

제 6차 세계잡초학회 참가 보고

김창석¹, 이정란¹, 이인용^{1*}, 문병철², 박기웅³, 김도순⁴

Report on the 6th International Weed Science Conference

Chang-Seog Kim¹, Jeongran Lee¹, In-Yong Lee^{1*}, Byeong-Chul Moon²
Kee-Woong Park³ and Do-Soon Kim⁴

서 언

2012년 6월 18일부터 22일까지 5일간 중국 항조우(New Century Grand Hotel, Hagzhou)에서 제 6차 세계잡초학회가 개최되어 48개국 550여명의 연구자가 참석하였다. 우리나라에서는 대학, 업계, 관련 공무원 등 7명의 회원이 참석하고 발표하였다. 제 6차 세계잡초학회는 'Dynamic Weeds, Diverse Solutions'이라는 주제로 점점 더 다양하게 번성하는 잡초를 다양한 접근 방법을 통해 효율적으로 관리하고 방제하기 위한 연구내용들을 발표하고 토론하는 장이었다. 세계잡초학회 개최는 비록 중국에서 되었지만 학회의 모든 프로그램은 세계잡초학회의 학술위원장인 네덜란드의 Dr. Per Kudsk의 구성으로 유럽과 미국에 의해 주도되었다.

학회 발표는 구두발표 195편과 포스터 302편을 포함하여 총 497편이었으며 발표된 논문을 분석한 결과는 표 1과 같다. 즉 농작물에 대한 잡초의 관리방법에 대한 내용이 138건으로 27.8%를 점유하였고 그 다음

으로는 잡초의 생리·생태 및 영향에 대한 내용이 88건으로 17.7%를 차지하였다. 그리고 제초제 저항성잡초 및 작물에 관한 논문은 79건으로 전체의 15.9%이었으며, 기생잡초와 침입잡초(외래잡초)에 관한 논문도 각각 34건, 39건이 발표되었으나, 상대적으로 생물적 방제, biotechnology, allelopathy에 관한 연구논문이 적었다.

그리고 발표국 현황을 보면(표 2), 아시아에서는 우리나라, 중국 등 17개국이 305편을 발표하여 전체의 61.4%를 차지하였으며, 그 다음으로는 북미가 4개국에서 67편을 발표하여 13.5%, 유럽이 16개국에서 65편의 논문으로 13.1%이었다. 특이한 점은 개최국인 중국이 148편으로 전체에 30%를 차지한다는 점과 이란 44편, 인도 32편, 브라질 21편 등 예상 밖의 나라에서 논문을 많이 발표하였다는 점이다.

중국은 중국농업과학원과 남경대학교 잡초연구자들을 주축으로 매우 적극적으로 학회에 참석하고 발표한 반면, 우리나라와 일본은 각각 7명이 9편, 15명이 15편의 발표를 하였다. 특히 우리나라는 중국, 일본 및

¹ 농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과, 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 150(Crop Protection Division, National Academy of Agricultural & Science, RDA, Suwon 441-707, Korea).

² 농촌진흥청 국립농업과학원 농자재평가과, 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 150(Agro-Materials Evaluation Division, National Academy of Agricultural & Science, RDA, Suwon 441-707, Korea).

³ 충남대학교 농업생명과학대학, 305-764 대전시 유성구 대학로 99(College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea).

⁴ 서울대학교 농업생명과학대학, 151-921 서울시 관악구 관악로 1(College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea).

* 연락처자(Corresponding author) : Phone) +82-31-290-0418, Fax) +82-31-291-0503, E-mail) leeinyong@korea.kr

(Received August 23, 2012; Examined August 26, 2012; Accepted August 30, 2012)

Table 1. The number of articles presented in the various sections at the 6th International Weed Science Conference.

Research Field	Plenary session	Poster session	Total	Ratio (%)
Biology, dynamics and ecology of weeds	20	68	88	17.7
Integrated Weed management	67	71	138	27.8
Integrated weed management in arable crops	14	22	36	
Integrated weed management in rice	9	17	26	
Integrated weed management in horticultural crops	8	4	12	
Integrated weed management in plantation crops	4	7	11	
Weed management in non-crop area	9	-	9	
Weed management in organic farming	9	6	15	
Aquatic weed management	4	4	8	
Environmental aspects of weed management	10	11	21	
Herbicide resistance in weeds and crops	18	61	79	15.9
Biological control of weeds	10	8	18	3.6
Biotechnology, molecular, biology and genomics as tools for weed management	9	5	14	2.8
Parasitic weeds	18	16	34	6.8
Natural products and allelopathy	8	17	25	5.0
Invasive species	14	25	39	7.8
Strengthening farmers capability for weed management in developing countries	6	5	11	2.2
Herbicide application and formulation	12	26	38	7.6
Future challenges to agriculture and its impacts on weed science	5	-	5	1.0
Site specific weed management	8	-	8	1.6
Total	195	302	497	100

다른 아시아국에 비하여 좌장, 초청연사, 일반 발표가 부족하여 주류에 포함되지 못하고 걷도는 인상을 받았다.

