Weed Turf. Sci. 2(4):348~351, 2013
DOI:dx.doi.org/10.5660/WTS.2013.2.4.348
Print ISSN 2287-7924, Online ISSN 2288-3312

Weed & Turfgrass Science
The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

Research Article | Open Access

벼 무논점파재배 연작과 이앙전환에 따른 잡초성벼 발생 양상

손지영[1] · 이충근[1] · 김준환[1] · 양운호[1] · 최경진[1] · 박홍규[1] · 박태선[1] · 김정곤[2] · 윤영환[1]*
[1]국립식량과학원, [2]전라북도 농업기술원

Changes of Weedy Rice Occurrence in Repeated Wet Direct Seeding and Alternate Transplanting/Wet Direct Seeding of Rice

Jiyoung Shon[1], Chung-Kuen Lee[1], Junhwan Kim[1], Woonho Yang[1], Kyung-Jin Choi[1], Hong-Kyu Park[1], Tae-Seon Park[1], Chung-kon Kim[2], and Young-Hwan Yoon[1]*
[1]National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857. Korea
[2]Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704. Korea
(Received on November 15, 2013; Revised on November 25, 2013; Accepted on December 09, 2013)

ABSTRACT. Weedy rice is one of the major problems in direct-seeded rice field, resulting in poor rice quality and low grain yield. This study was carried out to evaluate the conversion effect to machine transplanting after wet-direct-seeding for 3 years on weedy rice occurrence, in comparison of repeated wet-direct-seeding. Occurrence of weedy rice in the continuous wet-hill-seeded and broadcasted field for 3 years increased 4 folds, when compared with that in machine transplanted rice paddy. In the first year of wet-direct-seeded field converted from machine transplanting, weedy rice occurrence did not increase, demonstrating lesser weedy rice in wet-hill-seeded than broadcasted field. These results indicate that alternate cultivation of wet-hill-seeding and machine transplanting is more effective to prevent weedy rice occurrence than the repeated wet-direct-seeding method for 3 years.

***Key words*:** Broadcasting, Transplanting, Weedy rice, Wet-hill-seeding

서 론

잡초성벼는 벼 재배 논에서 생존하는 야생벼 또는 잡벼로서 넓은 의미에서 경작지에서 자라는 재배하지 않는 모든 Oryza 종을 의미한다(National Institute of Crop Science, 2008). 잡초성벼는 재배벼와 동일종으로 생리·생태적 특성이 유사하기 때문에 출수기 이전까지는 식별이 쉽지 않을 뿐 아니라 제초제에 의한 선택적 방제도 어렵다. 또한 대부분 저온발아성이 높고 휴면성이 강하며 탈립성도 심해 잡초성벼가 발생했던 포장에서 몇 년간 휴면한 상태에서 다시 발생하기도 한다(National Institute of Crop Science, 2008). 잡초성벼 발생이 많아지면 재배벼와 경합으로 인해 수량이 떨어지고 쌀 품질을 떨어뜨리는 요인이 된다(Kim, 1997). 우리나라 강화도 지역에서는 잡초성벼의 일종으로 샤레벼라 불리던 적미가 재래종으로 재배되기도 했는데, 특히 이들 계통은 광발아성이 있거나 휴면성이 강해 스트레스 조건에서도 생존성이 강한 것으로 알려져 있다(Chung and Paek, 2003; Kim et al., 2009).

이와 같이 잡초성벼는 재배벼와 유사한 특성을 가지고 있을 뿐만 아니라 잡초와 같이 휴면성도 강하고 탈립도 잘되어 화학적 방제가 어렵다. 그래서 생리적 특성을 이용한 경종적 및 기계적방법을 이용하는 방제 체계를 함께 사용하는 것이 좋다고 한다(Kang et al., 2002). 잡초성벼의 저온발아성이 높은 점을 이용해 파종 전 담수처리하여 출아를 유도한 후 비선택성 제초제를 이용한 화학적 방제와 로터리 작업으로 제거하거나 답전윤환을 추천하기도 하였다(Kim et al., 2002; Im et al., 2004). 잡초성벼는 이앙재배보다 직파재배에서 발생율이 높은데 특히 건답직파에서 담수직파보다 발생율이 높고 수년 동안 연속해서 직파재배를 할 경우 발생율이 더 높다고 한다(Kim et al., 1998; Park et al., 2002). 이앙재배에서는 이앙 후 계속 관

