

골프장 식생과 주둥무늬차색풍뎠이 (*Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse) 가해 기주식물의 지역적 차이

이동운 · 추호렬 · 정재민* · 이상명** · 허 진 · 성영탁***
경상대학교 농대 농생물학과 · *경상대학교 농대 산림자원과학부
임업연구원 남부임업시험장 · *대구컨트리클럽

Vegetation of Golf Courses and Local Difference of Feeding Host Plant to *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera, Scarabaeidae)

Lee, Dong-Woon, Ho-Yul Choo, Jae-Min Chung*, Sang-Myeong Lee**,
Jin Huh and Young-Tak Sung***

Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju,
Gyeongnam, 660-701, Korea

* Faculty of Forest Science, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju,
Gyeongnam, 660-701, Korea

** Nambu Forestry Experiment Station, Chinju, Gyeongnam, 660-701, Korea

*** Daegu Country Club, Gyeongsan, Gyeongbuk. 712-714. Korea

ABSTRACT

Vegetation of golf courses and local difference of feeding host plants of brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera: Scarabaeidae) were investigated in golf courses; Yongwon country club in Chinhae and Tongdo country club in Yangsan Gyeongnam, Dongrae Benest golf club in Kumjeunggu Pusan and Daegu country club in Gyeongsan Gyeongbuk province from 1995 to 1997. Vegetation and species of feeding host plant were different depending on observed place. Damaged rate of host plants were concerned with ornamental trees and natural growing host plants, and *Oenothera odorata*, *Achyranthes japonica*, *Aralia elata*, *Viburnum awabuki*, *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Cornus officinalis*, and *Rhododendron mucronulatum* were newly recorded as host plant of *A. tenuimaculatus* in this study. Thus, host plants of *A. tenuimaculatus* were 193 kinds in 48 families.

Key words: Brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus*, host plant, vegetation, insect-plant interaction, biological control, golf courses.

서 론

골프장은 대면적의 잔디와 각종 목·초본류로 이루어져 일반 농림생태계와는 다른 생태적 구조를 가지고 있어 해충발생의 양상이 상이할 뿐만 아니라 이런 생태계에 적응하는 해충들의 발생이 증가하고 있다(吉田, 1978). 이들 해충들 중 주둥무늬차색풍뎅이(*Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse)는 42과 186종류의 식물을 가해하는 광식성 해충으로(이등 1997a), 성충은 수목이나 작물의 잎을 가해하고(甘日出, 1984) 유충은 잔디나 잡초 등의 뿌리를 가해하여 피해를 입힌다(氣賀澤, 1989; 梶原 등, 1988). 특히 골프장에 있어 문제해충으로 인식되어 오고 있는데(甘日出, 1978; 吉田, 1978) 성충이나 유충이 주는 직접적인 피해뿐만 아니라 성충이 야간에 토양 중에 잠입 후 탈출하면서 토사를 배출시켜 그린과 같이 집약적인 관리가 필요한 곳에서는 부수적인 문제도 야기시킨다(이 등, 1997a). 한편 주둥무늬차색풍뎅이와 같은 식염성 해충들은 그들의 먹이인 기주식물과 복잡한 상관관계를 가지는데(大串, 1995; Brown 등, 1987; Brown, 1984; Coley, 1983; Crawley, 1989; Farrelle 등, 1992; Hulme, 1996) 기주식물의 양적, 질적 차이에 따라 생육과 밀도에 많은 영향을 받는다(Chapman과 Sword, 1994; Coley와 Barone, 1996; Fritz, 1990; Louda와 Rodman, 1996; Sava Via, 1990). 주둥무늬차색풍뎅이의 경우도 기주식물의 종류에 따라 선호성(이 등, 1997)과, 적합성에 차이를 보이고 있다(이, 1996, 미발표). 따라서 이러한 기주식물과 식염성 해충의 섭식생태와의 관계를 고려한 방제 방법을 강구하는 것도 유용한 방제 방법이다. 특히 골프장과 같은 휴식과 레저를 위한 공간의 경우 환경 친화적인 방제법의 활용이 바람직한 방법인데 Blanco-montero와 Hernandez(1995)는 골프장의 굼벵이류의 방제를 위해 기계적 방제법을 제시하였고, Villani와 Wright(1988), Alm 등(1992), 藤家 등(1993)과 이 등(1997b)은 곤충병원성 선충을 이용한 굼벵이류의 생물적 방제법을 제시하였으며, Villani 등(1994)과 이 등(1997c, d) 및 허(1996)는 곤충병원성 곰팡이를 이용한 굼벵이류의 생물적 방제법을 제시하는 등 골프장의 잔디해충 방제에 대한 환경친화적인 관리법이 다양하게 연구되고 있다. 그러나 우리 나라에서는 골프장의 잔디해충 방제를 위한 연구는 추 등(1994), 허(1996), 이 등(1997b, c, d)의 연구가 있을 뿐이며 특히 기주식물과의 생태적 관계를 고려한 방제법의 연구에 대해서는 연구가 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 골프장의 식물 생태계와 그들 생태계와 주둥무늬차색풍뎅이의 섭식 생태와의 관계를 고려한 환경친화적인 골프장 해충 관리법의 기초 자료를 확보키 위해 수행하였다.

재료 및 방법

1. 조사지의 개황

주둥무늬차색풍뎅이 성충의 기주식물과 실제 섭식하는 기주식물의 지역적 차이를 알아보기 위하여 조사한 지역은 Fig. 1과 같이 경남 양산의 통도 골프장, 진해의 용원 골프장과 경북 경산의 대구 골프장, 부산 금정구의 동래 베네스트 골프장 및 경남 진주의 임업연구원 남부임업시험장의 수목 전시원이었다.

