HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	大豆に於けるマメシンクイガ幼虫の減少經過及び大豆の被害：（害虫と寄主作物との生態學的研究　第１報）
Author(s)	西島, 浩
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(1), 112-125
Issue Date	1954-09-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11571
Type	bulletin (article)
File Information	2(1)_p112-125.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

大豆に於けるマメシンクイガ幼虫の減少經過及び大豆の被害*)

（害虫と寄主作物との生態學的研究　第1報）

西　島　　浩
（北海道大學農學部昆虫學教室）

Studies on the injuries of soybean varieties and the decreasing process of the larval population of the soybean pod borer, *Grapholitha gricinivorella* MATSUMURA.

(Ecological studies on injurious insect and its host crops. 1)

By

YUTAKA NISHIJIMA

I 緒　言

マメシンクイガによる大豆の被害の品種間差異は，早・晩生品種の如く主に莢の仲長期間が本害虫の産卵最盛期と稍ずれているために起る場合と，たとえ兩者が一致しても猶著しい差異を示す場合（桑原，1950）とがある。後者の場合，即ち眞の耐虫性と考えられるものの要因は，大別して成虫の寄主選好性，第1～第2齡幼虫に對する莢の内部の抵抗性（antibiosis）及び消極的な被害補償性の差異に基づくものであることが指摘されている（西島・黒澤，1953）。然しながら，害虫に對する作物の耐虫性は，昆虫と植物との interaction に關聯した1現象であり，多くの場合，比較的なものである（PAINTER, 1951）。從つて害虫の加害或いは作物の被害程度によつて區別された作物の耐虫性の强弱は，害虫の population との關聯なくして論ずることは危險であろう。ここに於て大豆品種間の耐虫性の强弱が本害虫の異なる population の下に於てどの程度の安定性があり，如何なる變動を示すかという問題は，本研究の第2段階として取り上げて置かねばならない。それは一面に於て，指摘された3要因の耐虫性機構に於ける重要性が比較されることにもなるであろう。この研究は以上の目的の下に，この種の研究に屢々用いられている卵の接種法（DUSTAN, 1929；VOUK, 1930；SCHLOSBERG *et al.*, 1939；PATCH, 1943；河田，1950；等）により行はれたものである。從つて實驗結果は主に大豆品種間の被害に就いて檢討された。然し野外に於ける昆虫の population の變動は增加の場合より減少の場合に多くの注意を拂うべきであり（EIDMAN, 1937），本實驗結果はその點に就いても2・3の知見を得たので併せて報告する。

本論に入るに先だち，終始懇篤なる御指導を與えられた内田登一・犬飼哲夫兩教授並びに渡邊千尙助教授に對し深甚なる謝意を表する。

II 材料及び方法

實驗圃場は1953年5月18日，北海道大學農學部昆虫學教室の圃場に設置した。この圃場は3品種3區制，1區内には地面と水平に埋めた約5万分の1の素燒製菊鉢を15個配列し，各品種10株宛の大豆を栽培し，全体を1.5 mm 目の金網枠

*) 本文の要旨は昭和28年度札幌農林學會及び昭和29年度日本應用昆虫・應用動物學會大會に於て講演した。

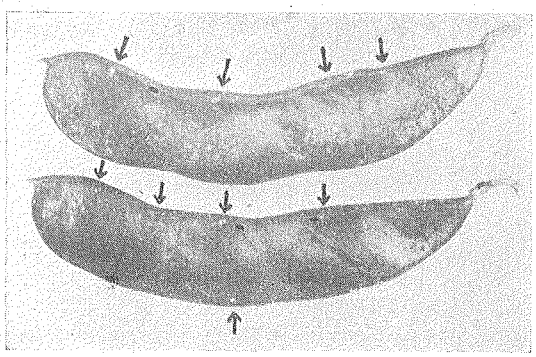
(1.5×1.5×1.2 m) で覆つた。各鉢當りの施肥量は，硫安 0.75 g.，酸硫加里 0.75 g.，過燐酸石灰 4.5 g.，とし，土壌は金網でふるつた後充分にまぜ合せて各鉢に略均等に入れた。接種實驗に用いた卵は孵化幼虫が莢に入る時期を略一定にし，且つ敵虫による損失を防ぐために總て孵化當日の略同條件の卵である。本害虫の卵は卵殻を通して内部の發育狀態が判る（桑山・小山田，1953）から飼育箱内で大豆の莢に産卵させた多數の卵を溫度操作により孵化前日まで（26°C 定溫器内で 5 日間）飼育し，孵化當日に健全な卵を莢に附着したまま小さく切り取つて接種した。大豆に接種した部分は莢柄の基部で，1 株の全莢に概ね均等に分布するように接種した。1 株當り接種卵數，接種時期，接種割合及び大豆の品種は，1950～1952 年に亘つて行つた本害虫の産卵に關する實驗調査結果を參考として，第 1 表の如く定めた。なお大豆の種子は北海道農業試驗場より分讓された純粹と思われるものである。

第 1 表　實驗計畫表

接種割合	10%（第 1 回）	70%（第 2 回）	20%（第 3 回）	大豆の品種名
接種月日	8 月 18 日	8 月 26 日	9 月 2 日	
接種卵數				
200 粒	20	140	40	十勝長葉，中生光黑，長葉稞 1 號
120 粒	12	84	24	同　上
70 粒	7	49	14	同　上
30 粒	3	21	6	同　上
0	0	0	0	同　上

第 1 回の接種日に於ては，各品種共殆んど開花が終り，莢長及び莢幅の伸長期に達していたが，卵の接種と同時に各株の莢數及び莢長を調べた。次いで第 2，第 3 回の所定數の接種を行い，各株が夫々成熟期に達した 10 月上旬に於て 1 株毎に接種結果の觀察を行つた。この觀察に於ける調査事項及び調査基準（括弧内）は下記の如くである。

1. 莢數（調査時に着生していた總ての莢。從つて落莢したものは含まれない）
2. 種子室數（概ね正常の生育をしたもので，畸形及び甚だしい生育不良のものを除く）
3. 健全種子數（概ね正常の生育をしたもので，種子實質に喰痕なきもの）
4. 被害種子數（種子實質が喰害されたもの）
5. 不稔種子數（その種子室に潜入痕がなく，種子室も概ね正常の生育をしているが，種子は甚だしく生育不良か又は淡黄色の粃狀になつたものを生理的不稔，その種子室に潜入痕があり，種子室は正常か稍々生育不良で，全面褐色に變色するか或いは種子の生育不良で且つ種皮の一部，特に臍部に褐色の傷痕があるものを本害虫による不稔と見做す）
6. 幼虫の潜入痕數（莢の表面の上位又は下位縫合線に沿つて存在する褐色の斑點で，微細な小孔があるもの。小孔の周圍の莢の組織は多少膨隆することが多い（第 1 圖）



