韓雜草誌 17(4) : 439 - 444 Kor. J. Weed Sci. 17(4) : 439 - 444(1997)

벼 生育中期 피發生 原因 및 이들의 密度에 따른 쌀收量 減少

成耆英 · 李相福 · 具然忠 · 宋得永 · 許一鳳 · 金尤善*

Reason of Late Establishment of Barnyardgrass and Their Density Effects on Rice Yield Loss

Seong, K.Y., S.B. Lee, Y.C. Ku, D.Y. Song, I.P. Huh and Y.S. Kim*

ABSTRACT

The causes of late establishment of barnyardgrass and their density effect on rice yield loss were examined in 1996 and 1997. Herbicide application on 5 to 15DAT(Days after transplanting) increased from 6% to 52.5%, 1988 to 1992, and their ingredient amount for barnyardgrass control decreased to 41.7-87.5% in Korea. Most late establishment of barnyardgrasses in machine transplanted rice field were not late germinated but revived ones. The number of late established barnyardgrass were 0.5, 2.0 and 13.3/m^2, on direct seeded at May 10, and machine transplanted May 23 and June 9, individually. Relation on rice yield and the number of barnyardgrass at machine transplanted field showed highly significant equation, as $y=543.3-4.7x$, $r=0.9039$ in 1996 and $y=515.8-10.4x+0.066x^2$, $R^2=0.9532$ in 1997. Theoritical yield loss by regress equation showed 2% per one plant of barnyardgrass per m^2 and 5, 10, 20, 50, and 80 plants of barnyardgrass decreased rice yield to 10, 19, 35, 69 and 79%, individually.

Key words : Late establishment, Barnyardgrass, Density, Rice yield loss

緒 言

논雜草 피는 벼가 栽培되는 곳이면 어김없이 발생하는 問題잡초로, 分類 및 生態學적으로 벼와 가장 가까운 논잡초이다. 피는 벼와 같은 禾本科 식물로 벼가 논에 뿌리내리고 성장하기 시작할 때에 맞추어 發生하고 성장하며, 벼가 등숙을 할 때 피 또한 열매를 맺으며 대체로 벼를 收穫하기 전에 脫粒되어 田栽培 논에서 살아남게 된다.

피種子가 벼종자보다 작고, 어린苗일 때 약하게 성장하는 듯하나, 뿌리 내리면서 자라 나오는 잎부터 스스로 光合成 능력이 있는 잎이며, 또 급격히 생장하는 특성을 가진 C4植物로 벼에 대하여 競合力이 아주 강한 잡초이다. 그래서 피가 심각지는 한 가장 문제 잡초일 수밖에 없다.

피는 벼와 수분, 양분, 광 등의 競合을 통하여 직접적으로 쌀收量을 감소시킨다. 피는 벼가 이용하여야 할 양분중 窒素질 肥料를 탈취함으로써 비료손실을 유발하기 때문일 것이다.

* 作物試驗場(National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea) ('97. 10. 3 접수)

金[7]에 의하면 피는 벼보다 肥料 吸收量이 3배 이상이며 피로 인한 피해는 벼의 도복저항성을 약화시킬 뿐 아니라 수확시 기계작동을 멈추게 할 수도 있고 또 수확기계의 수명을 단축할 수도 있다고 하였다.

金 등[8]의 보고에 의하면 除草劑 사용의 시작단계에 있었던 1971년에는 一年生 잡초로 바디꽃, 올챙개비 등과 多年生 잡초로 쇠털골이 우점하였으나, 논제초제 부타(butachlor) 乳劑의 사용이 일반화되었던 1981년에는 주로 다년생 잡초들이 優占하였고 일년생 잡초로는 올챙개비가 우점하였으나 피는 크게 문제가 되지 않았다. 그러나 1992년 잡초 分布調査에 의하면[3] 다년생 잡초와 함께 일년생 잡초로 피가 전국적으로 가장 높은 優占度를 보이고 있었다.

