

채집법에 따른 연엽산 일대 딱정벌레목의 출현상 비교 분석

정종국 · 이승일 · 최재석* · 권오길

강원대학교 자연과학대학 생물학과

Comparison of Occurrences of Coleoptera by Three Sampling Methods in Mt. Yeonyeop Area, Korea

Jong-Kook Jeong, Seung-Il Lee, Jae-Seok Choi* and Oh-Kil Kwon

Department of Biology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract - To compare the occurrence of Coleoptera by different sampling methods such as light trap, pitfall trap and sweeping, we collected samples every month from April to September, 2004 in the Mt. Yeonyeop, Gangwon-do, Korea. According to the sampling methods, the species composition, abundance and dry weight were completely different. We collected 151 species in 35 families (690 individuals) by sweeping method, 148 species in 30 families (689 individuals) by light trap, and 112 species in 18 families (1,674 individuals) by pitfall trap, respectively. The dry weight in collected sample was about 181.46 g in pitfall trap, 39.85 g in light trap, and 10.89 g in sweeping method, respectively.

Relatively high flight and small-sized beetles such as Coccinellidae, Nitidulidae, Scarabaeidae were collected in light trap. The species diversity was high in July. Unlike the samples collected in light trap, the pitfall trap samples were big-sized saprophagous or carnivorous beetles such as Carabidae, Silphidae, Staphylinidae. The pitfall trap showed relatively the higher number of individual and lower species diversity compared to other methods. The major samples collected by sweeping method were small-sized carnivorous or herbivorous beetles such as Chrysomelidae, Curculionidae, Coccinellidae. The peak of species diversity occurred in May.

The similarity was calculated with the Jaccard's index over the light trap-pitfall trap was 0.07, light trap-sweeping was 0.10, and pitfall trap-sweeping was 0.01. Consequently, similarity of sampling methods was relatively low.

In conclusion, efficiency of the each sampling methods significantly differed in the species composition of Coleoptera. This study emphasize the necessity of using three sampling methods in the area of diversity research.

Key words : sampling methods, light trap, pitfall trap, sweeping, dry weight

서 론

최근 들어 종 보전에 대한 관심이 증가하면서 산림

곤충에 대한 연구의 필요성 역시 증가하고 있다. 특히 본 연구의 대상인 딱정벌레목은 다양한 환경에서 광범위하게 분포하고 있고, 이들은 식물의 조직을 섭식하는 해충, 동물의 사체와 분뇨를 처리하는 분해자, 그리고 다른 곤충과 절지동물을 잡아먹는 포식자이며, 또한 거의

* Corresponding author: Jae-Seok Choi, Tel. 011-373-9747, E-mail. gobiobotia@hanmail.net

모든 서식지의 다양한 자원을 식량자원으로 이용한다 (Evans and Bellamy 1996). 이러한 딱정벌레류를 채집하는 방법으로는 많은 방법들이 개발되어 이용되고 있으며, 본 연구에서는 light trap, pitfall trap, 그리고 sweeping 만을 사용하여 조사하였다. 이 방법들 중, light trap은 일반적인 절지동물의 생태적 특성을 고려한 채집방법이기 때문에 야간 채집에 있어서는 다른 채집방법들에 비해 더욱 효과적이고 (Southwood 1978), 게다가 많은 종을 채집할 수 있어 종 다양성과 밀접한 관련이 있다 (Thomas and Thomas 1994). 그리고 pitfall trap은 비행성이 약한 딱정벌레류나 지표성 딱정벌레류를 채집하는데 있어 광범위하게 사용되는 가장 좋은 방법이며 (Rushton *et al.* 1989; Niemela *et al.* 1993; Spence and Niemela 1994), 특히 정량적인 데이터를 얻을 수 있어 다른 방법에 비해 더 좋은 결과를 제공하는 방법으로 알려져 있다 (Adis 1979; Volkmar *et al.* 1994). 또한 sweeping은 비록 제한적이긴 하지만 (Southwood and Henderson 2000), 초지 지역에서 짧은 기간 동안 많은 종을 채집할 수 있는 실용적인 방법이다 (Evans *et al.* 1983).

pitfall trap을 이용한 지표성 딱정벌레류에 관한 국내의 연구로는 김과 김 (2000), 박 등 (1996), 박 등 (2003) 이 (2001), 장 (2001), Kim and Lee (1992), Kwon (1996), Kubota *et al.* (2001), Lee and Lee (1995), Park *et al.* (1997) 등이 있다. Sweeping방법에 의한 연구는 박 등 (1996), 박과 안 (2000) 등이 있으며, light trap에 의한 연구는 고 등 (1980), 구와 오 (1997) 등이 있는 실정이다. 이 외에도 연간 1~2회에 걸친 여러 가지 채집방법을 사용하는 자연환경전국조사가 있지만, 정량적인 조사는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 채집방법에 따라 월별로 정량적인 채집을 하고자 하였다.

본 연구의 조사 지역인 강원대학교 학술림은 강원도 춘천시 동산면과 홍천군 북방면에 걸쳐 있으며, 대룡산 (899 m)을 주산으로 남으로 응봉 (753 m), 연엽산 (850 m), 구절산 (750 m)으로 이어진다. 또한 온대중부림에 속하는 곳으로 대부분의 지역은 천연활엽수림으로 구성되어 있다. 한편 본 지역에 대한 연구는 light trap이나 sweeping 방법을 사용한 나비목에 관한 연구 (변 등 1994; 박과 최 2004), pitfall trap을 이용한 지표성 딱정벌레류에 관한 연구 (장 2001) 등이 있었지만, 딱정벌레목을 대상으로 세 가지 채집방법을 모두 사용한 연구는 처음이다. 따라서 본 연구에서는 세 가지 채집방법을 모두 사용하여 연엽산 일대 딱정벌레목의 분포 특성, 군집구조, 계절별 변화 등을 파악하고자 하였으며, 이를 통해 각 채집방법에 따른 효과와 특성을 비교·분석하여 향후 딱정벌레 및 곤충상 연구에 새로운 기틀을 마련하고자 하였다.

