南瓜種子の発芽に関する研究 (第1報)

Cucurbita maxima DUCH. 種子の発芽と光線との関係

小河原公司・渡部一郎

(岡山大学教育学部)(電力技術研究所)

K. OGAWARA and I. WATANABE : Studies on the germination of squash seeds.
I. On the relation of light to the germination of *Cucurbita maxima* DUCH. seeds

1. 緒言

MEISCHKE は南瓜の1種 *Cucurbita pepo* L. の種子が光線の存在によつてその発芽を著しく阻害されることを明示し、笠原及び秋田両氏もまた *C. moschata* DUCH. の種子が同様にその発芽に対して嫌光的であることを示唆する結果を示した。著者等はこれらの結果から *C. maxima* DUCH. の種子も同じく嫌光性であろうとの推測の下にこれを用いて光線の有無と発芽との関係を明らかにする為の若干の基礎的な実験を行つた。その結果は意外にも従来の好光性或は嫌光性種子について我々の有する光発芽の概念と異り、南瓜種子は光線及び暗黒がこの順序に、しかも、一定の時間作用した場合に最もよく発芽するものであり、一面の結果として嫌光性であるとはいえるが、なお同時に光線の存在も必要であることが確められた。それで、なお更に詳細な研究を要する点が多々あるが、とりあえず、ここに今までに得た結果の概要を報告する次第である。

御校閲を辱した恩師並河功博士並びに実験中御懇切な御指導を賜つた大原農業研究所高橋隆平博士に対して深甚の謝意を表する次第である。

2. 材料及び方法

材料は昭和26年度播種用の福島県産赤皮甘栗南瓜である。実験は昭和26年春秋両季に行い、盛夏の候を避け、発芽温度を28~30°Cとした。発芽試験には径12cmのシャーレに濾紙2枚を敷き、種子33粒或は34粒を置床し、かかるシャーレ3個で1区を代表させ、1区粒数100粒とした。各シャーレに水10ccを注加した。なお、これらの操作は凡て暗室内で行い、シャーレは更に罐中に入れた。露光には20Watt電球2個を用い、光源との距離を調節して照度を200luxとした。露光区と暗黒区との温度を同じくする為に電球を恒温器内に導入し、暗黒区のシャーレは罐中に入れた儘当該恒温器の底部に置いた。発芽日数は4日間とした。

3. 実験果結

実験1. 短時間露光の影響：南瓜種子の発芽は短時間の露光によつて抑制されるものと予想して、置床後1時間暗黒下に保ち、後15分、30分、1時間及び3時間露光し、再び暗黒下で発芽させた。なお標準として暗黒区及び全期露光区を設けた(第1表)。

第1表 南瓜種子の発芽に及ぼす短時間露光の影響(1時間暗黒下で膨潤、後種々な時間露光し、再び暗黒下で発芽)

項目	光線時間	0分	15分	30分	1時間	3時間	全期間
発芽歩合		27%	34	28	43	54	22

第1表によると、南瓜種子の発芽は予想に反して、短時間の露光により却つて促進されることが明らかに認められる。しかし、全期露光の場合は全期暗黒に比して発芽歩合が劣っている。

実験2. 継続露光中に暗黒を挿入した場合：当初0, 6, 12, 18, 24, 30及び36時間光線下で膨潤させ、その後、各場合について6, 12, 18, 24, 30及び36時間暗黒下に保ち、再び光線下で発芽させ合計96時間に至らしめた。なお標準として暗黒区及び全期露光区を設けた(第2表, 第1, 2図)。

第2表 継続露光中に挿入した暗黒時間の長短が光線下の膨潤時間を異にした南瓜種子の発芽に及ぼす影響

暗黒下における時間	光線下における膨潤時間	0時	6時	12時	18時	24時	30時	36時
6時間	%	5	3	10	7	15	36	9
12時間		12	10	8	7	16	36	44
18時間		7	12	14	21	19	53	42
24時間		11	18	32	30	25	69	55
30時間		18	34	20	43	35	54	55
36時間		30	36	38	30	36	69	69

暗黒下...41.6% 全期露光下...26.6%

$F=1.26$...従つて母分散に差があるとは認められない
 $F_0=9.6$ $F=4.75$ ($\alpha=0.05$) $F=9.33$ ($\alpha=0.01$)
 従つて1%の危険率で光線の抑制影響が認められる。

