

害虫驅除劑につきて

一五〇

農學士 春 川 忠 吉

一、緒 論

本講演の目的は之を簡單に述べますれば驅除劑使用の要訣を講せんと欲するのであります、而してその目的を果さんが爲めには

第一、驅虫劑の効果を支配する基礎的事項の研究
第二、驅除劑の殺虫作用は如何にして起るものなりやを研究すること

の二つの點につきて研究する事を要するのであります。

斯くの如き點に關して注意を促がして居る研究家は其の數決して少からず、例ば英國のクーパー氏及ナツタル氏の如き、米國のムーア氏の如き、シェーフアー氏の如き然り。

嘗つてクーパー及びナツタル兩氏は應用生物學雜誌(原名を *Annals of applied Biology* と云ふ)上

に於いて次の如き意見を述べられた事がある、曰く「化學を研究して居る余等の見る所を以つてすれば驅除劑として使用せらるゝ藥劑の範圍は甚だ狭いのみならず之迄の研究の仕方は餘りに、出たらめに試験すると云ふ風である嫌あり、更に進みて、驅除劑の有効である原因を系統的に探求して見る必要があり、且、又、驅虫劑の効果を判するにも單に化學的組成の検査のみによるが如き之迄の方法は不完全であつて、更に、物理的の性質につきても研究するの必要がある云々。」と、略々同様の意見を述べられて居る人は少くない。クーパー、及びナツタル兩氏は上述の如き理由よりして驅除劑の副成分として石鹼が用ゐられたる際に於ける液の他物を濡らす力の測定法を研究した。その成績につきては追つて述べることとする。

何が故に斯くの如き基礎的事項及驅除劑の働き

方に關する研究の必要なるかは以下順を追うて述べ
る所によつて明となることと思ひます。

二、驅虫劑の分類

驅虫劑を用ふるに當りては如何なる害虫に對して
は如何なる驅虫劑を用ふ可きかを知る事を要す、即
ち、昆虫と關係的に驅虫劑を分類しおきて、之れを
適當に使用せざる可らざる事となる。茲に姑く昆虫
の口具の構造につき一言する要がある。昆虫の口
はその構造よりして之れを次の如く分類して見るこ
とを得る、即ち

第一 咀嚼口

第二 吸收口

第三 甜り食するに適する口

この三つにつきて簡単に説明せんに、咀嚼口とは
多くのケムシ類及びイナゴ等の口の如きを云ふもの
にして、食餌なる植物を實際に噛み食するに適する
口を云ふ。吸收口とは蚜虫、ウンカ等の有するが如
き口にして、その針狀の口具を植物の組織中に挿入
して、その汁液を吸收するに適するものを云ふ。第
三の種類に屬するは蠅類の有するが如き構造の口に

して、之れは汁液を物の表面より甜め食し得ると同
時に、粉末狀のもの、又は場合によりては固体狀の
ものをも甜め食し得るものである。

扱て驅虫劑の種類はその數甚だ多きも、その昆虫
に對する働き方より考へて、次の三つに大別する事
が出来る。即ち

(一) 毒劑

(二) 接觸劑

(三) 燻蒸劑

之れなり。接觸殺虫劑とは英語に謂ふ (Contact In-
secticides) を譯したるものなるが研究者によりては
第三の燻蒸劑をも接觸劑中に包含せしむるものもあ
る。尙ほ單に害虫を防禦するが如き、又は害虫の産
卵を防止するが如き、又は害虫を誘引して捕ふるが
如きものをも、驅除劑と稱し得ざる事もないが、
併し、茲には、驅除劑なる文字の意義を狭く解して
殺虫劑のみを論ずる事とする。

上に記したる驅除劑の分類に關しては特に説明を
加ふるの要なきかも知れないが、簡単にその主要性
質丈けにつきて説明すると次の如くである。

毒劑とは讀んで字の如く毒物である、實際食物と

共に昆虫の消化器内に取り入れられ、其處から体内に吸収せられ毒作用を呈するものである、即ちこのものが殺虫効果を呈するには是非共昆虫の口を通して体内に入れらるる必要がある、従つて本劑は咀嚼口或は甜食するに適するやうの口を有する昆虫に對して使用せらるべきものと云ふ事が出来る。毒劑は食餌たる植物又は其他のものの表面に附着せしめて置かれ、昆虫の咀嚼作用と共に体内に取り入れらるゝのである。尤も溶解性の毒劑である場合には吸収口を有する昆虫に對しても使用し得る場合はないでもない。咀嚼口を有する昆虫に對して用ふる毒劑の例は茲に擧げるまでもないが二、三のものを示せば、砒酸鉛、及亞砒酸鉛、札幌合劑、パリスグリーン等の如きものが夫れである。

接觸劑とは實際虫の躰と相接觸することによりて虫を殺すものを云ふ。吸収口を有する昆虫でありて食餌となる植物の表面から食物を攝取するものではなく、組織内に口を挿入して汁液を吸収するものもありては之れを毒劑を以つて殺ろすことが出来ない夫れで斯くの如き害虫に對しては主として接觸劑を用ゐる。勿論咀嚼口を有する害虫と雖も之れを接觸

劑によりて殺すことも出来るのである。

接觸劑は如何にして殺虫作用を呈するものであるかと云ふに、その作用は多種多様でありて、その二、三を示せば

(イ)接觸劑より生ずる有毒なる蒸氣によりて殺すもの

(ロ)器械的に昆虫の氣門に入りて之れを充塞して昆虫をして窒死せしむるもの

(ハ)柔軟なる皮膚を腐蝕し通過して組織に働きて殺すもの

(ニ)氣門を充塞するのみならず、夫より生ずる瓦斯、又は夫自身が氣管の薄き壁を通りて組織を侵かして殺ろすもの

等がある。之等につきては後に更に説くが、(イ)の例としてはニコチン液あり、(ロ)の例としてはオレイン酸あり。

又、柔軟なる皮膚を通し又は腐蝕して体の組織に働くもの、例としては苛性加里(又は曹達)及び石炭酸等がある、之等のものは多くの場合單用することとは稀である。

第四の部類に屬する例は甚だ多く之迄で器械的

に氣門を塞ぎて昆虫を窒息せしむるものと考へられて居つた石油の如き、又は石油乳劑の如きも近年の研究に従へば、この第四の部類に入るものであることが知られたのである。

茲に接觸劑にして、甚だ重要なものであるにも係らず、上記の三つの分類の何れに屬せしめてよろしきものなるかが明でないものがある。それは外ではない石灰硫黃合劑である、現今石灰硫黃合劑の殺虫作用は如何にして起るかに關しては種々なる説あるも、未だ確定せる處がない、併し乍らこの驅除劑の作用は甚だ複雑なるものでありて、恐らく上に記したる三者の有する性質の中、その幾個かを兼ね有して居るものであると考へ得らるゝであらう。合劑につきては追つて述ぶることとする。

燻蒸劑とは藥劑そのものは液体であらうが或は固体であらうが夫は關する處でないが、其の昆虫に働くに當つては瓦斯体となりて氣門に侵入し、その有する毒性によりて虫を殺すものを云ふ。即ち單に空氣（酸素）の缺乏によりて昆虫を死せしむるものではなく毒性によりて殺すものである。此の部類に屬するもの甚だ多く、靑酸瓦斯、二硫化炭素、二

酸化硫黃（即ち亞硫酸瓦斯）四鹽化炭素等之である。尙ほ先に述べたる防禦劑には最も普通に用ゐらるゝ樟腦、ナフタリン等があり、誘引劑としては種々なるものがある、例へば砂糖、醋酸、シトロン油等の如し。

三、驅虫劑の成分の分類

上に述べたるは驅虫劑の殺虫作用が如何にして起るか云ふ觀點からして行ひたる分類であつたが、茲には驅虫劑を構造して居る處の各成分の有する意義よりして、其の分類法を述ぶることとする。この立場よりすれば驅虫劑の成分は之れを

- (一) 主成分
- (二) 副成分
- (三) 溶媒

の三つに分類することが出来る。之等につきて次に簡單に説明をする。

主成分とは主たる成分と云ふ意味でありて或驅虫劑が殺虫効果のあるのは、その含有する處の有がなる成分に原因するものである、即ち、それが主たる成分であると考へ得らるゝ。例を以つて述べれば燻