이는 1970년대 일년생 논잡초 防除用 제초제를 主로 사용함으로 인해 급격히 증가된 다년생 논잡초를 방제하기 위해 1980년대에 一發處理劑의 使用面積을 확대시킨 결과로 나타난 것이었다. 여기에다가 1980년대 후반에 들어와 農家勞動力이 急減하고 더불어 老齡化 및 婦女化 함으로써, 耕耘작업의 省力化, 물管理의 미비 등 栽培環境 변화와 벼 생육중후기 피방제를 위한 재배관리가 소홀하게 진행되지 못하였기 때문이었다.[5] 또한 이러한 사회여건 때문에 벼 直播栽培가 농가에 보급되기 시작하였는데, 직파재배를 함으로써 여러가지 栽培管理에서 생력화될 수 있는 장점이 있었으나 잡초방제는 本畓期間이 길어짐으로 해서 더 어려운 점이 있어, 벼 生育中期 피 發生이 늘어나는 추세로 갈 수 밖에 없었다 [2] 등에 의하면 1987년까지 移秧재배를 하여 올방개가 優占하는 논에 1989년이후 4년간 계속 건답직파재배를 해 본 결과 피가 優占하고 있음을 報告하고 있다.

그래서 本연구는 1990년대에 들어와 전국적으로 벼 生育中期에 優占하기 시작하는 피가 어떤 原因에 의해 발생하고, 이것이 얼마나 쌀收量에 영향을 미치는가 파악하고자 2개년간 試驗·調査한 資料를 간략히 정리하여 報告하고자 한다.

材料 및 方法

本 試驗은 1996年부터 1997年까지 2년에 걸쳐 피발생 밀도에 따른 수량감소정도를 추정하기 위하여 作物試驗場 논雜草圃場에서 實施하였다. 또한 일반 農家畓에서의 상황을 비교하기 위해 같은 해에 水原의 隣近農家답을 대상으로 하여 出張調査하였다.

1996년에는 一品벼를 供試하고, 移秧후 40일경에 피 10일苗를 單位面積당 1, 4, 7, 14, 28, 56本을 이앙하여 벼 수확기에 피 生長量 및 쌀收量을 調査하였다. 피생장량은 m^2당 조사하였으며, 쌀수량조사는 구당 $5m^2$를 수확하여 10a로 환산하였다.

벼는 어린모를 5월 23일에 機械移秧하였고, 本畓施肥量은 N-P_2O_5-K_2O=11-7-8kg/10a 施用하였으며 窒素는 요소로서 기비 - 분얼비 - 수비로 나누어 40-30-30% 비율로 하였으며 燐酸은 용과린, 加里는 염화가리를 全量基肥로 시용하였으며, 기타 재배관리법은 作物試驗場 標準栽培法에 준하였다.

1997년에는 화성벼를 供試하고 5월 10일에 湛水直播를 그리고 5월 23일 및 6월 9일에 어린모 機械移秧을 하였고, 각 栽培時期에서 播種 혹은 移秧후 15일에 Azimsulfuron + Cyhalofop-butyl + Molinate (상표 : 암행어사) 粒劑를 3kg/10a과 5kg/10a를 각각 처리하여 벼 생육중기에 피 發生本數를 조사하였으며, 모든 재배관리는 1996년과 동일하게 하였다.

1996년 作試 논雜草圃場 및 1996년과 1997년 수원의 隣近農家에 출장조사는 일품벼를 이용하여, 移秧栽培 適期인 5월 23일경에 이앙한 圃場을 선정하여 피발생주수 및 쌀수량을 조사하였다. 調査量은 $1m^2$를 sample하여 조사하였다.

結果 및 考察

1. 벼 生育中期 피의 發生 原因

雜草의 발생은 季節性이 있다. 피는 논포장

에서 水原 기준으로 보면 대체로 4월 말에서 6월초까지 發生된다.[2] 밭의 경우에도 비슷하다. 송 등[13]에 의하면 수원에서 6월 10일 이후가 되면 피의 發生量이 급격히 줄어든다고 보고하였다.