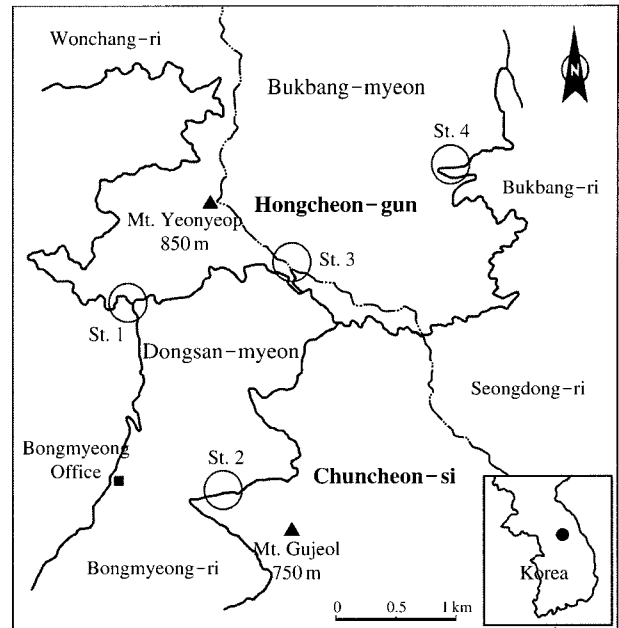


Fig. 1. Map showing the studied area (St. 1: 483 m, St. 2: 498 m, St. 3: 642 m, St. 4: 307 m).

재료 및 방법

1. 조사지역

본 연구의 조사지역은 강원도 춘천시 동산면과 홍천군 북방면에 걸쳐있는 강원대학교 학술림내 연엽산 일대를 중심으로 동산면에 2개 지점, 북방면에 1개 지점, 동산면과 북방면의 인접지역에 1개 지점 등 각 지점들 간의 거리와 고도를 고려하여 총 4개 지점을 선정하였다 (Fig. 1).

2. 조사시기

조사는 딱정벌레류의 곤충들이 주로 활동하는 2004년 4월부터 9월까지 각 지점별로 매월 1회씩 총 6회를 실시하였고 조사시기는 다음과 같다.

- 1차 조사 : 2004년 4월 18일~25일
- 2차 조사 : 2004년 5월 16일~22일
- 3차 조사 : 2004년 6월 22일~27일
- 4차 조사 : 2004년 7월 21일~28일
- 5차 조사 : 2004년 8월 21일~27일
- 6차 조사 : 2004년 9월 15일~22일

3. 조사방법

다양한 딱정벌레류의 채집을 위하여 light trap (유인등

채집법), pitfall trap (함정채집법), 그리고 sweeping (쓸어잡기)의 세 가지 방법으로 실시하였다(Fig. 2).

Light trap은 300 W 수은등 1개를 광원으로 사용하였고 전원으로는 휴대용 발전기를 이용하였으며, 120 cm×160 cm의 백색천을 스크린으로 사용하여 일몰 후 각 지점 당 1시간 동안 채집을 실시하였다.

Pitfall trap은 조(2004)의 방법을 변형하여 1.5 L PET 병(직경 8 cm, 높이 30 cm)의 상부에 7 cm×5 cm의 구멍을 낸 뒤, 각 지점 당 3개씩 지면과 평행하게 설치하였다. 유인제로는 포도주를 사용하였고, 각 PET병에 150 mL 씩 넣어 일주일간 설치한 후, 유인된 딱정벌레류를 수거하였다.

Sweeping은 12~18시 사이에 이루어졌으며, 각 지점 별로 구간(300 m×10 m)을 설정한 뒤, 자루길이 120 cm, 지름 35 cm인 포충망을 사용하여 천천히 걸으며 200회 왕복으로 1회 실시하였다.

채집된 딱정벌레류는 실험실로 운반하여 건조표본으로 제작하였고, 건중량은 전자저울을 이용하여 0.1 mg까지 측정하였다. 표본의 동정은 지금까지 발표된 연구 및

검색표(조 1969; Kwon and Lee 1984; 윤과 박 1985; 이 1987; 이 등 1988; 김 1996; Kim and Lim 1997; Kurosawa *et al.* 1998; Ueno *et al.* 1999; 강 2000; Hong *et al.* 2000; 김 2001; 김 2001; 박과 백 2001; 이와 안 2001; 조와 안 2001; 김 2002; Arnett *et al.* 2002; 김 2003)를 이용하여 해부현미경 하에서 동정하였다. 분류체계는 Lawrence and Newton(1995)을 따랐다.

4. 채집방법간 유사도 분석

채집방법에 따른 상관성을 분석하기 위해 유사도 지수인 Jaccard's index (Southwood 1978)를 사용하였다. C_J (Jaccard's index)가 0에 가까우면, 두 채집방법의 상관성이 낮다는 것을 나타내고, 1에 가까우면, 두 채집방법의 상관성이 높다는 것을 나타낸다.

$$C_J = \frac{j}{(a+b-j)}$$

[j: 두 가지 채집방법에 모두 출현한 종수, a, b: 채집방법별 종수]



Fig. 2. The three sampling methods used in the study. A-Light trap, B-Pitfall trap, C-Sweeping.

결과 및 고찰

1. 딱정벌레목 출현상 비교

2004년 4월부터 9월까지 조사한 결과, 총 48과 358종 3,053개체가 채집되었다(이 등 2005). Light trap의 경우 총 30과 148종 689개체가 채집되었고, 건중량은 39.85 g이었다. Pitfall trap의 경우에는 총 18과 112종 1,674개체가 채집되었으며, 건중량은 181.46 g으로 나타났다. 그리고 sweeping의 경우 총 35과 151종 690개체가 채집되었고, 건중량은 10.89 g이었다. 종수는 sweeping과 light trap에 의한 방법으로 가장 많았고, 개체수와 건중량은 pitfall trap에 의한 방법이 가장 많은 것으로 나타났다. 이중 채집방법에 따른 상위 5개과에 대한 종수와 개체수, 그리고 건중량은 각각 Figs. 3, 4, 5에 나타내었다.

이와 같이 채집 방법에 따른 딱정벌레목의 출현상을 비교해본 결과, 출현 양상은 전혀 다른 것으로 나타났다. 이를 채집방법별로 살펴보면, sweeping으로 Chrysomelidae, Coccinellidae, Curculionidae와 같이 식식성이거나 미소 곤충을 포식하는 작은 크기의 딱정벌레류가 많이 채집되는 것으로 나타났고, 또한 light trap의 경우에는 Carabidae, Cerambycidae, Nitidulidae, Scarabaeidae와 같이 크기가 비교적 작으며, 비행성이 강한 종류가 많이 채집되는 것으로 나타났다. 이처럼 이 두 가지 방법에

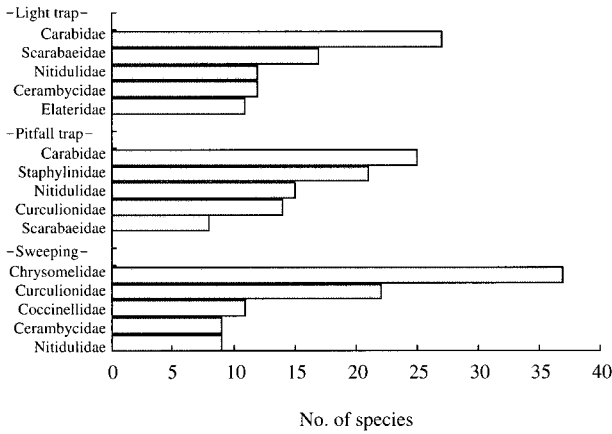


Fig. 3. The number of species at the top 5 families by each sampling method.

