

## 배수불량 농경지에서 토양수분별 연차간 잡초발생 군락 특성

황재복<sup>1\*</sup>, 윤을수, 정기열, 박창영, 최영대, 이용환, 남민희

## Yearly Variation of Ecological Traits of Weed Flora on Soils Having Different Drainage Property

Jae-Bok Hwang<sup>1\*</sup>, Eul-Soo Yun, Ki-Youl Jung, Chang-Young Park  
Young-Dae Choi, Yong-Hwan Lee and Min-Hee Nam

**ABSTRACT** This survey of weed population by different soil moisture with paddy-upland rotation was conducted to investigate information on weed flora and its ecology between two years. Weed species were assessed in April : 2009, 2010. Soil samples were taken from each study plot to assess the impact soil moisture on the occurrence and abundance of dominance weed species. Soil water of poorly drained field ranged from 10.2~18.2% more than 11.8~14.3% of somewhat poorly drained field. Weeds of fields composed of 19 species belonging to 12 families. Among 12 families, 6 weed species belonged to Compositae (31.6%) were the biggest family, Cruciferae were 2 species (10.5%), and Rubiaceae were 2 species (10.5%), respectively. *Youngia japonica* had the highest summed dominance ratio(SDR) (97.0%) and followed by *Conyza canadensis* (92.1%), *Galium spurium* (35.3%) and *Hemistepta lyrata* (28.4%) of somewhat poorly drainage in 2009. *Artemisia princeps* the highest SDR (100%) and followed by *Stellaria alsine*(55.2%), *Y. japonica* (38.3%) and *Nasturtium officinale* (28.5%) of poorly drainage in 2009. And, *Stellaria alsine* had the highest SDR (86.8%) and followed by *Alopecurus aequalis* (77.7%), *Astragalus sinicus* (68.7%) and *Y. japonica* (46.3%) of somewhat poorly drainage in 2010. *S. alsine* the highest SDR (93.7%) and followed by *A. aequalis* (78.6%), *Nasturtium officinale* (31.3%) and *Y. japonica* (30.4%) of poorly drainage in 2010. Simpson's index was calculated to 0.12~0.23, which showed that weed occurrence with different soil moisture in paddy-upland rotation and between years was various. Similarity coefficient between years was 43.0% (2009) and 74.2% (2010), which indicate a low diversity because of the moisture in the agro-ecosystem.

**Key words:** dominant weed; ecology; occurrence; species diversity; weed community.

<sup>1</sup> 국립식량과학원 기능성작물부, 경남 밀양시 내이동 점필재로 20(Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 627-803, Korea).

\* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-55-350-1253, Fax) +82-55-350-3059, E-mail) hjb0451@korea.kr

(Received January 17, 2011; Examined February 25, 2011; Accepted March 15, 2011)

## 서 언

농업환경여건 변화와 작물생산수급 정책시행으로 논에서 밭작물 재배면적이 감소추세에도 불구하고 논콩 재배 면적은 차등수매 정책이 추진되던 기간인 2006년에는 11,944ha로 늘어날 만큼, 논토양에 대한 재배 적응성 측면에서 유리하다고 하였다(안 등 2010). 일반적으로 논은 낮은 지대의 평야지에 위치하여 지하수위가 높고 물빠짐이 좋지 않아 콩의 경우 적지에 재배하지 않을 경우 습해와 병해로 재배에 실패하게 되므로 재배적지 선정이 필요하다. 따라서 논 이용효율이 낮은 경사지 배수불량 농경지를 이용하여 쌀 생산 감소와 콩 생산량 증대를 위해 배수방법 개선에 따른 재배기술이 필요하다고(안 등 2010) 보고하였다.

