

# カイコに対する農薬投与が投与世代並びに後代の実用形質 に及ぼす影響

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	山野井, 文夫
巻/号	53巻4号
掲載ページ	p. 292-298
発行年月	1984年8月

## カイコに対する農薬投与が投与世代 並びに後代の実用形質に及ぼす影響

山野井文夫

松本市・農林水産省蚕糸試験場松本支場 (〒 390)  
(1983年11月18日 受領)

FUMIO YAMANOI: Effects of pesticides on the economical character of the administered generation and the next generation of the silkworm, *Bombyx mori*

The effects of pesticides on the economical character of the administered generation and the next generation of silkworms were examined using four pesticides: MPP, lead arsenate, MAFA and DPTH.

The lowest concentration of chemicals which produced undesirable effects on cocoon weight, cocoon shell weight, and number of eggs laid when the silkworms were fed the chemicals during the 5th instar was about 63 ppm for MPP and lead arsenate, and about 65 and 100 ppm for MAFA and DPTH, respectively. Even when the silkworms were reared for eight generations while being fed the chemicals at these concentrations continuously during the 5th instar, the economical character of all generations was affected to the same degree as the first generation; the effect not being intensified or mitigated with the generation. The generation raised without pesticides after consecutive generations with the chemicals administered showed recovery of economical characters that had been made undesirable.

No resistance against these chemicals was seen in the next silkworm generation.

Silkworms administered MPP for consecutive generations at a concentration slightly higher than the lowest undesirable-effect producing concentration of 125 ppm showed a poorer ability to hatch, and those administered lead arsenate at the same concentration showed a poorer pupation rate with increasing generations. The former could not be reared after 6 generations, and the latter after 4. (Matsumoto Branch, Sericultural Experiment Station, Matsumoto, Nagano, 390)

カイコに対する農薬投与が投与世代並びに後代の実用形質に及ぼす影響を、有機リン殺虫剤 MPP、ヒ素殺虫剤ヒ酸鉛、有機ヒ素殺菌剤 MAFA、水酸化トリフェニルスズ殺菌剤 DPTH で調べた。5 齢期間添食して繭重、繭層重、産卵数などに悪影響を及ぼすと考えられる濃度の最低限界は MPP とヒ酸鉛が 63 ppm、MAFA が 65 ppm、DPTH が 100 ppm 程度であった。これらの濃度を 8 世代にわたって添食投与したところ、各世代の実用形質は第 1 世代と同程度であって、影響が加重したり軽減したりすることはなかった。薬剤投与を停止すると実用形質は対照区と差がなくなり、薬剤投与の影響が後代に及ぶことはなかった。また累代投与の次世代蚕に薬剤抵抗性の発達は実験追跡の範囲では認められなかった。影響を及ぼす最低限界よりやや高濃度の MPP とヒ酸鉛の 125 ppm を累代投与したところ、前者は孵化率、後者は蛹化率が累代とともに悪化し、6 世代目と 4 世代目でそれぞれ継代不可能となった。

最近、農薬の安全使用対策が徹底するにおよび高濃度の汚染による急性的な被害は少なくなってきたが、それに代って微量の汚染桑を連続で給与した場合の慢性的被害が懸念されている(栗林, 1981)。とくに農薬使用量の増加, 施用方法の変化などからみて, 他作物に散布された農薬によって桑園が微量汚染を受ける可能性が考えられる。

そこで, 本研究は農薬に微量汚染した桑葉をカイコに連続かつ累代で給与した場合, 各世代及び後代の実用形質にどのような影響が及ぶかを明らかにし, 慢性毒性解明の基礎資料を得る目的で数種農薬について8世代にわたる投与を行った。その結果, 二, 三の知見が得られたので概要を報告する。

本文に入るに先だち, 本稿のご校閲を賜った蚕糸試験場中部支場(現松本支場)小平宗男支場長, ご指導とご助言をいただいた同養蚕研究室長水澤久成博士ならびにご協力下さった同浅野知子技官に対し厚く御礼申し上げる。

