

Relation of the resistance to ethyl-parathion of cabbage armyworm to the larval stage and age and food plants reared. Hidetsugu Ishikura and Kôzaburô Ozaki (Division of Entomology, National Institute of Agricultural Sciences, Nishigahara, Tokyo) Received Oct. 17, 1955. *Botyu-Kagaku* 20, 121, 1955 (with English résumé, 126)

19. パラチオンに対するヨトウムシ幼虫の抵抗性と幼虫の発育時期及び食草との関係。石倉秀次・尾崎幸三郎(農林省農業技術研究所病理昆虫部昆虫科) 30. 10. 17. 受理

害虫に対する殺虫剤の効力はその発育程度や食物などによつて大きな違いをもたらす。カブとカンランの葉でヨトウムシ幼虫を飼つて3令以後の各令期に浸漬法によつてエチルパラチオンの効力を檢し、令期や令期内の発育程度や食草の差で抵抗性がどのように変化するかをしらべた。

まえがき

各種の害虫に対する殺虫剤の効力は生物的な諸要因の影響に支配される場面が極めて大きい。生物的要因の1つには対象害虫の発育程度の相違が挙げられ、幼虫の令期と殺虫剤の効力との関係についてはすでに多くの実験が行われている。[CAMPBELL (1926), NOTHEY (1936), GUNDERSON・STRAND (1939), DEWEY (1942), 吉田 (1948), HOWE・CAMPBELL (1953), MUKERJEA (1953) 及び一瀬・石井 (1955)]。しかしこれらの実験は主として令期間における効力の差異を比較したもので、令期内における変動を通じての両者の関係は余り検討されていない。

また昆虫類の発育速度や発育量は食餌食物によつて異なることが知られている。したがつて令期と殺虫剤の効力との関係は、幼虫の摂取した食草で異なるかも知れない。

筆者等は上記の問題を検討するために、カブとカンランで飼育したヨトウムシの各令幼虫をパラチオンで処理し、この殺虫剤に対する抵抗性が令期や令期内の時期、食草の種類によつてどのように変化するか調べてみた。ここにその結果を報告する。

実験材料及び方法

この実験に用いたヨトウムシの幼虫は1954年9月26~28日と1955年5月13~22日に孵化したものである。食草としては1954年9月に孵化した個体群にはカブを、1955年5月に孵化した個体群にはカンラン緑葉を与えた。その他の飼育条件は両個体群を同様に取扱ひ、2令眠までは径12cm、深さ3cmのシャーレで、3令以後は縦30cm、横20cm、深さ5cmの木製飼育箱を用いて25°Cに調節した定温器中で照明せずに暗黒下で飼育した。

これらの幼虫は3令以後に実験に供した。なお供試虫は殺虫剤で処理する直前にそれぞれ20個体の体重を

測定した。

殺虫剤に対する抵抗性は次の方法によつて検定した。使用した殺虫剤はエチルパラチオンの46.6%乳剤を水道水で所定の濃度に稀釈したものである。この稀釈液を25°Cの水槽中に保ち、液温が水槽の温度と一致した後に、直径2cm、長さ5cmのガラス管の底に綿布を張り、この中に3~4令幼虫は15~20個体、5~6令幼虫は5個体入れ、上部を綿布で覆つたものをこの葉液中に30秒間浸漬した。浸漬を終つた個体は直ちに濾紙を敷いた径9cm、深さ2cmのシャーレに移した。この場合1シャーレ当り3~4令幼虫は10~15個体、5~6令幼虫は約5個体を収め、各シャーレには飼育に用いたと同じ食草を与えた。この処理幼虫は温度25°Cの定温器に保ち、24時間後に生死を調査した。生死の区別は葉に定着し、正常位を保つて摂食している個体を生とし、摂食を中止し、葉より落下して転倒苦悶している個体から完全に死亡した個体までを死とした。

実験結果

1) 食草を異にした供試幼虫の体重と令期間との関係。実験に供試した各令幼虫の体重とこの体重のちらばりの程度を測定した結果は第1表の通りである。

第1表によると、幼虫の体重は発育にともなつて著しく増加した。体重のちらばりは5.5日目又は6日目の3令幼虫が最も大きく、さらに発育が進むにしたがつて、減少する傾向が見られた。

松本・湯嶋 (1950) はこのヨトウムシの幼虫期は食草によつて発育速度と発育量が著しく異なることを報じているが、筆者等が行つた飼育結果からカブとカンランで飼育した個体群の1令から5令までの平均令期間を示すと、第2表の通りである。

第2表によると、3令と4令では両個体群に大差が見られないが、1令、2令及び5令ではカンランで飼

Table 1. Average body weight and its variability of different instars and ages of cabbage armyworm, reared on turnip and cabbage.

