

綜 説

Biochemical Mechanism of Synergistic Action in Insecticides. Hiromichi MATSU-
BARA *Botyu Kagaku* 16, 234-239, 1951.

39. 殺虫剤に於ける共力作用の生化学的機構 松原 弘道

緒 言

最近我が国に於て除虫菊乾花の輸出開始に伴う其の国内供給への窮乏及び其の高価等の原因の爲、pyrethrins に対する共力剤 (synergist) に就いての関心は高まり、既に Piperonyl butoxide (Pip.but.) は輸入を見、これに就いての種々の試験研究も行はれ且其の实用期に入らうとしている状態で、又 Sulfoxide (*n*-octylsulfoxide of isosafrole) 等の輸入も考慮されているといひ、更に我が国では小野及び中山等の研究による Pyrenax の製品化される等農薬界に於ての共力剤の重要性が認識されて來た。

既に大野^①、酒井^②及び著者^③等により我が国に紹介され、又著者^④及び小野、中山^⑤の研究で示された様に、これ等の共力剤が pyrethrins に対して共力作用 (synergistic action) を現す爲には、其の分子中に methylenedioxyphenyl, amide, imide 或は nitrile 等の構造を持つ事が必要といわれ、特に methylenedioxyphenyl 基を有する前記諸化合物が工業的に合成市販されているが、何故此の様な化学構造を有する事が必要か、更に進んでこれ等化合物の殺虫剤に対する共力作用の機構はという基礎的な理論となると、現在では未だ暗中摸索の段階であるというより外はない。若し此の機構が解明されれば單に學問的の興味に止まらず更に優秀な共力剤乃至殺虫剤の出現が予想され斯界に貢献するところ甚だ大である訳であるが、これは非常に困難な課題であるという事が出来る。

酒井^②は殺虫剤組合せの諸問題及び除虫菊剤の毒作用機構の綜説中 pyrethrins に対する共力作用の機構に就いて述べているが、殆んど病理組織学的及び機械

並に電気描写実験的の方面に限られ、其の生化学的機構には全く触れていない。

最近諸外国でこれ等の生化学的機構に就いての興味ある研究が続いて發表されているので、これ等を解説すると共に著者等の得た成果及び見解に就いても触れてみたい。

多くの接触殺虫剤の殺虫機構は現在のところ殆んど不明の状態であり、更に其の共力剤の作用機構に關する學說も現在假設の域を脱しない状態であるので、此の作用を生化学的に分類する事は困難であるが、便宜上作用機構から解毒機構の阻害説 (inhibition of detoxifying mechanism)、殺虫剤の透過作用促進説 (to hasten permeation of insecticide) 及び其他の學說に分類し論ずる事とする。

I. 解毒機構の阻害説

此の假説は共力剤が昆虫体内で殺虫成分を無毒化される所謂解毒作用に關与する酵素反応を阻害する事により殺虫剤の効力を維持するという説で、此の作用に關しては現在のところ DDT 及び pyrethrins の共力剤に就てのみ研究があるので、更にこれを二つに分けて述べる。

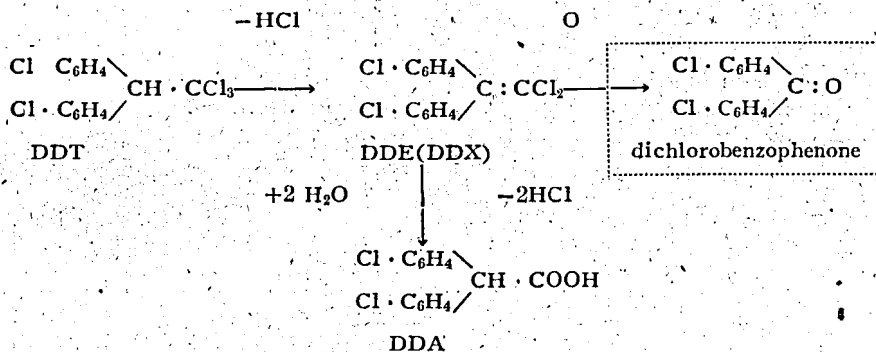
A. DDT の解毒機構への阻害

DDT の解毒機構への阻害作用を述べる前に先づ DDT の昆虫体内に於ける代謝作用と昆虫の DDT への抵抗性に言及する必要がある。

White et al.^⑥ は DDT を与へた兎の尿中に DA の存在を証明し、DDT は兎の体内で一部第 1 表の如く代謝されるといつている。

Ferguson et al.^⑦, Sternburg et al.^⑧, Perry

Table 1. Degradation products of DDT in the animal body.



