

〈Original article〉

## 제주도 마르형 분화구 내에 형성된 하논의 식물상과 복원 방안

김명현 · 남형규 · 어진우 · 권순익 · 송영주\*

농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화생태과

### Flora and Restoration Plan of Hanon Paddy Fields Made in Maar Crater, Jeju Island, South Korea

Myung-Hyun Kim, Hyung-Kyu Nam, Jinu Eo, Soon-Ik Kwon and Young-Ju Song\*

National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

**Abstract** - Hanon made in the largest maar crater in Korea, is the only paddy field ecosystem in Jeju Island that has been conducting rice farming, for the past 500 years. Flora surveys were conducted eight times, 2015–2018, to understand floristic characteristics and a restoration plan of the study area. As a result, vascular plants of Hanon paddy fields were listed 225 taxa that consist of 55 families, 151 genera, 194 species, 1 subspecies, 25 varieties, and 4 forms. The taxonomic group including the most species, was Gramineae (36 taxa). The next families were Compositae (29 taxa), Cyperaceae (20), Leguminosae (13), and Polygonaceae (11). Biological type of the Hanon was Th-R<sub>5</sub>-D<sub>4</sub>-t type. The rare plants revealed 3 taxa; *Ottelia alismoides* (L.) Pers., *Acorus calamus* L., *Pseudoraphis ukishiba* Ohwi. Endemic plant revealed 1 taxon; *Saururus chinensis* (Lour.) Baill. Forty three taxa were naturalized plants composed of 15 families, 24 genera, 41 species, and 2 varieties. The urbanization index and naturalized index were 13.3% and 16.9%, respectively. The Hanon has high plant diversity, including endemic plant and rare plants, and is the only rice paddy in Jeju Island. So, the Hanon has sufficient values in ecological and socio-cultural aspects, so it should be maintained continuously in the future.

**Keywords** : flora, life-form, Hanon, Jeju Island, paddy field ecosystem

## 서 론

우리나라 내륙지역에서 벼농사는 기원전 2000년경에 시작된 것으로 추정되며 (Cho 2008), 제주도에서는 1454년에 편찬된 「세종실록지리지」에 논에 대한 기록이 있는 것으로 보아 그 이전부터 벼농사를 지어왔던 것으로 추정된다 (Jeong 2014a). 제주도의 논벼 재배면적은 1982년에 가장 넓은 면적인 1,112 ha였으며, 이후 급격히 감소하면서 현재는 8 ha로 집계되고 있다 (국가통계포털, <http://kosis.kr>; Fig. 1).

제주도에서 논벼 면적의 급격한 감소 원인은 교통 발달에 따라 육지에서 제주도로 쌀이 충분히 공급되면서 쌀값이 폭락한 것이 주요 원인이다 (Jeong 2014a). 현재 제주도 논에서 벼농사가 이루어지고 있는 8 ha는 하논에서 현재 벼를 재배하고 있는 면적과 동일하며, 휴경면적을 포함하면 하논의 경지면적은 약 23 ha가 된다. 2010년 제주도 전체 논벼 재배면적이 24 ha이므로 (Fig. 1), 제주도에서 2010년 이후 논벼 재배는 대부분 하논에서 이루어진 것으로 판단된다. 현재 하논의 벼농사는 1997년부터 하논에서 경작을 시작한 이종근 씨 (67세) 부부에 의해서 유지되고 있다.

하논 화산은 서귀포시 호근동과 서흥동 경계에 위치하며

\* Corresponding author: Young-Ju Song, Tel. 063-238-2503, Fax. 063-238-3823, E-mail. syj8109@korea.kr

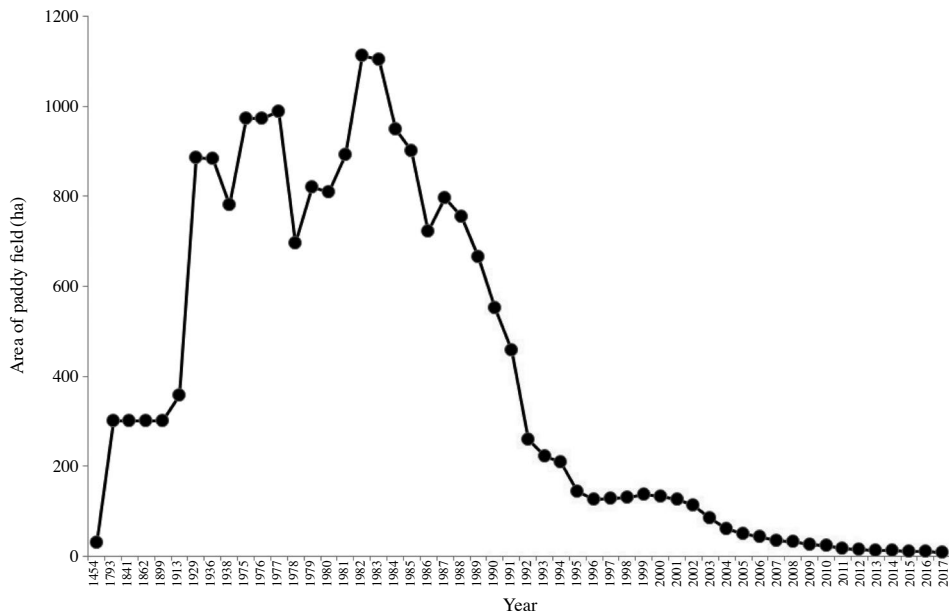


Fig. 1. Change of paddy field area in Jeju Island.

동서방향으로 약 1.8 km, 남북방향으로 약 1.3 km의 타원형 화산으로 약 34,000년 전 화산활동으로 형성된 것으로 추정된다(Yoon *et al.* 2006a). 하논 분화구는 약 1 km로 국내 최대 규모의 마르형 분화구이며 분화구 내부에는 한 때 화구호(crater lake)가 형성되어 두터운 호성퇴적층이 쌓여있다(Yoon *et al.* 2006a). 하논의 분화벽을 허물고 물을 빼서 경작지로 사용한 시기는 지금으로부터 약 500여년 전인 1500년 전후로 추정하고 있다(Bowers *et al.* 2014). 하논은 ‘큰 논’을 뜻하며, 본 연구에서도 벼 재배를 위해 조성된 논이라는 좁은 의미로 정의한다.

하논에 관한 연구로는 하논 화산의 지형·지질학적 특성(Yoon *et al.* 2006a), 하논 화구호 퇴적층 분석 연구(Yatagai *et al.* 2002; Chung *et al.* 2004; Yoon *et al.* 2006b), 하논 분화구의 복원 연구(Choi *et al.* 2006; Bowers *et al.* 2014) 등이 수행되었다. 하논 식물상은 Lee *et al.* (2005)와 Bowers *et al.* (2014)에 의해서 각각 216, 371 분류군으로 보고되었지만, 그들의 연구에서는 하논 분화구 내에 포함되는 숲과 과수원의 식물상도 포함되어 있어 논 생태계를 나타내는 식물상이라고 판단하기 어렵다.

우리나라 논 생태계의 생물다양성 연구는 주로 수서생물(Han *et al.* 2007; Kim *et al.* 2012; Han *et al.* 2013; Choe *et al.* 2016)을 대상으로 이루어져 왔으며, 식물상 조사는 논 잡초 방제의 기초자료로 활용하기 위하여 본답 내에 발생하는 식물만을 대상으로 한 연구가 주로 이루어져 왔다(Oh *et al.* 1981; Park *et al.* 2002; Ha *et al.* 2014; Lee *et al.* 2017). 논 생

태계는 본답뿐만 아니라 논둑, 수로, 둌병 등 다양한 서식지 유형을 포함하고 있으며 서식지유형에 따라 다른 식물상이 출현하기 때문에 생물다양성을 연구한다는 측면에서는 이러한 다양한 서식지유형을 포함한 논 생태계 전체를 대상으로 한 식물상 연구가 필요한 실정이다.

생물다양성 보전 측면에서 논 중요성은 2008년 우리나라 창원에서 개최된 제10차 람사르협약당사국총회(Ramsar COP 10)를 통하여 국제적으로 대두되었다. Ramsar COP 10의 결의 X.31(Enhancing biodiversity in rice paddies as wetland systems)에 의하면 논은 람사르 습지 유형 중에서 인위적 습지(human-made wetland)에 포함되며, 전 세계에서 람사르 습지로 지정된 습지 중 적어도 100개가 논 서식지를 포함하고 있을 정도로 논은 중요한 생태적 역할을 수행하고 생물다양성을 지지한다(Ramsar 2008). 또한 2010년 일본 나고야에서 개최된 제10차 생물다양성협약당사국총회(CBD COP 10)에서는 결정문 X/34(Agricultural biodiversity)을 채택하였다(CBD 2010). 본 결정문(CBD X/34)에서는 람사르 결의 X.31을 환영하였으며, 농업 생물다양성을 위한 프로그램의 이행을 위해 람사르 결의 X.31의 타당성을 인정했다. 이렇게 논은 비록 식량 생산을 위한 농경지이지만 습지로서 역할을 수행함으로써 생물다양성 보전에 기여하고 있다는 사실이 세계적으로 인정되고 있다.

