

Table 3. Joint toxic action of malathion, dimethoate and Dibrom to female adults of the common house fly applied topically in acetone.

Code letter	Empirical regression equation with combined slope	Predicted regression equation	Measure of synergism $d_s$	Test of significance $d_s/\sqrt{V(d_s)}$
A	$y = -4.69960 + 4.30484 X$			
B	$y = -1.37113 + 4.30484 X$	$y' = -2.07421 + 4.30484 X$	0.703	1.23
C	$y = 0.15298 + 4.30484 X$	$y' = -0.14422 + 4.30484 X$	0.297	0.79
D	$y = 1.43718 + 4.30484 X$	$y' = 1.48848 + 4.30484 X$	-0.051	1.93
E	$y = 3.02681 + 4.30484 X$			
A	$y = -7.26010 + 5.88960 X$			
F	$y = -5.70603 + 5.88960 X$	$y' = -5.92191 + 5.88960 X$	0.216	0.34
G	$y = -3.74454 + 5.88960 X$	$y' = -4.17759 + 5.88960 X$	0.433	1.09
H	$y = -1.68224 + 5.88960 X$	$y' = -2.31518 + 5.88960 X$	0.633	2.05
I	$y = -0.37662 + 5.88960 X$			

傾向をしめす。しかし  $d_s/\sqrt{V(d_s)}$  によつて検定した値は、いずれも1.97より小で、有意性がみとめられない。よつて両者のイエバエに対する連合作用毒性は similar であると結論される。

一方 malathion と Dibrom の混用の場合は、malathion に対する Dibrom の量が増加するにしたがつて synergistic の傾向を増し、57:43 の混合比においては  $d_s$  の値に有意性がみとめられた。ゆえに malathion に対する Dibrom の量がさらに増加した場合には、なお大きい synergism が見出されるかもしれない。

摘 要

1) Malathion に対する dimethoate および Dibrom の連合作用毒性を、高槻系イエバエを用いて滴下処理法により実験検討した。2) malathion と dimethoate の間の連合作用は similar であつた。3) malathion に対する Dibrom の量が増すにしたがつて synergism の度合を増大し、混合比が 57:43 の場

合の値には、統計学的に有意性がみとめられた。

文 献

- 1) 長沢純夫：植物防疫，6，393 (1952)
- 2) Finney, D.J.: *Probit Analysis*. Cambridge University Press. 318pp. (1952)

Résumé

Similar joint toxic action was obtained in the 95:5, 83:17 and 57:43 mixtures between malathion and dimethoate when they were applied topically to adults of the common house fly, *Musca domestica vicina*. Joint toxic action between malathion and Dibrom was increased according to the decrease of relative quantity of malathion to Dibrom. Synergism obtained in the 57:43 mixture between malathion and Dibrom was statistically significant.

Resistance to Parathion in the Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis* Walker. Kozaburo OZAKI (Division of Entomology, Nat. Inst. Agric. Sci., Nisigahara, Tokyo) Received Aug. 1, 1962 *Botyu-Kagaku*, 27, 81, 1962 (with English résumé, 94)

14. ニカメイチュウのバラチオンに対する抵抗力 尾崎幸三郎 (農業技術研究所病理昆虫部) 37. 8. 1 受理

全国各地から採集したニカメイチュウのバラチオンに対する抵抗力の変動を調べ、この抵抗力の変動が過去におけるバラチオンの使用状態に関連したバラチオン抵抗力の変化であるか否かを検討した。

1960年の2化期に、香川県与北と静岡県安東から採集した兩個体群のバラチオンに対する抵抗力を鉢試験で比較したが、前者の抵抗力は後者より約5倍強かつた。

1961年の1, 2化期に、全国各地からニカメイチュウを採集し、幼虫の生育期にパラチオンに対する抵抗力を局所施用法と比較検討したが、香川県の与北個体群は、同県の富田や田中個体群、または他県の多くの個体群に比べて、抵抗力は著しく強かつた。香川県と愛媛県の広い地域のニカメイチュウは与北個体群と同等またはそれ以上の抵抗力を示した。

各個体群に対するパラチオンの致死葉量と個体群相互間の距離、感受性の標準偏差、過去に使用したパラチオンの量との関係、ならびに抵抗力の次世代への遺伝について検討したところ、パラチオンに対する抵抗力はそれぞれの個体群で顕著に異なるが、この抵抗力の変動は個体群相互間の遠近に無関係であり、各個体群の抵抗力はそれぞれの場所で独自に変化したものである。抵抗力の増大は感受性の標準偏差の増大をともなう傾向がある。抵抗力は過去におけるパラチオンの使用量が多い場所ほど強い傾向がある。抵抗力の強い個体群はその特性が次世代に遺伝されるといった諸点が明らかにされた。したがってこの実験の結果、香川県と愛媛県にはパラチオン抵抗性系統のニカメイチュウが広範囲に分布していることが確認された。

しかし、このパラチオン抵抗性のニカメイチュウは抵抗力が最も強い水準に達しているのではなく、まだ抵抗性が発達している段階にあり、抵抗性の発達程度は過去に使用したパラチオンの量が多い場所ほど大きい傾向があつた。抵抗性が最も発達していた場所は、香川県では三豊郡比地二と上高瀬、愛媛県では伊予郡中川原であり、これらの場所のニカメイチュウは感受性のものに比べて抵抗力が約7~9倍強かつた。

なお越冬幼虫ではパラチオンに対する抵抗力を検知することができなかつた。越冬幼虫の抵抗力の変動は一部の個体群がパラチオンに強い tolerance を示したためであると考えられる。

## ま え が き

パラチオンは1952年に初めてわが国に輸入されたが、この年に、石倉<sup>4)</sup>はこの殺虫剤のニカメイチュウに対する殺虫効力を試験し、イネの茎内に食入している幼虫に極めて有効なことを明らかにした。その翌年、パラチオンは多くの場所で試験的に使用されたが、実際面でも、防除効果は著しく勝れていることがわかつた。これらの結果により、その後わが国では、ニカメイチュウの防除には主としてパラチオンが使用されるようになり、今日ではその防除に欠くことのできない殺虫剤となつた。

ところが1960年度に、香川県でパラチオンによるニカメイチュウの防除が失敗し、広い面積で1化期と2化期に著しい被害を受けた。現地では、このような防除の失敗は高温、多照、乾燥などの気象要因、ならびに薬剤の不良、散布量と散布時期の不適正によるのではないかとさわがれた。しかしこの年にパラチオンでニカメイチュウの防除が失敗したという報告は香川県および他の数県からあつただけで、多くの県では、従来の葉量および散布方法で防除に不都合はなかつた。

殺虫剤で害虫の防除が失敗した場合、その原因として気象要因、薬剤の不良、散布量または散布時期の不適正が取上げられる場合が多い。しかし Roussel と Clower<sup>7)</sup> および Stern と Reynolds<sup>8)</sup> は、このような場合、それまでに使用してきた殺虫剤に対する害虫の抵抗力の変化を検定し、ワタノミゾウムシ *Anthonomus grandis* の塩素系殺虫剤に対する抵抗性系統、アブラムシの1種、*Therioapis maculata* のパラチ

オンに対する抵抗性系統の存在を発見した。また一般に害虫の殺虫剤に対する抵抗性系統は上記のような経過で発見されている<sup>4, 9)</sup>。

香川県の広い地帯では、1953年以降、ニカメイチュウの防除はほとんどパラチオンに依存しており、現在までの使用量は他県に比べて非常に多い。このような実状からみて、1昨年のパラチオンによる防除の失敗はニカメイチュウがこの殺虫剤に抵抗性をもつようになってきたためではないかと疑われる。そこで筆者はパラチオンによる防除がうまくいかなかつた地方、その効力が従来と変わらなかつた地方、および過去においてパラチオンをあまり使用していない地方の各地からニカメイチュウを採集し、各個体群のパラチオンに対する抵抗力の変動を調べ、その変動が過去のパラチオンの使用状態に関連したパラチオン抵抗性の変化であるか否かを検討した。

本文に入るに先立ち、この研究を実施するに当つては、農林省農業技術研究所、加藤静夫、深谷昌次、畑井直樹、釜野静也、農林省植物防疫課、石倉秀次の各氏から種々の御指導をいただき、また全購連農薬研究所、上遠章、香川県農業試験場、上原等、小坂和彦、同農薬改良課、福西安置、東亜農薬農薬研究所、小島建一、農林省四国農業試験場、高木信一、小山光男、愛媛県農業試験場、高山昭夫の各氏および山形県ほか30県の農業試験場病害虫係官から多大の御援助を受けた。ここに銘記して厚く御礼申上げる。

## 実験材料および方法

### 1) 1960年の2化期幼虫による検定

成虫の発生期に香川県与北と静岡県安東で採集したニカメイチュウをふ化直前に鉢植したイネに接種し、幼虫をイネの茎内に食入させた。パラチオンに対する抵抗力は幼虫の食入5日後に検定した。パラチオンは46%乳剤で、これを水道水にて0.01, 0.01, 0.001および0.001%に稀釈し、コンプレッサーとスプレーガンを用いて、あらかじめ幼虫を食入させておいたイネ株に散布した。散布量は株当たり15mlとした。なお散布は鉢植したイネを1分間に2.5回転する回転板上におき、散布薬液が全株に均一にかかるようにした。生・死虫数は散布3日後に全株を分解して調べた。

II) 1960年産の越冬幼虫による検定

ニカメイチュウの越冬幼虫は冬季に石川県ほか29県から採集した。越冬幼虫は25°Cの恒温室に保ち、パラチオンに対する抵抗力は幼虫の蛹化直前に検定した。使用したパラチオンは原体(98%)で、これをアセトンで所定の濃度に稀釈した。これらのアセトン溶液はマイクロメータシリンジを用いて、幼虫の背面の2ヶ所に、0.001ml宛、計0.002mlを局所施用した。処理した幼虫は内部に切葉を入れた径9cm、高さ2cmのシャーレに入れ、温度25°Cの恒温室に保つた。生、死虫数は処理24時間後に調べた。なお各個体群は供試する前に50個体の体重を測定した。

III) 1961年の1化期幼虫による検定(A)

ニカメイチュウは越冬期に香川県ほか5県から採集した。これらの越冬幼虫は25°Cの恒温室で蛹化させ、その蛹から羽化した成虫を高さ18cm、径12cmのガラス容器に移し容器内に入れたパラフィン紙に産卵させた。卵はふ化直前に人工培養基に接種し、供試虫を飼育した。人工培養基の組成は第1表の通りである。なお幼虫の飼育は25°Cの恒温室で行った。

Table 1. Composition of the synthetic diet used for rearing the rice stem borer. Materials were put in 200 cc Elenmeyer flask.

