

기주 식물에 따른 몇 가지 살충제의 주황긴다리풍뎠이, *Ectinohoplia rufipes*(Coleoptera: Scarabaeidae)에 대한 살충효과

최우근 · 이동운^{1*} · 이승욱¹ · 추호렬¹ · 박정규¹ · 사공영보²

울산컨트리클럽, ¹경상대학교 농과대학 농생물학과, ²진주산업대학교 조경학과

Efficacy of Some Insecticides against *Ectinohoplia rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae) on Different Host Plant Species

Woo Geun Choi · Dong Woon Lee^{1*} · Seung Wook Lee¹ · Ho Yul Choo¹ · Chung-Gyoo Park¹ · Yeung-Bo Sagong²

Ulsan Country Club, Uljuju, Ulsan Metropolitan City, 689-870, Republic of Korea

¹Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam, 660-701, Republic of Korea

²Dept. of Landscape Architecture, Chinju National University, Chinju, Gyeongnam, 660-758, Republic of Korea

ABSTRACT

The susceptibility of *Ectinohoplia rufipes*, insect pest of landscaping trees in golf courses to registered insecticides in golf courses was investigated. In addition, effect of host plants, *Alnus firma*, *Prunus serrulata* var. *spontanae*, and *Osmantus asiaticus* on susceptibility of *E. rufipes* were tested in laboratory with efficacy of some insecticides in laboratory and fields. The insecticides used in experiments were cabaryl 40%+phosalone 20% WP, chlorpyrifos-methyl 25% EC, chlorpyrifos 20%+diflubenzuron 7% WP, deltamethrin 1% EC, ethopenprox 8%+diazinon 25% WP, and fenitrothion 50% EC. Mortalities of *E. rufipes* were 100% except chlorpyrifos-methyl. when *A. firma* leaves dipped in recommended concentration of given insecticides were supplied as food to adult of *E. rufipes*. LC₅₀s of insecticides were different depending on host plants, that is, those of deltamethrin were 0.21 ppm in *O. asiaticus*, 0.45 ppm in *P. serrulata* var. *spontanae*, and 0.77 ppm in *A. firma*. LC₅₀s of fenitrothion were 24.1 ppm, 64.0 ppm, and 11.0 ppm and those of chlorpyrifos-methyl were 97.2 ppm, 40.6 ppm, and 29.6 ppm, respectively. LC₅₀ was the lowest in *O. asiaticus* and that of chlorpyrifos-methyl and fenitrothion was the lowest in *A. firma*. Deltamethrin was the most effective against adult of *E. rufipes* in field like in laboratory and persisted in two weeks.

*corresponding author. Tel : 055-751-5444

E-mail : whitegrub@hanmail.net

Key words: *Ectinohoplia rufipes*, susceptibility, LC₅₀, golf courses, host plant, deltamethrin, fenitrothion, chlorpyrifos-methyl

서 론

주황긴다리풍뎡이(*Ectinohoplia rufipes*)는 우리나라, 중국, 일본, 시베리아 등지에 분포하는 종으로서 성충은 수목의 잎을 가해하고, 유충은 식물의 뿌리를 가해한다(김, 1998). 특히, 성충은 29과 84종의 식물을 가해하는 광식성 해충으로서 뽕나무(*Prunus serrulata* var. *spontanae*), 은목서(*Osmantus asiaticus*), 아그배나무(*Malus sieholdii*), 사방오리(*Alnus firma*) 등에 많은 피해를 주고 있다(최 등, 2001). 우리나라의 몇몇 골프장의 조경수에서 이 종에 의한 막심한 피해가 확인되고 있는데 일부 골프장에서는 조경수의 잎이 황변되어 미적 기능을 상실하고 있을 뿐만 아니라(추 등, 1999; 최 등, 2001), 유충은 잔디의 뿌리를 가해하기 때문에 최근 골프장의 중요한 문제 해충으로 주목받고 있다(추 등, 1999; 2000).

