



Title	荳科飼料作物の不稔種子發生機構の形態學的並びに生理學的研究：第1報 豌豆
Author(s)	澁谷, 常紀; 佐藤, 久二
Citation	北海道大学農学部附属農場特別報告, 11, 86-95
Issue Date	1955-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13256
Type	departmental bulletin paper
File Information	11_p86-95.pdf



荳科飼料作物の不稔種子發生機構の 形態學的並びに生理學的研究*

第 1 報 豌 豆

澁 谷 常 紀

佐 藤 久 二

I 緒 言

植物種子が生産される場合、開花(又は授粉)の時期に子房内に包含されていた胚珠の総てが完全種子に迄発達するものではなく、その内幾分かの個体は途中何等かの原因によつて完全種子になり得ず、所謂不稔種子として出現するものであり、かかる現象は自然界に於て屢々観られるのである。

豌豆の莢にも屢々数多くの不稔種子が包含されており、種子生産を目的とする場合直接収量に影響し生産を減少せしめるのみならず、佐藤氏⁷⁾によつて報ぜられた如く生莢としても外形正常ならざる所謂異常莢となり市場価値を低下せしめる原因ともなるものである。

以上の観点より著者等は 1951 年以降豌豆不稔種子の生因究明を目的として種々なる観察を行い、一応の結果が得られたのでここに発表する次第である。なお材料の入手に當つて多大の便宜を与えて下さつた北海道立農業試験場技師佐々木篤太氏に深く感謝の意を表す。

II 材料並びに實驗方法

品種は軟莢種として白花絹莢、鈴成絹莢、米国大莢、仏国大莢 4 品種、硬莢種として目黒大粒、札幌青手無、アラスカの 3 品種を使用した。特に断らざる限り本研究を通じて用いられたのは白花絹莢である。実験は 1951 年より 1954 年にかけて北海道大学附属農場に於て行われた。栽植条件は畦幅 2 尺株間 5 寸の 1 本立とし、施肥その他の管理は普通栽培法に準じて実施された。細胞學的の観察に當つてはホルマリン醋酸アルコールで固定した後パラフィン法によりて 15 μ の切片とし、染色にはデラフィールド氏ヘマトキシリンを用いた。その他実験要領の細部に関してはその都度説明を加える事とする。

* 北海道大學農學部工藝作物學教室業績。

III 実験結果並びに考察

(1) 品種別不稔率

不稔率が品種間にどの様な差を有するかを調べた結果は第1表に示す如くである。各品種共、任意に抽出された10株の全着生莢を用いた。第1表によれば、特に高率を示した品種は札幌青手無(60.4%)であり、低率を示した品種はアラスカ(21.7%)であつた。その他の5品種は大体同程度で30~40%の不稔率であつた。

第1表 品種別不稔率

品 種	株 数	全 莢 数	全 種 子 数	不稔種子数	不 稔 率 (%)
白 花 絹 莢	10	311	2515	821	32.6
鈴 成 絹 莢	10	338	2742	872	31.8
米 國 大 莢	10	264	2048	756	36.9
佛 國 大 莢	10	170	1358	407	30.0
目 黒 大 粒	10	194	1594	539	33.8
札 幌 青 手 無	10	306	2198	1327	60.4
ア ラ ス カ	10	312	2193	475	21.7

(2) 開花時期と不稔率

開花の時期が異なる事によつて起る不稔率の変化に就いて調査を行つた。豌豆は無限花序で株の下部から上部に向つて順次開花してゆくものである。従つて調査要領としては上記供試材料中、株の最下部2節の莢を開花初期莢、最上部2節の莢を開花終期莢、中央部2節の莢を開花最盛期莢と見做し、それぞれの不稔率を調査して比較検討を試みた。結果は第2表に示す如くである。

第2表 開花時期と不稔率(%)

品 種	開 花 期		
	初 期	最 盛 期	終 期
白 花 絹 莢	17.4	23.3	55.4
鈴 成 絹 莢	13.8	16.7	45.0
米 國 大 莢	21.5	37.7	62.0
佛 國 大 莢	14.1	23.2	50.8
目 黒 大 粒	14.7	23.4	60.6
札 幌 青 手 無	46.1	51.9	76.6
ア ラ ス カ	8.6	10.9	44.8

