

# Occurrence and distribution characteristics of weed species in organic paddy fields

Ki Seon Hwang<sup>1</sup>, Sunghoon Jung<sup>2</sup>, Sung-Chul Kim<sup>3</sup>, Doug-Young Chung<sup>3\*</sup>, Kee Woong Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Crop Science, College of Agriculture and Life science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

<sup>2</sup>Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

<sup>3</sup>Department of Bio-Environmental Chemistry, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

\*Corresponding author: [dychung@cnu.ac.kr](mailto:dychung@cnu.ac.kr), [parkkw@cnu.ac.kr](mailto:parkkw@cnu.ac.kr)

## Abstract

This study was conducted to investigate the dominance and distribution of weed species in organic and conventional paddy fields. The organic paddy fields were maintained for organic farming for more than five years in Anseong, Gyeonggi province of Korea. According to the Braun-Blanquet method, 42 and 36 weed species were found in the organic paddy fields in 2015 and 2016, respectively, while 38 and 36 weed species were found in the conventional paddy fields in 2015 and 2016, respectively. As a result of two years' survey, 53 species from 24 families in the organic paddy fields were identified and classified as 32 annuals, 3 biennials and 18 perennials. In conventional paddy fields, 51 species from 24 families (30 annuals, 6 biennials, and 15 perennials) were identified. According to the classification by family, the most abundant weed species were Compositae (9 species), followed by Poaceae (8 species) and Polygonaceae (6 species) in organic paddy fields. In conventional paddy fields, Compositae (9 species) were the most abundant weed species, followed by Cruciferae (6 species), Poaceae, Polygonaceae, and Cyperaceae. This result indicates that the difference in diversity of weeds in paddy fields was influenced more by the agricultural environment than the type of cultivation. Our results could be used as a base data to control the occurrence of weed species in the paddy fields.

**Keywords:** organic paddy fields, paddy weeds, weed occurrence

## Introduction

환경 농업은 농업과 환경을 조화시켜 농업의 생산을 지속 가능하게 하는 농업 형태로, 농업 생산의 경제성 확보, 환경 보존 및 농산물의 안전성 등을 동시에 고려하는 농업을 말한다. 환경 친화적인 모든 영농 활동이 환경 농업에 포함될 수 있으며, 유기 농업도 환경농업의 수단이 될 수 있다(Song, 2001).

농경지에 발생하는 잡초군락은 재배양식에 의해 다양하게 나타난다. 유기농업은 작부체계



## OPEN ACCESS

**Citation:** Hwang KS, Jung S, Kim SC, Chung DY, Park KW. 2017. Occurrence and distribution characteristics of weed species in organic paddy fields. Korean Journal of Agricultural Science 44:325-331.

**DOI:** <https://doi.org/10.7744/kjoas.20170048>

**Editor:** Jwakyung Sung, National Institute of Agricultural Sciences, Korea

**Received:** June 23, 2017

**Revised:** August 23, 2017

**Accepted:** September 7, 2017

**Copyright:** © 2017 Korean Journal of Agricultural Science.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

도입, 녹지작물 재배 및 자원순환이 되기 때문에 유기 합성 제초제와 비료를 사용하는 관행농업에 비해 생물다양성에 차이를 보인다(Kim et al., 2014). 2006년부터 2년간 수행된 호남 및 충남지역의 친환경 농업단지의 잡초 발생 양상 조사결과 왕우렁이농법에서 물달개비, 피, 미국가막사리, 여뀌바늘, 자귀풀, 사마귀풀 순으로 확인되어, 피가 가장 우점하는 관행 재배지와 잡초발생 양상에 차이를 보였다(Cho et al., 2011).

농경지 발생잡초 관리의 궁극적인 목표는 효율적인 잡초방제이며, 이를 위해 농경지에 발생하는 잡초의 종류와 발생현황을 파악하는 것이 필수적이다. 합리적인 잡초방제 체계를 수립하는데 있어서는 방제 대상인 잡초의 종류와 발생특성, 인위적으로 잡초를 방제했을 경우 잡초방제 방법과 방제횟수에 따른 잡초발생 양상 및 잡초군락의 전이를 알아야 한다. 잡초분포조사는 농경지에서의 잡초 발생 현황을 지속적으로 제공함으로써 체계적인 잡초관리 시스템 구축을 가능하게 한다.