et al.⁽⁴⁰⁾ は DDT が昆虫体内に注射されたり或は吸収された場合の生体内の代謝作用を比色法及び分光光度計を用ひて研究し、DDT が昆虫体内で他の化合物に変化される事を証明した。

Ferguson et al. による large milk bug に対する DDT 適用の代謝生産物の研究では、未知の代謝作用が速に行はれるのを観察したが、代謝生産物は検出されなかつた。然し DDE 及 DDA ではなかつたという。

Sternburg et al. は DDT に敏感な家蠅では DDT を DDE 及び DDA に代謝する事は殆ど不可能である事を発見したが、僅か可能の代謝生産物が DDE であるか DDA であるかは明かにしなかつた。然し DDT に抵抗性ある家蠅は速かに代謝し其の主要代謝生産物は DDE であり、少量の DDA も生成せられるとの結果を得ている。Perry et al. は DDT に敏感及抵抗性ある兩種の家蠅の主要代謝生産物は DDE である事を見出した。Lindquist et al.⁽⁴¹⁾ も radioactive の DDT を抵抗性ある家蠅に適用し、生きている蠅に吸収された DDT の 63% (死んだ蠅では 71%) が無毒化代謝されているのを発見し、更に Winteringham et al.⁽⁴²⁾ は radioactive bromine を含む DDT 同族体 (Br* C₆H₄)₂ CH CCl₃ を家蠅に注射し、其の代謝生産物を radioactive tracer-chromatography 法で検出し、DDT に抵抗性ある家蠅に於ての代謝生産物は DDE 同族体であり、DDT 同族体注射後 5 時間で 23%、24 時間では 57% が変化される事を証明した。然し DDA 同族体の存在は明かでないといつている。尙 DDT 同族体を注射する前に熱で蠅を殺すか或は破碎すると此の変化は起らないから、此の代謝作用は昆虫体内では酵素により行はれるものと推論している。

以上の様な過程によつて生じた DDE 及び DDA 或は又 dichlorobenzophenone の毒力は DDT に比べると極めて弱く、DDT は第一段階の脱塩酸反応 (dehydrochlorination) で毒力を失ふ訳であるから、此の反応系に関与する酵素が DDT 解毒酵素と称する事が出来るが、現在未だ其の本体は明かでない。

次に DDT に対する抵抗性の問題であるが、塩素系接触殺虫剤の出現以来昆虫中に家蠅、蚊及び蚤等のそれ等に対する抵抗性の増強が重要な問題となつているが此の抵抗性の本体は何であるかに就いては種々の研究がある。

最初抵抗性は蠅の cuticle 層を透過する DDT 量を減少せしめる機構ではないかと考へられたが、DDT を直接注射した場合と外部から適用した場合と同一結果が得られる事から此の考へは否定された。Ster-

nburg et al.,⁽⁴³⁾ Perry et al.⁽⁴⁰⁾ 及び Winteringham et al.⁽⁴²⁾ 等が主張している学説として抵抗性ある家蠅は脱塩酸反応により DDT を無毒化破壊する能力を有するというのである。

Harch et al.⁽⁴³⁾ は更に DDT と構造上関係があり且 DDT と同じ脱塩酸機構によつては明かに解毒産物出来ないと考へられる 1,1-bis (*p*-chlorophenyl)-2-nitropropane 及び 1,1-bis (*p*-chlorophenyl)-2-nitrobutane を DDT に敏感な研究室の蠅と抵抗性の強い Bellflower 及び Pollard 両系統の蠅に試験し、三系統共此の化合物に敏感であるという結果を得て、DDT 抵抗性に於ける解毒作用説を支持している。

然し Busvine⁽⁴⁴⁾ は DDT に抵抗性ある Italian resistant strain, Chlordane 及び γ -BHC に抵抗性ある Sardinian resistant s. 及び普通の Rome flies の 3 種に対する DDT, DDT 同族体, Chlordane, Dieldrin, Aldrin, γ -BHC, Toxaphene, Lethane, Thanite 及び pyrethrins 等の殺虫試験を行ひ Sardinian s. では脱塩酸反応説で説明出来るが、此の作用機構だけでは DDT 抵抗性を全面的に説明するのは不可能で、Italian s. では未知の機構によるものであると主張し抵抗性の本体の複雑性を示唆している。

