

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

잔디유전자원 보전원에서 잔디 초종 및 채집 개체별에 따른 잔디혹응애 피해

김종주¹ · 이채민² · 정영학³ · 배은지⁴ · 이광수⁴ · 추호렬¹ · 전병덕⁵ · 이동운^{6*}

¹경상대학교 응용생물학과, ²한국임업진흥원, ³(주)에스엠바이오, ⁴국립산림과학원 남부산림자원연구소,

⁵수성대학교 생활체육레저과, ⁶경북대학교 생태환경관광학부

Damage of Zoysiagrass Mite, *Aceria zoysiae* on Different Species and Individuals of Turfgrass from Korea with Reference to Turfgrass Genetic Resources Conservation Area

Jong Ju Kim¹, Chae Min Lee², Young Hack Chung³, Eun-Ji Bae⁴, Gwang Soo Lee⁴, Ho Yul Choo¹,
Byungduk Jeon⁵, and Dong Woon Lee^{6*}

¹Department of Applied Biology, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Korea Forestry Promotion Institute, Daejeon 35209, Korea

³SM Bio Co, Jinju 52828, Korea

⁴Southern Forest Resource Research Center, Korea Forestry Research Institute, Jinju, 52817, Korea

⁵Department of Physical Education Leisure, Suseong College, Daegu 42078, Korea

⁶Major of Applied Biology, School of Ecological Environment and Tourism, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

ABSTRACT. Zoysiagrass mite, *Aceria zoysiae* is one of the main turfgrass pests causing significant damage on zoysiagrass. In this study we investigated damage by zoysiagrass mite for the selection of zoysiagrass mite-resistance turfgrass individual in natural collected turfgrass isolates transplanted in genetic resources conservation area. In the results of investigation of 295 turfgrass isolates collected from Korea, damage level was different depending on turfgrass species and individuals. *Zoysia japonica* was highly damaged representing 97.6%, followed by hybrid zoysia and *Z. sinica* with damage percentages of 87.7% and 81.1% respectively. Additionally, 2 individuals of *Z. macrostachya* were also damaged by zoysiagrass mite. However several individuals were not damaged by zoysiagrass mite in green house and field. Damage by zoysiagrass mite was occurred from May and peak at after July in field. The study highlighted some important resistant turfgrass individuals which can be used in the management of zoysiagrass mite.

Key words: *Aceria zoysiae*, Damage, Mite, Turfgrass, Zoysiagrass

Received on November 28, 2016; Revised on March 3, 2016; Accepted on June 14, 2016

*Corresponding author: Phone) +82-54-530-1212, Fax) +82-54-530-1218; E-mail) whitegrub@knu.ac.kr

© 2017 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

응애는 식물을 흡즙하여 피해를 주는데 흡즙으로 인해 생육이 부진해지거나 기형화되기도 하며 바이러스를 매개

하거나 다른 식물 병의 발병을 촉진시키기도 한다. 이들 식성 응애류는 각종 경제작물의 중요한 해충군의 하나로서 Tetranychidae, Eriophyoidae, Tarsonemidae과의 응애가 주로 피해를 주고 있다(Hoy, 2011).

응애는 잔디에도 피해를 주는데, 흡즙부위의 엽록체가 파괴되어 황화되거나 엽 전체가 마르기도 한다(Potter, 1998). 잔디 재배지에서는 뗏장 형성이 불량하여 생산에 차질을 가져오기도 한다. 한지형 잔디에는 *Oligonychus pratensis*, 보리응애(*Petrobia latens*), 클로버응애(*Bryobia praetiosa*), *Penthaleus major*, *Abacarus hystrix*, *Aculodes mckenziei* 등이 피해를 주는 것으로 알려져 있고, 난지형 잔디에는 *Aceria cynodoniensis*, *A. slyhuisi*, 잔디혹응애(*A. zoysiae*) 등이 피해를 주는 것으로 알려져 있다(Potter, 1998; Cranshaw et al., 2012; Hudson and Reinert, 2012; McMaugh, 2012).

우리나라에서 가장 많이 재배 또는 이용되고 있는 *Zoysia* 속 잔디에 피해를 주는 응애는 *Aceria* (= *Eriophyes*) 속의 혹응애로서(McMaugh, 2012) 기주 특이성이 높은 것으로 알려져 있다(Skorocka et al., 2010). *Aceria* 속의 혹응애 중 *A. zoysiae*는 미국에서 최초로 잔디에 피해를 주는 종으로 기재되었는데(Baker et al., 1986) 우리나라에서는 Park et al. (2012)에 의해 공식적으로 피해가 보고되었다. 하지만 실제적인 피해는 Choo et al. (2000)이 군포와 안성의 골프장 들잔디(*Zoysia japonica*)와 금잔디(*Z. matrella*)에서 피해를 확인하여 기록하였다. 또한 잔디혹응애는 우리나라의 잔디 재배농가에 발생하는 중요한 해충 중 하나이다(Lee et al., 2014a).

잔디혹응애의 피해를 받은 잔디는 잎의 한쪽이 종으로 말리는데 말려진 잎은 잔디혹응애의 흡즙으로 인하여 황화되면서 피해가 심하면 잎이 고사된다. 잔디깎기 작업을 주기적으로 하는 골프장에서는 잔디혹응애의 피해를 받은 잔디들의 엽색이 노랗게 되어 전체적인 잔디의 엽색이 초록색으로 균일하게 나타나지 않고 불규칙적인 노란색을 띠게 되어 시각적 균일성을 떨어뜨린다(Park et al., 2012). 잔디혹응애는 한국잔디류에 전체적으로 피해를 주는 것으로 알려져 있는데(Baker et al., 1986) 국내의 선행조사에서는 들잔디와 금잔디에서만 피해가 보고되었다(Choo et al., 2000; Lee et al., 2014a).

잔디혹응애가 골프장과 잔디재배지에서 주요 해충으로 부각되고 있음에도 불구하고, 잔디혹응애의 생태나 방제와 관련된 연구는 국내에서 전무한 실정이다. 본 연구는 잔디혹응애의 기초적인 섭식생태를 파악하기 위하여 우리나라 자생 잔디 유전자원을 수집하여 관리하고 있는 경남 진주의 남부산림자원연구소 잔디유전자원 재배시설에서 국내 채집 잔디 유전자원의 종별 및 수집 계통별 잔디혹응애 피해차이를 조사하였다.

재료 및 방법

조사장소

2010년부터 2012년까지 국립산림과학원 남부산림자원연

구소에서 우리나라 전역의 잔디 자생지에서 잔디를 수집하여 보존하고 있는 지역개체들을 대상으로 잔디혹응애 피해를 조사하였다. 조사는 Kang et al. (2016)이 잔디깨알비단벌레(*Aphanisticus congener*) 조사를 수행하였던 동일 장소에서 수행하였는데 유리 온실의 화분에서 재배되고 있는 잔디와 유리 온실 옆 야외 보전원에서 재배되고 있는 잔디를 대상으로 수행하였다.

잔디 유전자원 지역개체 보전원 온실에서 피해조사

온실에서 관리되고 있는 잔디의 채집지별 지역개체수는 295개체이었는데, 중지(hybrid zoysia) 114개체, 들잔디 84개체, 갯잔디(*Z. sinica*) 37개체, 금잔디 35개체, 버뮤다그래스(*Cynodon dactylon*) 23개체, 왕잔디(*Z. macrostachya*) 2개체이었다. 이들 개체들은 한국잔디유전자원(Lee et al., 2014b)의 한국잔디 종류 특징에 근거하여 분류된 종들로 관리의 편의를 위하여 임의의 코드번호를 부여하여 관리하였다. 수집된 잔디 종은 들잔디, 왕잔디(*Z. macrostachya*), 갯잔디, 금잔디, 중지(hybrid *Zoysia*), 버뮤다그래스로 각 서식지에서 채집한 뒤 25×45 cm 크기의 화분에 이식하여 유리온실에서 관리하는 것들이었다. 각 지역개체들이 심어져 있는 화분은 무작위로 배열하여 일률적으로 관수를 하였고, 조사 기간 중 비료와 농약의 살포는 없었다. 개체별 잔디혹응애 피해조사는 2013년 3월23일, 4월 20일, 5월 19일, 6월 19일, 7월 19일, 8월 20일, 9월 17일, 10월 19일 실시하였다. 지역개체들이 자라고 있는 화분에서 10개의 잔디 줄기를 임의로 선택하여 각 줄기에서 잔디혹응애에 의한 잎 말림 현상을 보이는 줄기 수를 조사하였다. 각 채집 개체 잔디들은 하나의 화분에만 증식되고 있었기 때문에 화분별로 10개의 줄기를 한 반복으로 3반복 조사하였다. 각각의 화분은 온실 내에서 다른 시험을 위하여 부정기적으로 위치가 바뀌었으며 증식상태가 불량하여 30개체가 되지 못하거나 표식이 불량한 개체는 조사결과에서 배제하고 분석하였다. 7월 5일과 9월 10일, 10월 10일에 깎기 작업을 하였는데, 7월에는 7-8 cm, 9월에는 5 cm, 10월에는 2 cm 예고로 깎기 작업을 하였다. 9월과 10월에는 깎기 작업 7일 후에 조사를 하였으나 대부분의 잔디에서 잔디혹응애에 의한 잎말림 증상을 판단하기 어려워 결과에서 배제하였다.

