

소나무숲의 거미군집의 Guild 구조 및 계절적 변동

이 건 형 · 이 해 풍

동국대학교 농과대학 농업생물학과

Guild Structure and Seasonal Occurrences of Spider Communities in Pine Plantation Habitat

Lee, Goen Hyoung and Hai Poong Lee

Dept. of Agrobiolgy, College of Agriculture, Dongguk University

ABSTRACT

Two distinct spider communities were studied in the crowns and ground surfaces of pine plantations at Mt. Ungilsan, Kyonggi-do, using pitfall traps and knock-down by spraying of an insecticide (D.D.V.P.) to sample spiders. There were 34 species of 11 families in the ground community and 41 species of 15 families in the crown community, with only 9 species being collected in both. Wandering spiders comprised 78.5% of the crown community and 90.8% of the ground community. Guild abundance and the most abundant families were distinctly different in the two habitats: agile hunters (Salticidae: 32.4%) and nocturnal hunters (Clubionidae: 19%) in the crown, runners (Lycocidae: 32.8%) and nocturnal hunters (Gnaphosidae: 31.2%) in the ground. Dominant species were *Clubiona jucunda* (Karsch) and *Mymarachne japonica* (Karsch) in the crown, while in the ground they were *Pardosa laura* Karsch and *Gnaphosa silvicola*.

Species diversity(H') had peaks in May, July and November in the ground community, while in the crown community peaks were in June and September. The seasonal trends of species diversity (H') were due mainly to differences in the number of species and the numbers of individuals collected at each sample date rather than to differences in equitability among species. Spider guilds and dominant species have different seasonal patterns based on the temporal differences in prey availability in the two communities and the reduction of temporal overlap.

서 론

거미는 전지구상에 널리 분포하며 매우 다양한 종들로 구성되어 있으면서도 생태적으로 모두가 포식습성을 지닌 유일한 생물군집이다(Turnbull, 1973). 그들은 대부분 곤충류를 섭식함에 따라 산림이나 농업생태계내의 해충 발생을 억제하는 생물적 조절인자로서 매우 중요시되고 있으며 그들의 생태와 이용가치에 대한 연구들이 여러분야에서 꾸준히

이루어져 왔다(이와 원, 1968; Clarke and Grant, 1968; Howell and Piankowski, 1971; Turnbull, 1973; 백과 김, 1973; Uetz, 1975; 최와 남궁, 1976; Givens, 1978; Haltley and MacMahon, 1980; Riechert and Cady, 1983; Riechert, 1984; 이, 1987; Nyffeler *et al.*, 1987).

거미는 이와같이 포식성이긴 하나 그들은 각기 먹이의 포획습성이 다르며 먹이의 종류 또한 다르다. 따라서 그들은 서로 다른 서식처를 취하게 되며(Turnbull, 1960) 한 서식처 내에서도 수직적 층위와 공간성에 따라 군집의 구조가 뚜렷한 차이를 나타내고 있다.

Turnbull(1960)은 참나무에서 (*Quercus robur* L.), Wheeler(1973)는 alfalfa지역에서, LeSar와 Unzicker(1978)는 콩밭에서 엽상서식 군집과 지표서식 군집의 뚜렷한 차이를 밝혔다. Hatley와 MacMahon(1980)은 쑥의 일종인 *Artemisia tridentata* 군락에서 식물체가 지니고있는 공간적 복잡성의 차이에 따른 거미군집의 특성 연구에서 거미는 복잡한 구조를 지닌 서식처에서 좀더 다양하고 층위 형성이 뚜렷하다고 하였다. Uetz(1975, 1977)은 활엽수림의 낙엽층에서는 낙엽이 지니고 있는 공간이 크고, 낙엽층의 두께가 클수록 중간 공존도가 높고 중간경쟁이 약화될 수 있다고 하였다.

필자들은 소나무림내에서 수관부의 거미군집과 지표부의 거미군집간에 종 구성적 특징을 비교하고 종다양도 및 서식밀도의 계절적 변화를 밝혀 거미군집의 생태적 구조와 서식양상을 파악함으로써 이들을 좀더 자세히 이해하고 앞으로 자원의 보호 및 이용가능성의 차원에서 필요로하는 기초자료를 마련하고자 본 조사를 실시하였다.

재료 및 조사방법

조사지역 및 채집방법

조사지역은 경기도 남양주군 진중리에 위치한 운길산으로서 북위 37° 32' - 37° 35'에 위치한 해발 610m의 다소 험준한 산이다. 이 지역의 기상상태로는 남양주군 기상관측소의 자료에 의하면 연평균기온은 10.1°C - 12.2°C이고 평균강우량은 1,415.6mm로 다소 많은 편이었고 습도는 67.5%로 전형적인 온대성 기후를 보이고 있다. 조사지역은 운길산의 서사면에 위치한 소나무 조림지역으로 면적이 약 2km²에 달하며 평균수령이 25년이고 평균 흉고직경이 12.7cm인 소나무(*Pinus densiflora*), 리기다소나무(*Pinus rigida*), 그리고 방크스소나무(*Pinus banksiana*) 등이 주종을 이루고 있으며 하층식생으로는 고사리류, 억새풀 및 생육이 저조한 떡갈나무류등으로 구성되어 있다.

지표부와 수관부의 거미군집구조를 파악하기 위하여 본 소나무 조림지역내에서 50m × 50m의 2개 실험구를 설정하였다. 이 때 각각의 실험구는 가능한 환경적 동일성을 고려하여 두개의 실험구가 서로 인접되도록 설정하였다. 지표부 군집조사를 위하여 일반적으로 널리 이용되는 pitfall trap을 이용하였다(Greenslade, 1964). Trap의 설치는 먼저 50m × 50m의 실험구를 정방형으로 4등분하여 4개의 소구획으로 나눈 다음 1개 구획당 10m × 10m의 방형구를 1개씩 지정하였고 각 방형구 당 10개의 trap을 설치하였다. Trap내 보존액으로는 알코올(75%)과 포르마린(5%)용액을 3:1로 혼합하여 사용하였고 매 채집시마다 보충하였다. 본 조사는 1987년 5월 부터 11월까지 매월 2회씩 2주 간격으로 채집, 수거하였다.

