

벼 乾畚直播栽培에서 播種方法이 生育 및 收量에 미치는 影響

金丁坤* · 尹用大* · 李文熙*

Effect of Seeding Methods on Growth and Yield of Rice in Direct Seeding on Dry Paddy

Chung Kon Kim*, Yong Dae Yun* and Moon Hee Lee*

ABSTRACT : This experiment was carried out at National Crop Experiment Station in 1994 to obtain basic information of growth characters and yield of rice under various seeding methods in direct seeding on dry paddy. Hwaseongbyeon sown on April 27 by flat drill seeding, high ridged drill seeding and hill seeding under different seed conditions, soil covering after seeding and irrigation methods. Nitrogen applied 150kg/ha by 3 times split application at rate of 40:30:30% (basal:5th leaf stage:panicle initiation stage). Seedling stands were higher in flushed irrigation water after seeding than in irrigation at 3rd leaf stage, and it also was higher in high ridged drill seedings than in flat drill seedings. Days for seedling stand, heading date were shorten 6~10 days, 2~3 days by flushed irrigation water after seeding, respectively. Number of tiller was more in high ridged drill seedings than conventional seeding method (Flat drill seeding + intact seed + soil covering after seeding + irrigation at 3rd leaf stage after seedling stand) at early growth stage, but the most tiller number was highest in developed seeding method (Flat drill seeding + soaked seed + non soil covering after seeding + flushed irrigation water after seeding) at heading stage among used seeding methods. Lodging index was slightly high in high ridged drill seeding and conventional seeding. Field lodging was degree 1 in high ridged drill seedings and developed seeding. Milled rice yield in developed seeding was increased 7% compared with conventional seeding (5.35t/ha).

Key words : Rice, Direct seeding on dry paddy, Seeding method, Seedling stand, Yield.

現在 우리나라에서 벼 直播栽培은 育苗와 移秧 作業의 생략으로 勞動力을 中苗移秧栽培보다 30% 程度 節約할 수 있는 劃期的인 省力化 低費用 生産技術의⁷⁾ 하나로 作付樣式에 따라 乾畚直播와 湛水表面散播 그리고 무논골뿌림栽培로 나누어 發展되고 있다. 그러나 아직도 直播栽培에서

해결해야 할 問題點들이 많은데 그 가운데 立毛確保, 雜草防除, 倒伏防止 등은 중요하고 시급하다. 이러한 問題點 解決을 위하여 直播栽培樣式別로 쌀 收量과 가장 關係가 깊은 穗數確保를 위한 立毛 安定化와^{3,5,6)} 登熟比率과 千粒重 減少를 초래하는 出穗後 倒伏防止를 위한 栽培法 開發⁶⁾, 그

* 作物試驗場(National Crop Experiment Station, RDA, Suweon, Korea).

<95. 10. 11 接受>

리고 효과적인 雜草防除을 위한 除草劑 體系處理 究明 등⁴⁾에 관한 研究가 활발히 進行되고 있다.

며 乾畚直播는 播種方法에 따라 散播·條播·點播로 구분되며 범씨 뿌림틀의 모양에 따라 平面播種과 畦立播種으로 나누어진다. 播種方法에 따른 安定性 및 生産性은 散播보다 條播가 유리하고, 灌溉水가 충분하고 편리한 곳에서는 畦立細條播가 立毛確保에는 安全하나 作業效率이 떨어지고, 平面細條播는 作業效率은 높으나 播種後 多雨時 立苗의 不安定과 自然降雨에 따라 발아하므로 出芽 豫測이 어렵다⁶⁾. 또한 點播는 初期立毛의 均一度가 높아 立毛의 安定化는 높으나 播種機械開發 未洽과 播種時 土壤水分條件의 制約이 크다. 이와 같이 乾畚直播栽培는 概存의 播種方法마다 각기 長短點이 있어 播種機械, 土壤特性 및 水分條件, 地形 등을 감안하여 알맞은 播種方法을 選擇하여 利用하고 있으나, 作業效率이 높고 出芽期間 短縮과 동시에 立毛의 安定化를 가져오며, 倒伏發生도 抑制되어 收量을 向上시킬 수 있는 새로운 播種方法들이 꾸준히 研究 開發되어야 할 것이다.

