

by the traps, of which 67 (77.0%) and 85 flies (97.7%) were recovered within a circle of 30 and 110 m from the release point, respectively. However, because the density of trap was not the same for each trap-set distance, the fact stated above does not mean that most of the marked flies remained within 110 m from the release point. Therefore, the recapture ratio, $100 \times (\text{number of marked flies captured} / \text{total number of captured flies})$, should be compared for each different distance. The relation between the trap location (xm) and the recapture ratio (y%) was showed

in following formula : $\log y = -1.4408 \log x + 2.5402$. Consideration must be given to the fact that as the distance from the release point increased, the density of the marked flies decreased remarkably, while very few individuals could disperse to a rather remote area. The wind direction seemed to have no detectable influence on the movement of flies, which appeared as if disperse at random. A range of 300~400 m radius from the fly breeding source should be considered as the recommended distance of effective flight range in fly control operation.

Distribution of P³²-labeled Schradan in the American Cockroach. Tetsuo SARRO (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Anjo, Aichi, Japan) Received March 20, 1960. *Botyu-Kagaku*, 25, 57, 1960 (with English résumé, 64).

11. ワモンゴキブリにおける P³²-Schradan の分布について 斎藤哲夫 (名古屋大学農学部 害虫学教室) 36. 3. 20 受理

ワモンゴキブリ成虫に対する P³²-schradan の処理薬量や方法をかえて schradan の昆虫体内における行動を追跡した。腹部背板に塗布処理した schradan は後腸に最も多量に集積するが、組織重量当りの薬剤濃度はそ嚢が最も濃厚であった。そして投与量を増加するとすべての組織における薬量は増加するが、この増加は投与薬量に並行しない。中毒個体の中枢神経組織における最少薬量から schradan そのものよりも強い抗 cholinesterase 作用を有する "schradan N-oxide" が作用しているのであろう。

抵抗性の強いゴキブリの雌は弱い雄よりも遙かに多くの薬量が脂肪組織に蓄積されるために主たる作用点と考える中枢神経組織に到達する薬量が少なくなると考えられる。薬剤処理方法をかえることにより薬剤の体内分布様相も変化し、中枢神経組織への集積の難易が殺虫効果の差異をもたらすものと考えられる。

Schradan の表皮浸透並びに体内移行、排出は単なる物理的あるいは化学的現象よりもむしろ薬剤の運搬代謝等の生理的条件が重要な影響をもたらすことを示した。

殺虫剤の昆虫体内への侵入、組織への移行ならびに集積及び体外への排出を明かにすることは、殺虫剤の作用機構を解明するうえに、きわめて重要なことである。

近年、放射性同位元素で標識を行った殺虫剤をもちいて、昆虫体内における殺虫剤の行動をしらべた多くの報告がある。なかでも有機燐殺虫剤については Roan, Fernando, Kearns¹⁹⁾ は P³²-TEPP をもちいてワモンゴキブリ体内における分布をしらべ、TEPP の作用点と考えられる中枢神経組織への薬剤の集積が極めて少ないことを知った。Fernando, Roan, Kearns²⁰⁾ は P³²-parathion, paraoxon, TEPP, TPPP, TBPP 及び diethyl orthophosphoric acid を用いてワモンゴキブリ体内における分布、代謝及び排泄をしらべ、ゴキブリに対して TEPP の経口毒性が低い

は緩慢な組織への移行と迅速な分解により毒物が神経組織へ致死量まで集積するのが困難であるためであると説明した。Lockau, Lüdicke¹²⁾ は P³²-parathion は処理後急速にワモンゴキブリの体外に排泄され、体内組織では消化管に最も多く存在することを報告した。Acree, Babers, Mitlin¹⁾ が P³²-dipterex ならびに DDVP のワモンゴキブリ体内の分布をしらべた結果、いずれの薬剤もゴキブリの顎膜を通して容易に吸収され、dipterex は体内の各組織に一樣に広く分布し、血液にも薬剤の分布が証明され、処理20時間後には殆ど放射能が消化管に存在するのに対し、DDVP 処理ゴキブリの血液中には放射能は認められず、各組織にはごくわずかに存在するのみで多くの放射能は心臓に濃縮され、22時間後には脂肪組織に多く、消化管にはごくわずかに存在するのみであった。このこと

