殺線虫剤処理土壌の侵入害虫ならびに線虫に対する抵抗性

石橋 信義 (佐賀大学農学部)

Resistance of 1,3-D treated soil toward the invading common cutworms and root-knot nematodes. Nobuyoshi ISHIBASHI (Faculty of Agriculture, Saga University, Saga 840)

The effects of repeated application of soil fumigant (1,3-D) were investigated on soil nemic fauna and on the residual after-effects on invading pests. In the treated soil, kidney bean plants were voraciously attacked by the common cutworm (*Agrotis segetum*) causing 81.7 % killing of the plants despite the application of DEP and diazinon granules soon after the damage appeared. However, two applications of entomogenous nematode, *Heterorhabditis bacteriophora*, with 3,600/plant in the non-fumigated soil reduced the extent of plant killing to 17.7 %. Predacious mononchids disappeared from the treated soil. Inoculation tests of *M. incognita* showed that the infectivity and reproduction of the nematodes were more suppressed in soil treated by the fumigant 40 days before. However, in the soil treated 140 days before, inoculated nematodes rapidly multiplied and caused more damage to the test plants than did those in the non-treated soil.

土壌病害虫による農作物の被害は、土壌施用薬剤の普及とはむしろ逆に年々増加していく感がある。その原因としては、薬剤施用による土壌の生物的緩衝能の低下が指摘されよう。薬剤のなかでも燻蒸剤は、土壌生物を殆んど死滅させるほどに影響が大きく、その運用は、土壌生物相を極度に貧困化させる。その結果、生物相互間の干渉作用が低下し、従来は農業上殆んど問題にならなかった生物が異常に増殖し、農作物にまで寄生または食害して、被害をもたらすようになる^{3,4)}。病理学的面からこれらは不定性病原菌として取り扱われているものも多い。また、外部から侵入する病害虫も、その環境内でけん制するものがないため、容易に増殖し、被害は増大する。結局、農薬を継続的に使用しなければならなくなってくる。いいかえると、土壌病害虫の潜在的発生力は、農薬の使用と比例して大きくなってきたのである。しかしながらこのような現象は、あまりに常識的になっているためか、従来の調査は殆んど定性的で、定量的に解析した例は少ない。本研究は、薬剤処理土壌の生物的緩衝能をネコブセンチュウを中心に土壌線虫相と飛来害虫としてカブラヤガについて検討する。本文に先立ち、種々助言を賜った近藤栄造氏ならびには場管理に尽力した白石隆氏（現在大分県農業改良普及所）に深謝する。

試 験 方 法

収益性の高い特産地帯では、年2回の燻蒸剤施用が広

く行われているので、本試験も薬剤施用区では年2回（春先と秋）殺線虫剤を施用した。殺線虫剤施用区を化学的防除区とし、除草剤、殺菌、殺虫剤すべてを予防的に施用し、病害虫・雑草の発生がないように努めた。耕種防除区は、市販の土壌改良剤としての放線菌やトリコデルマ孢子とともに堆肥を多量に施用し、殺菌剤・殺虫剤は問題がない限り施用しなかった。生物的防除区は、市販の土壌改良剤とともに昆虫寄生性線虫 *Neoaplectana carpocapsae* (DD-136) または *Heterorhabditis bacteriophora* の感染態幼虫を株元に2回（4,000頭/株/回）施用し、殺虫剤は使用しなかった。耕種概要を Table 1 に示した。試験ほ場は1区1アールとして、佐賀大学構内に設けた。作付体系は3系列を配備したが、本論文では、オクラ・インゲン・ナス・ホウレンソウの区についてのみ検討する。

1. ほ場試験

線虫相の調査は、毎月中旬に各試験区の土壌を6点採集し、ベールマン法で分離した後、目別と食性別に分類した。植物寄生性は属名までとした。

2. ポット試験

侵入した有害線虫の増殖と加害性をみるため、化学的防除区（テロンⅡ処理後40日と140日）と耕種防除区の土壌を径15cmの鉢に採集し、サツマイモネコブセンチュウ幼虫を接種し、各接種区とも5反復としてトマトまたはオクラを栽培した。耕種防除区には蒸気滅菌処理

