

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea found in 1981 and 1987, respectively.

## 전북지역 제초제 저항성 논 잡초 발생분포 및 제초제 사용실태

조승현<sup>1\*</sup> · 권석주<sup>1</sup> · 송영은<sup>1</sup> · 이덕렬<sup>1</sup> · 송영주<sup>1</sup> · 김정곤<sup>1</sup> · 이인용<sup>2</sup>

<sup>1</sup>전라북도농업기술원, <sup>2</sup>국립농업과학원

### Fact-Finding Survey of Herbicide Use at Farmer's Level and Distribution of Herbicide Resistant Weeds in Paddy Field of Jeonbuk Province, Korea

Seung-Hyun Cho<sup>1\*</sup>, Seog-Ju Kwon<sup>1</sup>, Young-Eun Song<sup>1</sup>, Deok-Ryeol Lee<sup>1</sup>, Young-Ju Song<sup>1</sup>, Chung-Kon Kim<sup>1</sup>, and In-Yong Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jeollabukdo Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>2</sup> National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT.** This study was conducted to obtain basis information for effective weed control by the fact-finding survey of herbicides use at farmer's level and distribution of herbicide resistant weeds in paddy field of Jeonbuk province, Korea. The distributions of major paddy field weeds and frequently used herbicide according to the survey were as follows. The dominant weeds in rice paddy field were *Echinochloa crus-galli*, *Eleocharis kuroguwai*, *Scirpus juncooides*, *Monochoria vaginalis*, etc.. Preferred herbicides widely used by farmers were ranked in the following order, early and middle treatment (48.0%), treatment before transplanting (36.7%) and foliar treatment (15.3%). The occurrence of herbicide-resistant weeds according to collected paddy soils was as follows. The occurring area of herbicide-resistant weeds was 24,413 ha, approximately 18.4% of rice cultivation area. Herbicide-resistant weeds were occurred in four species. The order of occurrence were *Scirpus juncooides* (39.0%) > *Monochoria vaginalis* (27.8%) > *Echinochloa crus-galli* (16.6%) and *Cyperus difformis* (16.6%). This information could be useful for estimation of future herbicide-resistant weed and establishment of herbicide-resistant weed control methods in Jeonbuk province, Korea.

**Key words:** Herbicide-resistant weed, Jeonbuk, Paddy field, Weed control

Received on November 14, 2014; Revised on December 2, 2014; Accepted on December 8, 2014

\*Corresponding author: Phone) +82-63-290-6074, Fax) +82-63-290-6059; E-mail) shcho0360@korea.kr

© 2014 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License & #160; (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, & #160; and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

Sulfonylurea계 제초제들은 식물체내에서 valine, leucine 그리고 isoleucine 같은 분지아미노산 생합성에 관련하는 첫번째 효소인 acetolactate synthase (ALS)를 억제하여 활성을 나타내는 제초제로 약효와 선택성이 다른 계통의 제초제들에 비하여 상대적으로 긴 특성을 가지고 있으며, molinate, esprocarb, mefenacet 등의 화본과 전용 제초제들과 혼합되어 일발처리제로 광범위하게 사용되고 있다. 그

러나 이러한 특성을 지닌 제초제들의 연속적인 사용은 저항성 잡초발생의 주요 원인이 되어 새로운 문제점으로 대두되고 있는 실정이다.

Park et al. (2002)은 제초제 저항성 잡초에 대한 정의를 '잡초를 방제하기 위하여 제초제를 살포하여도 생존하여 종자를 맺어 후대까지도 유전되는 것'이라 하였는데, 이러한 유전능력을 가진 sulfonylurea계 제초제에 대한 저항성 잡초의 발생면적과 종수가 빠른 속도로 증가하고 있다. 우리나라 논에서는 1999년에 sulfonylurea계 제초제에 대한

저항성 물옥잠이 충남 서산 간척지에서 처음으로 발생(Park et al., 1999)된 이후 물달개비, 미국외풀, 마디꽃, 알방동사니, 올챙이고랭이 등이 계속적으로 보고되었다(Im et al., 2003; Kwon et al., 2002, 2009; Park et al., 2001, 2002, 2009). 또한 2010년에는 전북 김제에서 화본과 잡초 방제용인 ACCase 제초제에 저항성을 나타내는 강피가 출현하여 제초제 저항성잡초의 발생기작이 다양해졌으며(Im, 2009; Lim et al., 2009, 2010; Park et al., 2010), 현재까지 11초종이 공식적으로 확인되었다.