から彼等はゴキブリに対して DDVP が dipterey よりも毒性の強いのは神経組織の cholinesterase を阻害してその生理機能を破壊するのみでなく、DDVP が心臓の機能に対して何等かの作用をなすためではなからうかと推察している。Arthur, Casida²⁾ も此等の殺虫剤並びにその acetyl 誘導体の分布と代謝をしらべ、ゴキブリの中樞神経組織に集積する薬量はいずれもすくないがその作用機作として考えられる acetyl cholinesterase を阻害するに充分な薬量が到達していることを示した。また彼等³⁾ は、P³²-dimefox および schradan のゴキブリ体内の分布並びに代謝をしらべ、両薬剤ともその体内分布様相は類似しており、Malpighi 氏管と後腸に多く集積すること、ならびに殆んどが代謝されずにそのままの状態で存在することを知った。弥富等¹⁾ は P³²-DFP のワモンゴキブリ体内における分布を中毒症状の発現を追ってしらべた結果、DFP がその主たる作用点と考えられる中樞神経組織に到達する量は極めて少量であり、消化管特に後腸や Malpighi 氏管に比較的少量に存在すること、塗布処理した DFP が体内に入り、血液によって運搬させることを証明した。Ball, Beck⁴⁾ は parathion の体内分布を比色定量並びに2個体の連結手術を行うことによりしらべ、処理された毒物が血液により運搬されることを証明した。

本報では P³²-schradan をもちいて、ワモンゴキブリ体内の薬剤の分布が処理薬量の増加や処理方法の差異により如何に変化するか、雌雄抵抗性の差異がこの薬剤の分布と如何なる関係にあるかを明かにするとともに、schradan の作用機構に重要な神経組織の

cholinesterase 阻害と薬剤の体内分布との関係を明らかにするために行った実験結果をのべる。

ご指導を戴いた名古屋大学農学部弥富喜三教授ならびに京都大学農学部内田俊郎教授、河野達郎助教授及び有益なご助言を戴いた本学兼久勝夫助手、種々ご助力を戴いた本多八郎技官に心からお礼申し上げる。

実験材料

供試したワモンゴキブリ (*Periplaneta americana* L.) は永く東京大学農学部害虫学研究室において飼育された系統を譲りうけ、1953年より当教室の25°恒温室内でマウス用固形飼料 MC-5 (オリエンタル酵母工業株式会社製) と蒸溜水とをあてて連続飼育したものである。実験には雌雄とも羽化後約30日を経過した個体を、30°恒温室内で24時間水のみをあて飼育したものをもちいた。供試虫の平均体重は雌は約1.5g、雄は約1.0gであった。

P³² 標識 schradan は英国の Amersham Radiochemical Centre で製造されたもので、2.79mc/2.740g (1956年12月12日) の比放射能を有するものをさらに141.8~142.2°/3mm で蒸溜精製したものをもちいた。

実験方法及び結果

A. 処理薬量と体内分布：供試昆虫は翅を半ば切りとり軽く炭酸ガス麻醉して、第3~4環節の腹部背板に所定薬量になるように propylene glycol で稀釈した P³²-schradan を2μl 塗布し、直径20cmの金網籠にいれ、30°恒温室に収容し、48時間後、全く正常状

Table 1. Amounts of schradan in the American cockroach tissues after topical application to the III-IV abdominal tergum at various dosages.

