

# 논습지 가치평가를 위한 유기재배 논 의 식생특성 분석

## The Analysis of Vegetation Characteristics of Organic Rice Paddy for Value Assessment of the Rice Paddy Wetland

박 광 래\* / 공 민 재\*\* / 김 남 춘\*\*\* / 손 진 관\*\*\*\*<sup>+</sup>

Park, Kwang-Lai\* / Kong, Min-Jae\*\* / Kim, Nam-Choon\*\*\* / Son, Jin-Kwan\*\*\*\*<sup>+</sup>

**요약** : 2010년 제10차 람사르 총회를 시작으로 논습지의 중요성이 대두되고 있다. 그러나 현재 논습지를 평가할 수 있는 연구체계가 부족하며, 유기농업이 식생특성에 미치는 영향에 대한 연구도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 유기논의 식생특성을 알아봄과 동시에 논습지 가치를 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 연구를 진행하였다. 연구 대상지는 유기논과 관행논 총 6곳을 선정하였다. 기존의 습지평가 체계인 수정 RAM의 평가 중 ‘식생다양성 및 야생동물서식처’기능을 분석하였다. 분석결과에 영향을 미치는 인자는 단순한 토지이용의 결과만이 평가를 좌우하는 것으로 나타났다. 식생조사 결과 총 53과 146속 148종 26변종 1품종으로 총 176종류가 조사되었다. 유기논 지역과 관행논 지역의 생활형 출현비율 차이를 살펴보면 유기논이 일년생식물과 대형지상식물의 생활형 출현비율이 높은 것을 확인할 수 있다. 귀화식물의 분포 또한 관행논 지역보다 유기논의 귀화를 및 도시화지수가 낮음을 확인할 수 있다. 연구대상지의 생육환경과 식생특성간의 Pearson 상관분석 결과 논습지 식생다양성의 경우 토지이용에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다. 하지만, 유기논이 관행논에 비해 식생이 다양함을 보여주며, 사초과의 종류와는 1%이내의 상관관계가 인정되어 추후 논습지 평가 시 사초과의 종류수를 활용할 수 있을 것으로 판단되었다. 습지평가는 식생특성 뿐만 아니라 토양환경, 수질환경, 주변의 자연경관, 인공경관 등 다양한 인자들이 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 추후 이에 대한 정밀한 조사와 연구대상지 확대를 통해 추가 연구가 필요 할 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 논습지, 유기논, 식생, 습지평가, 귀화식물

**Abstract** : The importance of rice paddy wetland has been raised since the 10th Ramsar Convention in 2010. However, there is shortage of study on the evaluation of rice paddy wetland and also of the study on the effect of organic agriculture on the vegetation characteristics. Accordingly, this study examined the vegetation characteristics of organic rice paddy for the basic resources of evaluating value of rice paddy wetland. 6 places of organic rice paddy and conventional rice paddy were chosen as research targets. It analyzed the function of ‘Floral Diversity and Wildlife Habitat’ among the revised RAM, an existing wetland evaluation system. As to the factor affecting the analysis result, simple land-use result was proved to determine the evaluation. As a result of vegetation investigation total 176 taxa, 53 families, 146 generics, 148 species, 26 varieties and 1 forma. When the difference of appearance of life form between organic area and conventional area was examined, organic paddy had higher appearance of life form in Therophyte and Megaphanerophyte. For the distribution of Naturalized plants, organic rice paddy had lower naturalized rate and urbanization index than conventional rice paddy. As to the Pearson correlation analysis between growing condition and vegetation characteristics, variety of rice paddy vegetation showed it was not heavily influenced by the land use. However, the organic rice paddy area had more variety in vegetation than conventional rice paddy. There was about 1% correlation with types of Cyperaceae, which means that the classification group of

+ Corresponding author : Son, Jin Kwan, son007005@dankook.ac.kr, +82-31-290-0281  
\* 정희원 · 농촌진흥청 국립농업과학원 연구사 · E-mail : frompark@korea.kr  
\*\* 정희원 · 단국대학교 농촌진흥청 학연협동석사과정 · E-mail : alswojud@dankook.ac.kr  
\*\*\* 정희원 · 단국대학교 녹지조경학과 교수 · E-mail : namchoon@dankook.ac.kr  
\*\*\*\* 정희원 · 단국대학교 농촌진흥청 학연협동박사과정 · E-mail : son007005@dankook.ac.kr

Cyperaceae can be utilized in evaluating rice paddy wetland later on. It is determined that the wetland evaluation has been widely influenced by soil environment, water environment and surrounding natural and artificial landscape as well as vegetation characteristics. Accordingly, further research seems to be required with minute investigation to an extensive area.

**Keyword** : Wetland, Assessment, Vegetation, RAM, Naturalized

## 1. 서 론

전 세계적으로 벼를 재배하는 국가는 114개국 이상이며, 벼는 세계인구의 절반 이상의 식량원으로서 전 세계 영양공급 중 20%를 차지하고 있다(환경부, 2008). 또한 논습지에서 나오는 수생 동·식물들은 농촌에 영양소를 공급하며 생태계의 중요한 역할을 하고 있다. 이와 같은 논외의 생태적·문화적 역할을 증진시키기 위하여 2008년 제10차 람사르 총회에서는 ‘습지 시스템으로서 논외의 생물다양성 증진 결의문(Enhancing biodiversity in rice paddies as wetland systems)’을 통해 논습지 결의안을 우리나라와 일본이 공동으로 제출하여 채택되었으며(Ramsar, 2008), 이를 계기로 논습지의 중요성이 한층 주목받고 있다(환경부, 2008). 그러나 아직까지 논을 습지로 보는 선행연구는 미흡한 실정이며, 습지로서 평가할 수 있는 체계 또한 실정에 맞지 않아 논습지를 습지로서의 가치를 평가함에 있어 여러 가지 문제가 있다.

한편, 논외의 경우 과거 작물생산량 증대를 목적으로 화학비료와 농약사용이 주를 이루었으나 최근 농산물 안전성으로의 관심이 증대되고 있는 실정이며(최봉수 등, 2011), 정부는 1997년부터 환경농업육성법(환경부, 1997)을 제정하여 오늘날 친환경농업육성법(농림수산식품부 2011)에 이르기까지 친환경농업을 추진하는 기반을 구축하여 진행해 오고 있다(권오도 등, 2010). 이러한 친환경농법의 경우 우리나라 농산물 품질 인증제에 의해 저농약, 무농약, 유기농으로 구분되며, 그 중 논외의 유기농법은 왕우렁이(정순재 등, 1999; 권오도 등, 2010), 오리(김희동 등, 1994), 쌀겨(권오도 등, 2010),

녹비작물(Jeon et al., 2011) 등이 대표되고 이러한 농법으로의 전환이 확산되고 있는 실정이다. 이러한 방법의 유기논은 관행논 보다 토양의 물리성이 개선되고(Wright et al., 1999), 미생물 다양성이 증대되는 장점이 보고된 바 있다(Mader et al., 2002; Oehl et al., 2003).

관행논의 경우 짧은 기간 동안 화학비료와 농약의 과다사용 등으로 인해 농산물뿐만 아니라 생물에게도 많은 영향을 주어 생물다양성이 유기논에 비해 비교적 낮은 것으로 알려져 있다(Wolfgang et al., 2003). 선행연구의 결과를 살펴보면, 논습지의 식생에 영향을 주는 인자는 지리적 위치에 따른 기후 인자적 요소의 차이와 계절적 변화, 토양 속성에 따른 서식처의 물리화학적 특성, 그리고 인간의 간섭(수량조절, 시비, 농약 살포, 제초, 예취 등)의 방식에 따라 그 종조성이 매우 다양한 것으로 알려져 있다(宮脇, 1967). 논식생의 종조성에 따른 군락분류학적 연구는 일본의 경우 최상급 단위인 벼군강이 기재됨으로써 논식생에 대한 기본적인 식생분류체계가 확립되어 있다(Oryzetea sativae Miya-waki, 1960; 김종원 등, 1998). 그러나 우리나라는 논식생에 대한 기본적인 식생분류체계가 미흡하며, 논습지의 식생을 평가할 수 있는 체계 또한 미구축된 실정이다.

