

주황긴다리풍뎡이 (*Ectinohoplia rufipes*)의 골프장 기주식물과 피해 잎의 성충 유인 효과

Host Plants of *Ectinohoplia rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Golf Courses and Effect of Damaged Leaves on the Attraction of Adults

최우근 · 이동운^{1*} · 추호렬¹ · 정재민² · 이상명³ · 박정규¹

Woo Geun Choi, Dong Woon Lee^{1*}, Ho Yul Choo¹,
Jae Min Chung², Sang Myeong Lee³ and Chung Gyoo Park¹

Abstract – Host plants of *Ectinohoplia rufipes* (Motschulsky) (ER) were investigated in golf courses and laboratory. *E. rufipes* adults fed on 61 plant species of 27 families out of 101 plant species of 41 families supplied in laboratory. In addition, twenty-seven plant species in 8 families were observed to be fed on from golf courses. Thus, total number of host plants of *E. rufipes* were 84 species in 29 families. *E. rufipes* adults preferred Japanese green alder (*Alnus firma*), cherry apple (*Malus sieholdii*), cherry (*Prunus serrulata* var. *spontanea*) and sweet olive (*Osmantus asiaticus*) in golf courses. The preference of *E. rufipes* adults with *A. firma*, *P. serrulata* var. *spontanea* and *O. asiaticus* was bioassayed in laboratory. *E. rufipes* adults preferred *A. firma* consuming 58.1% to *O. asiaticus* and *P. serrulata* var. *spontanea*. The most number of *E. rufipes* adults was attracted to damaged leaf of *A. firma* by *E. rufipes* representing 45.3% and followed by artificial damaged leaf representing 26.5%, untried feeding leaf representing 12.9% and undamaged leaf representing 4.0%. More *E. rufipes* adults were attracted to damaged leaf of *A. firma* by 67.5% than artificially damaged leaf by 30.5% or undamaged leaf treated with feces of *E. rufipes* by 2%.

Key Words – *Ectinohoplia rufipes*, Golf courses, Landscaping trees, Host plant, Turfgrass insect pest, Preference

초 록 – 골프장 주요 해충인 주황긴다리풍뎡이 (*Ectinohoplia rufipes*) 성충의 기주식물을 실내와 골프장 현지조사를 통하여 알아본 결과, 실내에서는 41과 101종의 제공 식물 중 27과 61종을, 골프장에서는 8과 27종의 식물을 식해하는 것이 관찰됨으로서 총 29과 84종으로 기록되었다. 수종별 피해도를 골프장에서 조사한 결과, 골프장에 따라 가해하는 수종이나 피해도에서 차이가 있었고, 사방오리나무와 뽕나무, 은목서, 아그배나무에서 피해도가 높았다. 사방오리나무와 뽕나무, 은목서 잎을 이용한 실내에서의 선호성 비교에서는 사방오리나무에서의 피해엽율이 58.1%로 가장 높았다. 주황긴다리풍뎡이 성충의 유인율은 피해를 받은 사방오리나무의 잎에서는 45.3%, 인위적으로 상처를 낸 잎에서는 26.5%, 주황긴다리풍뎡이에 대한 노출이 전혀 없었던 무(無)피해 잎에서

울산컨트리클럽 (Ulsan Country Club, Ulju, Ulsan Metropolitan City, 689-870, Korea)

¹ 경상대학교 농과대학 농생물학과 (Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju, Gyeongnam, 660-701, Korea)

² 임업연구원 임목육종부 (Division of Forest Genetics, Forestry Research Institute, Forestry Administration, Suwon, Gyeonggi, 441-350, Korea)

³ 임업연구원 남부임업시험장 (Nambu Forestry Experiment Station, Forestry Research Institute, Chinju, Gyeongnam, 660-300, Korea)

* Corresponding author : E-mail. whitegrub@hanmail.net

는 4.0%, 주황긴다리풍뎡이는 있었으나 피해가 없었던 비(非)피해 앞에서는 12.9%로 피해엽에 많이 유인 되었다. 한편, 무피해 앞과 주황긴다리풍뎡이의 피해를 받은 앞, 무 피해 앞에 주황긴다리풍뎡이 성충의 배설물을 처리한 앞에 대한 피해엽율을 조사한 결과 각각 30.5%, 67.5%, 2.0%로써 이미 피해를 받은 앞에 대한 선호성이 뚜렷하였다.

검색어 - 주황긴다리풍뎡이, 골프장, 조경수, 기주식물, 잔디해충, 선호성

골프장은 일반적인 농업생태계와는 달리 다소 복잡한 생태계를 형성하고 있다(Lee *et al.*, 1998; Choo *et al.*, 1999). 즉, 우리 나라의 골프장은 삼림국가답게 대부분 산을 끼고 형성되어 있어 기존에 분포하고 있던 수목과 인위적으로 조성한 수많은 종류의 조경수, 그리고 주 요소인 잔디 등으로 인하여 그 생태계가 단순한 듯 하면서도 복잡하다. 따라서 해충의 발생에 매우 좋은 조건을 제공하고 있다.

실제로 골프장에는 잔디를 가해하는 해충과 수목에 피해를 주는 해충 또는 양자를 모두 가해하는 공통해충이 혼재하고 있으며, 특히 풍뎡이의 발생이 많은 것이 특징이다(Yoshida, 1978; Choo *et al.*, 1998). 우리나라 골프장의 잔디에서 채집된 풍뎡이류는 9屬 14種으로(Choo *et al.*, 1998, 1999, unpublished), 이들 중 주황긴다리풍뎡이(*Ectinohoplia rufipes*)는 사시나무(*Populus davidiana*), 배나무(*Pyrus sarotina*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 버드나무류(*Salix* spp.), 오리나무류(*Alnus* spp.) 등에 피해를 주는 수목해충으로 기록되어 있는 종이지만(Cho, 1995), 최근 26과 68종의 각종 수목이 성충에 의하여 피해를 받고 있음이 확인되었고 유충은 잔디에도 피해를 주는 것으로 나타났다(Choo *et al.*, 1999). 우리 나라를 비롯한 일본, 중국, 시베리아등지에 분포하고 있는 주황긴다리풍뎡이의 성충은 활엽수의 잎을 식해하고, 유충은 식물의 뿌리를 가해하여 피해를 주고 있다(Kim, 1998). 특히, 잔디가 주황긴다리풍뎡이 유충의 피해를 받게되면 활력이 현저히 저하되거나 시들고 고사되기까지 한다. 또한 골프장내에 있는 조경수에 성충이 집단으로 몰려 잎을 식해함으로써 피해를 받은 수목은 잎이 누렇게 되어 미관이 크게 손상되기도 한다.

