

페로몬 트랩을 이용한 골프장 잔디해충 녹색콩풍뎅이의 방제가능성

김재호¹ · 이재필² · 함선규³ · 김두환⁴ · 염주립⁵ · 이동운^{6*}

¹김포 Seaside 컨트리클럽, ²건국대 농축대학원 생명산업학과, ³에이엠잔디연구소,

⁴건국대 생명환경과학대학 분자생명공학과, ⁵동래베네스트골프장, ⁶경북대학교 생물응용학과

Possibility of Control of Turfgrass Insect Pest, *Popillia quadriguttata*(Coleoptera : Rutelidae) Using Pheromone Trap in Golf Course

Jae-Ho Kim¹, Jae-Pil Lee², Suon-Kyu Ham³, Doo-Hwan Kim⁴,
Ju-Rip Yeom⁵ and Dong-Woon Lee^{6*}

¹Gimpo Seaside Country Club, Gimpo, Gyeonggi, Korea,

²Dept. of Life and Industry, Graduate School of Agriculture and Animal Science, Kunkuk University, Seoul, Korea

³Turfgrass Research, AMENC Co. Ltd, Inchoen, Korea,

⁴Dept. of Molecular Biotechnology, Kunkuk University, Seoul, Korea

⁵Dongrae Benest Golf Club, Gumjung, Busan, Korea

⁶Dept. of Applied Biology, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, Korea

ABSTRACT

Occurrence ecology and possibility of mass trapping of *Popillia quadriguttata*, one of the most serious turfgrass insect pest in domestic golf courses was investigated using pheromone traps in Gimpo and Jinhae. Peak period of adult occurrence of *P. quadriguttata* was late June and early July in Gimpo Seaside Country Club from 2006 to 2008. It was early and middle July in Youngwon Country Club in 2006. The first caught day of *P. quadriguttata* adult was 20 June, while the last day was 10 September in Gimpo Seaside Country Club, 2006. Mean caught number of *P. quadriguttata* adult in Japanese beetle pheromone trap per day in peak period of occurrence were 18.2, 25.7, 29.0, and 15.7 at 2005, 2006, 2007 and 2008 respectively. Mean caught number of *P. quadriguttata* adult in Japanese beetle pheromone trap were

*Corresponding author. Tel : +82-54-530-1212

E-mail : whiegrub@knu.ac.kr

Received : May. 6, 2009, Revised : May. 20, 2009, Accepted : Jun. 1, 2009

본 연구는 농림기술개발연구과제의 일부 연구비 지원에 의해 이루어졌다.

more in fairways or roughs than tees or greens. Possibility of control of scarab beetle using pheromone trap with pesticide treatment was investigated against oriental beetle, *Blitopertha orientalis* in Dongrae Benest Golf Club. Mean number of dead oriental beetle adult were more higher(2.9 folds) in fenitrothion EC treatment than fenitrothion EC treatment after set oriental beetle pheromone trap.

Key words : environmental friendly control, mass trapping, pheromone trap, *Popillia quadriguttata*, turfgrass insect pests

서론

주5일제 근무에 따른 레저 활동의 증가와 선진국 형 레저방식의 변화, 건강증진에 대한 욕구 충족 등으로 레저 스포츠에 대한 관심과 참여가 증가하고 있고, 그 중에서도 골프 인구의 증가는 꾸준히 증가하여 2008년 내장객은 169십여 만 명에 이르고 있고, 2008년 1월 현재 운영 중인 골프장은 280개(회원제 178개, 대중 102개)이며, 건설 중인 곳은 103개소(회원제 42개, 대중 61개), 미착공은 19개소(회원제 5개, 대중 14개)로 허가과정에 있는 곳까지 합치면 머지않아 약 400여 개소는 넘을 전망이다(<http://www.kgba.co.kr>).

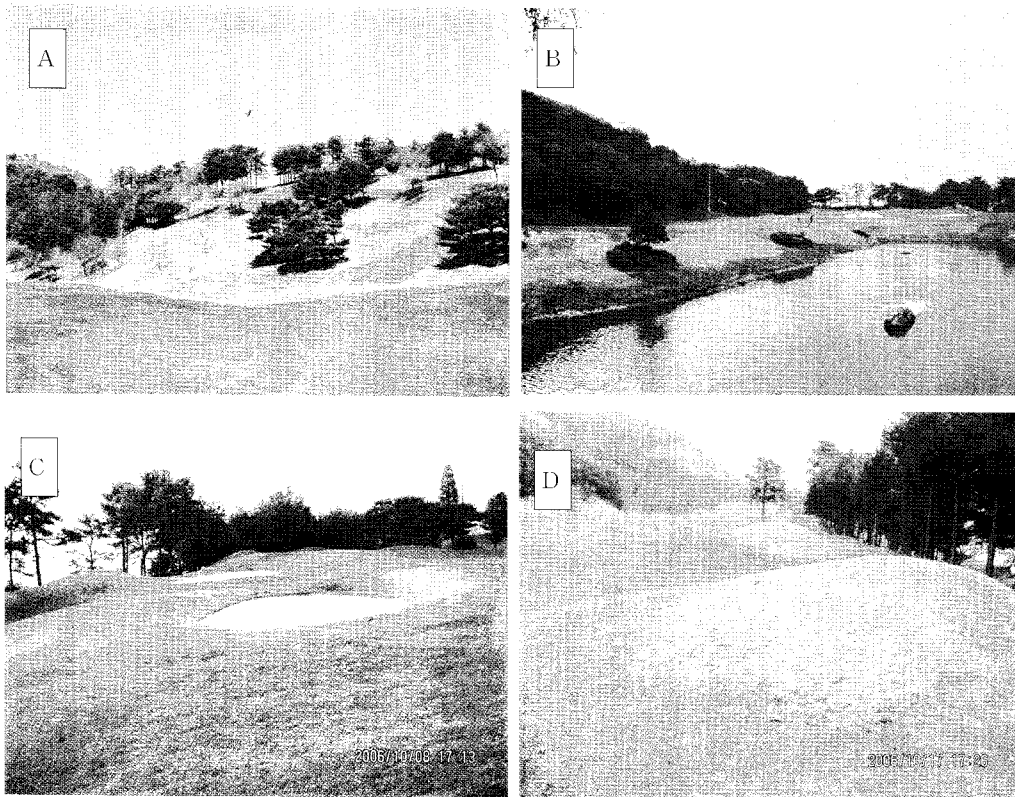
특히, 골프들의 경기력 향상에 따라 잔디품질에 대한 요구 및 기대치는 점점 높아지고, 골프장의 수준을 평가하는데 큰 비중을 차지하고 있다. 또한 참여하는 스포츠에서 관람하는 스포츠로서의 경향은 골프코스의 잔디상태가 시각적 측면에서도 그 중요도가 크게 부각되고 있다.

