

二条大麦の出穂生理

第 1 報

日長と温度との関係

川 口 数 美

I 緒 言

早熟多収品種の育成および交配操作上に必要な基礎的知見を得る目的で、麦類の環境条件に対する出穂反応、とくに温度と日長に関する多くの研究が行なわれている。そして、春化後の麦類の出穂が高温長日によって促進され、低温短日で遅延することが一般に認められている 1) 2) 5) 6) 9)。また、日長および温度に対し異なる出穂反応を示し、主として長日によりあるいは高温によって促進される、いわゆる感光性および感温性に品種間差異があることが認められている 1) 2) 9)。

いままで、二条大麦についてのこの種の研究はきわめて少なく、ごくまれに普通大麦を中心とした研究に、2・3の二条大麦が供試されている 1) 4) 5) 7) のみであったが、ごく最近多数の二条大麦を用いて温度や日長に対する出穂反応、出穂の程度および生育状況などを調べ、これらに品種間差異を認め、それにもとずいて品種を類別した報告がある 3)。

著者は普通大麦ではすでに検討されている温度および日長に対する出穂反応について二条大麦を用いてさらに確め、早熟品種育成の基礎知識を得る目的ではじめに従来の感温性および感光性について調べ、これについて2.3の考察を加えここに報告する。

終始、御指導して下さった中山保博士に深謝の意を表する。

II 実験材料の特性

温度や日長に対する出穂反応およびその状況による品種の類別 3) あるいは秋播圃場栽培における出穂期 (3ヶ年平均) を参考にして第1表にあげた春播型10品種および秋播型2品種を選び試験に供試した。なお秋播型品種は春化せずに参考までに試験に用いたので結果だけを示し考察から除外した。

III 秋播および春播における温度と日長に対する出穂反応

材料および方法：高温、長日、高温短日および低温短日の条件で各品種を栽培して出穂を調べ、それに

第1表 実験に用いた大麦品種の特性

品 種 名	秋播圃場栽培		中山(1962)による		(3) 秋播性程度
	出穂期(月日)	日数	(1) 短日反応	(2) 耐高温性(秋播性)	
金 独	4.21	178	D	b	III
台中二条大麦1号	4.22	179	D	d	—
エ ビ ス	4.23	180	D	d	—
濠洲シバリー	4.29	186	D	b	—
改良二条種	4.27	184	B	a	III
博多2号	4.29	186	A	e	—
Kenia	4.30	187	D	a	—
Carlsberg I	5. 9	196	B	d	—
Svanhals	5. 4	191	B	d	—
栃木ゴールデンメロン	5. 4	191	B	f	—
Fetto	5. 6	193	—	(III)	—
名古屋12号	4.30	187	—	(V)	—

- 注 (1) 10時間照明下での出穂状況 A. 座止, B. 止葉展開して生育停止, C. 出芒して生育停止, D. 出穂
 (2) 高温(夏期)条件下での生育状況, a. 稔実する, b. 出穂する, c. 止葉展開して生育停止, d. 幼穂形成するが止葉展開せず, e. 幼穂形成するが4枚以下で枯死, f. 幼穂形成せず。
 (3) 農林省関東東山農業試験場(1959), 麦類品種一覽より。

もとづいて従来の感温性および感光性程度の品種間差異を調べるため、エビスと Fetto を除く春播型の品種と秋播型1品種を用い、秋播(11月7日)および春播(2月1日および2月16日)して試験を行なった。双方とも木箱(65×36×12cm)に畑土と堆肥を1:1の割合に混合した土壌をつめ、1品種5個体、1箱当たり10品種を播種し2反復(1品種計10個体)して試験に供試した。秋播では戸外を低温区、ビニールハウスを高温区とし、春播では早播(2月1日)を低温区、遅播(2月16日)を高温区とした。日長条件は秋播では自然日長を短日区、連続照明を長日区とし春播では10時間日長を短日区、連続照明を長日区とし、発芽後直

