

Research Article

Open Access

전라도 밭경작지의 서식처 유형별 식물상 특성

조광진,¹ 김명현,^{1*} 김민경,¹ 나영은,¹ 오영주,² 최락중¹

¹농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화생태과, ²(주)미래환경생태연구소

Ecological Characteristics of Vascular Plants by Habitat Types of Dry Field in Jeolla-do, Korea

Kwang-Jin Cho,¹ Myung-Hyun Kim,^{1*} Min-Kyeong Kim,¹ Young-Eun Na,¹ Young-Ju Oh² and Lak-Jung Choe¹
(¹Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea, ²Institute for Future Environmental Ecology Co., Ltd, Suwon, 441-853, Korea)

Received: 29 April 2014 / Revised: 5 June 2014 / Accepted: 17 June 2014
Copyright © 2014 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

BACKGROUND: According to the types of human interference, there are various plants that have strong vitality and ability to breed in the dry field. Recently, climate change alters the geographical distribution and phenology of the plant species. So, we need to understand present occurrence pattern and ecological characteristics of these plants.

METHODS AND RESULTS: The plant species data were obtained from 8 regions in Jeolla-do. Flora investigation was done from May 2013 to September 2013. Habitat type of dry field in Jeolla-do was classified into 3 types (inside of dry field: IDF, embankment around the end of a dry field: EDF, levee slope of dry field: LS). The vascular plants of study area were listed 296 taxa which contain 68 families, 203 genera, 244 species, 43 varieties and 9 forms. The vascular plants of three different habitat types were IDF 174 taxa, EDF 249 taxa and LS 136 taxa. The occurrence rate of Therophyte was arranged by the order of IDF(67.6%), EDF(51.9%), LS(54.3%). Naturalized

rate was analysed as IDF 27.9%, EDF 21.0%, LS 18.6%. Urbanization index was analysed as IDF 11.8%, EDF 13.7%, LS 10.0%.

CONCLUSION: With these results, we found that three habitat types were ecological difference affected by the human impacts. Also, we found environmental indicators through the ecological characteristics of flora for the type of habitat of dry field. These indicators will help assess the agriculture environmental variability and the floral change according to the climate change in dry field.

Key words: Dry field, Flora, Human impact, Life form, Naturalized rate, Urbanization Index

서론

밭경작지는 논경작지, 과수원과 더불어 인위적인 관리에 의해 유지되는 대상식생의 한 형태(Kim, 2004)로 경작되는 작물의 종류와 인간간섭의 강도에 따라 강한 생활력과 번식력을 갖고 공존하는 여러 유형의 식물군이 발달한다(Song, 1997). 이렇게 발달하는 식물군은 인간이 원하지 않는 곳에 생육하는 잡초들로 이루어져 있으며 잡초와 작물은 주어진 환경 속에서 다양한 수준에서 다양한 방식으로 상호작용한다(Carroll *et al.*, 1990). 밭경작지에는 높은 온도와 건조한 토

*교신저자(corresponding author): Myung-Hyun Kim
Phone: +82-31-290-0234; Fax: +82-31-290-0206;
E-mail: wildflower@korea.kr

양환경에 적응한 식물종들의 구성비가 높으며 귀화식물의 유입이 양호하다(Cho *et al.*, 2013). 또한, 논경작지와 달리 담수에 따른 수분스트레스가 적어 논경작지에 비해 잡초의 발생이 다양하며 최근 나타나는 온도상승으로 인한 기후변화에 따라 잡초의 발생양상이 달라질 것으로 예측되고 있기 때문에 발경작지에 생육하는 식물종의 현황과 생태적 특성을 이해할 필요가 있다.

발경작지에 생육하는 식물종에 대한 국내 보고는 1980년 중반까지 극히 제한된 몇몇 조사를 통해 232종~392종이 기재되었고(Ryang *et al.*, 1984), 1990년 전국의 발경작지를 대상으로 한 연구에서 122종의 식물이 보고되었으며(Chang *et al.*, 1990), 최근 연구조사에서는 112종(Park *et al.*, 2003), 218종(Cho *et al.*, 2013) 등이 보고되어 있어 연구자마다 조금씩 차이가 있는 것으로 나타났다.

한편, 경작지와 같이 인간의 간섭과 관리가 지속적으로 가해지고 있는 입지환경조건일지라도 교란된 군락구조에서도 균질성을 지닌 식물군락이 형성되고, 이러한 식물군락은 미묘한 종 조성의 차이에 의해 서식처의 환경조건을 반영한다(Kim, 2004). 그러므로 경작지를 조사할 경우, 미지형적 서식처 유형에 따라 식물종을 구분하여 조사할 필요가 있다. 일본에서는 논경작지를 조사함에 있어 논중앙(center of paddy), 논가장자리(edge of paddy), 논사면(levee slope)을 구분하고 있으며(Ohkuro *et al.*, 1996), Kim(2004)은 논경작지 식생에 대한 식생조사구 설치 시 논둑을 논둑상부와 비탈면, 논바닥까지 매우 세부적으로 구분하여 조사하도록 권하고 있다. 국내에서 농업지대를 선형과 비선형 비오톱 유형으로 구분하여 연구한 사례(Oh, 2004)는 있으나 발경작지의 서식처유형을 세부적으로 구분하여 식물상 조사를 수행한 연구는 이루어진 바 없다. 따라서 본 연구에서는 전라도 지역의 발경작지를 대상으로 서식처 유형을 구분하고 서식처 유형에 따라 생육하고 있는 식물종의 종조성 및 생태적 특성 등을 분석하여 향후 경작활동변화에 따른 농업환경변동성을 모니터링하는데 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

조사지역

연구지역은 전라남도 영광군 군서면, 영암군 미암면, 진도군 군내면, 해남군 화원면의 4개 지역과 전라북도 고창군 대산면, 김제시 금구면, 임실군 신덕면, 정읍시 감곡면의 4개 지역에 분포하고 있는 발경작지를 대상으로 수행하였다(Table 1). 세부적인 조사범위는 각 지역별로 동일한 경계로 구분되어 있는 5개 이상의 발경작지가 인접해 위치하고 있으면서 총 면적이 1ha(10,000 m²) 이상이 되는 곳을 선정하여 총 63개 구획을 조사하였다.

서식처 유형 및 조사범위 구분

발경작지는 주변토지이용 형태에 따라 다양한 형태로 세분할 수 있다. 즉, 밭은 비교적 넓은 면적을 차지하는 산지, 논,

과수원 등과 인접해 있을 수 있으며, 폭이 좁은 밭둑, 도로, 수로 등으로 경계 지어질 수 있다. 또한, 지형적 높낮이차로 인해 넓은 면적의 경사면이 형성되기도 한다. 따라서 이러한 분포특성을 고려하여 공통적으로 형성될 수 있는 세부 서식처유형을 발내부(inside of dry field: IDF), 밭둑(embankment around the end of a dry field: EDF), 발경사면(levee slope of dry field: LS)으로 구분하고 이들 서식처 유형별로 식물상을 조사하였다.

각 필지에 포함되는 서식처 유형에 대한 조사범위 기준은 Fig. 1의 모식도와 같다. 여기에서는 조사지 밭과 인접한 주변 토지이용 유형에 따라 5가지 필지유형(division type)으로 구분되었다. Division A type(이하 A type)은 산지와 인접해 있고 폭이 좁은(너비 2 m 이하) 밭둑으로 경계지어진 필지유형으로 서식처유형은 발내부와 밭둑으로 세분되며, 밭둑의 조사범위는 산지와 인접한 경사면하부 30 cm에서부터 밭가장자리 30 cm범위 그리고 폭이 좁은 밭둑 전체와 밭둑과 인접한 밭가장자리 30 cm범위이다. Division B type은 폭이 좁은 밭둑과 폭이 넓은 밭둑(너비 2 m 초과)으로 경계지어진 필지유형으로 서식처유형은 A type과 같이 발내부와 밭둑으로 세분되며, 밭둑의 조사범위는 A type에서 조사된 밭둑전체와 밭둑과 인접한 밭가장자리 30 cm범위 그리고 폭이 넓은 밭둑과 인접한 밭가장자리 30 cm범위에서부터 폭은 넓은 밭둑상부 30 cm까지이다.