그런데 작물시험장에서 조사한 전국 논 雜草分布 조사에 의하면 벼 생육중기에 피발생이 增加하고 있음을 보고하고 있다. 이 원인에 대해 慶北지방에서 논잡초 분포조사를 실시하고 보고한 김[6] 등은 경북지방 벼 栽培畓에서 벼 생육중기의 피발생은 農家의 主 所得源과 관련이 있음을 언급하고 있다. 벼가 主 소득원일 경우는 벼 생육중기에 발생하는 피의 除草를 철저히 하나 그렇지 않을 경우는 피 防除를 소홀히 하고 있음을 보고하였다. 金 등[9,10]에 의한 京畿지방의 논 雜草分布 조사 보고에서도 벼 生育後期에 雜草發生量이 많은 것은 제초제 처리후 보완 손除草 미실시 또는 관리부실 등을 지적하고 있다. 또 경기지방에 66~77%가 1회 處理만 하며, 47%가 제초제 사용 적정시기를 놓치고 있다 하였다. 결국 벼 生育中期에 피발생이 많은 것은 농가의 관리가 부실하고 손제초 등 後期 피防除를 소홀히 하고 있기 때문이다.

그런데 벼 生育中期에 피사리를 하지 않음으로해서 피發生이 많아졌다는 이야기는 근본적인 원인이 되지 못한다. Table 1은 1988년과 1992년 5만 町步이상 사용된 除草劑들의 出荷實物量 比率, 處理時期 및 피防除 除草劑 成分含量을 표시한 것이다. Table에서 이앙후 5일 이내에 처리하는 제초제의 경우 1988년에는 논 除草劑 全出荷量의 71.9%를 차지하였으나 5년후인 1992년에는 35.3%에 머무르고 있다. 대신 이앙후 5일 이후에 처리하는 一發處理 제초제가 1988년 6%에서 1992년 52.5%로 급격히 증가하고 있다. 그런데 이앙후 5일이후에 처리하는 일발처리제들의 제초제의 성분중에서 피를 방제하는 제초제는 그 함량이 이앙후 5일이내 처리하는 일년생잡초 방제용 제초제 성분의 41.7~87.5%에 지나지 않음을 알 수 있다.

Table 1. Amount of herbicide ingredient for barnyardgrass control, treatment time and active ingredient ratio among the herbicides used over 50,000ha (Agrochemical year book, 1993)

Herbicides	Rate of formulation Q'ty(%)[1]		Treatment time (DAT)	Percentage of herbicides[2] for control of *E.c.*[4]
	1988	1992		
Butachlor 6G	56.4	22.8	0-5	100
Pretilachlor 2G	7.8	4.0	〃	100
Butachlor+pyrazolate 9.5G	7.7	8.5	〃	-
sum	71.9	35.3	-	-
Butachlor+bensulfuron-methyl 2.67G	6.0	12.6	5-7	41.7
Mefenacet+bensulfuron-methyl 2.63G	0.3(1889)[3]	5.5	5-12	62.5
Bensulfuron-methyl+pretilachlor 1.17G	2.2(1990)	5.1	5-7	50
Pyrazosulfuron-ethyl+Molinate 5.07G	0.6(1990)	4.8	7-15	50
Pyrazosulfuron-ethyl+benthiocarb 5.07G	0.3(1990)	4.6	5-10	71.4
Pyrazosulfuron-ethyl+butachlor 2.57G	0.2(1990)	4.4	5-7	41.7
Bensulfuron-methyl+thiobencarb 5.13G	2.0(1991)	4.3	5-8	71.4
Mefenacet+bensulfuron-methyl+dymron 5.13G	2.2(1991)	5.5	10-15	87.5
Oxadiazon+bensulfuron-methyl 0.93G	5.7(1992)	5.7	5-7	50
sum	6.0	52.5	-	-

1) Rate of formulatin Q'ty to Total Formulatin Q'ty of herbicides for paddy
2) Active ingredient Q'ty for control of *Echinochloa crusgalli* : butachlor(180g), pretilachlor(60g), mefenacet (120g), thiobencarb(210g), oxadiazon(48g), molinate(300g)
3) Beginning of forwarding of herbicide since year in ( )
4) *Echinochloa crusgalli*

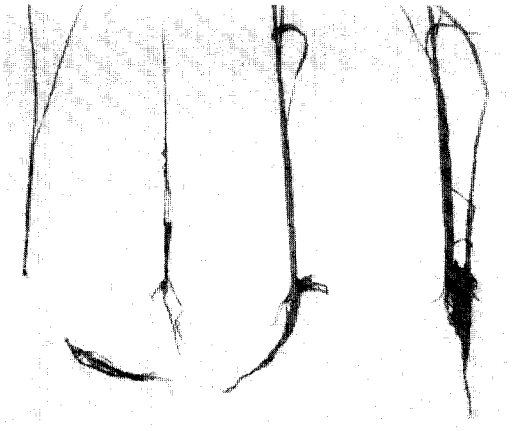

Fig. 1. Late established barnyardgrasses by germinated from seed and revived from stubble.