2. 조사지의 식생조사

식생의 조사는 1996년 주둥무늬차색풍뎅이 성충의 활동시기인 7월에 수행하였다. 식생 조사지

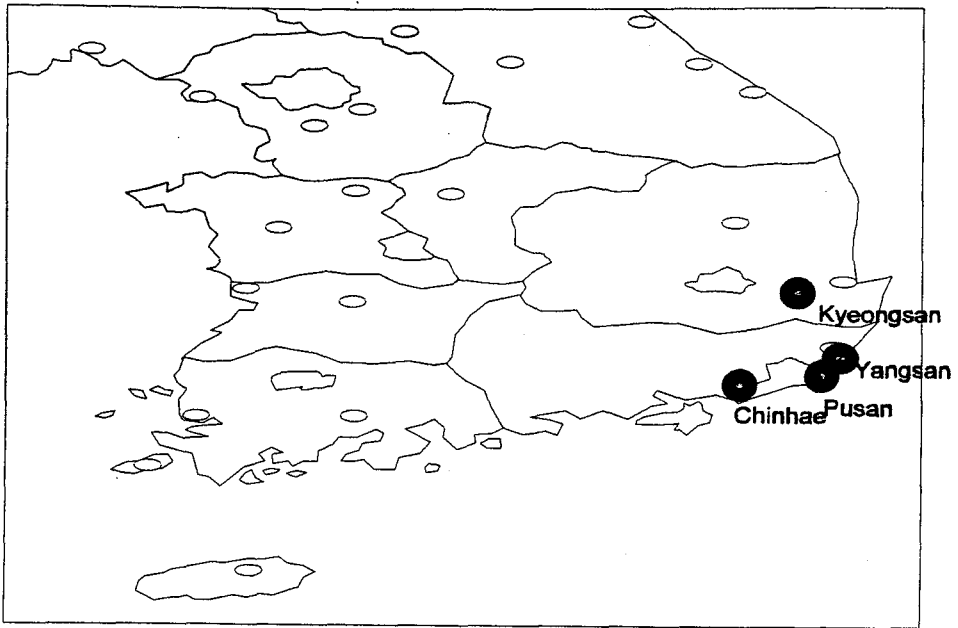


Fig. 1. The map of research sites.

의 선정은 골프장 코스 외각의 수목 자연 군락지에서 행하였는데 조사지의 크기는 10m×20m로 하여 각 5개소를 설치하여 조사하였다. 식생의 분석은 조사구내 출현한 모든 유관속 식물의 밀도와 빈도, 피도를 조사하여 Curtis와 McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요도를 산출하였다. 식물의 학명은 이창복(1985)에 따랐다.

3. 주둥무늬차색풍뎡이 가해 기주식물 조사

주둥무늬차색풍뎡이의 실제 가해 하는 기주식물의 종류를 조사하기 위하여 각 조사지에서 1995년부터 1997년까지 주둥무늬차색풍뎡이 성충의 활동시기인 5월에서 10월까지 육안으로 직접 조사하였다. 한편 주둥무늬차색풍뎡이의 기주식물은 이 등(1997a)이 보고한 43과 186종류를 기초로 하였으며 본 조사기간 중에 새로운 기주식물로 밝혀진 6과 7종을 추가하여 결과 분석하였다.

결 과

1. 각 조사지의 식생과 주둥무늬차색풍뎡이 기주식물의 식생

식생과 주둥무늬차색풍뎡이의 섭식 생태와의 관계를 알아보기 위하여 각 골프장에서 조사한 식생의 중요치(importance value)중 상층의 것은 Table 1과 같았다.

Table 1과 같이 각 조사지의 상층은 해송과 소나무, 리기다의 침엽수 중요치가 165이상을 나타내었는데 특히 경산의 경우 262.22로 매우 높은 값을 나타내었다. 주둥무늬차색풍뎡이 기주식물의 중요치는 진해지역이 134.328로 가장 높게 나타났으며 경산 지역이 37.78로 가장 낮게 나타

Table 1. The importance value of upper story in surveyed districts

Species	Locality			
	Chinhae	Gyeongsan	Pusan	Yangsan
<i>Pinus thunbergii</i>	165.672	74.928	78.511	41.547
<i>P. densiflora</i>		144.649	109.493	190.879
<i>P. rigida</i>		42.643		
<i>Quercus acutissima</i>	26.163		9.093	48.334
<i>Q. dentata</i>	61.572			
<i>Q. serrata</i>			9.207	
<i>Prunus sargentii</i>	27.716	12.372	19.677	
<i>Platycarya strobilacea</i>	18.877			
<i>Styrax japonica</i>			20.644	
<i>Rhus sylvestris</i>			16.244	
<i>Diospyros kaki</i>			9.513	
<i>Albizia julibrissin</i>			11.387	
<i>Carpinus tschonoskii</i>			16.230	
<i>Castanea crenata</i>		13.036		19.240
<i>Robinia pseudoacacia</i>		12.372		
Total	300.000	300.000	300.000	300.000

나(Table 7) 상층 식생에서는 진해지역이 가장 기주 식물이 풍부함을 알 수 있었다. 출현종에 있어서는 부산지역이 10종으로 가장 많이 나타났으나 일반적인 산림지보다는 출현종수가 적게 나타났다.

각 조사지 중층의 중요치는 Table 2와 같았다. 중층의 경우 진해지역은 상수리나 굴참, 떡갈나무와 같은 참나무류의 중요치가 103.417로 높게 나타나 있었으며, 부산의 경우 산검양의 중요치가 99.304로 가장 높게 나타났다. 양산의 경우 해송과 소나무, 리기다의 소나무류의 중요치가 88.334로 높게 나타났으며 주동무늬차색풍뎅이의 기주식물인 참나무류도 132.028로 높게 나타났다. 반면 경산지역의 경우 소나무류의 중요도가 104.538로 높게 나타났다. 중층의 출현종은 양산이 24종으로 가장 많았으며 경산이 12종으로 가장 적었다. 한편 중층의 기주식물 중요도는 진해와 경산 지역이 170이상을 나타내 가장 많았으며 부산이 가장 적었다.

각 골프장 하층의 중요도를 산출한 결과는 Table 3과 같았다. 하층 식생의 경우 비교적 많은 식물들이 분포하였는데 양산 지역의 경우 참나무류의 중요도가 높았고 경산지역의 경우 명석말기의 중요도가 높게 나타났다. 출현종수는 진해와 부산, 양산의 경우는 비슷하였으나 경산지역은 작았다. 한편 전체적인 식물상은 진해와 양산, 부산 지역은 비교적 유사하였으나 경산지역이 차이를 보였다. 이것은 각 골프장이 위치하는 곳이 진해와 부산, 양산의 경우 산지에 위치해 있으나 경산지역의 경우 구릉지 경작지에 둘러쌓여 있기 때문으로 생각된다. 기주식물의 중요도는 양산이 가장 높았으며 진해, 경산, 부산의 순이었다.