Division C type(이하 C type)은 폭이 넓은 밭둑과 수로 형태의 경사면으로 경계지어진 필지유형으로 서식처유형은 발내부와 밭둑, 발경사면으로 구분되며, 밭둑의 조사범위는 폭이 넓은 밭둑의 상부 30 cm에서 밭둑과 인접한 밭가장자리 30 cm범위와 발경사면과 인접한 밭가장자리 30 cm범위에서 발경사면상부 30 cm범위이다. 수로형태의 발경사면의 조사범위는 상부 30 cm아래에서 경사면 하부까지이다. Division D type은 수로형태의 경사면과 단차에 의해 발생한 경사면으로 경계지어진 필지유형으로 서식처유형은 발내부, 밭둑, 발경사면으로 세분되며, 밭둑의 조사범위는 경사면상부 30 cm에서 경사면과 인접한 밭가장자리 30 cm범위이며, 수로형태의 발경사면은 C type과 같고 단차에 의해 발생한 발경사면은 상부 30 cm아래에서 하부 30 cm 윗부분까지이다. 마지막으로 단차에 의해 발생한 발경사면과 인접한 Division E type의 서식처유형은 발내부와 밭둑으로 세분되며, 밭둑은 경사면과 인접한 경사면하부 30 cm에서부터 밭가장자리 30 cm범위이다. 한편, 밭둑의 조사범위 30 cm는 현장조사시 경작 및 관리를 목적으로 주기적인 통행이 이루어져 답압에 의해 발내부 식생과는 뚜렷히 구분되는 곳의 최소범위이며, 인위적인 간섭이 빈번한 곳에서는 경우에 따라 30 cm 이상이 될 수도 있다.

식물조사 및 분석

식물조사는 2013년 5월-9월까지 2차례에 걸쳐 수행하였으며, 출현종은 도별로 이동하면서 육안으로 확인하였다. 조사 지역에서 미동정된 식물은 채집하여 실험실에서 식물도감(Lee, 1996a; Lee, 2003; Park, 2009)을 이용하여 동정하였다. 식

Table 1. Location and geographical data of survey sites

	Region	Latitude and longitude	No. of division	Survey area(m ²)
Jeonnam	Mangok-ri, Gunseo-myeon, Yeonggwang-gun	N 35 16' 57" E 126 28' 18"	9	12,950
	Sinhan-ri, Miam-myeon, Yeongam-gun	N 34 42' 23" E 126 32' 07"	6	13,370
	Wolga-ri, Gunnae-myeon, Jindo-gun	N 34 30' 23" E 126 16' 33"	7	14,734
	Yeongho-ri, Hwawon-myeon, Haenam-gun	N 34 41' 47" E 126 19' 28"	6	15,317
Jeonbuk	Yeondong-ri, Daesan-myeon, Gochang-gun	N 35 19' 38" E 126 33' 20"	5	35,133
	Hasin-ri, Geumgu-myeon, Gimje-si	N 35 47' 07" E 126 58' 58"	8	13,507
	Samgil-ri, Sindeok-myeon, Imsil-gun	N 35 39' 54" E 127 08' 45"	15	17,482
	Banggyo-ri, Gangok-myeon, Jeongeup-si	N 35 42' 34" E 126 55' 27"	7	21,517

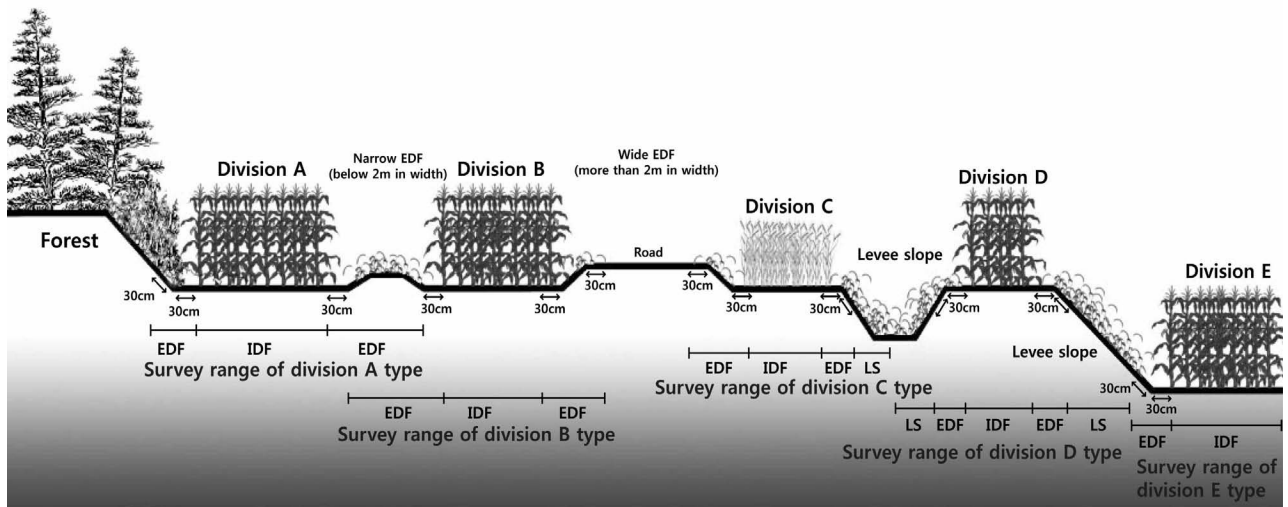
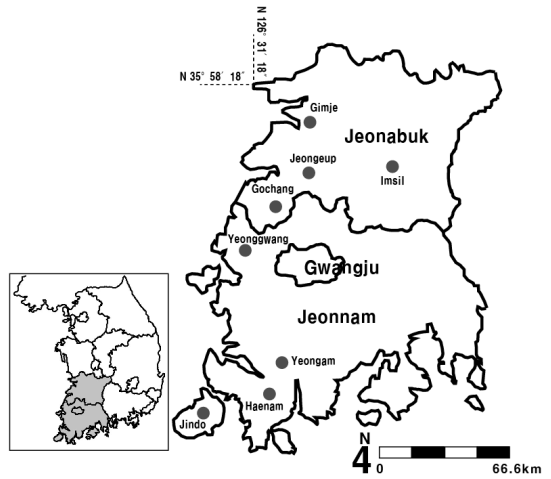


Fig. 1. The diagram of survey range by division types.
 IDF, inside of dry field; EDF, embankment around the end of a dry field; LS, Levee slope of dry field

물명은 국가표준식물목록(Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea, 2007)을 기준으로 하였으며 식물상 목록은 과(family)이하의 계급으로 배열하여 가나다순으로 정리하였으며, 학명은 알파벳순으로 나열하였다. 각 서식처유형에 출현한 식물종의 기여도는 전체 조

사지점 가운데 특정식물이 출현한 조사지점수로 표현되는 상재도(constancy degree; CD(%)) = $(ni/N) \times 100$, ni: 특정 서식처에서 i종이 출현한 조사지점수, N: 특정 서식처의 전체 조사지점 수)를 분석하였으며 이는 각 서식처유형에 출현한 식물종의 질적 기여도를 나타낸다.

