

골프장에서 등얼룩풍뎠이(*Exomala orientalis*) 유충의 표본추출과 분포

이동운¹ · 신종창² · 권태웅² · 추호렬^{3*} · 이상명⁴

¹상주대학교 농업과학연구소, ²동래베네스트골프장, ³경상대학교 응용생명환경학부, ⁴임업연구원 남부임업시험장

Sampling and Distribution of *Exomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae) Larvae, in Golf Courses

Dong-Woon Lee¹ · Chong-Chang Shin² · Tae-Woong Kweon² · Ho-Yul Choo^{3*} · Sang-Myeong Lee⁴

¹Institute of Agricultural Science, Sangju National University

²Dongrae Benest Golf Club

³Department of Applied Biology and Environment, Gyeongsang National University

⁴Nambu Forestry Experiment Station, Forest Research Institute

ABSTRACT

The oriental beetle, *Exomala orientalis*, is the most important insect pest of turfgrass in Korean golf courses. The study was carried out to get practical information on the sampling of *E. orientalis* in golf courses. Real numbers of *E. orientalis* larvae were compared with and observed numbers depending on sampling size (5×5 cm, 10×10 cm, 20×20 cm, 30×30 cm, and 40×40 cm) and times (3 to 15 replicates) in Dongrae Benest Golf Club. Over 95% accuracy was obtained between real data and estimated data at the density of over 303 larvae/m² when the 20×20 cm was sampled with 4 replications. Larval density of *E. orientalis* was different depending on year and course sites (tee, fairway, rough, green).

Key words: Oriental beetle, whitegrub, sampling, monitoring, golf courses

서 론

잔디는 물이나 바람에 의한 토양의 침탈을 막아주고, 공기를 정화시키며 소음도 감소시킨다. 그리고 토양의 개선이나 회복 등의 기능을 가

지고 있어 도시민들의 정신 건강에 기여하고 있다(Potter, 1998). 우리나라에서 잔디는 예로부터 묘지의 토양 침탈을 막기 위하여 이용되어 왔는데(김, 1991) 근래에는 공원이나 공장, 학교, 주택, 아파트 등의 녹화와 축구장이나 골프장과 같은 스포츠 및 레저 시설에 많이 이용되고 있다(추 등, 2000). 잔디가 주요 구성 요

*Corresponding author. Tel : 055-751-5444
E-mail : hychoo@nongae.gsnu.ac.kr

소인 골프장은 경제성장에 따른 다양한 여가 활용에 대한 욕구의 증가 등으로 인하여 우리나라에서도 매년 꾸준히 늘어나고 있는데, 2000년 1월 기준으로 140개의 골프장들이 운영 중에 있다(안, 2000). 골프장은 일반 농림생태계와는 또 다른 생태적 공간을 형성하고 있다(추 등, 1998). 따라서 발생 해충의 종류와 문제해충이 농경지와는 상이함에도 불구하고(추 등, 2000) 이들에 대한 전문적인 연구도 일부 연구자들에 의하여 수행되고 있다.

등얼룩풍뎡이(*Exomala orientalis*)는 우리나라를 비롯하여 일본과 마이크로네시아, 하와이, 미국에 분포(김, 2001)하고 있는 중요한 문제 해충이지만 그 생태에 관해서는 잘 알려져 있지 않은 해충이다. 특히 미국에서는 하와이와 동부지역의 골프장에서 왜콩풍뎡이와 함께 크게 문제되는 해충이다(Alm 등, 1995). 등얼룩풍뎡이 성충은 체장이 7.6~12.7mm로 밤나무(*Castanea crenata*)와 남천(*Nandina domestica*), 사철나무(*Euonymus japonica*), 장미(*Rosa hybride*)의 꽃을 가해한다(추 등, 1999). 유충은 대부분의 목초류와 조경수, 딸기, 블루베리 등의 식물체 뿌리를 가해하여 피해를 주고 있다(Alm 등, 1995). 특히 골프장에서 등얼룩풍뎡이 유충은 잔디의 뿌리를 가해하여 잔디의 활력을 저하시키거나 고사시키는 피해 이외에도 까치와 같은 야생 동물들이 토양 중에 있는 이들을 쪼아먹기 위하여 잔디를 파헤치는 2차적인 피해를 유발시키기도 한다(추 등, 1998).