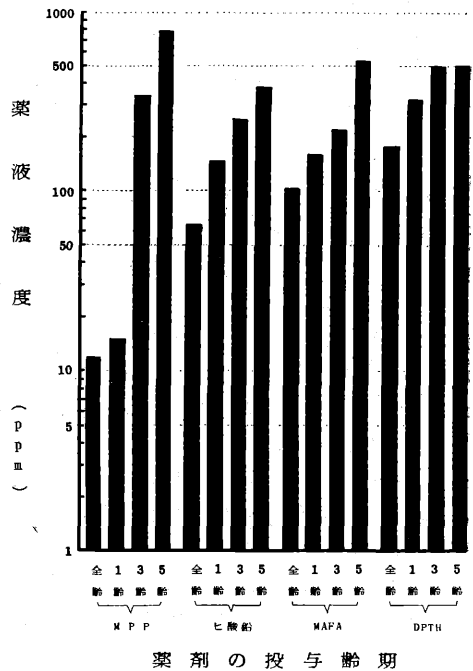
材料と方法

供試薬剤は有機リン殺虫剤 MPP (バイジット乳剤), ヒ素殺虫剤ヒ酸鉛 (ヒ酸鉛水和剤), 有機ヒ素殺菌剤 MAFA (モンキット液剤) ならびに水酸化トリフェニルスズ殺菌剤 DPTH (スズ H 水和剤) の4種で, いずれも市販製剤である。

供試蚕品種は支 124 号で, 薬剤の投与は添食法によった。すなわち, 有効成分量をもとに所定濃度で水で希釈し, 1~3 齢期の場合は桑葉を浸漬添加して風乾後給与, 4~5 齢期の場合は同薬液を 100ml/1kg の割合で桑葉に散布し給与した。

投与当代に及ぼす影響は, 薬剤を濃度別に 1, 3, 5 齢の各齢期間ならびに全齢期間添食し, 得られた致死率をもとに Finney の図解法 (高木, 1953) を準用して LC<sub>50</sub> 値を求めた。さらに 5 齢期間投与については致死率, 蛹化率 (5 齢供試蚕に対する蛹化割合, 以下同じ), 繭重, 産卵数を調べた。供試頭数は 1 区 100 頭である。

累代投与は, 5 齢期間投与の結果から実用形質に影響を及ぼす限界濃度を決定し, この濃度を 8 世代にわたって 5 齢期間添食投与し, 5 齢日数, 生存率 (5 齢供試蚕に対する上簇蚕割合, 以下同じ), 結繭率, 蛹化率, 繭重, 繭層重, 産卵数, 孵化率等を調査した。継代は区内交配の産下卵から 3 蛾程を掃立



第1図 薬剤の投与齢期と LC<sub>50</sub>

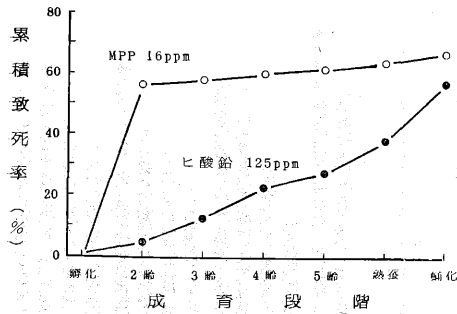
て 4 眠時まで普通飼育し, 5 齢起蚕を無作為に各区 100 頭をとり供試した。

後代に及ぼす影響は, 薬剤を 7 世代にわたって投与したカイコの次世代を薬剤無投与で飼育し, 実用形質を対照区と比較するとともに, 3 齢幼虫に薬剤を投与して濃度別の致死率を求め薬剤抵抗性発達の有無を調べた。

