

## 耕耘과 無耕耘 條件에서 벼 乾畚畦立直播栽培의 窒素施肥量

李錫淳\* · 洪承範\* · 白俊鎬\*

### Nitrogen level in tillage and no-tillage systems in Direct-seeded rice

Suk Soon Lee\*, Seung Beom Hong\* and Jun Ho Back\*

**ABSTRACT** : Growth performance of dry seeded paddy rice was studied at four N levels (10, 15, 20, and 25 kg/10a) in tillage and no-tillage systems. Although the number of seedlings and maximum tillers tended to be higher and heading date was delayed by 2 days in tillage compared with those in no-tillage system, grain yield, yield components, lodging related characteristics, and N uptake were similar between two tillage systems.

As N level increased, grain yield increased due to increased panicle number although the number of spikelets per panicle and percent ripened grains were similar and 1,000 grain weight decreased slightly. Lodging index increased with increased N level due to higher plant height and decreased breaking strength and culm base weight, but lodging was not occurred in the field. Cellulose, hemicellulose, and lignin contents of culm base were similar among N levels. Concentration and uptake of N increased as N level increased.

窒素는 단백질의 구성성분으로 효소와 세포막의 형성에 필요할 뿐 아니라 핵산, 엽록소, 여러 가지 vitamin의 구성성분으로서 식물의 생육에 많이 필요한 성분이지만 일반적으로는 토양에 많이 존재하지 않으므로 수도의 생산성은 질소비료에 좌우되는 경우가 많다.<sup>4)</sup>

수도재배에서는 질소비료의 시용량이 증가할수록 분얼수, 엽면적, 이삭수, 영화수가 증가하고, 영화수가 적을 때는 登熟率과 千粒重이 증가하므로서 수량이 증가하는 것이 보통이지만 질소 양이 지나치게 많을 경우에는 도열병이 발생하고, 키가 크며, 줄기의 세포벽 구성물질의 생성이 억제되어 도복으로 인한 수량감소와 품질저하가 문제된다.<sup>4,12)</sup>

알맞은 질소시용량은 토양, 재배양식, 품종, 분시비율, 물관리 등에 따라서 달라지는데 지금까지 연구는 경운, 정지후 이앙재배하는 수도에 관한 것이 대부분이며,<sup>4,8,12)</sup> 최근에 直播재배에 관한 연구가 시작되면서 건답직파에 관한 연구가 일부 있을

뿐이다.<sup>3,4,10)</sup>

수도의 이앙재배는 육묘와 이앙작업에 전 노동력 하량의 28.3%가 소요되고,<sup>4,8)</sup> 지금은 노동력의 부족, 인건비의 상승, 생산비 절감을 통한 국제경쟁력의 재고가 필요하므로 벼의 직파재배가 주목을 끌고 있다. 직파재배에는 澆水直播과 乾畚直播이 있으나 澆水直播은 뿌리가 깊게 뻗지 않아 도복하기 쉬워 기계수확이 어렵고, 품질이 저하될 가능성이 크다.<sup>11)</sup> 그러나 乾畚直播은 종자를 땅속에 파종하므로 도복의 위험은 澆水直播보다 적지만 입모율이 낮은 결점이 있다. 한편 연구중인 건답휴립직파재배는 필요시에 골에만 澆水하여 立苗率을 높일수 있고, 파종작업을 기계화할 수 있어 유망한 직파재배법으로 생각되며,<sup>5,8)</sup> 더욱 노력을 절감하기 위하여 무경운 조건에서 직파재배하는 연구도 필요한데 이들 건답휴립직파재배에 관한 보고는 극히 적다.<sup>1)</sup> 그래서 본 시험에서는 경운과 무경운조건에서 벼를 건답직파할 때 질소시비량이 수

\* 嶺南大學校 農畜產大學 (Coll. of Agri. & Animal Sci., Yeungnam Univ., Kyongsan 712-749, Korea)  
이 論文은 1990年度 文教部 支援 學術振興財團의 自由公募課題 學術研究助成費에 依하여 研究되었음.