생태식물상 분석

조사지역에 생육하는 식물종의 생태적 특성을 파악하기 위하여 라운키에르 생활형(Raunkiaer life-form; Raunkiaer, 1934), 번식전략(invasion strategy) 그리고 귀화식물을 활용한 귀화율(Numata, 1975), 도시화지수(Yim and Jeon, 1980)를 분석하였다. 도시화지수 산정시 국내 귀화식물의 종수는 321종(Lee *et al.*, 2011)으로 하였다. 번식전략은 침투(infiltration), 인해전술(phalanx), 게릴라전략(guerrilla)으로 구분 할 수 있으며(Wilson and Lee, 1989; Kim and Lee, 2006), Lee(1996b)가 기재한 식물의 지하부 형태에 따라 R₂와 R₃는 인해전술형, R₁과 R₄는 게릴라형, R₅는 침투형으로 구분하였다. 생활형에서 1년생식물(Th: therophyte)의 구성비와 번식전략에서 인해전술형과 게릴라형 식물의 구성비 그리고 귀화율, 도시화지수는 서식처에 대한 인간간섭의 정도와 강도를 간접적으로 파악할 수 있는 척도가 된다. 한편, 식재종은 생태학적 의의와 중요성이 낮기 때문에 분석에서 제외하였다.

서식처유형별 인간간섭도 평가

각 서식처 유형별로 식물에 대한 인위적인 간섭정도를 파악하기 위하여 조사지의 제조방법에 따라 경운, 제조제 사용, 예취, 손제초, 멀칭, 밭태우기 유형으로 구분하고 시행여부를 기재하였다. 서식처유형별 인간간섭도를 수치화하기 위해 각 서식처유형에서 이루어진 6종류의 제조방법 시행율[performance rate; PR(%) = (ni/N)×100, ni : 특정 서식처유형에서 i 제조방법의 시행조사지점 수, N : 특정 서식처유형의 전체 조사지점 수]을 6단계[해당없음(0점), 1-20%미만(1점), 20-40%미만(2점), 40%-60%미만(3점), 60-80%미만(4점), 80-100%(5점)]로 구분하고 점수를 부여하여 6종류의 제조방법 시행율에 따른 점수 전체를 합산하였다.

결과 및 고찰

관속식물상 현황

조사지역의 서식처유형은 밭내부, 밭둑, 경사면으로 구분되었고 밭내부 63개 지점(132,496 m²), 밭둑 63개 지점(8,439 m²), 경사면 34개 지점(3,075 m²)에서 68과 203속 244종 43 변종 9품종을 포함한 296분류군이 조사되었다. 이중 밭내부

에서 40과 174분류군이, 밭둑에서 63과 249분류군이, 경사면에서 56과 196종이 조사되었다(Table 2).

식재종을 제외하면, 밭내부에서 34과 136분류군, 밭둑에서 53과 210분류군, 경사면에서 50과 173분류군이 관찰되었고 총 56과 241분류군이 확인되었다. 밭둑은 좁은 면적이지만 다양한 식물종이 생육하는 것으로 확인되었고 경사면에 재배식물이 가장 적은 것으로 나타났다(Fig. 2).

과별 식물상 특성

296분류군 가운데 벼과(Gramineae)가 16.2%(48분류군)로 가장 높은 빈도를 차지하였고 다음으로 국화과(Compositae)가 14.2%(42분류군), 콩과(Leguminosae)가 9.1%(27분류군), 마디풀과(Polygonaceae)가 5.4%(16분류군), 십자화과(Cruciferae)가 4.1%(12분류군) 등의 순으로 확인되었다. 서식처유형별로 큰 차이 없이 이들 5개 과에 포함된 식물종이 다수 출현하고 있었다(Fig. 3). 약 10년 전(Park *et al.*, 2003)과 20년 전(Chang *et al.*, 1990)의 국내 밭잡초 연구에서도 국화과, 벼과, 마디풀과 식물의 출현이 많았던 것으로 보고되어 있어, 이들 3개 과가 국내 밭경작지 식물을 대표하는 것으로 판단되었다. 벼과를 대표하는 식물은 바랭이, 돌피, 뚝새풀, 속털

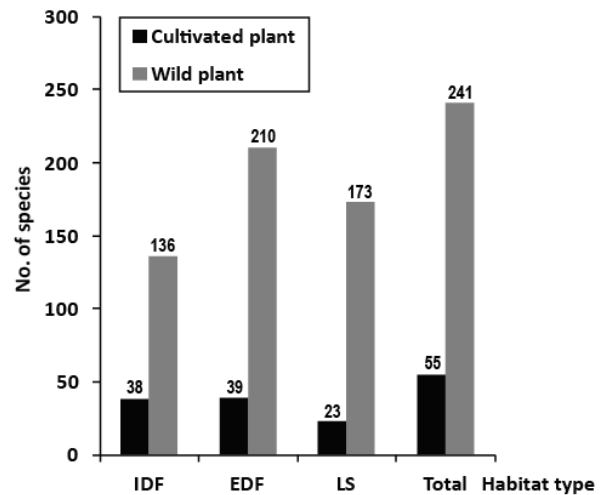


Fig. 2. The number of cultivated plant and wild plant in different habitat types. IDF, inside of dry field; EDF, embankment around the end of a dry field; LS, levee slope of dry field

Table 2. The number of vascular plants by the taxonomic category in study area

	Family			Genus			Species			Variety			Forma			Total No. of Taxa					
	IDF [†]	EDF [‡]	LS [*]	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS			
Pteridophyta	-	2	2	-	2	2	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	2	2			
Gymnospermae	-	2	1	-	2	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	3	1			
Angiospermae	Dicotyledoneae			33	52	46	95	133	110	113	154	129	19	24	17	2	5	5	134	183	151
	Monocotyledoneae			7	7	7	26	41	29	33	45	33	7	14	9	-	2	-	40	61	42
Total taxa	40	63	56	121	178	142	146	203	164	26	39	27	2	7	5	174	249	196			

[†]Inside of dry field, [‡]Embankment around the end of a dry field, ^{*}Levee slope of dry field

IDF, Inside of dry field; EDF, Embankment around the end of a dry field; LS, Levee slope of dry field

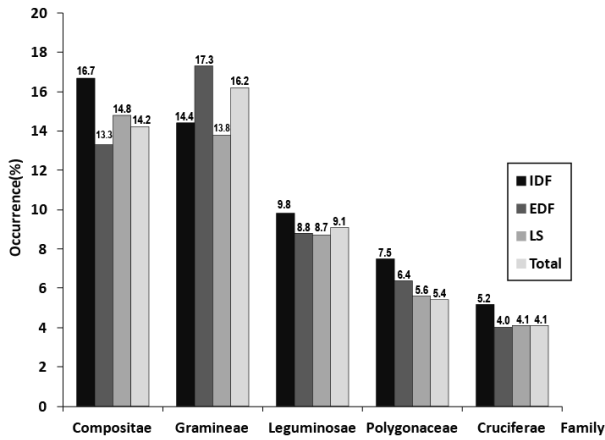


Fig. 3. Comparison of occurrence ratio of main families in different habitat types. IDF, inside of dry field; EDF, embankment around the end of a dry field; LS, levee slope of dry field

개밀, 강아지풀, 새포아풀 등으로 나타났고 국화과는 쑥, 망초, 한련초, 개망초, 뿌리뱅이, 중대가리풀 등으로 확인되었으며, 마디풀과는 주로 여뀌부리(개여뀌, 명아지여뀌, 봄여뀌, 흰여뀌)로 조사되었다. 그리고 본 연구에서 선행연구와 달리 콩과의 출현빈도가 높았던 것은 선행연구에서 제외되었던 땅콩, 작두콩, 콩, 팥, 녹두, 동부 등과 같은 재배종이 다수 포함되었기 때문인 것으로 사료된다.