따라서 본 연구에서는 유기논과 관행논을 대상으로 식생특성을 분석하고 기존의 습지평가 체계와 비교를 통해 논습지의 식생평가에 적용할 수 있는 인자를 알아보고자 한다. 또한 유기농법과 관행농법에 따른 식생특성 및 유기논 지표종 선정, 논습지 가치를 평가할 수 있는 평가체계 구축의 기초자료 활용하고자 한다.

## 2. 조사 및 분석방법

### 2.1 연구대상지

연구 대상지는 충청북도 괴산군, 청주시, 충청남도 아산시로 경작지의 지리적 위치와 기후 인자적

요소의 차이가 비슷하고 가까운 거리에 위치한 유기논과 관행논 총 6곳을 선정하였다. 연구 대상지의 면적은 520~4620m<sup>2</sup> 으로 다양하게 설정되었으며, 토지이용은 농촌지역의 특성상 대체로 산, 도로, 밭 등이 위치하는 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. The present condition of study sites

Site	Location		Size (m <sup>2</sup> )	Farming Type	Land-use(Tilton, 2001)		Hydroperiod	
					Within 100m	Value	Connection	Inundation
A	Samsong-ri, Goesan	N 36°39'25.19"	1320	Conventional	Rice field, Mountain, Stream	2.36	Seasonal	Seasonal
		E 127°52'49.83"						
B	Sinchon-dong, Cheongju	N 36°39'17.90"	2500	Conventional	Rice field, Road, Stream	1.16	Seasonal	Seasonal
		E 127°23'12.42"						
C	Gangjang-ri, Asan	N 36°42'34.97"	2500	Conventional	Rice field, Road, Mountain	2.44	Seasonal	Seasonal
		E 126°57'31.38"						
D	Yipyeong-ri, Goesan	N 36°40'11.46"	4620	Organic	Rice field, Valley, Road	2.27	Seasonal	Seasonal
		E 127°52'02.97"						
E	Sinchon-dong, Cheongju	N 36°39'20.45"	2200	Organic	Rice field, Road, Stream	2.06	Seasonal, pond	Seasonal
		E 127°23'02.71"						
F	Oeam-ri, Asan	N 36°43'35.82"	520	Organic	Rice field, Stream, Mountain	2.17	Seasonal	Seasonal
		E 127°00'56.46"						

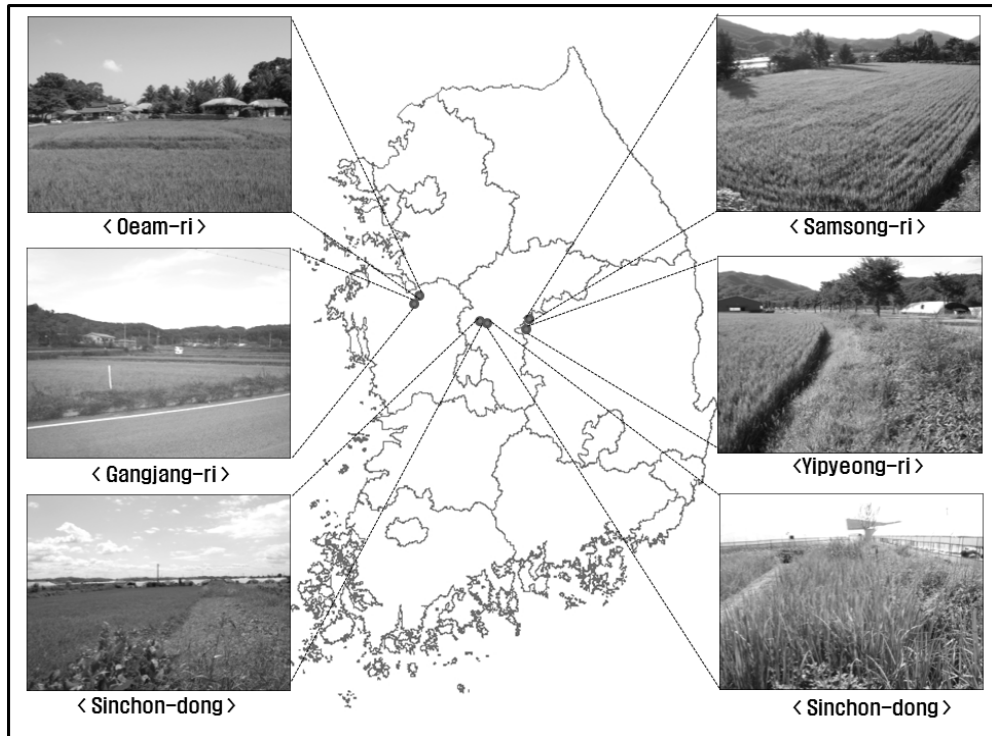


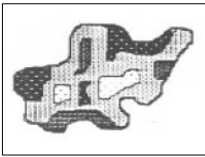
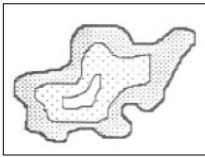
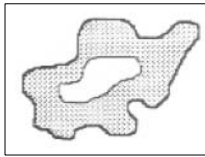
Fig. 1 Study site

대상지의 수문학적 특성은 우리나라 논의 전형적인 특성인 계절적 침수 형태이며, 일부대상지에서는 소택지가 위치하고 있어 수문학적으로 연중

연결되는 체계를 가지고 있다. 또한 모든 대상지 근처에는 소택지, 수로, 계곡, 하천이 위치하고 있어 수원 확보에는 용이한 것으로 판단된다(Fig. 1).

## 2.2 연구대상지 습지평가

Table 2. The evaluation topics and grades of Tilton et al.(2001)'s method <sup>1)</sup>

Evaluation Topics		Grades		
		High (3 point)	Moderate (2 point)	Low (1 point)
1	Distance to Other Wetlands	=< 0.4km	0.4 - 1.0km	=> 1.0km
2	Number of Different Types of Vegetative Communities Present	3 or more types present	2 types present	1 type present
3	Degree of Community Interspersion			
4	Size of Wetland	=> 8.0ha	8.0 - 0.4ha	< 0.4ha
5	Surrounding Land Use	Forest/rural open, Water	Residential, Agriculture	Industrial, roads
6	Wildlife Corridor	Yes	-	No

\* 1) : Floral Diversity and Wildlife Habitat

본 연구에서 사용한 습지평가 체계는 환경부(2007)가 Tilton et al.(2001)의 평가체계를 수정한 수정 RAM(Rapid Assessment Method)을 통해 분석하였으며, 평가의 구성은 습지의 기능을 8가지로 나누어 기능별로 평가하지만 본 연구에서는 목적에 따라 ‘식생다양성 및 야생동물 서식처(Floral Diversity and Wildlife Habitat)’기능을 평가하였다. ‘식생다양성 및 야생동물 서식처’기능의 평가는 Table 2.에 나타난 바와 같이 6개의 항목으로 이루어져 있으며, 평가결과는 평균으로 산출해 높음(2.4 이상), 보통(1.7~2.3), 낮음(1.7 이하)로 구분하였다.