ちに日長処理を開始しそれぞれの条件下で出穂完了まで生育させた。なお、連続照明は100ワットの白熱電球を植物体上約1.2mにおき日没前より日出後まで終夜照明し、10時間日長については黒ビニールで被覆し遮光してその日長とした。さらに、10時間日長と対照となる連続照明区については透明ビニールで被い処理間の温度差を少なくするようにした。

調査は出穂期の代りとしてそれと相関の高い止葉展開日について個体ごとに行なった。

結果および考察：各品種の異なる日長条件および温度条件における止葉展開まで日数の平均値およびそれにもとづいた感光性と感温性程度は第2表に示されている。第2表の結果によると秋播および春播とも少数の品種を除いて長日区では短日区に比較して止葉展開

が早く、その品種間差異も小さい。また、短日条件における止葉展開まで日数の品種間差異は秋播で大きく、春播で小さい。感光性は秋播で金独と台中二条大麦1号が負の値を示してかなり低く、Svanhals, Carlsberg I, Kenia および栃木ゴールデンメロンが中程度、博多2号、改良二条種および濠洲シバリーが高い感光性を示している。春播ではいずれの品種も秋播より高い感光性程度を示すが品種のその程度は秋播と同様な傾向が認められ、秋播で中程度の感光性を示し、品種間差異が明瞭でなかった4品種についても、栃木ゴールデンメロンと、SvanhalsおよびKeniaとCarlsberg Iの間に明瞭な差が認められる。

第2表 連続照明および短日条件下における止葉展開まで日数、感光性および感温性

品 種 名	(秋播11月7日)			春播(ビニールハウス)			秋 播		春 播		長日下 感温性
	戸外	ビニールハウス		2.1播		2.16播	感 光 性 (高温)	感 温 性 (短日)	感 光 性 (高温)	感 温 性 (短日)	
	自然 日長	自然 日長	連続 照明	10時間 日 長	10時間 連続 日 長 照明						
金 独	※ (167)	※ 90	93	68	56	55	-3	(46)	2	18	41
台中二条大麦1号	(169)	94	97	70	58	55	-3	(44)	5	18	43
濠洲シバリー	178	149	118	105	89	47	21	16	47	15	60
改良二条種	168	146	114	107	100	46	22	13	54	7	60
博多2号	176	154	123	—	—	50	20	13	—	—	59
Kenia	183	152	133	98	92	68	13	14	26	6	49
Carlsberg I	183	146	128	113	93	67	12	20	28	18	48
Svanhals	181	149	132	120	108	65	11	27	40	10	51
栃木ゴールデンメロン	182	150	128	108	99	62	16	30	37	9	52
名古屋12号	174	140	133	105	—	97					

注 ※ 11月7日播の生育期間中の自然日長はビニールハウスで約10~12.5時間、戸外で約10~14時間、()は凍霜によって出穂がみだされた。

つぎに感温性、すなわち従来からいわれる短日条件下における高温区の低温区に対する促進率については秋播および春播ともに、その程度に品種間で差が認められる。全般的に秋播より春播で感温性程度が低く、感温性の品種の相対的な関係は両播種を通じて感光性ほど一定した傾向がないが、改良二条種およびKeniaなどは両播種で、その程度の低いことが認められる。

一般的に麦類の出穂が高温長日で促進されることはすでに広く認められているが、この実験でも大部分の品種は高温長日で出穂が促進されている。しかし、一部の品種が長日下で出穂がおくれることは、これと類似の品種もあるとの報告も見受けられるが¹⁾、これらの品種では長日条件によって生育が抑制されたかあるいは他に原因があるのかその点については不明であり、さらに検討を要する。

