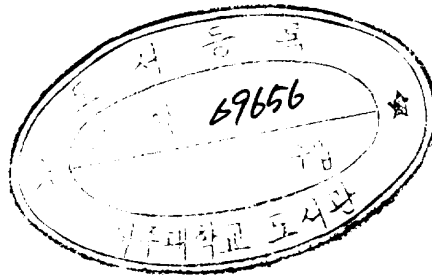


碩士學位 請求論文

濟州島 草地, 소나무 숲 그리고 참나무
숲에서의 초파리 群集 比較 分析

指導教授 金 源 澤



濟州大學校 教育大學院

生物教育專攻

高 永 玉

1993年 8月

濟州島 草地, 소나무 숲 그리고 참나무 숲에서의 초파리 群集 比較 分析

指導教授 金 源 澤

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함

1993年 6月 日

濟州大學校 教育大學院 生物教育 專攻

提出者 高 永 玉

高永玉의 教育學 碩士學位 論文을 認准함

1993年 7月 日

審査委員長

李 龍 弼

審査委員

吳 德 禧

審査委員

金 源 澤

摘 要

1990년 4월부터 11월까지 제주도 초지, 소나무 숲과 참나무 숲의 지표, 지상 50 cm 높이, 지상 100 cm 높이에서 초파리를 채집한 결과, 총 4속 24종 17,353 개체의 초파리가 채집되었으며, 종 구성과 군집의 유연관계를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 數 度

- 1) 초파리 종의 수도는 참나무 숲에서 가장 높고, 소나무 숲, 초지의 순이다.
- 2) 초지에서 초파리 종의 수도는 9월과 지표에서 가장 높다.
- 3) 소나무 숲에서 초파리 종의 수도는 10월과 지표에서 가장 높다.
- 4) 참나무 숲에서 초파리 종의 수도는 7월과 100 cm 높이에서 가장 높다.

2. 多樣度

- 1) 초파리 종의 다양도는 소나무 숲에서 가장 높고, 초지, 참나무 숲의 순이다.
- 2) 초지에서 초파리 종의 다양도는 10월과 지표에서 가장 높다.
- 3) 소나무 숲과 참나무 숲에서 초파리 종의 다양도는 8월과 100 cm 높이에서 가장 높다.

3. 豊富度

- 1) 초파리 종의 풍부도는 초지에서 가장 높고, 참나무 숲, 소나무 숲의 순이다.
- 2) 초지에서 초파리 종의 풍부도는 10월과 지표에서 가장 높다.
- 3) 소나무 숲에서 초파리 종의 풍부도는 8월과 50 cm 높이에서 가장 높다.
- 4) 참나무 숲에서 초파리 종의 풍부도는 10월과 50 cm 높이에서 가장 높다.

4. 월별, 식생별 및 각 식생의 시·공간적 초파리 군집간에 일반적 중복도로 본 생태학적 지위는 어느 정도 중복되나 완전 중복되는 경우는 없었다.

5. 군집의 chord distance로 집괴분석한 결과, 종의 우점 순위가 동일할수록 유사도는 높고, 우점 순위가 판이할수록 유사도가 낮은 군집으로 분류되어진다.

目 次

I. 緒論	1
II. 調査地 및 研究方法	3
1. 調査地の 環境	3
2. 研究方法	4
III. 結果 및 考察	6
1. 種 造成	6
1) 種數와 數度	6
2) 多樣度	18
3) 豊富度	22
4) 生態學的 地位(niche)의 重複度	24
2. 群集 分類	27
參考文獻	51
Summary	54

表 目 次

Table 1. Monthly mean values of temperature and relative humidity, and total amount of rainfall in the survey area	3
Table 2. Species composition and abundance of the whole drosophilid community by month	6
Table 3. Abundance of each species collected throughout the survey period from each plant vegetation of the whole drosophilid community	9
Table 4. Monthly species abundance of the drosophilid community in the meadow	11
Table 5. Monthly species abundance of the drosophilid community in the pine forest	12
Table 6. Monthly species abundance of the drosophilid community in the oak forest	13
Table 7. Spatio-temporal abundance of the drosophilid species in the meadow	14
Table 8. Spatio-temporal abundance of the drosophilid species in the pine forest	15
Table 9. Spatio-temporal abundance of the drosophilid species in the oak forest	16
Table 10. Temporal change of general overlap of the whole drosophilid community	25
Table 11. General overlap between the drosophilid communities classified by plant vegetation	25

Table 12. Temporal change of general overlap between samples obtained from three different heights in the meadow	26
Table 13. Temporal change of general overlap between samples obtained from three different heights in the pine forest	26
Table 14. Temporal change of general overlap between samples obtained from three different heights in the oak forest	27

그 립 목 차

Fig. 1. Monthly species diversity of the whole drosophilid community.	32
Fig. 2. Monthly species diversity of the drosophilid community in each survey area.	33
Fig. 3. Vertical species diversity of the drosophilid community in each survey area.	34
Fig. 4. Spatio-temporal variation of species diversity of the drosophilid community in the meadow.	35
Fig. 5. Spatio-temporal variation of species diversity of the drosophilid community in the pine forest.	36
Fig. 6. Spatio-temporal variation of species diversity of the drosophilid community in the oak forest.	37
Fig. 7. Monthly species richness of the whole drosophilid community.	38
Fig. 8. Monthly species richness of the drosophilid community in each survey area.	39

Fig. 9. Vertical species richness of the drosophilid community in each survey area.	40
Fig. 10. Spatio-temporal variation of species richness of the drosophilid community in the meadow.	41
Fig. 11. Spatio-temporal variation of species richness of the drosophilid community in the pine forest.	42
Fig. 12. Spatio-temporal variation of species richness of the drosophilid community in the oak forest.	43
Fig. 13. Dendrogram for cluster analysis of the whole drosophilid community by month.	44
Fig. 14. Dendrogram for cluster analysis of the whole drosophilid community by plant vegetation.	44
Fig. 15. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community in the meadow.	45
Fig. 16. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community in the pine forest.	45
Fig. 17. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community in the oak forest.	46
Fig. 18. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at ground in the meadow.	46
Fig. 19. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 50 cm height in the meadow.	47
Fig. 20. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 100 cm height in the meadow.	47

Fig. 21. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at ground in the pine forest.	48
Fig. 22. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 50 cm height in the pine forest.	48
Fig. 23. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 100 cm height in the pine forest.	49
Fig. 24. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at ground in the oak forest.	49
Fig. 25. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 50 cm height in the oak forest.	50
Fig. 26. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 100 cm height in the oak forest.	50

I. 緒 論

지난 90 餘年間 초파리는 遺傳學 및 進化論 分野의 研究에서 관심이 집중되어 왔다. 그러나 유전학과 進化의 많은 問題들을 解決하는데 生態學的 知識도 필요하다는 것을 느끼게 되면서 Dobzhansky and Epling (1944)에 의해 초파리의 생태와 분류 및 지리적 분포에 대한 연구가 보고되었다. 이후, Toda (1973, 1976, 1977)는 Hokkaido와 Bonin Island에서 초파리 자연군집의 수직 분포와 분산에 대하여, Shorrocks (1975)은 영국 초파리과의 삼림 종의 분포와 수도에 대해, Takada and Maekawa (1983)는 Okhotsk해 연안의 Kutcharo 호수에 분포하는 초파리의 계절적 변동에 관하여, 그리고 Beppu (1984)는 너도밤나무 수림 내의 초파리 수직 미분포에 대하여 연구 보고하였다.

韓國의 초파리에 대해서는 Chung (1958), 姜 등 (1959), Lee (1962) 등에 의해서 地域에 따른 分布相 및 高度差 分布와 季節的 變動에 관한 보고가 있고, Lee (1962, 1964)는 한국산 초파리 과의 분류와 지리적 분포에 대하여 조사한 바 있다.

한편, 濟州島의 초파리 분포에 관한 調査는 Paik and Kim (1957), Chung (1955, 1958), 姜 등 (1959, 1964), 그리고 Lee (1962, 1964) 등에 의해서 斷片的으로 수행되었고, Kwon and Toda (1981)에 의해서 最初로 漢拏山의 落葉闊葉樹林帶의 초파리 群集構造가 研究됨과 아울러 韓國 未記錄 6 種과 濟州島 未記錄 17 種이 報告되었다. 이후, 金 (1984, 1985)은 해발 300 m의 溪谷樹林內 초파리 群集의 出現性과 垂直分布에 대한 연구, 그리고 海拔 1,000 m와 1,800 m 사이의 落葉闊葉樹林帶 및 灌木帶 초파리 群集의 高度別 分布 및 季節的 變動에 대하여 조사 연구한 바 있고, 高 (1986)는 濟州島 溪谷의 常綠樹林內의 초파리 群集을 分析 報告하였으며, 梁 (1987)은 濟州島 松林에서의 초파리 種의 季節的 變動과 微分布를 조사한 바 있다.

濟州도는 韓半島의 最南端에 위치하고 있는 섬으로서 地理적으로나 氣候적으로 特殊한 自然환경을 가지고 있으며, 특히, 漢拏山을 중심으로 高度差가 顯著하여 다양한 植生이 형성된 곳이다 (金, 1985). 이에 따라 초파리의 분포상

이 다양하고 초파리 군집의 생태적 지위도 특이하리라 여겨지지만 체계적인 연구는 아직도 미약한 실정이다. 따라서 본 연구는 해발 300 m에 위치한 초지 및 소나무 숲과 참나무 숲에서 계절적 변동 및 수직분포에 따른 초파리 종의 조성과 군집의 특성을 비교 분석하여 제주도 초파리 생태연구에 基礎資料를 제시하고자 遂行하게 되었다.

II. 調査地 및 研究方法

1. 調査地の 環境

본 조사의 대상지역은 해발 약 300 m에 위치한 제주시 아라동의 식생 군락 (면적 약 30,000 m²)으로서 각각 분리된 초지 및 소나무 숲 그리고 참나무 숲의 3개 조사지소이다. 조사지의 주변에는 많은 경작지가 인접해 있고, 북서쪽으로 약 2 km 부근에 인가가 형성되어 있다. 초지의 식생은 참억새 (*Miscanthus sinensis*)가 주종을 이루고 있고, 잔디 (*Zoysia japonica*), 토끼풀 (*Trifolium repens*), 고사리 (*Pteridium aquilinum* var. *koenigii*), 산짚신나물 (*Agrimonia coreana*), 엉겅퀴 (*Cirsium japonicum* var. *ussuriense*), 지면패랭이꽃 (*Phlox subulata*), 마타리꽃 (*Patrinia scabiosaeifolia*), 암대극 (*Euphorbia jolkini*) 등의 초본류가 지표를 덮고 있다. 한편, 소나무 숲과 참나무 숲은 각각 소나무(*Pinus densiflora*)와 상수리나무 (*Quercus acutissima*)가 주종을 이루고 있고, 소나무 숲의 하층부에는 찔레꽃 (*Rosa multiflora*)과 엉겅퀴, 산짚신나물, 청미래덩굴 (*Smilax china*) 등이 분포하고 있으며, 참나무 숲의 하층부에는 엉겅퀴, 참억새, 고사리과 (Pteridaceae) 등이 성기게 출현하고 있다.

조사 기간은 1990년 4월부터 11월까지 8개월 동안이며, 이 기간 동안 평균 기온은 20.6°C, 8월 평균기온이 28.2°C로 가장 높았고, 4월 평균기온이 13.3°C로 가장 낮았다. 월 평균기온, 습도 및 강우량은 표 1과 같다.

Table 1. Monthly mean values of temperature and relative humidity, and total amount of rainfall in survey area

Month	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Temperature(°C)	13.3	17.7	22.8	26.7	28.2	23.8	17.9	14.5
Humidity(%)	69.0	75.0	77.0	82.0	77.0	76.0	71.0	71.0
Rainfall(mm)	97.5	104.5	271.8	200.6	176.1	257.9	53.3	118.7

2. 研究方法

조사기간 동안 각 조사지소에 효모로 2주일간 발효시킨 바나나 (Shorrocks, 1975)를 유인물로 사용한 "retainer" type 1 trap (Toda, 1977a)을 지표, 지상 50 cm 높이, 그리고 지상 100 cm 높이에 각각 하나씩 고정 설치하고, 1 주일 마다 포획된 초파리를 70% 알코올에 고정한 후, 실험실로 옮겨 동정하였다.

초파리 군집의 종 조성은 Hill (1973b)의 종 다양도 (species diversity) 지수와 Margalef (1958)의 종 풍부도 (species richness) 지수를 각각 다음식에 의해 산출하여 비교하였다.

$$\text{Species diversity} = eH'$$

여기에서 H' (Shannon 지수) = $-\sum P_i \log P_i$, P_i 는 i 번째 종의 상대수도로서 n_i/N_i 이고, n_i 는 i 번째 종의 수도이며 N_i 는 전체 종의 수도이다.

$$\text{Species richness} = \frac{S - 1}{\log(N)}$$

여기에서 S 는 종의 총수이고, N 는 개체의 총수이다.

초파리 군집간 또는 표본간에 있어서 모든 종들의 생태학적 지위가 얼마나 중복되어 있는지를 알아보기 위하여 일반적 중복 (Petraitis, 1985)을 계산하였고, 통계학적 검정은 다음의 식과 같은 일반적 중복의 교정치를 가지고 하였다. Petraitis (1985)는 자원 스펙트럼에서 관찰된 한 종의 자원 이용 상태를 확률적으로 알아낼 수 있는지의 여부를 검사하는 식을 만들어 냈으며, 한 군집내에 있는 종간의 일반적 중복의 양은 공통의 자원 이용곡선에서 모든 종의 이용곡선을 구할 수 있는 확률로 정의 하였다.

$$GO_{adj} = \frac{\hat{GO} - GO_{min}}{1 - GO_{min}}$$

또한, 초파리 군집에 복잡한 생태학적 유연관계를 쉽게 도출하기 위하여 집괴분석 (cluster analysis)을 이용하였다. 집괴분석을 위한 계산식은 아래와 같은 선형 순열조합 방정식 (linear combinatorial equation)을 사용하였다 (Lance and Williams, 1976).

$$D(j,k)(h) = \alpha_1 D(j,h) + \alpha_2 D(k,h) + \beta D(j,k)$$

여기에서 j 번째와 k 번째의 표본단위로 형성된 새로운 집괴(j,k)와 h 번째의 표본단위 사이의 거리는 이미 알고 있는 distance인 $D(j,k)$, $D(j,h)$ 그리고 $D(k,h)$ 와 매개변수 α_1 , α_2 그리고 β 를 가지고 계산이 된다. 유사도 측정에는 여러 가지가 있지만 여기에서는 데이터의 유형에 관계 없이 해석에 가장 효율적이라고 알려진 chord distance를 사용하였으며 (Ludwig and Reynolds, 1987), $\alpha_1 = \alpha_2$ 이고 $\alpha_1 + \alpha_2 + \beta = 1$ 이라는 조건에서 $\beta = -0.25$ 을 주어 계산하였다.

본 연구에서 사용된 Computer Program은 SPDIVERS.BAS, SPOVRLAP.BAS, 그리고 CLUSTER.BAS 이다 (Ludwig and Reynolds, 1988).

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 種 組 成

1) 種數와 數度 (abundance)

조사기간 동안 총 4 속 24 종 17,353 개체의 초파리가 채집되었으며, 각 월 별로 조사 된 초파리 전체 군집의 조성은 표 2와 같다.

Table 2. Species composition and abundance of the whole drosophilid community by month

Species	Month	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Total(%)
<i>Drosophila immigrans</i>		13	110	475	2,380	278	273	454	14	3,977(23.00)
<i>D. coracina</i>		240	196	175	483	105	1,576	786	4	3,564(20.50)
<i>D. angularis</i>		2	49	5	349	99	489	1,550	5	2,548(14.70)
<i>D. triauraria</i>		61	92	14	270	352	1,014	240	4	2,047(11.80)
<i>D. bizonata</i>		3	4	1	32	84	62	1,141	15	1,342(7.70)
<i>D. lacertosa</i>		1	·	10	3	112	1,067	103	5	1,301(7.50)
<i>D. busckii</i>		13	515	85	38	12	5	122	13	803(4.60)
<i>D. suzukii</i>		2	·	·	45	14	37	639	41	778(4.50)
<i>D. melanogaster</i>		2	9	6	30	71	68	68	2	256(1.50)
<i>D. curviceps</i>		13	9	1	28	47	4	128	·	230(1.30)
<i>D. lutescens</i>		5	17	3	5	11	31	97	43	212(1.20)
<i>D. histrio</i>		·	·	1	3	1	14	47	2	68(0.39)
<i>D. unispina</i>		·	9	1	·	·	1	49	1	61(0.35)
<i>D. nigromaculata</i>		·	3	3	4	4	2	5	1	22(0.13)
<i>D. bifasciata</i>		·	2	·	·	2	7	8	1	20(0.12)
<i>D. confusa</i>		·	2	·	6	·	1	8	·	17(0.10)
<i>D. sternopleuralis</i>		·	·	1	·	2	2	5	·	10(0.08)
<i>D. sexvittata</i>		·	·	·	·	2	·	1	·	3(0.02)
<i>D. collinella</i>		·	·	1	·	1	·	·	·	2(0.01)
<i>D. sp. 1</i>		·	·	·	1	·	·	·	·	1(<0.01)
<i>D. sp. 2</i>		·	1	·	·	·	·	1	·	2(0.01)
<i>Amiota variegata</i>		·	1	3	22	3	19	10	·	58(0.33)
<i>Leucophenga magnipalpis</i>		·	·	·	·	·	1	·	·	1(<0.01)
<i>Scaptomyza pallida</i>		·	·	9	·	1	·	·	·	10(0.08)
Total number of individuals N(%)		355 (2.1)	1,019 (5.9)	794 (4.9)	3,699 (21.3)	1,201 (6.9)	4,673 (26.9)	5,461 (31.5)	151 (0.9)	17,353 (100)
Total number of species S		11	15	17	16	19	19	20	14	24

종수는 10월에 20종으로 가장 많고, 8월과 9월에도 비슷하였으며 4월에 11종으로 가장 적었다.