야외 지역개체 보전원에서 피해조사

국내 자생 잔디의 잔디혹응애에 대한 피해 정도 조사는 경남 진주의 남부산림자원연구소 잔디 지역개체 보전포장에서 2013년에 수행하였다. 전시포 내의 잔디는 들잔디 94개체, 갯잔디 33개체, 왕잔디 10개체, 금잔디 33개체, 비단잔디 1개체, 중지 26개체, 버뮤다그래스 21개체로 전체 321개체였다. 지역개체 보전포장은 가로 × 세로 1 m 크기의

나무 격자에 각지로부터 수집한 잔디 개체들을 이식하여 보존하는 포장으로 계통 간 50 cm의 간격을 두어 서로 섞이지 않게 관리하였다. 잔디에 새순이 돋아나는 5월부터 10월까지 한 달 간격으로 잔디혹응애의 피해염률을 조사하였는데 5월 19일, 6월 19일, 7월 19일, 8월 20일, 9월 17일, 10월 19일 조사하였다. 조사는 온실에서 조사와 동일하게 구역 내 세 지점에서 각각 10개의 잔디 줄기를 임의로 선정하여 잔디혹응애 피해 잎이 있는 줄기수를 조사하였다. 조사기간 중 농약의 살포는 없었으며 관수는 자연 강우에 의존하였고, 7월 5일과 9월 10일, 10월 10일에 깎기 작업을 수행하였다. 9월 이후에는 잔디 예고를 낮게 하여 잔디혹응애의 피해를 육안으로 확인하기 어려워 5월부터 8월까지 조사한 결과로 피해율을 산정하였다.

통계분석

온실에서 잔디혹응애에 의한 잔디 수집 지역개체별 피해율은 2013년 3월부터 8월까지 월별로 처리평균간 피해율 차이를 분산분석하였으며, 3월에서 8월까지 피해율의 평균값으로 잔디 종별 피해율을 비교하였다(Statistix 8, 2003). 월별 잔디혹응애 피해 변화를 알아보기 위하여 전체 조사 잔디 중 피해율이 높은 30계통을 선택하여 월별 피해율 변화를 비교하였다. 지역개체 보전원 야외 조사 결과는 피해가 발생한 잔디들만 대상으로 5월부터 8월까지의 월별 평균 피해율을 이용하여 개체별 피해율 차이를 분산분석하였다(Statistix 8, 2003).

결 과

지역개체 보전원 온실에서 국내 자생 잔디류 초종 및 지역개체 간 피해 조사

잔디혹응애의 피해는 잔디의 종과 채집 개체에 따라 차이가 있었다(Fig. 1, Table 1, 2, 3, 4, 5).

동일 초종 내 각 채집 개체들의 잔디혹응애 평균 피해율은 들잔디가 9.5%로 가장 높았으며 중지가 7.5%, 왕잔디가 6.5%, 갯잔디가 2.5%의 피해율을 보였다. 피해율이 가장 낮은 초종은 버뮤다그래스로 피해율은 1.0%였다(Fig. 1).

잔디혹응애의 피해율은 월별로 차이가 있었다($df=5, 171, F=56.8, P<0.0001$). 잔디혹응애 피해율이 높았던 30개 계통의 잔디를 대상으로 온실에서 월별 피해율 변화를 조사한 결과, 4월까지의 22%의 피해율을 보였으나 5월부터 피해율이 83%로 급증하였으며 6월에도 71%로 높은 피해율을 나타내었다. 그러나 잔디 깎기 작업이 이루어진 7월에는 피해율이 16%로 급감하였다(Fig. 2). 들잔디의 채집 지역개체별로 3월부터 8월까지 잔디혹응애 피해율을 조사한 결과는 Table 1과 같았다. 전체 84 채집 개체들 중 잔디혹응

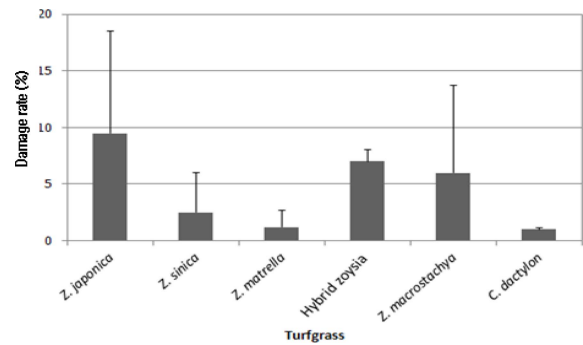


Fig. 1. Mean damage rate (\pm SD) of turfgrass by zoysiagrass mite on different turfgrass species in greenhouse of genetic resources conservation in Jinju, Gyeongnam. Damage rate = (number of damaged leaf by mite/ total surveyed leaves) \times 100. Data was calculated by mean damaged rate of each individual in each turfgrass species.

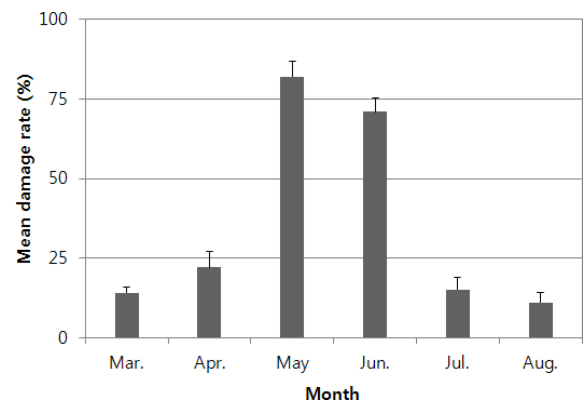


Fig. 2. Monthly fluctuations in damage rates (\pm SD) of turfgrass by zoysiagrass mite in greenhouse of turfgrass genetic resources conservation in Jinju, Gyeongnam. Damage rate = (number of damaged leaf by mite/ total surveyed leaves) \times 100. Thirty highly damaged turfgrass were selected from 295 turfgrass isolates for data analysis.

애의 피해가 없었던 개체는 zn1046과 zn8이었으며 가장 피해가 많았던 계통은 z1037로 피해율이 4.7%였다.

금잔디의 경우 전체적으로 피해율이 낮았는데, 잔디혹응애 피해가 없었던 개체는 9개체였다. 수집개체들 중 피해율이 높은 개체는 zn4078로 0.69%의 피해율을 보였고, zn4079가 0.17%, zn4042, zn4072, zn4077이 0.11%의 피해율을 보였다(Table 2).

중지들 중에서는 14계통이 잔디혹응애의 피해가 없었는데, 전북 부안, 태안, 전남 신안, 여수, 경남 진주, 제주도 제주시 등 다양한 지역에서 수집된 계통이었다(Table 3). 중지 지역계통 중 잔디혹응애의 피해가 가장 심했던 계통은 밀록이었다. 반면 건희의 경우 낮은 잔디혹응애 피해율을 보였고, 세늬의 경우도 잔디혹응애에 대한 피해율은 0.33%로 감수성은 낮았다(Table 3).

Table 1. Mean damage rate of *Zoysia japonica* individual by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation.

