

碩士學位請求論文

濟州島 常綠闊葉樹林中 高度에
따른 초파리 群集構造 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

金 承 範

1995年 8月

濟州島 常綠闊葉樹林에서 高度에
따른 초파리 群集構造 分析

指導教授 金 源 澤

이 論文을 教育學碩士學位請求論文으로 提出함

1995年 6月 日

濟州大學校 教育大學院 生物教育專攻

提出者 金 承 範



金承範의 教育學 碩士學位 論文을 認准함

1995年 7月 日

審査委員長	印
審査委員	印
審査委員	印

摘 要

본 연구는 1994년 5월 부터 10월 까지 제주도 한라산 돈내코천의 남서교와 수악교 계곡의 상록활엽수림지에서 서식하는 초파리 종과 수도의 관계, 종다양도, 종풍부도 그리고 미수직분포 등을 비교분석하여 제주도 초파리 군집의 특성을 밝히기 위한 기초 자료를 얻고자 15 m의 구실잣밤나무의 6 m의 높이에 도르레를 연결하여 각각 0 m, 1 m, 2 m, 3m, 4 m, 5 m 높이에 trap를 설치하여 초파리를 채집한 결과 총 7속, 30종 68,893 개체 (남서교 : 7속 29종 39,391 개체, 수악교 : 6속 27종 29,502 개체)가 채집되었으며, 종 조성과 군집의 유연관계를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 種數 및 數度

- 1) 초파리 종의 수는 남서교에서 5월과 10월에 각각 24종, 수악교에서는 5월에 22종으로 가장 많은 종수를 보였다.
- 2) 남서교에서의 초파리 개체수는 10월과 0 m에서 가장 높았다.
- 3) 수악교에서의 초파리 개체수는 5월과 1 m에서 가장 높았다.
- 4) 남서교에서의 다수종은 각시별초파리 (*D. angularis*), 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*), 굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*), 왕노랑초파리 (*D. immigrans*) 등 4종이었고, 최우점종은 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*)이다.
- 5) 수악교에서의 다수종은 걸노랑초파리 (*D. lutescens*), 각시별초파리 (*D. angularis*), 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*), 굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*), 왕노랑초파리 (*D. immigrans*), 땡초파리 (*D. pengi*) 등 6종이었고, 최우점종은 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*)이다.



2. 多樣度

- 1) 초파리 종의 다양도 지수는 남서교와 수악교에서 9월에 각각 7.7, 6.3으로 가장 높았다.
- 2) 초파리 종의 다양도 지수는 남서교와 수악교에서 10월에 각각 2.4, 1.7로 가장 낮았다.
- 3) 초파리 전체 군집의 종다양도 지수는 남서교에서 평균 4.4, 수악교에서 평균 5.8로 수악교가 다양도 지수가 높았다.

3. 豊富度

- 1) 초파리 종의 풍부도 지수는 남서교에서 5월, 수악교에서 6월에 각각 2.6, 2.4로 가장 높았다.
- 2) 초파리 종의 풍부도 지수는 남서교와 수악교에서 10월에 각각 1.6, 2.0으로 가장 낮았다.

4. 微手織分布

1) 남서교에서는 9종이 상향구배, 12종이 하향구배를 보였으며, 8종이 미수직분포가 불확실한 종으로 나타났다.

2) 수악교에서는 9종이 상향구배, 15종이 하향구배를 보였으며, 3종이 미수직분포가 불확실한 종으로 나타났다.

5. 본 조사 결과 조사 지소 및 조사시기에 따라 군집을 구성하는 종들의 집단 크기는 계절적으로 항상 일관성을 갖는 것이 아니며 고도, 서식지의 온도와 습도 등의 미기후 환경이 집단의 크기 및 미수직 분포를 결정하는 요인으로 작용하는 것으로 사료된다.



目 次

I. 序 論	1
II. 調査地 및 研究方法	3
1. 調査地	3
2. 研究方法	4
1) 調査期間	4
2) 溫度 및 濕度 測定	4
3) 研究方法	4
III. 結果 및 考察	6
1. 氣度와 濕度 (Air Temperature and Humidity)	6
2. 種數와 數度 (Species number and Abundance)	6
3. 種多樣度 (Species diversity)	11
4. 種豐富度 (Species richness)	12
5. 微垂直分布 (Vertical microdistribution gradient)	12
參考文獻	15
Summary	18

表 目 次

Table 1. Species composition and abundance of the whole drosophilid community by months.	20
Table 2. Monthly species abundance of the drosophilid community in Namsu-Kyo.	21
Table 3. Monthly species abundance of the drosophilid community in Suak-Kyo.	22
Table 4. Relative abundance of drosophilid flies collected in Namsu-Kyo.	23
Table 5. Relative abundance of drosophilid flies collected in Suak-Kyo.	24
Table 6. Abundance of each species collected throughout the survey period from each height of the whole drosophilid community.	25
Table 7. Vertical microdistribution gradient of drosophilid flies in Namsu-Kyo.	26
Table 8. Vertical microdistribution gradient of drosophilid flies in Suak-Kyo.	27

그림 목차

Fig. 1. Map of the Cheju Island. The arrows show the survey regions (A-Namso-Kyo, B-Suak-Kyo).	28
Fig. 2. Monthly mean value of temperature at survey areas.	29
Fig. 3. Average relative humidity at the survey sites by month..	30
Fig. 4. Spatial and temporal variation of species numbers.	31
Fig. 5. Spatial and temporal variation of species abundance.	32
Fig. 6. Vertical microdistribution of the whole community.	33
Fig. 7. Spatial and temporal variation of species diversity.	34
Fig. 8. Spatial and temporal variation of species richness.	35

I. 序 論

지난 한 세기 동안, 초파리의 생태학적 연구는 집단유전학의 발달과 함께 유전학 및 진화론 분야를 연구하는 데 있어서 관심의 대상이 되어 왔다.

일본의 경우에는 초파리의 생태학에 관하여 상당히 많은 연구가 이루어진 상태에 있다. 특히 홋카이도 대학의 연구자들을 중심으로 하여 초파리 군집의 집단 구성 (Suzuki, 1955; Momma, 1965), 계절에 따른 군집의 변동 (Takada and Maekawa, 1983), 미수직분포 (Beppu, 1984; Toda, 1973, 1976, 1977a,b) 등이 연구되어 왔다.

제주도의 초파리에 관한 정보는 지난 1950년대 중반부터 얻어지기 시작하여 어느 정도 축적되었다. 초기에는 제주도에 분포하는 초파리 상에 관하여 보고된 바 있었다 (鄭, 1955, 1958; 姜 등, 1959; 李, 1962, 1964). 그러나 이후 17년 동안은 제주도의 초파리에 관해서 아무런 연구도 이루어지지 않았다. 그런데 한라산 부리악의 상록 활엽수림에서 초파리 군집의 생태학적 구조에 관한 연구 (Kwon and Toda, 1981)가 이루어진 이후부터 여러 연구자들이 제주도의 초파리에 관심을 갖게 되었다. 이 때부터 제주도 초파리에 관한 생태학적 연구가 좀더 심층적으로 이루어지게 되었는데, 해발 300 m의 계곡 수림내 초파리 군집의 미수직분포와 그 계절적인 변동 (金, 1984), 한라산 해발 1,000 m와 1,800 m 사이의 낙엽 활엽수림대 및 관목대 초파리 군집의 고도별 분포 및 계절적 변동 (金, 1985), 한라산 저지대와 중고지대 계곡의 상록 수림내 초파리 군집 분석 (高, 1986), 그리고 저지대 송림에서의 초파리 군집의 미분포와 일주성에 관한 계절적 변동의 분석 (梁, 1987) 등이 이루어졌다. 최근에는 제주도 초지의 초파리 군집이 분석된 바 있다 (金과 高, 1993). 그러나 제주도의 초파리에 관한 조사 및 생태학적 연구는 미약한 상태에 있다.

종수도의 변이는 생태학적 군집에서 가장 두드러진 현상 중의 하나이다. 그러한 변이의 양상에 관한 수학적 기술을 통하여 군집의 안정성, 에너지 이동경로, 자원 분배 (resource partitioning), 종과 면적의 관계, 진화과정 등에 관한 많은 이론이 제시되어 왔다 (Hutchinson, 1959; Kolasa and Biesiadka, 1984; McGuinness, 1984; McNaughton and Wolf, 1970; Whittaker, 1965, 1972). 군집의 체제화 (organization)는 자원의 이용, 활동 시기, 수직적 수평적 분포, 중간 상호작용 등을 포함하는 생태학적 지위 (Whittaker, 1972)에 관한 개념과 관계가 있는 것이다.

제주도는 한반도의 최남단에 위치하고 있는 섬으로서 지리적으로나 기후적으로 특수한 자연환경을 가지고 있다. 특히, 한라산을 중심으로 고도차가 현저하여 다양한 식생이 형성된 곳이다 (金, 1985). 이에 따라 초파리의 분포상과 초파리 군집의 양상도 특이하리라 여겨진다. 따라서 본 연구는 1994년 봄부터 가을까지 제주도 남쪽에 위치한 두 지역 (입석동과 수악계곡)의 상록 활엽수림지에 서식하는 초파리의 종과 수도의 관계, 종 다양도, 종 풍부도, 그리고 미수직분포 등을 비교 분석하여 제주도 초파리 군집의 특성을 밝히기 위한 기초자료를 얻고자 시도하였는데, 그 결과 제주도 초파리 군집의 구조는 지리적으로 다른 지역 (일본)의 경우는 물론이고 제주도에선 행된 연구의 결과와 일부는 일치하였으나 다른 일부는 차이가 있음을 발견하였다.



II. 調査地 및 研究方法

1. 調査地

본 조사의 대상 지역은 한라산의 남쪽에 있는 돈내코 천의 남서교와 수악계곡의 수악교 근처로 2개 조사지소를 택하였다 (Fig. 1). 남서교와 수악교는 서귀포시 1호 광장에서 5·16 도로를 따라서 북쪽으로 각각 5 km와 15 km 떨어져 있으며, 해발고도는 각각 280 m와 520 m이다. 이 지역의 식생은 주로 상록활엽수가 우세한 숲으로 형성되어 있었는데, 각 조사지소에 분포하는 식물 종은 아래와 같았다.