草煎汁に於いては、その中に含有せられ居る處のニコチンなる毒物の存在によりて驅虫の効果があるものである、故にニコチンは即ち主成分である。又、除虫菊加用石鹼液に於いては除虫菊の良否、及それを加ふるの多少によりて石鹼液の効果が左右せらるゝと考へ得べきにより、除虫菊は、この意味に於いて主成分であると考へ得らるゝのである。併し乍ら茲に斷り置かざるべからざるは、主成分と云ふも要する處、主觀的分類でありて、第二の例に於いて私は或る濃度の石鹼液を取りて、その殺虫効果を増加せしむるに菊を如何ばかり加ふればよいが、即ち換言すれば菊を主題として考へ居るが故に、この際には菊を以つて主成分となすのである。石鹼液其れ自身が効果があるものであるから、茲に研究家がかりて石鹼を如何様にして使用すれば最も効果あるかを研究して居る際には添加する除虫菊については重きを置かざるやも知れず従つて此の際に於いては石鹼を以つて主成分と考ふるも不合理にはあらざるべきである。併しながら、原則としては其れ自身に於いて殺虫効果のあるものを以つて主成分と考へて差支がない。

副成分と稱するは原則として其物自身は殺虫効果を有せざるも可なるものであるが、之れを他の殺虫力を有する物質と配合する時には、その主成分を助けて大に殺虫効果を増加せしむるもので、特に其目的の爲めに用ゐらるゝものである。例を以つて説明すればニコチンは毒力を有するものであるが、そのニコチンを含有する煙草煎汁に適量のサポニン、又は石鹼液等を加ふる時には更にその殺虫効果を増大せしむるものである、この場合に於けるサポニン、又は石鹼は副成分と稱さるゝものである。右の如き場合の外に或る物質の添加によりて驅除劑の性質が良好ならしめられ、使用に便となり、又効果も増加せしめらるゝ場合がある、斯の如き場合にも、その添加物を副成分と稱する。副成分の働き方は甚だ多種多様であるが、その作用は追つて後章に於いて述べることをする。

溶媒と云ふは化學上に於いて用ふる意味より稍廣く解して用ゐるので、主成分若しくは副成分を溶かし或は主成分の有効成分を浸出し、又は驅虫劑を稀釋するに用ゐらるゝもの等を引きくるめて云ふのである。溶媒として用ゐらるゝものは多くは水である。

が有効成分を浸出する目的には種々なるものが使用せらるゝ。例へば除虫菊の有効成分を浸出するに用ゐらるゝ場合の石油、揮發油、アルコール、エーテル等は即ち、こゝに云ふ處の溶媒中に屬するものである。

四、主成分の性質並に昆虫に對する働き方

驅虫劑の成分の有する物理的並に化學的の性質は驅虫劑の効果と密接なる關係を有するものであるが故に以下、それ等の點につきて述ぶることとする。

(一) 化學的性質と作用

主成分たるもの、化學的性質は殺虫効果と關係を有す。今、例によりて之を説かんに

(1) 化學的組成 は其の藥劑の有する毒力と關係がある、之れを毒劑につきて述べれば、砒素を含むする毒劑に砒酸鉛と云ふものがある。抑も砒酸と云ふものは、 H_2AsO_4 なる分子式を有するものであるからして、之れから生ずる鹽類には次の如き三種が生じ得る理である。今、 M と云ふ文字で一價の金屬を代表するものとすれば、 MH_2AsO_4 、 M_2HASO_4 、

M_3AsO_4 之れである。

而して實際に販賣せられつゝある砒酸鉛には次の二種ありと云ふ。即ち酸性の砒酸鉛 ($PbHASO_4$) 及び中性の砒酸鉛 ($Pb_2(AsO_4)_3$) 之れなり。「 H 」に依りては、この後者を鹽基性 (或は中性) の砒酸鉛と云ふものもある。又、他の入は砒酸鉛には酸性、中性、鹽基性の三種あると稱するものもある、併しなから、その所謂鹽基性の砒酸鉛なるものが如何なる分子式を有して居るものなるかと與へてない。夫れで茲には姑く、酸性、鹽基性 (或は中性) の二種あるものとして話を進めることとする。或る入の研究によるに二種の砒酸鉛を乾燥せしめて、その同一目方にて効果の比較をすれば、含有せらるゝ無水砒酸 (As_2O_3) の量によりて差があり、その含量の多き方が殺虫効果が夫であるが、他方に於いて植物に對する被害の程度につきて調べて見ると、被害の程度は砒素の分量と比例的に變るものではなくして、寧ろ化合物の構造が關係するものであることが知らるゝ。即ち酸性の形のものに被害が大で中性のものが小であることが知らるゝのである。

今、桃に對して行ひたる撒布試験に於ける藥害に

よる落果の歩合を示せば次の通り

區名	砒酸鉛の濃さ (As ₂ O ₅ の割合)	砒酸鉛の形	落果歩合 (百分率)
甲	三三三	酸性砒酸鉛	四二・八%
乙	三七	中性砒酸鉛	三二・五

右の表で見らるゝ如く乙區に於いては濃度の大きな砒酸鉛が用ゐられて居るにも係らず、その爲めの落果は甲區よりも少いのである、之れ、その化合形が中性であるが爲めであるに違ない。

尙ほ他の人が昆虫に對して行ひたる研究の結果によれば、酸性の砒酸鉛は中性のものよりは、その毒作用の顯はれ方が少しく早い、而して酸性の砒酸鉛を食して死したる虫は中性のものを食して死したる虫よりも分析結果は常に多量の砒素を体内に含有して居ることを示すと云ふ。これは酸性のものが化學的に反應しやすく従つて消化器より吸収せられ易いのに反して中性の方は吸収せられずして体外に排泄せらるゝもの多きに原因して居るのであらうといふ事である。

尙ほ同じく砒素と鉛とを含有する毒劑にて亞砒酸

鉛と稱するものがある、このものは概して植物を燒くこと砒酸鉛より激しいものとせられて居る。此點に關して余が行ひたる實驗の一、二を紹介せんに、亞砒酸鉛を用ゐれば一石の水につきて一ポンドの割合なれば梨の葉、果實の燒かるゝもの少からぬ。然るに砒酸鉛であれば、水七斗五升或は更に水を減じて五斗に對して一ポンドの割合にて用ふるも何等の被害を見ないのである。之れは矢張り化合形が違ふ事に由來するものであると考へ得ることと思ふ。以上は毒劑につきての話であるが燻蒸劑につきても矢張り同様の關係が存在することが知られて居る、例へばベンゼンと云ふものは其物自身が揮發性でありて有毒なる蒸氣を發散するものであるが、このものゝ鹽素、臭素等の誘導體は更にその毒力を増加するものである。尙ほ又ベンゼン中の唯一つの水素原子をハロゲンで置換したるものよりは水素の二原子を置換したるものゝ方が更に毒力が強くなると云ふ單にそれのみではない、ベンゼンの水素二原子を他物にて置換するに當りて、その置換せらるゝ水素原子のお互の位置によりてさへ毒力に差があると稱して居る學者もある。即ちこの際には分子の構造が毒

力に關係があると云ふ事となるのである。更に、又相近縁なる原素の間に於いても、それがベンゼンの水素を置換するに當りて毒性の差を生ぜしむることがある。例へば同じく造鹽元素に屬して居りながら、沃度は臭素よりは大きな毒性をベンゼンに與へ、鹽素は、臭素よりも弱い毒力を與ふると云ふ事である。

(ロ)驅除劑成分の安定不安定 茲に安定と云ふは容易に變性せざるものを云ふ。この變化しやすいか否らざるかは驅除劑の調製使用貯藏等に大に關係がある。例へば除虫菊につきて述べんに、その有効成分なるピレトロン(山本農學士に従ふ)と云ふものは高き熱によりて効力を失ふものであり、又、久しく空氣に曝す時には樹脂狀に變化して有効性を減少するものであると云ふ。除虫菊の古くなりたるものが効果の少きものなることは世人の良く知つて居る處である。ピレトロンが何度以上の熱に逢へば變化して効力を失ふものであるかは未だ確實に知られてないが山本氏の記する處によれば攝氏百度以上の熱に逢はしむれば効力を失ふものであるらしい。この點より考ふるに、除虫菊の有効成分を抽出せんとするに當りて煮沸するが如きは避くべきことである

