

벼 어린모 無耕耘 機械移秧栽培의 窒素 分施方法에 따른 生育 및 收量

金尙洙* · 崔旻圭* · 朴洪圭* · 柳喆鉉* · 李善龍*

Effect of Nitrogen Split Application on Growth and Grain Yield at No-tillage Machine Transplanting of Infant Rice Seedling

Sang Su Kim*, Min Gue Choi*, Hong Gue Park*, Chul Hyun Yoo* and Seon Yong Lee*

ABSTRACT : To elucidate the proper nitrogen application method for machine transplanting of rice infant seedling in no-tilled paddy, Dongjinbyeo was used and nitrogen was applied five methods including conventional application method.

Leaf color was darker at 80% of total nitrogen was applied as basal and lighter at 20% of total nitrogen was reduced than conventional application method in tillering stage, but wasn't significantly different after panicle formation stage among the application method. And it was thinner at tillering stage and was darker after panicle formation stage in no-tilled paddy compared with tilled paddy. Tiller number, LAI and top dry weight were more at 80% of total nitrogen was applied as basal than conventional application method, and more in tilled paddy than no-tilled one at tillering stage, but at heading stage they were highest at top dressing applied 25 days after transplanting. C.G.R was highest at top dressing for tillering was delayed and it was lower in no-tilled paddy at tillering stage but was higher after panicle formation stage than in tilled one. Yield was highest at top dressing time was delayed among nitrogen application method, but wasn't significantly different between tilled method in same nitrogen application method.

Key words : Rice, Infant seedling, No-tilled, Nitrogen application.

우리 나라는 농촌 노동력 부족과 농산물 시장 개방에 따른 쌀의 국제 경쟁력 향상에 대응하기 위하여 벼栽培樣式이 손移秧栽培에서 機械移秧栽培로 전환되었으며 최근에는 直播栽培面積도 漸增하고 있는 실정이다. 그런데 機械移秧栽培나 直播栽培는 立毛의 安定化와 雜草防除 效果 增大를 위하여 손移秧栽培보다 정밀한 整地가 불가피하므로 整地 作業에 많은 노력이 소요된다. 따라서 최근에는 耕耘 整地 勞力의 省略을 위하여 無耕耘栽培에 대한 연구가 추진되고 있다.

無耕耘 機械移秧栽培는 施用된 生糞의 腐熟 촉진과 토양의 硬度를 낮추어서 浮苗 및 缺株를 輕減시키기 위해 이양전 20~25일부터 湛水하여야 하며, 雜草 防除을 위하여 답수 전에 독새풀 防除을 위해 paraquat dichloride 액제를 살포함과 동시에 답수 직후에 dimepiperate + bensulfuron-methyl 입제를 처리하여야 한다¹⁾. 大森 등²⁾은 水稻 無耕耘栽培를 계속하면 심토층이 치밀하여 뿌리가 표층에 많이 분포되며 석회, 부식 인산이 표층에 많이 集積된다고 하였으며, 無耕耘栽培는 비

* 湖南農業試驗場(National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan 570-080, Korea) <'96. 6. 22 接受>

료 효율이 낮아 30%의 窒素 増施가 필요하며¹⁾, 생육 초기에는 암모니아태 질소가 부족하나 생육 후기에는 많아지며, 7월 중순 이후는 稻體의 窒素 吸收量이 많아진다고 하였다⁷⁾. 한편 李 등⁶⁾은 벳짚 시용시 施肥 窒素의 50~90%가 有機化 되며, 有機化된 窒素는 시용후 50일부터 無機化 되었다고 한다. 한편 金 등²⁾은 南部 平野地에서 보통기 中苗 機械移秧栽培時 기비중점 시비보다 기비로 30% 시용하고 4회 분시하거나 수비중점 시비에서 收量이 높다고 하였으며, 大塚 등⁹⁾은 벳 無耕 耘 栽培時는 穗數가 적으므로 기비중점 시비하여 穗數를 증대시킬 필요가 있다고 하였다. 따라서 南部 地方에서 벳 無耕 耘 어린모 機械移秧栽培에 알맞는 窒素 施肥方法을 구명하고자 窒素 分施方法을 달리하여 시험한 결과 몇 가지 결과를 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