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
Cj1007	0.67 ghi ^z	0.00 i	0.00 o	1.34 klm	0.34 f	0.00 g	0.39 n-t
Cj1018	0.00 i	0.34 hi	0.00 o	0.00 m	0.00 f	1.34 c-f	0.28 p-t
Cj1019	0.00 i	1.00 f-i	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.34 fg	0.22 p-t
Cj1025	0.00 i	3.34 cd	0.34 no	0.67 klm	0.00 f	0.34 fg	0.78 k-r
Ck1027	0.34 hi	1.00 f-i	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.22 p-t
Ck1028	0.00 i	1.67 e-h	1.00 l-o	0.34 lm	0.00 f	1.34 c-f	0.72 k-s
S21	2.34 c-f	3.67 bc	8.67 ab	4.67 efg	0.67 ef	1.67 cde	3.61 bc
S22	— ^y	5.34 a	5.34 def	3.40 g-j	1.00 def	2.34 bc	3.47 bcd
S6	2.00 d-g	0.34 hi	1.00 l-o	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.56 m-t
S7	0.67 ghi	1.67 e-h	2.00 j-n	0.00 m	0.34 f	0.34 fg	0.83 j-q
S8	1.00 f-i	2.00 d-g	1.34 l-o	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.72 k-s
S9	1.00 f-i	1.00 f-i	0.34 no	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.39 n-t
Sn001	0.00 i	0.00 i	0.00 o	0.34 lm	0.00 f	0.34 fg	0.11 rst
Z1008	0.34 hi	0.00 i	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.34 fg	0.11 rst
Z1014	2.34 c-f	0.00 i	9.34 a	8.00 abc	1.00 def	2.00 bcd	3.78 b
Z1026	3.00 bcd	0.00 i	1.34 l-o	4.34 fg	0.00 f	0.34 fg	1.50 hij
Z1027	2.00 d-g	1.67 e-h	6.00 cde	7.00 bcd	0.00 f	0.34 fg	2.84 de
Z1029	0.34 hi	0.00 i	0.34 no	0.67 klm	0.00 f	0.34 fg	0.28 p-t
Z1037	3.67 bc	3.34 cd	10.00 a	9.00 a	2.00 bcd	0.00 g	4.67 a
Z1038	0.67 ghi	2.34 c-f	4.00 f-i	9.37 a	0.34 f	1.00 d-g	2.94 cde
Z1039	0.00 i	0.00 i	0.00 o	1.00 klm	0.00 f	0.00 g	0.17 q-t
Z1040	0.34 hi	0.34 hi	3.67 f-j	4.00 fgh	4.00 a	0.00 g	2.06 fgh
Z1046	0.34 hi	0.67 ghi	0.00 o	2.34 h-k	0.00 f	0.34 fg	0.61 l-t
Z1048	0.00 i	0.34 hi	4.37 e-h	4.34 fg	2.34 bc	4.34 a	2.61 ef
Z1050	4.00 b	2.00 d-g	3.34 g-k	1.67 j-m	0.00 f	0.00 g	1.83 ghi
Z1051	0.00 i	0.67 ghi	0.00 o	1.34 klm	0.00 f	1.34 c-f	0.56 m-t
Z1055	1.00 f-i	2.67 cde	0.00 o	0.00 m	0.34 f	0.34 fg	0.72 k-s
Z1056	2.00 d-g	1.00 f-i	0.00 o	8.67 ab	1.00 def	0.00 g	2.11 fgh
Z1059	0.34 hi	0.00 i	1.00 l-o	5.00 efg	1.00 def	0.00 g	1.22 i-m
Z1060	0.00 i	0.34 hi	2.67 h-l	1.00 klm	0.00 f	0.00 g	0.67 k-t
Z1063	0.34 hi	1.00 f-i	1.00 l-o	5.34 def	0.34 f	0.00 g	1.33 ijk
Z1064	1.67 d-h	0.00 i	7.67 ab	3.40 g-j	1.00 def	0.00 g	2.28 efg
Z1065	0.00 i	0.67 ghi	2.34 i-m	2.00 i-l	—	0.00 g	0.83 j-q
Z1067	2.34 c-f	1.34 e-i	10.00 a	0.00 m	2.34 bc	1.00 d-g	2.83 de
Z1069	0.34 hi	0.34 hi	1.67 k-o	3.40 g-j	0.34 f	0.00 g	1.00 j-o
Z1070	0.00 i	0.00 i	0.00 o	0.67 klm	0.00 f	0.00 g	0.11 rst
Z1075	0.00 i	0.67 ghi	0.34 no	1.34 klm	0.00 f	0.00 g	0.39 n-t
Z1084	0.34 hi	0.34 hi	10.00 a	8.34 ab	1.00 def	1.67 cde	3.61 bc
Z1085	0.34 hi	0.00 i	0.00 o	0.00 m	0.34 f	0.00 g	0.11 rst
Z1089	1.67 d-h	0.00 i	3.34 g-k	1.00 klm	0.00 f	0.34 fg	1.06 j-n
Z1094	3.67 bc	1.00 f-i	4.67 efg	3.67 f-i	0.34 f	0.67 efg	2.34 efg

Table 1. Mean damage rate of *Zoysia japonica* individual by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation (continued).

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
Z1102	0.00 i	0.00 i	0.34 no	0.00 m	0.00 f	1.00 d-g	0.22 p-t
Z1103	0.34 hi	1.67 e-h	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.33 o-t
Z1108	0.00 i	1.00 f-i	0.34 no	0.00 m	0.67 ef	0.00 g	0.33 o-t
Z1111	0.34 hi	0.67 ghi	0.67 mno	1.34 klm	0.00 f	1.00 d-g	0.67 k-t
Z1119	2.67 b-e	0.00 i	0.00 o	0.67 klm	0.00 f	0.00 g	0.56 m-t
Z1120	1.67 d-h	1.67 e-h	2.34 i-m	0.34 lm	0.34 f	0.00 g	1.06 j-n
Z1121	1.34 e-i	1.00 f-i	0.00 o	0.00 m	0.34 f	0.00 g	0.44 n-t
Z1122	–	0.67 ghi	0.34 no	0.67 klm	0.67 ef	1.34 c-f	0.73 k-s
Z1123	2.34 c-f	1.00 f-i	0.34 no	0.67 klm	0.00 f	0.67 efg	0.83 j-q
Z1124	0.34 hi	0.67 ghi	0.00 o	1.00 klm	0.00 f	0.00 g	0.33 o-t
Z1126	0.00 i	0.00 i	0.34 no	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.06 st
Z1127	1.00 f-i	0.34 hi	1.34 l-o	1.00 klm	0.34 f	0.67 efg	0.78 k-r
Z1128	2.67 b-e	5.00 ab	0.00 o	4.67 efg	0.67 ef	2.00 bcd	2.50 efg
Z1129	0.34 hi	2.34 c-f	1.00 l-o	0.34 lm	–	0.34 fg	0.72 k-s
Z1133	1.34 e-i	0.34 hi	6.67 cd	4.67 efg	1.67 cde	0.34 fg	2.50 efg
Z1134	1.34 e-i	1.00 f-i	1.67 k-o	6.34 cde	0.34 f	3.00 b	2.50 efg
Z1135	–	0.00 i	0.00 o	0.34 lm	0.00 f	1.00 d-g	0.37 p-t
Z1136	3.00 bcd	1.00 f-i	1.67 k-o	2.00 i-l	0.00 f	0.00 g	1.28 i-l
Z1137	0.67 ghi	0.00 i	0.00 o	0.67 klm	0.34 f	0.00 g	0.28 p-t
Z1138	1.34 e-i	1.34 e-i	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.67 efg	0.56 m-t
Z1139	1.00 f-i	0.34 hi	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.22 p-t
Z1141	2.34 c-f	2.34 c-f	0.67 mno	2.00 i-l	0.00 f	0.00 g	1.22 i-m
Z1143	0.67 ghi	1.34 e-i	–	0.67 klm	0.00 f	0.00 g	0.53 n-t
Zn1018	0.00 i	0.67 ghi	0.00 o	0.34 lm	2.00 bcd	0.00 g	0.50 n-t
Zn1040	0.67 ghi	0.34 hi	0.00 o	1.67 j-m	1.67 cde	1.00 d-g	0.89 j-p
Zn1043	0.00 i	0.34 hi	0.00 o	0.34 lm	0.34 f	0.00 g	0.17 q-t
Zn1045	1.67 d-h	2.34 c-f	10.00 a	9.37 a	0.34 f	0.00 g	3.94 b
Zn1046	–	0.00 i	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.00 t
Zn1051	0.00 i	0.00 i	0.00 o	4.00 fgh	0.67 ef	0.00 g	0.78 k-r
Zn1052	0.00 i	0.67 ghi	0.00 o	1.34 klm	0.00 f	0.00 g	0.33 o-t
Zn1053	0.00 i	0.67 ghi	0.34 no	2.00 i-l	0.67 ef	0.34 fg	0.67 k-t
Zn1055	–	1.67 e-h	0.00 o	1.34 klm	0.34 f	0.00 g	0.67 k-t
Zn1060	0.34 hi	0.67 ghi	0.00 o	2.00 i-l	0.67 ef	0.00 g	0.61 l-t
Zn1063	0.34 hi	0.67 ghi	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.67 efg	0.28 p-t
Zn1072	–	0.00 i	0.34 no	0.00 m	0.00 f	0.34 fg	0.13 q-t
Zn1080	5.67 a	0.67 ghi	0.00 o	1.00 klm	0.34 f	0.00 g	1.28 i-l
Zn1083	0.00 i	0.00 i	0.00 o	0.00 m	1.00 def	0.00 g	0.17 q-t
Zn1086	–	0.00 i	0.34 no	0.67 klm	0.67 ef	0.00 g	0.33 o-t
Zn6	0.00 i	0.34 hi	0.00 o	0.34 lm	0.00 f	1.34 c-f	0.33 o-t
Zn7	1.00 f-i	1.34 e-i	3.34 g-k	1.67 j-m	0.34 f	0.00 g	1.28 i-l
Zn8	0.00 i	0.00 i	0.00 o	0.00 m	0.00 f	0.00 g	0.00 t
Zn9	0.00 i	0.00 i	0.00 o	1.34 klm	3.00 ab	0.34 fg	0.78 k-r
Jenice	0.00 i	0.67 ghi	10.00 a	9.67 a	1.67 cde	1.00 d-g	3.83 b