주요 관심분야의 연구동향

외래잡초, 바이오테크놀로지, 제초제 저항성잡초, 잡초종합관리 분야로 나누어 발표된 연구경향과 주요 논문을 요약하면 다음과 같다.

외래잡초 분야 연구경향

외래잡초 관련 연구분야는 구두발표 14건, 포스터 발표 25건으로서 모두 39건이 발표되었다. 39건의 발

표자료 중 생태분야가 20건(51.3%)으로서 가장 많았으며, 다음으로 방제 분야가 10건(25.6%)이었다. 이 외에도 외래종의 발아 생리, 종자 형태, 꽃가루의 호흡기 알레르기 피해, 위험도 평가 방법 및 국가간 외래잡초 네트워크 구축에 관련된 연구 결과 등이 발표되었다. 외래종의 생태연구는 주로 해당 국가에서의 분포 상황 및 분포조사에 관한 내용이 주류를 이루었으며, 이 외에도 발생, 확산, 군집 및 경합생태에 관한 연구도 이루어지고 있었다. 국가별로 발표 건 수를 살펴보면 중국이 19건으로 가장 많았다. 연구대상 외래잡초 중 가장 많이 대두된 초종은 *Parthenium hysterophorus*, *Solanum rostratum* 두 종으로서 각각 4건씩 발표되었다.

Table 2. Country and the number of papers presented at the 6th International Weed Science Conference.

Country	No. of presentation	Ratio (%)	Country	No. of presentation	Ratio (%)
Asia (17)	305	61.4	Europe (16)	65	13.1
Bangladesh	2	0.4	Czech Republic	5	1.0
China	148	30.0	Denmark	5	1.0
India	32	6.4	France	5	1.0
Indonesia	1	0.2	Germany	4	0.8
Iran	44	8.9	Greece	5	1.0
Iraq	1	0.2	Italy	10	2.0
Israel	14	2.8	Netherlands	6	1.2
Japan	15	3.0	Norway	1	0.2
Korea	9	1.8	Poland	7	1.4
Malaysia	3	0.6	Serbia	5	1.0
Pakistan	16	3.2	Slovenia	3	0.6
Philippines	3	0.6	Spain	1	0.2
Sri Lanka	4	0.8	Switzerland	2	0.4
Taiwan	1	0.2	Lithuania	1	0.2
Thailand	4	0.8	Ukraine	1	0.2
Turkey	7	1.4	United Kingdom	4	0.8
Vietnam	1	0.2			
Oceania (3)	16	3.2	North America (4)	67	13.5
Australia	13	2.6	Canada	13	2.6
Fiji	1	0.2	Costa Rica	1	0.2
New Zealand	2	0.4	Cuba	1	0.2
			USA	53	10.7
Africa (4)	11	2.2	South America (4)	33	6.6
Cameroon	1	0.2	Argentina	7	1.4
Egypt	1	0.2	Brazil	21	4.2
Kenya	4	0.8	Uruguay	3	0.6
Nigeria	5	1.0	Venezuela	2	0.2

외래잡초 방제 분야 주요 연구 내용 요약

○ Preliminary study on a potential biological control agent of Canada thistle (*Cirsium arvense*)(Huan H. Wan 등, Switzerland)

캐나다영경귀는 유럽 원산으로서 남·북반구의 온대 지역에 광범위하게 분포하면서 목초지나 밭에서 피해를 주고 있는 다년생잡초로 미국과 캐나다에서 악성잡초로 문제시되고 있다. 북미지역에서는 6종류의 천적 곤충이 생물학적 방제원으로 연구되었으나 캐나다영경귀의 확산을 억제하지 못하여, 곤충보다 좁은 기주 범위를 갖고 있는 병원체 중 녹병균을 이용한 연구가 진행되었다. 그러나 북미에서 기주 특이성을 가진 병원체가 없어 외국으로부터 공진화한 곰팡이 균주를 찾았다. 중국에서는 2009년부터 2011년까지 내몽고, 신장

성 및 간쑤성에서 생물학적 방제원을 탐색하였으며, 이 기간 중에 잎, 줄기 및 화서를 가해하는 white blister rust, *Pustula (Albugo) (Albuginales, Oomycetes)* 균주를 선발하였다. 이 균주는 서유럽과 북미에 분포하는 캐나다영경귀에서 자라는 *Albugo tragopogonis*로 동정되었으나, 예비시험 결과는 부정적이었다. 이 잡초는 우리나라에서는 검역대상 잡초로 등재되어 있으며 경기도 일원에 분포하였으나 근절 프로그램에 의해 근절작업이 이루어지고 있다.

