

The levels of resistance of the original resistant strains, parental special strains and their F_1 hybrids are given in Figure 2, which indicates an incomplete dominance of the nicotine resistance.

To obtain the precise locus for the dominant resistant gene on the third chromosome, the following backcrosses were carried out:

Cross C. $F_1A \text{♀} \times bw; st \text{ ss} \text{♂} \rightarrow F_2$

Cross D. $F_1B \text{♀} \times bw; st \text{ ss} \text{♂} \rightarrow F_2$

When the F_1 females are backcrossed to susceptible mutant males, the recombination between these mutant and resistant loci occurs by crossing-over within the third chromosome. Therefore, from the ratios of the number of recombinants such as *st* and *ss* F_2 flies, it is possible to calculate the locus for the resistant gene.

The results of these backcrosses shown in Table 1 indicate that the dominant resistant genes of Hikone-R and NS-R strains are located at 3-49 and 3-50 loci respectively, namely, slightly to the right of the spindle fiber attachment (3-47), on the linkage map.

However, as there is no significant difference between these resistant loci, it is more plausible to assume the same locus or similar mechanism for both resistant genes than to do another locus or different mechanism for each resistant gene.

King²⁾ has demonstrated that the F_1 hybrids between two DDT resistant lines, which developed independently from the same wild

strain, show the same resistance as the parental lines but that the level of resistance of the F_2 flies is significantly lower than that of the F_1 or parental lines.

On the contrary, when the present resistant strains, Hikone-R and NS-R, were reciprocally crossed with each other, the F_1 and F_2 hybrids showed no significant change in level of resistance to nicotine as compared with the parental strains, except a slight decrease in resistance was demonstrated at high dosages in the case of the F_1 hybrids, produced by the cross between the Hikone-R females and the NS-R males. These crosses are as follows:

Cross E. Hikone-R $\text{♀} \times$ NS-R $\text{♂} \rightarrow F_1 \rightarrow F_2$

Cross F. NS-R $\text{♀} \times$ Hikone-R $\text{♂} \rightarrow F_1 \rightarrow F_2$

Figure 3 shows the resistance levels of the parental strains, F_1 and F_2 hybrids.

Actual numbers of the F_1 and F_2 hybrids are given in Table 2 and 3 respectively. The difference between the numbers of the F_1 males and females which emerged from the 1000-1500 ppm nicotine containing media indicates the presence of some dominant and recessive genes on the X chromosome of NS-R strain, while no important effect of the X chromosome of Hikone-R strain has been reported in a previous paper.

Except for these slight disparities, it should be noted that in spite of differences of genealogy there are many similarities in the genetical make-up of the resistance to nicotine between these Japanese resistant strains.

Variation in the Resistance of Rice Stem Borer to Insecticides. I. Variation and Difference in the Resistance to Parathion in the Pupal Stage of Artificially Reared and Field-Collected Populations. Kōzaburo OZAKI (Division of Entomology, Nat. Inst. Agric. Sci., Nishigahara, Tokyo). Received July 27, 1956. *Botyu-Kagaku* 21, 76-80, 1956. (with English résumé, 80)

17. ニカメイチュウの殺虫剤に対する抵抗力の変異 I。人工飼育個体群と野外採集個体群の蛹期における個体変異と抵抗力の差異。尾崎幸三郎(農林省 農業技術研究所 病理昆虫部 昆虫科) 31. 7. 27. 受理。

ニカメイチュウを人工培養基で飼育すると、野外で採集した個体群より平均体重が重く、体重の変異の程度の小さい蛹が得られる。この人工飼育個体群と野外個体群のエチルパラチオンに対する抵抗力を topical application によつて比較したところ、抵抗力は人工飼育個体群の方が強かつた。しかし 50% 致死薬量を体重で除して求めた単位体重当りの抵抗力は雄では野外個体群より強かつたが、雌では著しく弱かつた。これは人工飼育個体群の雌はいまだ生理的に不健全であつたためと考えられる。

