

지리산 고도에 따른 토양서식성 앓은뱅이(거미강)의 월별 개체군 밀도 변화

홍 용 · 김태홍 · 김창환*

전북대학교 농과대학 생물자원과학부, 이리농공전문대학 녹지조경과*

Altitudinal Distribution and Monthly Fluctuation of Soil Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpionida) at the Piagol, Mt. Chiri

Hong, Yong, Tae-Heung Kim and Chang-Hwan Kim*

Faculty of Biological Resources Science, Chonbuk National University,

Department of Forest Landscape Architecture, Iri National College of Agriculture and Technology*

ABSTRACT

Seasonal fluctuations in density of soil-inhabiting Pseudoscorpions at the Piagol, Mt. Chiri were assessed on the basis of 4,984 individuals collected from March 1993 to February 1995. They encompassed 2 families, 6 genera and 11 species. Species composition and abundance were as follows: *Allochthonius buanensis* 47.0%, *Microcreagris* sp. 2 20.7%, *Microcreagris pygmaea* 12.9%, *Microcreagris japonica* 9.8%, *Pararoncus japonicus* 3.7%, *Mundochthonius minusculus* 3.2%, *Parobisium longipalpus* 1.2%, *Microbisium pygmaeum* 1.0%, *Allochthonius coreanus* 0.2%, *Microcreagris* sp. 1 0.2%, and *Parobisium robustiella* 0.1%. Diversity index (H') decreased and dominance index (C) increased at the height of 1,200 m. The heights of 500 m and 600 m were dominated heavily by *A. buanensis* and abundance of *M. japonica* and *Microcreagris* sp. 2 was also comparatively high and H' was determined mainly by these 2 species. On monthly changes in the population of 11 species, the H' was high in March and April, low in August and September. In case of May, Jun., Jul., Oct., Nov., Dec., Jan. 1993, and Feb. 1994, H' stayed at a relatively constant level. A total of 4,984 individuals including 1,170 protonymphs (23.5%), 1,251 deutonymphs (25.1%), 533 tritonymphs (10.7%), and 2,030 adults (40.7%) was collected from the study sites. Sex ratio of the Pseudoscorpions was approximately 1 female : 1.1 male.

Key words : Pseudoscorpions, Population density, Seasonal fluctuations, Species diversity, Mt. Chiri.

서 론

삼림 토양중에는 다양한 미소절지동물이 서식하고 있는데, 이 중 앓은뱅이(Order Pseudoscorpionida)는 절지동물문(Phylum Arthropoda) 거미강(Class Arachnida)에 속하는 체장이

1 cm가 되지 않는 소형의 분류군이다. 이 동물은 삼림 토양중에서 톱토기, 응애 등을 포획하고 거미, 지네 등에 포식 당하는 먹이사슬 관계에 있어 중간적 위치에 있는 포식성 동물이다. 앓은뱅이는 은거하는 습성을 가지면서 개체군도 소규모로 이루어지고 또한 크기가 작아 관찰하기가 곤란하다. 그러나 서식처가 다양하고 지리적 차이에 따른 변이가 심하여 각 종마다

의 특이한 생태적 특성을 가지고 있으므로 생물학적 측면에서 연구의 대상으로 적합하다. 국내에서 이 분류군에 대한 생태적 연구는 홍 등(1996)에 의해서 수행된 미소절지동물상에 대한 개괄적인 연구만 있을 뿐이며, 피아골에서는 이와 최(1982)가 미소절지동물과 토양선충을 보고한 것이 있다. 국외에서는 아마존 유역에서 토양 깊이별, 시기별로 개체군의 밀도 중심으로 실시한 연구(Adis and Mahner 1986, 1990, 1993)와 일본에서 고도별 개체군 소장을 조사한 보고가 있다(Sato 1983, 1984, 1985).