주황긴다리풍뎡이와 같은 식엽성 풍뎡이는 기주식물과 다양한 형태의 생태적 상관관계를 가지고 있어 기주식물에 따라서는 선호성(Tsutsumi *et al.*, 1993; Chiu and Messina, 1994; Lee *et al.*, 1997)이나 적합성(Kikuchi and Mochida, 1993; Lee *et al.*, 2000)에 차이가 있으며, 기주식물의 환경적 요인에 따라서도 선호성에서 차이(Furutani and Arita, 1990; Lee, 2000; Rowe and Potter, 2000)가 있고, 화학물질에 따라서도 유인이나 섭식에 차이를 보이고 있다(Ladd 1986; Arita *et al.*, 1988; Loughrin *et al.*, 1996; Keathley *et al.*, 1999). Loughrin *et al.* (1996)은 왜콩풍뎡이(*Popillia japonica*)

가 가해할 때 기주식물에서 유발하는 특정물질에 다른 왜콩풍뎡이가 유인된다고 하였으며, Lee *et al.* (1999)도 주둥무늬차색풍뎡이의 가해는 다른 주둥무늬차색풍뎡이의 유인에 영향을 미친다고 하였다.

따라서 본 연구는 골프장의 조경수 관리를 위한 기초 자료로 활용하고자 골프장에서 주황긴다리풍뎡이에 의해 피해받은 수종들을 조사하여 야외의 기주식물들을 밝힘과 동시에 실내실험을 곁들여 피해 가능한 수종에 대한 정보를 얻고자 실시하였다. 또한 주황긴다리풍뎡이 성충이 특정 수목에 집약적으로 피해를 주는 원인을 구명하기 위하여 피해식물과 주황긴다리풍뎡이 성충의 유인 또는 섭식과의 관계도 조사하였다.

재료 및 방법

주황긴다리풍뎡이의 기주식물 종류와 피해도

주황긴다리풍뎡이 성충의 기주식물은 Lee *et al.* (1997)의 방법에 준하여 야외조사와 실내에서의 먹이 공급을 통한 섭식여부를 조사하였다. 야외에서의 기주식물 조사는 1999년 주황긴다리풍뎡이 성충의 활동기를 중심으로 경기도 군포의 안양 베네스트골프장, 경남 진해의 용원골프장, 양산의 통도골프장, 울산광역시 울산골프장, 부산광역시의 동래 베네스트골프장에서 코스 내에 식재된 활엽조경수와 코스 외곽의 활엽수를 대상으로 주황긴다리풍뎡이에 의한 피해여부를 조사하였다. 수종에 따른 골프장에서의 주황긴다리풍뎡이 성충의 섭식양상은 시기와 관계가 없었기 때문에, 울산 골프장에서는 5월 25일, 안양 베네스트골프장에서는 6월 1일, 동래 베네스트골프장에서는 7월 12일, 용원골프장에서는 7월 23일, 통도골프장에서는 8월 9일에 조사하였다. 성충의 활동기인 5월과 6월에는 피해를 주는 수종에서 직접 조사하였고, 7월과 8월은 Choo *et al.* (1999)의 주황긴다리풍뎡이 성충의 기주식물 가해 특성을 이용하여 피해수종을 확인하였다. 조사를 수행한 홀의 수는 용원골프장과 울산골프장에서는 27홀 전체를, 안양베네스트골프장과 동래베네스트골프장에서는 18홀 전체를, 통도골프장에서는 27홀 중 18홀에서 조사하였다. 피해엽율의 조사는 Potter *et al.* (1998)의 방법을 응용하여 수관에서 중간부분의 가지를 임의로 선정하여 주황긴다리풍뎡이 성

충에 의한 피해엽과 무피해엽을 구분하여 그 비율을 조사하고, Miller *et al.* (1999)의 방법으로 5단계로 구분하여 피해 정도를 산출하였다. 즉, 무피해 (-), 1~10%의 잎 피해 (+), 11~25%의 잎 피해 (++), 25~50%의 잎 피해 (+++), 50% 이상의 잎 피해 (++++)로 구분하였다. 조사한 기주식물의 개체 수는 3~15주였는데, 조사한 주수의 차이는 코스에 식재되어 있는 조정수의 크기와 수가 일정하지 않았기 때문이었다.

실내에서의 실험은 문헌에 기록되어 있지 않은 수종 중 골프장 주변과 우리 나라 남부지방에 분포하고 있는 주요 활엽수의 잎을 채취하여와 주황긴다리풍뎡이 성충의 먹이로 공급하면서 섭식여부를 조사하였는데, 실험에 이용한 수종은 41과 101종이었다 (Table 1). 각 수종의 잎은 경남 진주에 있는 임업연구원 남부임업시험장 수목원에서 실험 당일 채집하여 이용하였는데, 건전한 잎이 달린 가지를 전정하여 가정용 비닐팩에 수종별로 넣어 실험실로 가져와 이용하였다. 주황긴다리풍뎡이 성충은 5월 29일 용원골프장에서 사방오리나무 (*Alnus firma*)를 가해하고 있던 개체들을 채집하여 사용하였는데, 채집한 개체들은 29×16×24 cm 크기의 아크릴 cage에 기주식물과 함께 400~500 마리씩 넣어 실험실로 가져와 이용하였다. 한편으로는 모래와 버드나무 톱밥을 2:1 비율로 섞은 후 수분을 20%로 조정한 뒤 살균하고는 7×5 cm 크기의 원형 플라스틱 용기에 50 g씩 넣은 다음 하루 동안 굶긴 주황긴다리풍뎡이 성충 암수 한 쌍씩을 넣었다. 그리고 남부임업시험장 수목원에서 채집한 각 수종의 잎을 용기에 넣어 주었다. 피해 정도는 위와 같이 5단계로 구분하여 2일 후에 산출하였다.

