

벼 무경운재배시 벼짚과 독새풀 고사체 피복이 벼와 논잡초의 생육에 미치는 영향

蔡濟天 · 全大慶 · 金大煜*

Effect of Rice-straw and Dead Waterfoxtail Mulch on Growth of Rice and Paddy Weeds in No-tillage Rice Cultivation

Chae J.C., D.K. Jun and D.W. Kim*

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the mulch effect of rice straw and dead water foxtail treated with herbicides on weed germination, seedling establishment, and early growth of rice under the no-till culture condition. The percent seedling establishment of rice straw + dead water foxtail mulch was decreased significantly compared to rice straw mulch and non-mulch. Rice straw mulch and rice straw + dead water foxtail mulch inhibited the early growth of no-till direct seeded rice remarkably. However, they promoted rice growth after active tillering stage. Rice straw mulch and rice straw+dead water foxtail mulch in no-till direct seeding decreased weed occurrence significantly. The control value of barnyardgrass, compared with non-mulch, was 96.5% in the rice straw mulch and 75.6% in the rice straw + dead water foxtail mulch, respectively. The pH and concentration of dissolved oxygen in irrigated water were reduced significantly by both rice straw mulch and rice straw+dead water foxtail mulch during early rice growth stage.

Key words : *Alopecurus aequalis*, water foxtail mulch, rice-straw mulch, direct seeding, no-tillage cultivation

서 언

벼 생력재배 기술의 하나로 직파재배가 1980년 후반에 도입되어 1997년 현재 전국 논외 10%인 110,562ha에서 재배되고 있다. 한편 최근에는 수도작 노력시간의 약 11.8%를 차지하

는 경운 및 정지작업을 생략할 수 있고, 토양 유실 및 침식을 경감하고 생물 생태계를 보존하는 등 자연환경을 보존하는데 유리한 무경운재배가 증가 추세에 있다. 직파 및 무경운재배시의 큰 문제점은 잡초방제이며, 특히 피를 비롯한 화본과 잡초에 유효한 제초제의 개발이 미흡하다⁷⁾.

* 단국대학교 농과대학 식물자원학부 (School of Plant Resources, College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea)

** 이 논문은 1995년도 단국대학교 연구비지원에 의하여 수행된 연구임.

〈'98. 6. 15 接受〉

무경운답에서는 월동잡초인 독새풀이 번무하는데 초여름에 자연히 고사하므로 벼와 결합되지 않아 큰 문제가 되지는 않으나 비선택성 제초제를 처리하고 이양하는 것이 관례이다. 전년 가을 콤바인 수확시 깔린 벼짚이 있는 상태에서 독새풀이 자라 토양표면을 피복하면 종자발아에 필수적인 적색광을 차단⁸⁾하여 잡초발생을 현저히 줄일 수 있다. 또한 환경농업의 중요성이 강조되고 있어 제초제 사용이 절제될 필요가 있다.

따라서 이 실험에서는 논외 유기물원으로서 벼짚 단독피복과 벼짚+독새풀 고사체피복이 무경운재배시 논 잡초의 발생을 억제할 수 있는지를 검토하고, 아울러 이러한 유기물피복이 벼의 발아와 초기 생육에 미치는 영향을 무경운이양재배와 비교 검토하였다.

재료 및 방법

대안벼를 공시하여 크기가 40×30×22cm인 플라스틱 사각팟트에 40kg의 논토양을 담고 1998년 충남 천안시 단국대학교 수도포장에서 실험을 수행하였다. 공시토양의 이화학적 특성은 표 1에서와 같이 사질양토였고, pH는 5.9, 유기물함량은 0.9%, 유효인산 및 규산함량이 각각 54ppm, 72ppm으로 지력이 다소 낮은 편이었다. 실험설계는 직파와 이양을 주구로, 벼짚 및 독새풀 고사체 피복처리를 세구로 하는 2요인 실험이었으며 완전임의배치 3반복으로 수행하였다.

