茶園土壌の微生物相に及ぼすスミチオン乳剤の影響

農林水産省 野菜・茶業試験場*
早津 雅仁・徳田 進一・中島 誠
(平成4年6月16日受理)

Effect of Fenitrothion Application on Soil Microflora of Tea Field

Masahito HAYATSU, Shinichi TOKUDA, Makoto NAKASHIMADA
National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea

The objective of this study was to evaluate the effect of fenitrothion application on soil microflora of tea field. Soil samples from space between hedges in a tea field were treated with 0, 50, 100 and 500ppm of fenitrothion. The treatments did not show any detectable detrimental effects on the soil microbial population, nitrification, ammonification, soil respiration and urea hydrolyzing activity. The results indicated that the application of fenitrothion was not affect soil microflora in tea field.

Laboratory experiments were made to investigate the enhanced degradation of fenitrothion by prior application of fenitrothion. A clear relation was observed between the frequency of prior application and the rate of fenitrothion degradation. Data obtained from the present study indicated that the repeated application induced enhanced degradation of fenitrothion in tea field soil.

1 緒 言

近年静岡県においてナガチャコガネによる被害面積が急速に拡大し、1989年には被害面積が15ヘクタールを越えた^{1,2)}。このため茶園におけるナガチャコガネの防除方法が検討され²⁾、現在、スミチオン乳剤の土壌灌注による防除が指導されている。この方法によると灌注を受けた土壌はスミチオン乳剤にさらされる。一方、土壌に存在する多種多様な微生物は元素循環や浄化作用の中心として機能し、作物に好適な土壌環境の形成に重要な役割を果たしているが、これらの微生物は施肥や農薬などにより影響を受けることが知られている。したがってスミチオン乳剤の土壌灌注が窒素動態など施肥管理上重要な微生物活性に影響を及ぼす可能性がある。また近年、米国を中心に特定の農薬を土壌中に連用すると、農薬の分解速度が加速され効果が減退する現象が報告されたが^{3,4)}、その原因は農薬分解微生物が集積するためであることが示さ

れた^{5,6)}。

そこで、スミチオン乳剤が茶園土壌の微生物相と微生物活性に及ぼす影響と連用によるスミチオン分解能の変化について検討した。

2 材料及び方法

2. 1 供試土壌

供試土壌は野菜茶試(金谷)の茶園のうね間深さ0~10cmから採土し、直ちに3mmのふるいを通した後、ポリエチレン袋に入れ4℃に保存し、適時取り出して使用した。スミチオン(フェニトロチオン)の影響を明らかにするため、一定量の土壌をビーカーに取り、市販のスミチオン乳剤70を有効成分量で50, 100, 500ppmとなるように加え、以下の項目について検討した。

2. 2 微生物の計数

土壌にスミチオン乳剤を加え2週間後に微生物の計数を行った。糸状菌はローズベンガル培地、細菌及び放線菌はエッグアルブミン培地を用いた。培地pHは4.5および7とし

* 〒428 静岡県榛原郡金谷町金谷2769

茶園土壌の微生物相に及ぼすスミチオン乳剤の影響

表1 供試土壌の性質-1*

pH (H ₂ O)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	有効態リン酸 (P ₂ O ₅ mg/100 g 乾土)	CEC (meq./100 g 乾土)	塩基飽和度 (%)
3.5	2.36	0.35	51.3	27.3	34.8

* 微生物相への影響に供試した土壌

て希釈平板法によった。

2. 3 硝酸化成及びアンモニア化成の測定

硝酸化成はビン培養法により測定した。10 g の供試土壌を 100ml のビーカーに秤取し、スミチオン乳剤及び硫酸を含む蒸留水を加え、アンモニア態窒素を約 20mgN/100g 乾土、水分を最大容水量の 60 % に調製し、25℃暗所で培養した。これを 2 連で行い適時取り出して、アンモニア態窒素と硝酸態窒素を測定した。

アンモニア化成能は菜種粕を乾土 100g 当たり 100mgN 加え、25℃で 7 日間培養後、生成したアンモニア態窒素量を測定した。尿素分解活性は供試土壌に尿素 40mgN/100g 乾土を加え、同様に測定した。

2. 4 土壌呼吸の測定

土壌呼吸は石沢らの方法により測定した⁷⁾。ポリエチレンビーカーに 10 g の供試土壌を入れ、セルロースパウダー 100mg/100 g 乾土とスミチオン乳剤を加えた。これを懸垂式捕集ビンに吊し、密栓し 25℃暗所で培養した。発生した炭酸ガスは捕集ビンの底に入れた水酸化ナトリウム液に吸収させ、適時、滴定法により測定した。