2. 주동무늬차색풍뎅이의 가해 식물 조사

각 조사지에서 주동무늬차색풍뎅이의 가해 기주식물을 조사한 결과는 Table 4와 같았다. 기주식물로 기록되어 있지만 지역에 따라 피해가 목격되지 않은 기주식물이 있는 것으로 나타났다. 진달래와 고욤나무, 칙, 조록싸리, 청미래덩굴, 장미나 산딸기와 같은 기주식물들은 특정지역에서만 피해가 목격되었고, 절레꽃이나 등나무, 갈참나무, 모과나무, 단풍나무와 같이 특정지역에

Table 2. The importance value of middle story in surveyed districts

Species	Locality			
	Chinhae	Gyeongsan	Pusan	Yangsan
<i>Pinus thunbergii</i>	52.352	29.613	6.256	4.117
<i>P. densiflora</i>		45.566	4.281	78.286
<i>P. rigida</i>		29.359	4.990	5.931
<i>Quercus acutissima</i>	15.139	46.065		8.777
<i>Q. aliena</i>	7.528		7.874	24.759
<i>Q. serrata</i>	35.618		21.645	53.786
<i>Q. dentata</i>	45.132			15.328
<i>Q. mongolica</i>			7.874	10.418
<i>Castanea crenata</i>		21.810	4.532	19.010
<i>Prunus sargentii</i>	31.860	54.229		
<i>P. leveilleana</i> var. <i>pendula</i>		8.203		
<i>Carpinus laxiflora</i>				4.812
<i>Styrax japonica</i>	5.550		36.301	13.250
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	8.009		6.385	6.254
<i>R. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	11.802			3.816
<i>Diospyros kaki</i>	13.187			4.222
<i>D. lotus</i>		8.974		
<i>Rhus javanica</i>	13.577		20.508	
<i>R. trichocarpa</i>	5.550		99.304	6.104
<i>R. sylvestris</i>	5.186		5.232	
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	4.977			3.358
<i>Viburnum wrightii</i>	6.113			
<i>V. erosum</i>				3.126
<i>Platycarya strobilacea</i>	8.027			
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	19.389			8.048
<i>L. maximowiczii</i>				3.400
<i>Alnus japonica</i>			14.612	3.578
<i>A. firma</i>	11.004			
<i>A. hirsuta</i>			6.151	
<i>Fraxinus sieboldiana</i>			19.248	5.952
<i>Symplocos paniculata</i>			4.281	3.994
<i>Sorbus alnifolia</i>			25.314	3.482
<i>Morus bombycis</i>				6.244
<i>Robinia pseudoacacia</i>		29.714		
<i>Amorpha fruticosa</i>		11.259		
<i>Ailanthus altissima</i>		7.323		
<i>Firmiana simplex</i>		7.886		
<i>Eurya japonica</i>			5.213	
Total	300.000	300.000	300.000	300.000

Table 3. The importance value of lower story in surveyed districts

Species	Locality			
	Chinhae	Gyeongsan	Pusan	Yangsan
<i>Pinus thunbergii</i>	21.197	12.298	14.795	4.589
<i>P. densiflora</i>		8.252	22.470	12.879
<i>P. rigida</i>		10.344	6.104	3.597
<i>Juniperus rigida</i>			1.774	
<i>J. chinensis</i>		3.961		
<i>Quercus acutissima</i>	5.700	30.791		
<i>Q. aliena</i>	2.794		5.868	20.606
<i>Q. serrata</i>	11.515		26.616	38.599
<i>Q. dentata</i>	2.569			10.679
<i>Castanea crenata</i>		7.084	2.455	13.629
<i>Carpinus tschonoskii</i>	2.569			
<i>Diospyros lotus</i>				3.597
<i>Corylus heterophylla</i>				11.512
<i>Platycarya strobilacea</i>	4.747			
<i>Alnus japonica</i>			7.284	2.793
<i>A. firma</i>	1.729			
<i>S. china</i>	14.472		8.683	15.725
<i>S. sieboldii</i>			1.774	
<i>Celtis sinensis</i>	1.841			
<i>Lindera obtusiloba</i>	5.924			
<i>L. erythrocarpa</i>	5.420			2.793
<i>Stephananra incisa</i>			6.587	
<i>Rubus crataegifolius</i>		8.782	3.533	3.785
<i>R. parvifolius</i>	3.131	77.300		
<i>Rosa multiflora</i>		10.344		2.417
<i>R. wichuraiana</i>	5.368		7.284	3.785
<i>Prunus sargentii</i>	2.794	13.232	4.709	2.605
<i>Sorbus alnifolia</i>			5.146	5.098
<i>Chaenomeles sinensis</i>		3.961		
<i>Robinia pseudoacacia</i>		19.288	1.655	
<i>Pueraria thunbergiana</i>	21.489		7.452	6.631
<i>Indigofera kirilowi</i>	14.221	12.672	7.665	
<i>Lespedeza cuneata</i>		13.840		
<i>L. bicolor</i>	18.077		5.563	6.202
<i>L. cyrtobotrya</i>	15.018		1.894	9.424
<i>L. maximowiczii</i>	7.496		2.575	6.577
<i>L. x maritima</i>			2.934	
<i>L. tomentosa</i>	2.120			
<i>L. thunbergii</i> var. <i>intermedia</i>		5.214		
<i>Amorpha fruticosa</i>		10.896		3.409

