

Sumithion and in omental fat of cattle on the area B after 0-72 hr. of exposure. Under practical conditions (late spring or early summer), decrease of Sumithion on the pasture is expected to be faster as described elsewhere¹⁾, so cattle take up less amount of Sumithion, which will result in less residue of Sumithion in cattle tissues.

Thus, the above results of determination of Sumithion residue in cattle tissues might imply that Sumithion undergoes rapid degradation into non-toxic compounds in animal body and they are excreted, and that accumulation, e. g. in omental fat and other adipose tissues seldom occurs, similarly to the case of other warm-blooded animals^{5,6,7,8)}. This organophosphorus insecticide can be, therefore, safely used for the insect control on the pasture without seriously considering any noxious residues of the compound in cattle tissues.

Acknowledgement: The authors are very grateful to the followings for their collaborations and skilled technical assistances; Prof. H. C. Santa Maria and other members of Facultad de Agronomia, Universidad Nacional de LaPlata of

Argentina and Mr. L. Celorrio, Miss J. Pogacnik, Mrs. I. Arisa and Mr. J. C. Niccolini of Laboratorio de Residuos, Secretaria de Estado de Agricultura y Ganaderia de la Nacion, Argentina. They wish to thank Sumitomo Chemical Co. for permission to publish this work.

Literatures Cited

- 1) H. C. Santa Maria, J. Miyamoto, Y. Sato and J. Pogacnik; Unpublished.
- 2) B. L. Samuel; *J. A. O. A. C.*, 49, 346 (1966).
- 3) Y. Sato, J. Miyamoto and S. Suzuki; *Botyu-Kagaku*, 33, 8 (1968).
- 4) W. E. Westlake and F. A. Gunther; *Residue Reviews*, 18, 75 (1967).
- 5) J. Miyamoto; *Agr. Biol. Chem.* (Tokyo), 28, 411 (1964).
- 6) J. Miyamoto, Y. Sato and S. Suzuki; *Botyu-Kagaku*, 32, 95 (1967).
- 7) Y. Misu, T. Segawa, I. Kuruma, M. Kojima and H. Takagi; *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 9, 17 (1966).
- 8) K. Ueda; Unpublished.

Sterilizing Effect of Hempa on *Drosophila melanogaster* Meigen. Studies on the Chemo-sterilants of Insects. XV. Isamu NAKAYAMA, Sumio NAGASAWA and Haruko SHIMIZU (Research Laboratory, Kumiai Chem. Indust. Co., Shimizu) *Botyu-Kagaku* 34, 6, 1969. Received January 22, 1969. (with English Summary 12)

3. Hempa のキイロショウジョウバエに対する不妊作用.* 昆虫の化学不妊剤に関する研究. 第15報. 中山 勇・長沢純夫・清水春子 (クミアイ化学工業株式会社研究所) 44. 1. 22 受理.

Hempa をもちいて、化学不妊剤の効果を詳細に究明するときの試験用昆虫としてキイロショウジョウバエの利用価値を、イエバエのそれと比較しながら検討した。不妊効果を適正に判定しうる試験条件を定めた後、Hempa に対する両種の感受性を調べた。さらにキイロショウジョウバエの雌雄別の投与と、投与後の経過にともなう不妊効果の推移から、その作用性を推定した。

イエバエは、化学不妊剤の供試昆虫として広く利用されているが、その効果をより詳細に究明する場合は、雌の生存期間が長く、産卵が断片的であるなどの理由から、正確な効果を把握する事が困難で、さらに試験期間が長期にわたるため、多大の労力を必要とする欠点を持っている。イエバエに代わりうる試験用昆虫としてキイロショウジョウバエの利用を今回試みた。ショウジョウバエに対する化学不妊剤の投与は、注射 (Fahmy and Fahmy⁴⁾)、滴下 (Kido and Stafford⁵⁾)

毒餌 (Cantwell and Henneberry⁶⁾)、などの方法によっておこなわれているが、ここでは種々の薬剤を選抜試験する場合にも、溶解性に左右されず、投与可能な毒餌法を採用し、hempa をもちいて、イエバエと比較しながら検討した。本文に入るに先立ち、キイロショウジョウバエをお譲りいただいた国立遺伝研究所の大島長造博士、および試料の御提供を戴いた米国農務省の A. B. Borkovec 博士に深謝の意を表する。