골프장에서 해충 연구는 매우 제한적이다. 즉, 골프장은 일반 농생태계와는 달리 잔디가 연중 관리되고 있고, 경기를 위하여 손상시킬 수 없는 공간이기 때문에 굼벵이와 같은 토양서식 해충의 조사가 제한적이다. 특히 우리나라에서는 골프장 잔디의 손상으로 인한 매끄럽지 못한 플레이를 골퍼들이 싫어하는 경향이 있기 때문에 전 골프장의 관리팀들이 잔디를 집중적으로 관리를

하고 있다. 그러한 특성이 있다 보니 잔디해충 조사를 위한 토양의 교란을 꺼려하기도 한다. 즉, 농경지에서의 해충 조사는 토양 시료 채취나 작물체 조사가 용이한 데 비하여 골프장 잔디에서의 해충 조사는 조사 후 잔디를 원상 복구하는데 상당한 시간을 필요로 하기 때문에 그런과 같이 집약적 관리가 필요한 곳에서는 sampling이 어려운 편이다. 따라서 비록 sampling과 monitoring 자체가 골프장 해충 조사를 위하여 가장 중요한 일(Potter, 1998) 중의 하나임에도 불구하고, 골프장 환경에 적합한 방법의 연구 없이는 적용이 곤란한 편이다. 따라서 잔디의 손상을 최소화할 수 있는 sampling과 monitoring 방법의 개발이 필요하다. 최근에 들어서는 골프장의 해충 관리에 있어서도 종합적 방제(Integrated pest management: IPM) 개념이 중요시되고 있는데(McCarty와 Elliott, 1994) 이러한 관리를 위해서도 골프장에 적용할 수 있는 sampling과 monitoring 방법의 연구는 필수적이다. 굼벵이의 경우 잔디에 최소의 피해를 주면서 유용한 자료는 최대한 얻을 수 있는 sampling의 크기나 횟수를 구명하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구는 골프장에서 등얼룩풍뎡이 발생 예찰에 활용할 수 있는 자료를 얻기 위하여 유충의 밀도 추정을 위한 적정 표본의 크기와 횟수를 조사하였으며 골프장 내에서 발생 상황을 조사하였다.

재료 및 방법

조사 골프장

본 연구를 수행한 조사 골프장은 부산시 금정구에 있는 동래베네스트 골프장으로 북위 35° 15' 08", 동경 129° 08' 00"에 위치해 있었다. 1971년도에 개장한 18홀 규모의 골프장으로 면적은 333,776m²이었다. 최대 표고는 해발 103.7m, 최저 표고는 50.2m이었다. 각 코스는

2번과 12번 홀을 제외하고는 다소의 차이는 있었지만 티와 그린 사이에 경사가 비교적 있는 편이었다. 동사면 방향으로는 상수원 보호지역과 고속도로를 인접하고 있었으며, 남사면과 서사면쪽으로는 도심과 인접해 있었다. 그리고 북사면은 낮은 산지와 연결되어 있었다. 골프장의 토성은 주로 사양토였고, 댕취층은 1~2cm 정도였다.

티는 금잔디(*Zoysia matrella* (L.) Merr.)나 캔터키블루그라스(*Poa pratensis* L.)로 구성되어 있었고, 페어웨이와 러프는 들잔디(*Zoysia japonica* Steud)와 금잔디로 구성되어 있었으며 그린은 크리핑벤트그라스(*Agrostis stolonifera* L.)로 구성되어 있었다. 페어웨이는 동절기인 10월에서 4월까지의 예고 25mm 내외의 높이로 관리하였고, 하절기인 5월에서 9월까지는 18mm 내외의 높이로 관리하였다. 러프는 페어웨이에 비하여 10mm 정도 높게 관리하였다. 티는 13mm 내외의 높이였으며 그린은 3.8~4.2mm 내외였다.

하절기에는 그린의 잔디를 매일 깎아 주었으며 티와 페어웨이는 일주일에 2회 깎아 주었다. 연간 잔디의 시비량은 페어웨이나 러프의 경우 N : P : K를 각각 13.8 : 10.8 : 19.8g/m²였고, 그린은 24.4 : 14.7 : 35.4g/m²였다. 모든 조사 지역에는 살충제가 살포되었는데 페어웨이와 러프는 fenitrothion EC를 4월에서 10월까지 370mL a.i./ha로 처리하였고, 티는 carbaryl + phosalone WP를 동 기간 동안 5회 살포하였다. 그린은 집약적 관리를 위하여 fenitrothion EC를 4월에서 10월까지 370mL a.i./ha로 3회 처리하였고, carbaryl + phosalone WP를 2회, chlorpyrifos를 370mL a.i./ha로 2회 처리하였다. 골프장의 조경수는 곱솔(*Pinus thunbergii* Parl.)이 우점종이었으며 아그배나무(*Malus sieboldii* (Reg.) Rehd.), 벚나무(*Prunus serotula* var. *spontanea* Lindl.), 매실나무(*P.*

mume Sieb. & Zucc.), 자두나무(*P. salicina* Lindl.), 살구나무(*P. armeriaca* var. *ansu* Max), 감나무(*Diospyros kaki* L.), 밤나무(*Castanea crenata* Sieb. & Zucc.) 등이 식재되어 있었다. 6번 홀과 7번 홀, 10번 홀, 11번 홀, 16번 홀은 주변의 자연림과 인접하고 있었는데, 소나무(*Pinus densiflora* Sieb. And Zucc.)와 곱솔이 우점종으로 분포하고 있었다.