○ The search between *Mikania micrantha* and *Macaranga tanarius* (Na Zhao, China)

*Mikania micrantha*는 매우 빠르게 자라며 줄기가 전방위적으로 뻗어나가는 덩굴성 잡초로서 현재는 중국에 넓게 분포하고 있다. 생태학적인 방제연구 도중에

*M. micrantha*가 *Macaranga tanarius*를 덮지 못하는 것과 이 나무 아래에서는 생육을 잘 하지 못한다는 것을 우연히 발견하였다. 이러한 것이 인위적인 결과에 의한 것인지를 확인하기 위해 3종류의 실험을 수행한 결과, 역시나 자연조건에서 *Macaranga tanarius*를 덮지 못하는 것을 확인하였으며 이러한 원인을 찾는 연구를 수행 중에 있다.

○ Effect of mowing on the growth of above ground parts of *Solanum rostratum* Dunal (Bo Qu, China)

가시가지(*Solanum rostratum*)의 예취 방법을 사용함에 있어서 가시가지의 키, 잎 수, 절가지 및 생육기간과 같은 순차적인 지표를 테스트 한 결과, 이 잡초의 방제를 위한 가장 적합한 예취 조건은 첫째 마디와 4번째 마디였다. 이러한 결과는 마디 절단이 증가함에 따라 영양생장 기간이 증가하는 경향이었으며, 이러한 효과는 첫째, 4번째, 6번째 그리고 7번째 마디에서 유의적인 결과를 얻었다. 이 잡초는 우리나라에서 1997년 대구에서 최초로 확인되었으며 현재 인천 강화에 분포하는 것으로 알려져 있다.

외래잡초 생리·생태 분야 주요 연구 내용 요약

○ Invasion by Canada goldenrod (*Solidago canadensis*) has dramatic negative impacts on community structure (GuoQi Chen, China)

일반적으로 침입종들은 자생종의 다양성을 감소시키는 것으로 알려져 있는데, *Solidago canadensis*는 중국에서 가장 문제되는 침입 잡초 중의 하나이다. 원산지 외 유입국가에서 침입종을 연구하는 것은 침입종의 성공적인 정착과 침입한 군락에서의 장기간의 천이기간을 이해하는데 가장 중요한 요소이다. 중국과 미국에서 *Solidago canadensis*가 우세한 군락과 인접한 군락에서 비교연구를 수행한 결과, 이 종은 군집구조에 관한 다양한 측정치에서 유의적인 부의 효과가 있었다. 즉 침입지역에서는 종 풍부도 50%, 균등도 43%, 계통발생학적인 다양성 27% 그리고 알파-다양성은 45% 감소시켰다. 놀랍게도 원산지에서는 종 풍부도 14%, 균등도 29%, 계통발생학적인 다양성 14% 그리고 알파-다양성은 42% 감소시켰다. 우리나라에 발생하는 미역취속(*Solidago* spp.) 외래잡초는 미국미역취와 양미역취 두 종이 분포하고 있다. 이 두 종 역시 도로변 등 비 농경지에서 다발생하여 국내 생태계를 파

괴하고 있는 악성 잡초이다.

국가 간 네트워크 분야 주요 연구 내용 요약

○ ESENIAS : A regional network on invasive alien species (AhmetUludag 등, Turkey)

침입 외래종은 침입국가는 물론 원산지에서도 문제이다. 침입 외래종의 예는 식물을 포함하여 많다. 침입 외래종에 대한 사항은 지역적인 것뿐만 아니라 전 지구적인 협력과 접근이 필요하다. 유럽에서 외래 침입종에 관한 몇몇 지역적인 네트워크는 북부 중부 유럽 지역(NOBANIS), 지중해 지역(CIASNET), 동남부 유럽 네트워크(ESENIAS) 등이 있다. 동남부 유럽 네트워크(ESENIAS)의 주요 목표는 서 발칸반도 지역에서 침입종의 초기 발견, 근절, 관리와 피해 경감 및 외래 침입종에 대한 데이터베이스 구축 등에 관한 협력체계를 구축하는 것이다. 동남부 유럽 네트워크(ESENIAS)는 전문가들이 국가 및 지역의 환경 및 농업 부서에 생물다양성, 환경 관리와 방제에 관한 정보를 제공해주며, 과학자 협의회와 조직은 외래 침입종에 관한 업무를 수행한다.

Biotechnology 분야 연구경향

제초제 저항성 관련 기작 및 생리연구를 위한 분자 생물학적 방법을 이용한 시도가 많이 있었으나 biotechnology 측면이 강조된 발표는 많지 않았다. 구두발표는 9건이 예정되었으나 2건이 불참하여 7건, 포스터 발표 5건이 제출되었다. 주요 내용은 제초제에 대한 작물의 반응이나 잡초성에 영향을 미치는 유전자 염기서열 및 변이, 발현 등의 기작에 관한 연구이었다.