골프장에는 주황긴다리풍뎡이 외에 녹색콩풍뎡이(*Popillia quadriguttata*), 주둥무늬차색풍뎡이(*Adoretus tenuimaculatus*) 등이 발생하는데, 이들의 방제는 일반적으로 유충을 대상으로 하는 살충제 살포에 의존하고 있다. 그러나 일부 골프장에서는 풍뎡이류의 성충에 의해서도 조경수가 극심한 피해를 받고 있기 때문에 성충 발생 최성기에 살충제를 살포하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라에서 골프장에 고시된 살충제는 현재 13종류 뿐이며, 이들 중 풍뎡이방제로 고시된 농약은 굼벵이를 대상으로 한 3종밖에 없다(Anonymous, 2000). 따라서 주황긴다리풍뎡이와 같이 성충시기에 피해를 많이 주고 있는 해충을 대상으로 방제 계획을 수립하기 위해서는 등록된 약제에 대한 성충의 감수성을 검토해야 한다. 본 연구에서는 골프

장의 해충방제로 고시된 살충제에 대한 주황긴다리풍뎡이 성충의 감수성을 몇 가지 기주식물에서 실험하였다.

재료 및 방법

실내 실험

주황긴다리풍뎡이 성충의 약제 감수성

살충제별 주황긴다리풍뎡이 성충의 약제 감수성은 사방오리(*Alnus firma*) 잎을 이용하여 실험하였다. 실험약제는 현재 골프장 잔디 해충 방제에 등록되어 있는 약제들로서 cabaryl 40%+phosalone 20% WP, chlorpyrifos-methyl 25% EC, chlorpyrifos 20%+diflubenzuron 7% WP, deltamethrin 1% EC, ethopenprox 8%+diazinon 25% WP, fenitrothion 50% EC이었다. 각 약제를 추천농도로 1L씩 희석한 다음, 사방오리(*Alnus firma*) 잎을 30초간 침지하고, 30분간 음건하였다. 건조된 잎을 물에 적신 여과지(Whatman #2) 1매를 깐 플라스틱 비커(직경 9cm×높이 3cm)에 2장씩 넣고, 주황긴다리풍뎡이 성충 10마리씩을 접종하였다. 주황긴다리풍뎡이 성충은 인공사육이 어렵기 때문에 약제 처리 하루 전에 울산 골프장에서 채집하여 사용하였다. 비커 내 공기가 환기되도록 하기 위하여 뚜껑에 직경 3mm 크기의 구멍 3~4개씩을 뚫었다. 처리 후 비커는 25±2℃의 실온에 두었고 24시간만에 치사율을 조사하였다. 대조구에는 살균수만 처리하였다. 실험은 3반복으로 수행하였다.

기주식물별 주황긴다리풍뎡이 성충의 살충제 감수성
기주식물에 따른 주황긴다리풍뎡이 성충의 살충제 감수성 차이는 골프장에서 실제 피해가 많으면

서 상호간에 식이선호성 차이를 보이는 수종인(최 등, 2001) 사방오리, 뽕나무(*Prunus serrulata* var. *spontanea*), 은목서(*Osmanthus asiaticus*)의 잎을 이용하여 알아보았다. 실험약제는 골프장의 굽벙이 방제용으로 고시된 chlorpyrifos-methyl EC와 fenitrothion EC 그리고 풍뎡이 방제에 이용하고 있는 deltamethrin EC였다. 실험은 잎 침지법으로 수행하였는데 주황긴다리풍뎡이 성충은 위와 같이 울산 골프장에서 채집하여 1일간 실내에서 유지시킨 것이었으며, 10마리씩을 petri dish에 넣어 수행하였다. 치사율 조사는 24시간 간격으로 3일간 조사하였다.

골프장 실험

기주식물에 따른 주황긴다리풍뎡이 성충에 대한 살충효과의 차이

실내 실험에 사용한 3가지 약제(chlorpyrifos-methyl EC와 fenitrothion EC, deltamethrin EC)의 주황긴다리풍뎡이 성충에 대한 효과와 지속성을 실제 골프장에서 검토하였다. 성충의 발생 기인 5월 중순 울산 골프장의 사방오리, 뽕나무, 은목서에서 실험을 수행하였다. 사방오리는 골프장 코스 주변에 자생하고 있는 나무들 중에서 수고 2m 내외의 것을 선정하였고, 뽕나무와 은목서는 조경용으로 코스에 식재해 놓은 수고 2~3m 내외의 것을 실험에 이용하였다. 실험에 이용된 각 수목들은 동일한 광 조건을 만들어 주기 위하여 남동쪽 경사면에 분포하고 있던 것들로서 다른 나무들에 의하여 빛이 차단되지 않는 것들이었다. 살충제는 선정된 나무의 가지 하나를 임의로 선택하여 추천농도로 희석한 약제를 약액이 잎에 충분히 묻도록 분무하였다. 대조구 나뭇가지에는 물을 살포하였다. 실험은 서로 다른 나뭇가지 하나를 한 반복으로 하여 3반복으로 수행하였다. 처리 1일