시기별로 수도 (abundance)를 비교하여 보면, 5월부터 증가하기 시작하여 10월에 가장 높아지는 경향을 보였으나, 8월에는 수도가 급격하게 낮아져서 이러한 경향에서 벗어났다. 11월이 되면 수도는 급속히 감소하여 가장 낮아졌다. 10월에 종수와 수도가 가장 높은 것은 Basden(1953)의 결과와 일치하고 있다.

여기에서 종들의 數度를 비교하여 보면, 왕노랑초파리 (*Drosophila immigrans*)가 23%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 꼬마먹초파리 (*D. coracina*)가 20.5%로 나타났으며, 각시별초파리(*D. angularis*), *D. triauraria*, 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*), 그리고 노랑점먹초파리 (*D. lacertosa*) 등도 비교적 높은 수도를 보였다. 한편, 여섯줄등초파리 (*D. sexvittata*)는 조사기간 동안 3 개체만 채집되었고, *D. collinella*와 *Leucophenga magnipalpis*는 각각 2 개체와 1 개체만 채집되어 아주 낮은 수도로 나타났다. 이들 주된 종들에서 수도의 시기적 변동을 보면 다음과 같다.

왕노랑초파리 : 7월에 가장 높은 수도로 출현하였다가 10월에 두번째로 높은 수도를 보였다. 梁 (1987)은 이 종이 온도 15℃ ~ 19℃, 습도 60 ~ 70% 범위인 10월과 11월에 높은 수도로 출현한다고 보고하여 본 조사의 결과와 차이를 보인다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 이 종은 온도 및 습도에 대한 내성이 광범위한 것으로 생각된다. 그러나 각 조사지에서 제공하는 이 종의 채이장소 및 번식장소가 시기적인 차이가 있으므로 해서 그것이 변수로 작용했을 지도 모른다. 따라서 이러한 결과를 토대로 이 종의 생태적 습성을 연구할 필요가 있다고 생각된다.

꼬마먹초파리 : 9월과 10월에 아주 높은 수도로 출현하였고, 8월과 11월에 매우 낮은 수도를 보였다. 특히, 비교적 기온이 낮은 4월에 출현한 종 중에서 가장 큰 수도로 나타난 것이 주목되었다. 金 (1984)은 이 종이 9월과 10월에 가장 큰 집단을 형성한다고 보고하여 본 조사와 일치하고 있으나, 梁 (1987)은 이 종이 6월과 7월에 가장 큰 집단을 형성하며, 8월에도 높은 수도로 나타나서 기온이 높은 환경에서도 활동성이 강한 종으로 보고하여 본 조사와는 차이가 있었다.

각시별초파리 : 10월에 수도가 가장 높았으며, 9월에도 매우 높은 수도로 출

현한 종으로서, 이 종이 가을에 다수종으로 출현한다고 보고한 Lee (1962), 金 (1984), 高 (1986) 그리고 梁 (1987)의 결과와 일치하였다.

D. triauraria : 9월에 가장 높은 수도를 보였으며, 8월에는 출현종 중에서 가장 큰 집단을 형성하여 두번째 높은 수도로 출현하였는데, 이 종이 9월에 가장 큰 집단을 형성한다고 보고한 金 (1984)의 결과와, 8월에 다수종으로 출현하여 기온이 아주 높은 환경에서도 활발히 활동하는 종이라고 보고한 梁 (1987)의 결과와도 일치하고 있다.

두띠노랑초파리 : 10월에 수도가 높은 반면, 나머지 기간에는 비교적 낮은 수도로 출현한 종으로서, 가을에 다수종이라고 보고한 Lee (1962), 金 (1984), 高 (1986) 그리고 梁 (1987)의 조사와 일치하였다.

회소종 : 여섯줄등초파리와 *D. collinella*는 전 조사 기간을 통하여 각각 3 개체와 2 개체만이 채집된 종이다. 선행된 조사 보고를 보면, 여섯줄등초파리가 27 개체 (Kwon and Toda, 1981)이고, *D. collinella*는 3 개체 (高, 1986)가 기록되어 있을 뿐이다. 또한 *Leucophenga* 속은 본 조사에서 *L. magnipalpis* 1 개체만이 채집되었는데, 이 속은 Kwon and Toda (1981)가 3 종 21 개체를 보고한 이래, 高 (1986)의 조사에서 2 종 5 개체가 보고되었고, 梁 (1987)의 조사에서 4 종 35 개체가 기록되어 있다. 이러한 종들의 채집된 개체 수가 적은 것은 이들이 제주도 환경조건에 적응적이지 못하여 집단이 작기 때문이었는지 아니면 식이물이 독특하여 바나나에는 유인이 잘 안되기 때문이었는지 확실치 않다. 따라서 이러한 종들의 생태적 지위를 자세히 밝히기 위해서는 앞으로 더 조사할 필요가 있다고 생각된다.

식생별 전체 군집의 조성은 표 3과 같다. 이들 3 개의 군집 중에서 4 속 22 종 7,677 개체가 출현한 참나무 숲의 군집이 가장 높고, 다음은 2 속 20 종 6,637 개체가 출현한 소나무 숲, 3 속 22 종 3,039 개체가 출현한 초지의 군집 순으로 나타났다. 초지의 군집에서 최우점종은 *D. triauraria*였고, 노랑점먹초파리도 우점종이었다. 소나무 숲의 군집에서 최우점종은 각시별초파리였으며, 꼬마먹초파리, 두띠노랑초파리, 왕노랑초파리, 스즈끼초파리 (*D. sukuzii*) 등이 우점종이었다. 참나무 숲의 군집에서 최우점종은 왕노랑초파리였고, 꼬마먹초파리, 각시별초파리, 줄무늬초파리 (*D. busckii*) 등이 우점종이었다.

Table 3. Abundance of each species collected throughout the survey period from each plant vegetation of the whole drosophilid community

Species	Meadow	Pine forest	Oak forest
<i>Drosophila immigrans</i>	324	831	2,842
<i>D. coracina</i>	230	1,320	2,014
<i>D. angularis</i>	114	1,673	761
<i>D. triauraria</i>	1,135	527	385
<i>D. bizonata</i>	61	916	365
<i>D. lacertosa</i>	734	264	303
<i>D. busckii</i>	94	74	635
<i>D. suzukii</i>	109	602	67
<i>D. melanogaster</i>	104	77	75
<i>D. curviceps</i>	6	164	60
<i>D. lutescens</i>	74	87	51
<i>D. histrio</i>	11	34	23
<i>D. unispina</i>	5	30	26
<i>D. nigromaculata</i>	4	8	10
<i>D. bifasciata</i>	1	11	8
<i>D. confusa</i>	6	8	3
<i>D. sternopleuralis</i>	3	4	3
<i>D. sexvittata</i>	2	.	1
<i>D. collinella</i>	1	.	1
<i>D. sp.1</i>	.	1	.
<i>D. sp.2</i>	1	1	.
<i>Amiota variegata</i>	11	5	42
<i>Leucophenga magnipalpis</i>	.	.	1
<i>Scaptomyza pallida</i>	9	.	1
Total number of individuals N(%)	3,039 (17.5)	6,637 (38.2)	7,677 (44.2)
Total number of species S	22	20	22

왕노랑초파리는 참나무 숲에서 가장 높은 수도를 보였는데, 이것은 왕노랑 초파리가 수관부 (canopy)를 미소서식지 (microhabitat)로 선호하는 수림 선호 종 (forest species)이라고 보고한 Kwon and Toda (1981)의 결과와 밀접한 관련을 가진다고 볼 수 있다. 꼬마먹초파리의 대부분은 소나무 숲과 참나무 숲에서 출현하였는데, 수림 선호종이라고 보고한 Toda (1973)의 결과와 일치

하였다. 각시별초파리는 소나무 숲에서 가장 활동성이 높은 수립 선호종으로 조사되었다. *D. triauraria*는 소나무 숲이나 참나무 숲 보다는 초지에서 가장 높은 수도로 출현하였는데, 이 종이 초지 선호종이라고 한 Toda (1973)의 보고와 일치하고 있으나, fungus feeder로서 수관부와 건조한 강기슭을 미소서 식지로 선호한다는 Kwon and Toda (1981)의 보고와는 차이가 있었다. 두띠노랑초파리는 소나무 숲에서 가장 높은 수도로 출현하였고, 다음은 참나무 숲이었으며, 초지에서의 수도가 가장 낮았는데, 이 종은 fungus feeder로서 수립 내의 하층부를 선호한다고 보고한 Kwon and Toda (1981)의 결과와 일치하고 있다.

초지에 비하여 참나무 숲과 소나무 숲의 초파리 분포 수도가 높은 이유는 초지보다는 수립 내의 광 및 微氣候가 더 안정되어 있기 때문인 것으로 사료된다. 그렇지만 식생별 조사지소 간에 초파리 군집 형성에 중요한 채이장소와 번식장소 (Shorrocks and Wood, 1973)의 조건이 차이를 가지고 있기 때문이기도 하다고 본다. 왜냐 하면, 참나무 숲의 군집에서 부식성인 줄무늬초파리가 우점종으로 분포하였다는 것이 하나의 증거가 될 수 있다. 더욱이, 이 조사지소에는 이웃한 목장에서 소들이 더위를 피해 들어와서 배설한 분이 많았을 뿐 아니라, fungus feeder가 번식장소로 선호하는 fungi들이 많이 생육하고 있기 때문이다. 소나무 숲에도 역시 여러 종류의 fungi가 생육하고 있었다. 또한, sap feeder들에게도 숲은 좋은 서식지를 제공할 것이기 때문이다.

초지에서 월별 초파리 군집의 조성은 표 4와 같다. 9월에 수도가 가장 높은 것은 *D. triauraria*와 노랑점먹초파리의 수도가 매우 커졌기 때문인데, 이 종들은 초지 선호종이라고 한 Toda (1973)의 보고와 일치하고 있다.

Table 4. Monthly species abundance of the drosophilid community in the meadow

Species	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Total
<i>Drosophila immigrans</i>	.	3	41	136	5	54	82	3	324
<i>D. coracina</i>	7	9	20	37	8	127	22	.	230
<i>D. angularis</i>	.	1	.	7	7	26	73	.	114
<i>D. triauraria</i>	18	35	1	117	150	731	82	1	1,135
<i>D. bizonata</i>	.	.	.	1	13	13	33	1	61
<i>D. lacertosa</i>	.	.	.	.	60	653	18	3	734
<i>D. busckii</i>	.	34	17	3	.	3	31	6	94
<i>D. suzukii</i>	1	.	.	5	3	9	91	.	109
<i>D. melanogaster</i>	1	7	.	.	50	18	28	.	104
<i>D. curviceps</i>	.	.	.	.	2	2	2	.	6
<i>D. lutescens</i>	.	.	.	.	1	15	23	35	74
<i>D. histrio</i>	.	.	.	.	.	.	11	.	11
<i>D. unispina</i>	.	.	.	.	.	1	4	.	5
<i>D. nigromaculata</i>	.	.	.	.	.	2	1	1	4
<i>D. bifasciata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>D. confusa</i>	.	.	.	6	.	.	.	.	6
<i>D. sternopleuralis</i>	.	.	.	.	.	2	1	.	3
<i>D. sexvittata</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	2
<i>D. collinella</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1
<i>D. sp. 2</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Amiota variegata</i>	.	1	.	6	1	1	2	.	11
<i>Scaptomyza pallida</i>	.	.	8	.	1	.	.	.	9
Total number of individuals N(%)	27 (0.89)	90 (3.0)	87 (2.9)	318 (10.5)	304 (10.0)	1,657 (54.5)	505 (16.6)	51 (1.7)	3,039
Total number of species S	4	7	5	9	14	15	17	8	22

소나무 숲에서 월별 초파리 군집의 조성은 표 5에 나타내었다. 10월에 수도가 가장 높게 나타났고, 11월의 수도는 가장 낮았다. 10월 수도가 가장 높은 이유는 fungus feeder인 각시별초파리, 두띠노랑초파리, 스즈끼초파리의 수도가 급격히 증가하였기 때문이다. 특히, 소나무 숲에서는 봄에 활동성이 강한 꼬마먹초파리가 4월에 크게 증가하였으나, 11월에는 전혀 출현하지 않았기 때문에 11월의 수도가 4월에 비해 아주 낮게 나타났다.

Table 5. Monthly species abundance of the drosophilid community in the pine forest

Species	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Total
<i>Drosophila immigrans</i>	8	36	80	383	38	146	238	2	831
<i>D. coracina</i>	217	167	86	188	39	504	119	·	1,320
<i>D. angularis</i>	2	47	2	302	37	362	921	·	1,673
<i>D. triauraria</i>	36	50	·	53	79	187	119	3	527
<i>D. bizonata</i>	3	2	·	18	8	32	840	13	916
<i>D. lacertosa</i>	1	·	5	·	23	180	55	·	264
<i>D. busckii</i>	1	28	4	2	·	·	33	6	74
<i>D. suzukii</i>	1	·	·	33	1	12	514	41	602
<i>D. melanogaster</i>	1	1	3	4	9	38	19	2	77
<i>D. curviceps</i>	12	5	1	18	35	·	93	·	164
<i>D. lutescens</i>	5	12	3	2	5	4	48	8	87
<i>D. histrio</i>	·	·	1	·	·	14	17	2	34
<i>D. unispina</i>	·	7	·	·	·	·	23	·	30
<i>D. nigromaculata</i>	·	2	2	1	·	·	3	·	8
<i>D. bifasciata</i>	·	·	·	·	1	7	3	·	11
<i>D. confusa</i>	·	2	·	·	·	·	6	·	8
<i>D. sternopleuralis</i>	·	·	·	·	1	·	3	·	4
<i>D. sp. 1</i>	·	·	·	1	·	·	·	·	1
<i>D. sp. 2</i>	·	1	·	·	·	·	·	·	1
<i>Amiota variegata</i>	·	·	·	·	1	2	2	·	5
Total number of individuals N(%)	287 (4.3)	360 (5.4)	187 (2.8)	905 (13.6)	279 (4.2)	1,488 (22.4)	3,056 (44.0)	77 (1.2)	6,637
Total number of species S	11	13	10	12	13	12	18	8	20

참나무 숲의 월별 초파리 군집의 조성은 표 6과 같다. 참나무 숲에서는 7월의 수도가 가장 높았고, 9월과 10월에 비교적 높은 수도를 보였으며, 11월에 가장 낮게 나타났다. 이것은 왕노랑초파리의 수도가 7월에 가장 높았기 때문인데, 이 결과는 왕노랑초파리가 봄에서 여름사이에 수도가 증가하다가 가을에 감소한다는 金 (1984)과 高 (1986)의 보고와 일치하고 있다. 그러나 봄과 여름 사이에 인가와 그 주변에서 현저히 증가하다가 가을에 숲속으로 들어 간다는 Toda (1974, 1976)의 보고와는 차이가 있었다. 한편, 9월과 10월에도 소나무 숲에서와 마찬가지로 수림 선호종인 꼬마먹초파리, 각시별초파리, 두더노랑초파리의 수도가 높게 나타났다.