## 2.3 식생조사 및 분석방법

연구대상지의 식생조사는 2008년 8월, 9월, 10월에 집중적으로 실시하였다. 다만, 봄에 일찍 개

화한 후 사라지는 식물은 로제트나 종자대를 확인하여 종명을 추가하였다. 조사대상 식물은 논 및 논 주변 수생태계 내에서 사는 수생식물 뿐만 아니라 논둑이나 사면부에 생육하는 습생식물, 중성식물, 건성식물, 목본식물 등의 관속식물을 조사 대상으로 하였다. 학명과 동정은 이창복(2006)의 대한식물도감을 기준으로 하였으며, 도감 미 기록종은 이영노(2006)의 한국식물도감을 활용하였다. 출현종은 과, 종으로 구분하고 Raunkiaer(1934)의 생활형을 기준으로 분류하였으며, 전체 조사대상지 출현종의 생활형을 분석하였다

귀화식물은 이유미 등(2011)이 새롭게 정리한 4과 176속 302종 15변종 4품종으로 총 321종류(Taxa)를 대상으로 분석하였다. 출현 귀화식물은 귀화도등급과 이입시기, 생활형을 분석하고, 귀화율(沼田 眞, 1975)과 도시화지수(UI : 임양재와 전의식, 1980)를 산출하여 대상지의 도시화

및 귀화도 정도를 알아보았다.

$$\text{귀화율} = \frac{\text{대상지 귀화식물종수}}{\text{대상지 전체 식물종수}} \times 100(\%)$$

$$\text{도시화지수} = \frac{\text{대상지 귀화식물종수}}{\text{전체 귀화식물식물종수}} \times 100(\%)$$

귀화율(Naturalized ratio)은 연구대상지의 조사시기별 출현종을 바탕으로 321종류의 귀화식물을 분석한 뒤 조사대상지의 총 출현종에 대한 출현귀화식물의 비로 계산하였다. 도시화지수

(Urbanization Index)는 연구대상지의 조사시기별 출현종을 바탕으로 321종류에 대한 대상지 출현 귀화식물의 비로 계산하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 연구대상지 습지평가

연구대상지의 습지가능평가는 Tilton et al. (2001)이 제시한 RAM중 '식생다양성 및 야생동물 서식처(Floral Diversity and Wildlife Habitat)' 기능을 분석하였다.

Table 3. The result of Tilton et al.(2001)'s method

Site	Floral Diversity and Wildlife Habitat						Average	Grade <sup>1)</sup>
	1	2	3	4	5	6		
A	High(3)	Moderate(2)	Low(1)	Low(1)	Moderate(2)	High(3)	2.00	Moderate
B	High(3)	Moderate(2)	Low(1)	Low(1)	Low(1)	High(3)	1.83	Moderate
C	High(3)	Moderate(2)	Low(1)	Low(1)	High(3)	Low(1)	1.83	Moderate
D	High(3)	Moderate(2)	Low(1)	Moderate(2)	Moderate(2)	High(3)	2.17	Moderate
E	High(3)	Moderate(2)	Low(1)	Low(1)	Moderate(2)	Low(1)	1.67	Low
F	High(3)	Moderate(2)	Low(1)	Low(1)	Moderate(2)	High(3)	2.00	Moderate

1) Classification according to Kim(2003)'s conservation value evaluation standards.

분석결과 Table 3.에 나타난 바와 같이 평균 1.67~2.17의 범위로 평가되었으며, 김귀곤(2003)의 환경기준에 적용하면 보통(Moderate)과 낮음(Low)의 등급으로 판정된다. 항목별로 살펴보면 다른 습지까지의 거리(1. Distance to Other Wetlands)는 연구대상지의 특성 상 모든 대상지가 인접한 지역에 논과 하천, 습지, 저수지가 있어 높음(High)인 3점으로 평가되며, 다른 유형의 식생군집 수(2. Number of Different Types of Vegetative Communities Present)는 논외 특성으로 정수식물 군집과 습생식생 군집 두 가지 유형으로 출현해 모든 대상지에서 보통의 등급으로

평가되는 것으로 나타났다. 식생군집의 혼재도(3. Degree of Community Interspersion)와 규모(4. Size)는 대부분 논외 전형적인 특성 상 낮음(Low)으로 공통적으로 분석되었다. 다만 주변토지이용(5. Surrounding Land Use)과 야생동물 이동통로(6. Wildlife Corridor)의 경우 다소 차이가 나는 평가 결과를 나타내는 것으로 분석되었다.

평가결과 논외 습지가능평가 중 식생다양성 및 야생동물서식처 기능은 인접한 토지이용의 형태만이 평가결과를 좌우하는 것으로 분석되었다. 또한, 유기논외 식생특성 및 생육환경의 질을 고려

한 평가항목이 존재하지 않아 이에 대한 비교·평가 할 수 있는 부분은 부재함을 알 수 있다. 따라서 논습지를 보다 면밀히 평가 할 수 있는 새로운 체계의 정립이 필요 할 것으로 판단된다.

### 3.2 식생특성 분석

조사대상지별 출현종은 Appendix 1.에 나타나었으며, 전체 조사대상지의 출현한 종은 총 53과 146속 148종 26변종 1품종으로 총 176종류(taxa)가 조사되었다. 관행논의 경우 38과 91속 94종 13변종으로 총 107종류(taxa)가 조사되었으

며, 유기논의 경우 48과 123속 122종 21변종 1품종으로 총 144종류(taxa)가 확인되었다(Table 4). 조사대상지별로 살펴보면 관행논인 연구대상지 A, B, C의 경우 각각 62, 54, 50 종류(taxa)로 유기논인 D, E, F의 76~78 종류(taxa)에 비해 많게는 28종류에서 적게는 14종류 이상 차이를 보이는 것을 확인하였다. 이러한 경향으로 미루어 볼 때 유기논이 관행논에 비해 식생의 생물 다양성이 높음을 알 수 있으며, 추후 습지평가 시에도 유기논 지역을 가중치를 두어 높게 평가 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

Table 4. The number of taxa by taxonomix at six study sites.

Classification	Conventional farming			Organic farming		
	A	B	C	D	E	F
Family(Fa)	27	23	23	29	32	32
Generic(Ge)	55	46	43	65	69	63
Species(S)	54	49	43	60	69	70
Variety(V)	8	5	7	15	8	8
Forma(Fo)	-	-	-	1	-	-
Taxa	62	54	50	76	77	78
Total	38(Fa) 91(Ge) 94(S) 13(V) 107(Taxa)			48(Fa) 123(Ge) 122(S) 21(V) 1(Fo) 144(Taxa)		

전체 조사대상지에서 공통으로 출현한 종은 쇠뜨기(*Equosetum arvense*), 강아지풀(*Setaria viridis*), 환삼덩굴(*Humulus japonicus*), 고마리(*Persicaria thunbergii*), 돌콩(*Glycine soja*), 토끼풀(*Trifolium repens*), 개망초(*Erigeron annuus*) 등 11종류로 나타났다.

한편, 유기논 지역과 관행논 지역에서 구분되게 출현한 종은 유기논에서 고사리(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*), 애기부들(*Typhy angustata*), 산조풀(*Calemagrostis epigeios*), 골무꽃(*Scutellaria indica*), 배초향(*Agastache rugosa*), 하늘타리(*Trichosanthes kirilowii*), 수염가래꽃(*Lobelia chinensis*), 금방동사니(*Cyperus microiria*), 팽이밥(*Oxalis corniculata*), 천수국(*Tagetes erecta*)

등 37종류가 출현하였다.