동래베네스트 골프장이 위치해 있는 부산 지역의 연평균 기온은 14.1℃였으며, 월 평균 기온과 강수량은 표 1과 같았다(www.kma.go.kr).

등얼룩풍뎡이 유충의 sampling

유충 밀도 추정을 위한 적정 표본 추출 단위 조사 골프장에서 티와 그린은 페어웨이나 러프에 비하여 토양의 균질성이 높은 지역이다. 특히 티는 전체가 평면으로 조성되어 경사나 언덕을 두고 있는 그린에 비하여 더욱 균일성이 높은 지역이다. 따라서 곱뎡이류의 서식이 다른 지역에 비하여 비교적 균일하게 유지될 수 있는 조건을 가지고 있다. 6번 back tee부분에서 곱뎡이의 밀도가 높아 잔디의 활력저하가 목격되었고 잔디를 손으로 잡아당겼을 때 쉽게 뽑히는 것이 확인되었다. 따라서 이 지역을 대상으로 곱뎡이의 토양 내 분포를 알아보기로 하고, 티 전체의 곱뎡이 밀도를 조사하였다. 1×1m 크기의 구역을 설정한 후 다시 50cm×50cm 크기로 네 등분하였다. 사각 삽을 이용하여 5cm 깊이로 50×50cm로 나눈 한 부분의 잔디를 떠내고, 서식하고 있던 곱뎡이를 찾아내었는데 곱뎡이의 종류는 추 등(1998)의 방법으로 미부의 자모 배열에 따라 구분하였다. 구분 후 곱뎡이의 서식 위치를 모눈종이에 표기하였다. 5cm이 내의 조사가 끝나면 다시 5~10cm 부분에서 서식하던 곱뎡이의 종류와 위치를 표기하였다. 이러한 방법으로 1m² 내에 서식하던 곱뎡이의 종류와 위치를 모두 표기하였고, 6번 티의 다섯

군데에서 이와 같은 방법으로 조사하였다. 조사 결과 대부분이 등얼룩풍뎡이 유충으로 판명되어 등얼룩풍뎡이 만을 대상으로 이후의 자료들을 분석하였다. 모눈종이에 표기한 자료들을 대상으로 표본추출을 도상에서 수행하였는데, 표본의 크기를 $5 \times 5\text{cm}$, $10 \times 10\text{cm}$, $20 \times 20\text{cm}$, $30 \times 30\text{cm}$, $40 \times 40\text{cm}$ 로 정하고, 모눈종이의 눈금을 좌표로 삼아 난수표를 이용하여 각각의 표본별로 해당되는 부분 좌표에 포함되는 굽뎡이 수를 표기하였다. 각 표본 크기별로 3반복부터 10반복 또는 15반복으로 계속 표본을 추출하여 반복수의 증가에 따라 $1 \times 1\text{m}^2$ 내에 실제로 분포하는 굽뎡이 수와의 차이를 조사하였다. $1 \times 1\text{m}^2$ 구 하나를 하나의 처리구로 하여 다섯 개 처리구에서 동일한 방법으로 조사하여 표본의 크기별로 반복수가 증가함에 따른 실제 값과의 차이와 표준편차의 차이를 비교하였다.

동래베네스트 골프장 코스별 등얼룩풍뎡이 유충 조사
코스별 유충조사는 1997년과 1999년 2회에 걸쳐 수행하였다. 1997년의 조사는 3월 10일 각 홀별로 그린, 티, 페어웨이의 세 부분으로 나누어 직경 11cm hole cutter를 이용하여 15cm 깊이까지 조사하였다. 그린에서의 조사는 그린칼라 부분에서 각 홀별로 3~4개 지점에서 sampling하였고, 페어웨이에서의 조사는 3~7개 지점에서 조사하였으며, 티에서는 3~7개 지점에서 sampling하였다. 각각의 sampling 지점은 예년에 풍뎡이류에 의한 잔디 피해가 목격되었던 지점을 중심으로 하였다.

1999년 조사는 1999년 4월 20일부터 5월 17일 사이에 동래 베네스트 골프장의 전 코스를 대상으로 직경 11cm hole cutter를 이용하여 15cm 깊이 내에 서식하던 굽뎡이류를 채집하였다. 채집된 굽뎡이류는 루페로 등얼룩풍뎡이임을 확인하여 기록하였는데, 코스에서의 풍뎡이 조사는 갈지(之) 자 형태로 코스를 이동해

가면서 티와 페어웨이, 러프, 그린으로 나누어 조사하였다. 홀별 sampling수는 홀의 길이나 크기에 따라 차이가 있었는데 그린에서는 3개에서 10개를 sampling하였고, 티에서는 7개에서 31개, 페어웨이에서는 3개에서 31개, 러프에서는 3개에서 44개를 sampling하였다.

