

## ハスモンヨトウの methoprene に対する感受性の時間的推移

長澤 純夫\*・後北 峰之\*・楠 伸治\*  
近藤 雅彦\*・山下 泰基\*

Sumio NAGASAWA, Mineyuki USHIROKITA, Shinji KUSUNOKI,  
Masahiko KONDO and Hiroki YAMASHITA  
Sequential Change of Susceptibility of the Tobacco Cutworm to the  
Juvenile Hormone Like Activity of Methoprene

昆虫はその令期によって、諸種の薬物に対する感受性が異なる。このことは大きさという、形態的な受容体の相違からしても、容易に理解はされるが、薬物の種類によっては、同一令期にあっては、その効果がある一時期、特異的に発揮されるものがある。それは内蔵する諸種の器官は、別個の発達過程をたどっていて、特定の薬物に対してそれぞれに感受性のとくに高い発達の節もっているためであると考えられる。

昆虫の脱皮変態にかかわる幼若ホルモンは、脱皮ホルモンとの相互作用によって、幼虫の脱皮、蛹化を規制するが、両者の量的関係に基因して誘起される反応様相は多様である。その基本的な生理作用である幼虫形質の維持は、養蚕業の分野では、適量において、その応用的価値がみとめられ、繭量の増産に寄与している。

このカイコにおける繭重、繭層重の増大が、最大限にえられるのは、第5令期のある一時期に存在することを示すデータは、すでに提供されている<sup>1)2)3)5)</sup>。ここに述べる小実験の結果は、ハスモンヨトウの幼虫が、幼若ホルモン様合成化学物質のひとつである methoprene の作用に対して示す、感受性の時間的推移を、幼虫期の延長と、蛹重増加のふたつの面から数量的にとらえようとしたものである。このような活性反応は、幼若ホルモンがいずれの器官の、いずれの節に作用した結果であるかは、形態組織学、生理化学その他の方法で、明らかにすることがあるが、最も感受性の高い時期と、その分散を客観的に見積ることは、統計生理学的見地から容易になしえられるところである。

### 実験材料および方法

供試昆虫：インゲン<sup>6)7)</sup>を主材料とする人工飼料を用い、温度25°C、湿度50%、常時照明の条件下で累代飼育したハスモンヨトウ *Spodoptera litura* の最終令(6令)幼虫を用いた。

供試薬剤：大塚製薬株式会社製造の市販品マンタ<sup>®</sup>を試した。表示有効成分 methoprene の含有量は 1.25 mg/ml であった。

実験方法：予備実験の結果から、実験途中の死亡、奇型個体の発現などを最少限におさえ、幼虫期間の延長、蛹重の増大を対照に比べて、明瞭にとらえうる濃度として 250ppm をえらんだ。エタノールで試料をこの濃度に稀釈し、供試薬液とした。

第6令期の過程で、methoprene に対する感受性の最も高い時期を決定するため、供試個体は5令幼虫期をへて脱皮、6令期に入った直後から蛹化直前の144時間まで、1時間毎に144群にわけ、合計432個体に、1個体あたり供試薬液の 1 $\mu$ l を micropipette によってその胸部背面に塗布した。対照区として、エタノールだけの処理を併せ行なった。

処理後は直径 8.5cm、高さ 4.5cm のポリエチレンカップに移し、個体別に飼育した。過湿をさけるため、カップの蓋には 1 $\times$ 1cm の穴をあげ、ガーゼをかぶせた。薬剤処理後は1時間ごとに観察蛹化個体を記録し、同時にメトラー自記天秤でその重量を測定した。そして尾部の形態から雌雄を区別した。その他羽化時刻、若干の死亡個体、奇型個体なども記録したが、今回はこれらについては述べない。

\* 生物汚染化学研究室

Table 1. Duration, in  $x=hr \times 0.01$ , from the time of the fifth moulting to the application of methoprene or ethanol and the duration of larval period, in  $y=hr \times 0.01$ , of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*.