各品種共通の現象としては開花初期から終期にかけて不稔率が次第に高くなる事である。特に終期の莢は不稔率が高く、供試品種中で最も不稔率の低かつたアラスカでさえ初期8.6%、最盛期10.9%に対し終期は44.8%という飛び離れて高い数値を示していた。

(3) 花梗上の花の位置と不稔率

豌豆の花序は葉腋から抽出した長い花梗上に多くは2花を着生し、葉腋に近い方の花から開花するのが普通である。葉腋に近い方の花を第1花、遠い方の花を第2花としてその間の不稔率の差異を調査した。材料は白花絹莢25株より得られた2花着生花序の全数を用い、その

結果は第3表に示す如くである。第3表によれば第1花の31.1%に対し第2花は41.0%と約10%の差が認められた。

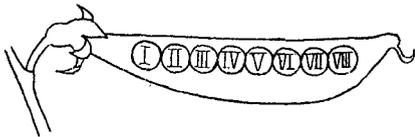
第3表 花梗上の花の位置と不稔率

花梗上の位置	莢 数	全種子数	不稔種子数	不 稔 率 (%)
第 1 花	217	1734	540	31.1
第 2 花	217	1656	679	41.0

* 供試品種は白花絹莢

(4) 一莢内の不稔種子の位置

以上述べた不稔率の変異の如何を問わず、豌豆の不稔種子について最も特色ある現象はその莢内着生位置についてであろう。莢内の胚珠原基数は品種によつても異なるが、一品種内に



第1圖 豌豆莢内に於ける胚珠の着生位置

於ても多くの変異があるものである。本実験の範囲内では各品種を通じて最低6粒から最高11粒迄認められたが、各品種共一番頻度の高い胚珠原基数は7粒又は8粒であつた。今各品種につき、最高頻度を示す胚珠原基数を有する莢のみに就いて種子の着

生位置別に不稔率を示すと第4表の如くである。各位置を示す為に用いた記号I—VIIIは第1図に示す如く莢の基部(花柄側)から先端部(花柱側)に向つての一連番号である。

第4表 莢内の胚珠着生位置と不稔率(%)

品 種 (莢数)	胚 珠 の 位 置							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
白花絹莢 (155)	90.3	52.3	25.2	5.8	9.7	14.2	26.5	53.5
鈴成絹莢 (210)	78.6	44.3	14.8	12.4	10.5	17.1	22.9	64.3
米國大莢 (159)	88.1	55.3	24.5	12.6	8.8	11.9	25.8	57.9
佛國大莢 (92)	82.6	42.3	16.3	6.5	6.5	7.6	20.7	44.6
目黒大粒 (129)	70.5	50.4	31.0	18.6	10.8	16.3	32.6	55.0
札幌青手無 (198)	98.5	87.4	35.9	24.2	28.3	48.4	92.4	
アラスカ (183)	54.1	21.3	9.3	3.8	6.6	13.7	23.4	

第4表によれば莢の基部並びに先端部は中央部に比して著しく不稔率が高い。この傾向は8粒莢(胚珠原基を8粒有する莢)、7粒莢共同様であつた。今8粒莢を例にとつて説明すれば、莢の最基部のIが飛び離れて高率であり次にVIII, II, VIIの順に少なくなつている。しかもかかる現象は各年を通じて共通のものであり、白花絹莢を用いて4年間続けた観察の結果は第5表に示してある。

1951, 1952年の数値は1953, 1954年のそれより幾分低目になつてはいるが、それは後の2箇年の材料は株上の全莢を用いたのに対し、前の2箇年の材料は開花最盛期の莢(株の中央部)

第5表 年度別不稔率(%)

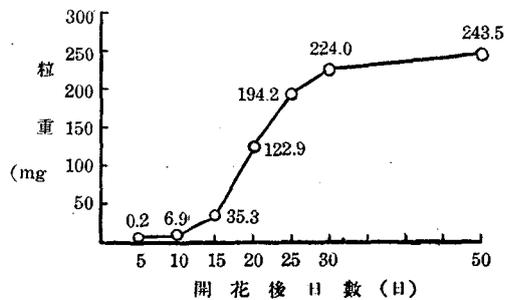
年度(莢数)	胚 珠 の 位 置							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1951 (74)	66.2	17.6	10.8	9.5	8.1	9.5	16.2	39.2
1952 (102)	60.8	30.3	9.8	5.9	7.8	5.9	15.7	52.9
1953 (187)	88.2	68.9	30.4	13.9	11.2	21.9	38.5	75.9
1954 (155)	90.3	52.3	25.2	5.8	9.7	14.2	26.5	53.5

