった (熊谷ら 2009). しかし, 昭和 30 年代に入り, 開田と水稻の品種改良と栽培技術が進み, 水稻の普及により, これら雑穀の生産は激減した. ヒエのタンパク質はコメより優れ, ビタミン B₁ を多量に含有しており (小原 1937), 雑穀には食物繊維, ミネラル, ビタミン類を多く含んでいること (科学技術庁資源調査会 2003), また, 「黒稗」には高い抗酸化活性が認められている (Watanabe 1999). そのため, 雑穀による地域振興やヒエでは転作作物として水田栽培への取り組みも見られ, 田植機で移植し, コンバインで収穫する機械化栽培体系によって生産され, 加工・製品化されている地域もある (星野 2009).

最近, 岩手県では雑穀生産が盛んになり, その生産農家の収穫実態から, ヒエでは出穂後 30~40 日後頃, アワでは十分成熟していることを確認してから, キビでは茎葉が黄変し穂の半分ほどが熟色になった頃が収穫適期とされ

ている (岩手県農業改良普及会 2008). しかし, これら雑穀の収穫適期は, 収量や品質に影響する水分含有率, 千粒重, 発芽率, 澱粉特性などから検討されていない. そこで, 本研究では雑穀の中で, 岩手県で作付面積の多いヒエについて, 登熟中後期の主な特性から最適な収穫時期を明らかにする.

材料および方法

1. 供試材料

2003 年の供試材料は, 東北農業試験場が収集保存した在来ヒエ (宮原・秋元 1984) の中で, 中生でウルチ性の「江刺家」, 「早生白」, 「九戸 1 号」, 「早生白稗 (青)」, 「在来種花矢 (秋田)」を用いた. 2004 年の供試材料は, 2003 年の供試系統から「九戸 1 号」, 「早生白稗 (青)」の 2 系統に絞り, さらに岩手県推奨系統の早生でウルチ性の「軽米在来 (白)」および中生で低アミロース性の「ノゲヒエ」を用いた. 2008 年の供試材料は「軽米在来 (白)」, 「ノゲヒエ」の他に, ヒエでモチ性品種として育成され, 品種登録中の中生の「長十郎もち」を用いた.

2. 栽培方法

いずれの試験年も, 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター滝沢農場圃場 (岩手県滝沢村) で行った. 播種日は 2003 年が 5 月 27 日, 2004 年は 5 月 25 日, 2008 年は 5 月 26 日であった. 栽培方法は, 2003 年は 1 区制, 1 品種・系統当たり 1 畦とし, 畦間 70 cm, 畦

第1表 2003年, 2004年および2008年の登熟中・後期における気温と降水量.

品種・系統	2003年		2004年						2008年					
	供試したすべての品種・系統		早生白粳 (青)		九戸1号 軽米在来 (白)		ノゲヒエ		軽米在来 (白)		ノゲヒエ		長十郎もち	
	8月4日		7月31日		8月1日		8月12日		8月8日		8月15日		8月16日	
出穂期	気温	降水量	気温	降水量	気温	降水量	気温	降水量	気温	降水量	気温	降水量	気温	降水量
出穂期後 日数	℃	mm	℃	mm	℃	mm	℃	mm	℃	mm	℃	mm	℃	mm
15~19日	20.7	27.5	20.7	33.0	21.1	34.0	21.8	23.0						
20~24日	20.4	68.5	20.8	42.0	20.7	39.0	22.0	0.0	22.2	79.0	22.9	7.0	22.1	7.0
25~29日	18.6	33.5	20.9	0.0	21.2	0.0	21.5	19.5	23.2	6.0	19.0	25.0	19.2	25.0
30~34日	18.2	72.0	22.6	23.0	22.4	23.0	19.5	9.0	19.9	7.0	19.3	0.0	19.8	0.0
35~39日	19.7	72.0	22.3	18.5	22.0	18.5	20.9	22.0	19.1	25.0	18.7	4.0	17.3	4.0
40~44日			19.7	7.0	19.4	10.0	19.4	80.5						

気温は, 出穂期後日数5日間ごとの平均気温を表し, 降水量は出穂期後日数5日間の積算降水量を表す.

