



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

한라산 습지에서 잠자리목 곤충의  
분포특성

The Distribution Pattern of Odonata Insects in  
Wetland on Halla Mountain

濟州大學校 大學院

農學科

李秀榮

2016年 2月

# 한라산 습지에서 잠자리목 곤충의 분포특성

指導教授 金 桐 淳

李 秀 榮

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

2015年 12月

李秀榮의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 (印)

---

委 員 (印)

---

委 員 (印)

---

濟州大學校 大學院

2015年 12月

# 목 차

List of Table .....	i
List of Figures .....	iii
ABSTRACT .....	v
I. 서론 .....	1
II. 연구사 .....	2
III. 재료 및 방법 .....	8
1. 연구대상지 .....	8
2. 조사일정 .....	10
3. 조사방법 및 동정 .....	10
4. 군집분석 .....	11
5. 공간적 니체(Niche)의 이용양상과 분할분석 .....	12
IV. 결과 및 고찰 .....	15
1. 잠자리 출현 종수 및 개체수 .....	15
2. 월별 분포특성 .....	16
3. 고도별 분포특성 .....	18
4. 습지형태별 분포특성 .....	20
5. 수계형태별 분포특성 .....	22
6. 군집분석 .....	23
7. 우화각 분포 및 개체수 .....	25
8. 공간적 니체(Niche)의 이용양상 .....	27
1) 산란형태 및 개체수 .....	27
2) 휴식장소 .....	29
3) 비행습성 .....	32

(1) 수평적 공간의 이용 .....	32
(2) 수직적 공간의 이용 .....	35
(3) 비행 지속성 및 출몰습성 .....	36
(4) 정지비행 및 후진비행 .....	38
(5) 일주기 및 생활사 .....	39
9. 공간적 니체(Niche)의 이용양상과 분할분석 .....	41
1) 분할분석 과정 .....	41
2) 전체 종간의 분할분석 결과 .....	41
3) 산깃동잠자리와 들깃동잠자리에 대한 분할분석 .....	46
(1) 물장오리에서의 시공간적 분할분석 .....	48
(2) 숨은물벙디에서의 시공간적 분할분석 .....	48
V. 요약 .....	52
인용문헌 .....	54

## LIST OF TABLES

Table 1. Summary of survey wetlands in Jeju Mt. Halla. ....	5
Table 2. Niche components examined for Odonata species in study .....	13
Table 3. Odonata species observed in survey sites and their total abundance .....	16
Table 4. Temporal distribution of Odonata species in eight wetlands, Jeju Mt. Halla. ....	17
Table 5. Spatial distribution of Odonata species in eight wetlands, Jeju Mt. Halla. ....	19
Table 6. Abundance of Odonata species according to the Type of wetlands : Crater and Grassland. ....	21
Table 7. Abundance of Odonata species according to the water level temporary and permanent wetland. ....	22
Table 8. The distribution and individuals of Odonata emergence exuviae in eight wetlands, Jeju Mt. Halla. ....	26
Table 9. Oviposition site and Type of Odonata species in study wetlands. ....	28
Table 11. Horizontal utilization patterns for wetland space and flight behavior by Odonata species in study wetlands. ....	34

Table 12. Vertical utilization patterns for space by Odonata species in study wetlands. ....	36
Table 13. Patterns for continuity of flight and habitus of appear and disappear. ....	37
Table 14. Frequency of hovering and backward flight by Odonata species in study wetlands. ....	39
Table 15. The emergence time of Odonata species were influenced by weather, everyday life cycle and whole life history. ....	40
Table 16. Data matrix of niche occupation for each Odonata species in study wetlands. ....	42
Table 17. Present/Absent matrix of niche occupation for each Odonata species in study wetlands. ....	43
Table 18. A simple Niche overlap index among 21 species of Odonata found in wetlands, Halla Mountain. ....	44
Table 19. Niche overlap index among Odonata species(13 species) found in Muljangori wetland. ....	49
Table 20. Niche overlap index among Odonata species(13 species) found in Sumeunmulbaengdi wetland. ....	50

## LIST OF FIGURES

Fig. 1.	A typical example of territorial flight behavior in Odonata males (Atkins, 1980; redrawn from D.L. Johnson, 1964). .....	6
Fig. 2.	The map for survey site of Odonata insects. ....	8
Fig. 3.	Monthly variation in number of major species of Odonata in Halla mountain. ....	18
Fig. 4.	Total numbers of species and individuals at different altitudes in Halla mountain. ....	20
Fig. 5.	Monthly variations in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index. ....	23
Fig. 6.	Spatial variations in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index. ....	24
Fig. 7.	Variations of Odonata species according to the Type of wetlands in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index. ....	24
Fig. 8.	Variations of Odonata species according to the water level in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index. ....	25
Fig. 9.	Various oviposition sites of Odonata species in study wetlands. Emergent plants included <i>Juncus</i> spp. and <i>Scirpus</i> spp. The arrows indicate egg laying in plant tissue. ....	29



Fig. 10.	Various perching sites of Odonata species in study wetlands. Emergent plants included <i>Juncus</i> spp. and <i>Scirpus</i> spp. ....	30
Fig. 11.	Various utilization patterns for wetland space by Odonata species in study wetlands. ....	33
Fig. 12.	Various flight behavior of Odonata species in study wetlands. ....	33
Fig. 13.	Various flight height of Odonata species in study wetlands. ....	35
Fig. 14.	The frequency distribution of niche overlap index among 21 species of Odonata found in wetlands on Halla Mountain, Jeju, Korea. ....	45
Fig. 15.	Temporal distribution of abundant four Odonata species pooled in all wetlands, 2015. ....	45
Fig. 16.	Overlapping pattern of niche components between <i>Sympetrum baccha</i> and <i>Sympetrum risi</i> in wetlands. ....	47
Fig. 17.	Temporal distribution of abundant four Odonata species found in Muljangori wetland, 2015. ....	51
Fig. 18.	Temporal distribution of abundant four Odonata species found in Sumeunmulbaengdi wetland, 2015. ....	51

## ABSTRACT

This study was carried out to investigate the distribution patterns of Odonata species, which sensitively respond to the environmental change of the habitat, on Halla Mountain, Jeju, Korea where various types of wetlands such as crater and grassland are located.

Surveys were conducted once or twice a month in eight wetlands from June to October in 2014 and 2015. A total 1,257 individuals of 21 species belong to 5 families were observed, and the results were as follows.

Dominance species was *Lyriothemis pachygastra* with 250 frequencies of observation (19.9%), followed by *Ischnura asiatica* with 203 individuals (16.1%). *Pantala flavescens* were found in all wetlands surveyed, and a wide distribution among wetlands was observed in the populations of *Anax parthenope julius*, *Lyriothemis pachygastra*, *Ischnura asiatica*. The number of Odonata species and individuals were most abundant in August, while the lowest number of species and individuals were occurred in June and October, respectively. The number of Odonata species and individuals increased to peak at altitude 883 m from 673 m, and thereafter decreased gradually with a small peak at 1,541 m.

The number of Odonata species and individuals were observed much higher in crater wetlands (18 species with 1,034 individuals) than in grassland wetlands (13 species with 223 individuals). A 60% of total species was found in crater wetlands, while 40% in grassland wetlands. And a 82% of total individuals was in crater wetlands. Two type of wetlands showed a similar dominance index. The species diversity index in grassland wetlands was about double compared to the index in crater wetlands. The species richness index was slightly higher in crater wetlands than in grassland wetlands.

According to the type of permanent and temporary wetland, 458 individuals

of 14 species were observed in temporary wetlands and 799 individuals of 19 species in permanent wetlands. Two type of wetlands showed a similar dominance index. The species diversity and evenness index were higher in temporary wetlands than in permanent wetlands. But species richness index was higher in permanent wetlands than in temporary wetlands.

The oviposition site and behavior were different by Odonata species. In this study, various types of oviposition were presented such as dipping (hitting) on the water surface, dropping in the air onto the waterside plants and inserting into plant tissue. Odonata species used various perching sites in wetlands. Several species displayed a special pose for regulation of body temperature. Also, males showed various flight path specific to Odonata species in different wetland space.

The frequency of niche overlap index between Odonata species in the utilization pattern of perching sites, oviposition sites and flight space was higher at a low class in the frequency distribution. This result indicated that each Odonata species tend to partition the niche components in order to avoid severe competition.

Niche overlap index between *Sympetrum baccha* and *Sympetrum risi* was very high, showing almost components with overlapping in perching sites and flight space except oviposition sites. But the species seemed to minimize the competition by not synchronizing the temporal distribution pattern each other as observed in Muljangori and Sumeunmulbaengdi wetlands.

At present, grazing of cattle is prohibited in Halla mountain National Park area, resulting in the decline of wetlands area due to a low stepping pressure by large animals. Diversity, abundance and distribution of Odonata species in wetlands on Halla mountain is likely influenced by the type of wetlands, hydrosphere and vegetation change. Consequently, this study should be valuable for the conservation of wetlands on Halla mountain and the ecosystem.

## I. 서 론

한라산에는 많은 기생화산의 형성에 따른 화구호와 고산초지대에 형성된 습지가 존재하여 잠자리가 서식할 수 있는 환경을 갖추고 있다.

선행된 한라산에서의 곤충에 대한 조사문헌이나 다른 곤충에 대한 연구결과에서 남방계와 북방계에 속하는 곤충들이 모두 관찰되는 양상을 보이고 있다 (Okamoto, 1924; 조, 1963; 백 등, 1995). 따라서 잠자리목 곤충에 대해서도 구체적인 서식양상을 확인할 필요가 있다.

과거와 달리 현재 한라산국립공원 구역에서는 방목행위의 금지로 대형동물인 우마의 출입이 제한되고 있다. 이에 따라 제주조릿대의 서식면적이 크게 증가하고 대형동물의 답압으로 유지되던 고산초지대 습지들의 면적이 감소되어 이후 육지화할 우려가 있다(김, 2002). 또한 기후변화에 따라 앞으로 곤충들의 서식양상이 달라질 수 있다. 따라서 한라산 습지들의 환경변화에 대한 장기적인 생태조사가 필요하다. 대표적인 수서곤충인 잠자리의 성충은 비교적 크고 눈에 잘 띄며 분류학적으로 구별이 잘 되는 편이기 때문에 습지환경에 대한 지속적인 조사에 적합하다고 하였다(Clark and Samways, 1996).

그러나 현재까지 국내 잠자리의 생태적 특성을 바탕으로 한 서식지 연구는 부족한 편이다. 최근 들어 서식처 유형에 따른 잠자리 군집특성에 대한 연구가 이루어지고 있다(김, 2013; 김, 2014). 그 외에 한라산 등 고산습지에서 수서곤충의 분포특성에 대한 연구가 있다(정, 2011).

본 연구의 목적은 한라산 습지에서 고도별, 습지 유형별로 잠자리목 곤충에 대한 분포특성을 밝히는데 있다. 본 연구의 결과는 향후 한라산의 습지와 자연생태계를 보전하는데 기초자료로 제공하고자 한다.

## II. 연구사

### 1. 제주의 잠자리 분포 특성

한라산 곤충에 대한 지금까지의 연구를 보면 학자들이 전문 분류군에 따라 연구를 수행하여 곤충상이 비교적 많이 알려졌다. 그러나 ‘제주도’와 ‘한라산’을 구별하지 않고 통합적으로 기록을 하기도 하였고, 섬이라는 지리적 여건으로 인하여 직접 현장에서 채집 및 기록하기보다는 문헌을 인용하거나 단기간에 이루어진 조사들도 있어서 보다 장기적이고 체계적인 조사가 필요하다(한라산연구소, 2006).

제주도 잠자리목에 대한 기재는 초기에 일본인 학자들에 의해 이루어졌다. Ichikawa(1906)가 제주도에서 고추좀잠자리(*Sympetrum depressiusculum*), 깃동잠자리(*Sympetrum infuscatum*), 뒀장잠자리(*Pantala flavescens*), 잘록허리왕잠자리(*Gynacantha japonica*) 등 4종을 기록한 것이 최초이다. 이것은 국내 잠자리목에 대한 최초의 기록이기도 하다. 이후 Okamoto(1924)가 검은물잠자리(*Calopteryx atrata*) 등 11종을 보고하였으며 Doi(1933)는 담색물잠자리(*Mnais pruinosa*)를 처음 보고하였다. 또한 Komiya(1971)는 한라산을 조사한 결과로 고추잠자리(*Sympetrum depressiusculum*) 등 13종을 보고하였다.

한국인 학자들의 제주도 잠자리에 관한 조사보고는 1950년대에 와서 시작되었는데 조(1958, 1963, 1968)는 Doi(1933)와 Okamoto(1924)의 문헌기록을 그대로 인용하였고, 석(1970)은 12종을 기록하였다.

1980년대에 들어서 이(1984)는 채집한 표본과 문헌기록을 인용하여 23종을 기록하면서 최초로 노란허리잠자리(*Pseudothemis zonata*)를 보고하였고, 김(1984)은 8종, 이 등(1985)은 18종, 윤(1988)은 유충을 가지고 8종, 김(1989)은 10종을 기록하면서 제주도에서 청실잠자리(*Lestes sponsa*)와 왕실잠자리(*Cercion v-nigrum*)를 최초로 보고하였다.

김과 오(1991)는 제주도내 유인도 학술조사에서 9종, 김(1993)은 제주도민속자연사박물관에 소장된 표본의 목록으로 20종, 이(1993)는 문헌기록을 포함하여 41종,

김(1993)은 27종, 백 등(1994)은 과거의 문헌기록을 종합하여 45종, 김(1995)은 제주도 기생화산의 곤충상 조사에서 19종을 기록하였다. 그 후 조와 김(1998)은 9종, 김 등(1999)은 3종을 기록하였다.

2000년 이후에 정과 김(2000)은 제주도 관음사 일대의 곤충상 조사에서 6종, 이(2001)는 과거의 문헌기록을 포함하여 총 39종으로 정리하였다. 김(2001)은 제주도 잠자리목의 종들을 재검토하면서 32종으로 정리하였다.

정(2006)은 과거의 문헌과 채집된 표본들을 가지고 제주도의 곤충은 26목 360과 4,361종으로 기록하였으며, ‘한라산천연보호구역 학술조사보고서’에서 한라산 국립공원내의 곤충을 총 20목 230과 2,595종으로 보고하였다. 한라산연구소(2007)는 ‘한라산 데이터북’에서 한라산 천연보호구역 내의 곤충을 2,588종으로 보고하면서 한라산 잠자리목을 32종으로 정리하였다. 정과 김(2008)은 ‘한라산 고산습지의 학술적 가치조명과 과제’에서 문헌 및 현장조사를 통해 한라산 잠자리목을 24종으로 정리하였다.

김(2009)은 제주도에서 채집한 한라별왕잠자리(*Sarasaeschna pryeri*)를 미기록종으로 보고하였다. 정(2011)은 제주도에서 새롭게 조사된 남색이마잠자리(*Brachydiplax chalybea flavovittata*)를 추가로 기재하였으며, 또한 오류기재로 추정되는 큰별박이왕잠자리(*Aeshna nigroflava*)를 목록에서 제외해 한국산 잠자리를 123종으로 정리하였다.

정(2012)은 ‘한라산국립공원 자연자원조사’에서 문헌 및 표본조사를 토대로 한라산국립공원의 곤충을 2,664종으로 정리하였으며, 수서곤충 목록에서 제주도 잠자리목을 45종으로 정리하고, 한라산국립공원 지역에서 추가로 서식이 확인된 부채장수잠자리(*Sinictinogomphus clavatus*)와 백두산북방잠자리(*Somatochlora clavata*) 2종을 보고하였다.

최근 들어 국내에서 잠자리의 생태적 특성을 바탕으로 한 서식지 연구가 이루어지고 있다. 서식처 유형별 군집특성, 연못 조성년도와 크기에 따른 군집특성에 대한 연구(김, 2013; 김, 2014)가 있으며 잠자리목 서식 증진을 위한 습지 관리방안에 대한 연구(유, 2015)가 있다.

## 2. 암컷의 산란처 선택과 관련된 산란행동

동물의 세계에서 산란처의 위치는 부모와 자식 양쪽 모두의 환경 적응력(fitness, 적합성)에 큰 영향을 미친다(Resetarits, 1996). 잠자리 목에서 암컷의 산란처는 두 가지 요인에 따라서 영향을 받을 수 있는데, 첫 번째 요인은 자식에 대한 비용 대비 편익과 관련된 요소로써 자식의 자원이용성, 경쟁, 포식위험 등이며, 두 번째 요인은 암컷에 대한 비용 대비 편익으로써 포식위험 또는 교미 방해 요소라고 할 수 있다(Thornton and Switze, 2015).