第 1 圖　矢印が潜入痕，小孔（3 個）が脱出痕

7. 幼虫の脱出痕數（莢の表面に存在する徑 1 mm 内外の楕圓形の小孔（第 1 圖））
8. 莢内の幼虫の生存數（淡黄色乃至橙赤色を呈し，活潑に歩行するもの）

9. 莢内の幼虫の死亡數（体の一部又は全部が黒褐色に變色し，萎縮，歩行せず）

死亡した幼虫は更に死亡した部分と，死亡した狀態とによつて，次の如く區別した。

(A) 莢の組織中に於ける幼虫の死亡數：莢を割つて，潜入痕のある部分を内面から檢すると，幼虫が莢の組織を貫通して莢の内部に侵入した形跡がなく，且つ幼虫の死体がその潜入坑道中に認められるもの。

(B) 莢の内部に於ける幼虫の死亡數：潜入痕のある部分の内面は，微小な小孔ある褐色の斑點が認められ，且つその斑點に續く褐變した坑跡が認められるもの。これによつて，幼虫が莢の内部に侵入したことが明確に識別出來る。更にその坑跡をたどることによつて，本調査の如く莢が完熟した場合でも，幼虫の死亡した狀態が確認出來ることが多い。

(C) 莢の内部に於ける鬪爭による幼虫の死亡數：種子室の莢と種子との空間は，種子の生長と共に次第に少なくなり，遂には莢の内果皮と種皮とが密着して空間が全くなくなる。この時期になると，侵入した幼虫も亦次第に生長して喰害した種子と莢との間には自己の体と排泄した糞が入る程度の1つの空間を持つようになる。種子室内で發見される幼虫の死体のうち，健全な1頭の幼虫が占有しているかかる空間内の糞と共に認められるもので，且つ胸腹部に黑變した咬傷痕があるもの。かかる狀態で死亡した幼虫は，第3齡以後のものが多いので，前記(B)より區別して，莢の内部に於ける幼虫相互間の鬪爭による死亡と認めた。

以上の如き實驗及び調査結果の整理に當つて，採用した2·3の處理法及びその理由は下記の如くである。

(1) 實驗期間中の落莢數：既述の如く第1回接種日(18/VIII)に於て，本實驗に用いた大豆品種の開花は既に終了していた。又その後の生育經過に於て病虫害による莢數の減少，新たな花芽の分化による開花を認めることは出來なかつた。從つて次の如く算出した。

實驗期間中の落莢數＝第1回接種日の莢數－最終調査日の莢數。

(2) 莢外及び落莢による幼虫の死亡數：既述の如き接種法により，接種卵の孵化率は殆んど100%であつた。大豆は莖葉の繁茂に伴い，接種株と無接種株とが相接する狀態となつたが，無接種株には全然幼虫の潜入痕を認めなかつた。從つて孵化幼虫の株外移動を認めることは出來ない。孵化幼虫は接種した部分に最も近い莢に潜入する傾向がある（第2報參照）。又一度莢内に潜入した幼虫は，シロイチモンジマダラメイガの如く他莢に移動することは全くない。即ち接種卵から孵化した幼虫が，莢に潜入するまでの短期間に何等かの原因で死亡したもの及び潜入した莢が間もなく落莢したために發育出來ずに死亡した幼虫數は次の如くである。

莢外及び落莢による幼虫の死亡數＝接種卵數－幼虫の潜入痕數。

(3) 幼虫の生存數：10月上旬の調査時に生存していた莢内の幼虫は大部分が老熟期に近いものであつた。然し少數の莢には幼虫の脱出痕が認められた。莢内で老熟した幼虫は通常自己の占據する空間の周圍に吐絹し，然る後その空間内の適當な個所に脱出痕を造る習性がある。そのためか1頭の老熟幼虫は莢外えの脱出に際し殆んど常に1箇の脱出痕を殘し，他の幼虫が造つた脱出痕を利用することはない。從つて幼虫の生存數は下記の如く算出される。

幼虫の生存數＝莢内の幼虫の生存數＋幼虫の脱出痕數。

III 實驗調査結果

A. 卵及び孵化幼虫の population の減少經過

(1) 接種株の莢數と種子室數

實驗結果の記述に先だち，大豆の各接種株の莢數及び種子室數に關する調査結果を示せば第2

第2表　接種株の莢數と種子室數

接種區	莢數				種子室數			
	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計
0	187	187	151	525	478	360	408	1246
30	218	166	168	552	517	351	465	1333
70	180	184	153	517	461	386	424	1271
120	192	159	147	498	504	338	427	1269
200	204	185	164	553	542	376	453	1371
計	981	881	783	2645	2502	1811	2177	6490
備考	Block 間差	3.92	接種區間差	2.44	Block 間差	2.45	接種區間差	—
	品種間差	102.23**	品種×接種區	1.61	品種間差	248.22**	品種×接種區	—

表の如くである。

莢數と種子室數が接種區間，品種間，及びBlock 間で相違があつたか否かについて檢討すると品種間の差異は何れも明瞭に認められる。莢數に於ては「長葉裸1號」が最も少ないが，莢數の構成に於て1莢の種子室數が3～4室の莢が多いので種子室數が增加し，逆に1～2室の莢が多い「中生光黑」は種子室數が最も少ない。然しながらBlock 間，接種區間の差異はもとより，接種區間に於ける莢數や種子室數が各品種毎に異なつているとはいえない。結局本實驗に於ける大豆の莢數及び種子室數は，品種間に於て品種特有な差異が認められたが，接種區間に於ては概ね近似した條件下にあつたといえる。

(2)　幼虫の生存と死亡

一定數の接種卵から孵化した幼虫のうち，莢内に生き殘り老熟期に達したもの及び地中に潛入したものの數，即ち幼虫の生存數とそれ以外の幼虫，即ち何等かの原因で死亡した幼虫數とは，夫々の總接種卵數に對する比率と共に第3表に示した。