* 供試品種は白花絹莢。以下第11表迄同じ。

のみを用いたものであり開花終期の不稔率の高い莢を含まなかつた事に起因するものである。然しながら莢の両端部 I, VIII の不稔率が特に高い傾向にある事は各年を通じて同様であり、かかる現象は豌豆に関して固有のものである事は明らかである。

(5) 不稔種子の発生時期

然らば不稔種子は胚発生の如何なる段階に発現をみるものであろうか。勿論不稔種子はその外観、重量などにより完全種子とは容易に区別する事が出来るが、その形態は非常に微細なるものから可成り大形のものに至る迄色々の发育段階のものが見られる(写真A参照)。然しながら大形の方が比較的少なく、微細なるものの方が非常に多い。よつて不稔種子は发育の或る段階迄にその大部分が発生するものと思われるので、成熟期に得られた各不稔種子の重量を測り、これが正常发育粒の如何なる发育段階に相当するかをその重量と比較する事によつて不稔種子が发育を停止せる時期の大略を推定する事にした。その方法としては開花後5, 10, 15, 20, 25, 30, 50日の各段階に於ける正常发育粒を各50粒とり、風乾後デシケータ内に貯蔵して置き、成熟期に得られた10株よりの全不稔種子も同様の条件に置いた後、一定日にトーションバランスにて各粒の乾燥重量を秤量した。但し秤量時の平均含水率は $10.3 \pm 2.14\%$ であつた。その結果は第2図及び第6表に示してある。



第2図 開花後の各段階に於ける正常发育粒の乾燥重量(50粒平均)

第6表 不稔種子の乾燥重量の變異

乾燥重量	1 mg 以下	6 mg 以下	50 mg 以下	100 mg 以下	150 mg 以下	200 mg 以下
不稔種子数	705	750	760	769	808	821
積算頻度(%)	85.9	91.4	92.6	93.7	98.4	100.0

* 供試数は10株821粒。

第6表より不稔種子の大部分は1mg以下の微細なる不稔種子(便宜上微粒と称す)である事が理解される。1mgなる重量は第2図と比較するに正常發育粒の開花後1週間位の重量に相当する。又第2図の正常發育粒の開花後10日の重量6.9mgに満ない微粒は第6表によれば91.4%を占めていた。かかる事実より不稔種子の大部分は開花後10日迄の極く初期の内に發生するものであろう事が推定されるのである。

(6) 不受精に基づく不稔種子

全不稔種子の大部分を占める微粒は、その外形の非常に微細なる事により屢々不受精として扱われ勝である。然し成熟期に於ける乾燥状態の微粒が受精後のものであるか又は不受精であるかを判定する事は困難な事であり、結局受精時期に於ける胚珠の受精の有無そのものを調査する事によつて判定するより仕方がない。更に又不受精の胚珠が発見されたとしても、胚珠自体が不完全で受精し得なかつた場合と胚珠は完全だが受精しなかつた場合との2種類あり、不受精には違いないが原因は全く異なるものであり、これ等の点も究明されねばならない。

D. C. COOPER (1938)によれば、豌豆の授粉は開花期の約24時間前の蕾の時期に行われ、開花期には既に受精を終えた接合子は、分裂中か又は2細胞よりなる前胚となつており、著者等の観察によるも開花期の胚嚢内には接合子が既に1乃至2度の分裂を終えた状態で見出されたので、受精の判定に当つては開花日の花を用いて充分目的を達しうと思われ

第7表 莢内の胚珠着生位置と受精率

胚珠の位置	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	計
胚珠数	105	105	105	105	105	105	105	105	840
受精胚珠数	98	98	101	101	101	101	99	99	798
受精率(%)	93.3	93.3	96.2	96.2	96.2	96.2	94.3	94.3	95.0

第8表 胚嚢形成に関する不受精胚珠の分類

胚珠の位置	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	計
胚珠数	105	105	105	105	105	105	105	105	840
胚嚢不完全な 不受精胚珠数	3	2	3	4	1	3	5	5	26
〃 (%)	2.9	1.9	2.9	3.8	0.9	2.9	4.8	4.8	3.1
胚嚢完全な 不受精胚珠数	4	5	1	0	3	1	1	1	16
〃 (%)	3.8	4.8	0.9	0	2.9	0.9	0.9	0.9	1.9
不受精胚珠数の 合計	7	7	4	4	4	4	6	6	42
〃 (%)	6.7	6.7	3.8	3.8	3.8	3.8	5.7	5.7	5.0