주요 연구 내용 요약

○ A comparative genomic study on herbicide target genes in sensitive and resistant weed biotypes (D. Sammons, USA)

ALS 저항성 기작을 연구하는 팀은 주로 target site 변이를 다루고 있으나 실제 제초제 저항성잡초는 잡초마다 다른 세포내 기관에서 발현된다. 즉, ryegrass, goosegrass, *Parthenium* 등은 target site mutation에 의해 저항성이 발현되지만, 액포와 같은 세포내 소기관의 변이, 특정유전자의 수 증가, 발현수준 증가, 단일 유전자의 우성, 또는 물질대사 등 어느 곳에서 어떻게

저항성을 유발하는지 알 수 없었다. 그러므로 제초제 저항성에 대응하기 위한 연구를 위해서는 잡초 제노믹스가 선결되어야 한다. 잡초 제노믹스 연구없이 다양한 종에 대한 각기 다른 제초제 저항성 기작을 알 수 없다. Monsanto에서는 제초제 저항성 기작을 완전 해독하여 2030년까지 콩이나 옥수수, 목화 등의 수확량을 두 배로 증가시키고 생산량당 제초제 투입량은 반으로 줄여 농부들의 수입을 증대시킬 수 있을 것으로 기대하고 있었다.

○ Nucleotide variability and genetic regulation of seed shattering in Brazilian red rice ecotypes (A. Nunes, Brazil)

벼의 DNA 염기서열 분석정보와 벼속의 생태형의 유전적 변이정보의 조합을 이용하여 논에서 문제가 되고 있는 앵미의 탈립성과 같은 잡초화 특성을 연구하고 앵미 탈립성과 관련이 있는 것으로 알려진 유전자와 새로운 유전자의 염기서열 변이와 표현형 변이를 연구하였다. 탈립성에 관여하는 유전자로 알려진 *qSH1*, *OsCPL1*, *Sh4* 이외에도 *OsXTH8*, *OsCei9D*, *Os08g0512400*, *Ox01g0849100* 유전자가 앵미의 탈립성에 관여하는 것으로 밝혀졌다. 앵미의 탈립성은 다른 재배형 벼보다 많은 유전자가 관여하고 복잡한 것으로 추정되었다.

○ Expressed sequence tar (EST)-intron length polymorphism (ILPs) as a molecular tool for the identification of *Cuscuta* species (Q. X Guo, China)

새삼속은 많은 나라에서 매우 중요한 검역대상 잡초이나 형태적으로 정확하게 동정하기 어려운 점이 있

다. EST-ILPs 방법을 이용하여 새삼속 5종을 동정할 수 있었으며, 그 중에서 새삼속을 동정할 수 있는 분자 마커로는 IP9, IP4를 추천하였다.

제초제 저항성잡초 분야 연구경향

제초제 저항성잡초에 관한 발표논문은 79편으로 대륙 및 국가별 현황, 연구분야별 분석, 가장 많이 연구된 잡초의 현황 등을 분석하였다. 저항성잡초 연구결과를 발표한 양적결과를 보면, 대륙별로는 아시아권에서 35편으로 전체의 44.3%를 차지하였으며, 다음으로 북아메리카에서 17편으로 21.8%, 유럽, 남미, 오세아니아 순이었다. 저항성잡초 연구결과를 발표한 국가는 유럽이 8개국으로 가장 많은 국가가 참여하였으며 다음으로 남아메리카, 아시아 순이었다.

국가별로는 중국이 25편, 미국이 16편, 호주가 8편으로 이들 국가가 저항성잡초 연구분야를 주도하였다. 이는 이들 국가가 농업규모가 크고 제초제 사용량이 많고 다양한 종류의 제초제 사용과 관련이 있음을 추론할 수 있었다. 물론 중국에서 개최되었기 때문에 중국에서 많은 연구결과가 발표된 것은 부인할 수 없지만 중국에서도 저항성연구가 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있었다.

발표된 제초제 저항성잡초에 대한 연구분야를 분석해보면(표 4), 저항성잡초의 출현과 저항성 정도가 어느 정도인지를 밝히는 발표건수가 25건, 31.6%로 가장 많았으며, 다음으로 저항성의 원인을 분석하는 작용기작에 관련된 연구건수가 17건으로 21.5%를 차지하였다. 그리고 저항성잡초의 생태적인 특징 및 모니

Table 3. Presentation by continents and countries in the area of herbicide resistant weeds.

Continent	Country	No. of presentation	Ratio (%)
Asia (5)	China (26), India (3), Iran (2), Israel (2), Korea (2)	35	44.3
Oceania (1)	Australia (8)	8	10.1
Europe (8)	Denmark (2), France (1), Greece (1), Italy (1), Poland (1), Serbia (1), Turkey (2), United Kingdom (1)	10	12.7
North America (2)	Canada (1), USA (16)	17	21.5
South America (4)	Argentina (1), Brazil (5), Costa Rica (1), Venezuela (2)	9	11.4
Total	20	79	100

Table 4. Research area of herbicide resistant (HR) weeds.