実験材料および方法

供試薬剤：実験にもちいた hempa は米国農務省より送られた ENT-50882a の試料番号を有する research

* 1968年4月2日。日本応用動物昆虫学会大会(東京)において講演発表。

grade のもので、これを市販のドライミルク 1g 中に所定の濃度に混入、毒餌とした。

供試昆虫：イエバエは、豆腐カス培养基によって累代飼育して今日にいたる高感系を、キイロショウジョウバエは、小麦粉 50g、生イースト 25g、砂糖 30g、寒天 5g、水 500cc、プロピオン酸 0.5cc、の割合に混合、オートグレーブで15分滅菌した寒天培养基によって累代飼育した Canton 系をもちいた。毒餌投与後も同様に調製された培养基を与えた。

実験方法：イエバエ羽化後24時間以内の個体を雌雄に分け、その50匹ずつを 18cm×20cm×28cm の籠に入れ、一定期間、所定濃度の毒餌を与えた。毒餌は摂食効果だけが得られる様、直径 3cm の時計皿に入れて金網で覆い、虫体の接触を防いだ。毒餌投与後、雌雄 1 対を直径 9cm、高さ 7cm のガラス容器に移し、ミルクを含ませた脱脂綿を与えて11日間にわたって産卵を観察、産卵数、未孵化卵数をかぞえた。各濃度段階に雌雄 7 組を用意し、2 回のくり返しをおこなった。その他の試験の場合には、毒餌投与後、雌雄を一つのケージに入れ、1 日ごとにミルク液を含ませた脱脂綿を取り変えて11日間にわたってその産卵を観察した。産下卵は日別に豆腐カス培养基で飼育し、次式によって

次世代の平均羽化数を調べた。すなわち11日間の雌 1 匹当たりの平均羽化数を X とすると $X = P_1/A_1 + P_2/A_2 + \dots + P_i/A_i$ 、ここで P_i は第 1 回目の産下卵から羽化した成虫数で、 A_i はこの時の雌の生存数である。

キイロショウジョウバエ羽化直後これを雌雄にわけ、25匹ずつ直径 15cm、高さ 4cm のペトリ皿に入れ、イエバエの金網の場合よりさらに細かなサランで毒餌の上部を覆って与えた。投与期間中の水分はペトリ皿の上部中央に開いた直径 4cm の部分に、径 5.5 cm のろ紙を置き、さらにその上に径 5cm の円形ガラス板をかぶせ、水分を含んだ脱脂綿を通してろ紙に浸み込ませることによってなされた。さらにこの部分を径 9cm のペトリ皿で覆い、水分の蒸散を防いだ。一定期間毒餌を投与した後、炭酸ガスで麻酔し、雌雄 1 対ずつ、30g の培养基を入れた飼育ビンに移し、所定の期間産卵させた。不妊効果の判定は、次世代の羽化成虫数によっておこなった。孵化卵の調査は、径 2.5 cm、高さ 9cm の管瓶に、ガラス板上に塗布した培养基と毒餌を投与した雌雄 1 対を入れて、産卵させた。この培养基を 5 日間にわたって毎日取り換え、産卵数と未孵化卵数を調べた。イエバエおよびキイロショウジョウバエいずれの場合も、得られた数値は Wadley⁽⁶⁾、

Table 1. Relations between concentration of hempa and average number of deposited eggs and unhatched eggs in *Musca domestica* observed for 11 days and emerged adults in *Drosophila melanogaster* observed for 5 days after treatment.

Concentration (%)	Days exposed to hempa							
	1		2		3		4	
<i>M. domestica</i>								
	Eggs/♀	Unhatched eggs	Eggs/♀	Unhatched eggs	Eggs/♀	Unhatched eggs	Eggs/♀	Unhatched eggs
2.0	81.0	60.7	84.0	84.0	92.8	92.3	90.0	90.0
2.0×0.5	116.2	63.0	262.0	173.0	96.0	87.3	114.3	109.7
2.0×0.5 ²	79.3	31.0	123.0	71.0	97.5	71.7	93.2	85.2
2.0×0.5 ³	116.0	19.0	141.4	62.2	106.9	52.9	109.3	64.5
2.0×0.5 ⁴	76.0	8.7	159.2	37.2	179.7	69.0	155.0	51.6
Controls	108.0	22.6	108.0	22.6	108.0	22.6	108.0	22.6
<i>D. melanogaster</i>								
	Emerged adults/♀		Emerged adults/♀		Emerged adults/♀		Emerged adults/♀	
4.0	39.8		0.0		0.0		0.0	
4.0×0.5	24.0		0.0		0.0		0.0	
4.0×0.5 ²	20.8		0.0		0.0		0.0	
4.0×0.5 ³	66.0		10.0		1.2		0.0	
4.0×0.5 ⁴	93.2		63.8		19.6		5.4	
4.0×0.5 ⁵	126.2		96.4		70.6		35.6	
4.0×0.5 ⁶	142.4		132.6		100.0		55.6	
4.0×0.5 ⁷	128.2		140.4		119.0		92.8	
4.0×0.5 ⁸	147.2		138.6		116.4		118.6	
4.0×0.5 ⁹	156.0		146.0		129.8		127.0	
Controls	133.0		144.0		160.8		131.2	