Water	50.0 cc
Agar	0.7 g
Cellulose	0.5 "
Sucrose	1.0 "
Cassein	1.0 "
Cholesterol	0.02 "
Yeast (Ebios)	1.0 "
Raw barley plant	25.0 "

パラチオンに対する抵抗力は日令20~21日目の幼虫を人工培養基から取出し、大きさにより2階級に分けて検定した。各個体群は供試する前に50個体の体重を測定した。

使用したパラチオンおよび抵抗力の検定方法は検定IIの場合と同様である。

IV) 1961年の1化期幼虫による検定(B)

香川県の31地点、岡山、広島、愛媛の各県の数地点から得たニカメイチュウ卵をふ化直前に人工培養基に接種し、供試虫を飼育した。人工培養基の組成は leaf factor としてイネを用いた以外、第1表に示したのと同じである。また幼虫の飼育条件も検定IIIの場合と同じである。

パラチオンに対する抵抗力の検定には日令20日目の幼虫を供試した。幼虫は大きさにより2階級に分け、生育のよい個体(5令と6令)のみを供試した。なお、各個体群は供試する前に50個体の体重を測定した。使用したパラチオンと抵抗力の検定方法は検定IIの場合と同様である。

V) 1961年の2化期幼虫による検定

香川県富田、仏生山と上高瀬および愛媛県中川原から得た卵を人工培養基に接種し、供試虫を飼育した。人工培養基の組成と幼虫の飼育条件は実験IVの場合と同じである。

パラチオンに対する抵抗力の検定には日令24日目の幼虫を用いた。幼虫は大きさにより2階級に分け、生育のよい個体(5令と6令)のみを供試した。なお各個体群は供試する前に50個体の体重を測定した。使用したパラチオンと抵抗力の検定方法は検定IIの場合と同様である。

実験結果

I) 1960年の2化期幼虫による検定

香川県与北と静岡県安東から採集したニカメイチュウをイネの茎内に食入させ、幼虫の食入5日後にパラチオンを散布し、散布3日後に死虫数を調べた。この調査結果から各濃度における死虫率を求め、濃度を対数値に、死虫率を probit に変換し、log 濃度—probit 回帰直線を計算し、兩個体群に対するパラチオンの致死濃度を算出すると、第2表のとおりであった。

Table 2. Log C-probit regression equation and LC-50 of parathion emulsion sprayed on A. S. and Yog. K. colonies of the second brood rice stem borer in 1960.

Locality and colony	Regression equation	LC-50 (%)
Anto, Sizuoka (A. S.)	$Y-5.008=1.336(X-1.661)$	0.00452
Yogita, Kagawa (Yog. K.)	$Y-4.654=1.556(X-2.133)$	0.02267

第2表によると、Yog.K 個体群の LC-50 は A.S 個体群のそれより著しく高く、両個体群の LC-50 の比率は 1:5 であった。この年の 1 化期にパラチオンで防除が不完全であった香川県と北地方のニカメイチュウはパラチオンに対する抵抗力が著しく強かった。なお log 濃度—probit 回帰直線の係数 b は個体

群間で大きな相違がみられなかった。

#### II) 1960年産の越冬幼虫による検定

石川県ほか21県から採集した越冬幼虫に種々の濃度のパラチオンを局所施用し、処理24時間後に死虫数を調べた。この調査結果からそれぞれの濃度における死虫率を求め、濃度を対数値に、死虫率を probit に変

Table 3. Log C-probit regression equation, standard deviation of susceptibility and lethal dose of parathion applied topically on rice stem borer of various colonies which are in hibernation collected from different localities.

Locality and colony	Average weight in mg	Regression equation	Standard deviation of susceptibility	Lethal dose in $\mu\text{g}$ per g of body weight	
				LD-50	LD-84
Isikawa	57.3	$Y-4.933=3.451(X-0.967)$	0.290	3.38	6.59
Toyama	76.2	$Y-5.152=4.984(X-1.040)$	0.201	2.68	4.26
Hukui	71.0	$Y-5.336=5.834(X-1.019)$	0.171	2.57	3.82
Niigata	76.4	$Y-5.204=3.083(X-0.830)$	0.324	1.52	3.21
Nagano	89.4	$Y-4.891=5.592(X-1.134)$	0.179	3.91	5.90
Yamanashi	91.4	$Y-5.197=6.469(X-1.016)$	0.155	2.12	3.03
Saitama	103.7	$Y-4.851=5.168(X-0.956)$	0.193	1.86	2.91
Tiba	95.0	$Y-5.114=4.849(X-0.952)$	0.206	1.78	2.87
Sizuoka	99.6	$Y-5.031=6.310(X-1.178)$	0.158	2.99	4.30
Aiti	97.7	$Y-5.072=3.925(X-1.219)$	0.255	3.25	5.85
Siga	87.9	$Y-5.110=5.215(X-1.012)$	0.192	2.23	3.47
Nara	98.6	$Y-5.116=5.751(X-1.233)$	0.174	3.31	4.95
Wakayama	89.2	$Y-5.139=5.146(X-1.083)$	0.194	2.55	3.99
Tottori	55.2	$Y-4.931=4.177(X-0.859)$	0.239	3.07	5.32
Simane	74.9	$Y-5.037=4.632(X-0.979)$	0.216	2.50	4.11
Hyogo	83.7	$Y-5.036=4.396(X-0.905)$	0.227	1.89	3.18
Hukuda, Okayama (H.O.)	79.5	$Y-5.079=5.545(X-1.175)$	0.180	3.65	5.38
Ukai, Hiroshima (U.H.)	77.2	$Y-4.770=4.042(X-1.214)$	0.247	4.83	8.54
Hisayamada, " (H.H.)	89.0	$Y-4.756=5.050(X-1.282)$	0.198	4.80	7.59
Yamaguti	100.9	$Y-5.116=5.250(X-1.105)$	0.191	2.40	3.72
Kōti	82.6	$Y-5.176=4.479(X-1.011)$	0.223	2.27	3.79
Tokusima	93.6	$Y-5.119=4.111(X-1.078)$	0.243	2.39	4.19
Ehime	102.3	$Y-5.171=3.794(X-1.310)$	0.264	3.60	6.61
Takuma, Kagawa	100.2	$Y-5.116=3.637(X-1.154)$	0.274	2.64	4.97
Hudeoka, " (H.K.)	63.9	$Y-5.208=4.769(X-1.069)$	0.210	3.31	5.38
Yogita, " (Yog.K.)	67.5	$Y-5.134=4.153(X-1.189)$	0.241	4.16	7.24
Tatukawa, " (Tat.K.)	87.7	$Y-5.188=5.598(X-1.187)$	0.179	3.24	4.90
Bussyozan, " (Bu.K.)	100.1	$Y-5.033=7.193(X-1.155)$	0.139	2.82	3.89
Ōita	91.5	$Y-5.193=4.889(X-0.997)$	0.205	1.98	3.78
Miyazaki	86.2	$Y-5.138=4.622(X-1.238)$	0.216	3.74	6.16
Saga	107.3	$Y-4.830=5.688(X-1.270)$	0.176	3.72	5.57
Nagasaki	97.2	$Y-5.110=4.746(X-1.097)$	0.211	2.44	3.97
Hukuoka	74.8	$Y-5.083=5.532(X-1.114)$	0.181	3.36	5.10
Kumamoto	84.0	$Y-5.084=4.639(X-1.109)$	0.216	2.94	4.84
Kagosima	85.8	$Y-5.307=4.424(X-1.129)$	0.226	2.68	4.50

換し、log 濃度—probit 回帰直線を計算し、各個体群に対するパラチオンの LC-50 と LC-84 を求め、これに幼虫当たりの処理液量に乗じて、幼虫当たりの LD-50 と LD-84 を計算し、さらにこの致死葉量を平均体重で除いて、体重の g 当たり LD-50 と LD-84 を求めた。結果は第3表のとおりであった。

