

경기지역 논잡초 발생양상 및 제초제 사용실태

원태진* · 박중수 · 김순재 · 김희동
경기도농업기술원

Fact-finding Survey on Occurrence of Weeds and Herbicide Usage for Paddy Rice Cultivation in Gyeonggi Province, Korea

Taejin Won*, Jungsu Park, Soonjae Kim, and Heedong Kim

Gyeonggi Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong 31-22, Korea

(Received on September 10, 2013; Revised on September 13, 2013; Accepted on December 13, 2013)

ABSTRACT. A survey was performed to investigate major paddy field weeds and frequently used herbicides in Gyeonggi province, Korea in order to establish a system to efficiently control herbicide-resistant weeds. The dominant paddy field weeds included *Echinochloa* spp. (22%), *Eleocharis kuroguwai* (14%), *Sagittaria trifolia* (13%), *Scirpus juncooides* (12%), *Monochoria vaginalis* (9%) and *Sagittaria pygmaea* (7%), and the most widely used herbicides were butachlor 33% CS (25%), benzobicyclon + fentrazamide + imazosulfuron 11.5% SC (9%), cyclosulfamuron + mefenacet 22.2% SC (9%), butachlor 5% GR (6%), and oxadiazon 12% EC (6%) in Gyeonggi province, Korea. Many paddy rice growers considered *S. juncooides*, *M. vaginalis*, *S. pygmaea* and *C. difformis* as herbicide-resistant weeds. An extensive research deserves to be conducted to monitor occurrence of herbicide-resistant paddy weeds in Gyeonggi province, Korea.

Key words: Gyeonggi province, Herbicide, Paddy field rice, Survey, Herbicide-resistant weed

서론

농경지에 발생하는 잡초는 작물의 수량과 품질을 저하시키며, 최근 농가 인구 감소와 고령화에 따른 노동력 부족으로 제초제의 중요성은 더욱더 강조되고 있다. 효율적인 잡초방제를 위한 전제 조건은 먼저 농경지에 발생하는 잡초의 종류와 우점도를 파악하는데 있다.

우리나라에서 전국적인 규모로 실시된 논 잡초조사는 1971년 처음 실시되었고, 그 후 1981년, 1991년, 2000년에 10년마다 총 4회를 조사하였으며(Kim, 1983; Park et al., 1995; Park et al., 2001, 2002), 경기지역에서는 1991년을 시작하여 2005년까지 4회에 걸쳐 조사되었다(Kim et al., 1992, 1997; Park et al., 2001, 2007). 경기지역의 논 잡초 분포는 1991년에는 화본과 4종, 방동사니과 7종, 광엽 및 기타 14종 등 총 25종이었던 것이 1995년에는 화본과 3종, 방동사니과 5종, 광엽 및 기타 14종 등 총 22종, 2000

년에는 화본과 4종, 방동사니과 6종, 광엽 및 기타 12종 등 총 22종, 2005년에는 화본과 3종, 방동사니과 4종, 광엽 및 기타 10종 등 총 17종으로 2000년 22종에 비해 5종 감소하였다. 경기지역에서 논 주요 우점 초종은 1991년에는 물달개비와 올미, 1995년과 2000년 그리고 2005년에는 올방개, 벼풀 등 다년생잡초의 우점화 현상이 매우 두드러졌다.

최근 Lee et al. (2007)에 의해 조사된 우리나라 농경지에 발생하는 잡초는 총 68과 433종으로 논에서는 22과 77종, 밭 33과 112종, 과수원 51과 223종 그리고 목초지에서는 59과 328종으로 보고되었다. 논 제초제 보급이 본격화된 1980년대에는 Butachlor 등 주로 일년생잡초 방제약제 위주로 개발 보급되어 일년생잡초의 발생은 급격히 감소되었으나, 다년생 잡초의 발생밀도는 오히려 증가하는 결과를 초래하였으며 이러한 양상이 1990년대까지 두드러져 올방개, 벼풀 등 다년생잡초가 우점하는 주요 원인으로 알려져 있다. 또한 설포닐우레아계(SU계) 등 다년생잡초 방제약제가 본격적으로 보급된 1990년대 이후에는 올방개를 제외한 물달개비, 가막사리, 여뀌바늘 등 일년생 광엽잡초의 발생이 증가되는 쪽으로 군락이 변화하였다.

