

벼 乾畚直播栽培時 早期湛水에 따른 벼 生育 및 雜草發生 影響

朴成泰* · 黃正東* · 黃東容* · 孫 洋* · 金純哲* · 吳潤眞*

Effects of Early Flooding in Dry Seeded Rice on Rice Growth and Weed Occurrence

Sung Tae Park*, Chung Dong Hwang*, Dong Yong Hwang*,
Yang Son*, Soon Chul Kim* and Yun Jin Oh*

ABSTRACT

This experiment was conducted at National Yeongnam Agricultural Experiment Station in 1995 to identify effects of early flooding in dry seeded rice on rice growth and weed occurrence. The early flooding of emergence date and the 2-leaf stage were not differed significantly on seedling stand, seedling growth of rice and plant characteristics associated with lodging compared to flooding of the 4-leaf stage. However, weed occurrence resulted in 39-61% suppression.

Most predominant weed regardless of flooding times was *Echinochloa crus-galli*, followed by *Aneilema japonicum*. The *Aneilema japonicum*, in general, was higher occurrence with earlier flooding, while dry land weeds such as *Digitaria sanguinalis*, *Stellaria alsine* etc. reduced.

Grain yield of early flooding at emergence date and the 2-leaf stage was higher by 2-5% than that of the 4-leaf stage due to better grain filling ratio and heavier 1,000 grain weight.

Key words : Dry seeded rice, Flooding time, Seedling stand, Weed occurrence, Lodging characteristics

緒 言

우리 나라에서 벼 直播栽培 研究는 1980年代 中後半부터 本格的으로 시작되어 乾畚直播, 무논골뿌림直播,湛水표면뿌림直播 중심으로 技術開發이 이루어졌고 현재 乾畚直播와 무논골뿌림直播는 技術補完研究 중심으로,湛水表面뿌림直播는 새로운 播種方法 開發 및 倒伏安定性을 向上시키기 위한 研究가 集中的으로 수행

되고 있다. 이들 直播方法들은 각기 長短點이 있으나 共通의인 問題點으로는 立毛가 불안정하고 倒伏에 약하며 雜草發生이 심하고 防除가 어렵다는 것이다.^{2,9,11,16,17,18} 특히 乾畚直播는 播種後 30-40日間은 발상태로 經過하고 이후 약 60日間은 논狀態로 經過하기 때문에 初期 발상태에서는 피, 바랭이, 강아지풀, 드렁새, 雜草性 벼 等 禾本科 雜草發生이 주종을 이루고 이밖에 냉이류와 같은 廣葉雜草도 發生하나 廣葉雜草는 後期湛水와 더불어 점차 없어지지만 피나

* 嶺南農業試驗場(National Yeongnam Agricultural Experiment Station, RDA, Milyang, Korea)

>1996. 4. 16 접수<

발雜草인 강아지풀, 바랭이, 강아지풀, 雜草性 벼 등은 正常的인 生育을 하고 또한 湛水期間 中 雜草인 올방개, 너도방동산이, 여뀌바늘, 사마귀풀 등이 發生하고 있어⁸⁾ 乾畚直播 栽培에서 雜草防除는 대단히 어려운데 특히 乾畚期間 雜草發生抑制 및 防除는 乾畚直播의 成敗에 대단히 중요한 영향을 미친다.

벼 乾畚直播 栽培에 效果的인 除草方法은 播種直後 Chlormitofen, Butachlor, Thiobencarb의 土壤處理, 播種後 15日의 Propanil과 Butachlor 또는 Thiobencarb의 混合劑의 莖葉處理, 土壤處理 等이나, 播種直後나 播種後 15日에 除草劑 1회 處理로서는 雜草防除 抑制效果가 生育後期까지 持續되지 않아⁸⁾ 湛水後 機械移秧適用 粒劑 除草劑를 한번더 撒布하는 體系處理를 하고 있으나 乾畚直播에서 雜草가 보다 問題가 되는 것은 播種 30-40日後(벼 3-4葉期) 湛水하므로 발狀態가 너무 오래 持續되어 이 期間에 雜草發生이 많고 發生時期도 不均一하기 때문이다. 本稿는 乾畚直播에서 早期湛水가 벼 生育 및 雜草發生에 미치는 影響을 究明하고자 1995年 嶺南農業試驗場에서 수행한 試驗結果를 要約整理하여 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本試驗은 1995年 嶺南農業試驗場 畚作圃場에서 遂行하였다. 供試品種은 日本型 中晩生種인 花南벼로 하여 5月 6日에 脫芒精選된 乾種子