2. 5 スミチオン分解能の測定

茶園のうね間土壌を 1/5000 a ワグネルポットに充填し、スミチオン乳剤を回数を変えて散布した。試験区は無散布区、1 回散布区、毎月 1 回 6 ケ月散布区の 3 試験区で行った。また 1 回の散布量はスミチオン乳剤 70 の 2000 倍希釈液を 100ml とした。スミチオン分解能は最初の散布から 6 ケ月を経過した土壌を用い、土壌懸濁液培養法により測定した。分析用の標準スミチオン (和光純薬製、純度 98 % 以上) 100ppm を含む無機塩培地に供試

土壌を加え pH を 7 及び 4.5 に調整した。この土壌懸濁液を 25℃で振とう培養し、適時サンプリングした後、同量のメタノールを加え 30 分間振とうした。この溶液を 5000×g で 30 分間遠心した後、上澄み液中のスミチオンを高速液体クロマトグラフィーにより定量した。分析は ODS.C-18、溶出液アセトリル：水=50：50 により行った。

2. 6 化学分析

アンモニア態窒素及び硝酸態窒素はブレムナーの蒸留法で定量した。また、pH はガラス電極法により測定した。全炭素はチューリン法、全窒素はケルダール法、有効態リン酸はトルオーグ法、塩基置換容量はセミマイクロジョーレンベルガー法で各々測定した。

3 結 果

3. 1 スミチオン乳剤が微生物相と微生物活性に及ぼす影響

スミチオン乳剤が茶園土壌の微生物に及ぼす影響について検討した。供試土壌は赤黄色土壌で、その主な性質を表 1 に示した。農薬の微生物に対する影響を調べるとき、一般に純品が用いられる。しかし、ナガチャコガネの防除では、すでにスミチオン乳剤の使用が指導されている。したがって、現場により近い条件で検討するため市販のスミチオン乳剤を用いた。また、静岡県防除基準によれば、スミチオン乳剤 70 を 2000~4000 倍に希釈して使用することが示されている[†]。この場合、希釈液中のスミチオンの有効成分量は 122.5~245ppm となり、土壌中ではさらに希釈されるので濃度の幅が広がる。そこで、供試土壌のスミチオン乳剤の有効成分量を 0, 50, 100, 500ppm と幅をもたせ、各々の濃度に

† 農産物病害虫防除基準 (1992) : 静岡県農政部農業技術課

表2 スミチオン乳剤が土壌微生物数に及ぼす影響*

スミチオン濃度 (ppm)	細菌		放線菌		糸状菌	
	(pH4.5)	(pH7.0)	(pH4.5)	(pH7.0)	(pH4.5)	(pH7.0)
0	5.7×10^5	5.9×10^5	1.2×10^5	1.1×10^5	5.0×10^4	7.6×10^4
50	6.1×10^5	6.0×10^5	1.3×10^5	1.2×10^5	3.2×10^4	7.9×10^4
100	5.2×10^5	6.6×10^5	1.1×10^5	1.1×10^5	5.4×10^4	9.7×10^4
500	4.5×10^5	6.6×10^5	1.0×10^5	1.1×10^5	3.2×10^4	9.1×10^4

* 乾土 1 g 当りの微生物菌数を示した。

おける微生物数と微生物活性について比較検討した。

茶園土壌は酸性化が進んでおり、土壌 pH は 4 以下の場合が多く⁸⁾、棲息する微生物の生育 pH の範囲も酸性側にあると考えられる。そこで一般に微生物の計数は pH 7 の培地で行われるが、pH 4.5 の培地も用いた。各処理濃度における微生物数は細菌、放線菌及び糸状菌ともスミチオン乳剤による影響は認められなかった (表 2)。

土壌微生物の機能のうち肥培管理上重要な硝酸化成、アンモニア化成、尿素分解についてスミチオン乳剤の影響を検討した。硝酸化成に対する影響は、供試土壌に硫酸を加え硝酸態窒素の生成量を比較した (図 1)。各測定日の硝酸態窒素生成量から、スミチオン乳剤は硝酸化成能に影響を及ぼさないことが示された。アンモニア化成能は菜種粕分解により生成したアンモニア態窒素とこれが硝酸化成を受けて生成した硝酸態窒素の合計で示した (表 3)。処理濃度の差によりアンモニア化成能に違いが認められないことから、アンモニア化成はスミチオン乳剤の影響を受けないことが示された。尿素分解能もアンモニア化成能と同様に表した (表 3)。無処理と 500 ppm 処理での尿素分解能はほぼ同等であることから、尿素分解能はスミチオン乳剤の影響をほとんど受けないことが示された。