Finney⁽⁵⁾⁽⁷⁾のプロビット最尤法によって解析した。

結果と考察

1. 試験方法の検討

毒餌投与期間：毒餌を1, 2, 3および4日間、前述の方法にしたがって投与し、イエバエにおいては、未孵化卵数を、キイロショウジョウバエにおいては、羽化成虫数を調べた。その結果が第1表で、これらの数値から濃度—未孵化率、および濃度—未羽化率回帰直線の方程式を求めたのが第2表である。イエバエ、キイロショウジョウバエともに、1日から3日の投与期間では、 EC_{50} の値は急激に変化し、以後は比較的安定した状態をしめしている。すなわち、2日以内の毒餌投与では十分この点を考慮しなければならない事を示している。Cantwell and Henneberry⁽²⁾はキイロシ

ョウジョウバエに apholate を混入した sugar-yeast baitを24時間投与することによって満足な結果を得ており、不妊剤は稀釈飼料によって異なった結果を示すようである。今回の実験条件のもとではいずれも毒餌投与期間を3日と定めることが適当と見なされる。

産卵期間：イエバエは数日の間隔をおいて周期的に産卵をおこなうため、かなり長期にわたってこれを観察する必要がある。緒方らは⁽¹³⁾は10~15日間の、Borkovec⁽¹⁾は7日間の産卵観察期間をもうけている事実を参考に、今回筆者らは機械的にこれを11日間と定めた。キイロショウジョウバエについては毒餌投与後、その雌雄1対に5日および10日間産卵させた。その結果が第3表である。これからそれぞれの濃度—未羽化率回帰直線の方程式を求めると、 $Y=7.581+1.9094x$ および $Y=7.493+1.9094x$ となり、検定す

Table 2. Summary of statistical analyses of data shown in Table 1.

Days exposed to hempa	Regression equation	n	χ^2	Median effective concentration (confidence limits at 95% probability) (%)
<i>M. domestica</i>				
1	$Y=4.813+2.2893x$	3	0.83	1.207(0.948—1.536)
2	$Y=5.418+2.1458x$	3	21.34	0.638(0.543—0.750)
3	$Y=6.173+2.5156x$	3	0.89	0.342(0.263—0.445)
4	$Y=6.901+3.1379x$	3	4.89	0.248(0.205—0.300)
<i>D. melanogaster</i>				
1	$Y=5.946+2.7506x$	2	1.35	0.453(0.337—0.609)
2	$Y=7.842+2.2871x$	2	2.78	0.203(0.162—0.256)
3	$Y=7.651+2.6168x$	1	1.92	0.097(0.074—0.127)
4	$Y=7.247+3.2483x$	4	4.38	0.057(0.044—0.075)

Table 3. Relations between concentration of hempa and number of adult *D. melanogaster* emerged from the eggs deposited during 5 and 10 days after 3 day's exposure to hempa. * The asterisked figures were not included for calculation.