*Corresponding author:
Phone) +82-31-290-6715, Fax) +82-54-290-6662
E-mail) yhyoon9490@korea.kr

개하거나 이앙전 처리제로 등록되어 잡초성벼에 효과적인 산아마이드계 제초제들인 부타크로르 및 프레틸라크르를 농가에서 많이 사용하고 있기 때문에 큰 문제가 되지 않는다. 그러나 건답직파는 초기생육기부터 물이 적은 상태이기 때문에 발생이 많아 초기부터 벼와 경합을 하고, 담수직파는 건답직파에 비해 발생율이 낮지만 파종 후 뿌리 발생을 촉진하고 착근을 위해 일정기간 낙수하는 동안 잡초성벼 발생이 많아진다. 이와 같이 잡초성벼는 이앙재배보다 직파재배에서 발생율이 높아 직파재배의 가장 큰 제한요인 중의 하나이다.

벼 무논점파는 최근에 개발된 직파재배방법의 일종으로 기존의 직파재배에 비해 생육이 안정적이며 쌀 품질에서도 기계이앙과 차이가 없는 것으로 보고되어(Shon et al., 2012) 직파재배면적 확대에 기여할 것으로 생각된다. 그러나 직파재배양식 중 무논점파재배의 잡초성벼 발생양상에 관해서는 보고된 바가 없었다. 이에 본 시험은 무논점파재배가 담수산파 및 기계이앙재배에 비해 잡초성벼 발생에 차이가 있는지를 비교하여 무논점파재배 잡초방제체계에 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

직파재배양식별 연작에 따른 잡초성벼 발생 양상

본 시험은 2009년부터 2012까지 4년간 국립식량과학원 답작과 논포장에서 수행하였다. 시험품종은 자도를 사용하였는데 자도는 줄기와 잎이 붉은색으로서 잡초성벼와 육안으로 구분이 용이하기 때문이었다. 무논점파 및 담수표면산파 파종은 종자소독 후 침종하여 싹이 2 mm정도로 균일하게 트면 표면에 물기가 마를 정도로 그늘에서 4~5시간 물기를 말린 후 파종하였다. 무논점파는 8조식 조파기(황금파종기)를 이용하여 파종거리는 15×28 cm, 파종량은 주당 58립이 되도록 파종하였다. 담수표면산파는 최아종자를 45 kg·ha^{-1} 기준으로 파종하였다. 기계이앙재배는 중묘 표준재배법에 준하였으며 4월 30일에 파종하여 못자리에서 육묘한 후 5월 29일에 이앙하였고 조간 및 주간거리는 30×14 cm로 하였다. 본답시비는 표준시비량인 질소 90 kg·ha^{-1} 수준으로 처리하되 완효성비료(N-P_2O_5-K_2O = 18-7-9, 주식회사 조비)를 써레질 직전 전량 기비로 시용하였다.

잡초성벼의 발생조사는, 1년차(2009)는 모든 시험구에서 자도 이외의 벼를 출수기에 제거하여 전년도 탈립에 의한 다른 품종의 혼입을 방지하여 재배양식간의 차이를 없앴다. 2년차부터 3년차 (2010~2011년) 까지는 1년 차와 동일한 포장에서 연속하여 동일한 재배양식을 적용하여 자도 이외의 벼 발생율을 조사하였다. 4년차(2012년)에는 3년간 연속하여 무논점파와 담수표면산파 하였던 포장을 기계이앙재배로 전환하였고, 이전까지 기계이앙 재배하던 포장은 무논점파와 담수산파재배로 전환하여 잡초성벼 발생을 조사하였다.