土壌は炭酸ガスを発生するが、これを土壌呼吸といい、微生物の活性を知る指標になる。また、茶園には稲藁などの多量の有機物が施用されるが、これらの主成分はセルロースである。そこで、セルロースを加えたときの土壌呼吸に及ぼすスミチオン乳剤の影響につい

表3 スミチオン乳剤がアンモニア化成及び尿素分解に及ぼす影響

スミチオン濃度 (ppm)	アンモニア化成能 (NH_4^+ -Nmg/100g 乾土/7日)	尿素分解能 (NH_4^+ -Nmg/ 100g乾土/7日)
0	13.7	23.7
50	12.5	19.2
100	12.3	20.3
500	12.9	23.5

図1 スミチオンが硝酸化成に及ぼす影響
スミチオン濃度: ○, 0 ppm ●, 50ppm
△, 100ppm ▲, 500ppm

て検討した。培養開始後 33 日目まで各処理土壌とも炭酸ガスはほぼ同様の割合で直線的に増加したことから、スミチオン乳剤はセルロース分解による土壌呼吸に影響を及ぼさないことが示された (図 2)。

3. 2 スミチオンの分解に及ぼす影響

スミチオン乳剤の散布回数の異なる土壌に

図2 スミチオンが土壌呼吸に及ぼす影響
スミチオン濃度：○, 0 ppm ●, 50ppm
△, 100ppm ▲, 500ppm

ついて、土壌懸濁液培養法によりスミチオン分解能を調べた。供試土壌の性質を表4に示した。土壌懸濁液のpHは4.5と7の2種類で行い、培養開始後12日目のスミチオン残存量を示した(表5)。pH4.5の培地では無処理区で72.8%, 散布1回区で81.7%のスミチオンが残存していた。また、散布6回区の残存量は41.2%で他の処理区に比べ分解能が高かった。pH7の培地では無処理区に対し散布1回区の分解能が若干高く、散布6回区では93.7%が分解され最も高い分解能を示した。これらの結果からスミチオン乳剤を短期間に連続散布するとスミチオンの分解速度が加速され、殺虫効果を低下させる可能性が示された。

4 考 察

ナガチャコガネによる被害は幼虫が根部を食害することにより起こり、食害が激しいと一番茶芽の生育が悪く収量が激減する。この幼虫は地表から地下数10cmの範囲に棲息するため⁹⁾、防除には薬剤の土壌灌注が行われる。静岡県の場合、70%スミチオン乳剤の2000~4000倍液を5l/m²散布するよう指導しており、被害が予測される場所だけに土壌

灌注が行われる。1m²当り5lの灌注が行われると、その部分はスミチオンにさらされる。実際に使用されるスミチオン乳剤の濃度は122.5~245ppmであり、これらは土壌中でさらに希釈されと考えられる。本報告では供試土壌のスミチオン乳剤の濃度を有効成分量で0, 50, 100, 500ppmとし、実際よりも高い濃度の影響まで調べた。

微生物数、アンモニア化生成能、尿素分解能および土壌呼吸はスミチオン乳剤の影響をほとんど受けなかった。これらの作用は複数の種類の微生物によるため、農薬などの化学物質の影響を受けにくい¹⁰⁾。一方、硝酸化生成はアンモニア酸化菌と亜硝酸酸化菌の2種類の細菌による作用である。このような特定の微生物による作用は土壌環境の変化や農薬により影響を受けやすい¹⁰⁾。しかし、図1に示すようにスミチオンの影響により硝酸化生成能の阻害は認められなかった。以上の結果から、防除基準の範囲内においてスミチオン乳剤は茶園土壌の微生物に影響を及ぼさないと考えられた。

緒論で述べたように米国において、特定の農薬を連用することにより、その農薬を分解する微生物が増加するため、土壌中における農薬分解能が高まり、農薬の効力が失われることが報告されている^{3,4)}。最初に分解促進による効果の低下が認められたのは、トウモロコシ栽培で土壌害虫の防除に使われるカーバメイト系殺虫剤カルボフランで³⁾、分解を促進する分解菌も分離されている¹¹⁾。また、これ以外の農薬でも分解促進が起こることが報告されている¹²⁾。表5に示すようにスミチオンも連用により分解の加速が起こることが示された。しかし、明らかに分解速度の上昇が認められたのは月1回の散布を6回継続した場合であり、実際にはこのように高い頻度で散布されることはない。したがって、使用頻度が低ければ分解の促進による効力の低下は起こりにくいと考えられる。

茶園土壌は強酸性化しているため分解能の測定はpH7と4.5の培地を用いたが、pH7の方が4.5に比べ分解速度が早かった。こ

表 4 供試土壌の性質 - 2 *

pH (H ₂ O)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	有効態リン酸 (P ₂ O ₅ mg/100 g 乾土)	CEC (meq./100 g 乾土)	塩基飽和度 (%)
3.9	2.19	0.49	27.8	48.8	38.3