그래서 필자는 논에 처리되는 제초제 有效成分量이 減少되어 벼 생육중기에 피발생이 급격히 늘어난 것으로 判斷하여 조사를 해본 결과, 湛水直播 혹은 機械移秧栽培시 벼 생육중기인 7월 10일경에 많은 피가 再生하고 있음을 조사하였다. Fig. 1은 7월 31일 촬영한 것으로 좌측 2本의 피는 종자에서 발생한 것이고 우측 2本은 제초제에 의해 生育이 저지된 이후에 다시 再生한 것으로 그 草勢가 확연히 구분된다. 1997년 機械移秧畓 조사에서 벼 생육중기에 발생하는 피는 거의 대부분이 再生하는 피로 조사되었다. 1997년 기계이앙답 試驗圃場에서 벼 생육중기에 종자에서 발생한 피는 7월 31일 피 촬영당시 발견한 2本의 경우 외에 발견하지 못하였다.

Table 2를 보면 5월 23일과 6월 9일 機械移秧栽培畓에서 조사된 모든 피들은 제초제 처리후 藥害를 받은 피에서 새로 나오는 再生피로 조사되었으며 종자에서 발생한 피는 조사되지 않았다. 더 湛水直播栽培의 경우는 播種期 5일 10일이후 양호한 立毛를 위해 排水관리를 强하게 하는 경우가 일반적인데, 이러한 경우 除草劑 藥效가 떨어지는 6월 初旬경에 未發芽된 종자로부터 싹이 7.7本/m²에 이르는 상당수가 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 이러한 피들은 벼와의 競合에 뒤져 벼 生育에 影響을 거의 주지 못한 것으로 판단되었다. 참고로 담수직파재배에서도 벼에 영향을 주는 피는 벼 生育中期에 再生하는 피로 판단되었다.

Table 2. Number of late established barnyardgrasses after herbicide application (No./m²)

Cropping patterns	Sowing or planting date	No. of *E.c.* before herbicide[1] aplication	Survey at June 20[2]	Survey at July 10[3]
Water-seeding	May 10	125	7.7	0.5
Machine transplanting	May 23	69	0.0	2.0
〃	June 9	20	-	13.3

1) Herbicide(Azimsulfuron+cyhalofop-butyl+molinate 3.65G) is treated at 15 days after sowing or planting
2) All shoot from seeds
3) All shoot from stubble injured by herbicide.

Table 3. Number[1] of late established barnyardgrasses by different cropping pattern and application amount of herbicide (No./m²)

Cropping patterns	Sowing or planting date	Application rate[2] (kg/10a)	
		3	5
Water-seeding	May 10	0.5	0.4
Machine transplanting	May 23	2.0	0.1
〃	June 9	13.3	12.0

1) is surveyed at July 8
2) Herbicide(Azimsulfuron+cyhalofop-butyl+molinate 3.65G) is treated at 15 days after sowing or planting

결국 7월 10일경 벼 生育中期에 발생하는 피는 거의 除草劑 藥效成分이 떨어지면서 藥害를 받은 피에서 새롭게 나오는 再生피이다. Table 3에서 제초제 處理量별로 재생피의 發生數를 보면 제초제 處理濃度와 벼 생육중기 피의 生存이 밀접한 관계가 있음을 볼 수 있다. 또 이앙기가 늦어질수록 재생피 발생량이 많은 것은 제초제 처리시 피의 葉齡이 더 진전되었기 때문으로 생각된다. 金 등의[9,10] 제초제 처리시기를 놓쳐 後期 피발생이 많았다 하는 이야기와 유사한 경우가 되겠다.