서식처 유형별 식물상

발경작지에서 출현한 식물 296분류군 가운데 바랭이의 상재도가 가장 높았으며, 다음으로 깨풀, 쇠비름, 쑥, 명아주, 개여뀌, 돌피, 닭의장풀, 망초 등의 순이었다. Chang 등(1990)의 연구에서도 전라남도, 전라북도의 하작물지(夏作物地)에서 우점하는 잡초로 바랭이, 쇠비름, 깨풀, 방동사니 등을 보고하고 있어 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 바랭이, 쇠비름, 명아주, 돌피, 닭의장풀 등은 대표적인 C₄식물로 (Kim *et al.*, 2011) 토양수분의 이용효율이 높고 강한 빛조건

과 건조조건에서 잘 생육하는 특성이 있어 밭에서의 출현빈도가 높았던 것으로 사료된다. 서식처 유형별로, 밭내부에는 쇠비름, 명아주, 깨풀, 한련초, 속속이풀, 중대가리풀, 콩, 개여뀌, 별꽃 등의 쌍자엽식물의 출현빈도가 높았고, 밭둑은 바랭이, 깨풀, 쑥, 쇠비름, 개여뀌, 닭의장풀, 망초, 명아주, 돌피 등의 C₄식물의 출현빈도가 높았으며 경사면에서는 쑥, 뿌리뱅이, 망초, 개망초, 왕고들빼기와 같이 국화와 식물의 출현빈도가 높게 나타났다.

생태식물상

식재종을 제외한 241분류군을 대상으로 생활형을 분석한 결과(Table 3), 인위적인 간섭과 관리가 집약적으로 이루어지고 있는 발경작지에는 대체로 1년생식물(Th)이 다수 생육하고 있었고 특히, 지속적으로 경작행위가 이루어지고 있는 밭내부(67.6%)에서 출현율이 가장 높게 나타났다. 다음으로 경사면(54.3%)과 밭둑(51.9%) 순으로 분석되었다. 다년생초본식물(Ch, G, H)과 목본성식물(M, MM, N)의 출현율은 밭둑이 각각 30.0%와 12.9%로 가장 높았고 다음으로 경사면(29.5%, 12.7%), 밭내부(22.1%, 2.9%) 순으로 분석되었으나 밭둑과 경사면의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 일반적으로 1년생초본식물은 불안정한 서식처에서 그 출현율이 증가하고 다년생초본식물과 목본성식물은 안정한 서식처에서 그 출현율이 증가하는 경향이 있다. 따라서 밭내부의 서식처가 가장 불안정하며 경사면보다는 밭둑의 서식처가 좀 더 안정적일 것으로 평가할 수 있었다.

한편, 번식전략을 분석한 결과에서는 발경작지에는 침투형의 식물이 가장 많았고 다음으로 인헤전술형, 게릴라형 순이었으며, 인헤전술형과 게릴라형 두가지 특성을 나타내는 복합형도 포함되어 있었다(Table 4). 앞서 서술한 바와 같이, 불안정한 서식처에서는 인헤전술형과 게릴라형의 번식전략을 가지고 있는 식물종이 증가하는 것으로 보고되어 있는데, 본 조사에서는 경사면(30.1%)이 가장 높았고 다음으로 밭둑(27.6%), 밭내부(20.7%) 순으로 분석되었다. 이 결과는 앞선 생활형 분석과는 상이한 결과였다. 이러한 차이가 나타나는

Table 3. Comparison of life-form of Raunkiaer in three different habitat types

Life-form [†]	IDF [‡]		EDF [*]		LS ^{**}	
	No. of taxa	Ratio(%)	No. of taxa	Ratio(%)	No. of taxa	Ratio(%)
MM	3	2.2	8	3.8	5	2.9
M	-	-	6	2.9	6	3.5
N	1	0.7	13	6.2	11	6.3
Ch	5	3.7	10	4.8	10	5.8
G	8	5.9	15	7.1	18	10.4
H	17	12.5	38	18.1	23	13.3
HH	10	7.4	11	5.2	6	3.5
Th	92	67.6	109	51.9	94	54.3
Total	136	100.0	210	100.0	173	100.0

[†]MM, Megaphanerophyte; M, Microphanerophyte; N, Nanophanerophyte; Ch, Chamaephyte; G, Geophyte; H, Hemicryptophyte; HH, Hydatophyte; Th, Therophyte

[‡]Inside of dry field; ^{*}Embankment around the end of a dry field; ^{**}Levee slope of dry field

원인은 밭경작지에서 인해전술형과 게릴라형의 번식전략을 가진 초본식물 대부분이 다년생식물로, 이들 식물종이 정착하기 위해서는 일정한 기간이 필요하다. 그러나, 밭내부는 정기적인 경운과 주기적인 제초제살포, 손제초 그리고 비닐멀칭에 의한 토양피복 등의 강력한 제초활동이 이루어져 다년생초본식물이 정착할 수 있는 생육환경이 조성되지 않는다. 그로인해, 인해전술형과 게릴라형의 번식전략을 가진 식물의 출현빈도가 낮았던 것으로 생각된다. 그러므로 다년생초본의 정착이 어려운 정도로 매우 불안정한 서식처에서 번식전략을 통한 인위적인 간섭정도를 평가하는 것은 평가결과의 오류를 가져올 수 있으므로 주의해야 할 것으로 생각되었다.

전라도 밭경작지 내에 출현한 귀화식물은 18과 57분류군으로 확인되었고 국화과의 비율(31.6%; 18분류군)이 높게 나타났다(Appendix 1), 귀화율은 23.7%로 분석되었다. 이는 일본 동경의 밭 귀화율(32.1%; Numata, 1975) 보다 낮은 수치였다. 주요 출현 귀화식물은 망초, 개망초, 유럽점나도나물, 소리쟁이, 선개불알풀, 실망초, 큰방가지똥, 쯤명아주, 갯, 서양민들레 등으로 조사되었다. 서식처유형별로는 밭내부 42분류군, 밭둑 48분류군, 경사면 36분류군으로 조사되었고 밭내부에는 쯤명아주, 미국가막사리, 큰방가지똥 등이, 밭둑과 경사면에는 망초, 개망초, 유럽점나도나물 등이 높은 빈도로 출현하였다. 귀화율은 밭내부 30.9%, 밭둑 22.9%, 경사면 20.8%로 분석되었고, 도시화지수는 밭내부 13.1%, 밭둑 15.0%, 경사면 11.2%로 나타났다.

결과적으로 생태식물상을 통한 밭경작지 서식처의 안정성을 평가한 결과, 생활형에서는 밭내부<경사면<밭둑 순으로 서식처의 안정성이 높게 평가되었고 귀화율에서는 밭내부<밭둑<경사면 순으로 서식처의 안정성이 높게 평가되었으며, 도시화지수는 밭둑<밭내부<경사면 순으로 평가되었다. 생활형, 귀화율, 도시화지수는 서식처의 안정성을 평가하는데 있어 다양한 논문에서 빈번하게 사용되는 평가값이기는 하나, 한 가지 생태적 요소만으로 서식처의 인위적인 간섭정도를 평가하기에는 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 각각의 생태적 특성을 모두 고려하여 분석값을 산술평균하였다. 그 식은 (1년생식물의 비율 + 인해전술형과 게릴라형 번식전략 식물의 비율 + 귀화율 + 도시화지수)/4로 산출값이 낮을수록 서식처의 안정성이 높다는 것을 의미한다. 그 결과 밭내부(33.1)<밭둑(29.4)<경사면(29.1)의 순으로 서식처의 안정성이 높게 평가되었다. 이는 인위적인 간섭정도를 평가한 값과 같은 경향으로 토지이용의 강도와 인위적인 간섭에 따른 서식처의 안정성을 평가함에 있어 식물의 생태적 특성을 다양하게 고려하여 평가가 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

한편, 제초법의 종류별 시행율을 활용한 서식처유형별 인위적인 간섭정도를 평가한 결과(Table 5), 밭내부 15점, 밭둑 9점, 경사면 6점으로 밭내부의 인간간섭도가 높게 나타났다. 밭내부에서 가장 큰 영향을 준 제초방법은 경운과 비닐, 부직포 등을 이용한 멀칭이었으며, 제초제 사용과 손제초가 그 뒤를 따랐다. 그리고 밭둑과 경사면에서 고빈도로 행해지고 있는 제초방법은 제초제의 사용과 예취로 확인되었다.