* スミチオン分解への影響に供試した土壌

表 5 スミチオン乳剤の散布回数が土壌中のスミチオンの分解能に及ぼす影響

スミチオン乳剤散布回数 (回/6ヶ月)	培養12日後のスミチオン残存量(%)	
	培地pH4.5	培地pH7.0
散布ナシ	72.8	64.1
1回散布	81.7	52.4
6回散布	41.2	6.3

れは分解菌の生育の至適 pH が中性付近にあることを示している。供試土壌の pH は 3.9 だが微視的な土壌 pH の分布には、かなりばらつきがあると考えられており、分解菌は土壌中の比較的 pH の高い場所に棲息していると考えられる。

農薬の効力の持続という点では、農薬分解菌の活性は弱いほど良いかもしれない。しかし、農薬分解菌が土壌における浄化作用の中心として機能しているために土壌汚染や残留は起こらない。したがって、土壌灌注による防除等では散布回数による農薬分解能の変動を予測する技術の開発が望まれるが、このためには農薬分解菌についてさらに研究を進める必要がある。

5 摘 要

茶園土壌の微生物に及ぼすスミチオンの影響について検討した。茶園うね間から採取した土壌にスミチオン乳剤を有効成分量で 0, 50, 100, 500ppm になるように加え、その影響を調べた。いずれのスミチオン濃度においても、微生物数、硝酸化能、アンモニア化能、尿素分解能及び土壌呼吸の阻害は認められなかった。このことから防除基準の範囲内（スミチオン乳剤 70 の 2000~4000 倍希釈液を 1 m² 当り 5 l 散布）におけるスミチオン乳剤の使用は茶園土壌の微生物に影響を与えないと考えられた。

スミチオンの連用による分解能の促進現象について実験室レベルで検討した。スミチオンの継続的な散布により土壌のスミチオン分解能が著しく高くなった。これらの結果から、茶園土壌においても継続的な散布が行われると、スミチオン分解能の加速が起こりうることを示された。したがって、防除効果の面からは土壌灌注の乱用は避ける必要がある。

6 引 用 文 献

- 1) 大森司誠 (1980) : チャの新害虫ナガチャコガネ, 茶研報 (講要), No51, 88
- 2) 静岡県農政部農業技術課 (1989) : ナガチャコガネの生態と防除, あたらしい農業技術, No181, 1~15
- 3) FELSOT, A. S., WILSON, J. G., KUHLMAN, D. E. and K. L. STEFFEY. (1982) : Rapid dissipation of carbofuran as a limiting factor in corn rootworm (*Coleoptera* : *Chrysomelidae*) control in fields with histories of continuous carbofuran use. J. Econ. Entomol. 75, 1098-1103.
- 4) OBRIGAWITCH, T., ROETH, F.W., MARTIN, A. R. and R. G. JR. WILSON. (1982) : Addition of R-33865 to EPTC for extended herbicide activity. Weed Sci. 30, 417-422.
- 5) TAM, A.C., BEHRI, R. M. and KHAN, S. U. (1987) : Isolation and characteriza

- tion of an *s*-ethyl-*N*, *N*-dipropylthiocarbamate degrading *Arthrobacter* strain and evidence for plasmid associated *s*-ethyl-*N*, *N*-dipropylthiocarbamate degradation. Appl. Environ. Microbiol. 53, 1088-1093.
- 6) FELSOT, A., MADDOX, J. V. and W. BRUCE. (1981) : Enhanced microbial degradation of carbofuran in soils with histories of Furadan use. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 26, 781-788.
 - 7) 菅原和夫 : 土壤標準分析・測定法, 土壤呼吸, p. 270~280, 博友社, 東京 (1986)
 - 8) 渡部育夫・池ヶ谷賢次郎 (1987) : 多肥栽培下における超強酸性茶園土壤の化学性, 茶研報, No65, 65~72
 - 9) 刑部勝・小泊重洋 (1984) : チャを加害するナガチャコガネの生態, 茶技研, No66, 15~21
 - 10) 佐藤匡 : 土の微生物, 農薬と土壤の微生物, p.389~433, 博友社, 東京 (1981)
 - 11) KARNS, J. S., MULBRY, W. W., NELSON, J. O. and P. C. KEARNEY, (1986) : Metabolism of carbofuran by a pure bacterial culture. Pestic. Biochem. Physiol. 25, 211-217.
 - 12) 山田忠男 (1990) : 農薬の微生物分解の高まりとその制御, 植物防疫, 44 (2), 62~66