	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$
	0.01	1.88	0.21	2.05	0.40	2.30	0.64	2.51	1.04	1.43	1.24	1.60
	0.02	1.90	0.22	2.19	0.41	2.08	0.64	1.94	1.04	1.49	1.25	1.61
	0.02	2.02	0.22	1.97	0.41	2.10	0.65	2.04	1.05	1.50	1.25	1.54
	0.02	2.09	0.22	2.31	0.41	2.16	0.65	2.25	1.05	1.73	1.25	1.89
	0.03	1.92	0.23	1.97	0.42	2.51	0.66	2.30	1.06	1.46	1.26	1.67
	0.03	1.81	0.23	2.07	0.42	1.87	0.68	2.66	1.06	1.69	1.26	1.69
	0.03	2.30	0.23	2.04	0.42	2.47	0.69	2.54	1.06	1.56	1.26	1.62
	0.04	2.14	0.24	1.80	0.43	2.07	0.71	2.31	1.07	1.57	1.27	1.70
	0.04	1.94	0.24	2.02	0.43	2.06	0.71	2.53	1.07	1.67	1.28	1.61
	0.04	2.63	0.24	1.95	0.43	1.98	0.73	1.42	1.07	1.53	1.28	1.65
	0.05	1.96	0.25	2.10	0.44	2.12	0.73	2.20	1.08	1.63	1.28	1.57
	0.05	2.33	0.25	2.19	0.44	2.60	0.74	1.99	1.08	1.61	1.29	1.69
	0.05	2.07	0.25	1.98	0.44	1.96	0.79	1.81	1.08	1.72	1.29	1.46
	0.06	2.22	0.26	2.25	0.45	2.30	0.81	2.08	1.09	1.58	1.29	1.56
	0.06	2.07	0.26	2.04	0.45	2.24	0.82	1.41	1.09	1.52	1.30	1.65
	0.07	1.74	0.26	3.01	0.45	1.95	0.83	1.68	1.09	1.69	1.30	1.65
	0.07	2.02	0.27	1.89	0.46	2.37	0.84	1.47	1.10	1.63	1.30	1.48
	0.07	1.94	0.27	1.49	0.46	2.13	0.85	1.40	1.10	2.05	1.31	1.67
	0.08	1.78	0.27	2.53	0.47	2.26	0.87	1.51	1.10	1.66	1.31	1.60
	0.08	2.49	0.28	2.35	0.47	2.63	0.87	2.43	1.11	1.58	1.31	1.73
	0.08	1.79	0.28	2.53	0.48	2.12	0.88	1.64	1.11	1.62	1.32	1.66
	0.09	2.34	0.28	2.13	0.48	2.38	0.89	1.57	1.11	1.65	1.32	1.80
	0.10	2.21	0.29	2.00	0.49	2.37	0.90	1.59	1.12	1.65	1.32	1.48
	0.10	2.10	0.29	1.96	0.50	1.96	0.92	1.39	1.12	1.57	1.33	1.48
	0.10	2.53	0.30	2.35	0.50	2.05	0.93	1.54	1.13	1.65	1.33	1.64
	0.12	2.14	0.30	2.22	0.50	2.14	0.93	1.57	1.13	1.58	1.34	1.67
	0.12	3.07	0.30	2.44	0.51	2.12	0.93	1.47	1.14	1.63	1.34	1.75
	0.12	2.28	0.31	1.89	0.51	2.47	0.94	1.45	1.14	1.63	1.34	1.53
	0.13	2.29	0.31	2.46	0.52	2.07	0.94	1.51	1.14	1.53	1.35	1.60
	0.13	2.03	0.32	1.88	0.52	2.07	0.94	1.46	1.15	1.72	1.35	1.75
	0.13	2.12	0.32	2.14	0.53	2.23	0.95	1.59	1.15	1.58	1.36	1.60
	0.14	2.34	0.32	2.15	0.53	1.98	0.96	1.60	1.15	1.47	1.36	1.56
	0.14	2.28	0.33	2.25	0.54	1.86	0.96	1.64	1.16	1.55	1.36	1.61
	0.14	2.10	0.33	2.01	0.54	2.30	0.97	1.54	1.16	1.78	1.37	1.64
	0.15	2.41	0.33	2.03	0.54	2.48	0.97	1.53	1.16	1.47	1.37	1.51
