

꼬마잠자리 서식지의 식물상과 생활형

김명현 · 한민수* · 최철만¹ · 방혜선 · 정명표 · 나영은 · 강기경

농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화생태과, ¹농업기술실용화재단
(2010년 6월 11일 접수, 2010년 6월 25일 수리)

Flora and Life Form of Habitats for *Nannophya pygmaea* Rambur

Myung-Hyun Kim, Min-Su Han*, Chul-Mann Choi¹, Myung-Pyo Jung, Young-Eun Na and Kee-Kyung Kang (Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea, ¹Analysis Support Center, The Foundation of Agricultural Technology Commercialization and Transfer, Suwon, 441-707, Korea)

The aim of this study was to provide basic informations for restoring a habitat of *Nannophya pygmaea* Rambur. Environments and flora of the habitats were investigated in Youngdong, Sanbuk, and Nongam South Korea. The habitats were abandoned paddy fields with tree-unshaded space and with the water depths of about 2 - 10 cm all the year round. The water quality was recorded 5.44 - 7.33 in pH, 0.017 - 0.480 dS/m in EC, 1.34 - 4.94 mg/L in T-N and 0.06 - 0.46 mg/L in T-P. The pH and EC showed a wide range values, and T-N and T-P showed a high values comparatively. This result implies that a water quality does not important as the condition for a habitat of the species. A total of 86 vascular plant taxa belonging to 35 families, 60 genera, 67 species, 2 subspecies, 14 varieties and 3 forma were recognized in the habitats. Twenty two species (25.6%) overlapped among the habitats; *Equisetum arvense*, *Salix koreensis*, *Persicaria thunbergii*, *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Hypericum laxum*, *Kummerowia striata*, *Epilobium pyrricholophum*, *Oenanthe javanica*, *Mosla dianthera*, *Utricularia vulgaris* var. *japonica*, *Plantago asiatica*, *Eupatorium lindleyanum*, *Juncus diastrophanthus*, *J. effusus* var. *decipiens*, *J. papillosus*, *Aneilema keisak*, *Alopecurus aequalis*, *Arthraxon hispidus*, *Carex dickinsii*, *Cyperus sanguinolentus*, *Eleocharis acicularis* for. *longiseta* and *E. congesta*. Biological type was determined to be HH-R5-D4-e(t) type; HH 39 taxa (45.3%), R5 42 taxa (48.8%), D4 59 taxa (68.6%) and e (or t) 23 taxa (26.7%).

Key Words: Endangered species, flora, life form, *Nannophya pygmaea*, habitat

서론

꼬마잠자리(*Nannophya pygmaea* Rambur)의 생태적 특성은 유충 몸길이 7.3 mm, 성충 몸길이 15 mm 내외로 잠자리목 중에서 가장 작다(Bae et al., 1999; Lee et al., 2008). 우화 후의 미숙 성충은 우화 수역을 떠나지 않고 수면에 인접한 수초 등에서 생활하며, 성숙하면 수컷은 습지 내 식물에 앉아서 세력권을 형성하고, 세력권에 들어온 암컷과 교미한다. 교미를 끝내면 암컷은 습지 내 얇은 개방수면에서 단독으로 투수 산란한다(Yabu and Nakashima, 1997). 국

내에 보고된 꼬마잠자리 서식지는 주로 용출수에 의해서 연간 물이 얇게 유지되는 곡간의 휴경논에 위치해 있다(Lee et al., 2008). 본 종은 현재 우리나라에서 멸종위기 보호야생 동식물로 지정되어 있으며, 이들의 서식지는 최근 습지의 식생천이나 대규모 개발에 의해서 감소되고 있는 실정이다.

꼬마잠자리는 우리나라에서 1957년 처음 보고되었지만(Bae et al., 1999), 서식지 환경에 대한 연구는 1990년대 후반부터 새로운 서식지 발견과 기초적인 생태연구가 일부 이루어졌다(Kim, 1997; Bae et al., 1999; Lee et al., 2008; Park, 2008). 그러나, 꼬마잠자리의 주요 서식지 환경요인으로 작용하는 식물상에 관한 별도의 연구는 거의 없으며, 단지 우점하는 식물을 기준으로 한 식생유형에 대한 연구만 일부 있을 뿐이다(Lee et al., 2008; Park, 2008). 인접 국가인 일본의 경우 역시 꼬마잠자리의 서식지 환경 특성(Yoshita et

*연락처:

Tel: +82-31-290-0217 Fax: +82-31-290-0206
E-mail: mshan@rda.go.kr

al., 2004; Yabu and Nakashima, 1997), 개체군 특성 (Fujita et al., 1978; Yabu and Nakashima, 1997; Uéda et al., 2004) 및 우점 식물을 기준으로 한 식생유형에 관한 연구가 이루어져 있으나(Yabu and Nakashima, 1997; Uéda et al., 2004), 국내 상황과 동일하게 식물상에 대한 구체적인 자료나 연구는 없는 실정이다.

