

벼 무논골뿌림 栽培時 立毛數別 窒素施肥方法이 生育 및 收量에 미치는 影響

金尙洙* · 白南鉉* · 李善龍* · 趙東三**

Effect of Nitrogen Management on Rice Growth and Yield under Different Seedling Density in Puddled-soil Drill Seeding

Sang Su Kim*, Nam Hyun Back*, Seon Young Lee* and Dong Sam Cho**

ABSTRACT: This study was carried out to clarify the proper nitrogen application methods under the different seedling density in puddled-soil drill seeding of rice. Seedling density was adjusted as 30, 60, 90, 120 and 150ea/m² just after emergence and nitrogen was applied with five methods including conventional respectively.

The maximum tillering stage was shorten as the seedling density was increase but decreased the percentage of productive tillers. Lodging was occurred severely as the seedling was more than 120ea/m², when nitrogen was applied at panicle initiation stage. Grain yield wasn't significantly different among seedling densities when it was more than 60ea/m², but the density of 30ea/m² was decreased. It wasn't significantly different among the nitrogen application methods when it was more than 90ea/m² but was higher at early application of tillering fertilizer (T₂) than conventional method when the seedling density was less than 60ea/m². Supposing that the yield of reseedling is the same as optimum seedling density, minimum seedling density needs for reseedling would be less than 55 ea/m² as the aspect of income allowed for managing expense.

Key words : Rice, Direct seeding, Puddled-soil drill seeding, Seedling density, Nitrogen application.

우리나라는 農業勞動力 不足을 解消하고 國際 競爭力을 向上시키기 위하여 1978년부터는 벼 機械移秧栽培를 普及하여 育苗 및 移秧勞力을 크게 節減시켰다.

한편 1985년부터는 育苗勞力을 節減시킬 수 있는 벼 栽培樣式인 直播栽培에 대한 많은 研究²⁻⁹⁾가 實施되었고 1992년부터 直播栽培 面積이 漸增되어 1994년에는 全國 畝面積의 6%인 72.8千ha에 直播栽培가 實施되었다. 이중 湛水直播가 51.

5%인 37.4ha로서 그 가운데 湛水表面直播가 7.4千ha이고 무논골뿌림栽培가 30.0千ha 이었으며, 乾畝直播가 35.3千ha로 48.5%를 차지하게 되었다.

直播栽培의 問題點으로 지적되는 것은 立毛의 不安定, 雜草防除의 어려움, 倒伏 發生 等인데^{2, 9, 10, 11, 13)} 무논골뿌림栽培는 乾畝直播보다 雜草防除가 容易하고 湛水表面直播보다 줄기의 埋沒深度가 깊어 倒伏防止 效果가 크다고 하며,^{5,9)} 金등⁵⁾

* 湖南農業試驗場 (National Honam Agricultural Experiment Station RDA, Iksan, Korea)

** 忠北大學校 (Chungbuk University, Cheongju, Korea)

〈'95. 7. 26 接受〉

은 무논골뿌림 栽培時 중간 落水에서는 倒伏이 發生하지 않았다고 報告하였다. 湛水 直播에서 메타 실 수화제 浸漬 및 過酸化칼슘 粉衣로 立毛率이 크게 向上되었다는 報告^{9,11)}가 있으며 金등⁶⁾은 무논골뿌림 栽培時 播種前 土壤硬度는 圓錐貫入 深 6~7cm에서 立毛가 良好하고 收量도 가장 많았다고 報告하였다. 그러나 播種前 논굽힘이 未洽하여 播種直後에 골이 무너져 種子가 埋沒되면 酸素가 不足하여 立毛가 不良하게 된다. 直播栽培에 알맞는 立毛數는 栽培條件에 따라 다소 다르나 일반적으로 80~120개 /m²라고 하며^{9,10,13,16,18)} 立毛數가 적을 때는 適正 穗數의 確保가 어려워 收量이 減少하고 지발수 등으로 米質이 저하되며 立毛數가 過多할 때는 과번무로 倒伏이 發生되기 쉽다.^{7,9,16,18)}