기주식물의 종에 따른 선호성

기주식물의 종에 따른 주황긴다리풍뎡이 성충의 선호성은 야외 조사 때에 집중적인 피해를 받고 있던 수종인 사방오리와 은목서, 뽕나무 잎을 이용하여 상대적 선호성의 정도를 비교하였다. 각 수종의 잎은 기주식물 조사시와 같은 방법으로 실험 당일 채취하여 이용하였는데, 가지의 끝 부분과 하단부분의 잎은 배제하고 중간부분의 잎을 실험에 이용하였다. 비슷한 크기의 잎을 골라 전정가위로 자른 뒤 물에 적신 여과지 2매를 깐 petri dish (ø 15 cm)에 한 잎씩 중앙부를 중심으로 무작위로 배치하였다. 여기에 5월 29일 용원골프장에서 채집하여 하루 동안 굶긴 주황긴다리풍뎡이 성충 10마리씩을 중앙에 풀어놓았다. 그리고 petri dish를 25±2°C의 실온에 두고 24시간 후 각 수종의 잎 피해면적을 산출하여 전체 수종의 총 피해 잎 면적에 대한 각 수종별 피해 잎 면적의 비율로 환산하여 비교하였다. 실험은 10반복으로 수행하였다.

피해 잎이 주황긴다리풍뎡이 성충의 유인에 미치는 영향

식엽성 곤충이 기주식물을 탐색하고 가해하는데는 여러 가지 요인이 있다. 즉, 곤충 자체가 기주식물을 인식하여 탐색하거나 식물체가 해충의 공격에 대하여 방어물질을 내어놓으면 이것을 인식하여 찾아가기도 한다 (Loughrin *et al.*, 1995, 1996, 1997). 본 실험에서도 기주식물 잎의 피해 유무나 피해의 종류가 주황긴다리풍뎡이 성충의 유인에 미치는 영향을 알아보기 위하여 아래의 두 가지 방법으로 실험을 수행하였다.

첫 번째 실험은 기주식물로 사방오리나무의 잎을 이용하였는데, 다음과 같은 다섯 가지 처리로 피해도의 차이를 비교하였다. ① 무 피해 잎 - 주황긴다리풍뎡이 성충에 전혀 노출되지 않은 건전한 잎, ② 주황긴다리풍뎡이 피해 잎 - 실험 12시간 전부터 주황긴다리풍뎡이 성충의 가해를 받고 있던 잎, ③ 인위적인 상처를 낸 잎 - 실험시 직경 4mm의 펀치로 잎에 7~8개의 인위적인 구멍을 내어 상처를 낸 잎, ④ 주황긴다리풍뎡이 성충의 피해엽과 함께 있었지만 피해를 차단한 잎 - 실험 12시간 전 petri dish (ø 9 cm×높이 3 cm)에 물에 적신 여과지 1매를 깔고는 사방오리나무 잎 3매를 두었다. 그리고 2 mm 간격의 철망으로 바닥 쪽 petri dish를 막고는 철망 위에 다시 사방오리나무 잎 3매와 용원골프장에서 5월 29일 채집한 주황긴다리풍뎡이 성충 10마리씩을 철망 위에만 방사하여 petri dish의 뚜껑을 덮은 뒤 petri dish의 위쪽과 바닥 쪽을 밀봉하였다. 주황긴다리풍뎡이 성충은 petri dish의 위쪽 잎만 먹게 되고, 아래쪽 잎에는 배설물이 떨어지게 하였다. 실험에는 배설물이 떨어진 가해 받지 않은 아래쪽 잎을 이용, ⑤ 주황긴다리풍뎡이 성충을 방사하고는 인위적으로 가해를 차단한 잎 - 실험 12시간 전 4번과 동일하게 처리를 하였지만 petri dish의 위쪽에 먹이를 넣어 주지 않아 주황긴다리풍뎡이 성충이 굶게 되는 처리. 주황긴다리풍뎡의 접촉이 없는 아래쪽 잎을 실험에 이용.

처리한 사방오리나무 잎들 중 신선도가 높은 잎 1매를 선호성 실험과 같이 물에 적신 여과지 2매를 깐 petri dish (ø 15 cm, 높이 2.5 cm)에 중앙부를 중심으로 무작위로 배치하였다. 여기에 5월 29일 용원골프장에서 채집하여 하루 동안 굶긴 주황긴다리풍뎡이 성충 20마리씩을 중앙부에 방사하였다. 그리고 petri dish를 25±2°C의 실온에 두고 24시간 후 전체 피해 잎 면적에 대한 각 처리의 피해 잎 면적의 비율을 산출하였다. 실험은 5반복으로 수행하였다. ②번의 처리에서 피해를 받았던 잎의 면적은 미리 피해 받은 면적을 측정 한 후 실험 후의 피해 면적에서 뺀 것으로 환산하였다.

두 번째 실험은 첫 번째 실험의 결과를 바탕으로

Table 1. Host plants of *Ectinohoplia rufipes*

Family	Scientific name	Korean name	Origin*/Damaged index**
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	은행나무	L/-
Juglandaceae	<i>Carya pecan</i>	페칸	L/+++
	<i>Juglans sinensis</i>	호두나무	L/+, A/-
	<i>Platycarya strobilacea</i>	굴피나무	Y/-
Fagaceae	<i>Castanea crenata</i>	밤나무	L/++, A,Y/+, D,T,U/-
	<i>Quercus acutissima</i>	상수리나무	U, Y/+, T/-
	<i>Q. aliena</i>	갈참나무	L/++++, A,D/-, Y/++
	<i>Q. dentata</i>	떡갈나무	A/-, T/-, Y/+
	<i>Q. mongolica</i>	신갈나무	L/++++
	<i>Q. myrsinaefolia</i>	가시나무	L/+
	<i>Q. phillyraeoides</i>	줄가시나무	L/-, D/-
	<i>Q. serrata</i>	줄참나무	U, Y/+
	<i>Q. variabilis</i>	굴참나무	L/+, Y/+
Betulaceae	<i>Alnus firma</i>	사방오리	U/++++, Y/++++
	<i>A. hirsuta</i>	물오리나무	U/+
	<i>Alnus</i> sp.	오리나무류	Cho(1995)
	<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	개암나무	L/++++, T,U/-
Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i>	튤립나무	L/-
	<i>Magnolia grandiflora</i>	태산목	U/-
	<i>M. kobus</i>	목련	L,A,T,Y/-
	<i>M. liliiflora</i>	자목련	L/-
Lauraceae	<i>Cinnamomum japonicum</i>	생달나무	L/++
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	비목나무	L/-
	<i>L. obtusiloba</i>	생강나무	L/-
	<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	L/-
Sabiaceae	<i>Meliosma myriantha</i>	나도밤나무	L/-
Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i>	버즘나무	L/+
Hamameliaceae	<i>Corylopsis coreana</i>	히어리	L/++
	<i>Liquidamber styraciflua</i>	미국풍나무	L/+
Daphniphyllaceae	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	굴거리나무	L/-
Ulmaceae	<i>Celtis chosoniana</i>	검팽나무	L/+
	<i>C. sinensis</i>	팽나무	L,D,T/-
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	느릅나무	U,Y/-
	<i>U. parvifolia</i>	참느릅나무	L/++++
	<i>U. pumila</i>	비술나무	L/++++
	<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	L/++, A,D,T,U,Y/-
Moraceae	<i>Morus alba</i>	뽕나무	L,A/-
	<i>M. mongolica</i>	몽고뽕나무	L/+
Theaceae	<i>Camellia japonica</i>	동백나무	U/-
	<i>Cleyera japonica</i>	비쭈기나무	L/++
	<i>Eurya japonica</i>	사스레피나무	L/-
	<i>Stewartia koreana</i>	노각나무	L/++
	<i>Ternstroemia japonica</i>	후피향나무	U/-
	<i>Thea sinensis</i>	차나무	A/+
Actinidiaceae	<i>Actinidia chinensis</i>	양다래	L,D/-
Sterculiaceae	<i>Firmiana simplex</i>	벽오동나무	L/+, T/-
	<i>Populus davidiana</i>	사시나무	Cho(1995)