우리나라 논에서 발생하고 있는 잡초는 총 22과 76종으로, 지역 및 초종별 잡초발생 특성은 물달개비는 전남, 북지방뿐만 아니라 전국적으로 비교적 높은 우점도를 보이고 올방개는 경기도, 강원도 등 중부지방에서 발생비율이 특히 높았으며 피, 벧풀, 가막사리 등은 전국적으로 고른 분포를 보였다(Park et al., 2002). 그러나 제초제가 보급되기 이전인 1970년도에는 마디꽃, 쇠털골, 물달개비 등의 일년생잡초가 우점하였고(Kim, 1974), 주로 일년생잡초 방제용 제초제가 보급되기 시작한 1980년도에는 올미, 벧풀 등 다년생잡초가 급증하였다(Oh et al., 1981). 이와 같이 과거의 손제초에 의존한 잡초방제, 제초제에 의한 화학적 잡초방제 및 특정 제초제 연용, 벼 재배양식의 변화 등으로 잡초 군락이 변화하고 있으므로 효과적이고 경제적인 잡초방제 방법을 연구하고 문제 잡초에 대한 적정 방제기술을 개발하기 위해서는 주기적으로 변하는 잡초의 군락을 조사, 분석하는 것이 매우 중요하다.

따라서 본 연구는 전라북도 지역 논에서 발생되고 있는 저항성잡초와 문제 잡초의 발생 모니터링을 통하여 효율적인 논 잡초 방제기술을 확립하기 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 논 잡초 발생현황 설문조사

본 시험은 2011년에 익산, 김제, 정읍, 부안 등 전북 13개 시, 군 80농가를 대상으로 직접 설문지를 작성하여 배포한 후 수거하여 분석하였으며 전북쌀연구회 회원들과 시·군 벼 재배 농가를 대상으로 1:1 면담을 실시하여 조사하였다. 주요 조사문항은 벼 재배면적 등 일반현황과 조사대상 논에서 발생되고 있는 우점잡초 및 저항성잡초, 그리고 농가가 선호하는 제초제 등으로 이루어졌다. 면담 및 설문조사 자료는 통계처리 프로그램인 SAS (Statistical Analysis Systems)를 이용하여 빈도분석과 요인 사이의 상호관계를 분석하였다.

### 제초제 저항성잡초 발생 모니터링

본 시험은 2012년 3월부터 4월까지 2개월간에 걸쳐 전북 14개 시·군에서 논 토양시료 1,000점을 채취하여 수행하였다. 논 토양시료는 시·군별로 지점당 2-3kg씩 50-90점을 채취하였으며 채취방법은 표토 0-20 cm의 토양을 3-4군데에서 일정량씩 채취한 후 혼합하였다. 제초제 저항성잡초 검정은 4각 포트(40×50×10 cm)에 채취한 토양을 넣고 물로 진탕한 다음 10일 후에 sulfonylurea계 제초제인 피라조실푸론에틸·피리미노박메틸 입제를 기준량인 30 kg ha<sup>-1</sup> 처리하였다. 그리고 약제처리 후 20일에 생존한 잡초를 지점별로 확인하여 제초제 저항성잡초 발생면적으로 환산하였다.