2. 벼 生育中期에 發生한 피가 쌀收量에 미치는 程度

5월 23일 適期 이앙재배에서 이앙후 5~15일경 제초제 처리에 의해 抑制되었던 논잡초 피가 대체로 除草劑 處理後 20일경이 되면 완전히 죽지 않았을 경우 다시 再生을 하기 시작하는데, 이들이 收穫期에 논에서 우리가 흔히 볼 수 있는 것들이다. 이들이 쌀수량에 얼마나 영향을 미칠 것인가?

Fig. 2는 1996년 및 1997년 2개년에 걸쳐 作物試驗場 논圃場 및 水原近郊 農家圃場에서 조사한 것으로 피乾物重에 따른 쌀收量을 나타내고 있다. 1996년에는 두 지역 모두에서 각기 고도의 유의성을 나타내며 아주 유사한 경향을 보여 주고 있다. 반면에 1997년에 조사한 성적은 피건물중이 쌀수량에 미치는 영향이 1996년에 비해 더 큰 것으로 나타나 피가 쌀수량에 미치는 영향은 調査地域의 차이보다는 年度別로 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 피가 쌀수량에 미치는 영향에 대해 調査한 지금까지의 자료들을 整理해논 報告[11]를 보면 기계이앙재배시 試驗者, 試驗年度 등에 따라 피 株當 減少率이 0.3~2.6%로 각기 다르게 보고되어 있어 어떤 경향을 뚜렷이 볼 수 없었으나, 調査年度에 따라 대체로 큰 차이가 있음을 알 수 있었다.

Fig. 3은 1996년 및 1997년에 조사한 피發生株數에 따른 쌀收量을 나타내고 있다. 1996년에는 피발생주수에 따른 쌀수량의 관계가 y=543.3 4.7x r=0.9039로 고도의 유의성을 갖고

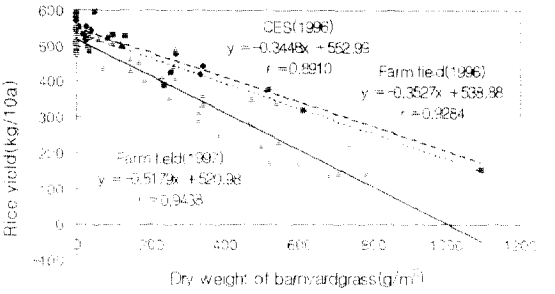

Fig. 2. Relation on dry weight of late established barnyardgrass and rice yield.

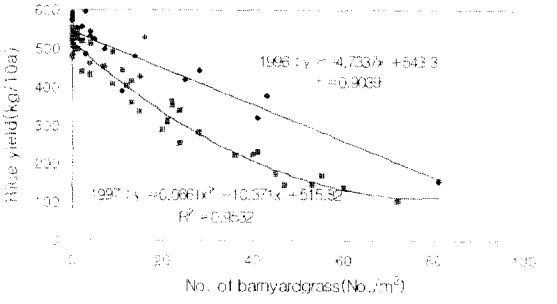

Fig. 3. Relation on number of late established barnyardgrass and rice yield.

直線的으로 감소하고 있었으며, 피 1株當 쌀收量 減少는 대략 0.9%정도이었다. 반면에 1997년에는 y=515.8 10.4x + 0.066x² R²=0.9532로 고도의 유의성을 갖는 二次항식을 보여주고 있으며, 피發生數에 따른 쌀收量 減少程度가 1996년에 비해 더 크게 나타났다. 回歸식에 의하면 피발생수에 따른 理論的 쌀수량 감소는 피 1주/m²일 때 2%이었으며, 피 5주/m²일 때 10%, 피 10주/m²일 때 19%, 피 20주/m²일 때 35%, 피 50주/m²일 때 69%, 피 80주/m²일 때 79% 減少한 것으로 推定되었다.

1996년의 경우 쌀收量 1%를 감소시키는 피乾物量은 15.4g~16.3g이었던 반면, 1997년의 경우는 10.2g이었으며, 피1株當 평균 乾物量이 1996년에는 14.4(±3.3)g이었으나 1997년에는 21.9(±3.0)g인 것으로 보아, 1997년 6월이 平年보다 溫度가 1~2℃ 높았었는데 이 원인으로 피의 生長量이 많아진 것이 아닌가 생각된다. 결국 1996년의 경우 氣象環境이 벼생육에만 유리하게 작용하였으나, 1997년의 경우에는 피

生育에도 또한 유리하게 작용하였기 때문으로 생각된다. 여하튼 1996년 및 1997년 2개년에 걸쳐 調査한 자료에 의하면 대체로 벼 生育中期에 再發生한 피는 1株當 0.9~2% 程度의 收量減收를 가져왔다.