전체 출현종에 대한 과별 출현비율은 15.3%의 국화과(*Compositae*)가 가장 많은 출현을 하였으며, 두 번째로 13.6%의 벼과(*Gramineae*)로 확인되었다(Fig. 2). 이것은 소택형습지(강방훈 등, 2009), 소류지(변무섭 등, 2006), 산지습지(송호경 등, 2006), 저수지(한윤호 등, 2002), 호수(김철수 등, 2000)와 같은 현상으로 우리나라 습지의 식생특성과 유사하며, 동시에 우리나라의 대표적인 식생특성을 반영하는 것으로 보여진다.

관행논의 과별 출현종은 국화과(*Compositae*), 벼과(*Gramineae*), 십자화과(*Cruciferae*), 마디풀과(*Polygonaceae*), 콩과(*Leguminosae*), 석죽과(*Caryophyllaceae*), 사초과(*Cyperaceae*) 등의

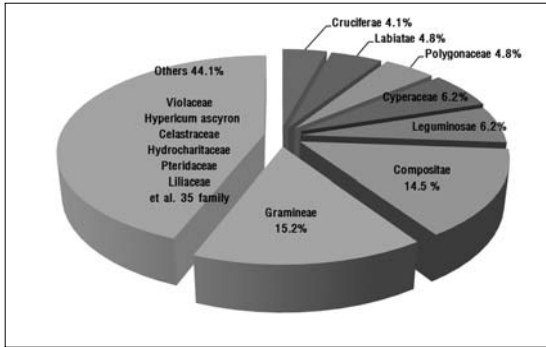


Fig. 2 The ratio of family at Organic Rice Paddy field.

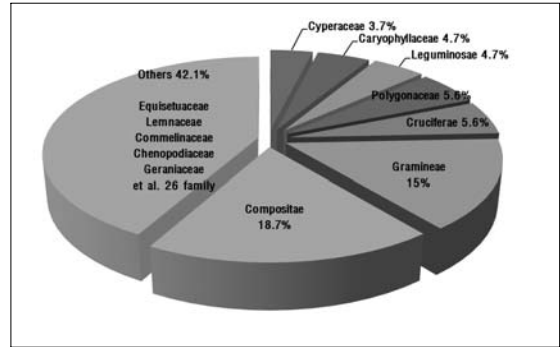


Fig. 3 The ratio of family at Conventional Rice Paddy field.

Table 5. The number of life form at six study sites.

Classification	Conventional farming			Organic farming		
	A	B	C	D	E	F
Megaphanerophytes(M)	-	-	-	2	3	1
Nanophanerophytes(N)	-	1	3	5	3	1
Geophytes(G)	4	2	4	8	3	6
Chamaephytes(CH)	1	1	2	1	1	1
Hemicryptophytes(H)	15	12	19	29	18	25
Therophytes(Th)	38	36	22	31	44	41
Hydrophytes(HH)	4	2	-	-	5	3
Total	4(N) 8(G) 2(CH) 31(H) 58(Th) 5(HH)			5(M) 8(N) 10(G) 1(CH) 50(H) 63(Th) 7(HH)		

순으로 나타나였으며, 유기논의 과별 출현종은 벼과(*Gramineae*), 국화과(*Compositae*), 콩과(*Leguminosae*), 사초과(*Cyperaceae*), 마디풀과(*Polygonaceae*), 꿀풀과(*Labiatae*), 십자화과(*Cruciferae*) 등의 순으로 확인되었으며 관행논과 다르게 유기지역의 경우 꿀풀과(*Labiatae*)와 사초과(*Cyperaceae*)의 출현빈도가 높은 것을 확인 할 수 있다(Fig. 3).

전체 조사대상지의 출현종에 대한 생활형 출현 비율은 Table 5.와 같으며 대형지상식물(M) 5종류, 소형지상식물(N) 9종류, 지중식물(G) 14종류, 지표식물(CH) 2종류, 접지식물(H) 57종류, 수생식물(HH) 10종류, 일년생식물(Th) 78종류로 확인되었다.

전체 조사대상지에서 유기논과 관행논의 생활

형 출현비율 차이를 살펴보면 관행지역의 경우 소형지상식물(N) 4종류, 지중식물(G) 8종류, 지표식물(CH) 2종류, 접지식물(H) 31종류, 수생식물(HH) 5종류, 일년생식물(Th) 58종류이다. 유기지역의 경우 대형지상식물(M) 5종류, 소형지상식물(N) 8종류, 지중식물(G) 10종류, 지표식물(CH) 1종류, 접지식물(H) 50종류, 수생식물(HH) 5종류, 일년생식물(Th) 63종류로 나타났다. 유기논과 관행논의 생활형 출현비율 중 가장 많은 비율을 차지하는 일년생식물의 과별 출현종 중 관행논 지역의 경우 국화과, 벼과, 십자화과, 석죽과 순으로 출현하며, 유기논 지역의 경우 국화과, 벼과, 사초과, 마디풀과 순으로 출현한다. 조사대상지의 일년생식물의 출현비율은 관행지역보다 유기지역이 출현빈도가 높은 것을 확인할 수 있다(Table 5).

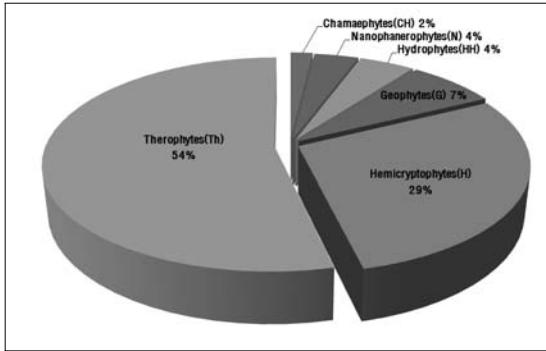


Fig. 4 The ratio of life form at Conventional Rice Paddy field.

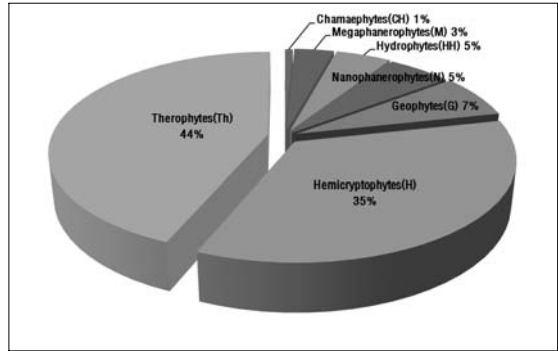


Fig. 5 The ratio of life form at Organic Rice Paddy field.

### 3.3 귀화식물 특성분석

국내 귀화식물의 전반적인 현황을 보면 2010년까지 새롭게 정리된 우리나라의 귀화식물은 40과 75속 302종 15변종 4품종 총 321종류(Taxa)로 나타난다(이유미 등, 2011). 조사대상지에서 출현한 귀화식물은 11과 23속 25종 2변종으로 총 27종류(Taxa)가 출현하였으며, 가장 많이 출현한 국화과는 40.7%로 10종 1변종, 벼과는 14.8%로 3종 1변종이 나타났다. 원산지의 경우 33.4%가 북아메리카산 으로 총 9종류로 가장 많은 비율을 보였으며, 유럽원산이 25.9%(7종류), 열대아메리카 및 유럽-아시아산이 11.1%(3종류), 아시아가 7.4%(2종류), 열대아시아 및 유럽-아프리카산가 각 1종류로 나타났다(Table 6).

