

ある（一定距離を流れれば無効になる場合はこの心配がなくなる）。既にプユ幼虫の駆除に BHC や DDT を流すことが始められつつあるが、プユ幼虫の棲息水域が、多くは川幅や水深の小さい流れであり、水産上その他人類の利用の上の問題が小さいのに対して、そしてまた使用薬剤の絶対量も少量ですむのに対して、この場合は川もより大きく、また水産等の問題もはるかに影響するところが大きいので、相当むずかしくなってくると思う。

それにトビケラの殺虫剤に対する抵抗性は相当大きいようである。われわれの教室で河村潤子氏が行った実験（詳しくは同氏が別に報告する）によれば、BHC ダイアジノン、ピレトリンのいずれに対しても *Hydropsychodes brevilineata* コガタシマトビケラ（材料採取の都合上本種を用いた。 *Hydropsyche* に極めて近い）よりも、フナやドジョウのほうがはるかに弱い抵抗力を示している。

従つてまず、トビケラにはよく効くが、魚類には余り効かぬという殺虫剤を探すことが先決問題であると思つている。

文 献

- 1) 赤木郁恵：関西自然科学研究 9, 19 (1956).
- 2) 赤木郁恵：関西自然科学研究 9, 23 (1956).
- 3) 林 重恵・宇尾光治：衝撃電圧による発電水路害虫の防除法に関する研究報告（騰写刷）(1954).
- 4) 関西電力近畿支社：宇治発電所出力と防虫対策（騰写刷）(1954).
- 5) 関西電力近畿支社：宇治発電所導水路防虫対策（騰写刷）(1955).

- 6) 川合禎次：昆虫 18, 86 (1950).
- 7) 川村多実二・津田松苗：毛翅目，学生版日本幼虫図鑑，北隆館，東京 (1951).
- 8) 鉄道技術研究所編：発電水力の害虫シマトビケラ，研友社，東京 (1951).
- 9) 津田松苗編：宇治発電所の発電害虫シマトビケラの研究，関西電力近畿支社，大阪 (1955).
- 10) 津田松苗・広正義：日生態会誌 5, 77 (1955).
- 11) 津田松苗・川合禎次：日生態会誌 6, 73 (1956).
- 12) 植田伸司：Ohm 42, 413, 543 (1955).
- 13) 上野益三：鉄道業務研究資料 6~7, 74 (1949).
- 14) Ueno, M: 昆虫 19, 73 (1952).
- 15) 横尾多美男・白水隆・副島清次：九州地区における発電水路の害虫，九州電力，福岡 (1954).

Résumé

The water-tunnels, which conduct the water from the dam to the power plant, are very often inhabited by a number of the net-spinning caddisfly larvae, the nets and cases of which resist the water flow, so that the efficiency of the power plant is reduced more or less, sometimes by 10 to 20 per cent.

Herein is discussed on the controlling measures such as: (i) scraping off the larval cases, (ii) making the tunnel-wall smooth, (iii) making use of natural enemies, (iv) electric shocking, (v) applying the paints containing cupper suboxide to the wall, (vi) applying the insecticides. The fifth measure is the most promising way for the present.

Distribution and Metabolism of P^{32} -labelled DFP in the American Cockroach, *Periplaneta americana*. Kisabu IYATOMI, Tetuo SAITO, Katsuo KANEHISA, Tsutomu NISHIZAWA and Hachiro NARUSE (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, University of Nagoya Anjo, Aichi Pref.). Received Dec. 21, 1956. *Botyu-Kagaku* 22, 192—196, 1957, (with English résumé, 196).