후 가지를 절단하여 지퍼 팩에 넣어 실험실로 가져와서 실내 실험에서와 같이 petri dish에 2~3엽씩을 따 넣었다. 울산 골프장에서 채집한 주황긴다리풍뎡이 성충을 petri dish 당 10마리씩 넣고, 실내 조건에서 72시간 후에 치사유무를 조사하였다.

통계분석

살충제에 대한 주황긴다리풍뎡이 성충의 사멸률은 $\arcsin\sqrt{x}$ 로 변환시켜 Tukey test로 분석하였으며(SAS PROC ANOVA, Tukey test)(SAS Institute, 1995), 모든 표와 그림의 자료는 변환하기 전의 평균±표준편차로 표기하였다. 실내실험에서 기주식물별 주황긴다리풍뎡이 성충의 반수치사농도(LC₅₀)는 SAS program (PROC PROBIT)으로 산출하였다(SAS Institute, 1988).

결과 및 고찰

실내 실험

주황긴다리풍뎡이 성충은 chlorpyrifos-methyl을 제외한 모든 시험약제에 감수성이었다($F = 110.71$, $df = 7, 16$, $P = 0.0001$). 즉, chlorpyrifos-methyl은 50%의 치사율을 나타내었고, fenitrothion과 deltamethrin은 100%의 치사율을 나타내었다(Table 1). 현재 골프장 해충의 방제를 목적으로 고시된 살충제는 주황긴다리풍뎡이 성충에도 효과가 있는 편이었지만, 굽벙이 방제 약제로 고시되어 있는 chlorpyrifos-methyl은 주황긴다리풍뎡이 성충에 대해 다른 약제보다 효과가 현저히 낮았다. 따라서 동일 종의 해충이라고 해도 발육단계에 따라 약효 차이가 있으므로 유충기에 등록되어 있는 약제를 성충기에 처리할 경우 이러한

Table 1. Mortality (%) of *Ectinohoplia rufipes* adults due to various insecticides on *Alnus firma* leaf.

Treatment	% mortality \pm SD
Cabaryl 40%+phosalone 20% WP	100 \pm 0
Chlorpyrifos-methyl 25% EC	3.3 \pm 5.8
Chlorpyrifos 20%+diflubenzuron 7% WP	100 \pm 0
Deltamethrin 1% EC	100 \pm 0
Ethopenprox 8%+diazinon 25% WP	100 \pm 0
Fenitrothion 50% EC	100 \pm 0
Control	0 \pm 0

Table 2. LC₅₀ for *Ectinohoplia rufipes* adults after exposed to some insecticides on different host plant species.

Insecticide	LC ₅₀ * (fiducial limits)**		
	<i>Alnus firma</i>	<i>Osmanthus asiaticus</i>	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>
Chlorpyrifos-methyl	29.6 (18.9~40.9)	97.2 (68.8~138.9)	40.6 (8.6~86.8)
Deltamethrin	0.77 (0.06~19.62)	0.21 (0.002~8.778)	0.45 (0.098~2.13)
Fenitrothion	11.0 (0.001~22.7)	24.1 (0.003~54.5)	64.0 (46.2~82.9)

*LC₅₀ values in ppm.

**Toxicity of insecticide is considered significant difference when the 95% fiducial limits fail to overlap.

점을 충분히 고려하여야 할 것으로 생각된다. 주황긴다리풍뎡이 성충에 대한 효과는 같은 약제라 하더라도 약제를 살포한 기주식물에 따라 차이가 있었다. 예를 들면 은목서 잎, 뽕나무 잎, 사방오리 잎을 약제에 침지하였을 경우 deltamethrin의 LC₅₀은 각각 0.21, 0.45, 0.77ppm이었으며, fenitrothion의 LC₅₀은 각각 24.1, 64.0, 11.0ppm으로서 실험에 사용한 기주식물의 잎에 따라 약제 감수성이 2~6배 차이가 있었다 (Table 2). 야외에서의 약효도 실내 실험과 같은 경향으로서 chlorpyrifos-methyl을 제외한 모든 실험약제가 효과가 좋았다(Fig. 1A, B, C). 농약의 반감기(DT₅₀)는 농약 종류에 따라 차이가 있다. 즉, chlorpyrifos-methyl의 반감기는 1.5일에서 33일이며 fenitrothion은 12~28일이고, deltamethrin은 21~25일이다(Tomlin, 1997). 따라