結果

1. 薬剤の連続投与が当代に及ぼす影響

MPP, ヒ酸鉛, MAFA, DPTH を 1, 3, 5 齢期間ならびに全齢期間添食投与して LC<sub>50</sub> を求めた結果を第 1 図に示した。発育齢期別の LC<sub>50</sub> は各薬剤とも 1 齢期間投与が最も感受性であって, 3 齢, 5 齢と成長につれて低下した。齢期による LC<sub>50</sub> の差は薬剤によって異なり, MPP を 1 齢期間投与したのに対し, 5 齢期間投与した場合は 794 ppm で約 50 倍の差がみられ本剤に対して 1 齢幼虫は高い感受性を示した。ヒ酸鉛の場合は 148 ppm から 389 ppm MAFA の場合は 159 ppm から 537 ppm, DPTH の場合は 316 ppm から 502 ppm であって, DPTH



第2図 MPP とヒ酸鉛の全齢期間投与における累積致死率

は特に齢期による差が小さく3齢と5齢では違いがほとんど認められなかった。

全齢期間投与の  $LC_{50}$  は MPP が 12 ppm, ヒ酸鉛が 65 ppm, MAFA が 105 ppm, DPTH が 178 ppm であり, 各薬剤とも1つの齢期間だけ投与した場合より低濃度であった。しかし, その濃度差は薬剤によって異なり MPP では1齢期間投与との間にほとんど差がなかった。この理由は第2図に示したように, 1齢期間投与で生き残った幼虫は2齢以降同一濃度を投与してもほとんど致死しなかったこと

による。これに対し, ヒ酸鉛では(第2図)2齢以降にも致死するため全齢期間投与の  $LC_{50}$  は齢期別投与のそれを大きく下まわる結果となった。

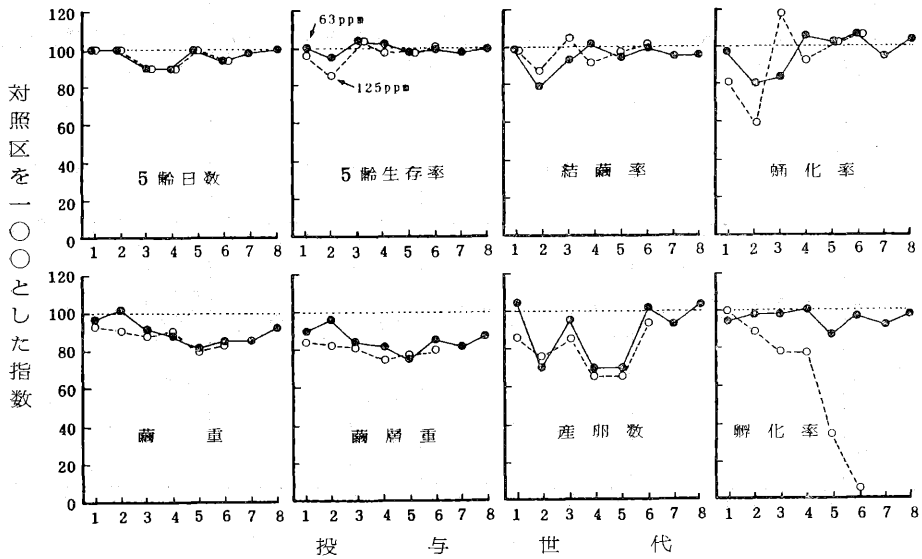
4 薬剤の5齢期間投与がカイコの实用形質に及ぼす影響を第1表に示した。5齢期の致死率は低いにもかかわらず族中あるいは繭中で致死したため蛹化率の劣る場合が多く, ヒ酸鉛の 250 ppm と DPTH の 100 ppm において顕著であった。また両薬剤の高濃度投与で生き残った成虫には胴部のわん曲, 挙動不活発等形態的, 生態的に異常な個体がみられた。次に, いずれの薬剤投与区も高濃度になるにしたがって繭重, 繭層重, 産卵数等が低下する傾向を示した。これらのことから, 5齢期間投与で实用形質に影響を及ぼす限界濃度は, MPP とヒ酸鉛は 63 ppm, MAFA 65 ppm, DPTH 100 ppm 程度と判断された。