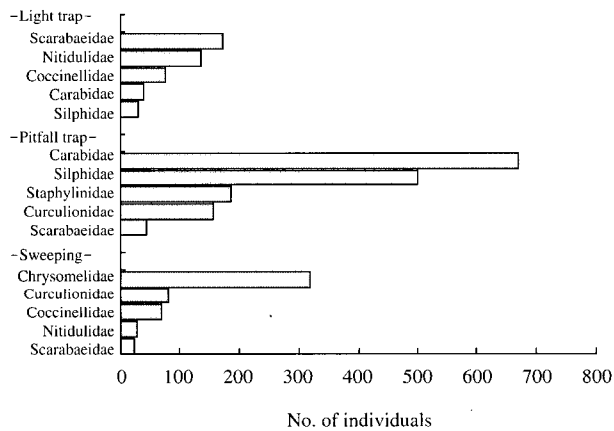


Fig. 4. The number of individuals at the top 5 families by each sampling method.

의해 채집된 종류들을 보면, 일부 과를 제외한 대부분의 과는 크기가 작았고, 이에 따른 건중량도 적은 것으로 나타났다. 반면, pitfall trap의 경우에는 개체수 및 건중량이 매우 높게 나타났는데, 이는 Carabidae, Silphidae, Staphylinidae와 같은 육식성 또는 부식성의 대형 지표성 딱정벌레가 많이 채집되었기 때문이다. 이처럼 많은 개체수가 채집된 것은 trap을 일주일 동안 설치함으로써 이들 딱정벌레류가 유인되는데 충분한 시간적 여유를 제공하는 것이 그 원인으로 생각된다. 따라서 본 채집방법을 통해 동일한 지역에서 지속적으로 조사를 한다면, 이들 개체군의 크기가 점차적으로 감소할 가능성이 높을 것으로 예상된다. 그러므로 이러한 지표성 딱정벌레류의 군집조사 시에는 trap의 설치 기간을 적절하게 단축시킬 필요가 있을 것으로 판단된다.

또한 각 채집방법 간의 상관성을 보면, light trap-

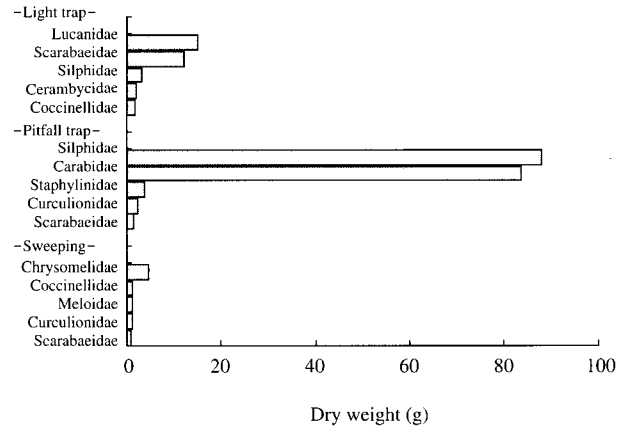


Fig. 5. Comparison of the dry weight at family of Coleoptera by each sampling methods.

pitfall trap에서는 전체 240종 중, 공통종이 18종으로 C_j 는 0.07이었다. light trap-sweeping의 경우에는 전체 269종 중, 공통종이 24종이었고, C_j 는 0.10으로 나타났다. 그리고 pitfall trap-sweeping의 경우에는 전체 258종 중, 공통종이 3종으로 C_j 는 0.01이었다. 이처럼 C_j 값은 0에 가까운 값을 나타내었고, 이러한 결과는 각 채집방법들 간의 상관성이 매우 낮다는 것을 의미한다. 이와 같이 상관성이 낮게 나타난 원인은 각각의 채집방법들이 곤충의 다양한 생태적 특성을 고려하였기 때문이다. 따라서 향후 딱정벌레류의 군집을 조사할 때, 위의 세 가지 방법을 같은 장소에서 동시에 정량적으로 실시한다면, 각각의 채집방법이 가지고 있는 단점을 상호 보완할 수 있고, 이에 따라 출현하는 종의 다양성 역시 높아질 것으로 기대된다.

2. 지점별 종 다양성

채집방법에 따라 각 지점별 종수, 개체수, 그리고 건중량을 각각 Figs. 6, 7, 8과 같이 나타내었다. 채집방법에 따라 지점별로 비교·분석해보면, 지점 1에서는 light trap에 44종 114개체가 채집되었고, 건중량은 4.94g이었다. Pitfall trap은 59종 519개체가 채집되었고, 건중량은 66.16g으로 나타났다. 그리고 sweeping으로는 53종 156개체가 출현하였고, 건중량은 2.06g이었다. 본 지점에서는 세 가지 채집방법들 중 pitfall trap으로 채집된 종수와 개체수, 건중량 모두가 가장 많은 것으로 나타났다. 일반적으로 썩은 나무와 같은 부식질이 풍부한 지역에는 많은 종류의 무척추동물이 서식하는 것으로 알려져 있으며 (Heliovaara and Vaisanen 1984; Bratton and Andrews 1991; Irmler *et al.* 1996; Wood *et al.* 1996), 이러

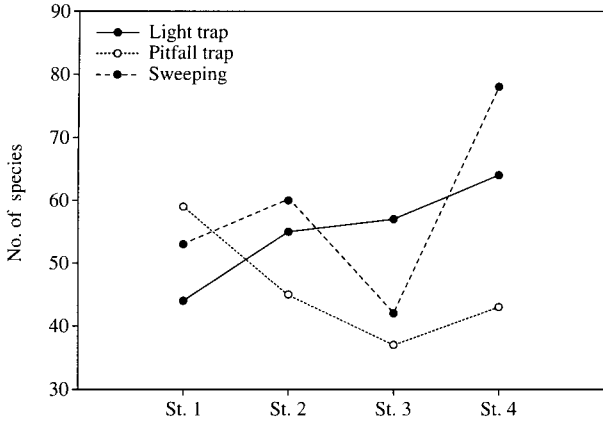


Fig. 6. Site fluctuation of the number of species by each sampling method.