Table 1. Experimental design for the control of soil pests

Plot ^a	Pesticide	Fertilizer	Soil amendment	Entomogenous nematodes
Chemical control	Nematicide Telone II (1,3-D 92%) 15ℓ/10a Jan. 20 and Sept. 20	VS manure (on market) 1 t/10 a Chemical fertilizer N. P. K. (8.8.8) 200kg/10a	nil	nil
	Herbicide Trefanocide (trifluralin 2.5 %) 4 kg/10a			
	Insecticide Diazinon (G) 3 % 6 kg/10a DEP (G), DDVP			
	Fungicide benomyl, poly-oxin			
	(Hand-weeding)	VS manure (on market) 1 t/10a	VS 34 (<i>Actinomyces</i> . vermiculite) 100kg/10a	nil
	Insecticide DDVP	Chemical fertilizer N. P. K. (8.8.8) 100kg/10a	VS <i>Trichoderma</i> . vermiculite 100kg/10a	
Ecological control	Fungicide benomyl, poly-oxin	Barnyard manure 7 t/10a	Photosynthetic bacteria (<i>Rhodopseudomonas sphaeroides</i> . vermiculite) 50kg/10a	
	(Hand-weeding)	VS manure (on market) 1 t/10 a	VS 34 (<i>Actinomyces</i> . vermiculite) 150kg/10a	<i>Neoplectana</i> ^b <i>carpocapsae</i> (DD-136) L _{III} 4000/plant
Biological control	Fungicide benomyl	Chemical fertilizer N. P. K. (8.8.8) 100kg/10a	VS <i>Trichoderma</i> vermiculite 100kg/10a	
		Barnyard manure 5 t/10a	Photosynthetic bacteria 50kg/10a	<i>Heterorhabditis</i> ^c <i>bacteriophora</i> 3600/plant

Insecticides, fungicides and fertilizers were applied to a single cropping. Entomogenous nematodes were applied to the soil surface adjacent to the plant stem.

a: 1 a/plot, 3 replicates.

b: 2 times for soybean.

c: 2 times for kidney bean.

も加えた。

結 果

1. カブラヤガによる被害

5月1日に播種したインゲンは5月15日頃から全区において、カブラヤガの被害がみられるようになった。5月20日に化学的防除区と耕種防除区にはダイアジノンとネキリトンを株元の土壌に混和した。生物的防除区にはハスモンヨトウで飼育した昆虫寄生線虫 *Heterorhabditis bacteriophora* の感染態幼虫を5月26日、6月5日の2回、1株当たり約3,600頭をインゲン地際の土壌に散布した。結果は Table 2 に示すように、インゲンの

枯死株率は化学的防除区で81.7%, 耕種防除区で32.6%, 生物的防除区では17.7%であった。収量は生物的防除区が最も高かった。

2. 土壌線虫相

化学的防除区の線虫相は、調査全期間にわたって、種類数・総個体数とも少なく、耕種防除区よりも明らかに単純であった。食性別にみると、化学的防除区は *Rhabditida* 目の食細菌性が主体で、捕食性線虫 (*Mononchida* 目) は検出されなかった。6~7月にかけてテロンII処理区で少数の植物寄生性が検出されたが、ラセンセンチュウのみで、ネコブセンチュウは検出されなかった (Fig. 1)。

Table 2. Damage of kidney bean by common cutworm, *Agrotis segetum*, in the three experimental plots

Plot	% Killed plants	No. of healthy plants	Yields (g) of edible pods	Situations of fields
Biological control	17.7	144	3,922	Two times application of <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (L _{III} 3,600/plant) around the base of plants.
Ecological control	32.6	118	3,651	Excess application of barnyard manure as basal dressing. DEP and diaznon granules were applied around the base of plants.
Chemical control	81.7	32	775	Telone II (1, 3-D) was applied 140 days before sowing. DEP and diaznon granules were mingled with the soil around the base of plants soon after the damage by worms appeared.

Fig. 1. Seasonal change of nemic fauna in chemical and ecological control plots.

■ predacious; □ bacteriophagous;
 □ fungivorous; ▨ plant parasitic;
 ▩ omnivorous;

耕種的防除区と生物的防除区では、ネコブセンチュウが最も多く検出された。また食細菌性ばかりでなく、雑食性線虫 (Dorylaimida 目, Chromadorida 目, Monhysterida 目) も多数検出されたほか、捕食性線虫 (Mononchida 目) も常時検出された。ネコブセンチュウの土壌中幼虫密度は、6, 9, 11月に高かった (Fig. 2)。

テロン II 処理によるネコブセンチュウの防除効果はきわめて高く、オクラ・インゲン・ホウレンソウ・ナス等いずれの作物にもゴールは認められなかった (Fig. 3)。

3. ポット試験：接種した線虫の加害力

処理40日後の土壌で、ゴール着生数が最も多かったのは蒸気滅菌区で、薬剤処理区は最も少なかった (Fig. 3)。しかしネコブセンチュウ幼虫の接種頭数が800頭以内では3区とも殆んど差がなかった。薬剤処理140日後の土壌では、接種頭数に対する加害性の勾配は、化学的防除区土壌で最も急となった。すなわち40頭接種ではゴール

Fig. 2. Seasonal occurrence of *M. incognita* larvae in the chemical and ecological control plots.