수관부의 군집조사는 지표부 조사구획과 인접된 같은 크기의 실험구에서 지표부와 같이 4개의 소구획을 지정하고 1개 소구획당 14그루의 소나무를 약 8m간격으로 선발하여 총 56그루의 소나무를 선정하였다. 소나무의 선정은 본 조사의 목적이 환경적으로 뚜렷히 구분되는 지표부와 수관부의 군집구조 차이를 연구하는데 있음에 따라 수관부 내에서의 분지구조나 공간적 차이에 따른 구조분석은 배제하였으며 실험의 공정성을 기하기 위하여 소나무의 흉고직경과 수고가 비교적 같은 나무를 대상으로 실험을 실시하였다. 채집시기는 지표부와 동시에 실시하였고 채집방법으로는 먼저 선정된 나무를 중심으로 4m×4m의 비닐포를 지면에 설치하고 살충제인 D.D.V.P. (Dimethyl Dichloro Vinyl Phosphate)를 100배 희석하여 선정된 나무의 수관부에 약 2분 동안 골고루 살포하였다. 다음 30분 경과후 나무를 흔들어 주어 수관부의 절지류가 바닥의 비닐포에 떨어지도록 한후 채집 수거하였다. 이와 같은 채집은 1 소구획당 1그루씩 총 4 그루를 1회 채집으로 하였다. 채집된 것은 75% 알코올에 보관하여 실험실 내에서 분류 동정하였다. 분류된 자료를 기초로 서식지별 계절별 종다양도를 파악하기 위하여 Shannon-Wiener Index ($H' = -\sum p_i \log p_i$)와 Pielou (1969)의 균등도 ($J' = H'/H' \max$)를 이용하여 분석하였다.

거미군집의 Guild 구분

일반적으로 거미군집을 파악하는데 있어서 그들의 먹이포획습성의 유사성에 따라 구분하여 조사분석하고 있다 (Root, 1973). 거미는 대체로 그물성거미류와 배회성거미류로 나누어지며 조사분석하는 목적에 따라 좀더 세분화하는 경향이다. Hatley와 MacMahon (1980)은 거미군집을 다음의 6가지 길드(guild)로 구분하여 조사하였는데, 1. 야행성 사냥거미 (Nocturnal hunter), 2. 추적성 사냥거미 (Runner), 3. 잠복성 사냥거미 (Ambusher), 4. 도약기습성 사냥거미 (Agile hunter), 5. 둥근그물성 거미 (Orb-web builder), 6. 공간그물성 거미 (Space-web builder) 등으로서 본 조사에서도 위와 같이 6개의 길드로 나누어 분석하였고 분류된 결과는 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

조사기간 동안 채집된 거미는 수관부에서 15과 33속 41종, 지표부에서 11과 24속 34종으로 수관부내에서 4과 7종이 더 많이 채집되었다. 이들 중 공통으로 채집된 종은 9종 (Table 1)으로서 배회성 거미류에서 5종, 공간그물성 거미류에서 3종 그리고 기타에서 1종이었으며 그중 수리거미과의 염라거미속 1종 (*Zelotes* sp.)과 깡충거미과의 살깃깡충거미 (*Phlegra festiva*)는 수관부에서보다는 지표부에서 월등히 높은 우점율을 보였으며 그외에 7종은 두 지역 모두에서 빈약한 수치를 나타내었다. 따라서 두 군집의 전체적 종구성 면에서 볼때 이들 공통종에 의한 유사성은 매우 낮은 것으로 이해 되었으며 특히 지표부에서는 둥근 그물성 거미류인 응달거미과 (Uloboridae), 왕거미과 (Araneidae), 갈거미과 (Tetragnathidae) 및 공간그물성 거미류인 꼬마거미과 (Theridiidae), 해방거미과 (Mimetidae), 너구리거미과 (Ctenidae) 등에 속하는 종들이 채집되지 않았으며 수관부에서는 추적성 거미류인 늑대거미과 (Lycosidae)와 닳거미과 (Pisauridae)에 속하는 종들이 채집되지 않아 뚜렷한 차이가 있음을 알 수 있었다.

Table 1. Species and individual numbers in spider communities collected from the ground and crown of pine plantation at Mt. Ungilsan, Kyonggi-do, May to November, 1987

Type of guild Family Genus, species	Crown		Ground		Total	
	N	RA (%)	N	RA (%)	N	RA (%)
Guild 1 Nocturnal hunters						
Gnaphosidae						
<i>Drassodes lapidosus</i>			12	2.48	12	1.43
<i>Drassodas sp.</i>			2	0.41	2	0.24
<i>Drassyllus vinealis</i>	1	0.28	5	1.04	6	0.71
<i>Gnaphosa kompirensis</i>			3	0.62	3	0.36
<i>Gnaphosa silvicola</i>			91	18.84	91	10.82
<i>Zelotes wuchangensis</i>			5	1.04	5	0.59
<i>Zelotes sp.</i>	8	2.23	35	7.25	43	5.11
Clubionidae						
<i>Castianeria sp.</i>	9	2.51	5	1.04	14	1.66
<i>Itatsina praticola</i>			8	1.66	8	0.95
<i>Chiracanthium sp.</i>	2	0.56			2	0.24
<i>Clubiona jucunda</i>	57	15.92			57	6.78
Guild 2 Runners						
Philodromidae						
<i>Philodromus auricomus</i>	4	1.12			4	0.48
<i>Philodromus cespitum</i>	5	1.40			5	0.59
<i>Philodromus fuscomarginatus</i>	22	6.15			22	2.62
<i>Philodromus rufus</i>	9	2.51			9	1.07
<i>Philodromus subaureolus</i>	17	4.75			17	2.02
<i>Thanatus coreanus</i>			19	3.93	19	2.26
<i>Thanatus sp.</i>	6	1.68			6	0.71
Lycosidae						
<i>Arctosa kwangreungensis</i>			6	1.24	6	0.71
<i>Pardosa astrigera</i>			17	3.52	17	2.02
<i>Pardosa brevipula</i>			4	0.83	4	0.48
<i>Pardosa hedinii</i>			27	5.59	27	3.21
<i>Pardosa herbosa</i>			11	2.28	11	1.31
<i>Pardosa laura</i>			96	19.88	96	11.41
Pisauridae						
<i>Pisaura lamba</i>			5	1.04	5	0.59
Guild 3 Ambushers						
Thomisidae						
<i>Misumenops japonicus</i>	12	3.35			12	1.43
<i>Misumenops tricuspидatus</i>	6	1.68			6	0.71
<i>Tmarus kimosus</i>	2	0.56			2	0.24
<i>Oxyptila coreana</i>			13	2.90	14	1.66
<i>Xysticus sp.</i>			12	2.48	12	1.43
Guild 4 Agile hunters						
Salticidae						