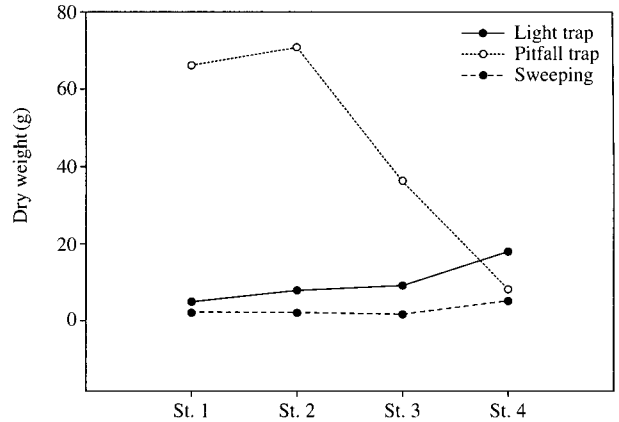


Fig. 8. Site fluctuation of the dry weight by each sampling method.

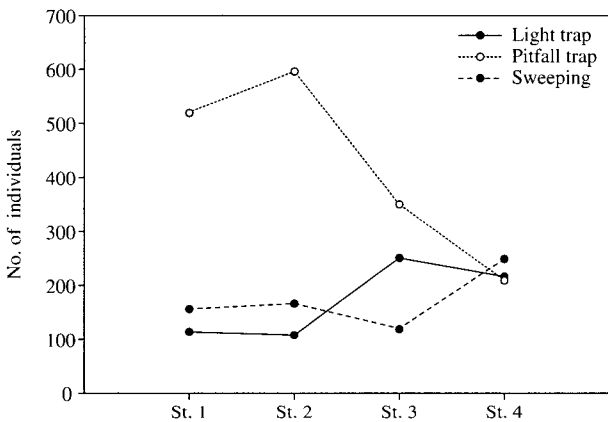


Fig. 7. Site fluctuation of the number of individuals by each sampling method.

한 환경이 비교적 잘 조성되어 있는 본 지점에서도 미소 절지동물이나 죽은 동물의 사체 등을 주먹이원으로 이용하는 (Booth *et al.* 1990) Carabidae (20종, 260개체), Staphylinidae (9종, 91개체), 그리고 Silphidae (5종, 119개체) 등의 종류가 많이 출현할 수 있었던 것으로 판단되며, 따라서 포유류나 조류의 출현률도 높을 것으로 추정된다.

지점 2에서는 light trap으로 55종 108개체가 채집되었고, 건중량은 7.84 g으로 나타났다. Pitfall trap으로는 46종 596개체가 출현하였고, 건중량은 70.83 g이었다. 그리고 sweeping을 통해서 60종 166개체가 채집되었고, 건중량은 2.04 g인 것으로 나타났다. 본 지점에서는 채집 방법들 중 sweeping으로 가장 많은 종이 출현하였는데, 이는 본 지점이 두릅나무와 참나무류 등의 관목, 고목이 다양하게 분포하고 있고, 이러한 식물을 먹이로 하는 Chrysomelidae (11종)와 Curculionidae (13종) 등의 종류

가 많이 채집되었기 때문으로 판단된다. 또한 pitfall trap으로 많은 개체수와 건중량이 나타난 것은 지점 1의 설명에서도 밝혔듯이 환경적인 원인에 의하여 Carabidae (261개체, 23.82 g), Silphidae (230개체, 44.94 g) 등의 종류가 많이 출현하였기 때문으로 판단된다.

지점 3에서는 light trap에 57종 251개체가 채집되었고, 건중량은 9.14 g이었다. Pitfall trap의 경우 37종 350개체가 출현하였고, 건중량은 36.30 g으로 나타났다. 그리고 sweeping으로는 42종 119개체가 채집되었고, 건중량은 1.67 g이었다. 본 지점에서는 채집방법들 중 light trap으로 가장 많은 종이 출현하였는데, 이는 단풍나무와 신갈나무 등의 다양한 식생으로 주변 환경이 구성되어 있고, 헬기장과 같은 나지가 있어 가장 멀리까지 빛이 퍼질 수 있는 이점이 있었기 때문에 비교적 빛에 유인되는 성질이 강하면서 비행성이 강하거나 무게가 가벼운 종류인 Scarabaeidae (9종), Elateridae (5종), Coccinellidae (5종), Curculionidae (5종), 그리고 Nitidulidae (5종) 등이 많이 채집되는 것으로 나타났다. 또한 pitfall trap으로는 Silphidae (129개체, 15.55 g), Carabidae (131개체, 18.18 g) 등이 많이 채집되었는데, 이 역시 본 지점의 부식질이 풍부한 환경적인 특성에 의한 것으로 판단된다.

지점 4에서는 light trap으로 64종 216개체가 채집되었고, 건중량은 17.93 g이었다. Pitfall trap으로는 43종 209개체가 출현하였으며, 건중량은 8.16 g으로 나타났다. 그리고 sweeping을 통해서 78종 249개체가 채집되었고, 건중량은 5.13 g이었다. 본 지점에서는 세 가지 채집방법 중에 sweeping으로 가장 많은 종 및 개체수가 출현하였는데, 이는 버드나무 및 다양한 종류의 초본 등으로 인해 식물을 기주로 하여 생활하는 Chrysomelidae (27종, 135개체), Coccinellidae (6종, 19개체), Curculionidae (7

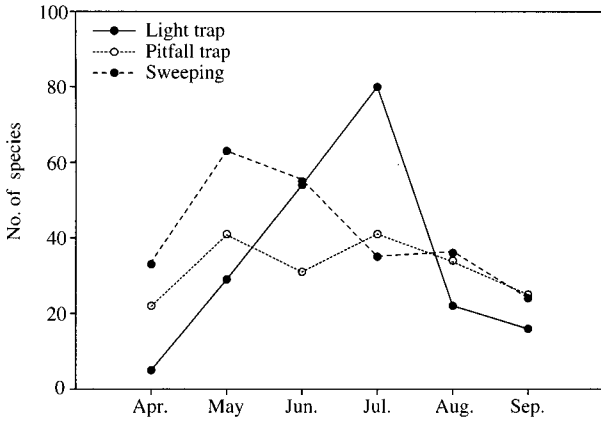


Fig. 9. Monthly change of the number of species by each sampling method.

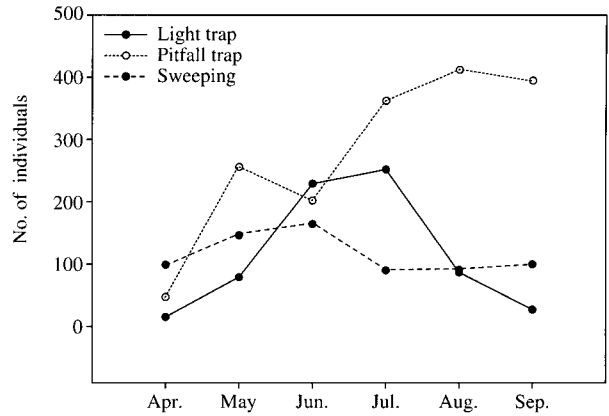


Fig. 10. Monthly change of the number of individuals by each sampling method.