제주도 벼농사의 역사와 함께 지금까지 명목을 이어오고 있는 하논은 현재 경작인을 이어서 경작을 할 사람이 없거나 하논분화구복원사업(Bowers *et al.* 2014)이 진행된다면

500여년간 지속되어온 제주도에서 벼농사의 역사가 사라지게 되는 것이다. 따라서, 본 연구에서는 우리나라 최남단에 위치한 하논이라는 논 생태계(본답, 논둑, 수로, 휴경논 등)에 출현하는 식물을 기록함으로써 제주도 논 생태계 보전을 위한 기초자료로 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지 개황

마르헝 분화구 내에 형성된 하논은 고도 53~55 m로 평탄하며, 인공수로에 의해 7개 구역으로 구분된다(Fig. 2). 하논의 동북쪽에 위치한 수량이 풍부한 몰망수(Molmangsu)라는 용천수(1일 최대 수량 1,000~5,000 m<sup>3</sup>)가 있어서 가뭄이 들어도 하논에서 벼농사를 짓는데 문제가 없다(Bowers *et al.* 2014). 현재 벼농사는 7개 구역 중 4개 구역(I, II, IV, V)에서 이루어지고 있으며, 나머지 3개 구역(III, VI, VII)은 휴경 상태이며, VII구역의 일부는 주거지로 활용되고 있다(Fig. 2). 벼농사가 이루어지고 있는 4개 구역에서도 현재 휴경상태인 필지가 산발적으로 분포하고 있으며, 특히 I과 IV 구역의 1/2은 휴경지나 시설재배지로 활용되고 있다. I과 II 구역의 일부에서는 옥수수, 울무 등의 밭작물을 재배하고 있다. 하논을 둘러싼 경사지에는 감귤을 위주로 한 과수원이 형성되어 있다.

조사지에서 동쪽으로 약 1.5 km에 위치한 서귀포기상대자료(1981~2010)에 의하면, 연평균 기온은 16.6°C, 가장 더운 8월의 평균 기온은 27.1°C이고, 가장 추운 1월 평균 기온은 6.8°C로 나타났다. 연평균 강수량은 1,923 mm이며, 6월부터 8월 사이에 강수량의 46% (878 mm)가 내리는 것으로 나타났다.

### 2. 연구방법

식물상은 2015년 4월부터 2018년 8월까지 총 8회에 걸쳐 계절별로 현지조사를 통하여 확인된 모든 관속식물의 출현종을 기록하였다. 조사범위는 주거지와 시설재배지를 제외한 현재 경작되고 있는 논(본답), 논둑, 수로, 농로 및 휴경논으로 하였다. 조사지역에서 미동정된 식물은 채집하거나 사진을 촬영하여 실험실에서 식물도감을 이용하여 동정하였다(Lee 1980, 2003; Lee 1996a, b). 학명과 국명은 국가표준식물목록(www.nature.go.kr)을 기준으로 하였다. 출현한 식물종의 생활형(life form)은 Raunkiaer(1934)와 Numata(1970)의 방법으로 국내 식물종에 적용하여 Lee(1996b)가 제시한 휴면형, 번식형(지하기관형, 산포기관형), 생육형으로 구

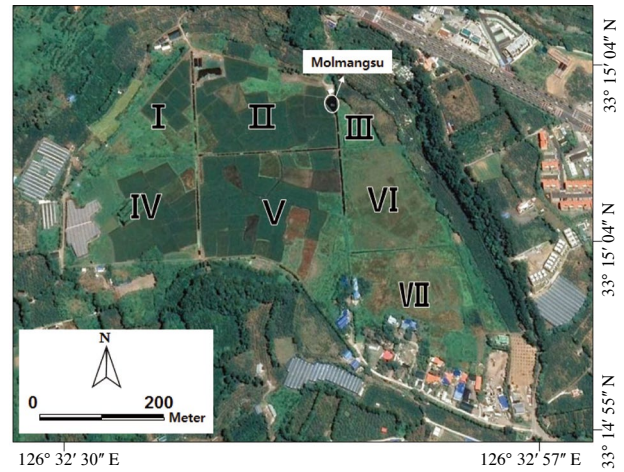


Fig. 2. Location and topography of the study site.

분하여 정리하였다. 귀화식물의 목록, 귀화도 등급, 귀화시기는 국가생물종지식정보시스템(www.nature.go.kr)을 기준으로 하였다. 도시화지수(Urbanization index)는 국내에서 현재까지 보고되어 있는 귀화식물의 총 분류군 수(323분류군)에 대한 대상지의 귀화식물 분류군 수의 비율로 산정하였다(Yim and Jeon 1980). 귀화율(Naturalized index)은 대상지 전체 식물의 분류군 수 중 대상지 귀화식물의 분류군 수의 비율로 산정하였다(Numata 1975). 귀화도 등급(Naturalized degree)은 Kariyama and Kobatake(1988)가 제시한 방법으로 1~5등급으로 구분할 수 있다. 각 등급별 귀화식물의 분포유형을 보면, 1등급은 희귀하게 분포하고, 2등급은 국지적으로 분포하고, 3등급은 널리 분포하나 개체수는 많지 않고, 4등급은 국지적으로 분포하나 개체수가 많고, 5등급은 널리 분포하고 개체수도 많은 것을 나타낸다. 귀화시기(Introduction period)는 1기(개항이후~1921년), 2기(1922년~1963년) 및 3기(1964년~현재)로 구분하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 식물상

식물상 조사 결과, 관속식물은 55과 151속 194종 1아종 26변종 4품종으로 총 225분류군으로 조사되었다(Appendix 1). 제주도 내에 분포하는 28개 습지(하논 미포함)의 131분류군(Oh *et al.* 2009)보다 하논의 식물 다양성은 높은 것으로 확인되었으나 습은물맹딴지 습지의 236분류군(Ko *et al.* 2014)보다는 낮은 것으로 나타났다. 또한 한반도 내륙에 분포하는 주남 습지의 222분류군(Lee *et al.* 2013), 무제치늪

의 149분류군(Park *et al.* 2011)보다도 다양한 식물이 분포하는 것으로 확인되었다. 하논을 대상으로 한 선행연구(Lee *et al.* 2005)에서도 다른 습지와 비교하여 상대적으로 높은 216분류군이 확인되었지만, 본 조사에서 보다는 적은 것으로 나타났다. 그 이유는 Lee *et al.* (2005)의 조사(2003년 6월~7월 사이 3회)가 짧은 기간 집중됨에 따라 이른 봄이나 가을에 확인할 수 있는 식물종이 확인되지 않았기 때문으로 판단된다. Ha *et al.* (2014) 및 Lee *et al.* (2017)은 전국 논을 대상으로 한 논 잡초 조사를 통하여 90분류군을 보고하였고, 하논보다 상당히 낮은 값을 나타냈다. 하지만 그들의 연구는 본 답만을 대상으로 하였기 때문에 본 연구 결과와의 단순 비교는 어려운 상황이다.

과별 분포현황을 살펴보면, 벼과(Gramineae)가 가장 많은 36분류군(16.0%)을 차지하였고, 다음으로 국화과(Compositae)가 29분류군(12.9%)으로 높게 나타났으며, 사초과(Cyperaceae)가 20분류군(8.9%), 콩과(Leguminosae)가 13분류군(5.8%), 마디풀과(Polygonaceae)가 11분류군(4.9%), 현삼과(Scrophulariaceae)가 9분류군(4.0%)으로 나타났다. 국내의 다른 습지에서도 사초과, 벼과, 마디풀과, 국화과가 높은 비율을 차지하는 것으로 보고하였다(Oh *et al.* 2009;

Park *et al.* 2011; Lee *et al.* 2013). 하논의 선행연구인 Lee *et al.* (2005)의 결과와 비교하면 본 연구에서 많이 출현한 벼과와 사초과가 그들의 연구에서는 각각 16분류군, 4분류군으로 상대적으로 적게 기록되었다. 이는 벼과와 사초과의 대부분 종들은 8월 이후에 개화 및 결실하기 때문에 Lee *et al.* (2005)의 조사 시(6월~7월)에 확인하지 못했을 가능성이 높은 것으로 판단된다.

## 2. 생활형

본 조사지역에서 출현한 225분류군에 대한 Raunkiaer의 휴면형 분석 결과, 일년생식물(Th)이 136분류군(60.4%)으로 가장 많이 조사되었으며, 다음으로 다년생수생식물(HH) 30분류군(13.3%), 반지중식물(H) 26분류군(11.6%), 지중식물(G) 14분류군(6.2%), 목본성식물(M, MM, N) 7분류군(3.1%) 순으로 나타났다(Table 2). 일반적으로 경작이 이루어지고 있는 발경작지에서도 주기적인 교란에 의해서 일년생식물이 높게 나타났다(Kim *et al.* 2015a). 하논에서도 휴경지를 제외한 나머지 지역에서는 벼농사를 위한 교란이 지속적으로 발생하기 때문에 일년생식물의 비율이 높은 것으로 판단된다. 하논의 휴경지에서는 골풀, 나도겨풀, 송이고랭이, 올챙이고랭이 등의 다년생식물이 우점하고 있었다. Shim *et al.* (2015)은 논 휴경 초기에는 일년생식물의 비율이 높지만, 휴경연차가 지남에 따라 일년생식물의 비율이 낮아지고 다년생식물의 비율이 증가하는 경향을 보고하였다. 수생식물은 총 57분류군이 확인되었으며, 이는 제주도에 분포하는 수생식물 99분류군(Kang *et al.* 2015)의 58%에 해당하는 것이다. 무제치늪, 용늪, 1100고지습지 등 산지습지의 수생식물 비율은 4.5~30.2%의 범위를 나타내므로(Park *et al.* 2011), 하논의 수생식물 비율은 매우 높다는 것을 알 수 있다. 하논에 수생식물이 다양할 수 있는 이유는 경작되고 있는 논, 휴경지, 수로, 둑(물방수) 등 다양한 수심을 가진 서식지유형을 포함하고 있기 때문으로 생각하며, 또한 다양한 휴경연차를 가진 휴경지 수생식물의 다양성을 높이는 원인으로 작용했을 것으로 판단된다.