第3表によると、越冬幼虫に対するパラチオンの致死葉量はそれぞれの個体群で異なり、LD-50 は 1.52 μg/g から 4.84 μg/g の範囲で、LD-84 は 2.87 μg/g から 8.54 μg/g 範囲で変動していた。この場合、とくに致死葉量が高かったのは長野、岡山、広島、香川、愛媛、宮崎の各県から採集した個体群で、これらの個体群の LD-50 は 3.5 μg/g 以上であった。これに反し、他の大多数の個体群では LD-50 は 3.0 μg/g 以下であった。これはこれらの個体群のパラチオンに対する抵抗力が相当強いことを示唆するものである。しかし長野県と広島県では、県からの報告によると、過去にニカメイチュウの防除にパラチオンはあまり使用していない。また第3表に示した致死葉量の個体群間変動はそれぞれの場所におけるパラチオンの使用状態の相違と関係なかった。

なお log 濃度—probit 回帰直線の係数 b はそれぞれの個体群で異なつたが、係数 b と致死葉量との間には一定の関係はなかつた。

III) 1961年の1化期幼虫による検定 (A)

香川県ほか5県から採集した個体群を人工培養基で飼育し、幼虫の生存期に種々の濃度のパラチオンを局所施用し、処理24時間後に死虫数を調べた。この調査結果からそれぞれの濃度における死虫率を求め、前記の方法で log 濃度—probit 回帰直線を計算し、体重の g 当たり致死葉量を算出すると、第4表のとおりであった。

第4表によると、パラチオンの致死葉量は各個体群で顕著に異なり、大きい幼虫の場合、Bu. K, K. Y, Syo. Y, Si. Y, A. A, O. O, D. H, A. K の各個体群では LD-50 または LD-84 は 5 μg/g または 10 μg/g 以下であった。これに反して、Yog. K, K. I の各個体群では LD-50 または LD-84 は 6 μg/g または 10 μg/g 以上であり、この両個体群の抵抗力は Bu. K 外 8 個体群より強かつた。一方小さい幼虫の場合には、Yog. K 以外の個体群では LD-50 または LD-84 は 3 μg/g または 7 μg/g 以下であつたが、Yog. K 個

Table 4. Log C-probit regression equation, standard deviation of susceptibility and lethal dose of parathion applied topically on the growing rice stem borer of various colonies collected from different localities, first brood, 1961.

Locality and colony	Average weight in mg	Regression equation	Standard deviation of susceptibility	Lethal dose in μg per g of weight	
				LD-50	LD-84
Kogane, Yamagata (K. Y.)	73.9	$Y-5.038=4.508 (X-1.114)$	0.222	3.45	5.76
	53.9	$Y-4.985=5.952 (X-0.798)$	0.168	2.35	3.45
Kanazawa, Isikawa (K. I.)	74.0	$Y-4.710=4.958 (X-1.312)$	0.202	6.35	10.11
	48.7	$Y-5.201=4.697 (X-0.905)$	0.213	2.99	4.89
Syowa, Yamanasi (Syo. Y.)	74.3	$Y-5.125=4.875 (X-1.123)$	0.205	3.36	5.39
	51.3	$Y-5.080=3.789 (X-0.798)$	0.264	2.33	4.28
Simokawara, Yamanasi (Si. Y.)	66.2	$Y-5.113=2.978 (X-1.104)$	0.336	3.52	7.62
Anzyo, Aiti (A. A.)	73.8	$Y-4.655=4.955 (X-1.188)$	0.202	4.91	7.82
Bussyozan, Kagawa (Bu. K.)	74.0	$Y-5.388=3.313 (X-1.130)$	0.302	2.78	5.58
	50.1	$Y-5.291=2.106 (X-0.843)$	0.475	2.02	6.04
Yogita, Kagawa (Yog. K.)	73.6	$Y-5.166=1.401 (X-0.532)$	0.714	7.03	36.41
	48.3	$Y-4.860=2.895 (X-1.262)$	0.345	8.46	18.71
Ōita, Ōita (O. O.)	88.8	$Y-4.900=5.688 (X-1.224)$	0.176	3.93	5.90
	43.9	$Y-4.897=3.510 (X-0.671)$	0.285	2.28	4.40
Dazaihu, Hukuoka (D. H.)	86.6	$Y-5.008=3.507 (X-1.241)$	0.285	4.00	7.72
	57.7	$Y-5.137=5.850 (X-1.110)$	0.171	4.24	6.28
Aso, Kumamoto (A. K.)	75.3	$Y-5.023=3.835 (X-1.186)$	0.261	3.48	7.33
	52.8	$Y-5.063=5.688 (X-0.811)$	0.176	2.39	3.61

体群では 8.46 $\mu$ g/g または 18.71 $\mu$ g/g であった。

以上の結果によると、香川県から採集した Yog. K 個体群は、幼虫の大きさに関係なく、パラチオンに対する抵抗力は同じ県内の Bu. K 個体群または他県の各個体群より著しく強かった。いま Yog. K 個体群と Bu. K 個体群の比較抵抗力を知るため、致死薬量の両個体群間比率を求めると第5表のとおりで、前者の抵抗力は後者に比べて2.5倍から6.5倍の範囲で強かった。なお K. I 個体群では大きい幼虫の場合、Yog. K 個体群同様、他の個体群より致死薬量は高かったが、小さい幼虫の場合には、他の個体群と大差がなかった。したがって、抵抗力が他の個体群より強かったとはいえない。

Table 5. Relative resistance of the growing rice stem borer of Bu. K. and Yog. K. colonies to parathion.

Colony	Group	Ratio of lethal dose	
		LD-50	LD-84
Bu. K.	Large larvae	1	1
Yog. K.		2.5	6.5
Bu. K.	Small larvae	1	1
Yog. K.		4.2	3.1

次に log 濃度—probit 回帰直線の係数 b をみると、Yog. K 個体群の係数 b は他の個体群より小さかった。

IV) 1961年の1化期幼虫による検定(B)

香川県の31地点、岡山、広島、愛媛の各県の数地点から採集した個体群を人工培養基で飼育し、幼虫の生育期に種々の濃度のパラチオンを局所施用し、処理24時間後に死虫数を調べた。この調査結果からそれぞれの濃度における死虫率を求め、前記の方法で、log 濃度—probit 回帰直線を計算し、体重のg当たり致死薬量を算出すると、第6表のとおりであった。

第6表の結果によると、パラチオンの致死薬量はそれぞれの個体群で著しく異なり、Tom. K, Tan. K, H. O, H. H, S. H の各個体群では、LD-50 は 2.9 $\mu$ g/g から 3.8 $\mu$ g/g, LD-84 は 6.1 $\mu$ g/g から 9.0 $\mu$ g/g の範囲であった。またこれらの個体群では個体群間における致死薬量の変動は極めて小さかった。一方 Hō. K, In. K, Yog. K, H. K, Yos. K, Ōm. K, Kam. K, Hi. K, Sa. K, Ōn. K, Tok. K, N. E の各個体群では、LD-50 は 16 $\mu$ g/g から 29 $\mu$ g/g, LD-84 は 34 $\mu$ g/g から 96 $\mu$ g/g の範囲であり、これらの個体群は Tom. K などの個体群に比べて、致死薬量は著しく高かった。なお U. H 個体群では、LD-50 は

Tom. K 個体群などと同程度であったが、LD-84 は多少高かった。

一方 log 濃度—probit 回帰直線の係数 b はそれぞれの個体群で顕著に異なっていて、Tom. K, Se. K, H. H, S. H の各個体群では大きかったが、G. K, Kas. K, N. E, U. H の各個体群では他の個体群に比べて小さかった。そして一般に、係数 b はパラチオンの致死薬量が高い個体群において小さい傾向があった。これはこれらの個体群ではパラチオンに対する反応の不均一性が大きいことを示すものである。

一般に害虫の殺虫剤に対する抵抗力を比較検討するには、LD-50 といったように、1つの指標のみを基準にする場合が多い。しかし抵抗力の比較は個体群の殺虫剤に対する反応の不均一性をも考慮する必要がある。また致死薬量そのものでは個体群間の抵抗力の有意差を検知することができない。そこで各個体群のパラチオンに対する抵抗力の有意差を反応の不均一性を考慮して検討するため、LD-50 と LD-84 の P=0.05 における信頼限界を求めた。結果は第1図のとおりであった。なお N. E 個体群では、他の個体群に比べて供試虫数が極めて少なかったため致死薬量の信頼限界の幅が非常に大きかったため、図には示さなかった。

この信頼限界の上限と下限が重ならないものは相互に有意差があると考えられる。第1図の結果によると、S. H 個体群は LD-50 と LD-84 の信頼限界の下限が最も低かったが、この個体群との間に LD-50 と LD-84 のいずれもが有意な差を示さなかったものには Tom. K, Tan. K, Su. K, Hka. K, H. O, H. H, U. H の各個体群があった。したがって、これらの個体群の抵抗力はほぼ同等であったといえる。反面他の個体群は、S. H 個体群に比べて、抵抗力は有意に変化していた。

次に各個体群を、1) LD-50 または LD-84 の信頼限界の下限が最低のものとの間に有意差を示さなかったもの、2) 最低と最高のものとの間に有意差を示したもの、3) 最高のものとの間に有意差を示さなかったものに区分すると、それぞれに属する個体群は 1), 2), 3) の順でパラチオンに対する抵抗力が有意に強いといえる。いまそれぞれに属する個体群を示すと、

1) には上記した8個体群

2) には Bu. K, Has. K, O. K, Hda. K, Ktu. K, Ii. K, Ksi. K, Tar. K, E. K, Tak. K, Tat. K, Se. K, Si. K, Y. E, M. E, S. E, D. E, K. O の各個体群

3) には Hō. K, G. K, Ko. K, In. K, Yog. K, H. K, Yos. K, Ōm. K, Kam. K, Hi. K, Kas. K, Sa. K, Ōn. K, Tok. K の各個体群が属していた。

V) 1961年の2化期幼虫による検定

香川県富田、仏生山と上高瀬および愛媛県中川原から

Table 6. Log C-probit regression equation, standard deviation of susceptibility and lethal dose of parathion applied topically on the growing rice stem borer of various colonies collected from different localities, first brood, 1961.