## 결과 및 고찰

### 논 잡초 발생현황 설문조사

전북지역 벼 재배농가의 일반적인 경종현황을 조사한 결과, 벼 재배양식은 기계이앙이 91.3%로 대부분을 차지하였으며 담수직파가 8.7%정도 이었다(Fig. 1A). 재배면적은 1 ha 미만이 13.7%, 1-5 ha가 약 41.3%, 5 ha 이상이 약 45.0% 정도로 넓은 면적의 벼농사를 짓는 농업인들이 응답했음을 알 수 있었다(Fig. 1B). 답전윤환 작부체계는 수도 단작

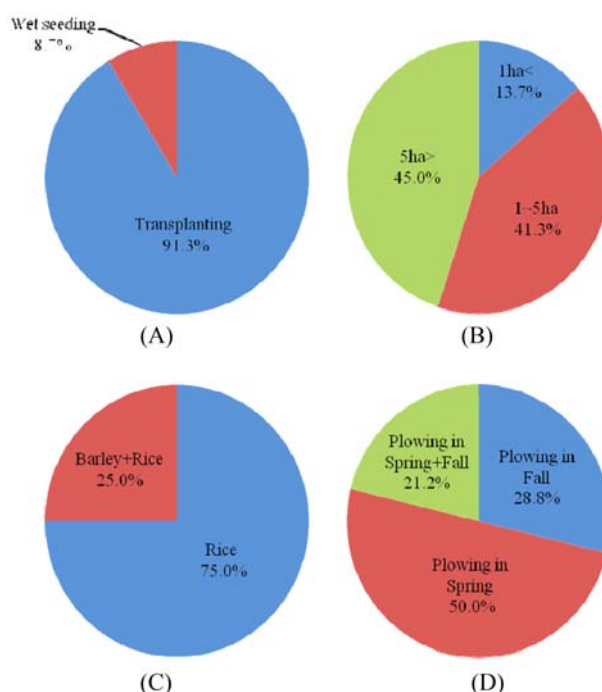


Fig. 1. Comparisons of cultivation methods, paddy rice area, cropping system and tillage methods of rice cultivation farm in Jeonbuk province, Korea. Survey targeting was 80 rice farmers. Survey period was from April to July, 2011. A: Cultivation methods; B: Paddy rice area; C: Cropping system; D: Tillage methods.

이 75.0%, 맥류와 수도병행이 25.0%로 수도 단작이 주를 이루고 있었으며(Fig. 1C), 경운은 추경과 춘경이 21.2%, 추경이 28.8%, 춘경이 50.0%정도로 춘경을 많이 하고 있는 것으로 조사되었다(Fig. 1D). 추경은 다년생잡초의 괴경을 노출시켜 동사 및 건조사에 의해 이듬해에 발생밀도를 60% 이상 감소시킨다는 보고(Kim and Choi, 1976)가 있어 전북지역에서는 추경하는 빈도가 낮아 다년생잡초의 발생이 많아질 것으로 판단된다.

전북지역 조사대상 논에서 발생하는 주요 잡초로는 일년생잡초 7초종, 다년생잡초 5초종 등 총 12초종이 발생한다고 응답하였다(Table 1). 일년생잡초 중에서는 피가, 다년생잡초 중에서는 올방개가 가장 높은 발생비율을 보였는데 이는 우리나라 논에서 가장 문제되는 잡초는 피였으며 다음으로 올방개, 올미, 벼풀 순으로 발생빈도가 낮아졌다는 보고(Lee et al., 1998)와 유사하였으며 피의 경우 전북 김제에서 화본과 잡초 방제용인 ACCase 제초제에 저항성을 나타내는 강피가 출현되었고(Im, 2009; Lim et al., 2009, 2010; Park et al., 2010), 또한 기후온난화에 따른 제초제 처리시기의 일실 등으로 후기에 발생이 많아졌기 때문이며 올방개의 경우 앞에서 언급한 바와 같이 경운방법 중 추경

의 빈도가 낮고 출현시기가 다양해 일괄처리제로는 방제가 어려웠기 때문에 판단된다. 초종별로는 피 24.6%, 올방개 18.4%, 올챙이고랭이 15.8%, 물달개비 14.0%, 벼풀 9.6%의 발생비율을 보여 상위 5초종의 발생비율이 82%정도로 발생잡초의 대부분을 차지하였다.