本 試驗은 乾畚直播에서 種子條件, 播種後 覆土有無, 播種後 灌溉時期 등 여러가지 播種條件을 달리하였을 때 이들이 立毛 및 初期生育, 倒伏關聯形質 그리고 收量 등에 미치는 影響을 檢討하여 乾畚直播 播種方法 改善을 위한 基礎資料로 얻고자 遂行하였던 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1994年 作物試驗場(水原) 試驗圃場(신흥동)에서 花成벼를 供試하여 4月27日에 ha當 50kg(種子 消毒後 陰乾한 乾種子 基準)을 表1과 같이 播種하였다. 本 試驗에서 利用된 播種方法中 浸種種子로 平面細條播後 覆土를 하지 않고 播種直後 灌溉排水를 한 播種方法(以後 平面細條播後 無覆土로 表記)은 既存의 平面細條播(乾種子로 平面細條播後 覆土를 하고 立毛後에 灌水: 以後 平面細條播後 覆土 또는 慣行 播種方法으로 表記) 播種機에 附着된 覆土用 체인을 위로 올려

Table 1. Rice seeding methods on this experiment

Seed regime	Seeding method	Soil covering	Irrigation
Infact seed	Flat drill seeding	○	×
	High ridged drill seeding	○	○
	Hill seeding	○	×
Soaked seed	Flat drill seeding	×	○
	High ridged drill seeding	○	○
	Hill seeding	○	×

○ is soil covering after seeding or irrigation after seeding. × is non soil covering after seeding or irrigation at 3rd leaf stage after seedling stand.

覆土를 하지 않고 播種後 서서히 물을 대어 播種골의 흙이 무너지면서 播種된 種子가 흙에 묻히도록 하였다. 點播는 트랙터 附着 8條點播機를 利用 25×18cm로 播種하였다. 窒素施肥量은 150kg/ha을 基肥: 5葉期: 穗肥로 各各 40: 30: 30%씩 3回 分施하였다.

立毛程度는 立毛가 均一한 3地點을 1m²씩 調査하였고, 出穗期 乾物重은 m²當 莖數를 調査한 後 生育이 고른 4~5地點에서 150~200 個體를 採取하여 個體數를 調査하고 植物體를 器管別로 분리한 후 80℃ 熱風乾燥機에 72時間 乾燥하여 秤量한 後 m²當 莖數에 맞추어 乾物重을 환산하였다. 葉面積은 乾物重 試料에서 比較의 生育이 均一한 30 個體를 採取하여 自動葉面積器(LICOR 3100)로 測定後 비례추정법으로 葉面積指數를 환산하였다.

倒伏關聯形質은 出穗後 20日에 主稈 30 個體를 採取하여 Moment, 挫折重, 重心高 등을 調査하여 倒伏指數를 산출하였다^{1,2)}. 收量調査는 生育이 고른 地點에서 4.5m²를 5反復 採取한 後 그 中 收量差異가 적은 3反復을 택하였고, 收量構成要素 및 其他調査는 農村振興廳 水稻調査基準에 따랐다⁸⁾.

結果 및 考察

1. 地上部 生育 및 物質生産

1) 立毛數 및 莖數

立毛數는 畦立細條播에서는 176~181個/m², 平面細條播後 覆土는 163個/m²였으며, 平面細條播後 無覆土와 點播는 128~144個/m²의 分布를 보였다. 이와 같이 立毛가 양호하였던 것은 播種後 7~10日 間隔으로 立毛에 알맞은 降雨과 더불어 低溫 被害가 없었기 때문으로 본다. 乾畚直播栽培에서 適定 立毛數를 90~150個/m²로 볼 때⁹⁾ 慣行과 畦立細條播에서는 약간 立毛가 많은 편이었다. 出芽日數(播種에서 出現까지의 日數)는 播種直後 灌溉排水가 12~16日로 立毛後 湛水보다 6~10日 일찍 출현하였으며, 浸種種子는 催芽種子보다 2~4日 이므로 浸種種子로 播種할 경우는 立毛後 灌溉排水를 하는 것이 出芽日數가 훨씬 단축된다는 報告^{3,9)}와 같은 傾向이었다.