	0.15	2.44	0.34	1.98	0.55	2.09	0.97	1.55	1.17	1.63	1.38	1.62
	0.15	2.29	0.35	1.86	0.55	2.73	0.98	1.50	1.17	1.75	1.38	1.59
	0.16	2.09	0.35	1.92	0.55	2.25	0.98	1.56	1.17	1.50	1.38	1.59
	0.16	2.39	0.35	2.47	0.56	2.03	0.98	1.65	1.18	1.49	1.39	1.48
	0.16	1.86	0.36	2.04	0.56	2.34	0.99	1.66	1.18	1.56	1.39	1.61
	0.17	2.03	0.36	2.75	0.57	2.65	0.99	1.70	1.18	1.74	1.39	1.70
	0.17	2.12	0.37	2.33	0.57	2.50	1.00	1.51	1.19	1.53	1.40	1.66
	0.18	2.78	0.37	2.16	0.58	2.23	1.00	1.68	1.19	1.52	1.40	1.54
	0.18	2.08	0.37	2.14	0.59	3.41	1.01	1.46	1.20	1.70	1.41	1.50
	0.18	1.91	0.38	2.42	0.59	3.00	1.01	1.51	1.20	1.59	1.41	1.67
	0.19	2.14	0.38	2.12	0.60	2.56	1.01	1.60	1.21	1.52	1.42	1.55
	0.19	2.19	0.38	2.14	0.61	2.46	1.02	1.67	1.21	1.64	1.42	1.71
	0.20	2.11	0.39	1.98	0.62	1.84	1.02	1.49	1.23	1.64	1.43	1.59
	0.20	2.04	0.39	1.89	0.62	1.92	1.03	1.85	1.23	1.53	1.44	1.83
	0.20	2.29	0.39	2.57	0.63	1.93	1.03	1.59	1.23	1.45	1.44	1.58
	0.21	1.83	0.40	1.87	0.63	2.32	1.03	1.58	1.24	1.57		
	0.02	1.48	0.27	1.61	0.51	1.36	0.76	2.25	1.00	1.54	1.26	2.05
	0.03	1.50	0.28	1.78	0.52	1.80	0.77	1.88	1.01	1.74	1.28	1.65
	0.04	1.87	0.29	1.75	0.54	1.61	0.78	1.88	1.02	1.71	1.29	1.68
	0.05	1.54	0.30	1.78	0.55	1.66	0.79	1.70	1.03	1.48	1.30	1.92
	0.06	1.42	0.31	1.59	0.56	1.84	0.81	1.48	1.05	1.68	1.31	1.56
	0.08	1.66	0.32	1.65	0.58	1.55	0.82	1.74	1.08	1.48	1.32	1.45
	0.11	1.57	0.33	1.47	0.59	1.80	0.83	1.56	1.09	1.33	1.33	1.50
	0.12	1.58	0.35	1.43	0.60	1.64	0.84	1.56	1.10	1.73	1.34	1.69
	0.13	1.55	0.36	1.65	0.61	1.40	0.85	1.42	1.11	1.91	1.35	1.69
	0.14	1.74	0.37	1.64	0.62	1.53	0.86	1.40	1.12	1.72	1.36	1.78
	0.16	1.54	0.38	1.70	0.63	1.46	0.87	1.69	1.13	1.59	1.38	1.83
	0.17	1.41	0.40	1.46	0.64	1.73	0.88	1.85	1.14	1.53	1.39	1.67
	0.18	1.50	0.41	1.61	0.65	1.69	0.89	1.53	1.15	1.50	1.40	1.71
	0.19	1.71	0.42	1.81	0.66	1.71	0.91	1.65	1.16	1.78	1.41	1.50
	0.20	1.59	0.43	1.68	0.67	1.55	0.92	1.67	1.17	1.55	1.42	1.77
	0.21	1.66	0.45	1.68	0.68	1.41	0.93	1.63	1.18	1.76	1.43	1.51
	0.22	1.55	0.46	1.64	0.69	1.53	0.94	1.59	1.20	1.64		
	0.23	1.63	0.47	1.61	0.71	1.66	0.95	1.64	1.21	1.73		
	0.24	1.52	0.48	1.70	0.72	1.56	0.96	1.60	1.23	1.66		
	0.25	1.54	0.49	1.74	0.74	1.63	0.98	1.58	1.24	1.56		
	0.26	1.67	0.50	1.58	0.75	1.54	0.99	1.67	1.25	1.64		