Locality and colony	Average weight in mg	Regression equation	Standard deviation of susceptibility	Lethal dose in $\mu\text{g}$ per g of weight	
				LD-50	LD-84
Kagawa					
Tomita (Tom. K.)	66.8	$Y-5.173=3.609(X-1.097)$	0.277	3.35	6.34
Tanaka (Tan. K.)	66.5	$Y-5.227=3.313(X-1.127)$	0.302	3.45	6.91
Bussyozan (Bu. K.)	75.8	$Y-4.729=2.932(X-1.182)$	0.341	4.97	10.90
Hasioka (Has. K.)	75.1	$Y-5.134=2.314(X-1.657)$	0.432	10.57	28.60
Sue (Su. K.)	60.5	$Y-5.250=2.429(X-1.213)$	0.412	4.26	11.00
Hayuka (Hka. K.)	68.5	$Y-5.339=2.783(X-1.330)$	0.359	4.72	10.77
Hōkunzi (Hō. K.)	73.4	$Y-4.914=3.163(X-1.747)$	0.316	16.20	33.51
Okada (O. K.)	63.3	$Y-5.135=2.883(X-1.497)$	0.347	8.91	19.85
Hayasida (Hda. K.)	64.8	$Y-5.056=2.941(X-1.331)$	0.340	6.33	13.85
Kawatu (Ktu. K.)	61.1	$Y-5.010=2.914(X-1.649)$	0.343	14.49	31.91
Iino (Ii. K.)	68.7	$Y-4.938=3.051(X-1.660)$	0.328	13.93	29.67
Kawanisi (Ksi. K.)	76.4	$Y-4.935=2.681(X-1.683)$	0.373	13.33	31.47
Gunge (G. K.)	69.9	$Y-5.043=2.142(X-1.611)$	0.467	11.16	32.70
Tarumi (Tar. K.)	79.2	$Y-5.028=2.748(X-1.648)$	0.364	10.97	25.38
Kōtohiru (Ko. K.)	68.7	$Y-5.051=2.045(X-1.533)$	0.489	9.37	28.91
Enai (E. K.)	66.9	$Y-5.247=2.319(X-1.408)$	0.431	5.98	16.13
Takasino (Tak. K.)	74.2	$Y-5.030=2.317(X-1.555)$	0.432	9.39	25.39
Tatukawa (Tat. K.)	75.7	$Y-4.951=3.101(X-1.585)$	0.322	10.54	22.13
Inagi (In. K.)	67.0	$Y-4.866=2.441(X-1.783)$	0.410	20.55	52.84
Yogita (Yog. K.)	77.5	$Y-4.818=2.785(X-1.759)$	0.359	17.21	39.33
Hudeoka (H. K.)	71.9	$Y-4.897=2.375(X-1.747)$	0.421	17.15	45.23
Yosiwara (Yos. K.)	88.1	$Y-4.836=2.440(X-1.785)$	0.410	16.14	41.50
Senyu (Se. K.)	69.9	$Y-5.078=3.520(X-1.389)$	0.284	6.66	12.80
Ōmi (Ōm. K.)	72.5	$Y-4.802=2.631(X-1.744)$	0.380	18.18	43.61
Kamitakase (Kam. K.)	79.8	$Y-4.614=2.292(X-1.815)$	0.436	23.17	63.26
Hizihuta (Hi. K.)	64.8	$Y-4.822=2.288(X-1.804)$	0.437	23.51	64.31
Simoasa (Si. K.)	83.8	$Y-4.907=3.235(X-1.606)$	0.309	10.30	20.98
Kasada (Kas. K.)	74.7	$Y-4.870=2.050(X-1.652)$	0.488	13.92	42.84
Saitaōno (Sa. K.)	61.5	$Y-4.766=2.276(X-1.707)$	0.439	20.99	57.69
Ōnohara (Ōn. K.)	72.2	$Y-4.843=2.651(X-1.717)$	0.377	16.54	39.39
Tokiwa (Tok. K.)	61.7	$Y-4.805=2.729(X-1.766)$	0.366	22.27	51.73
Ehime					
Yamadai (Y. E.)	83.9	$Y-4.946=3.347(X-1.705)$	0.299	12.54	24.96
Misima (M. E.)	73.5	$Y-4.778=2.343(X-1.389)$	0.427	8.30	22.16
Saizyo (S. E.)	61.9	$Y-4.940=3.742(X-1.243)$	0.267	5.87	10.85
Dōgo (D. E.)	70.8	$Y-4.897=2.934(X-1.318)$	0.341	6.37	13.96
Nakagawahara (N. E.)	60.4	$Y-4.760=1.932(X-1.818)$	0.518	28.97	95.50
Okayama					
Kitakata (K. O.)	76.8	$Y-5.017=2.996(X-1.290)$	0.334	5.01	10.81
Hukuda (H. O.)	73.2	$Y-5.186=2.707(X-1.216)$	0.369	3.83	8.96
Hiroshima					
Hisayamada (H. H.)	72.3	$Y-5.048=3.621(X-1.117)$	0.276	3.51	6.64
Saizyo (S. H.)	75.7	$Y-5.213=3.544(X-1.139)$	0.282	2.93	6.07
Ukai (U. H.)	82.4	$Y-5.005=2.099(X-1.153)$	0.476	3.44	10.28

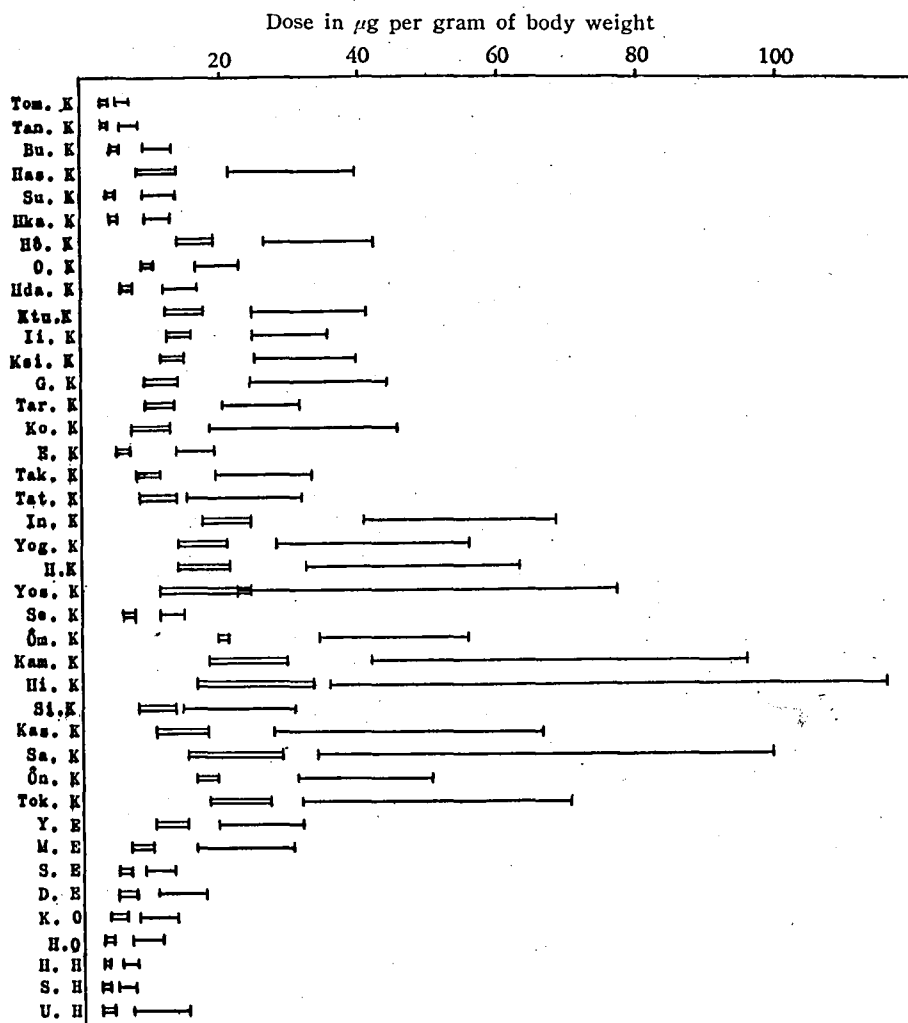


Fig 1. Variation in the resistance to parathion of the growing rice stem borer of various colonies collected from different localities, first brood, 1961. Double bars cover the confidence interval of LD-50 at P=0.05, single bars that of LD-84.

Table 7. Log C-probit regression equation, standard deviation of susceptibility and lethal dose of parathion applied topically on the growing rice stem borer of various colonies collected from different localities, second brood, 1961.