第3表に於て幼虫の死亡數及び總接種卵數に對する死亡數の比率（以下幼虫の死亡率という）は，何れも接種區間に於て顯著な差異がある。幼虫の死亡數及び死亡率と接種卵數とは高い正の相關關係にあり，接種卵數が增えるに從つて死亡數及び死亡率が明瞭に增加している。之に對して生き殘つた幼虫はその實數に於ては死亡數と同樣に接種卵數と共に增えている。然るに幼虫の生存率に於ては接種卵數の增加によつて次第に低下していることは興味ある事實と考えられる。即ち第2

第3表　幼虫の生存數及び死亡數とその接種卵數に對する比率

接種區	幼虫の死亡數				幼虫の生存數				幼虫の生存率 (%)				幼虫の死亡率 (%)			
	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計
30	82	72	85	239	98	108	95	301	54.44	60.00	52.67	167.11	45.56	40.00	47.33	132.89
70	238	193	247	678	182	227	173	582	43.33	54.05	41.19	138.57	56.67	45.95	58.81	161.43
120	509	445	513	1467	211	275	207	693	29.31	38.19	28.75	96.25	70.69	61.81	71.25	203.75
200	951	818	967	2736	249	382	233	864	20.75	31.83	19.42	72.00	79.25	68.27	80.58	229.10
計	1780	1528	1812	5120	740	992	708	2440	147.83	184.07	142.03	473.93	252.17	216.03	257.97	736.17
備考	幼虫死亡數の檢定								幼虫死亡率の檢定							
	Block 間差	2.23			接種區間差		670.88**		Block 間差	2.15			數種區間差		49.66**	
	品種間差	34.70**			品種×接種區		1.66		品種間差	38.87**			品種×數種區		—	

圖に明らかな如く，卵數と幼虫の生存率には負の相關關係が認められる。而もかような幼虫の生死數及びその比率と接種卵數との諸關係は各品種毎に異なつているとは言えず，各品種に共通した傾向であると考えられる。然しながら品種間に於ける幼虫の生死數及びその比率には統計的有意性があり，「中生光黑」に於ける幼虫の死亡數は他の2品種に比して明らかに少なく，死亡率も亦最低を示している。以上の如く本實驗に於ては大豆の各品種の卵數が一定であり，既述の如く接種區間に於ける莢數及び種子室數その他の諸條件が著しく異ならないにも拘らず，幼虫の生死數及びその比率は品種により異なり，又接種區により著しい增減が認められた。以下の各項に於ては接種卵から孵化した幼虫群が，このような最終結果を示すに至る減少經過を記述する。

(3) 莢外及び落莢による死亡

實驗期間中の落莢數（以下落莢數という），及び莢外並びに落莢による幼虫の死亡數（以下落莢死亡數という）と總接種卵數に對するその比率（以下落莢死亡率という）は，夫々第4表に示した。

第4表に於て落莢數も亦莢數と同樣な品種間差異が認められ，「中生光黑」が比較的少なく，幼虫の落莢死亡數にも同樣な傾向がうかがわれる。然し落莢死亡率には品種間の相違があるとはいえない。次に接種區間について檢討すれば，落莢數は接種區間の相違が認められない。然るに落莢死亡數並びに死亡率は，何れも接種區間によつて明瞭に異なつている。接種卵數が增えるに從つて幼虫の落莢死亡數並に死亡率は顯著に增加している。この結果は次の諸點によつて注意すべき生態的問題を含むものと考える。即ち接種區間に於ては (1) 既述の如き接種法により，孵化率及び孵化幼虫の敵虫による死亡率の相違はない。(2) 既述の如く孵化幼虫の接種株外移動を認めることは出來ない。(3) 莢數及び種子室數の著しい差異も認められない。(4) 第5表の如く莢數の大きさによる着生割合も亦殆んど差異がない。(5) それ故一定數の孵化幼虫は，幼虫が潛入すべき莢數とその大きさに關する限り，略々等しい條件下に置かれていたと考えられる。(6) この場合種々の大きさの莢に對して幼虫がもし等しい確率で潛入したとすれば，落莢率の接種區間差異が認められないから，落莢外死亡率は夫々近似した數値を示す筈であるが，結果は著しく異なつている。結局本實驗結果からは，幼虫數の增減によつて，幼虫の莢に對する選擇性の如きものが現れ或いは亂れることがあるものと考えなければならないが，之に就いては更に實驗を經て證明したい。

なお大豆の生理的な落莢は通常莢の伸長期に起るため，種子は甚だ小さく，潛入した幼虫は殆んど第1～第2齡間に落莢内で死亡する。かかる幼虫の落莢内死亡數について，圃場から採集した

第4表　落莢數と幼虫の落莢死亡數並びにその比率

接種區	落莢數				莢死亡落數				落莢死亡率			
	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計
0	65	34	43	142	—	—	—	—	—	—	—	—
30	63	36	56	155	16	20	13	49	8.89	11.11	7.23	27.23
70	54	45	52	151	50	34	56	140	11.91	8.09	13.33	33.33
120	62	46	45	153	265	246	251	762	36.80	34.17	34.86	105.83
200	85	48	52	185	627	482	586	1695	52.25	40.17	48.83	141.25
計	329	209	248	786	958	782	906	2646	109.85	93.54	104.25	307.64
備考	Block間差	1.75	接種區間差	1.92	Block間差	4.46	接種區間差	271.62**	Block間差	4.13	接種區間差	132.94**
	品種間差	62.38**	品種×接種區	1.49	品種間差	8.24*	品種×接種區	2.77	品種間差	6.71	品種×接種區	1.41

第5表 莢の長さによる着生率(%)

接種區	莢長 (cm)						
	0.5～0.9	1.0～1.9	2.0～2.9	3.0～3.9	4.0～4.9	5.0～5.9	6.0～6.9
0	6.14	13.41	8.37	22.85	38.56	10.03	0.64
30	4.75	11.69	9.20	27.47	34.18	11.90	0.82
70	4.82	8.75	11.19	25.39	36.22	12.84	0.78
120	5.91	11.33	10.65	25.15	34.67	11.53	0.76
200	5.70	9.02	10.15	23.48	37.44	13.16	1.05