최근 국내외적으로 생물다양성에 대한 관심이 집중되고 있는 가운데, 비오톱(biotope)의 정비나 희소종의 자생지 보전이 중요한 과제가 되고 있다. 이러한 현재 상황을 고려하여, 본 연구에서는 꼬마잠자리의 독특한 서식지에 출현하는 식물상을 조사함으로써 향후 꼬마잠자리를 비롯하여 희소종의 서식지 복원과 보전을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.



YD



SB



NA

Fig. 1. Landscape of study sites. YD, Youngdong; SB, Sanbuk; NA, Nongam.

재료 및 방법

조사지역은 꼬마잠자리가 높은 밀도로 서식하고 있는 충북 영동군 영동읍 비탄리(YD), 경북 문경시 농암면 울수리(NA) 및 산북면 약석리(SB)로 총 3지역을 선정하였다(Fig. 1). 본 종은 환경부에서 지정한 보호종이기 때문에 보존을 위하여 이들 지역의 정확한 위치정보는 기재하지 않는다. 세 지역 모두 논둑으로 경계를 이루는 휴경논이다.

식물상 조사는 서식지인 휴경논에서 논둑을 제외한 논 내를 대상으로 하였다. YD(영동)의 경우 2008년부터 2009년에 걸쳐 수행하였고, NA(농암)과 SB(산북)의 경우는 2009년에 수행하였다. 논둑은 건조하여 꼬마잠자리 서식지의 식생과는 상당한 차이를 나타내기 때문에 제외하였다. 단, 서식지 내 즉, 휴경논 내에서 부분적으로 사초기둥과 같은 지표면의 특성에 의해 형성된 건조한 입지에 출현하는 식물은 포함시켰다. 조사 빈도는 식물이 출현하는 3월부터 10월 사이에 약 2개월 간격으로 4회 조사하였다. 식물상은 고등식물의 분류군을 대상으로 하였으며, 식물종의 동정은 Lee(1996a,b)와 Lee(1980, 2003)의 도감을 참고하였고, 학명과 국명은 국가표준식물목록(산림청 웹사이트, www.nature.go.kr/kpni/)에 준하여 작성하였다.

조사된 식물의 생활형은 Raunkiaer(1934)와 Numata(1970)의 방법으로 국내 식물종에 적용하여 Lee(1996b)가 제시한 휴면형, 번식형(산포기관형과 근계형) 및 생육형으로 구분하여 정리하였다.

지표수의 수질 분석을 위한 시료 채취는 2009년 6월 23일, 8월 3일 및 8월 31일 3차례에 걸쳐 수행하였다. pH와 EC는 DO meter(YSI 600XL, USA)로 현장에서 즉시 측정하였고, T-N과 T-P는 Autoanalyzer(AACS, Bran + rubbe)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

지형 및 환경특성

YD(영동)의 꼬마잠자리 서식지는 도로와 계곡 사이에 위치하며, 동쪽방향으로 형성된 4개의 계단식 휴경논 중 가장 아래쪽에 있는 휴경논에서만 꼬마잠자리가 확인되었다. 해발고도는 176 m이며, 규모는 최대 길이 35 m, 평균 폭 14 m이다. 꼬마잠자리가 발견되지 않은 휴경논은 꼬마잠자리 출현 휴경논(수심 0 - 10 cm)보다 수심(15 cm 이상)이 상대적으로 깊은 것을 확인할 수 있었다.

SB(문경 산북면) 서식지는 산의 중상부에 북서방향으로 형성된 6개의 계단식 논에서 위쪽으로 3개의 휴경논이 존재하며(아래쪽 세 개는 경작 중), 이중에서 아래쪽 2개의 휴경논에서 높은 밀도로 꼬마잠자리가 출현하였다. 해발고도는 178 m이며, 상부의 휴경논이 최대 길이 55 m, 평균 폭 23 m이고, 하부의 휴경논이 최대 길이 75 m, 평균 폭 20 m이

다. 상부 휴경논의 물깊이는 0-10 cm이며, 과거 수로로 사용되는 지역에서는 12 cm이었다. 하부 휴경논의 물깊이는 0-9 cm이며, 과거 수로로 사용되었던 지역에서는 14 cm를 나타냈다. 가장 위쪽에 위치한 휴경논은 꼬마잠자리 서식지와 유사한 식생을 나타내고 있지만, 토양의 건조화가 많이 진행된 상태였다.