Table 4. Comparison of invasion strategy in three different habitat types

Invasion strategy	Radicoid form	IDF(n=63)		EDF(n=63)		LS(n=37)	
		No. of taxa	Ratio(%)	No. of taxa	Ratio(%)	No. of taxa	Ratio(%)
Phalanx+Guerrilla	R ₁₋₂	2	1.5	3	1.4	2	1.1
	R ₂₋₃	8	5.9	13	6.2	15	8.7
	R ₃	5	3.7	23	10.9	15	8.7
Phalanx	R _{3(b)}	-	-	1	0.5	1	0.6
	R _{3(o)}	-	-	1	0.5	-	-
	R _{3(s)}	-	-	1	0.5	4	2.3
	R _{3(v)}	3	2.2	3	1.4	2	1.1
Guerrilla	R ₄	10	7.4	13	6.2	13	7.5
Infiltration	R ₅	106	77.9	147	70.0	118	68.2
	R _{5(b)}	-	-	1	0.5	-	-
	R _{5(c)}	1	0.7	1	0.5	1	0.6
	R _{5(o)}	1	0.7	1	0.5	1	0.6
	R _{5(s)}	-	-	2	0.9	1	0.6
Total		136	100.0	210	100.0	173	100.0

IDF, Inside of dry field; EDF, Embankment around the end of a dry field; LS, Levee slope of dry field; 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_(b), bulb; R_(c), corm; R_(o), oblique growth of rhizome; R_(s), succulent root; R_(v), vertical growth of rhizome

Table 5. Comparison of human impact by the weeding method types in three different habitat types

Weeding method type	IDF [†] (n=63)			EDF [‡] (n=63)			LS [§] (n=37)		
	No. of site	Ratio(%)	Score	No. of site	Ratio(%)	Score	No. of site	Ratio(%)	Score
Tillage	63	100.0	5.0		0.0	0.0		0.0	0.0
Herbicide application	21	33.3	2.0	60	95.2	5.0	25	73.5	4.0
Mowing	1	1.6	1.0	15	23.8	2.0	5	14.7	1.0
Hand weeding	15	23.8	2.0	9	14.3	1.0	0	0.0	0.0
Mulching	51	81.0	5.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Burning	0	0.0	0.0	2	3.2	1.0	4	11.8	1.0
Total score			15.0			9.0			6.0

[†]Inside of dry field; [‡]Embankment around the end of a dry field; [§]Levee slope of dry field

IDF, Inside of dry field; EDF, Embankment around the end of a dry field; LS, Levee slope of dry field

요 약

밭경작지는 인간의 간섭에 따라 강한 생활력과 번식능력을 가진 다양한 식물이 생육하며, 최근 기후변화는 식물의 지리적 분포 및 생물계절을 변화시키고 있다. 따라서 밭경작지에서 생육하는 식물종의 현재 출현양상과 생태적 특성에 대한 이해가 필요하다.

생태식물상 비교에는 전라도 8개 지역에서 조사된 식물자료를 통하여 라운키에르의 생활형, 번식전략, 귀화율, 도시화지수가 이용되었다. 식물상 조사는 2013년 5월부터 9월에 걸쳐 수행되었으며, 밭경작지의 서식처 유형은 3가지(밭내부, 밭둑, 경사면)로 구분되었다. 조사지역의 관속식물상은 68과 203속 244종 43번종 9품종을 포함하여 총 296분류군이 확인되었다. 서식처 유형별로는 밭내부 174분류군, 밭둑 249분류군, 경사면 196분류군이 조사되었다. 과별로는 벼과(16.2%), 국화과(14.2%), 콩과(9.1%), 마디풀과(5.4%), 십자화과(4.1%) 순이었다. 출현식물종의 기여도에 따르면, 밭내부는 쌍자엽식물, 밭둑은 C₄식물, 경사면은 국화과식물로 특징지어졌다. 생활형 분석결과, 1년생식물은 밭내부(67.6%), 밭둑(51.9%), 경사면(54.3%) 순이었다. 귀화율은 밭내부 30.9%, 밭둑 22.9%, 경사면 20.8%이었고, 도시화지수는 밭내부 13.1%, 밭둑 15.0%, 경사면 11.2%이었다. 1년생식물의 구성비, 번식전략, 귀화율, 도시화지수를 모두 고려했을 때, 인간간섭도가 가장 높은 곳은 밭내부로 확인되었다. 따라서 본 연구에서는 생태계의 기반이 되는 식물상의 생태적 특성을 통해 밭경작지의 서식처 유형에 대한 환경지표가 발굴되었으며 이러한 지표는 농업환경의 변동성을 파악하거나 기후변화에 따른 식물상 변화를 평가하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

Acknowledgment

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ008608)", National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Carroll, C.R., Vandermeer, J.H., Rosset, P.M., 1990. Agroecology, in: Weiner J. (Eds), *Plant Population Ecology in agriculture*, McGraw-Hill Inc., United States of America, p. 235.
- Chang, Y.H., Kim, C.S., Youn, K.B., 1990. Weed occurrence in upland crop fields of Korea, *Korean J. Weed Sci.* 10, 294-304.
- Cho, K.J., Oh, Y.J., Kang, K.K., Han, M.S., Na, Y.E., Kim, M., Choe, L.J., Kim, M.H., 2013. Occurrence and distribution of C₄ plants under diverse agricultural field types in Korea, *Korean J Agric Forest Meteorol.* 15, 85-101.
- Kim, J.W., 2004. *Vegetation ecology*, pp. 1-308, Worldscience, Korea.
- Kim, J.W., Lee, Y.K., 2006. *Classification and assessment of plant communities*, pp. 1-240. Worldscience, Korea.
- Kim, M.H., Han, M.S., Kang, K.K., Na, Y.E., Bang, H.S., 2011. Effects of climate change on C₄ plant list and distribution in South Korea: A Review, *Korean J Agric Forest Meteorol.* 13, 123-139.
- Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea. 2007. *A synonymic list of vascular plants in Korea*, pp. 1-534, Korea National Arboretum, Korea.
- Lee, Y.M., Park, S.H., Jung, S.Y., Oh, S.H., Yang, J.C., 2011. Study on the current status of naturalized plants in South Korea, *Korean J. Pl. Taxon.* 41, 87-101.
- Lee, T.B., 2003. *Illustrated flora of Korea*, pp. 1-1,928, Hyangmunsa, Korea.
- Lee, W.T., 1996a. *Standard illustrations of Korean plants*, pp. 1-624, Academy Press., Korea.
- Lee, W.T., 1996b. *Lineamenta florae Koreae*, pp. 1-1,688,

- Academy Press., Korea.
- Numata, M., 1975. *Naturalized plants* pp. 1-160, Japanese books, Japan.
- Oh, Y.J., 2006. Phytosociological classification of semi-natural vegetation and environmental assessment of habitat in the agricultural area. doctoral dissertation, pp. 1-152, Kangwon National University, Korea.
- Ohkuro, T., Matsuo, K., Nemoto, M., 1996. Vegetation dynamics of abandoned paddy fields and their levee slopes in mountainous regions of central Japan, *Japanese J. Ecol.* 46, 245-256.
- Park J.E., Lee I.Y., Park, T.S., Im, S.T., Mun, B.C., Kim, C.S., Jo, J.L., O, S.M., Im, I.B., Hwang, J.B., Gu, Y.C., 2003. Occurrence characteristics of weed flora in upland field in Korea, *Korean. J. Weed Sci.* 23, 277-284.
- Park, S.H., 2009. *New illustrations and photographs of naturalized plants of Korea*, pp. 1-575, Ilchokak, Korea.
- Raunkiaer, C., 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer*, pp. 1-1,934, Clarendon Press, Oxford.
- Ryang, H.S., Chun, J.C., Hwang, I.T., 1984. Change in weed flora with season and cultivated crop and land, *Korean. J. Weed Sci.* 4, 4-10.
- Song, J.S., 1997. A phytosociological study on the weed communities in the cultivated and abandoned fields of Korea, *Korean J. Ecol.* 20, 191-200.
- Wilson, J.B., Lee, W.G., 1989. Infiltration invasion, *Functional Ecology* 3, 379-380.
- Yim, Y.J., Jeon, E.S., 1980. Distribution of naturalized plants in the Korean Peninsula, *Korean. Jour. Bot.* 23, 69-88.