전북지역 벼 재배 농업인들이 제초제 저항성으로 여기는 논 잡초로는 올챙이고랭이, 물달개비, 피, 벼풀, 알방동사니, 새섬매자기, 올미, 마디꽃 등 8초종 이었으며(Table 2) 이 중 올챙이고랭이가 31.0%로 가장 많이 발생된다고 응답하였으며 다음으로 물달개비 21.7%, 피 17.0%, 벼풀 13.0% 순으로 발생된다고 하여 이들 상위 4초종의 발생비율이 80% 정도 되었다. 또한 저항성잡초가 발생되지 않는다고 응답한 농가는 10.8%정도였다.

전북지역 조사대상 농가의 제초제 처리방법 및 선호제초제는 Table 3과 같다. 제초제 처리방법별로는 이양전처리 36.7%, 초·중기처리 48.0%, 경엽처리 15.3%정도로 초·중기처리 제초제를 가장 많이 사용하고 있었다. 이양전처리 제초제로는 oxadiazon, butachlor, oxadiargyl, pretilachlor, pretilachlor·simetryn 등을, 초·중기처리 제초제로는 bensulfuron-methyl·benzobicyclon·mefenacet, pyrazosulfuron-ethyl·mefenacet·daimuron, pyrazosulfuron-ethyl·mefenacet, Imazosulfuron·pyriminobac-methyl·bromobutide, bensulfuron-

**Table 1.** Distribution of weed occurrence on paddy field in Jeonbuk province, Korea.

Order	Weed species	Rate <sup>z</sup> (%)
1	<i>Echinochloa</i> spp.	24.6
2	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	18.4
3	<i>Scirpus juncoides</i>	15.8
4	<i>Monochoria vaginalis</i>	14.1
5	<i>Sagittaria trifolia</i>	9.6
6	<i>Cyperus difformis</i>	3.9
7	<i>Sagittaria pygmaea</i>	3.5
8	<i>Ludwigia prostrata</i>	3.1
9	<i>Aneilema keisak</i>	2.2
10	<i>Scirpus planiculmis</i>	1.8
11	<i>Aeschynomene indica</i>	1.8
12	<i>Rotala indica</i>	1.3

<sup>z</sup>Survey targeting was 80 rice farmers. Survey period was from April to July, 2011.

**Table 2.** Distribution of herbicide resistant weed occurrence on paddy field in Jeonbuk province, Korea.

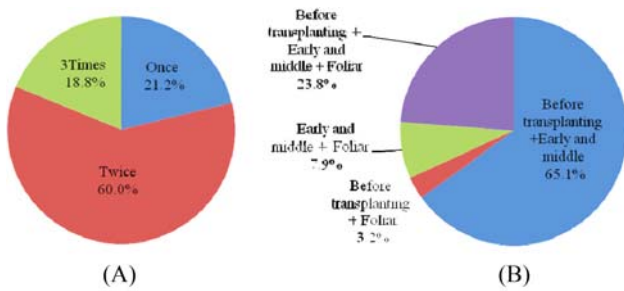
Order	Weed species	Rate <sup>z</sup> (%)
1	<i>Scirpus juncoides</i>	31.0
2	<i>Monochoria vaginalis</i>	21.7
3	<i>Echinochloa</i> spp.	17.0
4	<i>Sagittaria trifolia</i>	10.1
5	<i>Cyperus difformis</i>	5.4
6	<i>Scirpus planiculmis</i>	1.6
7	<i>Sagittaria pygmaea</i>	1.6
8	<i>Rotala indica</i>	0.8
	Weed free	10.8

<sup>z</sup>Survey targeting was 80 rice farmers. Survey period was from April to July, 2011.

