

dynamic balance attained between the processes of inhibition of vital esterase(s) and of decomposition of the carbamate. That the balance is subject to very subtle factors is indicated by the observation of Moorefield (1960) that whereas Sevin, Compound III and Compound IV have almost identical I_{50} values for inhibition of fly-head cholinesterase, there are decided differences in their toxicities and cross resistance patterns. These three substances differ in structure chiefly in the presence of an H atom, an isopropyl group and a *tert*-butyl group on the carbon *meta* in position to the carbamate linkage. Only further work to reveal the details of the metabolic processes involved will permit explanation of the numerous puzzling behaviors of the carbamates and their cross resistance relations with other kinds of insecticides.

References Cited

1. Eldefrawi, M. E., Miskus, R. and Hoskins, W. M. *Science* 129, 898-9 (1959).
2. Eldefrawi, M. E. Ph. D. Thesis, University of California, (1960).
3. Eldefrawi, M. E. and Hoskins, W. M. *J. Econ. Ent.* 54, 401-5 (1961).
4. Forgash, J. and Hansens, E. S. *J. Econ. Ent.* 52, 733-9 (1959).
5. Gahan, J. B., LaBrecque, G. C. and Wilson, H. G. *J. Econ. Ent.* 54, 63-7 (1961).
6. Georgiou, G., Metcalf, R. L. and March, R. B. *J. Econ. Ent.* 54, 132-40 (1961).
7. Hassan, S. M. Ph. D. Thesis, University of California, (1960).
8. Hoskins, W. M. and Gordon, H. T. *Annual Review of Entomology* 1, 89-122 (1956).
9. Hoskins, W. M. *Misc. Publ. Ent. Soc. Amer.* 2, 85-91 (1960).
10. Hoskins, W. M. *Internat'l Review of Tropical Medicine* 2, (in press).
11. LaBrecque, G. C., Wilson, H. G. and Smith, C. M. *J. Econ. Ent.* 52, 178-9 (1959).
12. LaBrecque, G. C., Gahan, J. B. and Wilson, H. G. *Mosquito News* 20, 238-41 (1960).
13. Marshall, J. and Williams, K. *Proc. Ent. Soc. British Columbia* 57, 9-12 (1960).
14. Meltzer, J. *Meded. Landbouwhogeschool Opzoek. Staat Gent* 21, 459-82 (1956).
15. Meltzer, J. *Indian J. Malariol.* 12, 579-88 (1958).
16. Moorefield, H. H. *Misc. Publ. Ent. Soc. Amer.* 2, 145-52 (1960).
17. Wiesmann, R. and Kocher, C. *Zeit. f. angew. Ent.* 33, 297-321 (1951).
18. Wiesmann, R. World Health Organization Inform. Circ. on Resistance Problem 3 (November, 1956).

On the Synergistic Effect of Natural and Synthetic Synergists on Barthrins. Studies on Synergist for Insecticides XXI. Hiromichi MATSUBARA (Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Gifu University) Received Oct. 28, 1961. *Botyu-Kagaku*, 26, 125, 1961 (with English résumé, 132)

20. Barthrins に対する天然および合成共力剤の共力効果について (農薬の共力剤に関する研究 第21報) 松原弘道 (岐阜大学 農学部 農芸化学教室) 36. 10. 28 受理

アカイエカ幼虫に対するノックダウンおよび致死効果ならびにイエバエに対するノックダウン効果を検する生物試験によつて, barthrins に対する天然および合成共力剤の共力効果を研究した。Barthrins のアカイエカ幼虫に対するノックダウン効力への各種共力剤の共力効果とその致死効力へのそれらの共力効果との間には平行関係が認められない。また一般に barthrins に対する天然および合成共力剤の共力効果はピレトリンおよびアレスリンに対する共力効果よりはるかに劣っている。

先に著者¹⁾は barthrins の有効度および安定性をアカイエカの幼虫を用いる生物試験によつて研究し, アカイエカの幼虫に対する barthrins の致死効力は極めて強大で, アレスリンおよび p, p' -DDT よりはるかに

に勝り, ピレトリンの1.46倍に相当し, 熱および紫外線に対しても他のピレスロイドより安定であるが, ピレトリンよりはるかに遅効性である事を報告した。本化合物はピレスロイドに対して共力効果を有するため