32. ワモンゴキブリにおける P^{32} -DFP の分布と代謝について 弥富喜三・斎藤哲夫・兼久勝夫・西沢務・成瀬八郎（名古屋大学 農学部 害虫学教室）31. 12. 21 受理

春川忠吉先生の古稀を衷心より祝福申上げる。

P^{32} 標識 DFP をワモンゴキブリに塗布して、各組織への移行分布と代謝について調べた。作用点と考えられる中枢神経系に到達する DFP の量は極めて少量で、消化管並びにマルピギー氏管に比較的多量に認められた。DFP の分解生成物は明らかに消化管内及び筋肉に存在する。

殺虫剤が昆虫体内でどのように移行分布し、且どのように代謝されるかを知ることは、殺虫剤の作用機構を究明する上に極めて必要なことである。Jandorf

and McNamura²⁾ は家兎に注射した DFP の体内移行について、Fernando *et al*³⁾ は parathion や TEPP のワモンゴキブリの体内における分布を報告した。我

々は parathion その他の有機燐殺虫剤の作用機構を生化学的に研究しているが、ここでは P^{32} で標識した DFP (P^{32} -labelled-diisopropyl fluorophosphate) を塗布して、中毒症状を発現したワモンゴキブリの、体内における DFP の移行分布、並びに代謝について行った実験結果を報告する。

本文に入るに先立ち寄稿の機会を与えられた内田俊郎教授に深謝の意を表す。またこの実験に種々助力を戴いた故小林ふじ子嬢に感謝の意を捧げる次第である。

実 験 材 料

供試したワモンゴキブリは永年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受け、1953年より当教室の 25° 恒温室内でマウス用固形飼料 MC5 (オリエンタル酵母工業株式会社製) と蒸溜水とを与えて連続飼育したものである。実験には雌雄ともに羽化後約 30 日を経過した個体を、 30° 恒温室内で 24 時間蒸溜水のみを与えて空腹にして用いた。供試虫の平均体重は雌では約 1.5g、雄では 1.1g であった。

P^{32} 標識の DFP は The Radiochemical Centre, Amersham, England で製造されたもので、2.3mc/0.436g (1956年6月28日) の比放射能を有するものを使用した。

実験方法及び結果

A. 塗布した DFP の組織への移行：供試虫は翅を半ば切り取り、軽く炭酸ガスで麻酔して、第5—6環節の腹部背板中央部に1頭当り 200 γ の P^{32} -DFP を塗布し、これを $15 \times 17 \times 13$ cm の角型ガラス容器に入れ、金網の蓋を施して、 30° 恒温室に収容し、DFP による中毒症状の発現を待った。薬剤処理した個体群から一定時間後に任意に1頭宛取り出し、各組織を丁寧に摘出し、そのままガイガーカウンターによって常法に従い放射能を測定し、塗布した DFP の各組織への移行を調べた。その結果は第1表の如くである。

ワモンゴキブリの体表に DFP を塗布してから時間

の経過すると共に体内の各組織における放射能は急速に増大する。中毒による興奮及び倒伏症状の発現する頃には、各組織に終局に到達する薬量の大半が既に到達していることが認められる。この実験ではその儘の組織について放射能を測定したので、組織自身による放射線の吸収が考えられるから、第1表の数値によって各組織間の放射能量の比較は困難である。

Table 1. Radioactivities in the tissues of the American cockroach after topical application with P^{32} -labelled DFP.

Time after treatment (min.)	Symptom	Counts per min. per roach			
		Head	Nerve cord	Gut	Coxal muscle
2	Normal	5	2	25	8
6		9	5	59	20
15		42	32	270	122
25	Agitation	64	36	198	319
35		127	30	235	237
50	Prostration	179	30	200	258
75		178	25	345	206
90	Convulsion	139	21	298	488
120		193	22	252	452
180		230	21	425	360

