

ヒエ新品種「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長特性とその要因

誌名	日本作物学会東北支部会報
ISSN	09117067
著者名	仲條,真介
発行元	日本作物学会東北支部
巻/号	52号
巻号補足	
掲載ページ	p. 55-58
発行年月	2009年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ヒエ新品種「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長特性とその要因

仲條眞介

(岩手県農業研究センター 県北農業研究所)

Mesocotyl Elongation and Related Factors
in New Japanese Barnyard Millet Variety 'Nebarikko 2'

Shinsuke NAKAJO

(Iwate Agricultural Research Center, Northern Region Agricultural Institute,
Karumai, Iwate, 028-6222, Japan)

県北農業研究所・岩手県雑穀遺伝資源センターでは低アミロース短稈ヒエ3品種を育成し(仲條ら2008)、現在県内4市町(軽米町、花巻市、江刺市、遠野市)で現地試験・試作栽培を実施している。しかし、粳ヒエ「達磨」と同条件で加温出芽(長谷川・穴戸2002)を行った場合、「ねばりっこ2号(旧系統名:ヒエ岩手2号)」は中胚軸が徒長しやすい傾向が見られた。本研究では、「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長特性とその要因を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

実験1 ヒエ育成品種の中胚軸伸長特性

- (1) 供試品種:「ねばりっこ1号(旧系統名:ヒエ岩手1号)」、「ねばりっこ2号」、「ねばりっこ3号(旧系統名:ヒエ岩手3号)」、「ヒエ岩手糯4号」、「もじゃっぺ(原品種)」、「達磨」
- (2) 方法:安江・藤井(1979)の方法を一部改変して実施した。

実験2 中胚軸の徒長が苗の生育に与える影響調査

- (1) 供試品種:「ねばりっこ2号」
- (2) 方法:中胚軸が徒長した苗(中胚軸長区)と短い苗(中胚軸短区)の全冠根を切除したうえ、種子根の影響を評価するため種子根を残した区(有種子根区)と切除した区(無種子根区)を設けた。処理した苗は水田に移植するとともに、試験管内で水道水に入れ、蛍光灯を24時間点灯した25℃の恒温器内で発根させた。室内では20個体、水田では30個体を供試したが、枯死した個体があり調査個体数が減少した区もある。剪根・移植の前後に苗丈、冠根の再発根数および総根長を調査した。

実験3 「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長要因解明試験

- (1) 供試品種:「ねばりっこ2号」
- (2) 培土:水稲用中成苗培土(市販品)
- (3) 育苗箱:水稲用中成苗育苗箱
- (4) 調査項目:箱当たり30個体について、中胚軸長、

草丈、葉齡、冠根数、総冠根長を測定した。

- (5) 試験方法:中胚軸伸長に関与すると予想された4要因(温度、加温時間、播種密度、床土の厚さ)・2水準の組合せでできる16処理区(第1表)を1処理区1枚の育苗箱に割り当て、 L_{16} 直交表による1回実施で試験を行った。処理区の配置は温度を1次因子とする分割区法(塩見1984)とした。データは、高橋(2009)に従い解析した。

第1表 「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長要因解明試験における要因と水準の組合せ

要因	記号	水準1	水準2
温度	T	20℃	27℃
加温時間	H	36時間	48時間
播種密度	D	17.4g/箱	20g/箱
		(5,000粒/箱)	(5,740粒/箱)
床土の厚さ	S	12mm	15mm

注) 粳ヒエ「達磨」の育苗では床土の厚さ12mm、播種密度20g/箱、(5,000粒/箱)、30℃、48時間加温出芽が推奨されている。なお、「ねばりっこ2号」と「達磨」で種子重量と粒数が異なるのは、千粒重の違いに起因するものである。

結 果

実験1 ヒエ育成品種の中胚軸伸長特性

供試した6品種・系統の地上部全長、中胚軸長、中胚軸長比(中胚軸長/地上部全長)に対する光条件の効果および品種・系統間差はともに有意であった。「ねばりっこ2号」の中胚軸は暗条件下で大きく伸長したため、明条件下で最小であった中胚軸長比は暗条件下では最大となった(第2表)。