材料 및 方法

南部 平野地에서 벳 어린모 無耕 耘 機械移秧栽培에 알맞는 窒素 分施方法을 구명하고자 東津벼를 공시하여 湖南農業試驗場 水稻圃場인 全北統(微砂質壤土)에 生藁를 전량 절단 환원한 3년차 無耕 耘 재배한 논에서 실시하였다. 無耕 耘 畚의 토양의 硬度를 낮추고 生藁의 腐熟 促進을 위하여 이앙전 20일부터 灌水하였으며, 雜草 防除를 위해 담수와 동시에 Bensulfuron + Mefenacet 입제를 처리하고 이앙후 7일에 Pyrazosulfuron-ethyl + Benthiocarb 입제를 살포하였다. 산과상자에 200g /상자를 과중하여 10일간 育苗한 어린모를 6월 5일에 주당 5본씩 m²당 23주를 機械移秧하였으며, 試驗區는 亂塊法 3反復으로 배치하였다.

施肥量은 질소-인산-칼리=11-7-8kg / 10 a로 하였는데 인산은 전량기비, 칼리는 기비-수비=70-30%로 分施하였고, 窒素 施肥方法은 表 1과 같이 慣行 分施方法(T1)의 4처리로 하였으며, 대비로 耕 耘 畚에 慣行 施肥方法(T1)으로 分施하였다.

葉色은 Minolta 葉色계로 완전전개 상위 2번째 엽인 활동 중심엽의 중앙부의 葉色을 측정하였다.

Table 1. Nitrogen split application method

Treatment number	Nitrogen application rate				
	Basal	15 DAT	25 DAT	25 DBH	H.D
Conventional	50	20	—	20	10
T1	50	20	—	20	10
T2	50	—	20	20	10
T3	40	40	—	20	—
T4	30	30	—	20	—
T5	80	—	—	20	—

*DAT : days after transplanting, DBH : days before heading, H.D : heading date
Conventional : tilled paddy

葉面積은 生育이 중 정도인 모 5주를 AAM-7 自動葉面積測定器로 측정하였으며, 葉面積 측정 시료를 100℃에서 30분간 건조하고 80℃에서 2일간 건조시켜 乾物重을 측정하였다. 기타는 湖南農業試驗場 표준재배법 및 農村振興廳 조사기준에 준하였다.

結果 및 考察

1. 葉色, 草長 및 莖數

식물체중 질소 함량과 밀접한 관계가 있는 葉色의 經時的 變化는 그림 1과 같다. 分蘗盛期인 이앙후 20일의 葉色은 無耕 耘 畚의 시비 방법간에는 기비중점 시비구인 T5에서 가장 짙고, 다음이 기비로 40% 시비후 分蘗肥로 40% 시비한 T3이었으며, 기비와 分蘗肥로 30%씩 分施한 T4에서 가장 낮았다.

한편 경운 방법간에는 관행인 耕 耘 栽培보다 無耕 耘 栽培의 어느 시비방법에서나 葉色이 낮았는데 이는 관행의 耕 耘 栽培에서는 전층시비로 비료의 유실이 적었던데 비해 無耕 耘 栽培에서는 生藁가 施用된 표층에 질소가 시비되어 유실량이 많고 시비한 질소의 대부분이 有機化 됨으로써 토양중 可用性 窒素가 적었기 때문^{5,6)}으로 생각된다. 이앙후 35일에는 20% 감비구(T4)에서만 慣行 施肥方法(T1)보다 낮았고 기타 시비방법에서는 다소 짙었으며, 耕 耘이 無耕 耘보다 짙었다.

