

유기재배 논에서의 예방적 잡초방제를 위한 가묘상 처리 효과

이병모* · 지형진 · 조정래 · 안난희 · 옥정훈 · 정지희

농촌진흥청 국립농업과학원 유기농업과

Effects of False Seedbed on the Preventative Weed Control in Organic Rice Paddy Field

Byung-mo Lee*, Hyeong-Jin Jee, Jeong-Rae Cho, Nan-Hee An, Jung-hun Ok, and Ji-hee Jeong

Organic Agriculture Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

(Received on October 30, 2013; Revised on December 03, 2013; Accepted on December 19, 2013)

ABSTRACT. This study was conducted to determine the weed control effect of false seedbed in organic rice paddy field. False seedbed is one of the preventative weed control method, especially effective in upland vegetable field. False seedbed frequency and methods were examined by varying the processing time in greenhouse and field condition in 2012 and 2013. In greenhouse experiment, shallow recultivation and harrow surface soil was effective to control weed up to 70%. Optimal processing time of false seedbed was when the weed was two or three leaf stages. Under field condition, one-time treatment of false seedbed was 61% of weed suppression rate and two-times of false seedbed treatment was 79% of weed suppression rate. *Monochoria vaginalis* was still troublesome weed after false seedbed treatment, but the occurrence of *Echinochloa oryzoides* was decreased after false seedbed treatment. Results indicated that false seedbed treatment was very effective to lower early weed occurrence in rice paddy field especially *Echinochloa* spp. Weed control efficiency of shallow recultivation by weeder hollow and rotary tillage by tractor were 68%, 13% respectively.

Key words: False seedbed, Paddy field, Preventative weed control, Rice, Weed control

서 론

2012년 현재 제초제를 사용하지 않는 무농약 이상의 인 증 면적은 전체 경지면적의 9.5%인 164,289ha에 달하며 해마다 조금씩 증가하고 있다. 논에서 제초제를 쓰지 않는 친환경 잡초방제기술은 주로 왕우렁이와 오리를 이용한 생물적 방제기술이 널리 활용되고 있다. 왕우렁이는 적 기, 적량을 사용 시 98%의 거의 완벽한 방제효과를 나타 내 농민들에게 선호되고 있으나(Kwon et al., 2010) 환경 단체를 중심으로 생태계 파괴 우려 유해동물이라는 논란 의 대상이 되고 있고(Bang and Cho, 2008) 오리도 조류독 감으로 인해 사용이 힘들어져 대체 기술의 개발이 요구되 고 있는 실정이다. 또한 왕우렁이 투입 후 계속되는 왕우 령이 폐사 문제는 왕우렁이 기술의 활용 자체를 불가능하

게 만들고 있어 이에 대한 대안이 요구된다.

유기농 재배에서는 제초제를 사용하지 않고 잡초를 방 제하여야 하기 때문에 손제초, 중경, 예취, 멀칭과 함께 윤 작, 재식밀도, 재식방법을 변경하여 작물의 경합력을 키우 고 피복작물, 제초용 농기구 활용, 열을 이용한 소각, 소 토하고 새로운 잡초의 침입과 오염을 막는 등 다양한 수 단으로 종합적인 잡초방제가 이뤄져야만 한다(Ock and Pyon, 2011). 특히 초기 잡초의 밀도를 줄여주기 위한 예 방적 잡초방제 방법은 친환경 잡초방제 시 적극적으로 활 용해야 할 기술들이다. 그 중 가묘상(false seedbed)은 초 기 잡초의 밀도를 줄여줄 수 있는 중요한 수단이다.