결과 및 고찰

최근 개발된 벼 무논점파재배는 기존의 담수표면산파재배에 비해 입모가 균일하고 생육상태가 기계이앙과 유사하기 때문에 안정적인 직파재배법으로 알려지고 있다. 그러나 무논점파재배는 발아 및 입모를 확보하기 위하여 담수표면산파와 같이 파종 후 일정기간 동안 낙수 상태로 유지하여야 하기 때문에 잡초성벼가 이앙재배보다 증가할 우려가 있다. 따라서 무논점파재배 논에서 잡초성벼 방제를 위한 자료를 얻고자 담수표면산파 및 기계이앙 재배와 잡초성벼의 발생양상을 비교한 후 직파 연작과 기계이앙 재배 전환에 따른 잡초성벼 발생 동태를 비교하였다.

Table 1에서와 같이 파종 3주 후의 벼 입모는 무논점파가 평균 100개·m^{-2} 로 담수산파(266개·m^{-2})에 보다는 기계이앙(78개·m^{-2})의 재식밀도와 비슷하였다. 무논점파는 파종골을 내면서 점파하므로 입모밀도의 변이가 담수표면산파에 비해 적고 균일하게 나타나 잡초성벼와의 경합에 유리할 것으로 생각된다. 무논점파, 담수산파 및 기계이앙의 세 가지 재배양식으로 동일 포장에서 3년간 연작하였을 경우 잡초성벼 발생율은 Table 2와 같다. 1년차(2009년)에는 종자혼입과 시험시작 전년도에 재배했던 종자의 탈립에 의한 오류를 제거하기 위해 자도를 제외한 모든 이형주를 제거하고 잡초성벼 발생율을 0%로 보았다. 2년차(2010~2011년)부터는 각 처리구에서 출수기에 자도 이외의 이형주 발생을 조사하였다. 2년차(2010)의 잡초성벼 발생은 담수산파가 (1.24개·m^{-2}) 기계이앙(0.1개·m^{-2})에 비해 12배 이상 증가하였으나, 무논점파는(0.25개·m^{-2}) 기계이앙보다 2.5배 증가하는데 그쳤다. 그러나 3년차(2011)에는 기

Table 1. Seedling density in the machine transplanted, wet-hill-seeded and broadcasted rice for three years.

Year	Seedling density (plant m^{-2})		
	Machine transplanting	Wet-hill-seeding	Broadcasting
2009	78±10	105±17	271±45
2010	73±17	78±11	253±43
2011	88±18	117±15	240±30
Average	78±17	100± 22	266±41

The number of established rice seedlings was inspected at 3 weeks after seeding in wet-hill-seeded and broadcasted rice field.
Transplanted rice was surveyed the next day after machine transplanting.
Values are the means±S.D from four replicates.

Table 2. Weedy rice occurrence in the machine transplanting, wet-hill-seeding and broadcasting in rice.

Year	Machine transplanting	Wet-hill-seeding (plant m^{-2})	Broadcasting
2009	0.00	0.00	0.00
2010	0.10±0.01	0.25±0.03	124±14.5
2011	1.22±0.28	5.11±0.62	4.89±0.40

Weedy rice occurrence had been observed in the rice paddy applied by machine transplanting, wet-hill seeding and broadcasting during 2009 to 2011.
Occurrence of weedy rice in the continuously wet-hill-seeded and broadcasted field for 3 years increased 4 folds, compared to that in machine transplanted rice paddy.
Values are the means±S.E from four replicates.

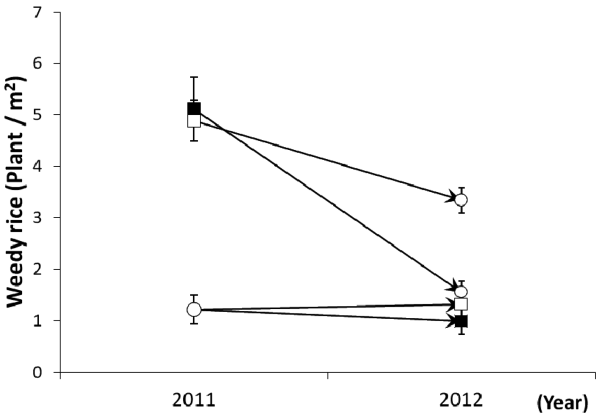

Fig. 1. Changes of weedy rice occurrence by the conversion of cultivation methods of rice. The continuous machine transplanted for 3 years (2009-2011, Table 2) was turned into wet-hill seeded and broadcasted rice field in fourth year (2012). Wet-hill-seeded and broadcasted rice field for 3 years (Table 2) were converted to machine transplanted rice filed in fourth year (2012). (○ Machine transplanting; ■ Wet-hill-seeding; □ Broadcasting)