実験2 中胚軸の徒長が苗の生育に与える影響調査

中胚軸長区・短区間には、苗丈、葉齡、冠根数、総冠根長で有意差があった。また、苗丈、葉齡、冠根数、総冠根長と中胚軸長の間には有意な負の相関関係があり、特に中胚軸長と苗丈間の相関係数は-0.712と強い

負の相関がみられた(第3表)。

室内実験において、中胚軸が短い種子根を残した「中胚軸短・有種子根区」は切除2日後の冠根再発根数が4区中最多であった(第1図)。分散分析では、再発根した冠根数には中胚軸の長さ、冠根の総根長には種子根の有無、による有意な効果がそれぞれ確認された。しかし、圃場条件では再発根数に対する中胚軸の長短による有意な効果は確認されなかった(第4表)。

実験3 「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長要因解明試験

「ねばりっこ2号」の出芽期間中の中胚軸伸長には加温時間(H)の主効果がみられた。また、温度と加温時間の交互作用(T×H)が有意であった(第5表)。

考 察

実験1の結果から、「ねばりっこ2号」は暗条件下で中胚軸が伸長しやすいことが確認された。暗条件下における「ねばりっこ2号」の中胚軸長比(中胚軸長/全長)は供試品種・系統中最大となった。これは暗条件下で「ねばりっこ2号」の中胚軸が伸長する一方、子葉鞘節から上の植物体は明条件下よりも短くなったためである。また、二元配置分散分析で中胚軸長に関して光条件と品種・系統の交互作用(L×V)が見られたが、これは暗条件下で「ねばりっこ2号」と「ヒエ岩手糯4号」の中胚軸が著しく伸長し、中胚軸長の品種・系統間の序列が明暗両条件下で異なったことに起因するものと思われる(第2表)。

ヒエはイネ科植物の中でも「中茎(中胚軸)伸長型」の植物であり、中茎の著しい伸長により10~15cmの深播きでも出芽し得る(安江・藤井 1979)。ただし、中胚軸が長く伸長すれば、その分だけ種子貯蔵養分が消費されて苗の生育や発根を悪くするものと予想される。実際に、実験1において暗条件下で中胚軸伸長した個体の子葉鞘節上部の植物体は小さかった。しかしながら、暗条件下における植物体の生育不良が中胚軸伸長による養分浪費に起因するのか、あるいは暗条件そのものに由来するのか、実験1だけでは断じがたい。そこで、実験2では暗条件下の同じ育苗器内で中胚軸を伸長させた群(中胚軸長区)と伸長させない群(中胚軸短区)との間で、苗の生育、発根特性を調査した。

実験2では、中胚軸の長短と4形質(苗丈、葉齡、冠根数、総冠根長)間に有意な負の相関関係があった。一方、種子根長には両区間の有意差、中胚軸長との相関関係がなかった(第3表)。これは各器官の生長期が異なることによるものと考えられる。種子根および中胚軸の生長は発芽初期に開始されるが、地上部、冠根の発生・伸長はそれより遅く、中胚軸が伸長した出芽後に進展する。種子根と中胚軸伸長には種子貯蔵養分

が使われるが、中胚軸が徒長した場合には種子貯蔵養分がより多く消費されるため、地上部や冠根の生育時期が遅れたり、生育量が減少するものと推測される。そのため、結果として中胚軸長と種子根長には相関関係がなかったが、中胚軸長と地上部、冠根の生育量との間には負の相関関係がみられたのであろう。

育苗器内で中胚軸が伸長する場合、地中深くで発芽した場合と異なり、冠根が発生する子葉鞘節以上の節が空中に押し上げられる(第3図)。空中で生じた冠根が培土面に到達するまでにはさらなる養分が消費されるうえ、冠根が土壌養分吸収を開始するのは中胚軸が徒長しなかった場合より遅くなる。中胚軸長と苗丈間に強い負の相関関係があったのは、中胚軸徒長による種子貯蔵養分の減少に加え、この冠根を培土に到達させるまでのさらなる養分消費、冠根による土壌養分吸収開始の遅れなどが複合的に作用し、傾向が顕著になったためと推察される。