Concentration (%)	For 5 days		For 10 days	
	Emerged adults	Per cent unemergence	Emerged adults	Per cent unemergence
1.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1.0×0.5	0.0	100.0	0.0	100.0
1.0×0.5 ²	8.6	92.2	12.2	94.7
1.0×0.5 ³	23.3	78.8	59.7	74.0
1.0×0.5 ⁴	47.5	56.8	103.3	55.0
1.0×0.5 ⁵	75.0	31.8	145.8	36.6
1.0×0.5 ⁶	104.7	4.8*	221.7	3.6*
1.0×0.5 ⁷	104.2	5.3	205.0	10.9
1.0×0.5 ⁸	108.3	1.6	199.8	13.1*
Controls	129.7	—	240.8	—

るまでもなくこの2本の回帰直線は一致し、両者に差はないと言う事ができる。この事実にもとづいて以後の試験においては産卵期間を5日と定めた。

2. Hempa に対するイエバエとキイロショウジョウバエの感受性

成虫に対する致死作用：一般に、不妊効果が高く、その不妊を誘起する濃度と致死濃度との差が大きい薬物ほど、不妊剤としては優れたものであると言える。松沢ら⁹⁾は、hempa を2.5%含有する毒餌はイエバエに対し多少殺虫性を有することを認めているが、今回の実験の濃度範囲では両種とも致死率に影響をおよぼしていない事が第4表の結果からあきらかである。なお表に示さなかったがキイロショウジョウバエでは、4%の濃度においても影響はなかった。

感受性の相違：雌雄両方に毒餌を投与したときのイエバエとキイロショウジョウバエの感受性を調べ、その結果を第5表に示した。これからそれぞれの濃度—未羽化率回帰直線の方程式を求めると、 $Y=6.441+2.5275x$ および $Y=6.955+2.6459x$ となった。これより hempa のイエバエに対する中央羽化抑制濃度は、0.269% (0.159~0.455%)、キイロショウジョウバエに対するそれは、0.183% (0.141~0.236%) となる。また2本の回帰直線間の平行性を williams¹⁷⁾の方法により検定した結果、 $F_{cal}=1.45 < F_{1,6}^1(0.05)=5.99$ と

なり平行性が認められた。さらに両回帰直線間の差の検定 (佐久間¹⁸⁾) を、おこなった結果は $t_{cal}=1.892 < t_{1,6}^1(0.05)=1.96$ となり有意な差がない事がわかった。したがって hempa は両種に対し、同様な作用性を有し、さらに両種の感受性は等しいと言える。前述のごとくイエバエの濃度—未孵化率回帰直線は $Y=6.173+2.5151x$ であり、別の実験によって求めたキイロショウジョウバエのそれは $Y=6.381+2.1269x$ となる。これらは検定するまでもなくそれぞれの濃度—未羽化率回帰直線と一致し、孵化後は、羽化に至るまで、すなわち幼虫期および蛹期に対する影響はなく、hempa は両性投与の場合、両種に対しいずれも孵化抑制剤として作用するものと考えられる。

キイロショウジョウバエに対する不妊作用：上の実験で確認された hempa の孵化抑制作用をさらに詳細に検討するために、キイロショウジョウバエの成虫を雌、雄別の投与、および両性投与にわけ、1対ごとにそれぞれ5日間産卵させ、その産卵数と孵化数を調べた。その結果が第1図である。産卵数は2%以上で雌および両性投与において減少するが、雄投与では変わらなかった。孵化卵数は雄投与および両性投与で不妊剤の強い影響を受けるが雌に投与した場合ではそれほど顕著ではなかった。したがって hempa はキイロショウジョウバエに対し、主に雄投与による孵化抑制剤

Table 4. Adult mortality of *M. domestica* at the 14th day after treatment and that of *D. melanogaster* at the 3rd day after treatment. 60 and 25 individuals were used for each concentration in *M. domestica* and *D. melanogaster*, respectively.

Concentration (%)	<i>M. domestica</i>		<i>D. melanogaster</i>	
	Female	Male	Female	Male
1.0	21.7	13.3	4.0	0.0
1.0×0.5	28.3	10.0	8.0	4.0
1.0×0.5 ²	8.3	8.3	8.0	4.0
1.0×0.5 ³	20.0	11.7	8.0	16.0
1.0×0.5 ⁴	28.3	26.7	24.0	8.0
Controls	35.0	6.7	0.0	4.0

Table 5. Relations between concentration and emerged adults in *M. domestica* and *D. melanogaster* observed for 11 days and 5 days after treatment, respectively.