Table 3. Continued

Species	Locality			
	Chinhae	Gyeongsan	Pusan	Yangsan
<i>Albizzia julibrissin</i>	1.729		2.575	
<i>Styrax japonica</i>			11.373	9.469
<i>Amelposis heterophylla</i>	3.682			2.417
<i>Vitis flexuosa</i>				2.605
<i>V. thunbergii</i> var. <i>sinuata</i>	2.682			2.417
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	1.841			
<i>Celastrus flagellais</i>	1.953			
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i>	5.363			
<i>Diospyros kaki</i>			4.230	7.194
<i>D. lotus</i>		4.195		
<i>Rhus javanica</i>	16.757			
<i>R. trichocarpa</i>	2.682		16.729	7.837
<i>R. sylvestris</i>	2.906		39.305	0.858
<i>Eurya japonica</i>			4.110	
<i>Securinega sffruticosa</i>	3.579			
<i>Zanboxylum piperitum</i>	3.906			
<i>Z. schinifolium</i>	4.131		6.946	6.202
<i>Zizyphus jujuba</i>		4.513		
<i>Firmiana simplex</i>		4.747		
<i>Aralia elata</i>				2.793
<i>Fraxinus sieboldiana</i>			7.280	8.078
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	5.812	3.727		
<i>Osmanthus heterophyllus</i>			1.655	
<i>Chionanthus retusa</i>		5.214		
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	8.436		11.733	19.480
<i>R. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	34.464		14.184	22.911
<i>R. schlippenbachii</i>			2.695	
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>				2.230
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>			1.894	
<i>S. paniculata</i>			6.363	5.210
<i>Callicarpa japonica</i>	1.841			
<i>Viburnum wrightii</i>	1.672			
<i>V. erosum</i>	1.953			
<i>Lonicera japonica</i>	8.494	6.850		
<i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i>			3.293	
Total	300.000	300.000	300.000	300.000

Table 4. Host plants of *Adoretus tenuimaculatus* in each sampling site

Family	Host plants		Locality*				
	Scientific name	Korean name	CH	GS	PS	YS	CJ
Aceraceae	<i>Acer buergerianum</i>	중국단풍				●**	●
	<i>A. japonicum</i>	참단풍			●		●
	<i>A. palmatum</i>	단풍나무		●	●		○
	<i>A. palmatum</i> var. <i>amoenum</i> cv. <i>sanguineum</i>	홍단풍	●		●		○
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i>	참다래	●				
Amaranthaceae	<i>Achyranthes japonica</i>	***쇠무릎			▲		○
Araliaceae	<i>Aralia elata</i>	***두릅나무				■	○
Betulaceae	<i>Alnus firma</i>	사방오리	■		▲		
	<i>A. japonica</i>	오리나무			■	□	
	<i>A. maximowiczii</i>	두메오리나무			▲		
	<i>Carpinus coreana</i>	소사나무					●
	<i>Corylus cordata</i>	까치박달					●
	<i>C. heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i> <i>C. heterophylla</i>	개암나무 난티잎개암나무			●	■	○
Caprifoliaceae	<i>Viburnum awabuki</i>	***아왜나무			●		○
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	***명아주			▲		
Cornaceae	<i>Cornus officinalis</i>	***산수유				●	○
Ericaceae	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	***진달래	□	□	■		○
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	감나무	□	●	■	■	○
	<i>D. lotus</i>	고욤나무		□		●	○
Fagaceae	<i>Castanea crenata</i>	밤나무			■	■	●
	<i>Quercus accutissima</i>	상수리나무	■	■	■	■	●
	<i>Q. aliena</i>	갈참나무	■		■	■	○
	<i>Q. dentata</i>	떡갈나무	■	●		■	●
	<i>Q. mongolica</i>	신갈나무			▲	■	●
	<i>Q. myrsinaefolia</i>	가시나무			●		●
	<i>Q. serrata</i>	졸참나무	■		■	■	●
	<i>Q. variabilis</i>	굴참나무	▲	▲	▲	▲	●
Juglandaceae	<i>Juglans mandshurica</i>	가래나무	▲				○
	<i>Platycarya strobilacea</i>	굴피나무	■			▲	●
Leguminosae	<i>Amorpha fruticosa</i>	족재비싸리		■	●	□	○
	<i>Lespedeza bicolor</i>	싸리	■		■	□	○
	<i>L. maximowiczii</i>	조록싸리	■	□	□	□	○
	<i>Pueraria thunbergiana</i>	췌	■		□	□	
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	▲	■	■	▲	●
	<i>Wistaria floribunda</i>	둥나무	●		●	●	○
Linaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	무궁화					●
Liliaceae	<i>Smilax china</i>	청미래덩굴	■		□	□	
Lythraceae	<i>Legerstroemia fottunei</i>	배롱나무	●				○
Oleaceae	<i>Fraxinus mandshurica</i>	들메나무	▲				○
Onagraceae	<i>Oenothera odorata</i>	***달맞이꽃		▲			
Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i>	버즘나무		●			○

Table 4. Continued

Family	Host plants		Locality*				
	Scientific name	Korean name	CH	GS	PS	YS	CJ
Rhamnaceae	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i>	대추		□**	●		
Rosaceae	<i>Chaenomeles sinensis</i>	모과나무	●	□	●		●
	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>	털야광나무			●		
	<i>M. hallinana</i>	참해당나무			●		
	<i>M. pulmila</i>	사과나무		●		●	
	<i>M. sieboldii</i>	아그배나무				●	●
	<i>Prunus ameniaca</i>	살구				●	○
	<i>P. davidiana</i>	산복사나무		●		●	
	<i>P. leveilleana</i>	개벚나무					●
	<i>P. mume</i>	매실			●	●	○
	<i>P. salicina</i>	자두	●				○
	<i>P. serrulate spontanea</i>	벚나무			●		○
	<i>P. ussuriensis</i> var. <i>macrospipes</i>	참배나무					●
	<i>Pyracantha angustifolia</i>	피라칸타			●		○
	<i>Pyrus pyrifolia</i>	돌배나무					●
	<i>Rosa hybrida</i>	장미	●		○	○	○
	<i>R. crataegifolius</i>	산딸기		○	○	●	
	<i>R. multiflora</i>	절레꽃		●	■	■	○
	<i>R. parvifolius</i>	명석딸기	□	■			
	Rosaceae	<i>Rosa rugosa</i>	해당화				●
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀	▲			○	
Salicaceae	<i>P. euramericana</i>	이태리포플라		●			
	<i>P. nigra</i> var. <i>italica</i>	양버들		●			
	<i>S. glandulosa</i>	왕버들	●				
	<i>S. graciliglans</i>	눈갯버들					●
Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i>	오동나무		●		○	
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	가층나무		■		○	
Sterculiaceae	<i>Firmiana simplex</i>	벽오동		■		○	
Styracaceae	<i>Styrax obassia</i>	쪽동백				●	
Symplocaceae	<i>Symplocos paniculata</i>	검노린재			□	■	
Tiliaceae	<i>Tilia mandshurica</i>	찰피나무				●	
Ulmaceae	<i>Ulmus parvifolia</i>	참느릅나무	●	●		○	
	<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	●	●	●	●	
Vitaceae	<i>Vitis coignetiae</i>	머루나무	▲				
	<i>V. thunbergii</i> var. <i>sinuata</i>	까마귀머루	■			□	