벼짚 피복은 전년도 콤바인 수확시 10cm의 길이로 절단되어 배출된 벼짚을 600kg/10a이 되도록 팟트의 토양 표면에 피복하였다. 독새풀 고사체 피복은 생육이 왕성하고 밀도가 m²당 125개체인 독새풀을 포장에서 뿌리가 상하

지 않도록 팟트에 이식하고, 파종 10일 전에 근사미를 살포하여 잡초가 고사되도록 하였다. 따라서 벼짚+독새풀 고사체피복은 600kg/10a의 벼짚과 제초제로 고사한 독새풀 잔재가 토양표면을 피복하는 것이다.

모두 무경운 조건이었으며 직파는 4월25일에 3×3cm 간격으로 팟트당 총 24립을 파종 후 입모가 형성된 뒤 3엽기에 솟아서 팟트당12개체의 밀도가 되게 하였다. 이양은 130g/상자 파종의 21일묘를 5월25일 30×15cm의 재식거리로 1주 3본씩 팟트당 4주 12개체가 되도록 하였다. 한편 잡초로서 피(*Echinochloa crusgalli*)를 4월 10일 5×5cm 간격으로 파종하였다.

시비량은 질소, 인산, 가리를 요소, 용성인비, 염화가리로 직파구는 17-7-8kg/10a, 이양구는 13-8-10kg/10a을 질소는 50 : 30 : 20%, 가리는 70 : 30%로 분시하였으며 인산은 전량 기비로 시비하였다. 기타 관리는 표준경종법에 준하였다.

물관리는 5cm내외의 담수심을 유지하였고 무효분얼기때 중간낙수를 7일간 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 벼의 발아에 미치는 영향

무경운 직파재배시 벼짚 및 벼짚+독새풀 고사체피복이 벼의 입모에 미치는 영향을 3엽기에 조사한 결과는 표 2와 같다.

무경운 조건에서 벼짚을 600kg/10a수준으로 단독 피복처리한 것은 무피복과 동일하게 벼 입모수의 감소가 없고 출아율, 출아엽수에도 차이가 없었다. 그러나 벼짚+독새풀 고사체피복구에서는 입모수와 출아율이 유의하게 감소하고 출아일수도 현저히 길어졌다.

벼짚 단독피복구의 벼짚량은 토양표면이 잘

Table 1. Physico-chemical characteristics of soil used in the experiment.

Soil Texture	pH (1 : 5)	O.M. (%)	Av.P ₂ O ₅ (ppm)	E.C.(me/100g)			Av.SiO ₂ (ppm)
				K	Ca	Mg	
Sandy loam	5.9	0.9	54	0.04	2.43	0.66	72

Table 2. Effect of rice straw and rice straw + dead waterfoxtail mulch on emergence of rice seedling at 3rd leaf stage in no-till direct seeding condition.

Treatments	No. of seedlings per pot	Percent seedling emergence	Days to seedling emergence
Straw-mulch	19.0 a	79.2 a	19 a
Straw + waterfoxtail-mulch	13.7 b	56.9 b	24 b
Non-mulch	19.3 a	80.6 a	18 a

Note : Means followed by same letters are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

보이지 않을 정도의 양이고 담수후 분해되면서 용적이 팽창하면 파종된 볍씨가 지표면과 직접 접촉하기 어렵게 된다. 그러나 이러한 조건이 벼의 발아나 입모에는 큰 영향이 없었다. 한편 볏짚+독새풀 고사체 처리구에서는 볏짚 이외에도 독새풀 고사체가 지표면을 덮고 있어서 볍씨가 지표면과의 접촉이 불량하여 입모상태가 나빴던 것으로 해석되었다.

2. 논물의 pH, 용존산소량 및 지온에 미치는 영향

1) pH

볏짚 및 독새풀 고사체피복이 풋트내 담수의 pH에 미치는 영향은 그림 1과 같다.

직파구에서는 무피복구의 pH가 파종 후 20일간 7.1~7.3정도 유지하였으나 볏짚, 볏짚+독새풀 고사체 피복구의 pH는 초기에는 6.2~6.3정도 이었으나 차츰 높아져서 파종후 20일 경에는 pH 6.5~6.8을 나타내었다. 이앙구에서도 그 경향은 직파구와 같았다.

이러한 결과는 담수 초기 유기물의 분해로

생성되는 유기산의 영향으로 pH가 낮아지고 시간이 경과하면 차츰 높아진다는 보고^{1,2)}와 같았다.