귀화도(Degree of Naturalization)는 Kariyama and Kobatake(1998)의 사용법을 따랐으며 5등급에서 1등급까지 우리나라 전체에 퍼져있는 귀화식물의 분포 양상을 나타내며, 귀화도 등급 중 5등급으로 갈수록 우리나라 전 국토에 상대적으로 많이 퍼져 자생하는 것이다(박수현 등, 2002). 조사대상지의 귀화식물 중 15종류로 5등급이 가장 많았으며, 3등급 7종류, 2등급 4종류, 4등급 1종류 순으로 나타났다.

이입시기(Introduced period)는 1921년까지가 이입 1기, 1922년부터 1963년까지 이입 2기, 이입 3기는 1964년 이후 현재까지 시기를 기준으로 하였다(박수현, 2002). 조사대상지의 이입시기는 1기가

가장 많았으며, 1기가 가장 낮은 순으로 나타났다.

우리나라에 분포하는 귀화식물의 생활형(Growth type)을 살펴보면, 초본이 314종류(97.8%), 목본은 7종류(2.2%)로 나타났으며, 생활환은 1-2년생은 218종류(67.9%), 다년생은 목본을 포함하여 103종류(32.1%)으로 나타났다(이유미 등, 2011). 본 조사에서는 1년생이 11종류, 2년생이 8종류, 다년생이 7종류, 목본이 1종류였다.

도시화지수는 연구대상지의 출현종을 바탕으로 321종의 귀화식물을 분석한 뒤 321종에 대한 대상지 출현귀화식물의 비로 계산하였다(이유미 등, 2011).

귀화율(Naturalized ratio)의 경우 관행논이 21.0~30.0%의 범위로 분석되었으며, 유기논은 11.7~18.4%로 분석되었다. 조사권역별 전체대상지의 귀화율은 관행논이 평균 22.4%, 유기논이 평균 13.2%로 약 10% 가까운 차이를 보였다. 이것은 관행논의 화학비료 사용 및 제초 후 토착종보다 생존전략이 뛰어난 귀화식물이 넓게 자리 잡은 결과로 판단되며(오현경 등, 2009), 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

전체 연구기간 중 6곳의 대상지를 도시화지수(Urbanization Index)로 산출한 결과 관행논 지역으로 연구대상지 A가 4.05%, 연구대상지 B가 4.67%, C가 4.67%로 나타났으며, 유기논 지역의 경우 연구대상지 D가 4.36%, E가 2.80%, F가 3.43%로 분석되었다. 이것은 관행논 지역보다 유기논 지역이 대체로 도시화지수가 낮음을 확인 할 수 있다(Table 7).



Table 6. The list of naturalized plant at six study sites<sup>1)</sup>.

Family name	Species name	N.D.	Int.-p.	L-f	Orig.	Site					
						A	B	C	D	E	F
<i>Gramineae</i>											
	<i>Lolium multiflorum</i>	3	3	2	Eu				0		
	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	5	2	1	nA		0	0			
	<i>Paspalum distichum</i> L. var. <i>distichum</i>	4	3	Pe.	tAs	0		0	0		0
	<i>Festuca arundinacea</i>	5	3	Pe.	Eu			0	0		
<i>Polygonaceae</i>											
	<i>Rumex crispus</i>	5	1	Pe.	Eu	0	0	0	0	0	0
	<i>Rumex obtusifolius</i>	3	2	Pe.	Eu-As		0	0			0
<i>Chenopodiaceae</i>											
	<i>Chenopodium ficifolium</i>	5	1	1	Eu		0		0		
<i>Amaranthaceae</i>											
	<i>Amaranthus viridis</i>	2	2	1	tA		0				0
<i>Caryophyllaceae</i>											
	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill	5	3	2	Eu			0			
<i>Cruciferae</i>											
	<i>Lepidium virginicum</i>	5	3	2	nA		0				
<i>Leguminosae</i>											
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	5	1	Tr.	nA				0		
	<i>Astragalus sinicus</i>	2	1	2	As						0
	<i>Trifolium repens</i>	5	1	Pe.	Eu-Af	0	0	0	0	0	0
<i>Onagraceae</i>											
	<i>Oenothera odorata</i>	5	1	1	nA		0	0	0		
<i>Convolvulaceae</i>											
	<i>Ipomoea purpurea</i>	3	1	1	tA	0	0				
<i>Scrophulariaceae</i>											
	<i>Veronica arvensis</i>	3	1	1	Eu-As			0			
<i>Compositae</i>											
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i>	5	2	1	nA	0	0				
	<i>Xanthium strumarium</i>	2	1	1	As	0					
	<i>Aster pilosus</i>	5	3	Pe.	nA			0		0	
	<i>Erigeron annuus</i>	5	1	2	nA	0	0	0	0	0	0
	<i>Erigeron bonariensis</i>	2	1	2	sA	0		0	0		
	<i>Erigeron canadensis</i>	5	1	2	nA	0	0	0	0	0	0
	<i>Bidens frondosa</i>	5	3	1	nA	0	0	0	0	0	0
	<i>Galinsoga ciliata</i>	3	3	1	tA	0				0	0
	<i>Carduus crispus</i>	3	1	2	Eu-As	0					
	<i>Taraxacum officinale</i>	5	1	Pe.	Eu	0	0	0	0	0	0
	<i>Sonchus oleraceus</i>	3	1	1	Eu		0		0	0	
Total		11(Fa)	25(S)	2(V)		13	15	15	14	9	11

\* N.D : Naturalized degree; Int.-p. : Introduced period.; L-f. : Life-form(1:Annual, 2:Biennial, Pe.:Perennial, Tr.:Tree); Orig. : Origin(nA.:north America, sA.:south America, tA.:tropical America, As.:Asia, tAs.:tropical Asia, Eu.:Europe, Eu-As.:Europe-Asia, Eu-Af.:Europe-Africa).

Table 7. The Naturalized ratio and Urbanization index at six study sites.

Classification	Conventional farming				Organic farming			
	A	B	C	Total	D	E	F	Total
Naturalized ratio (%)	21.0	27.8	30.0	22.4	18.4	11.7	14.1	13.2
Urbanization index (%)	4.05	4.67	4.67	7.48	4.36	2.80	3.43	5.92

귀화식물이 출현한 지역은 개발지구가거나 나지, 도로, 하천지, 주택지, 농지 등 사람이나 차량의 이동이 많은 지역에서 대부분 조사된다(최갑림 등, 2008). 이와 같이 귀화식물은 계속적으로 분포역이 변하고 있기 때문에 귀화식물의 유입을 막기 위해서는 지속적인 관리가 필요하다(이유미 등, 2011).

### 3.4 생육환경에 따른 식생차이 분석

연구대상지의 생육환경과 식생특성간의 상호관

련성을 분석하기 위하여 Pearson 상관분석을 실시하여 Table 8.에 제시하였다. 생육환경은 주변 토지이용의 점수 및 등급, 야생동물이동통로, 면적, 유기농법적용 여부를 기준으로 하여 어떤 식생특성과 관련이 있는지 알아보았다.