感光性については春播および秋播でも品種のその程度の相対的な関係はほとんど一致しているが、感温性についてのその関係は同じ傾向を示さない品種もかなり認められる。このことは感光性が高温短日区と高温長日区との差であるから、品種の光周反応性が比較的明瞭に現われる⁷⁾ため、両播種における傾向が一致しなものとおもわれる。しかし、感温性については高温短日区と低温短日区との差であるため、高温短日区では品種の短日に対する反応が最も強く現れ、低温短日でもこれより程度は低いが、やはり短日の影響を受けているので、この差は温度と日長による影響の両者を含んでいる⁷⁾ため、両播種における品種のその程度の傾向が一致しなかったものと考えられる。

そこで、感温性を調べるときには高温長日から低温長日への出穂期の動きをしらべることによって感温性

が実験的に確められるとしている⁷⁾ので、その程度をみてみるといずれの品種もかなり高い値を示している。すなわち、濠洲シバリー、改良二条種および博多2号では約60%、Carlsberg I、Kenia、Svanhalsおよび栃木ゴールデンメロンで約50%、金独および台中二条大麥1号では約40%の感温性を示している。このように、高温長日および低温長日から求めた感温性(長日下)についても品種間の差が認められる。しかし、このことによって直ちに温度に対する出穂反応が品種によって異なるとは結論できない。すなわち秋播における生育期間中の温度が低温で長日の効果がいづらか弱められ、短日処理と同様の影響をもたらしたために、この差異のなかに温度ばかりでなく日長の影響もふくまれているようにも考えられる。このことはこの試験における各品種の感光性程度と長日下感温性程

度が相対的に一致していることによってもうかがわれる。

したがって、秋播の長日が低温のためやや短日化しているとすれば感光性の高い品種の秋播における感光性程度は小さく評価されているであろう。すなわち秋播ビニールハウス内連続照明は温度が低いため24時間日長としての効果がなく、それ以下の日長の効果しかないとすれば、ここにあらわれた止葉展開まで日数は連続照明下のものではなく、それ以下の日長のときのものであるため、止葉展開まで多くの日数を要しているであろう。そのため、感光性はいずれの品種も低く評価されているものと思われる。しかし、この短日化については秋播と春播での感光性の品種の相対的な関係が一致しているので非常に大きなものとは考えにくい。

第3表 高温(ビニールハウス)および低温(戸外)における長日(連続照明)および短日(自然日長)条件下での止葉まで日数、主稈葉数、感光性および感温性 (3月1日播)

品 種 名 と 項 目	高 温 区 (ビニールハウス)		低 温 区 (戸 外)		感 光 性		感 温 性		
	長日区 (連続 照明)	短日区 (自然 日長)	長日区 (連続 照明)	短日区 (自然 日長)	高温区 (ビニール ハウス)	低温区 (戸外)	長日区 (連続 照明)	短日区 (自然 日長)	
金 独	{日数 葉数	49 7.0	53 7.0	60 7.8	59 7.6	8 0.0	-2 0.2	18 0.8	11 0.6
エ ビ ス	{日数 葉数	40 7.2	67 8.8	52 7.8	64 9.0	40 1.6	19 1.2	23 0.6	-5 0.2
濠 洲 シ バ リ ー	{日数 葉数	43 7.2	66 8.0	51 8.0	66 8.7	35 0.8	23 0.7	16 0.8	0 0.7
改 良 二 条 種	{日数 葉数	50 7.0	69 8.2	61 7.8	70 9.0	28 1.2	13 1.2	18 0.8	1 0.8
博 多 2 号	{日数 葉数	44 6.8	71 8.7	57 7.3	72 8.4	38 1.9	21 1.1	23 0.5	1 -0.3
K e n i a	{日数 葉数	49 7.0	69 8.4	62 8.0	68 8.6	29 1.4	9 0.6	21 1.0	-1 0.2
C a r l s b e r g I	{日数 葉数	50 6.8	72 8.7	66 7.8	73 9.0	31 1.9	10 1.2	25 1.0	1 0.3
S v a n h a l s	{日数 葉数	51 7.6	84 10.0	67 9.0	83 11.0	39 2.4	19 2.0	24 1.4	-1 1.0
栃木ゴールデンメロン	{日数 葉数	55 7.1	82 9.5	69 9.0	83 10.0	33 2.4	17 1.0	20 1.9	1 0.5
名 古 屋 1 2 号	{日数 葉数	- 5.2	- 5.8	- 5.5	- 5.3				
F e t t o	{日数 葉数	- 4.9	- 4.6	79 10.0	- 4.5				

