落花生の空莢生成機構について*

二井内清之・近藤雄次

(九州農業試験場園芸部)

K. NIUCHI and Y. KONDO: Mechanism of the formation of pops in the peanut

I. 緒 論

落花生の空莢について、間宮¹⁾、渋谷⁶⁾は共に土壌の乾燥、石灰の欠乏により空莢歩合の多くなることを認めており、毛利、宇野³⁾も石灰加用区が無石灰区よりも空莢が少ないことを報告している。又、COLLINS & MORRIS⁴⁾は石灰と石膏とを共用することにより、最も収量を増し、空莢歩合を少なくする、もし石灰と石膏の中、どちらか単用の場合は石膏の方が効果が大であると報告している。筆者⁵⁾も砂丘地に於て、乾燥の影響により空莢、その他の異常莢が非常に多いことを認めた。単に土壌の乾燥、石灰の欠乏によるばかりでなく、渋谷⁶⁾は地下侵入莢実が或る期間、空气中に再露出されることにより、莢実の発育に影響をうけることを述べている。

以上、空莢の発生する原因について多くの報告があるが、それらの原因は子房柄が地下に侵入して後の発育の途次、何時最も影響を及ぼし易いのか、又それは、如何に影響をうけるものかについては充分納得のゆく報告をみない。筆者はこれらの点を解明するべく実験を行った。

II. 実験方法

1) 発芽後 20 日の苗を第 1 図の如き 1 尺立方の木框に 6 月 22 日 (1953) 植えた。木框は根部土壌と子房部土壌の水分を別々に調節出来るように、中に更に木框を入れて 2 層に分けた。この装置を用いて、6 試験区を設け、各区は 5 箱に立落花生を、3 箱に千葉中粒 43 号をうえ、ガラス室に置いた。

試験区は無処理区、全面乾燥区 (子房部、根部の両部乾燥)、子房部乾燥区、根部乾燥区、子房部永久乾燥区の 5 区と別に石灰の効果をみるため、全面乾燥区に対応して、全面乾燥無石灰区を設けた。この無石灰区以外は各箱、基肥に 13 匁、追肥 13 匁の石灰を施した。他の肥料は基肥として各箱、硫酸 0.5 匁、過磷酸 2 匁、硫加 0.6 匁を用いた。

* 本論文の要旨は昭和 29 年春期園芸学会に報告
1954 年 9 月 20 日受理

第 1 図 実験框縦断面 (上) 及びその中框俯視図 (下)

水分調節は 8 月 1 日より始めた。8 月 4 日、地中に侵入した子房柄を全部露出させ、A. B. C. D. E と子房の発達に応じて段階を設け、各段階のものを各箱 8 本ずつとり、ラベルをつけ、再び埋め、それ以後 2 週間の間水分の調節を行った。但し、子房部永久乾燥区は 8 月 1 日から収穫まで子房部に水分を補給しなかつた。上の子房の段階は次の如くである。

- 子房柄が未だ地面に到達しておらず、実験時に始めて地中に挿入されたもの。
- 子房柄は地中に入っているが、まだ子房部の肥大していないもの。
- 子房部の肥大始め。
- 子房部の大きさ 0.5 cm。
- 子房部の大きさ 0.5~1.0 cm。

尚、実験中の土壌水分は第 1 表の如くであつた。

2) 別に、石灰の吸収機構をみるために、圃場に石灰区 (CaCO_3 反当 30 匁) と無石灰区を設けて、立落花生を栽培した。石灰区には無石灰土壌を入れた植木鉢、無石灰区には石灰土壌を入れた植木鉢を 20 鉢ずつ設置し、これに子房柄を導入して結実せしめた。この際、鉢の中の水分は常に乾燥せぬように留意した。収穫期に植物体各部の石灰含量を分析し、比較した。分析に供した標本として各区の落花生 20 本から各部位について等量ずつ採取し、乾燥、混合、磨砕して後、その一部を用いた。

第1表 試験区の土壌水分

期 日	無 処 理 区		乾 燥 区		根 部 乾 燥 区		子 房 部 乾 燥 区	
	子房部	根 部	子房部	根 部	子房部	根 部	子房部	根 部
8. 4	17.1	18.5	11.4	12.7	21.2	13.0	10.8	13.5
8. 12	16.9	16.7	12.2	12.2	12.3	12.3	10.0	19.5
8. 19	15.1	16.5	12.3	10.8	15.1	10.5	11.8	13.7
8. 24	15.6	14.0	13.8	10.8	15.5	10.9	11.0	12.8
9. 7	15.7	14.7	7.6	9.6	12.8	10.0	11.4	12.0
9. 17	15.6	14.0	12.1	8.7	12.2	10.7	5.4	18.3
範 囲	15.1 ~17.1	14.0 ~18.5	7.6 ~13.8	8.7 ~12.7	12.2 ~21.2	10.0 ~13.0	5.4 ~11.8	12.0 ~19.5