계이앙도 2년차에 비해 잡초성벼 발생이 10배 이상 증가하였으나 무논점파 및 담수직파도 기계이앙보다 각각 4.2배와 4배 증가하였다. 동일 포장에서 연속하여 3년간 직파재배하면 잡초성벼가 크게 증가하였는데, 무논점파재배는 2년까지는 담수산파보다 발생율이 낮았으나 3년차에는 차이가 없었다.

벼 재배양식 변경에 따른 잡초성벼 발생변화

재배양식 변경에 따른 잡초성벼 발생율 변화를 알아보기 위해 2012년에는 직파재배 논을 이앙재배로, 이앙재배 논을 직파재배하여 잡초성벼 발생을 조사하였다(Table 2). 기계이앙재배에서 무논점파와 담수산파로 전환한 1년차 포장의 잡초성벼 발생율은 전년도 기계이앙 포장의 발생과 거의 비슷하였는데 무논점파 논은 전년에 비해 0.8배(0.99개·m^{-2})로 감소하였고, 담수산파로 전환한 포장에서도 전년도 발생율의 1.1배(1.32개·m^{-2})로 전년과 큰 차이는 없었다. 직파재배를 연속하였을 때 2년 차부터 잡초성벼 발생이 크게 증가하였는데, 이앙재배 후 직파재배로 전환하였을 때도 전환 후 첫해에는 잡초성벼 발생이 크게 증가하지 않는 것을 볼 수 있었다.

무논점파와 담수산파재배 논을 기계이앙재배로 전환하면 잡초성벼 발생율은 두 포장 모두 전년도에 비해 크게 감소하였다. 특히 무논점파하였던 기계이앙 전환 논에서의 발생율이 담수표면산파 재배에서 기계이앙재배로 전환하였던 논보다 더 낮았다. 무논점파재배 논을 이앙재배로 전환한 논에서의 잡초성벼 발생은 전년도보다 70%(1.56개·m^{-2}) 감소하였고, 담수산파재배 논을 이앙재배로 전환한 논에서도 30%(3.34개·m^{-2})감소하였다. 따라서 직파재배를 이앙재배로 전환하였을 경우 잡초성벼 발생이 현저히 감소하는 것을 알 수 있었으며 담수산파보다는 무논점파재배에서 감소율이 더 큰 것을 알 수 있었다.

직파재배양식에 따른 잡초성벼 발생율은 건답표면 > 담수표면 > 건답토중 > 담수토중 순으로 높고(NYAES, 1995), 무논골뿌림은 건답직파보다 낮고 담수표면산파보다 높았다고 한다(Kim, 1997). 무논점파는 무논골뿌림을 개선한 방법으로 무논골뿌림의 입모수는 담수표면산파 입모수와 비슷한데(Kim, 1997), 파종 골의 밀도가 매우 높아 무논점파보다 분얼이 적고 개체의 생육에 불리할 것으로 생각된다. 이와 같이 잡초성벼의 발생은 파종 깊이와 토양 수분에 의한 영향이 크고 초기생육에 의한 경합도 클 것으로 생각된다. 본 시험에서 무논점파 재배가 담수산파보다 기계이앙 전환 시 잡초성벼 발생율이 낮은 것은 무논점파는 배수골이 있어 담수산파에 비해 파종한 토양의 배수가 양호해 입모가 비교적 균일하므로 초기생육시 잡초벼와 경합에서 유리하기 때문일 것으로 생각된다.

따라서 잡초성벼 발생을 경종적 재배로 최소화하기 위해서는 직파재배를 할 경우 담수산파보다는 무논점파가 유리하나 2년 이상 포장의 연용을 피하고, 기계이앙재배와 무논점파를 번갈아 하는 것이 잡초성벼 발생을 줄이는데 효과적인 방법으로 생각된다.

