

종이멀칭 이앙재배에서 잡초발생과 벼의 생육 및 수량*

이변우¹ · 최일선¹ · 이학래²Weed Occurrence and Yield of Rice in
Transplanting Rice Culture with Paper Mulching*Lee, B.W.¹, R.X. Cui¹ and H.L. Lee²

ABSTRACT

Investigated were the decomposition of mulch paper, weed occurrence, and rice growth and yield in transplanting rice culture with paper mulching in 1996 and 1997. The mulch paper were developed from domestic old corrugated container. In the experiment of 1996 where 25 percent of nitrogen fertilizer was applied as tillering fertilizer at 15 days after transplanting, it took about 28 to 40 days for the mulch paper to reach 50 percent decomposition according to types of mulch paper and fertilizer amount. The decomposition was faster in 18kg N/10a fertilization plot than in 12kg N/10a fertilization plot, and slower in the mulch paper treated with polyamidepolyamine epichlorohydrin resin(PPE) for the reinforcement of wet strength than in the mulch paper without PPE. In the experiment of 1997 where nitrogen fertilizer was not applied at tillering stage and instead 70 percent of nitrogen fertilizer was supplied as basal fertilizer, it took more than 42 days for the mulch paper(PPE treated) to reach 50 percent decomposition. Paper mulching was found to be very effective in controlling the paddy weeds at early stage of rice growth, but the efficacy of weed control decreased especially in the mulch paper without PPE at later stage of rice growth due to the occurrence of *Ludwigia prostrata* in 1996. Few weeds occurred even in non-mulched plot without herbicide in 1997, rendering difficulties in evaluating the efficacy of mulch paper in weed control. However, it could be deduced from the durability of mulch paper that paper mulching would have had sufficient efficacy of weed control. Rice yield was only 185kg/10a in the plot without mulching and weed control, but 657kg/10a and 771kg/10a in the paper(PPE treated) mulching plot with 12kgN/10a and 18kgN/10a, respectively, in 1996. The paper mulching plot showed rice yield similar to the weed control plot with herbicide in 1997. It would be concluded that paper mulching could ensure effective weed control and as high yield as the conventional rice

¹ 서울대학교 농업생명과학대학 농학과(Dept. of Agronomy, Seoul Nat'l. Univ., Suwon 441-744, Korea)

² 서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과(Dept. of Forest Products, Seoul Nat'l. Univ., Suwon 441-744, Korea)

* 본 연구는 농림부 농림수산특성연구사업비에 의하여 수행된 것임

(97. 11. 4 접수)

cultivation with herbicidal weed control if the corresponding amount of basal nitrogen fertilizer is increased instead of omitting the nitrogen fertilizer at tillering stage.

Key words : rice, yield, weed, paper mulching, herbicide.

緒 言

국민생활수준의 향상과 환경에 대한 관심의 고조로 유기농산물의 수요가 늘고 있다. 벼의 유기농법재배에 있어서 비료는 유기질비료로 대체 가능하고 병충해의 경우도 저항성품종을 이용하거나 수확량을 어느 정도 희생하는 선에서 시비량을 줄이는 등 농약 이외의 방법으로 어느 정도 방제가 가능하다. 그러나 잡초 방제는 인력제초에 의존할 수밖에 없어 생산성 저하 및 생산비 상승을 초래하게 되므로 재초제와 인력제초에 의하지 않고 잡초를 방제할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 밭작물에서는 토양수분 유지, 지온상승, 잡초발생억제, 토양침식방지 등의 목적으로 멀칭재배가 일반화되어 있다.^{1,2,4,7)} 그러나 밭에서 멀칭재배로 가장 많이 이용되는 프라스틱 필름은 사용 후 수거해야 하는 번거로움이 있고 분해되는데 오랜 기간이 걸려 잔재가 남아 있을 경우 토양오염 및 환경오염을 야기시킨다. 우리 나라의 경우 1994년 농촌 폐비닐 발생량은 79,343톤이었으나 수거실적은 42,218톤으로 약 절반만이 수거되고 나머지는 농경지나 주변 환경에 버려지고 있다.