^aMeans followed by the same letter in each month are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test. ^bMissing data.

Table 2. Mean damage rate of *Zoysia matrella* individual by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation.

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
Cj4016	0.00 e ^z	0.00 c	0.00	0.00 b	2.33 a	0.33 ab	0.44 ab
Cj4017	2.00 a	0.33 bc	0.00	0.33 b	0.33 bc	0.00 b	0.50 a
S20	0.00 e	0.67 ab	0.00	1.33 a	0.33 bc	0.67 a	0.50 a
Z4035	0.34 de	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef
Z4045	0.34 de	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef
Z4052	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Z4057	0.34 de	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef
Z4058	0.00 e	0.67 ab	0.00	1.33 a	0.67 b	0.00 b	0.44 ab
Z4066	0.34 de	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.33 ab	0.11 def
Z4080	0.00 e	0.33 bc	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef
Z4082	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Z4086	0.67 cde	0.33 bc	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.17 def
Z4091	0.34 de	0.33 bc	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.11 def
Z4092	0.00 e	0.00 c	0.00	0.33 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef
Z4099	0.00 e	0.67 ab	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.11 def
Z4100	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Z4109	1.67 ab	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.28 bcd
Z4114	0.34 de	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef
Zn4010	0.00 e	1.00 a	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.17 def
Zn4015	0.67 cde	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.11 def
Zn4020	1.34 abc	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.22 cde
Zn4025	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Zn4035	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Zn4041	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Zn4042	0.34 de	0.33 bc	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.11 def
Zn4049	0.67 cde	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.11 def
Zn4054	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Zn4057	0.00 e	0.33 bc	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef
Zn4065	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Zn4067	0.00 e	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 f
Zn4071	0.34 de	0.33 bc	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.11 def
Zn4077	0.00 e	0.67 ab	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.11 def
Zn4078	2.00 a	0.33 bc	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.69 abc
Zn4079	1.00 bcd	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.17 def
Zn4082	0.34 de	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.06 ef

^zMeans followed by the same letter in each month are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test.

갯잔디 수집개체별 잔디혹응애 피해율은 Table 4와 같았다. 잔디혹응애의 피해가 전혀 없었던 개체는 전체 수집 37개체들 중 7개체였는데 피해가 가장 높은 개체는 zn2097

으로 1.06%의 피해율을 보였고, zn2076은 0.5%, zn2028과 2076은 0.33%, zn2062는 0.28%의 피해율을 보였다.

버뮤다그래스도 잔디혹응애 피해율이 낮았는데, 전체 수

Table 3. Mean damage rate of hybrid zoysia individual by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation.

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
Cf6033	0.00 e ^z	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Cf6034	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Cf6035	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Cf6036	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.33 hi	0.06 ab
Cj6003	0.33 de	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.33 hi	0.11 zab
Cj6004	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.33 op	0.67 hij	0.00 i	0.17 y-b
Cj6005	0.00 e	0.00 h	0.00 j	3.33 g-j	0.00 j	0.00 i	0.56 s-b
Cj6006	0.67 cde	0.33 gh	0.33 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.22 x-b
Cj6008	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Cj6009	0.67 cde	0.00 h	0.67 ij	0.00 p	0.33 ij	0.00 i	0.28 w-b
Cj6010	0.33 de	0.67 fgh	0.00 j	0.00 p	0.00 j	–	0.20 x-b
Cj6011	0.00 e	1.00 e-h	0.67 ij	0.67 nop	0.00 j	0.00 i	0.39 u-b
Cj6012	0.33 de	0.67 fgh	0.67 ij	0.33 op	0.00 j	0.00 i	0.33 v-b
Cj6013	1.67 ab	0.67 fgh	10.00 a	6.33 bcd	0.67 hij	0.00 i	3.22 ab
Cj6014	0.67 cde	0.33 gh	2.00 f-i	0.33 op	0.00 j	0.00 i	0.56 s-b
Cj6015	0.00 e	0.67 fgh	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.11 zab
Cj6020	0.33 de	0.33 gh	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.33 hi	0.17 y-b
Cj6021	0.00 e	0.00 h	0.33 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.06 ab
Cj6022	0.67 cde	0.67 fgh	–	0.00 p	0.33 ij	0.00 i	0.33 v-b
Cj6023	0.00 e	0.33 gh	0.00 j	0.33 op	0.00 j	1.00 f-i	0.28 w-b
Cj6024	0.00 e	0.67 fgh	–	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.13 y-b
Cj6026	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Cj6030	0.33 de	0.00 h	2.67 d-g	1.33 l-p	2.33 efg	6.33 a	2.17 e-i
Cj6031	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.67 nop	0.67 hij	2.00 d-g	0.56 s-b
Cj6032	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	5.00 d	0.67 ghi	0.94 o-v
Ck6002	0.33 de	0.00 h	–	0.33 op	0.33 ij	0.67 ghi	0.33 v-b
Ck6029	0.33 de	0.00 h	–	0.33 op	0.00 j	0.00 i	0.13 y-b
Cs6037	0.33 de	0.00 h	0.00 j	1.00 m-p	0.33 ij	–	0.33 v-b
Cs6038	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Cs6039	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Cs6040	0.00 e	0.00 h	0.33 j	0.67 nop	1.33 ghi	0.67 ghi	0.50 t-b
Cs6041	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.33 ij	0.00 i	0.06 ab
S5	0.00 e	0.00 h	1.00 hij	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.17 y-b
S13	0.00 e	0.67 fgh	0.00 j	0.67 nop	0.67 hij	0.00 i	0.33 v-b
S15	0.67 cde	0.00 h	0.33 j	0.00 p	0.00 j	0.33 hi	0.22 x-b
S16	1.33 abc	2.33 cd	0.33 j	0.00 p	1.00 hij	0.00 i	0.83 p-x
S17	1.00 bcd	3.33 bc	6.67 b	0.67 nop	0.00 j	0.67 ghi	2.06 f-j
S18	1.00 bcd	0.33 gh	0.67 ij	3.33 g-j	1.67 fgh	0.33 hi	1.22 l-r
S19	0.00 e	0.67 fgh	1.00 hij	0.67 nop	0.00 j	0.00 i	0.39 u-b
Z6004	0.00 e	1.67 def	0.00 j	1.00 m-p	0.67 hij	0.00 i	0.56 s-b

Table 3. Mean damage rate of hybrid zoysia individual by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation (continued).