본 연구는 유기벼 재배포장에서 발생하는 잡초종과 그 분포양상 조사를 통해 효과적이고 생력적인 잡초방제 기술개발을 위한 기초자료 확보를 위해 수행되었다.

## Materials and Methods

유기논에 발생하는 잡초의 분포를 확인하기 위하여 2015년과 2016년 6월부터 10월까지 약 30일 간격으로 경기도 안성에 위치한 유기벼(우렁이농법)와 관행벼 재배포장에서 잡초분포조사를 수행하였다.

달관조사를 통하여 조사대상포장의 발생잡초를 확인하였으며, 식물의 피도는 Braun-Blanquet (1964)의 방법으로 7 등급(5, 4, 3, 2, 1, +, r)을 기준으로 조사하였다. 각 등급별 조사기준은, 5: 75 - 100%; 4: 50 - 75%; 3: 25 - 50%; 2: 5 - 25%; 1: < 5 numerous individuals; +: < 5 few individuals; r: very fewer individuals이다(Wikum and Shanholtzer, 1978) (Fig. 1). 조사지역의 발생잡초와 주변전경은 사진촬영(Canon 100D) 하였다.

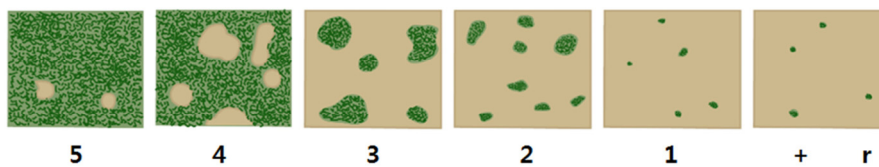


Fig. 1. Braun-Blanquet scale by cover-abundance with figures (Braun-Blanquet, 1964).

조사결과를 바탕으로 우점초종을 확인하기 위하여 중요치(IV)분석을 실시하였다(Curtis and McIntosh, 1950). 빈도는 전체 방형구 수에 대한 특정 종이 출현한 표본의 백분율로, 특정 종이 출현한 조사구 수를 총 조사구 수로 나눈 후 100을 곱한 값이며, 상대빈도(RF)는 특정 종의 빈도를 모든 출현 종의 빈도 총합으로 나눈 값에 100을 곱하여 구하였다. 상대피도(RC)는 특정종의 피도 합을 출현한 모든 종의 피도 총합으로 나눈 후 100을 곱하여 구하였다. 중요치(IV)는 상대빈도와 상대피도의 합을 반으로 나누어 값을 구하였다(Hwang et al., 2014).

$$\text{Relative frequency (RF)}(\%) = \frac{\text{Frequency of any species}}{\text{Total frequency of all species}} \times 100$$

$$\text{Relative cover (RC)}(\%) = \frac{\text{Cover of any species}}{\text{Total cover of all species}} \times 100$$

$$\text{Important value (IV)} = (\text{RF} + \text{RC}) / 2$$

잡초조사 결과는 국가표준식물목록(KNA, 2007)에 의거하여 목록을 작성하였으며 외래잡초는 한국귀화식물 원색도감(Park, 2009)을 기준으로 표기하였다. 확인된 잡초종에 대하여 Raunkiaer (1934)의 생활형을 기준으로 일년생과 다년생을 구분하였고 과별분포 비율을 산정하였다.

## Results and Discussion

경기도 안성시에 위치한 유기 및 관행논의 발생잡초분포조사를 수행한 결과 유기논에서는 2015년에 20과 42종, 2016년에 21과 36종, 관행논에서는 2015년에 19과 38종, 20과 36종의 발생을 확인할 수 있었다(Table 1, 2). 2년간의 조사결과, 유기논에서 24과 53종, 관행논에서 24과 51종의 발생잡초를 확인할 수 있었다.

발생잡초를 과별로 분류하면 유기논에서 국화과가 9종으로 가장 많이 발생하였으며, 화본과 8종, 마디풀과 6종, 두과와 사초과가 4종 순으로 많이 발생하는 것으로 조사되었다. 관행논에서는 국화과 9종, 십자화과 6종, 마디풀과, 사초과 화본과가 각 4종 순으로 확인되었다.