또한 平面細條播後 無覆土에서는 出芽日數가 12日로 慣行인 平面細條播後 覆土보다 出芽期間을 10日 가량 앞당길 수 있었다. 이와 같이 浸種種

子로 播種後 바로 灌溉排水를 하면 立毛가 均一하고 出芽日數가 短縮되어 出芽期間도 豫測할 수 있으므로 效果的인 雜草防除도 가능하여 더욱 生育을 均一하게 할 수 있을 것이다.

生育期間中 莖數의 變化는 表 2와 같이 播種後 75日까지는 畦立細條播>平面細條播後 覆土>平面細條播後 無覆土>點播 順으로 많았으나, 80日頃에는 平面細條播後 無覆土가 平面細條播後 覆土보다는 많고 畦立細條播보다는 적었으며, 出穗期以後는 平面細條播後 無覆土가 가장 많았고, 그 다음으로 平面細條播後 覆土, 畦立細條播, 點播順이었다. 이와 같이 平面細條播後 無覆土는 平面細條播後 覆土나 畦立細條播보다 立毛數는 적었지만 立苗가 均一하고 有效莖 比率이 높아 結果의므로 穗數가 많았던 것으로 본다.

2) 初期生育 및 物質生産

播種後 40日頃의 生育은 播種後 灌溉排水를 한 畦立細條播와 平面細條播後 無覆土에서 草長이 크고 葉數도 많았다. 播種時 種子條件別로는 浸種種자가 乾種子보다 草長은 약간 길었으나 葉數는 같았다. 이와 같이 浸種種子로 播種後 灌溉排水를 하는 것이 乾種子로 播種後 無灌水 하는 것보다 出芽期間의 短縮으로 初期生育이 빨랐다. 立毛後

Table 2. Seedling stands, tillers and growth characters of rice plant under various seeding methods in direct seeding on dry soil

Seedling method	Days for seedling stage	No. of seedling stand per m ²	No. of tillers per m ²			No. of panicle per m ²	Plant Ht. at 40DAS (cm)	Leaf age at 40DAS	Leaf area index	Dry matter weight (g/m ²)
			70 DAS	85 DAS	Heading stage					
Intact seed										
· Flat drill seeding	22	163	633	434	413	401	14.9	4.0	5.7	1019
· High ridged drill seeding	16	176	683	500	399	359	17.1	5.1	5.5	956
· Hill seeding	22	128	348	331	322	315	12.8	4.1	5.3	951
Soaked seed										
· Flat drill seeding	12	144	561	463	451	407	18.8	5.1	6.0	1095
· High ridged drill seeding	12	181	752	520	404	380	19.1	5.0	5.6	976
· Hill seeding	20	137	335	330	325	320	13.8	4.0	5.2	955
L S D	—	30*	136**	95**	56**	63**	—	—	NS	93*

*, ** is a significant at 5%, 1%, respectively. NS is non significant. DAS : Days after seeding. LAI and dry matter weight were collected at heading stage.

湛水を 한 處理에서 浸種種子보다 乾種子보다 生育이 좋은 것은 播種後 알맞은 降雨로 立毛에 적합한 土壤水分이 維持되었으므로 生育이 빨랐기 때문이다.

出穗期 葉面積指數는 平面細條播後 無覆土가 6.0으로 가장 높고, 그 밖의 處理는 平面細條播後 覆土보다는 낮았으나 모두 5.2 以上の 葉面積指數를 보였다. 乾物重도 葉面積指數와 비슷한 傾向으로 平面細條播後 無覆土에서 1,095g/m²으로 가장 높았고, 다음으로 平面細條播後 覆土, 畦立細條播, 點播順이었다. 이와 같이 平面細條播後 無覆土에서 生長량이 많은 것은 有效分蘖 增加로 穗數가 많은 結果로 보인다.

2. 倒伏關聯形質의 變化

倒伏關聯形質의 變化는 表 3과 같이 稈長은 平面細條播後 無覆土에서 가장 길었으며, 다음으로 點播, 畦立細條播, 平面細條播後 覆土 順으로 길었다. 穗長은 點播가 21.5~21.7cm로 가장 길었으며 平面細條播 畦立細條播 順으로 길었다.