중, 23개체) 등이 많이 채집되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 light trap으로는 건중량이 가장 많았는데, 이는 딱정벌레류 중에서도 비교적 크기가 큰 종류에 속하는 Lucanidae (7.40 g), Scarabaeidae (8.01 g) 등이 많이 출현하였기 때문이며, 이러한 결과는 본 지점이 산림과 초지가 만나는 경계지점이라는 것을 잘 나타내고 있는 것으로 판단된다. 그리고 pitfall trap으로 채집된 개체수는 매우 적은 것으로 나타났는데, 이는 본 지점에 설치한 trap의 위치가 소하천의 기슭이거나 절벽과 지면이 만나는 지역으로써 다른 지점에 설치된 trap에 비해 환경 조건이 좋지 않았기 때문으로 판단된다.

이처럼 light trap의 경우에는 지점들 중 가장 높은 곳에 위치하고, 헬기장과 같은 나지가 있는 지점 3에서 가장 많은 종이 채집되었는데, 이는 빛으로 곤충을 유인하는 light trap의 방법적인 특성을 잘 보여주는 결과로 판단된다. 또한 pitfall trap으로는 지점 4를 제외한 모든 지점에서 개체수 및 건중량이 가장 높게 나타났으며, 이러한 결과는 본 지점들이 풍부한 부식질을 가진 산림지대임을 잘 반영해주는 결과라고 생각된다. 그리고 sweeping의 경우에는 초본과 관목 등의 식생이 다양한 지점 2, 4에서 많은 종 및 개체가 채집되었다. 이처럼 각 채집방법에 따라 출현하는 종수 및 개체수는 조사지점의 환경적인 특성에 따라 전혀 다른 양상을 나타내었다. 그러므로 향후 딱정벌레목의 분포 및 군집에 대한 연구 시에는 사전 답사를 실시하여 조사 목적 및 채집방법에 맞는 조사지 선정이 필요할 것으로 판단된다.

3. 월별 종 다양성

채집방법에 따라 월별 종수, 개체수, 건중량에 대한 그림은 Figs. 9, 10, 11과 같다. 이를 채집방법별로 살펴보

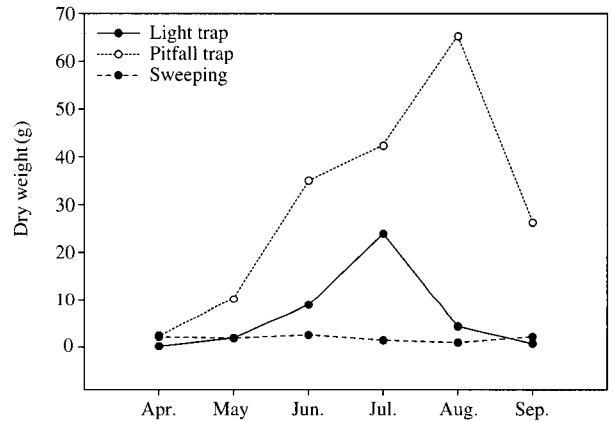


Fig. 11. Monthly change of the dry weight in each sampling method.

면, light trap의 경우 6월과 7월에 가장 효과적이었던 반면, 야간의 기온이 낮았던 4, 5, 8, 9월에는 종수 및 개체수 측면에서 그 효과가 매우 낮은 것으로 나타났다. 특히 7월 말부터 8월 중순까지 이어지는 장마의 영향으로 야간의 기온 역시 급격하게 낮아졌으며, 이러한 환경적인 변화로 인해 8월 이후에 출현한 딱정벌레류의 활동이 많은 영향을 받았을 것으로 판단된다. 위의 결과로 볼 때, light trap은 환경적인 요소, 특히 온도(야간) 등의 영향을 가장 많이 받는 채집방법인 것으로 사료된다. 또한 pitfall trap의 경우에는 평균적으로 적은 종수가 채집되었지만, trap을 일주일간 설치한 영향으로 인해 조사 기간동안 대부분의 시기에서 가장 많은 개체수가 채집되었다. 특히 7~9월에 개체수가 급증하여 유지되는 경향을 보였는데, 이는 장마가 끝난 뒤에 개체수가 감소하는 일반적인 현상과 대조를 이루는 것이다. 이러한 결과는 특정 과의 특정 종들에 의해 나타난 것으로 본 시기

에 이들의 먹이원인 동물의 사체나 미소절지동물의 양이 증가하기 때문으로 생각되고, 각 개체군들의 우화 및 생식활동도 이 시기에 주로 이루어질 것으로 추측된다. 그리고 sweeping의 경우, 5~6월에 가장 많은 종이 출현하였고, 개체수는 큰 변화 없이 일정하게 유지되는 경향을 나타냈다. 이와 같은 경향은 본 시기가 초본이 증가하고 어린잎이 나기 시작하는 등, 출현 종들의 활동 및 번식 조건에 가장 알맞기 때문인 것으로 판단된다.

월별 출현상을 보다 자세히 비교·분석해보면, 4월의 경우 light trap으로 5종 15개체가 채집되었고, 건중량은 0.16 g으로 나타났다. Pitfall trap의 경우에는 22종 47개체가 출현하였고, 건중량은 2.41 g으로 나타났다. 그리고 sweeping으로는 33종 99개체가 채집되었고, 건중량 2.11 g이었다. 이처럼 sweeping으로 가장 많은 종과 개체가 출현한 것은 Chrysomelidae (9종, 46개체), Curculionidae (4종, 5개체), Cerambycidae (3종, 3개체) 등이 많이 채집되었기 때문이다. 그리고 pitfall trap으로 건중량이 가장 많았는데, 이는 Carabidae (2.01 g)가 이 시기에 출현하기 시작하는 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다.