번식형 중 지하기관형은 지하나 지상에 연결체를 만들지 않고 단립하는 R<sub>3</sub>식물이 142분류군(63.1%)으로 가장 많

**Table 1.** The family composition of vascular plants on Hanon paddy fields

Family name	No. of taxa	Ratio (%)
Gramineae 벼과	36	16.0
Compositae 국화과	29	12.9
Cyperaceae 사초과	20	8.9
Leguminosae 콩과	13	5.8
Polygonaceae 마디풀과	11	4.9
Scrophulariaceae 현삼과	9	4.0
Caryophyllaceae 석죽과	6	2.7
Cruciferae 십자화과	6	2.7
Euphorbiaceae 대극과	6	2.7
Labiatae 꿀풀과	6	2.7
Ranunculaceae 미나리아재비과	5	2.2
Umbelliferae 산형과	5	2.2
Solanaceae 가지과	5	2.2
Rubiaceae 꼭두선이과	4	1.8
Others	64	28.4
Total	121	100

**Table 2.** Dormancy form of vascular plants on Hanon paddy fields

Dormancy form*	Perennial							Annual		
	G	H	Ch	N	M	MM	HH	HH(Th)	Th	Th <sub>(w)</sub>
No. of taxa	14	26	12	4	2	1	30	27	59	50
Ratio (%)	6.2	11.6	5.3	1.8	0.9	0.4	13.3	12.0	26.2	22.2

\*Ch: Chamaephyte, G: Geophyte, H: Hemicyptophyte, HH: Hydatophyte, M: Microphanerophyte, N: Nanophanerophyte, MM: Megaphanerophyte, Th: Therophyte (summer annual), Th<sub>(w)</sub>: Therophyte (winter annual)

**Table 3.** Radicoid form of vascular plants on Hanon paddy fields

Radicoid form*	R <sub>2,3</sub>	R <sub>2,3(t)</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3(b)</sub>	R <sub>3(o)</sub>	R <sub>3(t)</sub>	R <sub>3(v)</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>5(o)</sub>	R <sub>5(s)</sub>	R <sub>(t)</sub>
No. of taxa	24	2	24	2	1	1	5	23	138	1	3	1
Ratio (%)	10.7	0.9	10.7	0.9	0.4	0.4	2.2	10.2	61.3	0.4	1.3	0.4

\*R<sub>2</sub>: moderate extent of rhizomatous growth, R<sub>3</sub>: narrowest extent of rhizomatous growth, R<sub>4</sub>: clonal growth by stolons and struck roots, R<sub>5</sub>: non-clonal growth (monophyte), R<sub>2,3</sub>: plant with rhizomatous mutation of R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub>, R(t): tuber, R(b), bulb type; R(v): vertical type, R(o), oblique type, R(s): succulent type.

**Table 4.** Disseminule form of vascular plants on Hanon paddy fields

Disseminule form*	D <sub>1</sub>	D <sub>1,2</sub>	D <sub>1,4</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>2,4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>3,2</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>
No. of taxa	37	2	45	14	5	19	1	102	0
Ratio (%)	16.4	0.9	20.0	6.2	2.2	8.4	0.4	45.3	0.0

\*D<sub>1</sub>: disseminated widely by wind or water, D<sub>2</sub>: disseminated attaching with or eaten by animals and man, D<sub>3</sub>: disseminated by mechanical propulsion of dehiscence of fruits, D<sub>4</sub>: having no special modification for dissemination, D<sub>5</sub>: not producing seeds, D<sub>1,2</sub>, D<sub>1,4</sub>, D<sub>2,4</sub>, or D<sub>3,2</sub>: plant with D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub>, D<sub>1</sub> and D<sub>4</sub>, D<sub>2</sub> and D<sub>4</sub>, or D<sub>3</sub> and D<sub>2</sub>.

**Table 5.** Growth form of vascular plants on Hanon paddy fields

Growth form*	No. of taxa	Ratio (%)
b	21	9.3
b-l	3	1.3
b-p	12	5.3
b-ps	6	2.7
e	47	20.9
l	10	4.4
l-b	6	2.7
l-p	1	0.4
p	3	1.3
p-b	5	2.2
p-e	2	0.9
p-ps	2	0.9
pr	15	6.7
ps	17	7.6
ps-b	2	0.9
r	9	4.0
t	49	21.8
t-p	7	3.1
e,b	5	2.2
n,r	2	0.9
t,e	1	0.4

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

이 출현하였고, 다음으로 근경이 짧게 분지하고 가장 좁은 범위의 연결체를 갖는 R<sub>3</sub>식물이 59분류군(26.2%)으로 많이 출현하였다(Table 3). 산포기관형은 특별한 산포기관이 없이 중력에 의해 모체 주변에 종자가 떨어져 번식하는 중력산포형(D<sub>4</sub>)을 가진 것이 102분류군(45.3%)으로 가장 많았고, 다음으로 종자가 가볍고 관모와 같은 부속체를 가지고 있어 바람이나 물에 의해 쉽게 산포되는 풍수산포형(D<sub>1</sub>)

을 가진 것이 37분류군(16.4%)을 차지하는 것으로 확인되었다(Table 4). 두 가지 산포형을 함께 가지는 조합형의 산포형은 53분류군(23.6%)으로 상당히 높게 나타났다. 특히, 풍수산포형과 중력산포형의 조합인 D<sub>1,4</sub>이 45분류군(20.0%)을 차지하였다. 이러한 결과는 발경작지 14.41% (Kim *et al.* 2015a), 산지초지 7.4% (Kim *et al.* 2017), 산림 8.05% (Kang *et al.* 2006)에 비하여 상당히 높은 것이다. 이러한 결과는 습지생태계의 특성으로 수생식물이 많이 출현하기 때문으로 판단된다. 대부분의 수생식물은 물에 의해 산포되는 풍수산포형을 기본으로 가지고 있으며, 추가적인 산포기관형을 가진다. 본 조사에서 확인된 수생식물 57분류군 중 68.4% (39분류군)가 두 가지 산포형을 가지고 있는 것으로 확인되었다(Appendix 1).

생육형은 줄기가 많이 모여 그루를 만드는 총생형(t)과 직립형(e)이 각각 49분류군(21.8%), 47분류군(20.9%)으로 높게 나타났다(Table 5). 발경작지(Kim *et al.* 2015a)에서는 직립형의 비율이 높는데 비하여, 휴경논(Na *et al.* 1996; Paik *et al.* 2009; Kim *et al.* 2010)의 경우는 본 연구결과와 동일하게 총생형의 비율이 높은 경향을 나타냈다. 줄기 하부에서 많은 가지가 갈라져 주축이 분명하지 않은 분지형(b)은 21분류군(9.3%)이지만, 분지형을 포함한 조합형(b-l, b-p, b-ps, l-b, p-b, ps-b, e,b)까지 고려하면 60분류군(26.7%)로 매우 높은 비율을 차지하고 있었다. 따라서, 크게 경작 중인 논과 휴경논으로 구성되어 있는 하논에 나타나는 식물상의 생활형은 Th-R<sub>5</sub>-D<sub>4</sub>-t로 나타낼 수 있다. 이러한 생활형 유형은 일반 휴경논과 같은 것으로 확인되었다(Na *et al.* 1996; Paik *et al.* 2009).

### 3. 특정식물

#### 1) 특산식물 및 희귀식물

한국특산식물(Korean endemic plants)은 우리나라 지역



Fig. 3. *Saururus chinensis* (Lour.) Baill. in Hanon paddy fields.

에서만 생육하는 고유식물이기 때문에 소중한 식물자원이지만, 본 조사에서는 확인되지 않았다. 국립수목원이 제정한 희귀식물에는 물질경이 (*Ottelia alismoides* (L.) Pers.), 창포 (*Acorus calamus* L.), 물잔디 (*Pseudoraphis ukishiba* Ohwi) 등 3과 3속 3종이 확인되었다. 약관심종 (Near Threatened; NT)에 속하는 물질경이는 모든 농수로에 출현하였지만 특히 하논 중앙에 동서로 연결되어 있는 물의 흐름이 느린 수로에서 많은 개체들이 확인되었다. 창포는 약관심종으로 하논 I구획의 휴경논에 군락을 형성하고 있었다. 취약종 (Vulnerable, VU)에 속하는 물잔디는 경작하는 논 논둑에서 소수 확인되었다. 하논의 선행연구에서는 이러한 희귀식물들이 없는 것으로 보고하였다 (Lee et al. 2005). 현재 제초제 사용 등 관행적으로 이루어지고 있는 벼농사가 친환경적으로 수행된다면 보다 풍부한 식물이 하논에 정착할 수 있을 것으로 생각한다.

## 2) 멸종위기식물

하논에 자생하는 멸종위기야생식물은 멸종위기야생생물 II급인 삼백초 (*Saururus chinensis* (Lour.) Baill.)로 1과 1속 1종이 확인되었다. 삼백초는 하논 I구획의 휴경논에 약 80 m<sup>2</sup> 면적에 집단으로 서식하고 있었다 (Fig. 3). 선행연구 (Lee et al. 2005)에서 확인되지 않았던 것으로 보아 휴경연차가 경과함에 따라 서식지 면적이 확대되고 있는 것으로 판단된다.