환경파괴로 인한 급격한 기상변화와 내장객 유치에 따른 야간조명시설의 증가 등은 골프장 내 동식물의 생리적 변화와 각종 병해충 발생 증가로 인해 잔디 및 수목의 피해가 점점 심각해지는 실정이다. 골프장의 생태환경은 다양한 해충의 적합한 서식처를 제공하고 있어 다양한 해충들이 발생하고 있는데 풍뎅이의 발생이 심

한 것이 특징이다(추 등, 1999; 2000).

풍뎅이류는 성충과 유충이 모두 각종 경제 작물이나 식물에 피해를 주고 있는데 유충에 의한 식물체 뿌리가해로 인해 목초지나 잔디, 채소류, 곡류 등이 피해를 받고 있고, 성충은 식물의 잎을 가해하거나 일부 종의 경우 토양 내에서 뿌리를 가해하여 피해를 주기도 한다(Jackson, 1992). 우리나라에서도 풍뎅이류에 의한 피해는 인삼이나 고구마, 단감 등에서 보고 된 바 있고(김, 1989; 이 등, 2002; 백 등, 2007), 김 등(1990)은 목초지에서 발생하는 풍뎅이류의 발생소장을 조사 한 바 있다. 풍뎅이류에 의한 피해는 골프장에서 빈번하게 발생하고 있는데 추 등(2000)은 14종의 풍뎅이류가 우리나라의 골프장에 발생하며 주황긴다리풍뎅이와 등얼룩풍뎅이, 녹색콩풍뎅이 및 주둥무늬차색풍뎅이가 주요종이다(추 등, 1999).

골프장에서 이들 풍뎅이류에 의한 피해는 유충들이 잔디뿌리를 가식하여 잔디를 고사시키거나 가을에 황화를 촉진시키기도 하며 봄에 녹화를 지연시키는 피해를 주며 까치나 갈매기와 같은 야생조류들이 굶餓이를 먹기 위해 잔디를 파헤치는 2차적인 피해를 유발시키고 하는데(추 등, 1998, 2000; Fig. 1, 2, 3) 이러한 잔디피해로 인해 시각적 이미지저하와 플레이장 및 피해 잔디의 제거 및 이식비용 등으로 결국엔 골프장의 수준 및 가치 하락으로 이어져 향후 골프장 차별화 경쟁시



A: Incline of hole, B: incline near by pond, C: incline near by bunker, D: mound area in fairway or rough.

Fig. 1. Damage symptom of white grub in Gimpo Country Club.

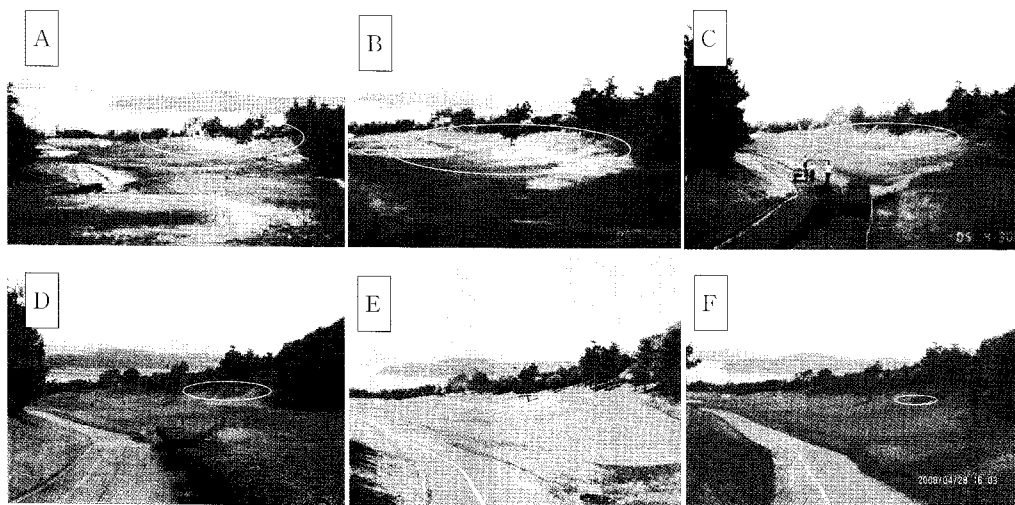


Fig. 2. Damaged area of white grub on rough of the 1st hole in Gimpo Country Club from 2003(A), 2004(B), 2005(C), 2006(D), 2007(E), and 2008(F). Amount of green-up delayed area were reduced from 2006.



Fig. 3. Damage of magpies(left) and sea gull(light) in Gimpo Country Club.

대에 저급 골프장으로 분류되어 매출에 막대한 영향을 초래할 수 있다.

이러한 풍뎅이류의 방제는 대부분 살충제에 의존해왔으나 이러한 살충제의 광범위하고 장기적인 사용은 저항성증대와 환경오염의 부작용을 야기해 왔다. 이에 따라 20세기 초부터 천적이나 페로몬의 활용이 강조되어 왔으며, 친환경적 농법과 화학적 농법의 적절한 병행을 통한 종합적 병해충관리(IPM)의 중요성이 강조되어 왔다(Jackson, 1992; McCarty와 Elliott, 1994).

풍뎅이류의 방제를 위하여 사용하는 생물적 방제인자들은 곤충병원미생물과 포식성 및 기생성 천적류 등이 있는데(Jackson과 Glare, 1992; Potter, 1998; 추 등, 2000) 초기에 풍뎅이류 방제에 이용된 방법들은 비화학적이거나 재배적 방법이었다(Jackson, 1992). 특히 1939년 Maryland에서는 geraniol 트랩을 이용하여 100톤의 왜콩풍뎅이를 포획한 사례들이 있는데(Langford 등, 1940) 이러한 페로몬 관련 물질들을 이용한 환경친화적 해충 방제 기술은 지속적으로 연구되어 오고 있다(Leal 등, 1998). 다양한 풍뎅이류 대상 페로몬들이 개발되어 있는데(Leal 등, 1998) 이들은 주로 예찰용으로 활용되고 있다(Alm 등, 1999).

현재 국내에서 성페로몬을 이용한 해충방제는 주로 농작물 및 과수의 나방류를 대상으로 하고 있으며, 풍뎅이류에 대해서는 아직까지 활성화가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 특히, 풍뎅이류에 대한 피해가 대부분 잔디에 대한 것으로 그 중요성이 크게 인식되지 않고 있으며 이로 인해 풍뎅이류 성페로몬 제품도 일본이나 미국제품 위주여서 실제 국내에서 발생되는 풍뎅이류에 대한 제품도 부재한 실정이다.

우리나라의 골프장에서 해충 방제는 농약사용에 대한 규제와 골퍼들의 기피, 관리시간의 한계 등으로 인하여 매우 제한적인 실정이다. 따라서 본 연구에서는 예찰용으로 개발되어 있는 페르몬 트랩을 이용하여 골프장에서 풍뎅이의 관리 가능성을 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험장소

본 실험은 경기도 김포시 월곶면에 위치한 김포씨사이드컨트리클럽(김포CC)과 경남 진해시에 위치한 용원컨트리클럽 및 부산 금정구에 위치한 동래베네스트골프장에서 수행하였다. 그린은 크리핑 벤트그래스가 식재되어 있

고, 티는 한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.)와 캔터키블루그라스(*Poa pratensis* L.), 페어웨이인 한국잔디로 각각 식재되어 관리되고 있다.