水稻用移植機で機械移植する場合、苗の根は切断される。加えて、中胚軸が徒長した苗では中胚軸部で苗が切断されることにより種子根を失う個体が多くなりその後の冠根の再発根や苗の生育に悪影響を及ぼすと予想されたことから、中胚軸伸長程度の違いに加え、種子根の有無が冠根の再発根や生育に与える影響を検討した。室内実験で剪根2日後に冠根が再発生した個体数は中胚軸短区では11と17であり、中胚軸長区よりも多かったことから、中胚軸の短い方が冠根発生開始は早いと思われる(第1図)。さらに、室内実験の二元配置分散分析において、冠根数に対する中胚軸長の主効果が確認された(第4表-1)。このように、剪根直後の冠根再発生開始速度と中胚軸伸長程度には関係性が見出されたことから、ヒエの冠根再発生開始速度は植物体内の残存養分の多少に影響されるものと考えられる。一方、圃場試験では冠根数に対する中胚軸長の主効果はみられなかった(第4表-2)。これは、移植時の苗は既に十分な光合成能力を備えており中胚軸伸長により消費された養分を補えたこと、土壌内の養分を利用できたことによるものと思われる。

室内実験の発根個体数の推移を見ると、中胚軸の長短にかかわらず、5日後の無種子根区の発根個体数増加速度は有種子根区のそれよりも鈍かった。しかし、9日後には4区全てでほぼ全個体が発根した。したがって、一度発根を開始した後の発根進展には中胚軸伸長程度よりも種子根の有無の方が影響は大きいものと考えられる。総冠根長に対しては、種子根の有無の主効果があることが室内、圃場両実験で確認されたが、圃場実験では有意水準が低下した(第4表)。これは冠根

数の場合と同様に、圃場条件下における苗の光合成と土壌養分の効果によるものと推測される。

当初の予想に反し、圃場条件下では中胚軸の長短は冠根の再発生に大きな影響がなかった。とはいえ、出芽時に中胚軸が伸長すれば伸長しなかった場合に比べ、苗の生育が劣ることは明らかである。また、種子根切断の危険性を回避するためにも中胚軸は伸長させないことが望ましい。さらに、移植から10日が経過しても中胚軸長区の草丈は中胚軸短区よりも有意に短かった(第4表)ことから、育苗期間中についた生育差の解消には時間を要するものと思われる。したがって、ヒエの育苗では中胚軸伸長を抑制することが重要である。

「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長に影響を与える要因を探るために行った実験3の結果から、中胚軸伸長には加温時間が主効果を持ち、温度と加温時間の交互作用があること、播種密度・床土の厚さには効果がないことが確認された。なお、実験上の制約から温度を1次要因とする分割区法を採用したため温度単独の効果は評価できないが、その分散は4要因中最大であった(第5表)。

中胚軸長が最も短くなると期待した20℃・36時間の出芽条件における中胚軸長は、温度と加温時間の交互作用により、20℃・48時間、27℃・36時間のそれよりも長くなった(第2図)。本実験では各処理区30個体の平均値を中胚軸長として用いたが、20℃・36時間の処理区の測定値は20℃・48時間、27℃・36時間の処理区よりも標準偏差が大きく、算術平均も大きくなった。このため温度と加温時間の交互作用が生じたものと思われる。このように温度と加温時間に交互作用がみられたため、中胚軸伸長を抑制する出芽条件を今回の結果からは決定できない。しかし、中胚軸伸長に影響する2要因を本研究で絞り込むことが出来たので、農家が作業しやすい時間に配慮しながら、温度と加温時間の最適な組合せについて今後さらに検討したい。

「ねばりっこ2号」は他の2品種とともに、平成22年度から県内での一般作付けを予定している。出芽条件に加えて、マット形成強化のための条件検討を行うことにより、育苗技術を確認して現地に情報提供していきたい。

引用文献

- 塩見正衛 1984. 応用統計ハンドブック編集委員会編, 応用統計ハンドブック. 養賢堂, 東京. 257-299.
高橋幸男 2009. 表計算ソフトEXCELを用いた直交表による多因子実験の計画・解析法 農業および園芸 84(5): 521-528.
仲條眞介・長谷川聡・漆原昌二・阿部知子・藤田智美・

- 阿部 陽・大清水保見 2008. 半矮性・低アミロースヒエ新系統の育成 育種学研究 10(別1): 181.
長谷川 聡・穴戸貴洋・中西商量 2002. 子実用ヒエの水田移植栽培法 第2報 育苗法の検討 東北農業研究 55: 97-98.
安江多輔・藤井和弘 1979. イネ科作物の中茎及び子葉鞘の伸長に関する比較作物学的研究 第1報 中茎と子葉鞘の伸長比について 日作紀48(3): 356-364.