に必要な化学構造といわれている methylenedioxy-phenyl 基を化合物自体に有し、アルコール成分が従来のピレスロイドと全く異つた系統の化合物であり、またベンゼン核上に塩素を置換していることから、本化合物に対して各種共力剤が如何なる共力効果を示すかは興味ある問題と思われる。

Gersdorff ら²⁾は予備的試験の結果 piperonyl butoxide が barthrin およびその異性体に対してアレスリンおよびその異性体に対するとほぼ同程度の共力効果を有する事を報告し、また最近 Chadwick ら³⁾はイエバエを用いて barthrin に対する piperonyl butoxide の共力効果を研究し、それが余り効果のない事を報告している。

このように barthrin に対する共力剤の効果に関しては両者によつて異つた結果が得られて居り、また piperonyl butoxide 以外の共力剤の作用については全く研究が行われて居らず、さらに methylenedioxy-phenyl 基を有しない共力剤が如何なる作用をおよぼすかも興味ある問題であるので、著者はアカイエカの幼虫ならびにイエバエの成虫を用いる生物試験によつて barthrin に対する各種天然および合成共力剤の共力効果を検定し、ピレトリンおよびアレスリンに対するそれらの共力効果との比較を行い、2, 3 の知見を得たのでここに報告する。

実 験

I. 実験材料、装置および方法

1. 供試薬剤：Barthrin (*dl-cis-trans-chrysanthemic acid, 6-chloropiperonyl ester*)は先に著者¹⁾が報告したもの、合成共力剤である M. G. K. -F5026 は McLaughlin Gormley King Co. から提供されたもので、M. G. K. -264 (*N-(2-ethylhexyl) bicyclo [2. 2. 1] 5-heptene-2, 3-dicarboximide*) の改良品、piperonyl butoxide, sulfoxide および *n*-propyl isome は何れも市販品であり、天然共力剤である hinokinin, egonol および hiballactone は何れも先に著者^{4, 5)}が報告したものをを用いた。

2. 供試昆虫：生物試験に使用したアカイエカ *Culex pipiens var. pallens* の幼虫は著者¹⁾が先に報告したと同様の終齢幼虫である。またイエバエ *Musca domestica vicina* の成虫は当研究室で数年来飼育している高槻系イエバエで羽化後4～5日のものである。

3. 実験装置および方法：供試薬剤のアカイエカの幼虫に対するノックダウンおよび致死効果は著者^{6, 7)}が先に報告したペトリ皿法により、また粉剤のイエバエに対するノックダウン効果は、実験装置および方法とともに長沢⁸⁾による撒粉降下装置法によつてそれぞれ検定した。なお barthrin と共力剤との混合比はす

べて 1:8 とし、アカイエカの幼虫に対するノックダウン試験に用いた供試薬剤では、0.025% barthrin 乳剤 (barthrin 0.025 g, Triton X-100 1.5 g, xylene 0.975 g, 水で 100 cc とする) 0.5 cc に 0.2% 共力剤の乳剤 (共力剤 0.2 g, Triton X-100 1.5 g, xylene 0.8 g, 水で 100 cc とする。ただし溶媒として xylene の代りに egonol では trichloroethylene と xylene, hiballactone では chloroform と xylene との混合物をそれぞれ用いた) 0.5 cc を混和し、水で 2000 cc とした。同じくその致死試験に用いた乳剤原液では、その組成を barthrin 0.25%, 共力剤 2.00%, Triton X-100 45.00%, xylene 52.75% とした。粉剤の場合はすべてタルクを担体とし、溶解混合法によつて調製し、その組成を barthrin 0.075% 共力剤 0.600% とした。

II. 実験結果および考察

1. Barthrin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への天然および合成共力剤の共力効果：先に著者⁹⁾はピレトリンのアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への各種共力剤の共力効果とその致死効力へのそれらの共力効果との間にほぼ平行関係が成立するのを認めたので、はたして barthrin においても同様の関係が成立するか否か、またこれら共力剤が barthrin に対してそれがピレトリンやアレスリンに対する程はたして共力効果を呈するか否かを確かめるため、前記実験法に従い barthrin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への hinokinin, hiballactone および egonol の如き天然共力剤ならびに piperonyl butoxide, sulfoxide, M. G. K. -F5026 および *n*-propyl isome の如き合成共力剤の共力効果を検定し、第1および第2表に示すような結果を得た。なお第1表の実験では水温は 28.0°C、第2表のそれは 28.5°C であつた。