1999년의 조사는 1997년 조사와 달리 특정 지점에서 등얼룩풍뎡이 유충이 발견되면 발견 지점을 중심으로 사방 1m 지점에 다시 sampling을 수행하였는데, 만일 이곳에서 굽뎡이가 발견되면 다시 1m를 사방 이동하여 sampling하였다. 그리고 이러한 지점은 등얼룩풍뎡이 유충의 집단 서식지(patch)로 간주하여 도면에 표기하였다.

통계처리

등얼룩풍뎡이 밀도 추정을 위한 적정 표본 추출 단위 조사의 결과는 조사구의 크기와 반복을 달리하여 실제 값과 평균 값의 차이를 Student-Newman-Keuls test로 분산분석하였다. 코스에서 홀별, 지역별(티, 그린, 페어웨이, 러프) 등얼룩풍뎡이 유충의 밀도는 홀과 지역으로 나누어 Student-Newman-Keuls test로 분산분석하였으며 1997년 등얼룩풍뎡이 유충 밀도와 1999년의 등얼룩풍뎡이 밀도와의 상관관계는 상관분석하였다(SAS Institute, 1986). 모든 분석 자료는 평균±표준편차(SD)로 표기하였다.

결 과

유충 밀도 추정을 위한 적정 표본 추출 단위 조사

Sampling의 크기와 횟수의 차이에도 불구하고 표준편차는 0.03 내외로 비교적 균일하게 나타났다(Fig. 1).

$5 \times 5\text{cm}$ 크기의 표본 추출에서는 표준편차가 최소 0.03에서 최대 0.041을 나타내었고, $10 \times$

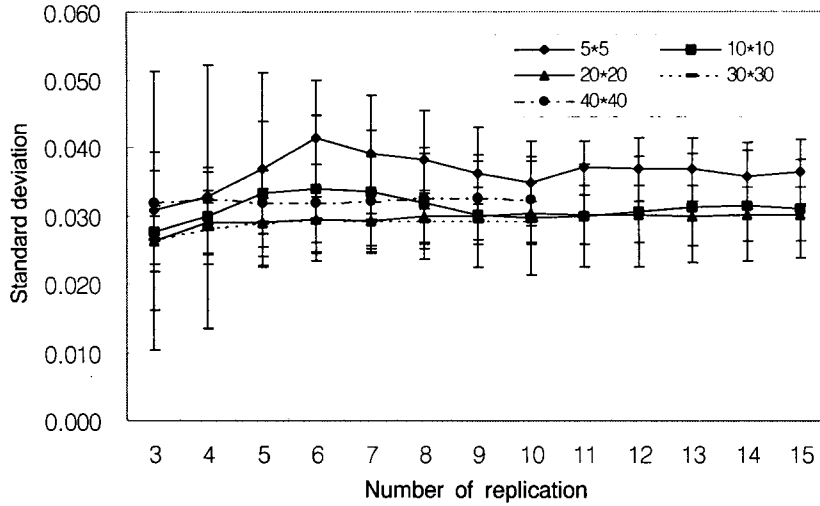


Fig. 1. Change of standard deviation depending on sampling size and times for *Exomala orientalis* larvae.

10cm 크기의 표본 추출에서는 표준편차가 최소 0.027에서 최대 0.034, 30×30cm 크기의 표본 추출에서는 표준편차가 최소 0.026에서 최대 0.029를 나타내 표본의 크기가 커질수록 표준편차의 변이 범위가 줄어드는 경향이였다. 표본 추출에서 도출된 추정치와 실제 값인 실측치와의 차이는 표본의 크기와 표본 추출의

횟수(반복)에 따라 차이를 보였다(Fig. 2).

5×5cm 크기의 표본 추출에서는 추정치와 실측치의 차이가 23%에서 54%까지 나타났으며, 특히 반복수의 증가에도 불구하고 추정치와 실측치의 차이는 감소하지 않았다. 10×10cm 크기의 표본 추출에서는 추정치와 실측치의 차이가 0.1%에서 16.4%까지 나타나 5×5cm 크

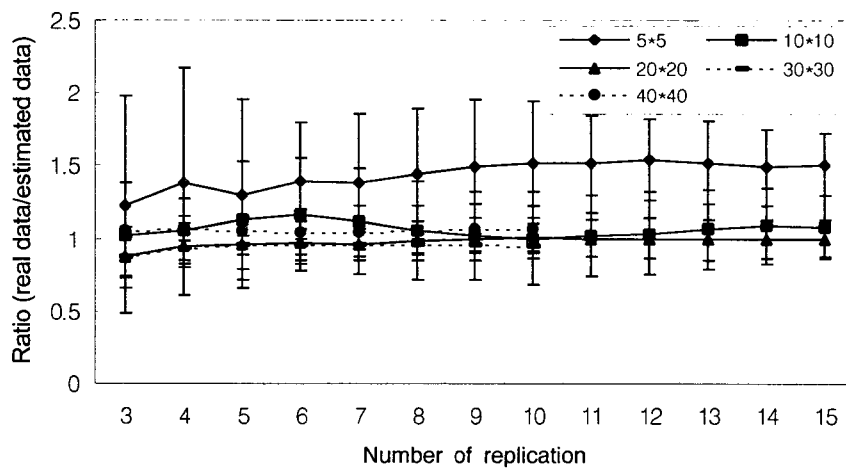


Fig. 2. Comparison of real numbers and observation numbers of *Exomala orientalis* larvae depending on sampling size and times.