5월에는 light trap에 29종 79개체가 채집되었고, 건중량은 1.89 g으로 나타났다. Pitfall trap으로는 41종 256개체가 출현하였고, 건중량은 10.17 g이었다. 그리고 sweeping에는 63종 146개체가 채집되었고, 건중량은 1.83 g으로 나타났다. 이처럼 sweeping으로는 전체 월중 가장 많은 종이 채집되었는데, 이는 Chrysomelidae (19종, 63개체), Curculionidae (11종, 25개체), Cantharidae (6종, 12개체) 등이 많이 출현하였기 때문이며, 이러한 결과를 볼 때, sweeping을 이용한 채집은 본 월에 가장 효과적인 것으로 나타났다. 또한 pitfall trap으로는 개체수와 건중량이 가장 많았는데, 이는 Carabidae (30개체, 5.76 g), Curculionidae (139개체, 1.33 g), Staphylinidae (32개체, 0.88 g) 등이 많이 출현하였기 때문이며, 특히 조사 기간 중에서 7월과 더불어 41종이 채집되어 이 방법으로는 가장 다양한 종이 채집되는 시기로 나타났다. 또한 이 시기에 집중적으로 출현한 Curculionidae 중 Scolytinae 종류는 한국수목해충목록집(1995)에 의해 산림해충으로 분류되어 있어 추후 지속적인 관심과 조사가 필요할 것으로 판단된다. 그리고 육식성 및 부식성인 딱정벌레류의 경우에도 본 월부터 종수 및 개체수가 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

6월은 light trap으로 54종 229개체가 채집되었고, 건중량은 8.88 g으로 나타났다. Pitfall trap으로는 31종 202개체가 채집되었고, 건중량은 35.05 g으로 나타났다. 그리고 sweeping으로는 55종 164개체가 채집되었고, 건중량은 2.50 g이었다. 본 월에서는 light trap과 sweeping으로

가장 많은 종이 채집되었다. 하지만 light trap의 경우 5월에 이어 종수가 계속 증가하고 있는 반면, sweeping의 종수는 감소하는 경향을 보여 두 채집방법 간 차이점으로 나타났다. 또한 light trap으로 가장 많은 개체가 출현한 것은 Nitidulidae가 83개체로 많이 채집된 것과 관련이 있다. 특히 국외에서의 연구에 의하면, 이 과의 종류들은 과일, 식물, 곡물의 해충 (Hinton 1945; Gallardo-Cavas *et al.* 1983), 그리고 병원균의 매개체 (Chang and Jensen 1974; Appel *et al.* 1987; Lussenhop and Wicklow 1990) 등으로 알려져 있다. 그러나 국내에서는 이 과에 대한 분류 및 생태적 연구가 미비한 실정이며, 따라서 본 종류에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 그리고 pitfall trap으로 나타난 건중량은 전 월에 비해 3배 정도로 증가하였는데, 이는 Silphidae 중에서도 특히, *Nicrophorus (Acanthopsilus) concolor*, *Nicrophorus (Nicrophorus) quadripunctatus*의 개체수가 급증한 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다.

7월에는 light trap으로 80종 252개체가 출현하였고, 건중량은 23.94 g으로 나타났다. Pitfall trap으로는 41종 362개체가 채집되었고, 건중량은 42.32 g이었다. 그리고 sweeping의 경우에는 35종 90개체가 채집되었고, 건중량은 1.40 g으로 나타났다. 특히 light trap으로는 전 월에 비해 26종, 23개체가 증가하여 전체 월중 가장 많은 종 및 개체가 채집되는 시기로 나타났다. 이는 Carabidae가 15종, Scarabaeidae가 10종, Cerambycidae가 8종으로 다른 월에 비해 많은 종이 채집되었기 때문이며, 특히 본 조사방법으로 채집된 Carabidae는 pitfall trap으로 채집된 종류와는 다른 *Harpalus* spp.와 *Pterostichinae* spp. 종류로 다른 시기에서는 거의 채집되지 않는 종들이었기 때문에 나타났다. 또한 Cerambycidae의 경우에서도 6월부터 출현하기 시작하였지만, 1종만이 6~7월에 걸쳐 동일하게 출현한 종이었고, 종 조성은 전혀 다른 것으로 나타났다. 그리고 Pitfall trap으로 개체수 및 건중량이 많았던 것은 Silphidae (114개체, 14.02 g), Carabidae (112개체, 24.87 g), Staphylinidae (107개체, 1.86 g)의 개체가 많이 채집된 것이 주요 원인이며, 특히 Staphylinidae가 이 시기에 집중적으로 출현한 것은 본 종류의 주된 활동 시기와 관계가 있는 것으로 생각된다.

8월에는 light trap으로 22종 87개체가 채집되었고, 건중량은 4.30 g으로 나타났다. Pitfall trap의 경우에는 34종 412개체가 채집되었으며, 건중량은 65.26 g이었다. 그리고 sweeping으로는 36종 91개체가 채집되었고, 건중량은 0.94 g으로 나타났다. 이와 같이 light trap으로 채집된 종은 22종으로 7월 80종에 비해 급격히 감소하였다. 또한 세 가지 채집방법으로 채집된 8월 총 개체수가 7

월에 비해 감소하였음에도 불구하고, pitfall trap으로 채집된 Silphidae (267개체, 45.85 g)와 Carabidae (101개체, 17.90 g) 등으로 인해 8월 전체 건중량은 7월보다 많은 것으로 나타났다. 이처럼 육식성 또는 부식성의 대형 딱정벌레류가 본월에 집중적으로 출현하는 것은 이들의 먹이원과도 밀접한 관계가 있을 것으로 추측되며, 이를 분석하기 위해서는 다양한 환경적인 요인도 함께 조사되어야 할 것으로 판단된다.

9월에는 light trap을 통해 16종 27개체가 채집되었고, 건중량은 0.69 g으로 나타났다. Pitfall trap으로는 25종 395개체가 채집되었고, 건중량은 26.24 g이었다. 그리고 sweeping의 경우에는 24종 100개체가 출현하였고, 건중량은 2.12 g으로 나타났다. 종수는 pitfall trap과 sweeping으로 가장 많았는데, 이는 light trap으로 채집되는 종수가 7월 이후부터 계속하여 급감하고 있는 반면, pitfall trap과 sweeping으로 채집되는 종은 비교적 조금씩 감소하는 경향을 보였기 때문으로 판단된다. 이러한 결과는 pitfall trap과 sweeping으로 채집되는 종들이 온도 등의 기후조건에 상대적으로 영향을 적게 받기 때문으로 추측되며, 장마가 끝난 뒤에 기온이 떨어지는 시기부터는 light trap보다는 pitfall trap이나 sweeping을 주로 사용하여 조사하는 것이 좀 다양성 측면에서 효과적인 것으로 판단된다. 또한 개체수 및 건중량은 pitfall trap으로 가장 많았는데, 이는 다른 대부분의 딱정벌레류 개체수가 감소하는 양상을 나타낸 것에 비하여 Carabidae, 특히 *Synuchus*속의 종들이 9월 들어 개체수가 폭증하였기 때문이다. 이러한 결과는 기존의 지표성 딱정벌레를 대상으로 한 연구에서 *Synuchus*속의 종들이 9~10월에 집중적으로 나타난 것과도 연관이 있는 것으로 판단된다 (Kwon 1996; 장 2001).