第6表 札幌附近の大豆圃場に於ける落莢内の幼虫

年次	試料採集月日	莢数	平均莢長 (cm)	幼虫の存在莢数	幼虫数	莢数に對する比率(%)	
						幼虫の存在莢数	幼虫数
1951	9月8日	239	3.72	142	161	59.41	67.36
1952	9月12日	282	3.55	187	207	66.31	73.40
1953	9月14日	200	3.46	126	152	63.00	76.00

第7表 幼虫の潜入痕數その他

接種區	潜入痕數				潜入痕率				一莢當り潜入痕數				一種子室當り潜入痕數			
	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉裸1號	計
30	164	160	167	491	91.11	88.89	92.78	272.78	0.58	0.98	1.00	2.54	0.32	0.49	0.36	1.14
70	370	386	364	1120	88.10	91.90	86.67	266.67	2.06	2.10	2.38	6.54	0.80	1.00	0.86	2.66
120	455	474	460	1398	63.19	65.83	65.14	194.16	2.37	2.98	3.19	8.54	0.90	1.40	1.10	3.40
200	573	718	614	1905	47.75	59.83	51.17	158.75	2.81	3.88	3.74	10.43	1.06	1.91	1.36	4.33
計	1562	1738	1614	4914	290.15	306.45	295.76	892.36	7.82	9.92	10.31	28.05	3.08	4.77	3.68	11.53

材料によつて調べると第6表の如くである。即ち札幌附近に於ては普通の多毛茸品種の3～4cmで落莢した莢の60%前後に幼虫が認められ，ある程度の大きさの落莢内で死亡する幼虫數は，實際の栽培條件下でも少なくないことが明らかである。

(4) 莢上の幼虫の潜入痕

落莢以外の莢に認められた幼虫の潜入痕數その他の諸數値は第7表の如くである。

接種卵數に對する潜入痕數の比率（以下潜入痕率という）には品種間の差異が認められない。然し接種區間に於ては明瞭な相違が認められ，接種卵數の増加と共に潜入痕率が次第に低率となつた。但し潜入痕の實數は卵數と共に増減し，從つて一莢當り並びに一種子室當りの潜入痕數も亦同様な傾向が認められる。

(5) 莢内の幼虫の死亡

幼虫が莢を穿孔中及び莢の内部に潜入した後に死亡したものの總數（以下莢内死亡數という）と，その死亡數の潜入痕數に對する比率（以下莢内死亡率という）は，第8表の如くである。

幼虫の莢内死亡數は品種間に於て著しい相違はないが，莢内死亡率は「中生光黑」が一般に低率を示し，統計的有意性が認められる。次に接種區間に於ては接種卵數の増加と共に幼虫の莢内死亡數が著しく増加している。又莢内死亡率にも同様な傾向がある。即ち卵數が増えることによつて，幼虫の莢内への潜入痕數が増加し，從つて1種子

第8表　幼虫の莢内死亡數及び莢内死亡率

接種區	莢内死亡數				莢内死亡率(%)			
	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計
30	66	52	72	190	40.24	32.50	43.11	115.85
70	188	159	191	538	50.81	41.19	52.47	144.47
120	244	199	262	705	53.63	41.98	55.86	151.47
200	324	336	381	1041	56.54	46.80	62.05	165.39
計	822	746	906	2474	201.22	162.47	213.49	577.18
備考	Block 間差	2.14	接種區間差	92.92**	Block 間差	0.24	接種區間差	136.34**
	品種間差	4.98	品種×接種區	—	品種間差	13.15*	品種×接種區	1.24

室當りの潜入痕數も多くなり，結局莢内に於て死亡する幼虫數及び比率が増大するという一聯の關係をうかがうことが出來る。

(6) 莢内の幼虫の死因

第8表に示した幼虫の莢内死亡數は，幼虫が死亡した部分と死亡狀態によつて，既述の如き識別法により，莢組織中，莢の内部及び莢の内部に於ける鬪爭による死亡數に區別されるが，各々の莢内死亡數に對する夫々の實數の比率を示せば第9表の如くである。幼虫の莢内死亡數は，幼虫が莢の組織を通過した後，莢の内部に於て最も高率を示している。この莢内の死亡率には品種間差異が認められ，「中生光黑」が一般に低率を示していることは從來の知見と同樣である。然し鬪爭による死亡率は「中生光黑」が逆に著しく高率となつている。更に鬪爭による死亡率には接種區間に於ても明瞭な差異があり，接種卵數の増加と共に高

第9表　幼虫の莢内死亡數の内譯(%)

接種區	莢組織中				莢内				鬪爭				その他			
	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計
30	24.24	23.08	20.83	68.15	65.15	48.08	65.28	178.51	7.58	13.46	8.33	29.37	3.04	15.38	5.56	23.98
70	15.96	19.50	15.18	50.64	67.55	51.57	60.73	179.85	7.98	14.47	8.90	31.35	8.51	14.46	15.18	38.15
120	13.93	17.59	14.12	45.64	61.07	47.74	63.74	172.55	15.16	22.11	14.50	51.77	9.84	12.56	7.64	30.04
200	11.73	18.75	15.22	45.70	58.95	39.98	61.94	160.77	21.91	27.98	12.34	62.23	7.41	13.39	10.49	31.29
計	65.86	78.92	65.35	210.13	252.72	187.27	251.69	691.69	52.63	78.02	44.07	174.72	28.80	55.79	38.87	123.46

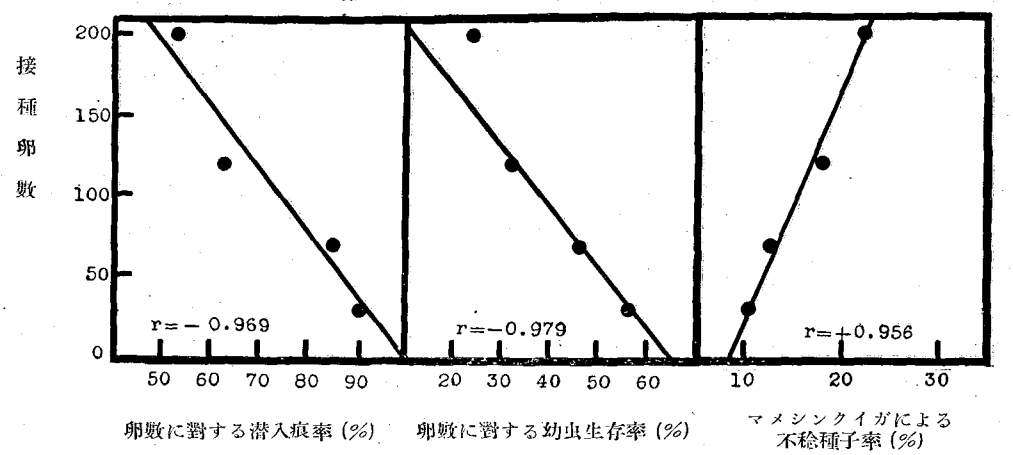
率を示している。接種卵數の増加によつて，1種子室當りの幼虫の潜入痕數が増加することは既述の通りであるから，莢内に潜入した幼虫群は，その生長に伴つて次第に行動範圍が制限され，結局鬪爭による死亡率が高くなるのであろう(第2圖)。この事實は莢の組織中及び莢内に於ける死亡幼虫は殆んど第1～2齡であるのに對して，鬪爭による死亡幼虫は第4～5齡のものが多いことからも推察されよう。以上述べた幼虫の減少經過は第3圖の如く明瞭に示される。