III. 実験結果

1) 土壌湿度と結実障害の關係

10月30日、掘上げ、結実の状態を観察した結果は第2表(立落花生)、第3表(千葉中粒43号)の如くであつた。

第2表 子房の大きさと障害との關係(立落花生)

試 験 区	空 莢 率					
	A	B	C	D	E	平均
無 処 理	5.0	15.0	17.5	7.5	0	9.0
全 面 乾 燥	32.4	23.8	22.5	8.8	12.5	20.9
子 房 部 乾 燥	17.5	20.0	18.8	2.5	3.8	13.5
根 部 乾 燥	15.0	15.0	17.5	7.5	7.5	12.5
子房部永久乾燥	20.0	23.8	26.3	5.0	7.5	16.5
L. S. D.	10.0	5.0	3.8	—	5.0	

註：各区5框の40子房柄についての%である。

第3表 子房の大きさと障害との關係(千葉中粒43号)

試 験 区	空 莢 率					
	A	B	C	D	E	平均
無 処 理	10.5	14.7	10.9	6.3	0	8.1
全 面 乾 燥	12.6	23.1	10.5	8.4	4.2	11.2
子 房 部 乾 燥	10.5	16.3	16.8	12.6	0	11.2
根 部 乾 燥	16.8	14.7	8.4	4.2	0	8.8
子房部永久乾燥	16.8	12.6	14.7	14.7	4.2	12.6

註：各区3框24子房柄についての%である。

空莢と云う言葉の範囲が、莫然としているので、ここでは、たとえ1粒は完全であつても、他の1粒が発育を中止して、莢ばかりは完全に出来ている場合も含めて、空莢と云うことにする。立落花生についてみると、Dを除いて他のA、B、C、Eの子房の大きさにあつたものは、総て、無処理区よりも、処理区が空莢を多く発生した。又A、B、Cの大きさのものはD、Eの大きさのものより、即ちまだ子房の小さいうちに影響を多くうけている

ように認められた。最も影響を甚しくうけたのは、子房部も根部も共に乾燥をうけた全面乾燥区であつて、A、Bの時期は勿論であるが、Eのように子房の相当大きくなつたものでも尙相当の影響を出している。次に、全面乾燥区がこのような影響を強くうけたのであるが、これを分解して子房部の乾燥と根部の乾燥とについてみると、大差がなかつた。結局、子房の発達に

は根部、子房部両者の土壌水分に相当影響をうけているのであつて、子房柄は地中で或る程度の水分を吸収することが想像出来る。子房部永久乾燥区は子房部乾燥区より影響を強くうけたが、これは子房が、A、Bの時期に影響をうけず残つたものも、発育してD又はEになつた時期に更に障害をうけたと考えてよからうと思う。

無処理区にも相当の障害をうけているが、これは、障害は単に土壌水分の欠乏によつてのみおこるものでなく、植物の栄養状態によつても相当影響をうけたと考えられる。

千葉中粒43号は立落花生より乾燥に強いとされているが、この実験に於ても、障害が各区とも少く、従つて、無処理区と処理区との間にも余り顕著な差を認めることが出来なかつた。調査個体が少なかつたので、統計にかけられなかつたが、この場合でも、全面乾燥区、子房部乾燥区、子房部永久乾燥区は僅かであるが障害が多い傾向を認めた。

次に装作された時の子房の大きさと、障害を實際うけ

第4表 子房の障害をうける時期(立落花生全面乾燥区)

子房の 大きさ	障 害 粒 数				
	I	II	III	IV	V
A	9	8	6	3	0
B	8	2	2	2	2
C	5	4	3	4	2
D	0	6	1	1	2
E	0	0	0	4	6

註：I. 種子ゴマ粒大 II. 種子2mm大 III. 種子2~5mm大 IV. 種子5~10mm大 V. 種子10mm以上
た時期との關係をみるために、障害の最も甚しかつた乾燥区についての調査莢の内、発育を中止している種子の粒数を数え、装作前の子房の大きさと対応してみると第4表の如くであつた。

尙、比較を容易にするため、無処理区の場合を第5表としてあげる。

第4、第5表を通じてみると、子房は乾燥をうけて急

第5表 子房の障害を受ける時期
(立落花無処理区)

子房の 大きさ	障 害 粒 数				
	I	II	III	IV	V
A	2	1	1	0	0
B	4	2	5	1	0
C	0	5	7	2	0
D	0	2	3	1	0
E	0	0	0	0	0