又除虫菊加用の石油乳劑を調製するに當りては出來得る限り石油、並に石鹼液の温度の低き中に調製するを良しとする。尙は比較的安定なる藥劑の一例は石灰硫黃合劑である。石灰硫黃合劑の成分が何であるかは明でないが世人も知る如く石灰硫黃合劑を長く空氣に曝露しておく時は、その有効成分は失はれて仕舞ふものである、こは石灰硫黃合劑成分が酸化せらるゝに由るものである。従つて貯藏に當りては氣密なる樽の如きものに入れて成るべく空氣との接觸を斷つべきものであることは人の良く知る處である。

(ハ)腐蝕性 主成分の有する腐蝕性は直接或は間接に効果と關係を有するものである。既に、接觸劑なる項の下に於いて例示した通り、石炭酸、苛性加里、若しくは苛性ソーダの如きは、その有する腐蝕性によりて虫に働くものである。但し石炭酸は昆虫の皮膚の軟き部分を腐蝕して通過するのみならず、蛋白質を凝固せしむる性質がある、従つて昆虫の組織の原形質を凝固せしめ依つて昆虫を殺らす作用を呈することも事實である。石炭酸は他の驅虫劑に混じ又は乳劑としても使用せらる。最近に於いて米國

のペーターソン氏は石炭酸を蚜虫の卵に使用したのであるがその成績に従へば粗製石炭酸を石鹼にて乳化して、春蚜虫の卵のポツ／＼孵化し始むる頃から數回撒布すれば可なりによく卵を殺らす事を得ると云ふ事である。氏の考ふる處に依れば石炭酸は蚜虫卵の最外層をなせる皮膜を侵害して、その内方に位する外界の影響を感じ易き薄膜を空氣に曝露せしめ之によりて卵を死せしむるものであると云ふ。尙ほペーターソン氏は苛性ソーダを蚜虫卵に施したのであるが二%の液ならば蚜虫の種類によりては、可なり殺虫成績を示すが斯くの如き強さの液が木に如何なる影響を與ふるかは未だ研究してない。尙ほ又歐洲に於いては所謂冬期洗濯劑と稱して果樹に附着し居る處の苔類、菌類又は害虫等を除去する目的に用ゐらるゝ藥液があるが、その一成分として苛性ソーダが用ゐらるゝ。斯くの如き際に於いては苛性ソーダの有する腐蝕性が効果を呈せしむるものであること勿論である。生石灰の如きはアルカリ性は微弱であるけれども而も殺虫劑として用ゐらるゝに當りて、その細粉は、そのアルカリ性によりて刺激的に働きて殺虫作用を呈することがある、例へば

線虫(ネマトード)に對し、又は桃の鋸蜂の幼虫に對して用ゐる効果があると云ふ。米國の或る學者は石鹼の殺虫力あるは、それが、加水分解に依りて生ずる水酸化加里又は(ソーダ)に起因するものであるだらふとまで云ふて居る。然る時は石鹼も亦腐蝕性によりて効果あるものと考へ得らるゝかもしれぬ。

(三)還元性 主成分たるものゝ有する還元性、即ち他物より酸素を奪取せんとする性質が殺虫作用と大なる關係を有する場合がある。この例としては石灰硫黄合劑を上げることが出来る。石灰硫黄合劑は云ふまでもなく石灰と硫黄とを用ゐて調製するのであるが、そこに生ずる主成分が果して何であるかに關しては學者の説必ずしも一定しない。しかし、大体としては二硫化石灰、四硫化石灰、或は五硫化石灰の中の何れかが生じて、之れに多量の硫黄が溶解して居り、この外尙ほ少量の二、三の化合物が存して居るものであるとなされて居る。石灰硫黄合劑は然らば如何様にして殺虫作用を呈するものであるかと云ふに、大体上、合劑が有する大なる還元力、腐蝕力及び多量の遊離硫黄を沈澱せしむる力等が存在するによるものであると考へられて居る。米國の

シエーファーと云ふ人は石灰硫黄合劑を介殼虫に撒布する時には暫時にして、介殼の下にある虫は昏睡の状態に陥る、而も軀の如き状態に陥れる虫と雖も實際には石灰硫黄合劑と相觸れて居らざる場合が甚だ多い。即ち、虫の先づ合劑によりて假死の状態に入らしめらるゝは石灰硫黄合劑の有する強き還元力に原因するものであらふと説いて居る。

又他の人は石灰硫黄合劑が漸しく分泌せられたばかりの介殼の周邊部を軟くする作用あるも亦、合劑の有する強き還元力に起因するものであると説いて居るが、この力があるが故に、介殼は石灰硫黄合劑を撒布せらるゝや、その周邊部に於いて、一時木に膠着せしめらるゝ事となり、介殼の下にある卵より幼虫の孵化したるものが外に這ひ出づることを妨げ、又酸素の缺乏の起ることを助けて、以つて合劑の効果を大ならしむる作用があることとなす。石灰硫黄合劑に還元力を與ふる成分は何であるかと云ふに、諸所の研究家の説を併せ考ふるに、硫化石灰として存在する高級の化合物が其れであると云ふ事が出来る。しかし四硫化石灰及び五硫化石灰の存在は疑問とする人もあるけれども二硫化石灰の存在すること

は大体異論がないやうであるから、少くとも、この二硫化石灰が還元力を有する本體であると考へらるゝ。二硫化石灰は酸素を吸収して、チオ硫酸石灰に變化する性質を有するのである。この故に石灰硫黄合劑を空氣中に置けば變化して効力を減するのである。以上説いた處に従へば硫黄合劑の効果を大ならしむる一つの方法は、その還元力を大ならしむるにゝあることがわかる。而して未ねを大ならしむるには合劑の多硫化石灰を多からしむるやうにすることが一つの大切なる條件であることがわかる。この目的には石灰硫黄合劑を如何様にして調製すればよろしいかと云ふ事が問題になる。調製につきて委しいことは茲に述べべき場處ではないが、只だ石灰と硫黄との比の點につきて、一言する。合劑が始めて作られて以來、石灰と硫黄との割合は種々になされたのであるが現今は大体、生石灰の一に對して硫黄を二乃至二・二五の割合に用ひる時は生成物中に最も多量の多硫化石灰を生じ、尙ほ冷却によりて結晶を生ずることなく、淺澤も亦少く、従つて最も適當なる方法であるとせられて居る。使用に當りてこの方法によりて作りたるものが最も便利であることは否

むべからざることである。併しながら、この調製式（之れを余は硫黄倍量式と名づける）によるものと、

石灰と硫黄とを等量に、用ゐる方式（之を等量式と名くる）によりて造りたるものとの實際の殺虫効果の比較研究は甚だ少い。著者の行いたる少し許りの實驗は必しも倍量式の方が効果の大なることを示さないやうである。又還元力も、倍量式に於いて多硫化石灰が多く出来るから強さうに思はるゝのであるが、余が普通の状態にて行いたる實驗に従へば必しも、さうは行かぬやうである。しかし石灰硫黄合劑の還元力の大なることは實に注目すべきことでありて、著者がボーメー、五度半内外の石灰硫黄合劑を一〇〇倍容に稀釋して夫をして過マンガン酸加里を還元せしめて見た處に據れば右の液の一立方センチメートルは約五〇倍の容積の酸素瓦斯を吸収することを示すのである。この點より考へても合劑の有する殺虫作用が還元力と相關係すべきことは推定せらるゝことであらう。

(二) 物理的性質と働き方

驅虫主成分の物理的の性質は驅虫劑の効果とその植物に對する加害の程度とに對して少からざる關係

を有す。例へば溶解度、沈澱粒子の大小、揮發性等は夫々考慮するの要がある。

(イ) 溶解性、或る驅虫劑が水に溶解するか否らざるかは單にその藥劑の使用の便、不便に關するのみならず、その驅虫効果及び作物の被害と關係がある。例へば、毒劑として砒酸劑を使用するに當りて沈澱性の砒酸鉛なる時には安全に、之れを作物に撒布し得るも溶解性なる砒酸曹達なる時には作物の被害甚しくして使用に堪へざるものである。食葉害虫を毒殺せんとする場合には沈澱性の毒劑は單に植物を害せないと云ふ便利の點あるのみならず、沈澱性のものであれば比較的雨の爲めに洗ひ流さるゝ憂少く、稍久しき時日葉の上に止まりて害虫に攝取せらるゝ機會が多くなるわけである。尙ほ又ポルドウ液の如きも沈澱性にして比較的久しき時日、葉の上に止まり得るが故に病菌の防除に都合よろしきことなるのである。併し乍ら毒劑と雖も常に不溶性なるが好都合なるものと定らぬ。