남서교 (선돌) : 구실잣밤나무 (*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* Nakai), 붉가시나무 (*Quercus acuta* Thunb.), 종가시나무 (*Q. glauca* Thunb.), 졸참나무 (*Q. serrata* Thunb.), 동백나무 (*Camellia japonica* L.), 조록나무 (*Distylium racemosum* S. et Z.), 사스레피 (*Eurya japonica* Thunb.), 말오줌때 (*Euscaphis japonica* (Thunb.) Kanitz), 황칠나무 (*Dendropanax morbifera* Lev.), 호자나무 (*Damnacanthus indicus* Gaertner), 돈나무 (*Pittosporum tobira* Ait.), 백량금 (*Ardisia crenata* Sims), 마삭줄 (*Trachelospermum asiaticum* var. *intermedium* Nakai), 쇠고사리 (*Rumohra amabilis* (Bl.) Ching), 모람 (*Ficus nipponica* Fr. et Sav.), 자금우 (*A. japonica* Bl.)

수악교 : 구실잣밤나무 (*C. cuspidata* var. *sieboldii* Nakai), 붉가시나무 (*Q. acuta* Thunb.), 종가시나무 (*Q. glauca* Thunb.), 동백나무 (*C. japonica* L.), 사스레피 (*E. japonica* Thunb.), 황칠나무 (*D. morbifera* Lev.), 단풍나무 (*Acer palmatum* Thunb.), 굴거리 (*Daphniphyllum macropodum* Miq.), 조록나무 (*D. racemosum* S. et Z.), 생달나무 (*Cinnamomum japonicum* Sieb.), 섯달나무 (*Machilus japonica* S. et Z.), 마삭줄 (*T. asiaticum* var. *intermedium* Nakai), 자금우 (*A. japonica* Bl.)

2. 研究方法

1) 調査期間

조사 기간은 1994년 5월부터 10월까지로 6개월 동안 격주로, 매월 첫째주와 셋째주 일요일마다 채집을 하였다.

2) 氣溫 및 濕度 測定

두 조사지소에서 1 m 높이의 백엽상을 설치하여 자기온습도계 (KAHL SICO-EL JOHN, Temp. : -10~40℃, RH : 0~100%)로 기온 및 습도를 측정하였다.

3) 研究方法

표본의 채집은 땅 효모를 첨가하여 발효시킨 바나나를 유인물 (Shorrocks, 1975)로 한 "retainer"형 덩 (Toda, 1977a)을 이용하였다. 각 조사지소에서 높이가 약 15 m인 구슬갓밤나무의 6 m 높이에 도르레를 고정하고 비닐피복 전선 (VCTE 2.0 mm)을 연결하여 각각 0, 1, 2, 3, 4, 그리고 5 m의 높이에 trap을 1주일 동안 고정 설치하였다. 매월 1, 3주 일요일마다 덩에 고정된 70% 에틸알코올 병에 수집된 초파리를 실험실로 옮겨 동정을 하였다.

월별로 각 구성종들의 상대적 백분율을 비교하기 위하여 상대적 수도를 3계급으로 나누어 다수종 (abundant), 보통종 (common), 희소종 (rare)으로 표현하였다. 이를 위하여 다음과 같은 Sakuma (1964) 식을 이용하여 상대적 백분율의 95% 신용한계를 이용하였다.

$$n/N = \sqrt{n(N-n)/N^3} \times 100$$

위 식에서 N =총개체수, n =종의 개체수이다. 평균백분율은 n 대신에 평균개체수 ($n=N/S$, S =종수)를 사용하여 계산하였다.

각 종의 상대적 백분율 하한치가 평균백분율의 상한치 이상이면 다수종, 전자의 상한치가 후자의 하한치 이하일 때 희소종, 양자의 범위가 중복될 때 보통종으로 분류하였다.

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

$$\text{Species diversity} = e^{H'}$$

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 개체수이며 N_i 는 전체 종의 개체수이다.

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

여기에서 S 는 종의 총수이고, N 는 개체의 총수이다.

또한, 월별로 각 종들의 미수직분포 구배 (g)를 비교하기 위하여 Toda (1973)의 식을 이용하였다.

$$g = \sum_{i=1}^5 \frac{f_{i+1} - f_i}{h_{i+1} - h_i}$$

이 식에서 f 는 h_i 높이에서 채집된 개체수의 백분율이고, h_i 는 i 번째의 높이이다.



Ⅲ. 結果 및 考察

1. 氣溫과 濕度 (Air Temperature and Humidity)

조사기간 동안 기록된 지역별 월평균 기후 조건을 보면, 기온은 남서교의 경우 5월에 16℃로 가장 낮았고 6월부터 상승하여 8월에 26.1℃로 최대가 되었다가 9월부터 다시 하강하여 10월에 19.5℃로 낮아졌다. 수악교의 경우도 남서교와 수치만 다를 뿐 똑같은 양상의 변동을 보였는데, 5월에 14℃로 가장 낮았고 8월이 24.1℃로 가장 높았으며, 10월에 16℃로 낮아졌다. 두 조사지소의 월평균 기온의 차는 약 2 ~ 3℃이었다 (Fig. 2).

습도는 남서교의 경우 5월에 78%이었고 7월과 8월에는 90% 이상으로 높았으며 9월과 10월에는 각각 71%와 74%로 낮아져 9월에 최저가 되었다. 수악교의 경우에는 5월에 82%이었는데 6월에 약간 낮아졌다가 7월과 8월에는 90% 이상으로 급증하여 8월에 94%로 최대가 되었다. 그러나 9월부터 다시 낮아져 10월에 75.5%로 최저가 되었다 (Fig. 3).

두 조사지소의 기록된 기후 조건은 서로 상반된 양상으로 나타났는데, 5월의 수악교의 조건은 남서교에 비해 기온이 약 2℃ 낮았으나 습도는 약 4% 높았다. 한편 10월의 남서교의 조건은 앞서서와 달리 수악교의 조건에 비해 기온이 약 3.5℃ 높았고 습도는 약간 낮았다.

2. 종수와 수도 (Species number and Abundance)

조사기간 동안 총 7속 30종 68,893 개체의 초파리가 채집되었고, 종수는 5월에 26종으로 가장 많은 수가 채집되었고 7월에 16종으로 가장 적은 수가 채집되었다 (Table 1). 각 조사지소에서 월별 종수를 보면, 남서교에서 5월과 10월에 24종으로 가장 많이 출현하였고 7월과 8월에 12종으로 가장 적게 나타났다. 수악교에서는 5월에 22종으로 가장 많이 출현하였고 7월에 16종으로 가장 적게 출현하였다 (Fig. 4). 이와 같이 남서교나 수악교에서 7월 또는 8월에 종수가 최소가 된 것은 희소종들이 출현하지 않았기 때문인데, 이들 종은 기온의 상승에 민감하게 반응하여 활동성이 현저히 둔화되거나 또는 휴면에 들어가는 종이라고 생각된다. 왜냐하면 두 조사지소에서 조사기간 동안 7월

또는 8월에 기온과 습도가 가장 높았지만 상대적으로 볼 때 수악교에서는 남서교에 비해 습도는 높았으나 기온은 낮았기 때문이다. 다음 부분의 결과들도 이러한 추정을 지지해주고 있다.

월별 개체수 변동을 보면, 5월과 10월에는 많은 개체수가 출현하였으나 기온과 습도가 높은 6월부터 9월까지는 비교적 적게 출현하였다 (Fig. 5).

비교적 높은 수도를 나타낸 종들을 보면 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*)가 33,110 개체 (48.06%)로 가장 많은 개체가 채집되었고, 그 다음으로는 굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*)가 10,694 개체 (15.52%), 곁노랑초파리 (*D. lutescens*)가 6,979 개체 (10.13%), 각시별초파리 (*D. angularis*)가 5,311 개체 (7.71%), 땡초파리 (*D. pengi*)가 3,953 개체 (5.57%), 왕노랑초파리 (*D. immigrans*)가 3,167 개체 (4.60%), 등흰점박이초파리 (*D. triauraria*)가 1,350 개체 (1.96%), 노랑점먹초파리 (*D. lasertosa*)가 923 개체 (1.34%) 순으로 나타났다.

한편 뿔황금초파리 (*Leucophenga orientalis*), 옆줄무늬황금초파리 (*L. ornata*), 꼬리검정초파리 (*Amiota stylopyga*), 꼬마먹초파리 (*Scaptodrosophila coracina*), 주석날개콩초파리 (*S. subtilis*), 헛뿔니등초파리 (*Hirtodrosophila pseudonokogiri*), 네줄등초파리 (*H. quadrivittata*), 여섯등줄초파리 (*H. sexvittata*), 꼬마세줄등초파리 (*H. trivittata*), 검정버섯초파리 (*Mycodrosophila gratiosa*), 흘빛살초파리 (*D. unipectinata*), *D. sp. of curviceps* subgroup, 노랑큰니초파리 (*Nesiodrosophila raridentata*) 등은 전 조사기간 동안 30 개체 미만으로 채집된 희소종이었다. 제주도 초파리에 관한 선행연구에서도 이들 대부분은 희소종으로 보고된 것이다. 이들 종들이 전 조사기간 동안에 매우 낮은 수도를 보였던 이유는 여러 가지 측면에서 고찰할 수 있는데, 제주도가 이들이 선호하는 번식지로서 알맞지 않던가 또는 바나나가 선호하는 과물 (果物)이 아니어서 유인이 잘 안되기 때문일 수도 있고 (Momma, 1965; Kimura *et al.*, 1977), 또는 제주도 환경에 적응력이 약한 작은 집단이기 때문일 수도 있을 것이다. 따라서 이러한 종들의 생태적 지위를 자세히 밝히기 위해서는 유인물을 달리한 덩을 사용함과 동시에 sweeping 방법으로 채집을 하고 또한 번식지를 조사하는 방법 등을 병행하여 더 많은 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

각 조사지소의 종과 수도 그리고 상대적 수도가 비교적 높았던 종들의 시기적 변동은 다음과 같았다 (Table 2, 3).

남서교에서 조사된 초파리의 수는 7속 29종 39,391 개체이었고, 수악교에

서는 6속 27종 29,502 개체이었다.

두띠노랑초파리 (*D. bizonata*)는 10월에 남서교 (24,440 개체, 98.1%)와 수악교 (7,259 개체, 88.6%)에서 공통적으로 가장 높은 수도로 출현하였으며, 남서교에서는 6월과 7월에, 수악교에서는 6월과 8월에 가장 낮은 수도로 출현하였다. 이 종은 조사기간중 가장 높은 수도로 출현한 최우점종으로서, 가을에 다수종이라 보고한 선행연구들의 결과와 일치하고 있어서 10월에 집단이 최대로 커지는 종 (univoltine species)이라고 볼 수 있었다 (李, 1962; 金, 1984; 高, 1986; 梁, 1987).

굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*)는 5월에 남서교 (2,942 개체, 90.43%)와 수악교 (6,729 개체, 91.7%)에서 공통적으로 가장 높은 수도로 출현하였고 7월부터 9월까지의 매우 낮은 수도를 보였다. 이 결과는 한라산의 북쪽 지대 350 m 고도에 있는 계곡의 상록수림에서 회소종으로 분류된 결과 (金, 1984)와는 상이하였으나, 본 조사지와 마찬가지로 한라산의 남쪽 지대 계곡의 상록수림에서 5, 6월에 높은 수도로 출현한다는 결과 (高, 1986)와는 일치하였다.

검노랑초파리 (*D. lutescence*)는 5월에 남서교 (1,700 개체, 69.4%)와 수악교 (3,094 개체, 68.3%)에서 가장 높은 수도를 보였으며 10월에 가장 낮은 수도를 보였다. 5월에 다수종이고 10월에 회소종으로 출현한다는 金 (1984)의 결과와는 일치하였으나 10월에 다수종으로 출현한다는 高 (1993)의 결과와는 차이를 보였다.

각시별초파리 (*D. angularis*)는 두 조사지소에서 공통적으로 5월부터 9월까지의 낮은 수도로 출현하였다가 10월에 남서교 (3,321 개체, 98.7%)와 수악교 (1,891 개체, 97.1%)에서 수도가 최고로 증가하였다. 본 종은 선행연구자들이 가을에 다수종이 된다고 보고한 결과와 일치하고 있어서 연중 가을에만 집단이 증가하는 종 (univoltine species)이라고 판단되었다 (李, 1962; 金, 1984; 高, 1986; 梁, 1987).

뽕초파리 (*D. pengi*)는 5월에 남서교 (932 개체, 71.7%)와 수악교 (2,522 개체, 95.1%)에서 가장 높은 수도를 보였다가 수도가 점점 낮아져서 10월에 수도가 가장 낮아진 univoltine 한 종이었다. 본 종은 제주도에서는 이전에 보고가 되지 않은 것으로서 근년에야 제주도에 침범한 종으로 판단된다.

왕노랑초파리 (*D. immigrans*)는 5월에 남서교 (948 개체, 58.2%)와 수악교 (883 개체, 57.4%)에서 가장 높은 수도로 출현하였다가 수도가 점점 낮아져서 9월에 가장 낮은 수도를 나타내었다. 이것은 한라산의 북쪽 계곡의 상록수림에서 얻어진 결과 (金, 1984)와 일치하였다. 그러나 봄과 여름 사이에 인가

와 그 주변에서 현저히 증가하다가 가을에 숲속으로 들어간다는 보고 (Toda, 1974, 1976)와 7월에 가장 높은 수도로 출현한다는 보고 (高, 1993)가 있을 뿐만 아니라, 기온 15~19℃, 습도 60~70% 범위의 10월과 11월에 높은 수도로 출현한다고 보고 (梁, 1987)도 있어서 본 종은 조사지의 환경은 물론이고 기상 조건에 따라서 변동이 심한 것으로 사료되었다. 이러한 사실은 왕노랑초파리가 서식지나 번식지의 선택 영역이 넓은 종임을 시사하는 것이라고 생각된다.

등흰점박이초파리 (*D. triauraria*)는 8월에 남서교 (565 개체, 55.7%)와 수악교 (220 개체, 65.5%)에서 가장 높은 빈도로 출현하였고 9월에도 비교적 높은 수도를 보였으나 그 이외에는 낮은 수도를 보인 univoltine 한 종이었다. 이 결과는 9월에 가장 큰 집단을 형성한다고 보고 (金, 1984)나 8월에 다수종으로 출현하여 기온이 아주 높은 환경에 활발히 활동하는 종이라는 보고 (高, 1986)와 별 차이가 없었다.

노랑점먹초파리 (*D. lacertosa*)는 8월에 수악교에서 가장 높은 수도를 보인 반면 남서교에서는 10월에 수도가 가장 높았다. 따라서 이 종은 univoltine 하지만 그 시기는 조사지에 따라 차이를 보였다. 그러나 고도에 따른 수도의 차이가 현저하여, 남서교에서 보다는 고도가 높은 수악교에서 수도가 높았다. 따라서 본 종은 여름에 집단이 커지는 종이라고 사료되며, 뒤에서 고찰하였듯이 높은 고도의 서식지에 적응된 것으로 판단된다.

위에서 본 우점종들의 계절적 소장을 비교하면 5월에 수도가 정점을 이룬 종들 중 대부분인 굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*), 걸노랑초파리 (*D. lutescens*) 그리고 뽕초파리 (*D. pengi*)는 남서교보다는 수악교에서 더 높은 수도를 보였고, 왕노랑초파리 (*D. immigrans*) 만이 비슷한 수도를 보였다. 두 조사지소에서 5월의 기상 조건을 비교하여 보면 기온은 수악교 지소에서 낮았으나 습도는 더 높았다. 10월에 수도가 최대를 이루었던 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*), 각시별초파리 (*D. agularis*) 그리고 두줄옆무늬초파리 (*D. bifasciata*)는 모두가 수악교에서 보다는 남서교에서 더 높은 수도를 보였다. 두 조사지소의 10월 기상 조건을 비교하여 보면 습도는 거의 같았으나 기온은 남서교에서 더 높았다. 이처럼 식생이 큰 차이를 보이지 않은 두 조사지소에서 수도의 차이가 큰 굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*), 걸노랑초파리 (*D. lutescens*) 그리고 뽕초파리 (*D. pengi*)는 낮은 기온이면서 습도가 비교적 높은 환경에 적응적인 종이고, 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*), 각시별초파리 (*D. agularis*) 그리고 두줄옆무늬초파리 (*D. bifasciata*)는 기온과 습도가 낮은 가을에 주로 활동하는 종으로 사료된다.

한편, 세줄옆무늬초파리 (*D. sternopleuralis*)는 전체 표본인 516 개체 중 416 개체 (80.6%)가 수악교에서 채집되었고 5월에 수도가 최대를 보인 것으로 보아 주로 높은 고도에 분포하는 것으로 생각된다 (高, 1986). 그런데 과거의 조사에서는 5 개체만 채집되어 본 조사의 수도와는 큰 차이를 보였다. 이러한 차이는 강우량의 영향으로 생긴 것으로 사료되는데, 1986년과 1994년의 기온, 습도 그리고 강우량을 비교해 보면 기온과 습도에서는 유사하나 강우량에서 상당한 차이가 있어 우기에는 활동을 많이 하지 않는 종이기 때문이라고 생각된다.

또한 고도가 높은 곳에서 주로 활동하는 종이라고 생각되는 것으로 노랑점막초파리 (*D. lasertosa*), 가시별초파리 (*D. unispina*)가 있었는데, 이들 종들은 남서교에서 보다 수악교에서 훨씬 높은 수도를 보였기 때문이다. 그리고 이 결과는 고도가 높아질수록 구성비가 증가한다는 보고와도 상통하였다 (鄭, 1958; 李, 1962; 金, 1985).

이밖에 회소종인 얼룩무늬초파리 (*A. okadai*)는 두 지역에서 채집된 총 103 개체 중 95 개체 (92.2%), 꼬리점등초파리 (*H. confusa*)는 총 194개체 중 157 개체 (80.9%)가 각각 수악교에서 채집되어 주로 고도가 높은 곳에 분포하는 종으로 판단되며 기온과 습도에 민감한 것으로 사료된다.

이와는 대조적으로 조사기간 중 가장 높은 수도로 채집되어 최우점종이었던 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*)는 총 33,110 개체 중 24,920 개체 (75.3%)가 남서교에서 채집되어 고도가 낮은 곳에 더 적응된 종으로 사료된다.

또한 줄무늬초파리 (*D. buskii*)는 7월까지 회소종으로 나타났다가 8월부터는 두 조사지소에서 거의 출현하지 않아 연생활 주기가 univoltine 하였는데, 이 종 역시 총 171 개체 중 124 개체 (72.5%)가 남서교에서 채집되어 고도가 낮은 곳에 더 적응된 종으로 생각된다 (鄭, 1958; 李(1962)).

이와 같이 조사지소 및 시기에 따라 그리고 조사 년도에 따라서 초파리 종과 수도의 변동 양상이 차이를 보인 것은 군집을 구성하는 종들의 집단 크기는 계절적으로 항상 일관성을 갖는 것이 아니라는 증거가 되는데, 이러한 변화는 서식지의 기온과 습도 등의 기후 및 기상 조건은 물론이고 미기후 환경이 미분포 상태 (뒤에 논의)와 집단의 크기 등 군집구조의 특성을 결정하는 요인으로 작용하기 때문이라고 생각된다. 따라서 초파리 군집의 특성을 결정하는 환경요인으로서 계절적 기후가 중요하지만 미환경 또한 상당히 중요하며 더욱이 그러한 미환경이 복합적으로 작용한다는 것을 암시한다.

3. 種多樣度 (Species diversity)

종다양도 지수는 군집을 구성하는 개체수에 대한 종수인 풍부도 및 종간의 개체분포 상황인 균등도 (evenness)를 하나의 값으로 나타내는 다양성의 척도이기 때문에 군집의 안정성 및 성숙도를 설명할 수 있다.

각 조사지별 전체 군집에 대한 종다양도 지수를 보면, 남서교에서는 평균 4.2, 수악교에서는 평균 5.8로 나타나 수악교가 남서교 보다 다양성이 비교적 높았다 (Fig. 7). 각 지역에서 시기별 다양도 지수를 보면 9월에 남서교 및 수악교에서 각각 7.7 및 6.3으로 가장 높게 나타났고 10월에 남서교 및 수악교에서 각각 2.4 및 1.7로 가장 낮았다. 두 조사지소에서 모두 9월에 다양도가 높았던 것은 총 개체수 (수도)가 남서교 2.92%, 수악교 5.54%이고 종수가 남서교와 수악교에서 각각 18종으로서, 수도는 상대적으로 낮았으나 출현한 종은 상대적으로 많았으며 동시에 상대수도가 높은 종들이 비교적 균일한 수도를 보였기 때문이다. 또한 10월에 다양도가 낮았던 것은 총 개체수 (수도)와 종수가 상대적으로 많았지만 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*)의 상대수도가 매우 높아 균등도가 매우 낮았었기 때문이었다.

