

化學的に不活性な物質の殺虫効果*

内 田 俊 郎

(京都大學農學部昆蟲學研究室)

I.

硅藻土、陶土、ベントナイト等化學的に不活性な物質の粉末を昆虫体につけると殺虫作用があらわれることが知られている。貯蔵穀物の害虫の駆除には實際的にも利用され、市販品も出ていと言ふ。その殺虫作用の機構についてはまだ十分に明瞭にはされていないが、これらの物質の多くが大變に吸濕性、吸着性に富んでいる事實から考えておそらく昆虫体から水分がうばわれる事によつて体内水分が減少をおこし終に死に至るのではないだろうかとされている。(Chiu, 1939a, b,) (長澤, 1947)。

私はアヅキノウムシ *Callosobruchus chinensis* (L.) の成虫を實驗材料として、これに數種類の不活性物質を用いて、その殺虫効果をしらべた。昆虫体から水分がうばわれることが主要な殺虫作用の機構であるとされてるので、それを吟味する意味で次の二つの實驗を行つた。先づこれら物質の粉末を異つた空氣湿度の中に長期間にわたつてさらしておき、その水分含量を異らしめた。そしてその粉末について虫の生存期間の長短をしらべた、第2としては、一定の水分含量の粉末を虫に作用させた後、その虫を種々な空氣湿度の中に保つて生存期間がどんな影響を受けるかをしらべた。こうする事によつて不活性物質の殺虫機構を幾分でも明かにしようとした。

II.

不活性物質の粉末として實驗に使用したものは硅藻土(岐阜縣郡上郡産)、カオリン、白色陶土、酸性白土、炭素末、石膏、無水硅酸、硼酸の8種類であつた。30°C の恒温器の中で飼つたアヅキノウムの羽化後1日以内の個体を集め、これを實

驗の材料とした。

内容積が約 10 cc. ぐらゐのガラス瓶に約 2 cc. ぐらゐの粉末を入れた。雌雄それぞれ30匹づつゾウムシを集め、これを瓶の中に入れ軽く振つて全部の個体が粉末をかぶるようにした。次に手早く金網のふるいの中に入れて、虫と粉とを軽くふるい分け、虫だけ兩端の開いた小型のガラス管の中に入れた。これを適宜の環境内に保ち、毎日一定時間にこれらの虫の生死の區別をした。

第1の實驗では、使用した粉末は上記の8種類の中の始めの5種類のみであつた。これらをあらかじめ空氣湿度が 0—10%, 70—80% 及び 100% の瓶の中に長期間おいて、その含水量をそれぞれの湿度に對しての飽和量に保たしめた。したがつてこの三つの乾いた粉、中位のもの、濕つた粉はそれぞれ吸水能力が異つたと考えられる。これらの粉末で處理した虫は湿度を 70—80% に保つた容器内において生存日數を調べた。一方第2の實驗では上記8種類の粉を皆用いた。70—80% の空氣湿度で飽和された粉を用いて實驗を行い、處理した虫を 0—10%, 26—35%, 50—60%, 70—80%, 85—95%, 90—100% の湿度に保つた瓶の中においた。湿度の調節にはそれぞれ鹽化カルシウム等の過飽和溶液を用いて行つた、別に粉末で處理しない虫をも同じように種々な關係湿度に保たれた容器中に置いてその生存日數を調べた。どの實驗も3回、又は4回くりかえし行つて誤の入るのをふせいだ。

III.