接觸劑の場合においては溶解性なる方が便利である場合が多い。多くの接觸劑は持續的に働くものではなくして昆虫体に觸れたる時に虫を殺すものである

から溶解性にしてよく昆虫の体を濡らすものが使用に便であるのみではなく効果も亦比較的に大なることとなる。

不溶性なる粉末状のものを使用せんよりは、その主成分が水に溶ける處の煙草煎汁の如きものを使用するは便利であること、又は、水に混合せざる油類を水に溶ける乳劑として使用することが便利なることは誰人も首肯する處であらふ。併し乍ら場合と目的とによりて溶解性なるが便なること、不溶性なるが便なること、あるは上記の通りであるから夫を考において藥劑を選定すべき必要がある。

(ロ)沈澱粒子の大小、之亦考へねばならぬ點である、例へば毒劑を使用するに當りて沈澱粒子が大にして且重かつたならば使用中絶えず攪拌するにあらざれば直ちに沈降が起るから、油斷をすれば上澄液のみを撒布する様事となる。尙ほ沈澱の小なることは他の意味に於いて大切なることである。固態である處の沈澱が他物と作用するに當りては、その粒子が小さく、従つて容積に對して表面積が比較的に大きいければ大きい程、そのもの、化學的變化が起り易いものである。従つて毒劑などにありても沈

澱粒子の小なるものほど昆虫によりて消化吸収せられやすいこととなるべく、硫黃粉末をダニの驅除に使用するに當りても沈澱して生じたる細末状なる硫黃が効果ありとせられて居るのも同様の理に由るものであらふ。ポルドー液にしても、沈澱甚だ微小粒にして容易に沈降せざる様のものが効果ありとせられ、又之れを撒布するに當りても霧を出來得る限り細末の状態となして葉の上に滿遍なく撒布することが効果を助くると實際園藝に従事せらるゝ人が言はるゝのも同様の理に由るものであらふ。

(ハ)比重、沈澱物として使用せらるゝ藥劑の比重が使用の便、不便に關係あることは前節に於いて述べた通りであるが、沈澱物にあらざるも同様の關係がある、例へば乳劑の原料として油類が用ゐらるゝが、これらのものは多くの場合水より比重が軽い故に乳化せしめられたる油滴、即ちその周圍が石鹼とか或は他の乳化を助くるものによりて包まれたる油滴は稀釋するに當りて液の表面に浮み出づるものである。然るに英國のピッカリング氏は乳化補助劑として水よりも比重の大なる沈澱性の固体を使用して乳化せられたる油が決して水の表面に浮み出で

ない様の乳劑を造つたと報告して居るのである。

(二)揮發性 接觸劑又は燻蒸劑として用ゐらるる藥劑に於いて、その揮發性の強さが効果と大なる關係がある事は今日、認められて居る事實である。

この點に關して研究を行はれたる學者は少くないがその中二、三の學者の研究成績は甚だ有益にして且つ興味あるものであるから、それを骨子として、揮發性と殺虫作用との關係につき述べんとする。

抑も燻蒸によりて殺虫の目的を達し得るは、毒瓦斯の擴散性を利用するによるのである。而して毒瓦斯を發生せしむるには靑酸瓦斯燻蒸の際に於いては二種の藥劑の化合によるも、他の場合には藥劑それ自身の有する揮發性を利用することが少くない、即ち揮發性は大切なる問題となるのである。

先づ燻蒸劑の場合、例へば二硫化炭素の場合に於けるが如く瓦斯体が昆虫に働く場合につき考へて見る。米國のムーアと云ふ學者は種々の有機化合物を用ひて研究したのであるが、ペンゼン誘導体の種々なるものを家蠅を以つて試験したるに、それらのものは何れも二硫化炭素などよりは毒力が強くあつたをして、その沸騰點が攝氏二二五度乃至二五〇

度以下なる物質であれば大体として沸騰點が高いは毒力が強いことを發見したのである、即ち或る一定の容積の室内にて、或る定つた時間内に家蠅を全部殺らすに、沸騰點の高いもの、即ち換言すれば揮發性の弱いものほど、少量の藥劑を用ひて目的を達し得ることを知つたのである。併し乍ら沸點が二百五十度以上に至る時には一般に揮發性が甚だ弱くなる、その爲め或る室内で毒性を十分呈するまでに揮發するに長時間を要するが故に燻蒸劑として適當しなくなる。又二硫化炭素の場合に於けるが如く沸點が餘り高くなくても揮發力が盛であるが爲めに或る定まつた時間内に於いて實地、燻蒸をやるには沸點の高きものよりは良好果を示し得る場合がある、之れ、比較的單時間にして空氣内に多量の毒瓦斯が擴散し得るが故である。

今、次に氏が得たる成績の一部分を次に紹介するその前に、氏の所謂毒力なるもの、言ひ表し方を説明すれば、定まりたる時間、即四〇〇分時間内に於いて一定容積内に入れてある蠅を全部死せしむべき藥の最少量を決定したのである、即ちその量が小さくあるほど毒力が大きいと云ふことゝなるのである

次の表にありては右の最小量が、その薬劑の一万分子の百萬分の幾つに當るかを以つて毒力を示して居るのである。

薬劑の名	要したる藥量	沸點(攝氏)
二硫化炭素	二八六・三	四六・〇
ベンゼン	一四二・三	七八・五
トルイン	一四七・五	一〇八・〇
クロールベンゼン	四二・七	一三〇・〇
ブロムベンゼン	一九・二	一五〇・〇
ニトロベンゼン	一・八	二〇〇・〇
サ、リシリツク	一・一	一八五・〇
アルデハイド		

右に掲げたる中にて二硫化炭素はベンゼン誘導體にはあらざるも、比較のため掲げた。その他のものにつきて見るに沸点の高きに従つて殺すに要する藥量が減じて居ることがわかる。但し、薬劑によりて多少、特殊の毒力を有するものは無いではない。例へば右に記したものの、中でサリチル酸アルデハイドは最も毒力が大なるものであるが沸点はニトロベンゼンよりも稍低い。之れ化學的組成も亦毒力に影響するが故である。

右の外の有機化合物にありても、殆ど全く同様な關係の存在することが研究の結果知られて居る。石油(燈油)なるものは種々なる沸点を有する物質の混合物であるが、ムーア氏は之を分溜して、その沸点に従ひて三種に分けて見た、そして、その各部分の蒸氣としての毒力を檢した。第三の部分即ち沸点が高いものは最早や揮發性が甚だ弱くありて、試験の時間内では虫を殺ろすことが出来なかつた。この第三の部分は沸点が二百三十度以上のものである。第一、第二の部分は殺虫力あることを示したのである。

右に述べたるは燻蒸劑として働く場合である、若し接觸劑として働く場合には如何であるか、この点につきて次に述べる。

ムーア氏が或る甲虫の卵を材料として研究したのであるが、この卵を薬劑の中に浸漬した場合にも、或は薬劑を噴霧器にて卵に散布する場合に於いても一般に高き沸点を有するもの即ち揮發性の弱きものが揮發性の強きものよりは毒力が強きことがわかつた。尙ほ又燈油を用ひて試験した處によると、その中に浸漬したる卵は八三%孵化するものがあり、燈

五%の石油を含みたる乳劑の殺虫歩合%

油號 其儘用
 みた時 第一分溜液 第二分溜液 第三分溜液

A	八一・五	五六・五	九四・〇	九〇・〇
B	七四・〇	六六・七	一〇〇・〇	一〇〇・〇
C	九〇・〇	六六・七	七七・〇	一〇〇・〇
E	八〇・〇	六〇・〇	八九・〇	一〇〇・〇