이처럼 pitfall trap은 다른 채집방법들에 비해 월별 개체수 및 건중량 변동에 큰 영향을 주는 것으로 나타났고, 종수의 경우에는 light trap과 sweeping에 의해 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 볼 때, 각월에 따라 딱정벌레목 군집이 변화하는 것은 곤충과 주변 환경적인 요인들이 복잡하게 연관되기 때문인 것으로 판단된다. 그러므로 추후 딱정벌레목의 군집 조사 시에는 이러한 딱정벌레 개체군의 생태적 특성을 파악하여 조사목적에 맞는 적절한 채집방법의 사용이 필요할 것으로 사료된다.

적 요

2004년 4월부터 9월까지 총 6개월 동안, 강원대학교

학술림내 연엽산 일대의 딱정벌레목의 출현상을 채집방법에 따라 조사하여 비교하였다. Sweeping에 총 35과 151종 690개체가 나타났고, light trap에 30과 148종 689개체가 출현하였으며, 그리고 pitfall trap에는 총 18과 112종 1674개체가 채집되었다. 채집방법별 건중량은 pitfall trap (181.46 g), light trap (39.85 g), 그리고 sweeping (10.89 g)의 순으로 나타났다.

Light trap으로는 크기가 작고, 비행성이 강한 Coccinellidae, Nitidulidae, Scarabaeidae 등이 주로 출현하였으며, 7월에 종수가 가장 많았다. 또한 pitfall trap의 경우, 크기가 크고, 육식성 또는 부식성인 Carabidae, Silphidae, Staphylinidae 종류가 많이 출현하였다. 특히 가장 많은 개체수가 채집되었지만, 종수는 상대적으로 적었다. 그리고 sweeping의 경우 식식성이거나 미소 곤충을 포식하는 작은 크기의 Chrysomelidae, Curculionidae, Coccinellidae 등이 많이 출현하였고, 5월에 종수가 가장 많았다.

채집방법간 유사도 분석 결과, Jaccard's index의 값이 light trap-pitfall trap에서 0.07, light trap-sweeping에서 0.10, 그리고 pitfall trap-sweeping에서 0.01로 상관성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

결론적으로 각 채집방법에 따른 효과는 모두 달랐으며, 다양성 연구 시 세 가지 방법 모두를 사용하는 것이 타당하다고 본다.

사 사

종 동정에 도움을 주신 충남대학교 동물분류학연구실의 안기정 교수님과 박선재, 박종석님, 안동대학교 동물분류학연구실 박진영, 조희욱님, 성신여자대학교 동물분류학연구실의 김진일 교수님과 강태화, 김아영, 유인성, 이준구, 정부희님, 서울대학교 곤충계통분류학연구실의 이승환 교수님, 강원도산림개발연구원 장석준님, 강원대학교 산림곤충학연구실 원대성님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 강태화. 2000. 한국산 병대벌레과(딱정벌레목: 병대벌레상과)의 분류. 성신여자대학교 대학원 석사학위 논문. 103pp.
- 고대식, 위휴, 김영호. 1980. 소나무좀 방제에 관한 연구. 전북대학교 농대논문집. 11:44-47.
- 김원목. 2001. 한국산 좀비단벌레족(딱정벌레목: 비단벌레과)의 분류학적 연구. 고려대학교 대학원 석사학위논문. 48pp.
- 김원택, 김상범. 2000. 한라산 딱정벌레 군집에 관한 조사

