

低照度の人工光線下における大麦の生育

安 田 昭 三

大麦を人工照明下で短期間に生育させ、世代の短縮や交配等の育種操作に利用することが近來さかんに行われている。たとえば、Gfeller と Goulden (1954) は蛍光灯を主とした約 5400～16000ルクスの人工光線下で麦類を生育させて、大麦では約 80～90%の稔性で1穂当たり平均 22～32粒の種子を得ている。この結果は一緒に用いた小麦や燕麦より良い成績であり、一般に大麦では生育に対する照度要求が小麦や燕麦より少ないとみなされている。

筆者は、もつと低照度でも大麦の採種が可能かどうかを知るため、air-conditioner を据着けて温度を 18°C に調節した簡単な設備の密室内で、蛍光灯と普通の白熱電燈とを併用し、3500 ルックス以下の照度で大麦を育てた。その結果、品種によつて差異はあるが、5～15 粒の種子を得た。これは必ずしも良い結果とは言えないが、わりあい簡単に得られる人工光線の低照度でも、大麦では上述のような目的に或程度沿い得るものと思われるので、その概略をここにまとめた。また、大麦生育の指標ともなし得る葉片、葉鞘および節間の長さの推移について一緒に示した。

人工照明室の概略

人工照明室にあてられた部屋は、研究室の一隅を区切つて作られたもので、最初は恒温器室として用いられていたものである。

室の大きさ： 3.65×3.40×2.45m

構 造： 外壁は二重板張木綿詰め。内壁は厚さ 15mm のテックス張り。出入口は二重扉。

温度調節装置： 日立製 packaged air-conditioner 500—FJ型（5 馬力）

照 明 装 置： マツダ真天然白色と真天然昼光色の 40W 蛍光灯各 7 本ずつと、20W の普通の白熱電球 6 個。後者は蛍光灯光線のスペクトルの赤色部を補うため用いたものである。蛍光灯は兩種交互に一枚の反射板（平板）に取付け、その間に白熱電球を配置した。反射板は木枠を組んで上から滑車で吊るし、上下移動による照度調節を可能にしてある。

材 料 と 方 法

材料には、春播性程度のごく高い大麦 2 品種、夏大根麦と岩手メンシュアリー C とを用いた。両品種ともあらかじめ同大の種子を選び、20°C の恒温器内で発芽させた後 18°C の人工照明室に移して 10 万分の 1 のポットに 8 粒ずつ移植し、第 1 葉展開前に間引いて生育均等の個体 4 個体ずつを残した。肥料は標準量を元肥として施した。また、以下の各処理区とも 1 区 1 ポットとして 2 回反復した。処理の照度および方法は第 1 表の通りである。

ここに示した照度 3500 ルックスは実際には高照度とは言えないが、他区との比較の便宜上以下高照度区と呼ぶ。これらの照度区はいずれも反射板あるいはポットを上下させて、植物体上の照度が常に所定のものであるようにした。照明の時間は、蛍光灯と白熱電燈とで 18 時間同時照明し、その

第 1 表 処理区分と処理の照度および方法

処 理 区 分		処 理	照 度
非転換区	高 照 度 区	実験終了まで 3500 ルックス	
	中 照 度 区	実験終了まで 2500 ルックス	
	低 照 度 区	実験終了まで 1500 ルックス	
転 換 区	高一低 区 (2)	第 2 葉展開まで 3500 ルックス第 2 葉展開後 1500 ルックスに転換	
	高一低 区 (4)	第 4 葉展開まで 3500 ルックス第 4 葉展開後 1500 ルックスに転換	
	低一高 区 (2)	第 2 葉展開まで 1500 ルックス第 2 葉展開後 3500 ルックスに転換	
	低一高 区 (4)	第 4 葉展開まで 1500 ルックス第 4 葉展開後 3500 ルックスに転換	