最近 Saektor et al.⁽⁴⁵⁾ は DDT に抵抗性ある家蠅の cytochrome oxydase activity の大である事を発見し、DDT 抵抗性の一因であるといつて居り、又 Lindquist et al.⁽⁴¹⁾ も radioactive DDT を用ひ DDT に敏感な蠅でも DDT に抵抗性ある蠅と同一割合に代謝する事が出来るのを証明し問題は益々複雑となつて来た。

以上の様な家蠅の DDT への抵抗性の獲得は DDT に対する優秀な共力剤の要求をもたらした。⁽⁴⁶⁾

DDT の共力剤としては alkenyl naphthyl ether⁽⁴⁶⁾, β -methylantraquinone⁽⁴⁷⁾ (但し石井象二郎氏によれば無効であるともいう) 及び Piperonyl cyclonene (Pip. cyc.)⁽⁴⁸⁾ が知られているが、其の共力作用の機構に就いては Pip. cyc. のみが研究されている。

Anonymous によれば Pip. cyc. は DDT に抵抗性ある家蠅に有効であるが、他の pyrethrins の共力剤である Pip. but., N-isobutylundecylenamide, piperin, sesamin 及び Octacid 261 は抵抗性ある家蠅には効果ある共力作用を示さなかつた。

Perry et al.⁽⁴⁰⁾ は抵抗性家蠅による DDT の解毒作用と Pip. cyc. による其の機構への阻害に就いて興味ある研究を発表した。即ち DDT に非抵抗性の Berkley laboratory s. 中位の Laton s. 及び強抵

抗性の Bellflower s. の3種に DDT 及び Pip. cyc. の各種割合の混合物のアセトン溶液を一匹当り Berkley l. s. の場合は DDT 0.05 μ g+Pip. cyc. 0~10 μ g, Laton s. の場合は DDT 0.5 μ g+Pip. cyc. 0~10 μ g, Bellflower s. の場合は DDT 5 μ g+Pip. cyc. 0~50 μ g 適用してみたところ, Pip. cyc. は Laton s. 及び Bellflower s. に於ては DDT の毒力を著しく増強するに反し, 普通の DDT に敏感な Berkley l. s. では殆んど見るべき影響がなかつた。この結果は共力剤の存在による DDT の昆虫体内への透過の増強或は加速ではなく, 吸収後の DDT によつて行はれる変化によるものと考へ, 薬剤適用24時間後に蠅をクロ、ホルムに浸して附着している DDT を除去し, 後虫体を破砕再びクロ、ホルムで抽出し Schechter-Haller 法 (比色法) で DDT を定量した。此の場合屢々通常の青色に加へるに赤色を呈するのが観察された。これは DDT よりの代謝生産物即ち DDA, DDE 或は又 dichlorobenzophenone の存在を示す訳であるが, 氏等はこれは大部分 DDE であると考えた。

Table 2. Amount of internal DDT and DDE recovered from DDT susceptible and resistant strain.

	DDT applied (μ g/fly)	Internal DDT recovered (% of amount applied)	Internal DDE recovered (% of amount applied)
Barkley l. s.			
(a) dead	0.05	52.0	48.0
(b) living	0.05	30.0	66.0
Laton s.			
(a) dead	0.5	18.6	17.6
(b) living	0.5	0.0	50.0
Bellflower s.			
(a) dead	5.0	9.8	17.5
(b) living	5.0	7.5	33.1

Table 3. Effect of Pip. cyc. on conversion of DDT to DDE.

	DDT applied (μ g/fly)	Pip. cyc. (μ g/fly)	Internal DDT recovered (% of amount applied)	Internal DDE recovered (% of amount applied)
Laton s.				
(a) dead	0.5	10.0	23.0	6.0
(b) living	0.5	0.0	0.0	50.0
Bellflower s.				
(a) dead	5.0	25.0	15.8	3.4
(b) living	5.0	0.0	7.5	33.1