Michiels and Dhondt(1990)는 검정좀잠자리(*Sympetrum danae*)의 산란행동에 대하여 자세히 보고하였다. 이 종은 연결교미(tandem) 상태, 풀린 연결교미상태, 또는 수컷 비동반 상태(unattended female) 등 다양한 상태로 공중에서 산란하였는데, 암컷의 14%는 연결교미자세에서 산란을 시작하였다. 비동반 암컷의 10%는 개구리에 포식 당한 반면 연결교미상태의 수컷은 3%가 개구리에 포식 당하였다. 풀린 연결교미자세로 산란 중인 암컷은 교미경험이 없는 암컷보다 개구리의 공격을 덜 당하는 등 교미행동은 천적의 포식과 관련이 있었다. 또한 물이끼 분포지에 유인되거나 구조적으로 유사한 장소를 산란처로 선택하는데 남쪽면은 계절 후기 저온기에 산란처로 선택되고 북쪽면은 계절초기 고온기에 선택되는 경우가 많았다.

Buskirk and Sherman(1985)은 암컷 성충의 산란처 선택은 유충의 생태특성에 의하여 크게 영향을 받을 수 있다고 하였다. 또한 산란처의 공간적 분포는 알의 포식 및 유충의 종내경쟁 등과 관련되어 있는 것으로 인식되고 있다(Buskirk and Sherman, 1985). 잠자리 종에 따라서 산란처를 이용하는 양상이 다른데 *Perithemis tenera*라는 종은 한 지점에 집중하여 산란하는 행동을 보인다(Jacobs 1955). 반면 된장잠자리(*Pantela flavescens*)는 번식처 간 또는 한 번식처 내에서 넓은 지역에 걸쳐 산란한다(Schenk et al. 2004). 이렇게 넓게 분산된 산란처를 갖는 경우는 생태적으로 위험분산 내기(betting)의 한 형태일 수 있으며, 암컷은 환경의 불확실성에 대응하여 위험을 분산시키는 것으로 보인다(Buskirk and Sherman, 1985; Hopper, 1999).

청동잠자리(*Cordulia aenea amurensis* Selys)는 교미처와 산란처가 중복되는

잠자리 종으로 수컷의 접근이 어려운 숨겨진 장소인 추수식물 중에 산란한다(Ubukata, 1984). 이 종은 산란처를 찾기 위해 개방수면을 가로질러 횡단하지 않는다. 또한 청동잠자리의 암컷 밀도는 입구로부터 거리와 부의 상관관계가 있었다(입구는 대부분의 성충이 발생한 것으로 보이는 연안부분을 의미함). 반면, 입구에서 멀리 떨어진 섹터는 비록 유충의 생존이 높은 곳으로 추정되더라도 산란이 드물게 일어났다.

특정 산란처의 선택과 공간적 분포는 경쟁하고 있는 암컷과의 상호작용에 따라서 영향을 받을 수 있다(Koch, 2006). 상호작용이 긍정적인 경우는 산란 중인 암컷이 집중행동을 보이는 고추잠자리류 일종인 *Sympetrum vicinum* (McMillan, 2000)과 실잠자리과에 속한 *Argia moesta* (Byers and Eason, 2009) 등이다. 즉 동종 암컷의 존재는 좋은 산란처를 나타내기 때문에 암컷들이 모여들어 산란을 집중시킨다(McMillan, 2000). 자주 2~7 쌍이 같은 구획(1m<sup>2</sup>) 내에서 함께 산란하는 경우도 관찰되었다. 이 경우 개구리가 없거나 개구리 공격이 없는 장소는 선호하는 산란처가 되었고 교미쌍들이 모여들었다. 상호작용이 암컷의 산란에 부정적으로 작용하는 경우도 있다. 수컷의 밀도가 높은 경우 암컷들의 일부분은 물에 근접하여 공중정지비행(hovering flight)을 하면서 산란활동을 조절하는데, 수컷의 방해로 감소시키지만 포식의 위험은 증가시킨다(Koch, 2006). 기타 연결교미행동을 보이는 종은 수컷이 접촉상태에서 암컷의 산란을 유도하기 때문에 일정 지역 범위내에서 산란분포가 넓게 형성된다(Conrad and Pritchard, 1992), 반면 수컷이 암컷 산란시 비접촉 경계행동을 하는 종은 산란장소가 좁은 장소에 집중된다(Schenk et al., 2004).

암컷의 산란 중에 수컷은 여러 형태로 관여하는데, 그 중 대표적인 것이 정자경쟁(sperm competition)과 관련된 수컷의 산란 방해행동(male harassment)이라고 할 수 있다(Simmons, 2001). 정자경쟁은 많은 잠자리류에서 존재하는데 암컷이 산란 직전에 교미한 수컷의 정자가 높은 수정확률을 얻어 자신의 유전자를 자식에게 물려줄 수 있기 때문에 발생한다(Waage, 1984; Alcock, 1994). 마지막 수컷이 우위를 갖는 잠자리류에서는 수컷이 연결교미(tandem)상태로 암컷의 산란을 유도하든지 또는 비접촉 상태에서 암컷과 동행한다(Waage, 1984; Corbet 1999; Schenk et al., 2004).



### 3. 수컷의 세력권 방어행동

잠자리목 수컷의 교미전략은 적극적인 짝탐색 행동을 보이는 종이 있는가 하면 장기간 산란처의 영역(territory)을 방어하는 종이 있는 등 폭 넓은 양상을 보인다(Suhonen et al., 2008). Suhonen et al.(2008)은 수컷의 세력권 형성과 관련하여 다음과 같이 기술하였다. 세력권을 방어하는 종이라도 환경조건 또는 유전적인 영향으로 세력권 확보(territoriality) 행동, 비세력권 확보(non-territoriality), 또는 양자간 전환 등 세 가지 교미전략 모두 병행하는 경우가 많다. 보통 어느 주어진 상황에서 수컷이 세력권 확보를 택할 것인지 그렇지 않을 것인지는 비용 대비 편익률에 의하여 결정된다. 세력권 확보의 주된 이득은 암컷의 접근을 증가시키는 데 있다. 비용은 포식, 영역 다툼에 따른 피해나 에너지 손실 등에 기인하여 증가할 수 있다. 번식처에서 성비뿐만 아니라 암수밀도는 각 전략의 비용 대비 편익에 영향을 미친다.

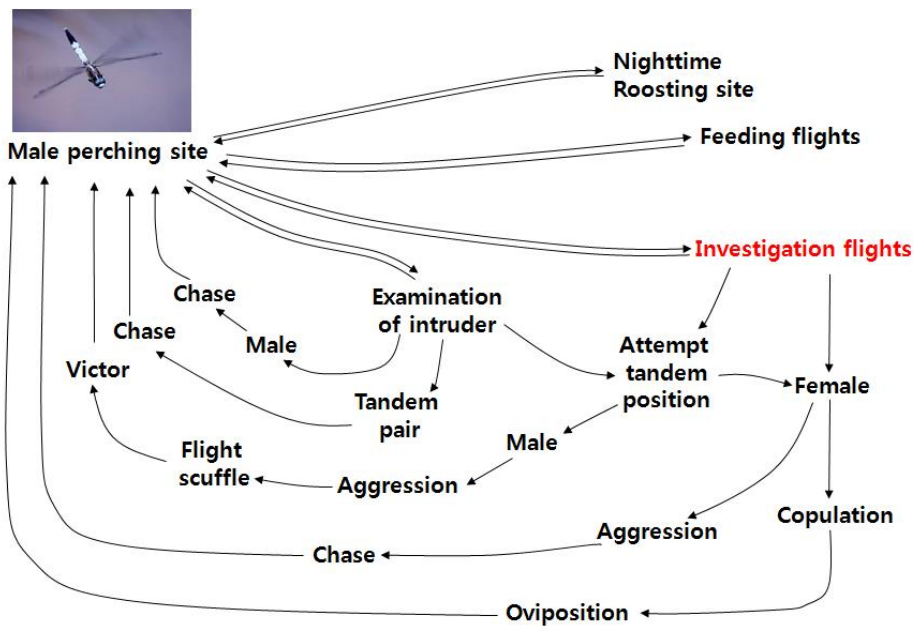


Fig. 1. A typical example of territorial flight behavior in Odonata males (Atkins, 1980; redrawn from D.L. Johnson, 1964).

대모잠자리속(*Libellula*) 잠자리는 성적 이형성(sexual dimorphism)이 없어서 세력권 소유의 수컷은 암컷이나 수컷 모두에 교미를 시도하는 분류군이다 (Corbet et al., 1960). Johnson (1964)은 대모잠자리류인 *Libellula saturata* (Uhler)의 경우 세력권 소유의 수컷은 다른 수컷 침입자를 멀리까지 추적하게 되는데, 이 때 교미시도는 결투비행(flight scuffle)을 유발하고 승리자가 그 세력권을 확보한다고 주장하였다. 이와 관련하여 Johnson (1964)은 망루(perching site)를 중심으로 세력권 내에 들어오는 암컷을 포함한 다른 개체들에 대한 대응행동을 요약하여 제시하였다(Fig. 1, Reviewed in Atkins, 1980).

세력권을 소유 또는 유지하기 위하여 잠자리 수컷은 다양한 행동을 보인다. 날개잠자리류 일종인 *Tramea lacerata* Hagen은 이주성 잠자리로서 보통 연결교미 상태에서 물 표면에 산란하는데, 세력권 소유의 수컷은 연못의 가장자리를 따라 넓은 지역을 순찰한다(Thornton and Switze, 2015).

꼬마잠자리(*Nannophya pygmaea*) 수컷은 작은 수면 또는 근처에 작은 영역을 방어하는 종이다(Tsubaki and Ono, 1986). 성적으로 성숙한 암컷이 산란을 하기 위하여 수컷의 세력권 내로 들어오고, 보통의 경우 해당 영역을 지배하는 수컷이 암컷을 차지한다. 이 종의 경우 우수한 산란처에서는 번식기 동안 세력권 소유자가 수시로 뒤바뀌는 경우가 많다. 이런 소유권의 변화는 침입자가 공중결투에서 기존 소유자를 패퇴시키기 때문에 일어난다. 타툼이 크게 일어나는 영역은 더 많은 암컷을 유인하여 교미 확률을 높일 수 있는 것으로 알려져 있다.

### Ⅲ. 재료 및 방법

#### 1. 연구대상지

본 연구의 대상지역은 한라산국립공원 내 또는 경계지역에 있는 습지 8개소이다. 대상지의 선정기준은 해발고도, 한라산 정상의 백록담을 중심으로 한 사면의 위치, 습지의 유형, 수계유지 여부 등이다.

오(2008)는 한라산의 습지를 분화구형 습지, 계곡형 습지, 산림형 습지, 용천수형 습지로 분류하였다. 본 연구에서는 유수성 습지인 계곡형 습지와 용천수형 습지를 제외한 분화구형 습지와 산림형 습지 등 정수성 습지를 조사지역으로 하였다. 정수성 습지를 분화구 내에 있는 분화구형 습지와 산림 내 초지대 곳곳에 물이 고인 초지대형 습지로 구별하였다. 또한 수계형태에 따라 우기에만 물이 고이는 우기형 습지와 연중 물이 고인 연중형 습지를 구별하였다.

잠자리목 곤충의 서식환경이 어떠한지 알기 위하여 기존의 문헌과 현장조사를 통해 각 습지의 고도와 면적 등 지형적 특성, 수계 유지 등 물 보유 상태, 국립공원구역 및 습지보호지역 등 관리현황을 제시하였다(Table 1).

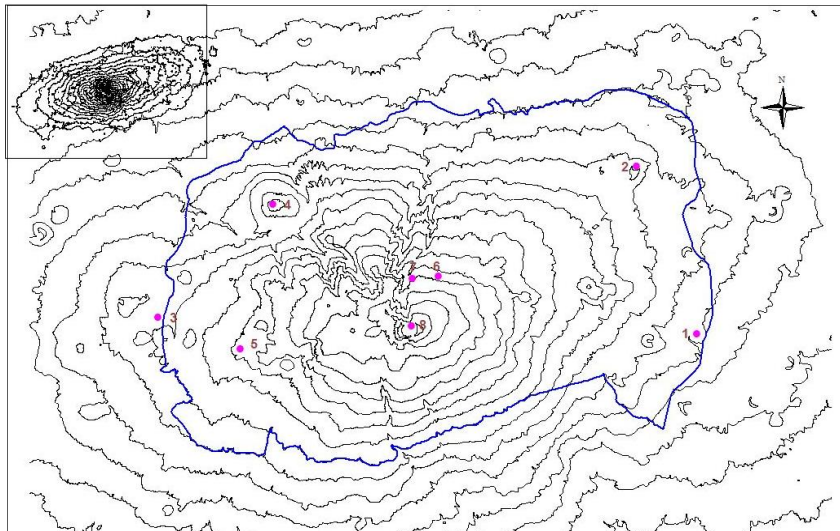


Fig. 2. The map for survey site of Odonata insects.

Table 1. Summary of survey wetlands in Jeju Mt. Halla

Name	Altitude (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Depth (cm) (Min.-Max.)	Type of Wetland	Hydrosphere	Present condion
Dongsuak	673	3,675	0-19	Crater	Temporary	National park area
Muljangori	883	12,270	29-56	Crater	Permanent	National park area, Wetland reservation
Sumeunmulbaengdi	982	43,600	0-21	Grassland	Permanent	Borders on National park, Wetland reservation
Eoseungsaengak	1129	2,419	0-113	Crater	Temporary	National park area
Soemot	1211	20,863	0-20	Grassland	Permanent	National park area
Mulgamaewat	1541	1,633	29-59	Crater	Permanent	National park area
Gamaewat	1574	24,614	16-36	Grassland	Permanent	National park area
Baengnokdam	1840	11,636	0-122	Crater	Temporary	National park area

## 2. 조사일정

현장조사는 2014년과 2015년 6월 상순에서 10월 하순까지 실시하였으며, 5개월 동안 한라산국립공원 및 경계지역의 8개 습지에 대해 각 습지별 월1회 또는 2회씩 총 15회 실시하였다. 우천 등 기상악화 시에는 2~5일 정도 늦게 실시하였다.

## 3. 조사방법 및 통

잠자리의 출현 현황의 조사는 대상 습지의 가장자리를 따라 이동하면서 좌우 3m 이내, 수면으로부터 높이 3m 이내의 범위에서 관찰되는 성충 잠자리의 종과 개체수를 기록하였다. 습지의 가장자리를 따라 한 바퀴 돌면서 전수조사를 하는 것을 원칙으로 하되, 면적이 넓어 30분 이내에 가장자리를 따라 한 바퀴 돌지 못하는 습지에서는 30분 이내에 갈 수 있는 거리만큼 이동하며 조사하였다. 또한 습지 가장자리에서 관찰되는 잠자리의 우화 흔적인 우화각(허물)을 수거하였다.

수심은 습지 가장자리와 중심부의 1/2지점 한 곳에서 줄자로 측정하였다. 또한 아직 습지면적에 대한 문헌자료가 없는 습지의 경우 휴대용 GPS장비(GARMIN GPSmap 62s)로 습지 가장자리를 돌며 면적을 직접 측정하였다.

잠자리의 동정은 육안으로 하였으며 육안으로 동정이 어려운 성충은 포충망으로 채집한 후 사진을 촬영하고 종을 확인하였다. 면적이 넓은 습지에서 특정 종이 동정은 되나 비행 개체가 매우 많아 개체수 파악이 어려운 경우 사진 및 동영상 촬영하여 사후에 확인하였다. 종의 동정은 Jung(2007), Jung(2011), Kim(2011), Jung(2012)을 참고하였으며 명명은 Jung(2012)을 따랐다.

#### 4. 군집분석

조사한 자료를 바탕으로 우점도지수, 종다양도지수, 종풍부도지수, 종균등도지수를 산출하였다.

##### 1) 우점도지수(Dominance Index)

우점도는 각 지점의 군집의 단순도를 측정하는 방법으로 각 조사지점의 개체수 현존량에 따라서 우점종과 아우점종을 선정 후 산출한다. (McNaughton, 1967)

$$DI = (n1 + n2)/N$$

(N : 총개체수, n1 : 제 1 우점종의 개체수, n2 : 제 2 우점종의 개체수)

##### 2) 종다양도지수(Species Diversity Index)

종다양도 지수는 군집의 복잡성을 나타내는 것으로 수치가 높을수록 생물의 종류가 많고 종별 개체수가 고르게 분포되어 있음을 의미한다.

Margalef(1958)의 정보이론에 의해서 유도된 Shannon-Wiever Function (Pielou, 1969)의 종다양성지수를 이용하였다.

$$H' = -\sum p_i \log(p_i)$$

(H' : 다양도, Pi : i번째에 속하는 개체수의 비율을 말하며 (ni/N)으로 계산,  
N:군집내의 전 개체수, ni:각 종의 개체수)

### 3) 종풍부도지수(Species Richness Index)

지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부해지므로 서식환경이 양호하다는 것을 의미하며 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 이용하였다.

$$RI = ( S - 1 ) / \ln(N)$$

(RI : 풍부도, S : 전체종수, N : 총 개체수 )

### 4) 종균등도지수(Evenness Index)

군집 내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 이용하여 산출하였다.

$$EI = H' / \ln(S)$$

(EI : 균등도, H' : 다양도, S : 전체종수)

## 5. 공간적 니체(Niche)의 이용양상과 분할분석

습지에서 관찰한 잠자리의 생태적 습성을 산란장소, 휴식장소, 비행습성으로 구별하여 정리하였다.