*Corresponding author:

Phone) +82-31-229-5822, Fax) +82-31-229-5964

E-mail) wonboy@gg.go.kr

이와 같이 잡초 군락은 계속 변화되고 있으며 1999년 서해안 간척지 논에서 물옥잠이 SU계 제초제에 대한 저항성 잡초로 확인된 이후 물달개비, 올챙이고랭이 등 10초종이 SU계 제초제 저항성잡초로 보고되었다(Im et al., 2003; Im, 2010; Kwon et al., 2002; Kwon et al., 2009; Park et al., 2009, 2001). 그리고 서산 간척지와 전북 김제지역에서 ACCase 저해 제초제에 저항성을 보이는 강피(논피)와 물피 생태형이 보고(Im, 2009; Im et al., 2009; Lim et al., 2010; Park et al. 2010)되어 저항성 잡초 방제에 대한 민원이 증가하는 추세에 있다.

농가의 제초제 사용횟수를 보면(Park et al., 2007) 1991년에는 2회이상 처리가 23%이었으나 1995년에는 66%로 증가하였으나 2000년과 2005년에는 각각 67%, 62%로 큰 차이를 보이지 않았다. 이와 같이 1991년 이후 제초제 2회 처리 농가 비율이 3배 정도로 크게 증가한 것은 약효가 우수한 일발처리 제초제를 보급한 원인과 매년 이앙재배에 따른 발생 초종의 단순화 등에도 불구하고 1회처리만으로는 효과적인 잡초방제가 되지 않고 있음을 보여주는 것이다. 따라서 본 연구는 경기도 벼 재배농가의 제초제 사용 실태를 조사하여 효과적으로 제초제 저항성 잡초를 방제할 수 있는 기초자료로 제공하고자 농가설문 조사한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 설문조사는 경기도 벼 재배면적이 2,000ha이상인 시군을 4개 권역으로 구분한 남부(평택시, 용인시), 동부내륙(여주군, 안성시), 서부해안(파주시), 경기북부(연천군) 등 6개 시군을 대상으로 하였다. 설문조사는 2011년 8월부터 10월까지 시군농업기술센터에 논잡초 발생 및 제초제 사용에 관한 16개의 질의로 이루어진 설문지를 400ha당 1개농가 기준으로 127점을 사전에 배포한 후에 회수된 94점을 대상으로 분석하였다. 주요 조사문항은 벼 재배면적

등 일반현황과 주요 문제잡초 등 논잡초 발생양상 그리고 주로 사용하는 제초제 등 제초제 사용실태 등으로 이루어져 있다.

결과 및 고찰

조사농가 일반현황

설문 응답자들의 벼 재배면적은 5ha 이상이 30.8%, 1~5ha가 42.5%, 1ha 미만이 26.7%였다(Fig. 1A). 경기도 벼 재배면적이 5ha 이상인 농가가 2.8%, 1~5ha는 26.5%, 1ha 미만이 70.7%인 2010년 농림어업 총조사의 결과와 비교해 보면, 상대적으로 넓은 면적의 벼농사를 짓는 농업인들이 응답했음을 알 수 있었다.

응답자의 97.9%는 기계이앙, 2.1%는 답수직파를 하였으며(Fig. 1B), 봄경운을 하는 농업인은 55.4%로 다수였으며, 27.6%는 가을경운을 하였고, 12.8%는 봄과 가을에 2회에 걸쳐 경운하였으며 4.2%는 무경운한다고 응답하였다(Fig. 1C). 가을경운을 하면 다년생 잡초의 괴경이 고사되어 이듬해 잡초 발생을 줄일 수 있으나, 봄경운의 비율이 낮아 다년생잡초의 발생비율이 높아질 수 있을 것으로 사료된다.