幼穗形成期에는 20% 감비구(T4)에서 가장 낮

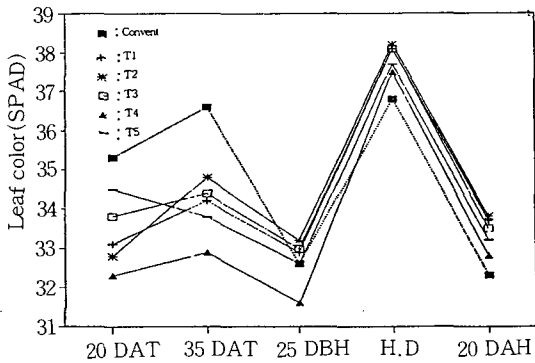


Fig. 1. Changes of leaf color under the different nitrogen application methods.

*DAT : days after transplanting, DBH : days before heading, H.D : heading date, DAH : days after heading

왔고 기타 시비방법이나 경운 방법간에는 별 차이가 없었고 출穗期和 출수후 20일에는 慣行 施肥方法보다 30% 감비구(T4)나 기비중점구(T5)에서 다소 낮았고 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었다. 한편 경운 방법간에는 無耕耘이 耕耘보다 葉色이 짙었는데 이는 생육 초기에 有機化된 窒素가 無機化 되었기 때문에 稻體의 窒素 吸收量이 많았기 때문으로 생각되며, 이는 金 등³⁾, 李 등⁶⁾ 및 大塚 등⁹⁾의 보고 내용과 같은 경향이였다.

草長의 經時的 變化는 表 2에서와 같이 分蘖盛期인 이양후 25일에는 慣行 施肥方法(T1)에 비하여 分蘖肥를 10일 늦게 시비한 구(T2)에서 짧았고 기비중점구(T5)가 길었으나 기타 施肥方法은 별 차이가 없었으며, 最高分蘖期인 이양후 35일에는 20% 감비구(T4)만 慣行 施肥方法보다 짧았고 나머지 시비방법은 관행보다 다소 길었다. 幼穗形成期 이후에는 30% 감비구(T4)와 기비중점 시비 구(T5)는 慣行 施肥方法보다 다소 짧았으나 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었다.

한편 경운 방법간에는 생육 초기인 이양후 20일과 이양후 35일에는 耕耘보다 無耕耘에서 草長이 짧았으나 幼穗形成期 이후에는 無耕耘에서 길었다. 이는 李 등⁶⁾ 및 野野山 등⁷⁾의 보고와 같이

Table 2. Changes of plant height as affected by nitrogen split application methods

Nitrogen application method	Plant height (cm)				
	20DAT	35DAT	25DBH	H.D	20DAH
Convent.	23.2	44.8	74.7	96.5	102.8
T1	22.0	42.2	76.6	103.4	107.8
T2	21.5	43.1	77.3	103.9	106.8
T3	22.2	43.1	76.9	103.0	105.0
T4	22.0	41.6	73.6	98.9	102.2
T5	23.0	42.4	75.0	102.8	104.7

無耕耘畝에서 생육 초기에 施用 窒素의 有機化量이 많아 窒素 吸收量이 적었고 생육 후기에는 有機化된 窒素가 無機化 되어 稻體의 窒素 吸收量이 많았기 때문으로 생각된다.

施肥方法 및 耕耘方法에 따른 莖數의 經時的 變化와 有效莖比率는 表 3에서와 같다. 無耕耘의 시비 방법간에는 分蘖盛期에는 관행(T1)보다 30% 감비구(T4)에서 적었고 기비중점 시비구(T5)에서 다소 많았으나 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었다. 最高分蘖期과 幼穗形成期에는 이양후 25일 分蘖肥 시비구(T2)와 分蘖肥로 40%를 시비한 구(T3)에서 관행보다 많았으나 30% 감비구(T4)와 기비중점 시비구(T5)에서는 관행(T1)보다 적었다. 出穗期에는 관행(T1)대비 分蘖肥를 이양후 25일에 시비한 구(T2)에서 많고 30% 감비구(T4)에서 적었으나 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었다.