先づ第1の實驗、即ち含水量の異つた粉末を虫に振りかけた場合の結果を見ることとする。各觀察時の生存虫數、死亡虫數とから、死亡率を算出し、その日の経過にともなう變化をグラフにして見ると大体S字型の曲線となる。このS字型の時間—死亡率曲線を正常曲線の累積曲線であると

考えて、Bliss の説くプロビットによつて平均生存時間を求めた、8回、又は4回のくりかえしの実験のそれぞれについて此の平均生存時間を求め、更にそれらの平均値を求めこれを第1表に示した。

第1表 異つた関係湿度の下に保存した不活性物質をふりかけた場合のアツキノムシの平均生存日数とその平均誤差

不活性物質 \ 関係湿度	90—100	70—80	0—10%
硅 藻 土	4.92±0.10	2.51±0.17	2.13±0.06
炭 素 末	6.05±0.15	2.05±0.13	1.43±0.05
白 色 陶 土	5.50±0.10	3.90±0.14	2.32±0.07
カ オ リ ン	5.51±0.09	5.89±0.16	3.99±0.07
酸 性 白 土	5.69±0.11	4.55±0.40	3.09±0.08

どの物質、どの含水量のものについて見てもその平均生存期間は粉末をふりかけなかつた時の平均生存期間 8.25±0.24 日より短かつた。粉末の乾いているか、湿つていゝるかによつて同一物質でも生存日数はかなり異つた。硅藻土、炭素末、白色陶土ではその相違の程度はやや著しく、カオリン、酸性白土ではその相違は著しくない。物質の違いによる効果の相違を見ると、それは粉末の乾いてるか湿つてゐるかで一様でない。乾いた粉と中位の粉との場合には炭素末の効果が最も著しくカオリンの効果が最もわるい。ただ生存日数は乾いた粉をふりかけた時の方が1日2日ほど短かつた。湿つた粉をふりかけた場合は上の二つの場合と生存日数の順位も變り硅藻土が最も短く、炭素末が最も長くなつてゐる。しかもその生存日数が5種の粉末で余りかわらず、よく似通つた値を示している。これらの湿つた粉末はいづれも水分で飽和されてたと思われるから、どの物質にもほとんど脱水作用はないと見るべく、假にこれら不活性物質の殺虫作用が脱水によるとするならばいづれの物質でも同様な生存日数を示す事はもつともと考えられる。しかし、粉末をまつたくふりかけなかつた時の生存日数8.25日に較べるといづれもその生存日数が短い。これは粉のあらゆる殺虫作用には脱水作用の外にも何か他の作用のあることを意味している。生存日数8.25日を5日ないし6日に縮めたのは脱水にはよらない不活性物質の

もつ作用でなければならない。たとえば、虫の体表に附着した粉末を掃き取るために虫は絶えず運動を行うことが見られるが、そのために体力を消費し生存日数が短くなると言われる。(Germer 1936, 長澤 1947)。また、粉末が消化管に入つてそれらを閉ぢ消化などの作用を阻害するとも言われている (Richardson & Glover, 1936)。これらの説に對して、私は何等の批判をすることは出来ないが、ただここに示した5種類の物質が虫の生存日数に與えた影響がほとんど相等しいと言う事實は注意してもよいと思われる。おそらくそれぞれの物質の粒子の大きさ、形などまちまちであると思われるのに、これらの物質が似た影響を虫に與えたことは、不活性物質の作用機構を解釋する上に重要な手がかりとなると思われる。これらについて多くを言うことは出来ないが、不活性物質の殺虫作用の機構は言われるように虫体からの脱水作用のみでないことは確かであろう。

乾いた粉末及び中位の粉末で處理したものが湿つた粉末で處理した虫よりも生存日数が短くなつてゐる。これはおそらく乾燥粉末の方が虫から水分をとることが著しい爲ではなからうかと思われる。即ち脱水作用によつて生存日数が短くなつたと考えられる。然し、長澤 (1947) の指摘しているように、湿つた粉末よりも乾いたものが体につきやすいと言うことがあれば、乾燥したものの方が体につく量も多く、前述の未知の作用によつて乾燥したものの方がより生存期間が短縮されることが考えられる。こう考えるよりも脱水作用によるとする方が容易い考え方のように思われる。

IV

第2の實驗の結果について述べよう。8種類の物質について、それをふりかけた後を種々な関係湿度の條件下において平均生存日数をしらべた結果が第2表である。どの物質についても、又どの湿度の場合についても、粉末の處理をしたものはしなかつた場合に較べて生存日数は著しく短くなつてゐる。表の中の平均生存日数の後に書いた數字はそれぞれの平均誤差であるが、この値によつて無處理の場合と粉末をつけた場合との生存日数を統計的方法によつて比較して見ると、やはりこの間には明瞭な差を見出し得る。だから、こゝに

