

거세미나방 幼虫의 齡期에 따른 몇가지 土壤殺虫劑의 毒性的 差異에 關한 研究

安龍瀾 · 金鏡泰 · 金鴻鎮 · 崔承允

The Toxicities of Some Soil Insecticides to the Various Larval Instars
of the Common Cutworm (*Agrotis fucosa* Butler) in the Laboratory

Ahn, Y.J., Y.T. Kim, H.J. Kim, S.Y. Choi.

Abstract

The toxicities of some soil insecticides were evaluated in terms of the tolerance to various larval instars of the common cutworm (*Agrotis fucosa* Butler) using topical application method in the laboratory.

LD₅₀ values(ug/larva) were determined by the probit analysis and the tolerance-values were obtained with "LD₅₀ values for from 2nd-to 6th-instars/LD₅₀ values for first-instars." The relative toxicities of the insecticides were also compared with the LD₅₀ values for the instars.

The degree of tolerance was greatly increased as the larval instar advanced; the ranges of tolerance between the first-and 6th-instar larvae to the insecticides phoxim (Volaton), diazinon, chlorpyrifos (Dursban), carbofuran (Curaterr) and Mocap were 251.6, 126.6, 97.5, 44.3, and 18.7 times, respectively. The average relative toxicities of the insecticides for the instars indicated that the toxicity of phoxim was the greatest and following carbofuran, chlorpyrifos, Mocap and diazinon.

緒 言

土壤殺虫劑의 殺虫力 發現에 關與하는 要因으로서는 殺虫劑의 種類^{5,6,16}, 製劑型, 土壤의 類型^{12, 2,4,7,10,12} 土壤의 溫濕度^{11,18}, 殺虫劑의 使用方法¹², 害虫의 種類¹², 虫態와 日齡^{8,11,15}, 幼虫의 齡期^{5,11,12,15} 등을 들 수 있다.

一般적으로 이들 要因中 殺虫劑의 種類, 土壤條件 害虫의 種類等에 關해서는 研究報告된바 많으나 對象 害虫의 發育段階, 即 虫態別 日齡 또는 齡期에 따른 殺虫力의 差異에 關해서는 別로 報告된 것이 많지 않

으며 害虫防除에 있어서도 別로 重要視하지 않고있다.

土壤殺虫劑의 殺虫力 發現에 關與하는 要因에 關해서는 Lilly¹⁴와 Harris⁹에 의하여 綜合的으로 檢討하여 報告된바 있으나 우리나라에서 問題視되고 있는 거세미나방에 關해서는 研究報告된바 없는 것으로 알고 있다.

昆蟲은 다른 動物과는 달리 卵에서 成虫에 이르기까지 여러 虫態와 發育段階를 거치기 때문에 이들에 대한 殺虫力의 差異를 究明해 두는 일은 害虫防除에 있어서 重要한 資料로 活用될 것으로 본다. 特히 幼虫 脫皮함에 따라 昆蟲體의 크기가 달라질 뿐만 아니라 行動習性, 形態 또는 生理的인 變化가 생기게 됨으

* 高麗人蔘研究所 : Korean Ginseng Research Institute, Seoul, Korea

**서울大學校農科大學 : College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea

殺虫劑에 對한 反應의 差異가 顯著히 다른 것으로 思料된다.