한편 機械移秧栽培에서는 窒素를 基肥:分蘖肥:穗肥:實肥 = 50-20-20-10%로 分施하고 있으며 李등⁹⁾은 湛水表面直播 栽培時 適正 立毛狀態에서 窒素 11kg/10a를 基肥:分蘖肥:穗肥 = 40-30-30%로 分施한 處理에서 生育 및 收量이 良好하였다고 報告하였다. 또한 李등⁸⁾은 機械移秧栽培時 緩效性 肥料를 全 窒素施肥量의 70%만 基肥로 1回 施用한 結果, 慣行 窒素施肥方法과 收量 差異가 없고 施肥勞力이 節減되었다고 하였으며 米野¹⁸⁾는 直播栽培는 機械移秧에 比하여 基肥量을 減少시켜야 하고 分蘖肥는 立毛狀況에 따라 加

減하여야 하며, 過繁茂를 抑制하여야 하고 穗肥를 施用하여 出穗期의 植物體 乾物重을 增加시켜야 한다고 하였다.

本 試驗은 무논골뿌림 栽培時 立毛數別 適正 窒素分施方法을 究明하고자 1994年 湖南農業試驗場 試驗圃에서 立毛數 및 施肥方法을 달리하여 試驗한 結果 다음과 같은 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

며 무논골뿌림 栽培時 立毛數別 適正 窒素施肥方法을 究明하고자 1994年에 湖南農業試驗場 水稻圃場인 全北統 (微砂質壤土)에서 東津벼를 5月 11日에 무논골뿌림 播種機 (골의 상단폭 6cm, 하단폭 4cm, 골깊이 4cm)로 마른 種子量으로 7kg/10a을 條播하고 出芽直後에 立毛數를 30, 60, 90, 120, 150개로 任意調節하였다. 施肥量은 N-P₂O₅-K₂O = 11-7-8kg으로 하였으며 窒素施肥方法은 表 1에서와 같이 要素를 3回 分施하는 慣行 施肥方法 (T1)과 要素로 基肥-3葉期-5葉期에 40-30-20-10%로 分施하는 (T2), 緩效性 肥料 (N-P₂O₅-K₂O = 18-12-13%)로 全量의 80%를 基肥로 1回 施用하는 (T3), 緩效性 肥料로 全量의

Table 1. Methods of fertilizer application in direct seeded rice

Treatment No.	N. Split application (%)				Remark
	Basal	3rd leaf stage	5th leaf stage	25 DBH	
T1	40	—	30	30	()* : slow release
T2	40	30	20	10	fertilizer (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O =18-12-13%)
T3	(80)*	—	—	—	
T4	(80)*	20	—	—	
T5	(100)*				

Table 2. Physico-chemical properties of soil before experiment

Soil depth(cm)	pH (1:5)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex.cat.(me /100g)			CEC (me /100g)	T.N (%)	Textual class
				Ca	Mg	K			
0-10	5.5	2.3	126	2.8	2.1	0.27	11.0	0.15	SIL
10-20	6.6	2.2	105	2.3	2.1	0.24	9.8	0.14	SIL

80%를 基肥로 施用後 3葉期에 요소로 20%를 施用 (T4) 및 緩效性 肥料로 全量을 基肥로 施肥 (T5) 하였고, T1과 T2의 磷酸 및 加里는 慣行 施肥 方法에 準하였다.

試驗前 土壤의 化學性은 表 2에서와 같고 試驗區 配置는 입모수를 主區로 시비방법을 세구로 한 분할 구배치 3反復으로 하였으며 生育 및 收量은 農村振興廳 農事試驗研究 調査基準에 따라 調査하였다.

結果 및 考察

立毛數別 施肥 方法에 따른 最高分蘗期 및 最高分蘗期 莖數는 表 3에서와 같다.