其の結果は第2表に示す通りである。

上表から吸収した DDT を DDE に変化させる能力が増大してゐるのは抵抗ある系統の持つ特徴である事が明かに示されている。

同様に DDT-Pip. cyc. 混剤で処理した家蠅に就いての分析結果は第3表に示す様に DDE への変化が著しく阻害されている。

同様な結果は他の抵抗性ある系統に於てもみられたという。以上の実験結果から氏等は共力作用の機構の少くとも一部分は此の解毒機構への阻害にある事を提唱したのである。

其後 Winteringham et al. (12) は radioactive Br を含む DDT 同族体を用いた DDT 抵抗性家蠅の代謝研究の際, 0.6 μ g の (Br* C₆H₄)₂ CH · CCl₃ を含む 0.6 μ l のアセトン溶液に Pip. cyc. の 1% (w/v) を加へた注射液を抵抗性家蠅に cyclopropane の軽い麻醉下に胸部に背部から注射して見たところ, Pip. cyc. の存在は代謝的の脱塩酸反応を完全に阻害するのを観察し Perry et al. の假説を裏書している。

B. pyrethrins の解毒機構への阻害

pyrethrins 及び cinerins は其の分子中にエステル結合, 二重結合及び反応性メチレン基等を有するために加水分解, 重合, 酸化或は分解等の変化を受け易い不安定な化合物であるから, 其れが昆虫体内に入り如何なる機構で殺虫作用を発揮し又それが如何なる化合物に変化するかは今日のところ余り明かにされていない。(酒井の綜説参照)従つて共力剤の Pyrethrins に対する共力作用機構に就いては更に不明の部分で極めて多い。

Chevalier et al. (13) は pyrethrins で処理した Cochyliis の幼虫を二群に分ち, 一つは 16°C に保ち他は 36°C に保つたところ, 冷した幼虫は全部死に達したのは

回復したのを観察し, esterase による pyrethrins の加水分解が高温の方が active であるので幼虫が回復したのであると考へた。同様な事を Hartzell et al. (14) は薔薇の甲虫

に於ても認めた。Woke⁽¹⁾は除虫菊で処理した蕪菁の葉を southern army worm (夜盗虫の一種) に喰はして短時間後に幼虫の組織も糞も共に蚊の幼虫に無毒である事を観察し、更に army worm の体部を浸出したものを除虫菊粉或はエキスに作用せしめ、毒力の明かな損失を来し、又脂肪体の浸出部が最も大なる解毒作用のある事を発見した。

最近 Chamberlain⁽²⁾は以上の結果から pyrethrins に対する共力作用機構に就いて甚だ興味ある研究を発表した。氏は種々の実験から共力作用が殺虫剤の透過作用への促進機構でない事を証明し、更に家蠅を用ひての実験から pyrethrins に対する共力剤の作用は前述の DDT の場合と同様の解毒機構の阻害であるとの假説を提唱した。これは哺乳動物の膵臓 lipase に対する benzaldehyde と同様に、生体内で共力剤が pyrethrins を加水分解し無毒化する esterase である lipase の作用を阻害するというのである。

既に Woke⁽¹⁾により証明せられている様に、lipase は pyrethrins の最も効果ある解毒酵素で、昆虫体内では脂肪の沈着並に分解される処に普く存在して居り、lipase に富むと考へられる脂肪組織が最も高い解毒作用を示すものであるという。氏は家蠅を15~25° に於て pyrethrin residue と接触させた場合、25° の際は15° 及び20° の際より更に遅い落下仰転を起すのを観察し(30分後の落下仰転は15° では61%、25° では4%)、これは酵素は低温でより低い活性を示すものである事から、pyrethrins の酵素的解毒作用が起るという見解に支持を与へるものと考へた。又 pyrethrins 及び Pip. but. の混合物 residue に曝した場合、蠅の落下仰転に対する温度の影響が pyrethrins 単独の場合に比べて小さいのを観察し(pyrethrin+Pip.but. 区の10分後の落下仰転は15° で81%、25° で76%)、これは加水分解によつて pyrethrins 解毒作用能力のある酵素即ち lipase の作用を阻害する事により Pip. but. が pyrethrin ester を活性化(activate)するという假説に支持を与へるものであるといつている。

温度が殺虫剤の効果に重要な影響を与へる事は既に1946年 Potter et al. により認められ、其後 Guthrie⁽³⁾等によつても研究されているが、著者等⁽⁴⁾の最近の pyrethrins 及び Pip. but. 混剤の殺虫剤に対する殺虫研究でも低温の方が高温より高い殺虫率を示すのを観察して居り、又 Chamberlain とは独立に pyrethrins-Pip. but. 混用区の殺虫率に対する温度の影響は pyrethrins 単用区のそれより概して小で