第2表 ヒエ育成品種の中胚軸伸長特性

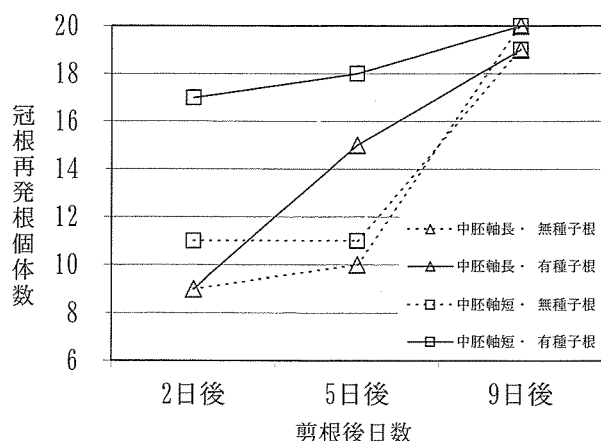
系統名	光条件	調査 個体数	全長 (mm)	中胚軸長 (mm)	中胚軸長比 (中胚軸長/ 全長×100)
もじゃっぺ		12	81.5 ^c	12.6 ^b	15.6 ^a
ねばりっこ1号		12	61.8 ^b	12.8 ^b	20.2 ^a
ねばりっこ2号	明条件	11	59.9 ^b	8.9 ^{ab}	14.9 ^a
ねばりっこ3号		11	40.2 ^a	8.6 ^{ab}	26.2 ^a
ヒエ岩手稲4号		12	69.7 ^{bc}	10.8 ^b	15.5 ^a
達磨		10	41.7 ^a	5.4 ^a	16.0 ^a
もじゃっぺ		11	84.6 ^d	65.2 ^d	77.6 ^{ab}
ねばりっこ1号		11	71.4 ^{cd}	57.3 ^{cd}	80.5 ^{ab}
ねばりっこ2号	暗条件	10	59.4 ^{bc}	49.5 ^{bc}	82.8 ^b
ねばりっこ3号		10	47.7 ^{ab}	38.8 ^{ab}	80.3 ^{ab}
ヒエ岩手稲4号		11	84.1 ^d	66.0 ^d	78.4 ^{ab}
達磨		10	43.5 ^a	31.0 ^a	71.2 ^a
光条件 (L)			**	**	**
品種・系統 (V)			**	**	*
交互作用 (L×V)			ns	**	ns

ns, *, **は二元配置分散分析における分散比Fがそれぞれ、有意差なし, 5%水準で有意, 1%水準で有意, であることを示す。
数値右肩の同一英文字は、明・暗それぞれの光条件下において5%水準で有意な品種・系統間差がないことを示す (Tukey法)。
中胚軸長比の統計処理に当たっては逆正弦変換値を用いた。

第3表 「ねばりっこ2号」中胚軸の長短と苗の形態形質との関係

区名	中胚軸長 (cm)	苗丈 (cm)	葉齢	発根特性		
				種子根 長 (cm)	冠根数 (本)	総冠根 長 (cm)
中胚軸長	1.60	14.4	3.52	5.54	2.9	8.21
中胚軸短	0.64	17.7	3.62	5.87	3.7	11.33
t検定	**	**	*	ns	**	**
中茎長との相関係数 -0.71** -0.22** -0.09 ^{ns} -0.46** -0.48**						

ns, *, **はそれぞれ、有意差なし, 5%水準で有意, 1%水準で有意, を示す。
n=100 (両区とも)