藥劑에 對한 昆蟲의 虫態 또는 齡期別 毒性和 耐性의 增大에 關한 研究는 Gambrell et al⁵⁾, Harris⁸⁾, Harris와 Svec¹¹⁻¹²⁾ McDonald와 Jacobson¹⁵⁾들에 依하여 研究報告된 것이 있는데 이들의 研究結果를 綜合的으로 檢討해 보면 害蟲의 種類와 虫態에 따라 殺虫劑에 對한 耐性의 差이가 顯著히 增大함을 알 수 있다. 特히 Harris와 Svec¹¹⁻¹²⁾는 검거새미나방(*Rhyacia ypsilon* Ret.)과 dark-sided cutworm (*Euxoa messoria* Harr.)의 幼蟲이 있어서 齡期가 進行됨에 따라 DDT, Aldrin, Dursban, Galecron과 같은 殺虫劑에 對하여 耐性이 顯著히 增加함을 報告하였다. 또한 Harris⁸⁾는 dark-sided cutworm을 供試하여 DDT, Dursban, Galecron을 處理하였을 때, DDT는 幼蟲 1, 2, 3齡虫에 對하여는 殺虫效果가 좋았으나 4, 5, 6, 7齡虫, 卵蛹, 成蟲에 對하여는 殺虫效果가 극히 낮았으며 Dursban은 成蟲에 對하여, Galecron은 卵에 殺虫效果가 좋았음을 報告하였다.

以上에서 살펴본 바와 같이 殺虫劑에 對한 害蟲의 耐性은 殺虫劑의 種類, 害蟲의 種類, 虫態, 齡期에 따라 顯著히 다르게 나타나므로 이들에 關한 研究는 害蟲防除에 있어서 重要한 基礎資料가 될 것으로 본다.

이와서 著者들은 우리나라에서 使用하고 있는 土壤殺虫劑를 供試하여 問題視되고 있는 害蟲의 하나인 검거새미나방 幼蟲의 齡期에 따르는 殺虫劑의 毒性和 耐性을 檢討하여 이에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

供試虫 검거새미나방(*Agrotis fucosa*)幼蟲은 1979年 4~5月 忠北 竹坪地方 담배, 고추밭에서 採集하여 프라스틱容器(15×11×6cm)에 autoclave에서 殺菌한 흙을 2.5cm두께로 넣은 다음 容器에 감자切片을 넣고 여기에 齡期別 幼蟲을 4마리씩 收容하였으며 이들은 28~31°C 條件下에서 飼育하면서 供試虫을 얻어 使用하였다. 本 試驗에 供試된 幼蟲은 1齡에서 6齡虫이었다.

供試 殺虫劑는 모두 Technical grade로서 phoxim 外 4種이며 그들의 一般名, 商品名, 純度 및 化學名은 아래 表에 나타난 바와 같다. 殺虫劑는 試藥用 Acetone으로 稀釋(重量比), 1% stock solution을 만든 다음 다시 所定濃度로 稀釋(容積比)하여 使用하였다.

藥劑處理는 Buckard microapplicator를 使用하여 幼蟲의 中胸 背板에 局部處理하였으며 處理 幼蟲은 감자 切片이 들어있는 Petri dish(직경 9cm)에 넣고 24

The insecticides tested

Common name	Trade name	Chemical
Phoxim	Volaton	(Diethoxy-thiophosphoryl-oxyimino) phenylacetoneitrile
Chlorpyrifos	Dursban	0,0-Diethyl-0-(3,5,6-trichloro-2pyridyl) phosphorothiate
Carbofuran	Curaterr	2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methyl carbamate
Mocap	MOCAP	0-ethyl-S, S-dipropyl phosphorodithioate
Diazinon	Diazinon	0,0-Diethyl-0-(2-isopropyl 4-methyl-6-pyrimidiny1) phosphorothioate

時間後 死亡率을 調査하였다. 無處理 對照區는 Acetone만을 處理하였다. 濃度의 等級은 4~7도 하였으며 各 濃度에 供試된 虫數는 20마리였다. Finney의 Probit 計算法⁹⁾에 準하여 LD₅₀值을 求하여 齡期에 따른 毒性和 耐性을 比較 檢討하였다.

結果 및 考察

몇가지 土壤殺虫劑를 검거새미나방 1~6齡虫의 幼蟲 胸背板에 局部處理하여 얻어진 回歸方程式(藥量-殺虫率 Probit), LD₅₀值, 耐性比(Relative tolerance, 2~6齡虫의 LD₅₀/1齡虫의 LD₅₀)는 Table 1에 表示한 바와 같다.