경기도 발생 주요 논 잡초

경기도내 논에서 주로 발생하는 잡초로 응답한 총 15종 가운데 상위 10종의 논잡초는 피, 올방개, 벼풀, 올챙이고랭이, 물달개비, 올미, 자귀풀, 알방동사니, 가막사리, 여뀌바늘이었으며 다음으로는 너도방동사니, 가래, 사마귀풀, 마디꽃, 새섬매자기 순으로 응답하였다(Table 1). Park et al.(2007)이 2005년에 조사한 결과에 의하면, 경기도에서 발생하는 주요 논잡초는 올방개(30%), 피(16%), 벼풀(14%), 가막사리(10%), 물달개비(8%) 등으로 잡초종은 비슷하였다. 발생 양상이 달라진 것은 Park et al. (2005)에 의해 보고된 SU계 제초제에 저항성인 물달개비와 올챙이고랭이가 발생되어 이들이 발생비율이 높았으며, Kim et al.

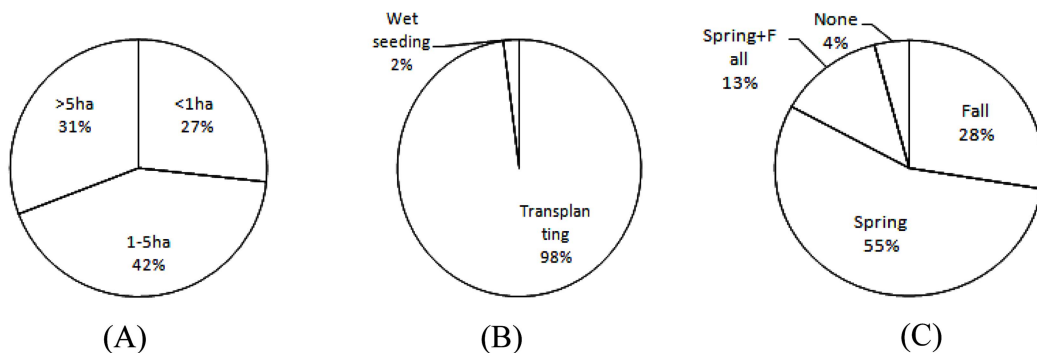


Fig. 1. Percent distribution of paddy rice area (A), rice planting method (B), and tillage time (C) of farmers for the survey.

Table 1. Top ten dominant weeds in paddy rice field in Gyeonggi province, Korea.

Weed species (Korean name)	Response (%)
<i>Echinochloa</i> spp. (피류)	22.4
<i>Eleocharis kuroguwai</i> (올방개)	13.5
<i>Sagittaria trifolia</i> (벗풀)	12.6
<i>Scirpus juncooides</i> (올챙이고랭이)	12.0
<i>Monochoria vaginalis</i> (물달개비)	9.2
<i>Sagittaria pygmaea</i> (올미)	7.3
<i>Aeschynomene indica</i> (자귀풀)	5.0
<i>Cyperus difformis</i> (알방동사니)	5.0
<i>Bidens tripartita</i> (가막사리)	3.1
<i>Ludwigia prostrata</i> (여뀌바늘)	2.5
Others	7.4

(1996)이 올방개는 지속적으로 논잡초 가운데 가장 방제하기 어려운 잡초라는 보고에서와 같이 본 조사에서도 피 다음으로 방제하기 어려운 잡초로 조사되었다. 벗풀, 올챙이고랭이, 올방개 등 다년생잡초의 비율이 높아진 데에는 동일 제초제를 연용하거나, 경운방식과 벼 재배시기의 변동 등의 원인(Kim, 1988)인 것으로 추정된다. 특히, 다년생잡초의 발생이 증가한 큰 원인은 가을 논갈이의 비율이 낮아졌기 때문으로 판단된다. Seo et al. (2012)은 강원도 논잡초 발생 상위 10종은 물달개비, 벗풀, 올챙이고랭이, 피, 올방개, 가막사리, 미국가막사리, 올미, 알방동사니, 물옥잠임을 보고하였다. 경기도 상위 10초종 중 피, 올방개, 벗풀, 올챙이고랭이, 물달개비, 올미, 알방동사니, 가막사리 8종이 강원도와 동일하게 많이 발생하는 초종이었다. 이러한 결과는 경기도와 강원도에서 SU(sulfonylurea)계 제초제 저항성 물달개비와 올챙이고랭이 및 벗풀과 올방개 등 다년생 잡초의 비율이 높아진 경향을 보여 경기도와 강원도의 논잡초 발생양상이 유사함을 보여주고 있다.