第1図 冠根再発根個体数の推移

第5表 「ねばりっこ2号」の中胚軸伸長に影響すると推測される要因の分散分析

要因	平方和	自由度	分散	分散比
1次要因				
温度 (T)	0.64	1	0.64	
2次要因	2.50	14		
加温時間 (H)	0.44	1	0.44	7.51*
播種密度 (D)	0.14	1	0.14	2.37
床土の厚さ (S)	0.14	1	0.14	2.29
交互作用				
T×H	1.39	1	1.39	23.56**
T×D	0.03	1	0.03	0.48
T×S	0.01	1	0.01	0.11
H×D	0.05	1	0.05	0.85
H×S	0.00	1	0.00	0.05
D×S	0.01	1	0.01	0.10
2次誤差	0.30	5	0.06	

*, **はそれぞれ、5%水準で有意、1%水準で有意、を示す。

第4表 「ねばりっこ2号」中胚軸の長短, 種子根の有無が剪根後の冠根再発生に与える影響

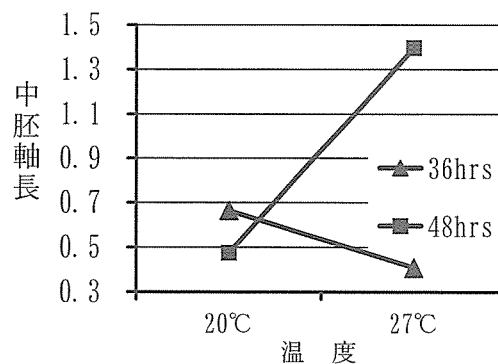
1) 室内実験 (25℃/24時間照明, 剪根9日後)

区分	区名	冠根		調査 個体数
		再発根数 (本)	総根長 (cm)	
中胚軸長	無種子根	1.9 ^a	0.54 ^a	20
	有種子根	2.1 ^{ab}	1.83 ^b	20
中胚軸短	無種子根	2.5 ^{ab}	0.73 ^a	19
	有種子根	2.7 ^b	1.73 ^b	20
分散分析	中胚軸長 (M)	**	ns	
	種子根の有無 (S)	ns	**	
	交互作用 (M×S)	ns	ns	

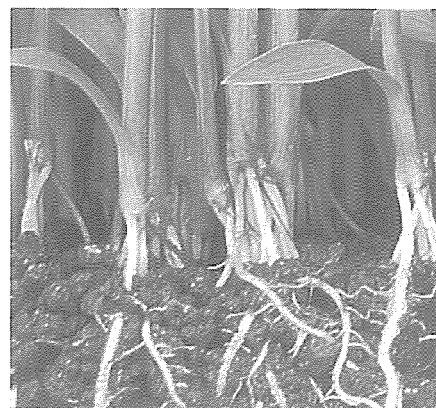
2) 圃場実験 (剪根・移植10日後)

区分	区名	苗丈 (cm)	冠根		調査 個体数
			再発根数 (本)	総根長 (cm)	
中胚軸長	無種子根	16.4 ^a	4.7 ^{ab}	22.55 ^a	27
	有種子根	17.2 ^a	4.1 ^a	24.61 ^a	23
中胚軸短	無種子根	18.0 ^a	4.2 ^a	20.74 ^a	30
	有種子根	21.2 ^b	5.0 ^b	25.93 ^a	27
分散分析	中胚軸長 (M)	**	ns	ns	
	種子根の有無 (S)	**	ns	*	
	交互作用 (M×S)	*	**	ns	

室内実験では全ての冠根を切断した苗を水道水を入れた試験管に立てた。
圃場実験では、水田に移植した。
無種子根とは、苗の子葉葉節以下の中胚軸と種子、種子根を切除したものである。
ns, *, **は二元配置分散分析における分散比Fがそれぞれ、有意差なし、5%水準で有意、1%水準で有意、であることを示す。
数値右肩の同一英文字は、4処理区間において5%水準で有意な品種・系統間差がないことを示す (Tukey法)。
中胚軸長比の統計処理に当たっては逆正弦変換値を用いた。



第2図 中胚軸長に対する温度と加温時間の交互作用



第3図 中胚軸徒長により空中に押し上げられた子葉鞘基部