지리산 피아골은 삼림식생이 비교적 안정되고 잘 보존되어 있는 곳으로서 본 연구에서는 표고별로 서식환경이 서로 다른 조사지점을 택하여 2년간 고도와 월별에 따른 개체군 밀도 변화를 조사하였다. 삼림중에 서식하는 토양 미소절지동물의 중요성이 활발하게 논의되고 있는 시점에서 앞은뱀이 분류군의 출현경향, 고도별 종 다양성의 변화, 월별 종 다양성의 변화, 생육단계별 밀도조성 등을 파악하고자 하였으며, 이는 토양 생태계내의 일원으로서 다른 토양 동물군과의 관계, 토양 생태계내의 에너지 흐름을 밝히는 중요한 단서를 제공할 수 있을 것이다.

조사지 개황

조사지역은 지리산 피아골(북위 35°15'~18' 동경 127°33'~

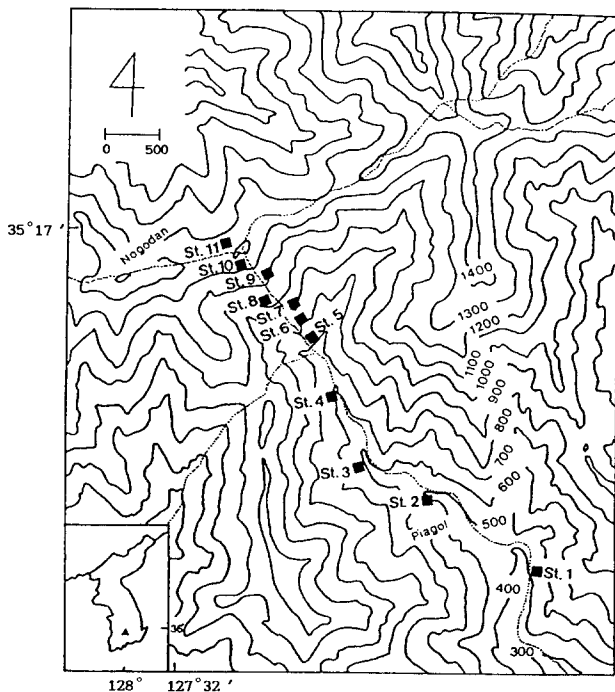


Fig. Map of the Piagol, Mt. Chiri showing 11 study sites along with altitudes.

35')로 행정구역상 전라남도 구례군 토지면 직전마을이며 표고는 400 m~1,400 m 사이에 있다. 조사는 표고 400 m에서부터 100 m 간격으로 1,400 m 지점까지 11개 조사지점으로 설정하였다(Fig. 1). 조사기간중 연평균 기온은 12.0°C, 강수량은 1,378 mm였다.

제 ①조사구: 표고 400 m 지대로서 민박촌이 위치하는 지점으로 남동사면이고 경사 약 10°의 지역이며, 식물군락구성은 소나무(*Pinus densiflora*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 매우 심한 지역이다.

제 ②조사구: 표고 500 m 지대로서 북동사면이고 경사 약 25°의 지역이며, 식물군락구성은 들메나무(*Fraxinus mandshurica*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 보통인 지역이다.

제 ③조사구: 표고 600 m 지대로서 삼흥소 지점으로 남서사면이고 경사 약 15°의 지역이며, 식물군락구성은 굴참나무(*Quercus variabilis*)가 군락을 형성하고 있으며 비교적 인간의 간섭이 적은 지역이다.

제 ④조사구: 표고 700 m 지대로서 북동사면이고 경사 약 10°의 지역이며, 식물군락구성은 졸참나무(*Quercus serrata*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 보통인 지역이다.

제 ⑤조사구: 표고 800 m 지대로서 피아골산장 지점으로 남동사면이고 경사 약 15°의 지역이며, 식물군락구성은 졸참나무-서어나무(*Quercus serrata-Carpinus laxiflora*)가 군락을 형성하고 있으며 등산객 등 인간의 간섭이 심한 지역이다.

제 ⑥조사구: 표고 900 m 지대로서 남서사면이고 경사 약 15°의 지역이며, 식물군락구성은 졸참나무-서어나무(*Quercus serrata-Carpinus laxiflora*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 심한 지역이다.