* CH; Chinhae Yongwon contry club, GS; Gyeongsan Daegu contry club, PS; Pusan Dongrae benest golf club, YS; Yangsan Tongdo contry club and CJ; Chinju Nambu Foristry Experiment Station.

** The actual positive feeding host plants of *Adoretus tenuimaculatus* were indicated by the solid and the negative feeding host plants by the open ; Tetragon for host plant of vegetation research site, circle for ornamental trees and triangle for other boundry of vegetation research sites.

*** Newly recorded host plants of *Adoretus tenuimaculatus*.

서만 피해를 받지 않는 기주식물도 있었다. 한편 밤나무나 상수리나무, 갈참나무 등의 참나무과 기주식물들에 대해서는 전 골프장에서 피해가 확인되어 이들 참나무과 기주식물들에 대해서는 보편적으로 피해를 주는 것으로 보인다. 또한 이 등(1997)이 선호성이 높은 수종으로 보고했던 기주식물들에 대해서는 각 서식지에서 피해가 확인되어 선호성이 높은 수종의 경우 지역에 관계 없이 보편적인 섭식을 하는 것을 알 수 있었다. 그러나 실내 실험의 선호성 결과와 반드시 일치하지는 않았는데 이것은 실내 조건보다 야외조건인 경우 주둥무늬차색풍뎅이의 섭식 행동에 영향을 미칠 수 있는 요인이 많고, 실내실험보다 기주식물에 대한 균질성이 떨어지고 야외조건인 경우 비기주식물이 혼재되어 있는 것도 실내실험의 결과와 상이한 부분을 가지게 하는 이유로 생각된다. Eigenbrode와 Bernays(1997)는 미세기상이나 식생, 다른 곤충의 존재와 같은 기주식물 이외의 환경이 기주식물 선택에 영향을 미친다고 하였다. 한편 전체적인 피해수종의 비율은 진해지역이 90.0%로 가장 높고, 양산지역이 75.7%로 가장 낮았다(Table 5). 각 조사지의 자생 식물들 중 기주식물 중은 경산 지역이 가장 적었고 양산이 가장 많았다. 반면 조경수의 경우 부산지역의 기주식물 수가 가장 많았다. 한편 각각의 기주 식물 피해율은 자생종보다는 조경수에서 높게 나타나 조경수가 주둥무늬차색풍뎅이의 피해를 더 받고 있음을 알 수 있었다. 이것은 조경수의 경우, 골프장 코스의 중간중간에 식재되어 경쟁하는 수종이 없어 상대적으로 주둥무늬차색풍뎅이에 노출될 확률이 높고 주둥무늬차색풍뎅이의 성충의 경우 야간에 코스내 잔디에 잠입 후 다음날 탈출하여 기주 식물을 찾아가는 생태적 특성을 가지고 있어 이때 상대적으로 거리가 짧은 곳에 위치한 조경수를 찾을 확률이 높기 때문에 이러한 결과가 나왔을 것으로 생각된다. 또한 Schowalter 등(1986)은 임분내의 비기주식물의 분포가 식엽성 해충의 분산이나 분포에 영향을 미친다고 하였는데 자생지의 경우, 다른 비기주식물들과 혼재되어 있고 선호도가 높은 수종과 낮은 수종이 혼재되어 있기 때문에 피해율이 낮은 것으로 생각된다. 한편 조경수만 식재되어 있는 진주의 수목 전시원에서 주둥무늬차색풍뎅이 성충에 의한 기주식물의 피해율을 조사한 결과는 Table 5에서 처럼 42.6%로 골프장 조경수에서 높은 피해율을 보였던 것과는 상이하였으며, 전체적인 피해율에 있어서도 상당히 낮은 피해율이었다. 이것은 기주식물들의 종수가 많은 곳에서는 선호성이 높은 수종들을 우선 선택하고 기주식물이 제한적일 때에는 상대적으로 선호성이 낮은 수종을 선택하기 때문으로 생각된다.

고 찰

기주식물과 식엽성 해충의 섭식생태에 관여하는 인자는 매우 다양하다. Schowalter 등(1986)은 산림생태계의 구조가 식엽성 해충이 수용할 수 있는 공간적 분포를 결정하고 분산된 식엽성

Table 5. Composition of host plant and feeding host plant to *Adoretus tenuimaculatus*

Habitat of host plant	Section	Locality				
		Chinhae	Gyeongsan	Pusan	Yangsan	Chinju
Research site	Damage	11	7	10	12	—
species	Undamage	3	5	4	7	—
Ornamental	Damage	10	12	16	13	23
trees	Undamage	0	1	2	2	31
Other research site	Damage	6	2	6	3	—
Damaged rate(%)		90.0	77.8	84.2	75.7	42.6

해충의 먹이 발견 능력에 영향을 끼친다고 하여 산림생태계의 구조가 식엽성 해충에 다양한 형태로 영향을 준다고 하였다. 본 조사에서도 각 골프장별로 식생의 차이가 나타났으며 주둥무늬차색풍뎡이의 기주식물의 서식에 있어서도 차이를 보였다(Table 7). Table 6에서 처럼 전체서식종수에 있어서는 경산지역이 가장 적고 기주식물 종수에 있어서도 경산지역이 가장 적었다. 전체 임분내에서 기주식물의 중요도는 Table 7에서 처럼 부산이 가장 낮았고 다른 지역은 유사하였다. 그러나 Table 5의 결과에서 서식 기주식물에 대한 피해율은 부산지역보다 경산지역이 더 낮게 나타나고 있어 상반되었는데 이것은 임분의 중요도가 주둥무늬차색풍뎡이 섭식과 관계가 없거나 임분을 구성하는 다른 인자가 더 관련이 있기 때문으로 생각된다. 즉 각 지역의 밀도(Fig. 3), 피도(Fig. 4), 빈도(Fig. 5)에 있어 밀도와 피도보다 상대적으로 빈도가 부산지역이 높