* 表中の%は胚珠数に対する百分率。

るも、より慎重を期して開花翌日の莢を用い、縦断切片を作つて顕微鏡下に‘受精したかしないか’、‘胚嚢形成は完全か不完全か’等を観察した。観察個体 200 莢の内 8 粒莢のみに就いての結果を示せば第 7, 第 8 表の如くである。

第 7 表によれば受精率は極めて高く、平均 95.0% であつた。莢内位置によつて受精率の変化は余り認められず、成熟期に於て最も不稔率の高い基部 I に於てすら 93.3% の受精率を示していた事は微粒の大部分が受精後の異常である事を立証するものである。

不受精胚珠は、胚珠不完全のものゝ胚珠完全のものゝに分けて考えられるが、観察の結果からは不受精胚珠の 6 割は胚嚢形成が不完全で、受精機能を持たないものでありその出現率は莢内位置によつて大きな変化なく、特定の位置に集中すると云う様な傾向は見られなかつた。胚珠は完全であるが受精の機会に恵まれなかつたものは 4 割であつた。この場合は花柱より遠い基部の胚珠に僅か出現率が高い傾向が見られたが、その差は 3~4% のものであり、既述の基部にみられる高率の不稔現象を意義づけ程の原因とは考えられない(写真 B, C 参照)。

結局豌豆に於ては、不受精胚珠の出現する頻度は少なく、本実験の範囲内では 5.0% であり不稔種子を生ずる原因の一部とはなつてゐるが、不稔の原因の大部分は受精後にある事が明らかとなつた。

(7) 受精後の異常に基づく不稔種子

以上の如く受精率の調査により、微粒の大部分は受精後の胚の異常に起因する事が解つたので、次に胚が異常を起す時期並びに退化の様相を究明すべく次の実験を行つた。

開花最盛期の一定日に開花せる花に就いて、開花後 5, 10, 15 日の各時期に 100 莢宛採集し、その内の 8 粒莢のみについて採集後直ちに莢を切開し、正常發育中の胚珠に比べて形が小さく發育遅延と思われる胚珠を摘出して固定し、所定の方法によりて顕微鏡下に観察した。形の小さい胚珠は内部の胚發育も正常なものより遅れており、その遅延の程度を示したのが第 9 表である。

胚發育の遅延程度を示すには次の如き方法によつた。即ち対照として開花後毎日莢を集め

第 9 表 發育遅延胚珠の胚發育程度

開花後日數 (莢 數)	觀 察 粒 數	發育遅 延胚珠 數	發育遅延胚珠の胚發育程度								
			不受精 胚珠	開花後 24時間 該當	" 48 " "	" 3 日 "	" 4 " "	" 5 " "	" 6 " "	" 7 " "	" 8 日以降 "
5 日 (62)	觀察數	89	23	1	3	21	41				
	%	100.0	4.7	0.2	0.6	4.2	8.3				
10 "	觀察數	93	33			4	6	11	23	15	1
	%	100.0	6.5			0.8	1.2	2.2	4.6	3.0	0.2
15 "	觀察數	85	27			1	2	10	21	18	6
	%	100.0	5.8			0.2	0.4	2.2	4.5	3.9	1.3

第10表 發育遲延胚珠の莢内着生位置別出現率

胚珠の位置	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
開花後5日	観察數	38	13	4	4	4	5	7	14
	%	61.3	21.0	6.5	6.5	6.5	8.1	11.3	22.6
" 10"	観察數	37	20	3	3	4	3	2	21
	%	58.7	31.7	4.8	4.8	6.3	4.8	3.2	33.3
" 15"	観察數	25	14	4	4	5	5	8	20
	%	43.1	24.1	6.9	6.9	8.6	8.6	13.8	34.5

* 表中の%は第9表の各区の莢數に對する百分率

正常發育中の胚珠の胚の發育状態を調べて胚發生のシリーズを作成し、それと比較して發育遲延胚珠の胚の發育状態が正常の場合の開花後何日頃に相当するかを以て、遲延の程度を表わした。正常の場合の胚發生は次の如くである。