제 ⑦조사구: 표고 1,000 m 지대로서 남동사면이고 경사 약 10°의 지역이며, 식물군락구성은 개서어나무(*Carpinus tschonoskii*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 적은 지역이다.

제 ⑧조사구: 표고 1,100 m 지대로서 서사면이고 경사 약 10°의 지역이며, 식물군락구성은 개서어나무(*Carpinus tschonoskii*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 보통인 지역이다.

제 ⑨조사구: 표고 1,200 m 지대로서 남서사면이고 경사 약 10°의 지역이며, 식물군락구성은 신갈나무(*Quercus mongolica*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 보통인 지역이다.

제 ⑩조사구: 표고 1,300 m 지대로서 남서사면이고 경사 약 30°의 지역이며, 식물군락구성은 신갈나무(*Quercus mongolica*)가 군락을 형성하고 있으며 인간의 간섭이 심한 지역이다.

제 ⑪조사구: 표고 1,400 m 지대로서 일점령 삼거리 부근으

Table 1은 조사기간 동안 각 지점에서 채집된 토양서식성 앓은뱅이의 종별 개체군 밀도를 나타낸 것이다. 전체적으로 꼬마앓은뱅이과와 머리앓은뱅이과의 2과가 채집되었는데 각각 2,515개체, 2,469개체로 꼬마앓은뱅이과의 개체가 약간 많이 출현하였다. 조사지점별 출현한 개체수는 600 m 지점에서 955개체로 전체의 19.2%, 500 m 지점에서 897개체로 18.0%, 400 m 지점에서 671개체로 13.5% 순으로 나타났는데, 이는 세 조사지점의 개체수가 전체의 50.7%를 차지하여 600 m 이하의 저고도에서 1/2 수준의 개체가 집중적으로 출현하였음을 알 수 있다. 그 다음으로 700 m 지점에서 454 개체로 9.1%, 800 m 지점에서 318 개체로 6.4% 이었다. 따라서 이 두 지점을 합한다면 피아골 산장까지 경사가 급하지 않은 평탄한 지점에서 많이 출현하였음을 알 수 있다.

조사기간 동안 채집된 총 종 수는 11종이었는데 조사지점별 개체수가 가장 많았던 600 m 지점에서 9종이 출현하여 제일 많았고, 700 m, 900 m, 1,000 m 지점에서는 각각 8종씩이 출현하였다. 그러나 1,100 m와 1,400 m 지점에서는 각각 4종씩이 출현하여 상대적으로 적었다. 전반적으로 1,000 m 이상의 지점에서는 6종 이하가 출현하여 고도가 높아질수록 이들의 종 분포는 단순해짐을 알 수 있었다. 한 종이 가장 많이 출현한 조사지점은 *A. buanensis*가 굴참나무 군집인 600 m 지점에서 550개체로 출현한 전체의 11.0%를, 다음으로 역시 같은 종이 500 m 지점에서 542개체로 10.9%를 차지하였다. 꼬마앓은뱅이과 이외는 *M. pygmaea*가 600 m 지점에서 249개체로 5.0%를 차지하였고, *M. japonica*는 400 m 지점에서 224개체로 4.5% 출현하여 다른 종들보다 위의 지점에서 집중적으로 출현하였다. 한 종이 전체적으로 출현한 개체수에 비해 한 장소에서 많이 출현한 종으로는 *M. minusculus*가 700 m 지점에서 110개체로 68.8%, 600 m 지점에서 38개체 23.8%로 위의 두 지점에서의 출현이 전 조사지점에서 출현한 개체수의 92.6%를 차지해 대부분의 개체가 집중되어 있었다. *M. pygmaeum*은 400 m, 500 m, 600 m 지점에서만 제한되어 출현하였고 그 외 조사지점에서는 채집되지 않았다. 11종 중 가장 적은 개체수가 출현한 *P. robustiella*는 800 m 지점에서 3개체, 1,000 m 지점에서 1개체로 단 4개체만 출현하였다.

고도별 종 다양성의 변화

군락구조의 변화에 따른 종의 다양성 변화는 통합된 군락수준에서 일어나는 생태계내의 생물적, 미생물적 구성원의 안정성과 연관되어 있기 때문에(Whittaker 1972) 다양성을 측정하는 것은 서식처 분석에 중요한 지표로써 활용되고 있다(Magurran 1988).