長3mに播種量0.71 g/m² (岩手県における畑圃場ヒエ栽培指針に準拠) を条播し, 約4葉期に畦長1m当たり10株となるようにした. 2004年と2008年は3区制, 1区当たり1品種・系統4畦とし, 畦間70cm, 畦長4mに約5粒を株間10cmに点播し, 約4葉期に間引き1株当たり1本仕立てとした.

3. 調査項目および方法

サンプリングは, 2003年が出穂期 (全茎の40~50%が出穂した日 (農林水産省農業生物資源研究所1992)) 後20日, 25日, 30日, 35日, 40日, 2004年が出穂期後20日, 25日, 30日, 35日, 40日, 45日に行った. 2008年は, 2003年と2004年から収穫適期と考えられる出穂期後25日, 30日, 35日, 40日に絞って行った. サンプリング方法は, いずれの試験区も区毎に平均的な10穂を穂首から刈り取り, 自然乾燥した.

調査項目は2003年が穂水分含有率, 発芽率, 千粒重, 2004年が穂水分含有率, 粗タンパク含有率の調査を行った. 2008年は穂水分含有率, 発芽率, 千粒重, 粗タンパク含有率に加え, α -アミラーゼ活性, アミロース含有率, 糊化特性について試験を行った. その方法は以下のとおりである.

(1) 穂水分含有率 (試験1)

穂水分含有率は刈り取った穂の生鮮重を測定した後, 80℃, 48時間通風乾燥機で乾燥した. デシケータで保存した後, 乾燥した穂の乾物重を測定し, 生鮮重と乾物重から水分含有率を算出した. 穂水分含有率はモミ水分含有率とほとんど同じであることを確認している.

(2) 発芽率 (試験2)

各区毎に平均的な10穂を穂首から刈り取り, 自然乾燥して, 穂を機械脱穀し, 選別した粳50粒を, 濾紙 (ADANTEC No2) を1枚敷き, 水5mlを加えたシャーレに, 置床し, 25℃に設定した恒温器に入れ, 発芽粒が3日以上観察されなくなった10日後に数え, 発芽率を算出した.

(3) 玄ヒエ千粒重 (試験3)

上述した方法で機械脱穀した整粳を, 粳すり機 (大竹製作所) で脱ぶし, 玄ヒエとした. 玄ヒエを約2g, 正確に秤量し, マルチオートカウンタ (藤原製作所) を用いて粒数を測定した. 得られた粒数から千粒重を算出した.

(4) 玄ヒエ粉の粗タンパク含有率 (試験4)

玄ヒエをサイクロンサンプルミル (UDY) で粉碎し, 2003年はケルダール法で全窒素量を測定し含有率を求め, 窒素係数6.25を乗じて粗タンパク含有率とした. 2008年は近赤外線分析機 (BUCHI社 NIRFlex N-500) で測定した.

(5) 玄ヒエ粉の α -アミラーゼ活性 (試験5)

玄ヒエをサイクロンサンプルミル (UDY) で粉碎し, 三角フラスコに1g秤量し, 抽出用緩衝液 (0.5%の塩化ナトリウムを含む10mM酢酸緩衝液) 5mlを加え, 5℃以下で一晩放置した. 翌日濾紙 (ADANTEC No2) を用いて濾過し, 抽出液1mlを5倍に希釈し試料とし, α -アミラーゼ測定キット (kikkoman) を用いて活性を測定した.

(6) 70%精白粉のアミロース含有率 (試験6)

玄ヒエを搗精機 (サタケ社 BDC) で玄ヒエ重に対して70%に搗精し (70%精白), 精白粒をサイクロンサンプルミル (UDY) で粉碎した. 粉碎粉を100mg秤量し, 0.1N水酸化ナトリウム1.0mlを加え攪拌し, 一晩放置した. 翌日, 蒸留水3ml加え, オートアナライザー3 (BL-TEC社) を用い, 測定した.