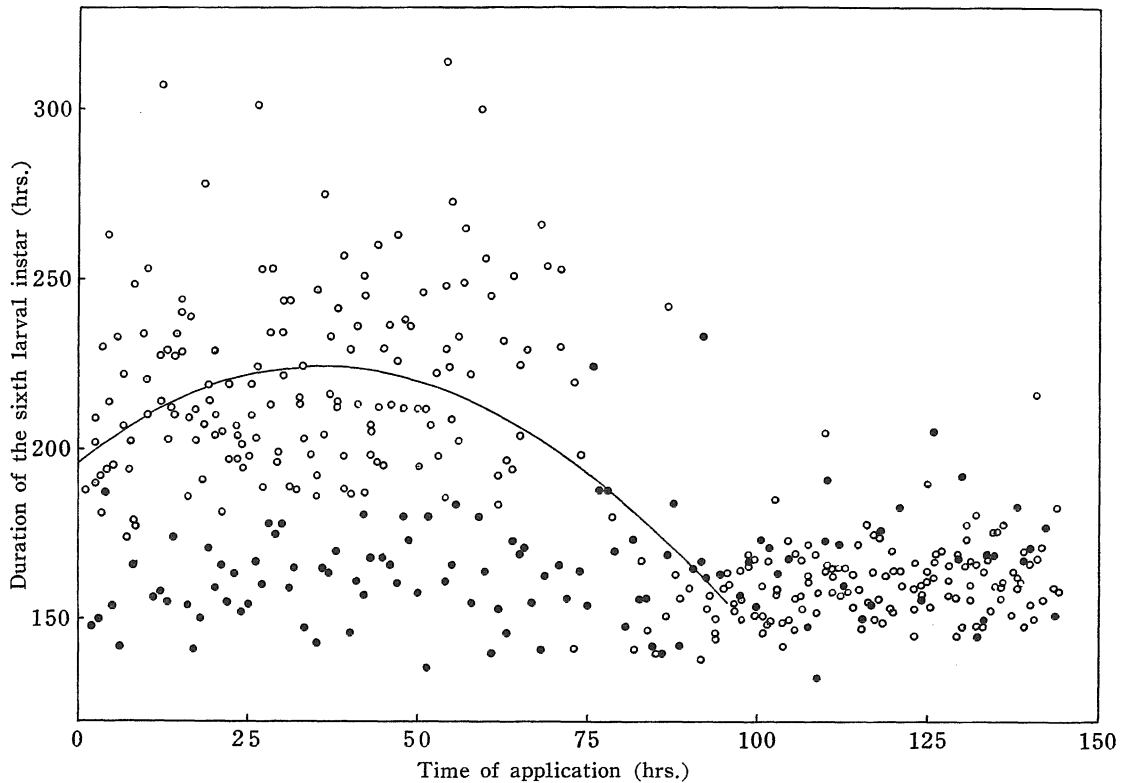


Fig. 1. Relation between duration of the sixth larval instar of the tobacco cutworm and time of application of methoprene (empty circles) or ethanol (solid circles) after the last moulting.

実験結果と考察

幼虫期間：人工飼料により、一定の環境条件下で飼育したハスモンヨトウの、雌雄による幼虫期間の差には、有意性は認められないことが、予備実験の結果からわかっているため、雌雄両者をあわせた結果について解析を行なうこととする。第1表の  $x$  は6令脱皮直後から、薬剤塗布までの期間 (hr)  $\times 0.01$  を示し、 $y$  は幼虫期間、すなわち脱皮から蛹化までの期間 (hr)  $\times 0.01$  を示す。そしてこの関係を図示したのが第1図である。

第1図にみるように、methoprene 処理の影響は、6令脱皮後100時間目頃を境として、あきらかに異なっている。前半はいわゆる摂食期に相当し、約4日で、えられた幼虫期間の分布は山型である。後半は蛹化のための場をさがす行動期で、つづいて吐糸期、前蛹期に相当し、幼虫期間の分布はほぼ平坦である。そこで第1表の結果を便宜的に1~96、97~144時間の2群にわけて考察する。

摂食期にあたる脱皮後1~96時間までの間に処理され

Table 2. Analysis of variance of duration of larval period of the tobacco cutworm obtained at various times of application of methoprene and ethanol.