2. 薬剤の累代投与が实用形質に及ぼす影響

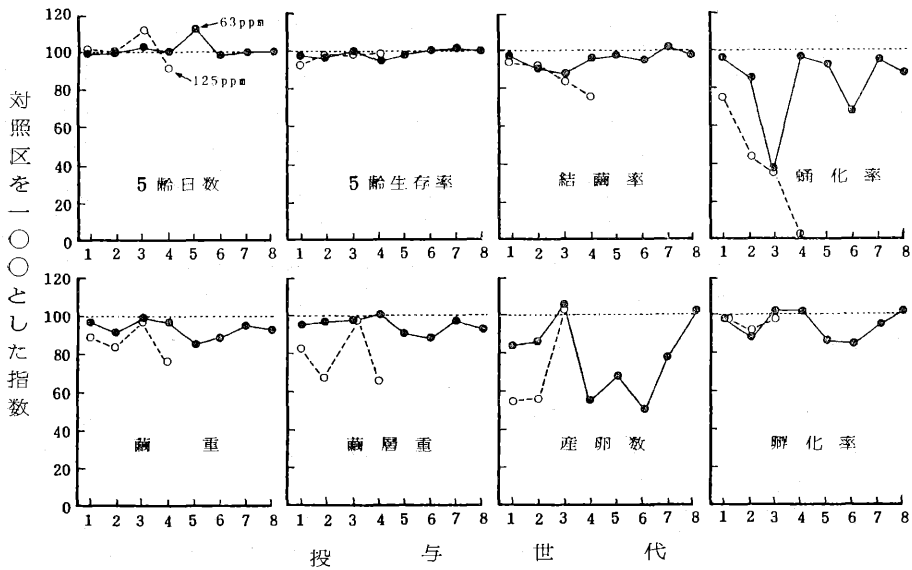
5 齢期間連続投与によって当代の实用形質に影響を及ぼす限界濃度を累代で投与した場合, 各世代の形質に影響がどのように及ぶかを調べた。その結果を第3, 4, 5 図に示した。

第1表 薬剤を5齢期間投与した場合の实用形質

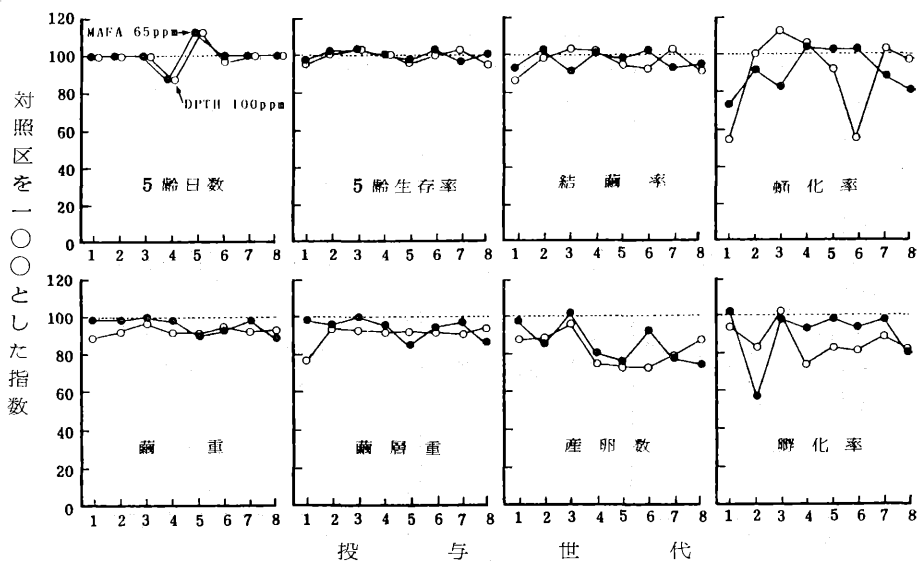
薬 剤	濃 度	致死率	蛹化率	繭 重	繭層重	産卵数
MPP	31ppm	3%	86%	1.45 g	32.8cg	474粒
	63	0	84	1.42	30.8	461
	125	2	67	1.37	28.2	376
	250	3	64	1.32	27.4	314
MAFA	16	0	78	1.52	33.5	446
	33	0	81	1.56	33.9	425
	65	3	62	1.54	33.7	434
	130	5	61	1.45	31.7	391
DPTH	25	0	81	1.51	32.6	385
	50	0	80	1.55	33.5	383
	100	2	48	1.34	29.8	383
3 薬剤の対照		0	85	1.55	34.0	441
ヒ酸鉛	31	0	96	1.16	22.8	496
	63	1	96	1.15	22.4	430
	125	6	75	1.05	19.4	288
	250	10	7	—	—	—
対 照		0	96	1.19	23.7	494