2) 용존산소량

유기물의 시용이 담수의 용존산소량에 미치는 영향을 조사한 결과는 그림 2와 같다.

볏짚 또는 볏짚+고사체 피복은 무피복에 비하여 담수의 용존산소량을 매우 크게 감소시켜서 2ppm이하를 나타내었다.

이러한 결과는 유기물 함량이 높아서 미생물의 활동으로 물속의 산소가 소비되고 암모늄이온과 황산이온이 유리되며, 암모늄이온에는 질산균이 작용하여 더욱 많은 산소가 소비되기 때문으로 생각된다³⁾.

3) 지온

직파재배시 파종기의 지온은 입모 확보에 중요한데 유기물 피복처리가 지온에 미치는 영향을 지표면으로부터 깊이 5cm에서 측정하 값은 그림 3과 같다.

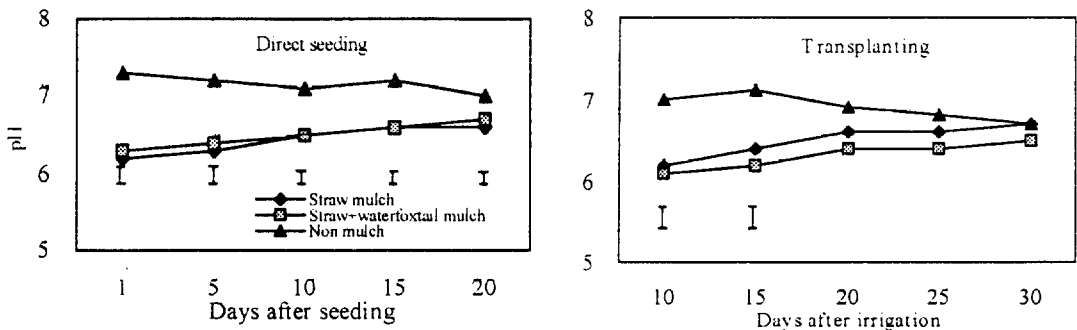


Fig. 1. Changes of soil water pH as influenced by rice straw and straw + dead waterfoxtail mulch after irrigation in no-till paddy condition. Vertical bars represent LSD_{.05} values at each observation date.

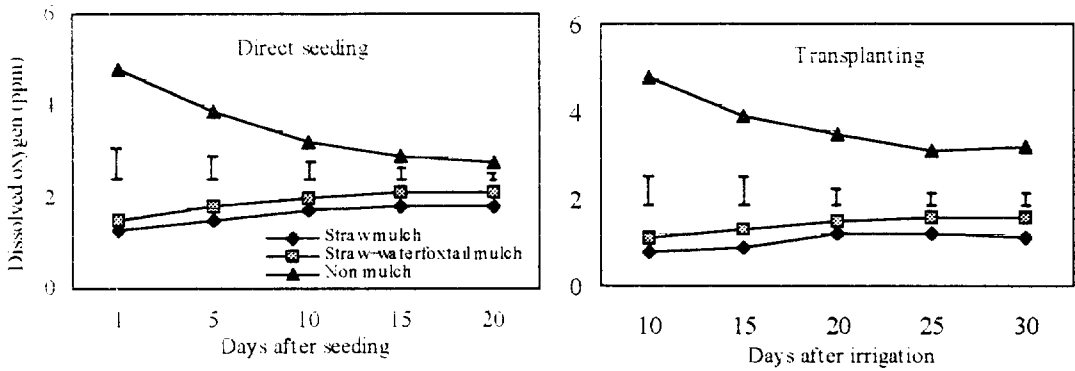


Fig. 2. Changes of dissolved oxygen concentration of submerged water as influenced by straw and straw + dead waterfoxtail mulch under no-till paddy condition. Vertical bars represent LSD_{.05} values at each observation date.