ま え が き

ニカメイチュウの人工培養基による飼育法は、近年特に著しく進歩し、井上・釜野 (1955) は人工培養基によるニカメイチュウの累代飼育が可能であることを明らかにした。筆者は殺虫剤の生物試験にニカメイチュウの人工飼育個体を供試する立場から、その飼育法と飼育個体の供試虫としての利用価値を検討している。一般に昆虫類は実験室内で人工的に飼育すると、飼育個体の形態的又は生理的性状が野外の個体に比べて著しく変化するが、これは殺虫剤に対する抵抗力にも大きく影響するものと考えられるので、人工飼育個体と野外個体とで殺虫剤に対する抵抗力がどの程度相違するかをあらかじめ検討しておく必要がある。

そこで今回筆者は人工培養基で飼育したニカメイチュウと野外で採集したニカメイチュウについて蛹期におけるエチルパラチオンに対する抵抗力を比較した。ここにその結果を報告する。なをこの実験を行うにあたり、御指導と御助言を賜った石倉秀次博士並びに釜野静也・井上平枝官に謝意を表する。

実験材料と方法

ニカメイチュウの人工飼育に用いた培養基は第1表に示す如き組成であつた。容器には200 cc と300 cc の三角フラスコを用い、300 cc 三角フラスコには第1表の1.5 培の培養基を用いた。

Table 1. Composition of synthetic diet used for rearing rice stem borer. Materials used for each 200 cc Erlenmeyer flask.

Water	40 cc
Agar	0.75 gr
Cellulose	0.75
Glucose	1.0
Sucrose	0.4
Casein	1.5
Cholesterol	0.02
Minerals	0.25
Yeast	1.0
Raw rice plant chops	20.0

これらの物質はフラスコ内で均等に混合し、その直後、コックで40分間殺菌し、さらに24時間おきに40分間宛2回殺菌した。これに香川県産の成虫に産下させた卵塊を孵化直前に0.1%の昇汞水で5分間殺菌した後、1フラスコ当り30~50卵粒の割合で無菌的に培養基の上部のガラス面につけた。卵を接種したフラスコは温度28°Cの定温器内に暗黒条件下に保ち、幼虫の発育が終るまで飼育した。この幼虫は蛹化直前にフ

ラスコから取出してセロファンで作った筒の中に潜入させてから、温度25°C、関係湿度約75%の定温器内で蛹化させ、蛹化1~4日目の個体を供試した。

供試した野外個体群は1954年香川県善通寺市四国農業試験場産の被害茎から採集したものである。稲の品種は香川35号であつたが、幼虫の加害密度は明らかでない。幼虫は4月上旬に被害茎から取出し、人工飼育個体と同様に定温器内で蛹化させ、蛹化1~3日目の個体を供試した。蛹はいずれも雌雄別にし、供試前にそれぞれ60個体の体重を測定した。

殺虫剤に対する抵抗力の検定には純度99.8%のエチルパラチオンをアセトンで0.04, 0.02, 0.01, 0.004及び0.002%に稀釈し、マイクロシリンジで1個体に体表面の2ヶ所に0.001 cc 宛合計0.002 cc 処理した。処理個体は径12 cm のシャーレに10~15個体ずつ入れ、25°Cの定温器内に保ち、成虫が羽化し終つた頃に羽化個体と不羽化個体を調べた。

実 験 結 果

1) ニカメイチュウの人工飼育成績、ニカメイチュウの人工飼育法については栄養物質の配合、培養基の調製法、卵の接種法等にさらに検討を要する部面が残されており、今回筆者が用いた飼育法も今後改良されると思うが、飼育個体の大多数は正常に蛹化し、羽化した雌成虫は産卵した。しかし幼虫の体重や蛹化率はフラスコ間で著しいふれを示していた。いま全フラスコから12箇をランダムに選んで、幼虫期間、蛹化率及び蛹の平均体重を調べた結果は第2表の通りであつた。

第2表によると、平均幼虫期間は27日~32日で、フラスコ間での変動はあまり大きくなかつた。しかし蛹化率と蛹の平均体重はフラスコ間で著しく変動し、蛹化率は19%から100%まで、蛹の平均体重は雌で66~101 mg、雄で41~75 mg の変動を示し、同質の培養基で飼育した結果としては予想外に大きな変動であつた。