5kg/10a를 트랙터부착 6條植 줄뿌림播種機를 이용 畦立 줄뿌림하였다. 施肥方法은 窒素, 磷酸, 加里를 分量으로 10a당 各各 15, 7, 8kg을 窒素는 尿素로서 基肥 50%, 5葉期 30%, 穗肥 20%로 分施하였고, 磷酸은 溶性磷肥를 全量基肥로, 加里는 鹽化加里로 基肥 80%, 穗肥 20%로 施肥하였다. 初期灌溉는 벼 出芽直前, 出芽期, 2葉期, 3葉期, 4葉期, 5葉期에 各各 常時湛水하였고, 其他栽培管理는 嶺南農業試驗場 乾畚直播 標準栽培法에 準하였다.¹⁹⁾

벼 生育調査는 農村振興廳 調査基準에 따랐고¹³⁾, 雜草發生本數 및 發生量 調査는 播種後 35日에 無除草區에서 反復當 1m²씩 3反復 調査하였으며, 倒伏關聯性質 調査는 出穗後 20日에 區當 20포기를 採取하여 中間置 15徑을 골라 上位로 부터 제4節間을 對象으로 調査하였다¹³⁾. 試驗은 亂塊法 3反復으로 實施되었다.

結果 및 考察

1. 出芽 및 立毛와 모生育에 미치는 影響

乾畚直播時 常時湛水는 播種後 約30日前後인 벼 3-4葉期에 하는데¹⁴⁾ 早期湛水를 했을때 모生育 影響을 表 1에서 보면 出芽直前 湛水時는 出芽日數가 3日 늦고, 立毛 및 播種後 35日의 모生育도 떨어지는 것으로 나타났지만, 出芽期나 2葉期 湛水는 出芽日數가 21日, 立毛數는 100個/m²前後로 3-4葉期 湛水와 비슷하였고, 播種後 35일의 모生育은 草長, 葉數는 비슷하

Table 1. Days to emergence, seedling stand and seedling growth as affected by flooding times in dry seeded rice.

Flooding time	Days to emergence	Seedling stand (No./m ²)	35 Days after seeding			
			Seedling height(cm)	Leaf number	Dry matter weight (mg/seedling)	Healthy score (mg/cm)
Just before emergence	24a	89b	20.4a	4.5b	416b	20.4b
Emergence date	21b	101b	21.6a	4.8ab	448b	20.7b
2 leaf stage	21b	100a	21.6a	4.7ab	478ab	22.1a
3 leaf stage	21b	99a	21.8a	4.8ab	493a	22.6a
4 leaf stage	21b	107a	21.7a	4.9a	497a	22.9a
5 leaf stage	21b	109a	21.8a	5.2a	510a	23.4a

* Within columns, means by same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

였으나 乾物重 및 充實度는 약간 떨어지는 傾向이었지만 큰 差異는 없었다.

2. 雜草發生量 및 雜草草種別 發生分布

湛水時期에 따른 雜草發生은 表 2에서와 같이 m當 發生本數는 103-274個, 雜草生重은 58-684g으로 早期湛水할수록 雜草發生數 및 發生量이 적어 4葉期 湛水對備 雜草發生이 出芽直前 湛水는 80%, 出芽期, 2葉期, 3葉期 湛水는 各各 61%, 39%, 28%가 抑制되었으나 5葉期 湛水에서는 133%가 增加하였다.