Table 1. Continued.

Family	Scientific name	Korean name	Origin*/Damaged index**
Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	무궁화	L,A,D,Y/-
Salicaceae	<i>Salix glandulosa</i>	왕버들	L,T/-
	<i>S. purpurea</i> var. <i>japonica</i>	키버들	Y/-
	<i>Salix</i> sp.	버드나무류	Cho (1995)
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	감나무	L/+, A,D,T,U,Y/-
	<i>D. lotus</i>	고욤나무	L/++
Styracaceae	<i>Styrax japonicus</i>	매죽나무	L/+
	<i>S. obassia</i>	쪽동백나무	L/++
Symplocaceae	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	노린재나무	L/+
Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i>	돈나무	L/-
Rosaceae	<i>Chaenomeles lagenaria</i>	명자꽃	L/+++, A,U/-
	<i>C. sinensis</i>	모과나무	L/+, A,D,T,U,Y/-
	<i>Crataegus pinnatifida</i>	산사나무	L/+
	<i>Eriobotrya japonica</i>	비파나무	L,D/-
	<i>Malus sieholdii</i>	아그배나무	L,U/++++, T/+, D,Y/-
	<i>M. halliana</i>	수사해당	A/++++
	<i>Photinia glabra</i>	홍가시나무	L/-
	<i>Prunus ameriaca</i> var. <i>ansu</i>	살구나무	D/+
	<i>P. mume</i>	매실나무	U/++++, D,T/-
	<i>P. persica</i>	복사나무	L,T,Y/-
	<i>P. persica</i> for. <i>rubro-plena</i>	홍도	A/+
	<i>P. salicina</i>	자두나무	L,A,D,Y/-
	<i>P. serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	벚나무	L/++++, U,Y/++++, A,D,T/-
	<i>P. tomentosa</i>	앵도	L,A,U/-
	<i>Pyracantha angustifolia</i>	피라칸타	L,A/++, U/++++, D,T/-
	<i>Pyrus pyrifolia</i>	돌배나무	L/++++
	<i>P. ussuriensis</i> var. <i>mecrostipes</i>	참배	Cho (1995), A,Y/-
	<i>Raphiolepis umbellata</i>	다정큼나무	L/-
	<i>Rosa hybrida</i>	장미	L,Y/-
	<i>R. multiflora</i>	절레꽃	A,D/-
	<i>R. rugosa</i>	해당화	U/++++, Cho (1995)
	<i>Rubus crataegifolius</i>	산딸기	D/-, Y/+
	<i>Sorbus lommixta</i>	마가목	L/++++
	<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i>	조팝나무	L/+
Mimosaceae	<i>Albizia julibrissin</i>	자귀나무	U/-
Laesalpinaceae	<i>Cercis chinensis</i>	박태기나무	U/-
	<i>Gleditsia japonica</i> var. <i>koraiensis</i>	주엽나무	L/-
Fabaceae	<i>Lespedeza bicolor</i>	싸리	Y/+
	<i>L. maximowiczii</i>	조록싸리	Y/-
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	D,T,U/-, Y/+
	<i>Sophora japonica</i>	회화나무	L/-
	<i>Wistaria floribunda</i>	동나무	L/+, D,T,U,Y/-
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수나무	L/+++, A/-
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	배롱나무	L/+, A,D,T,U,Y/-
Thymelaeaceae	<i>Edgeworthia papyrifera</i>	삼지닥나무	L/-
Punicaceae	<i>Punica granatum</i>	석류	L/+, Y/-

Table 1. Continued.

Family	Scientific name	Korean name	Origin*/Damaged index**
Conaceae	<i>Aucuba japonica</i>	식나무	L/-
	<i>Cornus controversa</i>	층층나무	L/+, D/-
	<i>C. kousa</i>	산딸나무	L/+
	<i>C. officinalis</i>	산수유	L,U/-
Celastraceae	<i>Euonymus alata</i>	화살나무	L/+
	<i>E. alata</i> for. <i>Ciliato-dentatus</i>	회잎나무	L/-
	<i>E. japonica</i>	사철나무	L/-
Aquifoliaceae	<i>Ilex cornuta</i>	호랑가시나무	Y/+++
	<i>I. crenata</i>	팡팡나무	L/-
	<i>I. integra</i>	감탕나무	L/+
	<i>I. rotunda</i>	먼나무	L/-
Rhamnaceae	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i>	대추	L/+, A,D,U,Y/-
Staphyleaceae	<i>Euscaphis japonica</i>	말오줌때	L/+
Aceraceae	<i>Acer buergerianum</i>	중국단풍	L/+, T/-
	<i>A. mono</i>	고로쇠나무	L/+
	<i>A. palmatum</i>	단풍나무	L/+, A,D,T,Y/-
	<i>A. palmatum</i> var. <i>amoenum</i> cv. <i>sanguineum</i>	홍단풍	A,D,T,U,Y/-
	<i>A. triflorum</i>	복자기	L/+
Rutaceae	<i>Evodia daniellii</i>	쉬나무	L/+
	<i>Phellodendron amurense</i>	황벽나무	L/+
	<i>Zanthoxylum coreanum</i>	왕초피	L/++
Araliaceae	<i>Kalopanax pictus</i>	읍나무	L/-
Verbenaceae	<i>Callicarpa mollis</i>	새비나무	Y/+
	<i>Clerodendron trichotomum</i>	누리장나무	L/-
Oleaceae	<i>Chionanthus retusa</i>	이팝나무	L/++
	<i>Forsythia koreana</i>	개나리	L,A/-
	<i>Fraxinus mandshurica</i>	들메나무	Y/++++
	<i>F. rhynchophylla</i>	물푸레나무	Cho (1995)
	<i>F. sieboldiana</i>	쇠물푸레	Y/++++
	<i>Ligustrum japonicum</i>	광나무	Y/++++
	<i>L. lucidum</i>	제주광나무	L/+, U/++++
	<i>L. obtusifolium</i>	쥐똥나무	L,U/++++, Y/+
	<i>Osmanthus asiaticus</i>	은목서	T,U/++++
	<i>O. asiaticus</i> var. <i>aurantiacus</i>	금목서	L/++++, Y/+, U/++
	<i>Syringa dilatata</i>	수수꽃다리	L,U/+
Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i>	오동나무	L/-
Bignoniaceae	<i>Campsis grandiflora</i>	능소화	L,D/-
Caprifoliaceae	<i>Viburnum awabaki</i>	아왜나무	L/+
	<i>V. carlesii</i>	분꽃나무	U/-
	<i>V. dilatatum</i>	가막살나무	L/-
	<i>V. sargentii</i>	백당나무	L/-
	<i>V. sargentii</i> for. <i>sterile</i>	불두화	L/+
	<i>Weigela subsessilis</i>	병꽃나무	L/+