第1および第2表の実験結果についてさらに精密な比較を行うため、Bliss の時間-反応率曲線 1 次変換操作を施してその回帰方程式を求め、その方程式からさらに大沢等¹⁰⁾の方法によつて各乳剤の絶対および相対有効度を算出すると第3表のようになる。

今中央ノックダウン時間を乳剤の有効度として考察すれば、天然共力剤である hinokinin および hiballactone は何れも barthrin に対して共力効果を示し、その共力度 [1.29 (2 者平均) および 1.29] は合成共力剤の代表的なもの piperonyl butoxide のそれ [1.19 (2 者平均)] より優れた共力効果を示す。先に著者⁵⁾はアカイエカのノックダウンを用いる試験で hinokinin および hiballactone がアレスリンに対して piperonyl butoxide 以上の共力効果を示す事を発見したが、同じく合成ピレスロイドの1種である bar-

thrin においても同様な傾向をもつことが明らかとなった。しかし天然共力剤中 egonol のみは全く共力効果を示さず、むしろノックダウンを遅延せしめる。これは egonol が methylenedioxyphenyl 基をもつてはいるが、 γ -lactone 環をもたず、hinokinin および hibalactone と全く基本構造を異にするためと考えら

れる。なお先の著者⁵⁾の報告においてアレスリンのアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への hinokinin および hibalactone の共力度はそれぞれ3.21および3.50であつたが、本実験の barthrin に対してはそれが1.29(2者平均)および1.29で、その共力度が著しく劣ることが示されている。

Table 1. Time(min.)-knockdown(%) of larvae of the common house mosquito by synergized barthrin emulsion with natural synergists. One hundred individuals were used in each emulsion.

Code sign		A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁
Active ingredient	Barthrin (ppm)	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625
	Synergist (ppm)	—	Hino. 0.5000	Hiba. 0.5000	Ego. 0.5000	Pip. 0.5000
Time	1	9	8	12	4	6
	2	9	8	12	5	8
	3	11	10	13	5	8
	4	11	13	14	5	10
	6	12	14	14	5	11
	8	14	14	15	5	11
	12	19	14	16	5	15
	16	24	14	20	7	16
	24	30	30	25	8	24
	32	37	37	36	12	26
	48	44	56	55	22	54
	64	54	66	76	44	74
	96	—	—	—	71	—

Table 2. Time(min.)-knockdown(%) of larvae of the common house mosquito by synergized barthrin emulsions with synthetic synergists. One hundred individuals were used in each emulsion.

Code sign		A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂	F ₂
Active ingredient	Barthrin (ppm)	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625
	Synergist (ppm)	—	Pip. 0.5000	Sulf. 0.5000	MGK 0.5000	n-Pr. 0.5000	Hino. 0.5000
Time	1	4	10	8	12	11	15
	2	4	11	9	12	11	15
	3	4	11	11	13	11	18
	4	4	12	13	14	12	19
	6	6	14	13	18	12	20
	8	11	15	13	26	16	22
	12	19	21	25	35	16	25
	16	28	36	30	47	18	37
	24	44	50	49	56	21	59
	32	60	73	63	76	21	76
	48	74	88	86	86	30	92
	64	84	92	91	89	38	96

Table 3. Absolute and relative effectiveness of synergized barthrin emulsions with natural and synthetic synergists to larvae of the common house mosquito.

Code sign	Absolute effectiveness				Relative effectiveness
	Standard deviation in susceptibility	Knockdown efficiency	Index of median knock-down time	Median knock-down time (min.)	Median equivalent
A ₁	0.666	1.501	1.72104	52.607	1.00
B ₁	0.413	2.419	1.62759	42.422	1.24
C ₁	0.316	3.167	1.61123	40.854	1.29
D ₁	0.227	4.411	1.85185	71.097	0.74
E ₁	0.235	4.261	1.65642	45.334	1.16
A ₂	0.404	2.477	1.41966	26.282	1.00
B ₂	0.318	3.145	1.33541	21.648	1.21
C ₂	0.359	2.782	1.35187	22.484	1.17
D ₂	0.455	2.200	1.22544	16.805	1.56
E ₂	0.579	1.727	1.98309	96.181	0.27
F ₂	0.273	3.414	1.29424	19.690	1.33