NA(문경 농암면) 서식지는 산의 하부에 남동방향으로 형성된 5개의 휴경논 중에서 위쪽에서 2와 3번째에서 높은 밀도로 꼬마잠자리가 출현하고 있었으며, 휴경논 바로 위에는 직경 10 m의 물웅덩이가 있었다. 해발고도는 243 m이며, 규모는 상부의 휴경논이 최대 길이 50 m, 평균 폭 13 m이고, 하부의 휴경논이 최대 길이 50 m, 평균 폭 19 m이다.

이들 꼬마잠자리 서식지에서 나타나는 공통된 특징 중 하나는 상관이 수목에 의해 가려지지 않은, 즉 그늘이 없는 개방된 상태를 나타내고 있었다. 이러한 지형적, 환경적 특성을 고려하면, 꼬마잠자리는 사면의 방향이나 위치에 상관없이 물이 연중 2-10 cm로 유지되면서, 직사광선이 차단되지 않는 개방된 습지에서 주로 서식함을 알 수 있다. Yabu와 Nakashima(1997)는 꼬마잠자리 서식지의 보존을 위해서는 적정한 조도 이상을 유지해야 하며, 그러기 위해서는 서식지 주변에 있는 수목의 벌채 또는 간벌 등의 관리가 필요하다고 제안했다.

이와 같이 꼬마잠자리가 서식하기 위해서는 연중 일정 수준의 물이 유지가 되어야하지만, 수심이 너무 깊어도 서식지로 적합하지 않게 된다. 왜냐하면, 수심이 너무 깊을 경우에는 꼬마잠자리 외에 꼬마잠자리를 포식할 수 있는 다른 종들이 서식할 수 있기 때문이다.

꼬마잠자리 서식지의 수질을 분석한 결과는 Table 1과 같

다. 꼬마잠자리 서식지의 pH는 조사 시기에 따라서 차이를 나타내고 있지만, 5.44 - 7.33의 범위에 있었다(Table 1). 다른 연구 결과에 의하면 꼬마잠자리 서식지에 대한 pH는 6.0 - 7.0(Yabu and Nakashima, 1997), 5.7 - 10.4(Yoshita et al., 2004), 5.0 - 6.8(Lee et al., 2008)의 범위로 조사되었다. 따라서 꼬마잠자리는 매우 넓은 pH 범위에 서식하고 있음을 알 수 있다.

꼬마잠자리 서식지의 EC 측정 결과, 시기별로 차이를 나타내고 있지만, 전체적으로 YD(영동)이 SB(산북)과 NA(농암)에 비하여 높은 값을 나타냈다(Table 1). 본 연구의 전체 조사기간에서 EC 범위는 0.017 - 0.480 ds/m의 값을 나타냈으며, 이러한 값은 Yoshita 등(2004)의 결과(0.090 - 0.212 ds/m)보다 더 넓은 범위였다. 특히, YD(0.104 - 0.480 ds/m)이 SB과 NA(0.017 - 0.070 ds/m)보다 훨씬 높은 값을 나타냄으로써, EC 값이 꼬마잠자리의 서식에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

환경부의 호소수질환경기준과 조사한 서식지의 T-N 및 T-P의 상태를 비교해보면, T-N의 경우 모든 조사지에서 평균 농도가 환경부 호소수질환경기준 6등급(매우 나쁨)에 해당하는 1.5 mg/L 이상으로 나타났으며, T-P의 경우에는 전체 평균 0.16(±0.12) mg/L로 나타났다. 따라서 이들 서식지는 수질등급에서 매우 나쁜 상태임을 알 수 있었다.

식물상

YD와 문경 2지역(NA과 SB)에 위치한 꼬마잠자리 서식지에 분포하는 관속식물은 35과 60속 67종 2아종 14변종 3품종으로 총 86분류군인 것으로 조사되었다(Table 2, Appendix 1). 조사된 식물들의 각 과별 구성종은 사초과(Cyperaceae)

Table 1. Ground water quality in habitats for *Nannophya pygmaea* Rambur

Sites [†]	Date	Parameters			
		pH	EC (ds/m)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
YD	Jun.23	7.21	0.480	1.34	0.07
	Aug.3	6.54	0.104	2.82	0.10
	Aug.31	6.37	0.385	2.36	0.15
SB	Jun.23	6.48	0.070	1.93	0.11
	Aug.3	5.56	0.052	2.16	0.17
	Aug.31	5.98	0.088	4.94	0.46
NA	Jun.23	7.33	0.040	1.87	0.06
	Aug.3	5.44	0.017	2.12	0.10
	Aug.31	6.04	0.044	2.37	0.22
Average		6.33	0.142	2.43	0.16
SD		0.66	0.168	1.02	0.12
Minimum		5.44	0.017	1.34	0.06
Maximum		7.33	0.480	4.94	0.46

[†] YD, Youngdong; SB, Sanbuk; NA, Nongam.