* L; artificial supply, A; Anyang Benest Golf Club in Gyeonggi, D; Dongrae Benest Golf Club in Pusan metropolitan city, T; Tongdo Country Club in Gyeongnam, U; Ulsan Country Club in Ulsan metropolitan city, and Y; Yongwon Country Club in Gyeongnam.

** -; non-feeding, +; 1~10% feeding, ++; 11~25% feeding, +++; 25~50% feeding, and ++++; more than 50% feeding.

주황긴다리풍뎡이 성충의 배설물이 유인에 미치는 영향을 알아보기 위하여 다음의 3처리를 하였다. ① 무 피해 잎 - 주황긴다리풍뎡이 성충에 전혀 노출되지 않은 건전한 잎, ② 주황긴다리풍뎡이 성충의 피해 잎 - 실험 12시간 전부터 주황긴다리풍뎡이 성충의 피해를 받고 있던 잎, ③ 주황긴다리풍뎡이 성충의 배설물을 묻힌 잎 - 실험 직전 사방오리나무 잎을 먹고 배설한 주황긴다리풍뎡이 성충의 배설물을 2g씩 처리한 잎. 각 처리 잎들은 첫 번째 실험과 같은 방법으로 물에 적신 여과지 2매를 깐 petri dish (ø 15 cm, 높이 2.5 cm)에 한 잎씩 중앙부를 중심으로 무작위로 배치하였다. 여기에 6월 5일 용원골프장에서 채집하여 하루 동안 굶긴 주황긴다리풍뎡이 성충 20마리씩을 petri dish의 중앙부에 방사하였다. 그리고 petri dish를 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 실온에 두고 24시간 후 전체 피해 잎 면적에 대한 각 처리의 피해 잎 면적의 비율을 산출하였다. 실험은 5반복으로 수행하였다.

통계분석

기주식물의 종과 잎의 피해가 주황긴다리풍뎡이 성충의 선호성과 유인에 미치는 영향은 각 처리의 피해엽율을 arcsin변환하여 분산분석 하였으며 (PROC GLM, Tukey test, Cho, 1996), 모든 자료는 변환하기 전의 평균±표준오차로 표기하였다.

결 과

주황긴다리풍뎡이 성충의 기주식물 종류와 피해도 골프장 주변과 우리 나라 남부지방의 주요 활엽수 41과 101종의 건전 잎을 채취하여 주황긴다리풍뎡이 성충에게 제공한 후 실내에서 식엽 여부를 조사 한 결과 27과 61종을 섭식하였다. 그리고 골프장에서 주황긴다리풍뎡이 성충의 기주식물을 조사한 결과 골프장에 따라 피해수종의 종류에서 차이를 보였는데, 용원골프장에서는 17과 38종의 식물들 중 7과 11종을, 통도골프장에서는 11과 23종의 식물들 중 2과 2종만을, 동래베네스트골프장에서는 12과 25종 중 살구나 무만을, 안양베네스트골프장에서는 13과 24종 중 2과 3종을, 울산골프장에서는 14과 34종 중 4과 13종의 식물을 가해하고 있었다 (Table 1). 따라서 실내실험과 야외조사를 통한 주황긴다리풍뎡이 성충의 기주식물로는 총 29과 84종이 되었다. 그중 낙엽활엽수는 61종이었으며, 상록활엽수는 22종, 침엽수가 1종이었다.

기주식물의 종에 따른 선호성

사방오리나무와 은목서, 벚나무에서의 피해엽율로 주황긴다리풍뎡이 성충의 선호성을 알아본 결과, 수종에 따라 차이가 있었으며 ($F = 9.4$, $df = 2, 27$, $P >$

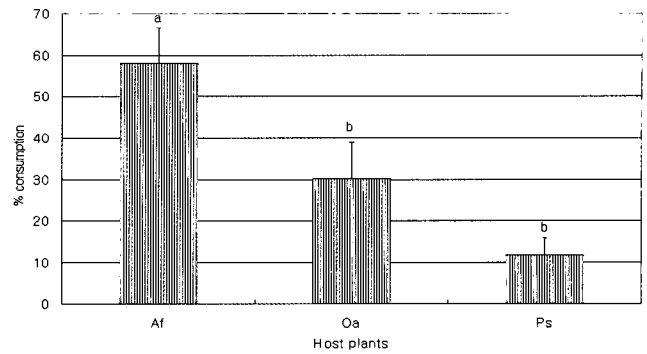


Fig. 1. Consumption rate of three host plants by *Ectinohoplia rufipes* adults in petri dish. Same lower case letter above bars for a given host plant is not significantly different ($P < 0.05$). Af; *Alnus firma*, Ps; *Prunus serrulata* var. *spontanea*, Oa; *Osmanthus asiaticus*.