- 5.16도로변을 중심으로 한 딱정벌레상과의 시공간 변동. 제주생명과학연구. 3:103-116.
- 김수연. 2003. 한국산 거저리아과(딱정벌레목, 거저리아과)의 계통분류. 성신여자대학교 대학원 박사학위논문. 222pp.
- 김진일. 1996. 한국곤충명집(1994)에 추가할 곤충류 목록. 자연보존. 93:8-22.
- 김진일. 2001. 한국경제곤충 4. 풍뎡이상과 上(딱정벌레목). 농업과학기술원. 149pp.
- 김진일. 2001. 한국경제곤충 10. 풍뎡이상과 下(딱정벌레목). 농업과학기술원. 197pp.
- 김진일. 2002. 미기록과 1종을 포함한 한국산 딱정벌레목 곤충의 총목록. 한국생물상연구지. 7:225-261.
- 박상규, 최재영. 2004. 강원대학교 연습림 (춘천시 동산면·홍천군 북방면 일대)의 나비 분포와 군집에 관한 연구. 강원대학교 생물학과 학사학위논문. 32pp.
- 박종균, 권용정, 서상재. 1996. 길쭉면지벌레의 개체군 변동. 경북대농학지. 14:77-84.
- 박종균, 안승락. 2000. 경주 국립공원내 개발지구별 딱정벌레류의 분포에 관한 연구. 한국토양동물학회지. 5:133-137.
- 박종균, 연화순, 담휴착. 2003. 보행성 딱정벌레류의 다양성 및 풍부도에 관한 연구. 한국토양동물학회지. 8:32-36.
- 박종균, 백종철. 2001. 한국경제곤충 12. 딱정벌레과(딱정벌레목). 농업과학기술원. 169pp.
- 박해철, 권태성, 이범영, 이준호. 1996. 남해시험림 딱정벌레목 종다양성의 측정. 산림과학논문집. 53:131-141.
- 변봉규, 권영대, 이형근, 고민수, 박규택. 1994. 강원대학교 연습림내에서 발생하는 나방류(나비목)의 분포. 강원대학교 논문집-과학기술연구-. 33:228-242.
- 윤일병, 박해철. 1985. 한국산 무당벌레아과의 분류학적 연구. 1985. ENT. RES. Bulletin. 11:1-36.
- 이강운. 2001. 덕유산지역 딱정벌레과의 다양성 및 계절적 변동에 관한 연구. 강원대학교 농생물학과 석사학위논문. 43pp.
- 이승화, 이창언, 박희천. 1988. 한국산 수서 물뽕뽕이과의 분류(초시목). Nature & Life (Korea). 18:79-91.
- 이승화, 조영복, 이창언. 1988. 한국산 수서 점물뽕뽕이과의 분류(물뽕뽕이과, 초시목). Nature & Life (Korea), 18:71-78.
- 이승모. 1987. 한반도 하늘소과 갑충지. 국립과학관. 287pp.
- 이승일, 정종국, 최재석, 권오길. 2005. 연엽산 일대 딱정벌레목의 군집구조 및 계절적 변동에 관한 연구. 환경생물 23:71-88.
- 이종은, 안승락. 2001. 한국경제곤충 14. 잎벌레과(딱정벌레목). 농업과학기술원. 229pp.
- 임업연구원. 1995. 한국수목해충목록집. 계문사. 360pp.
- 장석준. 2001. 강원중부지역 산림내의 딱정벌레과 분포에 관한 연구. 강원대학교 대학원 석사학위논문. 57pp.
- 조영복. 2004. 속리산 국립공원 자원 모니터링. 국립공원관리공단. 179-209.
- 조영복, 안기정. 2001. 한국경제곤충 11. 송장벌레과, 반날개과(딱정벌레목). 농업과학기술원. 167pp.
- 조복성. 1969. 한국동식물도감 제10권 동물편(곤충류 II). 문교부. 93-712.
- Adis J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall trap. Zool. Anz. 202:177-184.
- Appel DN, R Peters and RJr Lewis. 1987. Tree susceptibility, inoculum availability, and potential vectors in Texas oak wilt centers. J. Econ. Entomol. 79:1276-1279.
- Arnett RHJr and MC Thomas. 2002. American beetles. CRC Press, Boca Raton. 880pp.
- Booth RG, ML Cox and RB Madge. 1990. IIE Guides to insects of importance to man 3. Coleoptera. The University Press, Cambridge. 384pp.
- Bratton J and J Andrews. 1991. Invertebrate conservation-principles and their application to broad-leaved woodland. British-Wildlife. 2:335-344.
- Chang VCS and L Jensen. 1974. Transmission of the pineapple disease organism of sugarcane by nitidulid beetles in Hawaii. J. Econ. Entomol. 67:190-192.
- Evans AV and CL Bellamy. 1996. An inordinate fondness for beetles. University of California Press. 113-118.
- Evans EW, RA Rogers and DJ Opferman. 1983. Sampling grasshoppers (Orthoptera : Acrididae) on burned and unburned tallgrass prairie: night trapping vs. sweeping. Environ. Entomol. 12:1449-1454.
- Gallardo-Covas F and S Medina-Gaud. 1983. Conditions that affect populations of Carpophilus bumeralis F. (Coleoptera : Nitidulidae) in the pineapple fields of Puerto Rico. J. Agr. Univ. Puerto Rico. 67:11.
- Heliovaara K and R Vaisanen. 1984. Effects of modern forestry on north-western European forest invertebrates, a synthesis. Acta. For. Fenn. 189:1-32.
- Hinton HE. 1945. A monograph of beetles Associated with Stored Products. Vol. 1. brit. Mus. Natur. Hist. London. 433pp.
- Hong KJ, AB Egorov and BA Korotyaev. 2000. Illustrated Catalogue of Curculionidae in Korea (Coleoptera). Jung-haeng-sa, Seoul. 337pp.
- Irmiler U, K Heller and J Warning. 1996. Age and tree species as factors influencing the populations of insects living in dead wood (Coleoptera, Diptera : Sciaridae, Mycetophilidae). Pedobiologia 40:134-148.
- Kim JL and CE Lee. 1992. Seasonal prevalence and geographical fluctuations of the southern Korean Carabinae (Coleoptera : Carabidae). Nature and Life (Korea). 22:33-41.
- Kim JI and EJ Lim. 1997. Fauna of Korean Histeridae (Coleoptera). 1997. ENT. RES. Bulletin. 23:59-76.
- Kubota K, JK Kim, CY Lee and K Fruta. 2001. Ground beetle fauna in *Pinus densiflora* forests in Yangyang-gun,

- Kangwon province, with a special reference to the outbreaks of the pine needle gall-midge (*Thecodiplosis japonensis*). 2001. Jour. Korean For. Soc. 90:632-642.
- Kurosawa Y, S Hisamatsu and H Sasaji. 1998. The Coleoptera of Japan color, Vol III. Hoikusha publishing Co., Ltd., Japan. 500pp.
- Kwon TS. 1996. Diversity and abundance of ground beetle (Coleoptera : Caraboidea) in the Kwangnung experimental forest. Korean J. Entomol. 26:351-361.
- Kwon YJ and SM Lee. 1984. Classification of the Subfamily Carabinae from Korea (Coleoptera : Carabidae). Ins. Koreana. 4:363pp.
- Lawrence JF and AFJr Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). pp.779-1006.
- Lee HP and GH Lee. 1995. Species composition and seasonal abundance of ground beetles (Coleoptera : Carabidae) in three different types of forests. ENT. RES. Bulletin. 21:84-90.
- Lussenhop J and DT Wicklow. 1990. Nitidulid beetles (Coleoptera : Nitidulidae) as vectors of *Aspergillus flavus* in pre-harvest maize. Trans. Mycol. Soc. Japan. 31:63-74.
- Niemela J, D Langor and JR Spence. 1993. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground beetle assemblages (Coleoptera : Carabidae) in Western Canada. Cons. Biol. 7:551-561.
- Park JK, YJ Kwon and JS Lim. 1997. Diversity and abundance of ground-beetles (Coleoptera : Carabidae) in Mt. Togyu, Korea. Korean J. Soil Zool. 2:92-97.
- Rushton SP, ML Luff and MD Eyre. 1989. Effects of pasture improvement and management on the ground beetle and spider communities of upland grasslands. J. Appl. Ecol. 26:489-503.
- Southwood TRE. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations, 2nd ed. Wiley, New York. 542pp.
- Southwood TRE and PA Henderson. 2000. Ecological methods, 3rd ed. Blackwell, Oxford. 576pp.
- Spence JR and J Niemela. 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps, the madness and the method. Can. Ent. 126:881-894.
- Thomas AW and GM Thomas. 1994. Sampling strategies for estimating moth species diversity using a light trap in a northeastern softwood forest. J. Lepid. Soc. 48:85-105.
- Ueno, SI, Y Kurosawa and M Sato. 1999. The Coleoptera of Japan in color, Vol II. Hoikusha publishing Co., Ltd., Japan. 514pp.
- Volkmar C, S Bothe, T Kreuter, M Luebke-Al Hussein, L Richter, U Heimbach and T Wetzell. 1994. Epigäische Raubarthropoden in Winterweizenbeständen Mitteldeutschlands und ihre Beziehung zu blattläusen. Mitt. Biol. BundAnst. Ld-Forstw. (Berlin-Dahlem). 299:1-134.
- Wood GA, J Hasenpusch and RI Storey. 1996. The life history of *Phalacrognathus muelleri* (Macleay) (Coleoptera : Lucanidae). Aust. Entomol. 23:37-48.

Manuscript Received: January 14, 2005

Revision Accepted: July 30, 2005

Responsible Editorial Member: Inn-Sil Kwak
(Hanyang Univ.)