Table 1. Mean temperature and precipitation at Busan.

Month	Mean temperature (°C)	Mean precipitation (mm)
January	2.2	31.8
February	3.7	42.9
March	7.8	79.2
April	12.9	148.4
May	17.3	147.9
June	20.3	224.0
July	24.1	256.9
August	25.9	203.6
September	21.9	189.6
October	17.1	62.2
November	11.0	64.9
December	5.0	24.3
Annual mean	14.1	1472.7

기의 표본에 비하여 정확도가 개선되는 경향을 보였으나 반복수의 증가에도 불구하고 추정치와 실측치의 차이가 감소하지 않는 것은 5×5cm 크기의 표본 추출 때와 같은 경향이였다. 20×20cm 크기의 표본 추출에서는 추정치와 실측치의 차이가 0.1%에서 12.8%로 정확도가 이전의 두 표본 단위에 비하여 나아졌으며 4반

복 이상의 반복 조사에서는 95%이상의 정확성을 보였다. 30×30cm 크기의 표본 추출에서는 추정치와 실측치의 차이가 4%에서 12.5%를 나타내었으며 4반복 이상에서는 93% 이상의 정확성을 보였다. 40×40cm 크기의 표본 추출에서는 추정치와 실측치의 차이가 4.3%에서 7% 정도로 나타났으며 추정치와 실측치의 차이가 반복수의 차이에도 불구하고 안정되는 경향이였다. 본 조사지의 등얼룩풍뎀이 유충 밀도는 303마리/m²로 잔디의 뿌리가 대부분 피해를 입어 쉽게 뽑히었다.

동래베네스트 골프장 코스 별 등얼룩풍뎀이 유충 조사

1997년과 1999년 동래 베네스트 골프장 전체 코스에서 등얼룩풍뎀이 유충의 밀도를 조사한 결과, 1997년에는 42.9마리/m², 1999년에는 13.9마리/m²로 차이가 있었다(P>T=0.0004). 홀과 위치(티, 페어웨이, 러프, 그린)에 따라서는 1997년 조사에서만 홀별로 차이를 보였고 홀의 위치에 따라서는 두 조사시기 모두 차이를 보였다(Table 2).

1997년 조사에서는 그린의 경우 6번 그린의

Table 2. Analysis of variance (ANOVA) for main effects and interaction of numbers of *Exomala orientalis* depending on hole and course site at Dongrae Benest golf club in 1997 and 1999

	Type I sum of squares			
	df	Mean squares	F	Pr>F
Number of <i>E. orientalis</i> 1997				
Course number (N)	17	1.03	1.93	0.0198
Course site (S)	2	0.30	0.57	0.5677
N×S	34	1.42	2.66	0.0001
Error	143	0.54	-	-
Corrected total	196	-	-	-
Number of <i>E. orientalis</i> 1999				
Course number (N)	17	0.72	1.0	0.4538
Course site (S)	3	1.61	0.53	0.6622
N×S	51	0.69	1.94	0.0001
Error	747	0.36	-	-
Corrected total	818	-	-	-

Table 3. Numbers of *Exomala orientalis* larvae at Dongrae Benest golf club in 1997 and 1999

Hole number	Tee		Fairway		Rough	Green	
	1997	1999	1997	1999	1999	1997	1999
1	0*	12.5±32.7	54.9±51.0	75.1±97.3	10.6±47.2	31.8±55.9	0
2	31.8±55.9	0	0	31.8±56.8	45.3±88.6		10.6±31.8
3	31.8±55.9	34.7±78.0	72.2±91.5	0	0	31.8±55.9	0
4	96.3±110.7	36.6±49.1	0	0	138.7±221.5		0
5	0	20.2±55.9	31.8±55.9	0	0	96.3±96.3	16.4±39.5
6	38.5±53.0	34.7±80.9	0	8.7±28.9	0	192.6±0	13.5±36.6
7	0	41.4	0	31.8±46.2	9.6±30.8	96.3±55.9	0
8	96.3±96.3	0	72.2±48.2	2.6±58.7	0		0
9	0	16.4±37.6	96.3±135.8	16.4±37.6	0		13.5±3.66
10	0	38.5±50.1	24.1±48.2	21.2±42.4	0	63.6±110.7	0
11	96.3±0	12.5±32.7	24.1±48.2	8.7±28.9	0		16.4±39.5
12	31.8±55.9	3.3±71.3	157.0±154.1	22.1±41.4	0	31.8±55.9	24.1±44.3
13	0	0	0	0.0	0		16.4±39.5
14	257.1±200.3	0	24.1±48.2	38.5±79.9	25.0±43.3	63.6±110.7	38.5±50.1
15	0	6.7±26.0	128.1±99.2	11.6±32.7	0	96.3±55.9	24.1±68.4
16	0	14.4±35.6	48.2±96.3	36.6±53.0	9.6±30.8		0
17	0	0	24.1±48.2	0	0	31.8±55.9	0
18	0	0	48.2±55.9	0	29.9±60.7	96.3±55.9	0