그런데 두 조사지의 월별 다양도 변동 양상은 차이가 있었다. 남서교에서는 6월과 9월에 다양도 지수 5.0 이상으로 높았으나 수악교에서는 5월, 7월, 8월 및 10월의 다양도 지수가 4.0 보다 낮았다. 그러나 수악교에서는 5월과 10월에만 다양도 지수가 5.0 이하로 낮았고 나머지 6월부터 9월까지는 다양도 지수가 5.0 이상으로 높았다. 이것은 남서교가 수악교에 비해 총 개체수 (수도)와 종수가 높게 나타났지만, 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*), 걸노랑초파리 (*D. lutescens*), 굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*), 뽕초파리 (*D. pengi*) 등의 특정 다수종의 수도가 상대적으로 훨씬 높았고, 7월과 8월에 회소종들의 수도가 극히 낮음과 동시에 종수도 적어 종간의 분포가 안정되지 못했기 때문이었다. 남서교와 수악교에서 다양도 지수가 가장 차이를 보인 때는 8월이었다. 이것은 8월에 출현 종수가 가장 적었던 반면 걸노랑초파리 (*D. lutescens*)와 등흰점박이초파리 (*D. triauraia*)의 상대 수도가 매우 높았기 때문이다.

각 조사지별 다양도 변화의 범위를 보면 다음과 같다. 남서교에서는 5월부터 6월까지의 다양도가 증가하였다가 기온이 높았던 7월부터 8월까지의 급격히 감소하였고, 다시 9월에 높아졌다가 10월에 가장 낮게 감소하였다. 수악교에서는 5월부터 7월까지 다양도 지수가 증가하였다가 8월에 감소하였고 9월

에 다시 증가하였다가 10월에 감소한 양상을 보였지만 다양도 지수의 변화폭은 남서교 보다는 작았다. 이것은 수악교의 미기후 환경 (기온과 습도 등)이 남서교의 환경 보다 안정되어 있어서 종수 및 수도가 안정되도록 만들어 주었기 때문이 아닌가 사료되나 확실한 증거는 없다.

4. 種豐富度 (Species richness)

종풍부도 지수는 군집을 구성하는 개체의 수도에 대한 종수를 기초로 하며 종간의 개체 분포 상황을 포함하지 않는 다양성의 척도이다. 각 지역별 전체 군집의 월별 종풍부도 지수를 보면 (Fig. 8), 남서교에서는 5월에 2.6, 수악교에서는 6월에 2.4로 가장 높았다. 그리고 남서교에서 7월에 1.6이었고 수악교에서는 10월에 2.0으로 각각 가장 낮았다.

남서교에서 5월에 종풍부도 지수가 가장 높았던 이유는 수도 (17.72%)는 비교적 낮은 반면에 종수 (24종)는 상대적으로 많아서 수도에 대한 종수의 비가 매우 높았기 때문이며, 수악교에서 6월에 종풍부도 지수가 높았던 것은 수도 (3.77%)가 아주 낮은 반면에 종수가 18종으로 남서교에서와 마찬가지로 그 비가 매우 높았기 때문이었다.

남서교에서 7월에 지수가 가장 낮았던 이유는 수도 (1.41%)가 가장 낮았으나 종수도 최저 (12종)이어서 그 비가 가장 낮았기 때문이고, 수악교에서는 종수가 비교적 많았지만 수도 (33.52%)가 상당히 높아 수도에 대한 종수의 비가 낮아졌기 때문이었다.

전체적인 종풍부도 변화를 보면, 두 조사지소 모두 5월부터 낮아지다가 8월부터는 높게 나타났는데, 전체적인 변화 폭은 남서교가 높았다. 이러한 결과는 앞의 종다양도 지수를 고찰했던 바와 같이 수악교의 미기후 환경이 비교적 남서교보다 안정되어 있었기 때문이 아닌가 사료된다.

5. 微垂直分布 (Vertical microdistribution gradient)

총 표본의 68,893 개체 중 0 m의 높이에서 15,230 개체 (22.1%)로 가장 수도가 높았고, 그 다음이 5 m로 12,616 개체 (18.3%)이었는데 4 m에서 8,401

개체 (12.2%)로 가장 낮은 수도를 나타냈다 (Fig. 6). 낮은 곳을 선호하는 종은 두띠노랑초파리 (*D. bizonata*), 두줄옆무늬초파리 (*D. histrio*), 가시별초파리 (*D. unispina*) 등이었고, 높은 곳을 선호하는 종은 겉노랑초파리 (*D. lutescens*), 등흰점박이초파리 (*D. triauraria*)이었다. 특히, 팽초파리 (*D. pengi*)는 높은 곳과 낮은 곳에 분포하고 있었고, 왕노랑초파리 (*D. immigrans*), 굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*), 노랑초파리 (*D. melanogaster*), 두줄옆무늬초파리 (*D. bifasciata*) 등의 종들은 각 높이에 골고루 분포한 종이였다.

각 조사지소에서 높이에 따른 수도를 살펴보면, 남서교에서는 0 m에서 24.5%로 가장 높은 수도를 보였고, 그 다음으로 3 m (19.8%), 5 m (19.4%), 4 m (12.8%), 2 m (12.4%), 1 m (11.1%) 순으로 나타났으며, 수악교에서는 1 m에서 23.8%로 가장 높게 나타났고 그 다음으로 0 m (21.4%), 5 m (16.9%), 2 m (15%), 3 m (13.9%), 4 m (11.1%) 순으로 나타나 남서교와 차이를 보였다. 이와 같이 남서교의 경우 수악교보다 낮은 쪽 (0 m 부근)에서 높은 수도를 보인 것은 회소종들이 상대적으로 많이 채집되었기 때문이었는데, 이것은 아마도 남서교 조사지소 주변에 균류 (특히 버섯)가 많았고 가축의 배설물들과 같은 유인물이 있었기 때문인 것으로 사료된다.

남서교에서 전체 29종 중, 상향구배를 보인 종은 9종, 하향구배를 보인 종은 12종, 미수직분포가 불확실한 종은 8종으로 나타났는데, 각 종에 대한 미수직 분포를 보면 다음과 같다 (Table 7).

두띠노랑초파리 (*D. bizonata*)는 조사기간 동안에 가장 많은 개체가 채집된 종으로서, 5월에는 하향성을 보였다가 점점 상향성을 보였는데, 10월에는 다시 하향성을 나타내어 월별에 따라 변화가 있었다. 평균 구배는 하향성을 나타냈고 상향성을 보인다는 다른 연구 결과와 차이가 있었다 (金, 1984).

가시별초파리 (*D. angularis*)는 10월에 높은 수도로 나타났던 종으로서 5월에는 하향성이 뚜렷하였고 9월에는 하향성 구배가 약해졌다. 하향성 평균 구배는 다른 연구 결과와 일치하였다 (金, 1984).

굽은꼬리초파리 (*D. curviceps*), 겉노랑초파리 (*D. lutescens*) 및 팽초파리 (*D. pengi*)는 5월에 높은 수도를 보였던 종으로서, 5월에는 상향성을 나타내었다가 10월에는 하향성이 되었는데, 평균 구배는 상향성이었다.

홀빛살초파리 (*D. unipectinata*)는 채집된 표본은 5 개체로서 4 m에서 2 개체, 5 m에서 3 개체가 채집되어 상향성이 뚜렷한 종으로 나타났다.

왕노랑초파리 (*D. immigrans*)는 전 조사기간 동안에 비교적 균등한 수도

를 보인 종으로서, 하향적 구배를 나타냈다. 이 결과는 한 편에서는 다른 연구 결과와 일치하였으나 (金, 1984; 梁, 1987; Beppu, 1984), 다른 한 편에서는 차이를 보였다 (Toda, 1973, 1977b; Kwon and Toda, 1981).

두줄검정초파리 (*D. bifasciata*)는 5월에는 하향성을 나타내다가 6월부터 상향성을 나타는 종으로 평균 구배는 상향성이었다. 이 결과는 canopy 층에서 활동성이 강하고 상향적 구배를 나타낸다는 Toda (1977b)의 결과와 일치하였다.

수악교에서는 전체 27종 중 상향구배를 보이는 종은 9종, 하향구배를 보이는 종은 15종, 구배가 불확실한 종은 3종으로 나타났다 (Table 8).

다수종들의 미수직 분포는 남서교의 결과와 동일하였으나 뽕초파리 (*D. pengi*)와 노랑점먹초파리 (*D. lacertosa*)는 예외로서 남서교의 경우와 달리 하향성을 나타냈다.

홀빛살초파리 (*D. unipectinata*)와 꼬마먹초파리 (*S. coracina*)는 남서교의 경우와 달리 미수직 분포가 불확실한 종으로 나타났다.

두 조사지에서 초파리 군집의 미수직 분포가 어느 정도 차이를 보인 것은 고도차에 의한 기온과 습도의 차이에 의한 것으로 사료가 된다. 그리고 일본 북해도의 꼬마먹초파리 (*S. coracina*) 집단인 경우 계절에 따라 수직 분포가 변하는 것은 이러한 물리적 요인의 작용에 의한 것으로 해석하고 있다 (Toda, 1977b).

이와 같은 결과를 살펴 보면 식생별 또는 계절적 변동에 따라 일치하는 수직 구배 경향이 있는 반면에 특이한 구배경향을 나타내는 경우도 있다. 초파리의 미수직 분포는 기온과 습도와 같은 기후적인 요인뿐 만 아니라 식이물 및 번식장소에 따라 차이를 보일 것으로 사료된다. 또한 미수직 분포를 결정하는 요인으로 채이 장소를 무시할 수 없는 데, 왜냐하면 성체는 비교적 넓은 면적과 공간에서 먹이를 얻을 수 있으나, 유충의 채이 장소는 제한되어 있고 특히 성체의 채이 장소는 번식 장소와 중복되지 않는 것으로 알려졌다 (Begon, 1982). 따라서 초파리의 종은 수직적으로 공간을 달리하여 집단이 분산됨으로 경쟁을 피하는 것 (Toda, 1977b; Beppu, 1984; 金, 1984)으로 생각되며, 이와 같은 수직 분포를 달리 할 수 있는 환경은 종다양성에 중요한 결정 요인이 될 것으로 판단이 된다 (Shorrocks, 1975).