벼 재배 농업인들이 SU계 제초제 저항성으로 생각하는 논 잡초는 올챙이고랭이, 물달개비, 올미, 알방동사니 등이 있는데(Table 2), 경기도에서 물달개비와 올챙이고랭이가 이미 보고된 바 있지만(Park et al., 2005), 나머지 논잡초들은 아직 보고된 바 없기에 금후 SU계 제초제 저항성 잡초 발생 모니터링 연구를 통하여 확인할 필요가 있다.

경기도 논 제초제 농가 사용 실태

벼 재배면적 별 농업인의 제초제 처리방법과 잡초발생 양상은 차이가 없었으며, 재배면적이 넓은 농업인이 사용하는 이앙 전 제초제는 1~5ha 농가 70%, 5ha이상 72% 농가에서 뷰타클로르를 사용하였고 1ha미만 농가는 36% 상

Table 2. Rank of weeds from surveyed farmer's responses in Gyeonggi province, Korea.

Resistant weeds (Korean name)	Response (%)
<i>Scirpus juncooides</i> (올챙이고랭이)	12.8
<i>Monochoria vaginalis</i> (물달개비)	7.1
<i>Sagittaria pygmaea</i> (올미)	5.0
<i>Cyperus difformis</i> (알방동사니)	2.5
<i>Scirpus planiculmis</i> (새섬매자기)	0.7
<i>Lindernia dubia</i> (미국외풀)	0.4
None	71.5

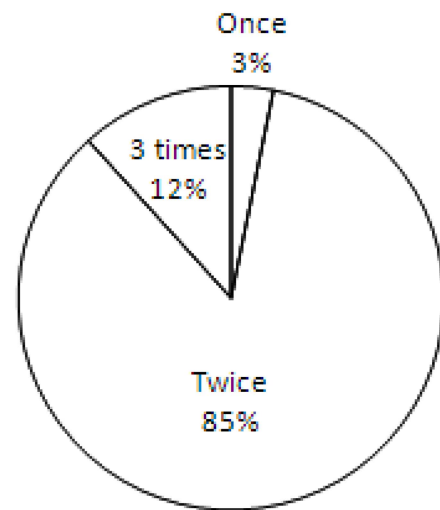


Fig. 2. Percent distribution of herbicide application frequency for paddy weed control in Gyeonggi province, Korea.

대적으로 사용량이 적었고 다양한 제초제를 처리하였다. 논 제초제 처리 횟수는 2회가 85.1%로 가장 많았으며, 3회 처리 11.7%, 1회 처리가 3.2%였다(Fig. 2). Park et al. (2007)에 의하면 경기지역 논 제초제 처리 횟수는 1회 처리는 38%, 2회 이상 처리는 62%로 조사되었다. 이와 비교하면 1회 처리는 크게 줄어들고 2회 이상 처리가 늘어난 것을 알 수 있다. 이는 올방개, 피 등 방제하기 어려운 잡초의 완전방제를 위하여 제초제를 체계 처리하는 경향으로 판단되며, 1회 처리한 농가는 이앙 전에 40%, 초중기(이앙 후 12일 이내)에 60% 처리한다고 보고와 유사하였다(Lee et al., 2001).