次に薬剤処理した個体群から興奮、倒伏並びに痙攣麻酔の3つの典型的中毒症状を現した個体各10頭を選び出し、1/15M 磷酸緩衝液 (pH 7.3) 中で解剖し、汚染しないように注意し乍ら、各組織を摘出し、各々10個体分の組織を集めて、それぞれ Potter-Elvehjem のガラス製ホモゲナイザーにより 2.5cc の1/15M 磷酸緩衝液を加えてよく磨砕した。この組織懸濁液を 0.5 cc 宛2回取り、1つは放射能測定用試料皿 (径 2.4cm、高さ 0.65cm) に移し、赤外線ランプを以てよく乾燥させ、常法により放射能測定を行った。他の1つは 25cc の微量ケルダール分解瓶に入れ、硫酸と硫酸銅+硫酸カリ (1:9) 混合物を加えて加熱分解し、ケルダールネスラー法により全窒素量を比色定量した。一方同様に空腹状態にしたワモンゴキブリについて各組織を丁寧に摘出し、同じく全窒素量を測定し、この窒素量より各組織全体に相当する放射能を推定し

Table 2. Radioactivities in the tissues of the American cockroach poisoned by P^{32} -labelled DFP.

Sex	Symptoms	Counts per min. per total nitrogen mg							
		Brain	Nerve cord	Fore gut	Mid gut	Hind gut	Malpighian tubes	Coxal muscle	Reproductive system
Male	Agitation	170	165	334	256	205	201	165	107
	Prostration	367	296	734	637	724	379	189	178
	Convulsion	391	157	452	712	2016	394	159	184
Female	Agitation	167	153	344	287	342	791	78	102
	Prostration	351	270	338	199	313	415	72	94
	Convulsion	745	330	499	575	3252	425	120	127

た。各組織の単位全窒素重量当りの放射量を表示すれば第2表の如くである。

この場合全窒素量に対する値を表示したのは、組織が小さくてその重量測定は附随する水分等によつて誤差が非常に大きいためと、DFP と酵素との関係を考察したいためである。表によつて明らかな通り消化管並びにその附属器であるマルピギー氏管に多量のDFPの移行することが認められる。中毒症状の末期の痙攣麻痺状態に於ては特に後腸に多量の放射能が見られた。

B. DFP の代謝：倒伏症状を呈するワモンゴキブリの各組織における主として酵素蛋白に結合したDFPの量を知るために、先に述べた懸濁液を用いて Winteringham *et al*¹⁾ の方法に準じて分割を行った。その結果は第3表の如くである。

何れの組織に於ても P^{32} 放射能量の約 10% が蛋白分割区分に分かれている。即ち倒伏症状のワモンゴキブリに於て DFP が酵素蛋白と結合して酵素阻害に有効に作用している量は、各組織に存在する DFP の量の約 10% あるいはそれ以下であると考えられる。

次に倒伏症状を呈するワモンゴキブリの各組織の磨碎液を Metcalf and March²⁾ の方法に準じてクロマトグラフィーによつて分離し、その放射能を調べた。即

Table 3. Distributions of DFP and its metabolites in prostrated American cockroach topically applied with P^{32} -labelled DFP.

Tissues	Counts per min. per roach		
	EtOH washed	Extract 1 N HCOOH 80% EtOH	Residue
Head	726	254	178
Nerve cord	48	59	13
Gut	703	381	175
Muscle	1991	202	246
Others	—	643	1362

ちシリコン処理を施した 2×40 cm の東洋汙紙 No. 51 の原点に先に述べた組織懸濁液を付け、アルコール＋クロロホルム＋水 (10:10:6) 上層液で約 30 cm 展開したもの、1つは 1 cm 宛切り取りガイガーカウンターで放射能を測定し、1つは X 線乾板にそのラジオオートグラフを撮つた。

第1図は実験に用いた DFP 並びに組織磨碎液を、シリコン処理逆相クロマトグラフィーで分離し、放射能を測定した結果である。DFP は Rf 0.98 のスポットとして現われる。原点に現われたスポットは DFP の分解物 diisopropyl phosphoric acid であること