골프장내 조경수는 리기다소나무와 스트로브 잣나무가 우점종이며 그밖에 적송, 해송, 느티나무, 살구, 빛나무, 단풍나무, 모과, 감나무, 밤나무, 산수유 및 자작나무 등이 식재되어 있다. 골프장 주변 산지엔 과거에는 신갈나무 군락지가 있었으나 현재는 리기다소나무 및 상수리나무가 대체수종으로 대부분 점유하고 있다.

코스에 야간 조명시설이 설치되어 있으며, 야간 조명시설은 2001년까지 12개 홀을 설치하고 나머지 홀은 그 다음 해에 설치되어 내장객의 수가 점차 증가하는 추세에 있다.

북위 35°00′ 동경 128°83′에 위치한 회원제 27홀의 정규골프장으로 1991년에 개장하였고, 면적은 1,750 ha, 표고는 80 m 내외로 항구에 근접하여 위치한 골프장이다. 그린은 크리핑벤트그래스, 티는 갯잔디(*Zoysia sinica* Hance), 페어웨이와 러프는 금잔디(*Zoysia matrella* [L.] Merr)로 각각 식재되어 관리되고 있다. 소나무와 해송이 주변 식생을 구성하고 있으며 조경수는 해송이 우점하고 있다.

북위 35°15′ 동경 129°08′에 위치한 회원제 18홀의 정규골프장으로 1971년에 개장하였고, 그린은 크리핑벤트그래스, 티는 금잔디와 캔터키블루그라스, 러프와 페어웨이는 들잔디와 금잔디가 각각 식재되어 관리되고 있다. 해송과 소나무가 주변 식생을 구성하고 있으며 조경수는 해송이 우점하고 있다.

페로몬 트랩

실험에 이용한 페로몬 트랩은 녹색콩풍뎅이 유인용으로 시중에서 판매하는 (주)에코팜의 에코트랩과 왜콩풍뎅이(*Popillia japonica*) 트랩으로 사용하고 있는 일본의 Fuji Fravor사의 New Windspack을 사용하였는데 에코트

랩의 트랩형태는 플라스틱으로 상부는 충돌판과 하부 cage가 결합되어 있고 상부 충돌판내 ECO-LURE는 성페로몬 방출기 1개와 식물성 방향제 1개로 구성되어 부착되어 있다 (Fig. 4). 성페로몬 루어의 주요성분은(4R, 5Z)-Tetradecen-4-one이고 식물성 방향제의 주요성분은 2-phenylethyl propionate geraniol, eugenol, inert ingredients로 되어 있다. New Windspack도 에코트랩과 유사하게 상부 충돌판과 하부의 통으로 구성되어 있고(Fig. 4), 성페로몬과 섭식 유도 방향물질을 부착하는 구조로 되어있다.

페로몬트랩과 농약 동시처리 효과를 알아보기 위한 실험에서는 등얼룩풍뎅이(*Blitopertha orientalis*)를 대상으로 실험을 수행하였는데 등얼룩풍뎅이 페로몬 트랩은 일본의 Fuji Fravor사의 등얼룩풍뎅이용 New Windspack을 사용하였다.

페로몬 트랩 대량설치를 통한 성충 포획과 년도별 발생 경과

풍뎅이 페로몬 트랩의 다량 설치를 통한 풍뎅이류 밀도 감소와 잔디피해 변화를 알아보기 위하여 김포CC에서 2005년부터 2008년까지 조사를 실시하였다. 2005년에는 에코트랩을 티 지역에 43개, 페어웨이와 러프 지역에 162개, 그린지역에 45개를 6월 23일날 설치하였는데 7월 7일과 14일에 트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이의 수를 조사하였다. 2006년도 조사에서는 트랩 100개를 6월 15일부터 8월 31일까지 77일간 티 주변에 21개, 페어웨이 및 러프지역에 54개, 그린주변에 25개를 각각 설치하였다. 2007년도 조사에서는 50개 트랩을 6월 15일부터 8월 31일까지 77일간 티 주변에 9개, 페어웨이에 26개, 그린주변에 15개를 각각 설치하였고, 2008년도의 조사에서는 50개 트랩을 6월 15일부터 8월 31일까지 77일

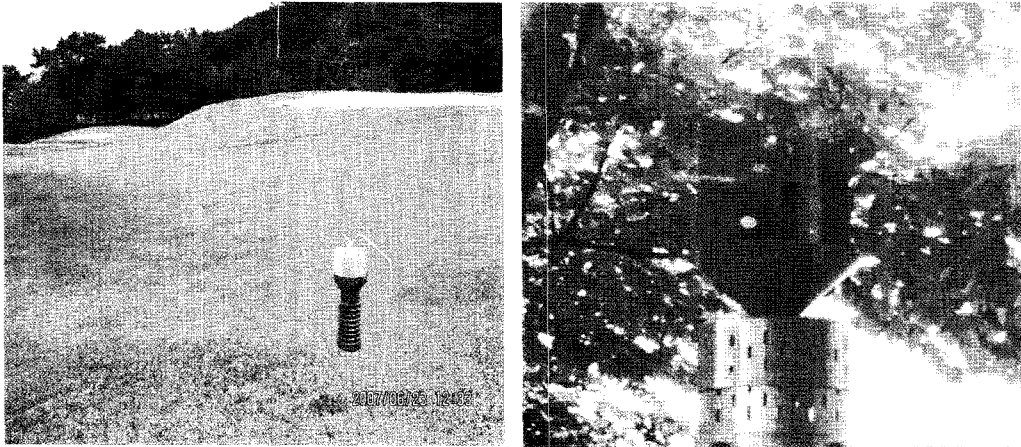


Fig. 4. Eco trap(left) and New Windspack trap(light) used in monitoring and mass-trapping test.

간 2007년도와 동일하게 각각 설치하여 조사하였다. 2006년부터 2008년까지 조사는 일주일 단위로 수행하였다.

코스 내 트랩설치 장소는 18홀 전체를 대상으로 하였으며 실제 성충 발생 빈도수가 높은 지역 위주로 설치하고, 발생량이 많아지는 시기에는 트랩을 부근으로 이동하였다. 설치방법은 지상에서 60cm높이의 알루미늄 거치대를 이용하여 잔디표면에 설치하였으며, 풍뎅이가 집단으로 활동하는 시간대에는 부근의 페로몬 트랩을 군집하는 지역으로 이동하여 포획을 유도하였다.