ある事を見出した。

Chamberlain は更にゴキブリ及び家蠅の抽出物は lipase に富んで居り、Tween 20, mannitan monolaurate 及び pyrethrins (pyrethrins は溶解度が小であるから少しく遅いという)を加水分解し得る能力を有し、Pip. but. を添加すれば加水分解の25~40%が阻害されるのを見出した。更に pyrethrins の共力剤である Pip. but., 胡麻油, sesamin, D II S (ethyleneglycolether of pinene), IN-930 (N-isobutylundecylenamide) 及び benzaldehyde, Deo-Base (petroleum distillate), toluene の Tween-20 の加水分解に対する阻害作用を試験し第4表の様な結果を得た。

Table 4. Inhibition of enzymatic hydrolysis of Tween-20 caused by pyrethrum synergists.

Substrate	Percent. inhibition in 90 min.
Tween-20 + Pip. but.	29.3
〃 + sesame oil	3.0
〃 + sesamin	35.6
〃 + DHS	75.2
〃 + IN-930	44.6
〃 + benzal.	68.0
〃 + Deo-Base	9.6
〃 + toluene	43.7

上表を見ると lipase inhibitor としてのこれ等の化合物と pyrethrins の共力剤としての効力との間には明瞭な相関関係が認められず、共力作用の無い benzaldehyde の様なものが強い阻害作用を示し、又最も強い共力剤の一つである sesamin concentrate が大なる阻害作用を示さない。氏は更に Pip. but. により惹起される阻害作用の型を決定するために Tween-20 のゴキブリ lipase による加水分解に及ぼす Tween-20 及び Pip. but. の濃度の影響を研究し、此の反応は non-competitive (非競合)でも亦 irreversibly competitive (不可逆的競合)でも無く一つの freely reversible competitive type (自由可逆的競合型)か或は二相系に於ての未知の物理的因子によるといひ、且此の作用は哺乳動物の膵臓 lipase の inhibitor としてよく知られている benzaldehyde のそれと同一作用と考へた。然し氏の得た諸結果は全面的に上記解毒機構阻害説を説明する事が出来ないで更に研究を必要とすると述べている。

II. 殺虫剤の透過作用促進説

初め共力剤は殺虫剤の昆虫外皮 cuticle 層或は気

門壁からの透過 (permeation) 或は滲透 (penetration) を増進或は加速せしめる機構を有するものでないかと考へられた。我が国の小林⁽²⁵⁾ はこれを支持した事があるが、これは一般に一定量の殺虫剤に対し共力剤の混和量を増加して行くと殺虫率も増大して行く現象(著者等⁽²⁶⁾ も pyrethrin-Pip. but. 混剤の殺虫剤に対する殺虫試験で之を観察している)及び Lindquist et al.⁽²⁷⁾ が家蠅に濃縮胡麻油, Pip. cyc. 及び N-isobutylundecylenamide 単剤を適用した場合見るべき効果が無く、これ等共力剤を pyrethrins 撒布前に撒布した場合に効果があるが、反対に pyrethrins の後の撒布は効果がなかつたという現象(最近 Chamberlain⁽²⁸⁾ も pyrethrin residue と Pip. but. residue の家蠅に対する研究で同一の結果を得ている)を説明するには都合のよい假説である。

然し Per. y et al.⁽²⁹⁾ は DDT に非抵抗性の Barkley l.s. の家蠅に対する DDT-Pip. cyc. 混剤の殺虫試験に於いて Pip. cyc. の多量を混和しても殺虫率は増加せず、却つて DDT の滲透が阻害され殺虫率が低下するのを観察し、Wilson⁽²⁸⁾ が家蠅等に pyrethrins 及び Pip. but., Pip. cyc. 混剤を適用した場合に於いて、pyrethrins を適用した虫体の個所と離れた部分に両剤を適用した場合と pyrethrins と両剤を混合して一個所に適用した場合と其の影響が殆んど同じであり、Chamberlain⁽²⁸⁾ が家蠅を用ひ Pip. but. と pyrethrin とを体の異つた部分に適用し、両剤を単用した場合落下仰転を起さないが、Pip. but. を頭部 pyrethrins を下腹部に適用した場合に両剤を同一量下腹部のみに適用した場合と全く同じ落下仰転を示したのを観察し、Hurst⁽³⁰⁾ が pyrethrin-kerosene-sesame oil を用ひた実験で胡麻油の濃度を高めて行くると落下仰転前の時間を短縮せず却つて遅延せしめるのを観察した事、Hartzell 及び Hartzell et al.⁽³¹⁾ (酒井の綜説参照)による共力剤適用致す昆虫の神経組織の病理組織学的観察が pyrethrins 単用と異つた所見(神経細胞の空胞化等)を得て pyrethrins と共力剤は共に神経細胞の異つた部面を浸すと言へている等は此の透過作用促進説を否定しているものである。