立毛數別 最高分蘗期에 달하는 播種後 日數는 30개 /m² 60日, 60개 /m² 55日 및 90개 /m² 以上에서는 50日頃으로 立毛數 90개 /m²까지는 立毛數가 많을수록 播種後 最高分蘗期에 달하는 期間이 短縮되는 傾向이었으나 立毛數 90개 /m²以上에서는 立毛數間에 差異가 없었다. 立毛數가 많을수록 最高分蘗期가 빨랐던 것은 機械移秧 栽培時

栽植密度가 높을수록 最高分蘗期가 빨랐다는 報告⁴⁾와 같은 傾向이었으며 施肥 方法間에는 別 差異가 없었다.

最高分蘗期의 莖數는 立毛數가 많을수록 많았고 施肥 方法間에는 慣行 施肥 方法 (T1)에 비하여 緩效性 肥料로 基準 施肥量의 80%를 基肥로 1回 施用한 處理(T3)에서만 적었고 其他 處理에서는 대체로 慣行 施肥 方法보다 많았다.

立毛數 및 施肥 方法에 따른 出穗期는 表 4에서 보는 바와 같이 施肥 方法間에는 差異가 없었으나 立毛數間에는 30개 /m²에서 8月 27日로 立毛數 60개 /m²보다 2日이 遲延되었고 60개 /m² 以上에서는 差異가 없었는데 이는 立毛數가 적었을 때는 稻體內 窒素含量이 많고 늦게 나온 分얼수가 많았기 때문으로 생각되며 施肥 方法間에는 出穗期 差異가 없었는데 全處理에서 裡里地方의 安全 出穗限界期인 8月31日 以前에 出穗하였다.

立毛數 및 施肥 方法에 따른 穗數 및 有效莖比率는 表 5에서와 같이 穗數는 대체로 立毛數가 많을수록 增加하였고 施肥 方法間에는 立毛數 90개 /m²以上에서는 施肥 方法間에 別 差異가 없었으

Table 3. Days for maximum tillering after seeding and number of maximum tiller

Treatment No.	Maximum tillering stage (DAS)					Maximum tillers per m ²				
	30	60	90	120	150*	30	60	90	120	150*
T1	60	55	55	50	50	450	459	491	536	626
T2	60	55	50	50	50	467	486	505	586	636
T3	60	55	50	50	50	438	462	465	553	606
T4	60	55	50	50	50	506	493	540	613	661
T5	60	55	50	50	50	406	470	529	573	636

DAS : Days after seeding

* : No. of seedling per m²

Table 4. Changes of heading date affected by the seedling density and nitrogen application methods

Treatment No.	Heading date				
	30	60	90	120	150*
T1	8.27	8.25	8.25	8.25	8.25
T2	8.27	8.25	8.25	8.25	8.25
T3	8.27	8.25	8.25	8.25	8.25
T4	8.27	8.25	8.25	8.25	8.25
T5	8.27	8.25	8.25	8.25	8.25

* : No. of seedling per m²

Table 5. No. of panicle per m² and percentage of productive tillers affected by seeding density and nitrogen application methods

Treatment	No. of panicle per m ²						Percentage of productive tillers						
	No.	30	60	90	120	150*	Mean	30	60	90	120	150*	Mean
T1		297	343	350	375	387	350	82	76	72	74	70	75
T2		314	353	373	378	383	357	84	77	73	68	68	74
T3		270	330	363	370	378	342	77	81	78	74	71	76
T4		317	358	377	397	388	367	85	77	70	71	69	74
T5		310	350	370	380	387	359	76	75	70	66	67	71
Mean		302	347	367	380	385	355	81	77	73	71	69	74

* : No. of seedling per m²

나 立毛數 60개 /m²以下에서는 慣行(T1)對比 早期分蘖肥를 施用한 處理(T2) 및 緩效性 肥料로 80%를 基肥로 施用後 3葉期에 速效性 肥料(요소)로 20%를 施用한 處理(T4)에서 많았고, 緩效性 肥料로 基準量의 80%를 基肥로 全量施用한 處理(T3)에서 적었으며, 緩效性 肥料로 基準量의 100%를 全量基肥로 施用한 處理(T5)에서는 別 差異가 없었다.

한편 有效莖比率는 立毛數間에는 대체로 立毛數가 많을수록 적었으며 施肥方法 間에는 緩效性 肥料로 基準量의 100%를 全量基肥로 施用한 處理(T5)에서 다소 낮았고 其他 處理方法間에는 일정한 傾向이 없었다.