Area	Management	Occurrence of HR weeds	Diagnosis of HR weeds	Ecology	Genetic characteristics	Mechanism	Others
No. of presentation	7	25	3	9	8	17	10
Ratio(%)	8.9	31.6	3.8	11.4	10.1	21.5	12.7

터링 및 예측을 하는 생태관련 연구가 9편으로 11.4% 이었고, 저항성작물과 잡초간에 유전자의 이동을 연구하는 유전연구가 8편으로 10.1%, 그 다음으로 저항성 잡초의 관리 및 잡초의 저항성 유무를 진단하는 연구 순이었다. 특히 저항성의 원인구명과 저항성 유전자의 이동가능성 및 확산가능성을 연구하는 분야가 25편으로 전체의 31.6%를 차지하는 것을 볼 때 저항성잡초 연구분야가 유전학 및 생명공학 연구분야와 연계해서 잡초저항성 기작을 활발하게 구명하는 쪽으로 연구가 활성화되고 있음을 알 수 있었다.

국내연구가 주로 저항성잡초 출현 보고와 생태 및 관리에 집중되어 있는 것을 볼 때 향후 국내 저항성잡초 연구 분야는 생명공학기법을 이용한 작용기작 구명과 유전연구로의 저변확대가 필요하며 이를 위한 주변 학문분야와의 공동연구를 추진하는 것이 필요할 것으로 판단되었다.

세계잡초학회 저항성잡초 연구분야에서 가장 많이 연구된 잡초종은 피속으로 발표 편수 중 9편을 차지하였으며, 다음으로 *Lolium*속 4편, 털뚝새풀 3편, 실망초 3편, 큰갈퀴덩굴, 긴이삭비름, 호밀풀, 재쭉에 관해서 각각 2편이 발표되었다(표 5). 저항성잡초 연구분야에서 피가 가장 많이 연구되었으며, 관련 국가들도 한국, 베네추엘라, 이탈리아, 중국(2), 미국(3), 브라질 등 여러 대륙에서 연구가 진행되고 있었다. 이는 국내뿐만 아니라 외국에서도 피가 농업에 미치는 중요성이 큰 것을 감안할 때 피 저항성화는 농업생산성에 크게 영향을 미칠 수 있기 때문에 관련된 연구가 많이 추진되고 있는 것과 연관성이 있음을 추정할 수 있었다.

현재 국내에서도 저항성 피가 국내 학회에서 이미 보고되었으며, 이는 기존 논잡초의 저항성화보다는 훨씬 크게 국내 벼 생산성에 영향을 미칠 것으로 판단되므로 피 저항성에 관한 연구는 향후보다 구체적으로 심도있게 강화되어야 할 것으로 판단되었다.

Table 5. Weed species presented twice or more in the area of herbicide resistant weeds.

Scientific name	Korean name	No. of presentation
<i>Echinochloa</i> spp.	피 속	9
<i>Lolium rigidum</i>	-	4
<i>Alopecurus japonicus</i>	털뚝새풀	3
<i>Coryza bonariensis</i>	실 망 초	3
<i>Galium aparine</i>	큰갈퀴덩굴	2
<i>Amaranthus palmeri</i>	긴이삭비름	2
<i>Lolium perenne</i>	호 밧 풀	2
<i>Descurainia sophia</i>	재 쭉	2
<i>Ischaemum rugosum</i>	-	2

저항성잡초 연구분야에서 논의된 제초제를 작용기작별로 분류해보면, ALS저해 제초제가 33건으로 가장 많았으며, 다음으로 EPSP 효소억제제, ACCase계열 제초제가 각각 21건, 19편으로 연구가 많이 진행되고 있음을 알 수 있었다. 특이한 것은 비선택성 제초제인 glyphosate에 저항성을 보이는 잡초의 출현이나 작용기작에 관련된 연구가 많았는데 이는 전세계적으로 비선택성 제초제로서 glyphosate가 광범위하게 많이 사용되고 있는 것과 관련이 있음을 알 수 있었다(표 6).

그리고 ALS 저해 및 ACCase저해 제초제 계열도 많이 연구되고 있는 것을 알 수 있었는데 이는 국내에서의 연구경향과 유사함을 보였다. 국내에서도 논잡초의 저항성화와 관련된 대부분의 제초제가 ALS 저해 및 ACCase저해 제초제로 보고되고 있어 향후 이들 제초제의 관리 및 사용방법에 대한 적절한 변경 등 많은 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

국내에서 그동안 비농경지에서 사용되었던 그라목손이 등록 취소되어 국내에서 사용할 수 없게 됨에 따라 비선택성 제초제의 하나인 glyphosate나 glufosinate가 많이 사용될 것으로 전망되고 있다. 따라서 이들 제

Table 6. Herbicide and their herbicidal mechanism in the area of herbicide resistant weed research.