一方合成共力剤の共力効果を見るに、M. G. K.-F 5026 の共力度は1.56で最も大であるが、それ以外の共力剤の共力度はすべて hinokinin および hibalactone のそれより低い値で、特に *n*-propyl isome の如きものは著しくノックダウンを遅延せしめるのが観察される。また著者⁵⁾の実験によればアレスリンのアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への piperonyl butoxide および M. G. K.-F5026 の共力度はそれぞれ2.43および4.46であったが、本実験の barthrin に対しては僅か1.19および1.56でのおおのそのおのより過ぎず、またピレトリンのアカイエカ幼虫に対するノックダウン効力への各種天然および合成共力剤の共力度は barthrin へのそれらの共力度より何れも勝ることから、一般に barthrin に対しては天然および合成共力剤とも、それがピレトリンやアレスリンに対する程共力効果を示さないことが明らかとなつた。

2. Barthrin のアカイエカの幼虫に対する致死効力への天然および合成共力剤の共力効果：前項の実験によつて barthrin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力へ hinokinin, hibalactone, piperonyl butoxide, sulfoxide および M. G. K.-F5026 の如き天然および合成共力剤が共力効果を示すことを見出したので、さらに barthrin のアカイエカの幼虫に対する致死効力へのこれら共力剤の共力効果を前記実験方法に示すベトリ—皿法によつて試験した。各乳剤の稀釈倍率、薬量(ppm)と致死率(%)との関係を第4表に示す。なお実験は hinokinin, piperonyl butoxide,

M. G. K.-F5026 ならびに egonol の2系列に分けて行い、前者の水温は 28.0°, 後者のそれは 29.0° であった。

第4表の結果についてさらに精密の比較を行うため、薬量をその対数に、致死率を probit に置き換え、前述の如き方法で各乳剤の絶対有効度を算出すれば第5表の如き数値が得られる。

第5表の LC-50 から各共力剤の barthrin に対する共力効果を Goodwin-Bailey ら¹⁰⁾の共力度の単位をもつて算定表示すれば、hinokinin, piperonyl butoxide, M. G. K.-F5026 および egonol の barthrin に対する共力度はそれぞれ 1.42, 1.30, 1.02 および 1.15となる。この値は著者^{5), 11), 12)}が先に得たピレトリンのアカイエカの幼虫に対する致死効力への hinokinin, piperonyl butoxide, M. G. K.-F5026 および egonol の共力度 1.62, 2.33, 1.20 および 1.85 ならびにアレスリンの致死効力へのそれらの共力度 2.41, 1.89, 1.34 および 1.40 のおのより何れも小であり、何れの共力剤も barthrin の致死効力に対してはそれがピレトリンやアレスリンの致死効力に対する程大なる共力効果を示さない。さきに著者⁵⁾は hinokinin および hibalactone が合成ピレスロイドに対しては piperonyl butoxide に勝る致死共力効果を示すことを発見したが、合成ピレスロイドの1種とみなされる barthrin においてもこの原則が成立つこととなる。

また著者⁷⁾はピレトリン乳剤のアカイエカの幼虫に

Table 4. Dosage(ppm)-mortality(%) of mosquito larvae for synergized barthrin emulsions with natural and synthetic synergists. One hundred individuals were used in each emulsion.

Dilution	Dosage	A ₃ Bar. + Hino.	B ₃ Bar. + Pip.	C ₃ Bar. + MGK	D ₃ Bar.	E ₃ Hino.	F ₃ Pip.	G ₃ MGK	A ₄ Bar. + Ego.	B ₄ Bar.	C ₄ Ego.
3200	312.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
4800	208.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
6400	156.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95
8533	117.16	—	—	—	—	85	80	76	—	—	—
9600	104.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53
10667	93.751	—	—	—	—	56	55	49	—	—	—
12800	78.125	—	—	—	—	28	36	23	—	—	17
17067	58.594	—	—	—	—	7	10	6	—	—	—
19200	52.083	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
21334	46.874	—	—	—	—	1	4	1	—	—	—
25600	39.063	—	—	—	—	0	1	0	—	—	0
38400	26.042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
51200	19.531	—	—	100	100	—	—	—	—	—	0
76800	13.021	100	100	99	98	—	—	—	—	—	—
85333	11.716	—	—	—	—	—	—	—	100	97	—
102400	9.7656	99	96	89	84	—	—	—	95	93	—
136533	7.3242	—	—	—	—	—	—	—	79	64	—
153600	6.5104	79	72	47	45	—	—	—	—	—	—
170666	5.8596	—	—	—	—	—	—	—	52	42	—
204800	4.8828	48	38	13	11	—	—	—	37	18	—
273064	3.6622	—	—	—	—	—	—	—	12	3	—
307200	3.2552	11	8	1	1	—	—	—	—	—	—
409600	2.4414	2	0	0	0	—	—	—	—	—	—
614400	1.6276	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
819200	1.2207	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 5. Absolute toxicity of synergized barthrin emulsions with hinokinin, piperonyl butoxide, M. G. K.-F5026 and egonol to mosquito larvae.