<91. 3. 15 接受>

도의 생육과 생산성에 미치는 영향을 검토하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

### 材料 및 方法

본 시험은 1990년 경북 경산의 영남대학교 농축산 대학 실험농장에서 실시하였으며, 공시품종은 日本型이고, 도복에 강하여 직파재배용으로 육성중인 密陽95號이었다.

시험설계는 耕耘과 無耕耘을 주구로 하고, 窒素施肥량을 세구로 한 분할구 배치 3반복이었다. 경운은 봄에 논을 갈고, 碎土한 후 비료를 사용하였고, 무경운은 논을 갈지 않고 paraquat를 처리하여 발생된 잡초를 죽인후 비료를 사용하였다. 질소는 성분량으로 10, 15, 20, 25kg/10a의 수준으로 사용하였으며, 분시비율은 기비 : 담수직후 : 담수 2주후 : 출수 25일전 : 출수기에 각각 20 : 30 : 20 : 20 : 10% 이었다. 인산과 칼리는 성분량으로 각각 10 kg/10a 수준으로 전량 기비로 사용하였다.

파종은 5월 17일에 실시하였으며, 파폭 90cm, 휴폭 30cm에 10a당 6kg 수준으로 乾燥種子를 散播한 후 麥類畦立廣散播機를 이용하여 휴폭의 흙을 파서 고랑을 만들면서 그 흙으로 복토하였다.

물관리는 파종후 30일부터 담수하였고, 제초제는 phylazolate를 처리하였으며 제초가 잘 되지 않은 것은 손으로 제초하였다.

立苗數는 담수직전에 50×200cm 되는 지점에서 조사하였으며, 분얼수는 10×100cm 되는 지점에 있는 식물체를 파종후 6주부터 5일 간격으로 출수기까

지 조사하였다.

질소함량은 파종후 50일과 70일, 출수기, 출수후 15일과 35일, 수확기에 Micro-Kjeldahl방법<sup>13)</sup>으로 분석하였다. 葉面積指數는 출수기에 수확한 것을 LI-3000 Portable Area Meter로 엽면적을 조사한 후 땅면적으로 나누어 葉面積指數를 계산하였다.

간장과 수장은 수확직전 포장에서 연속된 20주를 대상으로 조사하였고, 수량구성요소는 50×50cm, 수량은 0.5×6m의 면적에서 벼를 수확하여 조사하였다.

엽면적지수, 단위면적당 이삭수 및 수량은 파종된 면적에서 표본을 취하였으므로 파종되지 않은 휴폭의 면적을 고려하여 계산하였다.

倒伏指數는 출수후 30일에 구당 30개의 분얼을 대상으로 농촌진흥청의 방법<sup>9)</sup>에 따라 地上部의 길이×生體重×100/挫折重으로 구하였다. 좌절중은 地面으로부터 10cm되는 간기를 취하여 거리가 6cm 되는 곳에 걸쳐 놓고, 중앙에 물통을 달아 물을 부어 부러지는 무게를 측정하였다. 간기중은 좌절중을 측정한 시료를 80℃로 건조한 후 측정하였고, 간기의 細胞壁 構成物質은 Van Soest방법<sup>6)</sup>으로 분석하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 生育相況