**Table 3.** Fact-finding survey on paddy field herbicides use at farmer's level in Jeonbuk province, Korea.

Application time	Rate <sup>z</sup> (%)	Preference herbicide
Treatment before transplanting	36.7	Oxadiazon, Butachlor, Oxadiargyl, Pretilachlor, Pretilachlor + simetryn
Early and middle treatment	48.0	Bensulfuron-methyl + benzobicyclon + mefenacet, Pyrazosulfuron-ethyl + mefenacet + daimuron, Pyrazosulfuron-ethyl + mefenacet, Pyriminobac-methyl + imazosulfuron + bromobutide, Bensulfuron-methyl + benfuresate
Foliar treatment	15.3	Bentazone, Bentazone + MCPA, Penoxsulam, Metamifop, Cyhalofop-butyl

<sup>z</sup>Survey targeting was 80 rice farmers. Survey period was from April to July, 2011.



**Fig. 2.** Percent distribution of herbicide application frequency and weed control system on paddy field in Jeonbuk province, Korea. Survey targeting was 80 rice farmers. Survey period was from April to July, 2011. A: Herbicide application frequency; B: Weed control system.

methyl·benfuresate 등을, 경엽처리 제초제로는 bentazone, Bentazone·MCPA, penoxsulam, metamifop, cyhalofop-butyl 등을 선호하였다. 이와 같은 결과는 Lee et al. (1998)의 보고와 같이 많은 종류의 논 제초제 중 일부 특정 제초제가 집중적으로 사용되고 있는 것은 사용자의 약제사용 기술이나 약제에 대한 지식부족, 새로운 약제에 대한 부담감 등 상대적 차이에서 기인된 것으로 판단된다.

전북지역 조사대상 농가의 제초제 처리횟수 및 체계처리 방법을 조사한 결과, 제초제 처리횟수는 2회 처리가 60%로 가장 많았으며 1회 처리가 21.2%, 3회 처리가 18.8%였다(Fig. 2A). 또한 제초제 체계처리 방법으로는 이앙 전+초·중기 처리가 65.1%, 이앙 전+경엽 처리가 3.2%, 초·중기+경엽 처리가 7.9%, 이앙 전+초·중기+경엽 처리가 23.8%로 이앙 전+초·중기 처리를 가장 선호하고 있었다(Fig. 2B). Lee et al. (1998)은 1회 처리가 38%, 2회 처리가 46%, 3회 이상 처리가 11% 이었다고 보고하여 이와 비교해보면 1회 처리는 줄어들고 2회 처리가 늘어나 문제 잡초를 방제하기 위하여 제초제 체계처리가 정립되어 가고 있음을 알 수 있었다. 그러나 3회 처리하는 농가도 18.8%나

**Table 4.** Occurrence rate of herbicide resistant weeds in paddy field of Jeonbuk province, Korea.

Province	Occurrence rate <sup>z</sup> (%)	Province	Occurrence rate (%)
Iksan	23.3	Imsil	1.7
Gunsan	20.0	Sunchang	16.7
Gimje	21.1	Namwon	11.7
Jeongeup	27.8	Wanju	8.3
Buan	22.2	Jinan	8.3
Gochang	34.4	Muju	16.0
Jeonju	0	Jangsu	28.0
		Mean	18.4

<sup>z</sup>Survey targeting was 1,000 soil sample of paddy field. Data collection was on July 5, 2012.

되어 아직도 일부에서는 제초제를 무분별하게 사용하고 있거나 제초제 저항성잡초의 발생 등으로 제초제를 여러 번 살포했다는 것을 시사하고 있다.

**제초제 저항성잡초 발생 모니터링**

논 토양조사에 의한 지역별 제초제 저항성잡초 발생비율은 Table 4와 같다. 전북지역 제초제 저항성잡초 발생비율은 18.4%로 조사되었으며 지역별로는 전주를 제외한 13개 시·군에서 발생되었다. 주로 익산, 군산, 김제, 정읍, 부안, 고창 등 재배면적이 많은 평야부에서 발생비율이 높았으며 평야부 중에서도 고창에서 34.4%로 가장 높게 발생되었다. 또한 산간부인 장수에서도 28.0%의 높은 발생비율을 보여 재배면적이 많은 평야부뿐만 아니라 재배면적이 적은 중산간부에서도 제초제 저항성잡초가 빠른 속도로 확산될 것으로 판단되었다.