Appendix 1. The list of vascular plants in survey sites

Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [*]
	IDF	EDF	LS	Total		
Solanaceae						
<i>Capsicum annuum</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Lycium chinense</i> Mill. ***					N	R ₅
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. ***					Th	R ₅
<i>Nicotiana tabacum</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Physalis angulata</i> L. **					Th	R ₅
<i>Solanum melongena</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Solanum nigrum</i> L. var. <i>nigrum</i>					Th	R ₅
<i>Solanum tuberosum</i> L. ***					Th	R _{5(s)}
Rhamnaceae						
<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder ***					MM	R ₅
Ebenaceae						
<i>Diospyros kaki</i> Thunb. ***					MM	R ₅
<i>Diospyros lotus</i> L.					MM	R ₅
Juncaceae						
<i>Luzula capitata</i> (Miq.) Miq.					H	R ₅
Oxalidaceae						
<i>Oxalis corniculata</i> L.					Ch	R ₄
Compositae						
<i>Artemisia princeps</i> Pamp.		V	V	IV	Ch	R ₂₋₃
<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> A.G.Jones **					Th	R ₃
<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda					Ch	R ₃
<i>Bidens bipinnata</i> L.					Th	R ₅
<i>Bidens frondosa</i> L. **					Th	R ₅
<i>Bidens tripartita</i> L.					HH	R ₅
<i>Breea segeta</i> (Willd.) Kitam. for. <i>segeta</i>					H	R ₃
<i>Centipeda minima</i> (L.) A.Br. & Asch.					Th	R ₅
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i> (Maxim.) Matsum.					H	R ₅
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist **					Th	R ₅
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist **		V	IV		Th	R ₅
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt. **					Th	R ₅
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore **					Th	R ₅
<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) Pak & Kawano					Th	R ₅
<i>Crepidiastrum sonchifolium</i> (Bunge) Pak & Kawano					Th	R ₅
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	IV	IV			Th	R ₅
<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf. **					Th	R ₅
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. **		IV	IV		Th	R ₅
<i>Gnaphalium affine</i> D.Don					Ch	R ₅
<i>Helianthus tuberosus</i> L. **					G	R _{3(s)}
<i>Hemistepa lyrata</i> Bunge					Th	R ₅
<i>Hypochaeris radicata</i> L. **					H	R ₅
<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb. ex Mori) Tzvelev					H	R ₅
<i>Ixeris debilis</i> (Thunb.) A.Gray					H	R ₄
<i>Ixeris polycephala</i> Cass.					H	R ₅
<i>Lactuca indica</i> for. <i>indivisa</i> (Makino) Hara					Th	R ₅
<i>Lactuca indica</i> L.			IV		Th	R ₅
<i>Lactuca sativa</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Lactuca scariola</i> L. **					Th	R ₅
<i>Petasites japonicus</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.					H	R ₂₋₃

Appendix 1. Continued

Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [‡]
	IDF	EDF	LS	Total		
<i>Senecio vulgaris</i> L. **	I	II	I	I	Th	R ₅
<i>Sigesbeckia glabrescens</i> (Makino) Makino	II	I	I	I	Th	R ₅
<i>Sigesbeckia pubescens</i> (Makino) Makino	I	I	I	I	Th	R ₅
<i>Solidago altissima</i> L. **		I	I	I	H	R ₃
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill **	II	III	II	III	Th	R ₅
<i>Sonchus brachyotus</i> DC.	I		I	I	H	R ₂₋₃
<i>Sonchus oleraceus</i> L. **	I	II	I	I	Th	R ₅
<i>Taraxacum laevigatum</i> DC. **	I			I	H	R _{3(v)}
<i>Taraxacum officinale</i> Weber **	I	II	II	II	H	R _{3(v)}
<i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst.		I		I	H	R _{3(v)}
<i>Xanthium strumarium</i> L. **	I	I	I	I	Th	R ₅
<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	II	IV	IV	III	Th	R ₅
Aspleniaceae						
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. ex Hell. ***		I	I	I	G	R ₁₋₂
Rubiaceae						
<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i> (Wallr.) Hayek	I	III	IV	III	Th	R ₅
<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr. var. <i>scandens</i>		I	II	I	Ch	R ₃
Labiatae						
<i>Ajuga decumbens</i> Thunb.	I	I	I	I	H	R ₅
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	I	II	I	I	Th	R ₅
<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	I	I	I	I	Th	R ₅
<i>Mosla dianthera</i> (Buch.-Ham. ex Roxb.) ex Maxim.			I	I	Th	R ₅
<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> (Hassk.) Hara ***	II	I	I	II	Th	R ₅
<i>Stachys japonica</i> Miq.	I	I	I	I	H	R ₂₋₃
Symplocaceae						
<i>Symplocos tanakana</i> Nakai		I	I	I	N	R ₅
Celastraceae						
<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.		I		I	M	R ₅
<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.			I	I	N	R ₅
Santalaceae						
<i>Thesium chinense</i> Turcz.	I	I		I	H	R ₅
Commelinaceae						
<i>Commelina communis</i> L.	II	V	IV	IV	Th	R ₅
<i>Commelina communis</i> var. <i>angustifolia</i> for. <i>leucantha</i> Nakai		I		I	Th	R ₅
<i>Commelina communis</i> var. <i>angustifolia</i> Nakai		I	I	I	Th	R ₅
Euphorbiaceae						
<i>Acalypha australis</i> L.	IV	V	IV	V	Th	R ₅
<i>Euphorbia supina</i> Raf. **	I	I		I	Th	R ₅
<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell. Arg.		I	I	I	MM	R ₅
Crassulaceae						
<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge			I	I	H	R ₄
Araliaceae						
<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem. ***		I		I	M	R ₅
<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. & Maxim.) S.Y.Hu ***		I		I	N	R ₅