유기 및 관행 논포장에서 가장 우점하는 초종은 물피(*Echinochloa oryzoides*)로 조사되었다. 물피를 포함한 피속류(*Echinochloa* sp.)는 2000년 이후로 높은 발생비율을 유지하고 있는 것으로 조사되었으며(Park et al., 1995; Park et al., 2002; Hwang et al., 2013), 2013년도에 수행된 전국 논잡초 분포조사에서도 물피를 최우점초종으로 보고하였다(Ha et al., 2014). Im et al. (2015)은 전남지역 우렁이 투입 기계이앙논에서 물피를 포함한 *Echinochloa* sp.가 중요치 85.9%로 친환경농법인 우렁이농법에서도 피의 발생이 가장 문제가 된다고 보고하였다.

조사시기별 우점초종은 6월에 쑥(유기), 토끼풀(유기), 개망초(관행), 흰명아주(관행), 8월에 질경이(유기, 관행), 강아지풀(관행), 토끼풀(관행), 피(관행), 9월에 강아지풀(유기), 피(유기), 환삼덩굴(유기), 매듭풀(관행), 10월에 질경이(유기), 강아지풀(관행), 바랭이(관행), 여뀌(관행), 토끼풀(관행) 으로 나타났다. 포장주변의 발생잡초는 조사시기별로 우점초종이 변화하는 다양한 잡초군락을 형성하는 것으로 조사되었으며, 물피와 다년생 초종인 토끼풀은 4차례의 조사기간 동안 지속적인 발생을 보였다. 벼 생육후기인 10월 조사에서는 유기포장 가장자리에 위치한 벼까지 덩굴성 식물인 미국실새삼의 줄기가 침투하여 벼 수확작업에 어려움이 있을 것으로 예상되며, 수확기까지 포장주변에 지속적인 잡초관리가 필요할 것으로 보인다.

친환경재배방식은 포장에 발생하는 잡초종 뿐만 아니라 벼 수량에까지 영향을 미친다. 친환경 벼 재배양식의 하나인 우렁이농법은 잡초방제효과가 높을 뿐만 아니라 잡초방제로 인한 벼 피해율이 낮아 친환경 벼 재배지에서 가장 적합한 잡초방제법으로 보고되었다(Kwon et al., 2010). 그러나 왕우렁이 농법으로 재배한 논이라도 균평작업이 적절히 이루어지지 않은 경우 왕우렁이의 이동이 제한되어 잡초발생 및 벼 줄기섭식의 피해가 발생할 수 있다(Cho et al., 2011). 따라서, 포장 내 토양 표면을 균일하게 유지시키는 것 또한 왕우렁이를 이용한 잡초방제 효율을 높이는 방법이라고 볼 수 있다.

**Table 1.** Occurrence of weed species in organic paddy fields in Ansong, Kyunggi Province.

Rank	2015			2016		
	Scientific name	Family	I.V.	Scientific name	Family	I.V.
1	<i>Galeopsis bifida</i>	legume	6.39	<i>Echinochloa oryzoides</i>	Poaceae	14.46
2	<i>Artemisia princeps</i>	Compositae	5.81	<i>Ludwigia epilobioides</i>	Onagraceae	12.09
3	<i>Plantago asiatica</i>	Plantaginaceae	5.61	<i>Oenanthe javanica</i>	Umbelliferae	11.88
4	<i>Chelidonium majus</i>	Papaveraceae	5.23	<i>Persicaria thunbergii</i>	Polygonaceae	9.35
5	<i>Erigeron annuus</i>	Compositae	4.88	<i>Persicaria hydropiper</i>	Polygonaceae	6.92
6	<i>Conyza canadensis</i>	Compositae	4.68	<i>Plantago asiatica</i>	Plantaginaceae	3.31
7	<i>Oenanthe javanica</i>	Umbelliferae	4.10	<i>Artemisia princeps</i>	Compositae	3.24