요 약

본 연구는 벼 무논점파재배에 따른 잡초성벼 발생율을 담수산파 및 기계이앙재배와 비교하고, 무논점파와 담수산파재배포장을 기계이앙으로 전환하였을 때 잡초성벼 발생양상을 알아보기 위하여 실시하였다. 2년 연속 무논점파 및 담수산파 재배할 경우, 잡초성벼 발생은 기계이앙

보다 각각 2.5배 및 12배 증가하였다. 그리고 3년간 연속하여 무논점파와 담수산파로 재배한 논에서 잡초성벼는 기계이앙보다 각각 4.2배, 4배 증가하였다. 무논점파 및 담수산파를 3년간 연작 후 기계이앙 재배로 전환한 논에서 잡초성벼 발생은 전년도에 비해 각각 0.3배, 0.7배 감소하여, 담수표면산파보다 무논점파에서 감소율이 더 큰 것으로 나타났다. 기계이앙재배로 3년간 연작한 포장을 다음해 무논점파와 담수산파하였을 경우는 잡초성벼 발생이 각각 전년도에 비해 0.8배, 1.1배로 기계이앙재배시에 비해 증가하지 않았다. 이와 같은 결과로 보아 잡초성벼 발생을 최소화하기 위해서는 직파재배 할 경우 담수산파보다는 무논점파가 유리하나 2년 이상 연작은 피하고, 기계이앙재배와 무논점파를 번갈아 하는 것이 잡초성벼 발생을 줄이는 재배방법으로 생각된다.

주요어: 잡초성벼, 무논점파, 담수산파, 이앙재배

Acknowledgements

This research was carried out with the support of “Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ008750)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

Chung, N.J. and Paek, N.C. 2003. Photoblastism and ecophysiology of seed germination in weedy rice. Agron. J. 95:184-190.

Im, I.B., Kang, J.K. and Kim, S. 2004. Physio-Ecological Characteristics and Control of weedy rice in the rice paddy. Kor. J. Weed Sci. 24(1):56-63. (In Korean)

Kang, W.S., Wen, X.Z. and Yoon, K.M. 2002. Effects of flaming time and temperature on germination of weedy rice (*Oryza sativa*) seeds. Kor. J. Weed Sci. 22(1):49-54. (In Korean)

Kim, S.Y., Moon, B.C., Park, S.T., Shin, S.O., Yang, S.J. et al. 2002. Control of water foxtail *(Aleopecurus aequalis* var. *amurensis* Ohwi.) by paraquat and glyphosate in no-tillage dry seeded rice. Kor. J. Weed Sci. 22(4):344-349. (In Korean)

Kim, S.Y., Hwang, S.J., Lee, I.J., Shin, D.H., Park, S.T. et al. 2009. Germination characteristics of photoblastic weedy rice (*Oryza sativa L.*) seed. Kor. J. Weed Sci. 29(4):310-317. (In Korean)

Kim, S.Y. 1997. Occurrence of weedy rice (*Oryza sativa* L.) and yield as affected by rice cultivation methods. Farming casebook (rice farming division) II, 2006. National Institute of Crop Science. p.958. (In Korean)

Kim, S.Y., Son. Y., Ha, W.K., Park S.T. and Kim, S.C. 1998. Occurrence of weedy rice (*Oryza sativa L.*) as affected by rice cultivation methods. Kor. J. Weed Sci. 18(supp. 1):57-59. (In Korean)

National Institute of Crop Science, Rural Development Administration of Korea. 2008. Weedy rice. p.13.

National Yeongnam Agricultural Experiment Station (NYAES). 1995. Germination rate of weedy rice in direct-seeding methods of rice. Farming casebook (rice farming division) II, 2006. National Institute of Crop Science. P.904. (In Korean)

Park, H.K., Kim, S.S., Choi, W.Y., Lee, K.S. and Lee, J.K. 2002. Effect of continuous cultivation years on soil properties, weed occurrence and rice yield in no-tillage machine transplanting and direct dry-seeding culture of rice. Kor. J. Crop Science 47(3):167-173. (In Korean)

Shon, J.Y., Lee, C.K., Kim, J.H., Yoon, Y.H., Yang, W.H., et al. 2012. Comparison of growth, heading and grain filling characteristics between wet-hill-seeding and transplanting in rice. Kor. J. Crop Sci. 57(2):151-159. (In Korean)