녹색콩풍뎅이의 지역별 발생소장

우리나라에서 페로몬 트랩을 이용한 녹색콩풍뎅이의 발생소장 조사는 김 등(1990)이 1988년 수원시 목초지에서 수행한 바 있고, Lee 등(2007)이 2000년 군포와 용인, 안성, 진해, 제주의 골프장에서 수행한 바 있다. 따라서 본 조사에서는 당시에 조사가 이루어졌던 진해용원골프장에서 녹색콩풍뎅이의 발생량 변화를 알아보고, 당시에 조사가 이루어지지 못하였던 김포CC를 대상으로 일본에서 왜콩풍뎅이 트랩으로 개발되어 있는 Fuji

Flavor사의 New Windspack lure와 트랩을 이용하여 유인량과 발생소장을 조사하였다. 트랩의 설치는 김포CC에서는 발생초기와 최종 시기를 알아보기 위하여 6월 3일 설치하여 9월 4일까지 93일 동안 9개 홀에 10개의 트랩을 수목에 고정하여 설치하였는데, 티 주변 소나무에 2개, 페어웨이는 7개를 설치하였으며 소나무에 3개, 백자작, 목련, 잣나무, 벚나무에 각각 1개, 그린 주변 해송에 1개를 설치하였다. 진해용원골프장에서는 Lee 등(2007)의 조사결과 발생피크가 6월 하순에서 7월 초순사이여서 6월 20일 트랩을 설치하여 8월 1일까지 조사하였다. 9개 홀에 10개의 트랩을 설치하였는데 그린 주변에 3개, 러프지역에 7개를 모두 소나무에 걸어 설치하였다. 트랩은 모두 지표면에서 1 m 높이에 매달아 설치하였다.

페로몬 트랩과 농약 처리에 의한 풍뎅이 유인 및 방제효과 실험

풍뎅이의 페로몬 트랩을 이용한 대량 유살 효과는 충분히 많은 수의 트랩을 이용하여야 가능하고, 일반 조경수의 경우 오히려 트랩에 의해 유인된 풍뎅이에 의해 더 많은 피해를 받을 수도 있다(Potter, 1998). 따라서 풍뎅이의

페로몬 트랩은 새로운 발생지의 탐색이나 예찰, 연구를 위한 대량 포획에 유용한 실정이다 (Potter and Held, 2002). 한편 골프장에서 풍뎅이의 방제는 농약에 의존하고 있는데 성충은 유충에 비하여 방제는 용이하나 골프장 내에 산발적으로 넓은 면적에 분포하고, 발생시기가 길어 방제에 어려움이 상존하고 있다. 따라서 본 실험에서는 풍뎅이의 발생이 많은 지점을 대상으로 농약을 살포한 후 페로몬 트랩을 이용하여 풍뎅이를 유인시켜 방제효율을 높일 수 있는 가능성을 실험하기 위해 수행하였다.

실험은 2007년 6월 18일 부산 동래베네스 트골프장에서 수행하였다. 실험은 그린에서 수행하였는데 등얼룩풍뎅이의 경우 야간에 코스 내 잔디에서 활동성이 강하기 때문에(Choo 등, 2002) 저녁부터 다음 날 아침까지 실험을 수행하였다. 처리는 골프장 잔디의 풍뎅이 방제용으로 등록되어 있는 fenitrothion EC를 기준량으로 그린에 살포한 후, 그린의 중앙에 등얼룩풍뎅이 페로몬 트랩을 설치하는 처리(4, 5, 9홀 그린)와 fenitrothion EC만 기준량 처리(1, 2, 17홀 그린), 페로몬 트랩만 설치한 처리(3, 7, 8홀 그린), 농약과 페로몬 트랩을 모두 설치하지 않은 무처리(6, 16, 18홀 그린)로 나누어 수행하였다. 처리는 오후 7시에서 8시 사이에 하였고, 다음 날 7시에 각 그린에서 등얼룩풍뎅이 성충을 수거하여 치사 한 개체와 살아있는 개체의 수를 조사하였다.

통계처리

년도 별 녹색콩풍뎅이 발생소장은 트랩 설치 장소별로 유인 된 성충 수의 편차가 심하여 평균±표준편차로 표시하였으며 각 년도 별 동일 지역 내 트랩에 유인된 풍뎅이의 수나 2007년과 2008년 동일 지역에 설치한 트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이의 수는 EXCELL program을 이용하여 상관분석으로 상관계수

를 구하였다. 모든 자료의 표기는 평균±표준편차로 표시하였다.

결 과

년도 별 녹색콩풍뎅이 성충 발생소장과 코스 위치 별 유인 수

2006년부터 2008년까지 김포CC에서 국산 녹색콩풍뎅이 페로몬 트랩에 유인 된 녹색콩풍뎅이의 발생소장은 6월 15일 설치 후 첫 조사 시기부터 유인되어 8월 중순 채집 때까지 유인되었다(Fig. 5).

녹색콩풍뎅이의 발생 최성기는 2006년에는 6월 30일 이었으며 2007년에는 6월 29일 2008년에는 7월 11일 이었다. 또한 녹색콩풍뎅이의 발생은 6월 하순과 7월 초순에 많아지다가 7월 중순이후에는 급감하여 이후 한 달 간은 소수의 개체들만이 유인되었다.

2006년부터 2008년까지 페로몬 트랩 설치 기간 전체동안 각 트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이의 유인 수는 하루 평균 2.0마리와 3.5마리, 1.1마리로 2008년에는 전 년도에 비하여 세 배 이상 감소하였다.

녹색콩풍뎅이의 활동이 가장 왕성한 시기인 6월 하순부터 7월 초순사이에 각 트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이의 유인 수를 조사한 결과는 Fig. 6과 같았다.

2005년에는 6월 23일 설치 후 7월 7일과 14일 2회에 걸쳐 유인된 풍뎅이의 수를 조사하였는데 트랩 당 일 평균 18.2마리의 성충이 유인되었다. 2006년에는 6월 23일부터 7월 7일까지 왕성한 발생을 보였는데 이 시기에 유인된 녹색콩풍뎅이는 일평균 트랩 당 25.7마리가 유인 되었고, 2007년에는 6월 22일에서 7월 6일 시기에 일평균 29.0마리가 유인 되었으며 2008년에는 6월 28일에서 7월 11일 사

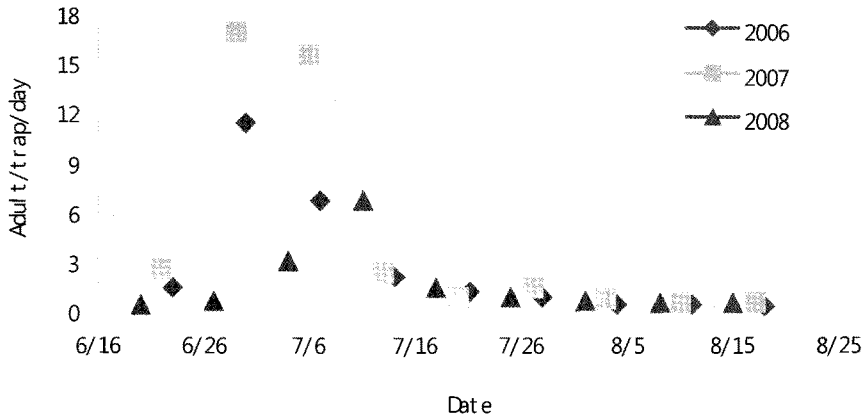


Fig. 5. Mean number of *Popillia quadriguttata* adults collected in Japanese beetle pheromone trap(Eco trap) at Gimpo Country Club from 2006 to 2008.