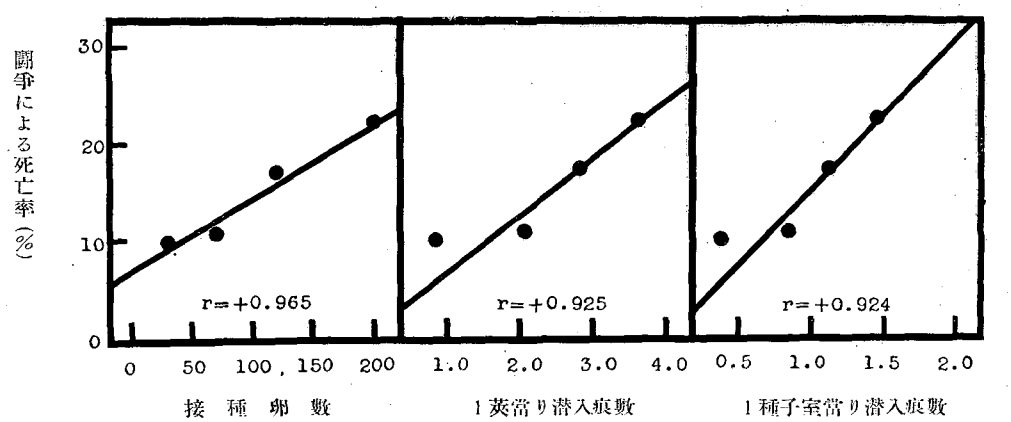
B. 卵及び孵化幼虫の population と大豆の被害

(1) 大豆の被害の實數

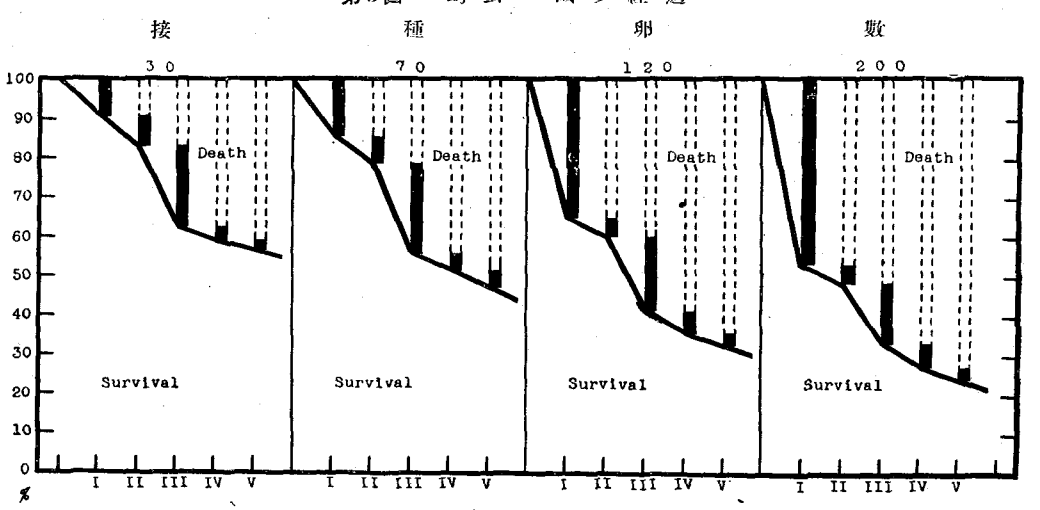
大豆の被害の實數は第10表の如くである。即ち成熟種子の被害數は接種卵數の増加によつて各品種共一樣に増加することが明瞭である。又不稔種子數では無接種區と接種區との間に明らかな相違が認められ，接種區は不稔種子數が著しく増加

第2圖　結果の2・3の關係





第3圖　幼虫の減少經過



備考：黑柱Iは落莢死亡率，IIは莢の組織中に於ける死亡率，IIIは莢内部に於ける死亡率，IVは莢内の鬪爭による死亡率，Vはその他のもの。

した。次に接種區間に於ては，接種卵數の增加により，マメシンクイガによる不稔種子數が增加しているが，それは各品種に共通する傾向ではなく，「中生光黑」では不明瞭な結果が認められた。

(2) 被害の實數と被害率

各々の成熟種子總數に對する被害種子の比率，即ち『被害步合』或いは『被害粒率』とよばれるものは第11表の通りである。同表に示されるように，被害粒率は接種區間で明瞭に異なり，品種間にも從來の試驗結果と同樣な相違が認められる。然しながら，マメシンクイガの加害經過及び大豆の莢並びに種子の生長經過を調べると，大豆の被害は單に成熟種子に認められる被害だけに止まらず，種子の生長の初期に侵入した幼虫により種子が不稔になる場合が少なくないと考えられる（第3報參照）。本實驗に於ても接種區の不稔種子數の明らかな增加が認められたから，大豆の被害を成熟種子の被害だけに限定することは妥當ではない。そこで成熟期の莢の種子室總數に對する健全種子，被害種子及び不稔種子の比率を示せば第4圖のようになる。

第4圖に於て黑柱と條柱の部分との合計がマメシンクイガによる大豆の眞の被害率と考えることが出來る。而してそれは卵數と共に明らかに增加して居り，その增え方は品種によつて異なつている。