注 生育期間中の自然日長は約11.5~14時間である。

Ⅳ 同じ播種期における温度と日長に 対する出穂反応

材料および方法：台中二条大麦1号を除く春播型9品種と秋播型2品種を用いて、ビニールハウスおよび戸外にそれぞれ連続照明（長日区）および自然日長（短日区）で栽培し、各品種の止葉展開および主稈葉数を記録してさきの試験と同様の方法で感光性（ビニールハウスと戸外）および感温性（自然下と連続照明下）の品種間差異を調査した。各品種とも4号缶に6粒ずつ3月1日（早播区）および3月15日（晩播区）に播種し、発芽の齊一なる個体を残し、2反復（2缶）して実験を行なった。日長および温度処理の要領はさきの試験に準じた。

結果および考察：各品種の異なる条件下における止葉展開まで日数の平均値とそれにもとづいた感光性（高温と低温）、感温性（短日下と長日下）およびそのときの主稈葉数の平均値と葉数の差は第3表（3月1日播）および第4表（3月15日播）に示されている。

第3表の結果を全体的にみてみると高温長日、低温長日、高温短日、低温短日の順に主稈葉数が増加し止葉展開も遅いが、高温短日と低温短日の止葉展開まで

日数は金独を除いて同一品種ではほぼ同じである。止葉展開まで日数の品種間差異は高温長日でもっとも小さく、ついで低温長日、低温短日、そして高温短日でもっとも大きいことが認められる。なお、主稈葉数の品種間差異は高温長日でもっとも少なく、ついで低温長日であり、両短日におけるその差と長日におけるものとはかなりの差が認められ、低温短日が高温短日より品種間差異はやや大きい。感光性は全体的に高温下で大きく低温下で小さくなっているが双方で品種間にその程度の違いが認められる。しかし両温度下の品種の相対的な関係はほぼ一致している。すなわち、両温度区を通じて、博多2号、濠洲シバリー、エビス、Svanhalsの感光性は高く、これについて栃木ゴールデンメロン、さらに、Carlsberg I、改良二条種およびKeniaの順に低くなり、金独の感光性ももっとも低い値を示している。短日下感温性は金独を除いて他の品種ではかなり低く品種間差異が認められないが、長日下感温性は濠洲シバリーが最小でCarlsberg Iが最大であり、品種によってその程度に多少差が認められる。葉数の差は両日長下（温度差）のものが両温度下（日長さ）のものより品種間差異が少ない。

第4表 高温（ビニールハウス）および低温（戸外）条件における長日（連続照明）および短日（自然日長）条件下での止葉まで日数、主稈葉数、感光性および感温性（3月15日播）