1穗粒數 및 m²當 粒數는 表 6에서 보는 바와 같이 1穗粒數는 어느 施肥方法에서나 立毛數가 많을수록 增加하였는데 이는 前述한 바와 같이 立毛數가 많을수록 穗數가 많았기 때문에 생각된다. 이는 穗數가 많을수록 1穗粒數가 減少한다는 金 등⁶⁾의 報告와 같은 傾向이었으며, 施肥方法間에

는 慣行(T1)對比 早期에 分蘖肥를 施用한 處理(T2)에서는 비슷하였으나 其他 處理는 慣行보다 적었으며 특히 緩效性 肥料로 基準量의 80%만 施用한 處理(T3)에서 慣行보다 적었다. 李 등⁸⁾은 機械移秧栽培에서는 緩效性 肥料로 基準量의 80%만 基肥로 施用하여도 粒數 및 收量이 慣行 施肥方法과 別 差異가 없다고 報告하였는데 本 試驗에서 T3가 慣行보다 粒數가 적었던 것은 直播 栽培는 機械移秧栽培보다 本畝 栽培期間이 길어서 幼穗形成期 以後에 肥切り 되었기 때문에 생각된다.

稈長 및 倒伏程度는 表 7에서 보는 바와 같다. 金 등⁶⁾은 무논골부림 栽培時 立毛數가 적을수록 稈長이 짧았다고 報告하였는데 本 試驗에서는 대체로 立毛數 30개 /m²에서만 立毛數 60개 /m²以上에서 보다 다소 짧았으나 緩效性 肥料로 基準量의 80%만 基肥로 施用한 處理(T3)에서는 立毛數 間에 差異가 없었다. 한편 施肥方法間에는 幼穗形成期에 全量의 30%를 요소로 施用한 慣行 分施方

Table 6. Number of spikelets per panicle and number of spikelets per m² affected by seeding density and nitrogen application methods

Treatment	No. of spikelets per panicle						No. of spikelets per m ² (×1000)						
	No.	30	60	90	120	150*	Mean	30	60	90	120	150*	Mean
T1		83	82	80	75	74	79	24.7	28.1	28.0	28.1	28.6	27.5
T2		83	81	80	73	74	78	26.1	28.6	29.8	27.6	28.3	28.1
T3		73	73	73	68	65	70	19.7	24.1	26.5	25.2	24.5	24.0
T4		76	76	75	69	68	73	24.1	27.2	28.3	27.4	26.3	26.6
T5		78	77	75	69	69	74	24.2	27.0	27.8	26.2	26.7	26.4
Mean		79	78	77	71	71	75	23.8	27.0	28.1	26.9	26.9	26.5

* : No. of seedling per m²

Table 7. Culm length and field lodging affected by seeding density and nitrogen application methods

Treatment	Culm length (cm)						Field lodging (0~9)**					
	No.	30	60	90	120	150*	Mean	30	60	90	120	150*
T1	84	87	87	85	85	86	0	1	2	4	5	2.4
T2	81	84	83	84	84	83	0	0	1	3	3	1.4
T3	81	81	81	81	82	81	0	0	0	0	1	-
T4	83	85	84	83	85	84	0	0	0	2	3	1
T5	81	85	84	83	83	83	0	0	0	2	3	1
Mean	83	84	84	83	84	84	0	-	-	2	3	1

* : No. of seedling per m²

** : Field lodging happened 30days after heading

法(T1)에서 가장 길었고 T3에서 가장 짧았으며 其他 施肥方法間에는 別 差異가 없었다. 이는 基準量의 30%를 穗肥로 施用한 慣行 分施肥法(T1)에서는 節間伸長期에 稻體內 窒素含量이 높았고 基準量의 80%를 基肥로 施用한 處理(T3)에서는 節間伸長期에 肥切이 되어 稻體內 窒素含量이 낮았기 때문에 생각된다. 한편 倒伏은 立毛數가 많을수록 심하게 發生하는 傾向이었고 施肥方法間에는 穗肥를 施用한 慣行(T1) 및 早期分蘖肥施用區(T2)에서 다소 倒伏發生이 심하였는데 이는 前述한 바와 같이 이들 施肥方法에서 稈長이 길었기 때문에 생각되며 立毛數가 많을수록 過繁茂되고 稈長이 가늘어져 倒伏이 發生하기 쉽다는 朴 등^{13,15)}의 報告와 같은 傾向이었다.

