

벼 무경운 직파 논에서 뚝새풀 발생밀도에 따른 잡초 발생

성기영^{1*}, 박태선, 조현숙, 서명철, 전원태

Weed Occurrence According to the Density of Water Foxtail in No-tillage Seeding Rice Paddy Fields

Ki-Yeong Seong^{1*}, Tae-Seon Park, Hyun-Suk Cho, Myung-Chul Seo and Weon-Tai Jeon

ABSTRACT No-tillage direct seeding of rice is consumed less labor and oil energy by no plowing and rotary tillage. And it has other advantages of soil and water conservation and accumulation of organic matter on paddy surface due to crowded water foxtail (*Alopecurus aequalis* var. *amurensis*). When no-tillage seeding of rice, many water foxtail occurred in winter paddy field. In this experiment their covering degrees were 97.6% and 95.2% in clay loam and sandy loam paddy soils, respectively. Because of this, *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Cardamine flexuosa*, *Rorippa indica* and *Ixeris chinensis* etc. annual and perennial wintering weeds occurrence was reduced. And annual weeds *Chenopodium serotinum* and *Polygonum hydropiper* that occurred early in spring were also reduced. As well as *Echinochloa crusgalli* var. *praticola*, *Cyperus difformis*, *Monochoria vaginalis* and *Lindernia procumbens* etc. summer annual weeds that occurred after irrigation were also reduced. In conclusion, no-tillage direct seeding of rice has another advantages of weed management by water foxtail.

Key words: *Alopecurus aequalis* var. *amurensis*; no-tillage; rice; water foxtail; weed occurrence.

서 언

21세기 들어 지구대적 기후변화와 고유가 시대로 우리 농사는 저탄소 녹색성장이라는 화두에 직면하고 있다. 지금까지 과도한 경운과 석유화학에 의존해 온 농사가 공기 중으로 이산화탄소 방출과 이로 인한 지력고갈이라는 위기국면을 맞게 된 것이다. 그리하여 탄소를 다시 농경지로 되돌려서 기후변화에 대응함과

동시에 지력증진이라는 문제를 해결해야만 하는 그런 상황에 직면하였다.

대체로 농경지에서 탄소를 축적시키는 방법으로 알려진 것은 무경운과 초생재배이다. 무경운은 경운 및 로타리 작업이 생략되어 파종 시 노력시간 및 에너지 절감을 함으로써 생산비를 줄일 뿐 아니라, 토양의 입단구조를 유지하면서 유기물을 토양으로 환원하기 때문에 토양의 이화학성 및 생물상을 개선하는 장점이

¹ 농촌진흥청 국립식량과학원, 441-857 경기도 수원시 권선구 수인로 125(National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea).

* 연락처자(Corresponding author) : Phone) +82-31-290-6786, Fax) +82-31-290-6773, E-mail) seongky@korea.kr

(Received June 25, 2012; Examined August 10, 2012; Accepted September 17, 2012)

있다(Jeong 등 2001). 그리고 초생재배는 양·수분 결합, 농작업 불리, 발아초기의 지온상승 불리 등 문제점이 있지만, 유기물 환원에 의한 지력유지, 토양침식 방지, 토양수분 보전, 지온변화가 적은 장점이 있어 연구가 지속되고 있다(Lee와 Lee 2006).

논에서 무경운 재배를 하면 동계에 딱새풀 발생이 많아진다. 자연 초생피복재배가 될 수 있는 여건이 마련된다. 하지만 딱새풀은 논에서 일반적으로 잡초로 인식되어 있어 제거에 많은 노력을 들이고 있다(Hong 등 1996). 그런데 생각을 바꾸면 딱새풀은 논 무경운 재배 시 동계에 발생하는 밀도가 아주 높아 피복식물로 이용할 수 있는 가능성이 있다. 이런 차원에서 포도 과원에서 딱새풀을 피복자원으로 이용하려는 연구가 시도되고 있다(Lee와 Lee 2006). 논에서도 동계에 자라는 딱새풀을 그대로 유지한 채 벼 무경운 직파재배를 하면 다음해 가을 논표층에 많은 유기잔존물이 집적된다는 보고가 있다(Seong 등 2011). 또 3년 이상 무경운으로 유지하면 기간이 길수록 논잡초 발생이 줄어든다는 보고도 있다(Hong 2003).