第1図 実験2の露光方法を示す模式図

第2図 全期露光中の異なる時期に挿入した暗黒時間の長短が南瓜種子の発芽に及ぼす影響

第2表によると、全置床期間を通じて露光した場合は殆ど発芽がおこらない。又、暗黒のみでは発芽はおこるがなお発芽歩合は余り高くない。今、暗黒におく前の光線下の膨潤時間別に、挿入した暗黒時間の長短の影響を見ると、継続露光中に挿入した暗黒の時間が長くなるに従って発芽歩合は増大している。又、暗黒の発芽促進影響はそれに先行する光線下における膨潤時間の長短と関係があり、光線下の膨潤が24時間までは暗黒の発芽促進影響は概して変化がないがこれを過ぎると急激に強化され、大体30時間で最大の促進が得られる。なおこの際の暗黒は6時間で有効であるが、36時間にまで増加すれば最も満足すべき結果が得られる。

第3図 実験3の露光方法を示す模式図

実験3. 逆に暗黒中に照明を挿入した場合:

前実験と全く逆に置床より直ちに0, 6, 12, 18及び30時間暗黒下に保ち、その後各場合について6, 12, 18, 24, 30及び36時間露光し、再び暗黒下におき全部で96時間

第3表 暗黒下における膨潤時間を異にした南瓜種子に及ぼす露光時間の長短の影響

暗黒下における膨潤時間	0時間	6時間	12時間	18時間	30時間
露光時間					
6時間	46	27	31	32	49
12時間	40	20	30	19	43
18時間	44	29	36	19	42
24時間	57	32	29	12	29
30時間	55	40	31	15	32
36時間	70	45	47	12	44

暗黒下...32.5% 全期露光下...13.8%

$F=2.7$...従つて母分散に差があるとは認められない。

$F_0=51.1$ $F=11.26$ ($\alpha=0.01$)

従つて、1% 危険率で光線の抑制影響が認められる。

に至らしめた(第3表及び第3図)。

第3表によると、暗黒中に光線を挿入した場合は、暗黒下の膨潤時間が短い時は露光が有利であるが、長時間暗黒においた後は露光することによつて発芽が阻害される。而してその限界時間は大体12時間である。

実験4. 全発芽期間中露光と暗黒とを順次交替させた場合: 全発芽期間中露光と暗黒とを1, 2, 3及び6時間置きに交替させた。又、露光を2時間30分、暗黒を1時間30分及び露光を2時間40分、暗黒を1時間20分として同様にこれを順次交替させた。この為には第5図に示す様な装置を考案し、これにコードを接ぎ、電燈が恒温器内で自動的に点滅する様にした。な

第4表 全発芽期間中照度と暗黒を順次交替させることの影響

項目	発芽歩合
露光時間と暗黒時間	
露光1時間, 暗黒1時間	33%
露光2時間, 暗黒2時間	36
露光3時間, 暗黒3時間	42
露光6時間, 暗黒6時間	33
露光2時間30分, 暗黒1時間30分	21
露光2時間40分, 暗黒1時間20分	17
全期暗黒	39
全期露光	19

第4図 実験4の露光方法を示す模式図

第5図 (A) 自動点滅器の配線図

第5図 (B) 自動点滅器の全形

お標準として暗黒区及び全期露光区を設けた(第4表)。

第4表によると、露光時間と暗黒時間の等しい場合は6時間までの間歇的露光では光線による発芽抑制影響は認められない。しかし露光時間を暗黒時間の2倍にした場合は発芽は著しく抑制され、露光時間が暗黒時間の2倍に達しないときは光線による発芽抑制は不完全であつた。

実験5. 種子の一部を被覆した場合：南瓜種子の発芽に際して光線に感ずる部位を知る為、種子の頭部或は発根部に近い半分の錫箔で包み、これを全期露

第5表 被覆部位の相違が発芽に及ぼす影響

項目	被覆部位	発根部	頭部	被覆せず	全部被覆(暗黒)
発芽歩合		15%	2	4	22

光下に置床した。なお標準として暗黒区及び全く遮光しない区を設けた(第5表)。

第5表によると、発根部を露光した時は発芽歩合が著しく低下し、これに反して、頭部露光の際はこの低下は著しくない。従つて、南瓜種子の光線に感ずる部位は発根部であると思われる。

実験6. 種子の一部を剥皮した場合：種子の頭部或は発根部に近い半分の皮を剥皮し、これを暗黒下或は全期露光下で発芽させた。なお標準として無処理区を設けた(第6表)。