Table 2. Consumption rate of Japanese green alder leaf by *Ectinohoplia rufipes* in petri dish

Treatment	% consumption ±SE
Undamaged leaf	4.0 ± 4.0 b*
Undamaged leaf with <i>Ectinohoplia rufipes</i>	12.9 ± 8.9 b
Undamaged leaf treated with dung of <i>Ectinohoplia rufipes</i>	12.9 ± 6.5 b
Damaged leaf by <i>Ectinohoplia rufipes</i>	45.3 ± 3.4 a
Artificial damaged leaf	26.5 ± 9.5 ab

* Means in a column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

0.0008), 사방오리나무 잎의 피해율이 58.1%로 선호성이 가장 높았고, 벚나무 잎의 피해율이 11.6%로 가장 낮았다 (Fig. 1).

피해 여부가 주황긴다리풍뎡이 성충의 유인에 미치는 영향

주황긴다리풍뎡이 성충에 의한 기존의 잎 피해 유·무가 주황긴다리풍뎡이 성충의 유인에 미치는 영향을 알아보기 위하여 건전한 잎, 주황긴다리풍뎡이 성충의 방문은 있었으나 피해를 받지 않은 잎, 주황긴다리풍뎡이 성충의 피해를 받은 잎, 인위적인 상처를 낸 잎을 구분하여 피해율을 조사한 결과, 각 처리 잎별로 차이가 있었다 ($F = 4.46$, $df = 4, 20$, $P > 0.0097$). 무 피해 잎에서는 4.0%, 주황긴다리풍뎡이 성충의 방문은 있었으나 피해를 받지 않은 잎에서는 12.9%, 주황긴다리풍뎡이 배설물을 묻힌 잎에서는 12.9%, 성충의 피해가 이미 있었던 잎에 대한 피해율은 45.3%였으며, 인위적으로 상처를 낸 잎에서는 26.5%의 피해율

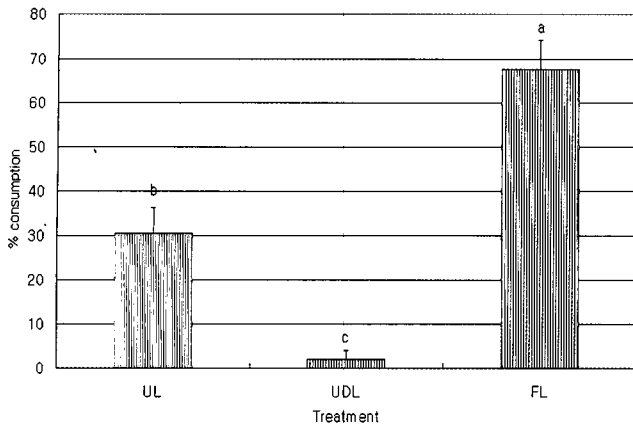


Fig. 2. Consumption rate of Japanese green alder leaf by *Ectinohoplia rufipes* (ER) in petri dish. Same lower case letter above bars for a given host plant is not significantly different ($P < 0.05$). UL; undamaged Japanese green alder leaf, UDL; undamaged Japanese green alder leaf treated with dung of ER, FD; damaged leaf of Japanese green alder

을 보였다 (Table 2).

한편, 무 피해 잎과 주황긴다리풍뎡이의 피해를 받은 잎, 무 피해 잎에 주황긴다리풍뎡이 성충의 배설물을 처리한 잎에 대한 피해엽율을 조사한 결과에서도 처리간에 차이가 있었는데 ($F = 44.37$, $df = 2, 12$, $P > 0.0001$), 무 피해 잎에서는 30.5%, 주황긴다리풍뎡이 성충의 피해를 받은 잎에서는 67.5%의 피해엽율을 보였고, 주황긴다리풍뎡이 성충의 배설물을 처리한 잎에서는 2.0%의 피해엽율을 보였다 (Fig. 2).

고 찰

주황긴다리풍뎡이 성충의 기주식물은 사시나무와 버드나무류, 오리나무류, 배나무, 물푸레나무 등 5과 6종이 Cho (1995)에 의하여 기록된바 있고, 68종의 기주식물이 밝혀진 바 있으나 (Choo *et al.*, 1999), 본 조사결과 16종이 추가되어 총 29과 84종이 되었다. 따라서 주황긴다리풍뎡이도 주둥무늬차색풍뎡이나 (Lee *et al.*, 1997) 왜콩풍뎡이 (Fleming, 1972)와 같이 광식성 해충으로 판명되었다. 그리고 선호도와 기주특이성에서 차이가 있기는 하지만 보다 더 광범위한 조사를 하게 되면 광식성 해충인 관계로 분류학적으로 근연종들도 섭식할 가능성이 높아 기주범위는 더욱 더 확대될 것으로 추정된다. 한편, 실내에서의 피해도 조사에서는 아그배나무와 뽕나무, 마가목, 금목서에서 피해도가 가장 높았지만, 골프장에서는 지역에 따라 수종들간에 차이를 보였다. 즉, 용원골프장에서는 사방오리나무와 들메나무의 피해도가 가장 높았으나, 통도골

프장에서는 은목서에서의 피해도가 가장 높았으며, 안양 베네스트골프장에서는 수사해당의 피해도가 가장 높았고, 울산골프장에서는 아그배나무와 매실나무, 피라칸다, 해당화, 쥐똥나무 등에서 피해도가 높았다. 피해도 뿐만 아니라 분포하고 있던 기주식물들 중 주황긴다리풍뎡이 성충이 실제로 가해하던 식물의 비율은 울산골프장이 23종의 기주식물들 중 13종을 가해하여 56.5%의 기주식물 피해율을 보였으며, 용원골프장이 28종의 기주식물들 중 11종이 피해를 받아 39.3%의 기주식물 피해율을 보였고, 동래 베네스트골프장이 5.9%로 가장 낮은 기주식물 피해율을 보였다. 조사골프장에 따른 피해율 차이는 주황긴다리풍뎡이 성충의 발생량 차이나 기주식물의 분포량 차이에 기인된 것으로 생각된다. 즉, 울산골프장이나 용원골프장에서는 5월부터 7월까지 코스 수목에서 성충의 활동이 빈번히 목격되었고, 수백 마리 이상의 개체들이 한 기주식물에 집단적으로 피해를 주는 것이 관찰되곤 하였지만, 동래 베네스트골프장에서는 밀도가 극히 낮아 매우 드물게 관찰되곤 하였다. 그리고 진해 용원골프장에서 1999년부터 주황긴다리풍뎡이를 관찰한 바로는 5월 초순 최초 발생기 때에는 코스 내 유충밀도가 높은 지점에서 가까운 곳에 있는 조경수에 집단적으로 피해를 주다가 시간이 경과함에 따라 코스 외곽의 다른 수종들로 확산하여 피해를 주고 있음이 확인되었다. 특히, 용원 골프장에서는 사방오리나무의 피해가 심하였는데, 발생 초기에는 코스안쪽과 코스와 인접한 부근의 오리나무 잎부터 가해하기 시작하다가 잎들이 피해를 받아 고사하게 되면 이웃한 다른 나무로 이동하여 피해를 주고, 다시 잎이 고사하게 되면 계속 이동하면서 가해하는 양상을 보였다. 기주식물 개체간의 이동은 시간이 경과함에 따라 골프장 주변 산의 아래쪽부터 위쪽으로 점차 이동해 가면서 피해를 주는 것이 목격되었다. 그리고 코스 내에 있는 사방오리나무들 모두 피해를 주는 것이 아니고 코스에 따라 차이가 있었는데, 이것은 유충의 골프장내 공간적 분포의 차이에 따른 것으로 보인다. 굼벵이의 분포는 토양의 물리화학적 조건이나 (Vittum and Tashiro, 1980; Kim 1987; Bhuiyan and Nishigaki, 1997) 먹이와의 관계 (Crutchfield and Potter, 1994; Glogoza *et al.*, 1998) 등에 의존하는 것으로 알려져 있다.