Sex Symptoms Dosage (γ/g)	Female							Male				
	Tissues weight	Normal			Convulsion			Tissues weight	Normal		Convulsion	
		250	2500	5000	2500	5000	10000		250	2500	2500	5000
Brain	1.3mg	0.5γ	0.9	0.9	1.1	1.5	1.9	1.1mg	0.3	0.5	0.8	1.8
Nerve cord	3.0	0.6	0.2	1.4	2.0	2.8	5.4	4.5	0.9	1.3	2.2	3.5
Crop	27.3	11.2	11.6	17.4	12.1	15.1	17.2	28.9	4.8	4.1	5.7	30.2
Gizzard	14.9	4.1	3.7	5.8	7.1	7.9	19.9	10.7	1.7	1.5	3.4	19.9
Gastric caecae	23.6	14.2	29.8	9.6	13.5	17.1	22.4	19.0	6.8	4.3	12.2	29.0
Mid gut	20.3	9.4	16.1	17.1	10.0	6.4	22.3	15.3	16.6	15.0	16.1	19.4
Hind gut	64.1	32.8	105.9	127.1	116.7	108.3	133.0	34.1	18.7	18.1	60.7	168.8
Malpighian tubes	6.1	9.6	9.2	9.0	12.1	16.5	4.7	6.3	1.7	1.0	9.7	10.3
Coxal muscle	94.8	21.8	47.5	43.4	54.5	48.2	154.3	103.2	13.8	14.7	33.5	85.5
Reproductive system	56.5	3.3	8.5	15.4	13.4	11.4	64.0	24.1	1.6	2.3	5.1	24.9
Fat body	321.7	65.7	82.3	80.7	76.8	77.6	133.1	94.7	12.5	5.8	18.3	39.4
Blood	0.02ml	7.7	5.3	7.1	—	—	—	0.02ml	4.0	1.9	—	—
Out side	—	2.5	14.8	19.5	18.4	19.7	25.1	—	0.9	11.7	10.6	20.5

態の個体と痙攣麻酔状態の個体とをとり出し、それぞれ別々にアルコールで体表を洗滌し、各組織を解剖抽出し（神経索は胸部第1神経球前部より、第3神経球後部まで、基節筋肉は第2、3胸脚の基節筋肉を、血液は触角並びに尾葉を切断し0.02 ml採取した。他の組織は全組織を抽出した）、2~3滴の10%塩酸を加えて、500°電気炉内で灰化し、ガンガーカウンター（神戸工業株式会社製 SC-100A型）によって常法に従って放射能を測定し、塗布した schradan の各組織への移行をしらべた。試料の重量はあらかじめ秤量し

たアルミニウム箔に同様に抽出した組織をとり、濾紙で表面の水分を吸いとり、直ちに秤量した。実験はすべて3回反復した。その結果は、第1表の如くである。

B. 処理方法と体内分布：さきと同じく準備したワモンゴキブリ成虫雄について稀釈しない精製 P³²-schradan そのままを体重 1g 当り 2500γ の割合で3~4 環節の腹面節間膜から腹腔内に注射、或いは経口投与、或いは頸膜に塗布処理して、同様に 30° に保ち、さきと同様に組織の放射能を測定した。結果は第2表に示す如くである。

Table 2. Amounts of schradan in the male American cockroach tissues after treatment with P³²-schradan 2500 γ/g by various methods.

Treatment Symptoms	Abdominal injection Convulsion	Oral administration		Topical application at cervical membrane	
		Normal	Convulsion	Normal	Convulsion
Brain	1.5 γ	0.2	1.1	0.7	1.5
Nerve cord	4.0	1.1	1.5	0.8	1.8
Crop	22.9	83.2	241.9	58.6	111.4
Gizzard	19.5	30.8	31.0	9.9	12.8
Gastric caecae	18.9	5.5	6.9	4.0	5.0
Mid gut	21.0	5.7	3.9	11.1	6.4
Hind gut	45.7	19.2	19.2	15.4	14.6
Malpighian tubes	2.4	2.5	1.3	0.4	3.1
Coxal muscle	234.4	72.2	15.3	35.6	36.8
Reproductive system	28.7	6.6	12.9	4.9	8.5
Fat body	20.4	15.2	28.1	8.1	19.3

C. 表皮透過量及び排出量：さきと同様に準備したワモンゴキブリ成虫雄に propylene glycol で稀釈した P³²-schradan を体重 1g 当り 2500γ の割合で、2 μl づつ同様に腹部背板に塗布し、30° に保ち、一定時間毎に2頭づつとり出し、体表を 10 ml の chloroform で洗滌し、体表残留物とし、洗滌後ガラス製 Potter-Elvehjem 型ホモゲナイザーをもちいて 0° で 5 ml の水を加え磨砕し、10 ml の水でホモゲナイザーの磨砕棒を洗い、10N-苛性ソーダ液を 1.5 ml 加え、等量の chloroform で氷冷しつつ3回遠心抽出する。この chloroform 抽出液を合して chloroform 分配物とし、残渣をケールダール分解瓶に入れ、3 ml の濃硫酸を加え加熱灰化し、濃アンモニア水を加えて中和し、Fiske, Subbarow⁹⁾ の方法に従い Fiske 試薬を加えて磷酸カルシウムの沈澱を集め、chloroform 非分配物とし、これらの放射能を測定した。そして此等の合計値を与えた薬量から差引き体外排出量とした。なお処理後12時間すると死亡個体があらわれるために、同時にこれ等の個体をも同様に測定した。またすでに生活機能を有しない個体についての薬剤の行動を知る