제초제 사용방법은 이앙 전, 초·중기로 2회 처리한다는 응답자는 79.8%로 가장 많았으며, 이앙 전, 초중기 및 경엽으로 3회 처리가 14.9%, 이앙 초기와 중기 2회 처리는 3.2%, 이앙 후 1회 처리가 2.1%로 나타났다. Lee et al. (1998)의 보고에 따르면 잡초방제를 위한 제초제 살포시기는 이앙 전 43%, 이앙 초기 41%라고 하였으며, 대부분

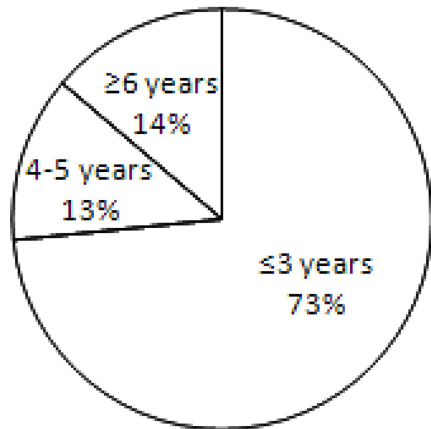


Fig. 3. Patterns for successive application of same herbicide by paddy rice farmers in Gyeonggi province, Korea.

의 논 제초제는 잡초발아 전 토양처리제로서 경운 후 잡초발아 전에 제초제를 살포하는 것이 이상적이나 잡초발생상황을 지켜본 다음에 제초제를 살포한다는 비율이 41%로 나타난 것은 일손 부족에 따라 사용 적기에 제초제 살포가 어려운 경우를 보여준다고 하였다.

동일제초제 연속사용에 대해서는 3년 이하로 연용 한다는 응답자가 73.4%로 가장 많았으며, 6년 이상 연용 처리 13.8%, 4-5년 연용 처리 12.8%로 조사되었다. 4년 이상 동일 제초제를 연용 하는 농가가 26.6%라는 결과는 금후 이들 농가에서 SU계 제초제 저항성잡초의 발생 가능성이 높아 올바른 제초제 사용법에 대한 농가지도가 필요하였다(Fig. 3).

선호하는 제초제 종류에 따라 제초제 처리시기를 분류한 결과, 초·중기처리 제초제가 64.9%로 가장 많았으며, 이양전처리 제초제 31.8%, 경영처리 제초제는 3.3%로 조사되었다. 설문조사된 제초제의 수는 총 239개 이었으며 가장 많이 선호하는 제초제는 뷰타클로르 캡슐현탁제로 25.1% 이었으며, 벤조비사이클론·펜트라자마이드·이마조선폴론 액상수화제 8.8%, 사이클로설파퓨론·메페나셋 액상수화제 8.8%, 뷰타클로르 입제 5.9%, 옥사디아존 유제 5.9% 순이었다(Table 3). Lee et al. (1998)에 따르면, 1997년에는 뷰타클로르 입제가 25%, 피라조선폴론에칠·모리네이트 입제가 21%, 모리네이트·시노선폴론 입제 10%, 메페나셋·벤선폴론·다이브론 입제가 10% 등이었다. 뷰타클로르를 제외하고 14년이 지난 설문조사에서 큰 차이를 보이는 것은 벼 재배 양식 및 제초제 처리 방법의 변화에 그 원인이 있다고 사료된다. 당시 상위 10종 가운데 뷰타클로르 입제와 옥사디아존 유제 2종만이 현재도 많이 사용 되고 있다. 또한 당시에는 10종 가운데 9종이

Table 3. Top ten dominant herbicides for paddy rice field in Gyeonggi province, Korea.

Herbicide	Response (%)
Butachlor 33% CS	25.1
Benzobicyclon + fentrazamide + imazosulfuron 11.5% SC	8.8
Cyclosulfamuron + mefenacet 22.2% SC	8.8
Butachlor 5% GR	5.9
Oxadiazon 12% EC	5.9
Benzobicyclon + penoxsulam SC	5.4
Mefenacet + pyrazosulfuron-ethyl 21.07% GR	3.3
Imazosulfuron + mefenacet 21.5% SC	2.9
Benfuresate + bifenoxy 6.5% GR	2.5
Benfuresate + bensulfuron-methyl	2.1
Others	29.3

입제이었으나, 지금은 입제 5종, 액상수화제 4종, 유제 1종이었다. 현재 상위 10종의 비율은 70.7%로, Lee et al. (1998)이 보고한 81%보다 낮아 품목이 보다 다양해졌음을 알 수 있었다.