倒伏과 關聯이 깊은 下位節間인 第3, 4, 5節間의 變化는 慣行을 改善한 平面細條播後 無覆土가 가장 길고, 畦立細條播나 平面細條播後 覆土, 點播 順으로 播種方法間에 有意的인 差異가 認定되

었다. 稈徑은 點播가 다른 播種方法보다 월등히 크고 그 外 播種方法間에는 3.62~3.64mm로 거의 비슷하였다. 稈壁는 點播가 0.70~0.72mm로 가장 두꺼웠고, 다음으로 平面細條播, 畦立細條播 順으로 두꺼웠으며 播種方法間에 有意的인 差異가 認定되었다.

挫折重은 平面細條播後 無覆土가 777g으로 가장 높았고, 다음으로 點播, 畦立細條播, 平面細條播後 覆土 順으로 높았다. 倒伏指數는 畦立細條播가 160으로 가장 높고 그 外의 處理는 145~149 分布로 播種方法間에 큰 差異없이 平面細條播後 無覆土, 慣行, 點播 順으로 높았으나 處理間에 有意性은 認定되지 않았다. 이와 같이 慣行의 播種方法을 改善하여 浸種種子로 平面細條播後 覆土를 하지않고 播種直後 灌溉排水를 한 播種方法이 慣行의 播種方法인 乾種子로 平面細條播後 覆土를 하고 立毛後 湛水を 한 것보다 稈長은 길었으나 倒伏指數는 비슷하였는데, 이는 稈徑과 稈壁의 두께가 慣行과 비슷하면서 挫折重이 慣行보다 훨씬 높았기 때문이다. 以上の 倒伏形質들과 圃場倒伏의 關係를 볼 때 下位節間이 크고 倒伏指數가 높았던 畦立細條播와 挫折重은 크지만 稈長이 길었던 平面細條播後 無覆土에서만 1 程度의 가벼운 倒伏이 發生되었는데 本 試驗에서 遂行된 어느

Table 3. Lodging characteristics of rice plant under various seeding methods in direct seeding on dry soil

Seeding method	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Ht. of center gravity (cm)	Internode length (cm)			Culm diameter (mm)	CWT of N4 (mm)	Break-ing Wt. (g)	Lodg-ing index (0-9)	Field lodg-ing
				N3	N4	N5					
Intact seeding											
· Flat drill seeding	83.6	21.0	45.1	10.9	6.3	2.4	3.62	0.66	729	148	0
· High ridged drill seeding	83.8	20.9	46.0	11.3	6.6	2.5	3.63	0.64	764	162	1
· Hill seeding	84.5	21.5	47.3	10.1	6.3	2.9	3.74	0.70	768	147	0
Soaked seeding											
· Flat drill seeding	86.8	21.1	45.0	12.7	7.2	3.2	3.64	0.66	777	149	1
· High ridged drill seeding	84.9	20.8	45.9	11.3	7.3	3.9	3.63	0.65	738	161	1
· Hill seeding	84.9	21.7	46.2	11.1	6.0	1.9	3.76	0.72	772	145	0
L S D	1.8*	NS	NS	1.3**	0.9**	0.8**	NS	0.06*	NS	NS	-

*, ** is a significant at 5%, 1% level, respectively. NS is a non-significant CWT : Culm wall thickness. Culm diameter measured 4th internode from the top. Breaking weight measured 12cm from base of culm with leaf sheath. Lodging index=[(top wt. ×culm length) ÷breaking weight]×100.

播種方法에서나 倒伏에는 큰 問題가 없었다. 특히 平面細條播後 無覆土에서는 播種直後 서서히 물을 댄으로써 播種골의 흙이 무너져 播種된 種子가 흙에 묻히게 되므로 立苗期間中에 벌써를 새가 쪼는일이 없고 生育이 進展됨에 따라 무논골뿌림과 같은 效果를 가져와 줄기의 밑부분이 흙에 묻히어 倒伏發生이 抑制되었던 것으로 판단된다.