서 본 실험에서는 약제처리 1일 후에 접종하여 약효를 검정하였기 때문에 chlorpyrifos-methyl처리의 낮은 치사율은 이와 같은 특성에 의하여 비롯된 것으로 생각된다. Deltamethrin은 약제처리 15일까지도 60% 이상의 치사율을 나타내어(사방오리 8일 후 제외) 실험에 사용한 다른 두 약제보다 효과가 뛰어났다.

한편, 사방오리나 뽕나무에서 약제 처리 8일 후의 사충률이 15일 후의 것에 비하여 낮았는데, 이것은 처리 8일째의 대조구 치사율 증가에 기인한 것으로 보인다. 즉, 실험에 이용하였던 주황긴다리풍뎡이 성충들은 고온기에 플프장에서 채집하여 실험실로 가져왔던 것들이었기 때문에 스트레스에 의한 자연치사율의 증가로 인한 것으로 생각된다. 실제로 처리 1일째의 대조구 자연치사율은 10~13.3%, 처리 8일째는 20~26.7%, 처리 15

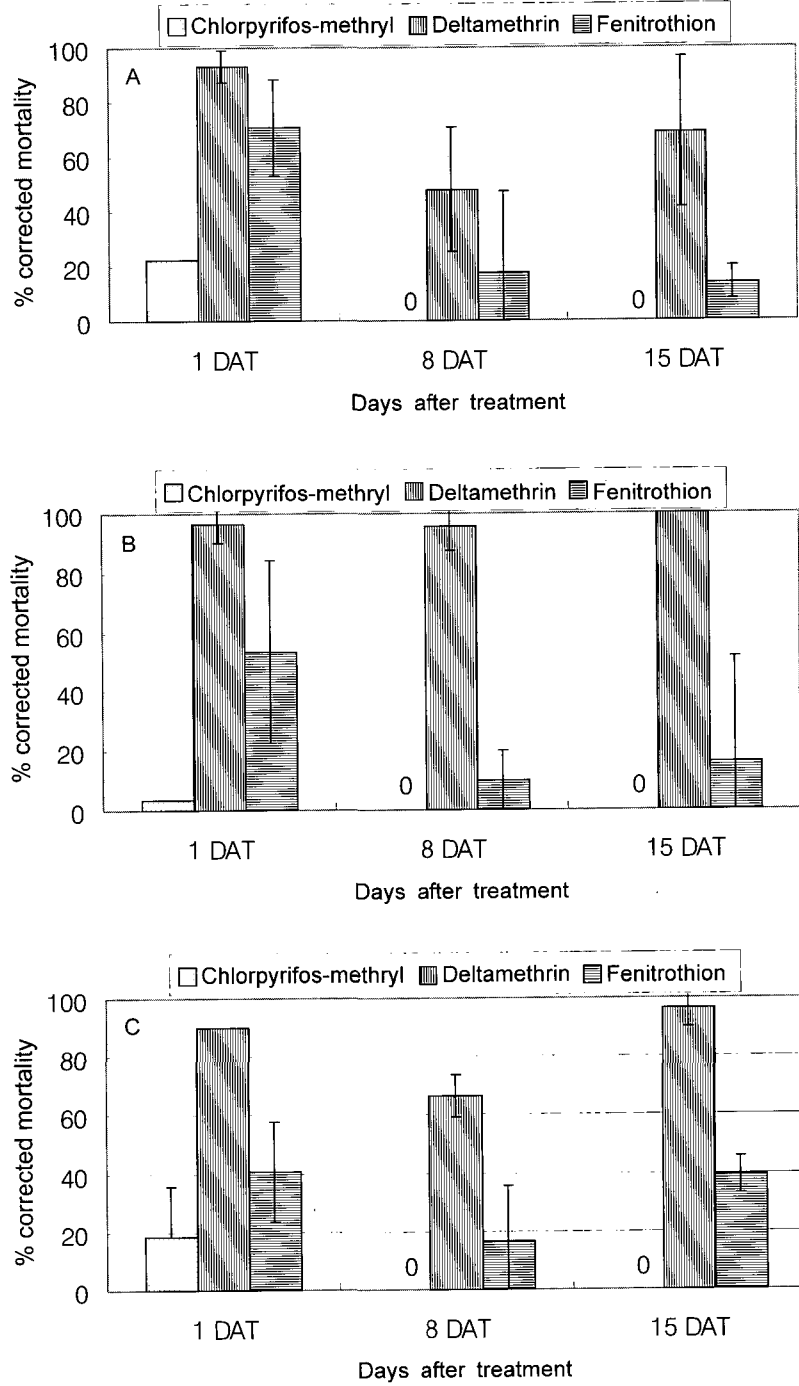


Fig. 1. Toxicities of three insecticides to *Ectinohoplia rufipes* adults on the leaves of *Alnus firma* (A) *Osmanthus asiaticus* (B) and *Prunus serrulata* var. *spontanea* (C). Vertical bars indicates standard deviations of the mean (n = 3).

일찍은 3.3~16.7%로 변이가 있었다.

일반적으로 식물체의 잎은 표피층의 물리, 화학적 구조에서 차이가 있다(Junifer and Southwood, 1986). 따라서 식물의 이와 같은 특성은 식엽성 곤충의 섭식에도 영향을 미칠 수 있으며(Miller et al., 1999; Keathley et al., 1999, Bernays and Chapman, 1994; Marrewijn et al., 1995), 털의 유무나 밀도도 처리된 농약의 분산이나 분포에 영향을 미친다(Keena et al., 1991). 