

The Reduction in Yield of Rice Caused by the Infestation of the Rice-borer.
(Preliminary note). Yūzo MIYAMOTO (Entomological Laboratory, Kyoto University).
Received May 30, 1950. *Botyu-Kogaku* 15: 110. 1950 (With English resume 113)

19. 第二化期の二化螟虫による稲の被害について* (予報)

宮本裕三 (京都大学 農学部 昆虫学研究室) 25.5.30 受理

二化螟虫 (*Chilo simplex* BUTLER) の加害に依つて稲の収量が変化するとき、第一化期の幼虫による被害は稲の分蘖其他生理的生態的狀態を通して収量にあらわれて来るのに対して、第二化期のそれは成熟期にある稲稈が害を受けるのでより直接に収量に影響して来ると思われる。第二化期の二化螟虫の被害稈に穂つた籾が、その稈の受けた被害状況によつてどの様にその平均籾重量及びその比重別組成、換言すれば完全粒歩合にどのような影響を與えるかを調べて見た。此の調査は、後に示す様に稲のただ一つの品種、ただ一つの土地栽培条件の下で行つただけのもので、米作の又二化螟虫生態の複雑さを思うとき、この結果を以て全般を律することが出来るとは勿論考へてもない。しかし籾の生産に二化螟虫の第二化期幼虫の加害がどのような影響を與えるか的一端について、何等かの示唆を與えるものとして、今回の調査結果を報告し度い。

この調査を行うに當つて、終始御指導を賜つた内田俊郎教授、種々御協力を惜まれなかつた河野達郎氏、本研究室員各位、圃場について便宜を與えられた京都大学臨津農場長並河功教授、福田照助教授、植木邦和の諸氏に深い感謝の意を表わすものである。

I. 調査方法其他

この調査は高槻市にある京都大学農学部附属臨津農場で行われた。同場に於ける耕種法の大様を示すと次の通りである。

- 1) 品種 京都旭
- 2) 苗代 塗込式水苗代
播種期 5月12日、播種量坪当2合
苗代肥料(坪当) 基肥 油粕45匁、硫安20匁、
過磷酸石灰55匁、糞製加里20匁、追肥硫安20匁
- 3) 前作 小麦
- 4) 本田肥料(段当) 基肥 堆肥約200匁、硫安4匁
6月26日施肥、追肥 硫安2匁 7月20日施肥
雞糞15匁 8月5日施肥
- 5) 挿秧 6月29日、株間南北7寸-東西9寸、1株本植
- 6) 中耕除草 7月中、下旬機械除草縦横各々二回、
7月末手取一回
- 7) 落水 9月下旬
- 8) 刈取 11月上旬

この年は暖冬寒春と形容される様に低温が長く続き特に7月に入つてから例年に比し著しく日照量少く、

且つ低温であつたために稲の生育は良好ではなかつた。しかし7月下旬以降9月上旬までは温度も高くなり、日照量も多かつた上に、水も豊で稲は生育の遅延を取り戻し、8月下旬には草丈平均95匁、分蘖数平均14本でほぼ平年なみになつた。しかるに9月中旬頃より再び日照不足とそれに伴ふ低温に見舞われ、一部にはホクビイモチの発生した田もあり結局収量は平年作をやや下廻る結果であつた。実験に使用した田の籾の実収量は段当4.8石で、幸にホクビイモチ其他の病害にも犯されず、又調査の爲に踏込んだ影響は検討したが、見出すことが出来なかつた。暴風による折損は殆んどなく、出穂期は9月5日、開花は9月12日で、共に平年に比し著しい遅速はない。

調査に用いた稲の被害莖は、予め二化螟虫を採卵と葉鞘変色莖を切除して未だ分散を始めない若い幼虫を取り去ることを繰返して、驅除した実験区に、人為的に接種した螟虫卵に基くもので、接種された圃塊は4、その各に含まれた卵数は119, 148, 105, 159で前2者は8月30日に後2者は8月27日に孵化した。調査は10月27日と30日に刈取つたものについて行つたが刈取時に於ても、各圃塊にもとずく被害莖は各独立して互に重なり合う様なことはなかつた。

