

# 트랩 종류와 수간내 위치가 광릉긴나무좀, *Platypus koryoensis* (딱정벌레목: 긴나무좀과) 포획에 미치는 영향

김준현<sup>+</sup> · 이정수<sup>+</sup> · 박일권 · 최원일\*

국립산림과학원 산림병해충연구과

## Influence of Trap Type and Location on Tree Trunk on *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Platypodidae) Trapping

Junheon Kim<sup>+</sup>, Jung-Su Lee<sup>+</sup>, Il-Kwon Park and Won-Il Choi\*

Division of Forest Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute, Hoegi 57, Dongdaemun-gu, Seoul, 130-712, Republic of Korea

**ABSTRACT:** Differences in the number of *Platypus koryoensis* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) trapped in different trap types, colors and positions on the trunk were evaluated to develop a monitoring trap for *Platypus koryoensis*, a known vector of Korean oak wilt disease. The experiments were conducted in an oak forest located in Gwangtan-myeon, Paju-si, Gyeonggi-do, Korea using two types of trap: sticky trap and multi-funnel trap. Trapping efficiency of the two trap types was not significantly different. Trapping efficiency of the sticky trap was not affected by four trap colors: yellow, black, white and transparent. The number of beetle caught was higher in the traps facing the upper slope than the lower slope regardless of trap type. Our results showed that both traps type are useful for monitoring *Platypus koryoensis*.

**Key words:** *Platypus koryoensis*, Korean oak wilt disease, Trap efficiency, Sticky trap, Multi-funnel trap

**초 록:** 참나무시들음병 매개충인 광릉긴나무좀 (*Platypus koryoensis* (Murayama)) (Coleoptera: Platypodidae) 모니터링에 활용 가능한 트랩 종류, 색, 설치위치가 포획수에 미치는 영향이 조사되었다. 조사는 경기도 파주시 광탄면에서 수행되었으며 끈끈이 평판 트랩과 다중깔때기 트랩 두 종류 트랩이 이용되었다. 조사된 두 트랩의 종류는 광릉긴나무좀 포획수에 영향을 미치지 않았다. 끈끈이 평판 트랩의 경우 노란색, 검정색, 흰색, 투명색으로 시험한 결과 트랩색이 광릉긴나무좀 포획효율에 영향을 미치지 않았다. 끈끈이 평판 트랩과 다중깔때기 트랩 모두 수간내 경사 위쪽과 아래쪽에 설치된 경우, 산의 경사 위쪽에 설치한 트랩에 유의하게 많은 수의 광릉긴나무좀이 포획되었다. 이는 두 가지 트랩이 모두 광릉긴나무좀 모니터링 및 방제에 효율적으로 활용될 수 있음을 보여주는 것이다.

**검색어:** 광릉긴나무좀, 참나무시들음병, 끈끈이 평판 트랩, 다중깔때기 트랩, 트랩 효율

암브로시아 나무좀류인 광릉긴나무좀, *Platypus koryoensis* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae),는 주로 신갈나무, *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb (Fagales: Fagaceae),에 참나무시들음병을 유발하는 것으로 추정되는 *Raffaelea quercus-mongolicae*의 매개충으로 알려져 있다 (Hong et al., 2006; Kim et al., 2009b). 2002년 참나무시들음병 발생

이 최초 보고된 이후, 그 피해가 증가하여, 2009년 경기도에서 참나무류 2,894본이 고사한 것으로 보고되었다 (Choi et al., 2009). 참나무시들음병 피해는 광릉긴나무좀 침입공수가 증가할수록 심해지므로 (Choi et al., 2008), 참나무시들음병을 효율적으로 방제하기 위해서 광릉긴나무좀 밀도 관리가 중요하다. 발생보고 이후, 광릉긴나무좀 생태 및 형태 등에 대한 연구가 집중적으로 이루어지고 있다 (Choi et al., 2008; Moon et al., 2008a, 2008b).

일반적으로 나무좀류는 기주식물 탐색을 위해 색, 형태와 같은 시각적 그리고 페로몬, 유인 물질 등 화학적인 자극을

<sup>+</sup>Both authors equally contributed to article. (두 저자가 공히 본 논문에 기여하였음.)