요 약

한국에서 sulfonylurea계 논 제초제 저항성 잡초들은 전국적으로 확산되고 있다. 경기지역 논 잡초 방제기술 확립을 위한 기초자료로 활용코자 2011년에 경기도 벼 재배면적 2,000ha이상이며 4개 권역으로 구분한 남부(평택시, 용인시), 동부내륙(여주군, 안성시), 서부해안(파주시), 경기북부(연천군) 등 6개 시군의 벼 재배농가를 대상으로 설문 조사하였다. 경기도내 논에서 주로 발생하는 논잡초는 피, 올방개, 벼풀, 올챙이고랭이, 물달개비, 올미, 자귀풀, 알방동사니, 가막사리, 여뀌바늘 순이었으며, 주로 사용하는 제초제는 뷰타클로르 캡슐현탁제, 벤조비사이클론펜트·라자마이드·이마조선폴론액상수화제, 사이클로설파퓨론·메페나셋액상수화제, 뷰타클로르입제, 옥사디아존유제 순이었다. 발생 논잡초 중 농가가 SU계 제초제 저항성으로 의심하는 논잡초는 올챙이고랭이, 물달개비, 올미, 알방동사니 등이 있는데, 논토양 저항성잡초 포트검정 결과 물달개비와 올챙이고랭이가 저항성잡초로 추정되어 금후 저항성 논잡초 발생 모니터링을 통하여 보다 정밀한 연구가 필요하며, 저항성 논잡초에 대한 효율적인 방제기술 체계 확립이 요구된다.