かくして被害莖に穂つた穂について平均籾粒重及び比重別組成を調査した。籾は予め25°Cの恒温で飽和食塩水を用いて調湿した。籾の含水量は平均14.9%乃至15.4%で、大凡15%と見てよい。比重を分けるには、食塩水を用いた。尙この調査結果には採り入れることの出来なかつた“出すくみ”及び極く早い時期に白穂化して全く壞腐してしまつた穂が4穂あつたことを考慮に入れる必要がある。

II. 調査結果及び考察

先ず稲に第二化期の二化螟虫の被害を補償する能力があるかどうかを考へた。そのために被害を受けた稲株中の無被害莖と、被害を受けなかつた株中のそれとの穂を比較して見た。その結果は第1表に示した。

此の結果について FISHER の F-分布を用いて有意の差があるか否かを検討した。被害を受けた株内で被害を受けなかつた稈には、10月27日に収穫したものと30日に収穫したものとがあるが、此の両者の間には有意な差は認められなかつた。更に此等のものと被害を

* 京都大学農学部昆虫学研究室業績第192號

第1表：平均粒重量及び比重別組成

	粒重量	比重 ~1.05	1.06~ 1.07	1.08~ 1.09	1.10~ 1.11	1.12~ 1.13	1.14~ 1.15	1.16~ 1.17	1.18~ 1.19	1.20~
無被害株の無被害莖	mg 28.3±1.7	% 12.3	0.7	0.6	1.0	1.2	2.2	5.6	17.8	58.1
被害株の無被害莖	20.2±3.0 ¹⁾	11.7	0.4	0.5	1.0	1.5	1.8	6.0	14.5	62.5
	29.2±2.1 ²⁾	10.3	0.2	0.5	0.9	0.7	1.1	4.6	18.1	63.3
被害莖	26.6±4.3	21.5	1.0	2.2	2.6	4.4	5.4	9.5	20.2	33.2
粗粒平均重量	mg 15.1		22.8	24.0	24.8	26.0	27.1	28.3	29.9	31.6
健全米粒率	% 0.0		0.0	0.0	3.7	5.8	20.5	80.8	90.3	100.0

1) 10月27日収穫 2) 10月30日収穫

受けなかつた株のものとの間にも有意の差は認められない。しかし第二化期の二化螟虫の加害は主稈及び低次分蘗の比較的生産力の高いものに多いことを考えたならば、此の結果を以て一概に稲には第二化期の二化螟虫の加害に対して補償作用がないと云ひ切れない様である。

以上の検討、又以下の考察に當つても、穂の着粒数は考慮に入れなかつた。それは、穂の穂の着粒数は第二化期の二化螟虫の加害する時期の前にすでに決定されると考えられるからである。故に同位の穂については粒の一粒当り平均重量の変異を以て、その穂の生産力の変異を直接に示すものと考えたのである。今の場合被害を受けなかつた株と、被害を受けた株の、被害を受けなかつた穂より得た穂を全部一緒にして、以下に述べる検討の標準とした。第1表より見ると、無被害莖と被害莖との間には、その平均粒重量及び比重別組成共に相当の相違がある様に思われる。比重別組成については、それを直接に比較する適當な方法が得られなかつたので、便宜上粒の比重別区分を 1) 比重1.06以下、2) 比重1.06より1.12以下、3) 比重1.12より1.18以下、4) 比重1.18以上の四つの部分に総括してその各の部分に含まれる粒の比率の異常を考へて見た。この四つの内 1) の約3分の2は秕であつて、完全粒は全くない。2) は完全粒は殆んどないが、秕も又全くない。3) は相当に完全粒を含んでいるが、その充実は完全ではないものが多い。4) は殆んど全てが完全に充実した粒よりなつてゐる。各々に属する粒の比率の異常を定めるには、まずその正常な比率の範囲を決めることが必要である。無被害莖全部より得られた結果について、F-分布を利用して危険率1%でその各々の範囲を計算してそれを標準とし、その範囲を逸脱するものをその階級について異常の生じているものと考えた。無被害莖より得られた各々の部分の比率の分布はやや歪んではいらぬがほぼ正常分布に近い分布型をしている様であるから、此の検討に F-分布を用いて標準となる範囲を求めても大きな過誤はないものと