Table 2. Life form spectra of 73 vascular plants in habitats for *Nannophya pygmaea* Rambur

Dormancy form [†]																			
	Th	Th(w)	G	H	Ch	M	N	MM	HH(Th)	HH	HH(n)								
No. of species	15	5	3	13	2	2	5	2	14	24	1								
%	17.4	5.8	3.5	15.1	2.3	2.3	5.8	2.3	16.3	27.9	1.2								
Propagation form																			
Radicoid form [‡]	R ₁₋₂	R ₂₋₃	R _{2-3(t)}	R ₃	R _{3(o)}	R _{3(v)}	R ₄	R ₅	R _{5(s)}	R _{5(t)}									
No. of species	1	11	1	18	1	1	11	40	1	1									
%	1.2	12.8	1.2	20.9	1.2	1.2	12.8	46.5	1.2	1.2									
Disseminuleform [*]	D ₁	D _{1,2}	D _{1,4}	D _{2,4}	D ₃	D ₄	D _{4,1}												
No. of species	20	2	25	2	5	29	3												
%	23.3	2.3	29.1	2.3	5.8	33.7	3.5												
Growth form ^{**}																			
	e	b	t	l	p	r	pr	ps	p-ps	b-p	b-ps	p-b	p-e	b-l	l-b	t-p	e,b	n,r	t,e
No. of species	23	4	23	2	1	4	3	5	1	6	1	1	1	1	2	2	4	1	1
%	26.7	4.7	26.7	2.3	1.2	4.7	3.5	5.8	1.2	7.0	1.2	1.2	1.2	1.2	2.3	2.3	4.7	1.2	1.2
Biological type	HH-R ₅ -D ₄ -t(e)																		

[†] Th: therophyte (summer annual), Th(w): therophyte (winter annual), G: geophyte, H: hemicytrophite, Ch: chamaephyte, M: microphanerophyte, N: nanophanerophyte, MM: megaphanerophyte, HH(Th): therophytic aquatic plant, HH: helophyte and hydrophyte (perennial), HH(n): floating hydrophyte (natantia)

[‡] R₁: widest extent of rhizomatous growth, R₂: moderate extent of rhizomatous growth, R₃: narrowest extent of rhizomatous growth, R₄: clonal growth by stolons and struck roots, R₅: non-clonal growth (monophyte), R_(t): tuber, R_(o): oblique type, R_(v): vertical type, R_(s): succulent type

^{*} D₁: disseminated widely by wind or water, D₂: disseminated attaching with or eaten by animals and man, D₃: disseminated by mechanical propulsion of dehiscence of fruits, D₄: having no special modification for dissemination, D₅: not producing seeds, D_{1,4}, D_{2,4} or D_{4,1}: plant with disseminule forms of both D₁ and D₄, D₂ and D₄, or D₄ and D₁.

^{**} e: erect form, pr: partial-rosette form, ps: pseudo-rosette form, r: rosette form, p: procumbent form, b: branched form, t: tussock form, l: climbing or liane form, p-ps: ps form with procumbent stem, b-p: p form with branched stem, b-ps: ps form with branched stem, p-e: e form with procumbent stem, p-b: b form with procumbent stem, b-l: l form with branched stem, l-b: b form with liane, t-p: p form with tussock, e,b: erect and/or branched form, n,r: floating form in HH and/or rosette form, t,e: tussock and/or erect form.

와 벼과(Gramineae)가 각각 19.8%(17분류군), 12.8%(11분류군)로 다양하게 나타났다.

조사 지역별로 보면, YD에서는 22과 33속 37종 4변종 2품종으로 총 43분류군이 확인되었다. 이 지역은 골풀, 고마리, 개발나물이 우점하고 있었다. SB에서는 24과 42속 43종 1아종 11변종 3품종으로 다른 지역에 비하여 가장 많은 총 58분류군이 확인되었다. 이 지역은 골풀, 솔방울고랭이, 고마리가 우점하고 있었으며, 다른 지역에 비하여 버드나무, 개키버들, 왕버들, 족제비싸리 등 목본의 침입이 많이 확인되었다. NA에서는 29과 45속 43종 2아종 8변종 2품종으로 총 55분류군이 확인되었다. 이 지역은 골풀이 우점하는 지역과 별날개골풀과 고마리가 우점하는 지역으로 구분되었다(Fig. 1).