## 3) 귀화식물

본 조사지 하논에 출현한 총 255분류군 중 귀화식물은 15과 34속 41종 2변종으로 총 43분류군이었다 (Table 6). 하논의 귀화식물 중 국화과가 14분류군 (32.6%)으로 가장 많은 비중을 차지하였다. 우리나라 전체 귀화식물 (국가생물종지식정보시스템) 및 우리나라 발경작지에서도 국화과가 귀

화식물 중 가장 많은 분류군을 차지하는 것으로 나타났다 (Kim et al. 2016). 이러한 이유는 국화과 식물의 종자 생산력과 종자 산포능력이 높기 때문으로 판단된다. 하논의 도시화지수는 13.3%로 발경작지 30.7% (Kim et al. 2016a), 서울 중랑천 22.9% (Lee et al. 2002a), 창원 주남 습지 16.4% (Lee et al. 2013), 경상북도 해안사구 16.1% (Park et al. 2009), 광주광역시 도심하천 14.2% (Lim et al. 2004)보다 낮지만, 강원도 산지초지 3.7% (Kim et al. 2017), 밀양 산들늪 2.8% (You et al. 2009), 울산 무제치늪 1.3% (Park et al. 2011), 제주도 습은물뱅디 습지 0.9% (Ko et al. 2014) 보다는 훨씬 높게 나타났다. 하논의 귀화율은 16.9%로 서울 중랑천 29.3% (Lee et al. 2002a), 경상북도 해안사구 22.6% (Park et al. 2009), 남해안 간척지 19.3~36.4% (Kim et al. 2015b) 보다는 낮았지만 내륙 산림 3.0~4.4% (Lee et al. 2002b; You et al. 2003; Lim and Hwang 2006), 도서지역 6.8~9.2% (Jang et al. 2014; Kim et al. 2016b; Choi et al. 2017), 산지습지 0.8~3.4% (You et al. 2009; Park et al. 2011; Ko et al. 2014)에 비해서는 높은 수준이었다. 전반적으로 하논은 교란 정도가 낮은 지역보다 상대적으로 높은 도시화지수 및 귀화율을 나타냈으며, 이러한 이유는 영농활동이라는 규칙적인 교란뿐만 아니라 제주도의 높은 연평균기온에 의한 외래식물의 높은 정착 가능성도 중요하게 작용하였을 것으로 생각된다. 하논은 상대적으로 최근에 귀화한 귀화시기 3기인 분류군이 53.5%로 높게 나타났고, 희귀 또는 국지적으로 분포하는 귀화식물의 비율도 높게 나타났다 (Table 6). 현재까지 제주도 전체에서 확인된 귀화식물도 205분류군 (Yang 2007)으로 도시화지수가 63.7%로 매우 높은 것을 알 수 있다. 귀화도 측면에서 보면, 귀화도 1등급 (희귀하게 분포)이 5분류군, 2등급 (국지적으로 분포하고 개체수 적음)이 10분류군, 4등급 (국지적으로 분포하고 개체수 많음)이 12분류군으로 전체 귀화

Table 6. The list of naturalized plants on Hanon paddy fields

Family name Scientific name	Naturalized degree	Introduction period	Origin
Polygonaceae 마디풀과			
<i>Rumex crispus</i> L. 소리쟁이	5	1	Europe
<i>Rumex obtusifolius</i> L. 돌소리쟁이	3	2	Eurasia
Phytolacaceae 자리공과			
<i>Phytolacca americana</i> L. 미국자리공	3	3	North America
Caryophyllales 석죽과			
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. 유럽점나도나물	4	3	Europe
<i>Spergula arvensis</i> L. 들개미자리	1	3	Europe
Amaranthaceae 비름과			
<i>Amaranthus viridis</i> L. 청비름	2	2	Tropical America
Cruciferae 십자화과			
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br. 물냉이	4	2	Europe
Leguminosae 콩과			
<i>Astragalus sinicus</i> L. 자운영	2	1	Asia (China)
<i>Medicago polymorpha</i> L. 개자리	2	1	Europe
<i>Trifolium dubium</i> Sibth. 애기노랑토끼풀	4	3	Eurasia
<i>Trifolium repens</i> L. 토끼풀	5	1	Europe-North Africa
Geraniaceae 쥐손이풀과			
<i>Geranium carolinianum</i> L. 미국쥐손이	2	3	North America
Euphorbiaceae 대극과			
<i>Euphorbia maculata</i> L. 큰땅빈대	4	2	North America
<i>Euphorbia supina</i> Raf. 애기땅빈대	5	1	North America
Malvaceae 아욱과			
<i>Malva parviflora</i> L. 애기아욱	1	3	Europe
<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G.Don 국화잎아욱	1	3	Tropical America
<i>Sida spinosa</i> L. 공단풀	2	3	Tropical America
Onagraceae 바늘꽃과			
<i>Oenothera laciniata</i> Hill 애기달맞이꽃	4	3	North America
Convolvulaceae 메꽃과			
<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> A.Gray 둥근잎미국나팔꽃	2	3	Tropical America
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth 둥근잎나팔꽃	3	1	Tropical America
Solanaceae 가지과			
<i>Physalis angulata</i> L. 땅파리	4	1	Tropical America
<i>Solanum americanum</i> Mill. 미국까마중	2	3	North America
Scrophulariaceae 현삼과			
<i>Veronica arvensis</i> L. 선개불알풀	3	1	Eurasia
<i>Veronica persica</i> Poir. 큰개불알풀	5	2	Eurasia
Compositae 국화과			
<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> A.G.Jones 큰비짜루국화	5	3	Tropical America
<i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리	5	3	North America
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist 실망초	2	1	South America
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist 망초	5	1	North America
<i>Conyza sumatrensis</i> E.Walker 큰망초	4	2	South America
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore 주홍서나물	2	3	Africa
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F.Blake 털별꽃아재비	3	3	Tropical America
<i>Gnaphalium caviceps</i> Fernald 선풀솜나물	4	3	North America
<i>Gnaphalium japonicum</i> Thunb. 미국풀솜나물	1	3	North America
<i>Hypochaeris radicata</i> L. 서양금혼초	4	3	Europe
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill 큰방가지뚥	5	1	Europe
<i>Sonchus oleraceus</i> L. 방가지뚥	3	1	Europe
<i>Taraxacum officinale</i> Weber 서양민들레	5	1	Europe
<i>Xanthium canadense</i> Mill. 큰도꼬마리	4	3	North America
Gramineae 벼과			
<i>Alopecurus japonicus</i> Steud. 털독새풀	2	3	Asia (Japan)
<i>Bromus unioloides</i> Kunth 큰이삭풀	4	3	South America
<i>Hordeum pusillum</i> Nutt. 좁보리풀	1	3	North America
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx. 미국개기장	5	2	North America
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir. 큰참새피	4	3	South America

식물의 62.8%를 차지하였다. 이는 하늘에 출현한 귀화식물 중 연평균기온이 높은 제주도에 국지적으로 분포하는 종이 많다는 것을 의미한다. 반면에 강원도 산지초지에서는 전국적으로 분포하고 유입시기가 오래된 귀화식물의 비율이 높은 것으로 보고되었다(Kim *et al.* 2017). Lee *et al.* (2015)과 Nam *et al.* (2018)은 현재 제주도를 중심으로 한반도 내륙의 남부지역에 주로 분포하는 실망초, 큰망초, 서양금혼초가 미래에는 분포지역이 북상하고 분포면적도 확대될 것으로 전망하였다. 귀화식물의 원산지는 북아메리카가 13분류군으로 가장 많았고, 다음으로는 유럽 9분류군, 열대아메리카 8분류군 순으로 높게 나타났다(Table 6).

#### 4. 하늘 생태계 보전 방안

하늘 분화구를 야구전지훈련장으로 활용하겠다는 계획에 대한 반대를 시작으로 2002년부터 하늘 분화구 복원을 위한 많은 노력들이 있었다(Bowers *et al.* 2014). 이러한 노력들은 화구호(crater lake)가 있던 500여년 전으로 완벽하게 복원하는 것을 목표로 하고 있지만 현재까지 현실적 실천으로 이어지는 못하고 있다. 현재 하늘 분화구 내에는 약 15가구가 거주하고 있을 뿐만 아니라 현재 경작되고 있는 논과 휴경논을 포함하면 논 소유주가 100명이 넘기 때문에 하늘 분화구 복원 사업 추진에 어려움이 있는 것으로 판단된다(Jeong 2014b).

하늘 분화구를 훼손되기 전으로 완벽하게 복원하는 것은 많은 이해당사자들이 관계하고 상당한 금액의 재정적 지원이 이루어져야 되기 때문에 단기간에 실행되기는 어려울 것으로 생각된다. 따라서 현재의 상황을 조금이나마 개선할 수 있는 방향으로 시작을 하는 것이 타당할 것이다. 현 경작인이 벼농사를 시작하기 전 하늘 중앙부의 넓은 논에서는 마소를 방목하고 있었고, 그 분뇨에 의한 악취와 수질오염이 심하여 민원이 많이 발생했다고 한다(Jeong 2014b). 서귀포시에서는 현 경작인에게 농기계와 인력 등 많은 지원을 하여 하늘에서 벼농사를 할 수 있도록 함으로써 이러한 문제를 해결했다(Jeong 2014b). 이러한 선례를 따라, 현재 경관 생태학적 상황을 고려하여 적절한 조치를 취한다면, 하늘 생태계의 생물다양성을 높이고 관리도 효율적으로 할 수 있을 것으로 판단한다. 가장 먼저 요구되는 것은 현재 관행으로 재배되고 있는 벼농사를 친환경으로 전환하는 것이다. 논 생태계에서 친환경농업은 다양한 분류군의 생물다양성을 높인다는 국내외 많은 연구 결과들이 있다(Hesler *et al.* 1993; Bengtsson *et al.* 2005; Hole *et al.* 2005; Han *et al.* 2013; Kim *et al.* 2016c). 다음으로는 다양한 수심의 서식지를 유지해주는 것이다. 현재에도 하늘은 풍부한 수량으로 인하여 다

양한 수심과 유속을 가지는 미소서식지를 포함하고 있어 다양한 동식물이 서식하고 있지만, 하늘 내에 넓게 차지하고 있는 휴경논을 보다 계획적으로 다양한 수심의 상시 담수 지역으로 변경시키면 현재보다 더 높은 생물다양성을 유지할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만, 휴경논 일부지역의 멸종위기식물인 삼백초군락과 같이 중요한 생물자원은 훼손되지 않도록 현재 입지조건을 잘 유지하는 것도 중요하다.