Table 2. Species diversity indices of Pseudoscorpions by altitude at the Piagol, Mt. Chiri from March 1993 to February 1995

Altitude	SR	H'	E	C
400	7	1.23	0.63	0.35
500	7	1.16	0.59	0.42
600	9	1.16	0.53	0.41
700	8	1.59	0.76	0.18
800	7	1.18	0.60	0.33
900	8	1.05	0.51	0.43
1,000	8	1.22	0.58	0.37
1,100	4	1.05	0.75	0.39
1,200	6	1.24	0.69	0.34
1,300	5	0.85	0.53	0.51
1,400	4	0.60	0.43	0.61

* Note: SR = Species richness
H' = Shannon and Wiener's diversity index
E = Evenness index
C = Simpson's dominance index

Table 2는 각 조사지점별 출현한 앓은뱅이 11종에 대한 4종류의 종 다양성(SR, H', E, C)을 나타낸 것으로서 1,200 m 지점을 분기점으로 하여 종의 다양도 지수(H')는 특별한 경향을 나타내지 않았으나, 1,400 m 부근에서 가장 낮은 다양도 지수와 균등성 지수를 보였고 우점도 지수는 매우 높게 나타났다. 이러한 현상은 온도가 종의 분포에 많은 영향을 미친 것으로 보이며 결국 종의 다양성 감소와 관련되었음을 시사한다. 낮은 온도와 높은 고도는 식물군락에서도 일반적으로 종 다양성의 감소 요인으로 작용한다(Itow 1991, Hamilton and Perrott 1981).

전반적으로 400~1,200 m 사이는 종 조성의 차이에도 불구하고 종의 다양성이 유사한 경향을 보였는데, 이러한 현상은 종 차이에 의한 결과로 볼 수 있다. 즉, 500~600 m 사이는 *A. buanensis*에 의하여 강하게 우점되었으며, *M. japonica*와 *M. sp. 2*도 비교적 개체수가 많아 이들 종들에 의하여 종의 다양성이 결정되었다. 900 m 지점 역시 *A. buanensis*와 *M. sp. 2*에 의하여 강하게 우점되어 있어 다양도 지수(H')는 낮고, 우점도 지수(C)는 높았다. 그러나 700 m 지점은 소수의 종에 의하여 강하게 우점되어 있지 않아 다양도 지수(H')는 높고 우점도 지수(C)는 낮게 나타났다.

한편 1,300~1,400 m 사이는 *M. sp. 2*를 우점종으로 하여 *A. buanensis*가 비교적 수도가 높아 다양도 지수(H')는 낮고 우점도 지수(C)가 높게 나타났다. 그러나 이들 조사지역에서 다른 종에 비하여 개체수가 많은 *A. buanensis*는 고도가 낮을수록 개체수가 더 많은 것으로 보아 *A. buanensis*의 서식지로서 좋은 환경은 아닌 것으로 추정되며, 결국은 *M. sp. 2*를 제

외한 다른 종은 고도 및 온도가 제한요인으로 작용하여 다른 종의 분포를 억제한 것으로 보인다.

월별 종 다양성의 변화

Fig. 2는 앓은뱀이 개체군의 채집 밀도의 월별 변이를 종별로 나타낸 것이다. 전체적으로 봄과 가을 두번의 밀도 정점을 보이는데 이는 전보(홍 등 1996)에서 밝힌 토양 미소절지동물의 월별 개체군 소장은 10월에 높고 2월에 낮다는 결과와 일치한다. 즉 겨울을 지나고 온도가 올라가면 토양상층부로 이