Table 6. The ratio of host plant species of each vegetation unit

Section	Locality			
	Chinhae	Gyeongsan	Pusan	Yangsan
Total species	43	25	41	39
Host plant species	20	13	16	21
Host plant ratio(%)	46.5	52.0	39.0	53.8

Table 7. Importance value of host plants of *Adoretus tenuimaculatus* in each vegetation unit

Section	Locality			
	Chinhae	Gyeongsan	Pusan	Yangsan
Upper	134.33	37.78	63.72	65.57
Middle	189.13	187.58	69.07	156.96
Lower	128.0	161.61	98.72	185.56
Total	150.75	129.32	77.17	136.03

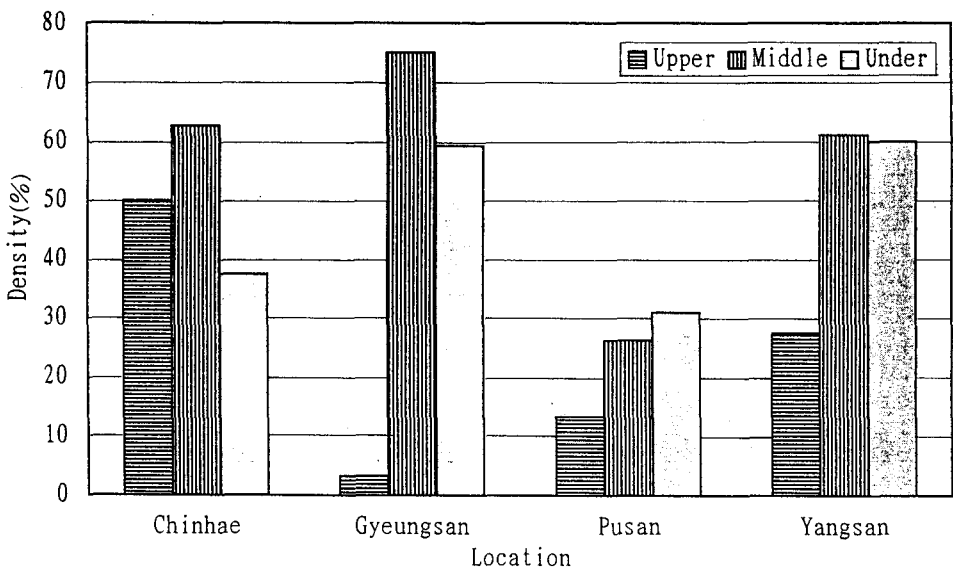


Fig. 2. Density of host plants in each golf courses.

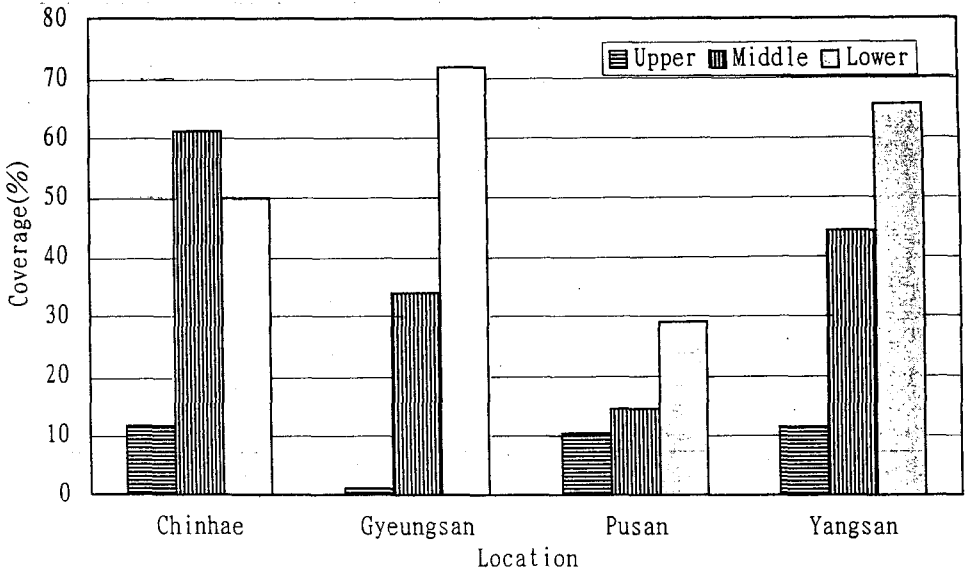


Fig. 3. Coverage of host plants in each golf courses.

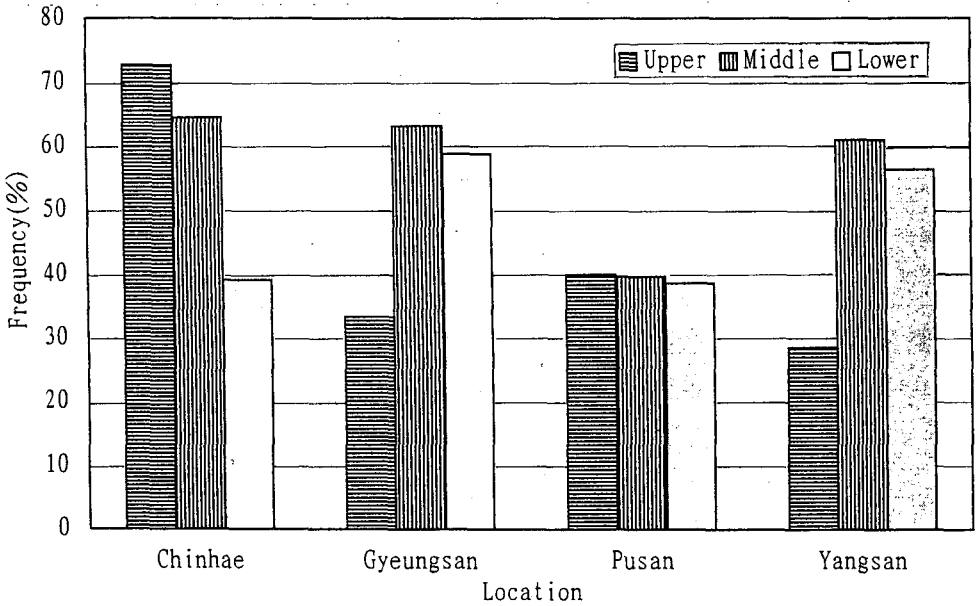


Fig. 4. Frequency of host plants in each golf courses.