Table 1. Continued

Type of guild Family Genus, species	Crown		Ground		Total	
	N	RA (%)	N	RA (%)	N	RA (%)
	<i>Carrhotus xanthogramma</i>	4	1.12			4
<i>Euophrys frontalis</i>			4	0.83	4	0.48
<i>Evarcha albaria</i>	12	3.35	5	1.04	17	2.02
<i>Marpissa dybowskii</i>	9	2.51			9	1.07
<i>Mymarachne innermichelis</i>	10	2.79			10	1.19
<i>Mymarachne japonica</i>	54	15.08			54	6.42
<i>Phlegra festiva</i>	12	3.35	35	7.25	47	5.59
<i>Plexippoides rezius</i>	3	0.84			3	0.36
<i>Synagelides agoriformis</i>	10	2.79			10	1.19
Guild 5 Orb-web builders						
Uloboridae						
<i>Miagrammopes orientalis</i>	2	0.56			2	0.24
Araneidae						
<i>Araneus semilunaris</i>	9	2.51			9	1.07
<i>Chorizopes nipponicus</i>	7	1.96			7	0.83
<i>Cyclosa octotuberculata</i>	4	1.12			4	0.48
<i>Hypsosinga sanguinea</i>	6	1.68			6	0.71
<i>Neoscona scylloidae</i>	4	1.12			4	0.48
Tetragnathidae						
<i>Leucauge subblanda</i>	4	1.12			4	0.48
<i>Leucauge subgemmea</i>	5	1.40			5	0.59
Guild 6 Space-web builders						
Dictynidae						
<i>Lathys dihamats</i>	4	1.12	7	1.45	11	1.31
Agelenidae						
<i>Coelotes coreanus</i>			6	1.24	6	0.71
<i>Coelotes songminjae</i>	6	1.68	4	0.83	10	1.19
<i>Coelotes</i> sp.			2	0.41	2	0.24
Theridiidae						
<i>Anelosimus crassipes</i>	3	0.84			2	0.36
<i>Argyrodes cylindrogaster</i>	2	0.56			2	0.24
<i>Dipoena castrata</i>	2	0.56			2	0.24
<i>Dipoena mustelina</i>	2	0.56			2	0.24
<i>Theridion subadultum</i>	4	1.12			4	0.48
Linyphiidae						
<i>Doenitzius parvus</i>			5	1.04	5	0.59
<i>Meioneta</i> sp.			6	1.24	6	0.71
<i>Neriene limbatinella</i>	9	2.51	2	0.41	11	1.31
<i>Neriene longipedella</i>			2	0.41	2	0.24
<i>Gonatium japonicum</i>			4	0.83	4	0.48

Table 1. Continued

Type of guild Family Genus, species	Crown		Ground		Total	
	N	RA (%)	N	RA (%)	N	RA (%)
Others						
Leptonetidae						
<i>Leptoneta</i> sp.	2	0.56	9	1.86	11	1.31
Mimetidae						
<i>Mimetus testaceus</i>	2	0.56			2	0.24
Ctenidae						
<i>Anahita fauna</i>	5	1.40			5	0.59
Family	15		11		17	
Genus	33		23		46	
Species	41		34		66	
Total no. individual	356	100.0	483	100.0	839	100.0
Species diversity (H')	3.22		2.87			
Evenness (J')	0.86		0.81			

N: Number of individuals

RA(%): Percent relative abundance classified

Type of guild: spider guilds was designated by predation strategies

Species diversity (H'): Shannon-Wiener Index

Evenness (J'): Pielou Index

Table 2. Comparison of number of species, relative abundance, and the most abundant species for each guild type of spiders collected from pine plantation in Mt. Ungilsan, Kyonggi-do, May to November, 1987

Guild type	Ground			Crown		
	NS	RA (%)	Major species	NS	RA (%)	Major species
Nocturnal hunter	10	34.22	<i>Gnaphosa silvicola</i>	5	21.57	<i>Clubiona jucunda</i>
Runner	8	37.68	<i>Pardosa laura</i>	6	17.65	<i>Philodromus fuscomaginitus</i>
Ambusher	3	7.94	<i>Xysticus ephippiatus</i>	3	5.6	<i>Misumenops japonicus</i>
Agile hunter	3	8.96	<i>Phlegra festiva</i>	8	32.49	<i>Mymarachne japonica</i>
Orb-web builder	--	--	--	8	11.48	<i>Araneus semilunaris</i>
Space-web builder	9	7.33	<i>Lathys dihamata</i>	8	8.96	<i>Neriene limbatinella</i>
Others	1	3.87	<i>Leptoneta</i> sp.	3	2.24	<i>Anahita fauna</i>

NS: Number of species

RA(%): relative abundance

조사된 종들 중에서 배회성 사냥거미류의 상대밀도는 수관부에서 78.5%, 지표부에서는 90.8%로서 대부분을 이루고 있고, 종다양도는 수관부가 3.2221, 지표부가 2.8735로서 수관부가 더 높았으며 균등도는 두 서식처간에 큰 차이는 없었다. 이와 같이 배회성

사냥거미류의 높은 우점율과 지표부보다 수관부 거미군집의 높은 다양도는 다른 연구조사들 (Whitcomb *et al.*, 1963; Turnbull, 1973; Culin and Rust, 1980; Agnew and Smith, 1989) 과 일치하는 경향을 보였는데 이는 조사지의 소나무 수관부도 미기상조건을 포함한 생태적환경조건이 지표부보다 더 다양한 때문으로 이해된다.