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
Z6005	0.67 cde	1.00 e-h	0.00 j	3.00 h-k	8.00 ab	2.33 c-f	2.50 d-g
Z6006	0.33 de	2.00 de	2.33 e-h	0.67 nop	0.33 ij	0.00 i	0.94 o-v
Z6009	0.00 e	0.67 fgh	4.00 cd	4.00 fgh	6.67 c	1.00 f-i	2.72 b-e
Z6010	0.00 e	0.00 h	0.00 j	4.00 fgh	0.33 ij	0.67 ghi	0.83 p-x
Z6011	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Z6013	1.33 abc	3.33 bc	4.33 c	3.67 f-i	0.00 j	4.33 b	2.83 a-d
Z6015	0.67 cde	1.00 e-h	0.00 j	8.00 a	3.33 e	2.00 d-g	2.50 d-g
Z6018	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Z6036	0.00 e	0.00 h	0.00 j	2.33 i-m	0.00 j	0.00 i	0.39 u-b
Z6041	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.33 op	0.67 hij	1.00 f-i	0.33 v-b
Z6042	0.00 e	0.00 h	0.00 j	1.33 l-p	7.00 bc	4.33 b	2.11 e-j
Z6047	0.67 cde	0.00 h	0.00 j	0.33 op	1.33 ghi	2.00 d-g	0.72 p-z
Z6053	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.67 ghi	0.11 zab
Z6061	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.67 ghi	0.11 zab
Z6073	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Z6074	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.33 op	5.33 d	4.33 b	1.67 i-n
Z6076	0.67 cde	0.00 h	0.00 j	1.33 l-p	0.33 ij	1.33 e-i	0.61 r-b
Z6077	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Z6079	–	1.33 d-g	4.00 cd	0.67 nop	0.33 ij	2.67 cde	1.80 h-m
Z6022	0.00 e	0.67 fgh	0.33 j	0.00 p	0.00 j	0.33 hi	0.22 x-b
Z6023	0.00 e	0.33 gh	0.67 ij	0.33 op	0.00 j	0.00 i	0.22 x-b
Z6025	0.67 cde	3.33 bc	6.00 b	1.00 m-p	0.00 j	3.33 bcd	2.39 d-h
Z6028	0.33 de	0.00 h	0.00 j	7.67 ab	7.67 abc	3.33 bcd	3.17 abc
Z6030	2.00 a	3.67 b	4.00 cd	0.67 nop	0.00 j	0.67 ghi	1.83 h-l
Z6031	0.33 de	1.33 d-g	2.33 e-h	2.00 j-n	0.33 ij	0.00 i	1.06 n-t
Z6033	1.67 ab	2.00 de	3.33 c-f	1.33 l-p	0.00 j	0.67 ghi	1.50 j-0
Z6081	0.00 e	0.00 h	1.33 g-j	4.00 fgh	1.67 fgh	0.00 i	1.17 m-s
Z6083	1.00 bcd	2.00 de	1.33 g-j	0.33 op	0.33 ij	0.33 hi	0.89 o-w
Z6087	0.00 e	0.33 gh	0.00 j	6.33 bcd	0.67 hij	0.33 hi	1.28 k-q
Z6088	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	2.67 ef	0.00 i	0.44 t-b
Z6090	0.33 de	1.67 def	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.33 v-b
Z6093	0.00 e	0.67 fgh	0.00 j	1.00 m-p	0.67 hij	–	0.47 t-b
Zn6024	0.67 cde	1.00 e-h	8.67 a	5.00 def	0.00 j	0.00 i	2.56 c-f
Zn6027	–	0.00 h	0.33 j	0.00 p	0.00 j	2.33 c-f	0.53 s-b
Zn6029	0.00 e	0.33 gh	0.00 j	1.67 k-o	0.00 j	2.00 d-g	0.67 q-a
Zn6031	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Zn6032	0.33 de	0.00 h	0.00 j	0.67 nop	0.00 j	0.33 hi	0.22 x-b
Zn6033	0.33 de	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	2.00 d-g	0.39 u-b
Z6131	0.00 e	0.00 h	0.00 j	1.00 m-p	0.33 ij	0.33 hi	0.28 w-b
Z6132	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.67 nop	0.33 ij	–	0.20 x-b

Table 3. Mean damage rate of hybrid zoysia individual by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation (continued).

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
Z6140	0.00 e	0.00 h	0.67 ij	6.00 cde	8.33 a	2.33 c-f	2.89 a-d
Z6142	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	1.67 e-h	0.28 w-b
Zn6016	0.33 de	0.00 h	0.33 j	0.00 p	0.00 j	2.00 d-g	0.44 t-b
Zn6019	0.67 cde	0.67 fgh	0.00 j	2.00 j-n	0.00 j	0.00 i	0.56 s-b
Zn6023	1.00 bcd	0.00 h	0.00 j	0.33 op	0.67 hij	0.33 hi	0.39 u-b
Z6112	0.00 e	0.00 h	0.33 j	4.67 efg	0.33 ij	0.00 i	0.89 o-w
Z6113	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.33 op	0.33 ij	0.00 i	0.11 zab
Z6115	0.33 de	0.00 h	0.00 j	1.67 k-o	0.00 j	–	0.40 u-b
Z6116	0.00 e	0.00 h	1.00 hij	0.67 nop	0.33 ij	–	0.40 u-b
Z6118	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	–	0.00 i	0.00 b
Z6125	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.33 hi	0.06 ab
Z6130	0.00 e	0.00 h	0.00 j	1.00 m-p	7.00 bc	1.00 f-i	1.50 j-0
Z6096	0.00 e	0.00 h	0.33 j	2.67 h-l	0.33 ij	0.00 i	0.56 s-b
Z6098	0.00 e	0.00 h	0.00 j	2.33 i-m	1.67 fgh	3.67 bc	1.28 k-q
Z6101	0.00 e	0.00 h	0.00 j	5.67 cde	0.00 j	0.00 i	0.94 o-v
Konhee	0.00 e	0.33 gh	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.06 ab
Senock	0.00 e	0.00 h	1.00 hij	1.00 m-p	0.00 j	0.00 i	0.33 v-b
Anyang jungji	0.00 e	0.00 h	0.67 ij	1.00 m-p	1.00 hij	0.33 hi	0.50 t-b
Zn6050	0.00 e	0.33 gh	0.33 j	1.33 l-p	2.33 efg	0.33 hi	0.78 p-y
Zn6059	0.33 de	1.00 e-h	3.67 cde	2.00 j-n	1.00 hij	0.00 i	1.33 k-p
Zn6073	0.67 cde	0.00 h	1.00 hij	1.67 k-o	8.33 a	3.33 bcd	2.50 d-g
Zn6074	1.67 ab	4.33b	3.67 cde	1.33 l-p	0.00 j	1.00 f-i	2.00 f-j
Zn6081	0.00 e	0.00 h	–	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.00 b
Zn6085	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.33 op	0.00 j	0.33 hi	0.11 zab
Zn6087	0.00 e	0.33 gh	0.00 j	0.33 op	2.67 ef	2.33 c-f	0.94 o-v
Millock	0.00 e	5.67 a	10.00 a	4.67 efg	0.00 j	0.00 i	3.39 a
Z6104	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.00 p	0.33 ij	1.00 f-i	0.22 x-b
Z6105	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.67 nop	0.00 j	0.00 i	0.11 zab
Z6106	0.67 cde	0.33 gh	0.00 j	0.00 p	0.00 j	0.00 i	0.17 y-b
Z6107	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.67 nop	0.67 hij	–	0.27 w-b
Zn6034	0.33 de	0.67 fgh	0.00 j	0.00 p	2.33 efg	2.67cde	1.00 o-u
Zn6038	0.33 de	0.67 fgh	0.00 j	0.00 p	0.33 ij	–	0.27 w-b
Zn6041	0.00 e	0.00 h	0.00 j	0.33 op	0.00 j	0.00 i	0.06 ab
Zn6047	0.00 e	0.00 h	2.00 f-i	7.00 abc	1.00 hij	1.33 e-i	1.89 g-k

^aMeans followed by the same letter in each month are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test. ^bMissing data.

