大豆不稔実粒の発生機構に関する形態学的並に生理学的研究*

(第 2 報)

Ⅲ. 各種不稔実粒の形態及び発生比率, 莢内に於ける発生位置, 発生時期と発生機構

加藤 一郎・坂口 進 (東海近畿農業試験場)

Morphological and physiological studies on occurrence of aborted seed in soy-bean.

Ⅲ. Type of aborted seeds and their frequency, position in pod and the time of occurrence

Ichirō KATO and Susumu SAKAGUCHI

(Tokai-Kinki Agricultural Experiment Station)

緒言 大豆の結実障害に関する研究は少く、福井氏 (1950) は時期別過湿処理、古谷氏 (1950) は時期別摘葉によつて莢、実の着生数、発育状況を見併わせて不稔実粒の多発期を見ている。荳科作物の胚の発育停止に関してはアルファルファで BRINK, COOPER and ALBRECHT 氏等 (1937) が前胚期及び幼胚期に比較的胚死滅の多い事を述べている。渋谷氏 (1936) は落花生に於て、D. J. HAGEDORN 氏 (1951) は field scotch pea に於て夫々種子発達に水分の重要な事を報じている。長戸氏 (1950) は水稻の発育停止粒に就いて穎花の生理的機能、栄養に支配されるものとし、BRINK, COOPER and ALBRECHT 氏等はアルファルファの胚発育停止に就いて proper nutrients の欠乏によるものと夫々考察している。筆者等は大豆の胚の発育過程で胚の発育停止及び死滅を起し易い 2 時期を観察し、その原因に就いて考究し、又水分及び養分が関係し就中水分の影響の大きい事を見た。此所には各種不稔実粒の形態及び発生期の観察を報告し発生機構を考察する。

試験方法及び材料 多数の調査には圃場に通常栽培をした品種「長葉裸」及び「富士 4 号」を用い、内部形態的研究には第一報に同じく「長葉裸」を用い永久プレパラートによつて鏡検した。其他硝子室に幅 1 間×長さ 2 間×深さ 3 寸の木框を設け苗床を作り、堆肥のみ施肥、育苗し、その苗床跡に「長葉裸」を 5 寸×5 寸の 1 本立の密植、無肥料栽培とし、胚死滅を高率にさせる区を設置し調査を行つた。

試験成績 1. 各種不稔実粒の内外部形態 筆者等は之等の研究の爲各種の花の子房及び莢に就いて解剖比較鏡検した。次の如し。1) 健全未受精胚珠 2) 健全受精胚 3) 除雄後の胚珠 4) 落花し易き花の胚珠 5) 落花せる花の胚珠 6) 未受精胚珠 7) 莢内莢 8) 第 1 期発育停止粒 9) 第 2 期発育停止粒

成莢内に見られる不稔実粒は上記 6)~9) の 4 種でその内、外部形態を記載す。6) 未受精胚珠の構造：第一報第 2 表プレパラート 86 の頂位胚は原胚期で核数 32 を数え、受精後 9~10 日を経ているが、中位胚珠及び基位胚珠は受精頂粒の $1/3 \sim 1/4$ の大いさで、基位胚珠は明瞭な分裂せざる卵細胞と 1 極核細胞を示し、胚嚢完成期の儘で受精せられていず、花粉の寿命よりして (次項記) 受精の可能性は無く、未受精粒として残る。肉眼調査の場合、胚珠と同じ大いさの微小粒は之に属する。7) 莢内莢の形態：非常に稀であるが、莢内に小莢を見る事があり、詳さに調べると子房或は小莢状をなし、中央部に不明瞭な肋の如きものが存在する。中は空で微小粒は存在しない。8) 第 1 期発育停止粒の構造：種皮は明瞭に形成されており、受精胚に於けると同じで、或ものは胚が崩壊して見られないが、或ものは原胚が見られ、原胚発育後期のものである。種皮の分化に比すると胚は小さく、胚乳は崩壊して胚側に片よつて位置し、珠心細胞が胚側に伸びて来て濃染せられるものがある。肉眼的には胚珠の大いさの 2~4 倍の大いさのものである。9) 第 2 期発育停止粒の構造：種皮は明瞭に形成され、初葉原基が見られ明かに子葉伸長期、初葉分化期に相当し粒と莢の接合部に異常無く胚乳不明瞭、子葉も常形をせず、初葉が分化しているにもかかわらず子葉は小さい。胎座側の種皮下柔組織細胞が健全粒にあつてはカラザ及び胚側に長く平行に走っているのであるが、停止粒では細胞の配列が乱れ不規則である。肉眼的にはかなり大きく、粒幅 3~7 mm 位である。

2. 不稔実粒の発生歩合及び莢内に於ける位置 夏大豆型品種約 30 を用い不稔実粒を調査した結果の平均を成莢全胚数に対する % にて発生歩合を示し、その位置を頂粒 1 として中、基粒の発生比率を示せば次の如く、