Guild별 종구성

야행성 거미류 (Nocturnal hunters)

수리거미과 (Gnaphosidae)와 염낭거미과 (Clubionidae)의 두과가 이에 속하며 이들은 주간에는 낙엽밑, 돌틈, 또는 풀잎을 붙여 그 속등에서 숨어있고 주로 야간에 사냥활동을 하는 종류들로서 (Turnbull, 1973), 수관부보다는 지표부에 더 많은 종이 서식하였고 수관부에서는 염낭거미과, 지표부에서는 수리거미과가 각각 높은 우점율을 보여 큰 차이를 볼 수 있었다. 수리거미과는 지표부에서 7종이 조사되었고 수관부에서도 2종이 채집되었으나 매우 빈약한 개체수 이어서 뚜렷한 대조를 보였으며 다른 조사들 (Uetz, 1975; Riechert and Lockley, 1984)과 비교하여 볼때도 이들의 지표서식 선호성을 알 수 있었다. 특히 검은넓적다리거미 (*Gnaphosa silvicola*)는 늑대거미과의 가시늑대거미 (*Pardosa laura*)와 함께 지표부의 최다 우점종으로 조사되었다. 염낭거미류는 주로 초본류와 관목류등의 엽상에서 높은 서식밀도를 보이는 종류로서 (Turnbull, 1973; Keer *et al.*, 1989) 두 서식처에서 같이 3종이 채집되었으나 지표부에서는 수관부보다 매우 낮은 개체수를 보이며 특히 지표부에서는 전혀 채집되지 않은 살깃염낭거미 (*Clubiona jucunda*)가 수관부에서 최다 우점종으로 조사되어 역시 뚜렷한 대조를 이루었다.

추적성 거미류 (Runners)

새우게거미과 (Philodromidae), 늑대거미과 (Lycosidae), 닳거미과 (Pisauridae)의 종들이 이에 속하였다. 새우게거미과는 수관부에서 6종으로 5종이 *Philodromus*속으로 가장 많았고 지표부에서는 수관부에서 채집되지 않은 *Thanatus coreanus* 1종 뿐으로서 두 서식처간에 뚜렷한 대조를 이루었다. 이들 새우게거미과의 종들은 갈색, 흰색, 흑색으로 채색을 조화시켜 수관부에서 은신이 용이하며 (McCaffrey and Horsburgh, 1980) 작은 새들의 낙하행동과 같은 위장행동을 하는 전형적인 수관부 서식성 사냥거미류 (Dondale and Redner, 1976)로서 집새우게거미 (*Philodromus fuscomarginatus*)가 우점종이었다.

수관부에서는 전혀 채집되지 않은 늑대거미과와 닳거미과는 전형적인 지표서식성 거미류로서 최고의 우점율(37.68)을 나타내었으며 *Pardosa*속이 5종으로서 가장 많았으며 그 중 가시늑대거미 (*Pardosa laura*: 19.88)가 최다 우점종이었다.

잠복성 거미류 (Ambushers)

게거미과 (Thomisidae)가 이에 속하며 두 조사부위에서 모두 3종씩 채집되었으나 종의 구성은 뚜렷한 차이를 보였고 수관부에서는 각씨꽃게거미 (*Misumenops japonicus*), 지표부에서는 대륙게거미 (*Xysticus ephippiatus*)가 각각 주요종이었으며 서식밀도는 낮은 편이었다. 이들등 주로 초지나 작물지등에 많이 서식하여 농업생태계에서는 매우 중요한 포식천적으로 알려져 있으며 (Plagens, 1983; Vogelei and Greissl, 1989) 지표부에서는

*Xysticus*속, 지상부에서는 *Misumenops*속이 주요 우점종으로 널리 알려져 있어(Culin and Rust, 1980; Agnew and Smith, 1989) 이 조사지역의 소나무숲에서도 같은 경향을 보인다.

도약기습성 거미류(Agile hunters)

깡충거미과(Salticidae)가 이에 속하였고 수관부에서 가장높은 우점율과 종다양성을 보이는 guild로서 불개미거미(*Mymarachne japonica*)가 최고 우점종이며 지표부에서는 3종 뿐으로 살깃깡충거미(*Phlegra festiva*)만 높은 우점율을 나타내어 두 서식처간에 중복이되는 종으로 생각되어졌고 나머지 2종은 매우 빈약한 수치를 보여 역시 종구성상의 뚜렷한 차이를 볼 수 있었다. 이와같이 이들 깡충거미류는 매우 발달된 시력과 함께 독특한 먹이포획으로 지표부 보다는 초지의 엽상부 또는 수림내 수관부에서 주로 활동하는 중요한 포식천적으로 알려져있고(Whitcomb *et al.*, 1963; Turnbull, 1973) 이들의 생태계내 포식행동, 경쟁관계 및 제한요인에 의한 군집구조의 변화등에 대한 연구가 많이 이루어져있다(Enders, 1975; Givens, 1978).

둥근그물성 거미류(Orb-web builders)

지표부에서는 전혀 볼 수 없는 응달거미과(Uloboridae), 왕거미과(Araneidae), 갈거미과(Tetragnathidae)가 이에 속하며 모두 8종으로 많은 종이 존재하고 있지만 배회성 거미류보다는 매우 낮은 서식밀도를 나타내고 있고(Table 2) 이들중 왕거미과가 5종으로 대부분을 이루고 있다. 왕거미류는 모두가 대형의 둥근 그물을 치는 습성을 지닌 것으로(Turnbull, 1973) 공간의 크기 및 구조가 이들의 분포에 매우 중요한 제한요인이 되는 것으로 알려져 있고(Enders, 1974), 먹이의 밀도에 따른 종내, 종간 경쟁으로 그들의 서식밀도의 변화가 뚜렷히 나타나고 있음이 알려져 있으며(Riechert and Cady, 1983; Spiller, 1984) 서식처의 점유범위가 매우 크므로 생태적 지위로 볼때 배회성 거미의 분포에 영향을 미치는 분류군으로서 서식밀도는 적으나 매우 중요한 군집이라 생각되었다.

공간성 그물거미류(Space-web builder)

소형의 불규칙적 그물을 치는 종들로서 잎거미과(Dictynidae), 가계거미과(Ageleidae), 꼬마거미과(Therididae), 접시거미과(Linyphidae)가 이에 속하며 전반적으로 낮은 밀도를 보이고 있고 수관부에서는 꼬마거미과, 지표부에서는 접시거미과가 대부분을 이루는 특성을 보였다(Table 1).