\*Corresponding author: wchoi@forest.go.kr

Received April 12 2010; Revised June 15 2010; accepted June 18 2010

이용하는 것으로 알려져 있어 (Byers, 1996; Storm *et al.*, 1999), 트랩의 포획효율은 트랩의 색, 형태 등에 영향을 받을 것으로 예측된다. 암브로시아 나무좀류 모니터링은 주로 drainpipe 트랩이나 다중깔때기 트랩 (Lindgren trap) 등을 이용하여 수행되고 있으며 (Howse *et al.*, 1998), 암브로시아 나무좀류 포획효율은 트랩의 종류에 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Flechtmann *et al.*, 2000). 이와 더불어 암브로시아 나무좀류의 행동은 트랩의 포획효율에 영향을 미쳐 광릉긴나무좀과 유사한 *P. quercivorus* Murayama는 경사아래쪽 트랩에서 포획되는 빈도가 높았는데 이는 이 암브로시아 나무좀의 비행 행동과 관련있는 것으로 생각되었다 (Yamasaki and Futai, 2008).

본 연구는 광릉긴나무좀 모니터링과 밀도관리에 활용가능한 트랩을 선정하여 트랩의 색, 설치 위치에 따른 포획효율을 검증하기 위하여 수행되었다. 본 연구의 결과는 광릉긴나무좀 모니터링 효율과 집합페로몬을 이용한 대량 유살에 의한 방제 방법 효율을 높이는데 기여할 것으로 판단된다. 또한 트랩 위치에 따른 포획효율은 광릉긴나무좀의 비행 행동과 기주 탐색행동에 관련되므로 광릉긴나무좀의 행동과 확산을 이해하는데 활용될 것이다.

## 재료 및 방법

### 시험지

본 연구는 2008년 5월 21일부터 7월 16 일까지 경기도 파주시 광탄면 (37°44'N, 126°54'E)에 소재한 신갈나무가 우점종인 북서 사면 천연림내에서 실시되었다. 신갈나무는 전체 수종 중 33.2%를 차지하였으며 흉고 직경이 큰 신갈나무가 많아 조사 임분내 중요도가 높았다. 신갈나무 다음으로 서어나무 (*Carpinus laxiflora* BL.)와 쪽동백(*Styrax obassia* S. et Z.)이 우점이었다. 시험지 고도는 380~400 m, 북서사면이었고 전체 시험지 면적은 0.24 ha였다. 트랩을 설치한 신갈나무 흉고 직경은 20±5.1 cm(평균±표준편차)였다.

### 끈끈이 평판 트랩의 색 및 위치가 포획에 미치는 영향

끈끈이 평판 트랩 색이 광릉긴나무좀 유인에 미치는 영향을 평가하기 위해 신갈나무 한 그루 당 노랑, 검정, 흰색, 투명 색의 끈끈이 평판 트랩을 각 1개씩 설치하였다 (Fig. 1). 끈끈이 평판 트랩은 시판되는 A4 크기 (210 × 297 mm)의 색종이를 비닐로 코팅한 후, 접착제 (Tanglefoot; The tanglefat company, Grand Rapids, MI)를 표면에 도포하여 제작하였다. 단, 투명트랩은 비닐만을 코팅하여 제작하였