(7) 70%精白粉の糊化特性 (試験7)

玄ヒエを搗精機 (サタケ社 BDC) で玄ヒエ重に対して70%に搗精し, 精白粒をサイクロンサンプルミル (UDY) で粉碎した. 粉碎粉を水分含有率13.5%換算で3.5gを供試し, 蒸留水25ml添加し, ラビットビスコアナライザー (NEWPORT社 RVA-4) を用いて測定した. 測定は, 回転数160rpm, 34℃で2分間保持し, 34℃から94℃まで毎分5℃の割合で上昇させた. その後, 94℃で5分間保持し, 34℃まで毎分5℃の割合で温度を下降させ, 34℃で4分間保持の計35分間の条件で行った. 糊化特性値の最高粘度とは,

第2表 2003年、2004年および2008年の穂水分含有率の推移。

年次	品種・系統	出穂期後日数					
		20日	25日	30日	35日	40日	45日
2003年	江刺家	45.8 a	25.1 c	24.1 c	31.2 bc	36.7 b	
	早生白	45.3 a	30.3 b	29.4 b	32.4 b	34.7 b	
	九戸1号	46.9 a	36.2 c	30.3 d	35.4 c	41.1 b	
	早生白粳（青）	44.2 a	32.2 bc	28.3 c	32.6 bc	35.9 b	
	在来種花矢（秋田）	47.6 a	35.7 b	22.0 c	35.9 b	45.2 a	
2004年	軽米在来（白）	33.8 a	26.6 c	29.8 b	19.1 d	17.5 d	13.3 e
	ノゲヒエ	44.9 a	41.3 ab	32.8 c	26.4 d	26.4 d	37.0 bc
	九戸1号	40.1 a	34.8 ab	30.6 bc	24.3 cd	17.6 de	14.3 e
	早生白粳（青）	40.0 a	36.0 a	27.8 b	20.4 cd	16.8 d	22.9 bc
2008年	軽米在来（白）	—	37.7 a	30.7 b	24.0 c	20.0 cd	—
	ノゲヒエ	—	39.4 a	29.9 b	25.5 b	23.7 b	—
	長十郎もち	—	39.0 a	37.0 ab	30.1 bc	27.6 c	—

各品種・系統ごとに同一英文字間には5%レベルで有意差はない（Tukey法）。

加温中の糊化の最高点を示す。最低粘度とは、澱粉崩壊後の糊化の最低点を示し、最終粘度とは、冷却時の粘度を示す。ブレイクダウン値とは最高粘度と最低粘度の差を示し、セットバック値とは、最終粘度と最低粘度の差を示す。