또한, 국내외적으로 운영되고 있는 제도를 활용하는 방안도 좋을 것으로 생각한다. 유엔식량농업기구(FAO)에서는 농업의 생태계유지 및 식량안보, 환경보전 및 생물다양성 유지, 지역사회 전통문화 계승, 여가 및 관광자원 등의 기능을 포함한 농촌지역의 경쟁력과 삶의 질을 향상시키기 위하여 세계중요농업유산제도(Globally Important Agricultural Heritage Systems)를 운영하고 있다. 하늘의 경우에는 높은 생물다양성을 유지하고 있으며, 500년 이상의 역사가 문헌에 기록되어 있으며, 제주 올레길 7-1코스 및 천지연폭포의 발상지 등으로 이용되고 있어 경관생태학적, 사회문화적 가치가 매우 높다고 판단된다. 추가적으로 제주도에 현재 하늘에서만 유일하게 넓은 면적에서 벼를 재배하고 있다. 제주도에 생활하고 있는 학생이나 일반인들이 주식으로 하는 쌀을 생산하는 광경을 직접보고 체험할 수 있는 기회를 제공할 수 있다는 측면에서도 하늘의 벼농사가 제주도에서 유지되어야 할 하나의 이유가 될 것이다. 국내에서도 세계중요농업유산제도를 기초로 하여 마련된 국가중요농업유산제도가 있다(농림축산식품부 고시 제2012-285호). 현재 청산도 구들장 논, 제주 발담, 구례산수유 농업, 담양 대나무 밭, 금산 인삼 농업, 하동 전통 차 농업, 울진 금강송 산지 농업, 부안 양잠, 울릉도 화산섬 밭 농업 등 9개 지역이 지정되어 있다. 제주도 하늘은 국가중요농업유산으로 지정되기에 충분한 요건을 갖추고 있다고 판단된다.

## 적 요

국내 최대 규모의 마르형 분화구 내에 형성된 하늘은 제주도에서 유일하게 벼농사가 약 500년 동안 유지되고 있는 논 생태계이다. 이러한 하늘의 식물상 특성과 복원 방안을 파악하고자 2015년부터 2018년 사이 총 8회에 걸쳐 식물상을 조사하였다. 그 결과, 관속식물은 55과 151속 194종 1아종 26변종 4품종으로 총 225분류군으로 조사되었다. 과별 분포현황은 벼과가 가장 많은 36분류군을 차지하였고, 다음으로 국화과 29분류군, 사초과 20분류군, 콩과 13분류군, 마디풀과 11분류군으로 나타났다. 하늘에 출현한 식물의 생활형 조성은 일년생식물-단립식물-중력산포형-총생형(Th-R<sub>5</sub>-



D<sub>4-t</sub>)으로 나타났다. 희귀식물로는 물질경이 (*Ottelia alismoides* (L.) Pers.), 창포 (*Acorus calamus* L.), 물잔디 (*Pseudoraphis ukishiba* Ohwi) 3종이 확인되었다. 멸종위기야생식물은 멸종위기야생생물 II급인 삼백초 (*Saururus chinensis* (Lour.) Baill.) 1종이 확인되었다. 귀화식물은 15과 34속 41종 2변종으로 총 43분류군이 확인되었고, 도시화지수는 13.3%, 귀화율은 16.9%를 나타냈다. 현재 제주도 하논은 멸종위기야생식물, 희귀식물을 포함하여 높은 식물 다양성을 가지고 있을 뿐만 아니라, 제주도 유일의 벼농사 지역으로서 지속적으로 보전해야 할 충분한 경관생태적, 사회문화적 가치를 지니고 있다고 판단된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ013463 01) 및 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01249001)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## REFERENCES

- Bengtsson J, J Ahnström and AC Weibull. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42:261-269.
- Bowers K, ES Kim, YC Yang and SC Lee. 2014. A study on restoration plans of Jeju Hanon maar crater. *WEIS* 4:45-82.
- CBD. 2010. Decision X/34. online: [www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-34-en.pdf](http://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-34-en.pdf). Accessed on 8 October 2018.
- Choe LJ, KJ Cho, MS Han, MK Kim, SK Choi, HS Bang, J Eo, YE Na and MH Kim. 2016. Benthic macroinvertebrate biodiversity improved with irrigation ponds linked to a rice paddy field. *Entomol. Res.* 46:70-79.
- Cho HJ. 2008. The archaeology of early rice cultivation in Korean peninsula. Doctoral thesis, Chonnam National University.
- Choi KH, KS Yoon and JW Kim. 2006. Reconstruction of the volcanic lake in Hanon volcano using the spatial statistical techniques. *J. Korean Geogr. Soc.* 41:391-403.
- Choi YE, NS Lee and HR Kim. 2017. A study on the flora and vegetation of Myodo Island in Yeosu Si. *J. Kor. Island* 29:283-308.
- Chung CH, HI Yoon and SH Lee. 2004. Paleoclimatic implications of palynoflora from the quaternary sediments at Seogwipo, Jeju Island, Korea. *J. Korean Earth Sci. Soc.* 25:377-385.
- Ha HY, KS Hwang, SJ Suh, IY Lee, YJ Oh, J Park, JK Choi, EJ Kim, SH Cho, OD Kwon, IB Im, SK Kim, DG Seong, YJ Chung, WJ Lee, CS Kim, JE Park and KW Park. 2014. A survey of weed occurrence on paddy field in Korea. *Weed Turf. Sci.* 3:71-77.
- Han MS, HK Nam, KK Kang, M Kim, YE Na, HR Kim and MH Kim. 2013. Characteristics of benthic invertebrates in organic and conventional paddy field. *Korean J. Environ. Agric.* 32:17-23.
- Han MS, YE Na, HS Bang, MH Kim, MK Kim, KA Roh and JT Lee. 2007. The fauna of aquatic invertebrates in paddy field. *Korean J. Environ. Agric.* 26:267-273.
- Hesler LS, AA Grigarick, MJ Orazee and AT Palrange. 1993. Arthropod fauna of conventional and organic rice fields in California. *J. Econ. Entomol.* 86:149-158.
- Hole DG, AJ Perkins, JD Wilson, IH Alexander, PV Grice and AD Evans. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biol. Conserv.* 122:113-130.
- Jang KS, KH Lee, KW An, KS Baek, CJ Oh, HC Yu and JY Kim. 2014. The temporal variation of Songido's vascular flora. *J. Kor. Island* 26:129-150.
- Jeong G. 2014a. Historical geography of rice farming in Jeju Island: A case of Cheonjeyeon area. *J. Cult. Hist. Geogr.* 26:56-72.
- Jeong G. 2014b. Historical geography of rice farming in Jeju Island: A case of Hanon·Cheonjeyeon·Jongdal village area. Master thesis. Jeju National University.
- Kang DH, EY Yim and MO Moon. 2015. Flora of aquatic and wetland habitats on Jeju Island. *Korean J. Pl. Taxon.* 45:96-107.
- Kang SS, WK Paik, WT Lee, GJ Jang and KO Yoo. 2006. Flora and vegetation of Mt. Bokgyesan. *J. Environ. Ecol.* 20:208-226.
- Kariyama S and H Kobatake. 1988. Naturalized plants of Gagyu-zan, Takahashi-city, Okayama prefecture, Japan. *Bull. Kurashiki Mus. Nat. Hist.* 3:31-40.
- Kim CH, JH Choi and NS Lee. 2015b. A study on the flora and life form of the south coast main reclaimed land, Korea. *J. Kor. Island* 27:175-190.
- Kim HJ, DC Son, DH Lee, JS Han, SY Jung, S So, K Choi and HJ Kim. 2016b. Flora of vascular plants in Mueido (Incheon), Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 34:246-256.
- Kim MH, J Eo, SI Kwon and YJ Song. 2017. Flora and vegetation of hilly pasture in Daegwallyeong. *Korean J. Environ. Biol.* 35:398-412.
- Kim MH, KJ Cho, YJ Oh, D Yang, WJ Lee, S Park, SK Choi, J Eo, MK Kim and YE Na. 2016a. Life form and naturalization characteristics of naturalized plants in upland fields of