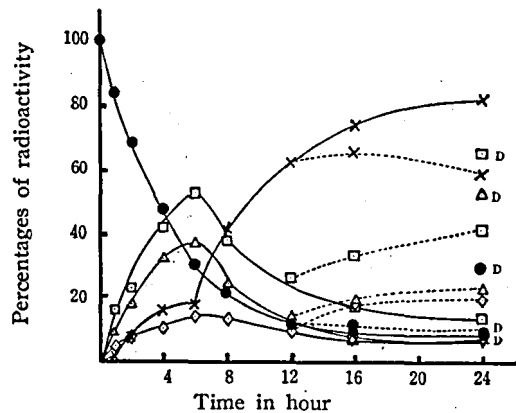


Fig. 1. Absorption and excretion of schradan by male American cockroach after abdominal tergum topical application with 2500 γ/g P³²-schradan.

- Residual on tergum.
- △— Chloroform partitioning fraction.
- ◇— Water partitioning fraction.
- Absorbed in body.
- ×— Excreta.
- Dead insect.
- D Killed by CO₂ suffocated in zero time.

ため、あらかじめ炭酸ガスで窒息死亡させた個体を同様に処理し、24時間後に同様に測定した。得られた結果を与えた葉量に対する百分率で示すと第1図の如くである。

D. 中毒症状発現にともなう Cholinesterase 活性の測定: さきと同じく準備したワモンゴキブリ成虫雄の腹部背板に propylene glycol で稀釈した精製 schradan を体重 1g 当り 2500 γ 塗布処理し、中毒症状の発現をまって各組織をとり出し、適量の 1/15M-

磷酸塩緩衝液 (pH 7.3) を加え、氷冷しつつガラス製 Potter-Elvehjem 型ホモゲナイザーをもちいて酵素液を調製し、0.004M acetylcholin chloride 磷酸塩緩衝液について 37°, 30分間反応させ、Hesterin⁹⁾ の方法により acetyl-cholinesterase の活性を spectrophotometer を用いて比色定量するとともに、この酵素液の1部をとり、さきに報告したのと同じ方法¹⁰⁾でケールダール・ネスラー法により全窒素の比色定量を行った。結果は第3表に示す如くである。

Table 3. Percentages of acetylcholinesterase inhibition in various tissues of male American cockroach topically treated with 2500 γ /g schradan on abdominal tergum.

Tissues	Untreated	Treated		
		Normal	Agitation	Convulsion
Brain	63 μ Mach/N-mg/hr	46%	56	76
Nerve cord	60	60	75	82
Gut	0.5	100	100	100
Coxal muscle	1.2	100	100	100
Reproductive system	9.5	85	98	99.5

E. 殺虫試験: さきと同じく準備したワモンゴキブリ成虫の腹部背板に propyleneglycol で適当濃度に稀釈した、あるいはそのままの schradan を塗布し、

30° に保ち、一定時間毎に死亡個体数を調査すると第4表の如くである。

また体重 1g 当り 2500 γ の schradan をさきへの

Table 4. Dosage mortality data of American cockroach topically applied with schradan on abdominal tergum.

Sex	Dosage	No. of insects	Mortality						
			6hr	18	24	48	72	96	120
Female	0 γ /g	20	0%	0	0	0	0	0	0
	1888	20	0	0	0	5	5	5	5
	3776	20	0	5	5	20	25	30	30
	5664	20	0	10	15	35	40	45	45
	9440	20	0	15	20	60	65	75	75
	18880	20	0	20	50	70	75	95	100
Male	0	30	0	0	0	3	3	3	3
	472	30	0	0	0	3	3	3	3
	944	30	0	0	0	3	7	10	10
	1416	30	0	0	3	17	23	27	27
	2360	30	0	5	10	15	57	60	60
	4720	30	0	30	43	87	90	90	90

Table 5. Time mortality data of male American cockroach by various treatments with 2500 γ /g schradan.