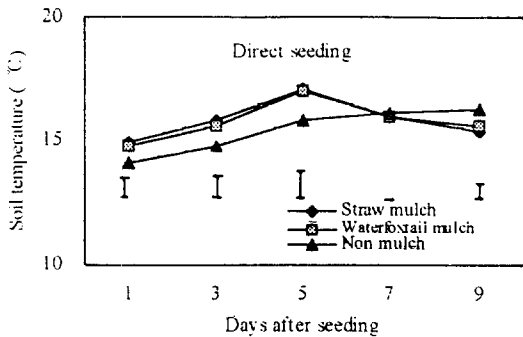


Fig. 3. Changes of soil temperature as influenced by rice straw and straw + dead waterfoxtail mulch in no-till direct seeding condition (Soil temperature was detected at 5cm depth from surface). Vertical bars represent LSD_{.05} values at each observation date.

벼짚 및 벼짚+독새풀 고사체 피복구에서는 무피복에 비하여 파종 후 5일까지는 지온이 1°C

높았으나, 파종후 9일부터는 유기물 피복구의 지온이 무피복에 비해 오히려 1°C 정도 낮았다.

3. 잡초의 발아 및 벼의 생육에 미치는 영향

무경운직파 및 무경운이앙 조건에서 벼짚단독, 벼짚+독새풀 고사체피복이 잡초발아에 미친 영향을 조사한 결과는 표 3과 같다.

무경운재배에서 가장 문제가 되는 피는 푼트당 벼짚피복구에서 0.3개, 벼짚+독새풀 고사체피복구에서 4.7개체 발아하여 무처리구의 19.7개체에 비하여 잡초발생 억제효과가 뚜렷하였다. 발생된 잡초는 피 등 10초종이었으나 주 잡초는 피와 여뀌, 마디꽃이었는데 잡초 총수는 무경운직파 및 벼짚구가 1개체, 벼짚+독새풀 고사체 피복구가 7개체로서 무피복구의 개체보다 96.5, 75.6% 감소하였다. 이앙재배에서

Table 3. Effect of rice straw and straw + dead waterfoxtail mulch on number of weeds per pot at 40 days after treatment in no-till paddy condition.

Treatments	Ec	Ph	Cd	Cs	Ek	Mv	Ri	Sv	Total
Direct seeding									
Straw mulch	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.0
Straw+waterfoxtail mulch	4.7	1.7	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.7	7.7
Non-mulch	19.7	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	4.7	0.0	29.7
Transplanting									
Straw mulch	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Straw+waterfoxtail mulch	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.3
Non-mulch	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.0	0.0	2.3

Ec : *Echinochloa crus-galli* Ph : *Polygonum hydropiper* Cd : *Cyperus difformis* Cs : *Cyperus serotinus*
 Ek : *Eleocharis kuroguwai* Mv : *Monochoria vaginalis* Ri : *Rotala indica* Sv : *Setaria viridis*

는 관행조건에 부합되도록 자연발생한 피를 이양 3일전 손제초하고 이양하였기 때문에 잡초발생이 적었다.

벼짚 및 벼짚+독새풀 고사체 피복에 따른 벼의 생육을 무경운직파구에서 분얼수로 보면 (그림 4) 잡초의 발아억제효과가 가장 큰 벼짚 피복구의 분얼증가가 가장 많았고 벼짚+독새풀 고사체 피복구가 그 다음이었으며 무처리의 분얼이 가장 적었다. 잡초의 발아억제효과는 벼짚 단독피복구보다 유기물량이 더 많은 벼짚+독새풀 고사체 피복구가 보다 클 것으로 기대하였으나 이 실험에서는 기대한 만큼의 효과가 나타나지 않았다.

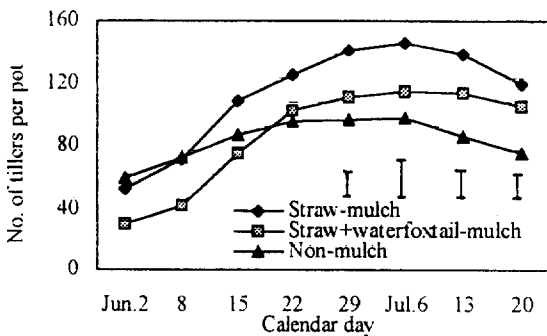


Fig. 4. Time course of changes in the number of rice tillers as influenced by rice straw and straw + dead waterfoxtail mulch in no-till direct-seeding condition. Vertical bars represent LSD_{0.05} values at each observation date.