주둥무늬차색풍뎡이의 분포도 골프장내에서 먹이에 따라 차이가 있다 (Lee *et al.*, 1999). 호두나무와 개암나무, 느티나무, 벽오동, 감나무, 명자꽃나무, 모과나무, 등나무, 보리수나무, 배롱나무, 석류, 층층나무, 대추나무, 단풍나무는 실내실험에서 주황긴다리풍뎡이 성충이 가해를 하였지만, 골프장의 현지조사에서는 피해가 확인되지 않았다. 그러나 사방오리나무와 쥐똥나무, 은목서, 금목서, 수수꽃다리는 실내실험에서나 골프장

에서 모두 피해가 확인되었다.

기주식물을 분류군에 따라 식물군에서 비교해 보면 장미과(Rosaceae)가 조사대상 24種 중 16種에서 피해가 확인되어 가장 많았으며, 다음은 물푸레나무과(Oleaceae)로 조사대상 11種 중 10種에서 피해가 확인되었고, 참나무과(Fagaceae)도 9種의 조사대상 식물 중 8種에서 피해가 확인되어 주황긴다리풍뎡이가 선호하는 과에 속하였다. 특히, 물푸레나무과는 장미과나 참나무과의 지역에 따른 섭식 차이와는 달리 모든 조사지에서 비교적 높은 피해도를 보였다. 야외 조사시 주황긴다리풍뎡이 성충의 피해가 많았던 수종들 중 진해 용원골프장에서 5월 초순에 피해가 극심하였던 벚나무와 5월 하순 이후 피해가 심하였던 사방오리나무, 통도 골프장과 울산 골프장에서 피해가 많았던 은목서를 대상으로 선호성 실험을 한 결과 주황긴다리풍뎡이 성충은 사방오리나무 잎을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

그리고 기존의 주황긴다리풍뎡이 성충의 피해를 받았던 잎의 피해율이 무 피해 잎이나 인위적으로 상처를 낸 잎에 비하여 높게 나타났으며, 무 피해 잎에 비하여는 인위적으로 상처를 낸 잎에서 피해가 높게 나타나 식물체가 상처부위를 통해 발산하는 물질에 의하여 주황긴다리풍뎡이 성충이 유인되는 것으로도 판단된다. 또한 무 피해 잎에 비하여 주황긴다리풍뎡이 성충의 배설물을 처리한 잎에서 피해가 적었는데, 이는 제한된 먹이나 밀도의 증가로 인한 먹이 경쟁 때문에 배설물이 동종의 유인을 저지하는 것에 관여하는 것으로 추측되었다. 그러나 정확한 이유는 보다 더 깊은 연구에서 확인이 있어야겠다. 식엽성 곤충이 기주를 섭식하는데에는 물리적 조건이나 화학적 물질이 관여하는 것으로 알려져 있다. 곤충이 발산하는 페르몬이나 식물이 내어놓는 카이로몬과 같은 물질들이 상호작용을 촉발시키는 인자로 알려져 있다(Harrewijn *et al.*, 1995). 왜풍뎡이는 피해를 입은 *Vitis labrusca* 잎에 많이 유인되는데(Loughrin *et al.*, 1995), 이와 같은 현상은 몇 종의 단풍나무에서도 확인이 되었다(Loughrin *et al.*, 1997). 주둥무늬차색풍뎡이 성충도 같은 경향을 가지고 있다(Lee *et al.*, 1999). 따라서 골프장에서 주황긴다리풍뎡이 성충의 가해양상은 선호하는 수종에 일차적으로 몇몇 개체들이 몰려들어 가해하게 되면 피해를 받은 잎에서 발산하는 방향성물질에 의하여 다른 개체들이 유인되어 계속적으로 모여들기 때문인 것으로 판단되며, 밀도가 높아져 먹이 경쟁이 심해지게 되면 새로운 나무로 이동하는 것으로 생각된다. 한편, 많은 종류의 광식성 곤충들은 식물체에서 발산하는 방향성물질에 유인이 되는 관계로 이를 유인트랩으로 활용되는 사례들이 많다(Loughrin *et al.*, 1998). 따라서 골프장내의 주황긴다리풍뎡이 성충

의 관리를 위하여 이러한 물질을 탐색하는 연구가 있으면 한다.

사 사

본 연구를 수행하는 동안 현지조사에 많은 도움을 준 경산 대구골프장, 군포의 안양베네스트 골프장, 부산의 동래베네스트골프장, 양산 통도골프장과 진해 용원골프장 코스 관리 관계자 여러분들과 선충실험실의 정혜진, 이현호, 정옥련, 윤희숙에 감사드린다. 본 연구는 한국학술진흥재단의 BK지원사업으로 연구되었다.