Food plant	Instar	Age in day	Average body weight in mg.	Standard deviation	Coefficient of variability
Turnip	3	5.5	4.8	2.12	0.442
	4	7	29.2	7.98	0.273
	4	8	46.0	9.45	0.205
	5	9	124.1	38.60	0.311
	5	10	182.1	34.00	0.187
	6	11.5	446.3	98.00	0.220
	6	14	600.6	87.20	0.145
Cabbage	6	17	825.7	62.10	0.075
	3	6	6.7	2.05	0.306
	4	9	49.2	11.41	0.232
	5	11	84.3	18.35	0.218
	5	12	162.9	31.87	0.196
	6	15	459.4	80.97	0.176
	6	16	771.0	117.30	0.152

Table 2. Duration of instars of cabbage armyworm reared on turnip and cabbage leaves.

Food plant	Duration of instars in day					Total duration
	1	2	3	4	5	
Turnip	3.7	2.1	2.0	2.3	2.0	12.1
Cabbage	3.9	2.4	2.1	2.2	3.0	13.6

Table 3. Mortalities of cabbage armyworm of different instars and ages due to the immersion into parathion emulsion.

Food plant	Instar	Age in day	Concentration of ethyl-parathion in percentage													
			0.0002	0.0004	0.001	0.002	0.004	0.01	0.02	0.04	0.1	0.2	0.4			
Turnip	3	5.5	10.0	12.5	38.9	52.4	72.0									
	4	7		5.1	12.5	38.1	37.0	72.9								
	4	8		4.4	9.6	24.2	43.2	61.2								
	5	9					21.7	43.5	54.8	76.5	92.4					
	5	10					27.8	40.3	50.5	67.0	89.6					
	6	11.5							40.0	75.0	85.2	95.8	100.0			
	6	14							18.8	22.2	53.3	80.0	86.7			
Cabbage	6	17						7.7	0	18.8	53.3	84.6				
	3	6	9.6	17.1	57.6	76.7	98.2									
	4	9				23.8	57.9	82.4	100.0							
	5	11					20.0	30.8	60.0	100.0						
	5	12						16.0	38.1	71.4	96.4					
	6	15						25.0	31.3	57.9	83.3					
	6	16						0	16.7	32.0	78.9	100.0				

育した個体群よりもカブで飼育した個体群の方が令期が少し短い傾向があり、そのため5令幼虫までの全發育期間はカブで飼育した個体群の方が1.5日ほど短縮している。また同じ發育時期における体重は兩個体群で發育速度が異なっているのと、兩個体群の体重を測定した時期が異なっていたので詳しくは比較が出来ない。しかし5令後期から6令初期の幼虫の体重は兩個体群ではほとんど同じであり、他の令期の体重も体重を測定した時期までの發育日数を考慮に入れば、体重は兩個体群の間でそれほど大きな差異があつたとは考えられない。

2) エチルパラチオンに対する抵抗力。前述した方法で各令の幼虫をパラチオン液で処理し、1日後に生死を調べ、その結果から死亡率を算出した結果は第3表の通りである。

いま第3表に示した結果から BRISS (1935) によつて死亡率を Probit に、濃度を対数値に変換して濃度-死亡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結果は第4表に示す通りである。

Table 4. Concentration-mortality regressions of cabbage armyworm of different instars and ages due to the immersion into parathion emulsion.