登熟比率 및 玄米千粒重은 表 8에서 보는 바와 같이 登熟比率은 대체로 立毛數 90개 /m²에서 가장 높았고 立毛數가 이보다 적거나 많은 境遇는 다소 減少하는 傾向이었는데 이는 立毛數가 적을수록 늦게 나오는 分蘖수가 많고 登熟期에 稻體內

窒素含量이 많아 登熟比率이 저하되었다는 金 등⁶⁾의 報告와 비슷하며 前述한 바와 같이 立毛數 120개 /m²以上에서는 倒伏發生이 심하여 이들 處理에서 登熟比率이 낮았던 것으로 생각된다.

한편 玄米千粒重은 慣行 施肥方法에서만 多少 가변되었고 同一施肥方法에서는 立毛數 120개 /m²以上에서만 多少 가변되었고 其他 施肥方法間에는 別 差異가 없었다.

쌀收量은 表 9에서와 같이 모든 施肥方法에서 立毛數가 90개 /m²인 경우 가장 수량이 많았으며 이보다 立毛數가 적거나 많을수록 減少하는 傾向이었는데 이는 前述한 바와 같이 대체로 立毛數 90개 /m² 程度에서 穗當 粒數가 가장 많고 登熟比率이 높고 玄米千粒重이 무거웠기 때문에 생각된다. 한편 施肥方法間에는 立毛數가 적었을 때 (60개 /m²以下) 慣行 對比 早期 分蘖肥 施用區 (T2) 및 緩效性 肥料로 80%를 基肥로 施用後 3 葉期에 20%를 요소로 施用한 區(T4)에서 多少 增收되었고 T3에서 減收되었으나 立毛數 90개 /

Table 8. Ripened grain rate and 1,000 grain weight affected by seeding density and nitrogen application methods

Treatment	Ripened grain rate (%)						1,000 grain weight (g)					
	No.	30	60	90	120	150*	Mean	30	60	90	120	150*
T1	93	94	94	91	91	92	24.2	24.3	24.4	24.3	24.0	24.2
T2	96	97	98	97	95	95	24.5	24.5	24.5	24.4	24.2	24.4
T3	94	95	97	96	96	96	24.5	24.5	24.4	24.5	24.4	24.5
T4	96	96	96	96	94	96	24.4	24.6	24.5	24.5	24.4	24.5
T5	93	95	97	96	94	95	24.4	24.5	24.5	24.4	24.3	24.4
Mean	94	96	96	95	94	95	24.4	24.5	24.5	24.4	24.3	24.4

* No. of seedling per m²

Table 9. Yield and yield index affected by seedling density and nitrogen application methods

Treatment	Yield (kg /10a)						Yield index						
	No.	30	60	90	120	150*	Mean	30	60	90	120	150*	Mean
T1	495	540	558	550	540	537	537	89	97	100	99	97	(100)
T2	519	555	562	552	545	547	547	93	99	101	99	98	(102)
T3	472	530	550	547	540	528	528	85	95	99	98	97	(98)
T4	505	545	560	553	545	542	542	91	98	100	99	98	(101)
T5	512	550	560	545	542	541	541	92	99	100	98	97	(101)
Mean	501	544	558	549	543	539	539	(90)	(97)	(100)	(98)	(97)	-

* No. of seedling per m²

() : Yield index of mean was compared with mean yield of 90 seedling per m² and T1 (conventional application method)

m²以上에서는 施肥方法間에 別 差異가 없었다.