본 연구는 논에서 무경운 재배를 할 경우, 많이 발생하는 딱새풀이 이듬해 발생하는 논잡초발생에 얼마나 영향을 주는 지를 알아보기 위해 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구는 국립식량과학원 답작 포장과 작물환경과

논포장에서 수행하였다. 답작은 식양질인 신흥통이며 작물환경과 논포장은 사양질인 강서통이다. 동계잡초 딱새풀의 밀도를 조절하기 위해 벼 수확 후 벼짚을 제거하고 추경을 하지 않은 상태에서 2011년 10월 14일과 10월 31일에 metolachlor(에스-메틀라클로르유제, 25%, 3L ha⁻¹)를 처리하였다. 2012년 4월 9일과 23일에 조사한 딱새풀 발생수와 피복도는 표 1과 같다. 발생수는 단위면적당(m²) 발생한 개체수이며, 피복도는 단위면적(m²) 내에서 딱새풀 개체간 거리가 1cm × 1cm 이상일 경우를 피복되지 않은 상태로 설정하고 백분율로 조사한 데이터이다.

벼 파종 전 잡초발생 조사의 경우, 발생빈도가 높은 딱새풀은 30cm × 30cm quadrat를 설치하여 조사하였으며, 기타 잡초들은 1m² quadrat를 설치하여 조사하였다. 벼 파종 후에는 발생빈도가 높은 물달개비, 발뚝외풀 등의 발생 조사는 30cm × 30cm quadrat를 설치하여 조사하였으며, 기타 잡초들은 1m² quadrat를 설치하여 조사하였다. 조사반복은 3반복하였으며, 잡초발생수를 이용하여 Simpson' index(김 1998)를 구하여 잡초군락의 우점도 지수를 조사하였다.

$$\text{Simpson' index} = \frac{\sum(n_i/N)^2}{n}$$

(n_i : i초종의 발생수, N : 총발생수)

벼 재배는 4월 30일에 남평벼 탈망건조종자 70kg ha⁻¹을 무경운 직파하였고, 벼 출아 후 5월 20일부터 관개를 시작하였다.

Table 1. Treatments for different densities of water foxtail and accordingly number and degree of covering¹⁾.

Treatments	Soil series name	Metolachlor treatment date	survey at April 9		survey at April 23
			Number	Degree of covering	Degree of covering
T11	Sinheung series	No herbicide	7070	97.7	97.6
T12	"	November 14, 2011	244	0.1	3.6
T13	"	November 31, 2011	411	0.3	7.2
LSD(0.05)			1119	0.3	8.7
T21	Gangseo series	No herbicide	9570	96.6	95.2
T22	"	November 14, 2011	2700	10.5	51.5
T23	"	November 31, 2011	1811	5.4	66.2
LSD(0.05)			2637	3.2	15.9

¹⁾Number and degree of covering per m².

결과 및 고찰

우선 표 1에서 4월 9일에 조사한 딱새풀의 피복도에서는 처리간 차이가 많이 났으나 4월 23일에 조사한 딱새풀의 피복도에서는 그 격차가 줄어들었다. 특히 사질답인 강서통에는 모든 처리에서 딱새풀 피복도가 50%이상으로 급격히 증가하였다. 이는 딱새풀이 4월 중에 급속히 성장한 결과로 생각되며, 이 시기부터 논에 발생하기 시작하는 잡초의 발생에 영향을 줄 것으로 생각하였다.

딱새풀 발생밀도를 조사하기 위해 4월 9일 함께 발

Table 2. Number¹⁾ of paddy weeds at April 9.

Treatments	CARFL ²⁾	STEAU
T11	2	0
T12	1.7	1.3
T13	1.3	0.3
T21	0	0.3
T22	0	0
T23	0	0

¹⁾Number of weed per m².

²⁾*Cardamine flexuosa* With.(황새냉이)

Stellaria alsine Grimm var. *undulata* Ohwi(벼룩나물)

생한 잡초를 보면 딱새풀과 생태형이 같은 황새냉이와 벼룩나물이었는데, 이들의 발생은 표 2에서처럼 무시해도 될 정도로 아주 미미하였다. 따라서 이후에 조사되는 논잡초는 딱새풀의 발생밀도에 영향을 받았다고 해도 될 것으로 판단하였다.