Locality and colony	Average weight in mg	Regression equation	Standard deviation of susceptibility	Lethal dose in µg per g of weight	
				LD-50	LD-84
<b>Kagawa</b>					
Tomita (Tom. K.)	54.7	$Y-5.096=5.028 (X-1.957)$	0.199	3.17	5.01
Bussyozan (Bu. K.)	57.7	$Y-5.211=4.804 (X-1.032)$	0.208	3.37	5.44
Kamitakase (Kam. K.)	54.8	$Y-4.863=2.477 (X-1.822)$	0.404	27.50	69.71
<b>Ehime</b>					
Nakagawahara (N.E.)	47.2	$Y-5.013=1.932 (X-1.766)$	0.518	24.32	80.17



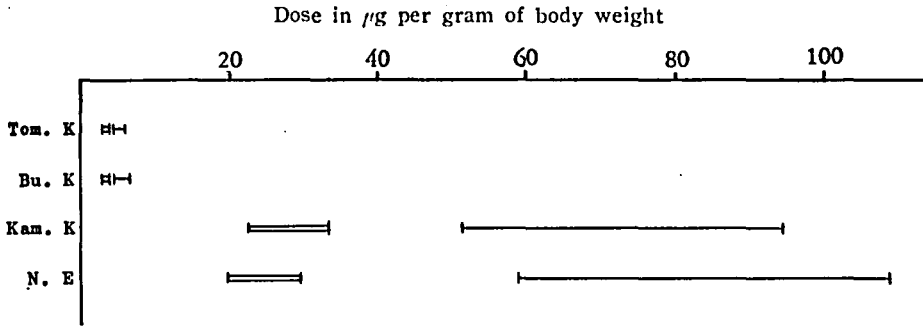


Fig 2. Variation in the resistance to parathion of the growing rice stem borer of various colonies collected from different localities, second brood, 1961. Double bars cover the confidence interval of LD-50 at  $P=0.05$ , single bars that of LD-84.

採集したニカメイチュウを人工培養基で飼育し、幼虫の生育期に種々の濃度のパラチオンを局所施用し、処理24時間後に死虫数を調べた。この調査結果からそれぞれの濃度における死虫率を求め、前記の方法で、 $\log$  濃度—probit 回帰直線を計算し、体重の  $g$  当たり致死量を算出すると、第7表のとおりであった。

第7表の結果によると、2化期の生育期幼虫に対するパラチオンの致死量はそれぞれの個体群で顕著な差異がみられ、Tom.K と Bu.K 個体群では LD-50 は  $3.17 \mu\text{g/g}$  と  $3.37 \mu\text{g/g}$ 、LD-84 は  $5.01 \mu\text{g/g}$  と  $5.44 \mu\text{g/g}$  であったが、Kam.K と N.E 個体群では LD-50 は  $27.5 \mu\text{g/g}$  と  $24.3 \mu\text{g/g}$ 、LD-84 は  $69.7 \mu\text{g/g}$  と  $80.2 \mu\text{g/g}$  であった。したがって、Kam.K と N.E 個体群は、1化期幼虫の場合と同様に、Tom.K と Bu.K 個体群に比べて、パラチオンに対する抵抗力は著しく強かった。なお LD-50 と LD-84 の  $P=0.05$  における信頼限界を求めた結果は第2図のとおりであった。

パラチオンに対する抵抗力が強かった Kam.K と N.E 個体群では  $\log$  濃度—probit 回帰直線の係数  $b$  が Tom.K と Bu.K 個体群より小さかった。

### 考 察

1960年に香川県の広大な地帯において、1化期ニカメイチュウに対しパラチオンによる防除がうまくいかなかったが、2化期の発ガ期に、この地帯の与北(Yog.K)と1化期の防除が従来どおりであった静岡県安東(A.S)でニカメイチュウを採集し、両個体群のパラチオンに対する抵抗力を鉢試験で比較した。その結果によると、Yog.K 個体群は A.S 個体群に比べて抵抗力が約5倍強かった。また次の世代に、香川県の Yog.K 個体群および日本各地から採集した個体群について、パラチオンに対する抵抗力を比較検討し

たが、Yog.K 個体群の抵抗力は他県から採集した多くの個体群より著しく強かった。またこの実験の結果香川県には Yog.K 個体群と同等またはそれ以上の抵抗力を示すニカメイチュウが広範囲に分布しており、愛媛県にもパラチオンに極わめて強いニカメイチュウが分布していることが判明した。

いまこれらの実験結果を考察すると、この研究で取扱った個体群のうち、K.Y, Syo.Y, Si.Y, O.O, A.K, Tom.K, Tan.K, H.H, S.H の各個体群では、パラチオンの LD-50 は  $2.0 \mu\text{g/g}$  から  $4.0 \mu\text{g/g}$ 、LD-84 は  $3.5 \mu\text{g/g}$  から  $7.5 \mu\text{g/g}$  の範囲内にあり、これらの個体群の間では致死量の変動は極わめて小さく、また  $\log$  濃度—probit 回帰直線の係数  $b$  も相互にほとんど差がみられなかった。そしてこれらの個体群の産地が全国にまたがっていることから、この範囲での致死量はパラチオンに感受性のニカメイチュウに対する通常の値であると考えられる。また Su.K, Hka.K, H.O, U.H 個体群では、 $\log$  濃度—probit 回帰直線の係数  $b$  は上記の各個体群より小さかったが致死量は抵抗力が最も低かった S.H 個体群との間に有意な差がみられなかったため、これらの個体群も一応パラチオンに感受性であるとみなされる。

以上の各個体群に比べて、香川県と愛媛県から採集した多くの個体群ではパラチオンの致死量が極わめて高く、また  $\log$  濃度—probit 回帰直線の係数  $b$  も著しく変化していたので、これらの個体群はパラチオンに感受性であるとはいえない。しかし各地のニカメイチュウについてはパラチオンの致死量が予め検定されていないので、これらの地帯のニカメイチュウについても、パラチオンに対する抵抗力がもともと強かったのか、パラチオンの連続使用で抵抗性が変化したものか明らかでない。

ニカメイチュウの自然集団を集団遺伝学的な観点か

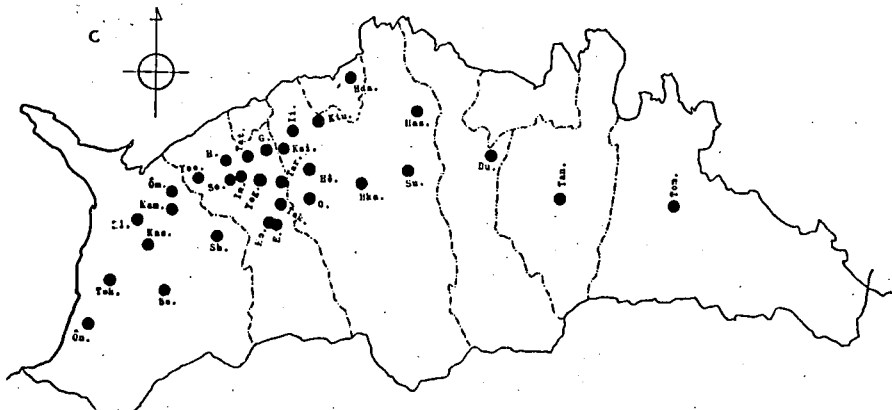
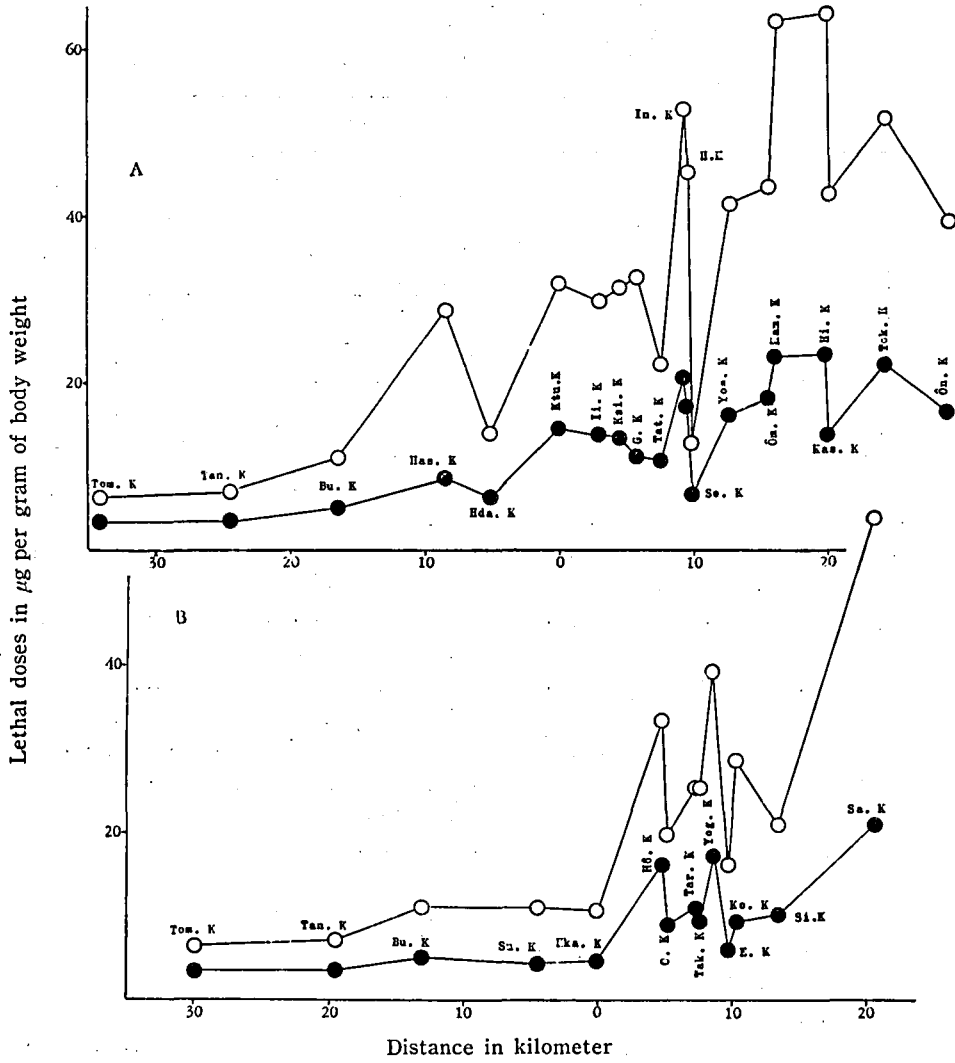


Fig. 3. Geographical variation of lethal doses of parathion-aceton solution applied topically on the growing rice stem borer. The solid circle indicates the variation of LD-50 and hollow circle that of LD-84. A shows the variation of lethal doses of colonies collected from the coast line part, B that of colonies collected from the inland part, C gives the stations of these colonies.