3. 收量構成要素 및 收量

出穗期는 播種直後 灌溉排水를 한 平面細條播後 無覆土와 畦立細條播가 慣行보다 2~3日 일렀고, 畦立細條播에서도 浸種種子 播種이 乾種子 播種보다 1日 일렀다. 그러나 點播는 種子條件에 關係없이 慣行과 같은 시기에 출수하였다. 이와 같이 播種後 灌溉排水를 한 處理에서 出穗期가 이른 것은 出芽日數가 慣行보다 6~10日이 줄어든 결과를 보인다.

穗當粒數는 어느 播種方法에서나 慣行보다 많았고 그 中 穗數가 가장 적었던 點播에서 相對的으로 穗當粒數는 가장 많았으며 平面細條播後 無覆土 處理는 慣行보다 穗數가 많음에도 穗當粒數도 많았다. 이러한 結果로 m²當 總粒數가 平面細條播後 無覆土는 慣行보다 2,300粒 程度 增加되었고 그 外는 處理間 큰 差異없이 慣行, 點播, 畦立細條播順으로 많았다.

玄米 千粒重은 點播에서 22.6g으로 약간 높고 그 外 處理間에는 慣行과 같거나 0.1~0.2g 높았다. 쌀 收量은 慣行인 平面細條播後 覆土가 5.35t/ha을 보였고, 慣行의 播種方法을 改善한 平面細條播後 無覆土가 慣行보다 8% 增收된 5.75t/ha의 收量을 보였으며 그 外 處理는 慣行보다 1~2% 增減되는 傾向이었다.

玄米品位는 表 4와 같이 播種方法間 完全米比率이 85.8~87.1%의 範圍로 處理間 큰 差異는 없었으나 浸種種子로 點播를 한 處理에서 약간 높고 平面細條播後 無覆土와 乾種子로 畦立細條播를 한 處理에서 낮은 傾向을 보였으며, 청미는 完全米比率이 낮았던 播種方法에서 相對的으로 약간 높은 傾向을 보였다.

以上の 結果를 綜合하여 볼 때 播種方法中 種子條件은 播種直後 灌溉排水를 할 境遇는 浸種種子가 乾種子보다 出芽日數를 短縮시키고 立苗數를 增加시키는 效果가 있었으나 立毛後 灌水에서는 種子條件間에 差異가 적었다. 畦立細條播는 播種後 灌溉排水를 함으로써 立毛數가 많았으나 慣行보다 倒伏指數도 높고 m²當 粒數가 적어 1~2%의 減收를 가져왔으며 收穫時 콤바인 作業에 어려움이 따랐다. 點播는 立毛가 고르고 出芽速度가 一定하여 立毛初期에 立毛安定化에 유리하였으며, 稈長 伸長에 비하여 稈徑과 稈壁이 두꺼워 挫

Table 4. Grain characters of brown rice, yield components and yield of rice under various seeding methods in direct seeding on dry soil

Seeding method	Head -ing date	Spikelet		Filled grain (%)	1,000 grain Wt. (g)	Milled rice (t/ha)	Grain characters of brown rice (%)				
		Plant m ² (×100)	(×100)				HD	GR	DG	IG	CG
Intact seeding											
· Flat drill seeding	Aug. 18	80	326	90.4	22.2	5.35	86.4	8.2	1.1	4.2	0.2
· High ridged drill seeding	Aug. 16	90	321	89.4	22.2	5.24	85.9	9.6	1.0	3.5	0.1
· Hill seeding	Aug. 18	103	325	90.3	22.6	5.24	86.1	8.7	1.4	3.6	0.2
Soaked seeding											
· Flat drill seeding	Aug. 15	86	349	90.8	22.3	5.75	85.8	9.4	0.8	3.9	0.1
· High ridged drill seeding	Aug. 15	82	312	91.7	22.4	5.31	86.4	8.9	1.3	3.3	0.1
· Hill seeding	Aug. 18	101	324	91.8	22.6	5.40	87.1	8.3	1.4	3.4	0.2
L S D	—	12.5**	3.0*	NS	NS	0.45*	NS	NS	NS	NS	NS

*, ** is a significant at 5%, 1% levels, respectively. NS is a non-significant. HR : Head rice, GR : Green rice, DG : Damaged grain, IG : Immature grain, CR : Colored grain