농경지의 적성등급은 토성, 배수, 유효토심 등 다양한 기준으로 분류하는데 등급이 높은 농경지는 생산성을 유지하는데 어려움이 없지만 등급이 낮은 농경지는 물리적, 화학적, 미생물학적인 개량이 요구된다고 하였다(현 2009). 배수불량 농경지에서 토양조건 악화로 밭작물의 수량성 저하를 극복하기 위해 재배적지를 선정할 때는 위치, 지형, 토양배수, 토성, 지하수위, 경사도, 유효토심 등 포장조건을 종합적으로 검토하여야 한다. 배수불량지에서 이를 위해 배수를 촉진하기 위한 기준이나 명거, 암거, 심토파쇄, 심경 등에 의한 근권의 개선효과가 보고되고 있다(안 등 2010). 또한 작물의 종류별 지하수위의 허용 적정범위와 작물뿌리의 산소요구에 대한 보고도 있다(吉野 1995).

종합적 작물보호 관리(IPM)는 모든 적절한 방제수단을 상호 모순없는 형태로 사용하고 경제적 허용수준 이하로 유해생물 개체군을 감소시키고 또한 낮은 수준을 유지하기 위해 개체군 관리 시스템으로 구성된다(坂本 2006). 논 잡초의 경종적 방제수단으로서 이용되는 답전윤환에 의한 포장의 수분감소로 논 잡초가 생육하기에는 불리한 환경이므로 종자나 괴경 등의 영양번식 기관의 사멸이나 감소가 기대된다(김 등 2007). 토양에서 잡초종자의 생존과 출아는 초종, 매물깊이, 토양의 형태, 경운 등에 의존한다(Sullivan

2003). 토양 표면에 있는 종자는 곤충, 설치류 또는 새 등에 의해 쉽게 먹이가 된다. 매물된 종자는 동물의 먹이나 극도의 온도나 수분으로부터 보호되며, 보통 평균적으로 당해연도 잡초의 출아율은 광엽잡초 4%, 화본과 잡초 9%라고 하였다(Sullivan 2003).

잡초식생은 토양 이화학성과 물리성에 의해 식생의 종류와 개체수와 같은 양적변화를 유도하게 된다. 잡초의 발생양상은 지형, 토질, 산업형태 등에 영향을 받으며, 작물 재배지에서는 작물의 재배방식에 따라 잡초의 식생이 달라진다. 또 강우나 온도조건에 따라 극심한 차이를 보인다.

따라서 본 시험에서는 배수불량 농경지를 이용하여 배수방법 개선을 한 포장에 콩 수확후 동계잡초 발생 양상을 연차간 비교 조사하여 그 특성을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 잡초군락 조사

본 시험은 경사지 곡간지 논에서 밭작물 재배를 위해 배수방법 개선을 한 후 2년간 콩을 재배한 다음 동계동안 무경운으로 방치한 후 월년생잡초의 생육시기인 4월 중순에 잡초발생 양상 및 군락구조를 조사하였다. 조사지역 내 잡초발생 양상이 특이한 2필지(배수불량지, 약간불량지)에 대해서 미 농무성의 토양조사 편람(USDA 2000)을 기준으로 하여 지형, 배수, 구조, 층위경계, 그리고 공극 등을 조사하였다. 잡초군락 구조 조사를 위하여 1필지당 10회씩 0.5m<sup>2</sup> 크기의 방형구를 이용하여 발생잡초에 대한 밀도, 피도를 현지에서 조사하였고, 초장은 한 초종에서 가장 큰 것을 측정하였으며 건물중은 70℃ 열풍건조기에서 건조 24시간 후에 측정하였다. 잡초종의 분류, 동정 그리고 초종들의 특성 고찰은 한국잡초명집(오 2003), 잡초관찰도감(岩瀨 2000)을 활용하였다.

### 잡초의 군락분석

잡초의 군락분석을 위해 조건별 발생초종의 Simpson's 계수, 군락간 유사성 계수(coefficient of

similarity), 적산우점도(summed dominance ratio, SDR) 그리고 phytograph index(PI)는 아래와 같다 (沼田 1987).