집 23개체들 중 10개체가 전혀 피해가 없었다(Table 5). 피해가 가장 높았던 개체는 bz1, bn3, bn12, bn7044, bn7058, bn7075, s29로 0.6%의 피해율을 보였다.

지역개체 보전원 야외 포지에서 피해조사

우리나라 자생 잔디 채집개체별 잔디혹응애 피해를 지역개체 보전원에서 조사한 결과, 들잔디와 중지, 갯잔디에서만 피해가 확인되었는데 피해율은 개체별로 다양하였다

Table 4. Mean damage rate of *Zoysia sinica* individual by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation.

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
S1	0.00 d ^z	0.00 d	0.00 c	1.33 c	0.67 abc	2.33 a	0.72 bc
S2	0.67 c	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.33 de	0.17 e-h
S3	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 h
S4	1.67 b	4.00 b	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.67 cde	1.06 b
S12	— ^y	0.00 d	—	0.00 e	0.33 bc	0.00 e	0.83 fgh
S23	3.67 a	5.33 a	1.00 b	0.33 de	0.00 c	0.00 e	1.78 a
Z2002	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 h
Z2003	0.00 d	1.00 cd	0.33 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.22 e-h
Z2007	0.00 d	0.00 d	0.00 c	1.00 cd	0.00 c	0.00 e	0.17 e-h
Z2012	0.00 d	0.00 d	0.33 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.06 gh
Z2016	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.33 de	0.11 fgh
Z2017	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 h
Z2024	0.00 d	1.00 cd	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.33 de	0.22 e-h
Z2032	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	0.33 de	0.33 bc	0.00 e	0.17 e-h
Z2043	0.67 c	0.00 d	0.00 c	1.00 cd	1.33 a	1.00 b-e	0.67 cd
Z2044	0.00 d	0.00 d	0.33 c	0.33 de	0.67 abc	0.00 e	0.22 e-h
Z2049	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 h
Z2054	0.00 d	0.67 cd	2.00 a	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.44 c-f
Z2062	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.06 gh
Z2068	0.00 d	1.00 cd	0.00 c	0.00 e	0.33 bc	1.67 abc	0.50 cde
Z2071	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.06 gh
Z2072	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	6.67 a	1.33 a	1.00 b-e	1.56 a
Z2078	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.33 de	0.00 c	0.33 de	0.11 fgh
Z2095	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	0.33 de	1.33 a	0.00 e	0.33 d-h
Z2097	0.00 d	0.00 d	0.00 c	4.33 b	0.67 abc	1.33 a-d	1.06 b
Z2110	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.33 de	0.00 c	1.00 b-e	0.22 e-h
Z2117	0.00 d	0.00 d	0.00 c	1.00 cd	0.00 c	0.00 e	0.17 e-h
Zn2017	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	0.33 de	0.00 c	0.33 de	0.17 e-h
Zn2021	0.00 d	0.33 cd	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.06 gh
Zn2022	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 h
Zn2028	0.00 d	1.00 cd	0.00 c	0.67 cde	0.33 bc	0.00 e	0.33 d-h
Zn2039	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 h
Zn2061	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 h
Zn2062	0.00 d	1.33 c	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.33 de	0.28 e-h
Zn2064	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.33 de	1.00 ab	1.67 abc	0.50 cde
Zn2076	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 e	0.33 bc	2.00 ab	0.33 d-h
Zn2069	0.34 cd	0.33 cd	0.33 c	0.33 de	0.00 c	0.00 e	0.22 e-h

^zMeans followed by the same letter in each month are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test. ^yMissing data.

(Table 6). 채집 개체들의 잔디 초종별 잔디혹응에 피해를 가장 높았고, 갯잔디는 33개체들 중 4개체가 피해를 받은 들잔디가 94개체들 중 21개체가 피해를 받아 22.3%로 11%, 중지가 124개체들 중 26개체가 피해를 받아 21%의

Table 5. Mean damage rate of *Cynodon dactylon* individuals by zoysiagrass mite in greenhouse turfgrass of genetic resources conservation.

Individual code	Mean damage rate (%) by zoysiagrass mite						Overall mean
	March	April	May	June	July	August	
Bn1	0.33 ab ^z	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.60 bc
Bn3	0.33 ab	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.60 bc
Bn4	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn5	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn11	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn12	0.00 b	0.33 ab	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.60 bc
Bn7013	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn7014	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn7026	0.00 b	0.67 ab	0.33 ab	0.33 ab	0.00	0.00	0.22 ab
Bn7030	0.00 b	0.00 b	0.67 a	0.67 a	0.00	0.00	0.22 ab
Bn7036	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn7044	0.00 b	0.33 ab	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.60 bc
Bn7048	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn7056	0.00 b	0.33 ab	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.60 bc
Bn7058	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.33 ab	0.00	0.00	0.60 bc
Bn7066	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn7068	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn7070	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.00 c
Bn7075	0.00 b	0.00 b	0.33 ab	0.00 b	0.00	0.00	0.60 bc
S10	— ^y	0.67 ab	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.13 abc
S11	0.00 b	1.00 a	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.17 abc
S29	0.33 ab	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00	0.60 bc
S30	0.67 a	0.67 ab	0.00 b	0.33 ab	0.00	0.00	0.20 a

^zMeans followed by the same letter in each month are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test. ^yMissing data.

Table 6. Mean damage rate of turfgrass individuals by zoysiagrass mite in turfgrass of genetic resources conservation field.

Turfgrass species	Individual code	Mean damaged rate (%) \pm SD	Turfgrass species	Individual code	Mean damaged rate (%) \pm SD
<i>Zoysia japonica</i>	Cj1007	0.08 \pm 0.14 f ^z	Hybrid zoysia	Cj6003	0.17 \pm 0.14 ef
	Cj1025	0.08 \pm 0.14 f		Cj6004	0.33 \pm 0.29 def
	Z1026	0.25 \pm 0.25 ef		Cj6022	0.25 \pm 0.25 ef
	Z1037	0.08 \pm 0.14 f		S1	0.92 \pm 0.29 b-f
	Z1048	0.08 \pm 0.14 f		S16	0.75 \pm 0.25 c-f
	Z1051	0.08 \pm 0.14 f		S7	0.25 \pm 0.25 ef
	Z1055	0.25 \pm 0.0 ef		S9	0.08 \pm 0.14 f
	Z1063	0.08 \pm 0.14 f		Z6018	0.17 \pm 0.29 ef
	Z1089	0.25 \pm 0.25 ef		Z6025	0.25 \pm 0.25 ef
	Z1102	0.75 \pm 0.75 c-f		Z6031	0.17 \pm 0.14 ef
	Z1103	0.08 \pm 0.14 f		Z6041	0.33 \pm 0.29 def

Table 6. Mean damage rate of turfgrass individuals by zoysiagrass mite in turfgrass of genetic resources conservation field (continued).

Turfgrass species	Individual code	Mean damaged rate (%) ± SD	Turfgrass species	Individual code	Mean damaged rate (%) ± SD
<i>Z. sinica</i>	Z1126	0.5 ± 0.87 c-f	Z6047		0.42 ± 0.52 c-f
	Z1128	0.92 ± 0.29 b-f	Z6073		0.25 ± 0.25 ef
	Z1134	0.08 ± 0.14 f	Z6077		0.17 ± 0.29 ef
	Z1141	1.17 ± 0.14 bcd	Z6079		0.17 ± 0.14 ef
	Zn1018	0.08 ± 0.14 f	Z6093		0.5 ± 0.0 c-f
	Zn1040	0.17 ± 0.14 ef	Z6113		0.08 ± 0.14 f
	Zn1055	0.67 ± 0.14 c-f	Z6130		0.08 ± 0.14 f
	Zn1063	1.0 ± 0.25 b-e	Zn6026		0.08 ± 0.14 f
	Zn1072	0.17 ± 0.14 ef	Zn6031		0.08 ± 0.14 f
	Zn1080	1.17 ± 0.76 bcd	Zn6034		0.08 ± 0.14 f
	Z2002	1.75 ± 0.43 b	Zn6073		0.17 ± 0.29 ef
	Z2049	7.5 ± 0.0 a	Zn6074		0.25 ± 0.25 ef
	Zn2028	1.25 ± 0.0 bc	Zn6087		0.33 ± 0.38 def
	Zn2076	0.83 ± 0.14 c-f	Millock		0.08 ± 0.14 f
			Anyang jungji		0.08 ± 0.14 f

^aMeans followed by the same letter in each month are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test.