Treatment	No. of insects	Mortality								
		1hr	3	6	12	24	48	72	96	120
Abdominal injection	20	15%	30	45	60	70	95	100	100	100
Oral administration	20	0	10	20	35	50	60	65	70	70
Topical application at cervical membrane	20	5	15	25	40	60	70	75	75	75

べたと同様にワモンゴキブリに対して処理方法をかえて投与した場合の時間死亡率の関係は第5表に示す如くである。

第4表に得た結果について Bliss⁹⁾ の probit 法にもとずき死亡率の安定した96時間後における数値についてその有効度を算定すれば第6表の如くである。

Table 6. Results of regression analysis for dosage mortality data shown in table 4.

Sex	Regression equation $Y=a+b(X-\bar{x})$	LD-50	Probability in χ^2 -test Pr
Female	$Y=5.002+2.926(X-3.646)$	4416±1.0 γ/g	0.99>Pr>0.98
Male	$Y=4.742+3.978(X-3.271)$	2170±2.0	0.90>Pr>0.80

考 察

第1表に示した実験結果からワモンゴキブリの腹部背板に塗布処理した schradan はその作用点と考えられる腹部神経索や脳の中樞神経組織に到達する薬量は極めてすくなく、消化管のうち特に後腸に多く集積する。このことは、さきに報告した如く、弥富等¹¹⁾が

P³²-DFP をもちいて同様に処理した結果や、Arthur, Casida⁹⁾ の行った P³²-dimefox 並びに schradan のゴキブリ腹部末端環節処理の場合とも同じ様相を示す。しかし、この数値はむしろ各組織における薬剤の存在量を示すにすぎない。そこで此等の組織のうちいずれの組織が薬剤をより多く集積させ得るかを見るためその重量当りの薬量を示せば第7表の如くである。

Table 7. Relative amounts of P³²-schradan in the American cockroach tissues after topical application to the III-IV abdominal tergum at various dosages.

Sex Symptoms Dosage (γ/g)	Female						Male			
	Normal			Convulsion			Normal		Convulsion	
	250	2500	5000	2500	5000	10000	250	2500	2500	5000
Brain	0.47/mg	0.7	0.7	0.8	1.2	1.5	0.3	0.5	0.7	1.6
Nerve cord	0.2	0.4	0.5	0.8	0.9	1.5	0.2	0.3	0.5	0.8
Crop	4.1	4.2	6.4	4.4	5.5	6.3	1.7	1.5	2.0	10.4
Gizzard	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	1.3	0.2	0.1	0.3	1.9
Gastric caecae	0.6	1.3	0.4	0.6	0.7	1.9	0.4	0.2	0.6	1.5
Mid gut	0.5	0.8	0.8	0.5	0.3	1.1	1.1	1.0	1.1	1.3
Hind gut	0.5	1.7	2.0	1.8	1.7	2.1	0.5	0.5	1.8	5.0
Malpighian tubes	1.6	1.5	1.5	2.0	2.7	0.8	0.3	0.1	1.5	1.6
Coxal muscle	0.2	0.5	0.5	0.6	0.5	1.6	0.1	0.1	0.3	0.8
Reproductive system	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	1.1	0.1	0.1	0.2	1.0
Fat body	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.4

ここに得られた結果から比較的多量の薬剤を保有する後腸、脂肪組織並びに基節筋肉はごく少量しか保有しない中樞神経組織とはほぼ同等の薬剤濃度であり、その薬剤存在量は少ないが調査した内部器官のうち最も濃厚に薬剤が濃縮されていることがわかる。そして処理薬量の増加にしたがい、また、中毒個体は正常個体よりも作用点と考えられる中樞神経組織における濃度が濃厚となっている。

第3表に示した如く、schradan で処理して、その cholinesterase 活性を測定すると中毒症状の進行につれてとくに中樞神経組織のこの酵素が強く阻害されてゆく。このことは Metcalf, March¹⁴⁾ や Mengle,