III. 其他の学説

Perry et al.⁽³²⁾ が、いつている様に殺虫剤の解毒機構への阻害は共力作用機構の一部に過ぎないのであつて、これ以外にも其の作用機構がある事と想像せられるが、透過作用促進説以外に有力な假説はない様に思はれる。

最初共力剤は殺虫剤の噴霧の物理的性状を良好ならしめる事により殺虫率を高めるのではないかと考へら

れたが、David et al.⁽³³⁾ は胡麻油, sesamin 及び N-isobutylundecylenamide の共力作用は霧滴の物理的特性とは無関係である事を証明した。又共力剤は殺虫剤の安定性を保持する機構ではないかとの假説も成立つ。解毒機構への阻害作用は別として、殺虫剤が分解せず長く効果を發揮すれば其の殺虫率が高まる訳である。Chamberlain⁽²⁸⁾ は pyrethrins 撒布前に Pip. but. を撒布して置く時は Pip. but. residue が pyrethrins に安定性を与へ殺虫率を増す事を報告し、最近 Eddy⁽³⁴⁾ は pyrethrins に *o*-*p*-aminophenol を添加すると、適用後21日でも極めて高い殺虫力を示すのを観察しているが、これは aminophenol が抗酸化剤として pyrethrins に安定性を与へるからであつて synergism とは一応別問題と考へられるし、Page et al.⁽³⁵⁾ の pyrethrins の安定度に関する研究でも、sesamin 及び N-isobutylundecylenamide が pyrethrins の安定性に影響がない事を示している。殺虫剤に共力剤を添加すると更に有毒な第三化合物が生成するという説もあるが、Pip. but. と pyrethrins とは其の化学構造上これ等の反応は不可能の事であり、其他の共力剤と殺虫剤の間にも成立し難いと思はれる。

共力剤は其の添加により殺虫剤の殺虫率を増強せしめる事は勿論であるが、Wilson⁽²⁸⁾ 及び Hurst⁽³⁰⁾等は Pip. but. 及び Pip. cyc. は家蠅等の pyrethrins による落下仰転後の回復を阻害する作用を観察し、其他落下仰転に必要な時間を短縮する現象⁽³⁴⁾ 及び神経組織、筋肉等への特異的な影響(酒井の綜説参照)等が報告せられているが、これ等は共力剤の昆虫への作用の様式を表現しているのみで、共力作用機構に關聯させて論ぜられているものは少ない。

最近 Wilson⁽²⁸⁾ は piperonyl 化合物は神経細胞体に長く継続する損傷を与へ、pyrethrins は神経繊維を浸し、且此の様な細胞体に対する損傷は pyrethrins による神経繊維に蒙つた損傷を癒すのを著しく阻害し其の回復を阻止するものであるという假説を称へている。

以上の諸説の外共力剤の昆虫の生体酸化還元系、其他生体内重要酵素反応への干渉による機構及び殺虫剤の直接的殺虫機構(例へば T E P P の anticholinesterase 機構或は生体内重要酵素と特異的な立体構造関係を有する事による殺虫剤の殺虫機構)への共力剤の補欠的作用等も考へられるが、これ等に関する研究はない様である。

結 語

殺虫剤に於ける共力作用の生化学的機構の解明に關しては現在漸く其の研究の緒についたばかりの状態で、

前述の様な興味ある解毒機構阻害説等が提出せられているが、これらを以て synergism 全部を説明する事は不可能で他の機構も考へてみる必要があると思はれる。然しそれ等は今後の研究の発展に俟たなければならぬ。