이에 일평균 트랩 당 15.7마리의 녹색콩풍뎅이가 유인이 되었다. 2005년 조사에서는 6월 23일 설치 후 7월 7일과 14일 두 차례에 유인수를 조사하였는데 전체적인 유인수는 트랩 당 일평균 17.3마리였다.

코스 부분 별 녹색콩풍뎅이의 유인수는 페로몬 트랩의 설치 수를 많이 하였던 2005년을 제외하고, 페어웨이나 러프 쪽에 설치한 트랩이 그린이나 티 주변에 설치한 트랩에 비하여

유인량이 많았다(Fig. 6). 2005년에는 티 지역에서는 6.8마리, 페어웨이와 러프지역에서는 3.5마리, 그린 지역에서는 7.9마리로 다른 년도와 달리 페어웨이나 러프지역이 그린이나 티 지역과 달리 녹색콩풍뎅이의 유인수가 적었는데 이는 페어웨이와 러프지역에 162개의 많은 트랩을 설치하여 트랩 수가 지나치게 많았기 때문으로 생각된다.

골프장 내에서 녹색콩풍뎅이의 발생이 시기

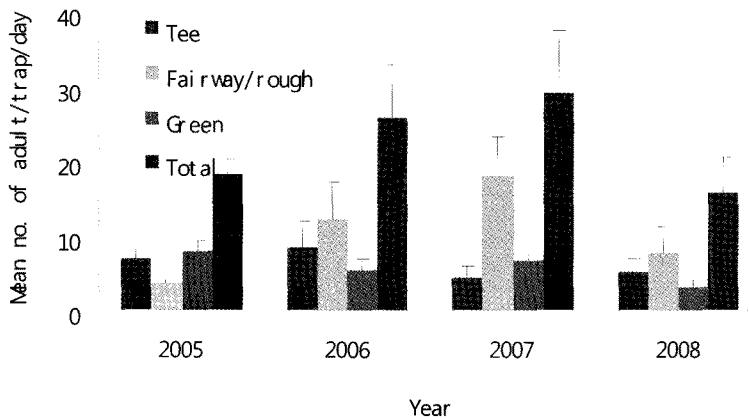


Fig. 6. Mean daily caught number of *Popillia quadriguttata* adults in Japanese beetle pheromone trap(Eco trap) in each site of golf course at Gimpo Country Club from 2005 to 2008. Data are means \pm SE.

에 관계없이 동일 지역 내에서 일정한 발생량을 보이는지 여부를 알아보기 위하여 2006년부터 2008년까지 성충의 유인 최성기인 6월 하순과 7월 초순 동일 지역 내 트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이 수의 상관관계를 알아보기 위하여 상관계수를 구한 결과 0.96과 0.89, 0.89로 높은 상관계수를 보였다. 또한 2007년과 2008년 동일 지역에 설치한 트랩에서 발생 최성기 시기에 년도 간 트랩 설치 장소별 녹색콩풍뎅이 유인수의 상관계수를 구한 결과 0.90으로 높은 상관계수를 보였다.

녹색콩풍뎅이의 지역별 발생소장

진해 용원골프장과 김포CC에서 2006년 왜콩풍뎅이 트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이의 발생소장을 조사한 결과는 Fig. 7과 같았다.

진해 용원골프장에서는 Lee 등(2007)이 6월 20일 이후부터 녹색콩풍뎅이가 왜콩풍뎅이 트랩에 주로 유인이 된다고하여 6월 20일 트랩을 설치 후 6월 30일 1차 수거 후 일주일에 2회 주기로 조사를 한 결과 발생의 피크는 7월 18일이었으며 7월 28일 이후는 유인수가 급감하여 8월 1일 조사에서는 10개 트랩에

2마리만이 유인되었다(Fig. 7). 2000년 조사에서 6월 27일부터 7월 26일 동안 일 평균 트랩 당 37마리의 녹색콩풍뎅이가 유인이 되었으나 본 조사에서는 7월 1일부터 7월 25일까지 일 평균 2.5마리의 성충이 유인되어 2000년에 비하여 유인수가 현저히 적었다.

김포CC에서는 국산 페로몬 트랩 설치보다 5일 빠른 6월 10일부터 트랩을 설치하여 9월 10일까지 4개월간 조사를 하였는데 이는 녹색콩풍뎅이의 최초 발생시기와 최종 활동시기에 대한 자료를 얻고자 수행하였다. 6월 10일 설치한 트랩에 녹색콩풍뎅이가 최초로 유입된 시기는 6월 20일이었으며 9월 10일 조사에서도 10개 트랩에 5마리가 유인되었다(Fig. 7).

김포CC에서는 10일 단위로 조사를 하였는데 6월 20일 조사에서는 트랩 당 0.2마리만 유인이 되었으나 6월 30일 조사에서 22.3마리가 유인되었고, 7월 10일 조사에서는 32.5마리, 7월 20일 조사에서는 3.2마리가 유인이 되어 7월 1일에서 10일 사이가 발생 최성기였다. 한편 국산 페로몬 트랩을 이용하여 조사하였을 때는 6월 24일에서 6월 30일 사이로 차이를 보였으며 유인 최성기 기간 동안 페로몬

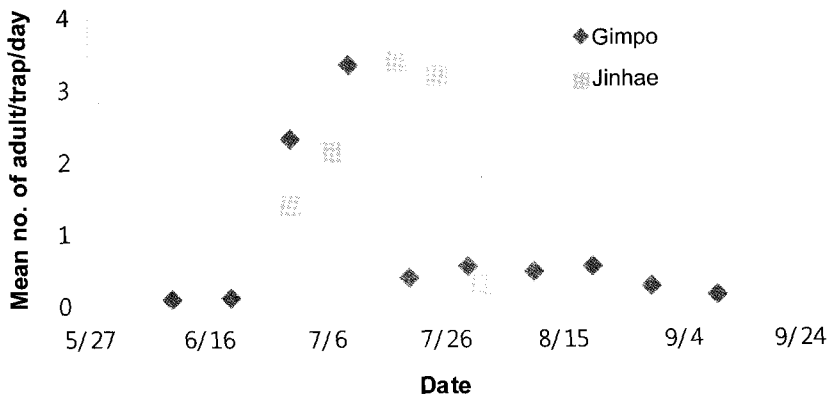


Fig. 7. Mean number of *Popillia quadriguttata* adults collected in Japanese beetle pheromone trap(Eco trap and New Windspeck trap) at Gimpo(Gimpo, Gyeonggi) and Youngwon(Jinhae, Gyeongnam) Country Club in 2006.

트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이의 성충 수도 6월 2일부터 7월 10일 사이에 2.7마리로 국산 트랩의 25.7마리보다 9.5배 이상 많았다.