開花後 24 時間——胚は 2~4 細胞となり、胚柄は分化されて胚囊弯曲部に向つて伸長を始める。

開花後 48 時間——胚は球状を呈し縦断面で 10~40 細胞となり、胚柄は弯曲部に向つて胚を押し出す。

開花後 3 日——胚は球状を呈し縦断面で 200 細胞位となり。胚柄は益々伸長して胚は弯曲部に位置する。

開花後 4 日——子葉の分化が始まる。

開花後 5 日——子葉の分化が進み胚はハート形を呈す。

開花後 6 日——子葉は益々伸長する。

開花後 7 日——幼芽の分化が始まる。

第9表によれば受精後の胚發育の遲延は5日区に於て既に認められた。しかも發育遲延として摘出された胚珠の大部分は第10表に示す如く莢の兩端部より得られたものであり、莢の兩端部が中央部に比して發育の遅れる現象は開花直後(少なくとも5日以前)から起るものである事が明らかとなつた。10日区では發育遲延胚珠の大部分は正常胚珠に於ける開花後5, 6, 7日頃の胚發育状態であつた。5日区に比較すると發育遲延胚珠は緩慢ではあるが發育を続けている事が理解される。然しながら正常胚珠との發育程度の差は5日区に比べるとややはつきりしてきた。15日区では發育遲延胚珠は最早正規の發育コースから取残された如き感がある。即ち正常胚珠の開花後15日の胚では、肉厚の子葉が充分胚珠内に拡がり、幼根幼芽の分化も肉眼的に認知し得る程度に迄發達しているものであるのに、發育遲延胚珠では10日区の場合と同様に開花後5, 6, 7日頃の胚發育のものが大部分であり、數値の上に僅かの相異は認められるも大勢は殆んど10日区と類似していた(写真D, E参照)。

結局細胞学的観察により微粒の殆んどが開花後 10 日以内に発生するものである事が立証され、前述(5)の秤量による不稔種子の発生時期の推定を別な観点から実証する事が出来た。

(8) 不稔種子の人工的稔實化

豌豆の特色たる莢の両端部に於て不稔種子の出現率が高いと云う現象は、両端部の胚珠が中央部のそれに比べ発育に関して不利な条件に置かれている事を意味する。それには色々の原因が作用しているものであろうが、ここでは養分摂取上の競合を一因と考えてみたい。即ち中央部の胚珠は、受精後の発育に必要な養分の転流摂取に有利な位置と機能を有するものとすれば、これ等中央部の胚珠の発育を人工的に阻止した場合、不稔化すべき運命の両端部胚珠が代つて正常な発育のコースを踏むであろう。この様な推定のもとに次に述べる如き処理を施して両端部胚珠に起る稔率の変化を観察してみた。即ちその方法としては発育中の 8 粒莢に就いて、中央部 III から VI までの胚珠 4 個を外部から針で刺殺する事によつて人工的に発育を阻止し、その結果両端部胚珠の稔率に変化が現れるかどうかを調査した。処理の時期によつて効果の程度が変る事を考慮して開花後 4, 7, 10, 13 日の 4 段階に亘つて処理を施した。その結果は第 11 表に示す如くである。

第 11 表によれば 13 日区を除いていずれの区も処理の効果が顕著に現われた。即ち最基部 I の稔率について云えば、対照区の 34.9

% に対し 4 日及び 7 日区ではそれぞれ 91.7, 92.1% と飛躍的に上昇していた。10 日区では 58.5% の稔率を示し明らかに処理の効果があつた事を示しているが、4 日及び 7 日区に比べると効果の程度はやや低かつた。13 日区では稔率 36.2% で、対照区と殆んど変化なく処理の効果が現われなかつた事を示している。

結局人工的に莢の中央部胚珠の発育を阻止する事により、微粒化する筈の両端部胚珠を完全種子に迄発育させる事が出来たものであり、この事実から莢の両端部に不稔種子(特に微粒)の出現が多いと云う現象は、中央部胚珠との間に養分摂取上の競合を引起し、その不均衡に基きたる結果であるとする最初の推定は明確にされた。

第 11 表 処理莢の両端部に於ける稔率の變化 (%)

処理時期 (莢数)	胚珠の位置	
	I	VIII
対 照 (215)	34.9	54.4
開花後 4 日 (60)	91.7	88.3
” 7 ” (63)	92.1	87.3
” 10 ” (65)	58.5	60.0
” 13 ” (58)	36.2	43.1