參 考 文 獻

1. 韓國文獻

- 姜永善·鄭玉基·李惠英. 1959. 韓國産 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.
- 高瑤官. 1986. 濟州島 常綠樹林내의 초파리 集團 分析. 碩士學位論文, 濟州大學 校 教育大學院.
- 高永玉. 1993. 濟州島 草地, 소나무 숲 그리고 참나무 숲에서의 초파리 群集의 比較 分析. 碩士學位論文, 濟州大學校 教育大學院.
- 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.
- 金源澤. 1984. 濟州島 溪谷 樹林내 초파리 集團들의 出現性과 垂直分布. 科學教育, 濟州大學校 科學教育研究所 論文集, 1: 31-45.
- 金源澤. 1985. 濟州島 한라산의 *Drosophila*(Diptera:Drosophilidae) 種 分布, 科學教育, 濟州大學校 科學教育研究所 論文集, 2: 5-21.
- 金源澤·高永玉. 1993. 濟州道 草地의 초파리 群集 分析. 科學教育, 濟州大學校 科學教育研究所 論文集, 10: 113-128.
- 梁上一. 1987. 濟州島 種의 季節的 變動과 微分布. 碩士學位論文, 濟州大學校 教育大學院.
- 李澤俊. 1962. 초파리 集團의 生態的 研究. 韓國動物學會誌, 5: 13-20.
- 李澤俊. 1964. 韓國産 초파리의 分類와 地域的 分布. 中央大學校 論文集, 9: 425-459.
- 鄭瑢載. 1958. 南韓 10個地域의 초파리 分布調查. 韓國動物學會誌, 1: 33-37.

2. 東洋文獻

- Beppu, K. 1984. Vertical microdistribution of drosophilidae (Diptera) in a beech forest. *Kontyū*, 52: 58-64.
- Kimura, M. T., M. J. Toda, K. Beppu and H-a. Watabe. 1977. Breeding sites of drosophilid flies in and near Sappora, Northern Japan, with supplementary notes on adult feeding habits. *Kontyū*, 45(4): 571-582.
- Momma, E. 1965. The dynamic aspects of *Drosophila* populations in semi-natural areas. 1. Associations and relative numbers of species. Part 2. Results of sweeping. *Japan. J. Genet.*, 40: 297-305.
- Sakuma, A. 1964. *Statistics in Biology*. Tokyo Univ. Press, Tokyo.

- Suzuki, K. 1955. A field survey of drosophilds which feed and breed on plants. *Zool. Mag.*, **64**: 44-49. (In Japanese with English summary)
- Takada, H. and H. Maekawa. 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.*, **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) in the Bonin Island. *Kontyū*, **44**(3): 337-353.
- 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.

3. 西洋文献

- Begon, M. 1982. Yeasts and drosophilia. In. *The Genetics and Biology of Drosophila*, Vol. 3b, pp. 345-381.
- Chung, Y. J. 1955. Collection of wild *Drosophila* on Quelpart Island, Korea. *Drosophila Inform. Serv.*, **29**: 111.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, **54**: 427-432
- Hutchinson, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia, or why are there so many kinds of animals? *Amer. Natural.*, **93**: 15-159..
- Kolasa, J. & Biesiadka, E. 1984. Diversity concept in ecology. *Acta Biotheoretica*, **33**: 145-162.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* **3**: 36-71
- McGuinness, K. A. 1984. Equations and explanations in the study of species-area curves. *Biol. Rev.*, **59**: 423-440.
- McNaughton, S. J. & Wolf, L. L. 1970. Dominance and the niche in ecological systems. *Science*, **167**: 131-139.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Ill. Press, Urbana, IL.
- Shorrocks, B. 1975. The distribution and abundance of woodland species of British *Drosophila* (Diptera). *J. Anim. Ecol.*, **44**: 851-864.

-
- Toda, M. J. 1977a. Two new "retainer" bait traps. *Drosophila Inform. Serv.*, 52: 180.
- Whittaker, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147: 250-260.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 21-251.



SUMMARY

Analysis on the Community Structure of
Drosophilids at Two Evergreen Broad-leaved
Forests According to Altitude in Cheju Island

Seung Byem Kim

Biology Education Major

*Graduate School of Education, Cheju National University,
Cheju, Korea*

Supervised by Professor Won-Taek Kim

The study is on the drosophilid communities composed of flies collected at 0m, 1m, 2m, 3m, 4m and 5m above the ground in the forest around Namsö-kyo (NK) across Donnaeko stream and Suak-kyo (SK) near Mt. Halla-san in Cheju, Korea from May to October, 1994.

The total collection was 68,893 individuals, 30 species belong 7 genera (NK community: 39,391 individuals, 29 species and 7 genera. SK community: 29,502 individuals, 27 species and 6 genera).

The number of the species was most in May and October in the NK community, and so in the SK community in May. The number of individuals was most on the ground in October in the NK community, but in the SK community, was most at 1m above the ground in May.

Abundant species were four, *D. angularis*, *D. bizonata*, *D. curviceps* and *D. immigrans*, in the NK community, and were six, *D. lutescens*, *D. angularis*, *D. bizonata*, *D. curviceps*, *D. immigrans* and *D. pengi*, in the SK community. Among them, *D. bizonata* was the predominant.

* A thesis submitted to the Committee of the School of Education.
Cheju National University in Partial fulfillment of the requirements for the
degree of Master of Education in August, 1995.

Species diversity of the community was highest in September and lowest in October at both sites. Species diversity of the total community was higher at the SK site than at the NK site.

Species richness was highest in May and lowest in October at both sites, although the index of the SK community was higher than that of the NK community.

Nine species of the NK community were upward gradient in vertical microdistribution, twelve were downward gradient, and eight were uncertain. In case of the SK community, nine species were upward gradient, fifteen were downward gradient, and three were uncertain.



Table 1. Species composition and abundance of the whole drosophilid community by month

Species \ Month	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Total(%)
<i>Leucophenga orientalis</i>	1			3			4(0.01)
<i>L. ornata</i>	1					1	2(0.00)
<i>Amiota okadai</i>	1			60	33	9	103(0.15)
<i>A. stylopyga</i>	5					8	13(0.02)
<i>Scaptodrosophila coracina</i>	6	1					7(0.01)
<i>S. subtilis</i>	10	4		2	10		26(0.04)
<i>Hitrodrosophila confusa</i>	49	31	32	3	11	68	194(0.28)
<i>H. pseudonokogiri</i>			1				1(0.00)
<i>H. quadrivittata</i>	8					2	10(0.01)
<i>H. sexvittata</i>	2					1	3(0.00)
<i>H. trivittata</i>	1	1				1	3(0.00)
<i>Mycodrosophila gratiosa</i>						4	4(0.01)
<i>Drosophila buskii</i>	6	119	43			3	171(0.25)
<i>D. bifasciata</i>	495	14	3	9	96	62	679(0.99)
<i>D. lutescens</i>	4794	510	435	831	362	47	6979(10.13)
<i>D. melanogaster</i>	161	7	44	19	159	43	433(0.63)
<i>D. suzukii</i>	79	18	13	4	63	31	208(0.30)
<i>D. triauraria</i>	4	10	5	785	483	63	1350(1.96)
<i>D. unipunctinata</i>	2				3		5(0.01)
<i>D. agularis</i>	14	2	3	27	53	5212	5311(7.71)
<i>D. bizonata</i>	164	16	86	108	1037	31699	33110(48.06)
<i>D. curviceps</i>	9671	696	46	8	22	251	10694(15.52)
<i>D. sp. of curviceps</i>		1				4	5(0.01)
<i>D. histrio</i>	8	112	2	2	56	488	668(0.97)
<i>D. immigrans</i>	1831	424	487	218	79	128	3167(4.60)
<i>D. lacertosa</i>	55	38	79	436	190	125	923(1.34)
<i>D. pengi</i>	3454	296	160	6	35	2	3953(5.74)
<i>D. sternopleuralis</i>	348	7		16	84	61	516(0.75)
<i>D. unispina</i>	86	1	2	4	8	249	350(0.51)
<i>Nesiodrosophila raridentata</i>					1		1(0.00)
Total number of individuals N(%)	21256 (30.85)	2308 (3.35)	1441 (2.09)	2541 (3.69)	2785 (4.04)	38562 (55.97)	68893 (100)
Total number of species S	26	20	16	18	19	24	30

Table 2. Monthly species abundance of the drosophilid community in Namso-Kyo.

Species	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Total(%)
<i>Leucophenga orientalis</i>	1			1			2(0.01)
<i>L. ornata</i>						1	1(0.00)
<i>Amiota okadai</i>				3	3	2	8(0.02)
<i>A. stylopyga</i>	2					7	9(0.02)
<i>Scaptodrosophila coracina</i>	2						2(0.01)
<i>S. subtilis</i>	8	1			1		10(0.03)
<i>Hitrodrosophila confusa</i>	26				2	9	37(0.09)
<i>H. quadrivittata</i>	8					1	9(0.02)
<i>H. sexvittata</i>	1					1	2(0.01)
<i>H. trivittata</i>	1	1				1	3(0.01)
<i>Mycodrosophila gratiosa</i>						2	2(0.01)
<i>Drosophila buskii</i>	4	98	20			2	124(0.31)
<i>D. bifasciata</i>	158	3	1	1	16	22	201(0.51)
<i>D. lutescens</i>	1700	231	188	187	124	18	2448(6.21)
<i>D. melanogaster</i>	29	6	27		55	33	150(0.38)
<i>D. suzukii</i>	26	3	1	1	62	23	116(0.29)
<i>D. triauraria</i>	2	9	3	565	373	62	1014(2.57)
<i>D. unipunctinata</i>	2						2(0.01)
<i>D. agularis</i>	4	1		14	24	3321	3364(8.54)
<i>D. bizonata</i>	67	4	4	31	374	24440	24920(63.26)
<i>D. curviceps</i>	2942	251	1	3	2	153	3352(8.51)
<i>D. sp. of curviceps</i>		1				4	5(0.01)
<i>D. histrio</i>	3				20	375	398(1.01)
<i>D. immigrans</i>	948	306	221	18	24	111	1628(4.13)
<i>D. lacertosa</i>	17	7	5	6	14	37	86(0.22)
<i>D. pengi</i>	932	268	86	3	9	2	1300(3.30)
<i>D. sternopleuralis</i>	30	5			46	19	100(0.25)
<i>D. unispina</i>	67			1	1	28	97(0.25)
<i>Nesiodrosophila raridentata</i>					1		1(0.00)
Total number of individuals N(%)	6980 (17.72)	1195 (3.03)	557 (1.41)	834 (2.12)	1151 (2.92)	28674 (72.79)	39391 (100.00)
Total number of species S	24	16	12	12	18	24	29

Table 3. Monthly species abundance of the drosophilid community in Suak-Kyo.