유충기를 물속에서 보내는 잠자리에게 산란장소는 그 유충의 생존과 관련이 있다. 따라서 산란장소와 방법을 관찰하여 그 서식특성을 분석하고자 하였다. 산란 장소는 크게 식물조직 내에, 식물조직 외에 산란하는 종으로 나누었다. 식물조직 내에 산란을 하는 경우 장소를 골풀류(*Juncus* spp.), 고랭이류(*Scirpus* spp.) 등 추수식물, 가래류(*Potamogeton* spp.) 등 부엽식물, 수면근처에 잠긴 나뭇가지나 수초 등 침수식물로 나누었다. 식물조직 외에 산란을 하는 종은 수면, 진흙, 이끼 등으로 다시 구별하였다.

휴식장소는 수초, 습지 주변의 돌, 조릿대 잎, 나뭇가지 등으로 나누었고, 휴식

을 취하는 자세에 따라 가로방향으로 앉기, 세로방향으로 매달리기 등으로 구별하였다. 또 종에 따라서 체온조절을 위하여 특별히 취하는 자세가 있는 경우 추가로 기록을 하였다.

비행습성은 잠자리가 비행을 할 때 종별로 평면상에서 보았을 때 습지 내 또는 주변에서 어떤 공간을 주로 이용하는지, 수직적으로 비행높이는 얼마나 되는지를 구별해보았다(Table 2).

Table 2. Niche components examined for Odonata species in study

Name of Niche		Niche components subdivided	
Oviposition site	Plant tissue	Emergent plants	<i>Juncus spp.</i> <i>Scirpus spp.</i>
		Floating plants	<i>potamogeton spp.</i>
		Submerged plants	Tree branch, water plants
	The surface on substrate	Water surface	Water side grass
		Substrate surface	Mud Moss
Perching site	Inner side in wetlad	Emergent plants	<i>Juncus spp.</i> <i>Scirpus spp.</i>
	Edge of wetland	Rock	Grass
		Herbaceous plants	<i>Sasa spp.</i>
		Wood plants	Tree branch
Space for flight	Selection of space	Open space above the water surface	
		Space between water plants	
	Utilization of space	Outside space in grass area	
		Edge space	
		Inner space	
	Flight behavior	Circulation in a small zone	
		Circulation in one part	
Circulation in whole area			
Circulation in shaded area			
Flight height	Crossing flight		
	< 1 m		
	1~3 m		
		> 3 m	



그 외에도 공중의 한 자리에 머무르는 정지비행의 빈도를 확인하였으며, 다른 종들에 비하여 날씨가나 생활주기가 특별하게 비행에 영향을 주는 종의 경우에는 그 비행습성을 따로 정리하였다.

조사자료 중 Table 2의 단위 니체요소를 기준으로 정리한 다음 잠자리들의 공간적 니체의 이용 양상을 분석하기 위하여 간이니체중복지수(Niche overlap Index)를 계산하였다. 간단히 두 종간의 니체중복을 파악하기 위하여 두 종간 중복되는 단위 니체요소의 수를 간이니체중복지수로 간주하였다.

간이니체중복지수 행렬을 작성하여 중복정도를 비교하였으며, 니체중복지수가 높은 종들에 대하여 산출된 지수를 바탕으로 종이 풍부한 대표 습지에서 시공간적 분할 양상을 평가하였다. 분석의 대상이 된 곳은 물장오리와 숨은물벰디 두 습지이었으며 각 습지에서 관찰된 시간적 분포양상의 특성도 고찰하였다.

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 잠자 출현 종 및 개체

본 조사에서 조사기간 동안에 관찰된 잠자리목 곤충의 출현 종수와 개체수는 5과 21종 1257개체였다.

전체적인 종별 개체수는 배치레잠자리(*Lyriothemis pachygastra*)가 250개체로 가장 많이 관찰되었고, 다음으로 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*)가 203개체, 된장잠자리(*Pantala flavescens*)가 188개체, 산깃동잠자리(*Sympetrum baccha*)가 143개체, 밀잠자리(*Orthetrum albistylum speciosum*)가 120개체, 들깃동잠자리(*Sympetrum risi*)가 100개체 등의 순이었다.

반면 작은실잠자리(*Aciagrion migratum*), 남방왕잠자리(*Anax guttatus*), 고추잠자리(*Crocothemis servilia meriannae*), 고추좀잠자리(*Sympetrum frequense*) 등은 1개체씩만 관찰되었다(Table 3).

Table 3. Odonata species observed in survey sites and their total abundance

Species No.	Korean name	Scientific name	Individuals	%
1	아시아실잠자리	<i>Ischnura asiatica</i>	203	16.1
2	작은실잠자리	<i>Aciagrion migratum</i>	1	0.1
3	노란실잠자리	<i>Ceriagrion melanurum</i>	53	4.2
4	가는실잠자리	<i>Indolestes peregrinus</i>	30	2.4
5	참별박이왕잠자리	<i>Aeshnacrenata</i>	37	2.9
6	도깨비왕잠자리	<i>Anaciaeschna martini</i>	3	0.2
7	남방왕잠자리	<i>Anax guttatus</i>	1	0.1
8	왕잠자리	<i>Anax parthenope julius</i>	47	3.7
9	먹줄왕잠자리	<i>Anax nigrofasciatus</i>	15	1.2
10	황줄왕잠자리	<i>Polycanthagyna melanictera</i>	4	0.3
11	밀노란잠자리	<i>Somatochlora graeseri</i>	8	0.6
12	밀잠자리	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	120	9.5
13	큰밀잠자리	<i>Orthetrum melania</i>	23	1.8
14	배치레잠자리	<i>Lyriothemis pachygastra</i>	250	19.9
15	고추잠자리	<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	1	0.1
16	고추좀잠자리	<i>Sympetrum frequense</i>	1	0.1
17	두점박이좀잠자리	<i>Sympetrum eroticum</i>	4	0.3
18	산깃동잠자리	<i>Sympetrum baccha</i>	143	11.4
19	들깃동잠자리	<i>Sympetrum risi</i>	100	8
20	하나잠자리	<i>Sympetrum speciosum</i>	25	2
21	된장잠자리	<i>Pantala flavescens</i>	188	15
Total		No. of species	21	
		No. of individuals	1257	

## 2. 월별 분포특성

조사기간에 관찰된 개체수는 1,257개체였고, 8월에 가장 많은 18종 399개체가 관찰되었다. 6월에 가장 적은 6종 128개체가 관찰되었다. 전체적으로 8월 상순까지는 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 다음과 같이 종별로 월별 개체수를 정리해보았다(Table 4).

Table 4. Temporal distribution of Odonata species in eight wetlands, Jeju Mt. Halla

Scientific name	Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Total
	E <sup>1</sup>	L	E	L	E	L	E	L	E	L	
<i>Ischnura asiatica</i>	2	1	9	8	3	13	19	71	72	5	203
<i>Aciagrion migratum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Ceriagrion melanurum</i>	1	2	10	20	15	0	3	0	0	0	53
<i>Indolestes peregrinus</i>	0	8	2	7	2	0	4	3	4	0	30
<i>Aeshnacrenata</i>	0	0	0	2	11	18	4	2	0	0	37
<i>Anaciaeschna martini</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Anax guttatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Anax parthenope julius</i>	0	0	2	8	10	17	4	6	0	0	47
<i>Anax nigrofasciatus</i>	5	1	0	2	6	1	0	0	0	0	15
<i>Polycanthagyna melanictera</i>	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4
<i>Somatochlora graeseri</i>	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	8
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	1	0	22	27	38	19	11	2	0	0	120
<i>Orthetrum melania</i>	0	0	0	1	19	1	2	0	0	0	23
<i>Lyriothemis pachygastra</i>	12	95	13	59	25	17	29	0	0	0	250
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sympetrum frequense</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Sympetrum eroticum</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4
<i>Sympetrum baccha</i>	0	0	0	0	3	20	57	16	29	18	143
<i>Sympetrum risi</i>	0	0	2	2	3	5	24	50	14	0	100
<i>Sympetrum speciosum</i>	0	0	0	2	12	8	0	3	0	0	25
<i>Pantala flavescens</i>	0	0	5	5	65	54	30	9	15	5	188
Total	21	107	65	146	221	178	191	166	134	28	1257

<sup>1</sup> E: early and L: late in month.

한편 개체수가 많은 대표적인 우점종의 월별분포도 확인하였다. 종에 따라서 비교적 이른 시기에 출현하여 일찍 성충시기를 마감하는 종과 비교적 늦은 시기에 출현하여 활동하는 종 등 시기별 출현양상을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

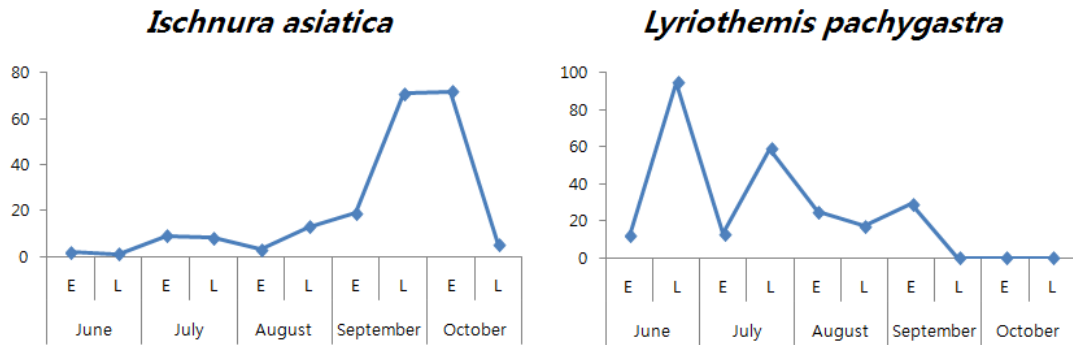


Fig. 3. Monthly variation in number of major species of Odonata in Halla mountain.

### 3. 고도 분포특성

해발고도가 다른 각 습지에서 분포하는 잠자리목 곤충의 고도에 따른 종별 개체수를 정리하였다. 또한 각 종이 관찰된 습지의 수, 관찰된 고도의 범위도 확인하였다.

고도별로 분석한 결과 종수는 해발 883m 와 해발 982m에서 13종으로 가장 많았으며 해발 1574m와 해발 1840m에서 4종으로 가장 적었다. 개체수는 해발 883m 습지에서 가장 많은 488개체가 출현하였고 해발 1574m에서 가장 적은 13개체가 출현하였다.

된장잠자리(*Pantala flavescens*)는 모든 습지에서 관찰된 종이며, 왕잠자리(*Anax parthenope julius*)가 7개 습지에서, 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*)와 큰밀잠자리(*Orthetrum melania*)는 6개의 습지에서 관찰되었다. 특히, 된장잠자리와 왕잠자리는 가장 낮은 동수약(673m)부터 가장 높은 백록담(1840m)까지 출현하여 고도별 분포범위가 가장 컸다. 반면 작은실잠자리(*Aciagrion migratum*), 가는실잠자리(*Indolestes peregrinus*), 남방왕잠자리(*Anax guttatus*), 황줄왕잠자리(*Polycanthagyna melanictera*), 밀노란잠자리(*Somatochlora graeseri*), 고추잠자리(*Crocothemis servilia meriannae*), 고추좀잠자리(*Sympetrum frequense*) 등은 각각

1개의 습지에서만 관찰되었으며 고도별 분포범위도 가장 작았다.

Table 5. Spatial distribution of Odonata species in eight wetlands, Jeju Mt. Halla.

Scientific name	altitudes(m)								No. Wetlands found	Distribution range (m)
	673	883	982	1129	1211	1541	1574	1840		
<i>Ischnura asiatica</i>	o	o	o	o	o			o	6	901
<i>Aciagrion migratum</i>		o							1	0
<i>Ceriagrion melanurum</i>	o	o	o						3	309
<i>Indolestes peregrinus</i>			o						1	0
<i>Aeshna crenata</i>				o		o		o	3	711
<i>Anaciaeschna martini</i>		o	o					o	3	957
<i>Anax guttatus</i>				o					1	0
<i>Anax parthenope julius</i>	o	o	o	o	o	o		o	7	1167
<i>Anax nigrofasciatus</i>		o		o		o			3	658
<i>Polycanthagyna melanictera</i>		o							1	0
<i>Somatochlora graeseri</i>							o		1	0
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>		o	o						2	99
<i>Orthetrum melania</i>		o	o	o	o	o	o		6	691
<i>Lyriothemis pachygastra</i>	o		o	o	o			o	5	901
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>			o						1	0
<i>Sympetrum frequense</i>	o								1	0
<i>Sympetrum eroticum</i>			o		o				2	229
<i>Sympetrum baccha</i>	o	o	o	o					4	456
<i>Sympetrum risi</i>		o	o	o			o		4	658
<i>Sympetrum speciosum</i>	o	o		o		o			4	868
<i>Pantala flavescens</i>	o	o	o	o	o	o	o	o	8	1167

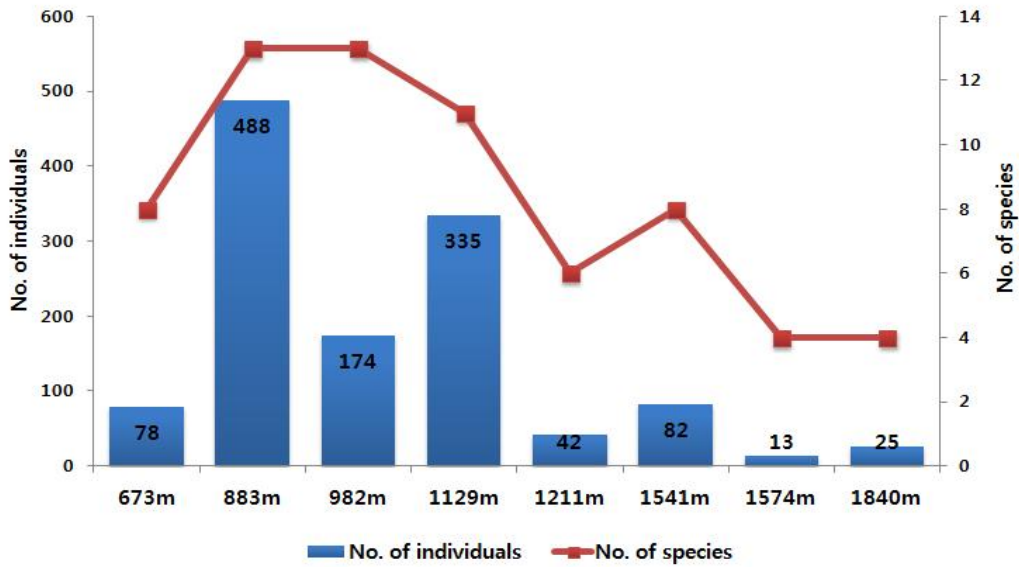


Fig. 4. Total numbers of species and individuals at different altitudes in Halla mountain.

#### 4. 습지형태별 분포 성

한라산의 정수성 습지를 지형에 따라 분화구형 습지와 초지대형 습지로 나누어 보았다. 분화구형 습지는 기생화산의 분출과정에서 생긴 화구호가 있는 습지이다. 초지대형 습지는 초지대 곳곳에 물이 고인 작은 웅덩이가 있고, 물이 고인 곳이 아니더라도 초지 바닥에 물이 스며들어 질퍽거리는 곳들이 있다. 분화구형 습지의 분화구 바닥에는 초지대형 습지의 웅덩이들보다 상대적으로 많은 물이 고여 있으며 특히 강우에 의한 빗물이 사방에서 모이는 특징이 있다. 그러나 그 중 일부를 제외하면 비가 올 때 일시적으로 고였다가 비가 오랫동안 오지 않으면 고갈되는 곳들이 많다. 반면 초지대형 습지는 분화구형 습지와 달리 물이 고인 웅덩이가 곳곳에 분산되어 있으며 물이 고인 면적이나 수량이 대체로 작다. 가뭄이 들면 일부 웅덩이가 바닥을 드러내는 곳도 있지만 나머지는 연중 일정 수준의 수위나 수계면적을 유지하는 경우가 많다. 또한 습지주변 초지대는 바닥

에 물기가 있어 축축하다. 이러한 두 형태의 습지에 대한 잠자리목 곤충의 서식 상황의 차이를 비교해 볼 필요가 있다.

본 연구에서 분화구형 습지에서 18종, 초지대형 습지에서는 13종이 관찰되었으며 분화구형 습지에서 1034개체, 초지대형 습지에서 223개체로 분화구형 습지에서 개체수가 훨씬 많았다. 각 종별로 관찰된 습지 수는 분화구형에서 60%, 초지대형에서 40%의 비율로 나타났다. 전체 개체수에서 82%가 분화구형 습지에서 관찰되었다(Table 6).