第 1 表 不稔実粒の発生歩合及び莢内に於ける位置

種 類	項 目	発生歩合	着生位置別発生比			
			基粒	中粒	頂粒	基粒
第 1 期発育停止粒		13.5	3.6	2.9	1.0	
第 2 期発育停止粒		5.1	1.4	1.6	1.0	
計		18.6	3 粒 莢			

種 類	項 目	発生歩合	着生位置別発生比			
			基粒	中粒	頂粒	基粒
不 受 精 粒		3.5	6.0	2.5	1.0	2.4
第 1 期発育停止粒		11.1	4.4	3.9	1.0	1.7
第 2 期発育停止粒		4.1	3.0	3.2	1.0	1.8
計		18.7	3 粒 莢			2 粒 莢

備考 夏大豆 30 品種平均

備考 秋大豆 品種 白大豆

* 昭和 26 年 11 月 4 日 第 92 回講演会に於て発表
日本作物学会紀事 第 21 卷 第 3~4 号

又秋大豆、品種「白大豆」での調査結果は第 1 表の如し。

之等は品種、栽培法によつて異なるのであるが次の様な事が結論される。1) 不受精粒は莢の基粒に発生多く 2) 第 1 期發育停止粒は不稔実粒の主なものゝ基、中位に多く、3) 第 2 期發育停止粒は基、中位に多いが、前者と異り中粒に稍々多く発生する。4) 莢内莢は極く稀である。不受精粒は大豆が自花受精植物で花粉が稍々先熟寿命の短い事により開花後 4, 5 日迄に決定されると見做される。

3. 發育停止粒の 2 種類とその発生時期 硝子室内苗床跡の無肥密植による不良環境で品種「長葉裸」を栽培した結果、多数の落莢並に不登実粒の発生を見た。開花後 26 日及び 36 日に抜取つて粒の着生状態を調査した結果 1 莢内の着生胚珠数の減少が見られ、その發育状態を 3 粒莢の粒幅で第 1 図、第 2 表に示したが 2, 4 粒莢共に同傾向である。

図表より明かな如く開花後 26 日及び 36 日共に 1mm 以下の粒幅で大きくなつていない粒が存在し、又粒幅 2~6mm の所にも發育の停止している粒が存在する。前者は胚珠の 2~4 倍程度の大いさで原胚期にあたり第 1 期發育停止粒が主で少数の不受精粒が含まれる。後者は子葉期にあたり第 2 期發育停止粒である。第 1 期發育停止粒は外部形態より開花後 13 日にして 4.6% を判

第 1 図

第 2 表 粒幅より見た豆の發育状況

開花後 26 日調査													
粒幅 (mm)	痕	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
基粒	27	1	5	14	9	4	4	10	15	1	1		
中粒	63			3		4		3	12	6			
頂粒	16		3	3	3	1	2	8	34	21	1		
計	106	1	8	20	12	9	6	21	61	28	2		
比数 %	38.7	0.4	2.9	7.3	4.4	3.3	2.2	7.7	22.1	10.2	0.8		

開花後 36 日調査													
粒幅 (mm)	痕	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
基粒	8		5	6	4	9	5		6	13	2		
中粒	40					1		1	2	7	6	1	1
頂粒	10			1	1				7	13	21	3	3
計	58		5	7	5	10	5	1	15	33	29	4	4
比数 %	33		2.8	3.9	2.8	5.7	2.8	0.6	8.5	18.7	16.5	2.3	2.3

別し得、開花後 20 日にして明瞭となる。内部形態より原胚伸長、組織原分化期にあたり開花後 5~15 日に発生すると見られ、又莢内着生位置が基粒に多い事は頂粒優勢期、即ち開花 15 日迄に発生する。之等を綜合して開花後主に 5~15 日に第 1 期發育停止粒が発生すると見做される。第 2 期發育停止粒は大いさより開花後 36 日以前 15~25 日頃に発生し、内部形態より子葉伸長、初葉分化期の開花後 20~25 日に相当し、莢内着生位置が中位粒に稍々多い事は子実發育過程の第 1 轉換期、即ち開花後 15~20 日に相当する。之等を綜合して開花後 20~25 日に第 2 期發育停止粒が発生すると見做される。株全体として開花後 10~15 日は開花期の後期にあたり、開花後 20~25 日は結実期の初期に相当する。之等の關係と大豆莢、粒の發育状態との關係は第 2 図に示す。

4. 不稔実粒の発生機構に就いて 1) 不受精粒及び莢内莢発生機構に就いて 此所に云う不受精粒は通常栽培に於て 1~4% 発生し莢内基位に多く見る不受精粒を指す。花粉は柱頭に多数附着し cotton blue, aceto carmin に依て濃染し花粉管は柱頭附近で良く見られるがそれより先は見られず、又既に述べた如く柱頭組織より子房内腔を侵入し、従つて胚珠に到達するのは鏡檢し得ても之を胚珠位置別に数を数える事は出来なかつた。花粉の発芽率は寒天 2%, 蔗糖 10%, 室温 26~27°C の発芽床上で