**Table 1.** Occurrence of weed species in organic paddy fields in Ansong, Kyunggi Province (Continued).

Rank	2015			2016		
	Scientific name	Family	I.V.	Scientific name	Family	I.V.
8	<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	3.91	<i>Galeopsis bifida</i>	legume	3.21
9	<i>Digitaria ciliaris</i>	Poaceae	3.75	<i>Humulus japonicus</i>	Cannabinaceae	2.42
10	<i>Echinochloa oryzoides</i>	Poaceae	3.75	<i>Digitaria ciliaris</i>	Poaceae	2.37
11	<i>Persicaria thunbergii</i>	Polygonaceae	3.56	<i>Conyza canadensis</i>	Compositae	2.29
12	<i>Pueraria lobata</i>	legume	3.56	<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	2.27
13	<i>Persicaria hydropiper</i>	Polygonaceae	3.37	<i>Pueraria lobata</i>	legume	2.21
14	<i>Duchesnea indica</i>	Rosaceae	3.17	<i>Erigeron annuus</i>	Compositae	2.13
15	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	3.17	<i>Persicaria perfoliata</i>	Polygonaceae	1.94
16	<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	2.82	<i>Chelidonium majus</i>	Papaveraceae	1.83
17	<i>Commelina communis</i>	Commelinaceae	2.25	<i>Cyperus amuricus</i>	Cyperaceae	1.79
18	<i>Humulus japonicus</i>	Cannabinaceae	2.25	<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	1.71
19	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	Cyperaceae	2.05	<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	1.65
20	<i>Galinsoga ciliata</i>	Compositae	2.05	<i>Commelina communis</i>	Commelinaceae	1.45
21	<i>Acalypha australis</i>	Euphorbiaceae	1.86	<i>Amphicarpaea bracteata</i>	legume	1.16
22	<i>Dactylis glomerata</i>	Poaceae	1.67	<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidaceae	0.89
23	<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidaceae	1.12	<i>Cyperus microiria</i>	Cyperaceae	0.89
24	<i>Bidens bipinnata</i>	Compositae	1.12	<i>Vicia amoena</i>	legume	0.82
25	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Poaceae	1.12	<i>Metaplexis japonica</i>	Asclepiadaceae	0.78
26	<i>Persicaria perfoliata</i>	Polygonaceae	1.12	<i>Agropyron tsukushiense</i>	Poaceae	0.77
27	<i>Bidens frondosa</i>	Compositae	1.12	<i>Duchesnea indica</i>	Rosaceae	0.77
28	<i>Cyperus difformis</i>	Cyperaceae	1.12	<i>Stellaria aquatica</i>	Caryophyllaceae	0.71
29	<i>Carduus crispus</i>	Compositae	1.12	<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	0.67
30	<i>Alopecurus aequalis</i>	Poaceae	0.93	<i>Cuscuta pentagona</i>	Convolvulaceae	0.65
31	<i>Monochoria vaginalis</i>	Pontederiaceae	0.93	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	0.59
32	<i>Eragrostis multicaulis</i>	Poaceae	0.93	<i>Chenopodium ficifolium</i>	Chenopodiaceae	0.59
33	<i>Aneilema keisak</i>	Commelinaceae	0.93	<i>Phytolacca americana</i>	Phytolaccaceae	0.57
34	<i>Stellaria aquatica</i>	Caryophyllaceae	0.93	<i>Achyranthes fauriei</i>	Amaranthaceae	0.57
35	<i>Portulaca oleracea</i>	Amaranthaceae	0.93	<i>Lobelia chinensis</i>	Campanulaceae	0.57
36	<i>Ludwigia epilobioides</i>	Onagraceae	0.93	<i>Carduus crispus</i>	Compositae	0.45
37	<i>Galeopsis bifida</i>	Labiatae	0.93			
38	<i>Agropyron tsukushiense</i>	Poaceae	0.74			
39	<i>Amaranthus lividus</i>	Amaranthaceae	0.74			
40	<i>Senecio vulgaris</i>	Compositae	0.74			
41	<i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	Compositae	0.74			
42	<i>Rumex acetosa</i>	Polygonaceae	0.74			
	Total		100.00			100.00

**Table 2.** Occurrence of weed species in conventional paddy fields in Ansong, Kyunggi Province.

Rank	2015			2016		
	Scientific name	Family	I.V.	Scientific name	Family	I.V.
1	<i>Echinochloa oryzoides</i>	Poaceae	6.99	<i>Echinochloa oryzoides</i>	Poaceae	26.65
2	<i>Digitaria ciliaris</i>	Poaceae	6.80	<i>Bidens frondosa</i>	Compositae	12.40