表에서 보는 바와 같이, 1~6齡虫에 對한 phoxim diazinon, chlorpyrifos, carbofuran 및 Mocap의 LD₅₀ 值의 範圍는 各各 0.0040~1.0064μg, 0.0362~4.5824 μg, 0.0172~1.6768μg, 0.0443~1.9647μg, 0.1069~2.0000μg/虫으로서 幼蟲의 齡期가 進行됨에 따라 LD₅₀ 值가 크게 높아졌고 또한 이들 LD₅₀值는 殺虫劑의 種類에 따라 顯著한 差異를 나타내었다. 이들을 1齡虫에 對한 2~6齡虫의 耐性比를 보면 phoxim은 11.1~251.6 倍, diazinon은 1.2~126.6 倍 chlorpyrifos는 4.3~97.5 倍, carbofuran은 1.6~44.3 倍, Mocap은 11.5~18.7 倍이었다. 1~2齡虫의 LD₅₀值는 比較的 낮으나 3齡虫부터 LD₅₀值가 急激히 增加하는 傾向을 보이고 있으나 Mocap의 경우는 齡虫에 따른 耐性의 幅이 다른 藥劑에 比하여 극히 좁았다.

Table 1. LD₅₀ values and relative tolerance of some soil insecticides to various larval-instars of the common cutworm, *Agrotis fucosa* Butler

Insecticide	Larval instar	Regression equation	X ² -test	d.f.	LD ₅₀ (ug/larva)	Relative* tolerance
Phoxim	1	Y = 9.3391 + 1.8124X	2.2974	5	0.0040	1.0
	2	Y = 8.0862 + 1.8159X	5.0104	4	0.0443	11.1
	3	Y = 6.6060 + 1.7723X	0.4405	4	0.1242	31.0
	4	Y = 5.4717 + 1.3817X	0.8057	3	0.4556	113.9
	5	Y = 5.1279 + 1.6077X	0.4523	3	0.8326	208.2
	6	Y = 4.9964 + 1.2828X	0.4313	4	1.0064	251.6
Av. 0.4112						
Diazinon	1	Y = 7.7341 + 1.897X	30.5787	3	0.0362	1.0
	2	Y = 6.9561 + 1.4483X	5.2141	3	0.0446	1.2
	3	Y = 4.9073 + 1.4100X	0.5092	3	1.1635	32.1
	4	Y = 4.3547 + 2.7136X	2.5957	3	1.7291	47.8
	5	Y = 4.3123 + 1.7308X	0.0005	2	2.4964	69.0
	6	Y = 4.0759 + 1.3978X	0.1537	3	4.5824	126.6
Av. 1.6754						
Chlorpyrifos	1	Y = 8.2363 + 1.8332X	3.4063	4	0.0172	1.0
	2	Y = 8.0422 + 2.6781X	1.9016	3	0.0731	4.3
	3	Y = 5.1773 + 1.8951X	2.6636	3	0.8062	46.9
	4	Y = 4.9176 + 2.0433X	0.1808	3	1.0608	61.7
	5	Y = 4.2954 + 3.2814X	5.5061	3	1.6396	95.3
	6	Y = 4.5594 + 1.9628X	0.6180	3	1.6768	97.5
Av. 0.8790						
Carbofuran	1	Y = 7.5920 + 1.9154X	2.7844	3	0.0443	1.0
	2	Y = 5.6795 + 0.5925X	7.8005	3	0.0713	1.6
	3	Y = 5.7016 + 1.4616X	0.9040	3	0.4247	9.6
	4	Y = 5.2515 + 1.600X	0.4502	3	0.6963	15.7
	5	Y = 4.9723 + 1.4616X	0.3155	3	1.0446	23.6
	6	Y = 4.5123 + 1.6628X	0.6673	3	1.9647	44.3
Av. 0.7077						
Mocap	1	Y = 6.2734 + 1.3113X	21.5788	3	0.1069	1.0
	2	Y = 4.8250 + 1.9591X	1.1286	3	1.2283	11.5
	3	Y = 4.5674 + 4.6148X	4.7794	3	1.2380	11.6
	4	Y = 4.8166 + 1.8655X	0.9645	3	1.2540	11.7
	5	Y = 4.6463 + 1.4040X	2.2930	3	1.7860	16.7
	6	Y = 4.7399 + 0.8641X	2.0377	2	2.0000	18.7
Av. 1.2689						