분석결과 주변토지이용점수와 야생동물이동통로의 경우 어떤 생육환경과도 상관이 없는 것으로 분석되었다. 이것은 논습지의 식생다양성의 경우 토지이용에는 크게 영향을 받지 않는다고 판단할 수 있으며, 앞에서 거론 한 습지평가체계의 적용을 대폭 수정 할 필요가 있음을 의미하고 있다고

Table 8. The result of Pearson Correlation analysis among vegetation and environment

Classification	Environment				
	Score of Surrounding Land Use	Grade of Surrounding Land Use	Grade of Wildlife corridor	Size of wetland	Organic farming techniques
Number of taxa	0.117 (0.825)	-0.175 (0.741)	0.017 (0.840)	-0.250 (0.663)	0.891* (0.017)
Number of family	0.312 (0.548)	0.000 (1.000)	0.032 (0.953)	-0.222 (0.673)	0.894* (0.016)
Number of Gramineae	-0.235 (0.654)	-0.560 (0.248)	0.685 (0.133)	0.103 (0.847)	0.700 (0.122)
Number of Compositae	0.436 (0.387)	0.175 (0.740)	-0.250 (0.633)	-0.479 (0.337)	0.303 (0.559)
Number of Cyperaceae	0.310 (0.550)	0.000 (1.000)	0.204 (0.698)	0.088 (0.868)	0.962** (0.002)
Number of Convolvulaceae	-0.740 (0.092)	-0.905* (0.013)	0.739 (0.094)	-0.343 (0.506)	-0.174 (0.742)
Number of Nanophanerophytes	0.275 (0.598)	0.345 (0.503)	-0.352 (0.494)	0.836* 0.038	0.498 (0.315)
Number of Geophytes	0.553 (0.255)	0.292 (0.575)	0.357 (0.487)	0.366 (0.476)	0.590 (0.218)
Number of Chamaephytes	0.380 (0.458)	0.775 (0.070)	-0.632 (0.178)	0.079 (0.882)	-0.447 (0.374)
Number of Hemicryptophyte	0.527 (0.283)	0.351 (0.496)	0.143 (0.787)	0.348 (0.499)	0.752 (0.085)
Number of Hydrophytes	-0.104 (0.845)	-0.306 (0.555)	-0.063 (0.906)	-0.631 (0.179)	0.177 (0.738)
Number of Therophytes	-0.279 (0.593)	-0.561 (0.247)	0.229 (0.662)	-0.478 (0.337)	0.463 (0.355)

\* : Correlation is significant at the 0.05 level, \*\* : Correlation is significant at the 0.01 level

사료된다.

한편, 유기농법 적용 여부와 의 상관관계 분석결과 는 식생종류 수, 과 수와 상관관계가 인정되어 유기논 지역이 관행논 지역에 비해 식생이 다양함을 보여주며, 사초과의 종류와는 1%이내의 상관관계가 인정되어 추후 논습지 평가 시 사초과의 종류 수를 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

연구 대상지는 유기논과 관행논 총 6곳을 선정하였다. 기존의 습지평가 체계인 수정 RAM의 평가 중 'Floral Diversity and Wildlife Habitat' 기능을 분석하였다. 분석결과에 영향을 미치는 인자는 단순한 토지이용의 결과만이 평가를 좌우하는 것으로 나타났다.

식생조사 결과 총 53과 146속 148종 26변종 1 품종으로 총 176종류(taxa)가 조사되었다. 유기지역과 관행지역의 생활형 출현비율 차이를 살펴보면 유기지역이 일년생식물과 대형지상식물의 생활형 출현비율이 높은 것을 확인할 수 있다. 귀화식물의 분포 또한 관행재배지역보다 유기재배지역의 귀화식물의 도시화지수가 낮음을 확인할 수 있다.

연구대상지의 생육환경과 식생특성간의 Pearson 상관분석 결과 논습지 식생다양성의 경우 토지이용에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다. 하지만, 유기논지역이 관행논지역에 비해 식생이 다양하게 분포되었으며 특히, 사초과에서는 높은 상관관계가 인정되어 추후 논습지 평가 시 사초과의 종류 수를 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

논습지 평가를 위한 식물상 조사 결과 출현종 수는 비슷할 지라도 실제로 논에 생육하는 고유종의 출현빈도로 보면 유기재배 지역의 다양성이 높음을 알 수 있었다. 또한 유기재배 지역일 경우 왕우렁이와 같은 초식성 제초 동물이 투입되면 식물종의 다양성은 감소되어진다. 한편, 본 조사에서 소택지가 있는 논이 매우 다양한 양서과충류와 그 개체수도 높음을 알 수 있었다. 논습지에서 야생동물의 서식처로서 소택지를 유지하는 것이 생

물다양성을 높이는데 매우 효과적이라는 것을 알 수 있다. 다만, 논주변의 소택지와 식물의 다양성의 관계에 대해서는 차후 자세한 조사가 필요하다고 생각된다. 또한 논 안의 순환수로에서 훨씬 높은 식물종의 밀도가 나타나고 있는데, 이는 전통적 지식으로서도 매우 유용해 보이므로 추후 이에 대한 정밀한 조사가 요구된다.

#### 참 고 문 헌

1. 강방훈, 손진관, 이상화, 김남춘. 2009. 농촌지역 소규모 소택형습지의 식생특성. 한국환경복원녹화학회지, 12(3) : 33~48.
2. 권오도, 박흥규, 안규남, 이인, 신서호, 신길호, 신해룡, 국용인. 2010. 벼 친환경재배에서 다양한 유기자원별 잡초방제 효과. 한잡초지, 30(3) : 272~281.
3. 국립수목원 한국식물분류학회. 2007. 국가표준 식물목록.
4. 김종원, 남화경. 1998. 논경작지 식생의 군락 분류 및 군락생태학적 연구. Korean J., 21(3) : 203~215.
5. 김철수, 손성곤, 이정환, 오경환. 2000. 아산호 습지에서 관속식물의 군집 구조와 생산성 및 영양염류의 흡수. 한국생태학회지, 23(3) : 201~209.
6. 김희동, 박중수, 방관호, 조영철, 박경열, 권규철, 노영덕. 1994. 벼논 오리 사육방법에 따른 벼 생육 및 수량 반응. 한국작물학회지, 39(4) : 339~347.
7. 농림수산식품부. 2011. 친환경농업육성법.
8. 농촌진흥청. 2008. 논 생태계 수서무척추동물도감(증보판).
9. 박수현. 2001. 한국귀화식물 원색도감. 일조각.
10. 박수현. 2002. 우리나라 귀화식물 분포. 임업연구원 국립수목원.
11. 송호경, 전기성, 이상화, 김남춘, 박관수, 이병준. 2005. 고속도로 절토비탈면의 식생구조와 천이. 환경복원녹화, 8(6) : 69~79.