Species \ Month	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Total(%)
<i>Leucophenga orientalis</i>				2			2(0.01)
<i>L. ornata</i>	1						1(0.00)
<i>Amiota okadai</i>	1			57	30	7	95(0.32)
<i>A. stylopyga</i>	3					1	4(0.01)
<i>Scaptodrosophila coracina</i>	4	1					5(0.02)
<i>S. subtilis</i>	2	3		2	9		16(0.05)
<i>Hitrodrosophila confusa</i>	23	31	32	3	9	59	157(0.53)
<i>H. pseudonokogiri</i>			1				1(0.00)
<i>H. quadrivittata</i>						1	1(0.00)
<i>H. sexvittata</i>	1						1(0.00)
<i>H. trivittata</i>							
<i>Mycodrosophila gratiosa</i>						2	2(0.01)
<i>Drosophila buskii</i>	2	21	23			1	47(0.16)
<i>D. bifasciata</i>	337	11	2	8	80	40	478(1.62)
<i>D. lutescens</i>	3094	279	247	644	238	29	4531(15.36)
<i>D. melanogaster</i>	132	1	17	19	104	10	283(0.96)
<i>D. suzukii</i>	53	15	12	3	1	8	92(0.31)
<i>D. triauraria</i>	2	1	2	220	110	1	336(1.14)
<i>D. unipunctinata</i>					3		3(0.01)
<i>D. agularis</i>	10	1	3	13	29	1891	1947(6.60)
<i>D. bizonata</i>	97	12	82	77	663	7259	8190(27.76)
<i>D. curviceps</i>	6729	445	45	5	20	98	7342(24.89)
<i>D. sp. of curviceps</i>							
<i>D. histrio</i>	5	112	2	2	36	113	270(0.920)
<i>D. immigrans</i>	883	118	266	200	55	17	1539(5.22)
<i>D. lacertosa</i>	38	31	74	430	176	88	837(2.84)
<i>D. pengi</i>	2522	28	74	3	26		2653(8.99)
<i>D. sternopleuralis</i>	318	2		16	38	42	416(1.41)
<i>D. unispina</i>	19	1	2	3	7	221	253(0.86)
Total number of individuals N(%)	14276 (48.39)	1113 (3.77)	884 (3.00)	1707 (5.79)	1634 (5.54)	9888 (33.52)	29502 (100.00)
Total number of species S	22	18	16	18	18	19	27

Table 6. Abundance of each species collected throughout the survey period from each height of the whole drosophilid community.

Species \ Height(m)	0	1	2	3	4	5	Total(%)
<i>Leucophenga orientalis</i>		2	1		1		4
<i>L. ornata</i>		1				1	2
<i>Amiota okadai</i>	14	29	34	15	7	4	103
<i>A. stylopyga</i>	1	5	1	3	3		13
<i>Scaptodrosophila coracina</i>		4	1			2	7
<i>S. subtilis</i>	6	2	8	6	4		26
<i>Hitrodrosophila confusa</i>	35	53	25	30	33	18	194
<i>H. pseudonokogiri</i>	1						1
<i>H. quadrivittata</i>	2	4	1	3			10
<i>H. sexvittata</i>		1	1			1	3
<i>H. trivittata</i>	2				1		3
<i>Mycodrosophila gratiosa</i>	3				1		4
<i>Drosophila buskii</i>	25	31	29	33	40	13	171
<i>D. bifasciata</i>	88	132	124	88	81	166	679
<i>D. lutescens</i>	737	1146	863	1311	897	2025	6979
<i>D. melanogaster</i>	61	70	34	69	100	99	433
<i>D. sukuzii</i>	27	24	16	12	89	40	208
<i>D. triauraria</i>	83	238	80	223	97	629	1350
<i>D. unipectinata</i>					2	3	5
<i>D. agularis</i>	1486	862	589	1642	272	460	5311
<i>D. bizonata</i>	9210	3784	4923	5351	3971	5871	33110
<i>D. curviceps</i>	1271	2572	1314	2104	1618	1815	10694
<i>D. sp. of curviceps</i>	2		2	1			5
<i>D. histrio</i>	265	163	56	57	89	38	668
<i>D. immigrans</i>	744	811	468	356	362	426	3167
<i>D. lacertosa</i>	134	403	167	84	93	42	923
<i>D. pengi</i>	864	952	531	179	543	884	3953
<i>D. sternopleuralis</i>	25	12	31	322	69	57	516
<i>D. unispina</i>	144	91	42	23	28	22	350
<i>Nesiodrosophila raridentata</i>		1					1
Total number of individuals N(%)	15230 (22.11)	11393 (16.53)	9341 (13.59)	11912 (17.29)	8401 (12.19)	12616 (18.31)	68893 (100)
Total number of species S	24	25	24	21	23	21	30

Table 7. Vertical microdistribution gradient of drosophilid flies in Namso-Kyo.

Species	Month	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct	Mean g	Degree of Gradient
		Gradient	Gradient	Gradient	Gradient	Gradient	Gradient		
<i>Leucophenga orientalis</i>		0			0			0	uc
<i>L. ornata</i>							1.000	1	D
<i>Amiota okadai</i>					0.667	0	0.500	0	uc
<i>A. stylopyga</i>		0					0	0	uc
<i>Scaptodrosophila coracina</i>		0						0	uc
<i>S. subtilis</i>		0	0			0		0	uc
<i>Hitrodrosophila confusa</i>		0				0	-0.556	-0.135	D
<i>H. quadrivittata</i>		0					-1.000	-0.111	D
<i>H. sexvittata</i>		0					1.000	0.5	U
<i>H. trivittata</i>		-1.000	-1.000				0	-0.667	D
<i>Mycodrosophila gratiosa</i>							-0.500	-0.5	D
<i>Drosophila buskii</i>		0	-0.173	-0.150			0	-0.161	D
<i>D. bifasciata</i>		-0.019	0	1.000	0	0.063	0.227	0.020	U
<i>D. lutescens</i>		0.196	-0.061	0.021	0.396	0.250	0	0.174	U
<i>D. melanogaster</i>		-0.345	-0.333	0.370		0.145	0.364	0.120	U
<i>D. suzukii</i>		-0.770	0	1	1	-0.016	-0.217	-0.052	D
<i>D. triauraria</i>		0	-0.222	0	0.715	0.480	-0.048	0.570	U
<i>D. unipunctinata</i>		0						0	uc
<i>D. agularis</i>		-0.500	0		0	0	-0.125	-0.124	D
<i>D. bizonata</i>		-0.600	0	0.050	0.226	0.209	-0.110	-0.105	D
<i>D. curviceps</i>		0.067	-0.040	0	1	0	-0.124	0.051	U
<i>D. sp. of curviceps</i>			0				-0.500	-0.4	D
<i>D. histrio</i>		0				-0.050	-0.371	-0.352	D
<i>D. immigrans</i>		0.040	-0.199	-0.213	0.167	0.348	0.072	-0.041	D
<i>D. lacertosa</i>		0.059	0	0.400	1	0.357	-0.108	0.116	U
<i>D. pengi</i>		0.112	-0.149	0.023	1	0	0	0.053	U
<i>D. sternopleuralis</i>		-0.670	0			0.304	0	0.120	U
<i>D. unispina</i>		0.244			1	0	-0.536	-0.299	D
<i>Nesiodrosophila raridentata</i>						0		0	uc

(U:Upper, D-Down, uc-uncertain)

Table 8. Vertical microdistribution gradient of drosophilid flies in Suak-Kyo.

Species	Month	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct	Mean g	Degree of Gradient
		Gradient	Gradient	Gradient	Gradient	Gradient	Gradient		
<i>Leucophenga orientalis</i>					0			0	uc
<i>L. ornata</i>		0						0	uc
<i>Amiota okadai</i>		1.000			-0.123	-0.167	-0.286	-0.137	D
<i>A. stylopyga</i>		0					-1.000	-0.250	D
<i>Scaptodrosophila coracina</i>		0	1.000					0.2	U
<i>S. subtilis</i>		-0.500	-1.000		-5.000	-0.111		-0.375	D
<i>Hitrodrosophila confusa</i>		0	-0.452	0.156	0	-0.333	0	-0.076	D
<i>H. pseudonokogiri</i>				-1.000				-1.0	D
<i>H. quadrivittata</i>							-1.000	-1	D
<i>H. sexvittata</i>		0						0	uc
<i>Mycodrosophila gratiosa</i>							-1.000	-1	D
<i>Drosophila buskii</i>		0	0.190	0.217			-1.000	0.17	U
<i>D. bifasciata</i>		0.059	0.273	0.500	0	0.750	-0.250	0.155	U
<i>D. lutescens</i>		0.268	-0.043	0.186	-0.084	0.227	-0.069	0.190	U
<i>D. melanogaster</i>		0.038	0	0.118	0	0.106	0.200	0.071	U
<i>D. suzukii</i>		0.434	-0.267	0	0	0	0	0.207	U
<i>D. triauraria</i>		-0.500	-1.000	0	-0.018	-0.236	0	-0.095	D
<i>D. unipectinata</i>						1.000		1	U
<i>D. agularis</i>		0	-1.000	-0.333	0	-0.690	-0.310	-0.313	D
<i>D. bizonata</i>		-0.093	-0.250	-0.073	0.091	-0.376	-0.063	-0.089	D
<i>D. curviceps</i>		0.067	-0.117	-0.044	-0.400	-0.250	-0.255	0.051	U
<i>D. histrio</i>		-0.200	-0.241	-0.500	0	-0.556	-0.345	-0.326	D
<i>D. immigrans</i>		-0.127	-0.483	-0.102	-0.250	-0.109	0	-0.164	D
<i>D. lacertosa</i>		-0.368	-0.194	-0.081	-0.026	-0.335	-0.068	-0.122	D
<i>D. pengi</i>		-0.021	0.286	-0.108	-0.333	0.154		-0.018	D
<i>D. sternopleuralis</i>		0.003	0		-0.063	0.316	0.190	0.048	U
<i>D. unispina</i>		-0.105	-1.000		-0.667	0	-0.389	-0.368	D

(U:Upper, D-Down, uc-uncertain)