벼 및 雜草種子는 土壤과 水中의 溶存酸素를 吸收하여 出芽하고, 또한 出芽後에는 空氣中の 酸素와 土壤 및 水中의 溶存酸素를 함께 利用하므로 土壤이나 水中의 酸素量은 벼나 雜草의

發芽 및 生育에 큰 影響을 미친다. 土壤內 酸素量은 乾畝狀態보다 湛水狀態에서 훨씬 적다. 따라서 早期湛水로 土壤內 酸素量이 急激히 줄어들면 벼나 雜草의 發芽는 크게 障害를 받는데 酸素不足에 따른 發芽 및 生育障害는 벼 보다 피 등 雜草에서 더 큰 것으로 알려져 있고,^{4,12)} 本試驗에서 早期湛水 할수록 雜草發生量이 적었던 것은 上記 報告들과 비슷한 結果로 생각된다. 그러므로 물은 벼의 生育은 크게 影響을 주지 않으면서 雜草發生 및 生育은 크게 抑制시켜 주므로 물은 公害없는 除草劑 役割을 할 수 있다.

그리고 湛水時期에 따른 雜草草種別 發生分布는 表 3에서와 같이 어느 湛水時期에서나 가장 發生이 많았던 草種은 피로서 전체 發生雜

Table 2. Weed occurrence as in association with flooding times after seeding in dry seeded rice.

Item	Flooding time					
	Just before emergence	Emergence date	2 leaf stage	3 leaf stage	4 leaf stage	5 leaf stage
Weed occurrence						
· Number(No./m)	103	127	150	167	157	274
· Fresh weight(g/m)	58	113	178	212	293	684
Relative weight reducing and increasing (%)	-80	-61	-39	-28	0	133

Table 3. Occurrence distribution of weed species as affected by flooding times in dry seeded rice.

Weed species	Weed number at different flooding times(No./m)					
	Just before emergence	Emergence date	2 leaf stage	3 leaf stage	4 leaf stage	5 leaf stage
Echinochloa crus-galli	47	83	83	90	73	193
Aneilema japonicum	23	13	30	13	10	3
Eleocharis kuroguwai	0	0	0	0	7	0
Cyperus serotinus	7	0	3	13	27	3
Monochoria vaginalis	3	3	3	0	0	0
Alopecurus aequalis	10	0	10	10	7	10
Persicaria hydropiper	3	0	3	7	3	0
Lindernia procumbens	7	0	3	0	10	3
Rorrippa islandica	0	7	7	0	3	0
Digitaria sanguinalis	0	3	0	0	0	27
Cardamine lyrata	3	0	10	33	13	33
Stellaria alsine	0	3	0	0	0	0
Lobelia chinensis	0	13	0	0	3	0
Degree of dominance of E. crus-galli	91	93	62	72	86	94
Diversity index	0.842	0.868	0.443	0.544	0.742	0.889

草의 62-94%를 차지하고 있어 피는 이미 여러 研究者에 의해 報告된 바와 같이 가장 重要한 雜草이었다.^{1,3,8,15)} 피 다음으로 많이 發生하는 雜草는 사마귀풀이었고 이 雜草는 早期湛水에서 發生이 더 增加하였다. 사마귀풀은 生育初期에는 地面 아래 生育하다가 점차 生育이 進展됨에 따라 벼 줄기를 타고 올라가면서 점차 變성하므로 벼 收量減少는 물론 콤바인 收穫作業에도 지장을 주므로 앞으로 보다 效果的인 防除技術 研究가 要求된다.

그리고 발雜草로는 논냉이, 바랭이, 발독외풀 등의 雜草가 發生하였는데 이들 雜草는 대체로 湛水時期가 늦은 區에서 많이 發生하는 傾向이 었다.