주요어: 경기지역, 논잡초, 설폰닐우레아계 제초제, 제초

제 저항성잡초

Acknowledgment

This study was supported by an AGENDA (No.PJ007798) grant of Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Im, I.B., Kim, S., Kang, J.G and Na, S.Y. 2003. Weed control of small flatsedge (*Cyperus difformis* L.) with resistant response to sulfonylurea herbicides in the paddy of Korea. Korean J. Weed Sci. 23(1):63-70. (In Korean)
- Im, I.B. 2009. Control and emergence of herbicides resistant *Echinochloa oryzicola* in paddy field of Korea. Korean J. Weed Sci. 29(Supp. 2):103-104. (In Korean)
- Im S.U., Park, M.W., Yook M.J. and Kim, D.S. 2009. Resistance to ACCase inhibitor cyhalofop-butyl in *Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli* collected in Seosan, Korea. Korean J. Weed Sci 29(2):178-184. (In Korean)
- Im, I.B. 2010. Control and emergence of sulfonylurea herbicides resistant *Lemna paucicostata* in paddy field of Korea. Korean J. Weed Sci. 30(Supp. 1): 60-61. (In Korean)
- Kim, K.U. 1988. Principles of Weed Control. Kyungpook National University Press, Daegu, Korea. pp. 305-311.
- Kim S.C. 1983. Status of paddy weed flora and community dynamics in Korea. Korean J. Weed Sci. 3(2):223-245. (In Korean)
- Kim, H.D., Kim, Y.H., Ju, Y.C., Sung, M.S., Choi, Y.J., et al. 1992. The survey of weed population distribution in Kyonggi area. Korean J. Weed Sci. 12(1):46-51. (In Korean)
- Kim, H.D., Park, J.S., Park, K.Y., Choi, Y.J., Yu, C.J., et al. 1996. Studies on characteristics of sprouting and occurrence on paddy field of water chestnut (*Eleocharis Kuroguwai* Ohwi). Korean J. Weed Sci. 16(4):264-281. (In Korean)
- Kim, H.D., Park, J.S., Su, K.K., Moon, M.H., Jo, Y.C., et al. 1997. Survey of weed population distribution and change of dominant weed species on paddy field in Kyonggi area. Korean J. Weed Sci. 17(1):1-9. (In Korean)
- Kwon, O.D., Kuk, Y.I., Lee, D.J., Shin, H.R., Park, I.J., Kim, E.B. Guh, J.O., et al. 2002. Growth and yield of rice as affected by competitive period of resistant *Monochoria vaginalis* biotypes to sulfonylurea herbicides. Korean J. Weed Sci. 22(2):147-153. (In Korean)
- Kwon, O.D., Kuk, Y.I., Cho, S.H. and Shin, H.R. 2009. Control of sulfonylurea-resistant biotype of *Eleocharis acicularis* in paddy fields in Jeonnam province, Korea. Korean J. Weed Sci. 29(Supp. 1):32-34. (In Korean)
- Lee, I.Y., Park, J.E., Park, T.S., Kim, T.W. and Oh, B.Y. 1998. Fact-finding survey on herbicide use in paddy rice at farmer's level. Korean J. of Pesticide Sci. 2(2):119-125. (In Korean)
- Lee, I.Y., Park, J.E., Park, T.S., Lim, S.T. and Moon, B.C. 2001. Fact-finding survey on paddy, upland and orchard herbicides use at farmer's level. Korean J. Weed Sci. 21(1):58-64. (In Korean)
- Lee, I.Y., Park, J.E., Kim, C.S., Oh, S.M., Kang, C.K., et al. 2007. Characteristics of weed flora in arable land of Korea. Korean J. Weed Sci. 27(1):1-21. (In Korean)
- Lim, S.H., Song, J.S., Zhang, C. and Kim, D.S. 2010. ACCase inhibitor cyhalofop-butyl resistance in *Echinochloa oryzicola* collected in Chungnam and Jeonbuk province, Korea. Korean J. Weed Sci. 30(Supp. 1):45-46. (In Korean)
- Park, K.H., Oh, Y.J., Ku, Y.C., Kim, H.D., Sa, J.K., et al. 1995. Changes of weed community in lowland rice field in Korea. Korean J. Weed Sci. 15(4): 254-261. (In Korean)
- Park, J.E., Lee, I.Y., Moon, B.C., Park, T.S., Lim, S.T., et al. 2001. The occurrence characteristics of weed flora in rice paddy field of Korea. Korean J. Weed Sci. 21(4):327-334. (In Korean)
- Park, J.E., Lee, I.Y., Moon, B.C., Kim, C.S., Park, T.S., et al. 2002. Occurrence characteristics and dynamics of weed flora in paddy rice field. Korean J. Weed Sci. 22(3):272-279. (In Korean)
- Park, J.S., Cho, Y.C., Han, S.W., Lim, G.J., Lee, W.W., et al. 2001. Weed population distribution and change of dominant weed species on paddy field in Kyonggi region. Korean J. Weed Sci. 21(4):320-326. (In Korean)
- Park, J.S., Kim, H.D., Han, S.W., Lee, J.H. Jang, J.H., et al. 2007. Weed population distribution and change of dominant weed species in paddy field in Gyonggi region. Korean J. Weed Sci. 27(1):56-65. (In Korean)
- Park, T.S., Ku, B.I., Kang, S.K., Choi, M.K., Park, H.K., et al. 2010. Response of the resistant biotype of *Echinochloa oryzoides* to ACCase and ALS inhibitor, and effect of alternative herbicides. Korean J. Weed Sci. 30(3):291-299. (In Korean)
- Park, T.S., Kang, C.K., Park, J.E., Ku, B.I., Park, H.K., et al. 2009. Identification and management of sulfonylurea-resistant biotype of *Scirpus planiculmis* in reclaimed paddy fields, Korea. Korean J. Weed Sci. 29(Supp. 1):35-37. (In Korean)
- Park, T.S., Moon, B.C. and Cho, J.R. 2005. An overview of resistant weeds to sulfonylurea herbicides in rice field, Korea. Korean J. Weed Sci. 25(2):134-143. (In Korean)
- Park, T.S., Kim, C.S., Moon, B.C., Lee, I.Y., Lim, S.T., et al. 2001.

Occurrence and control of *Lindernia dubia* (L.) Pennell var. *dubia*, sulfonylurea resistant biotype in paddy fields in southern areas of Korea. Korean J. Weed Sci. 21(1):33-41. (In Korean)

Seo, Y.H., Kim, S.W., Choi, S.C. and Jeong, B.C. 2012. Survey on herbicide usage for paddy rice cultivation in Gangwon Province, Korea. Korean J. Weed Sci. 32(1):52-56. (In Korean)