Row	Term	Methoprene						Ethanol					
		1-96 hrs			97-144 hrs			1-144 hrs					
		DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
1	Linear	1	1.6582	1.6582	20.20	1	0.0100	0.0100	1.02	1	0.0582	0.0582	2.97
2	Curvature	1	3.8268	3.8268	46.61	1	0.0043	0.0034	0.44	1	0.0032	0.0032	0.16
3	Scatter	183	15.0306	0.0821		116	1.1394	0.0098		118	2.3148	0.0196	
4	Total	185	20.5156			118	1.1537			120	2.3762		
5	Correction, Cm	1	836.9339			1	308.3633			1	323.3458		



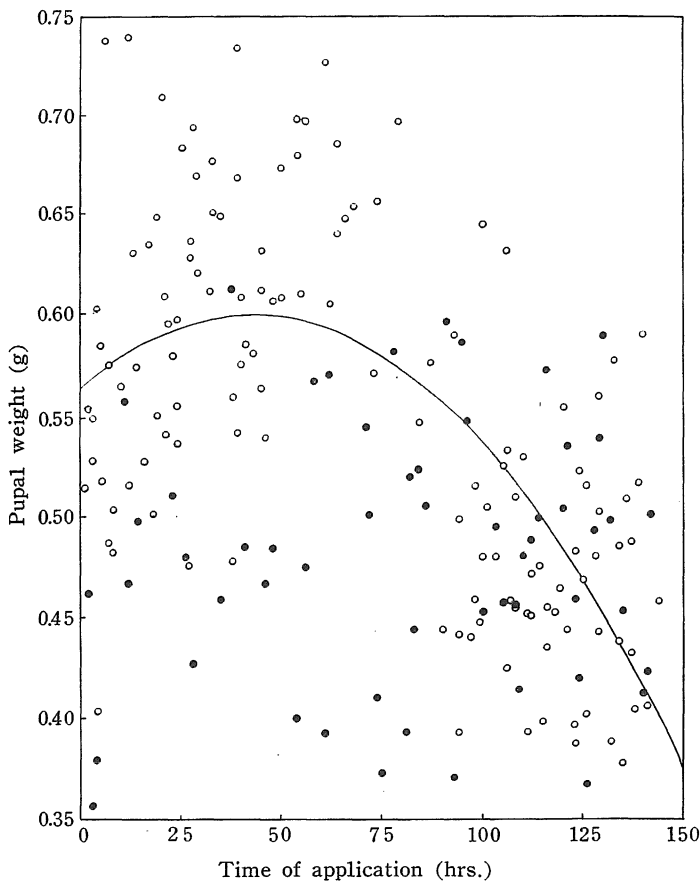


Fig. 2. Relation between weight of female pupae of the tobacco cutworm and time of application of methoprene (empty circles) or ethanol (solid circles).

た個体の methoprene に対する最も感受性の高い時期、すなわち幼虫期間が最大限にのぼされる時期を推定する方法として、曲線回帰 parabola  $Y=a+b_1x+b_2x^2$  の近似による解析をえらんだ。常法により、第1表の数値について parabola をあてはめる計算を行なった結果は、摂食期にあたる1~96時間間の  $x$  と  $y$  の値の関係は、

$$Y=1.96891+1.53008x-2.04490x^2$$

の式で示しえられた。そして第1図の実線がこの式からえられた値である。第2表の分散分析の結果に見るように、直線性は  $F=20.20$ 、曲線性は  $F=46.61$  で、共に危険率 0.01 で有意であった。しかしながら6令脱皮後97~144時間後に処理された個体、および対照のエタノール処理区では、直線性、曲線性共に有意ではなかった。摂食期に処理された個体の示す最大幼虫期間は、先の式から計算すると  $Y_0=2.255\pm 0.020$ 、すなわち 225.

5±2.0 時間で、 $y$  の最大値をとる  $x$  の値、 $x_0$  は 0.3741、すなわち 37.41 時間で、その95%信頼限界は31.48~41.68 時間であった。

蛹重：実験の結果を示すと第3表のごとくである。ここで、 $x$  は前項同様、6令脱皮から薬剤処理までの時間 (hr) × 0.01 で、 $y$  は蛹重 (g) × 10 である。第2図は第3表の雌についてえられた両者の関係を、グラフの上に打点したものである。雄についてもこの関係はほぼ同様の結果となった。

前項同様、脱皮から薬剤塗布までの時間  $x$  と、蛹重  $y$  の関係に parabola をあてはめた結果は、雌雄それぞれ

$$Y=5.64274+1.71719x-1.98234x^2,$$

$$Y=5.19508+1.26716x-1.53278x^2$$

となった。第2図の実線が計算によってえられた値である。これらの方程式の直線、曲線両回帰項の有意性を検定した結果は、第4表に示すように、両回帰項とも、また雌雄両方において有意であった。同様の検定を対照区について行なった結果は、両回帰項共に、雌雄両方において有意性はみとめられなかった。以上の結果から methoprene は蛹重の増加に関与し、しかも同一令期においても、その作用性の最も大きく発揮される時期のあることはあきらかである。