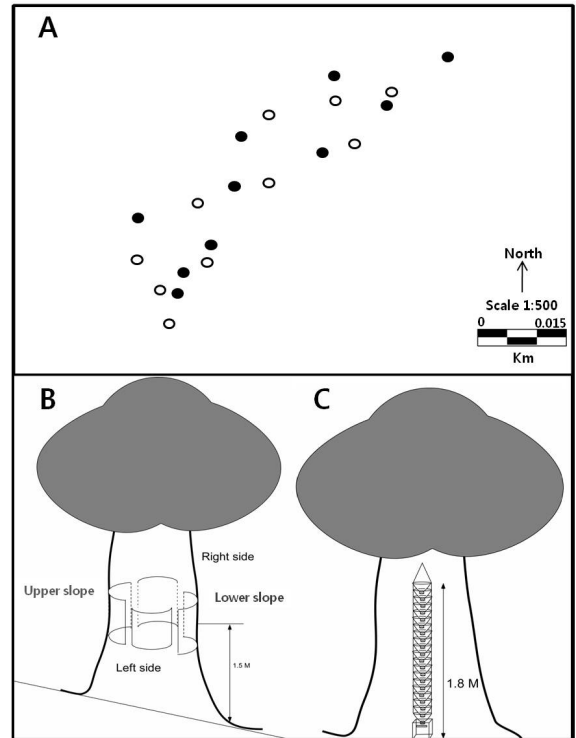


Fig. 1. Distribution of sticky trap (●) and multi-funnel trap (○) in the field (A) and schematic diagram of trap installation: Sticky trap (B) and multi-funnel trap (C).

다. 각 트랩은 지면 150 cm 높이에 타카 (QDDC8014, Dingba, Taizhou)를 이용하여 신갈나무 수간에 고정하였다. 설치방향은 산의 경사 위 (upper slope), 아래 (lower slope), 경사 아래에서 위 방향으로 좌 (left side), 우 (right side)의 네 방향이었다. 이 때 끈끈이 평판 트랩 색 배치 순서는 무작위로 설정하였으며 각 방향에 같은 수의 색이 배치되도록 하였다. 조사목은 연속적으로 위치한 8그루 신갈나무를 선정하였으며 조사목간 간격은 약 5미터였다 (Fig. 1A). 트랩당 유인된 광릉긴나무좀 개체수는 7일 간격으로 조사하였다. 조사 후 각 끈끈이 평판 트랩은 새 것으로 교체하였으며 트랩배치는 무작위적으로 재배치하였다.

### 트랩종류와 위치에 따른 포획 효과

끈끈이 평판 트랩 (sticky trap; 노랑 250 × 400mm, 그린아 그로텍, 경산)과 다중깔때기 트랩 (multi-funnel trap; 자체제작) (Kim *et al.*, 2009a) (Fig. 1A와 B)간의 포획 효율과 트랩의 수간내 위치가 포획효율에 미치는 영향은 다음과 같은 방법으로 조사되었다. 끈끈이 평판 트랩을 신갈나무 지면으로부터 150 cm 높이, 산 경사 위쪽과 아래쪽에 각각 설치하였다. 다중깔때기 트랩 또한 산의 경사 위쪽 및 아래

쪽에 각각 설치하였다. 가장 위 깔때기가 지면에서 180 cm 높이에 위치하도록 고정하였고, 가장 아래 깔때기 밑 수거용기에 물을 채워, 트랩에 잡힌 곤충이 탈출하지 못하게 하였다. 끈끈이 평판 트랩과 다중깔때기 트랩은 각 10 그루의 신갈나무에 선택하여 설치하였고 조사목간 간격은  $8.3 \pm 0.68$ 미터였다. 매 주 또는 2 주 간격으로 포획 수를 확인한 후, 끈끈이 평판 트랩은 새 트랩으로 교체하였고, 다중깔때기 트랩 수거용기 물을 교환하였다. 조사목 위치정보는 GPS(Trimble, GeoXM)를 이용하여 획득하였다.

**통계분석**

본 실험의 모든 통계 분석에는 SAS 프로그램 (SAS, 2004)를 이용하여 수행되었다. 위치와 끈끈이 평판 트랩 색이 광릉긴나무좀 유인에 미치는 영향은 이원배치 분산분석 (ANOVA)에 의하여 검증하였다 (Zar, 1999). 단, 트랩당 포획수가 5 개체 미만인 조사목은 분석에서 제외하였다. 끈끈이 평판 트랩과 다중깔때기 트랩간 포획 효율은 이원배치 분산분석 (ANOVA)을 통하여 검증하였고, 트랩 위치가 포획효율에 미치는 효과는 paired t-test를 통하여 검증하였다. 평균간의 차이는 Tukey test를 이용하여 검정하였다. 트랩당 포획수는 평균±표준오차로 나타내었다.