Casida¹³⁾ が各種の他の有機磷殺虫剤について行った結果と同じく schradan が昆虫の神経組織における acetylcholinesterase 阻害により死に到らしめることがうかがえる。そこで、さきに得た中毒個体の腹部神経索における最小薬剤濃度を組織の水分からモル濃度に換算すると雌では $2.0 \times 10^{-3} M$ 、雄では $2.1 \times 10^{-3} M$ となる。schradan は昆虫体内に入り、そのままでは酵素阻害力が弱く、酸化されてその N-oxide になり強力な阻害力を発揮することが O'Brien, Spencer¹⁵⁾, Casida, Chapman, Stahmann⁹⁾ 等により報告されており、いまここに得た存在薬量は極めてうすく此等の結果から見てもゴキブリ中毒個体内において起

っている強い酵素阻害は schradan の酸化的活性化物が関係していることがわかる。

第6表の雌雄による抵抗性の比較を行うと明かに雌は雄よりも強い抵抗性を有する。第1表に示した sch-

radan の体内分布の結果について処理薬量の体内分布割合を一層明瞭にするため、その投与量に対する各組織における存在薬量の百分率を計算すると第8表の如くなる。

Table 8. Percentages of schradan in the tissues of the American cockroach per topically applied P³²-schradan at various dosages.

Sex Symptoms Dosage (r/g)	Female						Male			
	Normal			Convulsion			Normal		Convulsion	
	250	2500	5000	2500	5000	10000	250	2500	2500	5000
Brain	0.13%	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.12	0.02	0.03	0.04
Nerve cord	0.16	0.03	0.02	0.05	0.04	0.04	0.36	0.05	0.09	0.07
Crop	2.99	0.31	0.23	0.32	0.20	0.12	1.92	0.16	0.23	0.60
Gizzard	1.09	0.10	0.08	0.19	0.11	0.13	0.68	0.06	0.14	0.40
Gastric caecae	3.79	0.80	0.36	0.13	0.23	0.15	2.72	0.17	0.49	0.58
Mid gut	2.51	0.43	0.23	0.27	0.09	0.15	6.64	0.60	0.64	0.39
Hind gut	8.75	2.82	1.70	3.11	1.44	0.89	7.48	0.72	2.43	3.38
Malpighian tubes	2.56	0.25	0.12	0.32	0.22	0.03	0.68	0.04	0.39	0.21
Coxal muscle	5.81	1.27	0.58	1.45	0.64	1.03	5.52	0.59	1.34	1.71
Reproductive system	0.88	0.23	0.21	0.36	0.15	0.43	0.64	0.09	0.20	0.50
Fat body	17.52	2.20	1.08	2.05	1.04	0.89	5.00	0.23	0.73	0.89
Out side	0.67	0.40	0.26	0.49	0.26	0.17	0.36	0.47	0.42	0.41

同一処理薬量において、作用点と考えられる神経組織以外に存在する薬剤の割合は抵抗性の強い雌が雄にくらべて殆んどの場合大きい値を示す。(とくに投与薬量の少ない場合の脂肪組織の値の差異は大である)。そして中枢神経組織は殆んどの場合この反対の傾向を示し、同一投与薬量において、抵抗性の強い雌は雄よりも薬剤の存在割合が小さい。Hurst¹⁰⁾は高温よりも低温度で DDT の殺虫力が強く現われるのは DDT がその作用点でない脂肪組織に高温でより多く溶解し、

作用点の神経組織に到達しないからであろうとしたが、この説明によく似た現象で、ここにのべた雌雄抵抗性の差異は schradan がその作用点の神経組織に到達する難易が一つの原因ではないかと考える。

第2表に示した如く処理方法を変化させると薬剤の体内分布様相もまた変化して、腹腔内注射の場合は、基節筋肉が最も多く、経口投与並びに頸膜塗布ではそ嚢が最も多くなる。第7表と同じくこの値を組織重量当りの薬量(濃度)に換算すれば第9表の如くなる。

Table 9. Relative amounts of schradan in the male American cockroach tissues after treatment with 2500 r/g P³²-schradan by various methods.