*LD₅₀ values for from 2nd-to 6th-instars/LD₅₀ values for first-instars

phoxim에 있어서齡虫에 따르는耐性比의幅이 가장 넓었는데 그理由의 하나는1齡虫에 對한 LD₅₀值가 다른殺虫劑에 比하여 顯著히 낮았기 때문인 것으로 料된다. 全齡虫에 對한 平均 LD₅₀值를 보면 phoxim은 0.4112 μ g으로서 가장 毒性이 높았고 다음은 carbofuran (0.7077 μ g), chlorpyrifos(0.8790 μ g), Mocap(1.2689 μ g), diazinon(1.6754 μ g)類이었다.

Table 2. Relative toxicities of the insecticides compared with diazinon on the basis of LD₅₀ values for various larval-instars of the common cutworm

Insecticides	Relative toxicity for the instars						
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	Average
Phoxim	9.1	1.0	9.4	3.8	3.0	4.6	5.2
Carbofuran	0.8	0.6	2.7	2.5	2.4	2.3	1.9
Chlorpyrifos	2.1	0.6	1.4	1.6	1.5	2.7	1.7
Mocap	0.3	0.04	0.9	1.4	1.4	2.3	1.1
Diazinon	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Table 2는 diazinon을 基準藥劑로 보았을 때 各齡虫別 毒性比(Relative toxicity)를 表示한 것인데 1齡虫에서 phoxim(9.1倍)과 chlorpyrifos(2.1倍)는 diazinon에 比하여 毒性이 높았으나 carbofuran과 Mocap은 낮았다. 2齡虫에서는 phoxim과 diazinon의 毒性이 同等하였고 그밖에 藥劑들은 毒性比가 낮았다. 3齡虫에서는 Mocap만이 毒性比가 낮았고 다른 藥劑는 diazinon에 比하여 毒性이 높았다. 그러나 4, 5, 6齡虫에서는 diazinon에 比하여 1.4~4.6倍의 높은 毒性을 보였다. 全齡虫에 對한 平均 毒性比(diazinon 對比)를 보면 phoxim은 5.2倍, carbofuran은 1.9倍, chlorpyrifos는 1.7倍, Mocap은 1.1倍이었다.

以上에서 살펴 본 바와 같이 供試藥劑에 對한 거세미나방幼虫의 耐性은 齡期가 進行됨에 따라 顯著히 增加하는데, 그 增加 程度는 藥劑의 種類에 따라서 顯著한 差異가 있음을 認볼 수 있다. 이와 같은 傾向은 몇몇 研究報告와 一致하고 있다. 即, Harris와 Sec^{11,12)}은 검거세미나방(*Rhyacia ypsilon*)과 dark-sided cutworm(*Euxoa messoria*)을 虫態別 또는 幼虫의 齡期別로 DDT, Aldrin, Dursban(Chlorpyrifos), Galecron을 處理하였을 때 耐性을 檢討한 바 虫態에 따라 耐性의 差異가 甚하였고, 幼虫의 齡期가 進行됨에 따라 耐性이 顯著히 增加함을 報告하였고 Gambrel 등⁵⁾은 DDT外 5種의 殺虫劑에 對한 European chafer(*Amp-himallon majalis*)의 齡期別 耐性을 檢定하여 1齡虫에 對해서는 낮은 濃度에서 殺虫效果가 높았으나 2齡以後부터는 耐性이 크게 增大하였음을 報告한바 있다.