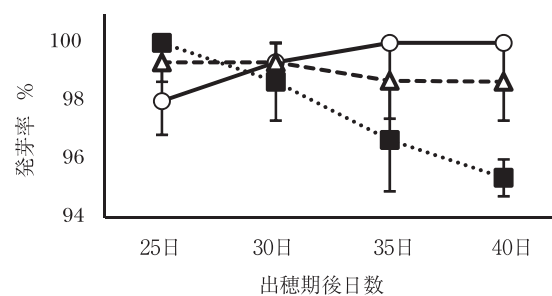
(8) 統計解析

各特性値は、統計解析ソフト（エクセル統計2008）を用いて、Tukey法による多重比較し、5%水準での有意性検定を行った。

結 果

1. 穂水分含有率（試験1）

穂水分含有率は、登熟期中の気温、降水量の影響が大きい。試験3カ年の気温、降水量を第1表に示した。2003年は、出穂期後20日の穂水分含有率が、すべての系統で40%を超え、出穂期後25日の穂水分含有率は出穂期後20日の穂水分含有率に比べ有意に低下した。その後も減少し30日に穂水分含有率が最小となったが、30～40日の穂水分含有率は増加した（第2表）。出穂期後30～34日と35～39日の積算降水量はともに72mmであった（第1表）。2004年は、「軽米在来（白）」の穂水分含有率が出穂期後20日（33.8%）に比べ25日（26.6%）では有意に低かった。ただし、25日に比べ30日の穂水分含有率が有意に増加した（第2表）。サンプリング時に23mm/日の降雨があった（第1表）。その後は出穂期後日数が進むにつれ、穂水分含有率は低下した。「ノゲヒエ」も出穂期後日数が進むにつれ、穂水分含有率は低下し、30日目以降は約30%となったが、出穂期後45日の穂水分含有率は有意に増加した（第2表）。40日～44日の間の5日間で80.5mmの降雨があった（第1表）。2008年の穂水分含有率は、いずれの品種・系統も出穂期後25日の穂水分含有率は約40%であった。2008年の穂水分含有率は、2003年と2004年に比べ、出穂期後25日以降の雨量が少なく（第1表）、



第1図 2008年の発芽率の推移。

○：軽米在来（白）、■：ノゲヒエ、△：長十郎もち。
図中のエラーバーは標準誤差を示す（n=3）。

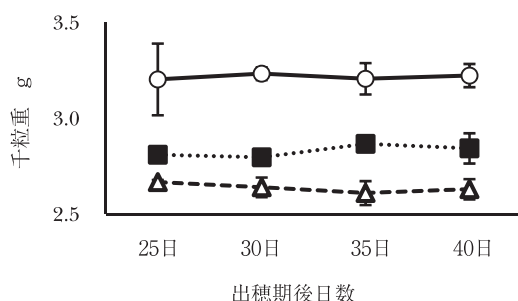
出穂期日数が進むに従って、穂水分含有率は低下し、出穂期後35日の穂水分含有率は25～30%となった。「長十郎もち」の穂水分含有率は、出穂期がほぼ同じ「ノゲヒエ」に比べ高く推移した（第2表）。

2. 発芽率（試験2）

2003年は、予備試験的に出穂期後20日、25日、30日、35日の発芽率を調査したところ、出穂期後20日の発芽率は26.0%で、25日、30日、35日に対し有意に低かった。出穂期後25日、30日、35日の間には有意差は認められなかった。そこで、2008年では出穂期後25日、30日、35日、40日の間の発芽率を調査した。その結果、2008年の発芽率が最も高かった出穂期後日数は、「軽米在来（白）」が35日と40日、「ノゲヒエ」が25日、「長十郎もち」が25日と30日であった。2003年と同様、出穂期後25日、30日、35日、40日の間には有意な差異は認められず、いずれの時期も発芽率は95%以上であった（第1図）。

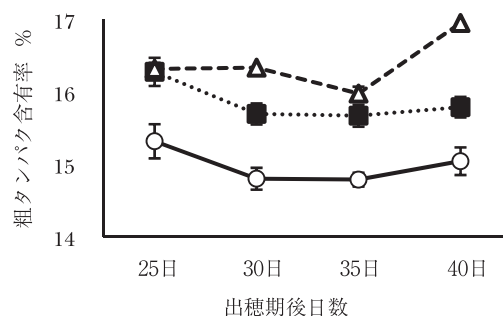
3. 玄ヒエ千粒重（試験3）

2003年の試験では、千粒重が最も大きくなった出穂期後



第2図 2008年の千粒重の推移.

○：軽米在来 (白), ■：ノゲヒエ, △：長十郎もち.
図中のエラーバーは標準誤差を示す (n=3).



第3図 2008年の粗タンパク含有率の推移.

○：軽米在来 (白), ■：ノゲヒエ, △：長十郎もち.
図中のエラーバーは標準誤差を示す (n=6).