Code sign	Standard deviation in susceptibility	Efficiency of lethal action	Index of median lethal dose	Median lethal dose (LC-50) (ppm)
A ₃	0.144	6.956	0.69222	4.9229
B ₃	0.151	6.644	0.72868	5.3540
C ₃	0.144	6.932	0.83561	6.8487
D ₃	0.138	7.272	0.84312	6.9682
E ₃	0.119	8.431	1.95275	89.691
F ₃	0.150	6.688	1.94771	88.656
G ₃	0.131	7.654	1.97866	95.205
A ₄	0.153	6.555	0.74618	5.5743
B ₄	0.133	7.518	0.80660	6.4062
C ₄	0.118	8.442	2.00528	101.22

対するノックダウン効力への各種共力剤の共力効果とその致死効力へのそれら共力剤の共力効果との間にはほぼ平行関係が成立することを報告した。しかし barthrin 乳剤に関する本実験では、hinokinin および piperonyl butoxide の間ではこの関係が成立するけれども egonol および M. G. K.-F5026 では、前者がノックダウンにおいては拮抗作用があるのに、致死ではその共力度が1.15であり、また M. G. K. ではノックダウンにおいては供試共力剤中最高の共力度を示すけれども致死においては殆んど効果を示さず平行関係が成立しないことから、barthrin の如く在来のピレ

スロイドと著しく異つた化学構造を有し、また共力剤の効果が比較的小さいピレスロイドでは平行関係が成立しないものと思われる。

なおピレトリンおよびアレスリンに共力剤を加用する時は薬量一致死亡率回帰直線の角係数すなわち殺虫能率が增大するのを通例とするが barthrin ではこれと反対に何れの共力剤を加用してもそれが少しく減少するのが観察される。

3. Barthrin のイエバエに対するノックダウン効力への天然および合成共力剤の共力効果：前記方法によつて調製、一定の組成を有する供試粉剤を1回に

Table 6. Time(min.)-knockdown (%) of house flies for synergized barthrin dusts with natural and synthetic synergists. Average of four tests.

Code sign		A ₅	B ₅	C ₅	D ₅	E ₅	F ₅	G ₅	H ₅
Active ingredient	Barthrin (%)	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
	Synergist (%)	—	Hino. 0.600	Hiba. 0.600	Ego. 0.600	Pip. 0.600	Sulf. 0.600	MGK 0.600	n-Pr. 0.600
No. of individuals		135	135	136	136	139	135	130	121
Time	1	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.74	0.00	0.83
	2	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.74	0.00	0.83
	3	0.00	0.00	0.74	0.74	0.00	1.48	0.00	0.83
	4	0.00	0.00	0.74	0.74	0.72	2.96	1.54	0.83
	6	2.96	0.74	0.74	2.21	4.32	3.70	5.38	4.13
	8	7.41	1.48	2.21	6.62	12.95	8.89	13.85	8.26
	12	17.78	9.63	7.35	16.18	29.50	23.70	35.35	20.60
	16	29.41	16.30	15.44	30.88	58.27	39.26	64.62	36.36
	24	60.00	28.15	37.50	49.26	81.29	65.19	82.31	61.98
	32	73.33	42.96	49.26	69.12	90.65	81.48	93.08	72.78
	48	87.41	61.48	68.38	77.94	97.84	91.85	99.23	90.08
	64	91.85	69.63	80.15	82.35	98.56	93.33	99.23	95.04

Table 7. Absolute and relative effectiveness of synergized barthrin dusts with natural and synthetic synergists to the common house flies.