그리고 McDonald와 Jacobson¹⁵⁾도 有機鹽素劑에 對한 army cutworm(*Chlorizagrotis auxilaris*)의 耐性은 齡期 또는 虫態에 따라 顯著한 差異가 있음을 報告하였다.

幼虫의 齡期가 進行됨에 따라 殺虫劑에 對한 耐性의 增大 原因은 우선 齡期가 進行됨에 따라 昆虫體의 크기가 增大하고 한편 Cuticle層이 두터워짐에 따라 殺虫劑의 透過가 容易치 않을 것으로 보며, 한편 齡期가 進行됨에 따라 昆虫 自體의 生理學的 또는 生化學的인 變化가 殺虫劑에 對한 耐性을 增大시킬 可能性도 있을 것으로 본다.

거세미나방 幼虫은 加害寄主植物의 範圍가 넓을 뿐만 아니라 2齡期末부터는 潜伏性으로 되기 때문에 防除가 어려운 害虫의 하나이다¹⁷⁾. 本 試驗結果에서 본 바와 같이 3齡虫부터는 藥劑에 對한 耐性이 크게 增大하여 殺虫劑에 依한 防除效果가 크게 低下될 可能性이 甚다.

以上에서 考察한 바와 같이 虫態 또는 幼虫의 齡期에 따라 殺虫效果에 큰 差異가 나타남으로 實際 圃場에 있어서 이들을 考慮하는 일은 大端히 重要하다고 본다. 實際 圃場에 있어서 거세미나방은 防除를 要하는 時期에 同一 虫態 또는 同一 齡虫이 있는 것이 아니고 여러 虫態나 여러 齡虫이 重複되어 나타남으로 有效한 殺虫劑 選拔에 있어서도 이들을 고려하여 處理하여야만 보다 合理的인 防除效果를 거둘 수 있다고 본다. 勿論, 本 試驗은 室內試驗에 不過하므로 本 試驗에 供試된 殺虫劑가 土壤殺虫劑로서의 優劣을 檢定하기는 어렵다고 본다. 왜냐하면 本 試驗에서 다루어진 要因外에도 土壤殺虫劑의 殺虫力發現에는 土壤의 類型, 土壤溫度·濕度 그밖에 各種 環境條件등 여러가지 要因이 複合的으로 作用하여 殺虫力에 影響을 미치기 때문에 앞으로 이들 要因들에 關한 試驗이 이루어져야 殺虫劑에 依한 거세미나방의 防除가 보다 效果的으로 이루어질 것으로 料된다.

摘 要

野外에서 採集한 거세미나방(*Agrotis fucosa* Butler) 1~6齡虫 幼虫에 對한 5個 土壤殺虫劑를 局所處理하여 LD₅₀值를 求하여 齡虫別 毒性과 耐性을 比較 檢討하였다.

(1) 幼虫의 齡期가 進行됨에 따라 LD₅₀值가 顯著히 增加하였으며 그 差異는 藥劑의 種類에 따라 差異가 顯著하였는데 그 毒性은 phoxim (Volaton[®])이 가장 높았고 다음이 carbofuran(Curaterr[®]), chlorpyrifos (Dursban[®]), Mocap, diazinon의 順位였다. 그리고 1

~2齡虫까지의 LD₅₀値는 比較的 낮았으나 3齡虫부터 LD₅₀値는 急激히 增加하였다.

(2) 齡虫別 耐性比(2~6齡虫의 LD₅₀/1齡虫의 LD₅₀)에 있어서 phoxim은 11.1~251.6倍, diazinon은 1.2~126.6倍, chlorpyrifos는 4.3~97.5倍, carbofuran은 1.6~44.3倍, Mocap은 11.5~18.7倍로서 齡期가 進行됨에 따라 藥劑에 對한 耐性이 크게 增加하였으며 그 程度는 藥劑의 種類에 따라 差異가 있었다.