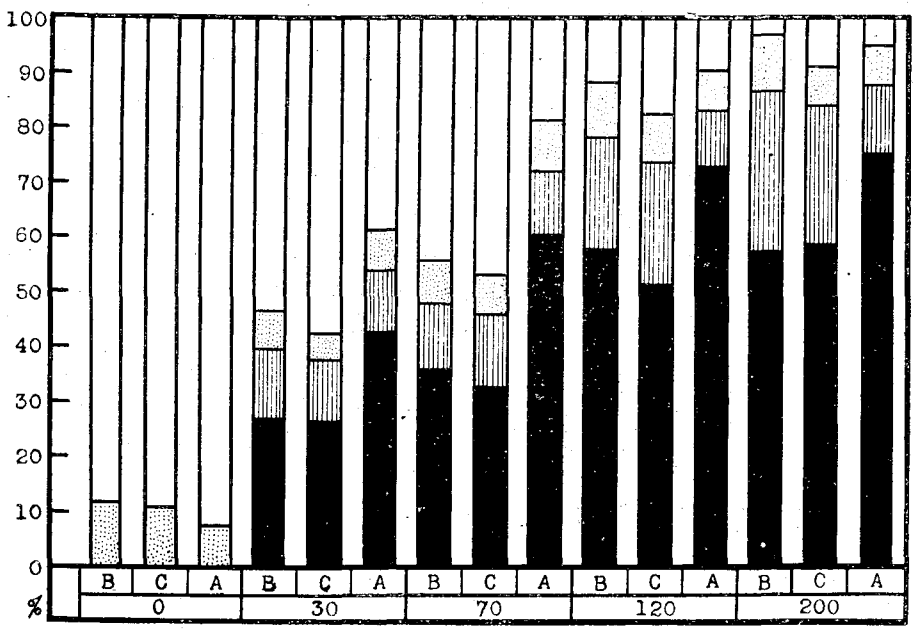
第10表　大豆の被害の實數

接種區	成熟種子數								不稔種子數							
	健全				被害				生理的				マメシンクイガによる			
	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計
0	420	332	363	1115	0	0	0	0	58	28	45	131	0	0	0	0
30	273	134	267	674	140	150	125	415	45	29	33	107	59	38	40	137
70	202	71	200	474	163	233	140	536	36	36	31	103	60	45	53	158
120	59	31	70	160	292	248	221	761	48	23	40	111	105	36	96	237
200	18	19	40	77	310	283	268	861	54	28	51	133	160	46	94	300
計	972	588	940	2500	905	914	754	2573	241	144	200	585	384	165	283	832
備考	被害種子數の檢定								マメシンクイガによる不稔種子數の檢定							
	Block 間差		1.77		接種區間差		47.36**		Block 間差		—		接種區間差		35.07**	
	品種間差		18.08**		品種×接種區		2.57		品種間差		22.82**		品種×接種區		7.04**	

第11表　被害粒率及び健全粒率

接種區	被害粒率 (%)				健全粒率 (%)			
	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計
0	0	0	0	0	100.00	100.00	100.00	300.00
30	33.90	52.82	29.98	116.70	66.10	47.18	70.02	183.30
70	44.66	76.39	41.18	162.23	55.34	23.61	58.82	137.77
120	83.19	88.89	74.92	247.00	16.81	11.11	25.08	53.00
200	94.51	93.71	87.01	275.23	5.49	6.29	12.99	24.77
計	256.26	311.81	233.09	801.16	243.74	188.19	266.91	698.84
備考	Block 間差	—	接種區間差	296.78**	—	—	—	—
	品種間差	193.68**	品種×接種區	9.90**	—	—	—	—

第4圖　大豆の被害率



備考：種子室數に對する健全種子（白柱），被害種子（黑柱），マメシンクイガによる不稔（條柱）及びその他の不稔（點柱）の比率。品種は十勝長葉（B），中生光黑（A）及び長葉稞1號（C）。下段の數字は接種卵數。

第12表　成熟種子の重量

接種區	成熟種子總重量 (g)				健全種子重量 (g)			被害種子重量 (g)		
	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	計	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號	十勝長葉	中生光黑	長葉稞1號
0	75.9	108.6	83.1	267.6	75.9	108.6	83.1	0	0	0
30	72.6	84.3	82.3	239.2	49.9	43.0	59.8	22.7	41.3	22.5
70	67.9	86.1	81.1	235.1	42.1	21.9	45.0	25.8	64.2	26.6
120	55.7	78.3	56.9	190.9	11.4	8.6	15.2	44.3	69.7	41.7
200	51.0	84.6	60.8	196.4	3.3	6.5	9.6	47.7	78.1	51.2
備考	Block間差	—	接種區間差	2.68		—			—	
	品種間差	35.56**	品種×接種區	—		—			—	

(3)　被害と收量

大豆の收量は一般に種子の重量で示されるから，各接種區の成熟種子の重量を測定した結果を第12表に示した。同表に明らかな如く，健全及び被害種子重量は，接種區と共に增減することが明瞭である。これは被害種子數が接種區と共に增減することから當然の結果であろう。然し兩者を合計した成熟種子の總重量に於ては接種區間では統計的に有意ではない。健全種子と被害種子との100粒重を任意の材料から採つて測定すれば，第13表の如く明らかな差異が認められるが，その差は著しいものではなかつた。結局大豆はマメシンクイガの加害量の增加によつて成熟種子の被害數，被害粒率，不稔種子數及び同率が何れも增加し，從つて健全な種子數が著しく減少するために品質上の重大な損害を蒙るが，收量に於てはそれ程大きな影響を受けないように思われる。

第13表 成熟種子の100粒重

品種名	健全種子(g)						被害種子(g)					
	I	II	III	IV	V	平均値	I	II	III	IV	V	平均値
十勝長葉	19.6	20.3	19.8	18.2	18.8	19.34	15.8	16.1	15.4	15.9	15.5	15.74
中生光黒	33.8	32.3	32.8	32.7	31.5	32.62	27.8	27.8	28.2	27.6	28.0	27.88
長葉裸1號	22.7	23.6	22.8	23.2	22.4	22.94	19.0	19.1	18.8	19.2	18.9	19.02