멀칭에 의한 잡초방제 및 지온 상승 효과는 재료의 투광성과 관련이 있다. 투명 프라스틱 필름과 같이 투광성이 좋은 경우는 지온 상승 효과는 크나 잡초 방제 효과가 없고, 흑색 프라스틱 필름, 종이 등과 같이 투광도가 낮은 경우는 잡초 방제 효과는 좋으나 지온 상승 효과는 작다.^{3,5,6)} 벼의 유기농법 재배에서 잡초방제를 위하여 흑색 프라스틱 필름이나 종이 멀칭을 생각할 수 있다. 그런데 흑색 프라스틱 필름의 경우 분해되지 않아 벼 생육 후기까지 잡초 억제효과는 탁월할 것으로 보이나 앞에

서 언급한 환경 오염문제가 있고, 종이 멀칭의 경우는 투광성이 낮아 잡초 방제 효과가 클 것으로 보이나 논에서 적용할 경우 벼의 균락이 형성되기 전에 분해가 되면 잡초 발생 억제력이 떨어지는 문제점이 발생할 수 있다. 멀칭지의 경우 이와 같은 초기 분해에 따르는 문제점을 제지 공정 및 벼 재배법에 의하여 해결하면 자연에서 분해되어 토양에 환원되므로 프라스틱 필름과 같이 수거하여 처리할 필요가 없을 뿐만 아니라 고지를 이용함으로써 자원의 재활용을 제고에도 도움이 될 것이다. 일본의 경우 멀칭지 및 벼 멀칭재배가 개발되어 농가에 보급되고 있다⁹⁾.

본 연구는 국내에서 개발된 멀칭지에 의한 벼 멀칭이앙재배시 멀칭지의 분해, 잡초 발생, 벼의 생육 및 수량을 검토하여 멀칭지 개발 및 벼 멀칭이앙재배법 확립의 기초자료를 얻기 위하여 수행되었다.

材料 및 方法

본 실험은 서울대학교 부속 농장에서 1996년과 1997년 2년간 화성벼를 공시하여 30×15cm 재식거리에 1주 3본식으로 5월 25일에 이앙하여 실시되었다. 1996년에는 질소비료를 12kg/10a와 18kg/10a인 두 수준을 두었으며 인산과 가리는 10kg/10a 수준으로 하였다. 질소비료는 기비 50%, 분얼비 25%, 수비 25%로 분시하였고 인산과 가리는 전량 기비로 사용하였다. 1997년에는 N-P₂O₅-K₂O=15-10-12kg/10a로 하였는데 질소비료는 기비 70%, 수비 30%로 하였으며 인산과 가리는 전량 기비로 사용하였다.

1996년도의 실험에서는 온양팔프에서 고지로 제조한 멀칭지를 이용하였는데, 멀칭지는 평량이 120g/m²이고 습윤지력증강제를 처리하

지 않은 멀칭지(P120N), 평량이 120g/m²이고 습윤지력증강제인 Polyaminoamide epichlorohydrin resin(PPE)을 처리한 멀칭지(P120T) 및 평량이 150g/m²이고 PPE를 처리하지 않은 멀칭지(P150N)로 세가지였다. 이들 멀칭지로 멀칭한 3척리구와 멀칭을 하지 않고 잡초 방제도 하지 않은 대조구를 두었다. 경시적으로 멀칭지의 분해를 조사하였고 7월 14일과 8월 21일에 구당 3반복으로 잡초를 채취하여 초종별 개체수 및 건물중을 조사하였으며 수확기에 수량과 수량구성요소를 조사하였다.