① Simpson's index =  $\sum(I.V./100)^2$

I.V. : 조사하고자 하는 특정 초종의 우점도

② 잡초 유사성(S) =  $2W/(a+b) \times 100$

W : 두 군집에 공존하는 종 가운데 중요값이 낮은 초종들의 합한 값

a : 첫 번째 군집의 모든 종의 중요값 합계(100)

b : 두 번째 군집의 모든 종의 중요값 합계(100)

③ 적산우점도(SDR) : 상대밀도(D')+상대피도(F')+상대빈도(C')+상대초장(H')/4 (%)

$D'=100 Ni/N1, F'=100 Fi/F1, C'=100 Ci/C1,$

$H'=100 Hi/H1$

순위 제1의 종 개체수를 100으로 한 각종의 개체수의 비

④ Phytograph index(PI) =  $(D'+H')(F'+C') / 400 (%)$

### 결과 및 고찰

#### 토양층위별 분류 및 수분함량

토양층위는 배수불량이 심한 포장(배수불량지)과 다소 약한 포장(약간불량지)에 모두 작토층1(Ap1),

작토층2(Ap2), 환원층A(Ag), 환원층B(Bg) 그리고 환원층 BC(BCg)와 같이 5층으로 분류되었다(표 1). 수분함량은 배수불량지는 10.2~18.2% 범위이었고, 약간 불량지는 11.8~14.3%이었다. 특히 잡초의 발생이 많은 표토에서 10cm깊이까지 토양 3상 중에 기상은 배수불량지가 15.3%인데 비해 약간불량지는 19.8%로 높았다.

#### 적산우점도 및 Phytograph index(PI)

배수불량지와 약간불량지에서 발생하는 동계잡초는 총 12과의 19초종이었다(표 2). 12과 중에 국화과가 6종으로 31.6%로 가장 많았으며, 그 다음으로 십자화과와 꼭두서니과가 각각 2종으로 10.5%, 나머지 9과는 1종씩 발생하였다. 약간불량지에서는 2009년도에 16초종이 발생하였으며, 적산우점도로는 보리췌이가 97.0%로 가장 높았고 그 다음으로 망초(92.1%), 갈퀴덩굴(35.3%), 지칭개(28.4%) 그리고 쑥(23.3%) 순이었다. 배수불량지에서는 12초종이 발생하였으며, 적산우점도가 뚝새풀이 100%로 가장 높았고, 그 다음으로 벼룩나물(55.2%), 보리췌이(38.3%), 물냉이 (28.5%) 그리고 망초와 자운영(20.9%)이었다(표 2).

뚝새풀은 '60~'70년대 보리와 밀 재배지에서 최우점 잡초로써 답리작지대에서는 뚝새풀의 우점률은

Table 1. Physical properties of soil profile in the experimental site.

Drainage class	Soil profile <sup>1)</sup>	Soil depth (cm)	Available moisture (%)	Three phases (% , v/v)			Pore space ratio (%)
				Solid	Liquid	Gaseous	
Poorly drainage	Ap1	0-10	18.2	44.5	40.2	15.3	55.5
	Ap2	10-20	12.5	58.6	25.9	15.5	41.4
	Ag	20-24	10.2	61.2	24.1	14.6	38.8
	Bg	24-35	12.1	60.3	22.3	17.4	39.7
	BCg	35-+	9.7	60.4	25	14.5	39.6
Somewhat poorly drainage	Ap1	0-10	14.3	45.4	34.8	19.8	54.6
	Ap2	10-19	12.2	55.4	28.7	15.8	44.6
	Ag	19-26	11.8	58.9	26	15.1	41.1
	Bg	26-32	10.7	60.1	24.2	15.7	39.9
	BCg	32-+	10.1	58.0	26.0	16.0	42.0

<sup>1)</sup>Ap1 : 작토층1, Ap2 : 작토층2, Ag : 환원층A, Bg : 환원층B, BCg : 환원층BC

**Table 2.** The number of weed species occurred in soils with different moisture content.

Year	Family				Total (%)
	Compositae	Cruciferae	Rubiaceae	others	
2009	6	2	2	8	18
2010	6	1	1	7	15
Species	6	2	2	9	19
Rate(%)	31.6	10.5	10.5	47.4	100