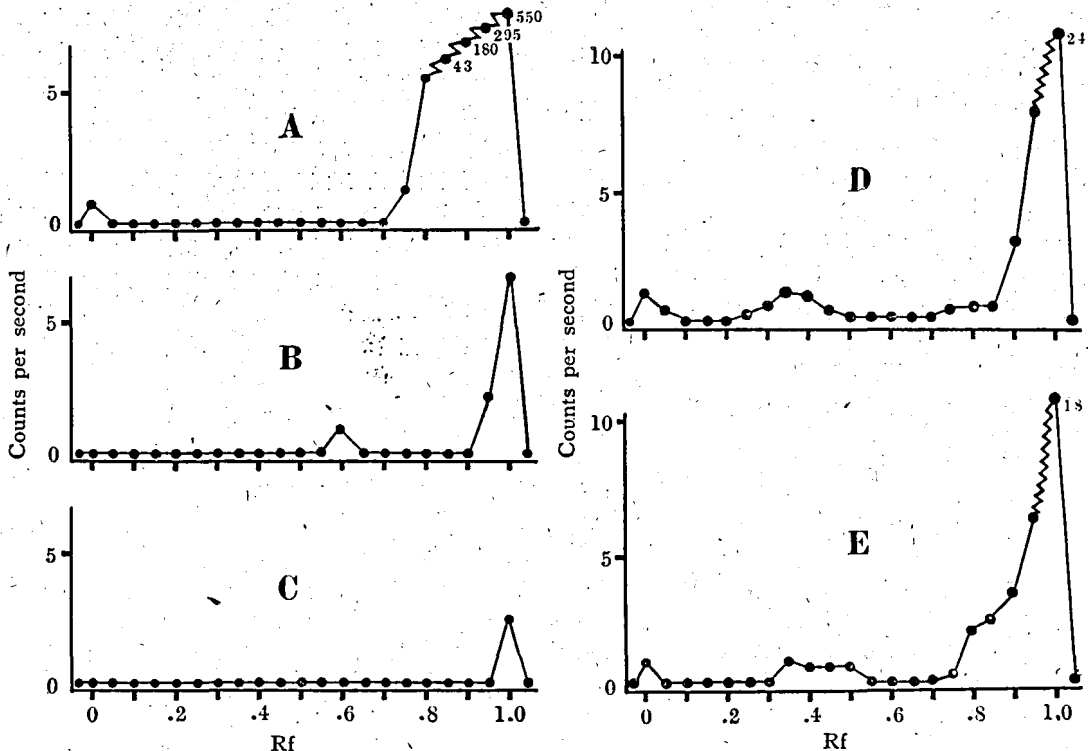


Fig. 1. Chromatograms of tissue brei of prostrated American cockroach topically treated with 200γ of P^{32} -labelled DFP.

A: DFP, B: head, C: nerve cord, D: gut, E: coxal muscle.

は第2図に示した塩酸加水分解物のラジオオートグラムが原点に現われることから推定される。第1図の結果と同じく、クロマトグラフィーに於ても大部分のDFPはそのままの形で分離されている。なお消化管や筋肉では分解生成物と考えられるものもかなり多く発見される。更に Rf 0.4 のところに比較的明瞭なスポットの存在が認められるが、この代謝物質が何であるかは現在のところ不明である。

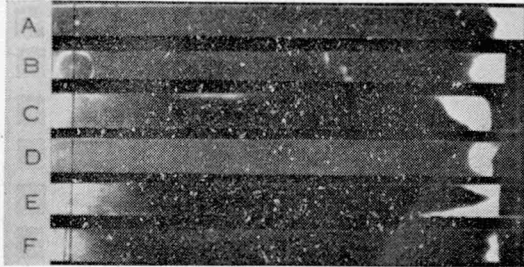


Fig. 2. Radioautographs of silicon impregnated chromatograms of DFP and tissue brei of the prostrated American cockroach topically treated with 200 γ of P³²-labelled DFP.

A : DFP, B : DFP hydrolyzed, C : gut,
D : head, E : coxal muscle, F : nerve cord.