12. 오현경, 임동욱, 김용식. 2009. 변산반도국립공원의 귀화식물 분포특성 및 관리대책. 한국환경생태학회지, 23(2) : 105~115.
13. 이영노. 2006. 새로운 한국식물도감. 교학사.
14. 이유미, 박수현, 정수영, 오승환, 양종철. 2011. 한국내 귀화식물의 현황과 고찰. 한국식물분류학회지, 41(1) : 87~101.
15. 이창복. 2006. 원색 대한식물도감. 향문사.
16. 임양재, 전의식. 1980. 한반도의 귀화식물 분포. 한식지, 23(3-4) : 69~83.
17. 정순재, 박홍식, 오주성, 최봉출, 최성관. 1999. 왕우렁이의 섭식·생태 및 논잡초 방제 효과에 관한 연구. 한국유기농업학회지, 7(2) : 169~177.
18. 최갑립, 조영민, 심정기, 국용인, 신동영. 2008. 순천시 봉화산 주변의 귀화식물. 한국자원식물학회 추계학술발표, 94-94.
19. 최봉수, 전원태, 이용환, 김민태, 엄순표, 오계정, 조현숙, 박태선, 성기영. 2011. 녹비작물 이용 유기며 재배지의 논잡초 발생과 벼 수확. 한잡초지, 31(4) : 360~367.
20. 최홍근. 1985. 한국수생관속식물지. 박사학위논문. 서울대학교.
21. 환경부. 1997. 환경농업육성법.
22. 환경부. 2008. 제10차 람사르총회, 지구습지보전의 진일보 일러내, 경상남도. pp 1-25.
23. 한윤호, 김동엽, 안원용. 2002. 일월저수지의 습지 환경과 식생발달. 한국환경복원녹화기술학회지, 5(2) : 9~16.
24. 沼田 眞. 1996. 景相生態學, 朝倉書店.
25. 宮脇昭. 1967. 水田の 雜草群落. In: 宮脇編. 日本の 植生. 學研. 東京., 116~123.
26. Jeon, W. T., B. S. Choi, Samy A. M. Abd El-Azeem and Y. S. Ok. 2011. Effects of green manure crops and mulching technology on reduction in herbicide and fertilizer use during rice cultivation in Korea. Afr. J. Biotech, 10 : 1~8.
27. Kariyama S. and H.Kobatake. 1988. Naturalized plants of Gagyū-zan, Takahamashi-City, Okayama Prefecture, Japan. Bull. Kurashiki Mus. Nat. Hits., 3 : 31-40 (in Japanese).
28. Lee, Y.H. 2010. Rice growth and grain quality in no-till and organic farming paddy field as affected by different rice cultivars. Korean J. Soil Sci. Fert., 43 : 209~216.
29. Mader, P., A. Fliebach, D. Dubois, L. Gunst, and U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296 : 1694~1697.
30. Miyawaki, A. 1960. Pflanzensoziologische Untersuchungen über Reisfeld-Vegetation auf den japanischen Inseln mit vergleichender Betrachtung Mitteleuropas. Vegetatio, 2 : 345~402.
31. Ramsar. 2008. 10th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Wetlands : Draft Resolution X.31.
32. Raunkiaer, C. 1934. The life forms plants and statistical plant geography, Clarendon Press. Oxford.
33. Wolfgang B., A. Harenberg, J. Zimmerman, B. Wei. 2003. Biodiversity, the ultimate agricultural indicator Potential and limits for the application of faunistic elements as gradual indicators in agroecosystem. Agriculture Ecosystem & Environment., 99 : 113~123.
34. Wright, S.F., J.L. Starr, and I.C. Paltineanu. 1999. Changes in aggregate stability and concentration of glomalin during tillage management transition. Soil Sci. Soc. Am. J., 63 : 1825~1829.

○ 논문접수일 : 2011년 11월 01일

○ 심사의뢰일 : 2011년 11월 02일

○ 심사완료일 : 2012년 02월 20일

Appendix 1. The list of plants at six study sites.

Family	Botanic Name	L,F	N,P	Conventional farming			Organic farming		
				A	B	C	D	E	F
1	<i>Equisetaceae</i>	<i>Equosetum arvense</i>	G	0	0	0	0	0	0
2	<i>Pteridaceae</i>	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	G				0		
3	<i>Aspidiaceae</i>	<i>Athyrium niponicum</i>	H			0			
4	<i>Typhaceae</i>	<i>Typha orientalis</i>	HH					0	
5		<i>Typhy angustata</i>	HH						0
6	<i>Potamogetonaceae</i>	<i>Potamogeton distinctus</i>	HH		0				
7	<i>Alismataceae</i>	<i>Sagittaria aginashi</i>	HH	0					
8	<i>Hydrocharitaceae</i>	<i>Ottelia alismoides</i>	HH					0	
9	<i>Gramineae</i>	<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	Th			0			
10		<i>Beckmannia syzigachne</i>	Th					0	
11		<i>Calamagrostis epigeios</i>	H				0		
12		<i>Lolium multiflorum</i>	H	*			0		
13		<i>Poa sphondylodes</i>	H						0
14		<i>Zizania latifolia</i>	HH					0	0
15		<i>Phragmites communis</i>	G		0		0		0
16		<i>Eragrostis ferruginea</i>	H	0			0		0
17		<i>Eleusine indica</i>	Th	0	0			0	0
18		<i>Pennisetum alopecuroides</i>	H		0		0		
19		<i>Setaria viridis</i>	Th	0	0	0	0	0	0
20		<i>Setaria glauca</i>	Th	0	0		0	0	0
21		<i>Setaria faberii</i>	Th	0	0			0	0
22		<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Th	*	0	0			
23		<i>Digitaria sanguinalis</i>	Th	0	0		0	0	0
24		<i>Paspalum distichum</i> L. var. <i>distichum</i>	H	*	0	0	0		
25		<i>Oplismenus undulatifolius</i>	H					0	
26		<i>Echinochloa crus-galli</i>	Th						0
27		<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i>	Th				0	0	0
28		<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>	Th	0	0		0	0	
29		<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koneigii</i>	H				0		
30		<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	H		0	0			0
31		<i>Arthraxon hispidus</i>	Th	0			0		0
32		<i>Festuca arundinacea</i>	H	*		0	0		
33	<i>Cyperaceae</i>	<i>Carex japonica</i>	H			0			
34		<i>Fimbristylis dichotoma</i>	Th				0	0	
35		<i>Scirpus juncooides</i>	H					0	0
36		<i>Cyperus globosus</i>	Th						0
37		<i>Cyperus orthostachyus</i>	Th	0					
38		<i>Cyperus iria</i>	Th	0					0
39		<i>Cyperus microiria</i>	Th				0		
40		<i>Cyperus amuricus</i>	Th		0		0	0	
41		<i>Cyperus difformis</i>	Th					0	0
42		<i>Kyllinga brevifolia</i> var. <i>leiolepis</i>	H				0		0
43	<i>Araceae</i>	<i>Colocasia antiquorum</i> var. <i>esculenta</i>	G					0	
44		<i>Pinellia ternata</i>	G	0			0		0
45	<i>Lemnaceae</i>	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	HH	0	0				
46		<i>Lemna paucicostata</i>	HH	0				0	
47	<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina communis</i>	Th	0	0		0	0	0
48		<i>Aneilema keisak</i>	Th						0
49	<i>Pontederiaceae</i>	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i>	HH	0					0
50		<i>Eichhornia crassipes</i>	HH					0	
51	<i>Liliaceae</i>	<i>Hemerocallis fulva</i>	G			0			
52		<i>Liriope platyphylla</i>	G				0		
53	<i>Salicaceae</i>	<i>Salix gracilistyla</i>	N			0	0		
54	<i>Moraceae</i>	<i>Morus alba</i>	M					0	0
55	<i>Cannabaceae</i>	<i>Humulus japonicus</i>	Th	0	0	0	0	0	0
56	<i>Urticaceae</i>	<i>Pilea mongolica</i>	Th						0

Appendix 1. Continued.