모든 조사지역에서 공통으로 출현한 식물종은 쇠뜨기, 버드나무, 고마리, 벼류나물, 좁고추나물, 매듭풀, 바늘꽃, 미나리, 귀개풀, 통발, 질경이, 골등골나물, 별날개골풀, 골풀, 청

비너골풀, 사마귀풀, 뚝새풀, 조개풀, 도깨비사초, 방동사니대 가리, 쇠털풀, 바늘골로 총 22분류군으로 전체 86분류군에서 25.6%를 차지함으로써 서식지 간에 높은 중복성을 나타내고 있었다(Appendix 1). 이들 종들은 모두 얇은 수심을 나타내는 습지에 분포하는 종들로서 꼬마잡자리 서식지를 대표하는 식물종이라고 할 수 있을 것이다. 특히 골풀은 많은 꼬마잡자리 서식지 조사에서 확인된 것처럼 대부분의 서식지에서 우점종으로 나타나고 있다(Yabu and Nakashima, 1997; Lee et al., 2008; Bae et al., 1999). 습지의 식생군락 형성은 물에 잠겨있는 기간과 물의 깊이에 따라서 다르게 나타나기 때문에(Kim et al., 2009), 꼬마잡자리 서식지 복원을 위해서는 연중 일정한 수준의 수위를 유지해 줌으로써, 본 연구에서 확인한 공통 출현 식물종들이 출현할 수 있는 환경을 만들어 주는 것이 중요할 것이다.

생활형

본 조사지역에서 출현한 관속식물 86분류군의 생활형을 살펴보면 Table 2와 같다. 휴면형은 소택식물(helophyte)과 수생식물(hydrophyte)인 HH형이 39분류군, 1년생식물(Th와 Th_(w))이 20분류군, 반지중식물(H)이 13분류군이었다. 변식형에서 지하기관형은 지하나 지상에 연결체를 전혀 만들지 않는 단위식물의 형태(R₅)가 42분류군으로 가장 많이 분포하였으나, 뿌리줄기가 옆으로 뻗어서 연결체를 형성하는 형태(R₁, R₂, R₃)도 33분류군으로 많이 출현하였다. 산포기관형은 중력산포형(D₄)과 풍력산포형(D₁)이 각각 59분류군과 50분류군으로 높게 나타났으며, 풍력산포와 중력산포 두 가지 산포형을 모두 갖는 것들도 28분류군으로 많았다. 생육형은 직립형(e)과 총생형(t)이 각각 23분류군으로 높게 나타났다. 따라서 꼬마잠자리 서식지에서 나타나는 식물상의 생물학적 유형은 HH-R₅-D₄-e(t)로 나타낼 수 있다.

국내에서 꼬마잠자리가 서식하지 않는 일반 휴경논에 대한 식물상 연구는 Na 등(1996)과 Paik 등(2009)이 있다. Na 등(1996)은 휴경 후 1년, 2년 및 3년이 경과한 휴경논에서 식물상을 조사한 결과 1년 휴경논에서 38분류군, 2년 휴경논에서 37분류군, 3년 휴경논에서 25분류군을 확인하였다. 본 연구에서 관찰된 86분류군에 비하면 다양성이 매우 낮음을 알 수 있다. 이러한 차이는 Na 등(1996)이 조사한 휴경논의 휴경 년수가 상대적으로 짧고, 건조한 조건 그리고 1년 중 특정 시기인 짧은 기간 동안(9월 20일 - 25일)에 조사가 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다. Whittaker(1975)는 천이에서 종풍부도는 목본이 침입하여 우점하기 전까지는 증가한다고 하였으며, Kang 등(2003)은 휴경지의 식물종 다양성은 건조한 토양 조건보다 다소 습한 조건의 토양에서 높게 나타났다고 보고하였다. Na 등(1996)의 조사지에서 생활형은 1년, 2년 및 3년 모두 Th-R₅-D₄-t를 나타냄으로써 본 조사지와 휴면형에서는 차이가 있었다. 이러한 생활형 차이 또한 꼬마잠자리의 서식지가 Na 등(1996)이 조사한 휴경지보다 습한 상태이기 때문에 나타나는 결과이다. Paik 등(2009)은 전남북지역 18개 휴경논(2년차와 3년차)에서 총 124분류군을 보고하였으며, 이들 지역에서 관찰된 식물상의 생활형은 Na 등(1996)의 결과와 같은 Th-R₅-D₄-t를 나타냈다. Paik 등(2009)의 결과가 본 연구 조사지보다 많은 분류군을 나타낸 것은 조사 지역이 넓어서 다양한 유형의 휴경논이 포함되었기 때문일 것으로 판단한다.