계절 변화 경향

수관부와 지표부간에 거미군집의 계절에 따른 변화도 서로 다른 양상을 띠고 있음을 볼 수 있다. 군집의 양적인 측면에 있어서 구조적양상을 이론적인 수치로 나타내는데 일반적으로 이용되는 Shannon-Wiener지수의 변화경향을 보면 지표부의 경우 5월초순에서 6월초순까지 높은 피크(2.5971~2.3968)를 나타낸 후 감소하였다가 7월말에 두번째 피크를 나타내었다(Fig. 1a). 반면에 수관부에서는 5월초부터 시작하여 6월말에 첫번째 피크(2.4710)를 나타내었으며 그후 점차 감소하는 경향을 알수 있었다(Fig. 1b).

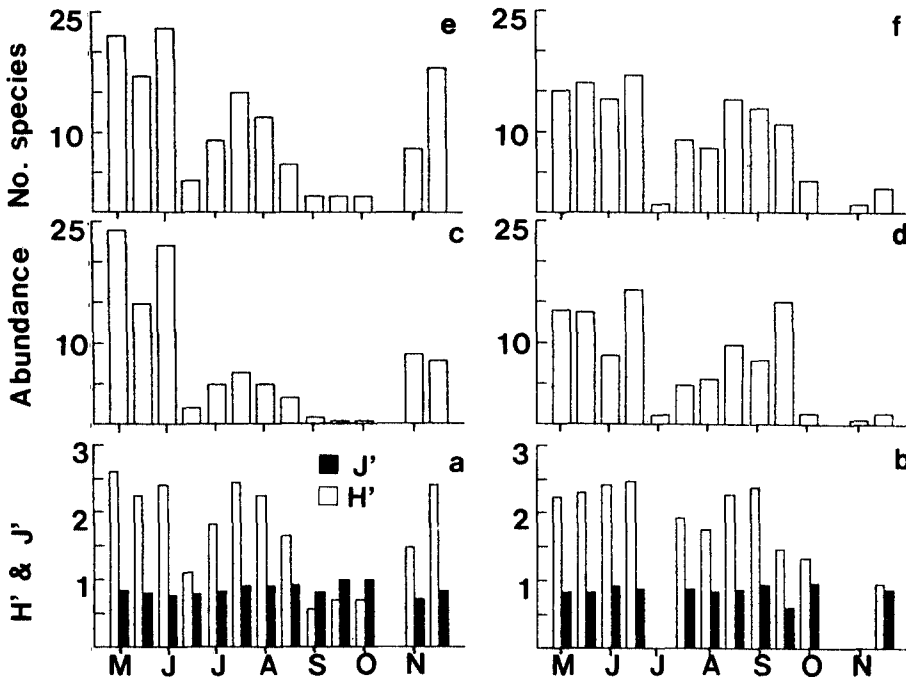


Fig. 1. Seasonal trends of species diversity (H' : a,b), evenness (J' : a,b), relative abundance (c,d) of individual numbers and number of species (e,f) of spider communities collected from the crowns (right) and ground surfaces (left) of pine plantations at Mt. Ungilsan, May to November, 1987.

이와같이 수관부에서는 지표부보다 약 1개월 정도 늦게 변화가 이루어지는 것을 알 수 있었으며 특히 지표부의 경우 11월말의 높은 피크는 지표에서 월동하는 거미들의 활발한 행동으로 인한 것으로 생각되었으며, 이때에 수관부 서식종들의 지표부로의 이동을 예상 하였으나 앞서 서술한 종의 구성설명에서 서로 공통되는 종들이 거의 없었으며 특히 11월의 경우는 전혀 없었던 점으로 보아 수관부와 지표부는 서로 독특한 군집특성을 뚜렷이 지니고 있음을 알 수 있었다.

한편 군집지수의 변화요인에는 구성종의 수와 각 종의 개체수간의 균등성을 들 수 있는데 (Pielou, 1969) 본 조사에서 보면 두 서식처 모두에서 균등도지수 (J')는 다양도지수와는 달리 뚜렷한 변화가 없이 거의 0.8이상의 수준으로 나타나고 있음을 볼 수 있다 (Fig. 1a, b). 이것은 균등도가 종다양도의 변화에는 많은 영향을 주지 않았다는 것을 의미하며 종수의 변화에 따라 다양도가 변화하였다는 것을 알 수 있었다. Fig. 1(c, d, e, f)에서 볼 수 있듯이 각각의 서식처에서 종수의 변화와 총 개체수에 대한 월별 상대밀도의 변화경향에 따라 종다양도의 변화가 일치하는 것을 알 수 있다. 이와같은 종수와 서식밀도의 년중 변화양상이 다른 조사에서의 결과와 같은 양상을 띠고 있음을 알 수 있었고 (김, 1984; 이, 1987; 김, 1989), 이러한 결과로 볼 때 산림생태계의 거미군집은 커다란 외적변화와 같은 물리적인 작용이 있을 시를 제외한다면 각각의 서식처내에서 일반적으로 일련의 변화 주기성을 갖는다는 것을 가상할 수 있었다. 여기서 거미군집의 분포 및 서