後 6 時間は白熱電燈だけで照明した。調査は主稈について行ない、各葉の葉身がその下部葉鞘から完全に抜け出た日 (展開日) と出穂日とを記録し、播種後 60 余日で各個体を抜取つてから花数、稈実粒数、葉片長、葉鞘長および節間長を調べた。葉片長は以下葉長と略称する。

実 験 結 果

出 穂 お よ び 稈 性

大麦では普通出穂が遅れるほど葉数は増加するが、この実験では処理区間に出穂の遅速があつたにも拘らず、全葉数は夏大根麦が 7 葉、岩手メンシュアリー C が 6 葉で処理区間に差異がみられなかつた。これは処理間の比較上好都合であつた。

第 2 表には、止葉展開まで日数や出穂、稈実の状況を示した。止葉展開まで日数は、処理区によつて不完全出穂個体が含まれたため、出穂まで日数にかえてここに掲げた。

まず、高、中、低照度の各非転換区の結果について述べる。

第 2 表により止葉展開まで日数をみると、両品種ともいちばん早いのは高照度区で、夏大根麦が 32.0 日、岩手メンシュアリー C が 28.1 日であつた。そして、照度の低下にしたがつて止葉展開は遅れ、低照度区では両品種とも高照度区より約 10 日遅れた。高照度区における止葉展開まで日数は、春または秋にガラス室内で夜間に白熱電燈を用いて補助照明を行つた時の止葉展開まで日数とあまりかわらなかつた。

つぎに、出穂の状態をみると、夏大根麦では高照度区の完全出穂個体率が 100% であるのに対し中照度区ではその約 3 分の 1 に低下した。また、岩手メンシュアリー C では高照度区が中照度区よりかえつて低かつたが、この品種の高照度区における不完全出穂個体はほぼ完全出穂に近い状態のものばかりであつた。したがつて、品種によつて多少異なるが照度が高いほど完全出穂個体率が高まることがわかる。両品種とも低照度区ではまったく出穂せず、最上位節間が僅か 3~5mm 伸長しただけで成長が止り、幼穂が黄化枯死状態を呈して出穂困難であることを示した。

花数、稈実粒数および稈実率については、夏大根麦の高照度区では 1 穂当たり平均花数が 12.2、稈実粒数が 10.3 粒そして稈実率が 84.5% であり、種子数は少ないが稈実率が高く、この程度の照度で一応採種可能であることがわかつた。中照度区では花数は半減し稈実種子が僅か 1.9 粒で、種子生産は無理だと思われた。一方、岩手メンシュアリー C の高照度区では、花数は夏大根麦とかわらなかつたが稈実率は低く、得られた種子数は 1 穂当たり平均 5.9 粒であつた。しかし、この品種

第 2 表 いろいろな照度下で育てた大麦の止葉展開まで日数と出穂および 1 穂当りの平均値で示した稔実状況

A. 夏 大 根 麦

処 理	止葉展開 迄日数	完全出穂 個体率 (%)	花数	稔実 粒数	稔実率 (%)
高 照 度 区	32.0	100	12.2	10.3	84.5
中 照 度 区	37.4	38	7.7	1.9	24.9
低 照 度 区	42.4	0	—*	—*	—*
高一低区 (2)	35.5	0	1.7	0.1	7.7
高一低区 (4)	33.5	0	4.8	1.0	19.7
低一高区 (2)	37.0	75	7.4	5.3	71.8
低一高区 (4)	40.9	38	6.8	3.8	56.3

* 幼穂黄化枯死

B. 岩手メンジュアリー C

処 理	止葉展開 迄日数	完全出穂 個体率 (%)	花数	稔実 粒数	稔実率 (%)
高 照 度 区	28.1	63	12.5	5.9	47.6
中 照 度 区	32.5	100	9.9	4.8	48.3
低 照 度 区	39.1	0	—*	—*	—*
高一低区 (2)	33.1	0	3.0	1.1	28.4
高一低区 (4)	28.9	13	4.2	0	0
低一高区 (2)	35.5	83	9.3	4.8	52.3
低一高区 (4)	39.6	38	8.5	1.1	13.1