第6表 剥皮部位の相違が発芽に及ぼす影響

剥皮部位	発根部	頭部	剥皮せず
明			
暗			
全期間露光	58%	14	7
暗黒	47	51	35

第6表によると、発根部を剥皮した場合は光線の発芽抑制作用は見られないが、発根部を残して頭部のみを剥皮した時は全期露光によつて発芽が相当抑制される。

実験7. 頭部或は発根部を剥皮した種子を短時間露光した場合：無傷種子を置床初期に短時間露光すると発芽歩合は上昇するが、種皮の一部を剥皮した種子ではどうなるかを知る為、頭部或は発根部を剥皮した種子を置床後1時間暗黒下に保ち、後30分、1、2、及び3時間露光し、再び暗黒下で発芽させた。なお標準として暗黒区を設けた(第7表)。

第7表 頭部或は発根部を剥皮した種子の発芽に及ぼす短時間露光の影響(置床後1時間暗黒下で膨潤)

剥皮部位	露光時間	0分	30分	1時間	2時間	3時間
種子頭部		57%	49	48	46	47
発根部		49	59	54	55	60

第7表によると、種子頭部を剥皮したものでは短時間の露光で発芽は僅かに低下し、この反対に、発根部を剥皮した種子では発芽歩合は僅かに上昇した。

実験8. 2回露光して、露光と露光の間に挿入する暗黒の時間を変えた場合：全露光時間は同じであるが、これを2回に分けて露光し、その間の暗黒の時間を種々変えた場合に如何なる影響があるかを知る為、最初1時間露光し、次に暗黒をおきこれを1、3、及び5時間とし、再び1時間露光した。なお標準として2時間継続露光区を設けた。但し、置床後の暗黒下の膨潤時間は1時間とした。(第8表)。

第8表によると、2時間継続して露光するよりも、これを2回に分けて露光しその間の暗黒の時間を可成り長

第8表 2回露光の発芽に及ぼす影響（置床後1時間暗黒下で膨潤）

露光方法	暗	黒	1時間継続 露光	2時間継続 露光	1時間露光— 1時間暗黒— 1時間露光	1時間露光— 3時間暗黒— 1時間露光	1時間露光— 5時間暗黒— 1時間露光
項目							
発芽歩合	25 %		31	36	37	44	37

第9表 各フィルター
下の露光時間

項目	露光時間
フィルターの種類	
V-B3A	55分
V-G1B	50〃
V-Y1C	30〃
V-C2B	30〃
V-R3C	30〃
V-R1C	35〃
V-C1B	30〃
S-N1A	50〃
S-M2B	95〃

発芽に及ぼす単色光線の影響と膨潤期間との関係を知る
為に、膨潤1時間及び24時間の種子を種々のフィルタ
ー下で照射した。使用したフィルターの性状を第6図に
示す。又、露光に際しては第7図の如き装置を用い、な
お各フィルター下の光量を同一にする為露光時間を第9
表の如く調節した。又、結果の計算方法は第10表の如
くした。この方法によると、幾分他の波長の光線の影響
が混入し厳密な単色光線の影響を示さないが大体の傾向
は知り得ると思う（第8図）。

第8図によると、膨潤1時間の種子では発芽促進効果
の最大なのは620mμの光線で、510mμの光線がこれ
に次いでいる。なお紫外光線の相当高い発芽促進作用

く保つた方が有利である。
しかし5時間以上になる
と挿入した暗黒の有利影
響は低下した。

実験9. 単色光線の
発芽に及ぼす影響：
南瓜種子は膨潤初期では
光線によつて発芽が促進
されるが、膨潤が12時
間を過ぎると光線によつ
て発芽が阻害されるので

が認められた。膨潤時間が24時間になつても曲線の様
相は同様であるが、全体としての発芽促進効果が低下し
曲線の谷が著しく低下した。

第10表 各波長の光線の影響の算出方法

波 長	各波長の光線の影響の算出方法
460mμ	V-B3A下の発芽歩合～暗黒下の発芽歩 合
510mμ	V-G1B下の発芽歩合～暗黒下の発芽歩 合
530mμ	V-Y1C下の発芽歩合～V-02B下の発 芽歩合
580mμ	V-02B下の発芽歩合～V-R3C下の発 芽歩合
620mμ	V-R3C下の発芽歩合～V-R1C下の発 芽歩合
670mμ	V-R1C下の発芽歩合～S-N1A下の発 芽歩合
720mμ	S-N1A下の発芽歩合～暗黒下の発芽歩 合
白色光	S-M2B下の発芽歩合
紫外光線	(暗黒下の発芽歩合～V-C1B下の発芽歩 合)－(S-N1A下の発芽歩合－暗黒下の 発芽歩合)