전북지역 논에서는 올챙이고랭이, 물달개비, 강피, 알방동사니 등 4종의 제초제 저항성잡초가 발생되고 있었다(Table 5). 지역별로 발생되고 있는 저항성잡초는 익산, 군산, 김제, 정읍, 부안, 고창, 남원 등 7개 지역의 경우 올챙

**Table 5.** Occurrence rate of herbicide resistant weed species in paddy field of Jeonbuk province, Korea.

Province	SJ <sup>v</sup>	MV <sup>w</sup>	EO <sup>x</sup>	CD <sup>y</sup>	Province	SJ	MV	EO	CD
Iksan	12.2 <sup>z</sup>	11.1	8.9	5.5	Imsil	0	0	1.7	0
Gunsan	10.0	10.0	3.3	5.5	Sunchang	13.3	0	3.3	3.3
Gimje	16.7	3.3	7.8	6.7	Namwon	6.7	5.0	3.3	3.3
Jeongeup	10.0	7.8	3.3	12.2	Wanju	6.7	8.3	0	0
Buan	8.9	17.8	2.2	2.2	Jinan	10.0	0	5.0	0
Gochang	11.1	10.0	5.5	17.8	Muju	10.0	6.0	4.0	0
Jeonju	0	0	0	0	Jangsu	16.0	14.0	8.0	0

<sup>v</sup>SJ: *Scirpus juncooides*.

<sup>w</sup>MV: *Monochoria vaginalis*.

<sup>x</sup>EO: *Echinochloa oryzicola*.

<sup>y</sup>CD: *Cyperus difformis*.

<sup>z</sup>Occurrence rate (%): Survey targeting was 1,000 soil sample of paddy field. Data collection was on July 5, 2012.

**Table 6.** Occurrence area of herbicide resistant weeds in paddy field of Jeonbuk province, Korea.

Weed species	Occurrence rate <sup>z</sup> (%)	Occurrence area (ha)
<i>Scirpus juncooides</i>	39.0	9,521
<i>Monochoria vaginalis</i>	27.8	6,786
<i>Echinochloa oryzicola</i>	16.6	4,053
<i>Cyperus difformis</i>	16.6	4,053
Total	100	24,413

<sup>z</sup>Survey targeting was 1,000 soil sample of paddy field. Data collection was on July 5, 2012.

이고랭이, 물달개비, 강피, 알방동사니 등 4초종이 모두 발생되고 있었고, 순창지역에서는 올챙이고랭이, 강피, 알방동사니 등 3초종이, 무주와 장수지역에서는 올챙이고랭이, 물달개비, 강피 등 3초종이, 완주지역에서는 올챙이고랭이, 물달개비 등 2초종이, 진안지역에서는 올챙이고랭이, 강피 등 2초종이, 임실지역에서는 강피만 발생되고 있었으며 전주에서는 발생되지 않았다. 초종별로는 올챙이고랭이의 경우 김제지역에서, 물달개비의 경우 부안지역에서, 강피의 경우 익산지역에서, 알방동사니의 경우 정읍지역에서 가장 높게 발생되고 있었으며 발생비율은 각각 16.7%, 17.8%, 8.9%, 12.2%였다.

전북지역에서 발생되고 있는 제초제 저항성잡초 가운데 가장 발생비율이 높은 초종은 올챙이고랭이로 39.0%를 차지하였으며 물달개비는 27.8%, 강피와 알방동사니는 16.6%가 발생되고 있었다(Table 6). 저항성잡초 발생면적은 전북 지역 총 재배면적 132,678 ha 중 18.4%인 24,413 ha 였으며 초종별로는 올챙이고랭이의 경우 9,521 ha, 물달개비의 경우 6,788 ha, 강피와 알방동사니의 경우 각각 4,053 ha씩 발생되고 있었다. Park et al. (2011)은 2008년도에 제초제 저항성잡초는 전국적으로 약 107,000 ha에서 11종이 발생되었다고 보고됨에 따라 전북지역에서도 제초제 저항성 초종 및 발생면적이 지속적으로 늘어날 것으로 판단되었다. 따라서 제초제 저항성잡초의 확산방지를 위해서는 전문방제 약제의 추가 선발 및 제초제 체계처리 기술들에 대한 집중적인 교육과 홍보가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