第3図 MPP の5 齢期間投与を8 累代した場合の実用形質の推移



第4図 HPA の5 齢期間投与を8 累代した場合の実用形質の推移



第5図 MAFA, DPTH の5齢期間投与を8果代した場合の実用形質の推移

第2表 薬剤を8世代にわたって投与した場合の実用形質（平均値）

薬剤	濃度	5 齢 経過時間	5 齢 生存率	結繭率	蛹化率	繭重	繭層重	産卵数	孵化率
	ppm	時間	%	%	%	g	cg	粒	%
MPP	63	154	95.5	88.9*	77.4	1.33**	27.6**	392	85.9*
対 照	—	160	96.1	93.4	79.8	1.50	32.1	441	89.8
ヒ酸鉛	63	168	97.0	92.0*	71.3*	1.36**	28.6**	347*	86.6
対 照	—	165	98.1	96.5	85.4	1.46	30.4	439	91.4
MAFA	65	164	97.6	92.5	76.3	1.46*	30.8*	365*	80.6
対 照	—	163	98.1	96.0	85.5	1.54	32.7	441	89.8
DPTH	100	166	97.3	92.6	75.0	1.38**	28.9**	354**	78.1**
対 照	—	166	98.1	96.0	83.9	1.49	31.5	430	91.4

注：\*\* は危険率1%，\* は危険率5%で有意差を示す。

MPP の場合、63 ppm 投与では第1世代の5齢日数、生存率、結繭率、産卵数は対照区と同程度であったが、蛹化率、繭重、繭層重、孵化率などがわずかに劣った。このような影響は第2世代以降も同一傾向で推移し、投与世代を重ねることによる影響の加重あるいは軽減はみられなかった。そこで各形質における投与区と対照区それぞれの平均値を求め、平均値間の有意差を検討した結果を第2表に示したが結繭率、繭重、繭層重および孵化率に有意差が認められた。次に 125 ppm では、孵化率が果代と

もに低下し第6世代には5%となり継代できなくなった。MPP は産下卵の孵化を阻害し、その限界濃度は 125 ppm であった（山野井, 1980）ので孵化率の低下は当然であるが、この濃度を累代投与すると影響が加重されるものと判断された。