*Data are mean±SD.

192.6마리/m²로 밀도가 가장 높았으며 페어웨이에서는 8번 홀이 157.0 마리/m²로 밀도가 가장 높았다. 티에서는 3번 홀이 257.1마리/m²로 밀도가 가장 높았다(Table 3).

1999년 조사에서는 7번 티에서 41.4 마리/m²로 가장 밀도가 높았고, 3번과 4번, 6번, 10번 그린의 m²당 30마리 이상의 등얼룩풍뎡이 유충 밀도를 보였다. 러프지역은 4번 홀이 138.7 마리/m²로 밀도가 가장 높았고, 페어웨이에서는 14번과 16번 홀에서 등얼룩풍뎡이 유충의 밀도가 높게 나타났다. 그린 중에서는 14번 그린의 38.5마리/m²가 가장 밀도가 높았고, 12번과 16번 홀의 그린에서 24.1마리/m²의 등얼룩풍뎡이 유충 밀도를 보였다(Table 3).

1997년 조사 때의 각 홀 위치별 밀도와 1999년 조사 때의 각 홀 위치별 밀도와의 상관관계를 알아본 결과 두 조사년도 간에는 상관관계

가 없었다(Fig. 3).

고 찰

등얼룩풍뎡이는 우리나라 골프장에서 잔디에 가장 피해를 많이 주는 풍뎡이의 하나이다(추 등, 1999). 그러나 골프장에서 이들 굼벵이의 분포나 밀도를 조사하는 것은 전술한 바와 같이 매우 제한적이다. 특히 멧장을 뜯어내어 조사를 하여야 하기 때문에 한지형 잔디가 식재되어 있는 우리나라 골프장의 그린에서는 넓은 부분의 잔디를 뜯어내어 조사하는 것이 골프장 경영상 쉽지 않다. 그러나 표본 조사에서 관찰된 자료와 피해 예측과의 관계를 설정하여야 방제 유무의 결정이 가능해지기 때문에 골프장의 잔디를 굼벵이로부터 보호하기 위해서는 표본 조사가 필수적이다. 따라서 본 연구에서는

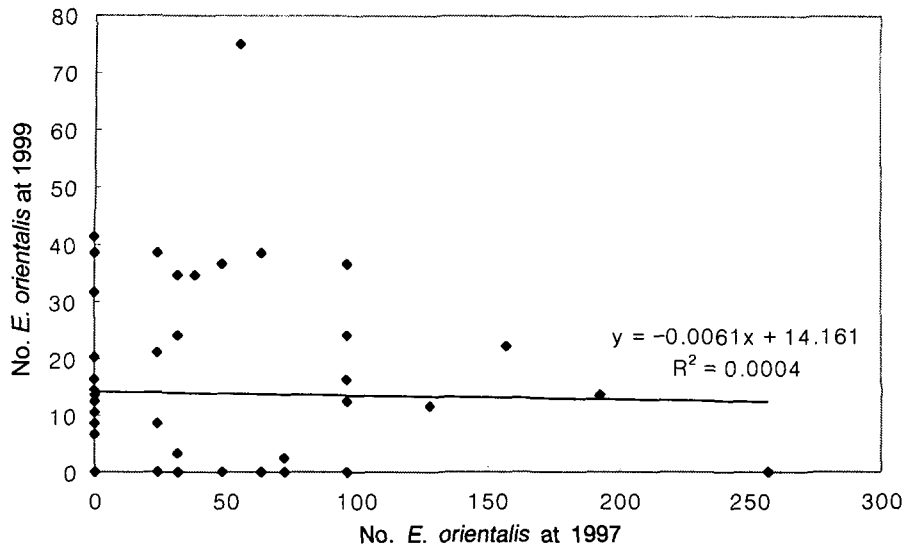


Fig. 3. Correlation of numbers of *Exomala orientalis* at Dongrae Benest golf club in 1997 and 1999.

등얼룩풍뎠이에 의한 피해가 가시적으로 확인된 지역이면서 잔디의 생육이나 서식지 토양의 균질성이 비교적 높은 티를 대상으로 표본의 크기와 수를 달리하여 실제값과의 차이를 조사하였다.