**결 과**

**끈끈이 평판 트랩의 색 및 위치가 포획효율에 미치는 영향**

노랑, 검정, 흰색, 투명색 끈끈이 평판 트랩에 광릉긴나무좀이 각각  $16.1 \pm 5.7$ 마리/트랩/주,  $10.6 \pm 3.5$  마리/트랩/주,

$9.3 \pm 2.8$ 마리/트랩/주,  $9.0 \pm 3.5$  마리/트랩/주 포획되었으나, 끈끈이 평판 트랩색의 차이에 따른 포획수는 유의한 차이가 없었다 ( $F=0.47$ ,  $df=3,22$ ,  $p=0.71$ ). 트랩이 경사 위쪽에 설치된 경우  $17.5 \pm 5.6$  마리/트랩/주가, 경사 왼쪽, 오른쪽방향에 설치된 트랩에서는 각각  $13.0 \pm 4.5$  마리/트랩/주가,  $9.0 \pm 2.8$  마리/트랩/주가, 경사 아래쪽에 설치한 트랩에는  $5.5 \pm 1.8$  마리/트랩/주가 포획되어 경사위쪽에 설치된 트랩에 광릉긴나무좀이 많이 포획되었다 ( $F=6.70$ ,  $df=3,22$ ,  $p=0.004$ ) (Fig. 2).

**끈끈이 평판 트랩과 다중깔때기 트랩간 포획 효율 비교 및 트랩 위치가 포획효율에 미치는 영향**

끈끈이 평판 트랩과 다중깔때기 트랩에 포획된 광릉긴나무좀 개체수는 시기별로 차이가 있었으나 두 트랩 모두 유사한 경향을 보였다. 끈끈이 평판 트랩에 포획된 광릉긴나무좀 개체수는 5월 21일  $0.1 \pm 0.1$  마리/트랩/주에서 6월 11일  $20.9 \pm 15.4$  마리/트랩/주로 서서히 증가한 후, 6월 25일  $80.1 \pm 24.0$  마리/트랩/주까지 급격히 증가하였다. 다중깔때기 트랩에 포획된 광릉긴나무좀 개체수는 5월 21일  $2.8 \pm 1.5$  마리/트랩/주에서 6월 11일  $13.3 \pm 4.3$  마리/트랩/주로 완만히 증가한 후, 6월 25일  $212.2 \pm 88.1$  마리/트랩/주로 급격히 증가하였다. 이후 트랩당 포획 개체수는 7월 1일 ~ 7월 17일까지  $137.9 \pm 44.4$  마리/트랩/주였다. 총 9주간의 포획기간에서 끈끈이 트랩은 주 당 평균  $57.4 \pm 21.2$  마리/트랩/주, 다중깔때기 트랩에는  $73.3 \pm 26.7$  마리/트랩/주의 광릉긴나무좀이 포획되었다. 광릉긴나무좀의 채집된 수가 급증한 5주 이후의 개체수는 끈끈이 평판 트랩과 다중깔때기 트랩에서 각각  $121.4 \pm 26.1$ 과  $162.6 \pm 36.3$  마리/트랩/주였으며, 두 트랩간의 포획 수의 차는 통계상 유의차를 보이지 않는다 ( $F=1.15$ ,  $df=1,271$ ,  $p=0.28$ ) (Fig. 3). 끈끈이 트랩의 경우,

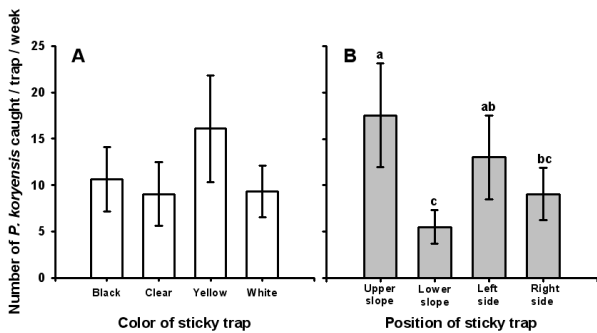


Fig. 2. Number of *P. koryoensis* caught by the sticky traps of different colors (A) and different positions in tree trunk (B). The same letters on the bar indicate no significant difference ( $P < 0.05$ ) among positions in the tree trunk based on Tukey's multiple comparison test.