동하여 활동을 하기 시작하고 장마 직후 밀도의 증가가 멈춘 다음 8월에 밀도가 회복되기 시작하여 9월에 밀도 정점을 보여 앓은뱀이 밀도 변동은 계절적 요인이 크게 좌우하고 있음을 보여준다. 이 중 출현 밀도가 높은 *A. buanensis*와 *M. sp. 2*의 영향이 강하게 반영된 것으로 사료된다. 그러나 이러한 밀도 변동과는 다른 분포 양상을 보이는 *P. japonicus*의 경우 10월부터 이듬해 4월까지만 채집이 되어 겨울 동안에만 출현하는 종으로 확인이 되었다. 이는 일본의 본 종에 대한 생활사의 연구와 일치하고 있다(Sato 1988). 즉 일본에서 *Roncus japonicus*로 기록된 본 종과 형태적 특징이 일치하고 생활사도 10월부터 이

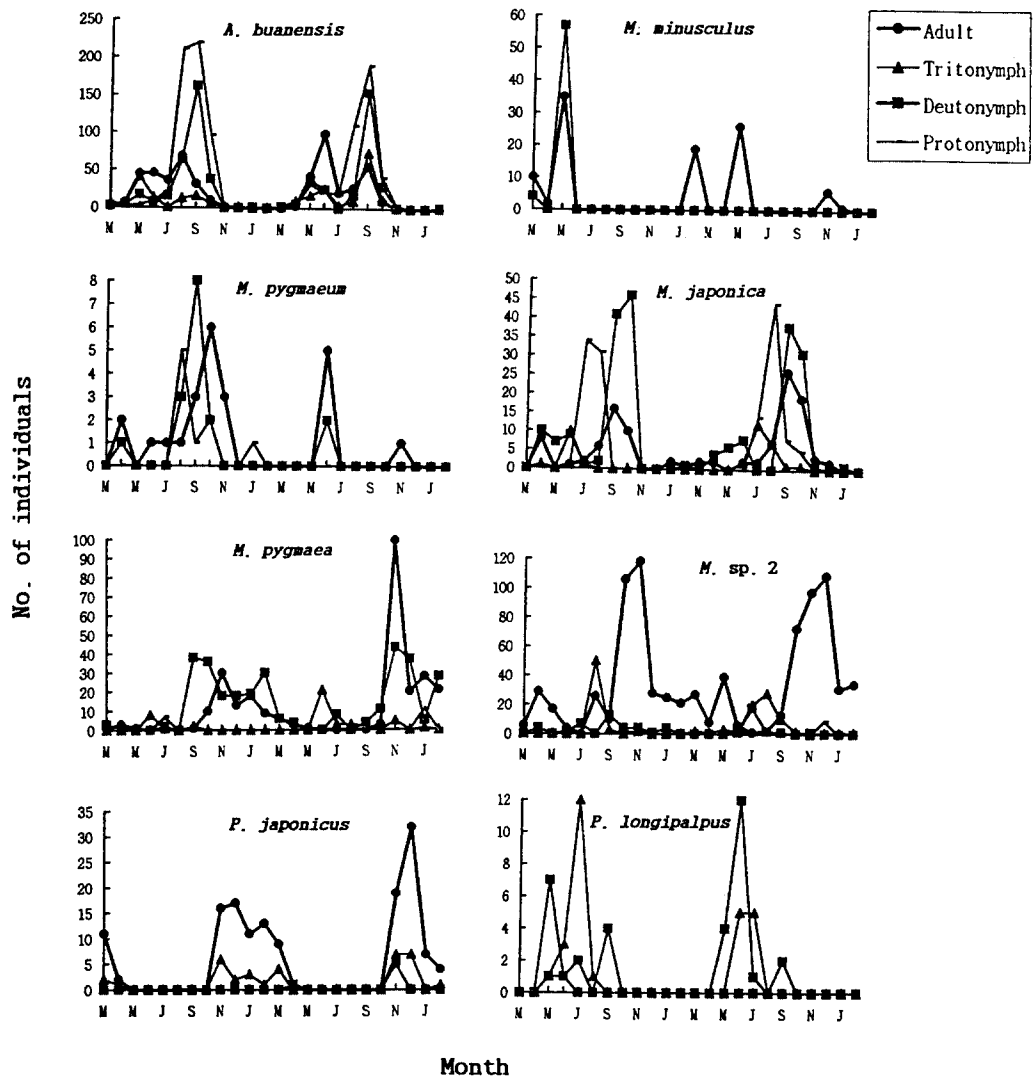


Fig. 2. Monthly density fluctuations of 8 species of Pseudoscorpions during 2-year period at the Piagol, Mt. Chiri, 1993~1995.