Table 6. Monthly species abundance of the drosophilid community in the oak forest

Month Species	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Total
<i>Drosophila immigrans</i>	5	71	354	1,961	235	73	134	9	2,842
<i>D. coracina</i>	16	20	69	258	58	945	644	4	2,014
<i>D. angularis</i>	·	1	3	40	55	101	556	5	761
<i>D. triauraria</i>	7	7	13	100	123	96	39	·	385
<i>D. bizonata</i>	·	2	1	13	63	17	268	1	365
<i>D. lacertosa</i>	·	·	5	3	29	234	30	2	303
<i>D. busckii</i>	12	453	64	33	12	2	58	1	635
<i>D. suzukii</i>	·	·	·	7	10	16	34	·	67
<i>D. melanogaster</i>	·	1	3	26	12	12	21	·	75
<i>D. curviceps</i>	1	4	·	10	10	2	33	·	60
<i>D. lutescens</i>	·	5	·	3	5	12	26	·	51
<i>D. histrio</i>	·	·	·	3	1	·	19	·	23
<i>D. unispina</i>	·	2	1	·	·	·	22	1	26
<i>D. nigromaculata</i>	·	1	1	3	4	·	1	·	10
<i>D. bifasciata</i>	·	2	·	·	1	·	5	·	8
<i>D. confusa</i>	·	·	·	·	·	1	2	·	3
<i>D. sternopleuralis</i>	·	·	1	·	1	·	1	·	3
<i>D. sexvittata</i>	·	·	·	·	·	·	1	·	1
<i>D. collinella</i>	·	·	1	·	·	·	·	·	1
<i>Amiota variegata</i>	·	·	3	16	1	16	6	·	42
<i>Leucophenga magnipalpis</i>	·	·	·	·	3	1	·	·	1
<i>Scaptomyza pallida</i>	·	·	1	·	·	·	·	·	1
Total number of individuals N(%)	41 (0.5)	569 (7.4)	520 (6.8)	2,496 (32.5)	620 (8.1)	1,528 (19.9)	1,900 (24.3)	23 (0.3)	7,677
Total number of species S	5	12	14	14	16	14	19	7	22

초지에서 초파리 군집의 월별 수직분포는 표 7에 나타내었다. 7월과 9월에 각각 수도가 높은 왕노랑초파리와 *D. triauraria*는 상향 구배를 보이면서 100 cm 높이에서 수도가 높은 반면, 9월과 10월에 각각 수도가 높은 노랑점먹초파리와 스즈끼초파리는 하향 구배를 보이며 지표에서 수도가 가장 높게 나타났다. 한편, 8월에 수도가 높은 *D. triauraria*의 구배 경향은 뚜렷하지 않고 수직분포 수도가 균일하였다.

Table 7. Spatio-temporal abundance of the drosophilid species in the meadow

Table 7. Spatio-temporal distribution of

Month	Apr.			May			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Total		
	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm			
Species																											
<i>Drosophila immigrans</i>	.	.	.	2	.	1	.	23	18	9	15	112	2	3	.	4	23	27	78	4	.	.	3	.	95	71	158
<i>D. coracina</i>	3	2	2	8	.	1	.	16	4	5	13	19	2	4	2	5	33	89	21	1	.	.	.	.	44	69	117
<i>D. angularis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	3	.	4	2	3	2	4	10	12	62	7	4	.	.	.	72	20	22
<i>D. triauraria</i>	12	2	4	25	4	6	.	1	.	53	28	36	46	58	46	75	302	354	81	1	.	.	1	.	292	397	446
<i>D. bizonata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	4	6	2	6	5	22	11	.	.	1	.	27	22	12
<i>D. lacertosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46	14	.	284	191	178	11	7	.	.	3	.	344	212	178
<i>D. busckii</i>	.	.	.	4	4	26	.	2	15	.	.	3	.	.	.	.	1	2	19	10	2	6	.	.	29	17	48
<i>D. suzukii</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	3	.	3	.	1	2	6	78	9	4	.	.	.	81	15	13
<i>D. melanogaster</i>	.	1	.	3	.	4	.	.	.	.	.	40	6	4	.	.	11	7	22	6	.	.	.	.	65	23	16
<i>D. curvipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	2	.	1	1	.	.	.	.	3	3	.
<i>D. lutescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	6	9	23	.	.	32	3	.	55	10	9
<i>D. histrio</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	6	.	.	.	.	.	5	6	.
<i>D. unispina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	.	.	.	.	1	.	4	1	.
<i>D. nigromaculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	1	.	.	1	3	.
<i>D. bifasciata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
<i>D. confusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.
<i>D. sternopleuralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.
<i>D. sexvittata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>D. collinella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>D. sp. 2</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	1	.	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.	2	3	6
<i>Amiota variegata</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	8
<i>Scaptomyza pallida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Total number of individuals N	16	4	7	44	8	38	.	42	45	71	57	190	148	96	60	375	593	689	430	65	10	41	10	.	1125	875	1039
Total number of species S	3	2	3	7	2	5	.	4	4	5	4	9	12	9	5	7	15	10	16	12	3	3	6	.	20	17	13

G : ground

G : ground

Table 8. Spatio-temporal abundance of the drosophilid species in the pine forest

Month	Apr.			May			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Total		
	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm
Height																											
Species																											
<i>Drosophila immigrans</i>	3	•	5	2	5	29	14	66	•	47	122	114	11	13	14	51	47	48	110	56	72	1	•	1	239	309	283
<i>D. coracina</i>	111	33	73	64	11	92	21	65	•	15	121	52	1	27	11	49	251	204	63	22	34	•	•	•	324	530	466
<i>D. angularis</i>	•	•	2	3	9	35	•	2	•	81	121	100	6	13	18	185	106	71	668	120	133	•	•	•	943	371	359
<i>D. triauraria</i>	13	17	6	12	5	33	•	•	•	4	37	12	15	28	36	41	94	52	36	74	9	•	3	•	121	258	148
<i>D. bizonata</i>	•	•	3	•	1	1	•	•	•	6	9	3	1	2	5	3	12	17	426	168	246	3	6	4	439	198	279
<i>D. lacertosa</i>	1	•	•	•	•	•	5	•	•	•	•	•	•	15	8	6	36	138	30	8	17	•	•	•	42	59	163
<i>D. busckii</i>	•	1	•	2	1	25	1	3	•	1	•	1	•	•	•	•	•	•	5	11	17	•	6	•	9	22	43
<i>D. suzukii</i>	•	•	1	•	•	•	•	•	•	2	14	17	•	•	1	•	7	5	328	48	138	11	7	23	341	76	185
<i>D. melanogaster</i>	•	•	1	•	•	1	1	2	•	1	•	3	1	5	3	33	3	2	8	8	3	1	•	1	45	18	14
<i>D. curviceps</i>	10	•	2	•	•	5	•	1	•	•	•	18	•	•	35	•	•	•	48	25	20	•	•	•	58	26	80
<i>D. lutescens</i>	•	•	5	•	•	12	•	3	•	1	•	1	4	•	1	•	•	4	25	12	11	2	2	4	32	17	38
<i>D. histrio</i>	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•	12	•	2	6	10	1	•	2	•	18	13	3
<i>D. unispina</i>	•	•	•	2	3	2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	22	1	•	•	•	•	24	4	2
<i>D. nigromaculata</i>	•	•	•	2	•	•	•	2	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•	3	•	•	•	•	•	5	3	•
<i>D. bifasciata</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•	7	•	•	2	1	•	•	•	•	9	2	•
<i>D. confusa</i>	•	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	4	•	•	•	•	2	4	2
<i>D. sternopleuralis</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	3	•	•	•	•	1	3
<i>D. sp.1</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•
<i>D. sp.2</i>	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•
<i>Miotoa variegata</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•	•	1	1	•	•	2	•	•	•	2	3	•
Total number of individuals N	138	51	98	88	35	237	42	145	•	158	425	322	39	106	132	387	557	544	1782	568	706	18	26	33	2652	1913	2072
Total number of species S	5	3	9	8	7	11	5	9	•	9	7	11	7	10	10	9	9	11	16	15	14	5	6	5	17	18	17

G: ground

Table 9. Spatio-temporal abundance of the drosophilid species in the oak forest

Month	Apr.			May			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Total		
Height Species	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm	G	50 cm	100 cm
<i>Drosophila immigrans</i>	4	1		35	36		48	172	134	1034	848	79	224	8	3	2	30	41	57	26	51	9			1378	1119	345
<i>D. coracina</i>	12	4		11	9		32	19	18	121	125	12	25	18	15		122	823	36	42	566	3	1		240	327	1447
<i>D. angularis</i>					1			3		19	13	8	44	3	8	1	52	48	337	90	129	4	1		405	162	194
<i>D. triauraria</i>	7				7			13		61	18	21	69	4	50	47	1	48	20	4	15				204	40	141
<i>D. bizonata</i>					2			1		1	10	2	2		61	10		7	74	53	141		1		88	63	214
<i>D. lacertosa</i>										1		2	4	10	15	96	89	49	14	6	10	2			122	105	76
<i>D. busckii</i>		12		53	26	374	20	15	29	2	30	1		1	11	1		1	10	35	13		1		86	108	441
<i>D. suzukii</i>										1	4	2		10		3	2	11	7	1	26				11	7	49
<i>D. melanogaster</i>							1	2		6	18	2	4	2	6	6		6	11	2	8				28	24	22
<i>D. curviceps</i>	1			1	3					1	9				10			2	4	2	27				7	11	42
<i>D. lutescens</i>					5					2	1			2	3	2		10	7	4	15				11	7	35
<i>D. histrio</i>										3			1						4		15				8		15
<i>D. unispina</i>					2			1											21	1		1			22	1	2
<i>D. nigromaculata</i>					1			1		1	2		4							1					5	3	2
<i>D. bifasciata</i>					2										1					5						5	3
<i>D. confusa</i>																	1		2						2	1	
<i>D. sternopleuralis</i>							1							1						1					1	1	1
<i>D. sexvittata</i>																											1
<i>D. collinella</i>																											1
<i>A. variata</i>																											1
<i>Leucophenga magnipalpis</i>							3			1	9	6		1		2	3	11		5					4	16	22
<i>Scaptomyza pallida</i>																	1										1
Total number of individuals N	24	17	65	61	443	108	230	182	1254	1087	135	377	50	193		170	301	1057	605	272	1023	19	3	1	2622	2003	3052
Total number of species S	4	3	3	2	12	7	10	4	14	12	10	9	10	12	10	15	14	15	15	14	15	5	3	1	17	20	18

G: ground

소나무 숲에서 월별 수직분포는 표 8과 같다. 4월과 5월에 높은 수도를 보인 꼬마먹초파리의 구배 경향은 뚜렷하지는 않으나, 50 cm 높이 보다는 지표와 100 cm 높이에서 수도가 높고, 7월에 수도가 높은 왕노랑초파리와 8월에 수도가 높은 *D. triauraria*는 상향구배가 뚜렷하였다. 한편, 10월에 다른 종들에 비해서 수도가 매우 높은 각시별초파리 및 두띠노랑초파리와 스즈끼초파리의 수직구배 경향은 뚜렷하지 않으나, 지표에서의 수도가 독특하게 높고, 다음은 100 cm 높이였으며, 50 cm 높이에서 가장 낮았다.

참나무 숲에서 초파리 군집의 월별 수직분포는 표 9와 같다. 5월에 수도가 높은 줄무늬초파리는 뚜렷한 상향 구배는 아니지만 100 cm 높이의 수도가 가장 크고, 6월에서 8월까지 높은 수도를 보인 왕노랑초파리는 6월에는 50 cm 높이에서 가장 큰 수도로 나타났으며, 7월과 8월에는 뚜렷한 하향구배로서 지표에서의 수도가 매우 높게 나타났다. 그리고 9월과 10월에 높은 수도로 나타난 꼬마먹초파리는 뚜렷한 상향성을 보인 반면, 10월에 분포수도가 비교적 높은 각시별초파리는 구배가 일정하지 않고 지표에서 가장 큰 수도로 출현하였다.

이상에서 기술된 우점종들의 수도에서 나타난 계절적 변동을 조사지소별로 비교하여 보면, 적어도 수도가 가장 높은 달은 변이가 거의 없었다. 그러나 이 종들을 조사지소와 조사 연도가 각기 다른 선행 조사 보고 (金, 1984, 1985; 高, 1986; 梁, 1987)의 계절적 변동과 비교해 볼 때, 변이가 많은 것으로 분석되었다.

또한, 왕노랑초파리의 수직구배에 대해서, 梁 (1987)의 조사 및 일본 중부 너도밤나무 수림의 집단 (Beppu, 1984)에서는 하향적 구배경향이라고 보고하였으나, Kwon and Toda (1982) 및 일본 북해도의 낙엽활엽수림의 집단 (Toda, 1973, 1977b)에서는 상향성을 나타낸다고 보고하였으며, 꼬마먹초파리의 수직구배에 대한 일본 북해도의 집단 (Toda, 1977b)의 보고에서는 계절에 따라 수직분포가 변한다고 하였다. 한편, 노랑점먹초파리는 수림 내에서 먹이 및 번식장소가 수액성이라고 보고하였으며 (Kwon and Toda, 1981; Kimura *et al*, 1977), 수액성인 것은 상향성을 나타낸다고 하였는데 (Toda, 1977), 이와 같은 결과를 본 조사와 비교해 볼 때, 식생별 또는 계절적 변동에 따라 일치하는 수직구배 경향이 있는 반면에, 특이한 구배 경향을 나타내는 경우도

있다. 이와 같은 초파리 수직분포 수도는 기후와 먹이 및 번식장소에 따라 차이를 보일 것이다. 초지에서는 기후요인이 수직분포에 직접적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. Dobzhansky와 Epling (1944)은 초파리 집단의 일주성을 결정하는 요인은 광이라고 제안했으며, Dayson-Hudson (1956)은 여름에는 광이 주요인이고 온도는 2 차적 요인이거나 초봄과 늦가을에는 온도가 주요인이고 광은 2 차 요인으로 보았다. Takada (1983)는 초파리 집단의 크기를 결정하는 요인으로 습도를 지적하였다. 초지에서는 교목수림에 비해 광 및 미기후(온도와 습도)의 변이 폭이 크기 때문에 초파리의 수직구배의 중요한 변수로 작용할 것으로 판단된다. 소나무 숲이나 참나무 숲에서 교목 수관부의 하층부(1 m 이하)는 광이 수직분포를 결정하는 요인으로 작용하지 않을 것으로 보며, 온도와 습도도 비교적 안정되어 있다고 본다. 따라서 이러한 환경에서 초파리 종의 수직분포는 주로 성체들의 번식장소의 선호성에 의해 결정될 것으로 생각된다. 또한, 수직분포를 결정하는 요인으로 채이장소를 무시할 수 없을 것이다. 왜냐하면, 성체는 비교적 넓은 면적과 공간에서 먹이를 얻을 수 있으나, 유충의 채이장소는 제한되어 있고, 더욱이 성체의 채이장소는 번식장소와 중복되지 않는 것으로 알려져 있기 때문이다 (Begon, 1982). 따라서 초파리 종은 수직적으로 공간을 달리하여 집단이 분산됨으로서 경쟁을 피하는 것으로 생각되며 (Toda, 1977b; Beppu, 1984; 金, 1984), 이와 같이 수직분포를 달리할 수 있는 환경은 종의 다양성에 중요한 결정요인이 될 것으로 판단된다 (Shorrocks, 1975).

이상의 결과들을 가지고 볼 때, 초파리 군집을 구성하는 종들의 집단 크기는 계절적으로 항상 일관성을 갖는 것이 아니며, 서식지의 미환경에 따라 미분포와 집단의 크기가 다르게 되는 것으로 생각된다. 따라서 초파리 군집의 특성을 결정하는 환경요인으로서 계절적 기후가 중요하지만 미환경도 상당히 중요하며, 더욱이 그러한 미환경요인들은 복합적으로 작용한다는 것을 암시하고 있다고 생각된다.

2) 多様度 (species diversity)

다양도 지수는 군집을 구성하는 개체 수도에 대한 종수 및 종간의 개체분포 상황인 균등도를 포함한 다양성의 척도이기 때문에 군집의 안정성 및 성숙도

를 설명할 수 있다.

전체 군집에서 월별 종 다양도 지수를 상대적으로 비교하여 보면, 10월에 7.9로 가장 높고, 4월에 3.1로 가장 낮았다. 8, 9 그리고 10월의 지수는 7.0 이상으로 높고, 4, 5, 6, 7 그리고 9월은 6.0 미만의 낮은 다양성을 보였다 (그림 1). 10월에는 초파리의 수도와 종수가 증가하고, 중간 분포도 비교적 균일하여 지수가 높게 나타났으며, 4월의 지수가 가장 낮은 이유는 희소종들이 거의 출현하지 않아서 수도가 낮고 종수도 가장 적은 반면, 꼬마먹초파리와 *D. triauraria*의 수도가 상대적으로 훨씬 커서 출현 종 간에 분포가 안정되지 못했기 때문으로 생각된다.