考えられる。その正常範囲は次の通りである。

- 1) 0.0 — 26.5 %
- 2) 0.0 — 7.8 %
- 3) 0.0 — 25.4 %
- 4) (8.8—100.0 %)

以上の結果を加害された節数及び加害された部位について示したのが第2表である。

これによると比重の最も軽い(1)の部分に、最も異常率が低く、それより比重の重い方へ行くにともなつて異常率の

高くなる傾向が認められる。又被害程度を加害された節間の数で示すと、被害程度が重くなるほど各級共に異常の率は明かに高くなる。

第2表：被害程度及被害部位による粒の比重別組成の異常率

被害節数	被害部位	比重 ~1.05	1.06~ 1.11	1.12~ 1.17	1.18~
0	(対照)	2.1	2.1	2.1	2.1
1	(1.)*	100.0	0.0	0.0	0.0
	(2.)	9.5	9.5	23.8	23.8
	(3.)	9.1	9.1	18.2	18.2
	(4.)*	50.0	100.0	50.0	50.0
	合計	14.3	14.3	22.9	20.0
2	(1,2.)	5.0	15.0	15.0	15.0
	(2,3.)	10.8	27.0	40.5	43.2
	(3,4.)	66.7	66.7	77.8	88.9
	合計	14.6	28.2	38.4	41.8
3	(1,2,3.)	30.0	36.7	50.0	50.0
	(2,3,4.)	74.4	83.2	87.6	96.3
	合計	49.1	56.6	66.0	69.8
4	(1,2,3,4.)	45.0	65.0	65.0	65.0
合計		26.1	36.5	45.5	47.9

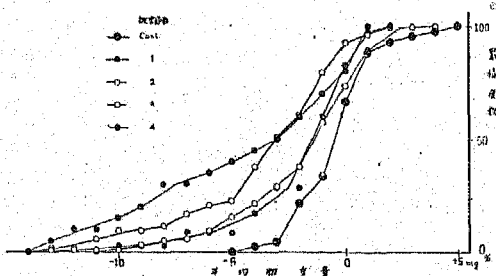
* は例数少きもの

稲の穂を縦に切つて見ると、基部に筍状に節間の短い節が数節あり、その上方に節間の伸長した節が4~5ある。此の節間の長く伸びたものを下方から順に番号を付けて被害を受けた節間の位置を示すと、被害程度が等しいものの間でも、被害の部位がことなると異常の率が相違し、被害が高いところに及んでいるほど異常率は高くなつてゐる。

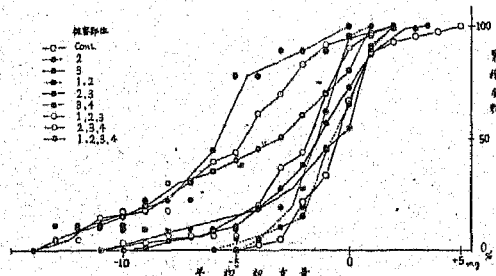
比重別組成の異常は、各比重部分から第1表に示した様な完全粒率を持つてゐることにより、米質に対する影響を示していること出来る。更に各穂について粒の平均粒重の変化と加害状況との関連を調べ

を見た。その結果を第1図・第2図とに示した。第1図は被害程度によつて、第2図はさらに被害部位によつて、各の平均粒重の相対度数を粒重の小さなものから累積した曲線である。此等の図によつて明かに判る様に、被害程度が甚しくなると平均粒重量の軽い穂の割合が増加して来る。又被害程度の等しいものの間では、加害された節間の位置が高いほど、平均粒重の低いものが多くなる。しかも被害程度を異にするものの間でも、被害を受けた節間の最も上の(穂に近い)ものと同じ位置のものは、被害程度が等しくて、被害を受けた節間の最も上のものの位置がことなるものよりもむしろよく似た傾向を探ることは興味が深い。