요 약

본 연구는 꼬마잠자리 복원을 위한 기초자료를 제공하기 위하여, 이들 서식지의 환경과 식물상을 조사하였다. 꼬마잠자리 서식지의 환경적 특성은 상관이 수목에 의해 가려지지 않는 즉 직사광선이 차단되지 않는 개방된 습지로서 연중 물이 마르지 않고 수심 2-10 cm 정도를 유지하고 있었다. 수질

분석결과 pH와 EC는 매우 넓은 범위의 값을 나타냈고, T-N과 T-P는 매우 높은 값을 가지는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 볼 때, 수질이 꼬마잠자리의 서식지에 직접적으로 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 꼬마잠자리 서식지에 분포하는 관속식물은 35과 60속 67종 2아종 14변종 3품종으로 총 86분류군인 것으로 조사되었다. 과별로는 사초과와 벼과가 가장 많이 차지했다. 조사지역 간 공통으로 출현한 식물종은 쇠뜨기, 버드나무, 고마리, 벼룩나물, 좁고추나물, 매듭풀, 바늘꽃, 미나리, 쥐깨풀, 통발, 질경이, 골등골나물, 벌날개골풀, 골풀, 청비너골풀, 사마귀풀, 딱새풀, 조개풀, 도깨비사초, 방동사니대거리, 쇠뜨기, 바늘골로 총 22분류군이었다. 출현한 관속식물의 생활 조성을 살펴보면, 휴면형은 HH형이 39분류군(45.3%), 변식형에서 지하기관형은 R₅가 42분류군(48.8%), 산포기관형은 중력산포형(D₄)이 59분류군(68.6%), 생육형은 직립형(e)과 총생형(t)이 각각 23분류군(26.7%)으로 조사되어 꼬마잠자리 서식지의 생물학적 유형(biological type)은 HH-R₅-D₄-e(t)임을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청(국립농업과학원) 박사후연수과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

- Bae, Y.J., Yum, J.H., Cha, J.Y. and Yoon, I.B. (1999) Morphology, habitat, and distributional records of *Nannophya pygmaea* Rambur (Libellulidae, Odonata), *Korean J. Entomol.* 29, 287-290.
- Fujita, K., Hirano, K. and Kawanishi, M. (1978) Ecological studies on a dragonfly, *Nannophya pygmaea* Rambur (Odonata : Libellulidae) I. Seasonal changes of adult population and its distribution in a habitat, *Res. Popul. Ecol.* 19, 209-221.
- Kang, B.H., Shim, S.I. and Ma, K.H. (2003) Floristic composition of plant community in set-aside fields with regard to seral stages, *Korean J. Environ. Agric.* 22, 53-59.
- Kim, M.H., Han, M.S., Bang, H.S., Jung, M.P. and Na, Y.E. (2009) Formation of vegetation in an inland wetland, Minarimot, of Jeju Islands, and its relationship to water environment, *Korean J. Environ. Agric.* 28, 365-370.
- Kim, T.H. (1997) A proposal for protection of *Nannophya pygmaea* Rambur (Odonata) and its habitat in Korea, *Korean J. Appl. Entomol.* 36, 283-285.
- Lee, E.H., Jang, H.K., Park, M.Y., Yoon, J.H., Kim,

- J.G. and Bae, Y.J. (2008) A preliminary study on a restoration of habitats for *Nannophya pygmaea* Rambur (Odonata: Libellulidae), *Kor. J. Env. Eco.* 22, 35-42.
- Lee, T.B. (1980) Coloured flora of Korea, Hongmunsa press, Seoul.
- Lee, T.B. (2003) Coloured flora of Korea, Hongmunsa press, Seoul.
- Lee, W.T. (1996a) Standard illustrations of Korea plants. Academy press, Seoul.
- Lee, W.T. (1996b) Lineamenta florae Koreae. Academy press, Seoul.
- Na, Y.E., Roh, K.A., Lee, S.B., Han, M.S. and Park, M.E. (1996) Changes in soil chemical properties and vegetation succession in abandoned paddy ecosystem. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 29, 199-206.
- Numata, M. (1970) Illustrated plant ecology (in Japanese), pp. 33-43, Ashakura Book Co. Tokyo, Japan.
- Paik, C.H., Lee, G.H., Kang, J.G., Jeon, Y.K., Choi, M.Y. and Seo, H.Y. (2009) Plant flora and insect fauna in the fallow paddy fields of Jeonnam and Jeonbuk province, *Korean J. Appl. Entomol.* 48, 285-294.
- Park, M.Y. (2008) A study on the wetland construction to restore habitats of endangered species *Nannophya pygmaea* Rambur (Odonata: Libellulidae), M.S. Thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea.
- Raunkiaer, C. (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford Univ. Press, London, 623pp.
- Uéda, T. Kinoshita, E. and Ishihara, K. (2004) Habitat use by the tiny dragonfly, *Nannophya pygmaea* Rambur, and conservation of its habitat in a hillside marsh, *Jap. J. Conser. Ecol.* 9, 25-36.
- Whittaker, R.H. (1975) Community and ecosystems. MacMillan Publishing Co., Inc., New York.
- Yabu, S. and Nakashima, A. (1997) Ecological studies on the conservation of *Nannophya pygmaea* Rambur populations and habitats, *J. JILA* 60, 324-328.
- Yoshita, S., Minami, Y. and Uéda T. (2004) Water chemistry of several habitats of a tiny dragonfly, *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool.* 15, 13-17.