한편 경운 방법간에는 幼穗形成期까지는 無耕

Table 3. Changes of tiller number as affected by nitrogen split application method

Nitrogen application method	Tiller number per m ²				Effective tiller rate
	20DAT	35DAT	25DBH	H.D	
Convent.	214	531	363	336	63
T1	168	497	352	343	69
T2	161	538	386	368	68
T3	172	510	354	349	68
T4	147	453	329	329	73
T5	184	492	333	333	68

Table 4. Changes of leaf area index and discolored leaf area rate for 20days after heading as affected by nitrogen application method

Nitrogen application method	Leaf area index					Discolored leaf area rate ¹⁾
	20DAT	35DAT	25DBH	H.D	20DAH	
Convent.	0.23	2.63	4.64	6.47	5.16	20.2
T1	0.17	2.55	4.70	6.66	5.39	19.1
T2	0.17	2.70	5.10	6.99	5.90	19.1
T3	0.18	2.54	4.80	6.66	5.01	24.8
T4	0.15	2.10	4.13	5.66	4.25	25.0
T5	0.18	2.63	4.98	7.02	5.28	24.8

$$1) \text{ Discolored leaf area rate} = \frac{H.D - 20DAH}{H.D} \times 100$$

耘보다 耕耘에서 莖數가 많았으나 出穗期에는 耕耘보다 無耕耘에서 많았다. 그리고 幼穗形成期 이후 莖數의 감소 정도는 耕耘보다 無耕耘에서 적었는데 이는 無耕耘이 耕耘보다 葉素분율이 적었고 最高分蘗肥 이후 有機窒素의 無機化로 可用性 窒素量이 많았기 때문이라고 생각된다.

有效莖比率은 30% 감비구(T4)에서 가장 높았고 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었으며 경운 방법간에는 耕耘보다 無耕耘에서 높았다.

2. 葉面積, 乾物重 및 個體群 生長速度

葉面積 指數의 經時的 變化는 表 4에서와 같다. 無耕耘의 시비 방법간에 分蘗盛期에는 관행 대비 30% 감비구(T4)에서 적었으며, 最高分蘗期, 幼穗形成期 및 出穗期에는 이양후 25일에 分蘗肥 시용구(T2)와 기비중점구(T5)에서 관행보다 많았으며 30% 감비구(T4)에서는 慣行 施肥 方法보다 적었다. 경운 방법간에는 最高分蘗期까지는 無耕耘이 耕耘보다 적었으나 幼穗形成期 이후에는 耕耘보다 無耕耘에서 많았다.

한편 출수후 20일간의 葉 老 化 率은 實肥를 사용한 구(T1, T2)보다 實肥를 사용하지 않은 처리(T3~T5)에서 심하였으며, 동일 窒素 施肥 方法에서는 無耕耘보다 耕耘에서 葉 老 化 程度가 다소 높았다. 이는 無耕耘 처리에서 출수기 이후에 토양중 可用性 窒素가 많아 窒素 吸收量이 많았기 때문⁷⁾으로 생각된다.

Table 5. Changes of top dry weight as affected by nitrogen application method and tillage type

Nitrogen application method	Top dry weight (g/m ²)				
	20DAT	35DAT	25DBH	H.D	20DAH
Convent.	30	140	437	935	1,205
T1	25	128	464	993	1,291
T2	23	142	496	1,004	1,314
T3	23	130	455	985	1,248
T4	22	120	420	925	1,170
T5	28	128	469	999	1,282

시비 방법별 生育 時期에 따른 乾物重의 經時的 變化는 表 5에서와 같이 最高分蘗期에는 관행(T1)에 비하여 이양후 25일 分蘗肥 시비구(T2)와 40% 分蘗肥 시비구(T3)에서 무거웠고 20% 감비구(T4)에서 가벼웠으며, 출수기 이후에는 관행(T1)대비 이양후 25일 分蘗肥 시비구(T2)에서 무겁고 20% 감비구(T4)에서 가벼웠으며, 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었다.