식생별로 종 다양성을 비교했을 때, 소나무 숲에서 높은 다양성 (지수 8.1)을 보였음이 주목되었고, 초지와 참나무 숲에서는 지수가 각각 6.7과 6.2로 비슷한 다양성을 나타냈다 (그림 2). 이것은 소나무 숲에 출현한 종수는 가장 적었지만 수도가 높을 뿐 아니라, 출현 빈도가 높은 종들의 수도가 비교적 균일하기 때문이다. 따라서 소나무 숲에서의 초파리 군집의 종 조성은 상당히 안정된 것으로 사료된다.

초지에서 시기별 다양도 변이는 10월에 지수가 9.8로 가장 높은 다양성을 보였고, 나머지 기간에는 지수가 5.0 미만에서 비교적 변동이 적은 증감 폭을 보였으며, 4월에 지수가 2.4로 가장 낮았다. 그리고 소나무 숲에서는 8월에 지수가 7.5로 가장 높고, 4월이 2.5로 가장 낮았으며, 5, 8, 9 그리고 10월은 5.0 이상의 지수가 나타난 반면, 나머지 기간에는 5.0 미만의 지수를 나타냈다. 한편, 참나무 숲에서는 8, 10 그리고 11월에 지수가 5.0 이상으로 비교적 높고, 4, 5, 6, 7 그리고 9월의 지수는 4.0 미만으로 낮게 나타났으며, 8월에 6.3으로 가장 높은 다양성을 보인 반면에, 5월에는 2.2로 가장 낮았다 (그림 2). 梁 (1987)은 제주도 송림에서의 군집 분석에서 종 다양도가 가장 낮은 달은 11월로 보고하여 본 조사와는 차이가 있었다. 이것은 각 조사지소마다 최우점종의 계절적 소장이 다르기 때문이었다. 다시 말하면, 梁 (1987)의 조사에서는 11월의 수도와 종수는 비교적 큰 편이나, 왕노랑초파리의 수도가 73%로 너무 크기 때문이며, 본 조사에서는 4월의 수도에 대한 종수는 다양한 반면에, 꼬마먹초파리의 수도가 68%로 매우 높아서 중간 분포가 안정되지 않았기 때문에 각각 11월과 4월에 다양도 지수가 낮게 나타났다. 이러한 결과는 조사지

소가 소나무 숲이라는 동일성을 갖고 있다 하더라도 지리적 위치가 다르고 (약간의 고도 차이), 미환경 (habitat와 environment)의 차이로 인하여 초파리 종의 수도와 종수 및 종간 분포가 다르게 나타나기 때문이라고 판단된다.

각 식생의 초파리군집에서 종 다양성의 변이를 종합하면, 9월을 전후한 가을철에 다양도가 높았고, 4, 5월에 낮은 경향을 나타냈다. 여기에서 특히, 주목하게 되는 것은 10월의 초지에서 종 다양도 지수가 소나무 숲이나 참나무 숲의 지수보다 훨씬 크다는 점이다. 이러한 결과는 10월에 초지에서의 총 수도는 가장 낮았으나, 종수는 소나무 숲과 참나무 숲의 수준과 비슷하여 매우 다양하게 출현하였으며, 9월에 출현 수도가 높았던 꼬마먹초파리, *D. triauraria* 그리고 노랑점먹초파리의 수도는 낮아진 반면, 줄무늬초파리, 스즈끼초파리, 두줄옆무늬초파리 (*D. histrio*) 종들의 수도는 상대적으로 증가하여 이들 종간의 분포 수도가 100 개체 이하에서 상당히 균일하였기 때문이다.

초지에서 초파리의 수직적 종 다양성의 변이를 비교하면, 지표에서의 다양도 지수는 7.6으로 매우 높게 나타났으나, 50 cm 높이에서는 5.5로 크게 감소하였으며, 100 cm 높이에서는 5.6으로 나타나서 50 cm 높이와 거의 비슷한 수준이었다. 그리고 소나무 숲에서는 지표에서 7.0으로 비교적 높은 지수를 보이다가 50 cm 높이에서는 7.3으로 미소하게 증가하였으며, 100 cm 높이에서는 8.5로 크게 증가하여 매우 높은 정점을 형성하였다. 한편, 참나무 숲에서는 지표에서 5.0으로 낮은 지수를 보였고, 50 cm 높이에서는 지수 4.6으로 더 낮은 수준으로 감소하였으나, 100 cm 높이에서 지수 5.9로 증가하여 비교적 낮은 수준에서 다양성의 변이를 나타내었다 (그림 3). 이와 같은 결과를 종합해보면, 초지의 지표에서는 미기후가 상층부에 비하여 보다 안정되며, 먹이와 번식 장소를 제공하는 초본류가 밀집되어 있어서 출현 종수가 많을 뿐만 아니라 수도가 높고 고르기 때문에 상층부에 비해서 안정된 종 조성을 갖는다고 생각된다. 한편, 소나무 숲과 참나무 숲이 교목층에서는 과실, 수액, 버섯, 나뭇잎 등을 선호하는 각기 다른 종들이 상층부에서 비교적 고른 수도로 출현하여 활동하기 때문에 100 cm 높이에서 가장 다양한 종 조성이 나타난 것으로 생각된다.

초지에서 시·공간적 다양성의 변이를 비교하여 볼 때, 지표에서의 다양도 지수는 10월에 가장 높고, 6월에는 초파리가 전혀 출현하지 않았으며, 5, 8, 그

리고 10월에 각기 높이가 다른 정점을 형성하였다. 50 cm 높이에서는 10월의 지수가 가장 높고, 4월이 가장 낮았는데, 4월에서 9월까지 완만한 증가를 보이다가 10월에 아주 높은 정점을 형성하였다. 여기에서 11월에도 다양도 지수가 10월 다음으로 높은 것은 특기할 만한 점이다. 100 cm 높이에서는 9월의 다양도가 가장 높고, 11월에는 초파리의 출현이 없었으며, 조사기간 동안 4.0 미만의 낮은 다양도의 증감을 보이면서 두드러진 정점을 형성하지 않았다 (그림 4). 이상에서 본 바와 같이 초지에서 초파리 군집의 다양도는 10월에 가장 높으며, 수직적으로 지표와 50cm 높이에서 가장 두드러지게 높았다. 이러한 분포는 앞에서 수직적으로 본 다양성의 변이와 일치하고 있으며, 수직적으로 미환경은 낮은 쪽이 초파리의 활동에 더 적절함을 암시한다.

소나무 숲에서 초파리 종의 시·공간적 다양성의 변이를 볼 때, 지표에서는 10월에 지수가 가장 높고, 4월에 가장 낮았으며, 4월부터 10월까지 계속해서 증가하는 경향을 보이다가 11월에 6월과 유사한 수준으로 감소하였다. 50 cm 높이에서도 10월이 가장 높고, 4월에 가장 낮았는데, 초지의 지표에서 처럼 5월, 8월 그리고 10월에 각기 높이가 다른 정점을 형성하였다. 한편, 100 cm 높이에서 다양도 지수는 8월에 최대이며, 6월에는 초파리 출현이 없어 지수가 0으로 나타났고, 5, 8, 10 그리고 11월은 5.0 이상의 지수가 나타난 반면에, 나머지 기간에는 5.0 미만의 지수를 보였다 (그림 5). 이처럼 10월에 지표와 50 cm 높이에서 다양성이 높은 이유는 수도와 종수가 가장 크고, 중간 분포도 안정되었기 때문이며, 8월에 100 cm 높이에서 다양성이 높은 것은 수도와 종수는 그다지 크지 않으나, 수도에 대한 종수가 다양하고, 중간 분포도 비교적 균일하기 때문으로 판단된다.

참나무 숲에서 초파리 종의 시·공간적 다양성의 변이를 비교할 때, 지표에서 10월의 다양도 지수가 가장 높고, 5월에 가장 낮았으며, 10월을 제외한 기간들의 지수는 4.0 미만에서 4월부터 11월까지 변이의 폭이 작은 곡선을 형성하였다. 한편, 50 cm 높이에서도 10월에 가장 높고, 4월에는 초파리 출현이 없었으며, 7월까지 완만한 증가를 보이다가 8월에 급격하게 정점에 달한 후, 9월에 감소하고 10월에 다시 하나의 정점을 이룬 다음, 11월에 감소하는 2 정점 곡선을 이루었다. 100 cm 높이에서는 8월의 다양도 지수가 가장 높고, 11월에 가장 낮게 나타났으며, 50 cm 높이에서와 같이 8월과 10월에 정점을 형성하

였다 (그림 6). 이러한 결과는 10월의 지표와 50 cm 높이에서 수도는 그다지 높지 않으나, 출현 종수가 가장 많고 종간 분포도 비교적 균일하기 때문이며, 8월의 100 cm 높이에서는 수도는 매우 낮은 편이나, 종수가 비교적 다양하고 종간 분포도 고르기 때문이다.

3) 豊富度 (species richness)

풍부도 지수는 군집을 구성하는 개체의 수도에 대한 종수를 기초로 하며, 종간의 개체 분포 상황을 포함하지 않은 다양성의 척도이다.

전체 군집의 월별 종 풍부도 지수는 11월에 2.6으로 가장 높고, 4월에 1.7로 가장 낮았다 (그림 7). 이처럼 11월에 가장 풍부도가 높은 이유는 초파리출현 수도는 가장 낮은 반면에, 수도에 대한 종수의 비가 매우 크기 때문이다.

식생별로 초파리 종 풍부도를 비교했을 때, 초지에서 종 풍부도 지수가 2.6으로 가장 높고, 다음으로 참나무 숲과 소나무 숲의 순으로 나타났다 (그림 8). 이 결과는 초지에서 개체 수도는 가장 낮은 반면, 수도가 가장 높은 소나무 숲에서 보다 더 많은 종이 출현했기 때문이다. 식생별 초파리 군집의 종 풍부도는 앞에서 본 다양도 지수의 분포와는 다른 양상을 보였는데, 소나무 숲에서 종의 풍부도는 가장 낮지만, 다양도 지수는 초지와 참나무 숲에서 보다 훨씬 높아서 소나무 숲의 종간 분포도가 가장 안정되어 있다는 것을 암시하고 있다.

초지에서 시기별 종 풍부도의 변이를 볼 때, 10월에 가장 높고, 6월에 가장 낮게 나타났으며, 8월과 10월에 2.0 이상의 지수를 보인 반면, 나머지 기간에는 2.0 미만의 낮은 지수로 나타났다. 소나무 숲에서는 8월에 지수가 가장 높았고, 9월에 가장 낮았으며, 8월과 10월을 제외한 기간의 지수가 2.0 미만으로서 비교적 낮은 풍부도를 갖고 있는 것으로 나타났다. 그리고 참나무 숲에서는 10월에 지수가 가장 높고, 4월에 가장 낮은 지수를 보였다 (그림 8). 이와 같이 초지와 소나무 숲에서 각각 10월과 8월에 종 풍부도가 높은 이유는 출현 개체 수도에 대한 종수가 매우 많았기 때문이며, 더욱이, 종간 분포도 균일하여 전술한 바와 같이 다양도 지수도 가장 높은 시기로 나타났다. 한편, 참나무 숲에서 다양도는 8월에 높았으나, 출현 수도에 대한 종수의 비는 10월에 더 크기 때문에 10월 풍부도 지수가 더 높은 것으로 판단된다.

초지에서 초파리의 수직적 종 풍부도의 변이를 보면, 지표에서 지수는 2.7로 매우 높았으나, 50 cm 높이에서 2.4로 감소하였으며, 100 cm 높이에서는 큰 폭으로 감소하여 지수 1.7로 매우 낮은 수준이었다. 그리고 소나무 숲에서는 지표에서 2.0으로 중간수준의 지수를 보이다가, 50 cm 높이에서 2.2로 미소한 증가를 보였으며, 100 cm 높이에서는 다시 감소하여 2.1로 나타나서 각 풍부도의 공간 분포 편차가 크지 않고 유사한 수준임을 알 수 있다. 한편, 참나무 숲에서는 지표에서 2.0으로 중간수준의 지수를 보였고, 50 cm 높이에서는 2.5로 크게 증가하여 정점을 형성하였으며, 100 cm 높이에서 지수 2.1로 다시 감소하는 변이를 보였다 (그림 9). 이와 같이 초지에서 지표의 종 풍부도가 가장 높은 이유는 상층부에 비해 개체 수도가 가장 큼과 동시에, 수도에 대한 종수의 비도 매우 높기 때문이며, 소나무 숲과 참나무 숲의 50 cm 높이에서는 개체 수도는 가장 낮게 나타났으나, 출현 종수가 가장 많아서 풍부도가 높은 것으로 판단된다.

초지의 초파리 군집에서 시·공간적 종 풍부도 변이를 볼 때, 지표에서는 10월에 가장 높고, 6월에는 초파리 출현이 없었으며, 5월과 8월에도 비교적 높은 풍부도를 보였다. 그리고 50 cm 높이에서는 10월에 지수가 가장 높고, 5월에 가장 낮게 나타났으며, 7월까지 낮은 풍부도를 보이다가 8월과 9월에 급격하게 증가하여 10월에 정점을 형성하였다. 100 cm 높이에서는 7월의 풍부도가 가장 높고, 11월에는 초파리 출현이 없어서 지수는 0으로 나타났으며, 전 조사 기간 동안 풍부도 지수는 2.0 미만으로 낮게 나타나는 경향을 보였다 (그림 10). 이와 같이 10월의 지표와 50 cm 높이에서 풍부도가 가장 높은 이유는 지표에서는 개체 수도가 크고 출현 종수도 가장 많은 동시에, 수도에 대한 종수의 비가 매우 크며, 50 cm 높이에서는 개체 수도는 그다지 크지 않으나, 종수가 비교적 많고, 수도에 대한 종수의 비가 가장 크기 때문으로 생각된다. 한편, 7월의 100 cm 높이에서는 비교적 개체 수도가 높고 출현 종수가 많을 뿐 아니라, 수도에 대한 종수의 비도 가장 커서 높은 풍부도를 보인 것으로 판단된다.

소나무 숲의 초파리 군집에서 시·공간적 종 풍부도를 볼 때, 지표에서는 10월에 가장 높고, 4월에 지수가 가장 낮게 나타났으며, 50 cm 높이에서도 10월에 가장 높고, 4월에 가장 낮게 나타났다. 그리고 8월에 2.0 이상의 지수를 보

인 반면에, 나머지 기간에는 2.0 미만의 지수를 나타내어 풍부도가 낮은 경향을 보였다. 한편, 100 cm 높이에서는 10월에 지수가 2.0으로 가장 높고 6월에는 초파리가 출현하지 않았으며, 10월 이외에는 2.0 이상의 지수를 갖는 기간이 없어 대체적으로 낮은 풍부도를 나타내었다 (그림 11). 이와 같이 지표와 50 cm 높이 및 100 cm 높이의 모든 공간에서 10월에 풍부도가 높은 이유는 각 공간에 출현한 개체 수도와 종수가 가장 많은 동시에, 수도에 대한 종수의 비가 높기 때문으로 생각된다. 한편, 다양도 지수와 비교했을 때, 지표와 50 cm 높이에서는 10월에 종 다양성도 높게 나타나서 일치하고 있으나, 100 cm 높이에서는 8월에 종 다양성이 높게 나타났다. 이것은 8월에는 10월에 비해 풍부도는 약간 떨어지지만 종간 분포는 균일하기 때문에 훨씬 안정된 종 조성을 가지고 있음을 암시하고 있다.

참나무 숲의 초파리 군집에서 시·공간적 종 풍부도의 변이를 볼 때, 지표에서는 10월의 지수가 가장 높고, 5월에 가장 낮게 나타났으며, 7월과 10월에 피크를 형성하여 2 정점곡선을 형성하였다. 50 cm 높이에서는 10월에 지수가 가장 높고, 4월에는 초파리가 출현하지 않았으며, 6월까지 증가한 후, 7월에 소강 상태를 보이면서 다시 8월에 급격하게 증가한 다음, 9월에 감소하였다. 한편, 100 cm 높이에서는 8월에 지수가 가장 높았고, 6월에 가장 낮게 나타났으며, 8월과 10월에는 지수가 2.0 이상이었으나, 나머지 기간은 2.0 미만으로 낮은 풍부도를 보였다 (그림 12). 이처럼 지표와 50 cm 높이 공간에서 10월에 가장 높은 풍부도를 보이는 것은 개체 수도가 비교적 높고, 출현 종수가 가장 많기 때문이며, 100 cm 높이에서는 8월에 개체 수도는 그다지 높지 않으나, 수도에 대한 종수가 가장 많기 때문으로 생각된다. 참나무 숲에서 특기할 점은 각 공간에서 풍부도가 가장 높은 시기에 다양성도 역시 가장 높게 나타난 것으로 보아 매우 안정된 종 조성을 가지고 있다고 판단된다.