85.4%로 높았고, 2005년도 조사에서도 우점종이나 발생빈도가 가장 높은 초종이었다는 보고(임 등 2005)와 같이 배수불량지에도 같은 경향이었다. 또 밀 재배시 발생된 뚝새풀은 밀 파종 후 배토작업에 의해 대부분이 압사하나, 토양수분이 과다하면 발생량이 크게 증가한다고 하였다(김 등 2010). 뚝새풀은 밀 재배시 관행에서는 m<sup>2</sup>당 271개의 뚝새풀이 발생하였으나 파종전 로타리 경운을 추가한 경우에는 뚝

새풀 발생량이 40개로서 약 85%의 개체수가 감소하는 효과가 있었다고 하였다(김 등 2010). 약간불량지에서는 발생하였으나 배수불량지에서 발생하지 않은 발잡초로는 지칭개, 꽃바지, 살갈퀴, 개갯냉이, 주름잎, 떡쑥 6초종이었으며 수분함량에 따라 발생양상이 달라지는 결과를 보였다(표 3). 한편 논잡초로는 미꾸리뉘시와 사마귀풀이 조사시기인 4월 중순에 발생한 것으로 보아 저온에서도 출현이 빠름을 알 수 있었으

**Table 3.** Summed dominance ratio weeds between soils with different moisture content.

Species	Korean name	2009		2010	
		Sd <sup>1)</sup>	Pd <sup>2)</sup>	Sd	Pd
<i>Youngia japonica</i>	뽕리뱅이	97.0	38.3	46.3	30.4
<i>Coryza canadensis</i>	망 초	92.1	20.9	35.6	24.1
<i>Galium spurium</i>	갈퀴덩굴	35.3	3.3	23.6	-
<i>Hemistepta lyrata</i>	지칭개	28.4	-	35.6	6.0
<i>Artemisia princeps</i>	쑥	23.3	4.5	-	25.7
<i>Ixeris dentata</i>	썸바귀	21.3	9.7	21.2	5.4
<i>Alopecurus aequalis</i>	뚝새풀	18.0	100	77.7	78.6
<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기	12.7	7.7	5.0	-
<i>Bothriospermum tenellum</i>	꽃바지	10.9	-	6.5	9.4
<i>Galium pogananthum</i>	살갈퀴	8.4	-	-	-
<i>Rorippa indica</i>	개갯냉이	6.9	-	-	-
<i>Nasturtium officinale</i>	물냉이	5.3	28.5	21.5	31.3
<i>Geranium sibiricum</i>	쥐손이풀	5.2	10.4	25.7	9.5
<i>Mazus japonicus</i>	주름잎	4.7	-	11.4	-
<i>Gnaphalium affine</i>	떡 쑥	4.6	-	15.1	10.2
<i>Stellaria alsine</i>	벼룩나물	3.9	55.2	86.8	93.7
<i>Persicaria sieboldii</i>	미꾸리뉘시	-	16.5	-	-
<i>Murdannia keisak</i>	사마귀풀	-	3.8	-	-
<i>Astragalus sinicus</i>	자운영	-	-	68.7	22.3
Total		16	12	14	12

<sup>1)</sup>Somewhat poorly drainage.

<sup>2)</sup>Poorly drainage.

며 이는 4월부터 11월까지 생육하며 논, 수로, 늪 등의 습지에 주로 발생한다는 기존 연구로도 확인할 수 있었다(임 등 2007). 그러나 조사시기에서 보면, 배수 불량지에서 발생한 것으로 보아 토양수분과 높은 상관성이 있는 것으로 판단되었다.

콩 생육 중 잡초발생은 답전윤환 1년차에는 비교적 적으나 2년차부터는 잡초가 급격히 증가한다(안 등 2010)고 하였으나, 동계잡초에서는 수분조건에 따라 답전윤환 3년차보다 4년차에서 오히려 감소하는 경향을 보였다. 본 연구에서도 배수불량지에서 배수개선에 의해서도 2010년도에는 약간불량지에서는 14초종이 발생하였으며, 벼룩나물이 86.8%로 가장 높았으며, 독새풀(77.7%), 자운영(68.7%), 뿌리뱅이(46.3%) 망초(35.6%)순이었다. 배수불량지에서는 12초종이 발생하였으며, 벼룩나물이 93.7% 가장 높았으며, 그 다음으로 독새풀(78.6%), 물냉이(31.3%), 뿌리뱅이(30.4%), 쑥(25.7%)순이었다.