은 것을 볼 수 있는데 이러한 점에서 밀도나 피도, 중요도보다 빈도가 주둥무늬차색풍뎡이의 섭식에 영향을 주었을 것으로 생각되나 부가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 한편 Southwood 등(1986)과 Schowater 등(1986)은 계절적인 시기에 따른 엽의 특성 변화나 동일시기도 수종에 따른 생육차이에 따라 식엽성 곤충의 섭식이 차이를 보인다고 하여 계절적 시기

와의 관계를 고려하였는데 주둥무늬차색풍뎡이의 경우 잎의 경화 정도에 따른 선호성의 차이가 없는 것으로 보아(미발표) 이러한 요인에 의해 지역별로 기주 섭식 양상에 차이를 보인 것은 아닌 것으로 생각된다. 또한 Chiu와 Messina(1994)는 기주선호성의 유전적 차이를 보고하였는데 주둥무늬차색풍뎡이의 경우도 고려해볼직하다. Table 5와 6의 결과로 볼 때 고프장에서 주둥무늬차색풍뎡이에 의한 피해는 자생수종과 조경수의 양자에 의해 관계하는 것으로 보여진다. 따라서 방제적인 측면에서 고프장에서 조경수의 식재시 주둥무늬차색풍뎡이의 기주식물 식재를 지양하여야 할 것으로 생각된다. 또한 식엽성 해충의 경우, 기주식물의 종류에 따라 산란이나 유충의 발육, 성충의 수명에 영향을 받는데(丸山, 1993; Chapman과 Sword, 1994; Yoichi, 1992, 1994), 주둥무늬차색풍뎡이의 경우도 마찬가지이다(이, 1996). 따라서 선호성이 높거나 적합성이 높은 기주식물을 조경수로 식재하는 것은 주둥무늬차색풍뎡이의 밀도를 1차적으로 증가시키고 이것은 잔디에 직접적인 피해를 야기시키기 때문에 선호성과 적합성이 낮은 기주식물을 식재하는 것이 방제효과와 밀도억제 효과를 동시에 거둘 수 있는 방법으로 생각된다. 한편 Loughrin 등(1996, 1997)은 왜콩풍뎡이(*Popilla japonica*)의 기주식물에 대한 집합성 pheromone이나 집합 pheromone 이외에 집합 kairomone이 관여한다고 하여 식엽성 곤충의 생리활성물질이나 기주식물의 2차 대사물질 등에 의한 관계를 보고하고 있는데 주둥무늬차색풍뎡이의 경우도 부가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구의 수행에 있어 조사에 많은 도움을 주신 진해 용원 고프장의 정영기님과 양산 통도 고프장의 박경순님, 부산 동래 베네스트 고프장의 권태웅님 등께 감사사를 드립니다.

적 요

고프장의 식생과 주둥무늬차색풍뎡이(*Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse) 가해 기주 식물의 지역적 차이를 알아보기 위하여 경남 진해의 용원 고프장과 양산의 통도 고프장, 경북 경산의 대구 고프장, 부산 금정의 동래베네스트 고프장 및 경남 진주의 입면연구원, 남부임업시험장의 수목 전시원에서 1996년부터 1997년까지 조사를 수행하였다. 각 조사지역별로 식생의 차이가 있었으며 주둥무늬차색풍뎡이의 가해 수종도 지역적으로 차이가 있었다. 주둥무늬차색풍뎡이의 기주식물 피해율은 자생 기주식물과 조경된 기주식물 양자에 관계하였고 달맞이꽃(*Oenothera odorata*)과 쇠무릅(*Achyranthes japonica*), 두릅나무(*Aralia elata*), 아왜나무(*Viburnum awabuki*), 명아주(*Chenopodium album* var. *centrorubrum*), 산수유(*Cornus officinalis*), 진달래(*Rhododendron mucronulatum*)는 새로운 기주식물로 밝혀져 주둥무늬차색풍뎡이의 총 기주식물은 48과 193 종류가 되었다.

인용문헌

1. 이동운. 1995. 주둥무늬차색풍뎡이(*Adoretus tenuimaculatus*)의 생태에 관한 연구. 경상대 석사 학위 논문. pp.35.
2. 이동운, 추호렬, 정재민, 이상명, 이태우, 박영도. 1997a. 주둥무늬차색풍뎡이(*Adoretus tenu-*