第1図



第2図



このことは、第二化期の二化螟虫に加害された稲の収量減少は、被害の程度よりもむしろ被害部位の高さに大きく支配されることを示すものと考えられる。

稲の減収について、被害程度と被害部位との間では被害部位の方が優位を占めるものであると考えた。しかしここで見られた被害部位の差による影響が真にそれのみの効果であるか又はそれと被害を受けた時期の早晚とが伴つて影響しているのかについて考える必要がある。本調査では此の点について確な結論は得ることが出来なかつた。しかし一つの試みとして、粒の決定されるのは開花後間もない比較的早い時期であることに注目して、比重の最も軽い比重1.06以下の部分が異常に増加したものと、通常であつたものとに分けて、その各の平均粒重量を調べて見た。しかし粒の増加が直接に平均粒重量の減少と関係して来るから、両者の間に著しい対照を生じて来ることは当然である。故に比重1.06以下のものを除いた粒の中で比重

1.18以上のものの占める割合の異常を前に述べたと同様の方法で調べた。無被害室について得たこの部分のものの占める率の範囲は56.7乃至100.0%であつた。此等の結果は第3表に示してある。

第3表：粒の増加と平均粒重の関係

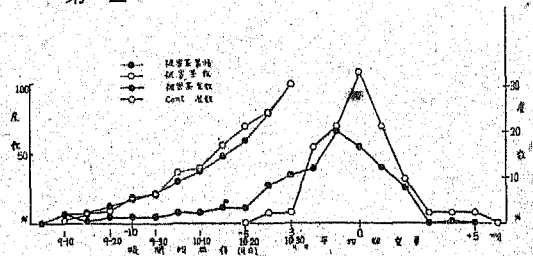
被害部数	被害部位	比重 1.06 以下異常 mg	比重 1.06 以下正常 mg	被害室総数 に対する
0	対照	—	28.8	—
1	(2)	23.8	28.0	10.0%
	(3)	23.6	28.6	5.2%
	合計	23.7	28.2	16.6**
2	(1,2)	24.2*	28.7	9.5%
	(2,3)	23.7	27.9	35.1%
	(3,4)	21.5	28.9*	4.3%
	合計	22.9	28.1	48.8%
3	(1,2,3)	24.3	28.2	14.2%
	(2,3,4)	21.9	28.2	10.9%
	合計	22.7	28.2	25.1%
4	(1,2,3,4)	20.5	28.1	9.5%
被害室総数 に対する率		26.1%	74.9%	—
比重 1.18 以上 異常の率		95.7%	21.2%	37.7%

* 例数の少ないもの

** 被害部数1の中には第1,4節の被害が3例ある

此の表によると、比重1.06以下の部分の異常に増加しているものはその正常なものに比べて平均粒重量が著しく小である。更に比重1.18以上のものが異常に減少したものの率も、前者が21.2%に対して、後者は95.7%と比重1.06以下のものが異常に増加したものでは甚しく高くなつている。此の点から見ても比重1.06以下のものの異常に増加したもので平均粒重量が小くなつていることは單に粒の増加した事のみによるのではなく、完全粒が減つたことの二つが総合的に働いていることが想像される。そこで更に実際に観察された被害室の時間的推移と、平均粒重量の相対度数の被害室と無被害室とに於けるもの差について累積曲線を作つて両者を比較して見た。その結果は第3図に示されている。図で、10月30日に於ける被害室実数を平均粒

第3図



重量の(-) 3.0mgと一致させたのは、同図に併せ示してある、無被害莖と被害莖とに於ける各穂の平均籾重量の度数分布を比較して見て籾重量の減少が 3.0 mg以上の部分に於て両者の間に明かな差が認められると考えたからである。又被害莖の推移に於ける時間と平均籾重量の変化の単位を同一のスケールに採つたが、勿論之は仮りに行つたもので、当然両者の間に函数的な関係があるものと想像出来る。ここではたゞ二つの曲線がよく似た傾向を示すことのみ注目したい。