IV 考 察

(A) Population の減少經過

(1) 接種區間に於て認められた實驗結果の一部を要約すれば下記の如くである。

(A) 接種卵及び孵化幼虫の増加と共に増加したもの。

落莢死亡率(數)→潜入痕數→1莢當り潜入痕數→1種室子當り潜入痕數→莢内死亡率(數)→闘爭による死亡率→幼虫の死亡率(數)。

(B) 接種卵及び孵化幼虫の増加と共に減少したもの。

潜入痕率，幼虫の生存率。

本實驗では上記(A)項の矢印間は總て順相關係がある。然し幼虫の生活場所たる大豆株の莢數は結局は限定されるものであり，それ故接種卵を多くした實驗區を増やせば，恐らく sigmoid 曲線が示されるであろう。幼虫は大豆の生理的な落莢及び莢の内部に於て種々なる原因によつて死亡し，その結果幼虫の生存率は30粒接種區では平均55.7%から次第に低下して200粒接種區では平均24.0%に過ぎなかつた。即ち莢そのものが幼虫の減少に重要な役割を果していることが明らかである。然し何故接種卵の増加と共に幼虫の生存率が減少するのであろうか。これは主として落莢死亡率の著しい増加と，莢内死亡率，特に莢内の闘爭による死亡率の増加に基因するものと考えられ，population physiology の實驗的研究分野に於て屢々指摘されている"密度効果"或いは"space factor"の存在も亦否定出來ない。而して幼虫の莢内に於ける高い死亡率は，莢そのものの生物的抵抗因子と，棲息密度の増加に伴う幼虫相互間の生物的環境抵抗の増大によるものと考えられる。なおかくの如き減少經過により何れも半數以下に減少した幼虫は，過去3ケ年の室内及び野外飼育によれば土中に潜入して翌年羽化するまでにその65～98%が殆んど寄生菌類*)により死亡するのである。更に多數の寄生虫，捕食虫による死亡を考慮すれば，本害虫の發生に對する生物的制限因子が如何に重要なものであるかが想像されよう。害虫の分布及び分布地域の擴大の問題は別として，既にある地域の諸條件に適應し，或いは順化した多くの害虫の發生量には，氣象條件と生物的條件の何れが重要な役割を持つかは輕々しく論斷出來ない。況して樣々な習性や生活樣式をもつ多くの害虫を一樣に律することは困難であるが，然し本害虫の如き所謂慢性害虫，即ち GRAHAM (1939) のいう "balanced population at high density" に於ては，氣象條件は發生量に少なくとも直接的な制限因子とはならないように思われる。

(2) 品種間に於ては各品種とも上述の如き population の減少經過を辿るが，幼虫の減少率には品種間差異が認められる。即ち

(A) 接種卵數及び孵化幼虫が増加しても品種間差異があるもの。

幼虫の死亡率(數)，幼虫の莢内死亡率(幼虫の闘爭による死亡率)。

(B) 接種卵數及び孵化幼虫が増加しても品種間差異がないもの。

落莢死亡率，潜入痕率。

自然狀態に於て長葉系統の品種の幼虫の莢内死亡率が高いことは既に注意されている(西島・黒

*) 實驗材料を得る目的で，土壤消毒及び虫体消毒を行つた場合でも，やはり發生する。これらの菌類は，他の條件で死亡した後寄生するものではないようである。

澤, 1953)。この事實は本實驗結果に於ても再び認められた。その上かかる死亡率の品種間差異は，幼虫の莢内潜入數の如何にかかわらず起ることが明らかになつた。從つて抵抗性の要因としての幼虫の莢内死亡率の差異は略々安定的なものであると考えられる。このような若齢幼虫期に於ける死亡のほかに，幼虫相互間の闘爭による死亡率の品種間差異がある。これは幼虫の莢内潜入數が增加した場合，莢數の少ない品種が特に著しくなるのであるが，その數は少なく，耐虫性の要因としての重要性は殆んどないと考えられる。

(B) 大豆の被害と Population

本實驗結果を要約すれば下記の如くである。

(A) 接種卵數の增加と共に增加するもの。
被害種子率 (數)，不稔種子率 (數)，マメシンクイガによる不稔種子率 (數)，被害種子重量。

(B) 接種卵數の增加と共に減少するもの
健全種子率 (數)，健全種子重量。

(C) 接種卵數が增加しても著しい增減なきもの。
被害種子重量＋健全種子重量 (總收量)

(D) 接種卵數が增加しても品種間差異が認められたもの。
被害種子率 (健全種子率)，被害種子重量＋健全種子重量，(マメシンクイガによる不稔種子の發生)。

害虫による作物の被害量が，一般に害虫の寄生量に支配され易いことは當然であり，本實驗結果も接種卵の增加により，各品種とも被害種子及びその比率が增加した。それらの品種間差異は接種卵が株當り120粒までは依然として明瞭に認められた。然し被害粒率は接種卵數が200粒になると殆んど品種間差異がなくなる。これらの事實は產卵數の多少という要因が，他の如何なる要因よりも大豆の被害量を左右する上に決定的な役割をもつことを示すと共に，大豆の耐虫性品種栽培の應用的場面に於ける1つの限界を示唆するものであろう。然し卵數の增加によつて健全種子率が著しく減少するから，大豆は品質上の重大な損害を受けるが，被害種子重量＋健全種子重量，即ち總收量に於てはそれ程著しく低下しないことは注意されて良い。次に大豆種子の不稔が主に莢の伸長期に於ける虫害により起り易いことは既に報告されている (古谷, 1950; 田村, 1952)。然し本害虫による種子の不稔は從來全く注意されていない。本實驗結果に就いて見るに，不稔種子數は接種卵數の增加に伴つて明瞭に增加している。無接種區に於ても不稔種子が認められたから，害虫以外の多くの原因による不稔も發生することが明らかである。然し栽培條件が殆んど一定であるのにも拘らず，卵數の增加により不稔が增加するという結果は，本害虫の增加による不稔種子の發生を認めざるを得ない。而も不稔種子の發生は品種により異なる傾向がある。從つて單に被害種子率のみを取りあげて被害の品種間差異或いは耐虫性を論ずることは妥當ではなく，第4圖の如く種子室數に對する夫々の比率を以つて檢討すべきであると考えられる。

V 要　約

(1) 本報告はマメシンクイガの幼虫の密度と大豆の被害の品種間差異との關係を調査し，大豆の耐虫性の基礎として指摘されている要因の重要性を比較した。實驗は大豆3品種と4段階の卵接種區から成る。

(2) 幼虫は大豆を加害する過程に於て，莢の落莢，莢の組織中及び莢の内部に於て多數死亡する。幼虫の生存率は接種區間に於て異なり，接種卵數の增加と共に低下した。

(3) その理由は落莢及び莢の内部に於ける死亡率，特に幼虫相互間の闘爭による死亡率の增加によるものである。從つて幼虫數の減少には幼虫と莢との相互關係に加うるに接種卵數の增加により增大すると考えられる幼虫相互間の關係が大きな役割を持つことを明らかにした。