- South Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 34:63–72.
- Kim MH, LJ Choe, MS Han, SK Choi, YE Na, KK Kang and J Eo. 2016c. Effects of conventional and organic farming on ground-dwelling invertebrates in paddy levees. *Korean J. Org. Agric.* 24:539–556.
- Kim MH, MS Han, CM Choi, MP Jung, YE Na and KK Kang. 2010. Flora and life form of habitats for *Nannophya pygmaea* Rambur. *Korean J. Environ. Agric.* 29:206–213.
- Kim MH, MS Han, HK Nam, KK Kang and M Kim. 2012. Geological distribution of aquatic invertebrates living in paddy fields of South Korea. *Korean J. Soil Sci. Ferti.* 45:1136–1142.
- Kim MH, SK Choi, MK Kim, LJ Choe, SC Hong, GB Jung, KJ Cho, D Han, YJ Oh, WJ Lee, D Yang, S Park and YE Na. 2015a. Characteristics of flora on dry field margins in Korean peninsula. *Korean J. Environ. Agric.* 34:77–90.
- Ko SC, DC Son and BK Park. 2014. Flora of Sumeunmulbaengdui wetland in Jeju-do, Korea. *Korean J. Pl. Taxon.* 44:222–232.
- Lee IY, YJ Oh, J Park, JK Choi, EJ Kim, KW Park, SH Cho, OD Kwon, IB Im, SK Kim, DG Seong, CS Kim, J Lee, HA Seo and WS Kim. 2017. Occurrence characteristics of weed flora by regions and agro-climatic zonal in paddy fields of Korea. *Weed Turf. Sci.* 6:11–20.
- Lee KS, MG Cho, HS Moon and KS Jeon. 2013. The list of vascular plants at Junam wetland in Changwon city. *Korean J. Agric. For. Meteorol.* 15:67–75.
- Lee SC, BC Kim and YH Ahn. 2005. Fundamental study of Hanon wetland in Seogwipo city, Jeju Island: The case of natural environment, bird species and vascular plants. *J. Plant Environ.* 1:49–57.
- Lee TB. 1980. *Illustrated flora of Korea*. Hangmunsa Press. Seoul.
- Lee TB. 2003. *Coloured flora of Korea*. Hangmunsa Press. Seoul.
- Lee WT. 1996a. *Standard illustrations of Korean plants*. Academy Press. Seoul.
- Lee WT. 1996b. *Lineamenta florum Korea*. Academy Press. Seoul.
- Lee YH, YJ Oh, SH Hong, CS Na, YE Na, CS Kim and SI Sohn. 2015. Predicting the suitable habitat of invasive alien plant *Conyza bonariensis* based on climate change scenarios. *J. Clim. Res.* 6:243–248.
- Lee YM, SH Park and SS Jung. 2002a. Vegetational composition and flora of Jungnangcheon in Seoul. *Kor. J. Env. Eco.* 16:271–286.
- Lee YM, SS Kim, DK Cho and SS Jung. 2002b. The flora in Chungnyeongsan and Seorisan. *Kor. J. Env. Eco.* 16:104–123.
- Lim DO and IC Hwang. 2006. Exotic plants and conservation in Gayasan national park. *Kor. J. Env. Eco.* 20:281–288.
- Lim DO, YM Ryu and IC Hwang. 2004. An analysis of the environmental index and the distribution of naturalized plants in large rivers of downtown Gwangju metropolitan city. *Kor. J. Env. Eco.* 18:288–296.
- Na YE, KA Roh, SB Lee, MS Han and ME Park. 1996. Changes in soil chemical properties and vegetation succession in abandoned paddy ecosystem. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 29:199–206.
- Nam HK, YJ Song, SI Kwon, J Eo and MH Kim. 2018. Potential change in the distribution of seven agricultural indicator plant species in response to climate change at agroecosystem in South Korea. *Korean J. Ecol. Environ.* (in press).
- Numata M. 1970. *Illustrated plant ecology*. pp. 33–43. Ashakura Book Co. Tokyo, Japan.
- Numata M. 1975. *Naturalized plants*. pp. 1–160. Dai Nippon printing Co. Tokyo, Japan.
- Oh S, KL Zhin and SC Koh. 2009. Studies on flora of wetlands on Jeju city for application as nature exploration sites. *J. Environ. Sci.* 18:411–422.
- Oh YJ, YC Ku, JH Lee and YS Ham. 1981. Distribution of weed population in the paddy field in Korea 1981. *Kor. J. Weed Sci.* 1:21–29.
- Paik CH, GH Lee, JG Kang, YK Jeon, MY Choi and HY Seo. 2009. Plant flora and insect fauna in the fallow paddy fields of Jeonnam and Jeonbuk province. *Korean J. Appl. Entomol.* 48:285–294.
- Park JE, IY Lee, BC Moon, CS Kim, TS Park, ST Lim, JR Cho, SM Oh, YC Ku, IB Im and JB Hwang. 2002. Occurrence characteristics and dynamics of weed flora in paddy rice field. *J. Weed Sci.* 22:272–279.
- Park S, BR An, SY Jang and SJ Park. 2011. Diversity of Moojehineup's flora. *Korean J. Pl. Taxon.* 41:370–382.
- Park SJ, SJ Park and SW Son. 2009. The flora of coastal sand dune area in Gyeongsangbuk-do. *Kor. J. Env. Eco.* 23:392–410.
- Ramsar. 2008. Resolution X.31. online: [www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/res/key\\_res\\_x\\_31\\_e.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/res/key_res_x_31_e.pdf). accessed on 8 October 2018.
- Raunkiaer C. 1934. *Life form of plants and statistical plant geography*. Charendon Press. Oxford.
- Shim IS, JB Kim, YK Jung, IH Park, MH Kim, HS Shin and KJ Cho. 2015. Eco-floristic characters of vegetation in successional stages of abandoned paddy fields. *J. Korean Env. Res. Tech.* 18:29–41.
- Yang YH. 2007. Studies on the vegetation of naturalized plants in Jeju Island. *Kor. J. Weed Sci.* 27:112–121.
- Yatagai S, K Takemura, T Naruse, H Kitagawa, H Fukusawa,

- MH Kim and Y Yasuda. 2002. Monsoon changes and eolian dust deposition over the past 30,000 years in Cheju Island, Korea. *Trans. Japan. Geomorph. Union* 23:821–831.
- Yim YJ and ES Jeon. 1980. Distribution of naturalized plants in the Korean peninsula. *Korean J. Bot.* 23:69–83.
- Yoon SH, BG Lee and YK Sohn. 2006a. Geomorphic and geological characteristics and eruption process of the Hanon volcano, Jeju Island. *J. Geol. Soc. Korea* 42:19–30.
- Yoon SH, HI Yoon and SH Lee. 2006b. Sedimentary characteristics of Hanon crater-lake deposit and implications for paleo-environmental changes. *Korean J. Plant Environ.* 2:19–28.
- You JH, KH Park, SG Jung, KT Kim and WS Lee. 2009. Flora and restoration plan of Sandeul wetland in Mt. Jaeyak, Miryang-si, Korea. *J. Korean Env. Res. Tech.* 12:13–31.
- You JH, YH Jin, HW Jang, DW Lee, HB Yun, GY Lee and CH Lee. 2003. The flora of Mt. Baekwoon in Chungcheongbuk-do. *Kor. J. Env. Eco.* 17:210–223.

Received: 11 September 2018

Revised: 12 October 2018

Revision accepted: 15 October 2018

K C I

Appendix 1. The list of vascular plants on Hanon paddy fields in Jeju Island

Family name Scientific name	Life form <sup>*</sup>			
	DoF	RF	DF	GF
Dennstaedtiaceae 잔고사리과 <i>Deparia japonica</i> (Thunb.) M.Kato 진고사리	G	R <sub>2,3</sub>	D <sub>1</sub>	e
Dryopteridaceae 면마고 <i>Cyrtomium falcatum</i> (L.f.) C.Presl 도깨비쇠고비	H	R(t)	D <sub>1</sub>	t
Schizaeaceae 실고사리과 <i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw. 실고사리	H	R <sub>2,3</sub>	D <sub>1</sub>	l-p
Cannabaceae 삼과 <i>Humulus japonicus</i> Sieboid & Zucc. 환삼덩굴	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	l
Urticaceae 쑥기풀과 <i>Boehmeria pannosa</i> Nakai & Satake 왕모시풀 <i>Boehmeria spicata</i> (Thunb.) Thunb. 좁개잎나무	Ch Ch	R <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	e e
Polygonaceae 마디풀과 <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre 여뀌 <i>Persicaria hydropiper</i> var. <i>fastigiatum</i> Nakai 가는여뀌 <i>Persicaria japonica</i> (Meisn.) H.Gross ex Nakai 흰꽃여뀌 <i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre 흰여뀌 <i>Persicaria nodosa</i> (Pers.) Opiz 명아자여뀌 <i>Persicaria praetermissa</i> (Hook. f.) Hara 좁은잎미꾸리낚시 <i>Persicaria sagittata</i> (L.) H.Gross 미꾸리낚시 <i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H.Gross 고마리 <i>Rumex crispus</i> L. 소리쟁이 <i>Rumex japonicus</i> Hoult. 참소리쟁이 <i>Rumex obtusifolius</i> L. 돌소리쟁이	HH(Th) HH(Th) HH Th Th HH(Th) HH(Th) HH(Th) H H H	R <sub>4</sub> R <sub>4</sub> R <sub>2,3</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>4</sub> R <sub>4</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub>	D <sub>4,1</sub> D <sub>4,1</sub> D <sub>4,1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4,1</sub> D <sub>4,1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	e,b e,b e e,b e e b-l b-p ps ps ps
Phytolacaceae 자리공과 <i>Phytolacca americana</i> L. 미국자리공	G	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	e
Molluginaceae 석류풀과 <i>Mollugo pentaphylla</i> L. 석류풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-ps
Portulacaceae 쇠비름과 <i>Portulaca oleracea</i> L. 쇠비름	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
Caryophyllaceae 석죽과 <i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. 유럽점나도나물 <i>Sagina japonica</i> (Sw.) Ohwi 개미자리 <i>Spergula arvensis</i> L. 들개미자리 <i>Spergularia marina</i> (L.) Besser 갯개미자리 <i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi 벼룩나물 <i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop. 쇠별꽃	Th Th(w) Th(w) Th(w) Th(w) Th(w)	R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	b b b b b b
Chenopodiaceae 명아주과 <i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Makino 명아주 <i>Chenopodium album</i> var. <i>stenophyllum</i> Makino 가는명아주	Th Th	R <sub>5</sub> R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	e e
Amaranthaceae 비름과 <i>Achyranthes fauriei</i> H.Lév. & Vaniot 털쇠무릎 <i>Amaranthus viridis</i> L. 청비름	H Th	R <sub>5</sub> R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	e e
Ranunculaceae 미나리아재비과 <i>Clematis apiifolia</i> DC. 사위질빵 <i>Clematis terniflora</i> var. <i>mandshurica</i> (Rupr.) Ohwi 으아리 <i>Ranunculus cantoniensis</i> DC. 털개구리미나리 <i>Ranunculus quelpaertensis</i> (H.Lév.) Nakai 왜젓가락나물 <i>Ranunculus sceleratus</i> L. 개구리자리	N N H Th(w) HH(Thw)	R <sub>4</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub> R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub> D <sub>1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>1,4</sub>	l l ps ps ps
Saururaceae 삼백초과 <i>Saururus chinensis</i> (Lour.) Baill. 삼백초	HH	R <sub>2,3</sub>	D <sub>4,1</sub>	e