Table 6. Abundance of Odonata species according to the Type of wetlands : Crater and Grassland

Scientific name	Total Individuals		Individuals per ha	
	Crater	Grassland	Crater	Grassland
<i>Ischnura asiatica</i>	186	17	45	2
<i>Aciagrion migratum</i>	1	0	0	0
<i>Ceriagrion melanurum</i>	34	19	7	3
<i>Indolestes peregrinus</i>	0	30	0	2
<i>Aeshnacrenata</i>	37	0	21	0
<i>Anaciaeschna martini</i>	2	1	0	0
<i>Anax guttatus</i>	1	0	1	0
<i>Anax parthenope julius</i>	39	8	12	1
<i>Anax nigrofasciatus</i>	15	0	13	0
<i>Polycanthagyna melanictera</i>	4	0	1	0
<i>Somatochlora graeseri</i>	8	0	10	0
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	116	4	19	0
<i>Orthetrum melania</i>	9	14	3	1
<i>Lyriothemis pachygastra</i>	214	36	172	4
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	0	1	0	0
<i>Sympetrum frequense</i>	1	0	1	0
<i>Sympetrum eroticum</i>	0	4	0	1
<i>Sympetrum baccha</i>	140	3	51	0
<i>Sympetrum risi</i>	51	41	43	3
<i>Sympetrum speciosum</i>	25	0	19	0
<i>Pantala flavescens</i>	143	45	76	5
<b>Sum</b>	1034	223	493	23
<b>Average</b>	49	11	23	1



## 5. 수계형태별 분포 성

강우에 의해 습지의 수계면적이 유지되는 우기형 습지와 강우 없이도 거의 일정한 수계면적이 유지되는 연중형 습지를 나누어 분포특성을 확인하였다. 우기형 습지에서 14종 458개체, 연중형 습지에서 19종 799개체가 출현하였다. 관찰된 습지 수의 비율은 우기형이 54%로 많았으며 전체 개체수에 대한 비율은 연중형 습지에서 64%로 높았다(Table 7).

Table 7. Abundance of Odonata species according to the water level : temporary and permanent wetland

Scientific name	Total		Individuals per ha	
	Temporary	Permanent	Temporary	Permanent
<i>Ischnura asiatica</i>	26	177	34	129
<i>Aciagrion migratum</i>	0	1	0	0
<i>Ceriagrion melanurum</i>	4	49	11	9
<i>Indolestes peregrinus</i>	0	30	0	7
<i>Aeshnacrenata</i>	4	33	4	91
<i>Anaciaeschna martini</i>	1	2	1	0
<i>Anax guttatus</i>	1	0	4	0
<i>Anax parthenope julius</i>	6	41	5	9
<i>Anax nigrofasciatus</i>	1	14	1	12
<i>Polycanthagyna melanictera</i>	0	4	0	1
<i>Somatochlora graeseri</i>	0	8	0	49
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	0	120	0	19
<i>Orthetrum melania</i>	1	22	1	3
<i>Lyriothemis pachygastra</i>	214	36	287	3
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	0	1	0	0
<i>Sympetrum frequense</i>	1	0	1	0
<i>Sympetrum eroticum</i>	0	4	0	0
<i>Sympetrum baccha</i>	53	90	62	14
<i>Sympetrum risi</i>	48	52	65	6
<i>Sympetrum speciosum</i>	8	17	9	14
<i>Pantala flavescens</i>	90	98	87	27
<b>Sum</b>	458	799	572	392
<b>Average</b>	22	38	27	19

## 6. 군집분석

### 1) 월별 분석

조사기간 동안 월별 군집을 분석한 결과 우점도는 8월에 가장 높은 0.23을 보였고, 6월에 가장 낮은 0.85를 보였다. 종다양도는 8월에 가장 높고, 6월에 가장 낮았다. 종풍부도 역시 8월에 가장 높고, 10월에 가장 낮았다. 종균등도는 10월에 가장 높고, 7월에 가장 낮았다(Fig. 5).

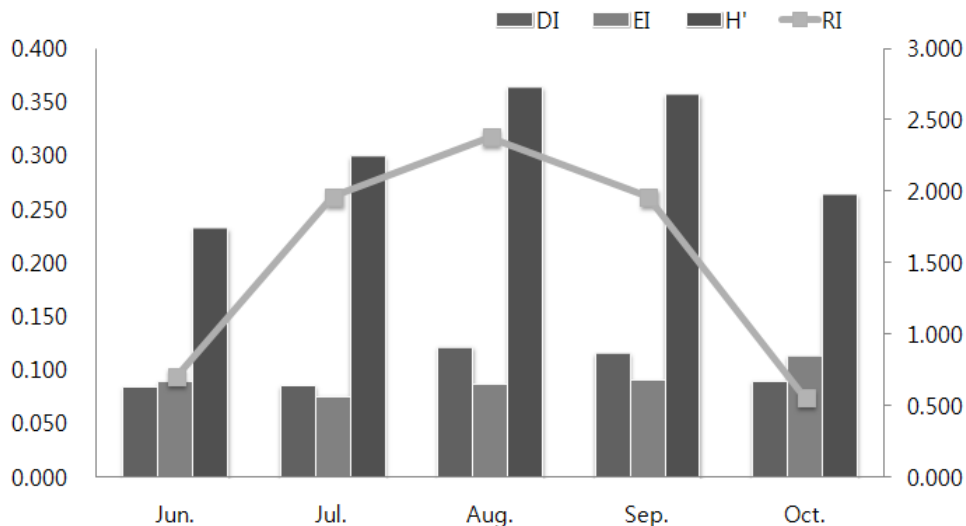


Fig. 5. Monthly variations in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index.

### 2) 고도별 분석

고도별 군집을 분석한 결과 우점도는 해발 883m에서 0.213으로 가장 높았으며 해발 1574m에서 0.009로 가장 낮았다. 종다양도 역시 해발 883m에서 0.367로 가장 높았으며 해발 1574m에서 0.047로 가장 낮았다. 종풍부도는 해발 883m와 982m에서 가장 높은 1.682였으며 해발 1574m와 1840m에서 0.42로 가장 낮았다. 종균등도는 0.105를 보인 해발 883m에서 가장 높았으며 해발 1574m에서 0.005를 보여 가장 낮았다(Fig. 6).

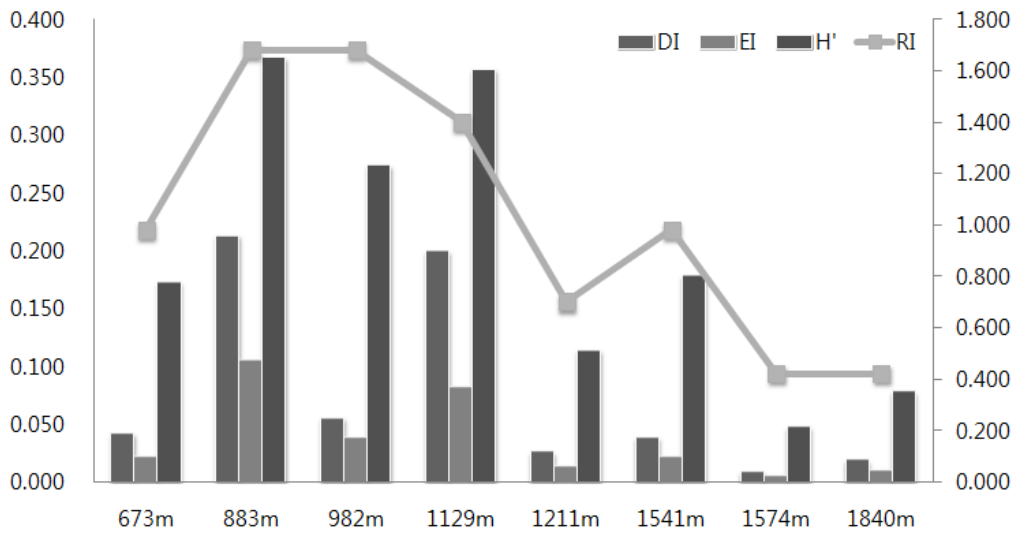


Fig. 6. Spatial variations in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index.

### 3) 습지형태별 분석

분화구형 습지와 초지대형 습지에서 모두 우점도는 비슷하였다. 종다양도에서는 초지대형이 지수가 2배 가까이 높았으며 종풍부도에서는 분화구형이 조금 높았다. 종균등도지수에서는 초지대형 습지가 2배 이상 높았다(Fig. 7).

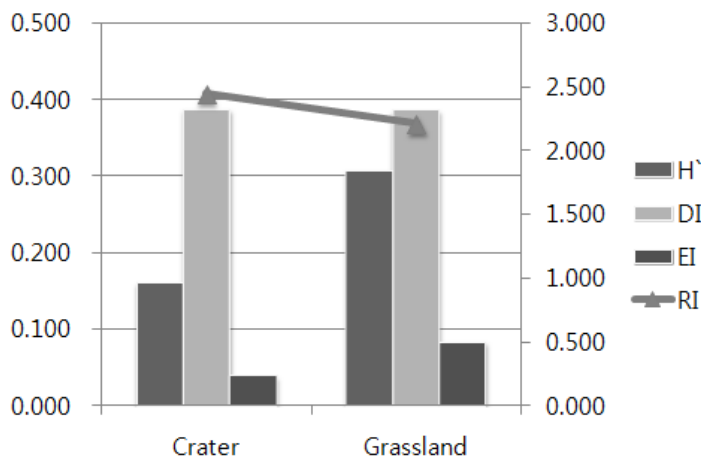


Fig. 7. variations of Odonata species according to the Type of wetlands in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index.

evenness index.

#### 4) 수계형태별 분석

우기형 습지와 연중형 습지에서 우점도는 비슷하였다. 종다양도는 우기형에서 더 높았으며, 종 풍부도는 연중형에서 더 높았다. 종 균등도는 우기형에서 조금 더 높았다(Fig. 8).

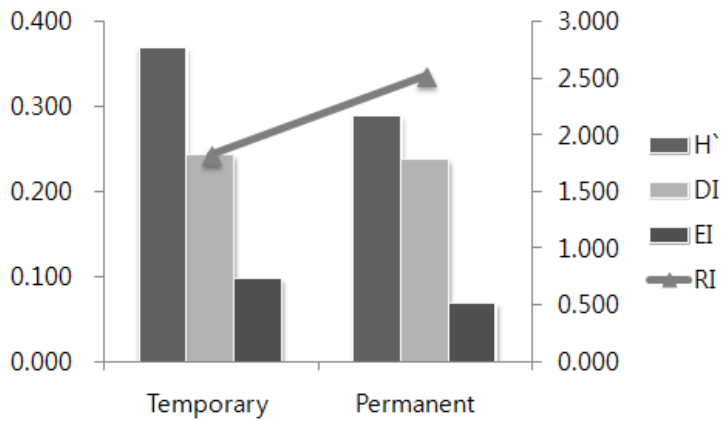


Fig. 8. variations of Odonata species according to the water level in dominance index, species richness index, species diversity index and evenness index.

#### 7. 우화각 분포 및 개체수

잠자리가 유충기를 보내고 성충이 되기 위해 물 위로 올라와 우화를 할 때 나온 우화각(허물)을 조사하였다. 본 연구에서는 습지 가장자리의 돌, 수초, 나뭇가지 등에 붙어있는 우화각 10종 184개체를 채집하였다. 각 종과 개체들은 유충기를 우화각이 채집된 습지에서 보내고 우화했다는 확실한 증거가 될 수 있다. 고

도별로 채집한 종과 개체수를 기록하였다(Table 8).

Table 8. The distribution and individuals of Odonata emergence exuviae in eight wetlands, Jeju Mt. Halla

Scientific name	Altitude of each wetland (m)								Individuals	Difference of Altitude
	673	883	982	1129	1211	1541	1574	1840		
<i>Ischnura asiatica</i>										-
<i>Aciagrion migratum</i>										-
<i>Ceriagrion melanurum</i>										-
<i>Indolestes peregrinus</i>										-
<i>Aeshnacrenata</i>						96			96	0
<i>Anaciaeschna martini</i>										-
<i>Anax guttatus</i>										-
<i>Anax parthenope julius</i>		1							1	0
<i>Anax nigrofasciatus</i>										-
<i>Polyanthagnyna melanictera</i>					1				1	0
<i>Somatochlora graeseri</i>						7			7	0
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>		1							1	0
<i>Orthetrum melania</i>					4				4	0
<i>Lyniothermis pachygastra</i>				2	1				3	82
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>										-
<i>Sympetrum frequense</i>										-
<i>Sympetrum eroticum</i>										-
<i>Sympetrum baccha</i>			1						1	0
<i>Sympetrum risi</i>			17	17		1			35	559
<i>Sympetrum speciosum</i>										-
<i>Pantala flavescens</i>				35					35	1
<b>Individuals</b>	0	2	18	54	6	104	0	0	<b>Average</b>	<b>Average</b>
<b>Total</b>				184					8.8	64.2

## 8. 공간적 니체(Niche)의 이용양상

잠자리가 조사습지에서 산란, 휴식, 비행을 하는 공간이 종에 따라서 각각 달랐다. 또한 같은 종의 경우에도 산란, 휴식, 비행을 할 때 이용하는 공간에 차이가 있었다. 잠자리가 이용하는 공간을 구별하여 종별로 그 이용양상을 정리하였다.

### 1) 산란형태 및 개체수

잠자리는 유충기를 물속에서 보내는 대표적인 수서곤충으로 산란장소는 잠자리의 생존에 중요한 영향을 미친다. 잠자리는 종에 따라 산란하는 장소나 방식이 차이를 보인다. 크게 식물조직에 산란하는 종류와 식물조직 이외에 산란하는 두 가지 종으로 구분할 수 있다. 식물조직 내에 산란하는 장소는 골풀류(*Juncus* spp.)나 고랭이류(*Scirpus* spp.) 등 추수식물, 가래류(*Potamogeton* spp.) 등 부엽식물, 수면 근처에 잠긴 나뭇가지나 수초 등 침수식물에 산란하는 종이 있었다. 식물조직 외의 산란장소는 수면, 습지 주변의 초지, 진흙, 이끼로 구별하였다.

수면에 배 끝을 스치는 타수산란을 하는 종이 가장 많이 관찰이 되었으며 그 외에 식물조직 내 산란하는 종, 습지 주변 풀숲에 알을 흩어 뿌리는 타공산란을 하는 종 등이 관찰되었다.

또한 종에 따라서 한 종이 2곳 이상의 장소에 산란을 하는 사례도 관찰이 되었다. 참별박이왕잠자리(*Aeshna crenata*)와 왕잠자리(*Anax parthenope julius*) 등 왕잠자리과의 종의 경우 2종 이상의 식물조직에 산란을 하였으며 들깃동잠자리(*Sympetrum risi*)의 경우 골풀류, 고랭이류, 습지주변의 초지와 이끼에 산란을 하였다.

본 연구에서는 13종이 산란하는 것이 관찰되었다. 각 종별로 암컷의 산란장소와 방법을 정리하였고, 관찰이 된 종은 개체수를 기록하였다. 본 연구에서 관찰이 되었으나 산란하는 것을 관찰하지 못한 경우 또는 산란장소가 2곳 이상인 데 한 장소에서만 관찰된 경우가 있었다. 이에 대하여 관찰하지 못한 항목은 문헌의 사진을 참고하여 별도의 기호로 표기하였다(Table 9).

Table 9. Species of Odonata according to Oviposition Type and individuals in Halla mountain.

Scientific name	Plant tissue				The surface on substrate				Oviposition Type
	Emergent plants		Floating plants	Submerged plants	The water surface	Substrate surface			
	<i>Juncus</i>	<i>Scirpus</i>	<i>Potamo-</i>	Tree branch,		Water side	Mud	Moss	
	spp.	spp.	<i>geton</i>	Water plants					
<i>Ischnura asiatica</i>	1			*					Enel
<i>Aciagrion migratum</i>				*					Enel
<i>Ceriagrion melanurum</i>				2					Enel
<i>Indolestes peregrinus</i>	*	*							Enel
<i>Aeshna crenata</i>			6	1					Enel
<i>Anaciaeschna martini</i>		2							Enel
<i>Anax guttatus</i>				*					Enel
<i>Anax parthenope julius</i>		5		1					Enel
<i>Anax nigrofasciatus</i>			1	*					Enel
<i>Polycanthagyna melanictera</i>							*	*	IM
<i>Somatochlora graeseri</i>					*				HW
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>					5				HW
<i>Orthetrum melania</i>					4				HW
<i>Lyriothemis pachygastra</i>					8				HW
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>					*				HW
<i>Sympetrum frequense</i>					*				HW
<i>Sympetrum eroticum</i>							*		PM
<i>Sympetrum baccha</i>					35				HW
<i>Sympetrum risi</i>	4	6				1		1	DA
<i>Sympetrum speciosum</i>					2				HW
<i>Pantala flavescens</i>					1				HW
<b>Sum</b>	5	13	7	4	55	1		1	

Enel : Endophytic egg-layers, HW : Hitting water, IM : Inserting ovipositor in mud or moss, PM : Pasting in mud or sand, DA : Dropping in the air

\* : Accepted cases based on literatures.