3. 倒伏關聯形質 및 줄기 耐倒伏性

벼의 倒伏과 密接한 關係가 있는 地上部 生重은 出穗後 21일에 最高點에 到達된다는 Mat-

sushima¹⁰⁾의 報告를 參考로 出穗後 20일에 湛水時期에 따른 倒伏關聯形質 및 줄기 耐倒伏性 差異를 調査하였다. 倒伏關聯 形質은 表 4에서 보면 벼 키(稈長+穗長)는 97-101cm, 4節間 길이는 6.1-6.6cm로서 비슷하였고, 分蘗當 生重은 15.7-18.6g으로 出芽直前 湛水區에서 약간 무거웠고, 挫折重은 1092-1342g, 倒伏指數는 127-152로 4,5葉期 湛水에서 挫折重이 약간 크고 倒伏指數가 낮았다. 하지만 全體적으로 볼때 湛水時期間 倒伏關聯 形質은 큰 差異가 없어 어느 湛水時期에서나 出穗後 40일에 圃場倒伏은 發生하지 않았다.

한편 倒伏과 가장 密接한 部位는 下位節間으로 栽培樣式, 窒素施肥量, 물管理 등에 따라 줄기의 倒伏抵抗性은 差異가 있다.^{6,7)} 湛水時期에 따른 倒伏과 關聯된 稈의 特性을 表 5에서 보면 4節間的 굵기 및 두께는 각각 6.84-7.71mm, 1.44-1.61mm로 湛水時期間에 큰 差異가 없었고,

Table 4. Plant characteristics associated with lodging and field lodging as affected by flooding time.

Flooding time	Panicle length(cm)	Plant height(cm)	4th internode length(cm)	Fresh weight (g/tiller)	Breaking strength(g)	Lodging index	Field lodging(0-9)
Just after emerg.	21.2	99.6	6.6	18.6	1216	152	0
Emergence date	20.7	99.3	6.1	15.7	1092	143	0
2 leaf stage	19.6	96.8	6.3	16.4	1153	138	0
3 leaf stage	21.5	101.1	6.6	18.1	1280	143	0
4 leaf stage	21.3	100.0	6.3	17.8	1342	133	0
5 leaf stage	20.2	96.7	6.5	17.1	1297	127	0

* Plant height : Culm length + Panicle length

Table 5. Culm characteristics of rice plant associated with lodging at different flooding times at 20 days after heading

Flooding time	4th internode from the top			
	Culm diameter (mm)	Culm wall thickness(mm)	Ratio of base culm wt.(%)	Ratio of gravity center(%)
Just after emerg.	6.84	1.55	16.2	41.0
Emergence date	6.85	1.47	16.1	42.2
2 leaf stage	7.34	1.59	16.9	42.3
3 leaf stage	7.65	1.51	16.9	44.3
4 leaf stage	7.71	1.61	16.5	45.0
5 leaf stage	7.40	1.44	16.7	43.4

* Observed at 20' days after heading

$$* \text{Ratio of base culm weight(\%)} = \frac{\text{Culm weight of 10cm from base}}{\text{Total fresh weight of a tiller}}$$

$$* \text{Ratio of height of gravity center(\%)} = \frac{\text{Height of gravity center}}{\text{Culm length + Panicle length}} \times 100$$

그리고 稈基重 比率 및 中心高 比率도 비슷하였다. 乾畚直播栽培時 2-3回 中間落水는 뿌리량이 많고 뿌리의 深土分布比率이 많으며 中心高가 낮고 挫折重이 무거워 倒伏이 輕減된다고 報告되고 있으나^{18,19)} 본 試驗에서와 같이 벼 分蘗期 以前에 湛水할 때는 湛水時期가 늦을수록 倒伏關聯形質의 改善으로 倒伏指數가 약간씩 낮아지긴 했으나 큰 差異는 없었다. 이는 이 時期가 벼의 生育初期로 落水狀態에 따른 分蘗抑制, 뿌리深根化 等の 效果가 적었던 것으로 解析된다.