Appendix 1. Continued

	Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [‡]
		IDF	EDF	LS	Total		
Eucommiaceae	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv. ***					M	R ₅
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea batatas</i> Decne.					G	R _{5(s)}
Polygonaceae	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench ***					Th	R ₅
	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach var. <i>hydropiper</i>					HH	R ₄
	<i>Persicaria japonica</i> (Meisn.) H.Gross ex Nakai					HH	R ₂₋₃
	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray var. <i>lapathifolia</i>					Th	R ₅
	<i>Persicaria longiseta</i> (Bruijn) Kitag.	III	V	IV	IV	Th	R ₅
	<i>Persicaria nodosa</i> (Pers.) Opiz		II		II	Th	R ₅
	<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H.Gross			II		Th	R ₅
	<i>Persicaria senticosa</i> (Meisn.) H.Gross ex Nakai var. <i>senticosa</i>					Th	R ₅
	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H.Gross ex Nakai					HH	R ₄
	<i>Persicaria vulgaris</i> Webb & Moq.		II			Th	R ₅
	<i>Polygonum aviculare</i> L.		II			Th	R ₅
	<i>Rumex acetosa</i> L.					H	R ₅
	<i>Rumex acetosella</i> L. **					H	R ₂₋₃
	<i>Rumex crispus</i> L. **	II	III	III	II	H	R ₅
	<i>Rumex nipponicus</i> Franch. & Sav. **					H	R ₅
	<i>Rumex obtusifolius</i> L. **					H	R ₅
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.					MM	R ₅
Convolvulaceae	<i>Calystegia hederacea</i> Wall.					G	R ₂₋₃
	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.	II	III	II	II	G	R ₂₋₃
	<i>Calystegia sepium</i> var. <i>japonicum</i> (Choisy) Makino		II			G	R ₂₋₃
	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm. **					Th	R ₅
	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam. ***	II				Th	R _{5(s)}
	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq. var. <i>hederacea</i> **					Th	R ₅
	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> A.Gray **					Th	R ₅
	<i>Ipomoea lacunosa</i> L. **					Th	R ₅
	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth **					Th	R ₅
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Makino	IV	V	III	IV	Th	R ₅
	<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith **	III	II	II	II	Th	R ₅
	<i>Chenopodium glaucum</i> L. **					Th	R ₅
Ranunculaceae	<i>Clematis apiifolia</i> DC.					N	R ₄
Onagraceae	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.					HH	R ₅
	<i>Oenothera biennis</i> L. **					Th	R ₅
Cucurbitaceae	<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad. ***					Th	R ₅
	<i>Cucumis melo</i> var. <i>makuwa</i> Makino ***					Th	R ₅

Appendix 1. Continued

Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [‡]
	IDF	EDF	LS	Total		
<i>Cucumis sativus</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne ***					Th	R ₅
<i>Melothria japonica</i> Maxim.					Th	R ₅
<i>Trichosanthes kirilowii</i> Maxim.					G	R _{5(o)}
Asclepiadaceae						
<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino					G	R ₂₋₃
Menispermaceae						
<i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC.					N	R ₂₋₃
Liliaceae						
<i>Allium ascalonicum</i> L. ***					G	R _{3(b)}
<i>Allium cepa</i> L. ***					G	R _{3(b)}
<i>Allium fistulosum</i> L. ***					G	R _{3(b)}
<i>Allium macrostemon</i> Bunge					G	R _{3(b)}
<i>Allium scorodorpasum</i> var. <i>viviparum</i> Regel ***					G	R _{3(b)}
<i>Liriope platyphylla</i> F.T.Wang & T.Tang					G	R _{3(s)}
<i>Liriope spicata</i> (Thunb.) Lour.					G	R ₃
<i>Ophiopogon japonicus</i> (L.f.) KerGawl.					G	R _{3(s)}
<i>Scilla scilloides</i> (Lindl.) Druce					G	R _{5(b)}
<i>Smilax china</i> L.					N	R _{3(s)}
<i>Smilax sieboldii</i> Miq. for. <i>sieboldii</i>					N	R ₅
Gramineae						
<i>Agropyron ciliare</i> (Trin.) Franch.		IV			Th	R ₅
<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i> (Hack.) Ohwi					Th	R ₅
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.					Th	R ₅
<i>Alopecurus japonicus</i> Steud. **					Th	R ₅
<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Koidz.					H	R ₂₋₃
<i>Avena fatua</i> L. **					Th	R ₅
<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fernald					HH	R ₅
<i>Bromus japonicus</i> Thunb. ex Murray					Th	R ₅
<i>Bromus unioloides</i> H.B. & K. **					Th	R ₅
<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i> (Steud.) Hand.-Mazz.					H	R ₅
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.					H	R ₄
<i>Dactylis glomerata</i> L. **					H	R ₃
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel.	V	V	V	V	Th	R ₄
<i>Digitaria radicata</i> (Presl) Miq.					Th	R ₄
<i>Digitaria violascens</i> Link					Th	R ₅
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P.Beauv. var. <i>crusgalli</i>	IV	IV		IV	HH	R ₅
<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>oryzicola</i> (Vasinger) Ohwi					HH	R ₃
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.					Th	R ₅
<i>Eragrostis ferruginea</i> (Thunb.) P.Beauv.					H	R ₃
<i>Eragrostis multicaulis</i> Steud.					Th	R ₅
<i>Festuca myuros</i> L. **					Th	R ₅
<i>Festuca ovina</i> L. var. <i>ovina</i>					H	R ₃
<i>Festuca parvigluma</i> Steud.					H	R ₃
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>hexastichon</i> (L.) Asch. ***					Th	R ₅

Appendix 1. Continued

Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [‡]
	IDF	EDF	LS	Total		
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> (Retz.) Pilg.					G	R ₁₋₂
<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees					H	R ₃
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. var. <i>multiflorum</i> **					Th	R ₅
<i>Lolium perenne</i> L. **					Th	R ₅
<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A.Camus var. <i>vimineum</i>					Th	R ₅
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Benth.					H	R ₂₋₃
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> (Andersson) Rendle					H	R ₃
<i>Oryza sativa</i> L. var. <i>sativa</i> ***					Th	R ₅
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx. **					Th	R ₅
<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud.					H	R ₃
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng. var. <i>alopecuroides</i>					H	R ₃
<i>Phragmites communis</i> Trin.					HH	R ₁₋₂
<i>Poa annua</i> L.					Th	R ₅
<i>Poa pratensis</i> L. **					H	R ₂₋₃
<i>Pseudoraphis ukishiba</i> Ohwi					HH	R ₂₋₃
<i>Pseudosasa japonica</i> (Siebold & Zucc. ex Steud.) Makino					M	R ₁₋₂
<i>Setaria pycnocomma</i> (Steud.) Henrard ex Nakai					Th	R ₅
<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv.					Th	R ₅
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv. var. <i>viridis</i>			IV		Th	R ₅
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench ***					Th	R ₅
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i> (Willd.) Makino					H	R ₃
<i>Trisetum bifidum</i> (Thunb.) Ohwi					H	R ₃
<i>Zea mays</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Zoysia japonica</i> Steud.					H	R ₁₋₂
Sterculiaceae						
<i>Corchoropsis tomentosa</i> (Thunb.) Makino					Th	R ₅
Lythraceae						
<i>Lagerstroemia indica</i> L. ***					M	R ₅
Amaranthaceae						
<i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai					H	R ₅
<i>Amaranthus lividus</i> L. **					Th	R ₅
<i>Amaranthus viridis</i> L. **					Th	R ₅
Moraceae						
<i>Cudrania tricuspidata</i> (Carr.) Bureau ex Lavalley					M	R ₅
<i>Morus alba</i> L.					MM	R ₅
Cyperaceae						
<i>Carex breviculmis</i> R.Br.					G	R ₃
<i>Cyperus amuricus</i> Maxim.					Th	R ₅
<i>Cyperus difformis</i> L.					HH	R ₅
<i>Cyperus hakonensis</i> Franch. & Sav.					Th	R ₅
<i>Cyperus iria</i> L.					Th	R ₅
<i>Cyperus microiria</i> Steud.		IV			Th	R ₅
<i>Cyperus nipponicus</i> Franch. & Sav.					Th	R ₅
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.					HH	R ₃