Code sign	Absolute effectiveness				Relative effectiveness
	Standard deviation in susceptibility	Knockdown efficiency	Index of median knock-down time	Median knock-down time (min.)	Median equivalent
A ₅	0.289	3.454	1.33590	21.672	1.00
B ₅	0.391	2.559	1.58762	38.692	0.56
C ₅	0.319	3.131	1.52151	33.228	0.65
D ₅	0.302	3.306	1.36348	23.093	0.94
E ₅	0.238	4.209	1.17847	15.082	1.44
F ₅	0.279	3.579	1.27483	18.829	1.15
G ₅	0.238	4.208	1.14941	14.106	1.54
H ₅	0.297	3.368	1.30935	20.387	1.06

Table 8. Degree of synergism of natural and synthetic synergists for barthrin, pyrethrins and allethrin, determined by bioassay with mosquito larvae and house flies.

SYNERGIST	Knockdown Effectiveness						Lethal Effectiveness		
	Mosquito larvae			House flies			Mosquito larvae		
	BAR.	PYR.	ALL.	BAR.	PYR.	ALL.	BAR.	PYR.	ALL.
Hinokinin	1.29	1.92	3.21	0.56	1.09	3.69	1.42	1.62	2.41
Hiballactone	1.24	1.70	3.50	0.65	1.54	3.21	—	1.49	1.88
Pip. But.	1.19	2.92	2.43	1.44	6.43	5.99	1.30	2.33	1.89
Egonol	0.74	1.25	—	0.94	3.12	—	1.15	1.85	1.40
Sulfoxide	1.17	1.55	—	1.15	—	—	—	—	—
M. G. K.	1.56	1.66	4.46	1.54	2.04	5.33	1.02	1.20	1.34

0.1g ずつ撒粉降下装置法によつてイエバエに適用し、そのノックダウン虫率をもとめた。実験は1薬剤について4回、合計100匹以上の昆虫について行つた。各粉剤の組成、処理時間(分)とノックダウン虫率(%)との関係を第6表に示す。なお各共力剤とも0.6%含む単剤では、何れの場合も処理時間内にイエバエに対して全くノックダウン効果を示さなかつた(室温は20°C)。

第6表の結果を整理すると第7表に示すような数値が得られる。

第7表の結果から barthrin のイエバエに対するノックダウン効力へは hinokinin, hiballactone および egonol のような天然共力剤は何れも共力効果が認められず、むしろ拮抗作用を呈するが、合成共力剤では何れも共力効果が認められ、そのうちでも M. G. K.-F 5026 の共力度が最も大で次いで piperonyl butoxide, sulfoxide の順で *n*-propyl isome が最も小であることが観察される。

以上 barthrin に関する生物試験の結果と著者^{5,7,13)}が今まで行つたピレトリンおよびアレスリンに対する天然および合成共力剤の共力効果の研究結果とを対比して表示すると第8表のようになる。

第8表に示されるように、ピレトリンおよびアレスリン粉剤のイエバエに対するノックダウン効力への piperonyl butoxide の共力度はそれぞれ6.43および5.99であるのに本実験における barthrin においてはわずか1.44であり、また同様にピレトリンおよびアレスリンに対する M. G. K. の共力度はそれぞれ2.04および5.33であるのに、barthrin においてはそれが1.54であることから、barthrin のイエバエに対するノックダウン効力への一般合成共力剤の共力効果は、

それがピレトリンやアレスリンに対する場合の共力効果より著しく劣るということが出来る。これは Gersdorff ら²⁾の結果とは相反するが、Chadwick ら³⁾の結果とは一致する。なお各供試天然および合成共力剤中 M. G. K. が barthrin のアカイエカの幼虫ならびにイエバエに対するノックダウン効力へ最も優れた共力効果を示すことは、それが methylenedioxyphenyl 基を含まないことと関連して注目すべきことと思われる。

要するに第8表に示す結果から、barthrin に対しては天然および合成共力剤とも、それがピレトリンやアレスリンに対する程大なる共力効果を示さないものと結論する事が出来る。

総 括

Barthrin に対する天然および合成共力剤の共力効果を明らかにする目的で、barthrin にその8倍量の各種共力剤を混合した乳剤のアカイエカの幼虫に対するノックダウンならびに致死効力をベトリー皿法により、また同様な混合粉剤のイエバエに対するノックダウン効力を撒粉降下装置法によつて求め、それら共力剤の barthrin に対する共力効果を算定した。

Barthrin のアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力へは egonol および *n*-propyl isome を除く供試天然および合成共力剤はすべて共力効果を示し、そのうち M. G. K.-F 5026 は共力効果が最も大で、その共力度は1.56であり、次いで hiballactone, hinokinin, piperonyl butoxide, sulfoxide の順に小となる。しかしアカイエカの幼虫に対する致死効力へは hinokinin が最も大なる共力効果を示し、その共力度は1.42であり、次いで piperonyl butoxide, egonol, M.G.K.-