Concentration (%)	<i>M. domestica</i>		<i>D. melanogaster</i>	
	Emerged adults	Per cent unemergence	Emerged adults	Per cent unemergence
1.0	3.6	89.7	0.6	99.6
1.0×0.5	8.3	76.3	22.5	85.0
1.0×0.5 ²	17.4	50.3	58.7	61.3
1.0×0.5 ³	58.6	0.0	97.7	34.9
1.0×0.5 ⁴	32.0	8.6	125.6	16.3
Controls	38.2	—	158.0	—

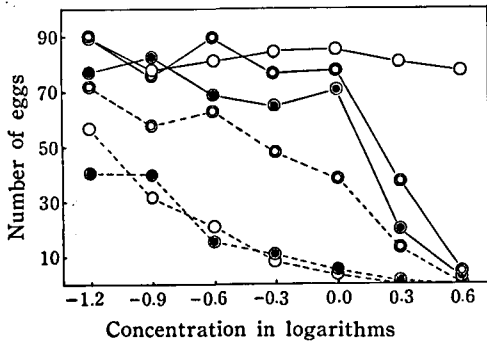


Fig. 1. Relations of concentration to the average number of deposited and hatched eggs observed for 5 days after treatment in *D. melanogaster*.

— Deposited egg. Hatched egg.
 ○ Female treatment. ○ Male treatment.
 ● Both treatment.

として作用する一方、高濃度の場合は雌に産卵抑制作用をもたらす薬物であるといえよう。

この不妊作用を雌雄別の投与と、投与後10日目までの経過日数にともなう不妊効果の推移から検討した結果の要約が第6表で、それぞれの濃度—未羽化率回帰直線を示したのが第2図である。すでに第1図によって明らかにしたごとく、雌投与による効果は産卵抑制作用によるものである。回帰線の傾きは、経過日数にともない変化しているが、これは産卵抑制効果が薬剤投与時における卵形成段階の感受性の相違に起因しているものといえよう。とくに高濃度、すなわち EC_{95} では高い効果を示し、ほとんどその変動が見られず、産卵抑制が顕著である。これは卵形成が阻害された結果と考えられる。hempa の高薬量で、イエバエは卵巣中の娘細胞、卵母細胞、染色体などが影響を受けた

ことを Morgan¹⁰⁾ は組織学的に観察している。また Kido and Stafford⁸⁾ はキロショウジョウバエに thiotepa を処理した場合、卵巣の發育不能および卵発生中止にともなう孵化阻害を報告している。したがって低薬量、すなわち EC_5 における結果は、卵形成はなされるが、その卵は正常でなく、孵化が抑制される。しかし日数の経過につれて正常卵が増加し、かなり急速に回復したものと考えられる。また、投与数日後において最も高い効果を示したことは、前述のごとく薬剤投与期の卵巣の感受性に基因しこれは、Cantwell and Henneberry²⁾ が apholate に対し、キロショウジョウバエの成熟卵は影響を受け難く、卵母細胞、栄養細胞は受け易いことを、組織学的に観察した結果と一致するようである。

一方、雄投与および両性投与の場合は、いずれの回帰線もほぼ平行であり、雌投与に比べ非常に高い効果を示しその変動も少ない。しかしアズキノウムシで長沢ら¹¹⁾ が、さらにチカイエカで齊藤ら¹⁴⁾ が雌性不妊剤としての hempa の効果を報告している。キロショウジョウバエを5日間産卵させた場合の EC_{50} で、雄は雌の約8倍の感受性を示した。これは投与時期の精巣が非常に hempa の影響を受け易いことを示している。組織学的観察によるとこの時期の精巣組織の大部分は完成精子であり、ごく一部分が精細胞の状態である。したがってキロショウジョウバエにたいするアルキル化剤について Fahmy and Fahmy⁴⁾ が、さらに thiotepa で Kido and Stafford⁸⁾ が報告したと同様に、hempa に対しても羽化時、すなわち産卵投与時期の精子、および後期精細胞は非常に感受性が高いといえる。両性投与によって得られた結果は明らかに雄投与の影響を強く受けている。雄投与にくらべ多少回帰線の傾きが異なっているが、これは高濃度で雌の

Table 6. Effect of hempa on emergence of *D. melanogaster* in successive days after treatment.