油を撒布したる卵は一〇〇%も孵化するものがあつた。委しく研究して見るに、石油中の沸点の低き成分は産下せられて直後の卵をよく殺す性があり、沸点の高き部分は産下後時日が経過し卵中に幼虫が十分發達したるものを殺す力がある、その兩者の中間に位する卵は最も殺ろし難いものであることがわかつた。この傾向は單に石油のみに限らず一般に揮發性の有機化合物には通有の性質であることがわかつた。この關係を知らずに行つた爲めに先きに記したやうの不良の結果が得られたのである。

次に燈油を、その儘で、或は水と器械的の混合物として植物に撒布して見ると、分別蒸溜を行ひたる成分の中の沸点の低きものゝ方が、その高きものよりは植物を害すること激しいのである。しかし乍ら沸点の低き部分による被害は、それを乳劑として用ふることによりて、殆ど防止することが出来る。接觸殺虫劑として燈油を用ゐるに當りて乳劑として用ゐる時には昆虫に對しては低き沸点のものよりは沸点の高きものゝ方が毒力が強いのである。次に蚜虫に對して行ひたる試験の成績を紹介すれば次の通りである。

即ち右の表に従へば撒布劑として昆虫に用ゐたる際には揮發性の弱き部分(第三分溜液)が効果が優れて居ることが良くわかるのである。即ちこの關係は丁度燻蒸劑に於けると同様である。彼のキシロールの如く揮發力の甚しく大なるものは接觸劑としては有効でない。

接觸殺虫劑の殺虫作用は如何にして起るか、と云ふに既に述べたるが如く色々である、石油類又は石油乳劑の類は、昆虫と觸れたる際に虫の氣門に入る事は事實である。しかし乍ら、揮發油とか又は燈油とかにて取り扱はれた虫が急に死することが單に氣門を塞ぐと云ふことのみによりて説明することは出来ぬ、實驗によるに昆虫が死してより五、六時間の後でなければ揮發油等が液体として昆虫の組織中に

侵入して居ることを証明し得ないと云ふ。この點から考ふるに、揮發油又は燈油等の揮發性の部分は極めて迅速に氣管の壁を通して組織内に浸入し、よつて殺虫作用を呈するものであらふとシエーファー氏は説いて居る。マツケンヅウ氏の研究に従へばニコチン液を昆虫に撒布したる場合に於いては液自身は氣管中に入り行く事なくして液より生ずるニコチンの蒸氣が氣管の中に入つて行き更に組織内に浸入するものである。ムーア氏の研究したる所に従へば接觸殺虫劑の昆虫に對する作用は大体次の様に分類することが出来る。

- (1) 不揮發性のものにして液体として氣管内に浸入するもの
 - (2) 揮發性のものにして液体として氣管内に浸入するもの
 - (3) 揮發性のものにして只だ蒸氣の形に於いてのみ氣管に入り得るもの
 - (4) 不揮發性のものにして虫体と接觸して始めて分解して、その蒸氣が氣管に入るもの
- 右の第四類に入るものは硫酸ニコチンと稱し米國にて使用せらるゝ藥劑が夫である。揮發性の油類及

び酸類などにありては其等の液そのものも氣管内に入るも夫等より生ずる蒸氣は更に早く氣管壁を通して組織を犯かすものである。要するに揮發性の油類等は液体としても亦氣體としても氣管壁を通すが比較的の不揮發性のものは液体として氣管壁を通して組織を犯かすものと云ひ得らるゝのである。

一般に殺虫劑が昆虫の体壁を通過することは容易でないらしい、勿論体壁を通過することが全然ないことはないであらふ。又或る種の藥劑は口腔又は肛門より入る場合もある。

(ホ) 粘稠度 撒布液として用ゐらるゝ毒劑及び接觸劑にありては、その粘稠の度は亦考へなければならぬ問題である。但し毒劑にありては粘稠度は主として噴霧器使用の難易に關係を有するのである、即ち粘稠である程、力を要すると同時に細霧となすことが困難である。接觸劑にありても勿論同様の關係の存すること勿論であるが更に、重要なことは粘稠度の増加すると同時に液の昆虫体上に擴がる力が減少することである。接觸劑は昆虫の体上に良く附着すると同時によく擴がりて、それが仮令、氣門部に打ち當てられない場合に於いても速かに氣門ま

で擴がりて、その中に入り込むことが大切である。然るに粘稠度が增加する時にはこの性質が減少するのであるから薬劑の効果が減少せしめらるゝことゝなるのである。これに關係ある實驗につきては追つて述ぶることゝするが、次にムーア氏が種々なる油の有する粘稠度を測定した成績の一部分を紹介する。次表に示す時間と云ふは或る一定容の油が測定器を流過するに要する時間でありて之が小さい程、粘稠度も亦小さいことを示すものである。

油の種類	時間	粘度 <small>(ホウキ)</small>	擴る力
蒸溜水	三〇・三	一〇〇〇	速に擴がる
燈油	四〇・六	一〇〇〇	擴がり遅し
機械油(第一號)	四六・五	一四〇〇	擴がり遅し
魚油	六六・〇	一〇〇〇	擴がり遅し
鯨油	七三・〇	三〇・三	擴がり遅し
棉實油	八八・〇	一五〇・六	擴がり遅し
機械油(第三號)	九九・〇	三〇〇・〇	擴がり遅し
機械油(第六號)	一九四・〇	五八・七	擴がり甚だ遅し
タウゴマ油	二〇五・〇	三六・三	擴がり甚だ遅し
機械油(第拾參號)	三五六・〇	一〇・一	擴がり甚だ遅し

ムーア氏の意見によればタウゴマ油若しくは其以

上の粘性のある油は最早や接觸殺虫劑としては價値殆ど無かるべしと云ふ、同じく燈油の中にても之れを分溜して、その沸点の低き部分のみの粘稠度は右の表に示したるものよりは小なりと云ふ。

五、副成分の性質並に

その作用

副成分とは如何なるものなるかにつきては既に説明したが、茲に繰り返へして簡單に述べれば、副成分は主成分の補助作用をなして、その効果を増加せしむるものである。従つて、主として物理的に主成分の殺虫作用を大ならしめる様に助けるものである。其の種類は多いが、彼の乳化補助劑と云ひ、又は濡力補助物質と云ひ皆この類に入るものである。

扱て、副成分なるものは如何なる性質を具有すべきものであるか、と云ふに、右に述べたるが如き目的に用ゐるものであるが故に主成分と化學的變化を起すやうの物質は避けねばならぬ。又植物に對しては腐蝕性の如きを有せざることを必要とする。例へば石鹼の如きは副成分として廣く用ゐらるゝものであるが、その粗製にして游離のアルカリを多量に

含有するものは植物に害を被らすが故に避けねばならぬことは誰人も知る處である。副成分の有するべき性質の大切なるものは主として物理的の性質であるが、以下夫等につきて説かう。

(一)稀釋作用 主成分が粉末(固態)なるものにせよ、又は液体なるものにせよ、之を化學的に變化せしむることなしに適當に稀釋すること又は稀釋するに適當なる形となすことは副成分の重要な役目の一である。例へば主成分が激藥の類であれば、それを濃厚なるまゝにて單用すれば作物に害を與ふるものなる時には之を稀釋して用ゐざるべからず。彼のナフタリン粉末の如きは、其儘にて植物の根に近く散布する時には根が害せらるゝが之れに灰とか煤とか云ふやうのものを適當に混じて散布する時には根の被害を免れ得ると同時に藥劑を經濟的に使用することが出来るのである。又煙草粉末の如き、或は毒劑を粉末状にて用ゐる場合の如きに於いても、之れを適當のものに混合して散布すれば、經濟的に使用し得るのみならず、之等のものを滿遍なく作物に撒布することが出来るのである。

(二)乳化補助作用 石油の如きものは純粹の儘

にて用ゐる時には植物を害すること甚だしい、然れども之を直接に水に稀釋することは出来ない。尤も撒布する瞬間に於いて水を以つて石油を機械的に薄めたる霧状になして用ゐるやうの機械はある。併し乍ら、この方法によりても或る種類の油は、植物に害を與ふる。然るに、油を乳化して用ゐる時には斯くの如き油にても、尙ほ、その植物に對する害を大に輕減することが出来るものである。即ち副成分たるものは乳化作用を起す力あることを大切とするものである。抑も乳化とは如何なる現象であるかと云ふに乳狀溶液(英語に之れを Emulsion と云ふ)を作ること云ふ。然らば乳狀溶液(驅虫劑の場合であれば即ち乳劑)とは如何なるものであるか。