인 용 문 헌

- Arita, L.H., S.C. Furutani and J.J. Moniz. 1988. Preferential feeding by the Chinese rose beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) on ethephon-treated plants. *J. Econ. Entomol.* 81: 1371~1376.
- Bhuiyan, M.K.R. and J. Nishigaki. 1997. Oviposition of the adult cupreous chafer, *Anomala Cupera* HOPE (Coleoptera: Scarabaeidae), at different water contents of the oviposition medium under laboratory conditions. *Appl. Entomol. Zool.* 32: 431~436.
- Chiu, Y.-J. and F.J. Messina. 1994. Effect of experience on host preference in *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): variability among populations. *Journal of Insect Behavior* 7: 503~515.
- Cho, I.H. 1996. Practice and application of SAS. 665 pp. Sungandang Pub. Co. Seoul.
- Cho, J.M. 1995. A list of insect pests of tree and shrubs. 360 pp. Forestry Research Institute. Seoul.
- Choo, H.Y., D.W. Lee, H.H. Kim, J.W. Park, Y.T. Sung and Y.K. Chung. 1998. A newly recorded turfgrass pest, *Meloidogyne incognita*, in Korean golf courses. *Kor. Turfgrass Sci.* 12: 107~112.
- Choo, H.Y., D.W. Lee, S.M. Lee, T.W. Kweon, Y.T. Sung and P.Y. Cho. 1998. White grubs in turfgrass of golf courses and their seasonal density. *Kor. Turfgrass Sci.* 12: 225~236.
- Choo, H.Y., D.W. Lee, J.W. Park and J.W. Lee. 1999. Comparison of four major Scarab beetles, *Exomala orientalis*, *Ectinohoplia rufipes*, *Adoretus tenuimaculatus*, *Exomala orientalis* and *Popillia quadriguttata* in golf courses. *Kor. Turfgrass Sci.* 13: 101~112.
- Crutchfield, B.A. and D.A. Potter. 1994. Preferences of Japanese beetle and southern masked chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) grubs among cool-season turfgrasses. *J. Entomol. Sci.* 29: 398~406.
- Fleming, W.E. 1972. Biology of the Japanese beetle. 129 pp. ARS USDA Technical Bulletin No. 1449. Washington.
- Furutani, S.C. and L.H. Arita. 1990. Effect of light exposure

- and carbohydrate content snap bean leaves on chinese rose beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) feeding. J. Econ. Entomol. 83: 2022~2025.
- Glogoza, P.A., M.J. Weiss and M.B. Rao. 1998. Spatial distribution of *Phyllophaga implicata* (Horn) (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae in relation to distance from the adult food source. J. Econ. Entomol. 91: 457~463.
- Harrewijn, P., A.K. Minks and C. Mollema. 1995. Evolution of plant volatile production in insect-plant relationships. Chemoecology 5/6: 55~73.
- Keathley, C.P., D.A. Potter and R.L. Houtz. 1999. Freezing-altered palatability of bradford pear to Japanese beetle: evidence for decompartmentalization and enzymatic degradation of feeding deterrents. Entomologia Experimentalis de Applicata 90: 49~59.
- Kikuchi, A. and O. Mochida. 1993. Rearing methods for the adults and larvae of *Anomala cuprea* (Hope) and *A. refo cuprea* Motschulsky (Coleoptera: Scarabaeidae). Proceedings of the Kanto-Tosan Plant Protection Society No. 40: 199~202.
- Kim, K.H. 1987. Bionomics of the larger black chafer (*Holotrichia morosa* Waterhouse) and the Korean black chafer (*Holotrichia diomphalia* Bates) and some environmental factors for the incidence of *H. morosa* in ginseng field. Ph. D. dissertation. Seoul National University, 47 pp, Korea.
- Kim, J.I. 1998. Insects' life in Korea Coleoptera III. 46 pp, Samsung Pub. Co. Seoul.
- Ladd, T.L.Jr. 1986. Influence of sugars on the feeding response of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). J. Econ. Entomol. 79: 668~671.
- Lee, D.W. 2000. Interrelationship between host plants and chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses. Ph. D. dissertation. Gyeongsang National University, 113 pp, Korea.
- Lee, D.W., H.Y. Choo, J.M. Chung, S.M. Lee, T.W. Lee and Y.D. Park. 1997. Host plants and preference of brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera: Scarabaeidae). Korean J. Appl. Entomol. 36: 156~165.
- Lee, D.W., H.Y. Choo, J.M. Chung, S.M. Lee, J. Huh and Y. T. Sung. 1998. Vegetation of golf courses and local difference of feeding host plant to *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera: Scarabaeidae). Kor. Turfgrass Sci. 12: 1~16.
- Lee, D.W., H.Y. Choo, S.M. Lee and Y.H. Lee. 1999. Effect of light, temperature and nitrogen fertilization and damaged leaf on the feeding of chestnut brown chafer *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Kor. Turfgrass Sci. 13: 159~170.
- Lee, D.W., H.Y. Choo, T.W. Lee, J.W. Park and T.W. Kweon. 1999. Spatial and temporal distribution of chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 13: 113~124.
- Loughrin, J.H., D.A. Potter, T.R. Hamilton-Kemp and M.E. Byers. 1995. Volatile compounds induced by herbivory act as aggregation kairomones for the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman). J. Chem. Ecol. 21: 1457~1467.
- Loughrin, J.H., D.A. Potter, T.R. Hamilton-Kemp and M.E. Byers. 1996. Role of feeding-induced plant volatiles in aggregative behavior of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). Environ. Entomol. 25: 1188~1191.
- Loughrin, J.H., D.A. Potter, T.R. Hamilton-Kemp and M.E. Byers. 1997. Response of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) to leaf volatiles of susceptible and resistant maple species. Environ. Entomol. 26: 334~342.
- Loughrin, J.H., D.A. Potter and T.R. Hamilton-Kemp. 1998. Attraction of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) to host plant volatiles in field trapping experiment. Environ. Entomol. 27: 395~400.
- Miller, F., S. Jerdan and G. Ware. 1999. Feeding preference of adult Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) for Asian elm species and their hybrids. J. Econ. Entomol. 92: 421~426.
- Potter, D.A., P.G. Spicea, D. Held and R.E. McNiel. 1998. Relative susceptibility of cultivars of flowering crab apples, lindens, and roses to defoliation by Japanese beetle. J. Environ. Hort. 16: 105~110.
- Rowe II, W.J. and D.A. Potter. 2000. Shading effects on susceptibility of *Rosa* spp. to defoliation by *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae). Environ. Entomol. 29: 502~508.
- Tsutsumi, L.H., S.C. Furutani, M. Nagao, V. Sworts and A. M. Vargo. 1993. An integrated approach to *Adoretus* control in Hawaii and American Samoa. Micronesica, Suppl. 4: 93~98.
- Vittum, P.J. and H. Tashiro. 1980. Effect of soil pH on survival of Japanese beetle and European chafer larvae. J. Econ. Entomol. 73: 577~579.
- Yoshida, M. 1978. Control of turfgrass insect. Plant Protection 32: 383~389.

(2000년 9월 14일 접수; 2001년 1월 3일 수리)