比較的早い時期に決定されると考えられる籾が異状に増加したものに於ては、又完全粒の多い比重 1.18以上のものが著しく減少したものが多く此の総合的な結果として平均籾重量の著しく軽い穂が多くなること、及び被害莖増加の趨勢と被害莖に於ける平均籾粒重の相対度数の累積曲線とがよく一致した傾向を示すことは第二化期の二化螟虫の被害による籾収量の減少が、その加害時期の早晩に大きく左右されることを示唆していると考えられる。

第4表：被害莖の減収

区 分		総被害莖に対する率	被害による籾重の減少	
被害節数	1	16.7	1.4	0.2
	2	48.6	1.5	0.7
	3	24.8	3.2	0.8
	4	10.0	4.1	0.4
合 計		100.1		2.1
被害部位	第2	17.3	0.7	0.1
	第3	57.5	1.4	0.8
	第4	24.8	5.1	1.3
合 計		99.6		2.2
平均籾重量	健全莖			28.8
	被害莖			26.6
	差			2.2

尚今回調査した稲について減収量を計算して見た。その結果を第4表に示してある。平均籾重量の減少は直接に、測定値を比較すると標準に比し 2.2 mg の減少で、之は 7.7% に当る。又各被害程度及び被害部位により得た値を用いて間接に計算してもほぼ 7.5% となる。又第1表の数値を用いて完全粒率を計算すると標準では、全籾数の 85.5% が完全粒であるのに対し、被害莖では、完全粒は 63.0% であつて、無被害のものに比し 73.7%、換言すれば 26.3% の減少を示している。

III. 綜 括

1) 無被害莖でそれが第二化期の二化螟虫によつて加害された株と、加害されなかつた株とから得られた

もの間には、平均籾粒率についても、比重別組成についても有意の差はない様である。しかし種々の条件より見て、一概に稲に第二化期の二化螟虫の被害を補償する能力がないと結論することは出来ない様に思われる。

2) 被害を受けた節間数が多いほど、又被害を受けた部位が高いほど平均籾重量は軽くなる。又各穂に於ける平均籾重量の分布は被害を受けた節間数が異なるもの間に於ても、被害部位の高さが同等であると、反つて被害節間数が同じもので、被害部位の高さを異にするものよりもよく類似した傾向を示す。

3) 比重 1.06 以下の秕部分が異常に増加したものではその部分を除いたものに対する比重 1.18 以上の完全粒の多い部分が異常に減少したものが多く、この両者の影響で平均籾重量の甚だしく軽いものが積んでいる。又、被害莖の時間的推移と、被害莖の各穂に於ける平均籾粒重の相対度数の累積曲線はよく一致した傾向を現わす。これらのことは第二化期の二化螟虫の被害による籾収量の変化は、加害時期の早晩が大きい影響力を有していることを示すと考えられる。

4) 此等のことより見て第二化期の二化螟虫の加害条件の内で、最も大きく稲の収量に影響するものは、稲の成熟と相対的な加害の時期及び、加害部位の高さであつて此等のものに比べると、被害を受けた節間の数の多少は比較的影響が小さいものと考えてよい様である。

5) 今回の調査では籾収量は標準に比し平均籾重について 7.5%、完全粒数について 26.3% の減少であつて第二化期の二化螟虫の被害は籾生産量よりも、籾品質に大きく影響を及ぼしたものの様である。

Résumé

The present paper is the report concerning the results of my observations on the yield reduction of the rice plants infested by the second generation larvae of the rice-borer, *Chilo simplex* Butler.

This experiment was carried out in the farm, belonging to the Agricultural Department of Kyoto University, at Takatuki City, Osaka prefecture.

The rice culms examined were infected by the rice-borer which has arisen from its eggs. The eggs were artificially inoculated on the rice culms in the experimental plots. The plots had been cleaned up previously by taking off the stalks, which had been changed in leaf colour by the infestation of the very young borer.