らみると、もしある地域のニカメイチュウがパラチオンの使用に関係なくもともとこの殺虫剤にとくに強い性質をもっていたとすると、パラチオンに対する抵抗力と個体群相互間の距離との間には次のような関係があると考えられる。すなわち、ニカメイチュウの各個体群では隣接しているもの同士で相互に移住によつて遺伝子の交換がおこなわれるので、パラチオンに強い地域内の隣接個体群の間では、抵抗力は相互にそれほど大きなちがいは生じないし、またパラチオンに強い地域に接続している地域の個体群の抵抗力は強い地域のものと同程度なちがいは起らない。したがつて、抵抗力は距離が遠くなるにつれて順次変化していく、いわゆる強さの勾配がみられると考えられる。

香川県は瀬戸内海に面してほぼ東西に細長い地形をしているが、実験に供した各個体群は全県下に亘つている。そこで各個体群のパラチオンに対する抵抗力と個体群相互間の距離との関係を、瀬戸内海に比較的近いものと内陸部のものに分けて図示すると、第3図のとおりであつた。

これによると、ニカメイチュウのパラチオンに対する抵抗力は、一般に県の西部の各個体群が東部の各個体群より強かつた。したがつて西部の個体群はもともとパラチオンに強かつたのでないかという疑問が生じる。しかし抵抗力の変動は西部の個体群間にも顕著にみられ、この場合の抵抗力の変動は個体群相互間の距離に無関係であつた。いまとくに顕著な例を示すと、A図では、Se. K 個体群の抵抗力はこの個体群に最も近い In. K や H. K 個体群より著しく弱く、むしろこの個体群から遠く離れた Hda. K 個体群のそれと同程度であつた。同様にB図では、Hō. K と Yog. K 個体群の抵抗力は著しく強かつたが、これらの個体群に隣接している O. K, Tak. K, E. K 個体群の抵抗力は弱く、E. K 個体群の抵抗力は遠く離れている Hka. K 個体群と大差なかつた。またパラチオンに強い地域から弱い地域への抵抗力の変化の状態をみると、全体的には一定の勾配をもつて変化しているように見受けられ、この勾配は LD-84 の場合に顕著であつた。しかしこの抵抗力の勾配には非常に大きい変動が伴つていた。したがつて、抵抗力の距離的变化にみられる勾配は単に個体群相互間における移住による遺伝子の交換によつて生じたものでないことは明らかである。

上記のような結果から判断すると、香川県の西部のニカメイチュウは、一般に東部のものより、パラチオンに対する抵抗力は強かつたが、これはこれらの地域の個体がもともとパラチオンに強かつたのではなく、それぞれの場所で抵抗力が独自に変化したものであり、たまたまこの地域では抵抗力の増大に関与した要因が

多くの場所で類似していたため、このような現象が起つたものであると考えるのが妥当であろう。なおこの点は香川県西部の個体群の抵抗力と愛媛県の各個体群のそれとの距離的關係からも更に裏付けることができる。すなわち、香川県の Ōn. K 個体群に最も近い愛媛県の Y. E 個体群の抵抗力は相当強かつたが、愛媛県でパラチオンに最も強かつたのは Y. E 個体群から約 85km も離れている N. E 個体群であり、この個体群の抵抗力は香川県で最も抵抗力の強かつた Hi. K 個体群よりも強かつた。また N. E 個体群にごく近い D. E 個体群(両個体群間の距離は約 7.5km)、および Y. E 個体群と N. E 個体群のほぼ中間の地点から採集した S. E 個体群(N. E 個体群からの距離は約 40 km)の抵抗力はそれほど強くなく、またこの両個体群はほぼ同等の強さを示していた。

Hoskins と Gordon<sup>2)</sup> は害虫に対する殺虫剤の log 薬量—probit 回帰直線の計算は殺虫剤抵抗性の解析に重要なことを強調し、一般に致死薬量の増大は殺虫剤に対する反応の不均一性の増大をとめない、抵抗性と log 薬量—probit 回帰直線の勾配との間には逆の關係のあることを指摘している。そこで第10表に示した各個体群のパラチオンに対する感受性の標準偏差と LD-84 との關係を図示すると、第4図のとおりであり、LD-84 が多少でも増大している個体群では感受性の標準偏差は大きかつた。

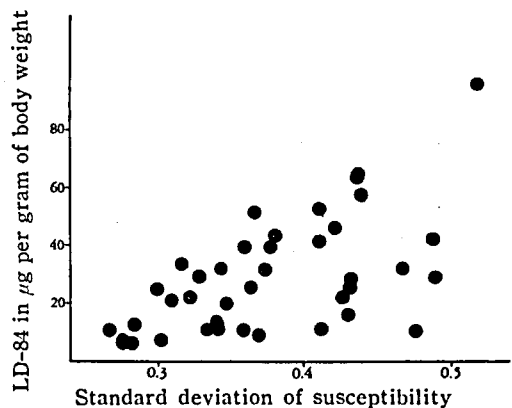


Fig 4. Relation between LD-84 and standard deviation of susceptibility of parathion on the growing rice stem borer of various colonies collected from different localities, first brood, 1961.

いま抵抗力の強さと感受性の標準偏差の大きさとの相関々係をみると、全個体群をとおしてみた場合には抵抗力の強い個体群ほど感受性の標準偏差が大きいとはいえない。しかし図に示された両者の關係を詳細にみると、各個体群は抵抗力の増大に比べて感受性の標

Table 8. Active ingredient of parathion in grams per hectare used in controlling rice stem borer in various localities where the testing insects were collected.

Locality	Year								Total
	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	
Tomita	94	127	169	127	118	193	282	395	1505
Tanaka	183	587	413	367	380	372	207	0	2509
Bussyozan	202	740	427	436	428	499	235	207	3174
Hasioka	38	206	300	347	338	418	428	305	2380
Sue	33	143	195	146	187	221	9	0	934
Hayuka	146	224	356	273	376	390	127	127	2019
Hökunzi	150	1	531	540	633	653	273	61	2842
Okada	226	476	404	432	428	442	437	446	3291
Hayasida	371	1071	1177	893	1163	414	706	489	6284
Kawatu	517	395	372	813	1081	945	820	743	5686
Iino	306	417	909	644	686	710	136	221	4029
Kawanisi	174	808	1404	1169	503	521	202	404	5185
Gunge	51	462	689	639	609	639	681	541	4311
Tarumi	240	444	530	511	489	602	700	728	4244
Kotohira	306	686	794	565	619	710	792	446	4918
Enai	479	714	792	525	761	964	790	71	5096
Takasino	324	929	1014	807	897	865	888	588	6312
Tatukawa	263	837	770	498	508	503	484	428	4291
Inagi	1410	1645	1645	1645	1645	1645	1645	1645	12925
Yogita	827	837	902	987	978	1095	1142	888	7656
Hudeoka	183	512	719	677	743	353	559	752	4498
Yosiwara	230	667	395	761	578	719	202	400	3952
Ōmi	174	809	726	549	574	232	244	465	3773
Kamitakase	893	1382	968	1095	1152	1048	1119	428	8085
Iizihuta	259	731	728	705	893	902	926	541	5685
Simoasa	42	874	817	859	830	973	921	512	5828
Kasada	432	620	855	870	851	1025	935	362	5950
Saitaōno	197	785	1123	917	1166	1419	1086	696	7389
Ōnohara	653	1039	456	653	813	982	1114	517	6227
Tokiwa	879	1104	1246	1321	1152	1203	263	14	7182

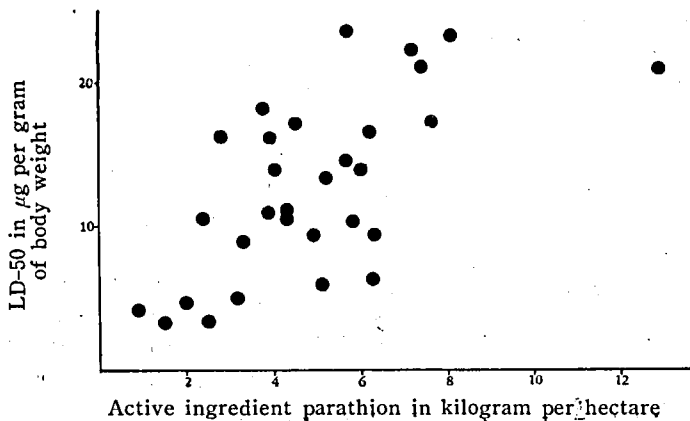


Fig. 5. Relation between LD-50 of parathion on the growing rice stem borers and amount of active ingredient of parathion used in the localities where the testing insects were collected.