한편 동일 시비방법에서 경운 방법간에는 最高分蘗期까지는 耕耘보다 無耕耘이 가벼웠으나 幼穗形成期 이후에는 耕耘보다 無耕耘에서 무거웠다. 이는 전술한 바와 같이 耕耘보다 無耕耘에서 生育 초기에 施肥窒素의 有機化로 草長과 莖數가 적었고 生育 후기에는 有機化된 窒素의 無機化로 稻體의 葉身 窒素濃度가 높아 光合成이 촉진되어 生育량이 많았기 때문^{1,6,9)}으로 생각된다.

시비 방법별 個體群 生長速度(C.G.R)의 經時的 變化는 그림 2에서와 같이 이양후 20일간의 시비 방법간에 별 차이가 없었으나 이양후 20일~이양후 35일과 이양후 35~幼穗形成期에는 관행(T1)보다 이양후 25일 分蘗肥 시용구(T2)에서 많았고 30% 감비구(T4)에서 적었으며, 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었다. 幼穗形成期~出穗期에는 20% 감비구(T4)에서만 관행보다 적었고 기타 시비 방법간에는 별 차이가 없었으며, 출수후 20일간의 實肥를 사용한 구(T1, T2)가 實肥를 사용하지 않은 구(T3~T5)보다 많았다.

Table 6. Yield and yield components as affected by nitrogen application method

Nitrogen application method	Culm length (cm)	No. of panicle per m ²	No. of spikelets per m ² (×1,000)	Ripened grain rate	1,000 grain weight (g)	Milled rice yield (kg /10a)	Yield index
Convent.	80	336	24.6	95	24.6	520	100
T1	86	343	24.8	95	24.7	524	101
T2	86	368	27.2	94	24.6	556	107
T3	85	349	24.9	93	24.7	532	102
T4	83	329	22.1	95	24.4	467	90
T5	84	333	23.5	93	24.7	486	93

CV(%)4.3
LSD(5%)29

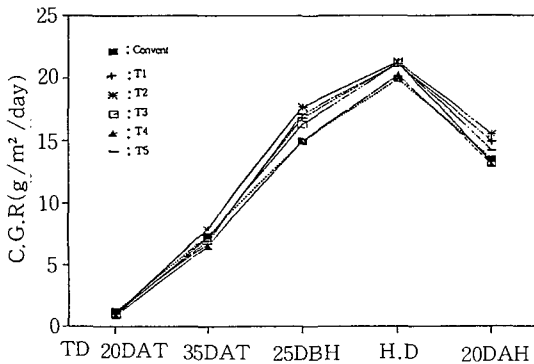


Fig. 2. Changes of crop growth rate as affected by nitrogen application method.

한편 동일 시비방법에서 경운 방법간에는 最高分蘗期까지는 無耕耘이 耕耘보다 적었으나 最高分蘗期 이후는 無耕耘이 耕耘보다 많았다.

3. 收量構成要素 및 收量

收量構成要素와 收량은 表 6과 같이 稈長은 관행(T1)에 비하여 20% 감비구(T4)와 기비중점 시비구(T5)에서 짧았고 耕耘보다 無耕耘에서 길어 無耕耘栽培는 耕耘보다 倒伏의 위험성이 컸으나 倒伏은 발생하지 않았다.

단위면적당 穗數와 粒數는 관행(T1)에 비하여 이양후 25일 分蘗肥 시용구(T2)에서 많았고 20% 감비구(T4)와 기비중점 시비구(T5)에서 적었으며 동일 시비방법에서 耕耘 유무간에는 無耕耘이 耕耘보다 많았다.

登熟比率는 시비 방법간에 별 차이가 없었으며, 玄米 1,000粒重은 20% 감비구(T4)에서 관

행(T1)보다 가벼웠으나 기타 처리간에는 별 차이가 없었다.

金 등²⁾은 南部 平野地에서 中苗 機械移秧栽培時 기비중점 시비보다 수비중점 시비나 30% 기비 시용후 4회 분사에서 增收된다고 하였는데, 쌀수량은 관행(T1)에 비하여 이양후 25일 分蘗肥 시용구(T2)에서 增收되었고 20% 감비구(T4)와 기비중점 시비구(T5)에서 減收되었다.