激に全てに
影響をうけ
るものでな
く、Iから
Vに中の胚
が発達して
行く間、徐
々にうけて
いた、しか
しそれにし

ても胚の若い間の方が影響はうけ易いように思われた。

2) 石灰施用と結実

第2表にあげた乾燥区(石灰)に対応して乾燥(無石灰)区を設け、乾燥状態に於ても尙石灰の効果があるかどうかを比較した処、第6表の成績を得た。乾燥区の土壤水分は萎凋係数にごく近いけれどそれ以上ではなかつたが、この位の乾燥状態に於ても石灰の効果は極めて、顕

第6表 石灰施用と結実との関係(立落花)

試験区	空 莢 率					
	A	B	C	D	E	平均
石灰区	32.4%	23.8%	22.5%	8.8%	12.5%	20.0%
無石灰区	38.0	33.8	23.5	19.8	20.0	32.2
差	5.6*	10.0*	1.0	11.0*	7.5*	

* 0.05 level で有意差を認む

著であつて、装作した子房も D を除いて各段階に於ても無石灰区は空莢を増していた。この石灰の吸収の機構を探索するために、前述の如く、圃場に装作した落花生の

第7表 石灰施用と植物体の
吸収との関係

供試部位	石 灰 含 量	
	無石灰区	石灰区
葉	3.11%	3.13%
莖	1.02	1.20
根	0.76	0.76

註：石灰は乾燥植物体に対する%で現わす

植物体の各部の石灰の含量を分析した。結果は第7、第8表の如くであつた。即ち、葉、莖、根に吸収される石灰量は石灰区と無石灰区とで大差はなく、莖に於て、僅かに石灰区の方が多くなつて

いる程度であつた。石灰が空莢防止に關する直接の生理的機構に關しては、第二段の研究に俟たねばならないが、上の結果からして、単に石灰を土壤に施用して根から吸収させるだけでは、空莢減少の理由が乏しくなる。

第8表 石灰施用と子房柄及び果実の石灰吸収との関係

試験区	子房処理	子房柄中の石灰		果実中の石灰	
		9月9日	9月17日	9月9日	9月17日
無石灰区	無石灰	0.45%	0.62%	0.18%	—
	石灰	0.53	0.81	0.23	0.24
石灰区	無石灰	0.44	0.70	0.19	0.10
	石灰	0.63	0.90	0.30	0.34

註：石灰は乾燥植物体に対する%で現わす。

例え、植物体は石灰区に植つていても、子房柄の浸入する土壤に石灰が入っていないと、その子房柄、果実の石灰含量は明らかに少ない。之からして、子房柄は石灰を吸収し、之が空莢防止の直接の効果を現わすものと考えられる。

IV. 考 察

HIGGINS 外3氏⁽⁷⁾は多年の観察の結果、空莢並びに種子の不完全粒は種子が発育中の水の不規則な供給による、即ち乾燥期に葉は種子から水分をとり、未熟の種子はそのために、発育を中止し、後に水分が充分滲つて来ても、もはや発育を続ける事が出来ないと述べている。又筆者⁽⁸⁾は当時、HIGGINS 等の説を知らずにこれと略々同様な考察をした。未熟莢に於ては種子は極めて多汁な内果皮の組織に囲まれているが、乾燥した場合、莢の維管束を通じて、莢の内果皮柔組織の水分は勿論、種子からも莢の維管束に連る珠柄を通じて水分は奪われる。この水分の剥奪が或る限界をすぎると、回復し得なくなるのである。これは、直接に証明する方法を未だ確立しないが、種子自体よりも珠柄に問題があると思う。事実、未熟莢を調査している際、種子はまだ生きていと認められるものでも珠柄が褐色に変色して、死んでいるのを見ることが度々あつた。

渋谷⁽⁶⁾は子房内の胚珠の発達に水分が至大の關係のあることを述べている。この水分は単に根からの吸収だけでは不十分で、子房部の水分も相当、結実に關与していることが本実験によつて分つた。子房柄は土中から物質を吸収することは SIDNEY⁽⁹⁾ も認めている。勿論、物質は溶液として吸収されるのであるが、水分自体の吸収も、結実に重要な關係を持つている。乾燥の障害をうけ易いのは種子がゴマ粒大から 2mm 位の時であつて、この時期をすぎると少なくなる故に、有効開花の最盛期前後、10 日間、防乾することにより、空莢歩合を軽減し、結実量を増加せしめ得ると考える。

本実験に云う乾燥区は萎凋点に近接せしめるため、乾燥期間中、4~5 回、萎凋しかけたのを、最少限の水を補給しては回復せしめたような状態であつたが、一般に水分を補充する場合先に筆者⁽⁵⁾が報告したように、元来、落花生は乾燥に強いものであるの、萎凋係数を僅か上

廻る程度の水分が維持されるならば、空莢及び不完全莢は余り出ないのであるから、乾期に、短期間でよいから僅かの灌水を行うことは、増産上非常に有効と認める。

BURKHART 及び PAGE⁽¹⁰⁾ は石灰と加里とが密接な関係があり、加里の乏しい土壌に石灰を与えても充分の効果は期待出来ないと述べており、CRATES も石灰の施用を強調している。又、COLLINS と MORRIS は石灰と石膏との併用が最も有効であると述べている。