* 幼穂黄化枯死

の中照度区では、高照度区より花数は少ないにも拘らず稔実率が高く高照度区とほぼ同数の種子が得られた。これらに反して低照度区は両品種とも種子生産がまったく困難であつた。以上の事から推察すると、品種によつて差異はあるが、約 10 粒の種子を得るためには最低 3500 ルックスの照度が必要であると考えられる。Gfeller と Goulden (1954) は約 5400 ルックスの照度下で平均 80.1 % の稔実率で 1 穂当り 21.7 粒の種子を得たが、育種操作上人工照明を十分活用するためには出来れば 3500 ルックス以上の照度が望ましい。

つぎに生育途中で照度をかえた転換区について述べる。

まず止葉展開の遅速についてみると、高一低区の方が低一高区より転換期の如何に拘らずいずれも早かつた。そして、高一低区の中では、第 4 葉で転換した方が第 2 葉で転換するより止葉展開は 2～4 日早く、一方、低一高区の中では上とは逆に第 2 葉で転換した方が第 4 葉で転換するより約 4 日早かつた。したがつて、初期に高照度で照明する方が後期に高照度で照明するより止葉展開を早めるようである。

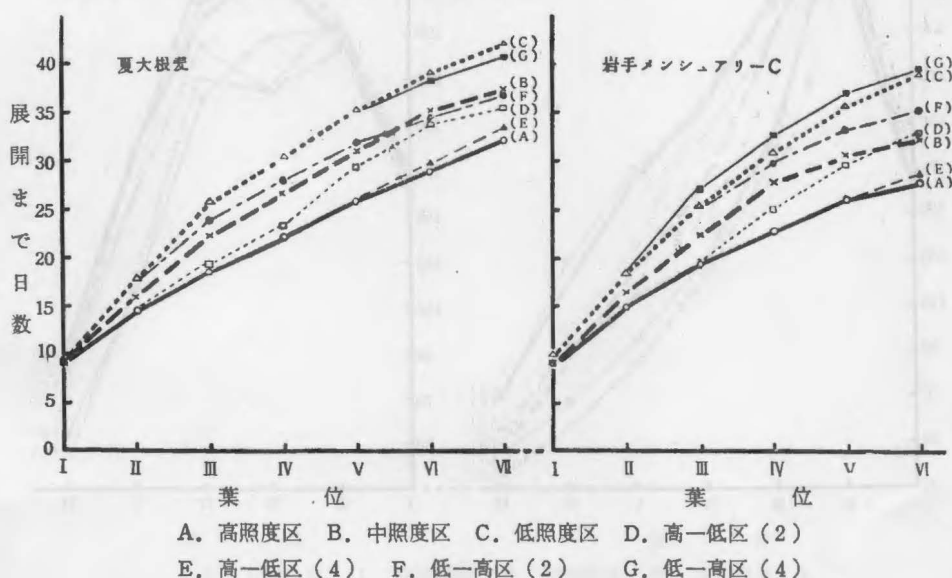
完全出穂個体率では、低一高区 (2 葉) がもつとも高く約 80 % で、高照度区のそれに近かつた。ついで低一高区 (4 葉) が高く約 40 % であつた。これに反して、高一低区ではいずれもごく低いかあるいは低照度区と同様幼穂が黄化枯死状態を呈して出穂不能に終つた。この結果からみる

と、完全出穂するためには生育中、後期に高照度が必要で、上述の止葉展開を早めるのに生育初、中期に高照度を必要としたこととは傾向が異なっている。

花数、稔実粒数および稔実率については、転換区中で完全出穂個体率のいちばん高かった低一高区（2葉）が比較的好結果を示し、中照度区のそれに近い値を示した。概して言う、花数、稔実粒数および稔実率は完全出穂個体率が高いほど良い結果を示すようであつた。なお、この実験では分けつについて特別調査を行わなかったが、高照度区では主稈長の約2分の1の長さの分けつが1～2本、中照度区では1本現われたが、いずれも稔実種子は得られなかった。