Appendix 1. The list of vascular plants in the habitats for *Nannophya pygmaea* Rambur

Family name	Scientific name (Korean name)	Study sites [†]		
		YD	SB	NA
Equisetaceae 속새과	<i>Equisetum arvense</i> L. 쇠뜨기	○	○	○
Salicaceae 버드나무과	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura 왕버들		○	
	<i>Salix gracilistyla</i> Miq. 갯버들			○
	<i>Salix integra</i> Thunberg 개키버들	○	○	
	<i>Salix koreensis</i> Andersson 버드나무	○	○	○
	<i>Salix koriyanagi</i> Kimura 키버들		○	
Moraceae 뽕나무과	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc. 환삼덩굴	○		
Urticaceae 켜기풀과	<i>Pilea hamaoi</i> Makino 큰물퉁이		○	○
Polygonaceae 여뀌과	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach 여뀌			○
	<i>Persicaria sagittata</i> (L.) H. Gross ex Nakai 미꾸리납시		○	○
	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zuccarini) H. Gross 고마리	○	○	○
Caryophyllaceae 석죽과	<i>Cerastium holosteoides var. hallaisanense</i> (Nakai) Mizush. 점나도나물	○		○
	<i>Stellaria alsine var. undulata</i> (Thunb.) Ohwi 벼룩나물	○	○	○
Ranunculaceae 미나리아재비과	<i>Ranunculus tachiroei</i> Franch. & Sav. 개구리미나리			○
Guttiferae 물레나물과	<i>Hypericum erectum</i> Thunb. 고추나물			○
	<i>Hypericum laxum</i> (Blume) Koidz. 좁고추나물	○	○	○
Cruciferae 십자화과	<i>Cardamine flexuosa</i> With. 황새냉이	○		○
Rosaceae 장미과	<i>Spiraea prunifolia for. simpliciflora</i> Nakai 조팝나무		○	○
Leguminosae 콩과	<i>Aeschynomene indica</i> L. 자귀풀	○		

Appendix 1. (continued)