4) 生態學的 地位 (niche)의 重複度

전체군집에서 종간의 일반적 중복도 (general overlap)와 통계량 (V)을 계산한 결과는 표 10과 같다. 군집을 구성하고 있는 모든 종들의 생태학적 지위가 완전히 중복된다는 귀무가설을 검정한 결과, 모든 달에 有意性이 높게 나타나서 귀무가설을 수용할 수 없었다 ($P < 0.001$). 따라서 군집을 구성하는 모든 종

의 생태학적 지위가 완전히 중복되는 달은 없었다고 볼 수 있다. 그렇지만 6월과 10월에는 비교적 중복도가 높아 종들의 생태학적 지위가 다른 달에 비해서는 많이 중복된다는 것을 알 수 있었다. 11월에는 중복도가 가장 낮게 나타나 종들의 생태학적 지위가 아주 다름을 보여 주었다.

Table 10. Temporal change of general overlap of the whole drosophilid community

Month	Number of species	\hat{G}^0	Gmin	Gadj	V	df
Apr.	24	0.858	0.321	0.790	109.120	46
May	24	0.684	0.213	0.598	776.303	46
Jun.	24	0.897	0.290	0.855	172.575	46
Jul.	24	0.833	0.286	0.766	1,349.730	46
Aug.	24	0.811	0.130	0.783	503.403	46
Sep.	24	0.784	0.182	0.736	2,274.013	46
Oct.	24	0.834	0.147	0.805	2,770.103	46
Nov.	24	0.542	0.135	0.470	185.228	46
Total	24	0.818	0.118	0.794	6,968.673	46

초지, 소나무 숲 그리고 참나무 숲에서 초파리 군집 사이의 종들의 생태학적 지위가 완전히 중복된다는 귀무가설에 대하여 유의성을 검정한 결과, 매우 유의하여 귀무가설을 수용할 수 없었다 ($P < 0.001$). 따라서 식생별 군집간에 종들의 생태학적 지위는 완전히 중복되지 않는 것으로 볼 수 있었다. 그렇지만 일반중복지수는 0.68로서 생태학적 지위가 어느 정도 중복되는 것으로 나타났다 (표 11).

Table 11. General overlap between the drosophilid communities classified by plant vegetation

Number of species	\hat{G}^0	Gmin	Gadj	V	df
24	0.741	0.202	0.675	19,700.030	46

초지의 초파리 군집에서 수직적 공간 분포면으로 생태학적 지위가 완전히

중복되었다는 귀무가설을 검정한 결과, 모든 달에 유의하게 나타나 귀무가설을 수용할 수 없었다 ($P < 0.001$). 그런데 9월과 10월은 일반적 중복도가 비교적 높아서 수직적 공간 분포면에서 종들의 생태학적 지위가 상당히 중복되어 있음을 보였다 (표 12).

Table 12. Temporal change of general overlap between samples obtained from three different heights in the meadow

Month	Number of species	\hat{G}^0	Gmin	Gadj	V	df
Apr.	24	0.811	0.348	0.710	12.178	46
May	24	0.783	0.252	0.710	44.041	46
Jun.	24	0.832	0.277	0.768	31.946	46
Jul.	24	0.847	0.261	0.793	105.600	46
Aug.	24	0.819	0.209	0.771	117.276	46
Sep.	24	0.907	0.271	0.872	323.816	46
Oct.	24	0.906	0.102	0.895	100.037	46
Nov.	24	0.745	0.316	0.627	30.006	46

소나무 숲의 초파리 군집에서 수직적 공간 분포면으로 생태학적 지위가 완전히 중복되었다는 귀무가설을 검정한 결과, 모든 달에 유의하여서 귀무가설을 수용할 수 없었다 ($P < 0.001$). 그렇지만 6월, 7월 그리고 10월에는 일반적 중복도가 상당히 높아서 수직적 공간 분포면에서 종들의 생태학적 지위가 상당히 중복되어 있음을 보였다 (표 13).

Table 13. Temporal change of general overlap between samples obtained from three different heights in the pine forest

Month	Number of species	\hat{G}^0	Gmin	Gadj	V	df
Apr.	24	0.805	0.288	0.727	80.967	46
May	24	0.798	0.415	0.654	423.903	46
Jun.	24	0.945	0.306	0.921	21.096	46
Jul.	24	0.936	0.209	0.919	119.245	46
Aug.	24	0.822	0.134	0.794	108.618	46
Sep.	24	0.851	0.171	0.820	480.741	46
Oct.	24	0.918	0.151	0.903	523.128	46
Nov.	24	0.798	0.227	0.739	34.732	46

한편, 참나무 숲의 초파리 군집에서 수직적 공간 분포면으로 생태학적 지위가 완전히 중복되었다는 귀무가설을 검정한 결과, 모든 달에서 유의하였다 ($P < 0.001$). 그렇지만, 7월에는 일반적 중복도가 0.943으로서 수직적 분포면에서 종들의 생태학적 지위가 상당히 중복되어 있음을 보였다 (표 14).

Table 14. Temporal change of general overlap between samples obtained from three different heights in the oak forest

Month	Number of species	$\hat{G}0$	Gmin	Gadj	V	df
Apr.	24	0.672	0.253	0.561	32.638	46
May	24	0.895	0.457	0.806	126.416	46
Jun.	24	0.900	0.338	0.848	110.059	46
Jul.	24	0.967	0.430	0.943	163.767	46
Aug.	24	0.685	0.151	0.629	468.110	46
Sep.	24	0.710	0.248	0.614	972.118	46
Oct.	24	0.808	0.158	0.772	809.239	46
Nov.	24	0.697	0.221	0.612	15.858	46

2. 群集 分類

전체 군집을 월별로 집괴 분석하여 군집을 분류한 결과, 6월과 7월의 군집이 가장 낮은 수준인 0.27에서 cluster를 형성하였고, 이는 다시 약간 높아진 0.41 수준에서 8월 군집과 cluster를 형성하여 나머지 군집들과 분리되는 특징을 보였다 (그림 13). 이 결과는 6월과 7월의 군집이 가장 유사하고, 그리고 10월의 군집도 이들과 비교적 유사함을 나타내고 있다. 이와 같이 6월의 초파리 군집과 7월의 초파리 군집간의 유사도가 높은 이유는 두 군집에서 동일하게 왕노랑초파리가 최우점종으로, 꼬마먹초파리가 두번째 우점도가 높은 종으로 나타났기 때문으로 생각되며, 10월 군집에서도 꼬마먹초파리가 최우점종으로 출현한 것으로 보아, 6월, 7월 군집과 비교적 유사한 군집으로 분류된 것으로 판단된다.

식생별로 전체군집을 집괴분석한 결과를 보면, 소나무 숲과 참나무 숲의 초파리 군집이 비교적 낮은 수준인 0.73에서 cluster를 형성한 후에, 다시 1.14

수준에서 초지의 초파리 군집과 cluster를 형성하였다 (그림 14). 이것은 소나무 숲의 초파리 군집이 초지의 군집보다는 참나무 숲의 군집과 더 유사함을 나타내고 있다. 이러한 결과는 소나무 숲에서 최우점종인 각시별초파리는 참나무 숲에서도 우점종으로 출현하였고, 참나무 숲에서 최우점종인 왕노랑초파리와 두번째로 우점도가 높은 꼬마먹초파리는 소나무 숲에서도 우점종으로 출현하여 두 군집간의 우점종들이 거의 비슷하게 나타났기 때문인 것으로 사료된다.

초지의 초파리 군집을 시기별로 집괴분석한 결과, 8월과 9월 군집이 가장 낮은 수준인 0.45에서 cluster를 형성하였고, 11월 군집은 독립적으로 가장 높은 수준인 1.62에서 다른 군집들과 묶여 cluster를 형성하였다 (그림 15). 이는 8월과 9월 군집이 가장 유사한 반면, 11월 군집은 유사도가 가장 낮음을 나타내고 있다. 이와 같은 이유는 8월 군집에서 최우점종인 *D. triauraria*와 두번째 우점종인 노랑점먹초파리가 9월 군집에서도 각각 최우점종과 두번째 우점도가 높은 종으로 출현한 반면, 11월 군집에서는 이 종들이 모두 희소종으로 나타났기 때문인 것으로 생각된다.

소나무 숲의 초파리 군집을 시기별로 집괴 분석하면, 4월과 5월 군집이 가장 낮은 수준인 0.36에서 cluster를 형성하였고, 10월과 11월 군집이 비교적 높은 수준인 1.19에서 cluster를 형성하여 나머지 군집들과 묶이는 특징을 보였다 (그림 16). 이것은 4월과 5월 군집이 가장 유사하게 나타난 반면, 10월과 11월 군집은 다른 군집들에 비해 유사도가 낮게 나타나고 있음을 보여 준다. 이와 같은 결과는 4월과 5월 두 군집에서 동일하게 꼬마먹초파리가 최우점종으로, *D. triauraria*가 두번째 우점도가 높은 종으로 출현하였으나, 10월과 11월 군집에서는 이러한 종들의 우점도가 낮거나 희소종이거나 또는 전혀 출현하지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

참나무 숲의 초파리 군집을 시기별로 집괴분석한 결과, 6월과 7월 군집이 가장 낮은 수준인 0.17에서 cluster를 형성하였고, 5월 군집은 0.68 수준인 9월과 10월 군집 및 0.83 수준에서 독립적인 4월 군집을 묶어 비교적 높은 수준인 1.29에서 cluster를 형성하였다 (그림 17). 이는 6월과 7월 군집이 가장 유사하고, 5월 군집은 이들과의 유사도가 가장 낮음을 보이고 있다. 이러한 결과는 6월과 7월 군집에서 동일하게 왕노랑초파리가 최우점종으로, 그리고 꼬마

먹초파리가 두번째 우점종으로 출현한 반면, 5월 군집에서는 이러한 종들의 수도는 비교적 낮은 대신, 줄무늬초파리가 매우 높은 수도를 보이면서 최우점종으로 출현했기 때문인 것으로 생각된다.

초지의 지표에 형성된 초파리 군집을 집괴 분석하여 군집을 분류하면, 4월과 5월 군집이 가장 낮은 수준인 0.23에서 cluster를 형성하였고, 이는 다시 약간 높아진 0.28 수준에서 7월 군집과 cluster를 형성하는 한편, 11월 군집은 가장 높은 수준인 1.64에서 독립적으로 나머지 군집들과 묶여서 cluster를 형성하였다 (그림 18). 이는 4월과 5월 군집이 가장 유사하고, 7월 군집도 이들과 비교적 유사함을 보인 반면, 11월 군집은 나머지 군집과의 유사도가 가장 낮게 나타남을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 4월과 5월 군집에서는 동일하게 *D. triauraria*가 최우점종으로, 그리고 꼬마먹초파리가 다음 우점종으로 출현하였고, 7월 군집에서도 *D. triauraria*가 최우점종으로 출현하였으나, 11월 군집에서는 이러한 종들이 전혀 출현하지 않는 대신에, 4월, 5월 그리고 7월에서는 출현하지 않았던 *D. lutescens*가 최우점종으로 나타났기 때문인 것으로 판단된다. 50 cm 높이에서는 8월과 9월 군집이 가장 낮은 수준인 0.34에서 cluster를 형성하였으며, 10월 군집은 0.97 수준에서 6월과 11월 군집으로 형성된 cluster와 묶여서 비교적 상위 수준인 1.32에서 다시 cluster를 형성하였다 (그림 19). 이것은 8월과 9월 군집이 가장 유사하고, 10월 군집은 다른 군집들과의 유사도가 가장 낮게 나타나고 있음을 보였다. 이러한 결과를 보면, 8월과 9월 군집에서는 모두 *D. triauraria*가 최우점종으로 나타났으나, 10월 군집에서 이 종은 최소종으로 나타난 대신에, 두띠노랑초파리가 50 cm 높이에서는 물론이거니와 계절별로도 최우점종으로 나타났기 때문인 것으로 해석된다. 100 cm 높이에서는 4월과 8월 군집이 가장 낮은 수준인 0.45에서 cluster를 형성하였고, 이는 다시 약간 높아진 0.54 수준에서 9월 군집과 cluster를 형성하여 나머지 군집들과 분리되는 경향을 보였다 (그림 20). 따라서 4월과 8월 군집이 가장 유사하고, 9월 군집도 이들과 비교적 유사함을 보였다. 이와 같은 이유는 4월과 8월 군집에서는 동일하게 *D. triauraria*가 비교적 높은 수도를 보이면서 최우점종으로 출현하였고, 9월 군집에서도 이 종이 매우 높은 수도를 보이면서 최우점종으로 출현하였기 때문인 것으로 생각된다.

소나무 숲의 지표에서 초파리 군집을 집괴 분석하여 군집을 분류하면, 4월

과 5월 군집이 가장 낮은 수준인 0.14에서 cluster를 형성하였고, 7월과 9월 군집도 낮은 수준인 0.26에서 독립적인 cluster를 형성하였다 (그림 21). 이 결과는 4월과 5월 군집이 가장 유사하고, 다음은 7월과 9월 군집이 유사함을 나타내었다. 이러한 결과가 나타난 이유는 4월과 5월 군집에서는 꼬마먹초파리가 동일하게 최우점종으로 출현하였으며, 또한, 7월과 9월 군집에서는 똑 같이 각시별초파리가 최우점종으로 나타났기 때문인 것으로 생각된다. 50 cm 높이에서는 5월과 7월 군집이 가장 낮은 수준인 0.38에서, 4월과 8월 군집이 약간 높은 0.63 수준에서 각각 cluster를 형성하였고, 이들은 0.86 수준에서 다시 묶이면서 cluster를 형성하였다 (그림 22). 이는 5월과 7월 군집이 가장 유사하고, 다음은 4월 8월 군집이 유사함을 보였다. 이러한 결과는 5월 군집에서 최우점종인 꼬마먹초파리는 7월 군집에서도 최우점종으로 출현하였고, 역시 4월 군집에서 최우점종인 꼬마먹초파리는 8월 군집에서는 두번째로 우점도가 높은 종으로 나타난 동시에, 4월 군집에서 두번째 우점종이었던 *D. triauraria*는 8월 군집에서도 최우점종으로 출현하였기 때문인 것으로 사료된다. 100 cm 높이에서는 4월과 5월 군집이 가장 낮은 0.50 수준에서 cluster를 형성하였고, 이는 다시 약간 높은 수준인 0.65에서 9월 군집과 다시 cluster를 형성하였다. 한편, 0.95 수준에서 7월과 8월로 형성된 cluster는 0.94 수준에서 10월과 11월로 형성된 cluster와 분리되는 경향을 보였다 (그림 23). 이 결과는 4월과 5월 군집이 가장 유사하고, 9월 군집도 이들과 비교적 유사함을 보였으며, 7월과 8월 군집간의 유사도는 10월과 11월 군집간의 유사도와 거의 비슷하게 나타나고 있음을 보였다. 이러한 결과를 보면, 4월과 5월 군집에서는 동일하게 꼬마먹초파리가 비교적 높은 수도를 보이면서 최우점종으로 출현하였고, 9월 군집에서도 이 종이 매우 높은 수도를 보이면서 최우점종으로 출현하였기 때문인 것으로 판단된다.

참나무 숲의 지표에 형성된 초파리 군집을 집괴 분석한 결과, 7월과 8월 군집이 가장 낮은 0.29 수준에서 cluster를 형성하였고, 9월과 10월 군집이 비교적 높은 수준인 1.35에서 cluster를 형성한 후에, 다시 약간 높아진 1.41 수준에서 독립적인 5월 군집과 cluster를 형성하여 분리되는 경향을 보였다 (그림 24). 따라서 7월과 8월 군집이 가장 유사하게 나타났고, 특히, 5월 군집은 이들과 매우 낮은 유사도를 보였다. 이것은 7월에 최우점종이었던 왕노랑초파리

가 8월 군집에서도 최우점종으로 출현하였으나, 5월 군집에서는 이 종이 전혀 출현하지 않는 대신에, 7월 군집에서는 회소종이었고 8월 군집에서는 전혀 나타나지 않았던 줄무늬초파리가 지표에서는 물론이거니와 계절별로도 최우점종으로 출현하였기 때문인 것으로 판단된다. 50 cm 높이에서는 6월과 7월 군집이 가장 낮은 수준인 0.09에서 cluster를 형성한 후에, 크게 증가한 수준인 0.71에서 다시 5월 군집과 cluster를 형성하여 분리되는 특징을 보였다 (그림 25). 이 결과는 6월과 7월 군집이 상당히 유사하고, 5월 군집도 이들과 약간 유사함을 나타냈다. 이것은 6월과 7월 군집에서는 동일하게 왕노랑초파리가 높은 수도를 보이면서 최우점종으로 출현하였고, 5월 군집에서도 이 종이 비교적 수도는 낮았지만 최우점종으로 출현하였기 때문인 것으로 생각된다. 100 cm 높이에서 보면, 4월 군집은 0.3 수준에서 5월 군집과, 6월 군집은 0.35 수준에서 7월 군집과 각각 cluster를 형성한 후에, 매우 높은 수준인 1.77에서 다시 묶였으며, 9월 군집은 0.3 수준에서 10월 군집과, 8월 군집은 0.74 수준에서 11월 군집과 각각 cluster를 형성한 후에, 높은 수준인 1.67에서 다시 cluster를 형성하여 분리되는 경향을 보였다 (그림 26). 이것은 4월은 5월 군집과, 9월은 10월 군집과 가장 유사하고, 6월도 7월 군집과 매우 유사함을 보여주고 있다. 이와 같은 이유는 4월과 5월에는 줄무늬초파리, 9월과 10월에는 꼬마먹초파리 그리고 6월과 7월에는 왕노랑초파리가 각각 최우점종으로 출현하였기 때문인 것으로 판단된다.