Table 3. Species diversity indices of Pseudoscorpions by month at the Piagol, Mt. Chiri from March 1993 to February 1995

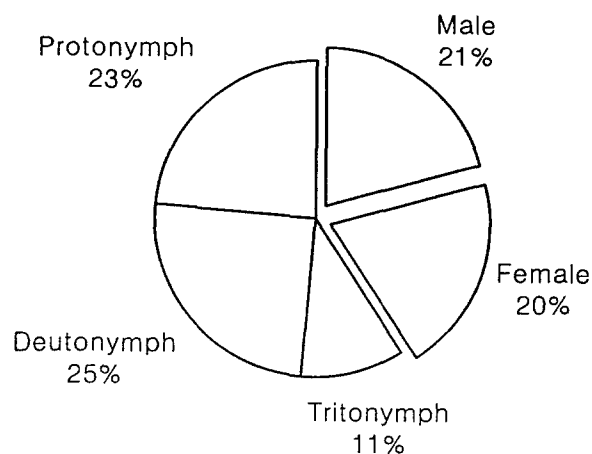
	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
SR	5.0	6.5	7.0	6.0	6.5	5.0	5.5	7.0	7.5	5.0	5.0	4.5
H'	1.40	1.46	1.14	1.26	1.17	0.87	0.75	1.37	1.16	1.15	1.10	1.17
E	0.87	0.78	0.58	0.70	0.62	0.56	0.44	0.70	0.58	0.71	0.69	0.78
C	0.27	0.28	0.40	0.26	0.30	0.52	0.65	0.29	0.39	0.35	0.37	0.35

* Note: SR = Species richness
 H' = Shannon and Wiener's diversity index
 E = Evenness index
 C = Simpson's dominance index

듬해 5월까지 출현하는 점으로 보아 같은 종으로 사료된다. *M. sp.* 2는 조사한 24개월 연중 채집이 되었으며, *M. pygmaea* 역시 1차년도 7월을 제외하고는 채집기간 동안 골고루 출현하였다. *A. buanensis*도 1차년도 2월과 2차년도 12월, 1월을 제외하고는 모두 출현하였다. *A. coreanus*는 6차례에 걸쳐, *P. robustiella*의 경우에는 2차년도 10월과 11월에만 출현하고 시기도 한정되어 있어 이들 중에 대한 정확한 생활사는 조금 더 관찰할 필요가 있다.

Table 3은 앓은뱀이 11종에 대한 4종류의 종 다양성(SR, H', E, C)의 월별 변화를 나타낸 것으로서 전체적으로 3, 4월은 다양도 지수(H')가 높고 8, 9월은 낮게 나타났다. 이들 관계를 좀 더 세분해 보면 다양도 지수 및 균등성 지수가 가장 높게 나타난 3, 4월은 가장 낮은 우점도 지수를 보였으며 8, 9월은 이와는 상반된 다양도 지수를 보였다. 이러한 현상은 8, 9월에 *A. buanensis*의 개체수가 급증하여 우점도가 높아 상대적으로 종 다양도 지수의 변화에 결정적인 영향을 미쳤으며, 높은 우점도 지수가 이를 잘 설명하고 있다. 3, 4월의 경우 출현한 모든 종의 개체수가 상대적으로 다른 조사시기에 비해 매우 적은 경향을 보였기 때문에 다양도 지수 및 균등성 지수가 높게 나타났으나 적은 개체수때문에 4종류의 다양도 지수에 심한 변화가 나타난다. 한편 5, 6, 7, 10, 11, 12, 1, 2월은 다양도 지수의 경향이 유사하게 나타났으며 몇몇 종의 뚜렷한 개체수 증가를 보여 주고 있다. 이들은 전체적으로 보면 한 종에 의해 강하게 우점된 곳은 다양도 지수는 오히려 낮은 값을 나타냈으며, 이러한 현상은 앓은뱀이 11종에 대한 계절별 출현시기가 밀접한 연관을 갖고 있음을 시사하며 이들 종들의 최적 생육시기와 관련이 있는 것으로 추정된다.