Treatment Symptoms	Abdominal injection	Oral administration		Topical application at cervical membrane	
	Convulsion	Normal	Convulsion	Normal	Convulsion
Brain	1.4 r/mg	0.2	1.0	0.6	1.4
Nerve cord	0.9	0.2	0.3	0.2	0.4
Crop	0.8	2.9	8.4	2.0	3.9
Gizzard	1.8	2.9	2.9	0.9	1.2
Gastric caecae	1.0	1.3	0.4	0.2	0.3
Mid gut	1.4	0.4	0.3	0.7	0.4
Hind gut	1.3	0.6	0.6	0.5	0.4
Malpighian tubes	0.4	0.4	0.2	0.1	0.5
Coxal muscle	2.3	0.7	0.1	0.3	0.4
Reproductive system	1.2	0.3	0.5	0.2	0.4
Fat body	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2

る。

経口投与あるいは頸膜塗布処理の場合はさきに説明した腹部背板塗布の場合と同様にそ養が最高濃度を示すが、腹腔内注射の場合はその値はむしろ低く、基節筋肉が最も高い濃度を示す。そして作用点である中枢神経組織における濃度は腹腔内注射が最も高く、経口投与あるいは頸膜塗布においては差異は認められない。

この傾向は第5表に示したこれらの異なる処理方法による殺虫力の差異と同様な傾向を示し、薬剤処理方法の変化にともない、作用点への薬剤の到達の程度が変化し、そのために殺虫力に差異を生ずる一つの原因ではないかと考える。このことはさきに行ったと同じく投与薬量に対する各組織での薬剤の存在率で示すと第10表の如くになり、とくに中枢神経組織における値は著

Table 10. Percentages of schradan in the tissues of the American cockroach per 2500 γ /g P³²-schradan treated by various methods.

Treatment Symptoms	Abdominal injection	Oral administration		Topical application at cervical membrane	
	Convulsion	Normal	Convulsion	Normal	Convulsion
Brain	0.06%	0.01	0.04	0.03	0.06
Nerve cord	0.16	0.04	0.06	0.03	0.07
Crop	0.92	3.33	9.48	2.34	4.46
Gizzard	0.78	1.23	1.24	0.40	0.51
Gastric caecae	0.76	0.22	0.28	0.16	0.20
Mid gut	0.84	0.23	0.16	0.44	0.26
Hind gut	1.83	0.77	0.77	0.62	0.58
Malpighian tubes	0.10	0.10	0.05	0.02	0.12
Coxal muscle	9.38	2.89	0.61	1.42	1.47
Reproductive system	1.15	0.26	0.52	0.20	0.34
Fat body	0.82	0.61	1.12	0.32	0.77

しい差異を示す。

つぎに腹部背板に塗布処理した schradan の体内浸透、分解及び排泄の様相を示した第1図を見ると、背部塗布処理した schradan は急速に体内に吸収され、24時間後にはその90%以上が体内に入る。昆虫体内においては約6時間後に最高濃度に達し、後次第に体外に排出され、24時間後には処理薬量の約80%が排出される。そして中毒症状が発現するのはこの処理薬量では体内の薬量が最高に達する6時間後よりも、むしろ遅い処理後12時間してからである(第4表参照)。このことはさきにのべた如く処理した schradan が体内に浸透し、昆虫の中枢神経組織に到達し、その活性化物(schradan N-oxide)が cholinesterase 阻害を起し、神経の刺激伝達機能が阻害されて中毒症状が発現するための時間的遅れではなかろうか。12時間以後に発生した中毒死亡個体が健全個体にくらべて体外排出量が少なく、体内存在量が多い。また、予め炭酸ガス窒息死させた個体の表皮残存量が24時間後も相当多量にあり、体外排出量が極めて少量である。従来、殺虫剤の昆虫表皮透過性については単にその物理性あるいは化学性のみをもって検討されて来たが、この表皮透過性は昆虫の生活しつつある状態における殺虫剤の運搬あるいは代謝によって大きな影響を受けていること

は明かである。

文 献

- 1) Acree F., E. Babers and N. Mitlin : J. Econ. Entomol., 49, 808 (1956).
- 2) Arthur B. and J. Casida : J. Agr. Food Chem., 5, 186 (1957).
- 3) ibid. J. Econ. Entomol., 51, 49 (1958).
- 4) Ball H. and S. Beck : ibid. 44, 558 (1951).
- 5) Bliss C. : Ann. Appl. Biol., 22, 134. (1925).
- 6) Casida J., R. Chapman and M. Stahmann : J. Econ. Entomol., 47, 64 (1954).
- 7) Fernando H., C. Roan and C. Kearns : Ann. Entomol. Soc. Amer., 44, 551 (1951).
- 8) Fiske C. and Y. Subbarrow : J. Biol. Chem., 66, 375 (1925).
- 9) Hesterin S. : J. Biol. Chem., 180, 249 (1949).
- 10) Hurst H. : Nature, 163, 286. (1949).
- 11) 弥富喜三, 他 : 防虫科学, 22, 192 (1957).
- 12) Lockau S. and M. Lüdicke : Naturforsch., 76, 389 (1952).
- 13) Mengle D. and J. Casida : J. Econ. Entomol., 51, 750 (1958).