互に相混合せざる液体がありて、その一つが極めて微小なる粒子となりて、他の液の中に分布せられて居り、その粒子がお互に相合一することのない様の状態にある時には茲に乳狀液が出来たと云ふ。例へば油と水を混じて之れを激しく振盪する時には油の小滴が水中に浮游する、けれども、この際には振盪を止めれば油は直に水と分離して、油の粒子は互に合一して、水面に浮び出で、しまふ。然るに、

世人も知るやうに、若しも水中に適當量の石鹼が溶けて存して居る時には振盪すると、茲に乳狀の液が生じ、油の微小なる粒子は、各、相獨立して石鹼液中に浮游し、お互に合一して石鹼液上に分離して出づることがない。斯の如き乳狀態の液は自然界に於いても見らるゝ。例へば牛乳中の脂肪はその例である。

茲に注意すべきは乳化せられたる油は、或は更に精確に言へば乳化せられたる油の微小粒は相互に合一することなく、又、容易に水を以つて稀釋することが出来るけれども、若しも油が水より比重の輕きものであるならば、長く靜置する時には、油は乳化せられたる狀態のままにて、自然と餘剰の液から離れて上層に浮み出づるものである。之牛乳中の脂肪に見る現象であるが、又、石油乳劑などに於いても之は見らるる。然しながら之は石油と石鹼と分離せられたのではないから、少しく之を振れば復た舊の如く均一なる乳狀液となるのである。

乳狀液は如何にして生ずるか、こは六ヶしき問題であるが大略次の様に説明することが出来る。既に述べたるが如く石鹼の如き、或はサポニンの如き

は水中に入りたる石油粒子が互に相合一することを妨げて乳劑を作らせる、即ち所謂乳化補助劑 (Emulsifier) として働きて茲に安定なる石油と水との混合物を造るものである。

何故に石鹼は斯の如き作用があるか、之を説くには表面張力と云ふことを知らなければならぬ、水銀の少量は球狀をなすことは世人の知る處であるが一般に液体はこの性質を以つて居る、これを何故かと云へば、液をなして居る分子の凝集力の結果として液の面は恰も薄き謨護を以つて蔽はれたるが如く成るべく收縮しやうとする有様にある、この液面が收縮しやうとする力は表面張力と云ふものである。石鹼を水にとかすとその溶液は表面張力が減少（水に較べて）するものである、この事は石鹼が乳化を助ける力ある一の原因である。即ち表面張力が弱くなるから、油の小さい粒子を包んだ石鹼液膜が引きちぎらるゝことがなくなる、即ち石油の粒と粒とが相合一することが妨げらるゝ事となる。尙ほ又、石鹼のやうに液の表面張力を降下せしむるやうの物質はその溶液の表面に集まつて來る性質を有するものである、之れ亦石鹼が乳化作用を助ける一つ原因と

なる、何故かと云ふに油粒子と石鹼との境界面に於いて極めて濃い石鹼液の被膜が出来ることゝなるから油と油とが相合一することが妨げらるゝのである以上の二の原因からして長く分離しない所の乳状液が出来るのである。即ち水溶性のものゝ乳化補助能力のある爲めには上記の二性質を有することを必要とすることがわかる。

乳化補助剤には粉末状にして水に不溶解性のものがある、この種類のものにありては、如何なる性質を必要とするかと云へば先づ第一に十分に細微なる状態にあることゝ次には油よりは寧ろ水によりて容易に潤さるゝものであることを必要とする。尙ほ又一般に結晶性のもは乳化を助くる性質に乏しいものである。

乳化作用を助くる條件、石鹼を以つて乳劑を助くるに當りて温度を高める時には乳化が容易に起ることは世人の知つて居る通りである。然れども若し油と石鹼液量（濃度は勿論のこと）とが一定であるならば、乳化の時の温度の差によりて出来上つた乳劑には差がないと云ふ。

或る温度にて乳劑を造るに當つて油と水との容積

が與へられてある場合には、その水の中に含有せらるべき乳化補助劑例へば石鹼の量は或る定まつた範圍内に在らねばならぬ、之亦大切な條件である。ピッカリング氏の研究に従へば、例ば、七五容の油を二五容の水にて乳化しやうとすれば、その水中には〇・七乃至一・八%の石鹼を含有することを要し、若し又、油四〇容を水六〇容にて乳化せんとならば〇・三乃至二五%の石鹼を含有して居りて差支がないと云ふことである。氏の説かるゝ處によれば石鹼液の乳化補助力は或る濃度までは増加するが夫を超越する時は全く無くなつてしまふ。即ち最大限度があるものであると云ふ（注意、右に掲げたる數字は勿論總ての油及石鹼に當て餘まり得るものではない、ヒ氏が用ゐたる特定の油及石鹼に於いてのみ異であるのである）。

擬似乳狀溶液、固態の乳化補助物の中の或る種のもの、例へば生石灰粉末の如きは石油を乳化せしむる力があるが、出来たものは眞の乳劑ではない、夫は顯微鏡下で窺へば直にわかるのであるが、油滴の大きさは可なりに大きい、のみならず、その形も亦不規則でありて、一見、石油が石灰粉末の間にもつ

れて、引懸かつて居るものであることがわかる。従つて斯様の擬似乳劑は水で稀釋しやうとすると、油は多少分離して液面に出で又石灰粉は一部は底に沈澱する。ピツカリング氏は斯様の乳劑を擬似乳劑と名附けて、眞の乳劑と區別して居る。固態(粉末狀)には石灰の外尙はこの種の乳劑を造るものが少くない。しかし不溶解性の粉末と雖も十分に細微なる状態にあれば殆ど眞の乳劑と同様なるものを造り得る。今、次にピツカリング氏の研究せる所に従つて乳劑補助物を分類して示す。

(甲) 良き乳劑を造るもの その中の水に溶解するもの或は膠狀溶液を造るものとしては、軟石鹼、硬石鹼、牛乳、溶かされたる澱粉、卵白、サポニン等 水に不溶解性のものとしては鐵、銅の鹽基性硫酸鹽、新しく沈澱したばかりの砒酸鉛、或る種の粘土等。

(乙) 擬似乳劑を造るもの 石灰、砒酸(無水)、石膏、販賣殺虫用砒酸鉛、或る種の粘土等。

溶かされたる澱粉、卵白、サポニン等は良き乳劑を造るけれども、出來たる乳劑中の油の粒子は石鹼を用ゐたる場合よりは大きい、而して乳劑化せられたる

部分が過剰の液と分離することが早いと云ふ。

乳劑の破壊(或は分離) は如何なる場合に起るかと言ふに乳劑補助劑を分解若しくは沈澱せしむる物質が混入する時には乳劑は壞はるゝ。例へば無機酸は石鹼を犯すものであるが故に少量の酸が存在しても乳劑が壞はるゝ。尙ほ又水分を蒸發によりて或る程度以上に失へば乳劑は壞はるゝ、又 乳劑せられてない油が入り來る時には終に分離が起る。

乳劑の植物保護作用 乳劑をする時は油類を自由に稀釋することを得、従つて植物の被害を少なからしむる作用がある。而して、乳劑は尙ほ他の意味に於いて保護作用がある、例へば揮發油は植物に對する害の大なるものであるが之れを乳劑して用ゐる時には、油滴は石鹼液の薄膜によりて包被せられて居るが故に、油は直接に植物に觸れない、揮發油は揮發しやすすいものであるから、その中に、蒸氣となりて飛散する、従つて植物は油の害を免るゝ事となる。併し乍ら揮發性の弱きもの、例へば重油の如きものになれば乳劑しても、被害が免れ難い、何となれば油の揮發する前に乳劑の有する水分が蒸發してその爲めに乳劑は破壊せられ、油が植物体に殘さる