日数は、「江刺家」が25日 (2.87 g), 「早生白」は35日 (2.50 g), 「九戸1号」は30日 (2.78 g), 「早生白粳 (青)」は20日 (2.27 g), 「在来種花矢 (秋田)」は30日 (3.05 g) であった. しかし, 「江刺家」と「九戸1号」では出穂期後25日から40日, 「早生白」と「早生白粳 (青)」では20日から40日の間には有意差は認められなかった. 2008年の試験では, 千粒重が最も大きくなった出穂期後日数は, 「軽米在来 (白)」は30日, 「ノゲヒエ」は35日, 「長十郎もち」は25日であった. ただし, いずれの出穂期後日数の間の千粒重には, 有意な差は認められなかった (第2図).

4. 玄ヒエ粉の粗タンパク含有率 (試験4)

2004年の試験では, 粗タンパク含有率が最も高かった出穂期後日数は, 「軽米在来 (白)」が20日 (12.9%), 「ノゲヒエ」が25日 (15.7%), 「九戸1号」が40日 (13.5%), 「早生白粳 (青)」が45日 (13.4%) であった. ただし, 出穂期後20日, 25日, 30日, 35日, 40日, 45日の粗タンパク含有率の間には, 有意差は認められなかった. 2008年の試験では, 粗タンパク含有率が最も高かった出穂期後

日数は, 「軽米在来 (白)」と「ノゲヒエ」で出穂期後25日, 「長十郎もち」で40日であった. 2004年同様, 「軽米在来 (白)」と「ノゲヒエ」の粗タンパク含有率は, 出穂期後日数が早い時期に高い傾向を示した. 「長十郎もち」は出穂期後40日に対し, 25日, 30日, 35日が有意に低かった (第3図).

5. 玄ヒエ粉の α -アミラーゼ活性 (試験5)

「軽米在来 (白)」と「ノゲヒエ」の α -アミラーゼ活性は, 出穂期後35日が高くなり, 「長十郎もち」は出穂期後30日が高かった (第3表). 3品種・系統とも, いずれの出穂期後日数の間にも, 有意差は認められなかった.

6. 70%精白粉のアミロース含有率 (試験6)

「長十郎もち」はモチ性のためアミロースを含まないので, 「軽米在来 (白)」と「ノゲヒエ」のみのアミロース含有率を第3表に示した. ウルチ性の「軽米在来 (白)」はアミロース含有率が21.1%~22.6%で推移し, いずれの出穂期後日数においても有意差は認められなかった. 低ア

第3表 2008年の α -アミラーゼ活性, アミロース含有率および糊化特性の推移.

品種・系統	出穂期後日数	α -アミラーゼ活性 u/ml	アミロース含有率 %	糊化特性				
				最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン値	セットバック値
軽米在来 (白)	25日	0.326 a	22.6 a	216.0 a	115.8 a	365.4 a	100.3 a	249.6 a
	30日	0.168 a	21.2 a	190.9 b	107.4 a	343.4 a	85.1 a	236.6 a
	35日	0.530 a	21.1 a	184.6 b	102.1 a	328.1 a	86.8 a	226.5 a
	40日	0.320 a	21.1 a	186.0 b	103.9 a	333.6 a	82.0 a	229.7 a
ノゲヒエ	25日	0.149 a	9.7 b	222.6 a	103.7 a	223.1 a	118.9 a	119.4 a
	30日	0.185 a	10.4 ab	211.0 a	101.4 a	212.1 a	109.6 ab	110.7 b
	35日	0.245 a	10.0 ab	201.8 a	99.9 a	208.1 a	101.9 b	108.3 b
	40日	0.192 a	10.8 a	202.8 a	93.5 a	202.0 a	109.4 ab	108.6 b
長十郎もち	25日	0.265 a	—	99.2 a	69.3 a	121.1 a	29.9 a	51.8 a
	30日	0.276 a	—	95.2 a	64.5 a	114.3 a	30.8 a	49.8 a
	35日	0.237 a	—	74.8 a	53.6 a	98.4 a	21.2 a	44.8 a
	40日	0.213 a	—	78.8 a	55.3 a	102.1 a	23.5 a	46.8 a

各品種・系統ごとに同列内の同一英文字間には5%レベルで有意差はない (Tukey 法).