페로몬 트랩과 농약 처리에 의한 풍뎅이 유인 및 방제효과 실험

농약 살포 후 페로몬 트랩 설치는 풍뎅이 치사충수 증가에 기여하였다(Table 1). 페로몬 트랩을 설치하지 않고, 농약만 살포 한 그린에서는 평균 10.3마리의 등얼룩풍뎅이 성충이 그린에 치사되어 있었으나 페로몬 트랩을 설치 한 그린에서는 29.7마리의 성충이 치사되어 3배가량 높았으며 페로몬 트랩만 설치한 그린에서는 56.3마리의 성충이 트랩에 유인되었다. 무처리구에서는 0.7마리의 성충만이 발견되었는데 대부분의 성충들이 그린 내로 산란을 위해 잠입하였기 때문으로 생각된다. 또한 페로몬 트랩만 설치한 그린에서는 두 곳에서 까치가 잔디를 파헤치는 피해가 발생하였고, 무처리구에서는 세 곳에서 피해가 발생하였다.

고 찰

페로몬 트랩을 이용한 풍뎅이 방제는 격리된 지역에서는 효과적으로 억제할 수 있지만 (Hamilton 등, 1971) 도심의 정원이나 골프

장에서는 트랩 설치 주변에 유인된 성충에 의해 기주식물의 피해가 증가하거나 유충 밀도가 증가하여 잔디에 피해를 조장한다는 부정적인 연구 결과들도 있다(Gordon과 Potter, 1985). 따라서 풍뎅이 페로몬 트랩을 방제 목적으로 활용 할 경우 대상 해충의 종류나 설치장소, 트랩의 설치 수, 설치시기 등과 주변 환경의 적질성 등을 충분히 고려하여야 하며 페로몬 트랩 단독의 방제보다 살충제의 합리적 이용과 같은 부가적인 방법들을 활용하여 종합적으로 방제를 하는 것이 중요하다. 또한 골프장의 경우 페로몬 트랩을 설치했을 때의 비용 및 관리문제, 플레이 방해 등 여러 가지 복합적인 사항을 고려하여 선택을 해야 하는데, 현재 시판되는 예찰용 페로몬 트랩의 경우 유효반경이 약 60 m이지만 실제 현장에선 각종 장애물로 인해 약 40 m로 기준으로 하면 골프장 18홀의 전장을 평균 약 6,500 m로 하였을 때 약 150~160개가 필요한 것으로 산출된다. 그러나 이것은 골프장 특성과 방제목적에 따라 차이가 있으므로 최소 비용으로 최대 효과를 위해서는 철저하고 체계적인 방제가 중요하다. 또한 본 연구 결과에서 나타난 바와 같이 골프장에서 이들 풍뎅이류의 발생은 한번 발생이 많은 지점을 중심으로 지속적으로 나타나기 때문에 골프장의 면적 개념만을 생각하여 트랩을 설치하는 것보다 사전 조사를 통해 피해와 발생이 많은 지역을 중심으

Table 1. Effect of oriental beetle pheromone with or without fenitrothion EC treatment on control efficacy of *Blitopertha orientalis* adult on green of Dongrae Benest Golf Club in 2008

| Treatment | Mean no. of Oriental beetle/green \pm SE | | Damage of magpie |
|---|--|-----------------|------------------|
| | Dead | Alive | |
| Fenitrothion EC | 10.3 \pm 1.2 | | - |
| Fenitrothion EC + Oriental beetle pheromone | 29.7 \pm 9.7 | | - |
| Oriental beetle pheromone | | 56.3 \pm 27.3 | Two site |
| Control | | 0.7 \pm 0.7 | Three site |

로 트랩을 설치한다면 유인 효율은 높으면서 비용은 적게 들일 수 있을 것으로 생각된다.

김포CC 경우도 2003년도 이후로 풍뎅이의 피해량이나 발생량에 따라 페로몬 트랩의 설치 수의 변화를 주었는데 2005년 250개의 트랩을 전면에 설치하여 녹색콩풍뎅이를 유살한 뒤, 2006년에는 100개, 2007년과 2008년에는 각각 50개를 설치하여 발생량 및 여건에 따라 탄력적으로 설치하였다. 김포CC에서 녹색콩풍뎅이를 비롯한 풍뎅이류에 의한 잔디 피해는 2001년에는 11개 홀에서 2002년에 12개 홀, 2003년 13개 홀, 2004년 이후로는 전 홀에 피해가 확대 되었는데, 풍뎅이류의 밀도 증가는 점진적으로 증가하기 때문에 잔디의 피해가 발생하기 전에 효과적으로 녹색콩풍뎅이를 방제하기 위해서는 페로몬 트랩이나 유충 밀도 조사를 통한 지속적인 예찰이 필요할 것으로 사료된다.

김포CC에서 트랩 설치 후 녹색콩풍뎅이의 밀도는 처음 250개의 트랩을 설치 한 2005년 이후 2006년에 2.0마리, 2007년에 3.5마리, 2008년에 1.1마리로 감소하였다. 또한 코스 내 잔디의 녹화가 지연되는 면적도 상승적인 피해지역인 1번 홀 러프 지역을 기준으로 보면 2004년을 정점으로 2006년 이후로 감소하는 경향을 보이고 있다(Fig. 2). 특히 2006년에 녹색콩풍뎅이 발생량이 전년도에 비해 현저히 줄었는데 이는 2005년도에 녹색콩풍뎅이의 페로몬 트랩을 250개 설치하여 성충을 대량 포획하였고, 살충제 사용을 증가시켜 토양 중 굼벵이 방제를 강화하였고, 녹색콩풍뎅이 성충의 활동가 가장 관계가 깊은 강우일수나 강우량(Lee 등, 2007) 2005년에 비해 2006년이 많았던 것 등이 요인으로 생각된다. 또한 2006년의 유인수가 2007년에 비하여 낮은 것은 트랩의 수를 반으로 줄여 상대적으로 한 개의 트랩 당 유인된 수가 많았기 때문일 수

도 있으나 녹색콩풍뎅이 성충의 활동시기인 6월과 7월에 2배 이상의 강우와 강수일수의 차이에 기인 된 것으로 생각된다. 그 결과 2006년에는 굼벵이 방제를 위한 살충제 살포가 예년의 40% 수준이었고, 녹색콩풍뎅이 성충포획을 위한 인력동원 작업도 거의 실시되지 않았다.

2008년에는 녹색콩풍뎅이 발생량이 전년도에 비하여 1/3 이상 감소하였고, 트랩 설치를 시작한 이래 가장 낮은 발생량을 보였는데 이는 전년도에 비하여 많은 강수량과 강우일수와도 관련이 있지만 비슷한 기상 조건이었던 2006년과 비교해도 50% 정도 유인수가 감소하였고, 전년도에 굼벵이 방제를 위한 살충제 살포를 예년에 비하여 적었던 것을 감안하면 페로몬트랩을 지속적으로 이용한 성충의 대량 유살 효과가 발생하였기 때문으로 생각된다.