Food plant	Instar	Age in day	Regression equation $Y-a=b(X-\bar{x})$	Chi square	n	Probability in test (Pr)
Turnip	3	5.5	$Y-4.806=1.524(X-1.105)^*$	0.189	3	0.980
	4	7	$Y-4.619=1.524(X-1.411)^*$	4.548	3	0.210
	4	8	$Y-4.579=1.508(X-1.409)^*$	1.548	3	0.674
	5	9	$Y-5.171=1.546(X-1.248)^{**}$	0.335	3	0.953
	5	10	$Y-5.133=1.277(X-1.282)^{**}$	2.892	3	0.419
	6	11.5	$Y-5.597=1.955(X-0.679)^{***}$	1.567	2	0.465
	6	14	$Y-4.968=1.733(X-0.905)^{***}$	1.272	3	0.736
	6	17	$Y-4.837=1.769(X-1.177)^{***}$	7.689	2	0.022
Cabbage	3	6	$Y-5.002=2.493(X-0.924)^*$	4.634	3	0.201
	4	9	$Y-5.272=2.653(X-0.665)^{**}$	0.644	1	0.439
	5	11	$Y-5.161=2.357(X-1.182)^{**}$	1.833	1	0.184
	5	12	$Y-5.117=2.782(X-1.429)^{**}$	0.101	2	0.951
	6	15	$Y-5.047=1.767(X-1.513)^{**}$	0.382	2	0.827
	6	16	$Y-4.953=2.809(X-1.033)^{***}$	2.757	1	0.078

註 *= $C \times 10^4$ **= $C \times 10^3$ ***= $C \times 10^2$

第4表によると、カブで飼育した個体は6令最後期幼虫を除き、他の発育期の幼虫についての濃度-死虫率回帰直線は観測値と抽出誤差の範囲でよく一致しており、カンランで飼育した個体群はどの発育期の幼虫でも抽出誤差の範囲でよく一致している。そこで第4表に示した濃度-死虫率回帰直線から大沢・長沢(1947)にもとずいて各発育期幼虫のパラチオンに対する抵抗力を示す諸恒数を求め、更に50%致死濃度の標準誤差を求めると、第5表のような結果が得られる。

第5表によると、カブで飼育した個体群もカンランで飼育した個体群も50%致死濃度は幼虫が発育するにつれて増大する。この増大は6令初期の幼虫までは比較的緩慢であるが、6令初期から後期でこの増大は非常に顕著であった。いまカブで飼育した個体群の50%致死濃度の増大状態を示すのに、5.5日目の3令幼虫のそれを1とすると、10日目の5令幼虫では8.8倍、11.5日目の6令幼虫では13.8倍、17日目の6令幼虫では108.7倍となる。また各令幼虫の50%致死濃度の標準誤差は全般に亘つて相当大きく、各濃度-死虫率回帰直線から求めた50%致死濃度は2.4~31.8%の誤差を伴つて

いる。次に第5表に示した50%致死濃度の $p = 0.05$ における信頼限界を求め、この上限と下限の幅を图示すると、第1図の通りである。

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ので、この結果にもとずいて各発育期幼虫のパラチオンに対する抵抗力を比較すると、カブで飼育した個体群では、5.5日目の3令幼虫から9日目の5令幼虫までの抵抗力はそれぞれ有意差を示して増大しているが、9日目の5令幼虫、

Table 5. Resistance of cabbage armyworm of different instars and ages to ethyl-parathion, as presented in M. L. C.

Food plant	Instar	Age in day	Median lethal concentration in percentage	Standard deviation of M. L. C.	Standard error of M. L. C.
Turnip	3	5.5	0.00171	0.656	0.00312
	4	7	0.00450	0.635	0.00011
	4	8	0.00600	0.663	0.00011
	5	9	0.01371	0.647	0.00113
	5	10	0.01507	0.783	0.00115
	6	11.5	0.02361	0.512	0.01192
	6	14	0.08375	0.577	0.01229
	6	17	0.1858	0.565	0.01276
Cabbage	3	6	0.00083	0.401	0.00011
	4	9	0.00365	0.377	0.00116
	5	11	0.01300	0.424	0.00120
	5	12	0.02438	0.359	0.00113
	6	15	0.03062	0.566	0.00124
	6	16	0.1122	0.356	0.01139

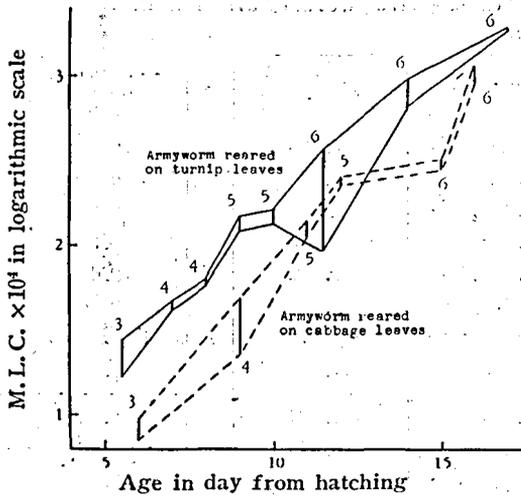


Fig 1. Median lethal concentration and its fiducial limit at $p=0.05$ of ethyl-parathion emulsion in relation to the larval stage and age in day of cabbage armyworm. The armyworm was reared on either turnip or cabbage leaves. Figures indicate the larval stages of the armyworm.