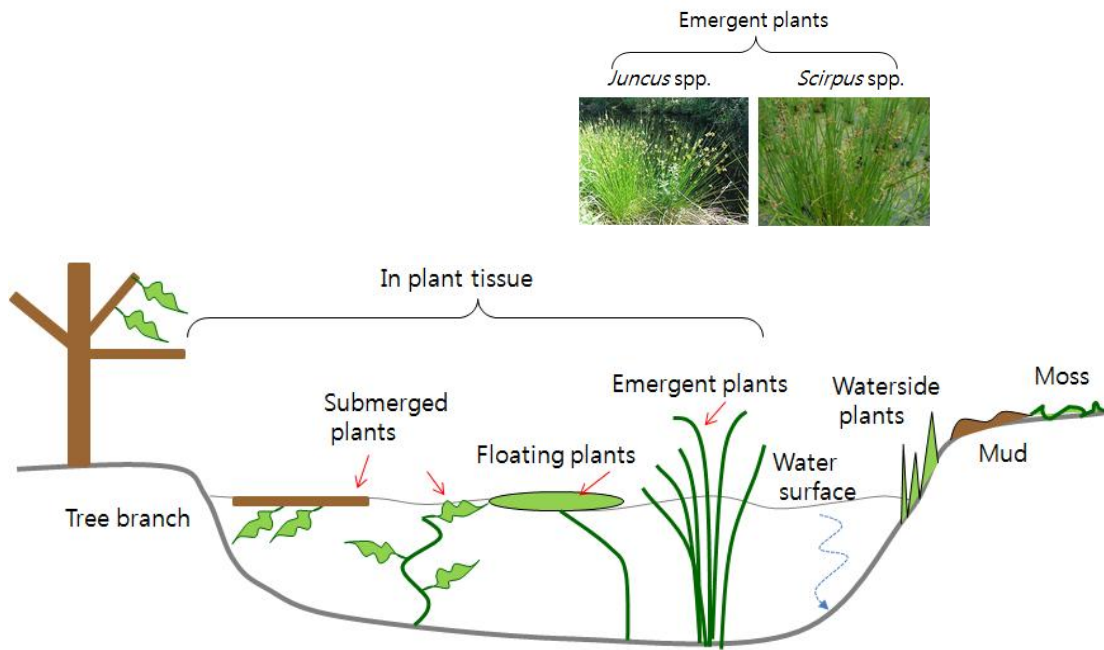


Fig. 9. Various oviposition sites of Odonata species in study wetlands. Emergent plants included *Juncus* spp. and *Scirpus* spp. The arrows indicate egg laying in plant tissue.

## 2) 휴식장소

잠자리는 종마다 쉬는 곳이 다르며 가로로 앉거나 세로로 매달리는 등 쉬는 자세도 다르다. 실잠자리류의 종들은 주로 골풀, 고랭이, 주변 초지 등에서 가로 또는 세로의 자세로 쉬는 것이 관찰되었다. 가로로 앉는 종들은 세로로 매달리는 자세를 취하는 경우도 있었으나 왕잠자리류의 경우 나뭇가지에 세로로 매달려 쉬는 한 장소와 한 가지 자세만을 선택하는 종들도 관찰되었다. 왕잠자리과의 종들은 조사일 습지에서 조사하는 동안 거의 쉬지 않고 비행을 하여 왕잠자리 (*Anax parthenope julius*)를 제외하고 단 한 차례도 휴식하는 것을 관찰하지 못한 경우가 대부분이었다. 또한 한여름에는 쉬는 동안 햇빛을 덜 받기 위해 수평으로 앉아 있다가 배를 위쪽으로 치켜드는 자세를 취하기도 한다. 이러한 자세는 산깃동잠자리(*Sympetrum baccha*), 하나잠자리(*Sympetrum speciosum*)와 같이 가로로 앉는 자세를 취하는 종들 가운데 일부 종에서 관찰이 되었다.



본 연구에서는 잠자리들이 선호하는 휴식장소와 자세를 종별로 구별하고 관찰된 개체수도 함께 조사하였다. 본 조사에서 관찰하지 못한 항목은 문헌의 사진을 참고하여 별도의 기호로 표기하였다(Table 10).

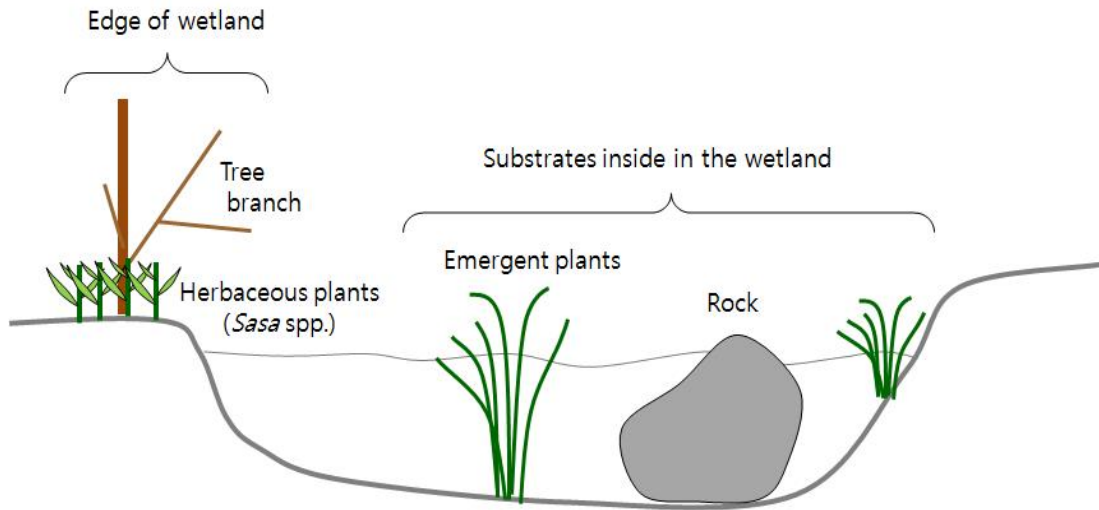


Fig. 10. Various perching sites of Odonata species in study wetlands. Emergent plants included *Juncus* spp. and *Scirpus* spp.

Table 10. Perching site and position of Odonata species in study wetlands

Scientific name	Inner or edge of wetland		Edge of wetland			Perching position			
	Emergent plants		Herbaceous plants around grass	Wood plants Sasa spp.	Tree branch	Lying	Hanging	temperature regulation	
	<i>Juncus</i> spp.	<i>Scripus</i> spp.				Width	Height	Lifting abdomen	
<i>Ischnura asiatica</i>	140	140	140			140	140		
<i>Aciagrion migratum</i>		1	*			1			
<i>Ceriagrion melanurum</i>	49	49	49			49	49		
<i>Indolestes peregrinus</i>	26	26	*		*	26	26		
<i>Aeshna crenata</i>					*		*		
<i>Anaciaeschna martini</i>					*		*		
<i>Anax guttatus</i>					*		*		
<i>Anax parthenope julius</i>					1		1		
<i>Anax nigrofasciatus</i>					*		*		
<i>Polycanthagyna melanictera</i>					*		*		
<i>Somatochlora graeseri</i>					*		*		
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	114	114			114	114	114		
<i>Orthetrum melania</i>			*		9	9	9		
<i>Lyriothemis pachygastra</i>	212	212	212	212		212	212		
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>		1				*	1		
<i>Sympetrum frequense</i>			*	1	*	1	*	*	
<i>Sympetrum eroticum</i>			4	4	4	4	*	*	
<i>Sympetrum baccha</i>	73	73	73	73	73	73	73	1	
<i>Sympetrum risi</i>	78	78	78	78	78	78	78	*	
<i>Sympetrum speciosum</i>		10	10		10	10	*	1	
<i>Pantala flavescens</i>	29				29		29		
<b>Sum</b>	721	704	377	553	367	318	717	732	2

\* : Accepted cases based on literatures.

### 3) 비행습성

잠자리는 일반적으로 비행능력이 뛰어난 대표적인 곤충으로 알려져 있으며 각 종마다 비행습성이 조금씩 다르다. 본 연구에서는 한라산 습지에서 비행하는 잠자리들의 비행경로와 공간, 개체수를 조사하였다. 공간 및 경로는 잠자리 종별로 주로 수컷의 영역비행을 관찰한 것을 바탕으로 나누어보았다. 다만, 종에 따라서 도깨비왕잠자리(*Anaciaeschna martini*)처럼 암컷 개체만 관찰이 되거나 뽕잠자리(*Pantala flavescens*)처럼 비행상태에서 암수의 구별이 힘들고 비슷한 비행형태를 보이는 종들은 암컷 개체도 비행 개체수에 포함하였다.

#### (1) 수평적 공간의 이용

먼저 추수식물의 존재 여부를 확인하였다. 습지 수면에는 추수식물이 수면 위로 삐죽하게 자란 공간과 추수식물이 없이 열려있는 공간이 있다. 추수식물 사이의 공간에는 몸이 가늘고 비행능력이 약한 실잠자리류의 잠자리들이 비행을 한다. 반면 골풀류, 고랭이류 등 추수식물이 자라지 않는 공간에서는 중형 및 대형 잠자리들이 많이 날아다닌다. 본 연구에서는 추수식물이 자라는 공간을 ‘수초사이’로 보고, 추수식물이 자라지 않는 수면 위 공간을 ‘개방수면’으로 구별하였다.

또한 습지 주변의 초지대에 날아다니는 종이 있어 이를 ‘주변초지’로 구별하였고, 가장자리만 나는 종, 가장자리가 아닌 습지 내부에서 활동하는 종으로 공간을 나누었다. 가장자리 또는 내부 한쪽에서만 활동하는 종도 있지만 두 곳에서 다 관찰되는 종들이 많았다(Fig. 11).

비행경로에서는 잠자리 수컷의 영역을 기준으로 하여 습지 가장자리를 따라 전체적으로 한 바퀴씩 도는 종을 ‘전체순환’, 전체적으로 한 바퀴씩 돌지만 가장자리의 그늘진 곳 위주로 비행하는 종은 ‘음지순환’으로 나누었다. 습지의 일부만 도는 경우에는 습지 개방수면 위 일정한 공간만 계속 돌며 영역비행을 하는 것을 ‘일부순환’, 습지 가장자리에 있는 작은 공간을 영역으로 하는 종을 ‘소구역순환’으로 구별하였다. 또 습지 가운데를 가로질러 나는 것을 ‘횡단’이라고 하였다(Fig. 12).

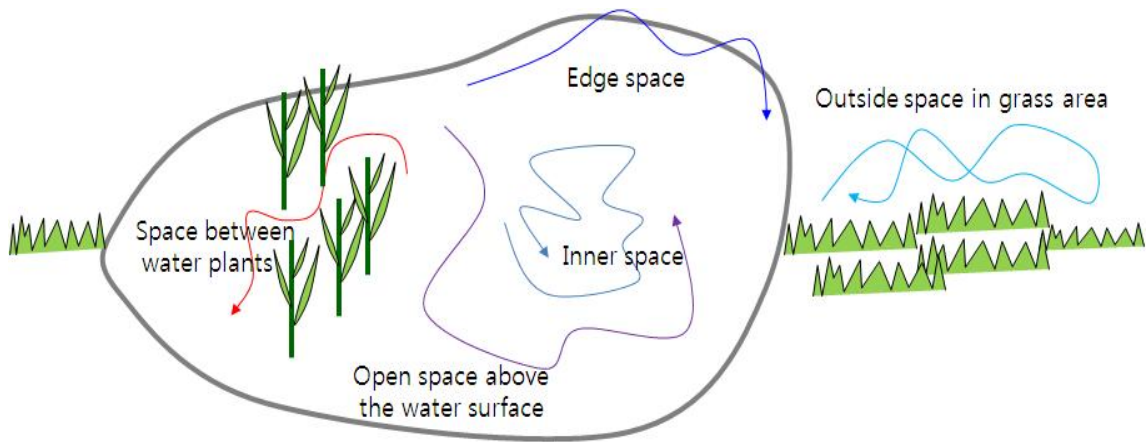


Fig. 11. Various utilization patterns for wetland space by Odonata species in study wetlands.

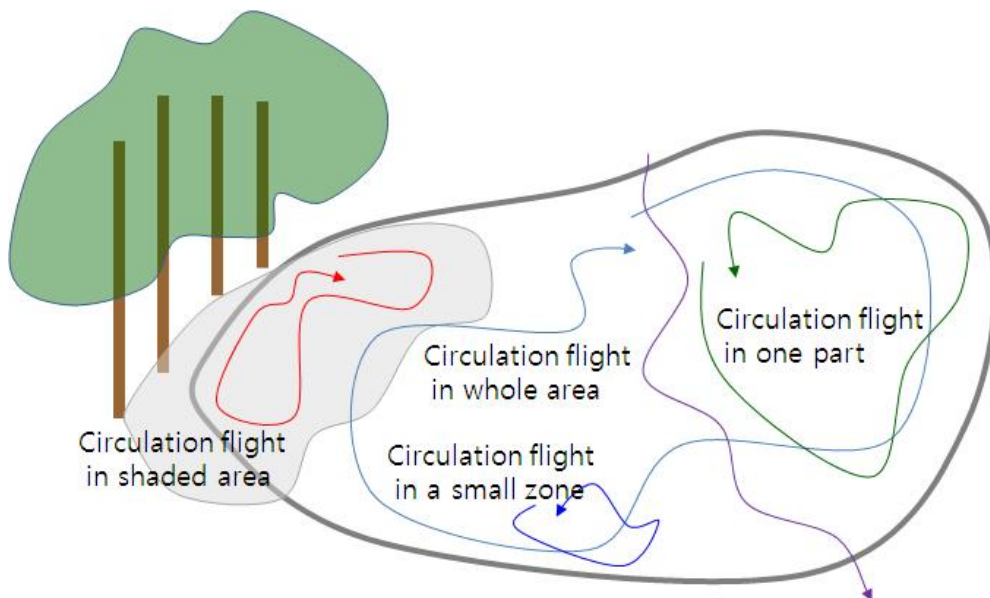


Fig. 12. Various flight behavior of Odonata species in study wetlands.

Table 11. Horizontal utilization patterns for wetland space and flight behavior by Odonata species in study wetlands

Scientific name	Selection of space		Utilization of space			Flight behavior				
	Open space above the water surface	Space between water plants	Outside space in grass area	Edge space	Inner space	Circulation in a small zone	Circulation in one part	Circulation in whole area	Circulation in shaded area	Crossing flight
<i>Ischnura asiatica</i>		85	85	85	85					
<i>Aciagrion migratum</i>		1			1					
<i>Ceriagrion melanurum</i>		32	32	32						
<i>Indolestes peregrinus</i>		8		8						
<i>Aeshna crenata</i>	27			27	27		27			
<i>Anaciaeschna martini</i>	2			2	2					2
<i>Anax guttatus</i>	1			1				1		
<i>Anax parthenope julius</i>	15			15	15			15		15
<i>Anax nigrofasciatus</i>	10			10				10		
<i>Polycanthagyna melanictera</i>	2			2	2		2			
<i>Somatochlora graeseri</i>	8			8				8	8	
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>		94		94		94				
<i>Orthetrum melania</i>		16		16		16				
<i>Lyriothemis pachygastra</i>		71	71	71		71				
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>				1	1	1				
<i>Sympetrum frequense</i>			1	1	1					
<i>Sympetrum eroticum</i>				3		3				
<i>Sympetrum baccha</i>	57	57	57	57	57	57				
<i>Sympetrum risi</i>		58	58	58	58	58				
<i>Sympetrum speciosum</i>	9			9	9	9				9
<i>Pantala flavescens</i>	148		148	148	148		148			148
<b>Sum</b>	279	422	452	648	406	309	177	34	8	174

## (2) 수직적 공간의 이용

잠자리들의 비행 높이를 관찰한 결과 종별로 수직적 공간 이용에도 차이가 있었다. 비행높이는 수면 위로 자란 추수식물보다 조금 높은 1m와 사람이 포충망을 잡고 위로 최대한 뻗었을 때 잠자리를 잡을 수 있는 높이인 3m를 기준으로 하였다. 비행 높이와 관찰된 개체수를 다음과 같이 확인할 수 있었다(Table 12).

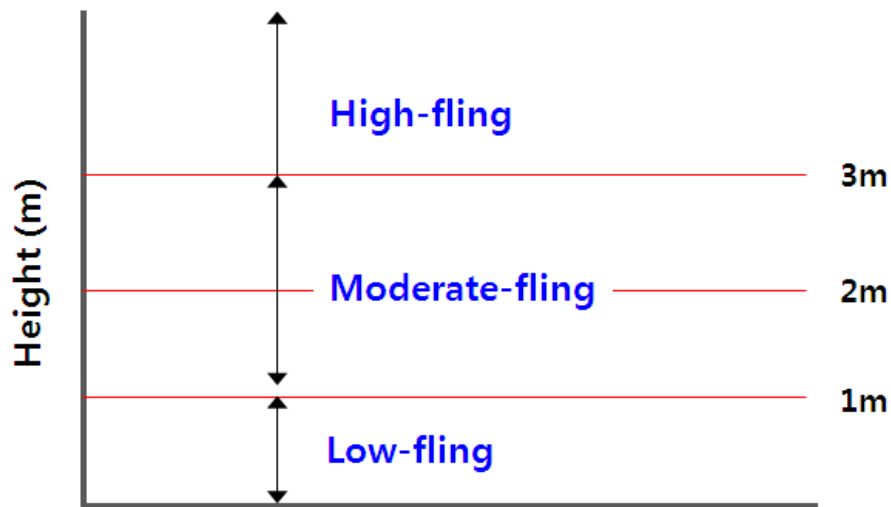


Fig. 13. Various flight height of Odonata species in study wetlands.