식밀도의 년중 변화에 미치는 요인으로서 대상먹이의 변동을 들 수 있다. Clarke와 Grant(1968)는 활엽수림내 지표부에서 거미의 주요 먹이중의 하나인 툽툽이류를 대상으로 거미의 밀도를 인위적으로 변화시켜 먹이의 밀도변화를 조사하였다. 그들은 거미의 밀도를 50% 감소시켰을 때 먹이인 툽툽이류의 밀도가 최대로 증가하였다고 밝혔다. 이로써 거미는 곤충류의 군집구조 형성에 큰 영향을 미친다는 것을 실험적으로 입증하게 되었으며 Riechert와 Lockley(1984)는 위와 같은 사실을 바탕으로 거미와 곤충류간에는 상호밀도의존적 관계가 있다고 설명하고 이러한 피포식관계에 있어서 군집의 변화반응은 섭식이나 포획습성등 기능적반응(functional response)의 변화보다는 밀도의 변화 즉 수량적반응(numerical response)이 우선적이라고 명시하였다. Uetz(1975)도 이와같은 측면에서 거미와 곤충간의 밀도변동이 높은 상관관계를 나타냄을 밝혔고, 본 조사와 같이 실시된 곤충군집과의 비교조사에서도 곤충의 다양도 및 밀도변동이 거미군집의 변화양상과 밀접한 상관이 있음이 밝혀져 있다(이 등, 1990; 김, 1989). 이와같이 곤충류를 섭식하면서도 먹이종류에 대한 특이성이 없이 다식성을 지닌 거미군집의 구조나 변동요인에는 먹이자원의 양적한계성을 들 수 있으며 또한 먹이자원의 제한적요인에 따르는 거미군집내의 종내 종간 경쟁이 크게 작용하고 있음을 들 수 있다. 경쟁은 일반적으로 생존에 필요한 자원이 한정되어 있을때 군집의 구조를 결정지어주는 주요요인이라고 생각되어지고 있고(Riechert and Cady, 1983), 이러한 경쟁을 유발시키는 먹이자원의 한정요인에 대해서도 연구되어져 있으며(Pekarsky and Dodson, 1980) 이러한 경쟁을 입증하는 여러 실험적 연구들이 이루어 지고 있다(Wise, 1981; Spiller, 1984). 한편 경쟁은 제한적 환경이 주어질때 유발되어지고 있는데 일반적으로 생물군집은 이러한 경쟁을 최대한 감소시키며 군집을 이루어 가고있다. Enders(1974)는 종간 경쟁을 감소화하는 현상으로서 서식공간의 분배, 먹이의 분배, 활동시기의 분배등을 일컫고 있다. 이와 같은 요소에 대하여 거미군집의 경우 수직적 분포가 현격히 다르며(Enders, 1975), 공간 및 구조적 복잡성에 따른 분포(Uetz, 1975; Hatly and MacMahon 1980), 계절적 주기성에 따른 먹이 자원의 분할성과 공존도(co-existence)(Uetz, 1977) 등에 대한 연구들이 이루어졌다. Uetz(1977)는 곤충류와 같은 먹이자원이 항상 주기적인 변화를 함에 따라 서식공간에 대한 경쟁보다는 시간적 경쟁을 감소하는 경향이 일반적이라고 지적하고 이들 거미군집은 같은 서식처내에서도 공간적 중복(overlap)이 크다하더라도 시간적 중복을 감소시켜 같은 먹이자원을 이용할 수 있다고 하였다.

본 조사에서 Fig. 2, 3에 나타난 바와 같이 야행성 거미류와 추적성 거미류가 거의 일치하는 발생경향을 나타내고 있으며(Fig. 2: a, b, c, d) 이들에 속하는 주요 우점종인 검은 넓적너저미(*Gnaphosa silvicola*)와 가시늑대거미(*Pardosa laura*)는 지표부에서 같은 발생시기를 보이며 집새우게거미(*Philodromus puscomarginatus*)와 살깃염낭거미(*Clubiona jucunda*)는 수관부에서 같은 발생시기를 보이고 있다(Fig. 3: A, B, C, D). 이들은 비슷한 우점율을 보이고 있지만 행동시기를 서로 주야간으로 나누어 생활함으로써 생태적 중복을 피하고 있다고 볼 수 있었다. 기습도약성 사냥거미류는 수관부의 경우 초기인 5월부터 꾸준한 수치를 보이다가 9월에 최대의 발생밀도를 보임으로서 추적성 거미류와 서로 다른 발생경향을 나타내었고(Fig. 2h, Fig. 3F), 지표부의 경우 추적성 거미류보다는 다소 늦은 6월에 시작하였으나 비교적 같은 시기에 피크를 나타내고 있다(Fig. 2g). 이것은 수관부와 비교하여 볼때 상반되는 현상이었으나 지표부는 수관부와는 달리 초본류의

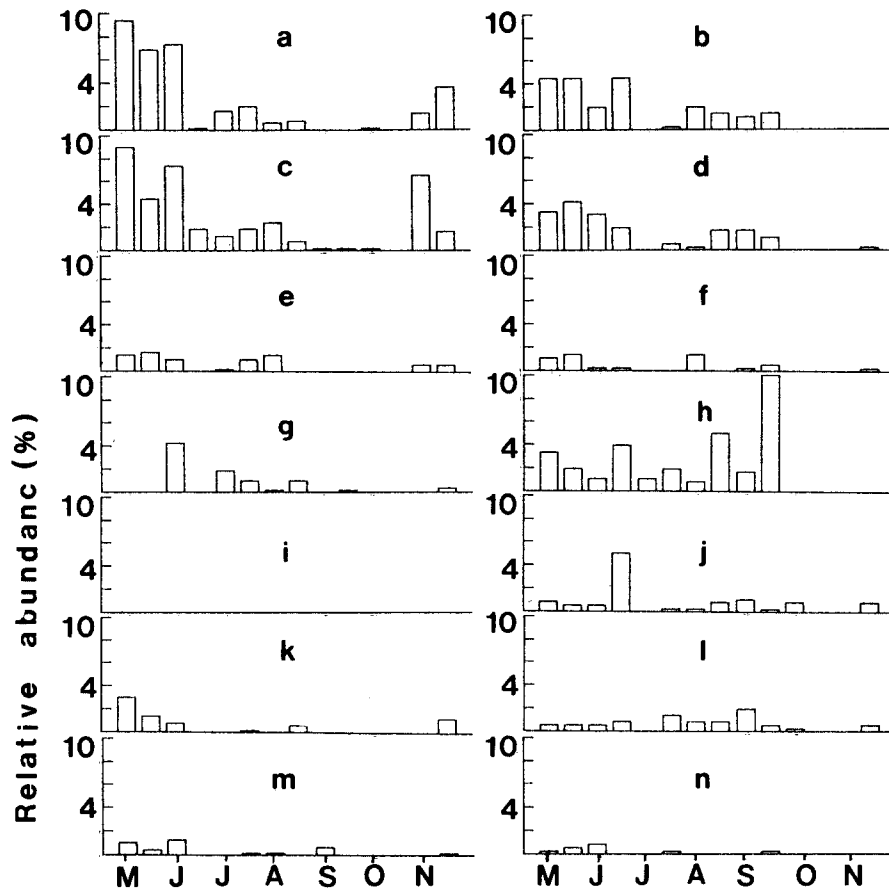


Fig. 2. Seasonal changes of relative abundance in individual numbers of spider guilds collected from the crowns (right) and ground surfaces (left) of pine plantations at Mt. Ungilsan, May to November, 1987: guild 1 (nocturnal hunter: a,b), guild 2 (runner: c,d), guild 3 (ambusher: e,f), guild 4 (agile hunter: g,h), guild 5 (orb-web builder: i,j), guild 6 (space-web builder: k,l), and others (m,n).