ミロース系統の「ノゲヒエ」は、約9.7%~10.8%で推移し、出穂期後25日に比べ40日は有意に高かった(第3表)。

7. 70%精白粉の糊化特性(試験7)

供試品種・系統の糊化特性をみると、「軽米在来(白)」と「ノゲヒエ」は「長十郎もち」に比べ、最高粘度、最低粘度、最終粘度は高く、ブレイクダウン値とセットバック値は大きかった。また、最高粘度が最も高かった出穂期後日数は、3品種・系統とも、25日であった。ただし、「軽米在来(白)」が有意に高かった以外は、有意差は認められなかった。最低粘度と最終粘度は、いずれの品種・系統とも出穂期後25日、30日に比べ、35日、40日で低い傾向を示した。ただし、各品種・系統の出穂期後25日~40日の間には、有意差は認められなかった。ブレイクダウン値が最も大きかった出穂期後日数は、「軽米在来(白)」と「ノゲヒエ」は25日、「長十郎もち」は30日であった。セットバック値が最も大きかった出穂期後日数は、3品種・系統とも、25日であった。ただし、「ノゲヒエ」が有意に高かった以外は、有意差は認められなかった(第3表)。

考 察

コメは、早刈りすれば未熟米を増加させ、遅刈りは胴割米を多発させる(長戸ら1964)。また、極端な早刈りや遅刈りは食味の低下を招く(稲津ら1982)ことから、適期収穫の重要性が指摘されている。コムギの早刈りは、子実水分含量を増加させ、グルテンの質を劣化させ、生地物性に悪影響を及ぼす(岩渕ら2009)。逆に、遅刈りは、降雨の影響により、 α -アミラーゼ活性が高まり、アミログラム最高粘度が低下する(平野1971, 中津ら2007)。ダイズの場合、コンバインによる早刈りは、汚粒等の品質低下が生じ、遅刈りは自然裂莢による損失(城田2003)や、亀甲じわ粒の発生(佐藤ら2008)をもたらす。

本試験の結果から、ヒエ穂水分含有率は降雨による影響がなければ、系統・年次が違っても出穂期後日数が進むにつれて低下する(第2表)。2004年の「ノゲヒエ」の穂水分含有量が「軽米在来(白)」の穂水分含有量に比べ、増加したのは、穂の形質、芒の有無や多少によるものよりも、出穂期後40~45日の降水量が、「ノゲヒエ」の場合は80.5 mm、「軽米在来(白)」の場合は10.0 mmと大きな差があったためと考えられる。つまり、遅刈りは穂水分含有率を低下させるが、同時に、降雨にあう危険性も高くなる。従って、収穫に適する時期は、出穂期後30~35日であると言える。モチ性ヒエ品種「長十郎もち」の穂水分含有率の低下は、他の2在来系統に比べ緩やかな傾向を示したが、モチ性の特徴なのかは今後の検討が必要である。発芽率は、出穂期後25日において、すでに96.0%で、25~40日の間には明確な有意な差は認められなかったが、「軽米在来(白)」以外は出穂期後日数が進むにつれて、発芽率は低下する(第1図)。そのため、播種する場合には、