10日目の5令幼虫及び11.5日目の6令幼虫の間には有意差が認められず、11.5日目の6令幼虫以後は再び有意に増大している。カンランで飼育した個体群では発育が進むにつれて抵抗力はそれぞれ有意の差を示しながら増大したと考えられる。

考 察

令期と日令の異なるヨトウムシ幼虫をパラチオン液に30秒間浸漬して抵抗性を調べたところ、この幼虫のパラチオンに対する抵抗力は発育が進むにつれて顕著に増大することが観察された。しかし第1表と第5表に示した結果から考察すると、幼虫の体重増加と抵抗力の増大は平行的でなく、第1表に示した平均体重と第5表に示した50%致死濃度との関係を図示すると第2図のような曲線関係が得られる。

第2図によると、両者の関係は3令幼虫から5令後期の幼虫まで、5令後期から6令初期の幼虫まで、及び6令初期から6令後期の幼虫までの3つの異なる傾向を示して変化するようで、5令後期から6令初期幼虫までは体重の増加に伴う抵抗力の増大は極めて少ない。このような傾向は図にも見られるようにカブとカンランでの両個体群に同様な傾向がうかがわれる。一瀬・石井(1955)はヨトウムシ幼虫の令期とDDTに対する抵抗力との関係を調べ、体重の対数値は令期の進展によって直線的に変化するが、50%致死濃度の対数値は若令幼虫において比較的緩やかな増大を示し、老熟幼虫において急激な増大を示すとした。筆者等の

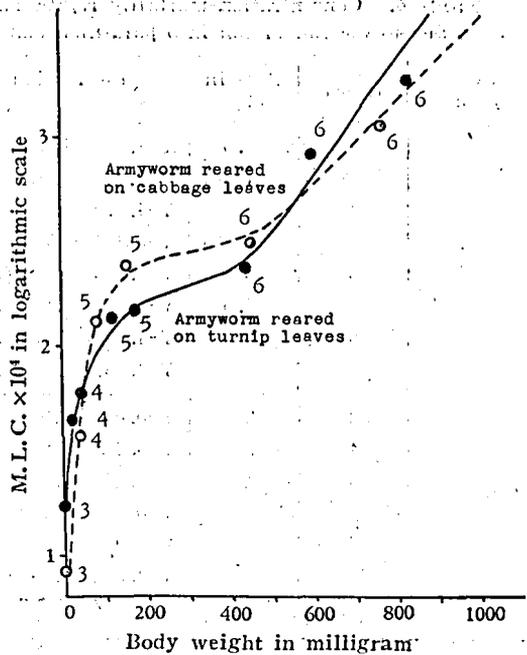


Fig 2. The relation of the increase in the resistance to ethyl-parathion of cabbage armyworm to the increase of the body weight. Solid line with solid circles indicates the relation with armyworm reared on turnip leaves and broken line with hollow circles that with armyworm reared on cabbage leaves.

得た結果も類似な傾向を示すものであり、殺虫機構の異つた薬剤を使用した場合にも同様の結果が得られたことは興味深い。

このように幼虫の発育にともなつた薬剤に対する抵抗力の増大は幼虫の発育期によって質的に異なる傾向を示すようである。そこで各時期における50%致死濃度を体重で割り、幼虫の体重差を除外した変動の状況を示すと、第6表に示すような結果が得られる。

第6表によると、単位体重当りの50%致死濃度(50%致死濃度を体重で除した値)はカブで飼育した個体群では5.5日目の3令幼虫が最も大きく、発育が進むほど減少して、11.5日目の6令幼虫が最少値を示し、その後この値は上昇する。一方カンランで飼育した個体群では11日目と12日目の5令幼虫が最も大きく、15日目の6令幼虫が最少値を示した。この個体群ではカブで飼育した個体群のような鮮明な傾向は見られなかつた。しかし11日目と12日目の結果を除くと、他の発育期幼虫のこの値の変動はカブで飼育した個体群におけると同じ傾向が認められ、単位体重当りに変換した各発育期の抵抗力は6令初期の幼虫が最も低く、

Table 6. Ratio of the median lethal concentration of ethyl-parathion to body weight of different instars and ages.