各葉展開まで日数

第1図には、両品種の各葉展開まで日数を示した。



第1図 いろいろな照度下で育てた大麦2品種の各葉展開まで日数の推移

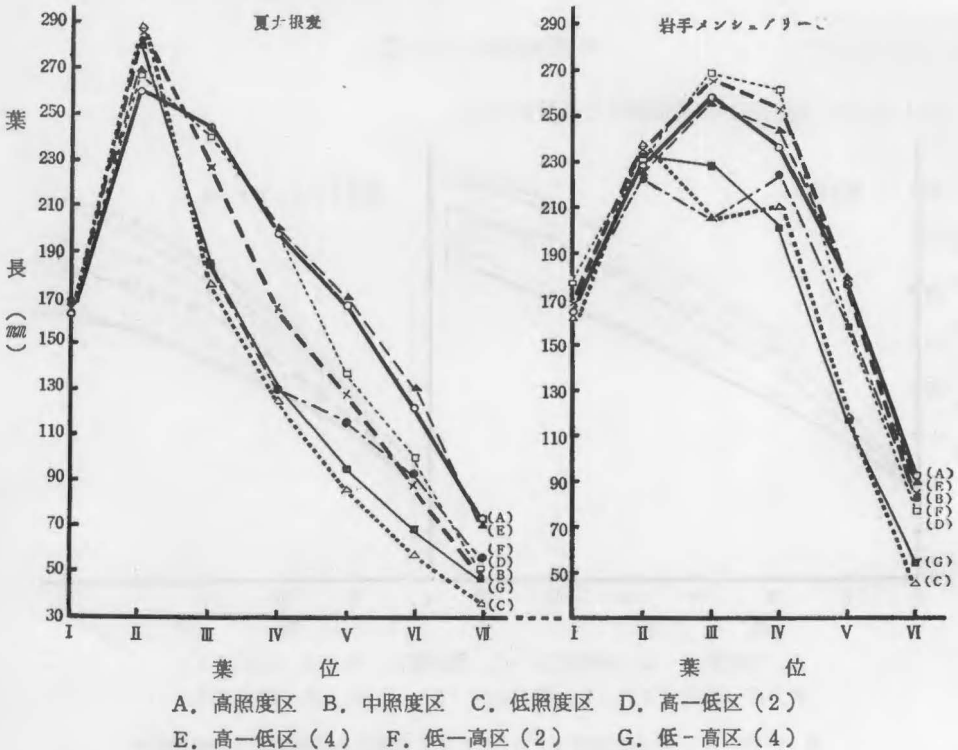
第1図により、非転換区について各葉展開まで日数の推移をみると、第1葉展開まで日数は、岩手メソシェアリーCの低照度区を除いて他はいずれも9日であつて差はなかつたが、上位葉になるにしたがつて処理間の差が大きくなり、しかも低照度区ほど同位葉の展開が遅れた。そして、各葉展開まで日数の推移は、高照度区ではほぼ直線状であるが、照度が低い区では多少とも彎曲する傾向を示した。また、各葉の出葉間隔はどの区でも照度に関係なく上位葉になるにしたがつて小さくなる一般的傾向がみられたが、処理区間で比較すると高照度区ほどその間隔は小さい。

つぎに、転換区についてみると、照度転換後次第に第2次処理の影響が現われた。たとえば高一低区（2葉）では、はじめは高照度区と同じ推移をたどるが、第2葉展開後照度転換を行うと第4葉あたりから展開速度がしだいに遅れ、第2次処理と同じ照度の非転換区すなわち低照度区の推移に漸次近づいた。この傾向は低一高区でも同様で、第2次処理の影響は照度転換後すぐには現われず、2葉くらい上位の葉から現われ始めた。したがって、第4葉で照度転換した区では、全葉数が少ないため、第2次処理の影響はほとんど現われないか、現われてもごく僅かであつた。