가묘상이란 포장 경운 후 즉시 작물을 파종하는 기존 방법과는 달리, 2주 정도를 기다리며 잡초를 먼저 발생시 킨 뒤 어린 잡초를 죽이기 위해 얇은 경운을 수행하고 작 물을 파종하는 방법이다(Upadhyaya and Blackshaw, 2007). 겨울밀과 상추 재배에서 예방적 방법으로 가묘상을 수행 하였을 때 잡초의 발생이 현격하게 줄었다고 하였다 (Rasmussen, 2000; Bleeker and Weide, 2000). 미국 중남부

*Corresponding author:

Phone) +82-31-290-0562, Fax) +82-31-290-0507

E-mail) leebm@korea.kr

의 벼 재배 단지에서는 무경운과 연계하여 헛묘상(stale seedbed) 이라는 예방적 잡초방제 방법을 활용하는 지역이 증가하고 있다고 한다(Bond et al., 2005). 헛묘상은 가묘상과 달리 제초를 위한 토양 경운을 하지 않고 화염이나 제초제 등으로 잡초를 죽여 토양 교란으로 인한 잡초의 발생을 최소화 시키는 방법으로 초기 잡초 밀도를 현격하게 줄일 수 있다(Boyd et al., 2006; Lonsbary et al., 2003; Rasmussen, 2003).

우리나라의 경우 잡초가 많이 발생하는 논에서 씨레질을 반복함으로써 가묘상을 실시하는 친환경 농가 사례가 있다. 씨레질은 모내기 전 갈아놓은 논에 물을 대고 흙덩어리를 부수고 논바닥을 편평하게 고르는 작업을 말한다. 씨레질은 미리 발생된 잡초를 땅에 매몰시켜 죽이는 효과가 있기 때문에 씨레질과 씨레질 사이의 간격을 늘려 주면서 횃수를 증가시키면 잡초의 밀도를 효과적으로 줄일 수 있다. 최근에는 작업의 편이성과 노동력 절감을 이유로 트랙터에 로터리날을 부착시켜 씨레질과 경운을 함께 실시하기도 한다. 본 시험에서는 씨레질과 같이 논에서 예방적 잡초 방제 방법인 가묘상의 적용 가능성을 검토하고자 가묘상의 횃수와 방법, 처리시기를 달리하여 온실과 포장에서 2012년과 2013년 2년동안 수행하였다.

재료 및 방법

온실실험

가묘상 처리방법과 시기에 의한 잡초 억제 효과를 정밀하게 검증하기 위하여 온실에서 플라스틱 박스(45×50×30 cm)에 논흙을 담아 시험을 수행하였다. 실험에 사용한 토양은 논에서 바로 채취한 흙으로 많은 잡초 종자가 있을 것으로 판단되었으나 충분한 잡초 발생량을 확보하기 위하여 돌피와 물피 종자 100립을 추가로 파종하여 흙에 섞어 준 후 3 cm 깊이로 담수하여 논 조건으로 만들어 주었다. 가묘상 방법에 대한 처리는 토양표면을 살짝 긁어줘 잡초를 제거하는 얇은 씨레질 처리(rake)와 토양표면을 뒤엎어 발생된 잡초를 함몰시키는 엷은 씨레질 처리(plow)를 두었다. 가묘상 시기처리는 잡초가 아주 어린 1.5엽기와 어느정도 자란 3엽기 처리구를 두어 최적의 처리 시기를 조사하였다. 온실 내 포트 배치는 가묘상 방법 처리구와 시기처리구를 조합하여 3반복, 완전임의배치법으로 실험을 수행하였다. 가묘상 처리에 의한 잡초제거는 1회만 실시하였고 처리 4주 후 발생한 잡초의 초종과 생체중을 측정하였다.

포장실험

논에서의 가묘상 처리는 수원에 있는 국립농업과학원의

유기재배 논 포장에서 2012년과 2013년 두 해 동안 수행하였다. 가묘상 처리는 씨레질 7일 후에 가묘상 처리를 실시한 1회 처리구와 7일과 14일에 각각 실시한 2회 처리구를 두어 가묘상 처리 횃수에 의한 잡초 발생 양상을 조사하였다. 가묘상 처리는 3조식 동력중경제초기(Robin, Japan)를 활용하였는데 이 때 동력중경제초기가 지나간 자리의 잡초들은 제초바퀴에 의해 땅 속으로 매몰되어 제거되었다. 번외로 트랙터를 이용해 얇은 로터리로 잡초를 제거한 처리구를 두어 트랙터에 의한 가묘상 처리 가능성을 탐색하였다. 잡초 조사는 씨레질 이후 30일과 45일째에 50 cm×50 cm의 방형구를 이용하여 3반복으로 채취하였으며 초종과 생체중을 측정하여 잡초억제율을 계산하였다.