Family	Botanic Name	L.F	N.P	Conventional farming			Organic farming		
				A	B	C	D	E	F
57	<i>Polygonaceae</i> <i>Rumex longifolius</i>	H				0			
58	<i>Rumex crispus</i>	H	*	0	0	0	0	0	0
59	<i>Rumex obtusifolius</i>	H			0	0			0
60	<i>Persicaria thunbergii</i>	Th		0	0	0	0	0	0
61	<i>Persicaria bungeana</i>	Th						0	
62	<i>Persicaria hydropiper</i>	Th							0
63	<i>Polygonaceae</i> <i>Persicaria blumei</i>	Th		0	0	0	0	0	
64	<i>Polygonum aviculare</i>	Th		0			0		0
65	<i>Chenopodiaceae</i> <i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	Th		0	0		0	0	0
66	<i>Chenopodium ficifolium</i>	Th	*		0		0		
67	<i>Amaranthaceae</i> <i>Amaranthus mangostanus</i>	Th		0				0	0
68	<i>Amaranthus viridis</i>	Th	*		0				0
69	<i>Achyranthes japonica</i>	H		0				0	0
70	<i>Portulacaceae</i> <i>Portulaca oleracea</i>	Th		0	0			0	
71	<i>Caryophyllaceae</i> <i>Sagina japonica</i>	Th				0			
72	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	H				0			
73	<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i>	Th				0			
74	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill	Th	*			0			
75	<i>Stellaria media</i>	Th				0	0		
76	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>	Th					0		
77	<i>Dianthus sinensis</i>	H					0		
78	<i>Ranunculaceae</i> <i>Clematis apiifolia</i>	N				0	0		0
79	<i>Ranunculus sceleratus</i>	Th							0
80	<i>Ranunculus chinensis</i>	Th						0	0
81	<i>Thalictrum simplex</i>	G					0		
82	<i>Menispermaceae</i> <i>Menispermum dauricum</i>	N				0			
83	<i>Cocculus trilobus</i>	N					0		
84	<i>Papaveraceae</i> <i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	Th		0		0	0		
85	<i>Cruciferae</i> <i>Lepidium virginicum</i>	Th	*		0				
86	<i>Cardamine flexuosa</i>	Th				0		0	
87	<i>Rorippa indica</i>	H			0			0	0
88	<i>Rorippa islandica</i>	H			0			0	0
89	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Th			0	0		0	
90	<i>Draba nemorosa</i> var. <i>hebecarpa</i>	Th			0	0		0	
91	<i>Rosaceae</i> <i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i>	N					0		
92	<i>Duchesnea chrysantha</i>	H		0					
93	<i>Potentilla paradoxa</i>	H						0	
94	<i>Rubus crataegifolius</i>	N			0		0		
95	<i>Rubus coreanus</i>	N						0	
96	<i>Agrimonia pilosa</i>	H					0		
97	<i>Rosa multiflora</i>	N						0	
98	<i>Leguminosae</i> <i>Cassiamimosoides</i> var. <i>nomame</i>	Th						0	
99	<i>Lespedeza cuneata</i>	CH				0			
100	<i>Kummerowia striata</i>	H					0		
101	<i>Aeschynomene indica</i>	Th		0	0		0		
102	<i>Phaseolus nipponensis</i>	Th		0	0			0	0
103	<i>Glycine soja</i>	Th		0	0	0	0	0	0
104	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	M	*				0		
105	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonicus</i>	H					0		
106	<i>Astragalus sinicus</i>	H	*						0
107	<i>Trifolium repens</i>	CH	*	0	0	0	0	0	0
108	<i>Geraniaceae</i> <i>Geranium sibiricum</i>	H		0			0		
109	<i>Geranium nepalense</i> subsp. <i>thunbergii</i>	H				0			
110	<i>Oxalidaceae</i> <i>Oxalis corniculata</i>	G					0	0	0
111	<i>Euphorbiaceae</i> <i>Acalypha australis</i>	Th		0	0			0	0
112	<i>Euphorbia pekinensis</i>	G				0			
113	<i>Celastraceae</i> <i>Celastrus orbiculatus</i>	M					0		
114	<i>Soapberry</i> <i>Koeleruteria paniculata</i>	M						0	
115	<i>Vitaceae</i> <i>Vitis coignetiae</i>	M						0	
116	<i>Hypericum ascyron</i>	H					0		
117	<i>Violaceae</i> <i>Viola mandshurica</i>	H		0	0		0	0	0
118	<i>Viola yedoensis</i>	H					0		0
119	<i>Onagraceae</i> <i>Ludwigia prostrata</i>	H		0			0		0
120	<i>Oenothera odorata</i>	H	*		0	0	0		
121	<i>Umbelliferae</i> <i>Oenanthe javanica</i>	H		0		0		0	0
122	<i>Primulaceae</i> <i>Androsace umbellata</i>	H							0
123	<i>Oleaceae</i> <i>Forsythia koreana</i>	N						0	
124	<i>Asclepiadaceae</i> <i>Metaplexis japonica</i>	G		0			0		0

Appendix 1. Continued.

Family	Botanic Name	L.F	N.P	Conventional farming			Organic farming		
				A	B	C	D	E	F
125	<i>Convolvulaceae</i> <i>Quamoclit pennata</i>	Th							0
126	<i>Ipomoea purpurea</i>	Th	*	0	0				
127	<i>Pharbitis nil</i>	Th						0	
128	<i>Calystegia japonica</i>	H		0	0		0	0	0
129	<i>Cuscuta australis</i>	Th			0				
130	<i>Boraginaceae</i> <i>Trigonotis nakaii</i>	H				0			
131	<i>Trigonotis peduncularis</i>	H				0			0
132	<i>Labiatae</i> <i>Scutellaria indica</i>	H					0		
133	<i>Agastache rugosa</i>	H						0	
134	<i>Leonurus sibiricus</i>	Th		0	0			0	
135	<i>Stachys riederi</i> var. <i>japonica</i>	H					0		
136	<i>Mosla punctulata</i>	Th					0		0
137	<i>Labiatae</i> <i>Clinopodium chinense</i> var. <i>parviflorum</i>	H							0
138	<i>Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens</i>	H					0		
139	<i>Solanaceae</i> <i>Solanum nigrum</i>	Th			0			0	
140	<i>Scrophulariaceae</i> <i>Mazus pumilus</i>	Th		0	0			0	0
141	<i>Lindernia micrantha</i>	Th		0				0	0
142	<i>Veronica arvensis</i>	Th	*			0			
143	<i>Plantaginaceae</i> <i>Plantago asiatica</i>	H		0	0		0	0	0
144	<i>Rubiaceae</i> <i>Rubia akane</i>	G				0			
145	<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i>	H					0		
146	<i>Galium spurium</i>	Th				0			
147	<i>Cucurbitaceae</i> <i>Trichosanthes kirilowii</i>	G							0
148	<i>Lobeliaceae</i> <i>Lobelia chinensis</i>	H							0
149	<i>Compositae</i> <i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i>	Th	*	0	0				
150	<i>Xanthium strumarium</i>	Th	*	0					
151	<i>Aster pilosus</i>	H	*			0		0	
152	<i>Erigeron annuus</i>	Th	*	0	0	0	0	0	0
153	<i>Erigeron bonariensis</i>	Th	*	0		0	0		
154	<i>Erigeron strigosus</i> Muhl	Th		0					0
155	<i>Erigeron canadensis</i>	Th	*	0	0	0	0	0	0
156	<i>Patasites japonicus</i>	H				0			
157	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	Th		0				0	
158	<i>Achillea subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i>	H					0		
159	<i>Centipeda minima</i>	Th		0	0			0	0
160	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H						0	
161	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	H		0	0	0	0	0	0
162	<i>Eclipta prostrata</i>	Th					0	0	0
163	<i>Bidens frondosa</i>	Th	*	0	0	0	0	0	0
164	<i>Bidens radicata</i> var. <i>pinnatifida</i>	Th							0
165	<i>Galinsoga ciliata</i>	Th	*	0				0	0
166	<i>Carduus crispus</i>	Th	*	0					
167	<i>Cirsium pendulum</i>	G		0					
168	<i>Hemistepta lyrata</i>	H						0	
169	<i>Tagetes erecta</i>	Th						0	
170	<i>Taraxacum officinale</i>	H	*	0	0	0	0	0	0
171	<i>Ixeris dentata</i>	H		0				0	0
172	<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	Th		0		0	0	0	0
173	<i>Sonchus oleraceus</i>	Th	*		0		0	0	
174	<i>Youngia japonica</i>	H		0		0			0
175	<i>Youngia sonchifolia</i>	Th				0		0	
176	<i>Veronica arvensis</i>	Th	*			0			