벼짚이나 독새풀 고사체가 피복될 때 토양 전 표면을 고르게만 피복하고 담수하면 실용적으로 거의 100% 잡초발아는 억제할 수 있을 것으로 생각되었다. 특히 실제 포장을 관찰하면 직파나 이양직후에는 관개수 중에 많은 조류가 번성하고 이것들이 분해되는 유기물과 결합하여 더욱 농밀한 차광피막을 형성하므로 잡초를 효과적으로 방제할 수 있으리라 생각된다.

이 실험에서 포트의 가장자리, 구석 등 벼짚과 유기물 피복이 불충분한 곳에서는 잡초가 발생하였으며 시간이 경과함에 따라 급속히 거대화 됨이 관찰되었다. 그러나 자연상태에서

는 일부 발생하는 잡초를 적절한 시기에 손제초하거나 제초제를 점적처리하면 되므로 벼짚이나 독새풀 고사체의 유기물피복은 실용적으로 지장없는 무제초제 잡초방제의 수단이 될 수 있으리라 판단되었다.

적 요

벼 무경운재배시 수확 잔재인 벼짚과 비선택성 제초제 처리로 고사한 독새풀이 논토양을 피복할 때 이들이 잡초 발아 및 벼의 입모와 초기생육에 미치는 영향을 알기 위하여 1998년 Pot실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 벼짚 + 독새풀 피복구의 입모율은 56.9%로서 벼짚피복구의 79.2%, 무피복구의 80.6%에 비하여 유의하게 낮았다.
2. 벼짚 및 벼짚+독새풀 고사체 피복은 무경운 직파벼의 초기분얼을 현저히 억제하였다. 그러나 분얼성기 이후에는 생육을 유의하게 증진시켰다.
3. 벼짚단독피복, 벼짚+독새풀 고사체 피복은 무경운직파재배에서의 잡초발생을 유의하게 감소시켰다. 피의 방제가는 벼짚피복구가 98.5%, 벼짚+독새풀 고사체피복구에서는 76.1% 이었다.
4. 벼짚피복과 벼짚 + 독새풀 고사체 피복은 담수 후 20일간 수중 pH와 용존산소량을 유의하게 낮추었다.
5. 벼짚 및 벼짚+독새풀 고사체 피복은 무경운 직파구의 지온을 직파 5일간은 1°C 낮추었다가 9일 이후에는 오히려 1°C 정도 높였다.

인 용 문 헌

1. Cheong, J.I. and B.K. Kim, K.Y. Ha. 1996. Changes in chemical components of stagnant water, germination rate and seedling elongation of rice varieties under different amount of barley straw mulching. *Kor. J. Crop Sci.* 41(5) : 505~513.

2. Cheong, J.I. and M.G. Choi. 1996. Changes in chemical components of stagnant water by tillage method and amount of nitrogen application in wet seeded rice after barley straw mulching. *Kor. J. Crop Sci.* 41(4) : 411~419.
3. 崔基哲·姜永善. 1990. 一般生物學. 鄉文社. p.393.
4. Im, I.B., S.Y. Huh and S.Y. Lee. 1994. Physico-ecological characteristics and control of *Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* (Kom.) Ohwi. *Kor. J. Weed Sci.* 14(4) : 239~244.
5. Kim, S.K. and B.W. Lee, W.H. Lee. 1994. Promotion of the emergence and establishment of seedling in paddy rice sown into puddled soil. *RDA. J. Agri. Sci.* 36(2) : 6~12.
6. Kwon, Y.W., D.S. Kim and S.W. Park. 1996. Effect of soil temperature on the emergence-speed of rice and Barnyardgrasses under dry direct seeding condition. *Kor. J. Weed Sci.* 16(2) : 81~87.
7. Park, H.K. and S.S. Kim. 1996. Rice growth and yield at different cultural methods under no-tillage condition. *Kor. J. Crop Sci.* 41(4) : 420~428.
8. Salisbury, S.B. and C.R. Ross. 1992. *Plant physiology* (4 th Ed.) Wadsworth Pub. Co. pp.453~454.