出穂期後25~30日が収穫適期と思われる。

食味に影響する粗タンパク含有率、糊化特性に関して出穂期後25日~40日の間には、統計的な有意差は認められないものの、粗タンパク含有率では出穂期後30~35日で低くなる傾向を示した(第3図)。糊化特性の最高粘度は出穂期後25~30日で高くなる傾向を示し、最終粘度とセットバック値は出穂期後30~35日で低くなる傾向を示した(第3表)。アミロース含有率の違いによる糊化特性は、出穂期後日数が同じ場合、最高粘度は低アミロース性の「ノゲヒエ」が一番高く、次いでウルチ性の「軽米在来(白)」となり、モチ性の「長十郎もち」が一番低かった(第3表)。この結果は、栽培ヒエの低アミロース性の「もじゃっぺ」がアミロース含有率の高いウルチ性の「軽米在来(白)」より最高粘度は高くなるとした長谷川・勝田(2005)による結果と一致した。さらにコムギの低アミロース性の「cv Kanto 107」がモチ性の「K107Wx1」より最高粘度は高くなるとしたYasuiら(1999)の結果とも一致した。また、コメの場合、セットバック値および最終粘度の値が低いことは、澱粉の老化が遅く、冷えても硬くなりにくいことを示し(伊勢ら2001)、コメの食味は、粗タンパク含有率が低く、糊化特性の最高粘度は高いほどよいとされる(松江ら1991)。つまり、コメのこれらの結果がヒエにもあてはまるとすれば、本試験に供試した3品種・系統の収穫適期は、出穂期後日数30~35日であると推察される。

コムギの場合、デンプン分解酵素である α -アミラーゼ活性は、登熟の前期や後期で高くなる(Fukunagaら1987, 星野ら1988)。また、 α -アミラーゼ活性は遭雨により高まり、その活性は、品質低下との間に関わり高い相関関係が認められる(平野1971)。本試験の場合、3品種・系統において出穂期後日数による明確な有意な差は認められず、 α -アミラーゼ活性からみた収穫に適する時期は、出穂期後25~40日の間であれば、大きな差異はないと言える(第3表)。しかし、早生系統の登熟期は8月上旬から9月上旬、中生系統の登熟期は8月中旬から9月中旬に相当し、収穫期が遅くなれば、遭雨する機会が高くなり、 α -アミラーゼの活性が高まる懸念される。よって、 α -アミラーゼ活性からみた収穫適期は、出穂期後30~35日であると判断される。

本試験に供試した品種・系統で、出穂期後20~45日の範囲内で、ほとんどの特性で、明確な統計的な有意差は認められなかった。ヒエもコメやコムギ、ダイズと同じように、早刈りは水分含有率が高く、遅刈りは降雨による影響や、発芽率、最高粘度の低下、粗タンパク含有率の増加など品質低下を招くおそれがあることから、出穂期後30~35日が収穫適期と結論できる。

謝辞：本研究の遂行に当たり、岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター武田伸也氏、九翟さとみ氏に圃場管理および調査に協力していただいた。ここに記して感謝する。