Table 12. Vertical utilization patterns for space by Odonata species in study wetlands

Scientific name	Flight height		
	< 1m	1~3m	> 3m
<i>Ischnura asiatica</i>	85		
<i>Aciagrion migratum</i>	1		
<i>Ceriagrion melanurum</i>	32		
<i>Indolestes peregrinus</i>	8		
<i>Aeshna crenata</i>		27	27
<i>Anaciaeschna martini</i>			2
<i>Anax guttatus</i>		1	
<i>Anax parthenope julius</i>		15	
<i>Anax nigrofasciatus</i>	10	10	
<i>Polycanthagyna melanictera</i>			2
<i>Somatochlora graeseri</i>	8		
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	94		
<i>Orthetrum melania</i>	16		
<i>Lyriothemis pachygastra</i>	71		
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	1	1	
<i>Sympetrum frequency</i>		1	1
<i>Sympetrum eroticum</i>	3		
<i>Sympetrum baccha</i>	57	57	
<i>Sympetrum risi</i>	58	58	
<i>Sympetrum speciosum</i>		9	9
<i>Pantala flavescens</i>		148	148
<b>Sum</b>	<b>444</b>	<b>327</b>	<b>189</b>

### (3) 비행 지속성 및 출몰습성

조사한 잠자리들 가운데 습지에서 조사하는 동안 실잠자리류나 소구역순환을 하는 대부분의 종들처럼 비행과 휴식을 자주 반복하는 종들이 있었다. 반면에 왕잠자리과의 종들처럼 비행을 휴식 없이 지속적으로 하는 종들이 있었다. 또한 도깨비왕잠자리(*Anaciaeschna martini*)나 황줄왕잠자리(*Polycanthagyna melanictera*), 고추잠자리(*Sympetrum frequency*)처럼 동일한 습지에서 평상시에는 잘 보이

지 않다가 한 때 잠깐 습지에 출현하여 비행을 한 뒤 사라지는 종들이 있다. 그 외에 하나잠자리(*Sympetrum speciosum*)의 경우 한 차례 습지 한쪽 공간에 출현하여 활동하다 나무 위 높은 곳으로 올라가 자취를 감춘 뒤 다시 습지의 다른 공간에 출현하여 활동하기를 반복하였다. 따라서 위와 같은 비행 지속 여부와 출몰습성을 일시비행, 상시비행, 일시출몰, 수시출몰로 구별하여 각 종의 개체수와 함께 정리해보았다(Table 13).

Table 13. Patterns for continuity of flight and habitus of appear and disappear

Scientific name	Continuity of flight		Habitus of appear and disappear	
	Temporary flight	All times flight	Temporary appear and disappear	Frequent appear and disappear
<i>Ischnura asiatica</i>	85			
<i>Aciagrion migratum</i>	1			
<i>Ceriagrion melanurum</i>	32			
<i>Indolestes peregrinus</i>	8			
<i>Aeshna crenata</i>		27		
<i>Anaciaeschna martini</i>		2	2	
<i>Anax guttatus</i>		1		
<i>Anax parthenope julius</i>		15		
<i>Anax nigrofasciatus</i>		10		
<i>Polycanthagyna melanictera</i>		2	2	
<i>Somatochlora graeseri</i>		8		
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	94			
<i>Orthetrum melania</i>	16			
<i>Lyriothemis pachygastra</i>	71			
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	1			
<i>Sympetrum frequense</i>		1	1	
<i>Sympetrum eroticum</i>	3			
<i>Sympetrum baccha</i>	57			
<i>Sympetrum risi</i>	58			
<i>Sympetrum speciosum</i>		9		9
<i>Pantala flavescens</i>		148		
<b>Sum</b>	<b>426</b>	<b>223</b>	<b>5</b>	<b>9</b>



#### (4) 정지비행 및 후진비행

잠자리의 비행 습성 중 정지비행과 후진비행에 대해서 관찰하였다. 잠자리의 날개는 가슴에 있는 날개근육의 수축과 팽창으로 움직이며, 각 근육의 운동 조합으로 전진비행, 정지비행을 자유롭게 할 수 있다. 또한 실잠자리아목의 경우 추수식물의 잎이나 줄기 사이를 비행하다 전진비행이 불가능한 협소한 공간을 후진비행으로 빠져나오기도 한다(Jung 2011). 본 연구에서는 조사일에 조사습지에서 관찰되는 잠자리의 정지비행 횟수를 0~1회, 2~5회, 5회 이상으로 나누어 보았다. 대부분의 왕잠자리과의 종들과 된장잠자리의 경우 조사일에 습지에서 조사하는 시간 동안 왕잠자리(*Anax parthenope julius*)를 제외하고 단 한차례의 정지비행도 관찰하기가 어려웠다. 반면 밀노란잠자리(*Somatochlora graeseri*)는 음지를 순환하는 중에 멈칫멈칫하는 정지비행이 자주 관찰되었으며 배치레잠자리(*Lyriothemis pachygastra*), 산깃동잠자리(*Sympetrum baccha*), 들깃동잠자리(*Sympetrum risi*), 하나잠자리(*Sympetrum speciosum*)도 자주 관찰되었다. 또한 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*)의 경우 후진비행을 관찰할 수 있었다. 이러한 잠자리의 정지비행 빈도와 후진비행을 관찰하여 다음과 같이 관찰된 종과 개체수를 정리하였다(Table 14).

Table 14. Frequency of hovering and backward flight by Odonata species in study wetlands

Scientific name	Frequency of hovering			backward flight
	0~1	2~5	> 5	
<i>Ischnura asiatica</i>				1
<i>Aciagrion migratum</i>				*
<i>Ceriagrion melanurum</i>				*
<i>Indolestes peregrinus</i>				*
<i>Aeshna crenata</i>	27			
<i>Anaciaeschna martini</i>	2			
<i>Anax guttatus</i>	1			
<i>Anax parthenope julius</i>		15		
<i>Anax nigrofasciatus</i>	10			
<i>Polycanthagyna melanictera</i>	2			
<i>Somatochlora graeseri</i>			8	
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>		94		
<i>Orthetrum melania</i>		16		
<i>Lyriothemis pachygastra</i>			71	
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	1			
<i>Sympetrum frequence</i>		1		
<i>Sympetrum eroticum</i>		3		
<i>Sympetrum baccha</i>			57	
<i>Sympetrum risi</i>			58	
<i>Sympetrum speciosum</i>			9	
<i>Pantala flavescens</i>	148			
<b>Sum</b>	<b>191</b>	<b>129</b>	<b>203</b>	<b>1</b>

\* : Accepted cases based on literatures.

#### (5) 일주기 및 생활사

본 연구에서 관찰된 잠자리들 가운데 일광, 날씨, 계절에 영향을 받아서 비행 습성이 다른 종들이 있다. 도깨비왕잠자리(*Anaciaeschna martini*)나 황줄왕잠자리(*Polycanthagyna melanictera*)처럼 평상시 한낮에는 관찰이 어렵고 일출이나 일몰과 가까운 시간에 활동하는데 흐린 날에는 낮에 습지에 출현하는 종들이 있다.

또 고추좀잠자리(*Sympetrum frequens*)나 산깃동잠자리(*Sympetrum baccha*)처럼 계절 및 기온변화에 민감하여 저지대에서 성충이 된 후 한여름에 산지로 이동하여 활동하다 가을에 다시 저지대로 내려와 번식활동을 하는 종이 있다. 이러한 종들을 다음과 같이 구별해보았다(Table 15).

Table 15. The emergence time of Odonata species were influenced by weather, everyday life cycle and whole life history.

Scientific name	Weather	every day life cycle	whole life history
	Cloudy day	sunrise and sunset time	moving to mountain region
<i>Ischnura asiatica</i>			
<i>Aciagrion migratum</i>			
<i>Ceriagrion melanurum</i>			
<i>Indolestes peregrinus</i>			
<i>Aeshna crenata</i>			
<i>Anaciaeschna martini</i>	2	*	
<i>Anax guttatus</i>			
<i>Anax parthenope julius</i>			
<i>Anax nigrofasciatus</i>			
<i>Polycanthagyna melanictera</i>	2	*	
<i>Somatochlora graeseri</i>			
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>			
<i>Orthetrum melania</i>			
<i>Lyriothemis pachygastra</i>			
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>			
<i>Sympetrum frequens</i>			1
<i>Sympetrum eroticum</i>			
<i>Sympetrum baccha</i>			57
<i>Sympetrum risi</i>			
<i>Sympetrum speciosum</i>			
<i>Pantala flavescens</i>			
<b>Sum</b>	4	0	58

\* : Accepted cases based on literatures.

## 9. 공간적 니체(Niche)의 이용양상과 분할분석

앞서 잠자리가 종별로 산란, 휴식, 비행 등의 활동과정에서 다양한 장소를 이용한다는 것을 확인하였다. 이와 같은 잠자리의 공간적 니체(Niche) 이용양상에 대하여 분할분석을 하였다.

### 1) 분할분석 과정

우선 각 종이 이용하는 습지의 모든 공간을 니체 요소(Table 2)에 따라 정리하였다(Table 16). 다음에 각 공간에서 각 종의 존재여부에 따라 0과 1로 간이니체 중복지수(Niche overlap Index)를 산출 후 상호 비교하였다(Table 17). 각 종간의 비교를 통해 활동공간이 중복되는 경우 즉, 지수 값이 1이 나오는 경우를 확인하였다. 그리고 각 종간에 중복지수 값이 1로 산출된 것을 합산하여 다시 정리하였다(Table 18). 이 지수 값의 합산결과를 바탕으로 한라산 습지에서 관찰된 모든 잠자리들의 종간 공간중복 정도를 전체적으로 확인하였다(Fig. 15). 또한 합산결과가 가장 높은 종 즉, 니체중복이 많이 되는 종은 따로 정리하였다.

### 2) 전체 종간의 분할분석 결과

한라산 습지에 출현한 종들은 종간 니체중복지수 합산결과의 수치가 전체적으로 일반적인 분포보다 낮게 나오는 경향이 있었다(Fig. 15). 발생량이 많은 종인 아시아실잠자리(*Ischnura asiatica*), 배치레잠자리(*Lyriothemis pachygastra*), 뒀장잠자리(*Pantala flavescens*)간의 수치를 보면 아시아실잠자리와 배치레잠자리 사이에서는 6, 아시아실잠자리와 뒀장잠자리 사이에서는 3, 배치레잠자리와 뒀장잠자리 사이에서는 4가 나왔다. 이와 같이 공간중복의 정도가 비교적 낮게 나온 것으로 보아 잠자리들이 습지의 각 공간에서 활동 중에 서로 충돌할 가능성이 일반적인 분포보다 적다고 볼 수 있다. 즉, 서로 다른 종이 이용하는 공간을 이용할 가능성이 낮다는 것이다. 따라서 한라산 습지에서 잠자리들은 종간에 서로 충돌 및 경쟁을 피하는 방향으로 공간을 분할하여 활동하는 경향이 있다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 16. Data matrix of niche occupation for each Odonata species in study wetlands

Name of Niche	Niche components subdivided			Species																									
				<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Aciaa migratum</i>	<i>Ceriaton melanurum</i>	<i>Indolestes perigrinus</i>	<i>Aeshna crenata</i>	<i>Anaeschna martini</i>	<i>Arax guttatus</i>	<i>Arax parthenope julis</i>	<i>Arax nigrofasciatus</i>	<i>Pokanikya melanictera</i>	<i>Sonotricha graeseri</i>	<i>Orthetrum dibsylii sparsum</i>	<i>Orthetrum melania</i>	<i>Lyriothemis pachygastra</i>	<i>Crocothemis serotina merinae</i>	<i>Sympetrum frequens</i>	<i>Sympetrum eroticum</i>	<i>Sympetrum baechta</i>	<i>Sympetrum risti</i>	<i>Sympetrum spectosum</i>	<i>Pantala flavescens</i>					
Oviposition site	Plant tissue	Emergent plants	<i>Juncus spp.</i>	1			*																		4				
		Floating plants	<i>Scirpus spp.</i>				*		2		5															6			
	The surface on substrate	Submerged plants	Tree branch, water plants	1	*	2		1		*	1	*														35	2	1	
		Water surface	Water side grass												*	5	4	8	*	*						1			
		Substrate surface	Mud										*								*				1				
		Moss											*												1				
Perching site	Inner side in wetland	Emergent plants	<i>Juncus spp.</i>	140		49	26								114		212								73	78	29		
			<i>Scirpus spp.</i>	140	1	49	26									114		212	1						73	78	10		
	Edge of wetland	Rock															*	212		*	4	73	78	10					
		Herbaceous grass	<i>Sasa spp.</i>	140	*	49	*											212			1	73	78						
		Wood plants	Tree branch					*	*	*	1	*	*	*	114	9				*	4	73	78	10	29				
Space for flight	Selection of space	Open space above the water surface							27	2	1	15	10		8											57	58	9	148
		Space between water plants			85	1	32	8								94	16	71								57	58		
	Utilization of space	Outside space in grass area					32											71		1					57	58	148		
		Edge space			85		32	8	27	2	1	15	10	2	8	94	16	71	1	1	3	57	58	9	148				
	Flight behavior	Inner space			85	1			27	2		15		2					1	1		57	58	9	148				
		Circulation in a small zone														94	16	71	1			3	57	58	9				
		Circulation in one part							27							2											148		
		Circulation in whole area									1	15	10			8													
	Flight height	Circulation in shaded area													8														
		Crossing flight								2		15															9	148	
< 1 m			85	1	32	8					10		8	94	16	71	1			3	57	58							
	1~3 m							27		1	15	10						1	1		57	58	9	148					
	> 3 m							27	2					2						1					9	148			
Total number of individuals observed				203	1	53	30	37	3	1	47	15	4	8	120	23	250	1	1	4	143	100	25	188					
Number of wetlands found				6	1	3	1	3	3	1	7	3	1	1	2	6	5	1	1	2	4	4	4	8					
Average altitude				942	883	828	982	1485	1362	1129	1257	1212	883	1541	933	1229	1124	982	673	1097	901	1212	1107	1257					

The value in the matrix cell indicate the number of observation for 2 years (2014, 2015). \* Accepted cases based on literatures.

Table 17. Present/Absent matrix of niche occupation for each Odonata species in study wetlands

Name of Niche	Niche components subdivided			Ischnura asiatica	Aciagium migratum	Ceriatium melanurum	Indolestes peregrinus	Aeshna crenata	Aeshna martini	Anaciaeschna martini	Anax guttatus	Anax parthenope julius	Anax nigrofasciatus	Anax melanictera	Polycanthagyna melanictera	Somatochlora graeseri	Ortherium absyllum spexism	Ortherium melana	Ortherium pachygastra	Lyriothemis servilia mentanae	Crocthemis	Sympetrum frequense	Sympetrum eroticum	Sympetrum speciosum	Sympetrum flavescens	Pantala flavescens				
	Emergent plants	Scirpus spp.	potamogeton spp.																											
Oviposition site	Plant tissue	Emergent plants	<i>Juncus spp.</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			Submerged plants	<i>Scirpus spp.</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Floating plants	<i>potamogeton spp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	The surface on substrate	Substrate surface	Tree branch, water plants		1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Water side grass		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
			Mud		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
			Moss		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Perching site	Inner side in wetland	Emergent plants	<i>Juncus spp.</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1		
			<i>Scirpus spp.</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0		
	Edge of wetland	Herbaceous grass		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0		
		<i>Sasa spp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0		
		Wood plants	Tree branch		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
Space for flight	Selection of space	Open space above the water surface		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1		
		Space between water plants		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0		
	Utilization of space	Outside space in grass area		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
		Edge space		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Inner space		1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	
	Flight behavior	Circulation in a small zone	Circulation in a small zone		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	
			Circulation in one part		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Circulation in whole area		0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Crossing flight	Circulation in shaded area		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Crossing flight		0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Flight height	< 1 m		1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	
1~3 m			0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1		
> 3 m			0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1		

Table 18. A simple Niche overlap index among 21 species of Odonata found in wetlands, Halla Mountain