A: kidney bean, B: eggplant, C: spinach
 T: Telone II treatment.

指数は0であったが、160, 640頭接種で急速に増加した。一方、耕種的防除区の土壌は、無接種でも、もともと線虫がいるため27のゴール指数を示したが、640頭接種でも30のゴール指数で無接種と有意差は認められなかった。土壌中の幼虫密度もゴール指数と同様の傾向を示した (Fig. 4)。

考 察

テロン II 処理区のインゲンは、カブラヤガが発生後にダイアジノン等を株元に散布したが、被害を回避することはできなかった。一方、堆肥を多量に施用した耕種的防除区では被害が少なく、また、昆虫寄生性線虫を施用した生物的防除区では、被害が出はじめてからでもかなりの防除効果をあげた。この昆虫寄生性線虫は、滅菌土壌や、

Table 3. Gall indexes of various plants infected with *Meloidogyne incognita* in Telone II treated and ecological control plots

Plant	Date	Telone II treated	Ecological control (with excess barnyard manure)
Okra	May 28	0	41.3
Kidney bean	July 1	0	33.8
Eggplant	Sept. 21	0	71.9
Sweet potato	Oct. 29	0	23.8
Average		0	42.7

Fig. 3. Infectivity of *M. incognita* larvae on tomato grown in the soils steamsterilized, non-sterilized, and treated by Telone II 40 days before inoculation.

Fig. 4. Infectivity and propagation of *M. incognita* larvae on okura grown in the soils with or without Telone II treatment 140 days before inoculation.

殺線虫剤処理で生物相が貧弱になった所で、より長く生存し、感染力も長く保たれるので(未発表)、今後は、殺線虫剤処理は場に昆虫寄生線虫を施用することが期待される。同様なことはトリコデルマの施用による土壌病害の防除も、殺線虫剤処理土壌でより有効であったと報告されている。

土壌線虫相についてみると、テロンII処理区では、Rhabditida 目の線虫が最も生き残る傾向を示し、捕食性の Mononchida 目は果樹園の殺線虫剤施用や、水田でのベンチオカーブ処理¹⁾²⁾にもみられたように、化学物質施用に最も影響を受けるようで、本調査においても、テロンII処理区では全く検出されなかった。植物寄生性では、ネコブセンチュウがラセンセンチュウよりも、薬剤に対する感受性が著しく高い。ネコブセンチュウは、植物寄生性のなかでは、最も薬剤等には弱いようにみえるが、繁殖力は最も大きい部類に属する。従って、繁殖を抑制する因子が欠けた場合、この線虫は爆発的に増殖しやすい。

テロンII処理40日目の土壌で、接種した線虫に繁殖抑制効果を示したのは、植物に葉害を起こさない濃度で、なおネコブセンチュウ幼虫の行動を抑制する効果があったためだろう⁶⁾。140日目においては、もはやその効果はなく、侵入害虫(または線虫)は無処理土壌(本実験の場合は堆肥肥施用区の土壌)よりもはるかに大きい増殖力と加害性を示した。

土壌生物に対する農薬の影響については、数多くの事例が報告されているが、燻蒸剤のように土壌生物を絶滅させるような薬剤では、極度の生物相の貧困化が施用の目的でもあり、必然的結果と評価されてきた。しかし、同時に病害虫に対する土壌の生物的防除力も低下させてきたことに今後は対処すべきと思う。

引用文献

- 1) 石橋信義・伊藤整志 (1981) 九病虫研究会報 27: 90-93.
- 2) ISHIBASHI, N.; KONDO, E. and ITO, S. Crop Protection. (投稿中)
- 3) EDWARDS, C. A. (1973) Environmental Pollution by Pesticides p. 409. Plenum Press, London & N. Y.
- 4) ELAD, Y., HADAR, Y., CHET, I., and HENIS, Y. (1982) Crop Protection 1: 199-211.
- 5) THOMPSON, A. R. and EDWARDS, C. A. (1974) Pesticides in Soil and Water p. 34-386. edited by Soil Sci. Soc. America, Inc., pub. Madison, Wisconsin.
- 6) YOUNGSON, C. R., TURNER, G. O. and O'MELIA, F. C. (1981) Down to Earth (Dow). 37: 6-10.

(1982年5月8日 受領)