- imaculatus)의 기주식물과 기주선호도. 한응근지. 36(2):156-165.
3. 이상명, 이동운, 추호렬, 김도완, 김준범. 1997b. 곤충병원성 선충을 이용한 농립해충의 생물적 방제. 한국토양동물학회지. 2(2):76-82.
 4. 이상명, 이동운, 추호렬, 문일성, 이태우. 1997c. 골프장 잔디 및 농립해충 수종에 대한 곤충병원성 곰팡이 *Metarhizium anisopliae* J-22의 병원성. 한국잔디학회지. 11(3):185-191.
 5. 이상명, 이동운, 추호렬, 박지용. 1997d. 수종의 농립해충에 대한 *Beauveria bassiana* GY 1-17 균주의 병원성. 한응근지. 36(4):351-356.
 6. 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. 서울. pp.990.
 7. 추호렬, 이상명, 허진. 1994. 곤충병원성 *Beauveria brongniartii*의 병원성과 지속성. 농업논문집. 36:131-140.
 8. 허진. 1996. 곤충병원성 선충 *Steinernema*와 *Heterorhabditis* 및 곤충병원성 곰팡이 *Beauveria brongniartii*를 이용한 골프장 굽벥이의 생물적 방제. 경시대 석사학위 논문. pp.33
 9. 氣賀澤和男. 1989. 原色圖鑑土壤害蟲. 全國農村教育協會. 東京. p.74-75.
 10. 梶原敏宏, 梅谷獻二, 淺川凡勝. 1986. 作物病害蟲 핸드ブック. 養賢堂. 東京. pp.1220-1221.
 11. 甘日出正義. 1984. 코이챠코가네의 생태와防除. 골프場 세미나. pp.102-104.
 12. 大串隆之. 1995. 植物を介する昆蟲種間の相互作用. 日本生態學會誌. 45:33-42.
 13. 丸山 威. 1993. ツゲノメイガの生活史に関する研究Ⅳ. 幼蟲發育に反ぼす寄主植物の影響. 日本應用動物昆蟲學會誌. 37(3):117-122.
 14. 吉田正義. 1978. 芝草害蟲と防除. 植物防疫. 32(9):383-389.
 15. 藤家 梓, 横山とき子, 藤方正活, 澤田正明, 長谷川誠. 1993. 昆蟲寄生性線蟲 *Steinernema kushidai* Mamiya のドウガネブイブイに対する殺蟲性. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 37:53-60.
 16. Alm, S. R., T. Yeh, J. L. Hanula, & R. Georgis. 1992. Biological control of Japanese, Oriental, and Black turfgrass atenius beetle(Coleoptera: Scarabaeidae) larval with entomopathogenic nematodes(Nematoda: Steinernematidae, Heterorhbditidae). J. Econ. Entomol. 85(5):1660-1665.
 17. Blanco-montero, C. A., & G. Hernandez. 1995. Mechanical control of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass using aerators. Environ. Entomol. 24(3):521-528.
 18. Brown, V. K. 1984. Secondary succession: Insect-plant relationships. Bioscience. 34(11):710-716.
 19. Brown, V. K., A. C. Gange, I. M. Evans, & A. L. Storr. 1987. The effect of insect herbivory on the growth and reproduction of two annual *Vicia* species at different stages in plant succession. Journal of Ecology. 75:1173-1189.
 20. Chapman, R. F. & G. A. Sword. 1994. The relationship between plant acceptability and suitability for survival and development of the polyphagous grasshopper, *Schistocerca americana*(Orthoptera: Acrididae). Journal of Insect Behavior. 7(4):411-431.
 21. Chiu, Y-j. & F. J. Messina. 1994. Effect of experience on host preference in *Callosobruchus maculatus*(Coleoptera: Bruchidae): variability among populations. Journal of Insect Behavior. 7(4):503-515.

22. Coley, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs*. 53(2):209-233.
23. Coley, P. D. & J. A. Barone. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 27:305-335.
24. Crawley, M. J. 1989. Insect herbivores and plant population dynamics. *Ann. Rev. Entomol.* 34:531-564.
25. Curtis, J. T. & R. R. Mcintosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*. 32:476-496.
26. Eigenbrode, S. D. & E. A. Bernays. 1997. Evaluation of factors affecting host plant selection, with an emphasis on studying behaviour. pp147-169. In Dent, D. R., & M. P. Walton. *Methods in ecological & agricultural entomology*. CAB International. Oxon.
27. Farrell, F. D., C. Mitter, & D. J. Futuyma. 1992. Diversification at the insect-plant interface. Insights from phylogenetics. *BioScience*. 42(1):34-42.
28. Fritz, R. S. 1990. Variable competition between insect herbivores on genetically variable host plant. *Ecology*. 71(3):2008-2011.
29. Hulme, P. E. 1996. Herbivory, plant regeneration, and species coexistence. *Journal of Ecology*. 84:609-615.
30. Louda, S. M. & J. E. Rodman. 1996. Insect herbivory as a major factor in the shade distribution of a native crucifer (*Cardamine cordifolia* A. Gray, bcttercress). *Journal of Ecology*. 84:229-237.
31. Loughrin, J. H., D. A. Potter, T. R. Hamilton-kemp, & M. E. Byers. 1996. Role of feeding-induced plant volatiles in aggregative behavior of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaidae). *Environ. Entomol.* 25(5):1188-1191.
32. Loughrin, J. H., D. A. Potter, T. R. Hamilton-kemp, & M. E. Byers. 1997. Response of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) to leaf volatiles of susceptible and resistant maple species. *Environ. Entomol.* 26(2):334-342.
33. Sara Via. 1990. Ecological genetics and host adaptation in herbivorous insects: The experimental study of evolution in natural and agricultural systems. *Annu. Rev. Entomol.* 35:421-446.
34. Schowalter, T. D., W. W. Hargrove, and D. A. Crossley, Jr. 1986. Herbivory in forested ecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 31:177-196.
35. Southwood. T. R. E., V. K. Brown, and P. M. Reader. 1986. Leaf palatability, life expectancy and herbivore damage. *Oecologia*. 70:544-548.
36. Villani, M. G. & R. J. Wright. 1988. Entomogenous nematodes as biological control agents of European chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae infesting turfgrass. *J. Econ. Entomol.* 81(2):484-487.
37. Villani, M. G., S. K. Krueger, P. C. Schroeder, F. Consolie, N. H. Consolie, L. M. Dreston-Wilsey, & D. W. Rovers. 1994. Soil application effects of *Metarhizium anisopliae* on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) behavior and survival in turfgrass microcosms. *Environ. Entomol.* 23(2):502-513.

38. Youchi Shiray. 1994. Larval survival of the phytophagous ladybird, *Epilachna yasutomii* (Coleoptera, Coccinellidae), on the blue cohosh, *Caulophyllum robustum* (Ranunculales, Berberidaceae), grown under different environmental conditions. Ecological Research. 9:37-45.
39. Youchi Shiray. 1992. Host plant suitability to the potato-feeder lady beetle, *Epilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera: Coccinellidae) on some cultivated and wild Solanaceous plants. Bull. Natl. Res. Inst. Veg., Ornam. Plants & Tea, Japan, A. 5:45-60.