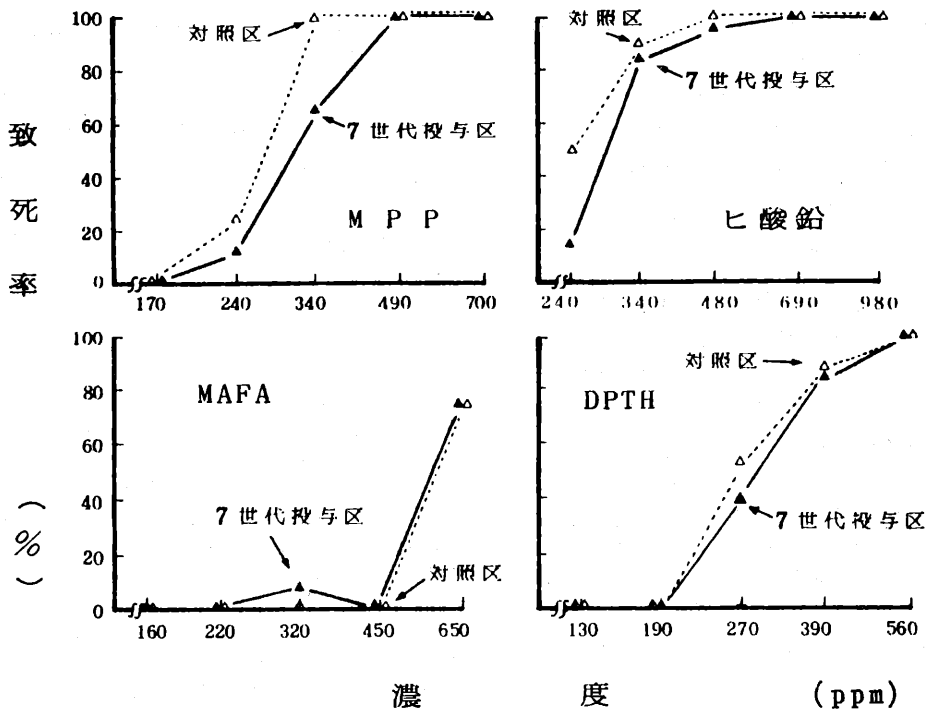
ヒ酸鉛の場合（第4図）、63 ppm 投与において結繭率、蛹化率、繭重、繭層重及び産卵数への影響が顕著であった。しかし、同一濃度を累代投与しても形質低下が加重、あるいは軽減する傾向は認められなかった。次に、125 ppm を投与した次世代は稚蚕

第3表 薬剤を7世代投与した8世代目蚕の飼育成績

前世代まで投与した薬剤	全齢経過日数	全齢致死率	蛹化率	繭重	繭層重	産卵数	孵化率
MPP	日 時 20.00	% 10	% 73	g 1.68	cg 36.9	粒 472	% 82.0
ヒ酸鉛	"	2	82	1.66	37.2	480	88.5
MAFA	"	3	72	1.73	39.1	426	80.8
DPTH	"	6	76	1.69	37.3	476	82.6
対 照	"	6	75	1.73	37.2	477	84.5

注：前世代まで投与した薬剤濃度

MPP：63ppm, ヒ酸鉛：63ppm, MAFA：65ppm, DPTH：100ppm



第6図 7累代投与した8世代蚕の薬剤抵抗性

注：3齢期間添食投与の場合

の発育が不齊となり4眠時蚕体重も軽くなった。このような幼虫に再び同一濃度を投与したところ、影響が加重され、特に蛹化率が累代とともに低下し第4世代で継代できなくなった。これらのことから、本剤の高濃度では投与世代のみならず次世代にまで障害が及ぶものとみなされた。

MAFA 65 ppm と DPTH 100 ppm の累代投与における実用形質は、繭重、繭層重、産卵数に影響

が認められ、DPTH は孵化率も劣った(第2表)。しかし両薬剤の累代投与における実用形質の推移(第5図)は横ばい状であり、第1世代と同程度であったことからみて投与世代を重ねることによる影響の加重あるいは軽減は起こらないものと判断された。

3. 累代投与が後代に及ぼす影響

4 薬剤をそれぞれカイコに7世代にわたって投与

した8世代目を薬剤無投与で飼育し、7代にわたる投与が8代目の実用形質に及ぼす影響を調べた。この結果を第3表に示した。

各形質とも対照区と同程度であって、投与世代で劣った蛹化率、繭重、繭層重、産卵数等も遜色のない成績を示した。このように薬剤投与を取り止めると前世代まで低下していた形質が正常に戻ったことからみて、投与世代の実用形質にある程度の影響を及ぼす限界濃度を累代投与した場合でも後代の実用形質には殆ど影響を及ぼさないものと判断された。