Food plant	Instar	Age in day	M. L. C. per unit body weight	Relative resistance
Turnip	3	5.5	0.000356	6.1
	4	7	0.000154	2.9
	4	8	0.000130	2.5
	5	9	0.000110	2.1
	5	10	0.000083	1.6
	6	11.5	0.000053	1.0
	6	14	0.000139	2.6
	6	17	0.000225	4.2
Cabbage	3	6	0.000124	1.8
	4	9	0.000074	1.1
	5	11	0.000154	2.3
	5	12	0.000150	2.2
	6	15	0.000067	1.0
	6	16	0.000146	2.2

この時期を境として、その前後で明らかに異なつた変化を示すのでないかと考えられる。またこのことと第2図に示した結果からみると、ヨトウムシ幼虫のパラチオンに対する抵抗力は5令後期か6令初期に質的な変化を生ずるのでないかと思われる。この抵抗力の質的变化はこの時期における幼虫の生理の急激な変化を示唆するのでないかと考えられる。

PHILLIPS・SWINGLE (1940), SUN (1947), 斎藤 (1950), GAINES・MISTRIC (1952), 及び長沢 (1952) は昆虫類の殺虫剤に対する抵抗力が食餌の種類に著しく影響されることを明かにし、これは異つた食餌で育つた個体は体重と呼吸量が異なるためであるとした。ヨトウムシの發育と食餌植物の種類については、松本・湯嶋 (1950) がすでに食餌植物が異ると發育速度が異り、体重も異なることを明かにしているが、筆者等の得た結果でも、第2表に示したように、カブとカンランでは發育速度は異つていた。このように食餌植物を異にしたヨトウムシのパラチオンに対する抵抗力を M. L. C. によつて比較すると、第5表及び第1図に示したように、孵化後 8~9 日目、すなわち第3・4令まではカンランの葉で飼育した幼虫の方が抵抗力は小さいが、それより 12~3 日まで、すなわち第5令初期から同末期又は6令初期まではカンランの葉で飼育した個体もカブの葉で飼育した個体も、抵抗力に大小はつけにくかつた。しかし第6令の中、後期には再びカンランで飼育した幼虫の抵抗力が小さくなつた。

このように幼虫の令期と日令別に見ると、カンランの葉で育つた幼虫とカブの葉で育つた幼虫ではパラチ

オンに対する抵抗力に差異を示す時期もあるが、いまこれらの時期における M. L. C. と平均体重との関係を示した第2図を見ると、両者の関係はカンランで育つた幼虫とカブで育つた幼虫とで余り差がないようにも見える。換言すれば第3・4令や第6令で見られた抵抗力の差異は一見体重の差に基くようにも考えられる。しかし、第6表に示すように、M. L. C. を体重で除して求めた relative resistance はカブで育つた幼虫はカンランで育つた幼虫よりも第3令及び第6令では著しく大きな値を示している。このことはこの2種の食餌植物で育つた幼虫のパラチオンに対する抵抗力が第3・4令と6令では本質的に違つていたことを示唆するものと考えられる。しかしこの理由は詳かでない。

摘 要

カブとカンランの葉で飼育したヨトウムシ幼虫について、3令以後の各令期に浸漬法によつてエチルパラチオンに対する抵抗力を検じた。その結果ヨトウムシのパラチオンに対する抵抗力は發育が進むほど顕著に増加し、M. L. C. の増大状況や、M. L. C. を体重で除して求めた relative resistance の変動状況から見ると、抵抗力は第5令の後期又は第6令初期を境に、その前後で本質的に異なるようであつた。またカブで育つた幼虫はカンランで育つた幼虫よりも、第3・4令と第6令中、後期には強い抵抗力を示した。