- 14) Metcalf R. and R. March: *ibid.* 42, 721 (1949).
 15) O'Brien R. and E. Spencer: *J. Agr. Food Chem.*, 1, 946 (1953).
 16) Roan C., H. Fernando and C. Kearns: *J. Econ. Entomol.*, 43, 319 (1950).

Résumé

In this paper, the writer discussed on the distribution of schradan in the American cockroach treated with P³²-radiolabeled schradan by different administration methods and dosages.

Much radioactivity was found in the hind gut (Table 1.), but the highest concentration (schradan/tissues weight mg) was detected in the crop (Table 7.). It was shown that radioactivity in the tissues increases in accordance with the dosage applied topically (Table 1, 7.), but not so much as the increase of dosage (Table 8.).

The minimum concentration of schradan in the nerve cord to induce convulsion of cockroach was about 2×10^{-8} M. This low concentration indicates that "Schradan N-oxide", a strong anticholin-

esterase agent, may play a role to inhibit the nerve cord cholinesterase rather than does schradan itself.

The female cockroach was more resistant than the male; it may be attributed to the decrease of poison concentration at central nervous system, due to much absorption into female body fat.

The toxicity and distribution pattern of schradan were remarkably changed by the different administration methods (Table 2, 9, 10.). The rate of accumulation of toxicant in the central nervous system may be an important factor in toxicity.

Schradan penetrated very rapidly through the abdominal tergum, and 90% of it entered into cockroach in 24 hrs and in the meantime 80% excreted, while in dead insect 70% of schradan was and only 4% was excreted.

These data indicate that the physiological factors may be much more important than the physical and chemical factors for the rate of penetration through the cuticle, distribution in the tissues and elimination of schradan.

Distribution of P³²-labeled Schradan in Various Insects. Tetsuo Saito (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Anjo, Aichi, Japan). Received March 20, 1960. *Botyu-Kagaku*, 25, 64, 1960 (with English résumé, 71).

12. 各種昆虫に於ける P³²-schradan の分布について 齋藤哲夫 (名古屋大学農学部害虫学教室) 36. 3. 20 受理

ニカメイガ幼虫, ワモンゴキブリ, イエバエ, ツマグロヨコバイ, クロカメムシ並びにクモヘリカメムシ等の半翅目昆虫に対して schradan の腹部塗布は極めて強い殺虫力を示す。感受性および非感受性昆虫の P³²-schradan の表皮透過性や体外排出力には差異は認め難いが、体内における薬剤の分布様相は差異が認められた。感受性昆虫の中枢神経組織には非感受性のそれよりも多くの薬剤が集積した。抽出神経組織についての schradan の組織への透過性をしらべると、感受性昆虫の組織は非感受性昆虫の組織よりも透過性が大きかった。そして神経球被膜は schradan やその N-oxide の神経組織への侵入の障壁となっていることが証明された。この神経球被膜の透過性は schradan の選択毒性の主要な原因の一つであると考えられる。なお schradan の paper chromatography 並びに schradan N-oxide の分離についても検討した。

浸透殺虫剤とくに schradan は吸収口器を有する昆虫には強い殺虫力を有するが、咀嚼口器を有する昆虫には殺虫力が低い。

この schradan の選択毒性の原因について Casida⁹⁾ 及び Casida, Chapman, Stahmann, Allen¹⁰⁾ は昆虫の cholinesterase の schradan 活性化代謝物に対する感受性によるのであらうと述べた。そしてまた Tsu-

yuki, Stahmann, Casida¹¹⁾ は schradan の酸化的活性化を精しくしらべ、schradan N-oxide が安定で酵素阻害力の低い methylol 誘導体並びに mono-demethylated schradan に変化することからこの変化が昆虫体内に於いても起り、抵抗性に差異を生ずるのではないかと推論している。一方、O'Brien, Spencer¹²⁾ はこの選択毒性の原因は、毒物の神経組織への到達