葉 長 の 推 移

日長や温度を規整した環境下で大麦を生育させると、主稈の葉長、葉鞘長や節間長がすこぶる規則的な推移を示すことは前に報告した。これらの長さの推移は大麦の穂の分化と密接な関連性をもち、最長葉の位置により穂の分化程度の概略を知ることが出来る(安田, 高橋 1954)。それゆえここでも葉長、葉鞘長および節間長の推移状況の差異をとりあげた。

第2図には両品種の各葉長の推移を示した。



第 2 図 異なる照度下で育てた大麦 2 品種の葉長の推移状況

第2図に明かなように、葉長は第1葉から最長葉までは上位葉になるにしたがつて次第に長くなり、最長葉以後止葉までは次第に短くなって全体として山型の曲線を示した。この推移状況は前の報告と全く同様である。まず、非転換区について処理区間の差をみると、夏大根麦の場合にはどの処理区でも最長葉位が第2葉で差はなかった。しかし、葉長は第1葉ではほぼ等しいのが最長葉になると低照度区がいちばん長くなり、中、高照度区の順に短くなった。最長葉以後は、これとは逆に、高照度区ほど葉長は長くなった。したがって、最長葉を頂点とし最長葉とその前後葉とを結んだ頂角は、低照度区ほど鋭角になる傾向がみられた。一方、岩手モンシュアリースでは、低照度区と低一高区が他区に比べて最長葉附近で不規則な推移を示した。この原因ははっきりわからないが、葉長は環境に敏感に反応するものであるから、これらの処理区では多少とも管理上の不手際があつたのかもしれない。しかし、その他の区では推移はすこぶる規則的で最長葉位はいずれも第3葉であつた。そして、照度の違いによる葉長推移の差異は、ほぼ夏大根麦の場合と同じ傾向であつたが

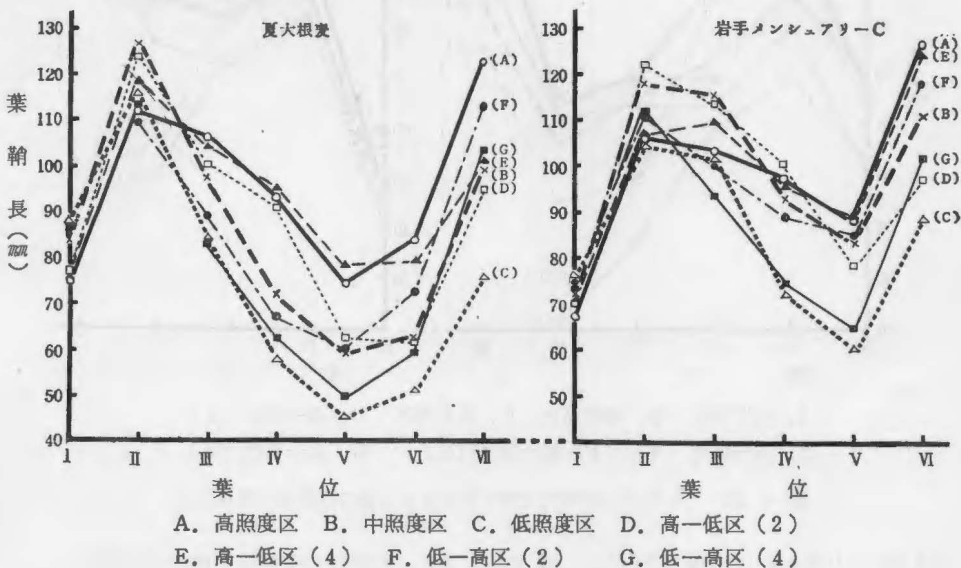
夏大根麦ほど明瞭ではない。また、最長葉を頂点とする頂角はこの品種では鈍角を示し、低照度区ほどその角度は大きくなる傾向がみられたが、低照度区が不規則な推移であつたため、はつきりしたことはわからない。