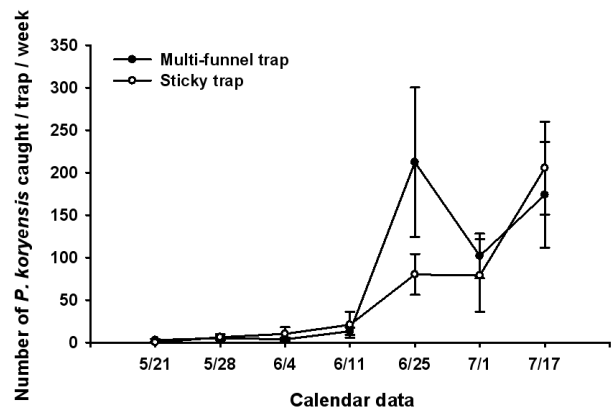


Fig. 3. Number of *P. koryoensis* caught by the yellow sticky traps and multi-funnel traps from May 21 to July 17 in 2008.

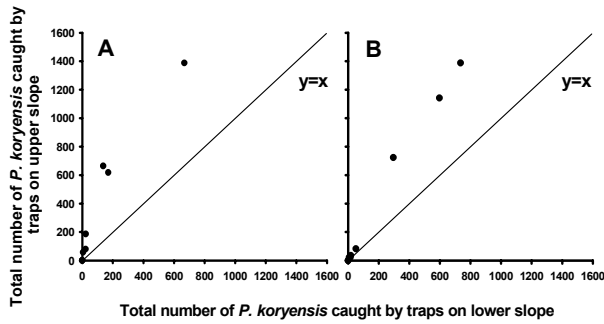


Fig 4. Relationship between the total number of *P. koryoensis* caught in the sticky trap (A) and multi-funnel traps (B) on upper slope and lower slope. Solid line indicates isoline of the number of *P. koryoensis* caught by the traps on both positions.

실험 개시 후 5월 28일부터 경사 위쪽 트랩의 포획수가 경사 아래쪽 트랩의 포획수보다 유의하게 높았으며 ( $t=4.55$ ,  $df=69$ ,  $p<0.001$ ), 다중 갈때기 트랩의 경우도 최다 비상 시기인 6월 25일 이후부터 경사 위쪽 트랩이 아래쪽 트랩보다 유의하게 많은 수의 광릉긴나무좀이 포획되었다 ( $t=3.88$ ,  $df=69$ ,  $p<0.001$ ) (Fig. 4)

## 고 찰

트랩종류는 광릉긴나무좀 포획수에 영향을 미치지 않았고 끈끈이 평판 트랩의 색도 광릉긴나무좀 포획수에 영향을 미치지 않았다. 반면에 경사위쪽에 설치된 트랩에 포획된 성충 광릉긴나무좀 개체수가 경사아래 방향에 설치된 트랩에 포획된 개체수보다 많았다. 이는 광릉긴나무좀의 임내 이동방향과 같은 행동적 특성에 기인하는 것으로 추정된다. 즉, 광릉긴나무좀은 임내에서 비행시 산 경사면을 따라 위쪽에서 아래쪽으로 이동한다고 유추할 수 있다. 본 실험이 수행된 6월 중 풍향은 대개 편서풍이며 본 실험이 북서사면에서 시행되었음을 감안하였을 때, 본 실험 결과는 광릉긴나무좀이 기주 유래물질에 반응하여 맞바람 방향으로 이동하였을 가능성도 있다. 이와 같은 행동은 나무좀류인 *Dendroctonus brevicomis*, *Scolytus multistriatus*, *Trypodendron lineatum* 등에서도 보여지는데, 페로몬 근원을 향해 맞바람 방향으로 이동한다고 보고 되었다 (Byers, 1988). 긴나무좀류인 *P. quercivorus*의 경우, 산 경사 아래쪽 트랩에서 긴나무좀 포획효율이 높았으나, *P. quercivorus*가 항상 경사면에 반응하여 비행하지는 않는다고 추정하였다 (Yamasaki and Futai, 2008). 반면에 *P. quercivorus*는 경사 아래쪽 방향

트랩에서 포획수가 많아 이 종은 경사 아래쪽에서 위쪽으로 이동한다고 보고되었다 (Esaki *et al.*, 2004). 임내 경사 방향과 광릉긴나무좀의 이동 방향에 관계를 좀 더 명확히 확인하기 위해서는 다른 사면에서의 추가 실험이 필요할 것으로 사료된다.