1997년도의 실험에서는 동일제지에서 도지로 제조한 멀칭지를 사용하였는데 모두 PPE가 처리된 것으로 평량이 100g/m²인 멀칭지(P100T)와 평량이 120g/m²인 멀칭지(P120T) 두 가지였으며 무멀칭 제조제처리구(Herb)와 무멀칭 제조제무처리구(nonmulch)를 두었다. 경시적으로 멀칭지의 분해, 잡초발생 및 벼의 생육을 조사하였고 수확기에 수량 및 수량구성요소를 조사하였다. 시험구 배치는 난려법 3반복으로 하였다.

結果 및 考察

1. 멀칭지 분해

Fig. 1은 1996년도 실험에서 멀칭지의 분해 경향을 나타낸 것이다. 멀칭 초기에는 분해속도가 느렸으나 이양후 15일에 분얼비로 질소를 추비한 이후 급속하게 분해되었으며 또한 멀칭지의 종류에 관계없이 18kg N/10a 처리에서의 분해속도가 12kg N/10a 처리구보다 빨랐다. 멀칭지 종류별로는 PPE를 처리한 멀칭지가 처리하지 않은 멀칭지에 비하여 분해가 느려 P120T의 경우 50% 및 90% 분해되는데 걸린 기간은 비료 처리를 평균하였을 때 각각 40일 및 60일이었으나 P120N의 경우는 각각 31일 및 49일이었다. 한편 멀칭지의 평량에 따라서는 P120N이 P150N보다 빨리 분해되었다. 1997년도 실험(Fig. 2)의 경우 멀칭 후 42일에도 50%미만이 분해되어 1997년의 경우 보다 분해가 느리 다른 양상을 보여주었는데, 그 주요원

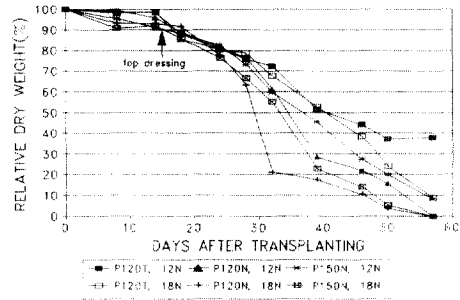


Fig. 1. Decomposition of mulch papers in paddy field under two levels of nitrogen fertilization in 1996. P120N, P120T and P150N mean mulch papers with basis weight of 120, 120 and 150g/m², respectively. N and T added to the tail mean mulch papers non-treated and treated with polyaminoamide epichlorohydrin resin to reinforce the wet tensile strength. 12N and 18N mean the amount(kg/10a) of nitrogen application

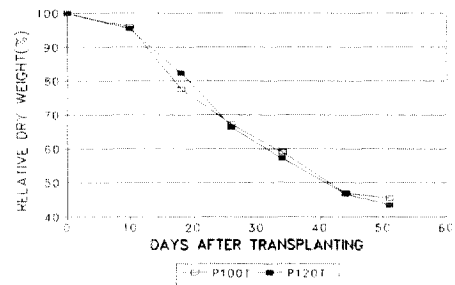


Fig. 2. Decomposition of mulch papers in paddy field in 1997. P100T and P120T mean mulch paper with basis weight of 100g/m² and 120g/m², respectively and treated with polyaminoamide epichlorohydrin resin.

인은 1996년에는 분얼비로 질소를 추비하였으나 1997년도 실험에서는 기비 중점시비를 하고 분얼비는 생략하였기 때문인 것으로 판단된다.