4. 벼 生育 및 收量

湛水時期에 따른 벼 生育 및 收량은 表 6과 같다. 出穗期는 出芽直前 湛水區에서 1日이 遲延되었고 그의 湛水時期間에는 差異가 없었다. 出穗直前 湛水區에서 出穗가 1日 遲延된 것은 出芽期가 3일 늦었던데 기인된 것으로 생각된다(表 1). 稈長은 73-77cm로 出芽直前 湛水區에서 3-4cm 길었고 기타치리는 73-74cm로 비슷하였다. 穗數는 311-356個/m²이었고 穗當粒數는 81-90個로 대체로 3-4葉期 湛水對比 早期湛水는 穗數는 적었으나 穗當粒數는 많았고, 5葉期 湛水는 穗數와 穗當粒數가 다같이 약간 적었다. 登熟比率 및 千粒重은 각각 81-84%, 21.0-21.5g으로 비슷하였다.

쌀收量은 448-508kg/10a으로 4葉期 湛水對比 出芽直前 및 5葉期 湛水는 각각 8%, 4%가 減少하였는데 이는 각각 穗數 및 穗當粒數가 적어 m²당 穎花數가 약간 不足했던데 기인된 것 같고, 出芽期, 2葉期 및 3葉期 湛水區는 登熟

比率 및 千粒重이 약간 增加 4葉期 湛水對比 收量이 2-5% 增收되었으나 統計的으로 有意差는 없었다.

이상의 試驗結果를 綜合해 보면 乾畚直播栽培時 出芽期 및 2葉期 早期湛水는 慣行의 3-4葉期 湛水에 비해 立毛, 初期 모生育, 倒伏形質 및 收量等에는 큰 影響이 없으면서 乾畚期間 雜草發生이 39-61% 抑制되는 것으로 나타나 出芽期 以後는 可能하면 빨리 灌溉를 하는 것이 雜草發生 輕減面에서 바람직하다는 結果를 얻었다.

摘 要

벼 乾畚直播栽培時 常時湛水時期에 따른 벼 生育影響 및 雜草發生 差異를 究明하고자 花南 벼를 5月 6日에 乾畚畦出줄뿌림하여 湛水時期(出芽直前, 出芽期, 2, 3, 4, 5葉期)를 달리할 때 벼 立毛, 倒伏關聯形質 및 收量性과 雜草發生 差異를 조사한 結果는 다음과 같다.

1. 出芽日數는 21-24日, 立毛數는 89-101個/m²로 出芽直前 湛水는 出芽日數가 3日 遲延되었고 立毛數도 떨어졌으나 그의 湛水時期間에는 出芽日數가 같고 立毛數도 비슷하였다.
2. 播種後 35日 모生育은 草長과 葉數는 비슷했으나 乾物重 및 充實度는 湛水時期가 늦을수록 약간씩 增加하였다.
3. 雜草發生은 早期湛水 할수록 적었는데 4葉期 湛水對比 出芽期 및 2葉期 湛水는 雜草發生量이 39-61% 輕減되었다.
4. 湛水時期에 관계없이 가장 優占草種은 피엇

Table 6. Heading time, yield components and grain yield as affected by flooding time in dry seeded rice.

Flooding time	Heading time	Culm length(cm)	Panicles per m ²	Spikelet no. /panicle	Ripened grain(%)	1000 grain weight(g)	Milled rice yield(kg/10a)	Yield index	
Just before emerg.	Aug.18	77	311	90	27,990	82.2	448	92	
Emergence date	Aug.17	74	327	91	29,757	82.4	495	102	
2 leaf stage	Aug.17	73	335	88	29,480	82.6	507	105	
3 leaf stage	Aug.17	74	337	84	28,308	83.5	508	105	
4 leaf stage	Aug.17	73	356	86	30,616	82.1	485	100	
5 leaf stage	Aug.17	73	325	81	26,325	83.4	467	96	
C.V. (%)								3.2	
L.S.D.(5%)								28.0	