종 다양도를 비롯한 4종류의 생물지수는 대체적으로 월별 개체군 밀도를 반영하고 있다. 전체적으로 다양도 지수(H')는 1.17로 나타났는데 4월이 평균 1.46으로 가장 높게 나타났으며, 3월에 1.40과 10월에 1.37로 높게 나타났다. 그외 6월과 7월에 평균치를 넘는 것으로 나타났으나 8월과 9월은 각각 0.87, 0.75로 낮게 나타났다. 이는 *A. buanensis*의 개체수가 이 기간에 포

**Fig. 3.** Abundance of 11 species of Pseudoscorpions by the developmental stages during 2-year period at the Piagol, Mt. Chiri, 1993~1995.

란을 통하여 제 1약충과 제 2약충이 부화, 탈피하는 시기와 일치하는 결과이다. 이에 비해 우점도 지수는 전체적으로 평균 0.37인데 8월과 9월에 0.52와 0.65로 평균치 값보다 훨씬 높은 값을 나타내는 것으로 조사되었다. 종 풍부도는 평균 약 6.5인데 월별 풍부도 역시 5에서 7.5사이로 조사되어 이는 종 구성과 밀도에는 차이가 있을지라도 종 수에는 거의 변화가 없이 연중 출현하는 것을 의미하고 있다.

생육단계별 밀도조성

Fig. 3은 채집기간 동안 출현한 전 개체를 생육단계별로 표시한 것이다. 성충 수컷은 1,042개체로 전체의 20.9%, 암컷은 988개체로 19.8%, 제 3약충(tritonymph)은 533개체로 10.7%, 제 2약충(deutonymph)은 1,251개체로 25.1%, 제 1약충(protonymph)은 1,170개체로 23.5% 이었다. 이는 모든 생활사에 걸쳐 골고루 채집된 결과이다. 이 중 성충과 약충의

비율은 각각 40.7%, 49.3%로 성충보다는 약충의 비율이 많았다. 또한 성충의 암수 비율은 1:1.1로 수컷의 비율이 조금 더 많았다.

가장 많은 개체가 출현한 꼬마얕은뱅이과의 *A. buanensis*는 수컷은 전체의 14.8%, 암컷은 6.9%, 제 3약충은 11.1%, 제 2약충은 25.0%, 제 1약충은 42.2%로 나타났다. 이는 얕은뱅이 개체군 전체와 비교할 때 성충(21.7%)보다 약충(78.3%)이 더 많이 출현했다는 것을 보여준다. 암수의 비율도 1:2로 거의 두 배 가까이 수컷이 많이 채집되었다. 머리얕은뱅이과의 *M. sp. 2*는 수컷은 전체의 35.0%, 암컷은 45.2%, 제 3약충은 12.2%, 제 2약충은 6.0%, 제 1약충은 1.6% 이었다. 이는 얕은뱅이 개체군 전체와 비교할 때 성충(80.2%)이 약충(19.8%)보다 훨씬 많이 출현하였음을 알 수 있다. 암수의 비율은 1.3:1로 *A. buanensis*와는 다르게 암컷이 많이 채집되었다. 두 과에 있어서 대표적으로 출현한 *A. buanensis*는 성충보다는 약충이 *M. sp. 2*는 약충보다는 성충이 뚜렷하게 구분되어 더 많이 출현하는 것을 알 수 있다. 이는 토양내에서 채집되는 이들 과의 생태적 특성과 관련해서 특이한 점이라 할 수 있으며, 앞으로 토양 생태계내 얕은뱅이 군집의 생물학적 특성을 이해하는데 중요한 단서가 될 것이다.