2. 잡초발생 양상

Table 1과 Table 2는 1996년 실험에서 초종별 발생수와 잡초 건물중을 나타낸 것이다. Table 1에서 보는 바와 같이 실험 포장은 여뀌바늘과 가디풀이 우점하는 포장이었으며, 이들

잡초들의 발생은 종이 멀칭에 의하여 90%이상 억제되었다. Table 2에서 보면 멀칭 50일 후인 7월 14일 조사의 경우 질소 18kg/10a 시용구의 P120N을 제외하면 종이 멀칭구의 방제가는 93%이상으로 잡초 억제효과가 우수하였으나 질소 18kg/10a 시용구의 P120N은 방제가가 81.3%로 잡초 억제효과가 다소 낮았는데 이는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 멀칭지의 분해가 타 처리에 비하여 빨랐기 때문인 것으로 판단된다. 출수기인 8월 21일 조사의 경우 7월 14일 조사에 비하여 종이 멀칭에 의한 방제가가 현저히 저하되었는데 이는 분담 중, 후기에 발생한 여뀌바늘이 주원인이었다(Table 2).

1997년도 실험에서 모든 처리에서 잡초의 발생(자료 생략)이 거의 없었는데 그 원인은 논의 배수가 불량하여 거의 전 생육기간을 통하여 深水灌溉되어 잡초의 발생 및 생장이 억제되었기 때문이었다. 그런데 1997년의 경우 멀칭 후 42일이 경과하여도 멀칭지가 50%미만만이 분해되어(Fig. 2) 본 실험과 같이 심수관개가 아닌 조건에서도 분얼비를 생략하는 시비 체계로 종이 멀칭재배를 하는 경우 잡초를 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 판단되었는

Table 2. Dry weight of weeds in the paddy field mulched with paper in 1996.

Nitrogen (kg/10a)	Mulching paper	Weed dry weight(g/m ²)	
		July 14	Aug. 21
12	Control	918(0.0)	380(0.0)
	P120T	4(99.6)	191(49.7)
	P120N	29(96.8)	252(33.7)
	P150N	20(97.8)	133(65.0)
18	Control	155(0.0)	633(0.0)
	P120T	10(93.5)	28(95.6)
	P120N	29(81.3)	101(84.0)
	P150N	6(96.1)	113(82.1)

* Numbers in parenthesis mean percent efficacy of weed control.

데, 신과 이⁸⁾ 및 Tsuno⁹⁾에 의하면 이양 후 45일경까지만 멀칭지가 분해되지 않으면 만족할 만한 수준의 잡초방제가 가능하다고 하였다.

3. 벼의 生育 및 收量

1996년 실험에서 멀칭 및 시비 처리에 따른 출수기 경의 초장, 분얼수 및 건물중은 Table 3과 같다. 질소 시비수준에 관계없이 종이 멀칭구가 멀칭 및 잡초 방제를 하지 않은 대조구에 비하여 초장, 분얼수 및 건물중이 현저하

Table 1. Occurrence of weeds in the rice paddy mulched with paper in 1996.

Nitrogen (kg/10a)	Mulching treatments	<i>Eleocharis kuroguwai</i>	<i>Ludwigia prostrata</i>	<i>Rotala indica</i>	<i>Linderinia procumbens</i>	<i>Leersia japonica</i>	<i>Monochoria vaginalis</i>	<i>Aneilema japonica</i>
..... July 14								
12	Control	44	1472	1512	76	0	4	208
	P120T	41	63	9	8	3	3	8
	P120N	26	69	48	27	0	3	28
	P150N	21	59	39	23	3	5	8
18	Control	8	72	1676	8	4	48	8
	P120T	10	3	8	1	1	13	8
	P120N	21	25	19	8	0	11	4
	P150N	8	14	12	8	0	3	8
..... August 21								
12	Control	45	169	187	0	0	264	8
	P120T	1	19	9	5	1	11	0
	P120N	13	26	7	0	1	30	1
	P150N	8	13	0	0	0	17	0
18	Control	1	117	201	0	60	9	0
	P120T	6	0	16	6	12	0	0
	P120N	5	5	8	0	25	0	0
	P150N	1	7	30	4	44	0	0

Table 3. Plant height, tiller number and dry weight of rice on 21 Aug., 1996 as affected by paper mulching.