開花前 2~3 日の花の花粉で 83 %
 開花中の花の花粉で 78 %
 開花後 3 日の花の花粉で 6.3 %

であつた。

胚珠の機能 Test は永久プレパラートにより形態的に各 Methylred と thymol blue との二重染色により落花せんとする花の胚珠が酸性側に傾いて赤くなる事により、又 osmic acid により發育停止粒が還元力を失ひ黒変せざる事により 1 子房内胚珠間に於ける機能的な差異を見たが、osmic acid による場合のみ稍々相異なる如くであつたが、

第 2 図

形態的及び機能的な異常は無く何等か異常によつて基位に不受精粒を発生し易いと考えた事は出来なかつた。以上より筆者等は不受精粒の発生機構を花粉胚珠の異常でなく、花粉先熟と基位胚珠の柱頭より遠い事、即ち軽度の分熟受精と構造的不利益とにより、機会的に基位胚珠に不受精粒を発生し易いであると解するのである。不受精粒は後に褐変し小点として莢内に痕跡を留むるが、莢内基位は水分養分吸収に利便の地位に恵まれ時に再生伸長するが、胚嚢を消失し珠心細胞が発達し甚だしきは所謂莢内莢を形成すると考えられる。莢内莢は極く稀に発生し従つて少数の観察であるが、莢内位置は全て基位であつた。

2) 发育停止粒の発生機構に就いて 之に就いては今迄記した所より特に第2図に明かな如く、内的、外的原因の二つを挙げる事が出来る。第一は大豆胚の急速伸長期にして組織器官の分化期には細胞の分裂、伸長も亦盛で此のような生長活動の最盛期に於ては諸障害に最も敏感で障害が起り易く、胚の发育停止や死滅を来し不稔粒となる機会が多いと考えられる。第二は大豆の開花後 10 日の開花期には猶栄養生長を行つており、早い受精粒の莢、粒は著しく伸長する。開花後 20 日位の結実初期は粒間の競合生長を現わし、肥大の莢内着生位置に関する転換が見られ、水、養分吸収位の利、不利が強く現われ、両期共に著しい粒水分の減少を見る。即ち胚の急速伸長分化期には多量の水、養分を要するが、その補給に不足を来し伸長の中心である胚の发育停止、死滅を招来し不稔実粒を多発すると考えられる。詳説すると第1期发育停止粒が種皮の発達に比し胚小さく、第2期发育停止粒も初葉分化せ

第 3 表

	胚核数	受精後日数	胚大いさ(μ)	粒大いさ(mm)
第1期发育停止粒	≒100	—	280×186	3.8×2.2
比較 } 健全粒	60~65	12 日	298×215	2.2×1.2
比較 } 健全粒	90~100	14 日	434×421	3.8×2.0

るにかかわらず子葉の小さい事を述べたが例示せば第3表の如し。即ち此の发育停止粒は胚の核数より見ると受精後 14 日の胚であり乍ら胚の大いさは 12 日の胚の大いさに相当し、更に粒大では 14 日の粒大に相当する。種皮珠心は発達するが胚が小さい。以上の事は发育停止が胚より起ると見做され、胚及び胚細胞の急速伸長期に一致し粒水分激減の直後にあたる。水分に関しては開花後 0~5 日に粒より高い水分増加量を示した莢が後 10 日迄粒と同様の水分急減傾向を示し、粒の水分減量が莢より少くなる傾向を示さず、開花後 15~30 日に粒は著しく水分を減ずるが莢は僅かに減ずるに過ぎ、30 日以降に於て急速に減ずる事は水分に関する限り莢は粒へ順調に水分を補給しているとは言い難い。且つ莢、粒生長増加曲線と莢、粒水分含量曲線とは極わめて相似た傾向を示し、莢及び粒の生長と水分とは密接な関係を有するのであるが、然るに胚の急速伸長期に水分含量の減ずる事は胚发育停止の主要な原因と考えられる。

Résumé

The causes for occurrence of aborted seeds in the soy-bean pod are classified as follows:

1. Existence of ovule, failed in functioning the fertilization.
2. Collapse of embryo.

1) There are two types identified in the former case; one is of extremely tiny structure and the other is deformed into "pod in pod". In this case, we could find out neither abnormality nor abortion of pollen and ovule throughout the morphological and physiological observations.

The causes for fertilization failure which recognized more frequently at basal ovule are accounted for the protandry that behaved slightly in general and also for position of basal ovule, which is located farther from the stylar end and disadvantageous in receiving pollen.

However, on the other hand the basal ovules are situated at the position rather favorable for absorbing water and nutrients, and therefore the infertilized basal ovule, where the embryo-sac has been degenerated, developed rarely into ovary shape or small pod shape.

2) As the second case, the collapse of embryo means the ovule that fertilized but failed to develop into mature seed.

There are clearly found two critical peaks, one is at pro-embryo and the other is at cotyledonous stage.

Namely, the arrested development is observed at the stage of urgent growth of embryo and then at the time of remarkable reduction of water content from the ovule.

Presumably the causes for collapse of embryo are as follows; the one is due to the insufficient water supply and the lack of proper nutrients at the time of vigorous growth of embryo, and the other cause is that at the urgent growth stage the formation of embryo is unbalanced with the vigorous division and growth of embryo-cell.