Days after treatment	Treatment								
	Female				Male			Both	
	$EC_5(\%)$	$EC_{50}(\%)$	$EC_{95}(\%)$	$EC_5(\%)$	$EC_{50}(\%)$	$EC_{95}(\%)$	$EC_5(\%)$	$EC_{50}(\%)$	$EC_{95}(\%)$
1	0.219	0.686	2.146	0.002	0.073	3.112	0.001	0.010	0.147
2	0.369	1.212	3.978	0.013	0.130	1.297	0.006	0.034	0.200
3	0.192	0.737	2.821	0.005	0.086	1.505	0.006	0.040	0.250
4	0.112	0.575	2.950	0.004	0.068	1.260	0.011	0.058	0.317
5	0.403	1.060	2.786	0.009	0.118	1.618	0.015	0.078	0.393
6	1.000	1.938	3.758	0.008	0.101	1.252	0.012	0.062	0.331
7	1.123	2.336	4.860	0.015	0.108	0.792	0.009	0.052	0.292
8	0.532	1.415	3.757	0.034	0.186	1.030	0.013	0.068	0.372
9	1.442	2.348	3.824	0.013	0.101	0.785	0.014	0.069	0.327
10	1.915	2.491	3.241	0.004	0.112	3.385	0.009	0.054	0.319

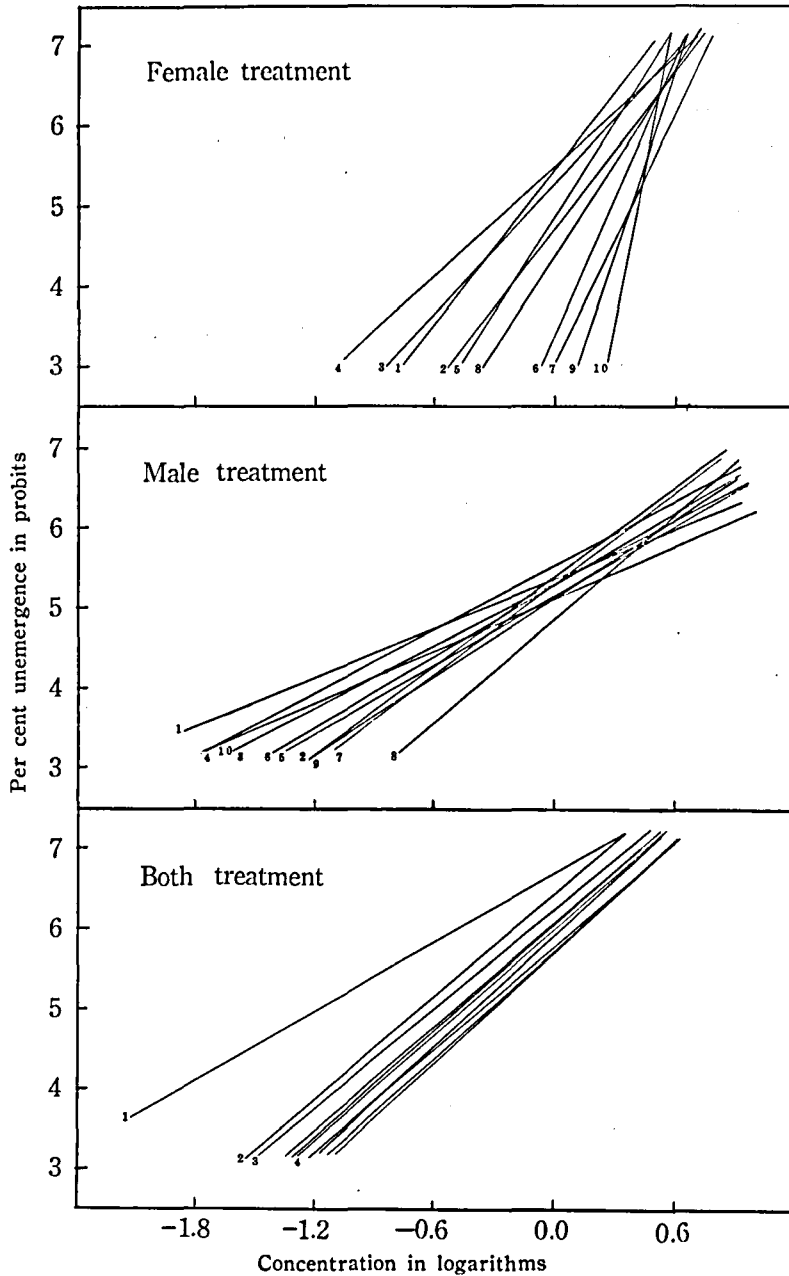


Fig. 2. Concentration-unemergence regression lines of *D. melanogaster* in successive days after treatment.