## Appendix 1. Continued

Family name Scientific name	Life form <sup>•</sup>			
	DoF	RF	DF	GF
Guttiferae 물레나물과				
<i>Hypericum laxum</i> (Blume) Koidz. 좁고추나물	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
<i>Triadenum japonicum</i> (Blume) Makino 물고추나물	G	R <sub>2-3</sub>	D <sub>4</sub>	e
Papaveraceae 양귀비과				
<i>Corydalis heterocarpa</i> Siebold & Zucc. 염주괴불주머니	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
Cruciferae 십자화과				
<i>Brassica napus</i> L. 유채	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	pr
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) L.W.Medicus 냉이	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	ps
<i>Cardamine flexuosa</i> With. 황새냉이	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	ps
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br. 물냉이	HH	R <sub>4</sub>	D <sub>1,4</sub>	pr
<i>Raphanus sativus</i> L. 무우	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	ps
<i>Rorippa palustris</i> (Leyss.) Besser 속속이풀	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	ps
Crassulaceae 돌나물과				
<i>Sedum bulbiferum</i> Makino 말뚝비름	Th(w)	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	b-p
Rosaceae 장미과				
<i>Potentilla anemonefolia</i> Lehm. 가락지나물	Ch	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	p-ps
<i>Rosa multiflora</i> Thunb. 찔레나무	N	R <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	e
<i>Rubus hirsutus</i> Thunb. 장딸기	N	R <sub>2-3</sub>	D <sub>2</sub>	e
Leguminosae 콩과				
<i>Aeschynomene indica</i> L. 자귀풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
<i>Astragalus sinicus</i> L. 자운영	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	b
<i>Glycine max</i> (L.) Merr. 콩	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	e
<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc. 돌콩	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	l-b
<i>Medicago polymorpha</i> L. 개자리	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	b
<i>Pisum sativum</i> L. 완두	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	e
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi 칩	Ch	R <sub>5(s)</sub>	D <sub>4</sub>	l-b
<i>Trifolium dubium</i> Sibth. 애기노랑토끼풀	Th	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	b
<i>Trifolium repens</i> L. 토끼풀	Ch	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	p
<i>Vicia angustifolia</i> var. <i>segetilis</i> (Thuill.) K.Koch. 샅갈퀴	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	l-b
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray 새완두	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	b-l
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb. 얼치기완두	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	l-b
<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i> (Ohwi) Ohwi & H.Ohashi 새팥	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	l
Oxalidaceae 팽이밥과				
<i>Oxalis corniculata</i> L. 팽이밥	Ch	R <sub>4</sub>	D <sub>3,2</sub>	p-b
Geraniaceae 쥐손이풀과				
<i>Geranium carolinianum</i> L. 미국쥐손이	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	ps-b
Euphorbiaceae 대극과				
<i>Acalypha australis</i> L. 깨풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	e
<i>Euphorbia helioscopia</i> L. 등대풀	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	e
<i>Euphorbia maculata</i> L. 큰땅빈대	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	e,b
<i>Euphorbia humifusa</i> Willd. ex Schltld. 땅빈대	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	e,b
<i>Euphorbia supina</i> Raf. 애기땅빈대	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>3</sub>	b-p
<i>Mallotus japonicus</i> (L.f.) Müll.Arg. 예덕나무	MM	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
Callitrichaceae 별이끼과				
<i>Callitriche palustris</i> L. 물별이끼	HH(Th)	R <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	b-p
Celastraceae 노박덩굴과				
<i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> (Siebold & Miq.) Rehder 줄사철나무	M	R <sub>5</sub>	D <sub>2,4</sub>	l
Malvaceae 아욱과				
<i>Malva parviflora</i> L. 애기아욱	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G.Don 국화잎아욱	Th(w)	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	p-e

## Appendix 1. Continued

Family name Scientific name	Life form <sup>*</sup>			
	DoF	RF	DF	GF
<i>Sida spinosa</i> L. 공단풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
Lythraceae 부처꽃과				
<i>Rotala indica</i> (Willd.) Koehne 마디꽃	HH(Th)	R <sub>4</sub>	D <sub>1,4</sub>	p-b
<i>Rotala leptopetala</i> var. <i>littorea</i> (Miq.) Koehne 물마디꽃	HH(Th)	R <sub>4</sub>	D <sub>1,4</sub>	p-b
Onagraceae 바늘꽃과				
<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb. 여뀌바늘	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	e
<i>Oenothera laciniata</i> Hill 애기달맞이꽃	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4,1</sub>	pr
Violaceae 제비꽃과				
<i>Viola mandshurica</i> W.Becker 제비꽃	H	R <sub>3(v)</sub>	D <sub>3</sub>	r
<i>Viola patrinii</i> Ging. 흰제비꽃	H	R <sub>3(v)</sub>	D <sub>3</sub>	r
<i>Viola verecunda</i> A. Gray 콩제비꽃	H	R <sub>3(v)</sub>	D <sub>3</sub>	b-ps
Cucurbitaceae 박과				
<i>Actinostemma lobatum</i> (Maxim.) Maxim. ex Franch. & Sav. 푸경덩굴	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	l
<i>Trichosanthes kirilowii</i> var. <i>japonica</i> Kitam. 노랑하늘타리	G	R <sub>5(o)</sub>	D <sub>2,4</sub>	l
Umbelliferae 산형과				
<i>Angelica acutiloba</i> (Siebold & Zucc.) Kitag. 왜당귀	G	R <sub>5(s)</sub>	D <sub>4</sub>	ps
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb. 병풀	Ch	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	p
<i>Hydrocotyle maritima</i> Honda 선피막이	Ch	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	p
<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. 미나리	HH	R <sub>4</sub>	D <sub>1,4</sub>	p-ps
<i>Torilis scabra</i> (Thunb.) DC. 개사상자	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	ps
Primulaceae 앵초과				
<i>Lysimachia japonica</i> Thunb. 좁가지풀	H	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	p-b
Rubiaceae 꼭두선이과				
<i>Galium dahuricum</i> var. <i>tokyoense</i> (Makino) Cufod. 흰갈퀴	H	R <sub>2,3</sub>	D <sub>2</sub>	e
<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i> (Wallr.) Hayek 갈퀴덩굴	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	b-l
<i>Hedyotis diffusa</i> Willd. 백운풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr. 계요등	Ch	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	l-b
Convolvulaceae 메꽃과				
<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriscula</i> A. Gray 둥근잎미국나팔꽃	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	l
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth 둥근잎나팔꽃	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	l
Boraginaceae 지치과				
<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevir.) Benth. ex Hemsl. 꽃마리	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
Labiatae 꿀풀과				
<i>Ajuga decumbens</i> Thunb. 금창초	H	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-ps
<i>Lamium album</i> var. <i>barbatum</i> (Siebold & Zucc.) Franch. & Sav. 광대수염	G	R <sub>2,3</sub>	D <sub>4</sub>	e
<i>Lamium amplexicaule</i> L. 광대나물	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
<i>Lycopus lucidus</i> Turcz. ex Benth. 십싸리	HH	R <sub>2,3</sub>	D <sub>4</sub>	e
<i>Mentha piperascens</i> (Malinv.) Holmes 박하	G	R <sub>2,3</sub>	D <sub>4</sub>	e
<i>Stachys japonica</i> Miq. 석잠풀	H	R <sub>2,3</sub>	D <sub>4</sub>	e
Solanaceae 가지과				
<i>Capsicum annuum</i> L. 고추	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>2,4</sub>	e
<i>Physalis angulata</i> L. 땅파리	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	b
<i>Solanum americanum</i> Mill. 미국까마중	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	b
<i>Solanum melongena</i> L. 가지	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	e
<i>Solanum nigrum</i> L. 까마중	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	b
Scrophulariaceae 현삼과				
<i>Limnophila aromatica</i> (Lam.) Merr. 소엽풀	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.Muell. 외풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
<i>Lindernia micrantha</i> D.Don 논뚝외풀	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	b-p
<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Philcox 밭뚝외풀	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	b-p