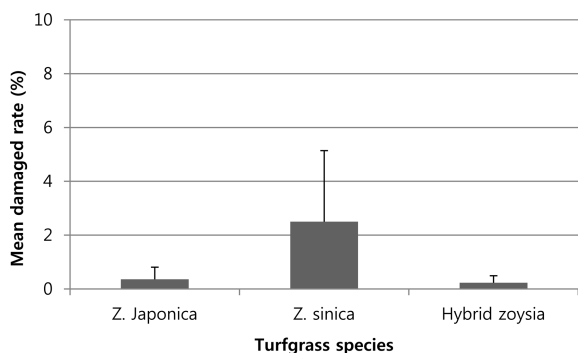


Fig. 3. Total damage rate (± SD) of turfgrass isolates by zoysiagrass mite on different turfgrass species in the adjacent field of turfgrass genetic resources conservation in Jinju, Gyeongnam. Damage rate = (number of damaged isolates in each species / total collected isolates in each species) × 100. Data was calculated by mean damaged rate from only zoysiagrass mite damaged individual in each turfgrass species.

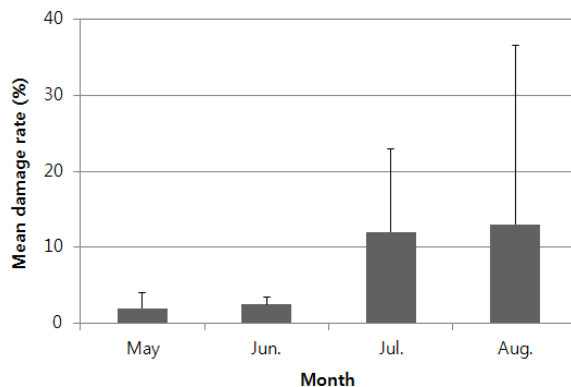


Fig. 4. Monthly fluctuations in damage rates (± SD) of turfgrass by zoysiagrass mite in the adjacent field of turfgrass genetic resources conservation in Jinju, Gyeongnam. Damage rate = (number of damaged isolates in each species / total collected isolates in each species) × 100. Data was calculated by mean damaged rate from only zoysiagrass mite damaged individual in each turfgrass species.

피해율을 보였다(자료 미제시). 잔디혹응애의 피해를 받은 잔디 개체들의 종별 평균 잔디혹응애 피해율은 Fig. 3과 같았다.

유전자원 증식. 보전원 포장에서는 잔디의 신엽이 돌아오는 5월부터 잔디혹응애의 피해가 발생하기 시작하여 6월까지 낮은 피해율을 보이다가 7월부터 피해가 증가하였다(Fig. 4).

고 찰

잔디혹응애에 대한 정확한 생활사는 구명되어 있지 않다. 잔디혹응애와 같은 속의 버뮤다그라스응애인 *A. cynodontiensis* 와 비슷한 생활사를 가지면서 들잔디 생육기간 내에 지속적으로 발생하는 것으로만 알려져 있으나 *A. cynodontiensis*

에 대한 구체적인 생활사도 밝혀지지 않았다(Hudson and Reinert, 2012). 경남 진주에서 잔디생육기간 내에 잔디혹응애의 피해를 조사한 결과와 골프장 조사결과(Choo et al., 2000) 및 잔디재배지에서 잔디혹응애 피해경과(Lee et al., 2014a)를 종합해 볼 때, 우리나라에서는 난지형 잔디의 생육이 개시되어 잎이 전개되는 봄부터 가을까지 들잔디류 생육기간 내내 피해를 줄 것으로 생각된다.

잔디혹응애는 온실에 식재된 잔디에서는 3월부터 피해가 목격되기 시작하여 5월에 급격히 피해가 증가하였다. 반면 야외에서는 5월부터 피해가 발생하여 7월에 피해가 증가하였다. 온실의 경우 잔디의 생육이 3월부터 시작되고, 야외에서는 5월부터 잔디의 생육이 시작된 것을 감안하면 잔디혹응애는 잔디가 생육하기 시작함과 동시에 피해를 주는 것으로 판단된다. 한편 온실과 야외 모두 초기 발생 2개월 이후 피해가 급증하는 것을 보면 들잔디류의 생육이 가장 활발한 시기에 피해가 증가하는 것으로 생각된다. 온실과 야외의 피해시기가 다른 것은 온실과 야외간의 온도 차이를 구체적으로 측정하여 비교하지는 않았지만 온실의 경우 겨울 동안의 온도가 외부에 비하여 상대적으로 높기 때문에 잔디 생육이 일찍 이루어져 잔디혹응애의 발생도 빨라졌을 것으로 생각되며 온도와 잔디혹응애 발육과의 관계는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 아울러 온도가 높은 온실이 야외에 비하여 잔디혹응애 피해가 먼저 나타나고, 피해율도 높은 것으로 보아 온도가 높은 지역에 식재되어 있는 난지형 잔디에서는 조기 피해와 높은 피해율이 예상되어 상대적으로 낮은 온도지역에 비하여 적극적인 관리가 필요할 것으로 생각된다.

잔디혹응애는 들잔디의 품종에 따라 감수성에 차이를 보이는 것으로 알려져 있다. Cavaier, Diamond, Meyer 품종은 감수성이 매우 높으며 Crowne과 El Toro는 저항성이고 Emerald와 Royal은 높은 저항성을 보인다(Reinert et al., 1993). 그러나 저항성으로 분류된 형질체도 잔디혹응애의 피해가 없는 것은 아니어서 실용적인 측면에서는 고려해 볼 사항이다. 본 조사에서는 온실과 야외의 우리나라 자생 잔디 중 잔디혹응애에 저항성을 갖는 개체를 알아보기 위하여 자연조건에서 조사를 수행하였다. 들잔디 중에서는 포항시 북구 청하면 도로가에서 채집된 zn1046과 남해군 창선면 농로에서 채집된 zn1008이 잔디혹응애의 피해를 받지 않았으며 전북 부안과 전남 신안, 여수, 경남 진주, 충남 태안, 제주도 제주시 등에서 채집한 14 개체의 중지도 피해가 없었다. 그러나 이러한 계통들이 실제적으로 잔디혹응애가 있음에도 불구하고 피해가 없는 것인지 아니면 잔디혹응애의 침입이 이루어지지 않아 피해가 없는 것인지 불분명하기 때문에 인위적 접종 실험을 통한 피해도 평가가 이루어지면 잔디혹응애에 대한 실질적인 저항성 개

체로 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 한편 우리나라에서 상업적으로 육종되어 판매되고 있는 잔디들 중 밀룩은 잔디혹응애 피해가 많았는데 본 품종은 국내외에서 수집한 한국잔디류 중 우수계통인 MJ8을 선발한 후 인공자식을 통하여 변이를 확대하여 선발한 종으로 밀도와 녹색도가 기존 한국잔디에 비하여 높고 녹병에 대한 저항성이 높은 품종이다(Choi and Yang, 2006). 반면 건희의 경우 낮은 잔디혹응애 피해율을 보였는데, 본 품종은 1996년 세계 여러 나라에서 수집한 200여개 유전자원에서 교배(ZKV6 × ZKV10)하여 나온 F₁ 중 내한성이 강하고 세입형인 신품종으로 1997년 선발한 품종이다(Kim et al., 2000). 세녹품종의 경우 한국잔디 계통에서 수집한 깃잔디와 금잔디를 인공교배하여 얻은 F₁ 계통 중에서 선발한 것으로 초장이 낮고 녹색도가 짙으며 낮게 자라는 특성을 가진 잔디인데(Choi and Yang, 2004), 잔디혹응애에 대한 피해율은 낮았다. 따라서 관리적인 측면에서 이러한 특성들을 고려하여 잔디를 선정하거나 이용하여야 할 것으로 생각된다.