ゝからである。しかし、勿論この際に於いても多少植物を保護する作用あることは云ふまでもないことである。

(三) 濡力補給作用

副成分の一大効果は主成分に昆虫を濡らす力を與ふる事にある。抑も昆虫の体を覆ふて居るキチン質は夫自身が水によりて濡らされ難きものであるが、其の上に、キチン質は屢々蠟質物で蔽はれて居たり或は油切つて居るものであるが故に薬剤によりて濡らされ難いものである。尙ほ又藥液は昆虫体を濡らし得るのみならず、昆虫体面によく擴がる性質を有して居らなければ充分の効果を發揮することが出來ないのである。例へば茲に水に良く溶解する驅虫剤があるとする。それが撒布せらるゝに當りて良く昆虫体を濡らし更に進みて虫の体面上に擴がりて氣管に迄侵入すると云ふでないならば藥液は十分の働をなすことが出來ない。ニコチンは水溶液にありても勿論効果があるが、之れに適量の石鹼を加ふる時はその殺虫効果は著しく増加せらるゝ。之れ濡らす力及擴がる力が増加せらるゝによる。又樹木の荒き皮の破目、若くはその下等に潛み居る害虫を殺さん

とするが如き場合には藥液は良く擴がりて皮の下にまでも入り行くことが何より大切な事である。即ち良く濡らす力、及よく擴がる力を與ふる事は副成分の大切な役目である。依て予は濡力補給作用なる項の下にこの二つの點につきて説くこととする。

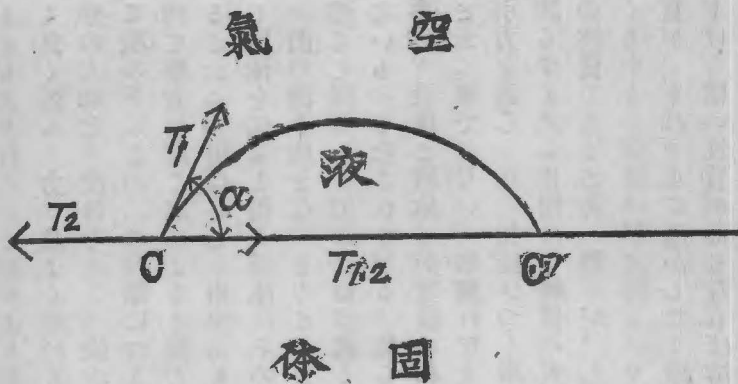
扱て學者の説く處によると濡らすと云ふ作用と擴がると云ふ作用は必しも相伴ふものではない、即ち或る固体を濡らし得る液体はその固体の上に擴がりて一面の薄き膜をなすものとはさまらぬ。しかし乍も濡らし得るものでなければ或る固体の上に擴がり得ないものとなされて居る。然らば濡らすとはどんな事が。液体と固体とが實際に相觸れたのみが濡らすと云ふ事ではない。相觸れた上に兩者が特殊なる牽引力を表して互に相結びつく事を云ふ。斯くの如く濡らすと云ふ作用は、物質の天然に持つて居る一種の性質であると考へ得るが、しかし濡らす作用を助くるやうの條件は舉げ得るのである。即ち、或る物質が、それを水に溶かしたる際に溶液の表面張力を下げる様の性質があるならば溶液に濡らす力を與へるものであるとせられて居る。

又既に述べたるが如く昆虫の体の表面は屢々蠟質

物等に蔽はれ居るものであるが故に、此の物に對して多少なりとも溶かす力を有するのでなければ薬液は昆虫体を濡らすことは出来ぬ、例へば水銀滴を硝子板の上に落せば圓い球となりて轉がり居り、硝子を濡らす事が出来ない。之は硝子面に、ヒツツいて居る空氣が硝子と水銀とが相觸るゝことを妨ぐるからで、即ち、水銀が空氣を溶かし吸收する力がないからである。若しも水銀を戴せた下を火で熱して水銀を沸騰さすれば、同時に空氣が追ひ去らるゝが故に水銀は硝子板を濡らすのである。斯くの如く薬液にも蠟等に對する溶解力を與ふるやうの物質を加へてやる必要がある。

扱て液体と固体とが實際に相觸れて固体が濡らされたとする。次の問題は如何なる條件が成立すればその液体は固体の上に一面に擴がりて薄き膜を造るであらうかと云ふことである。此の時に當りても大切なることは表面張力の關係である、相混合せざる二種の液体の接觸面、液体と空氣との境界面、液体と固体との境界面、及び固体と空氣の境界面に於いて、夫々表面張力が働いて居ることは學者の説く所である。夫で今、或る液の一滴を固体の上に落した

と仮定する、然る時に液は圖に示すが如き形をなしたとする。然る時には液体、空氣、及び固体の三者の接觸点(C)に於



に近き遂には角(α)は0に近づくと、

の接觸点(C)に於いて働く表面張力は、それ／＼矢で示してある如く、液の表面張力は T であり、固体の表面張力は T_2 であり、液と固体との間の張力は T_1 である。この際に若しも T_1 の水平分力(即ち $T_1 \cos \alpha$)が T_2 の和が T_2 よりも小さい時には液は、だん／＼ T_2 の方向に引かれて、即ち液は擴げられて、液の形は漸々と扁平

べた關係は $\frac{F_1}{V} \sqrt{T_1 + T_2}$ であること云うて差支がない。即ち液の表面張力と液と固体との境界面の表面張力との和が固体の表面張力よりも小さいならば液は固体の上に擴がること云ふこととなるのである。さうすれば藥液が昆虫体を良く濡らす爲めには液の表面張力はなるべく小さいこと、藥液と昆虫体との接觸面に於ける表面張力は成るべく小さいこと、この二つの條件が必要となるのである。扱て實驗的に研究して見ると液自身の表面張力の小さいことは勿論大切であるが、更に大切なるものは液と固体との間の表面張力であることが知られる。その實驗成績は委しく次に表で示すが、茲に簡單に一例を示せば、オレイン酸曹達の溶液の濡らす力（擴がる力）は約三%迄は濃度と共に増加するけれども溶液の（靜的の）表面張力は一〇%、一%〇%の液の間に於いては殆ど差を示さざることが知られたのである。

この事實からして或る液が昆虫を濡らして、その上に擴がるか、どうかを知るには單にその表面張力のみを見る事では不充分である。昆虫とその液とが接した時の接觸面に於ける表面張力を知りたいのであるが、實際問題として其は六ヶしい夫れで、昆虫

体に擬して、何か適當のものを標準として用ゐ、それと藥液との間の表面張力を檢することがよろしい以上述べたる處によりて、藥液がよく濡らし、よく擴がる爲めには如何なる性質を有すべきか、即ち副成分は如何なる性質を液に與ふるものでなければならぬかと云ふことがわかつた。尙ほ茲に注意せねばならぬ事は副成分の液に與ふる粘稠性である。液が餘りに粘稠であるならば仮令、濡らしても良く擴がることは望まれないのである。

先きに、液と昆虫と接したる場合の接觸面に於ける表面張力が擴がることに大なる關係があることが實驗的に知られたと云ふこと、しかし、實際は昆虫と藥液と接したる面に於ける表面張力は知ることが出来ないから昆虫体に擬して、或る適當のものを標準として用ゐなければならぬことを説いた。

英國のクーパー、及びナツタル兩氏はこの方法によりてオレイン酸石鹼の濡らす力を測定して表面張力との關係を示して居る、氏等が比較の基礎として用ゐたるは比重の大なる流動パラフィンの類で氏等は此の物質と石鹼液との間に働く張力と濡らす力との間に密接の關係あることを示した、今、その成績

を次に表示する。

オレイン酸曹達の流動パラフィンに對する
濡らす力

石鹼濃度 %	石鹼液の表面張力のバラフィンとの間 (負數)		
	(T ₁) 表面張力	(T ₂) 張力	(T ₁₂) 表面張力
2.0	31.00	31.11	1-2
1.0	29.35	"	5.87
0.5	28.61	"	6.73
0.25	28.28	"	10.46
0.10	28.78	"	16.85
0.05	31.34	"	27.86
0.01	33.75	"	54.14
0.001	55.00	"	61.14
0.0001	70.99	"	65.24

比較の標準に用ゐたるパラフィン油は石鹼液によりて濡らされない、故に、濡らす力と云ふ項に出たる數字は負數である、しかし比較上は負數でも差支がない、負數の絶對値が小さいほど液がバラフィン油を濡らすうとする力の大きいことを示す、即ち表によるに液の濃度が大きくなるほど濡らす力は大き