折重이 높고 倒伏指數가 낮았으며, 收量도 慣行과 비슷하여 앞으로 더욱 播種方法을 개선해 나갈 필요가 있다고 생각된다. 또한 慣行의 播種方法을 改善하여 浸種種子로 平面細條播後 覆土를 하지 않고 灌溉排水를 한 播種方法은 初期 立毛數는 慣行보다 많지 않았으나 摘定 立毛數가 확보되었으며, 分蘖速度가 빠르고 有效莖數의 增加로 穗數가 增加함과 동시에 粒數도 많았고, 稈長은 길었음에도 挫折重이 높아 慣行과 비슷한 倒伏指數를 보였으며, 소출은 慣行보다 7% 增收 效果를 가져왔다. 따라서 播種時 灌溉條件이 충분한 경우는 土壤條件, 播種時期, 出芽期間調節 등을 고려하여 浸種種子로 平面細條播後 覆土를 하지 않고 灌溉排水를 하는 播種方法을 利用하는 것도 乾畚直播의 立毛의 安定化, 出芽期間 短縮에 의한 出穗期를 앞당김과 同時에 立毛期間 豫測과 均一한 出芽速度에 의한 效果의인 雜草防除 등으로 安定된 收量을 기대할 수 있을 것이다.

摘 要

벼 乾畚直播栽培에서 花成벼를 供試 種子條件, 播種後 覆土 및 播種後 灌溉時期等を 달리한 播種方法 差異가 立毛程度, 生育特性 및 收量에 미치는 影響을 檢討하였던 結果는 다음과 같다.

1. 立毛數는 播種後 灌溉排水를 하는 것이 立毛後 湛水를 하는 것보다 많았으며, 畦立細條播가 平面細條播後 無覆土나 點播보다 많았다.
2. 播種後 灌溉排水가 立苗後 湛水보다 出芽日數는 6~10日 짧았고, 出穗期는 2~3日 일렀다.
3. 莖數는 生育初期에는 畦立細條播와 平面細條播後 覆土(慣行 : 乾種子로 平面細條播 後 覆土를 하고 立毛後 湛水를 한 播種方法)에서 많았으나, 幼穗形成期 以後의 莖數 및 穗數는 平面細條播後 無覆土(浸種種子로 平面細條播後 覆土를 하지 않고 播種直後 灌溉排水를 한 播種方法)에서 가장 많았다.
4. 倒伏指數는 畦立細條播가 點播나 平面細條播

보다 약간 높았고, 圃場倒伏은 畦立細條播와 平面細條播後 無覆土에서 1 程度의 가벼운 倒伏이 발생되었다.

5. 쌀 收量은 慣行인 平面細條播後 覆土(5.35t/ha)보다 平面細條播後 無覆土에서 7% 增收되었다.

引用文獻

1. Hitaka, N. and H. Kobayashi. 1961. Studies on the lodging of rice plant(1) Preliminary studies on the impeded translocation in lodged stems. Jap. Crop Sci. 30 : 116-119.
2. _____, 1968. Experiment studies on the mechanisms of lodging and of its effect on yield in rice plant. Bull Natl. Ins. Agr. Sci. A. 15 : 1-175.
3. 金丁坤, 崔旻圭, 李善龍, 田炳泰. 1991. 湖南地方에서 벼 乾畚直播栽培에 관한 研究 2. 播種方法이 水稻 生育 및 收量에 미치는 影響. 農試論文集(水稻) 33(3) : 75-80.
4. 金純哲, 崔忠敦, 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(作保) 32(2) : 63-73.
5. _____, 黃東容. 1992. 南部地域 벼 乾畚直播 播種量 究明. 農試論文集(水稻) 34(1) : 39-48.
6. 吳潤鎮, 金丁坤. 1992. 벼 直播栽培 立苗向上과 倒伏輕減. 韓國雜草學會誌 12(3) : 200-222.
7. 朴平식, 김사균, 조성주, 홍철선. 1994. 벼 省力栽培技術別 經濟的 效果 比較 研究. 農村振興廳 農業經營官室 研究事業報告書 : 29-46.
8. 農村振興廳. 1983, 農事試驗研究調查基準 : 5-66.
9. _____, 1995. 生産費 節減을 위한 '95 벼 直播栽培 技術指導 指針. 15-24.