摘 要

벼 生育中期에 발생하는 피의 發生 原因을 究明하고 이들의 發生密度에 따른 쌀收量 減少程度를 推定하기 위해 1996년과 1997년의 2년에 걸쳐 試驗·調査한 결과

1. 1998년과 1992년 5만町步 以上 사용된 除草劑들 중 移秧後 5일 이후에 처리하는 一發處理 除草劑가 1988년 6%에서 1992년 52.5%로 급격히 增加하고 있었으며, 이들 一發處理劑들의 제초제의 成分中에서 피를 防除하는 除草劑 成分은 그 含量이 1988년에 비해 1992년에는 41.7~87.5%에 지나지 않음을 알 수 있었다.
2. 機械移秧栽培時 벼 生育中期에 발생하여 벼에 영향을 주는 피는 거의 再生 피로 5월 10일 湛水直播栽培의 경우 0.5주/m^2, 5월 23일 機械移秧栽培의 경우 2.0주/m^2, 그리고 6월 9일 晩期 機械移秧栽培의 경우 13.3주/m^2가 發生하였다.
3. 1996년 및 1997년 5월 23일 機械移秧畓에서 조사한 피 發生株數에 따른 쌀收量의 관계를 보면, 1996년에는 $y=543.3-4.7x$ $r=0.9039$로 고도의 유의성을 갖고 直線的으로 감소하고 있었으며, 피1주당 쌀收量 減少는 대략 0.9%정도이었다. 반면에 1997년에는 $y=515.8-10.4x-0.066x^2$ $R^2=0.9532$로 고도의 유의성을 갖는 二次항식을 보여주고 있으며, 피발생수에 따른 쌀수량 감소정도가 1996년에 비해 더 크게 나타났다. 회귀식에 의하면 피발생수에 따른 理論的 쌀收量 減少는 피 1주/m^2일 때 2%이었으며, 피 5주/m^2일 때 10%, 피 10주/m^2일 때 19%, 피 20주/m^2일 때 35%, 피 50주/m^2일 때 69%, 피 80주/m^2일 때 79% 減少한 것으로 推定되었다.

引 用 文 獻

1. 농약공업협회. 1993. 農藥年報. pp.136-150.
2. 作物試驗場. 1991. 벼 乾畓直播栽培의 新技術. pp.61-78.
3. 작물시험장. 1992. 1992년도 시험연구보고서(수도편).
4. 작물시험장. 1997. 1997년도 시험연구보고서(작물환경편).
5. 任日彬·具滋玉·朴根龍. 1993. 水稻 栽培類型別 雜草發生樣相과 競合特性. 韓雜草誌 13(1) : 26-35.
6. 김세종 외 5인. 1997. 경북지역 벼 재배답에서 발생하는 잡초 분포. 韓雜草誌 17(3) : 262-268.
7. 金純哲. 1992. 벼 直播栽培의 雜草發生 生態와 效果的인 防除法. 韓雜草誌 12(3) : 230-260.
8. 金純哲. 1992. 우리나라 農耕地의 主要 雜草分布 現況. 韓雜草誌 12(4) : 317-334.
9. 金熙東 외 5인. 1992. 最近의 京畿地域 논 雜草分布 調査. 韓雜草誌 12(1) : 46-51.
10. 金熙東 외 9인. 1997. 京畿地域의 논 雜草分布 및 群落變化에 關한 硏究. 韓雜草誌 17(1) : 1-9.
11. Kropff, M.J., H.H. van Laar, 1993, Modelling Crop-Weed Interactions, IRRI, p.112.
12. 具然忠·朴光鎬·吳潤鎭. 1993. 벼 乾畓直播栽培에 따른 雜草群落의 變化. 韓雜草誌 13(2) : 159-163.
13. 송득영외 6인. 1997. 雜草의 競合期間이 찰옥수수의 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓雜草誌 17(3) : 295-302.