따라서 각 군집간에 초파리종의 우점순위가 동일할수록 군집의 유사도는 높게 나타나고, 우점순위가 판이할수록 유사도가 낮은 군집으로 분류되는 것으로 생각된다.

이상과 같이 집괴 분석 결과를 종합해 볼 때, 초파리 군집은 월별 또는 식생별 및 각 식생지의 시·공간적 변동에 따라 독특한 형태의 cluster를 형성하고 있으며, 이와 같은 분석을 통하여 초파리 군집의 복잡한 생태적 유연관계를 쉽게 도출할 수 있음을 알 수 있다.

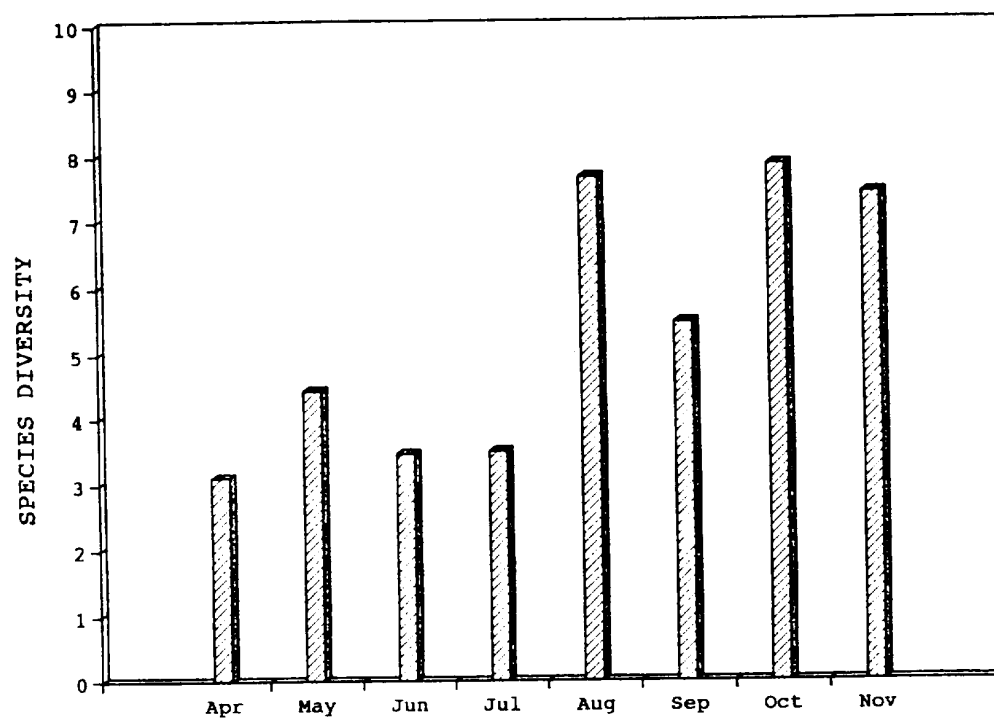


Fig. 1. Monthly species diversity of the whole drosophilid community.

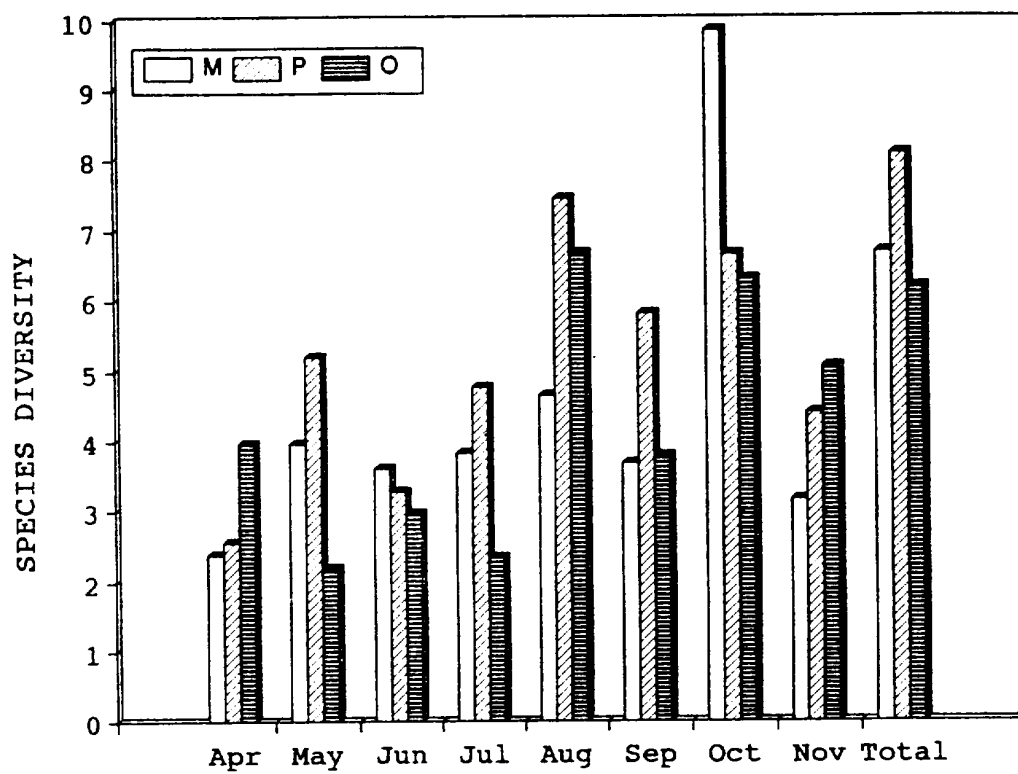


Fig. 2. Monthly species diversity of the drosophilid community in each survey area. (M: meadow, P: pine forest, O: oak forest)

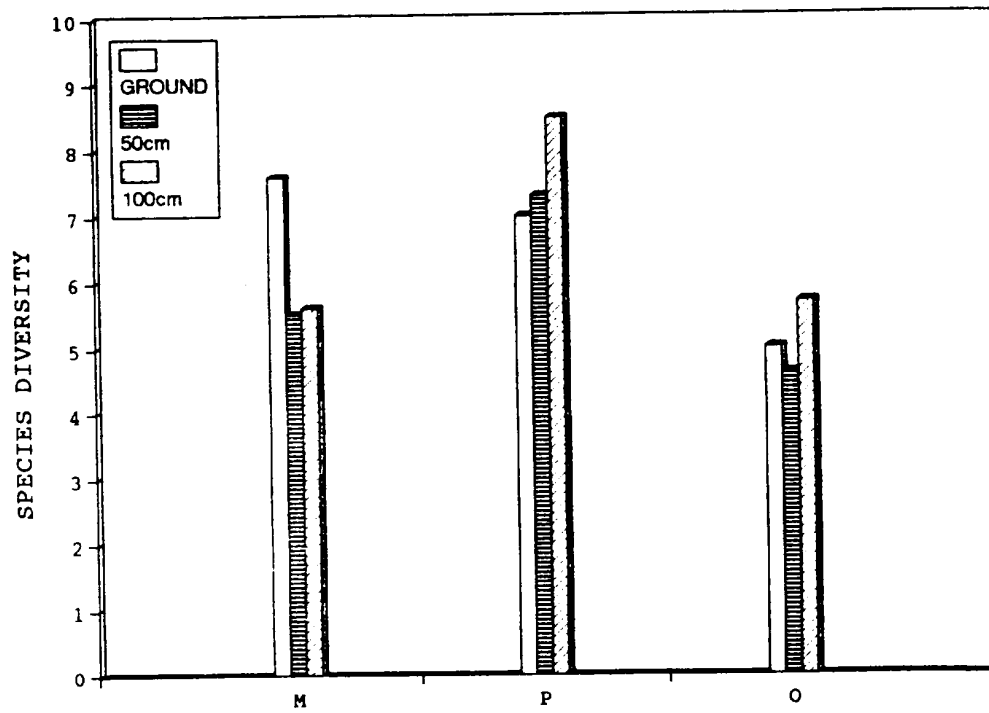


Fig. 3. Vertical species diversity of the drosophilid community in each survey area. (M: meadow, P: pine forest, O: oak forest)

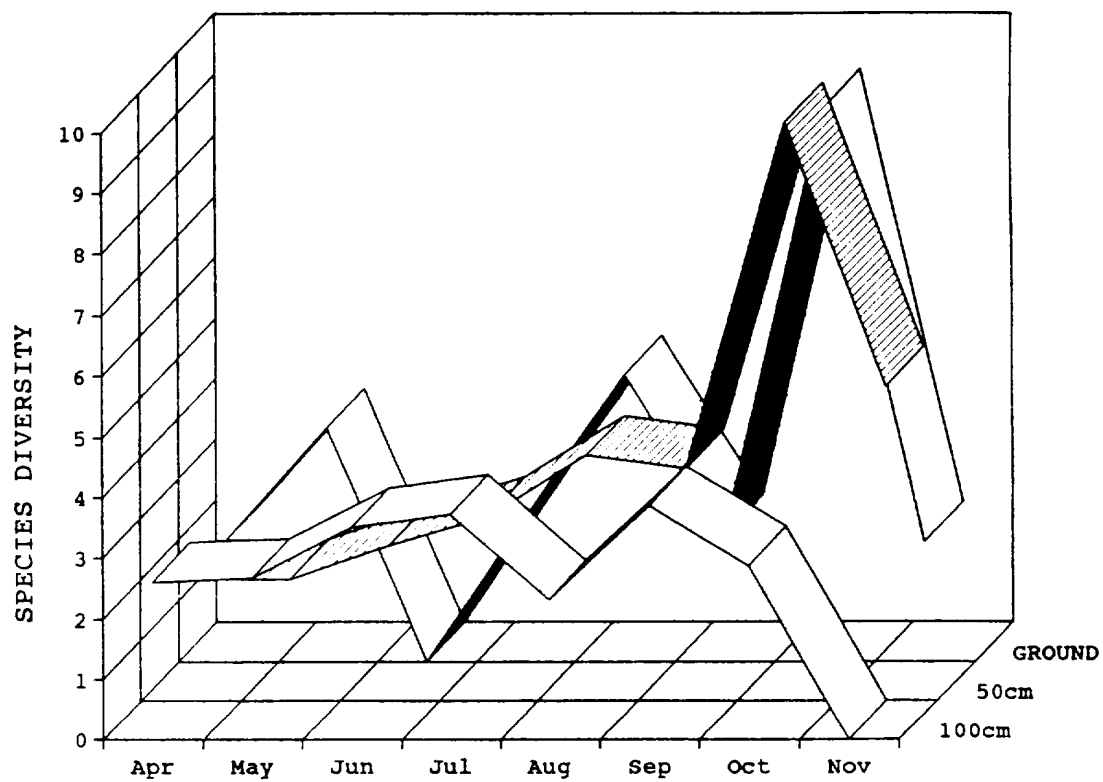


Fig. 4. Spatio-temporal variation of species diversity of the drosophilid community in the meadow.

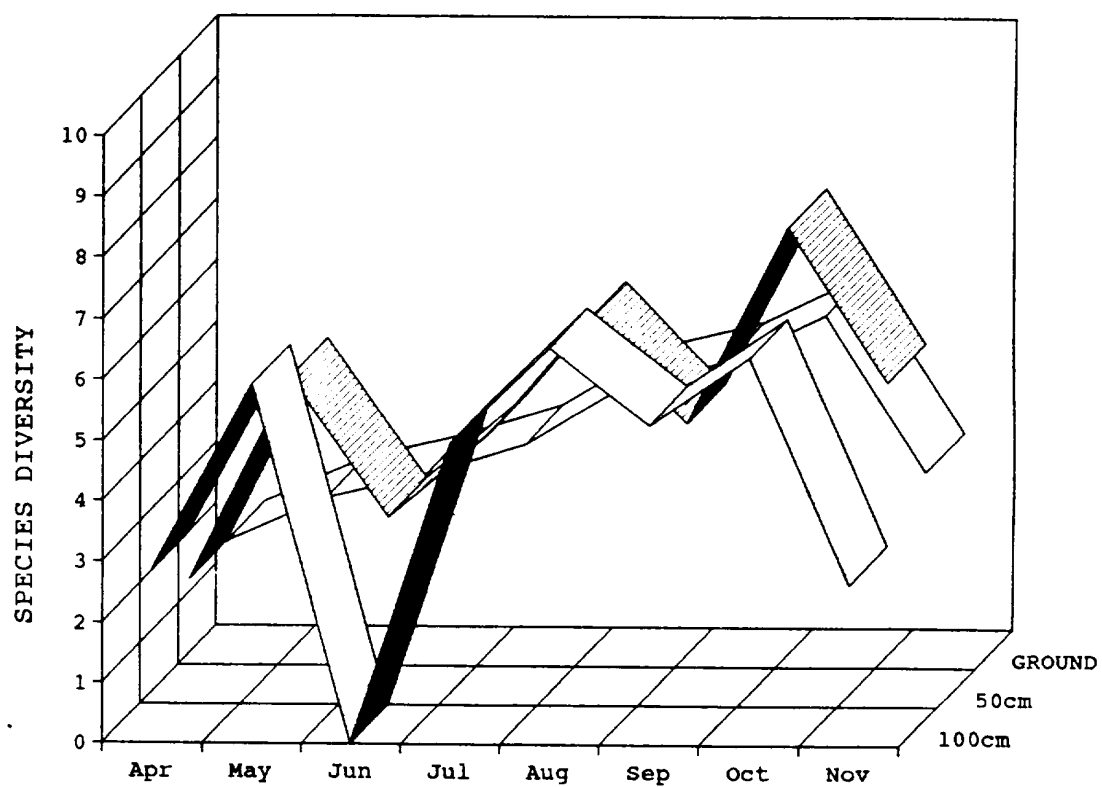


Fig. 5. Spatio-temporal variation of species diversity of the drosophilid community in the pine forest.

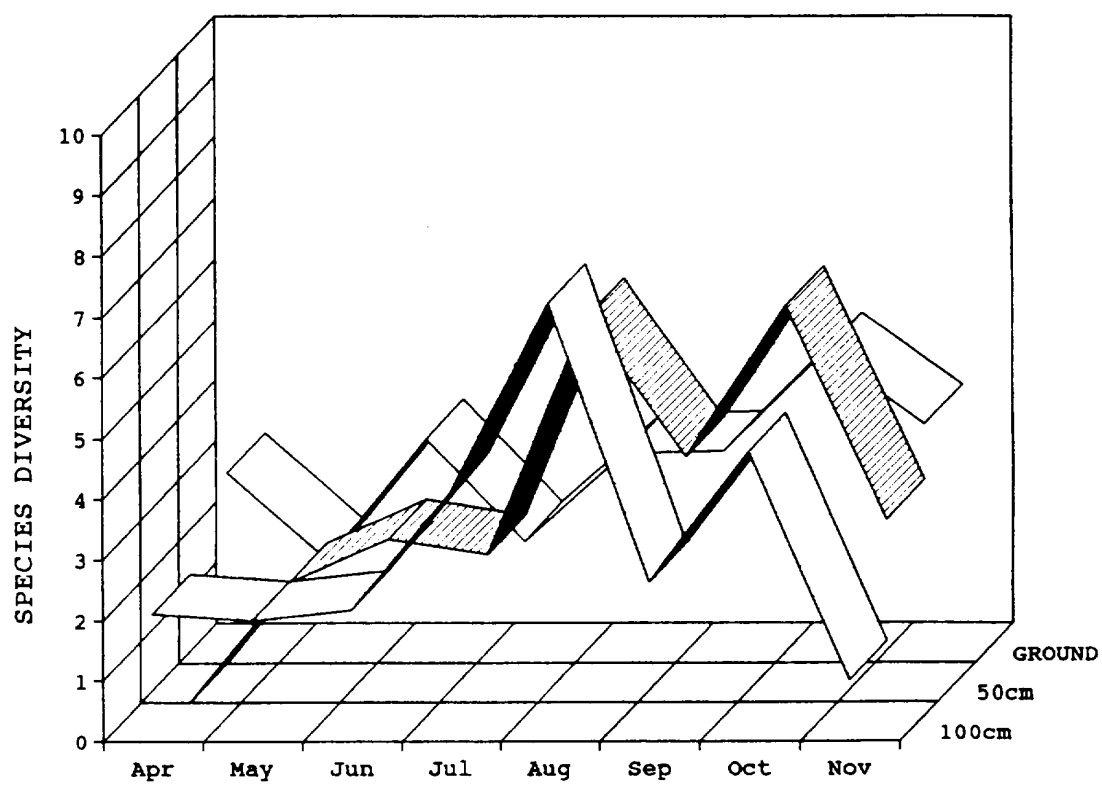


Fig. 6. Spatio-temporal variation of species diversity of the drosophilid community in the oak forest.