生育途中で照度転換を行つた各区では、処理転換後3葉目くらいから第2次処理の影響が現われ、推移は次第に第2次処理と同じ照度の非転換区のそれに近づいた。この反応は第2葉で転換した各区にはつきり現われ、第4葉で転換した各区ではあまり明瞭ではなかつた。以上のように、葉長もまた止葉展開まで日数と同様に、照度の転換によつてその推移が変化したが、第2次処理の影響の現われるのは葉長の方が止葉展開まで日数におけるより遅いようである。

葉 鞘 長 の 推 移

前述したように、葉鞘長もまた環境条件を規制して大麦を育てた場合規則的な推移を示すものであるが、葉長とは異なつてその推移はN字型を現わす。

第3図には、両品種の葉鞘長の推移状況を示した。



第 3 図 いろいろな照度下で育てた大麦2品種の葉鞘長の推移状況

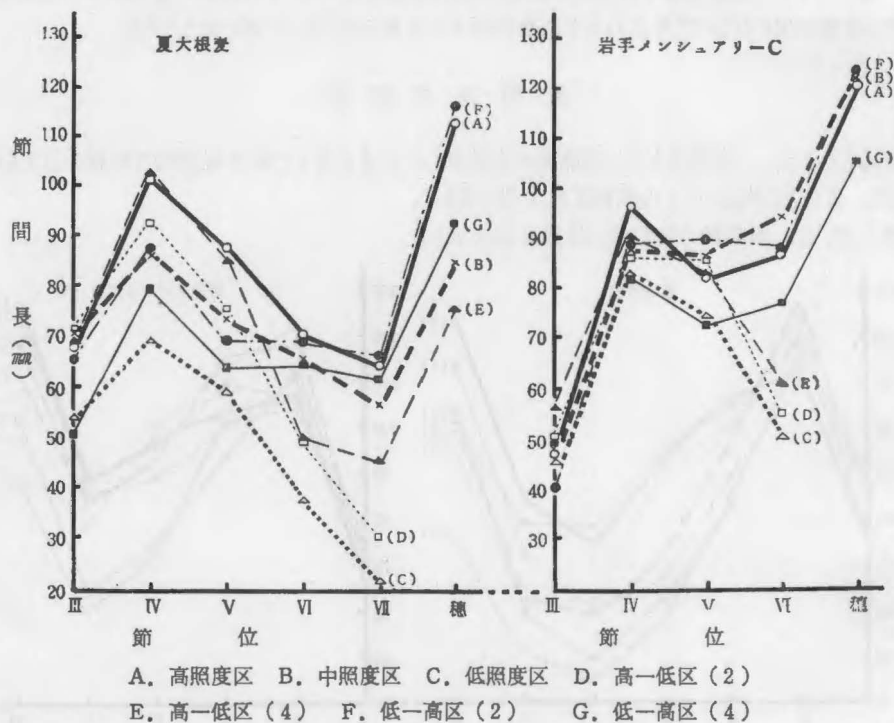
第3図をみても明らかなように、蛍光灯照明下で大麦を育てても、その推移はすこぶる規則的なN字型を示した。まず、非転換区について各処理間の葉鞘長の差異をみると、第1, 第2葉ではあまりはつきりした差異の傾向はみられないが、夏大根麦では第3葉、岩手メンシュアリーCでは第4葉以後になつて、その差が明瞭に現われた。この場合、照度の高い区ほど第3葉以後の葉鞘長は長い。この傾向は夏大根麦の場合に顕著で、第3葉で既に高照度区と低照度区との間に20mm以上の差異を生じた。

照度転換区では、葉鞘長は照度転換後第2次処理の影響を受けて、高一低区では次第に短かく、低一高区ではこれとは逆に次第に長くなつて、それぞれ第2次処理と同じ照度の非転換区の推移に近づいた。しかし、葉長の場合と同様に、第2次処理の影響は、第2葉で転換したものの方