전라북도 지역 논에서 발생되고 있는 저항성잡초와 문제잡초의 발생 모니터링을 통하여 효율적인 논 잡초 방제기술을 확립하기 위한 기초자료로 활용하고자 시험을 수행하여 얻어진 결과는 다음과 같다. 전북지역 논에서의 잡초 발생 분포와 재배농가들이 선호하는 제초제 등을 설문조

사한 결과, 우점초종은 피, 올방개, 올챙이고랭이, 물달개비 등이었으며 재배농가들이 선호하는 제초제는 초·중기처리 제초제(48.0%)>이양전처리 제초제(36.7%)>경엽처리 제초제(15.3%) 순이었다. 논 토양조사에 의해 전북지역 제초제 저항성잡초 발생정도를 조사한 결과, 제초제 저항성잡초 발생면적은 총 재배면적의 18.4%인 24,413 ha 였으며 발생초종은 4초종으로 올챙이고랭이(39.0%)>물달개비(27.8%)>강피(16.6%), 알방동사니(16.6%) 순으로 발생비율이 높았다. 이러한 정보를 이용하여 전북지역의 제초제 저항성잡초 발생을 예측하고 이에 맞는 제초제 저항성잡초 관리 방안을 수립할 수 있을 것으로 판단된다.

**주요어:** 전북, 제초제 저항성잡초, 잡초방제, 논

## Acknowledgement

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development" (Project No. PJ007798), National Academy of Agricultural Science, 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 Korea)
- 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 Korea)
- Kim, D.K. 1974. Weed control in Korea. Korean. J. Crop Sci. 16:21-23. (In Korea)
- Kim, K.U. and Choi, H.O. 1976. Perennial weed control in paddy rice field. (I) Effect of various plowing depths in autumn on perennial weed control. Korean. J. Crop Sci. 21(1):20-23. (In Korea)
- Kwon, O.D., Kuk, Y.I., Lee, D.J., Shin, H.R. and Park, I.J. 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 Korea)
- Kwon, O.D., Kuk, Y.I., Cho, S.H. and Shi, 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 Korea)
- 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 farmers level. Korean. J. Pesticide Sci. 21(1):20-23. (In Korea)
- Lim, 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 Korea)
- 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 Korea)
- Oh, Y.J., Ku, Y.C., Lee, J.H. and Ham, Y.S. 1981. Distribution of weed population in the paddy field in Korea. Korean. J. Weed Sci. 1(1):21-29. (In Korea)
- Park, T.S., Kim, C.S., Park, J.E., Oh, Y.K. and Kim, K.U. 1999. Sulfonylurea-resistant biotype of *Monochloria korsakowii* in reclaimed paddy fields in Seosan, Korea. Korean. J. Weed Sci. 19(4):340-344. (In Korea)
- Park, T.S., Kim, C.S., Moon, B.C., Lee, I.Y. and Lim, S.T. 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 Korea)
- Park, T.S., Moon, B.C., Oh, S.M. and Kim, K.U. 2002. Whole plant response and acetolactate synthase activity of Sulfonylurea-resistant *Monochoria korsakowii* occurred in paddy fields of Korea. Korean. J. Weed Sci. 22(4):359-367. (In Korea)
- Park, T.S., Kang, C.K., Park, J.E., Ku, B.I. and Park, H.K. 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 Korea)
- 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 inhibitors, and effect of alternative herbicides. Korean. J. Weed Sci. 30(3):291-299. (In Korea)
- Park, T.S., Lee, I.Y., Seong, K.Y., Cho, H.S., Park, H.K., et al. 2011. Status and prospect of herbicide resistant weeds in rice field of Korea. Korean. J. Weed Sci. 31(2):119-133. (In Korea)