실험에 이용한 기주식물 중 은목서의 잎은 혁질로 되어 있으며, 사방오리 잎은 뒷면에 털이 있으면서 측맥에도 규칙적인 증거치가 있고, 뱃나무의 잎에는 털이 없다(김, 1996). 본 실험에서 deltamethrin을 제외하고는 LC₅₀가 사방오리에서 가장 낮게 나타났고, 야외에서의 치사율도 사방오리에서 가장 높게 나타나 기주식물의 잎 특성이 약효에 영향을 미친다는 것이 확인되었다. 흥미로운 것은 주황긴다리풍뎡이 성충은 농약처리를 한 잎을 전혀 가해하지 못하였다. 한편, 야외의 기주식물에 처리한 농약은 8일째까지 강우가 없었음에도 불구하고 살충제별로 지속성에서 차이가 있었는데, 이것은 광에 의한 농약분해의 차이에 의한 것으로 생각된다(Yamamoto, 1992). 골프장의 조경수를 가해하는 해충들은 주황긴다리풍뎡이 성충과 같이 광식성 해충들이 많아 방제법위를 결정하는 데 어려움이 있다. 그러나 풍뎡이류는 일반적으로 선호성이 높은 수종에 집중적으로 가해하는 경향이 있었으며, 특히 한 나무에서 집중적으로 가해하다가 다른 나무로 이동해 가는 특성을 가지고 있었다(최 등, 2001). 따라서 가해해충의 종류와 선호하는 수종들에 대한 정확한 정보를 얻게 되면 최소의 방제비용으로 최대의 방제효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 또한 주둥무늬차색풍뎡이나 등얼룩풍뎡이, 녹색콩풍뎡이 등은 잔디 속으로 들어가 토양 중에 산란을 하기 때문에

(추 등, 1999; 이 등, 1999; unpublished data), 산란시기에 잔디에 농약을 처리하는 것도 하나의 좋은 성충 방제방법이 될 수 있을 것이다. 그러나 주황긴다리풍뎡이 성충의 산란 행동은 아직 알려져 있지 않아 주황긴다리풍뎡이 성충에 의한 조경수의 피해를 미리 차단하기 위해서는 산란생태에 관한 연구도 병행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