次に、薬剤を7世代にわたって投与した8世代目蚕の薬剤抵抗性を3齢期に検定した。この結果は第6図に示したように投与区と対照区との間に差がみられなかった。またMPP 8世代目の3齢幼虫に皮膚塗布した場合のLD<sub>50</sub>は幼虫あたり20.9 μgに対し、対照区は22.9 μgで大差は認められなかった。これらのことから、本実験で用いた投与方法では薬剤抵抗性の発達は起こらないものようであった。

### 考 察

カイコに対する農薬の累代投与が投与世代あるいは後代の諸形質に及ぼす影響について、原(1964)はγ-BHCを3世代にわたって5齢期間投与したところ繭重、化蛹歩合などが低下したが、各世代とも影響の程度は同じであった。また蒲生・広部(1977)は、MEP、酢酸フェニール水銀を数世代にわたって投与した後代のカイコを薬剤無投与で飼育した場合、対照区と比べ計量形質に差はみられなかったという。本実験もこれらと供試薬剤は異なるが結果はほぼ一致した。そして影響を及ぼす限界濃度を累代投与した後代の実用形質が正常と相違がなかったことからみて、投与世代中の形質低下が遺伝的障害になることはないかと推察された。

次に、MPPとヒ酸鉛について影響を及ぼす限界よりやや高い濃度を累代投与すると、MPPは蛹化率が、ヒ酸鉛は蛹化率が継代とともに低下した。MPPの場合、産下卵の孵化に影響を及ぼす濃度では次世代の虫質にまで影響を及ぼし、4眠時の蚕体重が軽く結繭率も劣る(山野井, 1981)ので、このような個体に再び本剤を投与すると同一濃度であっても受ける影響はより強くなることが予想される。MPPの125 ppmは孵化に影響を及ぼす限界濃度である(山野井, 1980)ので虚弱なカイコへの薬剤投

与が要因となって孵化を順次悪化させたものと考えられる。ヒ酸鉛の125 ppmを投与した場合も次世代の成育が不斉となり虫質が低下した。それ故、本剤は幼虫が死に至らない場合でも幼虫時に受けた生理的障害が原因となって蛹化率を低下させるものと推察される。

カイコの薬剤抵抗性については、MEPの4世代投与によって増強がみられた(蒲生・広部, 1977)。またγ-BHCを3世代投与したが抵抗性の発達はみられなかった(原, 1964)。さらに抵抗性の遺伝様式はポリジーン型であって特定の主要遺伝子に支配されない(渡部・高野, 1966; 荒武・栢村, 1973)ことが明らかにされている。本実験におけるような低濃度を累代投与した場合には抵抗性の発達はみられなかった。抵抗性発達は、淘汰圧の高い場合により速やかに起こる(武藤, 1970)ことが知られており、イエバエ(Pimentel *et al.*, 1953)やショウジョウバエ(Merrell and Underhill, 1956)で証明されていることから、カイコにおいても致死しない程度の濃度投与では起こりにくいと思われるであろう。

### 文 献

- 荒武義信・栢村鶴雄(1973): 蚕糸研究, (87), 68-78.  
 蒲生卓磨・広部達道(1977): 応動昆, 21, 47-49.  
 原久寿雄(1964): 埼玉蚕試要報, (36), 74-78.  
 栗林茂治(1981): 蚕糸科学と技術, 20(7), 22-27.  
 MERRELL, D. J. and UNDERHILL, J. C. (1956): J. Econ. Entomol., 49, 300-306.  
 武藤聡雄(1970): 農業概説, p. 345, 技報堂, 東京.  
 尾崎幸三郎(1976): 農業誌, 1, 381-390.  
 PIMENTEL, D., SCHWARDT, H. H. and DEWEY, J. E. (1953): J. Econ. Entomol., 46, 295-298.  
 高木敬次郎(1953): 化学の領域・増刊第2集, 45-53.  
 渡部 仁・高野繁通(1966): 応動昆, 10, 167-173.  
 山野井文夫(1980): 日蚕雑, 49, 434-439.  
 山野井文夫(1981): 日蚕雑, 50, 83-87.