Phytograph index(PI)는 2009년도 약간불량지에서는 뿌리뱅이>망초>갈퀴덩굴>지칭개>쑥 순이었으며, 배수불량지에서는 독새풀>벼룩나물>뿌리뱅이>물냉이>망초 순이었다. 2010년도 약간불량지에서는 벼룩

나물>독새풀>자운영>보리쟁이>망초 순이었으며, 배수불량지에서는 벼룩나물>독새풀>보리쟁이>물냉이>망초 순이었다(그림 1, 그림 2). 연차적인 발생본수에서는 토양수분 약간불량지에서는 16초종에서 14초종으로 감소하였으나 배수불량지에서는 차이가 없었다. 발생초종 건물중으로 잡초우점도를 보면 (표 4), 우리나라 맥류재배지에서 발생하는 잡초는 화본과 잡초인 독새풀을 중심으로 광엽잡초인 갈퀴덩굴, 벼룩나물, 별꽃, 냉이 등이 우점한다(황 등 2006)와 같이 본 조사에서도 독새풀과 벼룩나물이 우점하였으며, 그 다음으로 뿌리뱅이, 망초, 지칭개, 살갈퀴, 냉이류 등 순이었다.

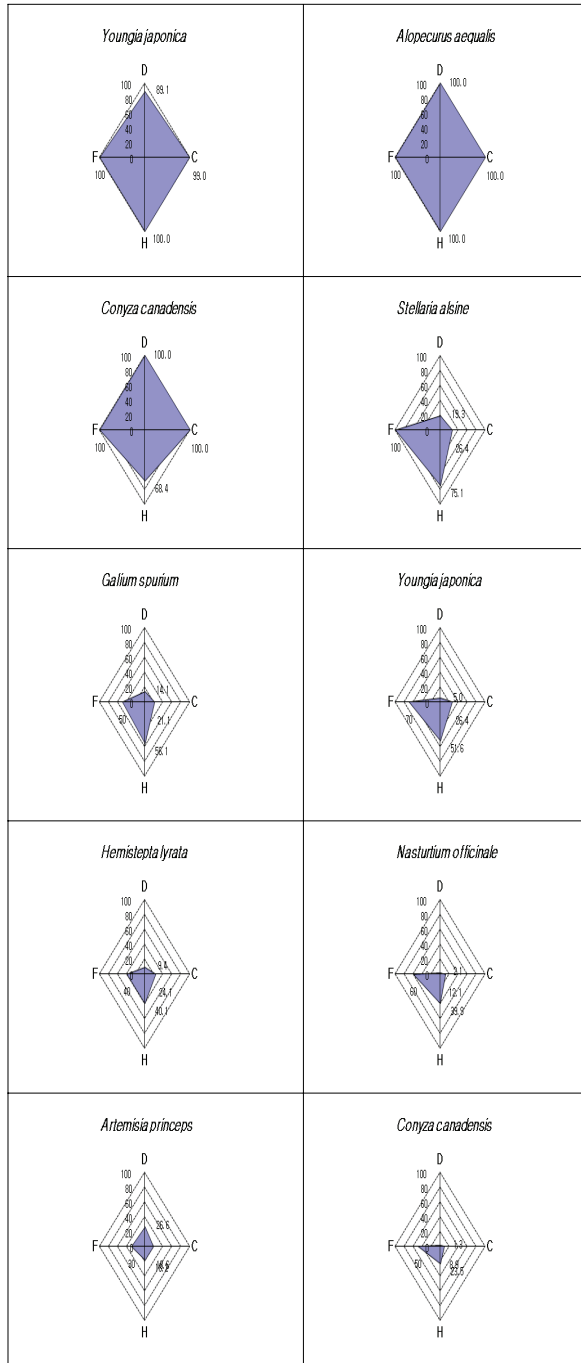
**토양수분 및 연차별 잡초 다양성지수와 유사성계수**

배수방법별 연차간 발생초종의 다양화 정도를 나타내는 Simpson 지수는 배수불량지가 0.18~0.23으로 약간불량지에서는 0.12~0.18에 비해 높아서 토양수분 함량이 높은 곳에서 특정 초종이 우점하는 경향을 보였다(표 5). 또 휴경밭의 토양수분 함량별 잡초발생 군락 조사에서 다양성 지수는 0.83~0.86이었으나 답전윤환의 경우 약간불량지에서는 0.82~

**Table 4.** Dominant weed species occurred on soils with different moisture content.

Year	Drainage class <sup>1)</sup>	Dominance (%)				