くなる、然るに一方、液の表面張力は○・○五%以上は殆ど差を示さないのに液と油との間の表面張力は濃度の増加と共に漸々と減少して行くことがわかる。

右の表によれば即ち、このバラフィン油に對する表面張力は大体その液の濡らす力を示す目安となすことが出来るのである。

尙ほ次に參考として二、三の液体の表面張力を示す。

水	七七
アルコール	二〇
エーテル	一七
グリセリン	六六
石油	三〇
水銀	五〇〇

右の表からして、表面張力の大きなものほど固体を濡らす力の弱いことがわかる、水銀よりはアルコール若しくはエーテルが良く物体を濡らすことは吾々の日常經驗して居る處である。

撒布液の有する濡力とその殺虫作用との關係
余は之迄で濡らす力が殺虫作用に大に關係があると

述べた、然らば濡らす力は如何程薬液の效果に影響するものであるかを數量的に知りたいものである、この點に關しては米國のエル、ビー・スミス氏の研究があるから夫を紹介することとする。スミス氏の濡力測定方法はクーパー、ナツタル兩氏の方法によりて、比較的の濡力を測定したのである。氏の實驗はニコチン、サルフェート溶液に石鹼を加へて之れを蚜虫に施した、今、氏の行ひたる種々なる實驗の中石鹼のみを用ひたる場合と、ニコチンサルフェートの一定量に石鹼を色々の割合に加へたる場合との二つの實驗につきて簡單に記すこととする。

第一、石鹼のみを用ひたる場合、五〇ガロン（即ち約一石）の水に對して二ポンドの石鹼を加へたる時の殺虫歩合は三六・三%にして、これより石鹼の量を増加するに従ひて効力は順々に増加し六ポンドを用ひる時には七三・七%に達する、之以上に石鹼を用ふる時には効果は多少増加するが、その増加の速度は非常に小さくなつてしまふ、次に濡らす力はどうかと見るに二ポンドでは三〇七でありて、それより石鹼量と共に増加し、四ポンドでは急激に増加して六四五となり、五ポンドでは一〇六七となる、

以上の石鹼を加へても濡力の増加は甚だ少いのである。

第二、ニコチンサルフェートは液五〇ガロンに對して一〇オンスの割合に加へ、石鹼量を色々にする場合。石鹼一ポンドを加へたる場合には殺虫力は七五%で夫より石鹼の増加と共に殺虫力は漸次に増加し、四ポンドの石鹼では九〇・八%となり、夫以上に石鹼を加ふる時は却つて殺虫力を減少す、一方、濡力を見るに一ポンド石鹼では一〇三でありて、夫より石鹼の増加と共に漸次上り、四ポンドでは急に濡力を増加して、六一五となり、夫より増加の速度は減するが七ポンドでは七五〇となる。

右の二實驗成績を簡單にして左に表示する。

第一類 (石鹼専用)

石鹼の量 (50ガロンに對する)	殺虫歩合%	比較的濡力
2ポンド	36.3%	307
3	46.4	363
4	57.3	645
5	63.0	1067
6	73.7	1080

7	75.2	1106
8	75.1	1112

第二類
(ニコチンサルフト)
エート石鹼専用)

石鹼の量 (50g) ロンに對する)	殺虫歩合%	濡力
1 ポンド	75.0	103
3	80.9	193
4	90.8	615
5	86.8	628
6	85.3	743
7	80.1	750

上記の表を見る時には石鹼の添加がニコチンサルフェートの効果を著しく増加するものであることを知る、而してその効果の増加は或る程度までは石鹼の濃度に比例するもので濡力の増加と相伴うものであることを知る、即ち濡力と殺虫力とは密接なる關係を有することを知るのである。併し乍ら、誰人も知るやうに石鹼は夫れ自身が毒性を有して居るものでありて單に機械的に昆虫の氣門を塞ぐのみでないからして、石鹼の濃度の増加によりて液が殺虫力を増加するのは單に濡力の増加のみに歸することは出

來ない、併し乍、右に示したる成績によれば確かにこの兩者の間に密接なる關係の存する事は認め得らるゝと思ふ。

茲に注意すべきは石鹼を單用した場合に於いて、或る程度以上に石鹼を加へるも濡力は増加しても殺虫力は増加せず、否な寧ろ減少するの傾向を示すことである、それは液の粘稠度が増加して擴がる事が妨げらるゝによる。

尙ほ又ニコチンサルフェートに石鹼を加ふるに當りては四ポンドの石鹼を添加する時に最高殺虫力を示し、其以上石鹼を加ふる時には却つて殺虫力の減少すること、並にニコチンサルフェートを加へたるものは之に相當する石鹼單用のものに比して濡力の弱いこと、この二つの事である。斯くの如き現象の起る理由は或る濃度以上になると石鹼液とニコチンサルフェートとは相互作用して石鹼は分解せられ、又ニコチンサルフトは變化して游離のニコチンとなるからである、一方に於いて石鹼の量が多くなる時は液の粘稠度が増加して、そのため殺虫力に影響することは前の場合に述べた通りである。

以上述べたる處からして、濡力を増加せしむる副

成分の如何に重要なものであるか、わかることと思ふ。

(四) 粘稠度

前章に述べたる處からして、副成分が藥液に與ふる粘稠度が殺虫作用に關係のあることは明である、と思ふから茲に繰返して説明をせぬ、濡らす力の増加、又は附着力の増加の目的を以つて藥劑にゼラチンの如き又は糊の如きを加ふるに當りては粘稠度を餘り増加せしめないやうの程度に於いて用ふべきこと勿論である。

六、溶媒

溶媒は主成分及び副成分に應じて選定せらるべきものにして甚だ多種多様なるべきである。夫等に共通して望まじき性質は

- (イ) 主成分(或は副成分)を良く溶解し得るもの
- (ロ) 成るべくならば水とよく混合するもの
- (ハ) 主成分若しくは副成分と化學的の變化を起さざるもの

(ニ) 安價なるもの

等なり、之等の性質は自明の事柄なるが故に説明を

要せない、但し、勿論一物にしてこの性質を總て併有する物は多くの場合無いのである、故にその場合々々によりて上に列記したる一乃至二の適當なる性質を有する場合には之を溶媒として使用しなければならぬ、例へば除虫菊を使用するに當りて、之れを液狀物として撒布したいと考へる、石鹼液で除虫菊の成分を多少溶解し浸出し得るが夫よりは揮發油は更に良く菊の有効成分を浸出し得るから之を用ひたい、處が揮發油は水には溶けないから使用に不便である、この不便を免るゝ爲めには揮發油で菊の成分を浸出したるものを乳化して使用するを要する、即ち多くの場合一、二の不便の點ありても或る物質を溶媒として採用するを要することがあること、この例の如くである。

最後に溶媒としての水につきて一言する、主成分副成分を解かす材料として水は甚だ重寶なるものである、而して若し經濟が許すならば蒸溜水を用ひれば最も良い、又場合によりて濃厚なる藥液の原液を作成するには蒸溜水を用ひれば良い場合もある。併し斯くの如きは望まれない事であるから、成るべく硬水を避けて軟水を用ふることゝせねばならぬ、蓋

し硬水は屢々副成分或は主成分と化學的變化を起す恐れがあるからである。若しも軟水を用ゐる事が出來ないならば硬度を大体考へに於いて之れに應ずる手段を講ずれば宜ろしい。

英國の或る研究家の説く處によるに、石油乳劑は時どすれば葉を燒く恐れがあるとなされて居るが、それは一部分は用ゐたる石油にも原因して居るが、しかし看過することの出來ない一原因は水の硬度である云ふ。

例ば水が約十二度の硬度を有して居る時には之を用ゐて石油乳劑を造らんとするに當り石鹼を〇・五%以下の量に用ゐてあれば石油を乳化して安全なる乳劑を作ることには出來ない。その理由は石鹼が水中の含有物と作用して變化してしまふからである。

斯くの如き水に對しては豫め少量の石鹼を加へて變化の起る丈けは變化せしめて後使用すればよいのである。石油乳劑を稀釋するに當りても亦この注意を要するのである。又或る種の硬水は之を煮沸することによりて或る程度までその硬度を減することが出來るから煮沸したる水を使用するは安全なる策である。