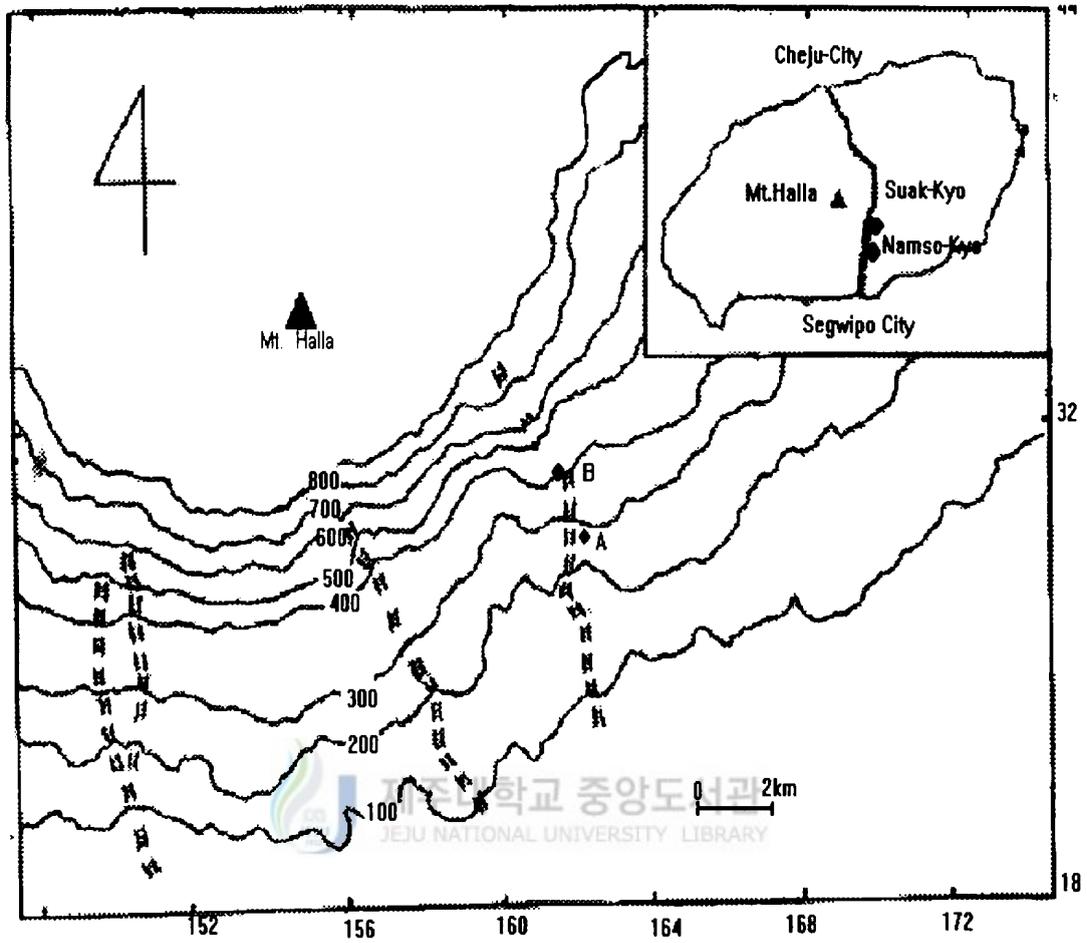


Fig. 1. Map of the Cheju Island. The arrows show the survey regions
 (A : Namso-Kyo, B : Suak-Kyo)

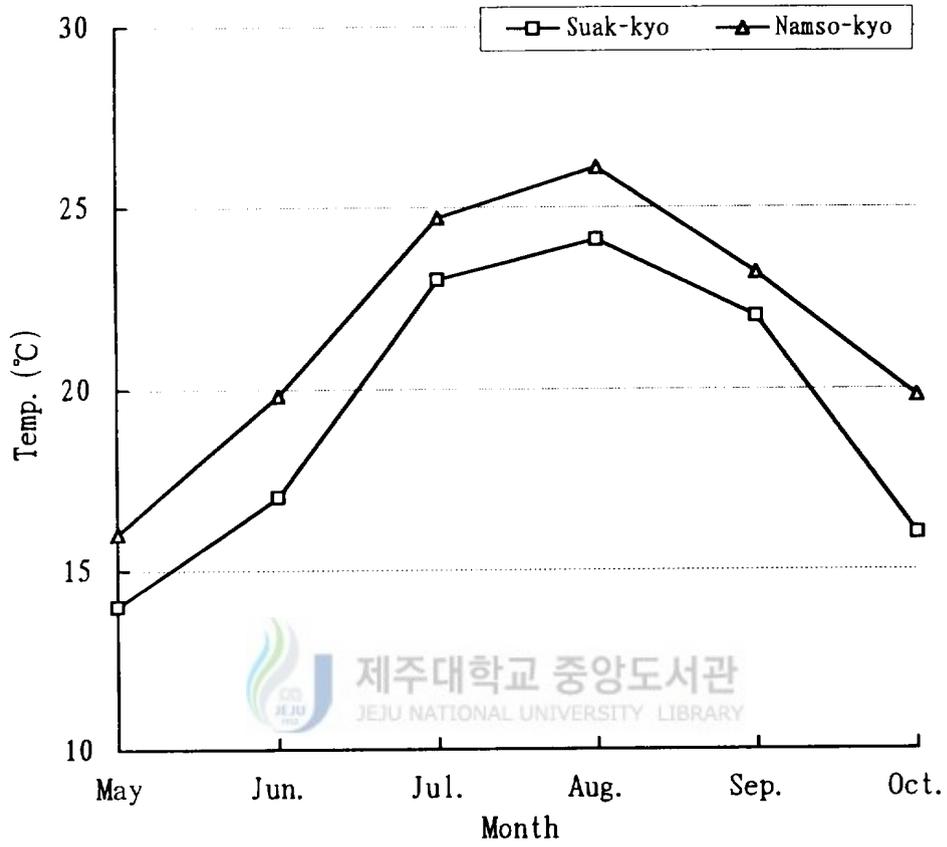


Fig. 2. Average air temperature at the survey sites by month.

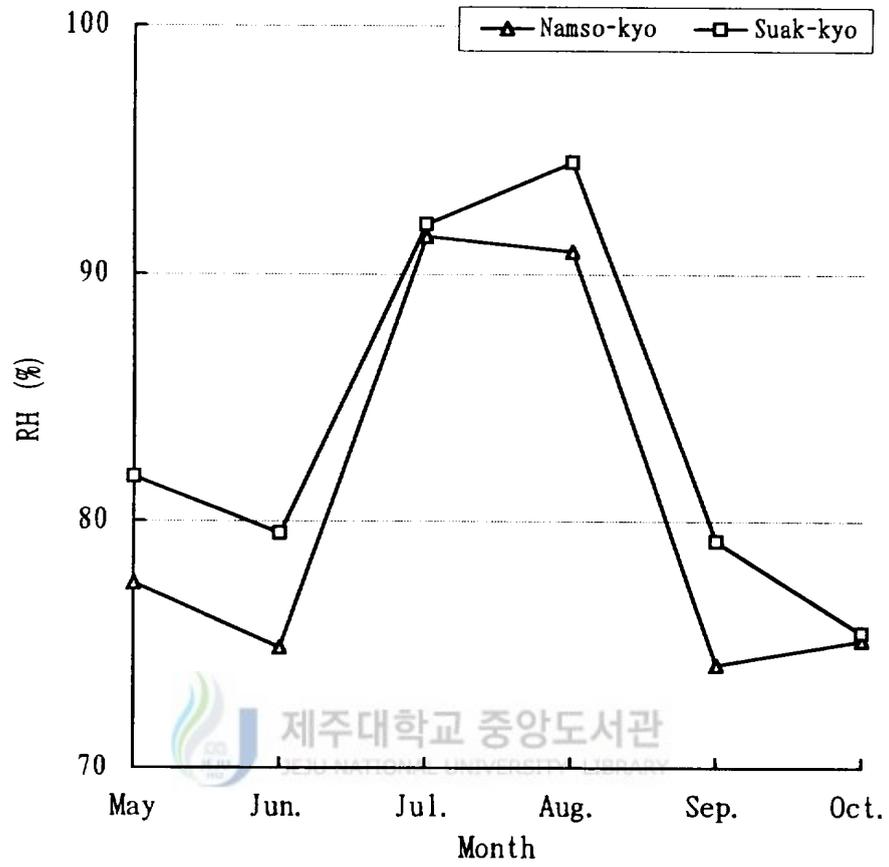


Fig. 3. Average relative humidity at the survey sites by month.

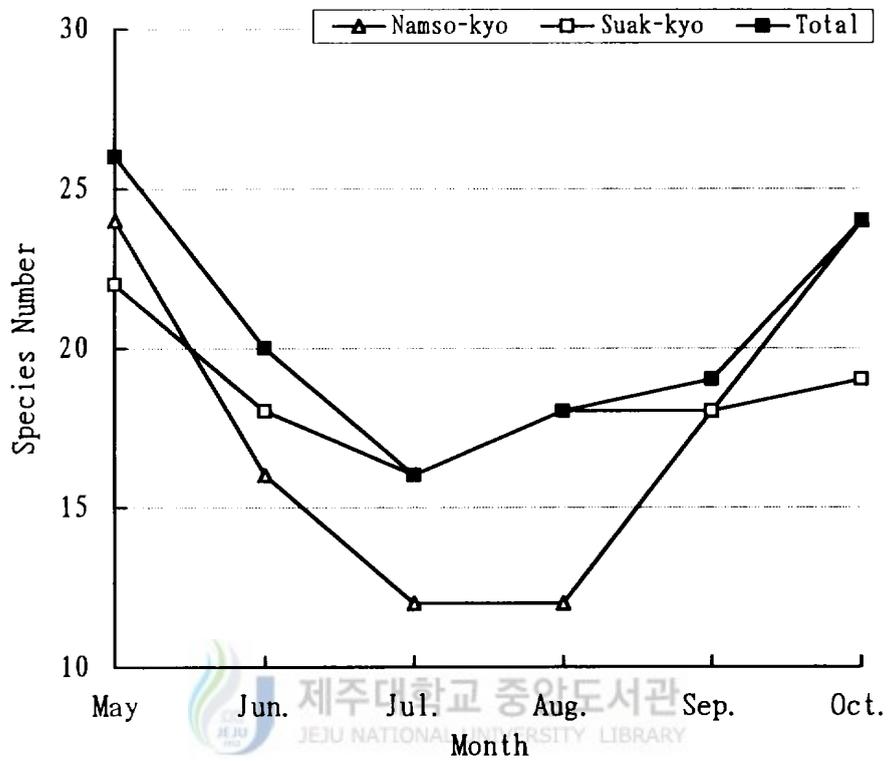


Fig. 4. Spatial and temporal variation of the species numbers.