		1	2	3	4	5
2009	Sd	<i>Youngia japonica</i> 31.9	<i>Conyza canadensis</i> 24.6	<i>Hemistepta lyrata</i> 8.3	<i>Galium spurium</i> 6.2	<i>Alopecurus aequalis</i> 5.8
	Pd	<i>Alopecurus aequalis</i> 40.1	<i>Youngia japonica</i> 17.4	<i>Stellaria alsine</i> 17.0	<i>Conyza canadensis</i> 7.0	<i>Nasturtium officinale</i> 5.0
2010	Sd	<i>Stellaria alsine</i> 23.3	<i>Alopecurus aequalis</i> 15.5	<i>Youngia japonica</i> 10.3	<i>Astragalus sinicus</i> 9.9	<i>Conyza canadensis</i> 8.6
	Pd	<i>Stellaria alsine</i> 32.5	<i>Alopecurus aequalis</i> 20.4	<i>Nasturtium officinale</i> 9.1	<i>Youngia japonica</i> 8.0	<i>Artemisia princeps</i> 6.8

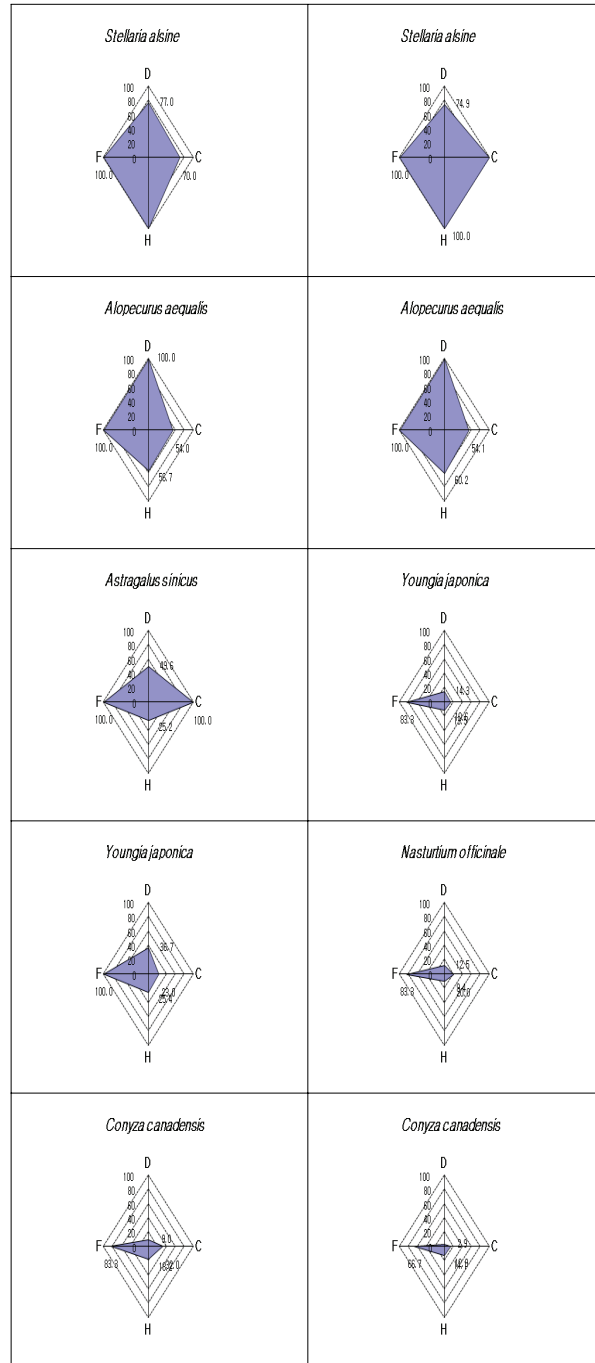
<sup>1)</sup>Somewhat poorly drainage; poorly drainage.