2002년 이전의 김포CC에는 해충으로 인한 잔디피해가 거의 없었으나 전 홀의 야간 조명시설 설치·가동과 연평균 기온의 상승, 특히 겨울 온도의 상승 및 강설량 증가 등은 해충의 밀도를 높이는 역할을 한 것으로 보인다. 이로 인하여 잔디뿐만 아니라 수목에도 피해가 증가되었던 것으로 추정되며 특히 2002년부터 2005년까지 굼벵이에 의한 잔디피해가 극심하였다.

녹색콩풍뎅이의 발생은 페어웨이나 러프지역이 그린이나 티 지역에 비하여 많았다. 이는 Lee 등(2007)이 코스 내에서 녹색콩풍뎅이의 활동수를 직접 조사한 결과와도 일치하는 것으로 페어웨이나 러프는 성충의 기주식물들이 식재되어 있고, 티나 그린에 비하여 골퍼들의 간섭이 적고, 산란지와 인접 해 있기 때문에 밀도가 높은 것으로 생각된다. 실제로 잔디피해는 주로 러프의 경사지역이나 마운드 상단 부위, 벙커 주변, 연못 주변, 티 주변 경사지 등에 많았다(Fig. 1).

배수가 비교적 양호하고 답압피해가 경미한

지역, 양지바른 곳, 사질토양 등에서 녹색콩풍뎡이가 산란을 선호하는 것으로 파악되었는데 이러한 피해지역은 건조 피해와 까치나 갈매기와 같은 들짐승 등에 의해서도 이중피해를 받았다. 왜콩풍뎡이는 여름철에 적당한 수분이 있는 곳이 산란의 적지인데 산란기인 여름철이 건조한 해에는 낮은 곳이나 관수가 잘 되는 곳에 산란을 하고, 강우가 잦아 수분이 많은 해에는 배수가 잘 되고, 언덕 부분에 산란을 주로 한다(Vittum, 1995). 따라서 비록 종은 다르지만 근연종인 녹색콩풍뎡이의 경우도 그들의 교미 및 산란 시기가 여름의 장마철과 중첩되어 있어 배수가 잘 되고, 토양 내 수분 함유량이 낮은 경사지나 마운드 상단 부분, 벙커나 연목 주변의 모래가 많은 곳에 주로 산란을 하는 것으로 생각된다. 그리고 성충의 발생은 동일지역에서 반복적으로 발생하는 것으로 나타났는데 이러한 원인으로 인해 굼벵이의 상습 피해지역이 나타나는 것으로 생각된다.

일본산 왜콩풍뎡이 트랩을 이용하여 2006년 김포와 진해에서 녹색콩풍뎡이 발생소장을 조사한 결과 발생 최성기가 용원골프장이 7월 18일경으로 김포CC의 7월 10일경에 비하여 다소 늦었다. 이는 조사하는 시점이나 조사기간 사이의 간격이 차이가 있는 부분도 있지만 용원골프장의 6월 중 강우 일수가 13일로 김포CC에 비하여 4일 많았고, 평균기온도 20.3℃로 김포CC의 21.2℃에 비하여 낮았으며 장마가 주로 남부지방에서 시작하여 중부 지방으로 이동하였다가 다시 남부지방으로 내려오기 때문에 풍뎡이의 우화와 활동 시기가 장마기의 강우와 관계되어 위도가 높은 지역이지만 김포CC에서 발생 최성기가 앞에 나타난 것으로 생각된다.

2006년 김포CC에서 일본산 트랩과 우리나라산 트랩을 설치하여 발생량이 많은 시기에 평균 유인수를 조사한 결과 일본산 페로몬 트

랩이 우리나라산 트랩에 비하여 현저히 적었다. 이는 트랩에 사용한 루어의 페로몬 조성이나 섭식 유인 물질의 종류나 양에 의한 차이(Alm 등, 1996; 1999)일수도 있지만 일본산 페로몬 트랩의 경우 지면에서 1 m 높이의 수목에 매달았고, 국산 페로몬 트랩의 경우 지면에서 20 cm 내외에 설치하여 트랩의 설치 위치가 달랐는데 Alm 등(1996)은 트랩의 설치를 13 cm 높이에 설치하였을 경우 왜콩풍뎡이의 유인이 가장 많다고 하여 트랩의 설치 위치도 유인에 영향을 미치는 요인이라고 하였다.

한편 진해 용원골프장에서 녹색콩풍뎡이 성충의 유인은 2000년에서 2002년 조사(Lee 등, 2007)에 비해 현저히 감소하였는데 당시 사용한 페로몬 트랩의 종류가 Trécé사의 왜콩풍뎡이 트랩으로 차이가 있었지만 트랩의 설치 방법이나 위치에 차이가 없었고, 루어의 조성도 유사한 것을 감안하면 밀도의 감소가 있는 것으로 생각된다. 용원골프장의 경우 풍뎡이류의 천적인 파리매의 밀도가 높는데(추 등, 2000) 이 종은 녹색콩풍뎡이의 일 활동주기와 동일한 활동주기를 갖기 때문에 이들이 녹색콩풍뎡이의 밀도 변화에 기여하였을 것으로 생각되지만 생태적인 장기적 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

녹색콩풍뎡이 성충의 효과적인 방제법의 하나는 발생 최성기에 직접적인 속효성 살충제를 살포하는 것(이 등, 2003)이 있는데 녹색콩풍뎡이 방제를 위해 골프장 전체에 살충제를 직접 살포하거나 반복적으로 살포하는 것은 내장객들의 불만과 골프장의 이미지 손상을 주어 적용에 제한적인 부분이다. 그러나 내장객의 접근이 제한적이고, 풍뎡이류의 발생이 많은 곳의 경우 유인과 치사를 동시에 시키는 것은 방제 효과를 제고 할 수 있는 방법의 하나이다. 본 실험에서는 주간 활동을 하는 녹색콩풍뎡이 대신에 야간 활동성이 높고, 이미 페

로몬 트랩이 개발되어 있는 등얼룩풍뎅이를 대상으로 그린에서 유인과 치사 실험을 수행한 결과 농약 단독 처리에 비하여 페로몬 트랩을 이용하여 유인함으로서 등얼룩풍뎅이의 방제 효율 제고에 기여할 수 있음을 확인하였다. 특히 무처리구나 페로몬 트랩을 단독으로 처리하였을 경우에는 까치에 의한 2차적 피해가 유발되는데 비하여 농약과 동시처리에서는 이러한 2차적인 피해가 발생하지 않았다. 따라서 제한적인 상황에서 페로몬 트랩과 농약의 동시 사용은 고려해 볼 직 하다.

골프장 코스 내에서 녹색콩풍뎅이 성충을 현실적으로 방제할 수 있는 방법들은 성충발생기에 인력동원을 통한 포획이나 스위핑, 갱신(코아링, 슬라이싱)작업, 슬라이싱을 통한 토양 내 시약처리 등이다. 또한 굼벵이 방제에 있어 토양이 건조하지 않게 지속적으로 살수하는 것도 굼벵이 자체를 치사시키거나 뿌리 건조로 인한 2차 잔디피해를 줄일 수 있는 방법이다.