標準偏差の増大が極めて大きい集りと、感受性の標準偏差が前者ほど大きく増大しない集りの2つに分れており、それぞれの集りの中では両者の間に高い関連性が認められた。したがって、ニカメイチュウでは抵抗力の増大はパラチオンに対する反応の不均一性の増大をとまなう傾向があるといえる。このような両者の関係は Hoskins と Gordon が指摘したところに一致するものである。この実験の結果パラチオンに対する抵抗力が強い個体群では、パラチオンの連続使用によつて抵抗力の発達したことがうかがわれる。なお抵抗力と反応の不均一性との関係は個体群によつて方向の異なつた2つの集りに分かれていたが、これはそれぞれの集りに属したニカメイチュウでは抵抗力が変化してきた過程が顕著に異なつたためと思われる。

殺虫剤に抵抗力系統の害虫を抵抗力が一層強い水準に達するまで淘汰を続けると、反応の不均一性は逆に減少することが、2, 3 明らかにされているが<sup>2)</sup>、ニカメイチュウの場合には、抵抗力が強くて反応の不均一性が小さい個体群は見当たらなかつた。これは香川と愛媛のニカメイチュウではパラチオンに対する抵抗力が現在発達しつつあることを意味するものと考えられる。

安富<sup>3)</sup>はコロモジラミとイエバエの殺虫剤抵抗力の研究において、コロモジラミの DDT と  $\gamma$ -BHC 抵抗力、イエバエの  $\gamma$ -BHC 抵抗力は過去にこれらの殺虫剤が頻りに使用された地域ほど強いことを明らかにしている。香川県では、1953年以降毎年パラチオンの売上げ量が旧町村単位で記録されていたので、いまこれらの資料のうち、この実験に供試した各個体群の採集地について、ニカメイチュウの防除に使用された量のみを 1ha 当たり有効成分量として表示すると、第8表のとおりである。

これによると、Has. K, Yos. K と Ōm. K 個体群はパラチオンの致死薬量が相当高かつたが、これらの各個体群の採集地におけるパラチオン使用量は毎年それほど多くなく、また Hda. K 個体群では致死薬量は著るしく高いといえなかつたが、この個体群の採集地における使用量は毎年相当多かつた。このように一部の個体群では毎年パラチオンの使用状態と致死薬量との間に期待したような関連性がみられなかつた。しかし致死薬量が著るしく高かつた In. K, Kam. K, Hi. K, Sa. K, Tok. K の各個体群の採集地では毎年使用量は極めて多く、一方致死薬量が低かつた Tom. K, Tan. K, Su. K と Hka. K 個体群の採集地では、他の個体群の採集地に比べて、毎年使用量は非常に少なかつた。過去8ケ年に使用された有効成分量と LD-50 との関係は第5図のとおりである。

これによると、先にも指摘したように、使用量が多かつた割に LD-50 が低い個体群、またはその逆の個

体群が多く、すべての個体群が同じ程度に使用量と LD-50 との関係を示していない。これは第8表の使用量が町村単位における平均値であるため、供試個体群の採集地における使用の実態がすべて同じ程度に代表されていないこと、毎年1, 2化期を通じ連続使用したかどうかということ、および使用量の年次変動がそれぞれの町村で異なつていることなどで、ニカメイチュウに及ぼしたパラチオンの影響力および影響の及ぼし方がすべての個体群に同等に表現されないのが当然起りうることと思う。しかし第5図の全体的な傾向をみると、過去に使用されたパラチオンの量と LD-50 との間には相当高い関連性がみられた。いまこの場合の両者の相関係数を求めると  $r=0.859$  であつたが、この値は、前記したように、両者の関連性に負の作用をする原因が多く介在したもとのものである。実際には更に高い相関係数が得られるものと考えられる。このことは、香川県のニカメイチュウのパラチオンに対する抵抗力の変動は過去のパラチオンの使用状態に非常に強く影響されたことを明らかにするものである。したがって、香川県下の広い地域ではパラチオンの連続使用でニカメイチュウのパラチオン抵抗力が発達し、抵抗力の発達程度は過去8ケ年に使用されたパラチオンの量に関連したものであるといえる。

なお先に各個体群の抵抗力と個体群相互間の距離との関係を検討した際、香川県西部のニカメイチュウの抵抗力が東部のものより強かつたのは、この地帯では抵抗力の増大に寄与した要因が多くの場所で類似していたためであろうと述べたが、いま第8表をみると、パラチオンの使用量が多かつたのは西部の各地である。したがって、西部の各個体群の抵抗力が強かつたのは、この地域の各地では共通してパラチオンを多量に使用してきたことに起因するといえる。

次にパラチオンの使用量と LD-50 の間に高い相関関係が認められたので、この場合の直線式を求めると、 $y=2.20x+1.86$  であつた。いまこの直線式から8ケ年の使用量が 1ha 当たり 5kg の場合の LD-50 を計算すると、その値は 12.86 $\mu$ g/g になるが、これはパラチオンに感受性である Tom. K 個体群の LD-50 の約3.8倍である。したがって香川県内では、ここに検定しなかつた場所においても、過去8ケ年のパラチオン使用量が 1ha 当り 5kg 以上の場合には、ニカメイチュウのパラチオンに対する抵抗力は感受性のものより約3.8倍以上増大していることになる。

第7表には、1961年の1化期に抵抗力が弱かつた Tom. K と Bu. K 個体群、抵抗力が強かつた Kam. K と N. E 個体群について、次世代幼虫の抵抗力を検定した結果を示したが、Tom. K 個体群の2化期幼虫の抵抗力は1化期幼虫のそれと大差なくとも極めて弱

かつた。このことはこの個体群はパラチオンに感受性であることを更に明確にするものである。

一方1化期に抵抗力が強かつた Kam.K と N.E 個体群は2化期にも同様強い抵抗力を示した。いま1化期と2化期幼虫について、両個体群の LD-50 の Tom.K 個体群のそれに対する増大率を求めると、1化期幼虫の場合には、Kam.K 個体群は6.9倍、N.E 個体群は8.6倍であり、2化期幼虫の場合には8.7倍と7.7倍であり、両個体群とも、2化期幼虫の抵抗力の増大率は1化期幼虫の場合とほとんど同程度であつた。このような結果は、香川県と愛媛県のニカメイチュウではパラチオンに対する抵抗力が顕著に変動したが、この変動は1時的なものでなく、次世代に遺伝される性質のものであり、パラチオンに強い個体群はパラチオン抵抗性系統であることを裏付けるものである。

なお Bu.K 個体群では1化期幼虫の抵抗力は Tom.K 個体群より強かつたが、2化期幼虫の抵抗力は Tom.K 個体群と大差なかつた。これはこの個体群の抵抗力は過去に使用されたパラチオンの影響で多少変化の徴候を示すが、この程度の抵抗力の変化は1時的なものであり、その特性は次世代に遺伝されるほど安定なものでないためである。したがつて、Bu.K 個体群および抵抗力がこの個体群と同程度以下の個体群ではまだパラチオン抵抗性系統であるとはいえない。

検定Ⅱにおいて、越冬幼虫のパラチオンに対する抵抗力の個体群間における変動を検定したが、その結果は第3表に示したとおりであつた。第3表に示した個体群のうち、香川県の H.K, Yog.K, Tat.K と Bu.K 個体群、広島県の H.H と U.H 個体群、岡山県の H.O 個体群については、検定Ⅳにおいて、生育期幼虫の抵抗力をも検定した。そこでこれらの個体群について、パラチオンに対する抵抗力が越冬幼虫と生育期幼虫とでどう違うかを検討するため、越冬幼虫における LD-50 と生育期幼虫におけるそれとの相違を图示すると、第6図の通りであつた。

これによると、U.H と H.H 個体群では、越冬幼

虫の抵抗力は最も強かつたが、生育期幼虫の抵抗力は逆に最も弱かつた。一方 Yog.K と H.K 個体群では生育期幼虫の抵抗力は極めて強かつたが、越冬幼虫の抵抗力は H.O とか Tat.K 個体群と大差なかつた。また越冬幼虫で検定した場合には抵抗力の個体群間の変動は小さかつたが、生育期幼虫で検定した場合には、この変動は非常に大きかつた。したがつて、越冬幼虫ではパラチオンに対する抵抗性の発達状況を検知することは困難である。

なお先に指摘したように、越冬幼虫の抵抗力の変動は過去のパラチオンの使用状態と密接な関係がないこと、生育期幼虫の場合のように log 濃度—probit 回帰直線の係数 b の変化をとみなわないこと、ならびに上記の現象から考えると、越冬幼虫のパラチオンに対する抵抗力の変動は幼虫の生育期における環境条件の相違にもとづくもので、一部の個体群がパラチオンに強い tolerance を示したためであると考えられる。

#### 文 献

- 1) Andres, L. A., Reynolds, H. T. *Jour. Econ. Ent.*, 51, 285 (1958)
- 2) Barnes, M. M., Flock, R. A., Garmus, R. D. *Jour. Econ. Ent.*, 47, 238 (1954)
- 3) Hoskins, W. M., Gordon, H. T. *Ann. Rev. Ent.*, 1, 89 (1956)
- 4) 石倉秀次・田村市太郎・渡辺幸志, 四国農試報告, 1, 228 (1953)
- 5) Ivy, E. E., Scales, A. L. *Jour. Econ. Ent.*, 47, 981 (1954)
- 6) McEwen, F. L., Chapman, R. K. *Jour. Econ. Ent.*, 45, 717 (1952)
- 7) Roussel, J. S., Clower, D. F. *Jour. Econ. Ent.*, 50, 463 (1957)
- 8) Stern, V. M., Reynolds, H. T. *Jour. Econ. Ent.*, 51, 312 (1958)
- 9) 安富和男, 衛生動物, 12, 36 (1961)

#### Résumé

It was in 1952 that parathion was first imported to Japan. Ishikura and his coworkers confirmed that this material is highly toxic to the larvae of rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker, which had bored into the rice plant stem. Other field tests also showed that parathion is excellent to control the rice stem borer. Consequently, parathion has been used in controlling this insect practically throughout Japan.