引用文献

- Fukunaga, K., T. Hoshino, U. Matsukura, H. Taira and S. Oda 1987. Differences in pre-harvest sprouting and α -amylase activity among wheat cultivars. In Mares, D.J. ed., Fourth International Symposium on Pre-Harvest Sprouting in Cereals. U.S. Government. Westview Press, Boulder. 116–122.
- 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. 岩手農研セ研報 5: 53–62.
- 平野寿助 1971. 小麦登熟期の遭雨による品質低下とその機作に関する研究. 中国農試報 A20: 27–78.
- 星野次汪・松倉潮・小田俊介・平春枝・福永公平 1988. コムギ品種・系統の穂発芽性と α -アミラーゼ活性の推移及びその相互関係. NARC 研究速報 5: 1–5.
- 星野次汪 2009. ヒエの栽培技術. 最新農業技術 作物 vol 1. 農文協, 東京. 273–278.
- 稲津脩・佐々木忠雄・新井利直 1982. お米の味—その科学と技術—. 法人北農会, 札幌. 89–92.
- 伊勢一男・赤間芳洋・堀末登・中根晃・横尾政雄・安東郁男・羽田丈夫・須藤充・沼口賢治・根本博・古館宏・井辺時雄 2001. 低アミロース良食味水稻品種「ミルキークイーン」の育成. 作物研報 2: 39–61.
- 岩渕哲也・田中浩平・松江勇次・松中仁 2009. 収穫時期がパン用コムギ品種「ミナミノカオリ」の製粉性, 生地物性および製パン適性に及ぼす影響. 日作紀 78: 449–454.
- 岩手県農業改良普及会 2008. 楽しく作ろういわての恵み. 岩手県農業改良普及会, 盛岡. 60–64.
- 科学技術庁資源調査会 2003. 五訂食品成分表. 女子栄養大学出版部, 東京. 28–41.
- 熊谷成子・佐川了・星野次汪 2009. 雑穀生産の現状と課題. 農及園 84: 1068–1072.
- 増田昭子 2001. 雑穀の社会史. 吉川弘文館, 東京. 1–322.
- 松江勇次・水田一枝・古野久美・吉田智彦 1991. 北部九州産米の食味に関する研究. 日作紀 60: 497–503.
- 宮原萬芳・秋本勇 1984. 東北農業試験場保存穀類の品種目録と特性. 東北農試研資 4: 1–92.
- 長戸一雄・江幡守衛・石川雅士 1964. 胴割米の発生に関する研究. 日作紀 33: 82–89.
- 中津智史・佐藤康司・佐藤仁・神野裕信 2007. 秋まきコムギ品種キタノカオリにおける低アミロコムギの発生要因. 日作紀 76: 79–85.
- 農林水産省農業生物資源研究所 1992. 植物遺伝資源特性調査マニュアル第1分冊. 農林水産省, つくば. 62.
- 小原哲二郎 1936. 稗（稗）の栄養養分に就て. 日本農藝化学會誌 12: 1049–1058.
- 小原哲二郎 1937. 精白稗（稗）の蛋白質に就て. 稗種實の化学的研究第一報. 日本農藝化学會誌 13: 6–11.
- 阪本寧男 1988. 雑穀のきた道. 日本放送出版, 東京. 1–214.
- 佐藤徹・服部誠・市川岳史・田村隆夫 2008. ダイズの亀甲じわ粒の発生に及ぼす成熟後の子実水分変動の影響. 日作紀 77: 457–460.
- 城田雅毅・内田利治・濱田千裕 2003. 愛知県の輪換畑ダイズ栽培における子実損失の実態. 愛知農総試研報 35: 31–37.
- Watanabe M. 1999. Antioxidative phenolic compounds from Japanese barnyard millet (*Echinochloa utilis*) grains. J. Agric. Food. Chem. 47: 4500–4505.
- Yasui, T., T. Sasaki, and J. Matsuki 1999. Milling and flour pasting properties of waxy endosperm mutant lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Sci. Food Agric. 79: 687–69.

Optimum Harvest Time Judged from Maturity Properties of Japanese Barnyard Millet in the Late Ripening Stage : Seiko KUMAGAI^{1,2)}, Hideyuki MATSUDA²⁾, Haruka YOSHIDA²⁾, Akira ABE³⁾, Satoru SAGAWA²⁾ and Tsuguhiro HOSHINO²⁾ (¹⁾Morioka Agricultural Senior High School; ²⁾Field Science Center, Faculty of Agriculture, Iwate University, Takizawa 020-0173, Japan; ³⁾Iwate Agricultural Research Center)

Abstract : The Japanese barnyard millet is a major millet and is recently being re-evaluated as a highly nutritious and healthy cereal in Japan. However, the optimal harvest time of Japanese barnyard millet has not been reported. We investigated the changes in panicle moisture content, 1000-grain weight, germination rate, crude protein content, amylose content, α -amylase activity and visco property of grain flour from 20 to 45 days after heading in 5 local varieties, 2 local varieties, and 3 cultivars in 2003, 2004 and 2008, respectively. The moisture content of panicles tended to decrease with advanced heading time in all local varieties, except varieties encountered much rain in late harvest time (40 days in 2003). The 1000-grain weight, germination rate, crude protein content, amylose content, α -amylase activity and visco property of grain flour did not significantly change from 25 to 45 days after heading. Judging from these results the optimal harvest time of Japanese barnyard millet is 30 to 35 days after heading.

Key words : Crude protein content, Japanese barnyard millet, Millet, Optimal harvest time, Panicle moisture content, Visco property, α -amylase activity, 1000-grain weight.