골프장 내에서 풍뎅이류 방제를 위한 페로몬 트랩의 이용은 종합적 해충방제(IPM) 개념에서 친환경적, 화학적, 물리적 관리의 적절한 병행을 통해 효율성 제고와 각 골프장 현실에 적합한 합리적인 방법을 도출 하여야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 우리나라 골프장의 주요 문제 해충의 하나인 녹색콩풍뎅이의 발생생태와 페로몬 트랩을 이용한 대량유살 가능성을 알아보기 위하여 경기도 김포의 김포 Seaside 골프장과 경남 진해의 용원골프장, 부산 금정의 동래베네스트골프장에서 연구를 수행하였다. 2006년부터 2008년까지 김포 Seaside 골프장

에서 왜콩풍뎅이 페로몬 트랩을 이용하여 녹색콩풍뎅이의 발생소장을 조사한 결과 발생의 피크는 6월 하순에서 7월 초순이었다. 2006년 진해 용원골프장에서 녹색콩풍뎅이의 발생최성기는 7월 초순에서 중순이었으며 김포의 Seaside골프장에서 최초 발생시기는 6월 20일이었고, 9월 10일까지 유인되었다. 녹색콩풍뎅이 발생 최성기의 일 평균 트랩에 유인된 성충의 수는 2005년 18.2마리, 2006년 25.7마리, 2007년 29.0마리에서 2008년에는 15.7마리로 감소하였다. 페로몬트랩에 유인된 녹색콩풍뎅이의 수는 페어웨이나 러프 지역이 그린이나 티 지역에 비해 많았다. 페로몬 트랩과 농약 살포를 통한 풍뎅이의 방제 가능성을 알아보기 위하여 부산 동래베네스트골프장에서 등얼룩풍뎅이를 대상으로 실험을 수행하였다. Fenitrothion EC 살포 후 등얼룩풍뎅이 페로몬 트랩을 설치한 그린에서 fenitrothion만 단독 살포한 곳에 비하여 2.9배의 높은 성충 치사효과를 보였다.

주요어 : 녹색콩풍뎅이, 대량유살, 잔디해충, 페로몬 트랩, 환경친화적 방제

참고문헌

1. 김기황. 1989. 인삼을 가해하는 큰검정풍뎅이(*Holotrichia morosa* Waterhouse)의 산란선호성. 고려인삼학회지. 13: 174-177.
2. 김석환, 이문홍, 김정환, 김두성. 1990. 목초지 풍뎅이의 종류 및 발생소장. 농시논문집(작물보호편). 32: 64-69.
3. 백채훈, 이건휘, 최만영, 김두호, 최동로, 서홍렬. 2007. 고구마 재배지 주요 굼벵이 발생양상 및 피해. 한국응용곤충학회지 46: 165-168.

4. 이동운, 이규철, 박정규, 추호렬, 김영섭. 2002. 단감원 풍뎅이의 종류와 단감에 미치는 영향. 한국응용곤충학회지. 41: 183-189.
5. 이동운, 추호렬, 신흥균, 최병귀, 이근식. 2003. 녹색콩풍뎅이(*Popillia quadriguttata*)의 화학적 방제와 골프장의 금잔디(*Zoysia matrella*) 및 새로운 기주의 피해. 한국잔디학회지. 17: 35-44.
6. 추호렬, 이동운, 박지웅, 이종원. 1999. 골프장 발생 주요 풍뎅이 4종, 주황긴다리풍뎅이, 주둥무늬차색풍뎅이, 등얼룩풍뎅이, 녹색콩풍뎅이의 비교. 한국잔디학회지. 13: 101-112.
7. 추호렬, 이동운, 이상명, 권태웅, 성영탁, 조팔용. 1998. 골프장 코스내 잔디 가해 굼벵이 종류와 계절별 밀도. 한국잔디학회지. 12: 225-236.
8. 추호렬, 이동운, 이상명, 이태우, 최우근, 정영기, 성영탁. 2000. 골프장 잔디 해충과 천적의 종류. 한국응용곤충학회지. 39: 171-179.
9. Alm, S.R., T. Yeh, C.G. Dawson and M.G. Klein. 1996. Evaluation of trapped beetle repellency, trap height, and string pheromone dispensers on Japanese beetle captures(Coleoptera: Scarabaeidae). Environ. Entomol. 25: 1274-1278.
10. Alm, S.R., M.G. Villani and W. Roelofs. 1999. Oriental beetle(Coleoptera: Scarabaeidae): current distribution in the United States and optimization of monitoring traps. J. Econ. Entomol. 92: 931-935.
11. Choo, H.Y., D.W. Lee, J.W. Park, H.K. Kaya, D.R. Smitly, S.M. Lee and Y.M. Choo. 2002. Life history and spatial distribution of oriental beetle(Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses in Korea. J. Econ. Entomol. 95: 72-80.
12. Gordon, F.C. and D.A. Potter. 1985. Efficacy of Japanese beetle(Coleoptera: Scarabaeidae) traps in reducing defoliation of plants in the urban landscape and effect on larval density in turf. J. Econ. Entomol. 78: 774-778.
13. Hamilton, D.W., P.H. Schwartz, B.G. Townshend and G.W. Jester. 1971. Traps reduce an isolated infestation of Japanese beetle. J. Econ. Entomol. 64: 150-153.
14. Jackson, T.A. 1992. Scarabs-pests of the past or the future? pp. 1-10. In: Jackson, T.A. and T.R. Glare. Use of pathogens in scarab pest management. Intercept Ltd.
15. Jackson, T.A. and T.R. Glare. Use of pathogens in scarab pest management. 298. pp. Intercept Ltd. Andover. England.
16. Langford, G.S., S.L. Crosthwait and F.B. Withtinton. 1940. The value of traps in Japanese beetle control. J. Econ. Entomol. 33:317-320.
17. Leal, W.S., H. Wojtasek, J-F. Picimbon, S. Kuwahara, H. Saito and M. Hasegawa. 1998. Perireceptor events in pheromone perception in scarab beetles. J. Asia-Pacific Entomol. 1: 1-8.
18. Lee, D.W., H.Y. Choo, D.R. Smitly, S.M. Lee, H.K. Shin, H.K. Kaya, C.G. Park and J.K. Park. 2007. Distribution and adult activity of *Popillia*

- quadriguttata*(Coleoptera: Scarabaeidae) on golf courses in Korea. J. Econ. Entomol. 100: 103-109.
19. McCarty, L.B. and M.L. Elliott. 1994. Pest management strategies for golf courses. pp. 193-202. In: Leslie, A.R. Handbook of integrated pest management for turf and ornamentals. Lewis Publishers.
20. Potter, D.A. 1998. Destructive turfgrass insects biology, diagnosis, and control. Ann Arbor Press, INC.
21. Potter, D.A. and D.W. Held. 2002. Biology and management of the Japanese beetle. Annu. Rev. Entomol. 47: 175-205.
22. Victum, P.J. 1995. Japanese beetle, pp. 66-69. In: Brandenburg, R.L., and M.G. Villani. Handbook of turfgrass insect pests. ESA Publication Department.