昆虫類は発育期間の個体群密度によつて生理的及び形態的に顕著な影響を受けることは周知の通りであるが、第2表に示した各フラスコで飼上げられた幼虫数と蛹化率及び平均体重との関係を見ると、蛹化率のフラスコ間における変動は密度に影響されたものとは考えられない。しかし蛹の平均体重の1部は密度に依存した変動を示し、300 cc のフラスコで飼育した雄と200 cc のフラスコで飼育した場合の幼虫数35以下の雌雄は、密度が低いほど体重は増大している。しかし300 cc フラスコで飼育した雌と200 cc フラスコで飼育した場合の高密度では平均体重は幼虫の密度に影響されているとは考えられない。したがつて平均体重のフラスコ間における変動は、フラスコ内の幼虫密度に

Table 2. Variation among rearing flasks in the average larval duration, rate of pupation and average body weight of artificially reared rice stem borer. The diet was as shown in table 1.

Capacity of flask	Number of matured larvae	Sex	Average larval duration in day	Number of pupae obtained	Rate of pupation	Average body weight in mg
200 cc	14	F. M.	29.0 29.0	6 3	64.3%	101.3 75.0
	17	F. M.	28.0 27.0	2 10	70.6	88.0 66.6
	27	F. M.	27.8 28.8	8 8	59.3	75.0 53.3
	35	F. M.	38.0 34.0	6 3	25.7	66.3 41.0
	48	F. M.	28.3 28.1	22 11	68.8	66.4 61.9
	48	F. M.	29.8 28.3	4 18	45.8	77.8 60.8
300 cc	12	F. M.	32.0 29.3	9 3	100.0	87.3 70.0
	21	F. M.	31.0 28.0	2 2	19.0	— 64.0
	26	F. M.	30.2 29.4	9 8	65.4	82.8 58.3
	35	F. M.	29.8 29.6	15 18	94.3	86.0 68.4
	40	F. M.	29.3 28.9	16 18	85.0	91.9 58.0
	52	F. M.	29.1 28.7	17 15	61.5	72.9 50.9

のみ基因しているものとは考えられない。

2) 供試蛹の体重とその変異 次に人工飼育個体群と野外採集個体群の平均体重とその変異を比較すると第3表に示す通りである。

第3表によると、人工飼育個体群の平均体重は野外個体群に比べて、雌では1.34倍、雄では1.12倍に達した。これは人工培養基が栄養的に稲莖よりも優れてい

たことに原因しているものと解釈される。また変異は雌雄いずれも人工飼育個体群の方が小さかった。先に人工飼育個体の平均体重がフラスコ間で著しく変動することを指摘したが、野外個体群の変異がそれ以上に大きいことは興味ある現象である。

3) エチルパラチオンに対する抵抗力 先述した方法でエチルパラチオンの topical application を行い、

処理した蛹の羽化・不羽化個体を調べた結果から死虫率を算出すると、第4表の通りである。なお無処理区の死虫率は野外個体群では0であつたが、人工飼育個体群では雌が28.6%、雄が10.0%であつたので、第4表には人工飼育個体群の死虫率は無処理区の死虫率を用いて Abbot の式によつて補正した値を示した。

Table 3. Average and variability of pupal body weight of rice stem borer of artificially reared and field-collected populations.

Population	Sex	Average body weight in mg	Standard deviation	Coefficient of variability
Artificially reared	F.	83.15	15.44	18.44%
	M.	59.42	9.71	16.33
Field-collected	F.	62.09	12.29	19.82
	M.	52.94	11.09	20.96

Table 4. Pupal mortality of rice stem borer of artificially reared and field-collected populations by the topical application of ethyl parathion.

Population	Sex	Concentration of acetone solution of ethyl parathion applied topically (in percent)				
		0.002	0.004	0.01	0.02	0.04
Artificially reared	F.	—	16.7	66.8	57.2	86.7
	M.	0	32.1	83.5	89.4	100.0
Field-collected	F.	15.0	18.2	43.3	71.4	100.0
	M.	27.0	59.0	85.3	96.6	—

Table 5. Dosage-mortality regression equations for ethyl parathion of rice stem borer pupae of artificially reared and field-collected populations.