文 献

Bliss, C. I. : Ann. appl. Biol., 22:134-168. (1935)
 Campbell, F. L. : J. gen. Physiol., 9: 727-733. (1926)
 Dewey, J. E. : J. Econ. Ent., 35: 256-261. (1942)
 Gaines, J. C. & W. J. Mistic : J. Econ. Ent., 45: 409-416. (1952)
 Gunderson, H. & A. L. Strand : J. Econ. Ent., 32: 106-110. (1939)
 Howe, W. L. & W. V. Campbell : J. Econ. Ent., 46: 1084-1085. (1953)
 一瀬・石井：応用昆虫, 11: 1-7. (1955)
 松本・湯嶋：応用動物, 16: 70-77. (1950)
 Mukerjea, T. D. : Bull. Ent. Res., 44:121-161. (1953)
 長沢：防虫科学, 17: 99-103. (1952)
 Nothey, F. B. : Bull. Ent. Res., 27: 607-609. (1936)

- 大沢・長沢：防虫科学，7.8.9：1-10.(1947)
 Phillips, A. M. & M. C. Swingle: J. Econ. Ent.,
 33: 172-176. (1940)
 斎藤：防虫科学，15：53-61.(1950)
 Sun, Y. P.: Univ. Minn. Agr. Exp. Stat., Tech.
 Bull., 177: 35-38. (1947)
 吉田：防虫科学，10：60-68.(1948)

Résumé

Cabbage armyworms reared on either turnip or cabbage leaves were weighed and then dipped into ethyl-parathion emulsion of a series of concentrations in the different larval stages and at different ages in day after hatching. They were immersed for 30 seconds at 25°C. and their mortalities were examined one day later. Those larvae which were feeding on food plant leaves in normal stature at the time of examination were counted as survived and those which were moribund or ceased to feed were counted as dead, together with true death. Based on the mortalities thus obtained, the median lethal concentrations of ethyl-parathion emulsion to this armyworm in different larval stages and at different ages in day were calculated after BLISS (1935). They were presented

in tables 3-5.

As shown in the table 5, and fig. 1, M. L. C. was found to increase consistently with the advance of larval growth, the increase being especially remarkable in the fifth and sixth larval stages. It does not increase in direct proportion to the increase of body weight as shown in fig. 2, and three periods, e. g. from the third to the late fifth larval stage, from the latter to the early sixth larval stage and from the early to the late sixth larval stage, seem to show different gradients of increase. The relative resistance or the ratio of M. L. C. to the average body weight was high in the early and end periods of larval growth as shown in table 6. These facts seem to suggest that the resistance of this armyworm to ethyl-parathion differs both qualitatively and quantitatively before and after the early period of the sixth larval stage.

The armyworm reared on turnip leaves was found to be more resistant in the third, fourth and in later half of the sixth larval stage than the armyworm reared on cabbage leaves. This difference in their resistance was inexplicable by the difference in their body weight.

Relationship between the Age and the Susceptibility to BHC of Adults of Rice Weevil and Azuki Bean Weevil. Akira GOROU (National Institute of Agricultural Sciences, Nishigahara, Tokyo, Japan). Received Oct, 17, 1955, *Botyu-Kagaku*, 20, 126, 1955 (with English résumé, 132).

20. コクゾウおよびアズキノウムシの成虫の羽化後経過日数と BHC 感受性との関係*
 後藤 昭 (農林省 農業技術研究所 昆虫科) 30, 10, 17, 受理

コクゾウおよびアズキノウムシの成虫の老若度と BHC 感受性との関係を接触燻蒸法によつて調べた結果、前者では感受性は羽化後14日まで大きく増大し、以後も若干の変動を続けるが、後者のそれは雌雄ともに日令が進むにつれて一方的に増大することがわかつた。

序 言

昆虫の殺虫剤に対する感受性の変異要因の一つに虫の老若度すなわち age がある。これは殺虫剤を用いて害虫を駆除する場合に問題となるのは勿論であるが、また殺虫剤の生物検定において供試昆虫を吟味する場合考慮を欠くことのできない事項である。

著者は、殺虫剤の室内における効力検定試験の供試昆虫として用いられているコクゾウ *Sitophilus*

oryzae L. とアズキノウムシ *Callosobruchius chinensis* L. の成虫について、日令と BHC に対する感受性との関係を調べたのでその結果を報告する。

なお、コクゾウとアズキノウムシはともに鞘翅目に属するが、前者は羽化後も摂食を行い長期間にわたつて生存を続けるのに反して、後者はこの実験の場合のような条件下では成虫は食物をとらず生存日数も1週

* 本報の要旨はすでに日本応用昆虫学会・応用動物学会合同大会 (1954年, 1955年) において発表した。