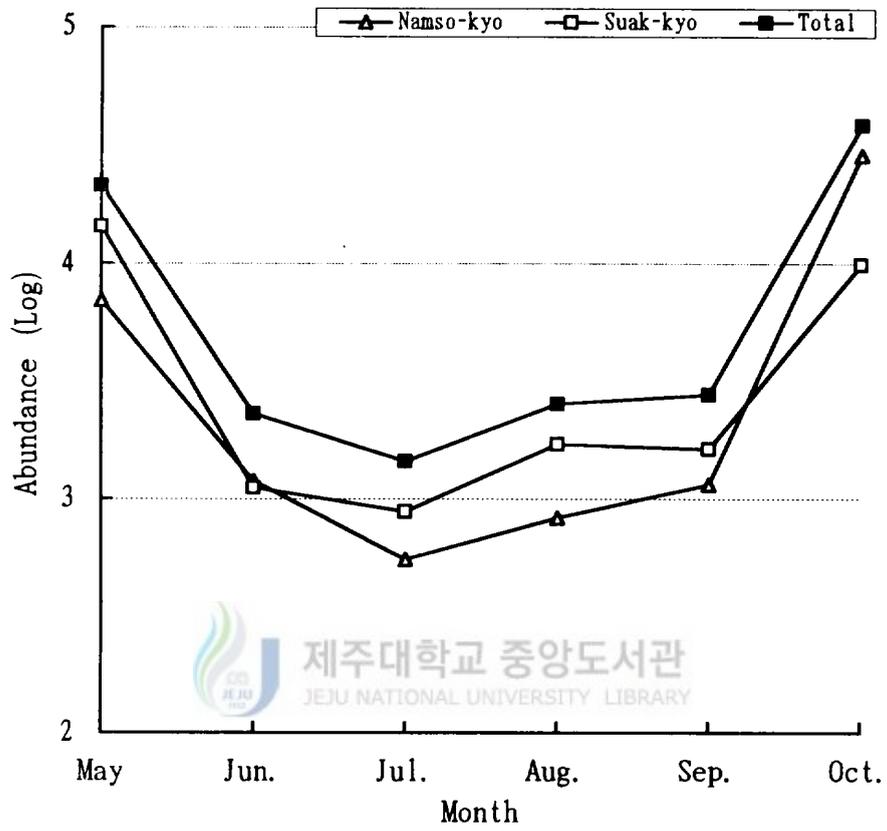


Fig. 5. Spatial and temporal variation of species abundance.

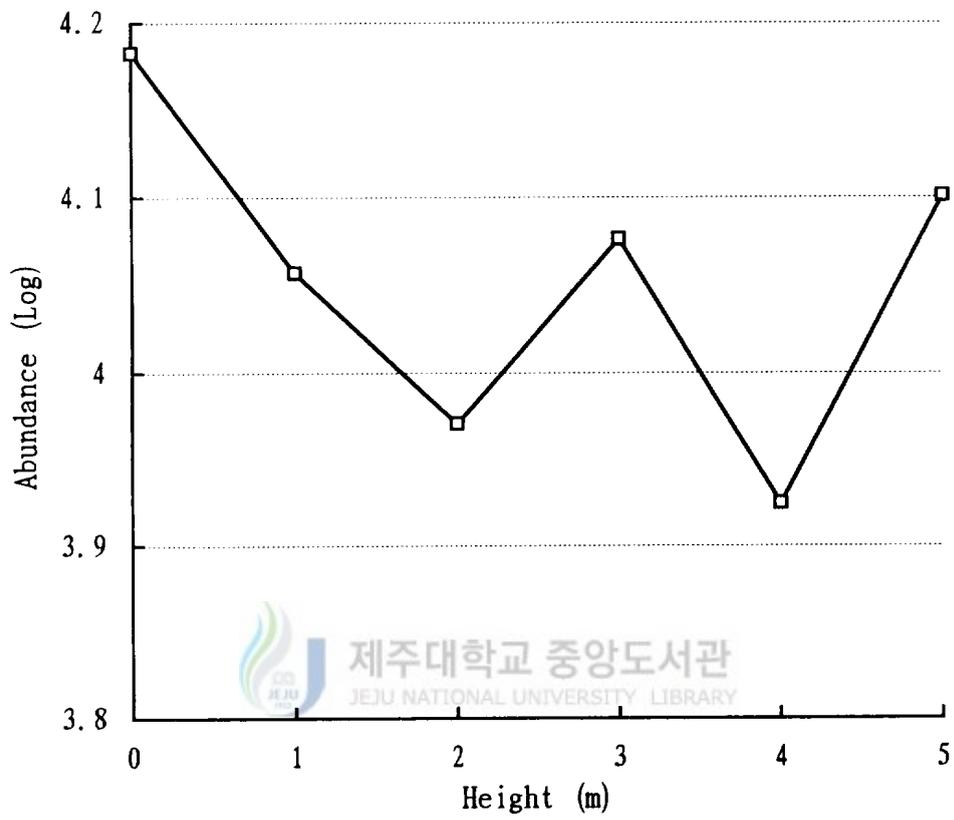


Fig. 6. Vertical microdistribution of the whole community.

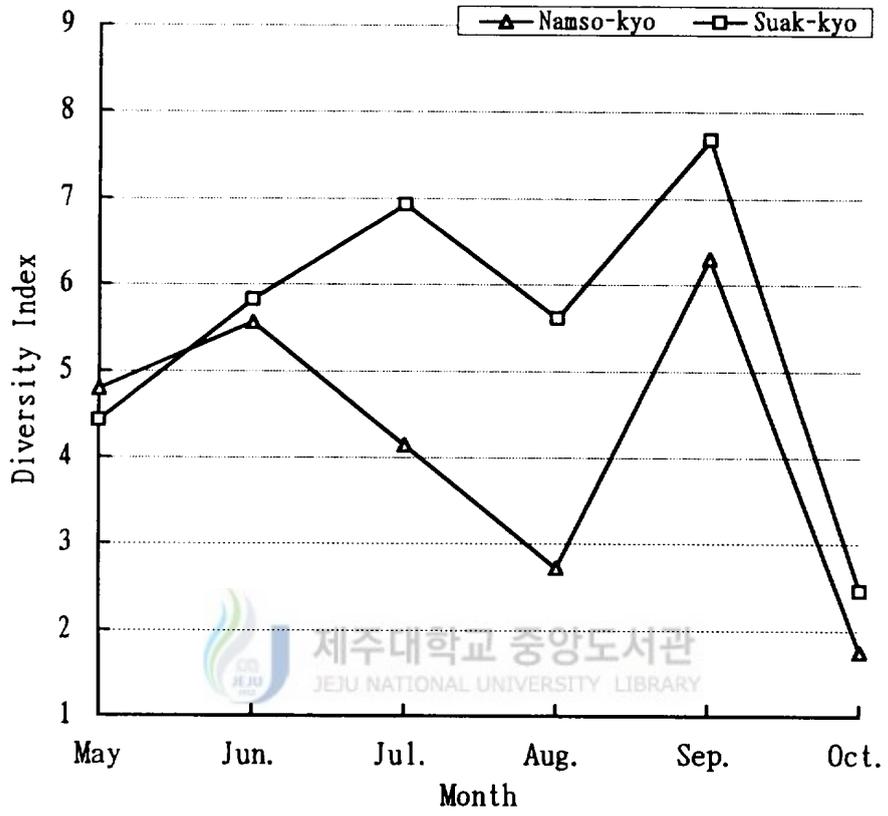


Fig. 7. Spatial and temporal variation of species diversity.

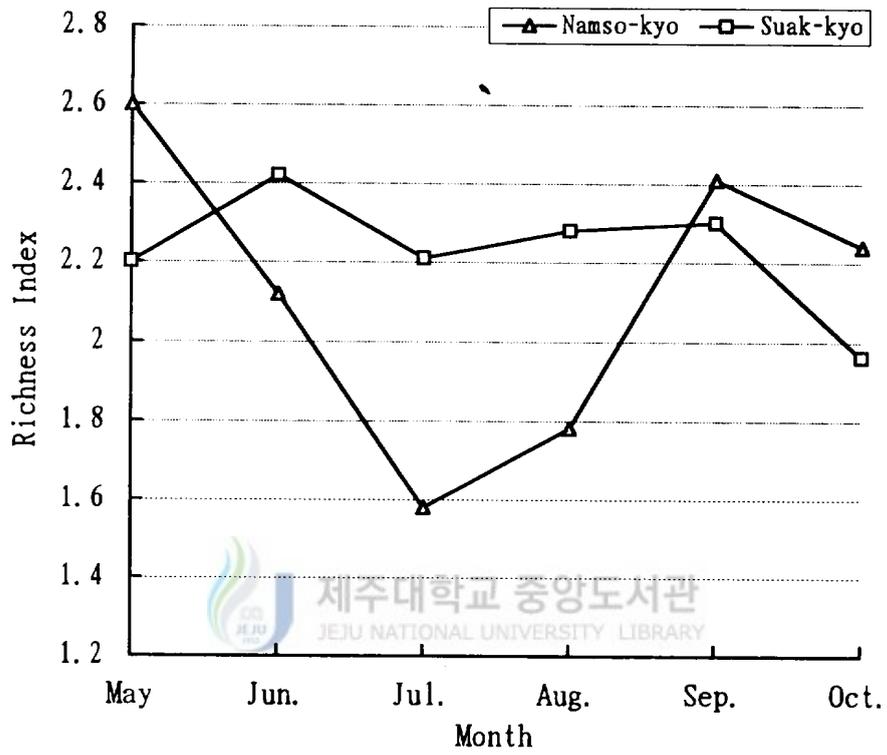


Fig. 8. Spatial and temporal variation of species richness.

感謝의 글

本 論文이 結實을 맺기까지 시종 勞苦를 아끼지 않고 指導와 激勵을 해주신 金源澤 指導教授님을 비롯하여 많은 指導와 助言을 해주신 朴行信 教授님, 鄭忠德 教授님, 吳德鐵 教授님께 감사 드립니다.

그리고 調査 資料 및 論文 整理에 많은 도움을 주신 강효식, 김완병 선생님 그리고 調査課程에 많은 도움을 주신 정세호 선생님, 양경혜 선생님과 양은정, 류지명, 고승지, 김상법, 이창무, 강맹미 후배 그리고 調査 데이터의 컴퓨터 처리에 도와준 고상철, 윤용근, 좌대용 후배에게도 이 지면을 빌어 고마움을 전합니다.

끝으로 본 研究 기간중 忍耐와 사랑으로 뒷받침 해주신 아내와 부모님 그리고 형님, 동생 가족들에게도 感謝를 드립니다.