(3) diazinon에 對比한 phoxim, carbofuran, chlorpyrifos, Mocap의 齡虫別 毒性比는 3齡虫까지는 낮거나 높아 一貫性이 없었으나 4齡에서 6齡까지는 對照藥劑 diazinon에 比하여 모두 높은 毒性比를 나타내었다 1齡虫에서 6齡虫까지의 平均 毒性比(各 齡虫別 LD₅₀値 基準)는 diazinon에 對하여 phoxim은 5.2倍 carbofuran은 1.9倍 chlorpyrifos는 1.7倍, Mocap은 1.1倍 이었다.

引用 文 獻

1. Burkhardt, C.C., and M. S. Fairchild. 1967. Toxicity of insecticides to house crickets and bioassay of treated soil in the laboratory. J. Econ. Entomol. 60 : 1496-1503.
2. Downs, W. C., Bordas, E., and L. Navarro. 1951. Duration of action of residual DDT deposits on adobe surface. Science 114 : 259.
3. Finney, D.J. 1952. Probit analysis. Cambridge Univ. Press. 2nd ed. p.318.
4. Fleming, W.E. 1948. Chlordane for control of Japanese beetle larvae. J. Econ. Entomol. 41 : 905-912.
5. Gambrell, F.L., Tashiro, H., and G.L. Mack. 1968. Residual activity of chlorinated hydrocarbon insecticides in permanent turf for European chafer control. J. Econ. Entomol. 61 : 1508-1511.
6. Getzin, L.W., and C.H. Shanks. 1970. Persistence, degradation, and bioactivity of phorate and its oxidative analogues in soil. J. Econ. Entomol. 63 : 52-58.
7. Harris, C.R. 1966. Influence of soil type on the activity of insecticides in soil. J. Econ. Entomol. 59 : 1221-1225.
8. _____, and F. Gore. 1971. Toxicological studies on cutworms. Toxicity of 3 insecticides to the various stages in the development of the dark-sided cutworm. J. Econ. Entomol. 64 : 1044-1050.
9. _____, 1972. Factors influencing the effectiveness of soil insecticides. Ann. Rev. Entomol. 17 : 177-198.
10. Harros, C.R., and E.P. Lichtenstein. 1961. Factors affecting the volatilization of insecticidal residues from soils. J. Econ. Entomol. 54 : 1038-1045.
11. Harris, C.R. and H.J. Svec. 1968. Toxicological studies on cutworms. I. Laboratory studies on the toxicity of insecticides to the dark-sided cutworm. J. Econ. Entomol. 61 : 788-973.
12. _____, 1968. Toxicological studies on cutworms. 111. Laboratory investigations on the toxicity of insecticides to the black cutworm, with special reference to the influence of soil type, soil moisture, method of application, and formulation on insecticide activity. J. Econ. Entomol. 61 : 965-969.
13. Jones, E.W. 1933. The influence of temperature on the toxicity of carbon disulphide to wireworms. J. Econ. Entomol. 26 : 887-895.
14. Lilly, J.H. 1956. Soil insects and their control. Ann. Rev. Entomol. 1 : 203-222.
15. McDonald, S. and L.A. Jacobson. 1958. The toxicities of some chlorinated hydrocarbons to various larval instars of the army cutworm in the laboratory. J. Econ. Entomol. 51 : 726-729.
16. Mulla, M.S. 1964. Effectiveness and residual activity of new compounds in soil against the eye gnat, *Hippelates collusr.* J. Econ. Entomol. 57 : 873-878.
17. 尾崎幸三郎. 1976. ガブラヤガの生態と防除 植物防疫 30 : 230-236.
18. Wade, P. 1954. Soil fumigation. I. The sorption of ethylene dibromide by soils. J. Sci. Food Agr. 5 : 184-191.