摘 要

無耕耘畝에서 벼 어린모 機械移秧栽培에 알맞는 窒素 施肥方法을 구명하고자 湖南農業試驗場 水稻圃場인 全北統의 3년차 無耕耘 栽培畝에서 東津벼를 공시하고 窒素 施肥方法을 달리하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 葉色은 分蘗盛期에는 慣行 施肥方法에 비하여 기비 중점 시비에서 짙었고 20% 감비구에서 옅었으며, 耕耘이 無耕耘보다 짙었고, 幼穗形成期 이후에는 시비 방법간에 별 차이없이 耕耘보다 無耕耘에서 짙었다.
2. 生育 초기에는 慣行 施肥方法보다 기비중점 시비에서, 無耕耘보다 耕耘에서 莖數, 葉面積 및 乾物重이 많았으나 出穗期에는 10일 늦게 分蘗肥를 시비한 처리에서 많았고 기비중점 시비에서 적었다.
3. 個體群 生長速度는 慣行 施肥方法보다 10일 늦게 分蘗肥를 시비한 처리에서 컸으며, 生育 초기에는 耕耘이 無耕耘보다 컸으나 生育 후기에

- 는 耕耘이 無耕耘보다 적었다.
4. 有效莖比率은 20% 감비구에서만 慣行 施肥方法보다 높았고, 耕耘보다 無耕耘에서 높았으며, 출수후 20일간의 葉 老化率은 實肥 무시용구가 시용구보다 높았다.
 5. 單位面積當 穗數와 粒數는 10일 늦게 分蘖肥를 시비한 처리가 관행시비보다 많았고 경운 방법 간에는 별 차이가 없었다.
 6. 收量은 慣行 施肥方法보다 10일 늦은 分蘖肥 시비가 많았고, 기비중점 시비와 20% 감비에서 적었으며, 동일 시비방법의 경운 방법 간에는 별 차이가 없었다.

引用文獻

1. 石原 邦, 飯田 修, 平 正, 小倉忠治. 1979. 水稻葉身の窒素濃度と光合成速度との關係. 日作紀 48(4):543-550.
2. 金丁坤, 李善龍, 金鍾昊, 林茂相, 趙正翼. 1987. 水稻 機械移秧栽培에서 窒素施肥가 乾物生産 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 32(1):48-54.
3. 김장용, 홍광표, 손길만, 신현열, 최경배, 이원식. 1991. 벼 무경운재배에 관한 연구. 경남연보:44-49.
4. 金尙洙, 安基燮, 石順鍾, 李善龍. 1992. 無耕耘 機械移秧栽培 湛水期間 試驗. 湖試報告書:193-194.
5. Lee, Sang Kyu. 1983. Effects of Rice Straw Application on the Immobilization of Applied Nitrogen in a Submerged Soil. J. Korea Soc. Soil Sci. Fert. 16(4):368-371.
6. 李相圭, 黃光男. 1984. 논 土壤에 堆肥 및 볏짚 施用時 施肥窒素의 有機 및 無機化 作用에 關한 研究. 韓土肥誌 17(1):60-66.
7. 野野山芳夫. 1981. 水稻の 不耕起直播栽培に 關する 土壤肥料學的研究. 中國農試研報 E 18:1-61.
8. 大森 正, 小野芳郎, 川中弘二, 坪井 勇. 1968. 水稻不耕起直播における土壤肥料的研究, 第1報 不耕起の繼續が水稻の收量および土壤理化性に及ぼす影響について. 中國農業 研究 38:19-21.
9. 大塚一雄, 新井 守. 1990. 水稻無代かき移植栽培技術. 埼玉縣農試:45-51.
10. 신현열, 김장용, 이한생, 황홍도. 1988. 무경운 기계이앙 가능성 검토. 경남연보:46-55.
11. 富久保男. 1994. 水稻の乾田不耕起直播栽培. “その開發の現狀と問題點”. 農業および園藝 69(9):991-995.