効果に加わったものと考えられる。

さらに、雄投与および両性投与の場合、投与直後ほど高い効果を示し、低濃度では、日数の経過につれてわずかながら効果が低下している。これらは完成精子も影響を受けていることを示しており、低濃度においてはその後、健全精子がわずかながら完成されたため

このような結果がえられたものであると考えられる。

中山ら¹²⁾はアズキゾウムシについて、metepa は精巣に異常をもたらしませんが、正常卵との受精後、胚子形成過程においてその分裂を抑制することを報告した。また最近、Cline¹³⁾は化学不妊剤を処理したイエバエの精巣中に beaded spermatids を観察している。キイ

ロショウジョウバエにおいてもこのような作用性は十分考えられ、これらは今後検討すべき点であろう。

摘 要

化学不妊剤の効果を詳細に究明するときの試験用昆虫として、キイロショウジョウバエの利用性を、毒餌投与による方法で hempa をもちいてイエバエのそれと比較しながら検討した。

1. イエバエ、キイロショウジョウバエいずれも毒餌投与期間は、3日間が、キイロショウジョウバエの毒餌投与後の産卵観察期間は5日が適当であった。

2. Hempa の成虫に対する致死作用は、兩種とも認められず、次世代の幼虫、および蛹に対する影響もなかった。また兩種の間に感受性の差も認められなかった。

3. Hempa のキイロショウジョウバエに対する不妊作用は、主に雄投与による孵化抑制作用であり、高濃度の場合は雌に顕著な産卵抑制作用をもたらすものと推察された。

4. 雌雄別の投与と、投与後の経過にともなう不妊効果の推移とから、雄成虫は雌よりも感受性が高く、投与後5日間産卵させた場合、 EC_{50} 値でそれは約8倍であった。これは精子および後期精細胞がとくにいちじるしい影響を受けたものと考えられる。

Summary

Drosophila melanogaster MEIGEN was used as atest organism for chemosterilant studies in comparing with the house fly, *Musca domestica vicina* Macq. The chemosterilizing effectiveness of hempa could be evaluated accurately by counting the number of offspring of the treated flies in both species. Newly emerged adult flies were fed on dry milk with hempa for 3 days, then paired. Oviposition was observed for 5 days in *Drosophila* and 11 days in *Musca*. In the treatment of both sexes, inhibition of hatchability seemed to be the main effect of hempa on both species. Both species showed the same rate of susceptibility to this chemical.

In the case of *Drosophila*, the sterilizing effects

were mainly due to the hatch-inhibition which was caused by male treatment. The oviposition-inhibition in female was also recognized in higher concentrations. Male adults were about 8 times as susceptible to hempa as females. From the results mentioned above, it could be considered that spermatozoa and spermatid in male reproductive organ were remarkably affected by hempa.

引 用 文 献

- 1) Borkovec, A. B. : 6月20日付書信, (1965).
- 2) Cantwell, G. E. and T. J. Henneberry: *J. Insect Pathol.* 5, 251~264 (1963).
- 3) Cline, R. E. : *J. Insect Physiol.* 14, 945~953 (1968).
- 4) Fahmy, O. G. and M. J. Fahmy: *Nature* 180, 4575, 31~34 (1957).
- 5) Finney, D. J. : *Ann. Appl. Biol.* 31, 68~74 (1944).
- 6) Finney, D. J. : *Ann. Appl. Biol.* 36, 187~195 (1949a).
- 7) Finney, D. J. : *Biometrika*, 36, 239~256 (1949b).
- 8) Kido, H. and E. M. Stafford: *J. Econ. Entomol.* 59, 1064~1069 (1966).
- 9) 松沢寛・丸山勝己: 香川大学農学部研究室時報, 4, 1~7 (1967).
- 10) Morgan, P. B. : *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 60, 812~818 (1967).
- 11) 長沢純夫・篠原 寛・紫三千代: 防虫科学, 31, 108~113 (1966).
- 12) 中山 勇・長沢純夫: 応動昆, 10, 192~196 (1966).
- 13) 緒方一喜・田中生男・鈴木 猛: 衛生動物, 17, 201~204 (1966).
- 14) 齊藤一三・林滋生: 衛生動物, 17, 129 (1966).
- 15) 佐久間昭: 10月11日付書信 (1965).
- 16) Wadley, F. M. : *Ann. Appl. Biol.* 36, 196~202 (1949).
- 17) Williams, D. A. : 8月28日付書信 (1968).