4. 考 察

本実験の結果から、南瓜種子の光線に対する反応は相

第6図 使用フィルターの性質

第7図 露光装置

当複雑であつて、全期間を通じて露光した場合は発芽は殆どおこらず、又、暗黒のみでは発芽はおこるが、なお発芽歩合はあまり高くなく、最も高い発芽歩合を得る為には暗黒及び光線を必要とし、なお光線は暗黒

第8図 南瓜種子の発芽に及ぼす単色光線の影響

に先行すべきであると言える。

この現象を説明する為には発芽過程を2段階に分けて考えなければならない。即ち、発芽準備の段階とそれにつづく発芽生長の段階である。この考え方は決して新しいものではない。既に RUGE は種子の吸水過程中には発芽抑制物質が発芽開始後には発芽促進物質が分泌されると説いた。そこで本実験結果は“光線は南瓜種子の発芽準備の必要条件を満たすが光線のみでは発芽生長はおこらず、暗黒は発芽準備の具わつた南瓜種子を発芽させるものである”と考えることによつて説明される。しかし、発芽準備は光線のみによつて具わるものでなく、暗黒下でもある程度は発芽するものである。

この現象を一連の化学的反応過程として説明すれば、光線存在により先づ種子内に仮想の1物質が構成されこの1物質により発芽の準備がととのい、これに続いて暗黒がこの1物質に作用する場合に、これは更に dl 物質をつくり出し、かくて種子の発芽が完全に行われるものであるという風に表示される。なお KISSER によると *Cucurbita pepo* L. 種子の幼根が急激な生長を開始するのは置床後 27~32 時間で、本実験の *C. maxima* DUCH. 種子では暗黒の発芽促進作用は 30 時間の光線下膨潤で最大となつた。

次に、照明と暗黒を交互に置いた場合は、照明と暗黒との時間が等しい時は光線の発芽抑制作用は見られないが、照明時間が増加して暗黒の2倍になると発芽が抑制された。なお置床初期に、全露光時間は同じでもこれを2回に分けて露光するのが有利であることは明反応に続く暗反応の存在を示唆するものと思われる。

なお南瓜種子はその膨潤時間の長短により好光性種子或は嫌光性種子の性質を示すが、何れの場合でも発芽と単色光線の関係は大体同様で同じ波長の光線で促進或は抑制された。このことは、好光性種子に対しても嫌光性種子に対しても同じ波長の光線が促進的に或は抑制的に作用し、促進帯の総和が抑制帯の総和に勝るときは促進的に、これに反するときには抑制的に作用するという MEISCHKE の説を支持するものである。

なお光線の抑制影響をうける部位は種子の発根部に近い部分である。種皮或は種子内部の何れであるかは古来論争的になつてゐるが、発根部を剥皮したものは全露光によつて発芽が阻害されないで、種皮がその部位とも考えられるが、この点についてはなお研究を要する。

5. 摘 要

(1) 南瓜 (*Cucurbita maxima* DUCH.) 種子の発芽に及ぼす光線の影響を調査した。

(2) 南瓜種子の光線に対する反応は我々の有する嫌光性種子の概念と著しく異り、最も高い発芽歩合を得る為には光線及び暗黒を共に必要とし、なお光線は暗黒に先行しなければならない。

(3) 光線の発芽抑制作用をうけるのは種子の発根部に近い部分である。

(4) 露光時間が同じであると、継続露光よりも間歇露光が有利である。

(5) 光線の作用が促進的或は抑制的の何れであつても、同じ波長の光線で促進或は抑制される。

6. 文 献

- 1) 笠原安夫・秋田史郎：光線による南瓜種子の異常発芽とその生育，農業及園芸 21 (7)：13-14, 1946.
- 2) KISSER, f.: Kritische Betrachtungen über das Wesen und den Begriff der Samenkeimung. Biol. Zentralbl. 52: 534~548, 1932.
- 3) MEISCHKE, D.: Über den Einfluss der Strahlung auf Licht- und Dunkelkeimer. Jahrb. wiss. Bot. 83: 359~405, 1936.
- 4) REMER, W.: Der Einfluss des Lichtes auf die Keimung bei *Phacelia tanacetifolia* BENTH. Ber. deutsch. bot. Ges. 22: 328~339, 1904.
- 5) RUGE, U.: Physiologie der genuinen keimungshemmenden und keimungsbeschleunigenden Stoffe von *Helianthus annuus*. Zeitschr. f. Bot. 33: 529~571, 1939.