Appendix 1. Continued

Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [‡]
	IDF	EDF	LS	Total		
Umbelliferae						
<i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb. **					Th	R ₅
<i>Hydrocotyle maritima</i> Honda					Ch	R ₄
<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC.					HH	R ₄
<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.					Th	R ₅
Cannabaceae						
<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	II	IV	IV	III	Th	R ₅
Saururaceae						
<i>Houttuynia cordata</i> Thunb. **, ***					G	R ₁₋₃
Zingiberaceae						
<i>Zingiber officinale</i> Roscoe ***					G	R _{3(s)}
Molluginaceae						
<i>Mollugo pentaphylla</i> L.	II	II		II	Th	R ₅
<i>Mollugo verticillata</i> L. **					Th	R ₅
Caryophyllaceae						
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.					Th	R ₅
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. **		IV	III	II	Th	R ₅
<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i> (Nakai) Mizush.					H	R ₅
<i>Silene firma</i> Siebold & Zucc.					H	R ₅
<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi					Th	R ₅
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.					Th	R ₅
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	III	IV	III	III	Th	R ₄
Pinaceae						
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc.					MM	R ₅
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.					MM	R ₅
Equisetaceae						
<i>Equisetum arvense</i> L.					G	R ₂₋₃
Portulacaceae						
<i>Portulaca oleracea</i> L.	V	V	III	IV	Th	R ₅
Cruciferae						
<i>Arabis glabra</i> Bernh.					Th	R ₅
<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern. var. <i>juncea</i> **			II		Th	R ₅
<i>Brassica napus</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Brassica rapa</i> var. <i>glabra</i> Regel ***					Th	R ₅
<i>Capsella bursapastoris</i> (L.) L.W.Medicus	II	IV	III	III	Th	R ₅
<i>Cardamine flexuosa</i> With.					Th	R ₅
<i>Draba nemorosa</i> L. for. <i>nemorosa</i>					Th	R ₅
<i>Lepidium apetalum</i> Willd. **		III		II	Th	R ₅
<i>Raphanus sativus</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Rorippa cantoniensis</i> (Lour.) Ohwi					Th	R ₅
<i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern					Th	R ₅
<i>Rorippa palustris</i> (Leyss.) Besser	III	IV	II	III	Th	R ₅

Appendix 1. Continued

	Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [‡]
		IDF	EDF	LS	Total		
Urticaceae	<i>Boehmeria longispica</i> Steud.					Ch	R ₃
	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich.					Ch	R ₃
Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i> L. ***					N	R ₅
	<i>Malva neglecta</i> Wallr. **					Th	R ₅
Papaveraceae	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> (Hara) Ohwi					Th	R ₅
Anacardiaceae	<i>Rhus tricocarpa</i> Miq.					M	R ₅
	<i>Rhus verniciflua</i> Stokes ***					MM	R ₅
Rutaceae	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.					M	R ₅
Lardizabalaceae	<i>Akebia quinata</i> (Thunb.) Decne.					N	R ₃
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i> L. ***					MM	R ₅
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.					M	R ₃
	<i>Lonicera japonica</i> var. <i>repens</i> (Siebold) Rehder					M	R ₃
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> L. **					G	R ₅
Rosaceae	<i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke					Ch	R ₄
	<i>Prunus mume</i> Siebold & Zucc. for. <i>mume</i> ***					MM	R ₅
	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch for. <i>persica</i> ***					M	R ₅
	<i>Prunus tomentosa</i> Thunb. ***					N	R ₅
	<i>Rosa maximowicziana</i> Regel					N	R ₅
	<i>Rosa multiflora</i> Thunb. var. <i>multiflora</i>					N	R ₃
	<i>Rubus coreanus</i> Miq. ***					N	R ₅
	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge					N	R ₅
	<i>Rubus parvifolius</i> L. for. <i>parvifolius</i>					N	R ₅
Violaceae	<i>Viola mandshurica</i> W.Becker					H	R _{3(v)}
Acanthaceae	<i>Justicia procumbens</i> L.					Th	R ₅
Boraginaceae	<i>Bothriospermum tenellum</i> (Hornem.) Fisch. & C.A.Mey.					Th	R ₅
	<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevir.) Benth. ex Hemsl.					Th	R ₅
Plantaginaceae	<i>Plantago asiatica</i> L.					H	R _{3(o)}
Pedaliaceae	<i>Sesamum indicum</i> L. ***					Th	R ₅
Fagaceae	<i>Quercus acutissima</i> Carruth.					MM	R ₅

Appendix 1. Continued

Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [‡]
	IDF	EDF	LS	Total		
Araceae						
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott ***					G	R _{5(c)}
<i>Pinellia ternata</i> (Thunb.) Breitenb.					G	R _{5(c)}
Campanulaceae						
<i>Platycodon grandiflorum</i> (Jacq.) A.DC. ***					G	R ₃
Leguminosae						
<i>Aeschynomene indica</i> L.					Th	R ₅
<i>Arachis hypogaea</i> L. ***					Th	R ₅
<i>Astragalus sinicus</i> L. **					Th	R ₅
<i>Canavalia ensiformis</i> DC. ***					Th	R ₅
<i>Chamaecrista nomame</i> (Siebold) H. Ohashi					Th	R ₅
<i>Glycine max</i> (L.) Merr. ***					Th	R ₅
<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc.					Th	R ₅
<i>Indigofera kirilowii</i> Maxim. ex Palib.					N	R ₅
<i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl.					Th	R ₅
<i>Lespedeza cuneata</i> G. Don					H	R ₅
<i>Melilotus suaveolens</i> Ledeb. **					Th	R ₅
<i>Pisum sativum</i> L. **					Th	R ₅
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi					Ch	R _{5(s)}
<i>Rhynchosia volubilis</i> Lour.					G	R ₅
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. **					MM	R ₅
<i>Senna tora</i> (L.) Roxb. ***					Th	R ₅
<i>Trifolium repens</i> L. **					Ch	R ₄
<i>Vicia amoena</i> Fisch. ex DC.					G	R ₂₋₃
<i>Vicia angustifolia</i> L. ex Reichard					Th	R ₅
<i>Vicia angustifolia</i> var. <i>segetilis</i> (Thuill.) K. Koch.					Th	R ₅
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray					Th	R ₅
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.					Th	R ₅
<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & H. Ohashi ***					Th	R ₅
<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i> (Ohwi) Ohwi & H. Ohashi ***					Th	R ₅
<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek ***					Th	R ₅
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. ***					Th	R ₅
<i>Wisteria floribunda</i> (Willd.) DC. for. <i>floribunda</i> ***					MM	R ₅
Vitaceae						
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv.					N	R ₃
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.					M	R ₅
<i>Vitis ficifolia</i> var. <i>sinuata</i> (Regel) H. Hara					M	R ₃
Tiliaceae						
<i>Grewia parviflora</i> Bunge					N	R ₅
<i>Triumfetta japonica</i> Makino					Th	R ₅
Scrophulariaceae						
<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Borbas					HH	R ₅
<i>Mazus pumilus</i> (Burm.f.) Steenis					Th	R ₅
<i>Veronica arvensis</i> L. **					Th	R ₅
<i>Veronica peregrina</i> L.					HH	R ₅
<i>Veronica persica</i> Poir. **					Th	R ₄

Appendix 1. Continued

Vascular plants	Habitat types [†]				Life form [‡]	Radicoid form [*]
	IDF	EDF	LS	Total		
Cannaceae)						
<i>Canna generalis</i> Bailey ***					G	R ₃
Buxaceae)						
<i>Buxus koreana</i> Nakai ex Chung & al. ***					N	R ₅

[†] IDF, Inside of dry field; EDF, Embankment around the end of a dry field; LS, Levee slope of dry field, Class(I - V) is the constancy degree

[‡] Th, Therophyte; G, Geophyte; H, Hemicryptophyte; Ch, Chamaephyte; MM, Megaphanerophyte; M, Microphanerophyte;

N, Nanophanerophyte; HH, Hydatophyte

*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_(b), Bulb; R_(c), Corm; R_(o), Oblique growth of rhizome;

R_(s), Succulent root; R_(v), Vertical growth of rhizome; ** Naturalized plants; *** Cultivated plants