Mechanism	No. of presentation	Herbicides
Inhibition of acetolactate synthase	33	bensulfuron-methyl, bispiribac-sodium, chlorimuron-ethyl, chlorsulfuron, haloxyfop-R-methyl, imazethapyr, imidazolinone, penoxsulam, sulfometuron, tribenuron-methyl etc.
Inhibition of EPSP synthase	21	glyphosate
Lipid synthesis inhibition of ACCase	19	fenoxaprop-P-ethyl, clodinafop-propargyl, pinoxaden, clethodim, sethoxydim, clodinafop, diclofop, cyhalofop-butyl, profoxydim, arilophenoxipropionates etc.
Inhibition of photosynthesis at photosystem II	6	atrazine, hexazinone, metribuzin, propanil, profoxydim etc.
Aaction like indole acetic acid	6	2,4-D, clomazone, quinclorac etc.
Inhibition of glutamine synthase	2	glufosinate
Photosystem I - electron diversion	2	paraquat
Inhibition of protopor phyrinogen oxidase	1	protoporphyrinogen oxidase (PPO)

초제에서 저항성과 관련되어 많은 연구가 진행되고 있는 것을 볼 때 국내에서도 이들 제초제 사용에 따른 잡초의 저항성화 문제에 대해서 보다 폭넓은 모니터링과 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

잡초종합관리 분야 연구경향

잡초종합관리 분야는 138편으로 전체 발표논문의 27.8%를 점유하여 이번 세계학회에서 가장 많은 관심을 받은 분야이었다. 잡초종합관리를 다시 8개의 소그룹으로 분류하여 발표할 수 있도록 한 것이 특이하였다. 이 중 농작물과 벼에서의 잡초종합관리에 관한 연구가 각각 36편과 26편이 발표되어 농작물에 대한 잡초관리가 중요함을 다시 인식하게 되는 계기가 되었다. 그 다음으로는 잡초관리에 따른 제초제의 잔류 등 환경에서의 양상 21편, 유기농의 잡초관리 15편, 원예작물의 잡초관리 12편 등이 발표되었다(표 1).

잡초종합관리는 벼, 원예작물, 비농경지 등을 대상으로 하였으며, 발생한 잡초는 화분과잡초, 깨풀 등 32초종을 대상으로 분포, 생리생태, 방제에 관한 연구논문을 발표하였다(표 7). 문제잡초 중 잡초성벼(weedy rice) 9편, 그 다음으로는 물옥잠(water hyacinth) 6편, 피 4편, 일년생 화분과잡초 3편이 연구대상이 되었다.

이는 물옥잠을 제외하고 전세계적으로 화분과 잡초가 문제라는 공통된 인식을 가지고 있는 것으로 볼 수 있다. 문제잡초의 방제를 위해 사용된 제초제는 80종으로 이들 대부분은 우리나라에서 사용 중인 것도 있지만, 일부는 새로이 개발된 제초제도 있었으나 신규 제초제는 metazosulfuron, pyroxasufone, saflufenacil의 3종에 불과하였다(표 8). 그리고 제초제 중에는 위에서 언급한 신규 제초제 3종 이외에 특정 제초제를 선호한 것은 없었다. 일부 GMO 작물을 대상으로 비선택성 제초제인 glyphosate가 5편의 논문에서 사용되었으며, 잡관목을 대상으로 할 경우 imazamox 등 4종의 제초제가 11편의 논문에서 언급되었다.

잡초의 특이한 물질(타감물질, allelopathic compounds)을 이용한 잡초방제 노력도 많이 시도되었다. 타감물질을 분비하는 잡초를 대상으로 연구한 논문은 13편으로 비름속 잡초가 포함되었다(표 9). 특히 잡관목에서 분비되는 물질을 이용한 연구 3편이 발표되어 주목을 끌었다.

잡초 종합관리분야에서 특이한 점은 논에서 잡초성벼의 문제점과 방제방법을 언급하면서 말레이시아와 중국은 발생면적도 발표하였다. 말레이시아는 40만 ha, 중국의 흑룡강성, 요령성, 강소성, 광둥성에 61만 ha에

Table 7. Weed species presented in the area of weed management.