第2表：不活性物質をふりかけた後アヅキノムシを種々な関係湿度の下においての平均生存日数とその平均誤差

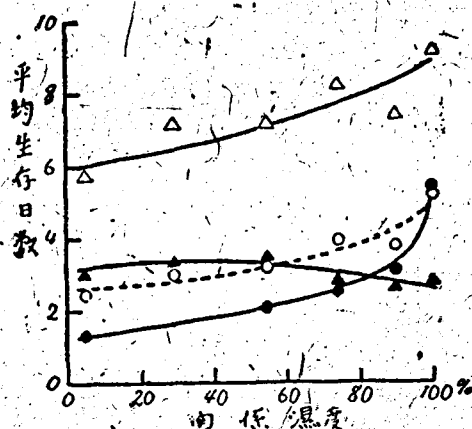
不活性物質	90—100	85—95	70—80	50—60	25—35	0—10
硅藻土	5.45±0.22	3.15±0.13	2.51±0.17	2.16±0.11	—	1.31±0.10
炭素末	4.20±0.18	—	2.05±0.13	1.29±0.06	1.34±0.04	0.68±0.06
無水硅酸	3.05±0.40	0.93±0.11	1.01±0.27	—	0.48±0.10	0
白色陶土	5.17±0.17	3.73±0.11	3.90±0.13	3.14±0.05	2.96±0.03	2.36±0.05
カオリン	7.24±0.20	4.83±0.17	5.89±0.16	4.29±0.12	4.18±0.14	3.49±0.09
酸性白土	6.10±0.17	5.33±0.24	4.55±0.40	5.65±0.12	3.42±0.22	2.98±0.10
燒石膏	3.72±0.29	1.19±0.11	2.24±0.15	1.86±0.09	2.05±0.09	1.54±0.10
硼酸	2.80±0.08	2.65±0.03	2.81±0.09	3.57±0.08	3.40±0.09	3.03±0.06
無處理	9.12±0.27	7.44±0.23	8.25±0.24	7.15±0.22	7.17±0.17	5.67±0.09

用いた8種類の不活性物質のいづれについても、生存日数に及ぼす効果は明瞭に認めることが出来る。

しかしその程度はまちまちであつて、無水硅酸のように著しい影響を示すものもあれば、又カオリンのようにその生存日数が無處理の場合の半分にもならない事もあつた。この影響の順位は處理後の空氣湿度の如何で上下してゐて、たとえば硅藻土のように高湿度で影響が少くて順位の低いものも低湿度では順位が非常に高くなつたりしている。言いかえると、環境の空氣の湿度の變化に伴う生存日数の變化の仕方がふりかけられた物質の種類によつてまちまちであつて一定しない事である。先づ第1に硅藻土、無水硅酸、炭素末をふりかけた場合で、第2表及び第1圖に見られるように湿度の變化に伴う生存日数の變化の傾きが非常に著しい。そして粉をふりかけなかつた場合のそれよりも遙かに大きい湿度の影響を受けている。第2はこれと稍違つていて、石膏、白色陶土、カオリンなどに見られたものである。湿度の變化に應じてそれ程大きな傾きは示さず、無處理の場合とはほぼ相等しい傾を示す場合である。第3に硼酸の場合は、明かに處理後の空氣湿度とは無關係である。かえつて、以上第1第2の場合とは逆に湿度の高い場合にはその低い場合よりも生存日数が短くなつてゐるような傾向さえ見られる。

そのように處理後の湿度の如何に關係して不活性物質の作用を3に別け得ると言うことは重要な事柄と思われるので、以下にこれについて考を進めよう。硼酸は化學的に不活性の物質ではないが