*P. quercivorus*는 시각 및 화학적 정보를 활용하여 기주를 선택한다 (Kobayashi and Shibata, 2001; Kobayashi and Ueda, 2001; Tokoro *et al.*, 2007). 광릉긴나무좀이 집합페로몬 혼합물에 유의하게 유인되었다는 사실은 광릉긴나무좀도 기주 탐색에 화학적 정보를 활용한다고 것을 의미한다 (Kim *et al.*, 2009a). 그러나 광릉긴나무좀 포획효율이 끈끈이 트랩 색에 영향을 받지 않은 결과는 광릉긴나무좀의 기주탐색에 있어 색상 차이는 주요한 요인이 아닐 수 있음을 보여주는 것이다. 암브로시아 나무좀류는 주로 수간부를 가해하므로 수관부를 가해하는 다른 해충에 비해 색상이 기주를 인식하는데 있어 주요한 요인이 아닐 수 있다. 그러나, 본 실험에 사용한 끈끈이 평판 트랩은 기주의 크기에 비하여 작은 면적을 차지하였기에, 트랩 색에 의한 유인 효과가 미미하였을 가능성이 있다. 반면에 나무좀과인 *Dendroctonus ponderosae*도 기주 탐색시 후각적, 시각적 정보를 종합적으로 이용한다고 알려져 있다. 기주 유래물질(카이로몬 등)을 유인 물질을 흰색과 검정색 트랩에 설치하였을 경우, 비기주의 색인 흰색의 트랩보다 기주의 색인 검정색의 트랩에 더 많이 포획되었다고 보고되었다 (Campbell and Borden, 2006).

트랩의 색이나 형태, 유인물질 등의 차이를 제외하고 끈끈이 트랩과 다중갈때기 트랩자체의 광릉긴나무좀 포획 효율에는 차이가 없었다. 이는 두 가지 트랩 모두 광릉긴나무좀 모니터링 및 방제에 효율적으로 활용될 수 있음을 보여주는 것이다. 트랩의 포획효율은 곤충의 종류와 트랩 종류에 따라 다양한 것으로 알려져 있다 (Flechtmann *et al.*, 2000; Paik *et al.*, 2009). 끈끈이 평판 트랩은 다중갈때기 트랩에 비하여 가벼우며, 부피가 적어 설치가 용이하였다. 그러나, 끈끈이 평판 트랩은 광릉긴나무좀과 같이 집중 공격하는 형태의 해충의 경우, 밀도가 극단적으로 높은 경우 끈끈이 트랩이 포획되어 효율이 떨어질 가능성이 있다 (Howse *et al.*, 1998). 다중갈때기 트랩에는 목표로 하는 광릉긴나무좀이 우점적으로 포획되었고, 나무좀류 외 다른 곤충이 포획되는 개체수는 극히 적었다 (사적 관찰). 한편, 끈끈이 트랩에 포획되는 파리목 및 벌목의 곤충 개체수가 다중갈때기 트랩에 포획되는 그것에 비해 매우 많았다 (사

적 관찰). 벌목 및 파리목은, 주요 산림해충 천적 또는 부식자로서 생태적 가치가 높은 곤충이다. 즉, 끈끈이 평판 트랩을 광릉기나무좀 모니터링에 장기적으로 활용할 경우 산림의 유용곤충 개체군의 밀도에 악영향을 미칠 수 있는 위험이 있다고 사료된다.

## 감사의 글

야외실험에 도움을 주신 일산 국립암센터 이강덕님과 상지대학교 김용호님 그리고 논문수정에 도움을 주신 국립산림과학원 김일권박사님께 사의를 표합니다.