결과 및 고찰

가묘상 방법 및 시기 별 잡초방제 효율

초기 잡초 밀도를 줄이기 위한 예방적 잡초방제의 일환으로 온실 조건에서 가묘상을 실시하였다. 가묘상 처리 방법과 처리 시기에 관한 실험을 수행하였는바, 가묘상 처리방법이 잡초 발생에 미치는 영향은 Table 1과 같다. 가묘상 처리는 초기 잡초가 어릴 때 토양의 교란을 최소화 하면서 잡초를 물리적으로 죽이게 되는데 이때 주로 쓰이는 방법이 얇은 경운이나 쇄토기 등으로 잡초를 제거해주는 것이다(Upadhyaya and Blackshaw, 2007).

본 실험에서는 레이크를 이용하여 표토에 발생한 잡초를 살짝 긁어주어 제거해주는 처리구(rake)와 얇은 경운을 통해 어린 잡초를 토양에 매몰시키는 처리구(plow)를 두었는데 두 처리구 모두 대조구 대비 70% 이상의 잡초 억제율을 나타냈다. 얇은 경운 처리구(plow)가 수치상으로 다소 잡초 억제 효과가 좋았으나 레이크 처리구(rake)와의 통계적 유의차는 인정되지 않았다. 두 방법 모두 주요 우점잡초인 돌피와 물피, 물별, 미국외풀 등의 발생 개체수와 생체중을 효과적으로 억제해 70% 이상의 효과를 보임에 따라 예방적 잡초방제 방법으로 효과적임을 입증하였다.

Table 1. Weed occurrence as affected by recultivate method in false seedbed in green house.

Treatment	No. of species	No. of plant (ea)	Fresh weight (g)	Weed suppression rate (%) ^y
Rake	3	24.5 b ^x	1.57 b	74.5
Plow	2	21.1 b	1.41 b	78.0
Control	3	96.0 a	9.83 a	-

^x Means followed by the same letter are not significantly different by DMRT, $p < 0.05$

^y %: percentage weed biomass reduction relative to the untreated (control) plot.

Table 2. Weed occurrence as affected by treatment period of false seedbed in green house.

Treatment	No. of species	No. of plant (ea)	Fresh weight (g)	Weed suppression rate (%) ^z
1.5 LS ^x	2	26.3 b ^y	2.04 b	72.6
3.0 LS	3	19.7 b	1.05 b	79.5
Control	3	96.0 a	9.83 a	-

^x 1.5 LS: 1.5 leaf stage of occurring weed; 3.0 LS: 3.0 leaf stage of occurring weed.

^y Means followed by the same letter are not significantly different by DMRT, $p < 0.05$

^z %: percentage weed biomass reduction relative to the untreated (control) plot.

가묘상처리의 적기는 잡초가 너무 어릴때인 1.5엽기 보다 3엽기때가 미묘하게 우수하였다(Table 2). 잡초가 너무 어릴 때 실시한 가묘상 작업은 뒤늦게 발생하는 잡초로 인해 잡초 억제율이 낮아질 수 있다. 반면에 너무 늦게 실시하면 얇은 경운 등의 잡초제거 작업에도 잡초가 죽지 않고 살아남아 잡초의 대발생이 가능할 수 있다. 잡초가 3엽기 이상이 되면 뿌리가 땅속 깊이 박혀 얇은 경운에 의한 잡초제거 효과를 기대할 수 없으며 물을 대놓고 잡초 3엽기까지 기다리는 시기도 2~3주 이상 소요되므로 논 관리상 문제가 생길 수 있다. 따라서 가묘상 처리는 논 잡초가 2-3엽기 일 때 처리하는 것이 타당할 것으로 판단되었다. 이는 가묘상이나 헛묘상 처리 시 잡초가 2-3엽기에

실시하라는 기존의 보고와 일치하였다(Upadhyaya and Blackshaw, 2007; Boyd et al., 2006)

실제 포장조건에서 가묘상 처리를 수행한 결과 가묘상 1회 처리에 의해 61%의 잡초가 억제되었으며 2회 처리에 의해 79%의 잡초가 억제되었다(Table 3). 이 수치는 발에 서의 가묘상 처리에 의해 잡초 생체중이 74~78% 억제되었다는 보고와 비슷한 결과였다(Bleeker and Weide, 2000).