골프장 조경수와 잔디해충인 주황긴다리풍뎡이(*Ectinohoplia rufipes*)의 몇 가지 살충제에 대한 감수성을 실내에서 조사하였고, 사방오리(*Alnus firma*), 뱃나무(*Prunus serrulata var. spontanea*), 은목서(*Osmanthus asiaticus*)의 세 기주식물에서 기주식물에 따른 치사효과의 차이를 검토하였다. Cabaryl 40%+phosalone 20% WP, chlorpyrifos-methyl 25% EC, chlorpyrifos 20%+diflubenzuron 7% WP, deltamethrin 1% EC, ethopenprox 8%+diazinon 25% WP, fenitrothion 50% EC를 권장농도로 희석한 용액에 사방오리 잎을 침지시켜 먹이로 공급한 결과 chlorpyrifos-methyl을 제외한 모든 약제에서 주황긴다리풍뎡이 성충이 100% 치사하였다. 같은 종류의 농약이라 하더라도 기주식물의 종류에 따라 LC₅₀값이 2~6배의 차이가 있었는데 이는 기주식물 잎 표면의 물리적 성질이 다르기 때문인 것으로 생각된다. 야외와 실내 실험을 통한 약효지속 기간 조사 결과 deltamethrin의 약효가 가장 우수하였다.

사 사

본 연구를 수행함에 있어 많은 협조를 해 주신

진해 용원골프장과 울산골프장 관계자 여러분들과 실내 실험을 도와 준 윤희숙, 정옥련에게 감사를 드린다. 이 논문은 2001년도의 두뇌한국 21사업과 삼성에버랜드 주식회사에 의하여 지원되었다.

참고문헌

1. Anonymous. 2000. 농약사용지침서. 농약공업협회. 대한출판사. pp. 823.
2. Bernays, E. A., and R. F. Chapman. 1994. Host-plant selection by phytophagous insects. pp. 312. Chapman & Hall. London.
3. 최우근, 이동운, 추호렬, 정재민, 이상명, 박정규. 2001. 주황긴다리풍뎠이(*Ectinohoplia rufipes*)의 골프장 기주식물과 피해 잎의 성충 유인 효과. 한국응용곤충학회지 40(1):31-40.
4. 추호렬, 이동운, 박지웅, 이종원. 1999. 골프장 발생 주요 풍뎠이 4종, 주황긴다리풍뎠이, 주둥무늬차색풍뎠이, 등얼룩풍뎠이, 녹색풍뎠이의 비교. 한국잔디학회지 13(2): 101-112.
5. 추호렬, 이동운, 이상명, 이태우, 최우근, 정영기, 성영탁. 2000. 골프장 잔디 해충과 천적의 종류. 한국응용곤충학회지 39(3): 171-179.
6. Juniper, B., and Sir R. Southwood. 1986. Insects and the plant surface. pp. 360. Edward Arnold Publishers. London.
7. Keathley, C. P., D. A. Potter, and R. L. Houtz. 1999. Freezing-altered paratability of bradford pear to Japanese beetle: evidence for decompartmentalization and enzymatic degradation of feeding deterrents. *Entomologia Experimentalis de Applicata* 90:49-59.
8. Keena, M. A., E. Grafton-Cardwell and J. Granett. 1991. Variability in response of laboratory-reared and field-collected populations of *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) to hexythiazox. *J. Econ. Entomol.* 84:1128-1134.
9. 김진일. 1998. 한국곤충생태도감 III. p. 46. 삼성출판사. 서울.
10. 김태욱. 1996. 원색도감 한국의 수목. 교학사. pp. 643.
11. 이동운, 추호렬, 이태우, 박지웅, 권태웅. 1999. 주둥무늬차색풍뎠이(*Adoretus tenuimaculatus*)의 산란지 선호성과 골프장에 서의 분포. 한국잔디학회지 13(2):113-124.
12. Marrewijn, P., A. K. Minks, and G. Mollema. 1995. Evolution of plant volatile production in insect-plant relationship. *Chemoecology* 516(2):55-73.
13. Miller, F., S. Jordan, and G. Ware. 1999. Feeding preference of adult Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) for asian elm species and their hybrids. *J. Econ. Entomol.* 92(2):421-426.
14. SAS Institute. 1988. SAS procedures guide. Release 6.03. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC.
15. Tomlin, C. D. S. 1997. The pesticide manual, eleventh edition. pp. 1606. The British Crop Protection Council. Farn-

- ham. UK. pesticides and soil microorganisms
16. Yamamoto, H. 1992. Microbial world
acting in soils(12)-relationship between
Jour. JSIDRE. 60(4):47-330.