考 察

以上の実験結果から、ワモンゴキブリの腹部背板に塗布した DFP は急速に体内各組織に移行し、特に消化管並びにマルピギー管に多量に分布し、死亡時期に近づいた中毒末期の痙攣麻痺状態に於ては後腸に特に顕著に存在することが認められた。この実験結果は Fernando *et al*¹⁾ が parathion や TEPP を使用して、中枢神経にはそれ等の存在を極めて少量しか認めず、消化管に多量に移行することを報告しているのとは一致するが、彼等の報告では消化管のうち特に前腸に特異的に多いのに対して、本実験では消化管の何れの部分にも多量の DFP が存在している。この差異は彼等は供試昆虫の頸膜に処理したのに対し、我々は腹部背板

に処理した為に起つたのかも分らない。或は供試薬剤の化学的性質の相違によるものか、この点は明らかでない。何れにしても DFP の場合も主な作用点と考えられる中枢神経に分布存在する量は極めて少いと云える。今これらの量を更にはつきりさせる為に第2表に示した値から各組織の全窒素量をもとにして1頭当りの各組織に分布する DFP の量を計算すると第4表の如くなる。

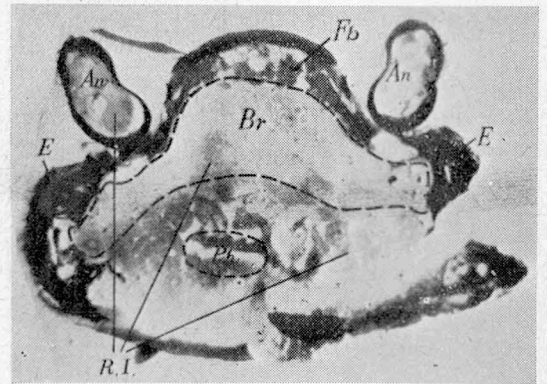
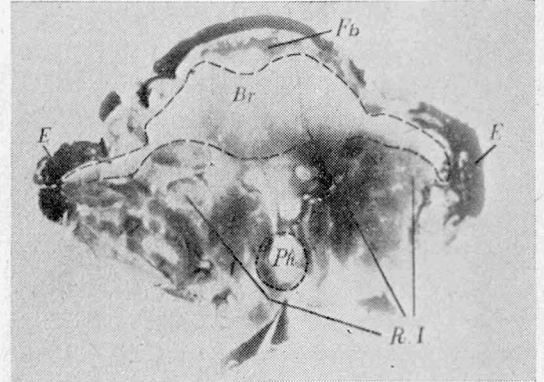


Fig. 3. Distribution patterns of P³²-labelled DFP in the heads of American cockroach.

R. I. : radio active DFP and its metabolites,
An : antenna, Br : brain, E : compound eye,
Fb : fat bodies, Ph : pharynx.

Table 4. Distribution of DFP in the tissues of the American cockroach after topical application of 200 γ of P³²-labelled DFP to the abdominal dorsal plate.

Sex	Symptoms	Amounts of DFP (γ)							
		Brain	Nerve cord	Fore gut	Mid gut	Hind gut	Malpighian tubes	Coxal muscle	Reproductive system
Male	Agitation	0.03	0.15	0.67	0.50	0.88	0.66	2.57	0.05
	Prostration	0.06	0.28	1.49	1.24	3.11	0.12	2.94	0.08
	Convulsion	0.07	0.15	0.91	1.38	8.66	0.13	2.47	0.09
Female	Agitation	0.03	0.13	1.09	0.59	3.75	0.21	1.25	0.87
	Prostration	0.05	0.23	1.07	0.41	3.43	0.11	1.15	0.81
	Convulsion	0.11	0.28	1.57	1.19	35.66	0.11	1.92	1.09

ワモンゴキブリの雄では薬剤処理の約1時間後に、雌では約3時間後に、その半数が倒伏するが、その時には塗布した 200 γ の DFP のうち僅か 0.1% 内外が中枢神経系に到達しているに過ぎない。しかもこれが有効に作用するのはコリンエステラーゼの如き酵素蛋白に結合したものであるとすると、先に第3表に示した如く、その量は更にこの 10% あるいはそれ以下である。この事から生体内に於て実際に有効に作用している薬量が如何に少量であるかは想像に難くない。