During the early summer in 1960, the rice

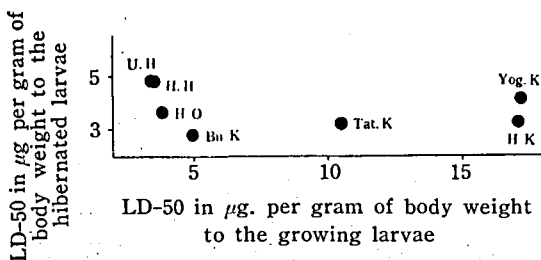


Fig. 6. Difference of LD-50 of parathion between the larvae which are in hibernation and the growing larvae.

stem borer has become difficult to control with parathion in some parts of Kagawa and Ehime prefectures. Growers regarded as these failures may be due to either adverse weather conditions or to faulty application with poor formulation. However, in this season, parathion was found to give very satisfactory control as usual with same application techniques and formulation in other regions. The rice stem borers were controlled by application of parathion since 1953 in the most parts of Kagawa and Ehime. Parathion was applied heavily in these parts as compared with others. Therefore, it was probable that rice stem borers in these parts may become resistant to parathion.

In 1960 and 1961, pot and laboratory tests were undertaken to verify the resistance to parathion in the rice stem borer. Experimental methods and the results are summarized as follows.

1) In 1960, eggs of the second brood of the rice stem borer were collected from Yogita, Kagawa where parathion was not giving satisfactory control in the first brood of the same year and Anto, Sizuoka where it was giving very satisfactory control. The obtained eggs were placed on the rice plant. Parathion emulsions were sprayed on rice plants 5 days after the newly hatched larvae bored into the rice plant tissue. Mortality count were made 3 days after the application. Log C-probit regression equation and the LC-50 are given in Table 2. The LC-50 of the bored larvae of Yog. K. colony was 0.0227 per cent, while that of A. S. colony was 0.0045 per cent parathion. Comparing LC-50 of two colonies, it was found that Yog. K. colony was about 5 times resistant to parathion than A. S. colony.

2) In 1961 the first brood rice stem borers were collected from various localities in Japan. The insects collected were reared on synthetic diet as shown in Table 1 in a constant temperature room at 25°C. Dosage-mortality data were obtained by topical application of parathion to fifth- and sixth-instar larvae. Prior to treatment the larvae were weighed individually. Aceton solutions of parathion in various concentrations were applied to the larvae in 0.002 ml employing a microapplicator. The treated larvae were

kept in 25°C. Mortality counts were made 24 hours after treatment.

In Tables 4 and 6, log C-probit regression equation, standard deviation of susceptibility and the lethal doses are given. These series of laboratory tests showed that the growing larvae of various colonies collected from different localities responded differently to parathion. The lethal doses of parathion for the growing larvae of Yog. K. colony were approximately from 2.5 to 6.5 times higher than that required for Bu. K. colony (Table 5). This colony was also more resistant than other various colonies collected from Yamagata, Aiti, Ōita, Hukuoka and Kumamoto (Table 4). In other test, the LD-50 of parathion for the growing larvae of Tom. K. and Tan. K. colonies from Kagawa, H. O. colony from Okayama and H. H. and S. H. colonies from Hiroshima varied from 2.9  $\mu\text{g}$  to 3.8  $\mu\text{g}$  per gram of body weight, while that for H5. K., In. K., Yog. K., H. K., Yos. K., Ōm. K., Kam. K., Hi. K., Sa. K., Ōn. K. and Tok. K. colonies from Kagawa and N. E. colony from Ehime varied from 16.0  $\mu\text{g}$  to 29.0  $\mu\text{g}$  per gram of body weight (Table 6). The results indicate that the level of resistance to parathion in the latter colonies was considerably higher than in the other colonies tested.

3) In 1961 the second brood rice stem borers were collected from Kagawa (Tom. K., Bu. K. and Kam. K. colonies) and Ehime (N. E. colony). Rearing and testing methods were followed as in the case of the first brood larvae. Mortality counts were made 24 hours after treatment. Log C-probit regression equation, standard deviation of susceptibility and the lethal doses are given in Table 7. The LD-50 of parathion for the growing larvae of Tom. K. and Bu. K. colonies were 3.2  $\mu\text{g}$  and 3.4  $\mu\text{g}$  per gram of body weight, while that for Kam. K. and N. E. colonies were 27.5  $\mu\text{g}$  and 24.3  $\mu\text{g}$  per gram of body weight. The LD-50 of parathion for the growing larvae of Kam. K. and N. E. colonies were approximately 9 and 8 times of the growing larvae of Tom. K. colony. Essentially these values of parathion were almost equal to that of the first brood larvae collected from the same parts.

4) For the growing larvae of K. Y. colony

from Yamagata, Syo. Y. and Si. Y. colonies from Yamanashi, Tom. K. and Tan. K. colonies from Kagawa, H. H. and S. H. colonies from Hiroshima, O. O. colony from Ōita and A. K. colony from Kumamoto the lethal doses of parathion and standard deviation of susceptibility are rather less than the other colonies tested, and variations of the lethal doses and standard deviation of susceptibility among above colonies are relatively small. The above mentioned results justify that these colonies are the strain susceptible to parathion.

5) As to the resistance to parathion of the growing larvae, the colonies collected from the western part of Kagawa were higher than those from the eastern part. But it is found that the resistance to parathion had varied markedly among the colonies collected from the western part, and that these variations in the resistance to parathion had no relation with the distance between the locations of collection (Fig. 3). The resistance to parathion of the rice stem borers varied according to the localities where they were collected.

6) Relation between the LD-50 and the standard deviation of susceptibility is shown in Fig. 4. As regard to the increase of resistance to parathion in each colony, there are a group of colonies which standard deviation of susceptibility increased largely and a group of colonies which standard deviation of susceptibility did not increase so much, and a higher correlation was observed between them. The increase of resistance, therefore, in rice stem borer tends to induce ununiformity in its reaction to parathion. The colony being highly resistant and uniform in reaction was not found in the colonies tested.

7) Relation between the resistance to parathion of the rice stem borers and the amount of parathion used in the last eight years in the locations of the insects collected is shown in Fig. 5. Generally the degree of resistance to parathion of the rice stem borer colonies depended on the amount of parathion used in practical control hitherto.

8) Ratios of LD-50 of the growing larvae of Kam. K. and N. E. colonies to that of Tom. K.

colony were 6.9 and 8.6 in the first brood and 8.7 and 7.7 in the second brood. Therefore, the resistance was thought to be inherited to the following brood.

9) In this study, it is found that parathion-resistant rice stem borers distribute in wide region in Kagawa and Ehime. However, these parathion-resistant strains are now in course of development, and the degree of resistance is depended on the amount of parathion used in practical control hitherto. The higher parathion-resistant strains were found where applications were heavier.

10) In winter season of 1960, the larvae which were hibernating were collected from different localities in Japan. These larvae were kept in a constant temperature room at 25°C until they were treated with parathion. Dosage mortality data were obtained following the same methods used on the growing larvae of the first brood in 1961.

Mortality counts were made 24 hours after treatment. Log C-probit regression equation, standard deviation of susceptibility and the lethal doses are given in Table 3. The LD-50 of parathion ranged from 1.52  $\mu\text{g}$  per gram of body weight in the larvae which were hibernating of Niigata colony to 4.83  $\mu\text{g}$  per gram of body weight in that of U. H. colony. The larvae which were hibernating collected from Nagano, Okayama, Hiroshima, Kagawa, Ehime and Miyazaki were more tolerant than the other colonies tested. There are no correlation between the LD-50 of the tested colonies and the amount of parathion used in practical control hitherto. As shown in Fig. 6, the LD-50 of parathion for the larvae which were hibernating varied from 2.8  $\mu\text{g}$  per gram of body weight in Bu. K. colony to 4.8  $\mu\text{g}$  in U. H. colony, while that for the growing larvae varied from 3.4  $\mu\text{g}$  per gram of body weight in U. H. colony to 17.2  $\mu\text{g}$  in Yog. K. colony. Considering the above results, the larger variation in the growing larvae probably arises from the change in the larval resistance to parathion, but the smaller variation in that of the larvae which are hibernating may be due to variation in the tolerance.