F 5026 の順に小となる。このように先に著者によって指摘されたピレトリンのアカイエカの幼虫に対するノックダウン効力への一般共力剤の共力効果とその致死効力へのそれらの共力効果との間には平行関係が成立するという原則は barthrin においては認められない。しかし hibalactone あるいは hinokinin が合成ピレスロイドに対しては piperonyl butoxide に勝る共力効果を示すという原則は barthrin においても認められる。

Barthrin のイエバエに対するノックダウン効力へ hinokinin, hibalactone および egonol のような天然共力剤は全く共力効果を示さないが、合成共力剤はすべて共力効果を示し、そのうち M. G. K. -F 5026 は共力効果が最も大で、その共力度は 1.54 であり、次いで piperonyl butoxide, sulfoxide, *n*-propyl isome の順に小となる。

一般に barthrin に対しては天然および合成共力剤ともそれがピレトリンやアレスリンに対する程大なる共力効果を示さない。

本研究に当り実験に助力せられた児島謙三君、試料入手に御援助を賜った住友商事株式会社ならびにキング・トレーディング株式会社にそれぞれ感謝する。なお本研究費の一部は吉川秀男教授を代表者とする昆虫の薬剤抵抗性に関する総合研究費によった。

文 献

- 1) 松原弘道, 防虫科学, 26, 44 (1961)
- 2) Gersdorff, W. A., Freeman, S. K. & Piquett, P. G. *J. Agr. Food Chem.*, 7, 548 (1959)
- 3) Chadwick, P. G. & Jones, G. D. G. *Pyrethrum Post*, 5, 14 (1960)
- 4) 松原弘道, 防虫科学, 15, 21 ; 23 (1950)
- 5) 松原弘道, 防虫科学, 22, 345 (1957)
- 6) 松原弘道, 防虫科学, 18, 10 (1953)
- 7) 松原弘道, 岐阜大農報, 6, 124 (1956)
- 8) 長沢純夫, 殺虫剤の生物試験に関する研究, 京都 (1454)
- 9) 大沢 済・長沢純夫, 防虫科学, 7・8・9, 1 (1947)
- 10) Goodwin-Bailey, K. F. & Horborn, J. M. *Pyrethrum Post*, 2(2) 7 (1952)
- 11) 松原弘道, 防虫科学, 19, 15 (1954)
- 12) 松原弘道, 印刷中
- 13) 松原弘道, 防虫科学, 18, 17 (1953)

Résumé

The synergistic effects of natural and synthetic synergists on barthrin were investigated from the knockdown and lethal effectiveness of synergized barthrin emulsion against mosquito larvæ, *Culex pipiens* var. *pallens* by means of petri dish method of Matsubara and from the knockdown effectiveness of synergized barthrin dust against house flies, *Musca domestica vicina* by means of settling dust apparatus method of Nagasawa. Pyrethroid-synergist ratios in synergized emulsion and dust were on the whole 1 : 8, and the degree of synergism of the synergist was calculated from median lethal concentration or median knockdown time by probit method.

All synergists tested, except egonol and *n*-propyl isome, were synergistic on knockdown effectiveness of barthrin against mosquito larvae and the degrees of synergism of M. G. K. -F 5026, hibalactone, hinokinin, piperonyl butoxide and sulfoxide were 1.56, 1.29, 1.29, 1.19 and 1.17 respectively. But, the degrees of synergism of hinokinin, piperonyl butoxide, egonol and M. G. K. -F 5026 on lethal effectiveness of barthrin against that insect were 1.42, 1.30, 1.15 and 1.02 respectively.

At the above examinations, the parallelism which previously found by the author between degree of synergism of various synergists on knockdown effectiveness of pyrethrins against mosquito larvae and that on lethal effectiveness against them was not recognized.

As tested by knockdown effectiveness of synergized barthrin dusts against house flies, natural synergists such as hinokinin, hibalactone and egonol were not synergistic, but synthetic synergists such as M. G. K. -F 5026, piperonyl butoxide, sulfoxide and *n*-propyl isome were synergistic, and its degrees of synergism were 1.54, 1.44, 1.15 and 1.06 respectively. From above results, it was found that the combination of barthrin with natural and synthetic synergists shows lower order of synergism than the similar combination of pyrethrins or allethrin.