Scientific name	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Aciagrion migratum</i>	<i>Ceriagrion melanurum</i>	<i>Indolestes peregrinus</i>	<i>Aeshna crenata</i>	<i>Anaciaeschna martini</i>	<i>Anax parthenope julius</i>	<i>Anax guttatus</i>	<i>Anax nigrofasciatus</i>	<i>Polycanthagyra melanictera</i>	<i>Somatochlora graeseri</i>	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	<i>Orthetrum melania</i>	<i>Lyriothemis pachygastra</i>	<i>Crocothemis servilia meriannae</i>	<i>Sympetrum frequence</i>	<i>Sympetrum eroticum</i>	<i>Sympetrum baccha</i>	<i>Sympetrum risi</i>	<i>Sympetrum speciosum</i>	<i>Pantala flavescens</i>
<i>Ischnura asiatica</i>	6	7	7	3	2	2	3	3	2	2	5	3	6	4	3	2	7	8	3	3	
<i>Aciagrion migratum</i>		4	4	2	1	1	2	2	1	1	3	2	4	3	2	1	5	5	2	1	
<i>Ceriagrion melanurum</i>			6	2	1	2	2	3	1	2	5	3	7	3	3	2	7	7	2	3	
<i>Indolestes peregrinus</i>				1	2	1	1	2	1	2	5	3	6	3	2	2	6	8	2	2	
<i>Aeshna crenata</i>					5	5	5	6	5	3	2	2	1	2	5	2	5	4	6	7	
<i>Anaciaeschna martini</i>						3	6	3	4	3	2	2	1	2	3	2	4	4	6	6	
<i>Anax guttatus</i>							6	6	2	4	2	2	1	2	3	2	4	3	4	4	
<i>Anax parthenope julius</i>								6	3	4	2	2	1	3	4	2	5	5	6	6	
<i>Anax nigrofasciatus</i>									2	5	3	3	2	2	3	3	5	4	4	4	
<i>Polycanthagyra melanictera</i>										2	2	2	1	2	4	3	3	4	4	5	
<i>Somatochlora graeseri</i>											4	4	3	3	3	3	5	3	4	4	
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>												6	7	5	3	4	8	7	5	4	
<i>Orthetrum melania</i>													6	4	4	5	7	6	5	3	
<i>Lyriothemis pachygastra</i>														5	5	4	11	10	5	4	
<i>Crocothemis servilia meriannae</i>															4	3	7	6	6	4	
<i>Sympetrum frequence</i>																3	8	7	7	7	
<i>Sympetrum eroticum</i>																	6	6	4	2	
<i>Sympetrum baccha</i>																		13	9	8	
<i>Sympetrum risi</i>																			7	6	
<i>Sympetrum speciosum</i>																				8	
<i>Pantala flavescens</i>																					

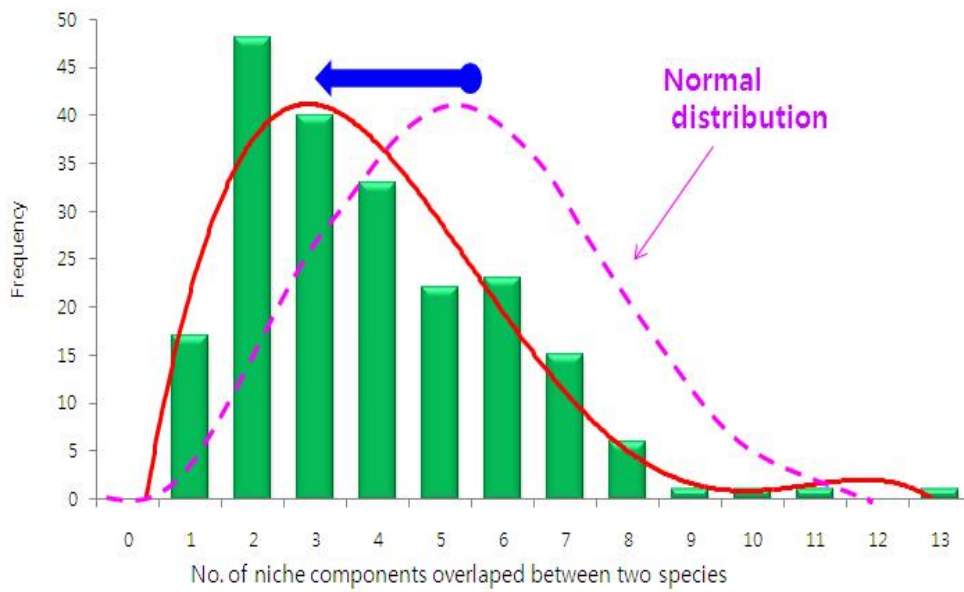


Fig. 14. The frequency distribution of niche overlap index among 21 species of Odonata found in wetlands on Halla Mountain, Jeju, Korea.

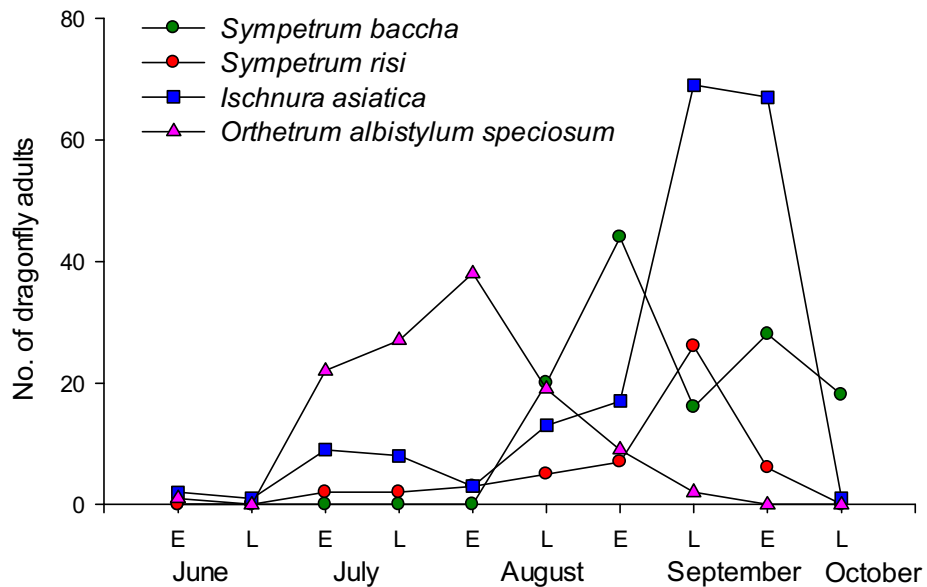


Fig. 15. Temporal distribution of abundant four Odonata species pooled in all wetlands, 2015.



### 3) 산깃동잠자리와 들깃동잠자리에 대한 분할분석

니체중복지수를 합산하는 과정에서 종간에 전체적으로 합산결과 값이 낮은 경향을 보였으나 산깃동잠자리(*Sympetrum baccha*)와 들깃동잠자리(*Sympetrum risi*) 두 종 사이에서는 수치가 유난히 높은 13을 보였다. 두 종이 이용하는 공간이 중복될 가능성이 매우 높다는 것이다. 이 두 종에 대해서는 활동공간이 중복되는 경우를 따로 정리해보았다(Fig. 16).

산깃동잠자리와 들깃동잠자리 두 종간의 니체중복 형태를 살펴보면 휴식공간과 비행공간은 거의 중복이 된다. 실제로 조사기간에 두 종이 모두 관찰되는 습지에서 수컷들 사이에서 비행영역이나 휴식장소를 놓고 서로 다투는 것을 어렵지 않게 관찰할 수 있었다. 비행공간에 있어서 산깃동잠자리가 습지 내부와 개방수면을 더 이용하였다. 반면 산란장소에 있어서는 확실한 차이점이 있었다. 산깃동잠자리는 습지 수면에서만 산란을 하였으나 들깃동잠자리는 습지 주변의 진흙, 이끼, 초지에서 산란을 하였다. 산깃동잠자리는 수면에 산란을 하므로 들깃동잠자리보다 일찍 부화해 성장을 하게 된다. 한편 들깃동잠자리는 물이 아닌 습지 주변의 흙, 이끼, 초지에 산란을 한 알이 이듬해 봄에 강우로 습지 수계면적의 증가하여 물에 잠기게 될 때 부화를 한다. 따라서 들깃동잠자리의 유충은 늦게 우화를 해서 비교적 짧은 기간 동안 성장을 한 뒤 우화를 한다. 산깃동잠자리보다 발생시기가 상대적으로 늦어진다(Jung, 2007. Jung 2012). 이러한 산란장소와 부화시기 및 유충 성장시기의 차이는 두 종간 성충의 발생 시기 차이에도 영향을 줄 수 있을 것으로 보인다.

위에서 종간에 산출된 지수(Table 18)를 바탕으로 종이 풍부한 물장오리와 습은물벵딴 습지에서 두 종의 시공간적 분할양상을 확인하였다.

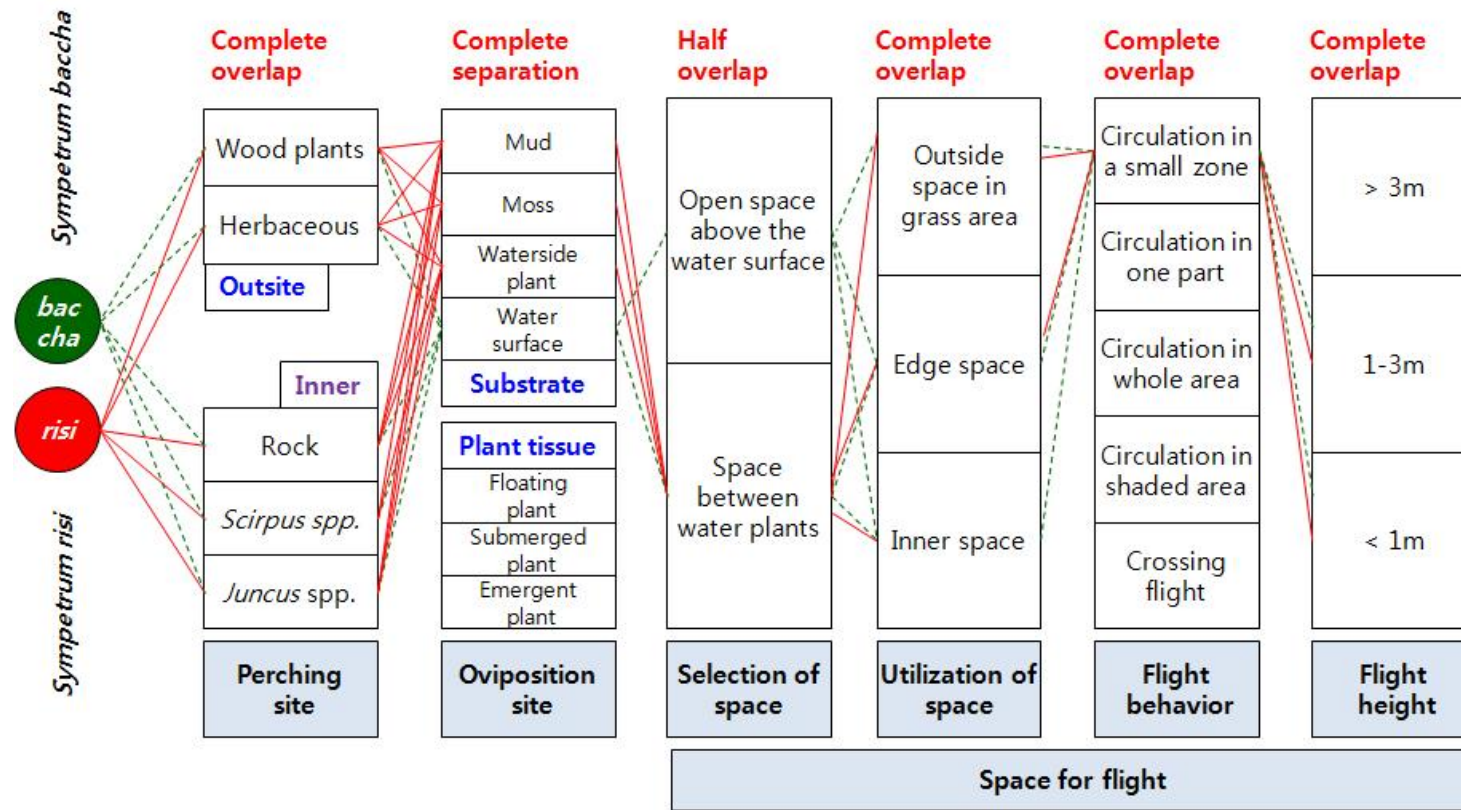


Fig. 16. Overlapping pattern of niche components between *Sympetrum baccha* and *Sympetrum risi* in wetlands.

(1) 물장오리에서의 시공간적 분할분석

물장오리에서는 산깃동잠자리의 발생량이 들깃동잠자리보다 많았다. 산깃동잠자리는 9월 이후에 발생하고, 들깃동잠자리는 7월 하순에서 8월 상순에 주로 발생하여 시간적으로 격리되었으며 발생시기가 겹치는 9월 하순 이후에는 들깃동잠자리의 발생이 미약하였다(Fig. 17). 같은 습지에서 발생량이 많으며 발생시기가 겹치는 아시아실잠자리와 밀잠자리는 니체중복 정도(5)가 낮았다(Table 19).

(2) 숨은물벙디에서의 시공간적 분할분석

숨은물벙디에서는 산깃동잠자리의 발생량이 들깃동잠자리보다 많았다. 산깃동잠자리는 7월과 9월에 관찰이 되었으나 발생이 미약하였다. 반면 들깃동잠자리는 9월에 발생량이 증가하였다. 또한 같은 습지에서 발생량이 많은 종도 가는실잠자리(*Indolestes peregrinus*)와 된장잠자리(*Pantala flavescens*)로 달랐다(Fig. 18). 가는실잠자리와 된장잠자리 사이에는 니체중복 정도(2)가 매우 낮았고, 발생시기도 분리되어 있었다(Table 20).

Table 19. Niche overlap index among Odonata species(13 species) found in Muljangori wetland.

Group	Scientific name	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Aciagrion migratum</i>	<i>Ceriagrion melanurum</i>	<i>Anaciaeschna martini</i>	<i>Anax parthenope julius</i>	<i>Anax nigrofasciatus</i>	<i>Polycanthagyna melanictera</i>	<i>Anax</i>	<i>Orthetrum albigyllum speciosum</i>	<i>Orthetrum melania</i>	<i>Sympetrum baccha</i>	<i>Sympetrum risi</i>	<i>Sympetrum speciosum</i>	<i>Sympetrum</i>	<i>Pantala flavescens</i>
Zygoptera	<i>Ischnura asiatica</i>	6	7	2	3	3	2	5	3	7	8	3	3			
	<i>Aciagrion migratum</i>		4	1	2	2	1	3	2	5	5	2	1			
	<i>Ceriagrion melanurum</i>			1	2	3	1	5	3	7	7	2	3			
Anisoptera	<i>Anaciaeschna martini</i>				6	3	4	2	2	4	4	6	6			
	<i>Anax parthenope julius</i>					6	3	2	2	5	5	6	6			
	<i>Anax nigrofasciatus</i>						2	3	3	5	4	4	4			
	<i>Polycanthagyna melanictera</i>							2	2	3	4	4	5			
	<i>Orthetrum albigyllum speciosum</i>								6	8	7	5	4			
	<i>Orthetrum melania</i>									7	6	5	3			
	<i>Sympetrum baccha</i>										13	9	8			
	<i>Sympetrum risi</i>											7	6			
	<i>Sympetrum speciosum</i>												8			
	<i>Pantala flavescens</i>													8		

Table 20. Niche overlap index among Odonata species(13 species) found in Sumeunmulbaengdi wetland.

Group	Scientific name	<i>Ischnura asiatica</i>	<i>Ceragrion melanurum</i>	<i>Indolestes peregrinus</i>	<i>Anaciaeschna martini</i>	<i>Anax parthenope julius</i>	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	<i>Orthetrum melania</i>	<i>Orthetrum pachygastra</i>	<i>Lyriothemis servilia meriannae</i>	<i>Crocothemis eroticum</i>	<i>Sympetrum baccha</i>	<i>Sympetrum risi</i>	<i>Pantala flavescens</i>
Zygoptera	<i>Ischnura asiatica</i>	7	7	2	3	5	3	6	4	2	7	8	3	
	<i>Ceragrion melanurum</i>		6	1	2	5	3	7	3	2	7	7	3	
	<i>Indolestes peregrinus</i>			2	1	5	3	6	3	2	6	8	2	
Anisoptera	<i>Anaciaeschna martini</i>				6	2	2	1	2	2	4	4	6	
	<i>Anax parthenope julius</i>					2	2	1	3	2	5	5	6	
	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>						6	7	5	4	8	7	4	
	<i>Orthetrum melania</i>							6	4	5	7	6	3	
	<i>Lyriothemis pachygastra</i>								5	4	11	10	4	
	<i>Crocothemis servilia meriannae</i>									3	7	6	4	
	<i>Sympetrum eroticum</i>										6	6	2	
	<del><i>Sympetrum baccha</i></del>												<del>13</del>	8
	<i>Sympetrum risi</i>													6
	<i>Pantala flavescens</i>													

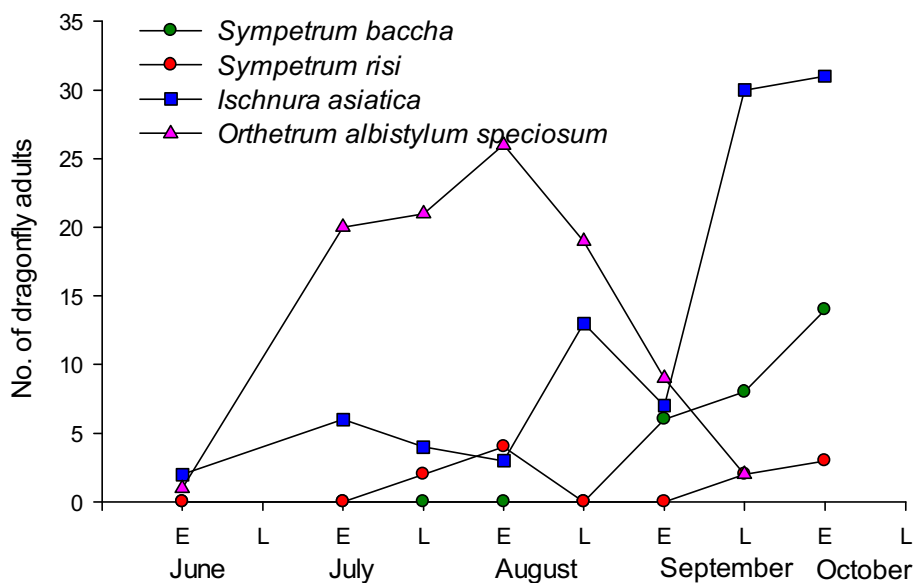


Fig. 17. Temporal distribution of abundant four Odonata species found in Muljangori wetland, 2015.