No.	Scientific name	English name	Korean name	No. of presentation
1	<i>Acalypha australis</i>	copperleaf	깨 풀	1
2	<i>Amaranthus palmeri</i>	palmer amaranth	긴이삭비름	1
3	<i>Amaranthus ruds</i>	water hemp	-	1
4	<i>Amaranthus retroflexus</i>	redroot pigweed	털 비 림	1
5	<i>Bromus diandrus</i>	great bormes	-	1
6	<i>Chloris virgata</i>	feather finger grass	나도바랭이	1
7	<i>Chloris truncata</i>	winfmill grass	-	1
8	<i>Cirsium setosum</i>	-	-	1
9	<i>Cyperus rotundus</i>	purple nutsedge	향 부 자	1
10	<i>Digitaria sanguinalis</i>	crabgrass	바 령 이	2
11	<i>Echinochloa colona</i>	jungle rice	열 대 피	1
12	<i>Echinochloa crus-galli</i>	barnyardgrass	돌 피	4
13	<i>Eichhornia crassipes</i>	water hyacinth	부레옥잠	6
14	<i>Eleocharis plantagineiformis</i>	malignant weed	-	1
15	<i>Eriochloa villosa</i>	-	-	1
16	<i>Flaveria bidentis</i>	yellowtop	-	1
17	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	lawn pennywort	-	1
18	<i>Ipomoea coccinea</i>	red morning glory	등근잎유홍초	1
19	<i>Juniper virginiana</i>	Eastern redceder	-	1
20	<i>Merremia boissiana</i>	woody vine	-	1
21	<i>Mikania micrantha</i>	-	-	1
22	<i>Miscanthus giganteus</i>	-	-	1
23	<i>Monochoria vaginalis</i>	pickerel weed	물달개비	1
24	<i>Oryza sativa</i>	weedy rice	잡초성벼	9
25	<i>Parthenium hysterophorus</i>	parthenium	돼지풀아재비	1
26	<i>Phragmites australis</i>	common reed	갈 대	1
27	<i>Raphanus raphanistrum</i>	wild radish	서양무우아재비	1
28	<i>Rumex crispus</i>	curly dock	소리쟁이	1
29	<i>Rumex dentatus</i>	-	-	1
30	<i>Setaria pumila</i>	yellow foxtail	금강아지풀	1
31	<i>Solidago canadensis</i>	goldenrod	-	1
32	-	annual grassy weeds	화본과잡초	3

서 발생하고 있어 문제가 심각하다고 하였다. 그리고 중국 골프장을 2005년부터 2011년까지 106군데를 조사한 결과, 26과 427종의 잡초가 발생되며 이들 잡초를 방제하기 위하여 bensulfuron, isoproturon, diuron, oxyfluorfen, metolachlor, fluroxypyr, quinclorac, benta-

zone, dicamba 등의 제초제가 사용된다고 보고하였다. 네덜란드의 경우, 도로변에 발생하는 잡초의 방제법, 점적처리형 제초제 살포로 약량 감소 및 환경부담을 감소시키는 방법을 발표하였다.

Table 8. Herbicides used for problematic weeds control in the area of weed management.

Herbicides	No. of presentation	Herbicides	No. of presentation
acetolachlor	1	amicarbazone	1
atrazine	3	bensulfuron-methyl	2
bentazone	2	bispyribac-sodium	2
bromoxynil octanoate	1	butachlor	4
carfentrozone-ethyl	4	clethodim	2
clodinafop	1	clomazon	2
CMT-505	1	dicamba	4
dichlofop	1	diuron	2
fenoxaprop-p-ethyl	2	flazasulfuron	1
fluazifop-p-butyl	2	flufenacet	1
flumeturon	1	flumioxazin	2
fluoroglyphofen-ethyl	1	fluroxypyr	1
fomesafen	2	glufosinate	1
glyphosate	5	glyphosate IPA	1
halosulfuron-methyl	4	imazamox	3
imazapic	4	imazapyr	1
imazethapyr	3	indaziflam	1
isoproturon	1	isoxaflutole	2
lactofen	1	MAPA	2
mesotrione	1	metazosulfuron (New)	1
metolachlor	1	monosulfuron	1
metribuzin	1	nicosulfuron	5
oxadizon	1	oxyfluorfen	2
paraquat	1	pendimethalin	2
penoxsulam	2	picloram	1
picloram+fluroxypyr	1	picloram+2,4-D	1
pinoxaden	1	pretilachlor	1
prometryn	1	pronamide	1
propaquizafop	2	prosofocarb+s-metolachlor	1
pyrithiobac	1	pyrosulam	1
pyroxasufone (New)	3	quinclorac	3
quizalofop-p-ethyl	4	quizalofop-p-tefuryl	1
rimsulfuron	1	saflufenacil (New)	4
sethoxydim	2	sulfentrazone	1
sulfometuron	1	sulfosulfuron	1
tebuthiuron	1	terbacil	1
tribenuron-methyl	2	triclopyr	1
trifluralin	3	trifloxysulfuron-methyl	2
2,4-D	2	2,4-D butylate	1
2,4-D butylate-picloram	1	2,4-D ester	1

Table 9. Allelopathic activity weeds.