**Table 2.** Occurrence of weed species in conventional paddy fields in Ansong, Kyunggi Province (Continued).

Rank	2015			2016		
	Scientific name	Family	I.V.	Scientific name	Family	I.V.
3	<i>Galeopsis bifida</i>	legume	5.59	<i>Ludwigia epilobioides</i>	Onagraceae	9.12
4	<i>Humulus japonicus</i>	Cannabinaceae	5.20	<i>Aeschynomene indica</i>	legume	4.46
5	<i>Artemisia princeps</i>	Compositae	4.00	<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	4.27
6	<i>Erigeron annuus</i>	Compositae	3.80	<i>Galeopsis bifida</i>	legume	4.25
7	<i>Acalypha australis</i>	Euphorbiaceae	3.80	<i>Plantago asiatica</i>	Plantaginaceae	4.01
8	<i>Amaranthus lividus</i>	Amaranthaceae	3.61	<i>Humulus japonicus</i>	Cannabinaceae	3.11
9	<i>Portulaca oleracea</i>	Amaranthaceae	3.61	<i>Acalypha australis</i>	Euphorbiaceae	3.07
10	<i>Plantago asiatica</i>	Plantaginaceae	3.61	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	Cyperaceae	2.98
11	<i>Aeschynomene indica</i>	legume	3.22	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	2.30
12	<i>Rorippa indica</i>	Cruciferae	2.60	<i>Digitaria ciliaris</i>	Poaceae	1.96
13	<i>Persicaria thunbergii</i>	Polygonaceae	2.41	<i>Cyperus amuricus</i>	Cyperaceae	1.82
14	<i>Agropyron sukushiense</i>	Poaceae	2.41	<i>Erigeron annuus</i>	Compositae	1.68
15	<i>Commelina communis</i>	Commelinaceae	2.41	<i>Euphorbia supina</i>	Euphorbiaceae	1.63
16	<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	2.41	<i>Persicaria hydropiper</i>	Polygonaceae	1.32
17	<i>Comyza canadensis</i>	Compositae	2.41	<i>Kummerowia striata</i>	legume	1.30
18	<i>Oenanthe javanica</i>	Umbelliferae	2.41	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	1.06
19	<i>Lindernia procumbens</i>	Cannabinaceae	2.41	<i>Metaplexis japonica</i>	Asclepiadaceae	0.99
20	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	2.41	<i>Chenopodium ficifolium</i>	Chenopodiaceae	0.99
21	<i>Pharbitis nil</i>	Convolvulaceae	2.21	<i>Centipeda minima</i>	Compositae	0.99
22	<i>Lepidium apetalum</i>	Cruciferae	2.21	<i>Artemisia princeps</i>	Compositae	0.92
23	<i>Bidens frondosa</i>	Compositae	2.21	<i>Galium spurium</i>	Rubiaceae	0.72
24	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	2.21	<i>Rorippa indica</i>	Cruciferae	0.72
25	<i>Ludwigia epilobioides</i>	Onagraceae	2.21	<i>Corydalis ternata</i>	Fumariaceae	0.72
26	<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	1.40	<i>Amaranthus lividus</i>	Amaranthaceae	0.65
27	<i>Bidens tripartita</i>	Compositae	1.20	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Cruciferae	0.65
28	<i>Cuscuta pentagona</i>	Convolvulaceae	1.20	<i>Taraxacum officinale</i>	Compositae	0.65
29	<i>Taraxacum officinale</i>	Compositae	1.20	<i>Galinsoga ciliata</i>	Compositae	0.65
30	<i>Stellaria aquatica</i>	Caryophyllaceae	1.20	<i>Lobelia chinensis</i>	Campanulaceae	0.65
31	<i>Chenopodium ficifolium</i>	Chenopodiaceae	1.20	<i>Oenanthe javanica</i>	Umbelliferae	0.62
32	<i>Cardamine fallax</i>	Cruciferae	1.20	<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	0.62
33	<i>Centipeda minima</i>	Compositae	1.20	<i>Eclipta prostrata</i>	Compositae	0.62
34	<i>Cyperus iria</i>	Cyperaceae	1.20	<i>Cyperus difformis</i>	Cyperaceae	0.52
35	<i>Galinsoga ciliata</i>	Compositae	1.20	<i>Portulaca oleracea</i>	Amaranthaceae	0.51
36	<i>Thlaspi arvense</i>	Cruciferae	1.01	<i>Cuscuta pentagona</i>	Convolvulaceae	0.43
37	<i>Phytolacca americana</i>	Phytolaccaceae	1.01			
38	<i>Rorippa palustris</i>	Cruciferae	1.01			
			100.00			100.00

## Conclusion

본 연구는 친환경 벼 재배방법의 하나인 우렁이농법에서 발생하는 잡초를 확인함으로써 효과적인 잡초관리방법 개발을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 경기도 안성시에 위치한 유기 및 관행논에서 발생잡초분포조사를 수

행하였다.