주요 우점종은 무처리구의 경우 물달개비와 올챙이고랭이 강피의 순이었다. 가묘상 처리구에서는 전체적인 잡초의 발생 수가 무처리구에 비해 적어졌을 뿐 아니라 강피의 발생빈도도 확연히 줄어들었다. 물달개비는 다른 잡초에 비해 발아시기가 늦어 가묘상 실시 이후에도 꾸준히 발생되기 때문에 가장 많은 발생빈도를 보이는 것으로 판단되었다. 반면 강피 등은 가묘상 작업에 의하여 효율적으로 억제되는 것으로 나타나 피속 잡초가 문제되는 논에서는 적극적으로 가묘상 방법을 활용하는 것이 초기 잡초밀도를 낮추는데 효율적인 것으로 판단되었다.

가묘상 처리 방법에 대한 실험을 유기재배 논 포장 조건에서 수행한 결과, 중경제초기를 활용해 표토의 잡초를 매몰시키는 방법이 가장 효율적으로 나타났다(Table 4). 썩레질 후 30일째 잡초 발생은 중경제초기 가묘상 처리구의 잡초 억제율이 68%, 썩레질 후 45일째에는 후기 발생하는 잡초에 의해 낮아져 34%의 억제 효과를 보였다. 가묘상 처리방법은 초기의 잡초밀도를 낮춰주는 예방적 방법 이므로 작물 생육 중기가 되면 잡초억제효과가 떨어질 수

Table 3. Weed occurrence as affected by recultivation times in false seedbed in rice paddy field. FS1 means one times of recultivate soil in false seedbed and FS2 means twice soil recultivation in false seedbed.

Treatment	No. of species	No. of plant (ea)	Fresh weight (g)	Weed suppression rate (%) ^y	Dominant weed species		
FS1	4	17b	36.4ab	61	MV ^z	SJ	EO
FS2	3	10b	19.47b	78	MV	SJ	EO
Control	4	112a	94.3a ^x	-	EO	SJ	MV

^x Means followed by the same letter are not significantly different by DMRT, $p < 0.05$

^y %: percentage weed biomass reduction relative to the untreated (control) plot.

^z The abbreviations of each weed species are as follow: MV: *Monochoria vaginalis*; SJ: *Scirpus juncooides*; EO: *Echinochloa oryzoides*

Table 4. Weed occurrence as affected by recultivation methods in false seedbed under paddy field condition.

Treatment	No. of species ^w	No. of plant (ea m ⁻²)	Fresh weight (g m ⁻²)	Weed suppression rate (%) ^x	No. of species ^y	No. of plant (ea m ⁻²)	Fresh weight (g m ⁻²)	Weed suppression rate (%)
Weeder harrow	5	139a ^z	50.7a	68.1	7	180a	318.4ab	33.8
Tractor rotary 2x	5	377ab	71.9a	13.2	4	236a	224.7b	13.2
Control	5	435b	220.3a	0.0	6	299a	464.5a	-

^w Weed sampling was performed at June 21

^x %: percentage weed biomass reduction relative to the untreated (control) plot.

^y Weed sampling was performed at July 4th.

^z Means followed by the same letter are not significantly different by DMRT, $p < 0.05$

있다(Rasmussen, 2003). 이 때는 중경제초기를 병행해서 사용하면 잡초 억제율을 높일 수 있으므로(Ahn et al., 2010) 종합적인 잡초방제 대책이 요구된다 하겠다. 반면에 트랙터를 이용해 얇은 로타리를 수행한 처리구는 13%의 미미한 억제효과만 나타났다. 이는 트랙터를 이용한 얇은 경운에 의해 일시적인 잡초 제거가 가능하더라도 토양 교란에 의해 잡초 종자의 발생이 조장되었기 때문으로 판단된다. 가묘상 목적으로 트랙터를 이용할 경우에는 로타리 날보다는 씨레질을 이용해 토양 교란을 방지하는 것이 더욱 효율적인 것으로 추정되어 이 부분에 대한 추가적인 검토가 필요한 것으로 판단되었다.