日本でも前述の如く数氏が充分証明しておるが、この効果に対する説明が乏しい。

COLLINS 等は石灰区と石灰—石膏併用区とに於て、葉の石灰吸収を分析によつて比較している。生育中の8時期に分けて行つてゐるが、併用区が明らかに石灰含量が多く、平均値でみると石灰区は3.06%, 併用区は3.27%であつた。又別に石膏区と無施用区との比較も行つてゐるが、これも1.44%に対して1.31%で石膏区の葉の石灰含量が多かつた。本実験に於ては石灰区は茎に石灰含量が多かつたけれど、根、葉には差は認められなかつた。しかし、何れにしても根から吸収する石灰量の差は僅かで、この為に空莢防止が出来ると云う根拠は薄い。

BLEDSE 等⁽¹¹⁾は放射性 Ca^{45} を用いて子房柄が石灰を吸収することを証明した。筆者も子房柄の石灰吸収を確かめることが出来たが、石灰を与えるか、与えないかで、子房柄及び果実の石灰含量は極めて顕著な差を示すことから、石灰の効果は子房柄の吸収による部分が非常に大きいのではないかと想像出来る。

BRADY 等⁽¹²⁾は石灰の効果は胚の小さいうちが顕著である、石灰の施与は根の发育層よりも子房柄の侵入層に行われるべきであると述べてゐるが、本実験からしてもこれは裏付け出来ることである。石灰の効果がおこる理由については尚明瞭を欠き次の研究に俟たねばならない。

V. 摘 要

1. 落花生の空莢は土壤の乾燥により、又石灰の欠乏により、生成されると云われているが、その生成の機構

についての研究は少ないので実験をおこなつた。

2. 土壤の乾燥により空莢が発現するのは、単に根部の乾燥だけが原因するのではなく子房部土壤の乾燥も亦影響をもたらした。それ故に根部、子房部の両者が乾燥すると影響は最も甚しく現れた。

3. 乾燥の影響は子房柄が地中に入つてから、子房の肥大始め時に最も強く、胚の多きさではゴマ粒大から2mm程度で、发育を中止している場合が多かつた。

4. 土壤が乾燥している場合に於ても石灰の効果は顕著であつたが、これは子房柄の石灰吸収によることが主に働いているように認められた。そして、この効果は乾燥の害をうけ易い子房の肥大始の時期に顕著であつた。

VI. 引用文献

- (1) 間宮広：落花生栽培法，1948.
- (2) 竹馬誠三郎：落花生の品種と栽培，農業，789 1948.
- (3) 毛利虎雄，宇野七郎：落花生に対する石灰の効果について，農及園，7(2)，1933.
- (4) COLLINS, E. R. and MORRIS, H. D.: Soil fertility studies with peanuts. North Carolina Agr. Exp. Sta. Bull. 330.
- (5) 二井内清之：砂丘地帯に於ける落花生の結実障害(第2報)，園芸学研究集録 第5輯，1952.
- (6) 渋谷常紀：落花生の地下結実に対する生理学並に生態学的研究。農及園，11(8)，11(9)，1937.
- (7) HIGGINS, B. B. and Others, Peanut breeding and characteristics of some new strains. Georgia Agr. Exp. Sta. Bull. 213, 1941.
- (8) 二井内清之：砂丘地に於ける落花生の結実障害(第1報)，育種と農芸，5(5)，1950.
- (9) CRATES, J. S. (農及園，23(4)，1947 抄録)
- (10) BURKHART, L. and PAGE, N. R.: Jour. Amer. Soc. Agron. 33(8)
- (11) BLEDSE, R. W., COMAR, C. L., and HARIS, H. C.: Absorption of radioactive calcium by the peanut fruit. Science. 109, 1949, (佐々木喬 綜合作物学工芸作物篇より引用)
- (12) BRADY, N. C., REED, J. E. and COWELL, W. E.: The effect of certain mineral elements on peanut filling. Jour. Amer. Soc. Agron. 40, 1948.

Summary

1. It is, hitherto, described that pops and faulty spot on the seed of the peanut is caused by soil drought and lack of calcium, but the studies of these mechanism is scarce. So we started on to clear these problems.

2. The influence to pops on the seed was not caused only by the drought of root zone, but the drought of peg zone. When the drought of both zone affected on the seed, the most severe injury

took place.

3. When the peg went into the soil and the pod was formed first, soil drought influenced most severely.

4. The effect of calcium was remarkable to remove injury even if the soil was dry, and we observed this was due to the calcium absorption by pegs chiefly. The effect of calcium was remarkable at the beginning of ovule-growth.