식생을 포함하는 환경이며, 이들 깡충거미류는 늑대거미류와 유사한 발생시기를 나타내고 있으나 지표부의 낙엽밑이 주생활 장소인 늑대거미류와 달리 초본류나 관목류의 엽상에서 활동하는 거미들로서, 이들 두 집단은 서로다른 서식환경을 택하고 있음으로 경쟁을 최대한 감소시킬 수 있다고 사료되었다. 한편 집단간의 관계이외에도 한 집단내에서도 각 구성종간의 경쟁관계도 매우 중요하다고 생각한다. 그러나 거미군집의 경우 모두 포식성이며 먹이포획습성등이 생태적으로 유사성이 있다는 점을 고려 할 때 우선 길드 차원에서의 구조와 기능 설명이 필요하며 그러한 것을 바탕으로 주요종들의 생태적 지위를 파악하여 종간 공존기작에 대해서 연구되어야 한다고 생각되었다.

이상과 같이 지표부와 수관부에서 조사된 거미군집은 경쟁의 감소라는 이론적 원칙을

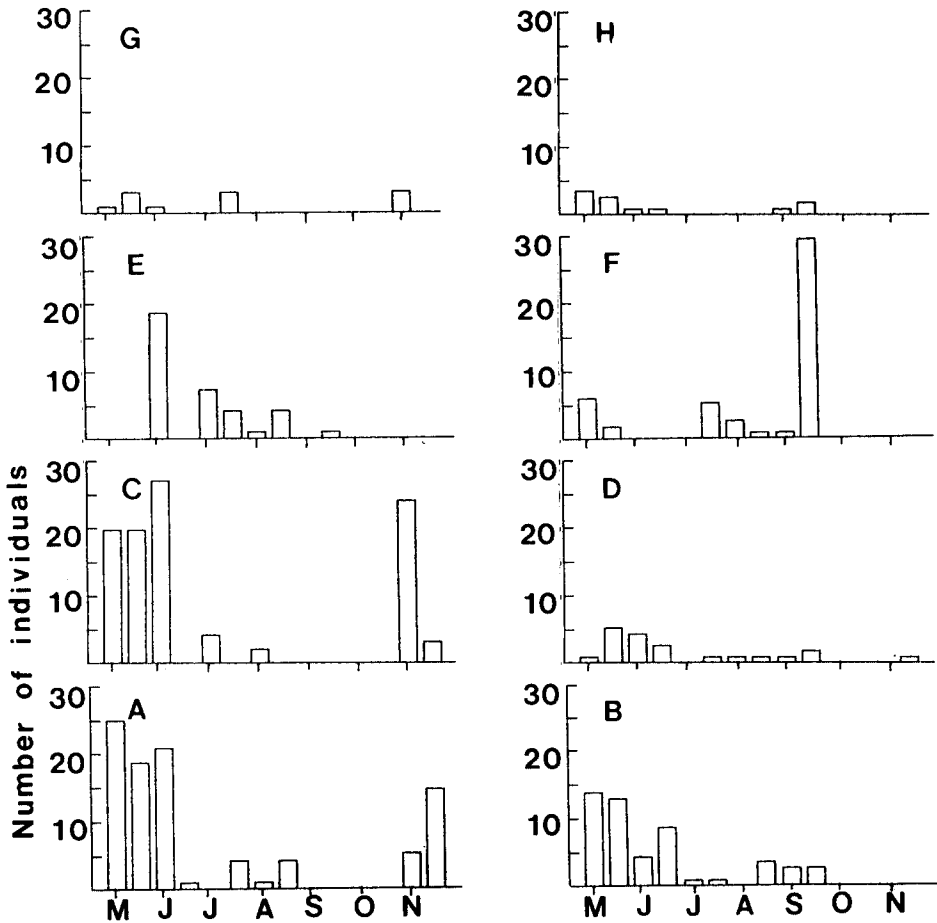


Fig. 3. Seasonal changes in the number of individuals of dominant species in spider communities collected from the crown (right) and ground surfaces (left) of pine plantations at Mt. Ungilsan, May to November, 1987; A: *Gnaphosa silvicola*, B: *Clubiona jucunda*, C: *Pardosa laura*, D: *Philodromus fuscmarginatus*, E: *Phlegra festiva*, F: *Mymarachne japonica*, G: *Xysticus ephippiatus*, H: *Misumenops japonicus*.

바탕으로 볼때 각각의 서식처 별로 독특한 종의 구성을 보이며 종다양성의 변화가 서로 다른 양상을 띠고 있음을 알 수 있었고 또한 각각의 집단별로 고유의 발생시기를 나타내어 생태적 중복을 감소화한다는 것을 가상할 수 있었다. 이러한 자료는 산림생태계를 이해하기 위한 기초자료라 생각하며 앞으로 거미군집의 중요성을 인식하고 개체 생태학적 측면에서 좀더 구체적인 연구가 필요하다고 생각되었다.

적 요

1987년 5월부터 11월까지 경기도 남양주군 진중리에 위치한 운길산내의 소나무림에서 pitfall trap과 D.D.V.P. 살충제를 이용하여 지표부와 수관부의 거미류를 채집하여 비교조

사하였다. 지표부에서는 11과 34종, 수관부에서는 15과 41종이 채집되었고 9종이 두지역에서 공통으로 채집되었다. 종의 구성이 양서식처간에 뚜렷이 차이를 보였으며 수관부에서는 78.5%, 지표부에서는 90.8%가 배회성 사냥거미류이었다. 수관부에서는 도약기습성 거미류인 깡충거미과가 32.4%, 야행성 거미류인 열낭거미과가 19%이었고 지표부에서는 추적성 거미류인 늑대거미과가 32.8%, 야행성 거미류인 수리거미과가 31.2%로서 두 서식처간 차이를 나타내었다. 지표부에서는 가시늑대거미(*Pardosa laura*)와 검은넓적니거미(*Gnaphosa silvicola*)가 우점종이었고 수관부에서는 살깃열낭거미(*Clubiona jucunda*)와 불개미거미(*Mymarachne japonica*)가 우점종이었다.

지표부에서는 5월 7월, 11월에 각각 종다양도(H')의 피크를 보이며 수관부에서는 6월과 9월에 피크를 나타내었다. 각 서식처의 종다양도(H')는 균등도(J') 변화에 영향을 받지 않고 종수와 개체수에 따라 변화되는 경향이였다. 한 서식처 내에서도 각각의 생태적 guild별, 우점종별로 계절적 발생시기 또는 주활동시기가 서로 다른 것을 알 수 있었다.