が第4葉で転換したものより強く現われた。

節 間 長 の 推 移

節間の長さも葉鞘長と同様N字型推移を示すものであるが、葉鞘長ほど明瞭ではない。第4図には、両品種の節間長の推移を示したが、低照度区および高一低転換区の大部分は幼穂が枯死あるいは正常に生育しなかつたため、穂首下の最上位節間は示してない。



第4図 いろいろな照度下で育てた大麦2品種の節間長の推移状況

第4図により非転換区の場合をみると、夏大根麦では、節間長の推移は明瞭にN字型を示し、処理照度の高低による差異もはつきり現われて、照度が高いほど長くなった。一方、岩手モンシュアリーCでは、N字型推移は夏大根麦の場合ほど明瞭ではなく、また各処理区間の差異も小さくて、照度の高低による一定した傾向は認められない。両品種とも最上位節間の伸長しなかつた低照度区では、止葉の節間も著しく短くなつたが、これは幼穂枯死によつて後期の伸長が停止したためと考えられる。他の実験でもしばしば見受けられることであるが、幼穂が枯死すると上位節間は正常に伸長せず、したがつて出穂が不完全あるいは不能に終ることが多い。

照度転換区では、第2次処理の影響が現われたがその傾向は葉長や葉鞘長の場合と同様だった。この場合も転換期が早い方が第2次処理の影響は顕著で、第4葉で転換したものは、最上位の節間長が第1次および第2次処理とそれぞれ同じ照度の非転換区における節間長の中間に止まつた。

摘

要

- (1) 大麦 2 品種を、18°C の恒温室内で蛍光灯と低照度の普通の白熱電燈とを用いて生育させた。そして、その照度がそれぞれ 3500, 2500 および 1500 ルックスの処理区と、生育時期によつて照度を転換した処理区とを設けて、生育状態を観察した。
- (2) 高照度ほど出穂は完全であり、止葉展開も早く、花数も多く稔実率も高かつた。いちばん高照度の 3500 ルックス区では、主稈 1 穂あたり夏大根麦の稔実率は 85%，稔実種子は約 10 粒得られたが、岩手モンシェアリー C では半減し、品種間で種子生産に必要な照度に多少の違いがみられた。
- (3) 葉の展開速度や葉長、葉鞘長および節間長はいずれも規則的な推移を示し、その推移状況はガラス室内で普通の白熱電燈を用いて夜間補助照明を行つた場合（安田，高橋 1954）とまったく同様な結果であつた。これらの長さは、それぞれ照度の高低によつて明瞭な差を示し、生育途中で照度転換を行つた場合は、転換後 2～3 葉後に第 2 次処理の影響が現われ始めた。
- (4) 以上の結果を世代の短縮や交配等の育種操作のうえからみると、蛍光灯の照度は 3500 ルックス程度で一応目的は達せられるが、多数の種子を得るためにはさらに高照度の照明が望まれる。

文

献

- Cooper, J. P. 1956. Developmental analysis of populations in the cereals and herbage grasses. I. methods and techniques. *Jour. Agric. Sci.* 47: 262—279.
- Gfeller, F. and Goulden, C. H. 1954. The effect of the intensity of artificial light on the growth of cereals. *Canad. Jour. Bot.* 32: 318—319.
- 羽田野茂，今村駿一郎，松村清二，宮山平八郎，西川篤吉，高木忠信。1957. 温湿度および光の調節装置とその利用。技報堂，東京。
- 池田一。1958. 麦類の發育に関する 2，3 の研究。日作九州支部会報，12: 46—49。
- 安田昭三，高橋隆平。1954. 麦類の出穂生理とその遺伝。IV. 大麦における主稈葉長の推移の規則性。農学研究 42: 79—89。
- Wiggans, S. C. and Frey, K. J. 1955. The effect of increased day lengths on the production of green house grown oats. *Agron. Jour.* 47: 387.