The artificially inoculated eggs hatched

between August 27 and 31, and the rice-plants bloomed September 12. The variety of rice plants used was "Kyoto Asahi," the midseason variety. The yield of this year was slightly less than that of the average year, due to low temperature and short of sunshine, during the middle of September to the beginning of October.

The results obtained are as follows:

(1) Between the ears of uninfested culms in the infested rice plants and ones in the uninfested rice plants, any significant difference is not recognized regarding the average number of paddy in a ear and the specific gravity of a rice grain. But with this result, I think, it is impossible to conclude that rice plants have no compensative ability against the infestation by the rice-borer.

(2) The reduction of yield increases with the increase of the number of the internodes infested, and with the rise of the height of the internodes infested. When the culms of different degrees of infestation and the culms have the same height of infested internode, the reduction of the mean weight of a grain in a ear resembles one another more closely than when culms with the same degree of infestation and a different height of infested internode.

This fact suggests that the influences of the position of infestation is greater than those of the degree of infestation.

(3) The cumulative frequency curve of the mean weights of a grain arises from a infested culm and the daily increase of the number of the infested culms shows a similar tendency. When the ears having many blasted grains examined the mean value of weight of a grain and the ratio of the number of perfect grain to that of excluding the blasted grains both decreases markedly. Whether the grains are blasted or not is determined at an early period, during the several days after the flowering of rice plants. Therefore, it seems that the reductions of the yield and the ratio of perfect grains are influenced by the earliness of the relative period of borer infestation against the maturation of rice plants.

(4) From these facts it can be concluded that the degree of infestation by the rice-borer affecting the reduction of yield of rice plants are determined by the time and the position of the borer's infestation but the number of infested internodes is negligible.

(5) The ratio of reduction of the yield and the ratio of the reduction of perfect grains were calculated. The former was found to be about 7% and the latter to be about 27% to the control. Accordingly, it seems that the damage of rice caused by the rice-borer is greater in the quality than in the quantity of the rice grain.

Molecular Structure of γ -BHC. Minoru NAKAZIMA and Tosihiko ORWA (Laboratory of Agricultural Chemicals, and Takei Laboratory, Institute for Chemical Research, Kyoto University) Received May 31, 1950, *Botyu-Kagaku* 15, 114, 1950 (with English résumé 116)

20. γ -BHC の分子構造に就て * 中島稔, 大岩俊彦 (京都大学 農薬化学研究室及び化学研究所 武居研究室) 25. 5. 31 受理

Vloten 等⁽¹⁾ 及び Bijvoet⁽²⁾ は X 線解析から、又 Bastiansen 等^(3,4,10) は電子線廻折法で γ -BHC の構造は pppeee であると報告した。有機化学的方法による構造決定の爲にかねてから中島等^(5,6) は γ -BHC の脱塩酸反応とその反応生成物の塩素化を行い、又大岩等^(7,8,10) は γ -BHC の直接の塩素化を行っていたが、今回両者の得た実験結果を綜合検討することによって γ -BHC 並びにその近縁化合物の原子の立體配置を決定し得たので茲に報告する。

Cristol⁽⁹⁾ は dioxane 溶液中で α -BHC に brucine を作用させて光學活性體 (1-form) の分離に成功したが、 γ -BHC に同様に brucine を作用させて得た油状

固體は旋光性を持たなかつた。大岩等も亦 γ -BHC に種々の條件で brucine を作用させて得た産物がやはり旋光性を持たない事を知つた。このことから γ -BHC は対称構造であろうと考えられる。(実験結果 1)。

又大岩等は先に γ -BHC の塩化物から融点 55~55.5° の heptachlorocyclohexane の一新異性體を得た。⁽⁸⁾ その後 dioxane 溶液中でこのものに brucine を作用させて融点 54~55° 比旋光度 -21.6° の結晶を得

* 本研究に対して御指導戴いた武居三吉教授、大野稔博士、種々の御指示を戴いた東京大学理学部森野米三教授並びに実験に協力された大久保達雄、勝村安行、山田良一の諸氏に感謝する。