IV 結言並びに要約

豌豆に於ける不稔種子の生因に就いて種々なる観点より究明を試みた。成熟期の莢より得られた不稔種子の乾燥重量を秤量する事により不稔種子の 91.4% が乾燥重量 6 mg 以下の微粒であり、然も発育各段階の正常発育粒の乾燥重量と比較する事によつて微粒が発育を停止する時期は開花後 10 日頃迄と推定した。更にこれを胚の発育段階を追跡して細胞学的に観察した結果、発育遅延胚珠は開花後 10 日頃迄の胚発育の状態では発育を停止していた事が明らかとな

り、不稔種子の大部分を占めている微粒は開花後 10 日頃迄の間に生ずるものである事が立証された。

開花翌日の莢を用いる事によつて観察した結果によると、105 莢の全胚珠 840 粒の内不受精胚珠は 42 粒 (5.0%) であり、受精率 95.0% と云う高い数値を示した。従つて微粒の大部分は受精後の胚珠の發育停止によるものである事が判つた。残余 5% の不受精胚珠については、胚嚢形成不完全による異常胚珠がその 6 割を占め、胚珠は完全だが受精の機会を得なかつたものはその 4 割であつたが、いずれにしても不受精なる現象は不稔種子の出現にとつて左程大きな原因とはなつていない事は明らかである。

次に不稔種子は莢内の特定位置に出現率の高い事実が認められた。この傾向は供試 7 品種共、又白花絹莢を用いての 4 年間の調査でも同様であり、即ち莢の中央部では出現率低く両端部では著しく高率を示す事が判明した。

細胞学的観察によれば、莢の両端部胚珠と云えども受精率は 90% 以上であり、中央部胚珠に比べて大きな差は認められず、結局莢の両端部に於て多く出現する不稔種子は、受精後の胚珠がその發育を停止した結果生じたものが大部分を占めていると考える事が出来る。従つて莢の両端部は中央部に比べて受精後の發育にとつて不利な位置である事は明瞭である。これを實驗的に証明する為、人工的に莢の中央部胚珠の發育を阻止する事によつて両端部胚珠の稔実化を計つたが、処理の効果は極めて顕著であつた。従つて両端部に多い微粒化の現象は中央部胚珠の旺盛なる發育によつて惹起された養分摂取上の不均衡に基ずくものであると理解された。更に処理の時期を遅らせる事により効果の程度が薄れてゆき 13 日区では処理の効果が現われなかつた事実から、微粒化してゆく過程の概略が理解出来た。即ち微粒は始め發育遅延の形で現われ、開花後 1 週間頃迄は条件さえ好転すれば正常な發育のコースへ戻り得る能力を有しているが、開花後 10 日頃ではその能力も段々と失われ、開花後 2 週間を経れば最早良い条件を与えても完全種子に迄發達する事は出来ない程に退化するものである事が明らかとなつた。