본 조사결과 유기논에서 24과 53종, 관행논에서 24과 51종의 발생잡초종을 확인할 수 있으며, 유기논과 관행논에서 가장 우점하는 초종은 물피인 것으로 확인되었다. 발생잡초를 과별로 분류하면 유기논에서 국화과 9종, 화본과 8종, 마디풀과 6종, 두과와 사초과가 4종 순으로 우점하였으며, 관행논에서는 국화과 9종, 십자화과 6종, 마디풀과, 사초과 화본과가 각 4종 순으로 우점하는 것으로 조사되었다. 조사결과 나타난 유기논과 관행논의 식생차이는 유기논과 관행논포장이 위치한 지리적 상이함에 의해 같은 지역이라도 주변환경의 차이로 인해 발생했을 가능성이 있다.

## Acknowledgements

This work was carried out with the support of the “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ01086106)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

## References

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensozilogie, grundzfige der vegetationskunde, 3rd ed. p. 865. Springer, Wien-New York.
- Cho KM, Lee SB, Kim S, An XH, Chun JC. 2011. Weed occurrence and rice yield as affected by environment friendly farming methods. *Korean Journal of Weed Science* 31:279-288. [In Korean]
- Curtis JT, McIntosh RP. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31:434-455.
- Ha HY, Hwang KS, Suh SJ, Lee IY, Oh YJ, Park JS, Choi JK, Kim EJ, Cho SH, Kwon OD, Im IB, Kim SK, Seong DG, Chung YJ, Lee WJ, Kim CS, Lee JR, Park JE, Park KW. 2014. A survey of weed occurrence on paddy field in Korea. *Weed & Turfgrass Science* 3:71-77. [In Korean]
- Hwang KS, Eom MY, Park SH, Won OJ, Suh SJ, Lee IY, Park KW. 2014. Occurrence and distribution characteristics of weed species on upland Chinese cabbage fields in Chungnam province. *CNU Journal of Agricultural Science* 41:303-308. [In Korean]
- Hwang KS, Won OJ, Park SH, Eom MY, Han SM, Suh SJ, Lee IY, Lee JJ, Park KW. 2013. A Survey of weeds occurrence on paddy fields in Chungnam province in Korea. *Weed & Turfgrass Science* 2:341-347. [In Korean]
- Im IB, Im BH, Park JH, Jang JH, Im MH, Lee IY. 2015. Weed on rice paddy field of Jeonnam western region. *Weed & Turfgrass Science* 4:295-307. [In Korean]
- Kim SW, Yadav DR, Adhikari M, Lee YS. 2014. Comparison studies on biodiversity in organic and non-organic pepper growing field in Korea. *Journal of Agricultural, Life and Environmental Science* 26:77-81. [In Korean]
- KNA (Korea National Arboretum). 2007. A synonymic list of vascular plants in Korea. Korea National Arboretum. Pochon, Korea. [In Korean]
- Kwon OD, Park HG, An KN, Lee Y, Shin SH, Shin GH, Shin HR, Kuk YI. 2010. Effect of various organic materials on weed control in environment-friendly rice paddy fields. *Korean Journal of Weed Science* 30:272-281. [In Korean]
- Park JE, Lee IY, Moon BC, Kim CS, Park TS, Lim ST, Cho JR, Oh SM, Ku YC, Im IB, Hwang JB. 2002. Occurrence characteristics and dynamics of weed flora in paddy rice field. *Korean Journal of Weed Science* 22:272-279. [In Korean]
- Park KH, Oh YJ, Ku YC, Kim HD, Sa JK, Park JS, Kim HH, Kwon SJ, Shin HR, Kim SJ, Lee BJ, Ko MS. 1995. Changes of weed community in lowland rice field in Korea. *Korean Journal of Weed Science* 15:254-261. [In Korean]

- Park SH. 2009. New illustrations and photographs of naturalized plants of Korea. Ilchokak Inc., Seoul, Korea. [In Korean]
- Raunkiaer C. 1934. Plant life forms. Clarendon press. Oxford, UK.
- Song GC. 2001. Theory and practice of cover crops growing in orchard. Korean Journal of Organic Agriculture 9:96-112. [In Korean]
- Wikum DA, Shanholtzer GF. 1978. Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. Environmental Management 2:323-329.