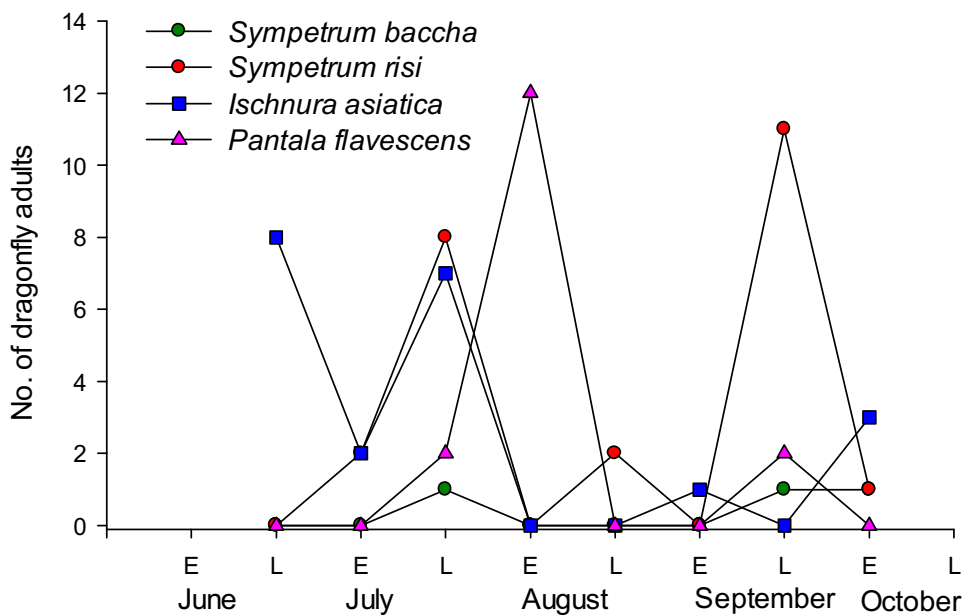


Fig. 18. Temporal distribution of abundant four Odonata species found in Sumeunmulbaengdi wetland, 2015.

## V. 요 약

본 연구는 화구호와 초지대 습지 등 고도에 따라 다양한 형태의 습지가 존재하는 한라산에서 습지환경의 변화에 민감하게 반응하는 잠자리목 곤충의 분포특성을 확인하고자 수행하였다.

본 연구에서 관찰된 잠자리목 곤충의 출현 종수와 개체수는 2년 동안(2014~2015) 전체적으로 5과 21종 1,257개체였다.

종별로는 전체적으로 배치레잠자리가 250개체로 우점하였으며, 아시아실잠자리가 203개체로 아우점하였다. 모든 습지에서 관찰된 종은 된장잠자리이며 다음으로 왕잠자리, 배치레잠자리, 아시아실잠자리 등이 광범위한 분포를 보였다. 월별로는 8월이 종수와 개체수가 가장 많았으며, 종수는 10월이 가장 적고 개체수는 6월이 가장 적었다. 고도에 따른 종수와 개체수는 673m에서 시작하여 883m에서 최고값을 보였고, 그 후에는 점차 감소하였는데 해발 1,540m에서 다시 소폭 증가하는 경향을 보였다.

분화구형 습지에서 18종 1,034개체, 초지대형 습지에서는 13종 223개체가 관찰되었으며 분화구형 습지에 개체수가 훨씬 많았다. 각 종별로 관찰된 습지 수는 분화구형에서 60%, 초지대형에서 40%의 비율로 나타났다. 전체 개체수에서 82%가 분화구형 습지에서 관찰되었다. 분화구형 습지와 초지대형 습지에서 모두 우점도는 비슷하였다. 종다양도와 종균등도 지수는 초지대형에서 2배 가까이 높았으며 종풍부도에서는 분화구형이 조금 높았다.

우기형 습지에서 14종 458개체, 연중형 습지에서 19종 799개체가 출현하였다. 우기형 습지와 연중형 습지에서 우점도는 비슷하였다. 종다양도는 우기형에서 더 높았으며, 종 풍부도는 연중형에서 더 높았다. 반면 종 균등도는 우기형에서 조금 더 높았다.

잠자리는 종에 따라 산란하는 장소나 방식이 차이를 보였다. 본 연구에서는 수면에 산란하는 종이 가장 많이 관찰되었으며 그 외에 식물조직내 산란하는 종, 습지 주변 풀숲에 알을 흩어 뿌리는 타공산란 등이 관찰되었다. 잠자리의 휴식공간이 종에 따라 다르며 선호하는 장소를 선택하고 휴식하면서 체온조절을 하기

위하여 특별한 자세를 취하는 종도 있었다. 잠자리의 비행공간과 경로도 종에 따라 다르며 수컷들의 영역비행에서 나타나는 비행경로와 공간이 다양하다는 것을 확인하였다.

산란처, 망루, 공간이용 측면에서 종간 니체중복 정도를 분석한 결과 전체적으로 중복지수가 낮은 경우의 빈도수가 높았다. 한라산 습지에서 잠자리들은 종간에 서로 충돌 및 경쟁을 피하는 방향으로 공간을 분할하여 활동하는 경향이 있다는 것을 확인할 수 있었다.

산깃동잠자리(*Sympetrum baccha*)와 들깃동잠자리(*Sympetrum risi*) 두 종 사이에서는 니체중복 정도가 매우 높았다. 공간적으로는 두 종은 산란장소를 제외한 휴식 및 비행공간에서 거의 중복이 되었다. 그러나 물장오리와 숨은물벙디 습지에서처럼 같은 공간을 이용하는 겨우 시간적으로는 두 종간 발생량과 발생시기에 차이가 있어 충돌 및 경쟁을 최소화하는 것을 확인할 수 있었다.

현재 한라산의 습지들은 방목의 금지로 우마 등 대형동물의 답압(踏壓)이 제거되어 습지면적 자체가 줄어들 우려가 있다. 한라산 습지에서 잠자리목 곤충의 출현 및 분포는 습지형태 및 수계상태 또는 습지의 식생변화에 따라 많은 영향을 받을 것으로 보인다. 따라서 본 연구의 결과는 한라산 습지와 생태계를 보존하는데 참고가 될 것이다.



## 인 용 문 헌

- Alcock, J. 1994. Postinsemination associations between males and females in insects. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 1 - 21.
- Atkins, M.D. 1980. Introduction to insect behavior. 237 pp. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.
- Buskirk, R. E., and K. J. Sherman. 1985. The influence of larval ecology on oviposition and mating strategies in dragonflies. *Fla. Entomol.* 68: 39 - 51.
- Byers, C. J., and P. K. Eason. 2009. Conspecifics and their posture influence site choice and oviposition in the damselfly *Argia moesta*. *Ethology* 115: 721 - 730.
- Conrad, K. F., and G. Pritchard. 1992. An ecological classification of odonate mating systems: the relative influence of natural, inter- and intra-sexual selection on males. *Biol. J. Linn. Soc.* 45: 255 - 269.
- Corbet, P.S. 1999. Dragonflies: behavior and ecology of odonata. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Corbet, P.S., C. Longfield and N.W. Moore. 1960. Dragonflies. Collins Clear-Type Press, London.
- Dugatkin, L.A. 2008. Principles of animal behavior, the 2nd Edition. 642 pp. W.W.Norton & Company, Inc.
- Hopper, K. R. 1999. Risk-spreading and bet-hedging in insect population biology. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 535 - 560.
- Jacobs, M. E. 1955. Studies on the territorialism and sexual selection on dragonflies. *Ecology* 36: 566 - 586.
- Johnson, D.L. 1964. The adult behavior of *Libellula saturata* (Uhler) (Odonata: Libellulidae). Master's thesis, San Diego State University, San Diego, Calif.
- Koch, K. 2006. Effects of male harassment on females'oviposition behaviour in Libellulidae (Odonata). *Int. J. Odonatol.* 9: 71 - 80.

- McMillan, V. E. 2000. Aggregating behavior during oviposition in the dragonfly *Sympetrum vicinum* (Hagen) (Odonata: Libellulidae). The American Midland Naturalist 144: 11-18.
- Michiels, N.K. and A.A. Dhondt. 1990. Costs and benefits associated with oviposition site selection in the dragonfly *Sympetrum danae* (Odonata: Libellulidae). Animal Behaviour 40: 668-678.
- Resetarits, W. J. 1996. Oviposition site choice and life history evolution. Am. Zool. 36: 205 - 215.
- Schenk, K., F. Suhling, and A. Martens. 2004. Egg distribution, mate-guarding intensity and offspring characteristics in dragonflies (Odonata). Anim. Behav. 68: 599 - 606.
- Simmons, L. W. 2001. Sperm competition and its evolutionary consequences in the insects. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Suhonen, J., Rantala, M.J. and J. Honkavaara. 2008. Territoriality in odonates. In: Dragonflies and damselflies, model organisms for ecological and evolutionary research (Edited by Alex Córdoba-Aguilar), pp. 288. Oxford University Press, UK.
- Thornton, J.L. and P.V. Switze. 2015. Factors affecting the spatial distribution of oviposition sites for tandem black saddlebags dragonflies (Odonata: Libellulidae). Journal of Insect Science 15: 54 (DOI: 10.1093/jisesa/iev035).
- Tsubaki, Y. and T. Ono. 1986. Competition for territorial sites and alternative mating tactics in the dragonfly, *Nannophya pygmaea* Rambur (Odonata: Libellulidae). Behaviour 97: 234-252.
- Ubukata, H. 1984. Oviposition site selection and avoidance of additional mating by females of the dragonfly, *Cordulia aenea amurensis* Selys (Corduliidae). Researches on Population Ecology 26: 285-301.
- Waage, J. K. 1984. Sperm competition and the evolution of odonate mating systems, pp. 251 - 290. In R. L. Smith (ed.), Sperm competition and the evolution of animal mating systems. Academic Press, Inc, Orlando, FL.

- 杉村光俊, 石田昇三, 小島圭三, 石田勝義, 青木典司. 1999. 原色 日本トンボ幼虫・成虫大図鑑. 北海道大學図書刊行會. pp.311-352.
- 井上清, 谷幸三. 1999. トンボのすべて. トンボ出版. pp.31-97.
- 고석형, 박지훈, 양승훈, 김현철, 고용현, 신창훈. 2014. 숨은물벙뒤 습지의 퇴적물에 관한 연구. 한라산연구소 조사연구보고서. 13: 243.
- 고정균, 고석형. 한라산 고산습지의 현황 및 식물상. 한라산 고산습지의 학술적 가치조명과 과제. 제주특별자치도 환경자원연구원. pp.1-17.
- 고정균, 신용만, 문명옥. 2002. 한라산 백록담과 1100고지 및 동수악 습지일대의 식물분포 특성. 한라산연구소 조사연구보고서. 1: 73-85.
- 구자옥, 이도진, 국용인, 천상욱. 2008. 한국의 수생식물과 생활주변식물 도감. 자원식물보호연구회 학술정보센터. pp.194-201.
- 김경범. 2015. 제주지역에서 솔수염하늘소 성충의 우화시기 예측모형. 제주대학교. pp. 30-31.
- 김도성, 조영복, 김동순. 2013. 멸종위기종 산굴뚝나비와 붉은점모시나비의 종 및 서식지 보전·복원연구. 국립생물자원관. pp.16-73.
- 김동진, 강만익. 2015. 제주지역 목장사와 목축문화. 제주대학교 탐라문화연구원. 탐라문화학술총서 18: 217-232.
- 김상범. 2001. 제주도의 잠자리목(곤충강) 종들의 재검토와 분포. 제주대학교 대학원. pp.1-103.
- 김용근. 2014. 모션 트래킹 기술을 이용한 화살깎지벌레 부화 약충의 정착행동 연구. 제주대학교. pp. 9-18
- 김종원, 이윤경, 이윤정, 제갈재철. 1998. 제주도 오름의 식생. 사단법인 한국자연보전협회 자연보존연구보고서 17: 23-48.
- 김지석, 광정인, 노태환. 2013. 원주시 우수비오톱 서식처 유형별 잠자리군집 특성. 한국환경생태학회지 27(2): 209-216.
- 김지석, 피재황, 정태준, 이경재. 2014. 연못 조성년도와 크기에 따른 잠자리 군집 특성. 한국생태환경학회지 28(3): 293-300.
- 김창환. 1969. 동물 구계상의 제주도 위치. 제주도 통권 제41호. pp.136.
- 김현철. 2002. 한라산 해발고도별 제주조릿대의 성장 특성. 한라산연구소 조사보

- 고서. 1: 63-71.
- 김현철, 고석형, 황경준, 이종연. 2006. 제주조릿대의 말 사료가치 평가. 한라산연구소 조사연구보고서. 5: 173-186.
- 석주명. 1970. 제주도곤충상. 서귀포문화원 연구총서. 4-5: 240-243.
- 양송남. 2010. 양송남의 40년 지기 한라산 이야기. 태명인쇄사. pp. 21-224.
- 오장근. 2008. 한라산 주요습지의 조류상. 한라산 고산습지의 학술적 가치조명과 과제. 제주특별자치도 환경자원연구원. pp.111-123.
- 유소연. 2015. 산지 내 목논 습지의 잠자리류 서식기능 증진을 위한 관리방안 연구. 서울시립대학교 대학원. pp.121-135.
- 이승모. 2006. 포충망을 든 잠자리 박사. 작은씨앗. pp.83-129.
- 이영노. 2006. 새로운 한국식물도감. 교학사. 2: 489-629.
- 이영돈. 2012. 한라산에서 딱정벌레목 곤충의 시공간적 분포특성. 제주대학교.
- 이우신, 박찬열, 임신재, 허위행, 정옥식, 최창용, 박용수, 이은재. 2010. 야생동물 생태 관리학. 라이프사이언스. 서울. pp.33-144.
- 정광수. 2007. 한국의 잠자리 생태도감. 일공육사. pp.16-491.
- 정광수. 2008. 한국산 왕잠자리과(잠자리목) 유충의 계통분류학적 연구. 안동대학교대학원. pp.57-70.
- 정광수. 2011. 한국 잠자리 유충. 자연과 생태. pp.30-399.
- 정광수. 2012. 한국의 잠자리. 자연과 생태. pp.12-262.
- 정상배, 김원택. 2008. 한라산 고산습지의 수서곤충. 한라산 고산습지의 학술적 가치조명과 과제. 제주특별자치도 환경자원연구원. pp.43-60.
- 정상배, 오홍식, 전형식, 양경식, 김원택. 2010. 제주도 습지의 수서곤충상과 분포 특성. 한국습지학회지 12: 41-42.
- 정상배. 2011. 제주도 습지의 수서곤충 군집 특성 : 분포 양상과 고도에 따른 종 다양성. 제주대학교. pp.1-55.
- 정상배. 2012. 한라산내 습지의 수서곤충 분포 특성. 2012 한라산국립공원 자연자원조사. pp.205-326.
- 정세호. 2006. 한라산천연보호구역의 곤충. 한라산천연보호구역 학술조사보고서. 제주특별자치도 한라산연구소. pp. 171-180.

- 정세호. 2003. 한천의 곤충. 한라산학술대탐사 제주생명의 원류 하천과 계곡 3. 한라일보사 pp.216-220.
- 제주도민속자연사박물관. 1993. 제주도곤충학술조사보고서. 1차년도. p.17-35.
- 제주도·한라산생태문화연구소. 2006. 한라산총서 VI. 한라산의 등반·개발사. pp. 107-108.
- 제주특별자치도 한라산연구소. 2007. 한라산 데이터 북. pp.143-144.
- 조복성, 김창환, 노용태. 1969. 한라산의 무척추동물상. 제주도 통권 제41호. pp.137-140.
- 조영복, 김도성. 1998. 제주도 습원의 곤충상 조사. 사단법인 한국자연보전협회 자연보존연구보고서 17: 57-74.
- 진승환, 강태진, 이창흡, 김철수. 2011. 한라산 정상의 기후변화 조사. 한라산연구소 조사연구보고서 8: 135-136. 9: 246-248.
- 진승환, 고석형, 조병창, 이창흡, 김철수. 2011. 백록담 담수 보유 특성 조사. 한라산연구소 조사연구보고서 8: 137-139. 9: 249-251.