Nitrogen (kg/10a)	Mulching paper	Plant height (cm)	Number of tiller (No./plant)	Shoot dry weight (g/m ²)
12	Control	94.7	6.3	393.6
	P120T	113.7	18.6	1139.3
	P120N	110.8	17.9	863.9
	P150N	113.5	20.2	1022.2
18	Control	95.1	8.1	400.6
	P120T	114.1	19.6	1184.8
	P120N	110.8	17.1	1127.7
	P150N	117.5	20.9	1176.4

Table 4. Comparison of yield and yield components of rice grown under paper mulching treatments in 1996.

Nitrogen (Kg/10a)	Mulching	No. of Panicle (No./plant)	No. of Spikelets (No./m ²)	Ripened Grain (%)	1000-Grain weight(g)	Grain Yield (kg/10a)
12	Control	7.7 d	17,351 c	52.6 d	20.3 b	184.8 d
	P120T	18.7ab	30,686 a	78.5 b	25.2 a	656.7 b
	P120N	18.2ab	24,683 b	63.2 c	25.3 a	430.8 c
	P150N	19.4ab	35,629 a	84.5 a	25.3 a	833.0 a
18	Control	10.7 c	9,084 d	86.5 a	24.5 a	186.1 d
	P120T	17.7 b	32,124 a	87.4 a	25.4 a	771.1ab
	P120N	20.3 a	31,732 a	84.3 a	25.6 a	738.5ab
	P150N	18.2ab	31,401 a	76.9 a	25.4 a	661.4 b

* The same letter in a column means no significant difference at 5% probability by Duncan's multiple range test.

Table 5. Comparison of yield and yield components of rice grown under different paper mulching treatments in 1997.

Treatment	No. of Panicle (No./plant)	No. of Spikelets (No./m ²)	Ripened Percent (%)	1000 Grain weight (g)	Yield (kg/10a)
Herb.	15.6	34,579	82.3	25.5	700.8
Nonmulch	15.8	31,494	89.1	25.3	737.6
P100T	15.2	35,331	85.5	25.1	765.4
P120T	14.9	35,958	85.6	25.2	755.6
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

게 컸으며 멀칭지 간에는 분해가 빨라 잡초의 재효과가 낮았던 P120N이 P120T와 P150N보다 생육이 억제되었다.

1996년과 1997년 실험에서 멀칭처리에 따른 수량구성요소 및 수량을 나타낸 것이 각각 Table 4와 Table 5이다. 1996년도의 경우 종이 멀칭구는 무멀칭 잡초무방제구에 비하여 멀칭구의 수량이 월등히 높았다. 종이 멀칭 처리구

는 질소 12kg/10a 사용구의 P120N을 제외하면 질소 수량이 650kg/10a 이상이었다. 그러나 질소를 12kg/10a 사용한 P120N구는 430kg/10a로 낮은 수량을 나타내었는데 이는 멀칭지의 분해가 빨라(Fig. 1) 억피바늘과 글달개비의 발생이 많았기 때문이었다. 1997년도 실험에서는 종이 멀칭구의 수량이 무멀칭 재초제처리구 및 무멀칭 무재초구보다 다소 높았으나 처리간여

유의한 차이는 없었으며 수량구성요소도 처리에 따른 차이가 크지 않았는데, 이는 앞에서 설명한 바와 같이 생육기간의 침수로 인하여 무멀칭 무재초구를 포함한 모든 처리에서 잡초의 발생이 미미하였기 때문인 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 봄 때 종이 멀칭 후에 분얼비를 사용하는 경우 멀칭지의 분해를 촉진하여 후기의 잡초 발생이 다소 우려되나 1997년의 실험에서와 같이 기비 중점시비를 하고 분얼비를 생략하면 잡초를 효율적으로 방제할 수 있으며 수량 또한 재초제에 의하여 잡초방제를 하는 경우와 차이가 없을 것으로 판단된다.