Family name	Scientific name (Korean name)	Study sites [†]		
		YD	SB	NA
	<i>Amorpha fruticosa</i> L. 죽제비싸리		○	
	<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc. 돌콩	○	○	
	<i>Kummerowia striata</i> (Thunb. ex Murray) Schindl. 매듭풀	○	○	○
	<i>Vigna angularis var nipponensis</i> (Ohwi) Ohwi & H.Ohashi 새팔			○
Aceraceae 단풍나무과	<i>Acer tataricum subsp. ginnala</i> (Maxim.)Wesm.신나무		○	○
Balsaminaceae 봉선화과	<i>Impatiens textori</i> Miq. 물봉선			○
Violaceae 제비꽃과	<i>Viola verecunda</i> A.Gray var. <i>verecunda</i> 콩제비꽃		○	
Lythraceae 부처꽃과	<i>Rotala indica</i> (Willd.) Koehne 마디꽃			○
Onagraceae 바늘꽃과	<i>Epilobium pyrricholophum</i> Fr. et Sav. 바늘꽃	○	○	○
Umbelliferae 산형과	<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. 미나리	○	○	○
	<i>Sium sisarum</i> L. 감자개발나물		○	
	<i>Sium suave</i> Walter 개발나물	○		
Primulaceae 앵초과	<i>Lysimachia vulgaris var. davurica</i> (Ledeb.) R.Kunth 좁쌀풀		○	
Labiatae 꿀풀과	<i>Clinopodium chinenes var. shibetchense</i> (H.Lev.) Koidz.산층층이		○	
	<i>Lycopus ramosissimus</i> (Makino) Makino 개취싸리			○
	<i>Mosla dianthera</i> (Buch.-Ham. ex Roxb.) ex Maxim. 쥐깨풀	○	○	○
Lentibulariaceae 통발과	<i>Utricularia vulgaris var. japonica</i> (Makino) Tamura 통발	○	○	○
Plantaginaceae 질경이과	<i>Plantago asiatica</i> L. 질경이	○	○	○
Caprifoliaceae 인동과	<i>Lonicera japonica</i> Thunb. 인동덩굴			○
Campanulaceae 초롱꽃과	<i>Lobelia chinensis</i> Lour. 수염가래꽃		○	○
Compositae 국화과	<i>Artemisia princeps</i> Pamp. 쑥		○	○
	<i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리		○	○
	<i>Bidens tripartita</i> L. 가막사리	○	○	
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. 개망초		○	○
	<i>Eupatorium lindleyanum</i> DC. 골등골나물	○	○	○
	<i>Ixeris polycephala</i> Cass. 별쭈바귀			○
	<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda 쑥부쟁이	○	○	
Alismataceae 택사과	<i>Sagittaria sagittifolia subsp. leucopetala</i> (Mig.) Hartog 벼풀			○
Hydrocharitaceae 자라풀과	<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers. 물질경이	○		
Potamogetonaceae 가래과	<i>Potamogeton distinctus</i> A. Benn. 가래	○		○
Pontederiaceae 물옥잠과	<i>Monochoria vaginalis var. plantaginea</i> (Roxb.) Solms 물달개비		○	○
Juncaceae 골풀과	<i>Juncus diastrophanthus</i> Buchenau 별날개골풀	○	○	○
Juncaceae 골풀과	<i>Juncus effusus var. decipiens</i> Buchenau 골풀	○	○	○
	<i>Juncus papillosus</i> Fr. et Sav. 청비녀골풀	○	○	○
Commelinaceae 닭의장풀과	<i>Aneilema keisak</i> Hassk. 사마귀풀	○	○	○
	<i>Commelina communis</i> L. 닭의장풀		○	○
Eriocaulaceae 곡정초과	<i>Eriocaulon decemflorum</i> Maxim. 좁게수염		○	○
Gramineae 벼과	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol. 똑새풀	○	○	○
	<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino 조개풀	○	○	○
	<i>Echinochloa crusgalli var. praticola</i> Ohwi 좁돌피			○
	<i>Leersia japonica</i> Makino 나도겨풀	○	○	

Appendix 1. (continued)

Family name	Scientific name (Korean name)	Study sites [†]		
		YD	SB	NA
	<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Camus var. <i>vimineum</i> 나도바랭이새		○	
	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> (Andersson) Rendie 억새		○	○
	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx. 미국개기장		○	
	<i>Phalaris arundinacea</i> L. 갈풀			○
Gramineae 벼과	<i>Phragmites communis</i> Trinius 갈대	○	○	
	<i>Phragmites japonica</i> Steudel 달뿌리풀	○		
	<i>Sacciolepis indica</i> (L.) Chase 쯔물뚝새		○	○
Lemnaceae 개구리밥과	<i>Lemna perpusilla</i> Torr. 쯔개구리밥	○		○
Typhaceae 부들과	<i>Typha orientalis</i> Presl 부들	○		
Cyperaceae 사초과	<i>Carex capillacea</i> Boott 잔솔잎사초		○	○
	<i>Carex dickinsii</i> Franch. & Sav. 도깨비사초	○	○	○
	<i>Carex dimorpholepis</i> Steud. 이삭사초		○	
	<i>Carex dispalata</i> Boott 삿갓사초	○	○	
	<i>Carex maximowiczii</i> Miq. var. <i>maximowiczii</i> 왕비늘사초		○	
	<i>Carex nubigena</i> var. <i>albata</i> (Boott) Kuk. ex Matsum. 도랭이사초		○	
	<i>Cyperus brevifolius</i> Rottb. 과대가리	○	○	
	<i>Cyperus flavidus</i> Retzius 드렁방동사니	○		
	<i>Cyperus sanguinolentus</i> Vahl 방동사니대가리	○	○	○
	<i>Eleocharis acicularis</i> for. <i>longiseta</i> (Svenson) T. Koyama 쇠털골	○	○	○
	<i>Eleocharis attenuata</i> for. <i>laeviseta</i> (Nakai) Hara 참바늘골	○	○	
	<i>Eleocharis congesta</i> D. Don 바늘골	○	○	○
	<i>Eleocharis kuroguwai</i> Ohwi 올방개	○		○
	<i>Eleocharis tetraquetra</i> Nees 네모골		○	
	<i>Scirpus karuizawensis</i> Makino 솔방울고랭이		○	
	<i>Scirpus komarovii</i> Roshevitz 광능골			○
	<i>Scirpus wallichii</i> Nees 수원고랭이			○

[†] YD, Youngdong; SB, Sanbuk; NA, Nongam.