(4) 以上の如き幼虫の減少經過には品種間差異が認められない。然し幼虫の死亡率，換言すれば生存率には品種間差異がある。これは主に莢の内部に於ける死亡率が品種により異なるためである。

(5) 大豆の被害種子數，被害種子率及び不稔

種子率は何れも接種卵の増加と共に著しく増える。然しその増え方は品種により異なる。然し接種卵が200粒の場合には品種間差異が消失した。

(6) 從つて裸品種群と多毛茸品種群間に認められる產卵數の顯著な差異は，大豆の耐虫性に關係ある最も重要な要因であると考えられる。

參考文献

1) BODENHEIMER, F. S. (1931): Der Massenwechsel in der Tierwelt Grundriss einer allgemeinen tierischen Bevölkerungslehre (Arch. Zool., XVI, 98～111).
2) DUSTAN, G. G. (1929): Preliminary notes on the mortality and feeding habits of newly hatched Oriental Peach Moth larvae (60th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario., 108～111).
3) EIDMAN, H. (1937): Zur Theorie der Bevölkerungsbewegung der Insekten (Anz. Schädlingsk., 13 (3/4), 25～26, 47～52).
4) EMERSON, A. E. (1939): Populations of social insects (Ecol. Monogr., 9 (3), 287～300).
5) GRAHAM, S. A. (1939): Forest insect populations (Ecol. Monogr., 9 (3), 301～310).
6) HARUKAWA, C., TAKATO, R., KUMASHIRO, S., (1935): Studies on the rice-borer. III. On the Population density of the rice-borer (大原農研報告., 7 (1), 1～97).
7) 古谷義人 (1950): 大豆の稔らない原因 (農業及園藝, 25 (11), 992～994).
8) 河田 黨 (1950): 螟虫による稻の被害に關する研究 (農林省農試報告., 66, 1～60).
9) 桑原武司 (1950): 大豆莢蟲虫の被害と品種との關係 (北海道大豆增產協會, 第2輯, 1～21).
10) 桑山覺・小山田碩 (1953): マメシンクイガ卵の發育に及ぼす溫度の影響 (札幌農林學會報, 39 (3), 23).
11) MACLAGAN, D. S. (1932): The effect of population density upon rate of reproduction with special reference to insects (Proc. Roy. Soc. Lond., (B), 773, 437～454).
12) NEISWANDER, C. R., HERR, E. A. (1930): Correlation of corn borer population with degree of damage (Jour. Econ. Ent., 23 (6), 938～945).
13) 西島浩・黑澤强 (1953): マメシンクイガによる大豆被害粒率の品種間差異に影響する諸要因に就いて (北海道農試彙報, 65, 42-51).
14) 岡田一次 (1948): ダイヅシンクイガに關する研究 (寒地農學, 2 (3), 193～239).
15) PAINTER, R. H. (1951): Insect resistance in crop plants (Macmillan Company, 520 pp).
16) PATCH, L. H. (1943): Survival, weight and location of European corn borers feeding on resistant and susceptible field corn (Jour. Agr. Res., 66, 7-19).
17) SCHLOSBERG, M. & BAKER, W. A. (1939): Sweet corn resistant to larval survival of the European corn borer (Jour. Econ. Ent., 32 (4), 530～534).
18) SMITH, H. S. (1939): Insect populations in relation to biological control (Ecol. Monogr., 9 (3), 311～320).
19) 田村市太郎 (1952): 大豆の害虫に關する生態學的研究 (關東東山農試., 287 pp).
20) THOMPSON, W. R. (1939): Biological control and the theories of the interactions of populations (Parasitiology, 31 (3), 299～388).

Résumé

In pursuit of information on the varietal difference of soybean to the soybean pod borer, *Grapholitha gricinivorella* MATS., it has been found that the basis of resistance is attributed to three items, preference to hairiness, antibiotic characters of the pod and tolerance of soybean (NISHIJIMA et KUROSAWA, 1953). This basis has been given by what is regarded as normal relationship and it is, of course, relative difference which may be partly modified under the various degree of borer populations. In this case, it must be ascertained whether the expression or permanence of the resistance is affected by possible change of the borer populations or not. From the consideration as stated above, the experiments to be reported in this paper were carried out by the method of artificial infestation. The eggs had been deposited on the soybean pod in the rearing cage. When those were nearly ready to hatch, following laboratory incubation, the small pieces of the pod containing one egg were stuck on each of soybean varieties, each 30, 70, 120 and 200 per plant. The resultant larval population and the state of the seed were determined by the detailed dissection of the pod and the following results were obtained.

It was shown that the decrease of the larvae in number in the course of the growth from hatching to the full grown borer is resulted from the death of larvae resulted from the

falling of sterilized pods and the struggle for existence within the pod as well as the tissue layers in the pod and certain factors within it. The mortality due to the struggle and the sterilized pod increased markedly with the increase of the initial egg number. Thus, the percentages of survival of larvae, being much reduced from 55.7 per cent in 30 eggs to 24.0 per cent in 200 eggs per plant, correlated negatively with the egg number. The data so far given had emphasized that the insect-plant interaction in addition to the occurrence of the density effect or space factor with the increase of the borer population is largely responsible for the decrease of the larvae during their feeding period on soybean. Though uniformely increased with the egg number, the percentage of larval death within the pod differed with the soybean varieties. The varieties of Nagaha-strain showed a marked inhibition to larval survival which was substantiated in succeeding experiments from 1951 to 1953.

The phase of infestation of the soybean varieties was observed much different according to the number of eggs stuck. In each variety the high positive correlation was obtained between the percentage of injured seeds and the number of eggs. However, in so far as the number of eggs per plant was 120, the percentags of injured seeds somewhat differed with varieties, while in the treatment with 200 eggs per plant, there disappeared significant difference on account of heavy infestation. This fact indicated that the most important source affecting the varietal resistance of soybean is the conspicuous differences of the number of eggs deposited by the moth which prefers to the hairy varieties. Though the weight of seed did not so decrease, the number of sterilized seeds within the pod was marked increased with the number of eggs. It was clearly indicated that the sterilization of seeds is caused by boring or feeding of the larvae, excepting a few physiological ones.