さてそれでは DFP が組織内に於てどのように移行分布しているかを見るために、P³² 標識 DFP で処理したワモンゴキブリの組織を凍結ミクロトームを用いて約 30 μ の厚さに切り、切片を直ちにカバーガラスに貼り付け、ストリップ用乾板を用いてラジオオートグラフを作成した。

頭部の切片を調べると、DFP が大動脈開口部より流出した血液によつて運ばれて、脳の下端から滲透しつつあることが明らかにうかがわれる。DFP, parathion, TEPP 等が血液によつて運搬されることは Jandorf²⁾ 並びに Fernando *et al.*¹⁾ の結果とも一致する。殺虫剤の作用機構を考察するに当つては、血液による薬剤の運搬を考慮に入れる必要がある。

要 約

1. P³² 標識 DFP を用いてワモンゴキブリの体内に於けるその移行分布及び代謝を調べた。
2. DFP が主たる作用点と考えられる中枢神経に到達する量は極めて少量であり、消化管並びにマルピギー氏管に比較的多量の放射能が見出された。
3. 各組織に存在する DFP の 10% 内外が酵素蛋白と結合して酵素阻害或は生理阻害に有効に作用しているようである。

4. 消化管並びに筋肉に DFP の分解生成物が明らかに存在することが認められた。

5. 塗布処理した DFP は体内に入り、血液によつて運搬される。

文 献

- 1) Fernando, H. E., C. C. Roan and C. W. Kearns: Ann. Entomol. Soc. Am. 44, 551 (1951).
- 2) Jandorf, B. J. and P. D. McNamara: J. Pharmacol. Exptl. Therap. 98, 77 (1950).
- 3) Metcalf, R. L. and R. B. March: Science 117, 527 (1953).
- 4) Winteringham, F. P. W., P. M. Bridges and G. C. Hellyer: Biochem. J. 59, 13 (1955).

Résumé

The distribution and metabolism of DFP in the American cockroach topically treated with 200 γ of P³²-labelled DFP were studied.

Very small amounts of DFP were found in the central nervous systems, and comparatively large amounts were found in the digestive systems and Malpighian tubes. In the experiments with alcohol-formic acid fractionation, only about 10 per cent of the total amounts of DFP in the tissues were acid-soluble phosphorylated compounds. Others were not incorporated into the acid soluble compounds. Metabolites of DFP were observed in the digestive systems and coxal muscles. It is considered that topically treated DFP penetrates into the body of the American cockroach, and then it is transported to the tissues by the blood.

Effect of BHC Applied in Water of Paddy Field against the Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis* Walker. Katsutaro OKAZAKI, Minoru KIKUCHI, and Katsuo FUNABASAMA (Miyagi Agricultural College, Sendai). Received Dec. 31, 1956. *Botyu-Kagaku* 22, 196-199, 1957, (with English résumé, 199).

33. 水田の灌漑水に施用した BHC 剤のニカメイチュウに対する防除効果について 岡崎勝太郎・菊地実・船迫勝男 (宮城県農業短期大学) 31. 12. 31 受理

謹んで春川忠吉博士の古稀を祝賀し奉る。

ニカメイチュウの第1化期防除用として撒布された薬剤の中の水面に落下した薬剤が防除効果に役立つか否かを知るために、薬剤が稲の茎葉に直接かからない様に BHC 乳剤を水面に滴下し、その防除効果について検討した。

ニカメイチュウの第1化期防除を目的として稲に薬剤撒布を行った場合、撒布された薬剤の中の相当量が田面或は水面に落下する事実は、実際に撒布を行った

者のひとしく認める所であるが、農林省九州農業試験場の調査によると、液剤の場合は第1化期に 55%、第2化期に 47.4%、粉剤の場合は第2化期に 32.2%