요 약

논에서 예방적 방제 방법인 가묘상의 적용 가능성을 검토하고자 가묘상의 횡수와 방법, 처리시기를 달리하여 온실과 포장에서 2012년과 2013년 2년 동안 본 연구를 수행하였다. 플라스틱 박스에 논흙을 담고 가묘상 방법과 처리 시기를 조사한 바 표토를 긁어주거나 얇게 뒤엎어주는 방법 모두 70% 이상의 잡초 억제 효과를 나타냈다. 또한 너무 잡초가 어린 1.5엽기 보다는 3엽기 일때가 효과적이어서 가묘상 처리는 잡초가 2-3엽기일 때 수행하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 실제 포장조건에서의 가묘상 1회 처리 시 61%의 잡초가, 2회 처리 시 79%의 잡초 억제 효과가 나타났다. 가묘상 처리에 의해 전체적인 잡초의 발생량은 줄어들었으나 물달개비는 여전히 많이 발생하였고, 강피는 가장 많이 줄어들었다. 이에 피속 잡초가 문제되는 논에서는 적극적으로 가묘상 방법을 활용하는 것이 초기 잡초밀도를 낮추는데 효율적인 것으로 판단되었다. 가묘상 처리 방법은 중경제초기로도 68%의 억제율을 보여 충분히 가능한 방법임을 입증하였으나 트랙터를 이용하여 로타리 경운을 하는 것은 상대적으로 낮은 효과를 나타냈다.

주요어: 가묘상, 논, 사전잡초방제, 논, 잡초방제

Acknowledgements

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ907088022013)", National

Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ahn, S.H., Kim, S., Im I.B., Moon, Y.H., Cha, Y.H., et al. 2010. Weeding effect of using soybean cake and cultivating weeder together in rice bran farming. *Korean J. Weed Sci.* 30(3):266-271. (In Korean)
- Bang, S.W. and Cho, M.K. 2008. Ecological risk of alien apple snails used in environmentally-friendly agriculture and the urgent need for its risk management in Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 26(3):129-137. (In Korean)
- Bleeker, P. and Weide, R. 2000. Management of weeds in lettuce: false seedbed, soil preparation and mechanical weed control options. 4th EWRS workshop on physical weed control. pp.15-16.
- Bond, A., Walker, T., Bollich, P., Koger, C. and Gerard, P. 2005. Seeding rates for stale seedbed rice production in the midsouthern United States. *Agron. J.* 97(6):1560-1563.
- Boyd, N.S., Brennan, E.B. and Fennimore, S.A. 2006. Stale seedbed techniques for organic vegetable production. *Weed Technol.* 20(4):1052-1057.
- Kwon, O.D., Park, H.G., An, K.N., Lee, Y., Shin, S.H., et al. 2010. Weedy control efficacy and injury of rice plant by golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in environment-friendly rice paddy fields. *Korean J. Weed Sci.* 30(3):282-290. (In Korean)
- Lonsbary, S.K., Sullivan, J.O. and Swanton, C.J. 2003. Stale-seedbed as a weed management alternative for machine harvested cucumbers (*Cucumis sativus*). *Weed Tech.* 17(4):724-730.
- Ock, H.S. and Pyon, J.Y. 2011. Trend and perspective of weed control techniques in organic farming. *Korean J. Weed Sci.* 31(1):8-23.
- Rasmussen, I.A. 2000. Sowing time, false seedbed, row distance and mechanical weed control in organic winter wheat. 4th EWRS workshop on physical weed control. pp. 5-7.
- Rasmussen, J. 2003. Punch planting, flame weeding and stale seedbed for weed control in row crop. *Weed Res.* 43:393-403.
- Upadhyaya, M.K. and Blackshaw, R.E. 2007. Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology. CAB International. Lethbridge, Alberta, Canada.