品 種 名 と 項 目	高 温 区 (ビニールハウス)		低 温 区 (戸 外)		感 光 性		感 温 性		
	長日区 (連続 照明)	短日区 (自然 日長)	長日区 (連続 照明)	短日区 (自然 日長)	高温区 (ビニール ハウス)	低温区 (戸外)	長日区 (連続 照明)	短日区 (自然 日長)	
金 独	{日数 葉数	50 6.8	49 6.6	49 7.0	48 7.4	-2 -0.2	-2 0.4	-2 0.2	-2 0.8
エ ビ ス	{日数 葉数	39 7.2	61 8.2	53 7.8	55 8.6	36 1.0	4 0.8	26 0.6	-11 0.4
濠 洲 シ バ リ ー	{日数 葉数	44 7.0	58 7.0	49 7.2	54 8.2	24 0.0	15 1.0	10 0.2	-7 1.2
改 良 二 条 種	{日数 葉数	46 7.0	60 6.8	51 7.8	56 8.2	23 -0.2	9 0.4	8 0.8	-7 1.4
博 多 2 号	{日数 葉数	50 7.0	68 7.8	55 7.2	64 7.8	27 0.8	14 0.6	9 0.8	-6 0.0
K e n i a	{日数 葉数	51 6.8	69 8.0	59 8.0	62 8.2	26 1.2	5 0.2	14 1.2	-11 0.2
Carlsberg I	{日数 葉数	52 7.0	- 4.1	61 7.8	70 9.4	- -	13 1.6	15 0.8	- -
S v a n h a l s	{日数 葉数	52 7.3	- 4.7	66 9.0	- 4.6	- -	- -	- -	- -
栃木ゴールデンメロン	{日数 葉数	60 7.0	- 3.9	74 8.5	- 4.3	- -	- -	- -	- -
名 古 屋 1 2 号	{日数 葉数	- 4.3	- 4.6	- 4.3	- 4.5	- -	- -	- -	- -
F e t t o	{日数 葉数	- 4.3	- 4.6	- 4.4	- 4.4	- -	- -	- -	- -

注：生育期間中の自然日長は約12~14.5時間である。

つぎに第4表の結果をみると両温度下の各品種の止葉展開は早播と同じように一般に長日条件で早く、同一長下の止葉展開は長日では高温条件、短日では低温条件のとき早くなっている。感光性は高温で感温性は長日のとき大きく早播の場合と同じである。また、各品種の感光性程度の関係についてみると高温で高い感光性を示す品種が低温でも高いとはかぎらず(例、エビス)、高温区と低温区の各品種の感光性程度に一定した関係が認められない。感温性については長日条件下でもかなりの品種間差異が認められるし、自然日長下ではすべて負の値を示している。

以上2つの試験をまとめると、高温長日の早播、高温長日の晩播、低温長日の晩播、低温長日の早播、低温短日の晩播、高温短日の晩播、高温短日の早播、低温短日の早播の順に止葉展開まで多くの日数を要している。一般に止葉展開は高温長日になるほど早くなるといわれているが、この試験では高温長日の早播がもっとも早いことと、短日では低温短日の晩播が早く止葉が展開している。このことについてはつぎのように考えられる。

晩播高温区は早播高温区より温度(温度は早播低温区、晩播低温区、早播高温区、晩播高温区の順に高い)が高すぎて成長が抑制されて前者の長日区の止葉展開が遅れたものと考えられる。晩播高温長日区のいずれの品種も葉数は早播高温長日区と大差ないので生長が高温によって抑制されたため止葉展開が遅れたものと思われる。

つぎに短日についてはいうまでもないが晩播と早播の自然日長は前者の方が長く、止葉展開も晩播で早く早播でおそく、一般にいわれているように日長が長くなれば止葉展開も早くなっている。しかし、晩播短日でも長日の場合と同様に高温によって生長が抑制されたであろう。葉数が晩播高温区では少ないことは生長が抑制されたことをうらがきしているものとおもわれる。早播において高温区と低温区での止葉展開がほとんど同じであるが葉数は高温区の方が少ないことから高温区の温度によっても生長が抑制されているものと推論される。また、晩播低温短日区で止葉展開がもっとも早いことは日長がながくなっていることによる。しかし、この区の温度でも座止する品種が認められるので晩播したため日長が長くなって止葉展開が早められたが、温度が高くなりすぎ生長を抑制されているものと思われる。

長日では晩播高温区の温度で短日では晩播低温区、早播高温区、および晩播高温区の温度で生育が阻害されていること、最少葉数と最短止葉展開まで日数と完全に一致していないことなどから、品種の止葉展開の