以上の諸点を簡単に要約すれば次の如くである。

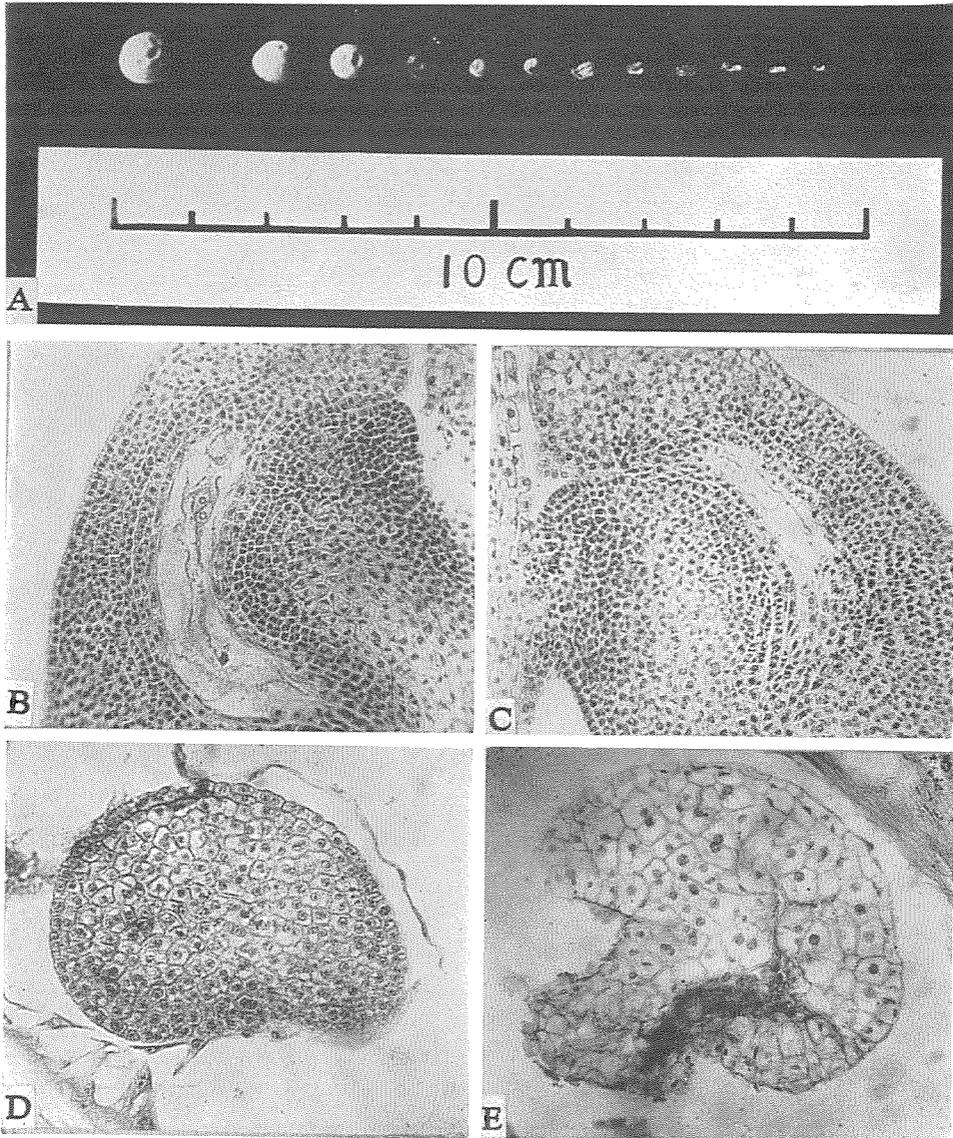
- (1) 開花終期の莢は、開花初期、最盛期の莢に比べて著しく不稔率が高い。花梗上の 2 花の内、葉腋に遠い方の莢 (第 2 花) が近い方の莢 (第 1 花) に比べて不稔率が高い。
- (2) 不稔種子の大部分は開花後 10 日以前に發生の起源をもつ微粒である。
- (3) 不稔種子は受精後の胚珠の發育停止によるものが多く、不受精のものは極めて少ない。
- (4) 1 莢内では莢の中央部は不稔率低く、両端部が著しく高いが、この様な現象は莢の両端部が中央部に比べて受精後の發育にとつて、位置的に不利な条件に置かれている為に起るのである。

一方、莢の全胚珠共成熟した所謂完全莢も屢々観られるものであり、従つて莢の両端部に特に不稔種子の出現が多いと云う現象は、胚珠の發育初期の栄養条件に関する今後の研究によ

つて改善され得る余地を残すものと言えよう。

参 考 文 献

- 1) COOPER, D. C.: Embryology of *Pisum sativum*. Bot. Gaz., 100: 123-132, 1938.
- 2) COOPER, G. O.: Cytological investigations of *Pisum sativum*. Bot. Gaz., 99: 584-591, 1938.
- 3) GOURLEY, J. H.: Anatomy of the transition of *Pisum sativum*. Bot. Gaz., 92: 367-383, 1931.
- 4) HAYWARD, H. E.: The structure of economic plants. New York, 1938.
- 5) MARTIN, J. N.: Comparative morphology of some Leguminosae. Bot. Gaz., 58: 154-167, 1914.
- 6) 永井威三郎: 作物栽培各論 II. 養賢堂, 1948.
- 7) 佐藤一夫: 暖地に於ける實豌豆の生態調査. 農及び園, 29 (4), 1954.



【寫眞説明】

- A：左端1粒のみ完全種子で，其の他の大小様々の粒は總て不稔種子
 B：胚嚢形成が完全なる胚珠（開花前日）
 C：胚嚢形成が不完全なる胚珠で，胚嚢の珠孔部端に卵装置がない（開花前日）
 D：正常に發育中の胚（開花後5日）
 E：開花後5日の胚發育程度で發育を停止した胚で，細胞は崩潰しかけている（開花後15日）
- 倍率： Aは實物大． B-Eは×160