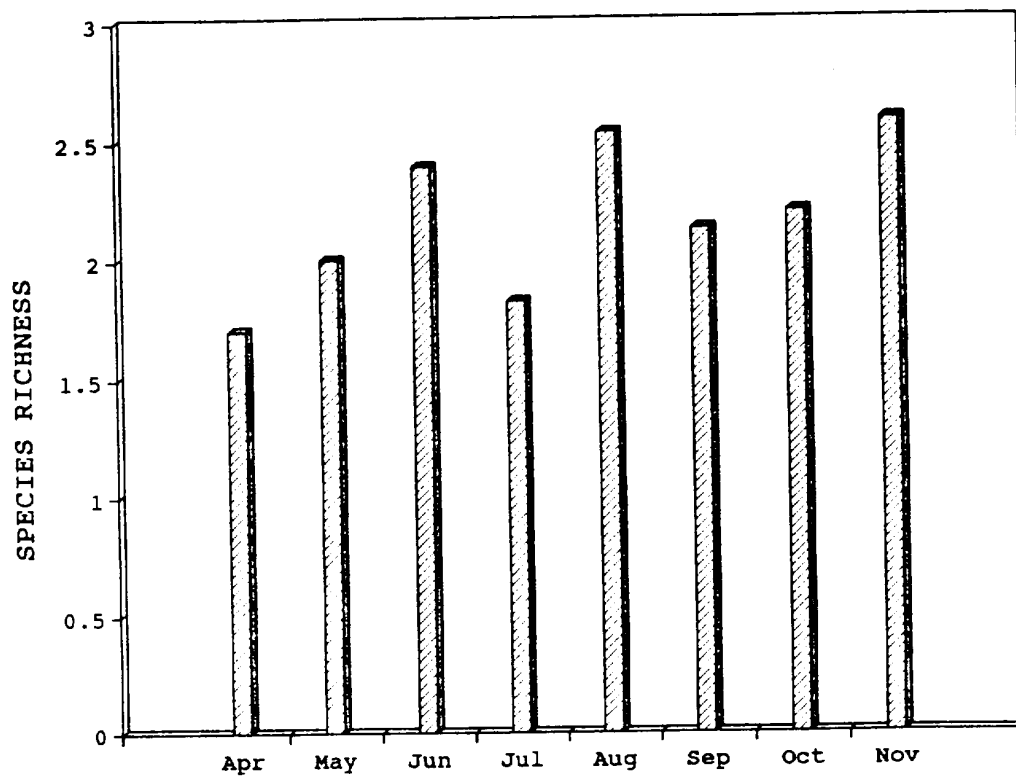


Fig. 7. Monthly species richness of the whole drosophilid community.

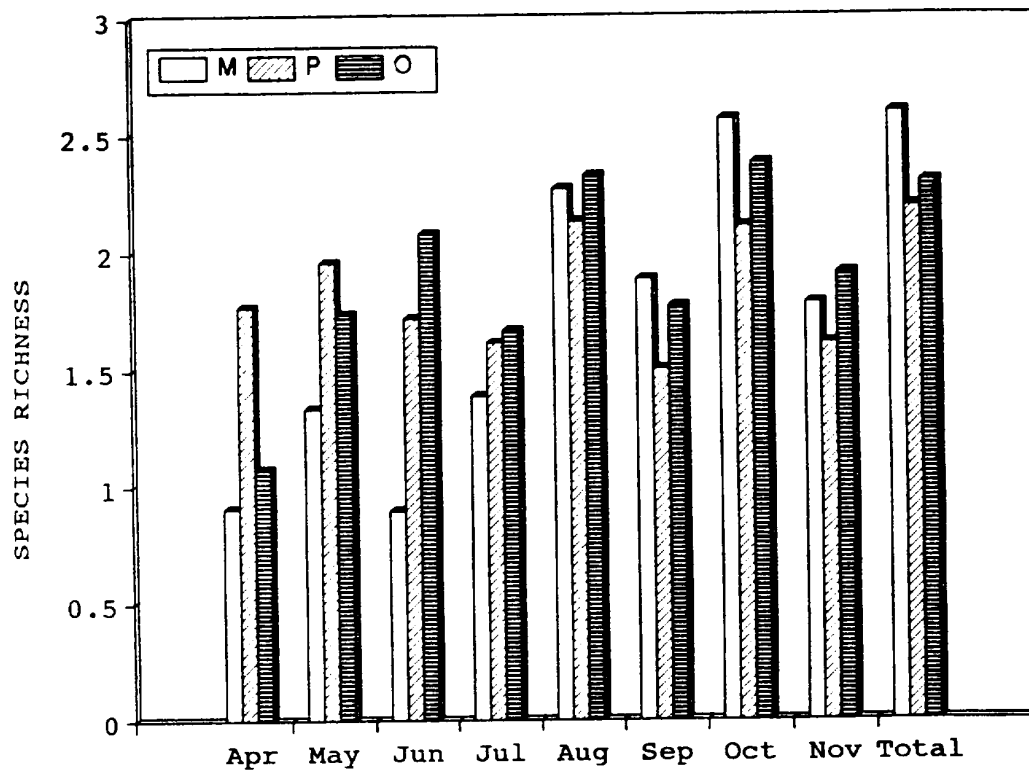


Fig. 8. Monthly species richness of the drosophilid community in each survey area. (M: meadow, P: pine forest, O: oak forest)

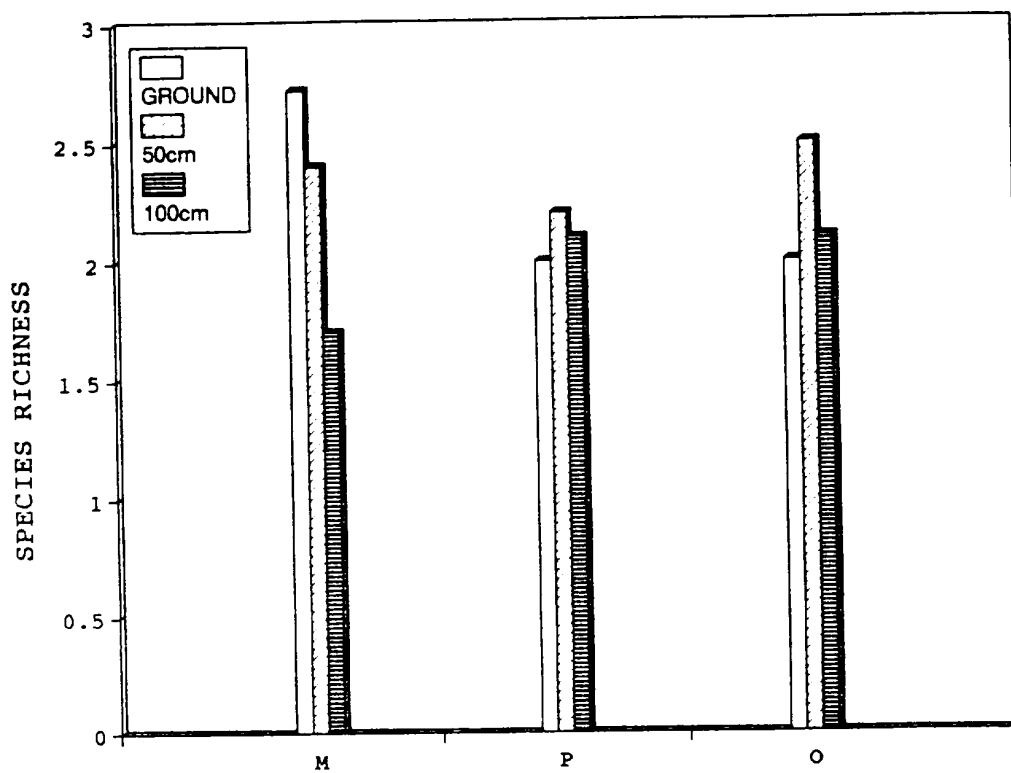


Fig. 9. Vertical species richness of the drosophilid community in each survey area. (M: meadow, P: pine forest, O: oak forest)

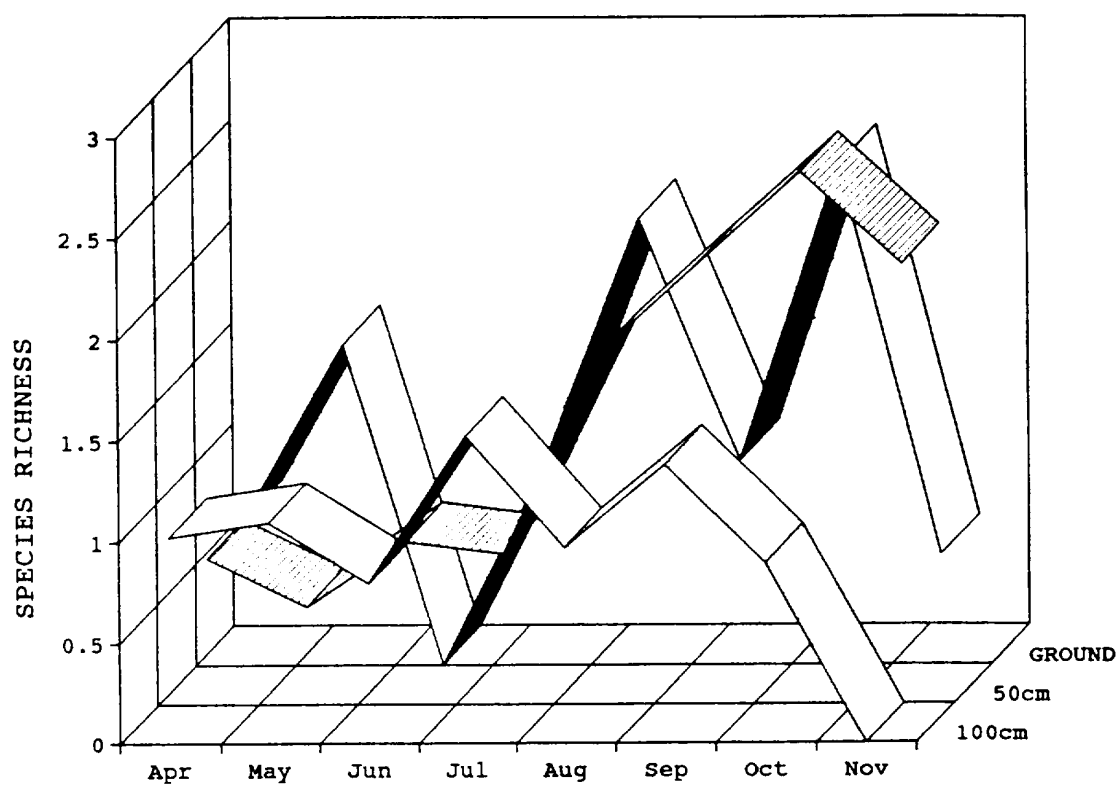


Fig. 10. Spatio-temporal variation of species richness of the drosophilid community in the meadow.

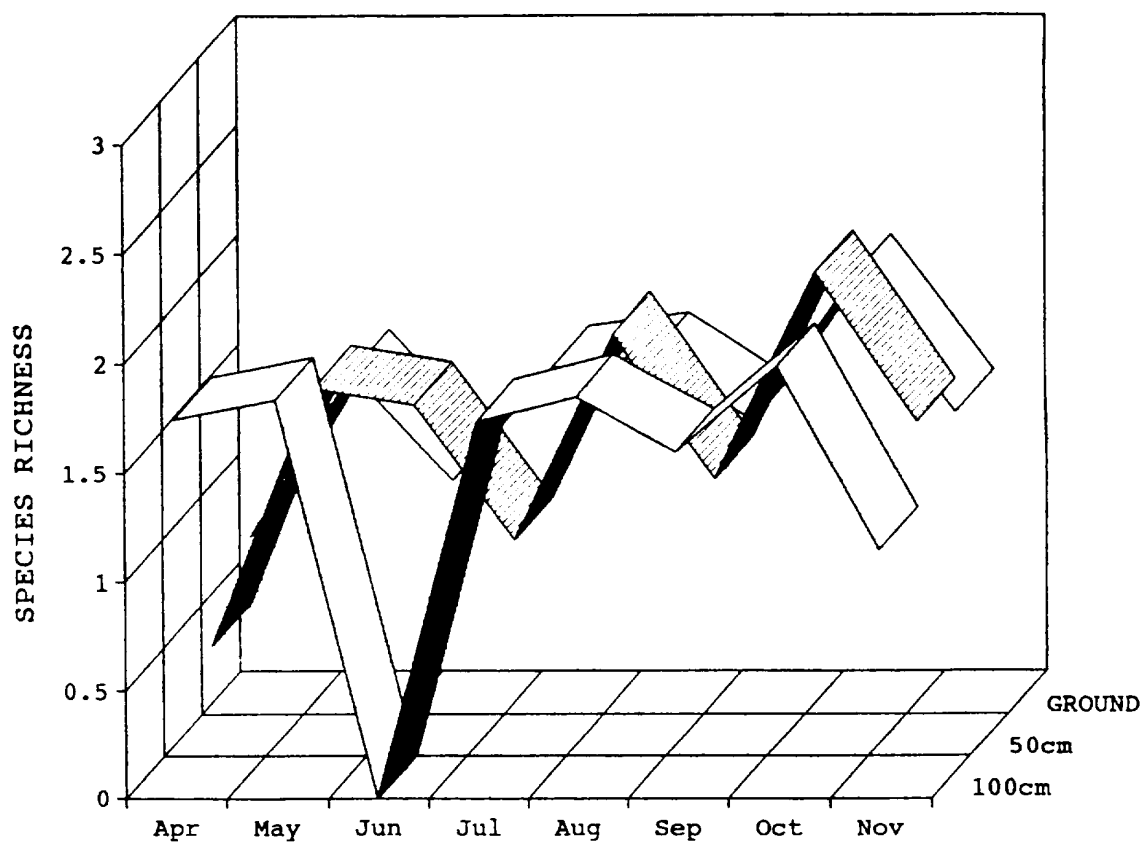


Fig. 11. Spatio-temporal variation of species richness of the drosophilid community in the pine forest.

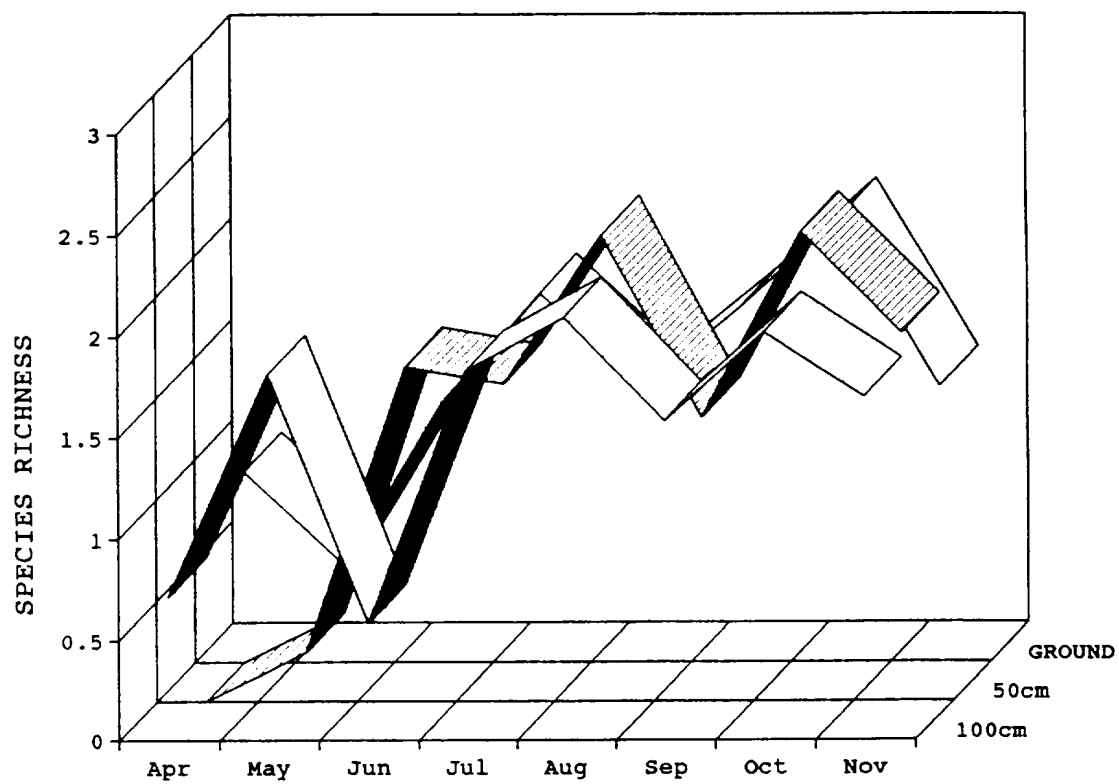


Fig. 12. Spatio-temporal variation of species richness of the drosophilid community in the oak forest.