조사지는 등얼룩풍뎠이 유충의 가해로 인하여 잔디가 부분적으로 고사하였고, 잔디가 쉽게 뽑힐 정도로 세균이 대부분 섭식 피해를 당한 곳이었다. 그리고 밀도는 m^2 당 300마리 내외였다. 비록 Alm 등(1995)이 제시한 잔디에 극심한 피해를 주는 유충 밀도인 m^2 당 667마리에는 미치지 않은 정도였지만 본 조사지의 피해 상황을 종합해 볼 때 m^2 당 300마리 이상의 등얼룩풍뎠이 유충이 분포할 경우도 잔디의 피해는 큰 것으로 나타났다. 그리고 이러한 지역에서의 적정 표본 추출 크기와 횟수는 10% 내외의 오차를 두고 조사를 할 경우 $10 \times 10cm$ 크기의 표본 추출로도 가능할 것으로 판단되며 5% 이내의 오차범위에서 조사를 하려고 할 경우 최소 $20 \times 20cm$ 크기의 표본을 4반복 이상 하여야 할 것으로 보인다. 즉, 골프장에서 단순히 등얼룩풍뎠

이 유충의 분포지를 조사하려고 할 때에는 $10 \times 10cm$ 크기의 표본만으로도 가능할 것으로 생각되며 방제를 목적으로 정확한 예찰이 필요할 경우에는 $20 \times 20cm$ 크기의 표본을 4반복 이상으로 조사를 하여야 할 것으로 생각된다. 한편, Blanco-montero와 Hernandez(1995)는 $45 \times 45cm$ 넓이의 잔디를 들어낸 다음 $30 \times 30cm$ 크기만 사진 촬영하여 굵뎠이의 밀도를 조사하고는 통기 작업 시 이용하는 aerator의 날 간격이나 깊이에 따라 굵뎠이의 기계적 방제 효율을 조사하였는데, 본 조사의 결과를 이용하여서도 이러한 기계적 방제의 가능성을 추정할 수 있을 것으로 생각된다.

동래 베네스트 골프장의 굵뎠이 밀도는 1997년이 1999년에 비하여 3배 정도 많았다. 이는 밀도가 높았던 1997년에 살충제를 빈번히 살포한 것도 있지만 기상 조건의 차이도 그 원인의 하나일 것으로 추정된다. Dalthorp 등(2000)은 New York에서 행한 왜풍뎠이의 생태연구에서 유충의 밀도가 1997년에 1995년과 1996년에 비하여 감소한 것은 가뭄에 기인한 것으로

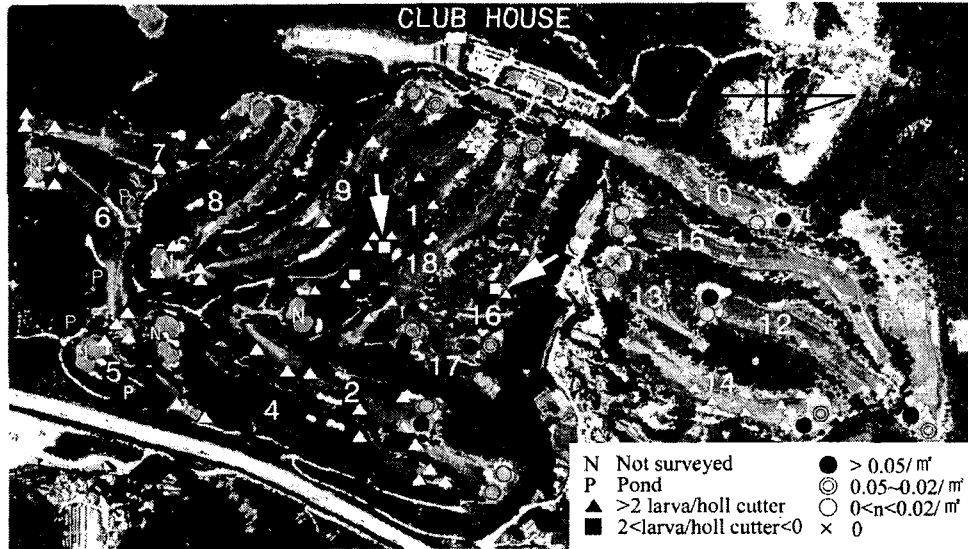


Fig. 4. Larval and adult distribution map of *Exomala orientalis* at Dongrae Benest golf club in 1999. Triangles and quadrangles indicate larval density and circles and crosses indicate adult density. Arrows at the 1st hole and the 16th hole indicate high larval density patches. Numbers indicate hole.