貯藏穀物の害虫驅除にあつて他の不活性物質と同じような方法で害虫驅除剤に用いられた。その意味でここに他のものと共にならべたのである。その作用は第1圖でも明かなように、空氣の湿度とは無關係であり、脱水作用とは全く解することが出来ない。第2に石膏やカオリン等がふりかけられた場合は、生存日数は粉末のふりかけられなかつた場合よりも著しく短くなつてゐるが、湿度の變化に伴う、生存日数の變化がそれ程著しくない。丁度粉末をふりかけなかつた場合のそれと平行的に變化している事が見られる。第1圖に示した白色陶土の場合は一例であるが、無處理の場合



第1圖：粉をふりかけた後の空氣湿度によつて虫の生存日数はいろいろに變わる
—△—：對照、粉をふりかけなかつた時
...○...：白色陶土
—●—：硅藻土
—▲—：硼酸

の曲線の位置を低い所へ移しただけで湿度との関係はほとんど同一と考えられる。この曲線の傾きは不活性物質のためによるのではなく、粉末をふりかけなかつた場合と同じように環境の空気の湿度の影響によるに違いない。関係湿度が100%の時に示された生存日数はおそらく脱水作用によつて影響されてるとは思われなから、粉をかけなかつた時の生存日数9.12日とその違いはまったく脱水作用以外の不活性物質の作用によつていと思わざるを得ない。空気の湿度が低い時の生存日数は、この作用に更に粉末をふりかけなかつた場合に見られる空気湿度の影響がつけ加わつたものと見るべきである。だからこれら4種類の不活性物質の殺虫作用はおそらく虫体よりの脱水がそれ程著しくは働いてはいないで、他の未知の作用が大きく働いていることが推察される。これらに反して、硅藻土、炭素末、無水珪酸の場合はいささか異つてゐる。生存日数は環境の関係湿度の變化につれて著しく變つてゐる。粉末をふりかけなかつた對照の場合よりも湿度に伴う生存日数の變化の傾きは著しく急である。特に100%の飽和湿度中においた場合と70—80%の湿度中においた場合とでその差が著しい。だからこれらの曲線の傾きは環境の湿度の直接的な作用だけでは理解されない。湿度の直接的な作用だけならば前の白色陶土などの場合と同じように曲線の傾きをもつと緩やかでもよい譯である無處理の場合に見られないこの急な傾きは環境の関係湿度の相違によつて引きおこされる虫体よりの水分の蒸散以外にそれらの粉末に脱水作用が顯著にあるということ、したがつて生存日数が短くなつたのはこの脱水作用によつて虫体から水分がうばわれた結果であらうと思われる。

以上によつて、第1、第2群の粉末では脱水作用は問題とならず、第3群の不活性物質の場合のみその殺虫機構として脱水の問題が残ることが明かとなつた。

硅藻土、陶土などのいわゆる不活性物質の殺虫作用はそれらの物質が昆虫体より水分をうばうことによるとされているが、單純にこの作用のみによらぬことが明かとなつた。不活性物質の種類に

よつてそれぞれ違つてゐるのではないかと思われる。陶土、酸性白土などでは消化障害とか粉末の清掃による体力の消費とか言うようなまだ充分に吟味しつくされていない因子が殺虫作用の主要な役割を演じ、脱水作用は余り意味がないように解釋される。硅藻土、無水珪酸などでは以上の因子の働きに更に体水分がこれらによつてうばわれることがつけ加わつてゐるよう思われる。

稿を終るにあつて、いろいろ御教を受けた春川忠吉先生に、また實驗の遂行に努力下さつた野村清子嬢に厚く御禮申上げる。

引用文獻

- Chiu, S. F. (1939 a) J. Econ. Ent., 32 : 240—248.
 (1939 b) J. Econ. Ent., 32 : 810—821.
 Germer, B. (1936) Z. Ang. Ent., 22 : 603—630.
 長澤純夫 (1947) 防虫科學, 7. 8. 9 ; 38—44.
 Richardson, C. H. & Glover, L. H. (1932) J. Econ. Ent., 25 : 1176—1181.