Population	Sex	Regression equation $Y-a=b(X-\bar{x})$	Chi square	n	Pr.
Artificially reared	F.	$Y-5.189=1.644(X-1.119)$	4.624	2	0.093
	M.	$Y-5.178=3.178(X-0.832)$	4.257	1	0.028
Field-collected	F.	$Y-4.971=1.998(X-0.973)$	3.519	3	0.323
	M.	$Y-5.298=2.372(X-0.660)$	0.176	2	0.916

いま第4表の結果を Bli s (1935) の方法によつて死虫率を Probit に、濃度を対数値に変換して、濃度—死虫率回帰直線を計算し、観測値のこの直線に対する適合性を検したところ、第5表に示すような結果が得られた。

第5表によると、人工飼育個体群の雄の濃度—死虫率回帰直線は観測値と抽出誤差の範囲で一致していると考えられないが、その他の濃度—死虫率回帰直線はいずれも抽出誤差の範囲でよく一致していた。

第5表に示した濃度—死虫率回帰直線から大沢・長沢 (1947) にもとづいて、ニカメイチュウの蛹のエチルパラチオンに対する抵抗力を示す諸恒数を求め、さらに50%致死濃度および84%致死濃度を算出し、これに1頭当りの処理葉量を乗じて1頭当りの50%および84%致死葉量、50%致死葉量の標準誤差を求めると、第6表の通りになる。

第6表によると、50%又は84%致死葉量は雌雄いずれも野外個体群よりも人工飼育個体群が大きく、50%

致死葉量は雌で1.03倍、雄で1.60倍であつた。これによると、両個体群のエチルパラチオンに対する抵抗力の差異は雌より雄の方が大きかつたといえる。また抵抗性の標準偏差と50%致死葉量の標準誤差は雌では人工飼育個体群において大きく、雄では小さかつた。なおいずれの個体群も抵抗力は雄より雌が強く、抵抗性の標準偏差と50%致死葉量の標準誤差も雌の方が大きかつた。

考 察

ニカメイチュウを人工培養基で飼育すると、飼育虫の蛹化率と蛹の平均体重はフラスコ間で著しく変動したが、この原因は今後の追究を必要とする。しかし人工飼育個体群の平均体重は野外個体群より重く、体重の変異の程度は小さかつた。石倉・尾崎 (1953) はアズキソウムシの体型の変異とBHCに対する抵抗性の散らばりとの関係を調

べ、雄では体型の変異が大きくなると抵抗性の散らばりが大きくなり、雌ではこれと逆の関係を示すと報じているが、体型の変異と殺虫剤に対する抵抗力との関係を経験的にみると、供試虫の体型の変異性は抵抗力の散らばり程度を左右するものと考えられる。殺虫剤の生物検定に供試する昆虫は、その抵抗力ができるだけ均一なことが望ましいが、この人工飼育個体群のように体重の変異が小さいものは供試虫として野外の個体群より一層優れているものと考えられる。

一方エチルパラチオンに対する抵抗力は雌雄いずれも人工飼育個体群の方が野外個体群より大きいが、この差異は栄養摂取条件の相違とそれにとまう体重の変化に基因するように思われる。Phillips・Swingle (1940) は各種の栄養物質を加えて飼育したアカイエカの4令幼虫のロテノンとニコチンに対する抵抗力は野外から採集した個体群よりも著しく強いと報じているが、ニカメイチュウの場合もこれと類似な結果を示したといえる。

Table 6. Lethal doses of ethyl parathion to the pupae of rice stem borer of artificially reared and field-collected populations.

Population	Sex	Standard deviation	Lethal dose per pupae in μ g		Standard error of LD-50
			LD-50	LD-84	
Artificially reared	F.	0.608	0.2018	0.8186	0.02498
	M.	0.315	0.1094	0.2474	0.02182
Field-collected	F.	0.501	0.1941	0.6152	0.02318
	M.	0.422	0.0685	0.1811	0.02262

供試昆虫の食餌食物の相違と殺虫剤に対する抵抗力との関係については多くの報告がある。長沢 (1947) は馬糞培地で飼育したイエバエ成虫のDDTに対する抵抗性は豆腐粕培地で飼育したものより強いと報じ、Gaines・Mistic (1952) はワタノミゾウムシのトクサフエンに対する抵抗力が食害部位が違うと著しく異なることを明らかにしている。また斉藤 (1950) は異った飼料で飼ったコクゾウとコクゾウの二硫化炭素に対する抵抗性は栄養条件の相違にともなう体重の増加と正の関係を示すと報じている。