立毛數가 적었을 때 生育 및 收量이 良好한 施肥方法(T2)에서 立毛數와 收量과 所得과의 關係를 구한 結果는 그림 1에서 보는 바와 같이 收量과 所得이 모두 立毛數와는 2次相關이 인정되었는데 立毛數 100개 /m²에서 最高의 收量을 보였으며, 立毛數 93개 /m²에서 가장 조수익이 많았다. 立毛數가 적었을 경우 再播하여 最高의 收量을 거둔다고 보고 立毛數와 조수익간의 回歸曲線에서 만약 立毛수가 적어 재파종을 할 경우의 經

營費 增加額 49.5千원을 勸案하여 再播限界를 推定한 結果 그림 1에서와 같이 再播限界 立毛數는 55개 /m²이었다.

以上에서와 같이 生育 및 收量을 勸案한 適正 立毛數는 90개 /m² 內外이며 立毛數가 적을 때는 慣行 分施方法보다는 基肥로 40% 施用後 分藥肥를 早期(3葉期)에 30%, 5葉期에 20%를 施肥하는 것이 合理的인 施肥方法이며 再播時 經營費 加重額과 所得을 考慮한 再播限界 立毛數는 55개 /m² 未滿으로 推定되었다.

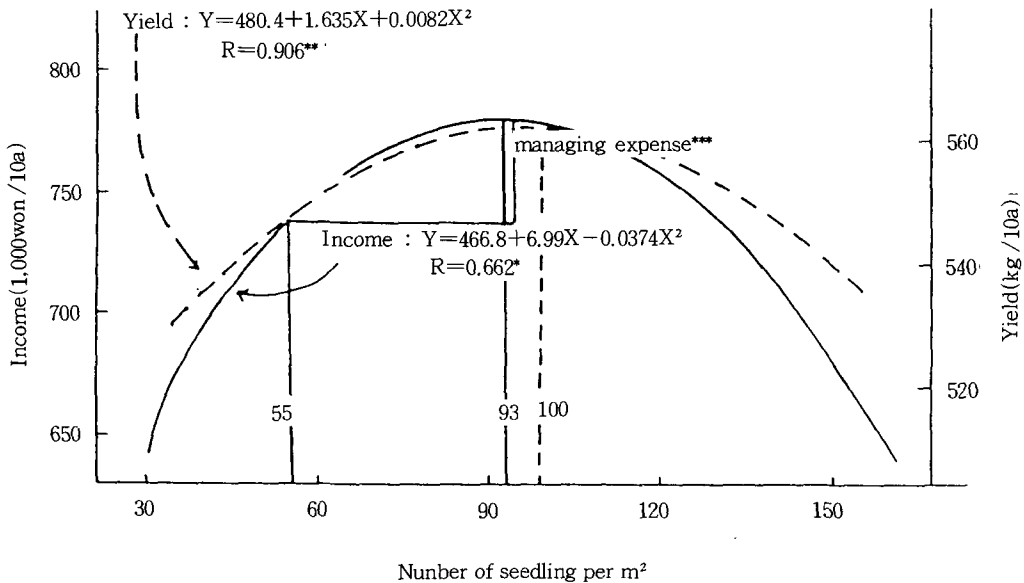


Fig. 1. Relationships among the yield, income and number of seedling in T2 nitrogen application.

*** : Expense of reseedling(rotary+seed+seedling)

摘 要

벼 무논골뿌림栽培時 立毛數別 適正 窒素 施肥 方法을 究明하고자 立毛數 및 窒素施肥方法을 달리하여 生育 및 收量을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 最高分蘗期는 立毛數 30개 /m²에서 播種後 60 日頃, 60개 /m²는 播種後 55日頃, 90~150개 /m²에서는 播種後 50日頃이었으며, 有效莖 比率은 立毛數가 많을수록 적었다.
2. 穗數는 立毛數 30개 /m²에서만 300개 /m² 內外로 다소 적었으나 60개 /m²以上에서는 立毛數間에 別 差異가 없었고 立毛數가 적었을 때는 慣行 施肥方法보다 早期分蘗肥 施用(T2)에서 많았다.
3. 倒伏은 立毛數 120개 /m² 以上에서 多少 發生 하였고 施肥方法間에는 穗肥를 施用한 慣行 分 施方法에서 다른 施肥方法보다 多少 심하게 發生하는 傾向이었다.
4. 收量은 立毛數 60개 /m² 以上에서는 立毛數間에 有意差가 없었고 立毛數가 적었을 때는 慣行 施肥方法보다 3葉期에 分蘗肥를 施用하는 것이 增收되었으며 立毛數 90개 以上에서는 施肥方法間에 別 差異가 없었다.
5. 再播時 經營費 增加를 勘案한 所得으로 本 再播限界 立毛數는 55개 /m²이었다.