摘 要

국내에서 개발된 멀칭지에 의한 벼 멀칭이 양재배시 멀칭지의 분해, 잡초 발생, 벼의 생육 및 수량을 1996년과 1997년 2년에 걸쳐 검토하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 멀칭 후 15일에 질소 사용량의 25%를 분얼비로 사용한 1996년 실험의 경우 멀칭지가 50% 분해되는데 멀칭지의 종류 및 시비량에 따라 28-40일이 소요되었는데, 습윤지력 증강제를 처리한 멀칭지가 처리하지 않은 멀칭지에 비하여 분해가 늦었으며 또한 질소 18kg/10a사용구 보다 12kg/10a사용구에서 분해가 늦었다. 그러나 기비중점 시비를 하고 분얼비를 생략한 1997년 실험의 경우 50% 분해에 42일이상 소요되었다.
2. 1996년 실험의 경우 벼 생육 초기에는 종이 멀칭에 의하여 효과적으로 잡초가 방제되었으나 후기에는 여뀌바늘 등이 발생하여 잡초 방제효율이 떨어졌다. 1997년 실험의 경우 무멀칭 잡초 방제구를 포함하여 모든 처리구에서 잡초발생이 미미하여 멀칭지의 잡초 발생 억제 효과를 판단할 수 없었으나 멀칭지의 분해 정도로 판단해 봄 때 잡초방제 효과가 충분히 있을 것으로 생각되었다.
3. 1996년 실험의 경우 무멀칭 잡초 무방제구

의 수량은 약 185kg/10a인데 비하여 습윤지력 증강제를 처리한 멀칭지 멀칭구의 경우 질소 12kg/10a구와 18kg/10a구의 수량은 각각 657kg/10a 및 771kg/10a였다. 1997년 실험의 경우 무멀칭 재초제 처리구와 종이 멀칭구 간의 수량 차이는 없었다.

4. 이상의 결과를 종합하여 봄 때 종이 멀칭 재배는 멀칭 후에 분얼비를 사용하는 경우 멀칭지의 분해를 촉진하여 후기의 잡초 발생이 다소 우려되나 기비 중점시비를 하고 분얼비를 생략하면 잡초를 효율적으로 방제할 수 있으며 수량 또한 재초제에 의하여 잡초방제를 하는 경우와 차이가 없을 것으로 판단된다.

引用文獻

1. 卞鍾英. 1985. 着色 폴리에틸렌 필름 멀칭이 雜草의 發芽, 發生 및 生長에 미치는 影響. 韓雜草誌 5(1) : 19-23.
2. 崔重鉉·趙載英. 1978. 被覆處理가 감자 秋作에 미치는 影響. 韓作誌 23(2) : 126-132.
3. Hopen, H.J. 1964. Effects of black and transparent polyethylene mulches on soil temperature, sweet corn growth and maturity in a cool growing season. Proc. of the American Society for Horticultural Science 86 : 415-420.
4. Courter, J.W. and N.F. Oebker. 1964. Comparisons of paper and polyethylene mulching on yields of certain vegetable crop. Proc. of the American Society for Horticultural Science 85 : 526-531.
5. 稻田勝美·山木雅子. 1971. マルチ用着色フィルムに關する研究. 日作紀 40 : 132-140.
6. 笠原安夫·西克久. 1964. プラスチックフィルムのマルチによる照度, 溫度, 土壤水分, 土壤pHの變化とレタスの生育および雜草防除との關係. 農學研究 50 : 79-102.
7. 金旭漢·洪丙憲. 1986. 멀칭 材料가 참깨栽培 모양의 物理性 및 種實收量에 미치는 影響. 韓雜草誌 6(1) : 33-41.

8. 신동소·이병우. 1997. 벼의 멀치재배법 및 멀치용 종이 개발을 위한 연구. 펄프·종이 기술 29(1) : 13-25.
9. Tsuno Y. 1993. Non-agrochemical culture of paddy by mulching recycled paper. Farming Japan : 36-41.