## Literature Cited

- Byers, J.A. 1988. Upwind flight orientation to pheromone in western pine beetle tested with rotating wind vane traps. *J. Chem. Ecol.* 14: 189-198.
- Byers, J.A. 1996. An encounter rate model of bark beetle populations searching at random for susceptible host trees. *Ecol. Model.* 91: 57-66.
- Campbell, S.A. and J.H. Borden. 2006. Integration of visual and olfactory cues of hosts and non-hosts by three bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Ecol. Entomol.* 31: 437-449.
- Choi, W.I., J.-S. Lee, K.-S. Choi, J.-K. Kim and S.-C. Shin. 2008. Tree trunk level distribution of entry hole by *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Platypodidae) and its implication to tree damage. *Kor. J. Appl. Entomol.* 47: 127-131.
- Choi, W.I., K.S., Choi and S. T., Seo. 2009. Annual report of monitoring for forest insect pests and diseases in Korea. 154 pp. Korea Forest Research Institute. Seoul, Republic of Korea.
- Esaki, K., K. Kato and N., Kamata. 2004. Stand-level distribution and movement of *Platypus quercivorus* adults and patterns of incidence of new infestation. *Agr. Forest Entomol.* 6: 71-82.
- Flehtmann, C.A.H., A.L.T. Ottati and C.W. Berisford. 2000. Comparison of four trap types for ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian *Eucalyptus* Stands. *J. Econ. Entomol.* 93: 1701-1707.
- Hong, K.-J., Y.-D. Kwon, S.-W. Park and D.-P. Lyu. 2006. *Platypus koryoensis* (Murayama) (Platypodidae; Coleoptera), the vector of oak wilt disease. *Kor. J. Appl. Entomol.* 45: 113-117.
- Howse, P., I. Stevens and O. Jones. 1998. Insect pheromones and their use in pest management. 384 pp. Chapman & Hall, London, UK.
- Kim, J., S.-G. Lee, S.-C. Shin, Y.-D. Kwon and I.-K. Park. 2009a. Male-produced aggregation pheromone blend in *Platypus koryoensis*. *J. Agr. Food Chem.* 57: 1406-1412.
- Kim, K.-H., Y.-J. Choi, S.-T. Seo and H.-D. Shin. 2009b. *Raffaelea quercus-mongolicae* sp. nov. associated with *Platypus koryoensis* on oak in Korea. *Mycotaxon.* 110: 189-197.
- Kobayashi, M. and S. Shibata. 2001. Infestation of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) at a newly damaged forest by the beetle (I); investigation in Maizuru, Kyoto Prefecture. *Appl. For. Sci.* 10: 73-78.
- Kobayashi, M. and A. Ueda. 2001. Infestation of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) at newly damaged forests by the beetle (II); investigation in Wachi and Keihoku, Kyoto Prefecture. *Appl. For. Sci.* 10: 79-84.
- Moon, M.-J., J.-G. Park and K.-H. Kim. 2008a. Fine structure of the mouthparts in the ambrosia beetle *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Curculionidae; Platypodinae). *Anim. Cell. Syst.* 12:101-108.
- Moon, M.-J., J.-G. Park, E. Oh and K.-H. Kim. 2008b. External microstructure of the ambrosia beetle *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Curculionidae; Platypodinae). *Entomol. Res.* 38: 202-210.
- Paik, C.-H., G.-H. Lee, Y.-J. Oh, C.-G. Park, C.-Y. Hwang and S.-S. Kim. 2009. Pheromone trap type and height for attracting of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) in soybean field. *Kor. J. Appl. Entomol.* 48: 59-65.
- SAS institute. 2004. SAS user's guide. SAS institute, Cary, NC.
- Strom, B.L., L.M. Roton, R.A. Goyer and J.R. Meeker. 1999. Visual and semiochemical distribution of host finding in the southern pine beetle. *Ecol. Appl.* 9: 1028-1038.
- Tokoro, M., M. Kobayashi, S. Saito, H. Kinuura, T. Nakashima, E. Shoda-Kagaya, T. Kashiwagi, S. Tebayashi, C.-S. Kim and K. Mori. 2007. Novel aggregation pheromone, (1S,4R)-p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Bullet. FFPRI.* 6: 49-57.
- Yamasaki, M. and K. Futai. 2008. Host selection by *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) before and after flying to trees. *Appl. Entomol. Zool.* 43: 249-257.
- Zar J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4th ed., 929 pp. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.