早晩性を決定している要因は温度および日長がそれぞれ独立に働いているのではなく、これらの相互作用によるものと考えられる。

V 総 合 考 察

この試験における秋播(11月7日)の長日は、低温のため長日の効果がよめられているので、それを用いた感光性あるいは感温性は短日に対する反応が含まれていることになる。また、早播(3月11日)における高温短日区で生育の抑制が認められるので、これにもとずいた感光性および感温性は耐高温性および短日反応(10時間日長のときの出穂状況程度)³⁾の品種間差異が含まれることになる。つぎに晩播(3月15日)における高温長日区、高温短日区および低温短日区では高温障害が認められるのでこの感光性および感温性にも耐高温性の品種間差異が、含まれているものと思われる。

IIIおよびIVの試験で感光性の高い品種から低い品種まで連続的な分布をしているが、いずれの試験でも日長に関係なく出穂する品種として金独、短日になると極端におくれる濠洲シバリー、博多2号などをあげることができ、その他の品種でも感光性の品種の相対的な関係はある程度一致している。したがって実験的に確かめようとするならば品種の感光性の相対的な関係は極端な温度を除けば高温長日と低温長日の差から求めることができる。しかし、温度と日長ときりはなして感光性を論ずることはできないものとおもわれる。

以上のように一般に各品種は高温長日によって促進され、低温短日で遅延する品種とがあり、その程度に品種間差異が認められる。これらの差異、例えば高温長日と高温短日の差であらわされる感光性の品種間差異が日長の差ばかりでなく、他の要因による差もふくまれていると考えられる。すなわち、同一温度でも長日条件では生育を促進する方向に働き、短日では抑制する方向に働いていることなどから簡単に日長の効果だけをとりだすことは非常に困難なものとおもわれる。また、長日条件である温度が一方の品種には促進的に働き、他には抑制的に働くなど、品種の最短止葉展開の温度が異なるのでさらに日長の効果だけを知ることは困難である。

なお、止葉展開するという現象は生長速度、穂の分化速度、葉数などが関係してこれらが総合されたものであり、この一つ一つに温度と日長が一樣に働いているとはかぎらないし、また花芽分化の前と後で日長や温度に対する反応を異にすることが知られているのでさらに、詳細な研究が必要であることが認められる。

VI 摘 要

1. 二条大麦(春播型10品種, 秋播型2品種)を秋播および春播してビニールハウスと戸外で長日条件および短日条件で育て出穂反応をみた。
2. 一部の品種を除いた他は高温長日条件で出穂が促進され, その品種間差異は少ない。これに対して短日条件では遅延し, 高温短日条件で品種間差異がもっとも大きい。
3. 短日条件で出穂が極端に遅延する品種と長日条件と, ほとんどかわらない品種とがある。さらに他の多くの品種はこれらの中間段階の反応を示している。
4. ある温度よりさらに温度が上昇したとき, 止葉展開が一層早まる品種と生育が抑制されて遅れる品種とがある。
5. 温度と日長はそれぞれ独立して出穂反応に働くのではない。したがって温度と日長をきりはなして論ずることは非常に困難なことである。
6. しかし, 品種の早晩性は日長および温度によって主に決定しているので, その出穂反応を調査するの

には生育障害が少ないときの反応をみることによって, 品種の感光性の相対的な関係をおおよそ知ることができる。

文 献

- 1 榎本中衛 (1929), 農事試験場彙報, I: 107~138.
- 2 柿崎洋一, 鈴木真三郎 (1934), 育種研究, 2: 35~40.
- 3 中山 保 (1962), 栃木県農業試験場南河内分場特別報告第1号, 1~49.
- 4 佐藤健吉, 弓山広定 (1931), 朝鮮総督府農事試験場彙報, 6: 1~24, .
- 5 菅 洋 (1961), 育種学雑誌, 11: 10~18.
- 6 田畑清光, 渡辺恒雄 (1933), 日作紀, 5(2).
- 7 高橋隆平, 安田昭三 (1960), 農学研究, 47.: 213~229.
- 6 和田栄太郎, 秋浜浩三 (1934), 日作紀 6: 428~434.
- 9 八柳三郎 (1946), 農及園, 21: 359~363.