そこで、雌雄それぞれについて、最大蛹重と、その蛹重のえられる処理時期を算定すると、雌では  $0.6015\pm 0.0134g$ 、43.31(21.35~53.35) 時間で、雄では  $0.5457\pm 0.0099g$ 、41.34(14.75~52.91) 時間となった。

この小実験の目的は、methoprene 処理個体の幼虫期間と蛹重を、対照区と比較しながら測定、えられた値を時間と関係づけることで、ハスモンヨトウの methoprene に対する、最も感受性の高い時期を算定することであった。しかし、これはあくまで統計的解析による結果であり、最大幼虫期間のえられた処理時点で、最大蛹重がえられず、その作様機構の解明には直接むすびつかないが、こうした数値から、その一端を推察することは可能であろう。

### 摘 要

Methoprene が昆虫に対して有する幼若ホルモン様

Table 4. Analysis of variance of pupal weight of the tobacco cutworm obtained at various times of application of methoprene or ethanol.

Treatment	Row	Term	Female				Male			
			DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
Methoprene	1	Linear	1	32.7243	32.7243	65.74	1	31.5587	31.5587	77.73
	2	Curvature	1	10.9869	10.9869	22.07	1	8.4048	8.4048	20.70
	3	Scatter	126	62.7174	0.4978		164	66.5832	0.4060	
	4	Total	128	106.4286			166	106.5467		
	5	Correction, Cm	1	3834.6424			1	4198.2423		
Ethanol	1	Linear	1	0.6552	0.6552	1.59	1	0.0008	0.0008	0.00
	2	Curvature	1	0.9544	0.9544	2.32	1	1.2884	1.2884	5.55
	3	Scatter	52	21.4288	0.4121		61	14.1625	0.2322	
	4	Total	54	23.0384			63	15.4517		
	5	Correction, Cm	1	1242.3914			1	1214.4789		

生理活性のひとつである幼虫期の持続と、これに由来する蛹重の増大作用に対する、第6令期ハスモンヨトウの、感受性の時間的推移を、1個体あたり0.25 $\mu$ gの処理薬量レベルで検討した。methopreneが幼虫期の持続に関与するのは、第6令期の前半で、parabolaによる近似の結果から、最終脱皮後37.41(31.48~41.68)時間に処理されたときの225.5 $\pm$ 2.0時間が、最大幼虫期間であった。脱皮後97時間以後、また対照区のエタノールの処理では、幼虫期の有意な延長はみられなかった。最大蛹重と、その蛹重のえられる処理時期は、雌では0.6015 $\pm$ 0.0134g, 43.31(21.35~53.35)時間で、雄では0.5457 $\pm$ 0.0099g, 41.34(14.75~52.91)時間であった。

### 引用文献

- AKAI, H. and KOBAYASHI, M.: Appl. Ent. Zool. **6**, 138-139, 1971.
- AKAI, H., KIKUCHI, K. and MORI, K.: Appl. Ent. Zool. **6**, 218-220, 1971.
- 青森棕二・小沢洋一・新村正純: 日蚕雑 **46**: 69-76, 1977.
- BLISS, C. I.: Statistics in Biology. II, McGraw-Hill Book Co. New York, 1971.
- 釜田壹・島田秀弥・浅野昌司: 日蚕雑 **48**: 129-136, 1979.
- 岡田斉夫: 農薬 **22**(1): 46-49, 1975.
- 岡田斉夫: 中国農試報 **E12**: 1-66, 1977.

### Summary

The duration of the 6th instar of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*, was prolonged by the topical application of methoprene at a dosage of 0.25  $\mu$ g/ $\mu$ l. The maximum duration, 225.5 $\pm$ 2.0 hrs, was obtained when methoprene was applied at 37.41 (31.48~41.68) hrs after the 5th moulting. The application of methoprene at and after 97 hours after the moulting gave no effect on the prolongation of larval duration. Subsequent increment of pupal weight was also induced. The maximum pupal weight in female, 0.6015 $\pm$ 0.0134 g, was obtained by the application of methoprene at 43.31 (21.35~53.35) hrs after the moulting, and that in male was 0.5457 $\pm$ 0.0099 g at 41.34 (14.75~52.91) hrs.