표 3은 벼를 파종하기 직전인 4월 28일 조사한 성적이다. 딱새풀 밀도가 높은 구에서 Simpson' index가 높게 나타남으로써 딱새풀 밀도가 높아지면 다른 잡초의 발생이 줄어드는 경향이라고 설명할 수 있었다. 토성별로 보면 식양질 토양인 신홍통에서는 그 경향이 적었으나 사양질 토양인 강서통에서는 뚜렷하게 나타났다. 강서통에서 딱새풀이 우점하면 황새냉이, 개갓냉이, 선씀바귀 등이 거의 발생하지 않았으나 딱새풀 발생밀도가 줄어들면 이러한 잡초들이 발생을 하였다. 또 딱새풀 발생밀도가 높은 곳에서도 발생하는 잡초들이라도 딱새풀 밀도가 낮아지면 반대로 발생이 높아지는 경향인데, 신홍통에서 벼룩나물, 황새냉이, 개갓냉이, 수염가래꽃 등이, 강서통에서 벼룩나물, 황새냉이, 선씀바귀 등이 딱새풀 밀도가 낮은 곳에서 더 많이 발생하는 경향이었다.

표 4는 무경운 직파한 벼가 출아·입모하는 초기인 5월 28일 조사한 성적이다. 딱새풀 밀도에 따른 잡초 발생 차이를 볼 수 있다. Simpson' index는 전체적으로 발생초종수가 적어 큰 의미를 부여하기는 힘들으나, 딱새풀 발생밀도가 높아지면 다른 잡초의 발생이 줄어드

Table 3. Number¹⁾ of paddy weeds at April 28.

Treatments	STEAU ²⁾	ERICA	BOTTE	TRIBE	CARFL	RORIN	IXECH	LOBCH	Total	Simpson' index
T11	1.0	0.0	0	0	0.3	0.3	0	0.3	1.6	0.35
T12	1.8	0.5	0	0	3.5	0.5	0	1.0	6.3	0.32
T13	1.8	0.0	0	0	2.3	0.8	0	0.5	4.9	0.32
T21	2.3	0.5	1.8	7.5	0.0	0.0	0.0	0	12.1	0.44
T22	4.3	1.0	5.0	10.5	1.0	1.5	1.5	0	24.8	0.26
T23	4.0	0.3	1.3	1.3	1.8	0.0	1.0	0	9.7	0.25

¹⁾Number of weed per m².

²⁾*Stellaria alsine* Grimm var. *undulata* Ohwi(벼룩나물)

Erigeron canadensis L.(망초)

Bothriospermum tenellum Fisch. et Mey.(꽃바지)

Trigonotis peduncularis Benth(꽃마리)

Cardamine flexuosa With.(황새냉이)

Rorippa indica (L.) Hiern(개갓냉이)

Ixeris chinensis (Thunb.) Nakai(선씀바귀)

Lobelia chinensis Lour.(수염가래꽃)

Table 4. Number and plant height¹⁾ of paddy weeds at May 29.

Treatments	CHESE ²⁾		ERICA		RORIN		POLHY		Total	Simpson' index
	Number	Height	Number	Height	Number	Height	Number	Height		
T11	0.0	0	1.7	11.3	0.3	3.4	2.3	5.7	4.3	0.45
T12	15.3	32.9	0.7	20.0	3.3	30.8	5.3	17.3	24.6	0.45
T13	6.3	31.5	0.7	16.3	1.7	22.3	5.3	24.4	14	0.36
LSD(0.05)		5.6		7.6		6.5		8.1		
T21	0	0	3.3	7.8	0	0	0	0	3.3	1.00
T22	0	0	5.0	19.9	0	0	1.7	16.0	6.7	0.62
T23	0	0	2.0	13.5	0	0	0	0	2.0	1.00
LSD(0.05)				4.9						

¹⁾Number and plant height of weed per m².

²⁾*Chenopodium serotinum* L.(좁명아주)
Erigeron canadensis L.(망초)

Rorippa indica (L.) Hiern(개갯냉이)

Polygonum hydropiper L.(여뀌)

는 경향이라고 설명할 수 있을 것으로 판단되었다. 발생초종수가 4초종인 식양질 신흥통의 경우 4월 28일 조사와 같은 경향으로 뜯새풀 밀도가 높은 처리구에서 높게 나왔으며, 각 초종별로 발생수에서도 뜯새풀 밀도가 높은 처리에서 뜯새풀 밀도가 낮은 처리구보다 발생이 적었다. 그런데 발생잡초들의 초장을 보면, 토성에 상관없이 좁명아주, 망초, 개갯냉이, 여뀌 등 모든 초종에서 뜯새풀 발생 밀도가 높은 처리에서 발생하는 잡초들의 초장이 짧아 뜯새풀 밀도가 높으면 논잡초의 발생 및 초기생육을 억제한다고 설명할 수 있

을 것으로 판단되었다.