사 사

본 연구를 위하여 거미표본 동정에 적극적인 도움을 주신 한국거미 연구소 南宮 俊 선 생님께 깊은 감사를 드립니다.

引 用 文 獻

- Agnew, C. W. and J. W. Smith. 1989. Ecology of spiders (Araneae) in a peanut agroecosystem. *Environ. Entomol.* 18 : 30-42.
- 최 성 식·남궁 준. 1976. 논에 서식하는 거미의 조사(I). *한국식물보호학회지* 15 : 89-93.
- Clarke, R. D. and P. R. Grant. 1968. An experimental study of the role of spiders as predators in a forest litter community. Part 1. *Ecology* 49 : 1152-1154.
- Culin, J. D. and R. W. Rust. 1980. Comparison of the ground surface and foliage dwelling spider communities in a soybean habitat. *Environ. Entomol.* 9 : 577-582.
- Dondale, C. D. and J. H. Redner. 1976. A review of the spider genus *Philodromus* in America (Araneida : Philodromidae). *Can. Entomol.* 108 : 127-157.
- Enders, F. 1974. Vertical stratification in orb-web spiders (Araneidae, Araneae) and a consideration of other methods of coexistence. *Ecology* 55 : 317-328.
- Enders, F. 1975. The influence of hunting manner on prey size, particularly in spiders with long attack distances (Araneidae, Linyphiidae and Salticidae). *Am. Nat.* 109 : 737-763.
- Givens, R. P. 1978. Dimorphic foraging strategies of a salticid spider (*Phidippus audax*). *Ecology* 59 : 309-321.
- Greenslade, P. J. M. 1964. Pit-fall trapping as a method for studying populations of Carabidae(Coleoptera). *J. Anim. Ecol.* 33 : 301-310.
- Hatley, C. L. and J. A. MacMahon. 1980. Spider community organization: Seasonal

- variation and the role of vegetation architecture. *Environ. Entomol.* 9 : 632-639.
- Howell, J. O. and R. L. Pienkowski. 1971. Spider populations in alfalfa, with notes on spider prey and effect of harvest. *J. Econ. Entomol.* 64 : 163-168.
- Keer, R., M. Alderweireldt, K. Decler, H. Segers, K. Desender and J. P. Maelfait. 1989. Horizontal distribution of the spider fauna of intensively grazed pastures under the influence of diurnal activity and grass height. *J. Appl. Ent.* 107 : 455-473.
- 김주필. 1984. 솔잎혹파리 피해송림의 절지동물 군집의 구조에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사학위 청구논문
- 김상훈. 1989. 소나무림과 참나무림내에 절지동물의 군집생태학적 비교연구. 동국대학교 대학원 석사학위 청구논문
- 이해풍·원병휘. 1968. 침엽수림의 거미생태에 관한 연구. *최신의학* 11 : 291-296.
- 이해풍·이건형·김상훈. 1990. 산림토양내의 병해충방제를 위한 생태학적 기초연구 1. 소나무림과 활엽수림내의 지표곤충. 동국대학교 논문집 출판중
- 이건형. 1987. 산림에 딱정벌레류와 거미류의 서식하는 군집구조 및 발생소장에 관한 연구. 동국대학교 대학원 석사학위 청구논문
- LeSar, C. D. and J. D. Unzicker. 1978. Soybean spiders: Species composition, population densities, and vertical distribution. *Ill. Nat. Hist. Surv. Biol. Notes.* 107 : 3-14.
- McCaffrey, J. P. and R. L. Horsburgh. 1980. The spider fauna of apple trees in Central Virginia. *Environ. Entomol.* 9 : 247-252.
- Nyffeler, M., D. A. Dean and W. L. Sterling. 1987. Feeding ecology of the orb-weaving spider *Argiope aurantia* (Araneae: Araneidae) in a cotton agroecosystem. *Entomophaga* 32 : 367-375.
- 백갑용·김진식. 1973. 대구의 논거미상과 그 계절적 변동에 대한 조사. *한국식물보호학회지* 12 : 125-130.
- Pekarsky, B. L. and S. I. Dodson. 1980. An experimental analysis of biological factors contributing to stream community structure. *Ecology* 61 : 1283-1290.
- Pielou, E. C. 1969. *An introduction to mathematical ecology.* Wiley, Interscience. New York. 286 pp.
- Plagens, M. J. 1983. Populations of *Misumenops* (Araneida: Thomisidae) in two Arizona cotton fields. *Environ. Entomol.* 12 : 572-575.
- Riechert, S. E. and A. B. Cady. 1983. Patterns of resource use and tests for competitive release in a spider community. *Ecology* 64 : 899-913.
- Riechert, S. E. and T. Lockley. 1984. Spiders as biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* 29 : 299-320.
- Root, R. B. 1973. Organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecol. Monogr.* 43 : 95-124.
- Spiller, D. A. 1984. Competition between two spider species: experimental field study. *Ecology* 65 : 909-919.

- Turnbull, A. L. 1960. The spider population of stand of oak in Wytham wood, Berks., England. *Can. Ent.* 92 : 110-124.
- Turnbull, A. L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Ann. Rev. Entomol.* 18 : 305-348.
- Uetz, G. W. 1975. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. *Environ. Entomol.* 4 : 719-724.
- Uetz, G. W. 1977. Coexistence in a guild of wandering spiders. *J. Anim. Ecol.* 46 : 531-541.
- Vegelei, A. and R. Greissl. 1989. Survival strategies of the crab spider *Thomisus onustus* Walckenaer 1806 (Chelicerata, Arachnida, Thomisidae). *Oecologia* 80 : 513-515.
- Wheeler, A. G. 1973. Studies on the arthropod fauna of alfalfa V. Spiders (Araneida). *Can. Ent.* 105 : 425-432.
- Whitcomb, W. H., H. Exline and R. C. Hunter. 1963. Spiders of the Arkansas cotton field. *Ann. Ento. Soc. Am.* 56 : 653-432.
- Wise, D. H. 1981. A removal experiment with darkling beetles: lack of evidence for interspecific competition. *Ecology* 62 : 727-738.

(1990年 3月 22日 接受)