잔디 초종들 중 버뮤다그래스나 금잔디류가 잔디혹응애 피해율이 들잔디나 중지에 비하여 상대적으로 낮게 나타났는데 이들 두 초종이 상대적으로 엽폭이 좁아(Lee et al., 2014b) 잎의 한쪽 면을 말고, 그 속에서 흡즙하는 잔디혹응애의 생활 특성(Reinert et al., 1993)을 고려할 때 엽을 말기에 용이하지 않기 때문으로 생각된다. 그러나 Reinert et al. (1993)은 잔디의 초장이나 엽폭은 잔디혹응애의 피해와 무관하다고 하여 추후 잔디의 형태적 특성별에 따른 잔디혹응애 피해에 관한 부가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

혹응애류는 4,000여종이 식물에 피해를 주는 것으로 알려져 있다(de Lillo and Skoracka, 2010). 이들은 식물체에 직접적인 피해를 주는 것 이외에도 바이러스를 매개하거나 곰팡이류에 의한 식물병 발생을 유발한다(Gamliel-Atinsky et al., 2010). 따라서 우리나라에서도 잔디혹응애와 잔디병과의 관계 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 혹응애류는 크기가 작아 다른 지역으로 잔디를 이동하거나 국제간 교역 시 발견이 어려워 확산될 우려가 높은 해충이다. 따라서 잔디 생산지에서는 잔디혹응애의 지역 간 확산을 막기 위하여 철저한 관리가 필요할 것으로 생각된다. 현재 우리나라에서 잔디에 등록되어 있는 농약들 중 응애 방제제는 전무한 실정이다. 다만 pyraclofos 수화제가 잔디의 거세미나방 방제 약제로 등록되어 있으면서 고추의 차면지응애에 동시 등록되어 있고, bifenthrin 유타제는 잔디의 굼벵이 방제제로 등록되어 있지만 수화제가 사과와 접박이응애 방제 약제로 등록되어 있다(KCPA, 2016). 미국의 경우 azadirachtin, bifenthrin, deltamethrin, lambda-cyhalothrin이 잔디의 혹응애류 방제제로 추천되고 있으나(Patton, 2012)

우리나라에서는 잔디에 등록되어 있지 않다. 따라서 잔디 혹응애 방제제 탐색과 처리시기, 방제횟수 등 전반적인 방제법에 관한 연구도 시급히 요구된다.

본 조사는 잔디혹응애에 상대적으로 피해가 적은 잔디 유전자원에 대한 기초자료를 확보하고자 수행하였는데 온실과 야외에서 잔디혹응애 피해가 없는 개체들에 대해서는 지속적인 관찰과 잔디혹응애 집중 실험 등을 통해 잔디 혹응애 관리에 실용적인 잔디 개체의 선발이 필요할 것이다.

요 약

잔디혹응애(*Aceria zoysiae*)는 잔디에 중요한 해충의 하나로 특히 한국잔디에 피해가 심하다. 본연구에서는 자생 채집 잔디 유전자원 보존원에서 잔디혹응애 저항성 잔디 개체의 선발을 위하여 잔디혹응애 피해를 조사하였다. 온실에서 295 계통의 자생지 채집 잔디를 대상으로 잔디혹응애 피해율을 조사한 결과, 잔디혹응애 피해는 잔디 종과 채집 계통별로 차이가 있었다. 잔디혹응애 피해가 가장 많은 잔디 초종은 들잔디와 중지였다. 들잔디가 97.6%의 개체들이 잔디혹응애 피해를 받았으며 중지와 갯잔디가 각각 87.7, 81.1%의 개체들이 잔디혹응애 피해를 받았다. 2개체의 왕잔디도 잔디혹응애 피해가 있었지만 일부 개체들은 온실과 야외에서 잔디혹응애 피해가 없었다. 야외에서 잔디혹응애 피해는 5월부터 발생하여 7월이후 급증하였다. 본 조사에서 잔디혹응애의 피해가 없는 잔디계통들은 향후 잔디혹응애 관리에 활용될 수 있을 것이다.

주요어: 잔디혹응애, 피해, 응애, 잔디, 들잔디

Acknowledgements

We thank E.J. Yu, J.Y. Choi and O.G. Kwon for their technical assistance.

References

- Baker, E.W., Kono, T. and O'Neill, N.R. 1986. *Eriophyes zoysia* (Acari: Eriophyidae), a new species of eriophyid mite on zoysiagrass. *Int'l. J. Acarol.* 12:3-6.
- Choi, J.S. and Yang, G.M. 2004. Development of new hybrid cultivar 'Senock' in zoysiagrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 18:201-209. (In Korean)
- Choi, J.S. and Yang, G.M. 2006. Development of new cultivar 'Millock' in zoysiagrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 20:237-251. (In Korean)
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Lee, S.M., Lee, T.W., Choi, W.G., et al. 2000. Turfgrass insect pests and natural enemies in golf courses. *Korean J. Appl. Entomol.* 39:171-179. (In Korean)
- Cranshaw, W.S., Reinert, J.A. and Stamm, M.D. 2012. Clover and other non-eriophyid mites, *In* Brandenburg, R.L., and C.P. Freeman, (eds.), *Handbook of turfgrass insects* 2nd ed. pp. 24-28. APS Press. St. Paul, USA.
- de Lillo, E. and Skoracka, A. 2010. What's "cool" on eriophyid mites. *Exp. Appl. Acarol.* 51:3-30.
- Gamliel-Atinsky, E., Freeman, S., Maymon, M., Belausov, E., Ochoa, R., et al. 2010. The role of eriophyids in fungal pathogen epidemiology: more association or true interaction. *Exp. Appl. Acarol.* 51:191-204.
- Hoy, M.A. 2011. *Agricultural acarology: introduction to integrated mite management.* CRC Press, Boca Raton, USA.
- Hudson, W.G. and Reinert, J.A. 2012. Eriophyid mite pests (Burmudagrass, zoysiagrass, Buffalograss, grain rust and St. Augustinegrass), *In* Brandenburg, R.L., and C.P. Freeman, (eds.), *Handbook of turfgrass insects*, 2nd ed. pp. 30-33. APS Press. St. Paul, USA.
- Kang, B.H., Kabir, F.M., Bae, E.J., Lee, G.S., Jeon, B.D., et al. 2016. Damage report on a newly recorded coleopteran pest, *Aphanisticus congener* (Coleoptera: Buprestidae) from turfgrass in Korea. *Weed Turf. Sci.* 5(4):274-279.
- Kim, D.W., Lee, J.P., Kim, J.B. and Mo, S.Y. 2000. Development of narrow leaf type cultivar 'Konhee' in zoysiagrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 13(3):147-152. (In Korean)
- Korea Crop Protection Association (KCPA) 2016. 2016 guide of crop protection agent. Korea Crop Protection Association. Seoul. Korea. (In Korean)
- Lee, C.M., Kwon, O.G., Lee, K.S., Lee, S.M., Choi, S.H., et al. 2014a. Insect pests in turf sod production areas in Korea. *Weed Turf. Sci.* 3:114-120. (In Korean)
- Lee, K.S., Choi, S.M., Park, Y.B., Kim, D.S., Chung, S.Y., et al. 2014b. Genetic resources of Korean turfgrass. Korea Forest Research Institute. (In Korean)
- McMaugh, P. 2012. Mite damage-a survey of four warm season turf grasses. Horticulture Australia Limited Final Report (TU10002). Horticulture Australia Ltd. Sydney, Australia.
- Park, D.S., Lee, J.H., Cho, M. R., Kim, Y.S., Kim, K.D., et al. 2012. Damage of zoysiagrass by zoysiagrass mite, *Aceria zoysiae* in Korean golf courses. *Weed Turf. Sci.* 1:76-79. (In Korean)
- Patton, A. 2012. Zoysiagrass mite. University of Arkansas turfgrass science. <http://turf.uark.edu> (Accessed Dec. 2012).
- Potter, D.A. 1998. *Destructive turfgrass insects: biology, diagnosis, and control.* Ann Arbor Press Inc. Chelsea, USA.
- Reinert, J.A., Engelke, M.C. and Morton, S.J. 1993. Zoysiagrass resistance to the zoysiagrass mite, *Eriophyes zoysia* (Acari:

- Eriophyidae). Int'l. Turfgrass Soc. Res. J. 7:885-888.
- Skorocka, A., Smith, L., Oldfield, G., Cristofaro, M. and Amrine, J.W. 2010. Host-plant specificity and specialization in eriophyoid mites and their importance for the use of eriophyoid mites as biocontrol agents of weeds. Exp. Appl. Acarol. 51:93-113.
- Statistix 8. 2003. User's manual. Analytical Software. Tallahassee, USA.