표 5는 관개 후 발생하는 논잡초들을 조사한 성적이다. Simpson' index를 통해서는 큰 의미를 찾아내기 어려웠다. 하지만 식양질인 신흥통에서 뜯새풀 발생빈도가 가장 높은 구에서 물달개비만 발생을 하였으나 뜯새풀 발생밀도가 낮은 곳에서는 피와 발뚝외풀이 발생하여 초종수가 늘어났으며, 사양질인 강서통의 경우는 뜯새풀 밀도가 높았던 곳에서 피, 알방동산이, 물달개비, 발뚝외풀 등 잡초발생이 적었다.

결론적으로 동계에 발생하는 논잡초인 뜯새풀은 선

Table 5. Number¹⁾ of paddy weeds at June 9.

Treatments	ECHCP ²⁾	CYPDI	MONVA	LINPR	Total	Simpson' index
T11	0	0	123.5	0	123.5	1.00
T12	12.3	0	98.8	14.4	125.5	0.64
T13	0	0	41.2	76.1	117.3	0.54
T21	0.6	1.4	9.4	1.9	13.3	0.53
T22	14.4	12.3	109.1	8.2	144	0.59
T23	16.4	12.3	14.4	6.2	49.3	0.27

¹⁾Number of weed per m².

²⁾*Echinochloa crusgalli* Beauv. var. *praticola* Ohwi(피)
Cyperus difformis L.(알방동산이)

Monochoria vaginalis Presl.(물달개비)

Lindernia procumbens (Crock.) Borbas(발뚝외풀)

점함으로써 벼 파종 전후에 발생하는 봄철 잡초와 직파 벼 출아·입모 후 담수상태에서 주로 발생하는 논잡초까지 영향을 줄 수 있다는 생각이다. 따라서 동계에 발생하는 뚝새풀을 적절히 잘 이용하면 기후변화 대응 저탄소 벼 재배를 할 수 있을 것으로 판단되었다.

요 약

벼 무경운 직파 재배는 노동력을 절감하고 쟁기 및 로타리 경운을 생략함으로써 에너지를 절약하는 이점이 있다. 또 토양 및 토양수분을 보전하고 논 표층에 토양유기물을 축적시키는 장점이 있다. 이는 벼 무경운 재배 논에서 동계에 많이 발생하는 뚝새풀로 인한 것이다. 본 시험에서 벼 무경운 재배를 한 논에서 동계에 뚝새풀이 많이 발생하였는데, 피복정도가 식양지에서 97.6%, 사양지에서 95.2%로 아주 심하게 발생을 하였다. 이로 인해 벼룩나물, 황새냉이, 개갓냉이, 선썸바귀 등 월년생 잡초나 숙근초의 발생이 줄어들었으며, 그리고 봄철 일찍 발생하는 1년생 잡초 좀명아주, 여뀌 뿐 아니라, 관개 후 논에서 발생하는 피, 알방동산이, 물달개비, 밭뚝외풀 등의 1년생 하계 논잡초들의 발생도 줄어들었다. 결론적으로 벼 무경운 직파 시 동계에 발생하는 뚝새풀로 인해 하계 논잡초 발생을 관리할 수 있는 이점도 있는 것이다.

인 용 문 헌

- Hong, K. P. 2003. Changes in physicochemical properties of soil, yield of rice grown under the long-term no till rice system. Gyeongnam Agri. Reserch Report of KARES. pp. 58-72.
- Hong, K. P., J. Y Kim, D. J. Kang, and W. G. Shin. 1996. Occurrence pattern and control method of water-foxtail (*Alopecurus aequalis* Ohwi) in no-tillage paddy. Korean J. Weed Sci. 16(3):176-180.
- Jeong, J. H., B. W. Sin, and C. H Yoo. 2001. Effect of milk vetch (*Astragalus sinicus* L.) on the physico-chemical properties and rice yield in the paddy soil of rice no-tillage seeding. Korean J. Soil and Fert. 34(2):117-121.
- Lee, J. W., and S. H. Lee. 2006. Grass sward system for eco-friendly cultivation in vineyard. Chungnam Agri. Reserch Report of CARES. pp. 346-355.
- Seong, K. Y., W. T. Jeon, H. S. Cho, M. T. Kim, B. S. Choi, G. J. Oh, T. S. Park, and C. W. Lee. 2011. Water-foxtail emergence and accumulation of organic matters on no-tillage paddy field. Korean J. Weed Sci. 31(Supp. 1):92-93.
- 金吉雄. 1998. 雜草防除學原論, 慶北大學校出版部. pp. 76-77.