Chamberlain の lipase 阻害による解毒機構は ester である pyrethrins には都合よく説明出来るが、rotenone 及び nicotine には ester 結合が無いので適用する事が出来ないし、更に pyrethrins, rotenone, nicotine 及び DDT の様な神経毒乃至細胞呼吸毒に対し piperonyl 化合物が一般に共力作用を呈するから、これ等の殺虫剤の昆虫に対する致死機構には methylenedioxyphenyl 基が皆同一の役割を演ずると考へられるが、DDT では piperonyl 化合物中でも Pip. cyc. のみが抵抗性家蠅に有効であるとの報告は共力作用機構には更に複雑な factor が潜んでいる事を示唆し機構解明の困難性を思はせる。

要するにこれら難問題の解明は一つに今後の殺虫剤、共力剤並に其の代謝産物の微量分析化学の発展と radioactive tracer の様な最新且つ効果的の物理化学的手段の適用更に又化学者と生物学者との緊密な共同的研究にかゝっているとゆう事が出来るのでなからうか。

文 献

- (1) 大野 稔：農業及園藝，26, 209 (1951)
- (2) 酒井清六：本誌，14, 44 (1949)
- (3) 著者：農業及園藝，24, 423 (1949)；農薬と病虫，4, 170 (1950)
- (4) 著者：本誌，15, 21, 23 (1950)
- (5) 小野正夫：本誌，15, 155 (1950)；中山弘美：本誌，15, 171, 223 (1950)
- (6) 酒井清六：本誌，14, 44 (1949)；15, 189, 230 (1950)
- (7) White, Sweeney: U. S. Pub. Health Rept., 60, 66 (1945)
- (8) Ferguson, Kearns: J. Econ. Ent., 42, 810 (1949)
- (9) Sternburg, Kearns, Bruce: ibid., 43, 214 (1950)
- (10) Perry, Hoskins: Science, 111, 600 (1950)
- (11) Lindquist, Roth, Yates, Hoffman: J. Econ. Ent., 44, 167 (1951)
- (12) Winteringham, Loveday, Harrison: Nature, 167, 106 (1951)
- (13) Harch, Metcalf: Soap & Sanit. Chem., 26, No. 7, 121 (1951)
- (14) Busvine: Nature, 168, 193 (1951)
- (15) Sacktor, Bertram: J. Econ. Ent., 43, 832 (1950)
- (16) Kerr, Harris: U. S. P., 2442652, 2443653 (1948)
- (17) Ranganathan, Koshi, Sitaraman: Nature, 164, 1095 (1949)
- (18) Perry, Hoskins: Science, 111, 600 (1950)；Anonymous: Farm J., (march) 17 (1950)
- (19) Shepard: The Chemistry & Toxicology of Insecticides, 383 (1939)
- (20) Hartzell, Wilcoxon: Contr. Boyce Thomp. Inst., 4, 107 (1932)
- (21) Woke: J. Agr. Research, 58, 289 (1939)
- (22) Chamberlain: Am. J. Hyg., 52, 153 (1950)
- (23) Gutherie: J. Econ. Ent., 43, 559 (1950)
- (24) 著者等：未発表
- (25) 小林源次：著者への私信
- (26) 著者等：未発表
- (27) Lindquist, Madden, Wilson: J. Econ. Ent., 40, 426 (1947)
- (28) Wilson: ibid., 42, 423 (1949)
- (29) Hurst: Nature, 152, 440 (1943)
- (30) Hartzell, Scudder: J. Econ. Ent., 35, 428 (1942)；Hartzell: Cont. Boyce Thomp. Inst., 13, 443 (1945)；Hartzell, Wexler: ibid., 14, 123 (1946)
- (31) David, Brancey: Bull. Ent. Res., 37, 393 (1946)
- (32) Eddy: J. Econ. Ent., 44, 109 (1951)
- (33) Page, Blackith: Pyrethrum Post, 2, No. 1, 18 (1950)
- (34) Yates, Lindquist: J. Econ. Ent., 43, 653 (1950)

抄 録

実験室に於ける DDT 残渣の生物学的定量方法
R. H. Nelson: A laboratory method for evaluating DDT residues. J. econ. Ent. 42(1): 151. 1949. 多くの有機合成殺虫剤を使用し、一定

期間後に於けるその残渣を生物学的に評価する方法については、既にいくつかの研究が行われている。ここに記載する実験室的な試験方法は、ガラス板に噴霧した種々使用形態を異にする DDT の残渣を、標準条