## Appendix 1. Continued

Family name	Scientific name	Life form <sup>•</sup>			
		DoF	RF	DF	GF
	<i>Mazus pumilus</i> (Burm.f.) Steenis 주름잎	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-ps
	<i>Mazus pumilus</i> f. <i>albiflorus</i> Y.Lee 흰주름잎	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-ps
	<i>Veronica arvensis</i> L. 선개불알풀	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
	<i>Veronica peregrina</i> L. 문모초	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
	<i>Veronica persica</i> Poir. 큰개불알풀	Th(w)	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	p-b
Plantaginaceae	질경이과				
	<i>Plantago major</i> var. <i>japonica</i> (Franch. & Sav.) Miyabe 왕질경이	H	R <sub>3(o)</sub>	D <sub>2,4</sub>	r
Caprifoliaceae	인동과				
	<i>Lonicera japonica</i> Thunb. 인동덩굴	M	R <sub>3</sub>	D <sub>2,4</sub>	l-b
Campanulaceae	초롱꽃과				
	<i>Lobelia chinensis</i> Lour. 수염가래꽃	H	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	p-e
	<i>Wahlenbergia marginata</i> (Thunb.) A.DC. 애기도라지	H	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b
Compositae	국화과				
	<i>Artemisia princeps</i> Pamp. 쑥	Ch	R <sub>2-3</sub>	D <sub>4</sub>	pr
	<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> A.G.Jones 큰비짜루국화	Th	R <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	e
	<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda 쑥부쟁이	Ch	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	pr
	<i>Bidens bipinnata</i> L. 도깨비바늘	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	e
	<i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>1,2</sub>	e
	<i>Bidens tripartita</i> L. 가막사리	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,2</sub>	e
	<i>Centipeda minima</i> (L.) A.Br. & Asch. 중대가리풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-p
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist 실망초	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist 망초	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Conyza sumatrensis</i> E.Walker 큰망초	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore 주홍서나물	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	e
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L. 한련초	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	e
	<i>Farfugium japonicum</i> (L.) Kitam. 털머위	G, Ch	R <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	ps
	<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F.Blake 털별꽃아재비	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e
	<i>Gnaphalium affine</i> D.Don 떡쑥	Ch	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	ps-b
	<i>Gnaphalium calviceps</i> Fernald 선풀솜나물	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	b
	<i>Gnaphalium japonicum</i> Thunb. 미국풀솜나물	Th,Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge 지칭개	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Hypochaeris radicata</i> L. 서양금혼초	H	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Lactuca indica</i> L. 왕고들빼기	Th,Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Lactuca indica</i> f. <i>indivisa</i> (Makino) Hara 가는잎왕고들빼기	Th,Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Lactuca sativa</i> L. 상추	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	ps
	<i>Lapsanastrum apogonoides</i> (Maxim.) J.H.Pak & K.Bremer 개보리뽕이	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-ps
	<i>Picris hieracioides</i> var. <i>koreana</i> Kitam. 쇠서나물	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	ps
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill 큰방가지뚱	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Sonchus oleraceus</i> L. 방가지뚱	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	pr
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber 서양민들레	H	R <sub>3(v)</sub>	D <sub>1</sub>	r
	<i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst. 민들레	H	R <sub>3(v)</sub>	D <sub>1</sub>	r
	<i>Xanthium canadense</i> Mill. 큰도꼬마리	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>2</sub>	e
Hydrocharitaceae	자라풀과				
	<i>Hydrilla verticillata</i> (L.f.) Royle 검정말	HH	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	e
	<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers. 물질경이	HH	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	r
Potamogetonaceae	가래과				
	<i>Potamogeton crispus</i> L. 말즘	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1</sub>	e
	<i>Potamogeton cristatus</i> Regel & Maack 가는가래	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1</sub>	e
Liliaceae	백합과				
	<i>Allium cepa</i> L. 양파	G	R <sub>3(b)</sub>	D <sub>4</sub>	r

## Appendix 1. Continued

Family name Scientific name	Life form <sup>*</sup>			
	DoF	RF	DF	GF
<i>Allium fistulosum</i> L. 파	G	R <sub>3</sub> (b)	D <sub>4</sub>	r
Dioscoreaceae 마과				
<i>Dioscorea japonica</i> Thunb. 참마	G	R <sub>5</sub> (s)	D <sub>1</sub>	l
Pontederiaceae 물옥잠과				
<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> (Roxb.) Solms 물달개비	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	ps
Iridaceae 붓꽃과				
<i>Iris pseudacorus</i> L. 노랑꽃창포	G	R <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	ps
Juncaceae 골풀과				
<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> Buchenau 골풀	HH	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
<i>Juncus leschenaultii</i> Gay ex Laharpe 참비녀골풀	HH	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
<i>Juncus setchuensis</i> var. <i>effusoides</i> Buchenau 푸른갯골풀	HH	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
Commelinaceae 닭의장풀과				
<i>Aneilema keisak</i> (Hassk.) Hand.-Mazz. 사마귀풀	HH(Th)	R <sub>4</sub>	D <sub>1,4</sub>	b-p
<i>Commelina communis</i> L. 닭의장풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-p
Gramineae 벼과				
<i>Agropyron ciliare</i> (Trin.) Franch. 속털개밀	TH(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol. 독새풀	TH(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
<i>Alopecurus japonicus</i> Steud. 털독새풀	TH(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino 조개풀	TH	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	b-p
<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fernald 개피	HH(Thw)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
<i>Bromus pauciflorus</i> (Thunb.) Hack. 꼬리새	G	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t-p
<i>Bromus unioloides</i> Kunth 큰이삭풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Coix lacryma-jobi</i> var. <i>ma-yuen</i> (Rom.Caill.) Stapf 울무	G	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel. 바랭이	Th	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	t-p
<i>Digitaria radicata</i> (Presl) Miq. 좁바랭이	Th	R <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>	t-p
<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>oryzicola</i> (Vasinger) Ohwi 물피	H	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv. 돌피	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t-p
<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>praticola</i> Ohwi 좁돌피	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t-p
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. 왕바랭이	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Eragrostis japonica</i> (Thunb.) Trin. 각시그렁	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Eragrostis multicaulis</i> Steud. 비노리	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Glyceria acutiflora</i> Torr. 옥절보리풀	HH	R <sub>4</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
<i>Hordeum pusillum</i> Nutt. 좁보리풀	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Hordeum vulgare</i> L. 보리	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Isachne globosa</i> (Thunb.) Kuntze 기장대풀	H	R <sub>2,3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t-p
<i>Leersia japonica</i> (Honda) Honda 나도겨풀	HH	R <sub>2,3</sub>	D <sub>4</sub>	t-p
<i>Lolium perenne</i> L. 가는보리풀	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A.Camus 나도바랭이새	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-p
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> (Andersson) Rendle 억새	H	R <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	t
<i>Oryza sativa</i> L. 벼	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx. 미국개기장	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	b-p
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir. 큰참새피	H	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud. 참새피	H	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Poa annua</i> L. 새포아풀	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud. 쇠돌피	Th(w)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
<i>Pseudoraphis ukishiba</i> Ohwi 물잔디	HH	R <sub>2,3</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv. 금강아지풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv. 강아지풀	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench 수수	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
<i>Zea mays</i> L. 옥수수	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	e



Appendix 1. Continued

Family name	Scientific name	Life form <sup>•</sup>			
		DoF	RF	DF	GF
Araceae 천남성과	<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Turcz. ex Stapf 줄	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1</sub>	t
	<i>Acorus calamus</i> L. 창포	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>4</sub>	r
Lemnaceae 개구리밥과	<i>Lemna perpusilla</i> Torr. 좁개구리밥	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	n,r
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Sch. 개구리밥	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	n,r
Typhaceae 부들과	<i>Typha angustifolia</i> L. 애기부들	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1</sub>	t
	<i>Typha orientalis</i> C.Presl 부들	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1</sub>	t
Cyperaceae 사초과	<i>Carex dimorpholepis</i> Steud. 이삭사초	H	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Carex dispalata</i> Boott 샷갓사초	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1</sub>	t
	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb. 파대가리	HH	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t,e
	<i>Cyperus difformis</i> L. 알방동사니	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Cyperus iria</i> L. 참방동사니	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
	<i>Cyperus microiria</i> Steud. 금방동사니	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
	<i>Cyperus sanguinolentus</i> Vahl 방동사니대가리	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Cyperus serotinus</i> Rottb. 너도방동사니	HH	R <sub>3(t)</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Cyperus tenuispica</i> Steud. 우산방동사니	Th	R <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	t
	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult. 원산쇠털골	HH	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Eleocharis acicularis</i> f. <i>longiseta</i> (Svenson) T.Koyama 쇠털골	HH	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Eleocharis attenuata</i> f. <i>laeviseta</i> (Nakai) H.Hara 참바늘골	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Eleocharis congesta</i> D.Don 바늘골	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Eleocharis kuroguwai</i> Ohwi 올방개	HH	R <sub>2-3(t)</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Eleocharis mamillata</i> var. <i>cyclocarpa</i> Kitag. 물꼬챙이골	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl 바람하늘지기	HH(Th)	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Scirpus juncoides</i> var. <i>hotarui</i> (Ohwi) Ohwi 올챙이고랭이	HH	R <sub>5</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Scirpus lineolatus</i> Franch. & Sav. 제주올챙이골	HH	R <sub>2-3(t)</sub>	D <sub>1,4</sub>	t
	<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>creber</i> (Fern.) T.Koyama 큰고랭이	HH	R <sub>2-3</sub>	D <sub>1,4</sub>	e
	<i>Scirpus triangulatus</i> Roxb. 송이고랭이	HH	R <sub>3</sub>	D <sub>1,4</sub>	t

<sup>•</sup>DoF: dormancy form, RF: radicaid form, DF: disseminule form, GF: growth form