引用文獻

1. 金丁坤, 金尙洙, 李善龍, 田炳泰. 1991. 湖南 地方 벼 乾畚直播栽培에 關한 研究, 1) 벼 乾畚直播 適應品種 選定에 關한 研究. 農試論文集(水稻篇) 33(2) : 6-18
2. 金帝圭, 李文熙, 吳潤鎮. 1993. 벼 湛水表面直播栽培와 손秧栽培의 倒伏發生 樣相. 韓作誌 38(3) : 219-227
3. _____, _____, _____. 1993. 벼 乾畚直播栽培에서 Giberellin의 種子噴霧 處理가 草長伸

長에 미치는 影響. 韓作誌 38(4) : 297-303

4. 金虎中, 崔旻圭, 朴亨萬. 1994. 南部 干拓地에서 벼 무논 골뿌림 栽培時 品種間 反應. 農試論文集(水稻篇) 36(1) : 25-33
5. 金尙洙, 崔元永, 石順鍾, 李善龍, 金鍾吳, 趙東三. 1995. 벼 무논골뿌림 栽培時 中間落水 回數가 倒伏 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 40(1) : 33-38
6. 金尙洙, 白南鉉, 石順鍾, 李善龍, 趙東三. 1994. 벼 무논골뿌림 栽培에서 播種前 논 畧日數 및 畧깊이가 立毛 및 生育에 미치는 影響. 韓作誌 39(6) : 531-536
7. 金純哲, 黃東容, 朴成泰, 田炳泰, 李壽寬. 1992. 南部地域 벼 乾畚直播 播種量 究明. 農試論文集(水稻篇) 34(1) : 39-48
8. 李善龍, 金尙洙, 崔旻圭, 李宗植, 朴錫洪. 1991. 벼 機械移秧 栽培時 側條 施肥에 의한 肥料節減이 生育 및 收量에 미치는 影響. 農試論文集(水稻篇) 33(2) : 34-40
9. _____, _____, 任日彬, 石順鍾, 金鍾吳. 1993. 벼 湛水直播栽培의 現況과 問題點 및 今後對策. '93 直播栽培研究 : 58-76
10. 三石昭三. 1982. 水稻의 湛水土中直播法가 成立するまで. 農業技術 37(7) : 294-303
11. 三石昭三, 井村光夫. 1982. 水稻湛水直播における 諸問題. 農及園 57(12) : 43-48
12. 吳潤鎮, 朴光鎬, 具然思, 金純哲. 1993. 벼 直播栽培 雜草群落 變化 展望. '93 直播栽培研究 1 : 77-99
13. 朴錫洪. 1993. 벼 直播栽培의 現況 및 問題點과 發展方向. '93 直播栽培研究 : 1-27
14. 朴成泰, James E. Hill, 張安徹, 李壽寬. 1993. 湛水深 差異가 벼 品種과 피의 初期生育에 미치는 影響. 韓作誌 38(5) : 405-413
15. 鷺尾 養. 1989. 水稻湛水土中直播栽培における 最近動向 (1). 農業技術 44(4) : 150-153
16. 山崎信弘, 田中英彦, 古原 洋, 田中文夫. 1992. 北海島における 最近의 湛水直播栽培. I-1. 現況と問題點. 農業技術 47(8) : 347-351
17. _____, _____, _____, _____. 1992. 北海

島における最近の湛水直播栽培. I-2. 現況
と問題点. 農業技術 47(9) : 411-413

18. 米野 操. 1988. 山形県における湛水直播栽培
の現況. 農業技術 43(5) : 198-202