추정하였다. 본 조사 골프장에서는 1996년에 비하여 1997년 8월과 9월 400mm 정도의 많은 강수량을 보였다. 따라서 비록 Dalthorp 등 (2000)의 조사와는 반대지만 지나친 강수가 유충 생존에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 큰검정풍뎀(*Holotrichia morose*)는 5%와 35% 토양수분 조건에서는 일일 평균 산란수가 0.67개인 반면 15%와 25%의 수분 조건에서는 7.13개와 8.63개로 건조뿐만 아니라 과습도 산란에 영향을 준다(김, 1987).

1997년과 1999년의 조사 모두 홀의 위치가 등얼룩풍뎀 유충 밀도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 이것은 등얼룩풍뎀 유충은 고르게 분포하는 것이 아니고, 특정 지점을 중심으로 분포하기 때문으로 생각된다. 1999년의 조사에서 등얼룩풍뎀 유충이 집중적으로 분포하는 곳은 1번 홀의 페어웨이 중간 지점과 16번 홀의 페어웨이였다. 따라서 이러한 국지적인 집중 분포 지역을 중심으로 집약적인 관리를 할 경우 적은 비용으로 효율적인 등얼룩풍뎀 유충

의 방제가 가능할 것으로 기대된다. 특히 Fig. 4와 같이 등얼룩풍뎀의 발생 상황을 도면화 하면 예찰이나 방제 계획의 수립에 활용도가 높을 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 삼성에버랜드주식회사와 BK 21사업의 지원에 의해 수행되었다.

요 약

우리나라 골프장 잔디에 가장 심한 피해를 주는 풍뎀이류의 하나인 등얼룩풍뎀의 골프장 환경에 적합한 표본추출 방법을 개발하기 위하여 동래베네스트 골프장에서 수행한 연구결과는 다음과 같았다. 303 ± 32 마리/ m^2 의 밀도를 보이는 등얼룩풍뎀 유충 피해지에서 표본의 크기와 추출 횟수별에 따른 실측치와의 차이를 조사하였다. 5×5 cm와 10×10 cm, 20×20 cm,

30×30cm, 40×40cm의 표본 크기를 횡수를 달리하여 실제값과의 차이를 비교한 바 표본의 크기가 커질수록, 횡수를 많이 할수록 오차가 줄어들었다. 20×20cm의 표본 크기에서 4반복 이상 표본 추출을 할 경우 95% 이상의 정확성을 보였다. 골프장에서 등얼룩풍뎡이 유충 밀도는 조사년도와 코스 부분(티, 페어웨이, 러프, 그린)에 따라 차이를 보였다.

참고문헌

1. 김기황. 1987. 인삼 해충, 큰검정풍뎡이와 참검정풍뎡이의 생태적 특성 및 발생요인에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문. pp.47.
2. 김진일. 2001. 한국의 경제곤충 10. 딱정벌레목 (Scarabaeidae II). pp.110-111. 정향사, 서울.
3. 김형기. 1991. 잔디학. pp. 545. 선진문화사, 서울.
4. 안대환. 2000. 골프장 업계 현실과 향후 방향. 2000년 골프장 장비, 기자재 종합전시회 및 학술세미나. pp. 47-59. 천안상록리조트.
5. 추호렬, 이동운, 박지용, 이종원. 1999. 골프장 발생 주요 풍뎡이 4종, 주황긴다리풍뎡이, 주둥무늬차색풍뎡이, 등얼룩풍뎡이, 녹색콩풍뎡이의 비교. 한국잔디학회지 13: 101-112.
6. 추호렬, 이동운, 이상명, 권태웅, 성영탁, 조팔용. 1998. 골프장 코스내 잔디 가해 굼벵이 종류와 계절별 밀도. 한국잔디학회지 12:225-236.
7. 추호렬, 이동운, 이상명, 이태우, 최우근, 정영기, 성영탁. 2000. 골프장 잔디 해충과 천적의 종류. 한응곤지. 39:171-179.
8. Alm, S. R., M. G. Villani and M. G. Klein. 1995. Oriental beetle. pp. 81-83. In R. L. Brandenburg and M. G. Villani (eds). Handbook of turfgrass insect pest. Entomological Society of America, Lanham, MD.
9. Blanco-montero, C. A. and G. Hernandez. 1995. Mechanical control of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass using aerators. Environ. Entomol. 24:243-245.
10. Dalthorp, D., J. Nyrop and M. G. Villani. 2000. Spatial ecology of the Korean beetle, *Popillia japonica*. Entomologia Experimentalis et Applicata 96:129-139.
11. McCarty, L. B. and M. L. Elliott. 1994. Pest management strategies for golf courses. pp. 193-202. In Leslie, A. R. (ed), Integrated pest management for turf and ornamentals. Lewis Publishers, Boca Raton.
12. Potter, D. A. 1998. Destructive turfgrass insects. Biology, diagnosis, and control. pp. 344. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
13. SAS Institute. 1996. "SAS 6.11 for Window" SAS Institute, Cary, NC.