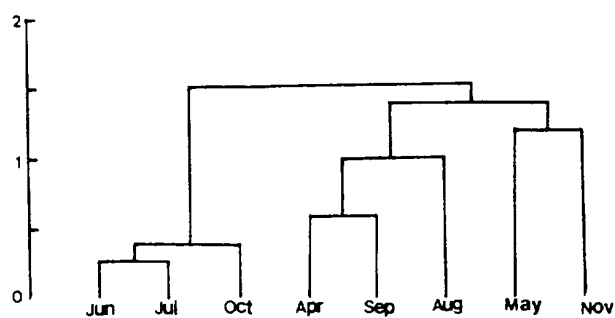
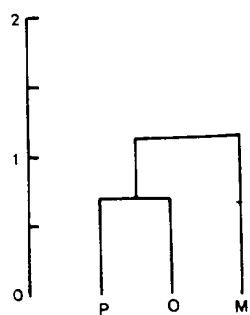


Fig. 13. Dendrogram for cluster analysis of the whole drosophilid community by month.



(M: meadow, P: pine forest, O: oak forest)

Fig. 14. Dendrogram for cluster analysis of the whole drosophilid community by plant vegetation.

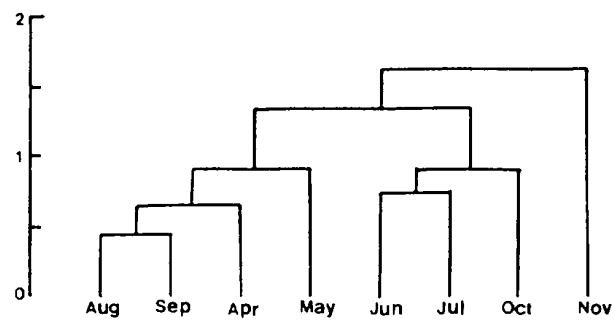


Fig. 15. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community in the meadow.

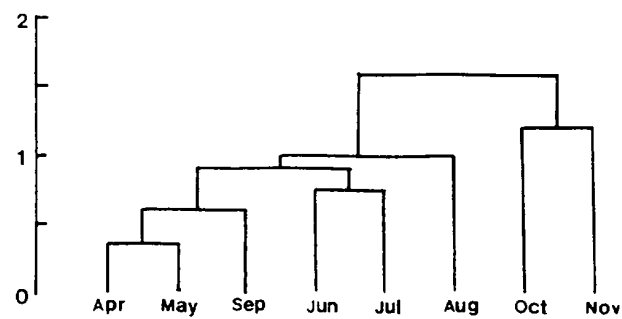


Fig. 16. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community in the pine forest.

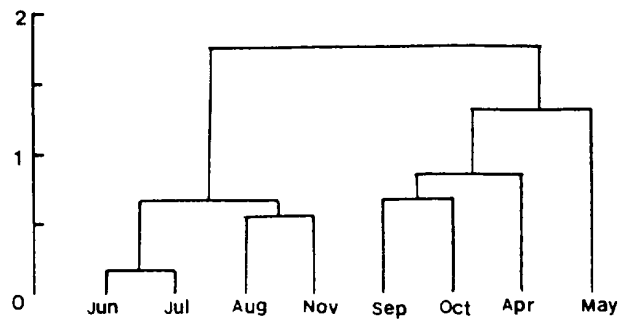


Fig. 17. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community in the oak forest.

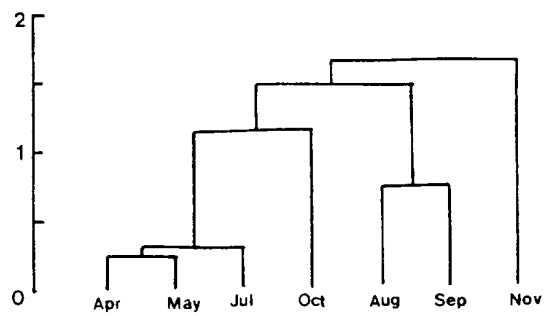


Fig. 18. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at ground in the meadow.

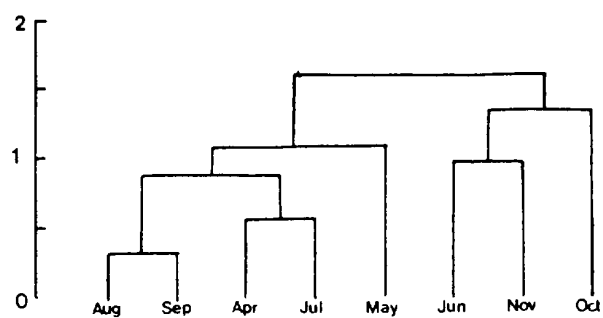


Fig. 19. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 50 cm height in the meadow.

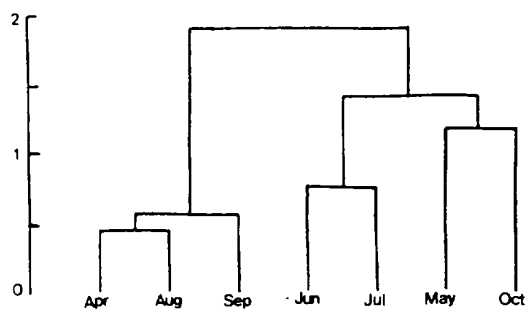


Fig. 20. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 100 cm height in the meadow.

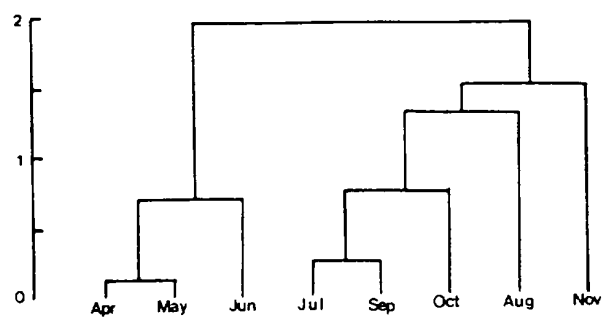


Fig. 21. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at ground in the pine forest.

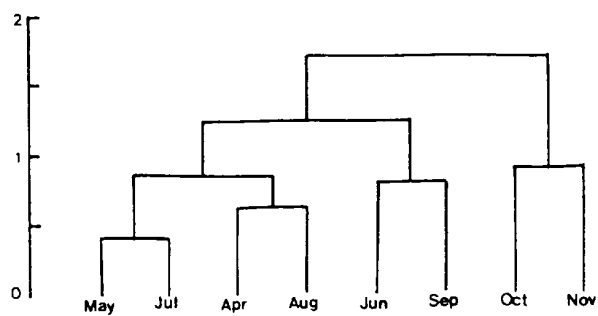


Fig. 22. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 50 cm height in the pine forest.

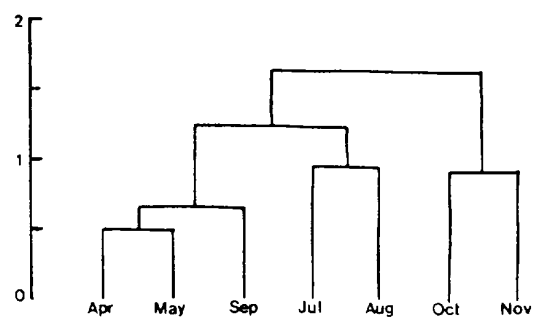


Fig. 23. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 100 cm height in the pine forest.

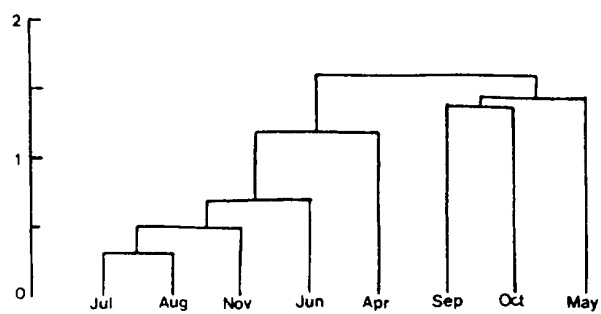


Fig. 24. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at ground in the oak forest.

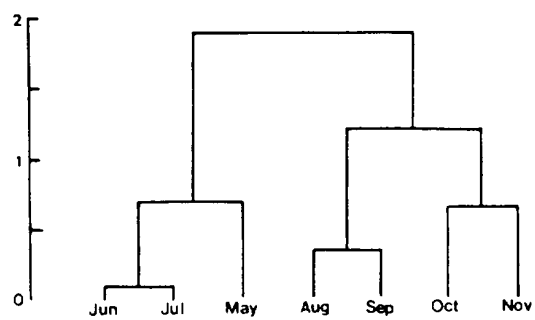


Fig. 25. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 50 cm height in the oak forest.

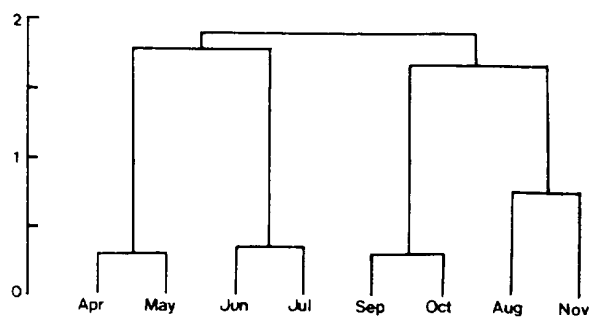


Fig. 26. Dendrogram for cluster analysis of the drosophilid community at 100 cm height in the oak forest.

參考文獻

- Kang, Y. S., Chung, O. K., and Lee, H. Y.(1958), "Drosophilidae species of Seoul and adjacent localites. (in korean)," *Kor. J. Zool.*, 1:25-26.
- 姜永善, 鄭玉基, 李惠英 (1959), "韓國產 초파리의 分類와 生態(3), 高度 및 季節에 따른 초파리 集團의 變動," *韓國動物學會誌*, 3:5-8.
- 高塔官 (1984), "濟州島 常綠樹林內의 초파리 群集 分析," 濟州大學校 教育大學院 碩士學位 論文.
- 金源澤 (1984), "濟州島 溪谷 樹林內 초파리 集團들의 出現性과 垂直分布," *科學教育, 濟州大 科學教育研究所*, 1:31-45.
- 金源澤 (1985), "濟州島 漢拏山の *Drosophila* (Diptera:Drosophilidae) 種 分布," *科學教育, 濟州大科學教育研究所*, 2:5-21.
- 梁上一 (1987), "濟州島 松林에서의 초파리 種의 季節的 變動과 微分布," 濟州大學校 教育大學院 碩士學位 論文.
- 李英仁, 金源澤, 金大浩 (1985), "漢拏山の 昆蟲相, 漢拏山 天然保護區域 學術 調查報告書," *濟州道*, 351-455.
- Lee, T. J. (1962), "Ecological Studies of *Drosophila* Population in Korea," *Kor. J. Zool.*, 5:13-20.
- Lee, T. J. (1964), "Taxonomy, and Geographical Distribution of Drosophilidae (Diptera) in Korea," *Chungang Univ. Theses Collection*, 9:425-459.
- Chung, Y. J. (1955), "Collection of wild *Drosophila* on Quelpart Island, Korea," *Drosophila Inform. Serv.*, 29:111.
- Chung, Y. J. (1958), "Drosophilid Survey of Ten Localites, South Korea," *Kor. J. Zool.*, 1:33-37.
- Chung, Y. J, and Rho, B. J. (1959), "Drosophilid Survey of Mt. Sul-ak." *Kor. J. Zool.*, 2:37-42.

- Kwon, O. K, and M. J. Toda (1981), "A Preliminary Study on the Ecological Structure of Drosophilid Community in the Quelpart Island, Korea, with a Supplementary Note on the Drosophilid Assemblage on Tree Trunks," *Cheju Univ. Jour.*, 13:31-43.
- Beppu, K. (1984), "Vertical microdistribution of Drosophilidae (Diptera) in a beech forest," *Kontyû*, 52:58-64.
- Dobzhansky, Th. and C. Epling (1944), "Taxonomy, geographic distribution and ecology of *Drosophila Pseudoobscura* and its relatives," Carnegie Inst. Washington Publ., 554:4-46.
- Ludwig, J. A, and J. F. Reynolds (1988), "Statistical Ecology, A Primer on Methods and Computing," John Wiley & Sons, N. Y., 8(3):85-103.
- Sakuma, A. (1964), "Statistics in Biology," Tokyo Univ. Press, Tokyo.
- Shima, T. (1960), "A collection record of *Drosophila* around Iwamizawa," *Hokkaido. Zool., Mag.* 70:403-407.
- Shorrocks, B. (1975), "The distribution and abundance of woodland species of British *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae)," *J. Anim. Ecol.*, 44:851 - 864.
- Takada, H. (1971), "*Drosophila* in Hokkaido its Taxonomy and Ecology," *J. Fac. Gen. Edu. Sapporo Univ.*, 2:15-30.
- Takada, and Maekawa, H. (1983), "Seasonal activity of drosophilid flies observed at Lake kutcharo, near the coast of Sea of Okhotsk," *J. Fac. Gen. Edu. Sapporo Univ.*, 22:147-165.
- Toda, M. J. (1973), "Daily Activity and Vertical Microdistribution of Drosophilid Flies in Undergrowth Layers," *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. VI., Zool.* 19(1):105-124.
- Toda, M. J. (1974), "A Preliminary Study on Microdistribution and Dispersal in Drosophilid Natural Populations," *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, 19(3):641-656.
- Toda, M. J. (1976), "A Preliminary Study on Drosophilid Ecology (Diptera, Drosophilidae) in the Bonin Island," *Kontyû*, 44(3):337-353.

-
- Toda, M. J. (1977a), "Two new "retainer" bait traps," *Drosophila Inform. Serv.*, 52:180.
- Toda, M. J. (1977b), "Vertical microdistribution of Drosophilidae(Diptera) within various forests in Hokkaido. I. Natural broad-leaved forest," *Jap. J. Ecol.*, 27:209-214.
- Watabe, H., Kimura, M. T., Toda, M. J, and Iwao, Y. (1985), "Bionomics of Drosophilidae (Diptera) in Hokkaido VII," *Kontyû*, 53(1):34-41.

〈Summary〉

**Comparative Analysis of Drosophilid
Communities of Meadow, Pine and Oak Forests in Cheju Island**

Ko Young-Ok

Biology Education Major

Graduate School of Education, Cheju National University

Cheju, Korea

Supervised by Professor Kim Won-Taek

The study is on drosophilid flies collected from ground, 50 cm height, and 100 cm height in the meadow, the pine forest and the oak forest in Cheju Island from April, to November 1990. And their species composition and community are compared and investigated.

The result of the study is as follow ;

1. Abundance

1) The consistence of total specimens is 17,353 individuals 24 species and 4 genera.

2) Abundance of the drosophilid species of the oak forest is highest and next that of the pine forest and than that of the meadow.

3) In the meadow, abundance of the drosophilid species is highest in September and on the ground.

4) In the pine forest, abundance of the drosophilid species is highest in October and on the ground.

5) In the oak forest, abundance of the drosophilid species is highest in July and on the 100 cm height.

-
- * A thesis submitted to the Committee of the Graduate School Of Education, Cheju National University in Partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education in August, 1993.

2. Species diversity

1) Diversity of the drosophilid species of the pine forest is the highest and next that of the meadow and then that of the oak forest.

2) In the meadow, diversity of the drosophilid species is highest in October and on the ground.

3) In the pine forest and the oak forest, diversity of the drosophilid species is highest in August and on the 100 cm height.

3. Species richness

1) Richness of the drosophilid species of the meadow is the highest and next that of the oak forest and then that of the pine forest.

2) In the meadow, richness of the drosophilid species is highest in October and on the ground.

3) In the pine forest, richness of the drosophilid species is highest in August and on the 50 cm height.

4) In the oak forest, richness of the drosophilid species is highest in October and on the 50 cm height.

4. As a result of analyzing general overlap among species, we reject the hypothesis, which is completely overlapped since it appears that $p < 0.001$ has the significant difference to drosophilid community in three plant vegetations and in every month.

5. As a result of analyzing community similarity, the more similar dominance order of the drosophilid species will be the higher similarity, and the more different dominance order of the drosophilid species will be the lower similarity.