적 요

1993년 3월부터 1995년 2월까지 지리산 피아골에서 채집한 토양 서식성 얕은뱅이의 월별 개체군 변화를 조사하였다. 조사 기간동안 채집된 개체는 2과 6속 11종 4,984 개체이었으며 종 조성은 다음과 같다. *Allochthonius buanensis* 47.0%, *Microcreagris sp. 2* 20.7%, *Microcreagris pygmaea* 12.9%, *Microcreagris japonica* 9.8%, *Pararoncus japonicus* 3.7%, *Mundochthonius minusculus* 3.2%, *Parobisium longipalpus* 1.2%, *Microbisium pygmaeum* 1.0%, *Allochthonius coreanus* 0.2%, *Microcreagris sp. 1* 0.2%, *Parobisium robustiella* 0.1% 이다. 각 조사지점별 출현한 얕은뱅이 11종에 대한 4종류의 종 다양성은 1,200 m 지점을 분기점으로 하여 다양도 지수는 특별한 경향은 나타나지 않았으나 1,400 m 부근에서 가장 낮은 다양도 지수와 균등성 지수를 보였고 우점도 지수는 매우 높게 나타났다. 500~600 m 사이는 *A. buanensis*에 의하여 강하게 우점되었으며, *M. japonica*와 *M. sp. 2*도 비교적 개체수가 많아 이들 종들에 의하여 종의 다양성이 결정되었다. 종 다양성의 월별 변화는 3, 4월은 다양도 지수가 높고 8, 9월은 낮게 나타났고, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 1, 2월은 다양도 지수의 경향이 유사하게 나타났으며 몇몇 종의 뚜렷한 개체수 증가를 보여준다. 성충 수컷은 1,042개체로 전체의 20.9%, 암컷은 988개체로

19.8%, 제 3약충은 533개체로 10.7%, 제 2약충은 1,251개체로 25.1%, 제 1약충은 1,170개체로 23.5% 이었다. 성충의 암수 비율은 1:1.1로 수컷의 비율이 더 높았다.

인 용 문 헌

- 이병훈, 최영연. 1982. 피아골 극상림의 토양소동물의 밀도와 생물량 - 절지동물과 선충의 조사. 한국자연보존협회 21: 163-177.
- 홍용, 김태홍, 오영철. 1996. 지리산 피아골 토양 미소절지동물상의 계절적 변화 및 수직 분포. 한국생태학회지 19: 393-402.
- Adis, J. and V. Mahnert. 1986. On the natural history and ecology of Pseudoscorpiones (Arachnida) from an Amazonian blackwater inundation forest. Amazoniana 9: 297-314.
- Adis, J. and V. Mahnert. 1990. Vertical distribution and abundance of pseudoscorpion species (Arachnida) in the soil of a Neotropical secondary forest during the dry and the rainy season. Acta Zool. Fennica 190: 11-16.
- Adis, J. and V. Mahnert. 1993. Vertical distribution and abundance of Pseudoscorpiones (Arachnida) in the soil of two different neotropical primary forests during the dry and the rainy seasons. Mem. Queensland Mus. 33: 431-440.
- Hamilton, A.C. and R.A. Perrott. 1981. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt. Elgon, Kenya/Uganda. Vegetatio 45: 107-125.
- Itow, S. 1991. Species turnover and diversity patterns along an evergreen broad-leaved forest coenocline. J. Veg. Sci. 4: 477-488.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm. 179 p.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. Trans. Connect. Acad. Arts Sci. 44: 211-235.
- Pielou, E.C. 1996. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol. 13: 131-144.
- Sato, H. 1983. Altitudinal distribution of soil pseudoscorpions at Mt. Fuji. Edaphologia 28: 13-22.
- Sato, H. 1984. Population dynamics of the soil pseu-

- doscorpions at Mt. Takao. *Edaphologia* 31: 13-19.
- Sato, H. 1985. Altitudinal distribution of soil pseudoscorpions at Mt. Funagata, Yamagata Prefecture. *Bull. Biogeo. Soc. Japan* 40: 21-24.
- Sato, H. 1988. Seasonal fluctuation of some soil pseudoscorpions in Yokohama, Central Japan. *Edaphologia* 38: 11-16.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1949. *The Mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 p.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.

(1997년 7월 28일 접수)