<Somewhat poorly drainage>

<Poorly drainage>

Fig. 1. Dominance of Phytograph index of important weed species on soils with different moisture content (2009).



<Somewhat poorly drainage>

<Poorly drainage>

Fig. 2. Dominance of Phytograph index of important weed species on soils with different moisture content (2010).

0.88, 배수불량지에서는 0.77~0.82로 밭 토양보다는 잡초의 다양성 정도가 낮았다(황 등 2004). 또 산채

밭의 제초제 효과 시험에서 Simpson 지수 범위가 0.23~0.46으로 높은 경향을 보인 이유는 특정 초종



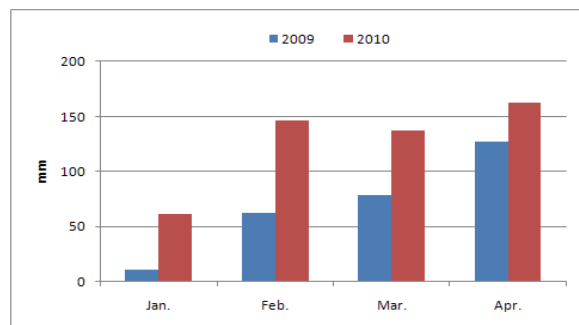
**Table 5.** Simpson's dominance and diversity indices calculated by weeds observed on soils with different moisture content.

Drainage class	Year	Simpson index	Diversity index
Somewhat poorly drainage	2009	0.18	0.82
	2010	0.12	0.88
Poorly drainage	2009	0.23	0.77
	2010	0.18	0.82

\*Simpson's dominance index = (I.V./100)<sup>2</sup>.

이 우점하는 원인이라고 하였다(이 등 1998). 잡초군락의 유사성 계수를 보면(표 6), 2009년 약간불량지와 배수불량지가 각각 43.0%, 2010년 74.2%로 연차간 큰 차이를 보이고 있다. 2009년 조사시 토양수분간 잡초발생 양상이 각각 16초종과 12초종으로 차이가 있었으나 2010년에는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 동계잡초 생육기 동안 강우량에 의한 지표면의 수분함량이 높았기 때문으로 판단되었다(그림 3). 각 연도별 1월에서 4월까지의 총 강수량을 보면 2009년이 278.5mm인데 반해 2010년은 507.8mm이었으며 182%로 연차간 변이가 컸다(기상청 2011).

동일한 배수개선 포장에서 동계 잡초발생 양상뿐만 아니라 답전유회환에 의한 콩 등 발작물 재배시에도



**Fig. 3.** Precipitation of the experimental site in 2009 and 2010.

효과적인 하계 잡초관리를 위해 토양 수분관리의 가이드라인을 보완할 필요성이 있다고 판단되었다.