いま第3表と第6表に示した平均体重と50%致死薬量との関係をみると、人工飼育個体群と野外採集個体群の蛹期のエチルパラチオンに対する抵抗力の相違は体重の変化に関連しているようにもみえるが、この場合抵抗力の相違は体重の差異より著しく小さい。そこで第6表の50%致死薬量を第3表の平均体重で除して単位体重当りの50%致死薬量を算出し、両個体群間の relative resistance を求めると、第7表のような結果が得られた。

Table 7. Lethal dose of ethyl parathion per unit pupal weight.

population	Sex	LD-50 in μg per 100mg	Relative resistance
Artificially reared	F.	0.243	0.78
	M.	0.184	1.42
Field- collected	F.	0.313	1.0
	M.	0.130	1.0

第7表によると、50%致死薬量を体重で除した値は、雌では野外個体群の方が大きい、雄では人工飼育個体群の方が大きい。Bliss (1936)、石倉・尾崎 (1953, 1954)、Way (1954) は昆虫類の殺虫剤に対する抵抗力は体の大きい個体ほど強く、しかも単位体重当りの抵抗力も体の大きい個体の方が強いことを明らかにしているが、人工飼育個体群の雌の単位体重当りの抵抗力が体重の軽い野外個体群より弱いのは人工飼育個体群の雌は生理的にいまだ不健全であつたためと考えられる。先に述べたように供試蛹の自然死亡率が野外個体群では0であつたのに、人工飼育個体群では雌が28.6%、雄が10.0%であつたことも人工飼育個体群、特にその雌は野外個体群に比べて生理的に弱いことを意味するものと思われる。そして殺虫剤に対する抵抗力もその結果として減退したものと考えられる。一方人工飼育個体群の雄は単位体重当りの抵抗力が野外個体群より1.42倍強いのは Bliss (1963)、石倉・尾崎 (1953, 1954) 及び Way (1954) 等が示した一般的な現象と一致するものである。

- Bliss, C. I.: *Ann. Appl. Biol.*, **22**: 134-169. (1935)
 Bliss, C. I.: *J. Exp. Biol.*, **13**: 95. (1935)
 Gaines, J. C. & W. J. Mistic: *J. Econ. Ent.*, **45**: 409-416. (1952)
 石倉・尾崎: *防虫科学*, **18**: 85-89. (1953)
 石倉・尾崎: *農技研報告*, **C. 4**: 171-176 (1954)
 井上・釜野: *昭和30年度応動応昆大会講演* (1955)
 長沢: *防虫科学*, **17**: 123-133. (1952)
 大沢・長沢: *防虫科学*, **7. 8. 9**: 1-10 (1947)
 Phillip, A. M. & M. C. Swingle: *J. Econ. Ent.*, **33**: 172-176. (1940)
 斉藤: *防虫科学*, **15**: 53-61. (1950)
 Way, M. J.: *Ann. Appl. Biol.*, **41**: 77-87. (1954)

Résumé

This study was carried out to evaluate the rice stem borer reared on synthetic diet as material for insecticide testing. The larvae were reared on the synthetic diet the composition of which is shown in table 1, and the pupae obtained from these larvae were examined in the variation of body weight, rate of pupation and the resistance to ethyl parathion, together with those pupae obtained from larvae collected from infested rice straw. The resistance to ethyl parathion was studied by determining the lethal dose by applying topically the acetone solution of ethyl parathion of different concentrations to individual pupa.

As the result, the artificially reared population showed a considerably large deviation in the average weight and the rate of pupation among flasks used for rearing (see table 2), but the variability in the weight of this whole population is smaller than that of the field-collected population. On an average, the pupa of artificially reared population is heavier than that of the field-population.

The artificially reared population was more resistant to parathion than field population as is indicated by the value of LD-50 and LD-84 (see table 6), but the lethal dose per unit weight of pupae was small in female of artificially reared population, and in male of field-collected population (see table 7). This seems to suggest that the female of artificially reared population is still physiologically weak.