Scientific name	English name	Korean name	No. of presentation	Remark
<i>Ailanthus altissima</i>	tree of the heaven	-	1	Bush
<i>Amaranthus viridis</i>	slender amaranth	청 비 림	1	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	redroot pigweed	털 비 림	1	
<i>Aralia armata</i>	-	-	1	
<i>Cardaria draba</i>	white top	넓은잎다닥냉이	1	
<i>Eucalyptus</i> spp.	-	유칼립투스속	1	Bush
<i>Iva xanthifolia</i>	false ragweed	-	1	
<i>Pathenium hysterophorus</i>	congress grass	-	1	
<i>Pinus densiflora</i>	red pine	-	1	Bush
<i>Sorghum halepense</i>	Johnson grass	시리아수수새	1	
<i>Toricellia tiliifolia</i>	-	-	1	
<i>Trifolium incarnatum</i>	crimson clover	진홍토끼풀	1	
<i>Vicia villosa</i>	hairy vetch	벧 지	1	

유기농에서 잡초방제 분야 연구동향

유기농업에서의 잡초방제는 새로운 것이 없고 현재 사용 중인 방법들이 각 국가별로 적용한 사례들이 발표되었다. 명아주, 바랭이 등의 문제잡초를 화염으로 방제하거나(A. Datta, USA), 태양을 이용한 토양소독으로 잡초를 방제하거나(S.V. Eslami, Iran), 바다에서 문제되는 해파리(jellyfish)를 말려서 눈에 살포하면 잡초방제뿐만 아니라 질소성분도 투입되는 효과가 있다고 하였다(H. Sugimoto, Japan). 또 벼 줄기를 잘라 과수원에 20cm 두께로 피복하면 잡초발생을 억제하거나(D. Isik, Turkey), 감자 수확기를 이용하여 너도방동사니를 속아내어 건조사하는 방법(J. Hershenhorn, Israel) 등이 발표되었다.

맺은 말

학회참석 중 중국잡초학회장 및 절강성 농약연구소장과의 개별적인 저녁식사 초청이 있었다. 초청대상자는 우리 한국측 잡초학회 회원뿐만 아니라 잡초분야 SCI급 학회지의 편집장들도 초청이 되었으며, 개별적인 식사 등을 통한 관계 개선을 도모하는 중국의 노력이 눈에 띄었다. 저녁만찬에 초청된 SCI급 학회지의 편집장들은 Weed Science의 Dr. R.E. Blackshaw(캐나

다), Weed Research의 Dr. E.J.P. Marshall(영국), Crop Protection의 Dr. J.C. Streibig(덴마크)와 세계잡초학회 학술위원장 Dr. P. Kudsk(덴마크)이었다. 이런 자리를 통하여 우리나라의 잡초학회와 학회지의 활성화를 위해서 우리도 적극적으로 세계잡초연구자와 SCI급 학회지 편집장들과의 교류가 필요하다고 느꼈다. Dr. P. Kudsk는 세계잡초학회 참석 전에 서울대학교 김도순 교수의 초청으로 한국을 방문하여 서울대학교뿐만 아니라 국립농업과학원 잡초연구실에서 세미나를 개최하고 연구자들과의 잡초관련 토론회를 하는 기회를 가졌다. 향후 이런 긴밀한 관계를 유지하고 한국잡초학회지의 해외편집위원으로 추천하는 등 우리의 노력이 더 필요하다.

세계잡초학회가 개최되는 동안 동아시아잡초학회를 정례화하는 방안에 대하여 협의하였다(2012년 6월 20일). 서울대학교 김도순교수가 주축이 되어 우리나라에서는 이인용회원, 문병철회원, 박기웅회원, 일본에서는 일본잡초학회장인 Dr. H. Matsumoto, 총무인 Dr. T. Tominaga, Dr. S. Kurokawa 등 3명이 참석하였으며, 중국에서는 중국잡초학회장인 Dr. Zhang Chaoxian, 절강성잡초학회장인 Dr. Qiang Sheng이 참석하였다. 자문위원으로 Weed Research 편집장인 Dr. E.J.P. Marshall(영국) 참석하여 조언을 주었다. 협의 결과, 한중일 3개국의 동아시아잡초학회를 3년 단위로 개최하

는 등 정례화에는 합의하였으나, 차기 개최국가 및 지역은 확정하지 못하였다. 중국과 일본은 자국사정으로 개최가 곤란하므로 일본측에서는 제주도에서 계속 개최하는 것을 제안하였으나, 개최 비용 및 제반 여건 등 우리가 고려해야할 사항이 많아 거절하였다. 2013년도에 중국에서 2년마다 개최되는 중국잡초학회에 한

국과 일본을 초청할 수 있는 가능성을 보였으나 확정된 것은 아니다.

2016년도 제 7차 세계잡초학회 개최국으로 체코공화국이 확정되었다. 차기 세계잡초학회에는 우리 측에서도 많은 회원들이 다양한 논문을 발표하고 좌장을 맡는 등 적극적인 활동을 기대해본다.