### 요 약

배수방법별 연차간 잡초발생 군락특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 수분함량은 배수불량지는 10.2~18.2%, 약간불량지는 11.8~14.3%이었고, 표토에서 10cm깊이까지 토양 3상 중에 기상은 배수불량지가 15.3%인데 비해 약간불량지는 19.8%로 높았다. 2009년도에 약간불량지에서는 16초종이 발생하였으며, 적산우점도는 뿌리뱅이(97.0%) > 망초(92.1%) > 갈퀴덩굴(35.3%) > 지칭개(28.4%) > 썩(23.3%) 순이었다. 배수불량지에서는 12초종이 발생하였으며, 적산우점도가 뚝새풀(100%) > 벼룩나물(55.2%) > 뿌리뱅이(38.3%) > 물냉이(28.5%) > 망초(20.9%)이었다. 또 2010년도에 약간불량지에서는 14초종이 발생하였으며, 적산우점도는 벼룩나물(86.8%) > 뚝새풀(77.7%) > 자운영(68.7%) > 뿌리뱅이(46.3%) > 망초와 지칭개(35.6%) 순이었다. 배수불량지에서는 12초종이 발생하였으며, 적산우점도가 벼룩나물(93.7%) > 뚝새풀(78.6%) > 물냉이(31.3%) > 뿌리뱅

**Table 6.** Similarity and dissimilarity coefficient of weed species on soils with different moisture content.

Year	Similarity coefficient	Dissimilarity coefficient
2009(Somewhat poorly drainage-Poor)	43.0	67.0
2010(Somewhat poorly drainage-Poor)	74.2	25.8

이(30.4%) > 쑥(25.7%)이었다. 배수방법별 연차간 발생초종의 다양화 정도를 나타내는 Simpson 지수는 배수불량지가 0.18~0.23으로 약간불량지에서는 0.12~0.18에 비해 높아서 토양수분 함량이 높은 곳에서 특정 초종이 우점하는 경향을 나타내었다. 잡초의 다양성 지수는 2009년에는 43.0% 이었으나 2010년에는 74.2%로 연차간 차이가 많았다.

### 인용 문헌

- 김석동, 강기경, 고병구, 박광래, 서명철, 정원교, 엄기철, 이덕배. 2007. 일본의 겨울철 담수 논외 다원적 기능 구명과 생물다양성 유지 연구 동향. 농촌진흥청. pp. 193-202.
- 김선, 안승현, 임일빈, 정영근, 김시주. 2010. 이모작 논 밭 재배시 파종방법이 뚝새풀의 생장에 미치는 영향. 한국잡초학회지 30(3):252-257.
- 안진곤, 이범승, 정충섭, 정동완, 이재기. 2010. 논 소득기반 다양화를 위한 밭작물 논재배기술. 농촌진흥청. pp. 5-21.
- 이인용, 박재읍, 박태선, 류갑희, 유범선. 1998. 산채밭의 잡초발생 양상 및 방제에 관한 연구. 한국잡초학회지 18(1):63-68.
- 임일빈, 김선, 강종국. 2007. 논 잡초 사마귀풀의 출현 특성 및 방제. 한국잡초학회지 27(3):22-28.
- 임일빈, 강종국, 김선. 2005. 농경지 발생잡초 정밀조사. 농촌진흥청. pp. 96-166.
- 오세문. 2003. 한국 잡초명집. 서일문화사. p. 335.
- 현해남. 2009. 흙을 살리자 심포지엄. pp. 40-61.
- 황철환, 노석초, 마상용, 한성수. 2006. 보리에 대한 제초제 Propisochlor 약해의 변동요인 및 경감효과. 한국잡초학회지 26(2):136-147.
- 황재복, 송석보, 홍연규, 정기열, 박성태, 김순철. 2004. 휴경밭의 토양수분 함량별 잡초발생 군락 특성. 한국잡초학회지 24(4):253-261.
- 坂本 式. 2006. 일본의 자연순환 농업. 熊本縣農業研究センター. pp. 211-222.
- 岩瀬 徹. 2000. 雑草觀察圖鑑. 成美堂出版. 287 p.
- 吉野 喬. 1995. 일본의 환경보전 관련 농업기술 연구 문헌 요약 및 목록. pp. 54-57.
- 沼田 眞. 1987. 식물생태학 논고. 동해대학출판회. pp. 777-888.
- Sullivan Preston. 2003. Principles of sustainable weed management for croplands. pp. 1-15.
- USDA. 2000. Soil survey manual. Agri. Research Administration, U.S.A.