- 고, 그 다음으로는 사마귀풀이었는데 사마귀 풀은 대체로 早期 湛水區에서 發生이 많았다. 밭雜草로는 논쟁이, 바랭이, 밭뚝외풀 등의 發生이 많았고 이들 雜草는 湛水時期가 늦을수록 發生이 더 많은 傾向이었다.
5. 倒伏指數는 127-152로 湛水時期가 늦을수록 약간씩 낮아 졌으나 全體的으로 볼때 湛水時期間 倒伏形質 및 줄기 倒伏抵抗性은 큰 차이가 없었다.
 6. 쌀收量은 448-508kg/10a으로 4葉期 湛水對比 出芽直前 湛水는 穗數 不足으로 8%, 5葉期 湛水는 穗當粒數가 적어 4% 減少하였으나, 出芽期, 2葉期 및 3葉期 湛水는 登熟比率 및 千粒重의 增加로 쌀收量이 2-5% 增收되었으나 統計的으로 有意差는 없었다.

引用 文 獻

1. 富久保男. 1988. 岡山縣いにおける水稻乾畑直播と雜草防除. 日本植調 22(7) : 26-33.
2. Cooperative Extension Service(CES). 1990. Rice production handbook. Uni. of Arka., United States Deapar. of Agric., and County Government Cooperation. USA. P61.
3. 大叢一雄. 1988. 水稻湛水直播栽培の雜草防除. 日本植調 22(8) : 2-9.
4. 具然忠·吳潤鎮·李種熏. 1982. 湛水深에 따른 논 雜草發生狀態와 除草劑效果에 미치는 影響. 雜草誌 2 : 47-52.
5. 金達洙外 3人. 1967. 물管理에 의한 水稻倒伏防止試驗. 湖試研報 : 492-506.
6. 金帝圭·李延一外 5人. 1994. 벼 栽培樣式에 따른 倒伏關聯形質과 收量性. 農業科學論文集 36(1) : 8-19.
7. 金尙洙·崔元永 外 4人. 1995. 벼 무논골뿌림 栽培時 中間落水 回數가 倒伏 및 生育에 미치는 影響. 韓作誌 40(1) : 33-38.
8. 金純哲·崔忠惇·李壽寬. 1991. 벼 乾畚直播栽培에서의 雜草發生 生態와 防除. 農試論文集(作物 保護篇) 33(2) : 63-73.
9. _____·朴成泰·田炳泰·李壽寬. 1992. 嶺南地域 벼 畦立乾畚直播栽培의 長短點 分析. 農試論文集(水稻篇) 34(1) : 49-55.
10. Matsushima, S.. 1980. Rice cultivation for the million. P276. Japan sci. societies press, Tokyo.
11. 朴成泰·金純哲·李壽寬·鄭根植. 1989. 南部地域에서 벼 直播栽培樣式에 따른 生育 및 收量. 農試論文集(水稻篇) 31(4) : 36-42.
12. _____·James E. Hill·張安衛·李壽寬. 1993. 湛水深差異가 벼 品種과 피의 初期生育에 미치는 影響. 韓雜誌 38(5) : 405-412.
13. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準 : P38-66, 453.
14. _____. 1993. 쌀生産費 節減을 위한 벼 直播栽培技術. 農村振興廳 行政刊行物 : P39-40.
15. Seaman, D.E.. 1983. Farmers' weed control technology for water seeded rice in north America. P167-177. In weed control in rice. Int. Rice Res. Inst.(IRRI), Los Banos, Laguna, Phillippines.
16. Uni. of Cali.(UC). 1983. Integrated pest management for rice. Uni. of Cali. Statewide Integrated Pest Management Project Division of Agric. Sci. Pub. 3280. USA. P93.
17. 驚尾養. 1975. 直播栽培. 農事試驗場. 技 337-402.
18. _____. 1989. 水稻湛水土壤中直播栽培における最近の動向 (1)栽培技術の成立經過と現狀. 農業技術 44(4) : 150-153.
19. 嶺南農業試驗場. 1994. 農事試驗研究報告書 : P17-18.