분얼수의 변화를 그림 1에서 보면 경운과 무경운에서 모두 분얼수의 변화양상은 비슷하였으나 분얼

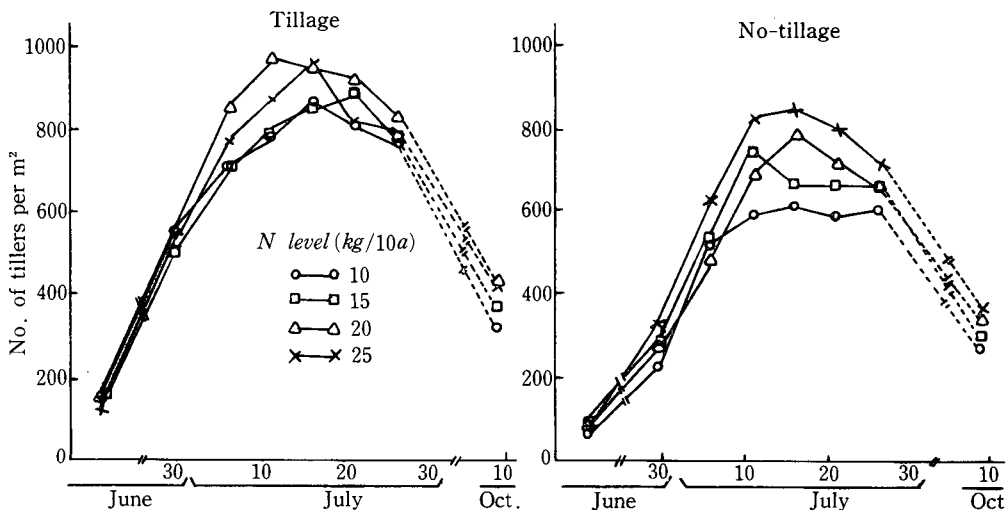


Fig. 1. Changes in the number of tillers of Milyang 95 at different nitrogen levels in two tillage systems.

**Table 1.** Percent stand, heading date, leaf area index(LAI) at heading stage, culm length, panicle length, and percent panicle bearing tillers at different tillage systems and nitrogen levels.

Treatment	No. of seedlings (/m <sup>2</sup> )	Heading date	LAI at heading stage	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	% panicle bearing tillers
Tillage	187 ns	Aug. 22	5.3 ns	68.3 a <sup>1/</sup>	18.5 ns	42.7 ns
No-tillage	116	Aug. 20	4.3	64.7 b	18.4	45.8
N 10 <sup>2/</sup>	150 ns	Aug. 21	3.6 c	61.6 c	18.3 ns	45.6 ns
N 15	163	Aug. 21	4.5 bc	65.8 b	18.3	41.5
N 20	148	Aug. 21	5.4 ab	68.3 ab	18.7	44.2
N 25	143	Aug. 21	5.8 a	70.5 a	18.6	45.8

<sup>1/</sup> ; Means within a column for a given factor followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

<sup>2/</sup> ; Nitrogen level(kg/10a).

수는 경운에서는 m<sup>2</sup>당 878-968으로 무경운의 608-855보다 더 많았고, 질소시비량이 증가할수록 최고분얼수도 많았다. 그리고 최고분얼기는 7월 중순으로 다른 시험에서보다 늦었는데<sup>1)</sup> 이것은 5월 17일에 파종하여 생육이 다소 지연되었기 때문으로 보인다.

입묘수, 출수기, 출수기의 엽면적, 간장 및 수장은 경운유무와 질소시비량간에 交互作用이 없이 경운유무간, 질소시비량간에 이들 특성을 비교하면 표 1과 같다. 입묘수는 경운에서 187개, 무경운에서 116개로서 무경운에서는 경운의 62%의 입묘수를 보였으나, 자유도가 적어 통계적으로 차이가 없었으며,穗數도 차이가 없었다. 무경운에서는 경운에 비하여 큰 土壤의 비율이 크고, 특히 토양수분이 부족할 때는 입묘율이 떨어진다는 보고와 비슷한 결과이며,<sup>1)</sup> 입묘수는 다소 낮더라도 긴 생육기간에 충분히 보상되는 듯 하다. 그러나 질소시비량간에는 입묘수가 비슷하였다.

출수기는 경운에서 무경운에서 보다 2일이 늦어서 무경운과 경운사이에 출수기가 비슷하거나 1-2일

빠르다는 보고와는 달랐다.<sup>1)</sup> 그러나 질소시비량간에는 출수기의 차이가 없었다.

출수기 엽면적은 경운과 무경운간에는 차이가 없었지만 질소시비량이 증가할수록 엽면적도 증가하였다.

간장은 경운에서 무경운에서보다 더 컸으며, 질소시비량이 증가할수록 간장도 증가하였다. 그러나 수장은 경운과 무경운, 또 질소시비량간에 차이가 없었다.

有效經營率은 경운과 무경운간, 혹은 질소시비량간에 차이가 없었다.

## 2. 收量 및 收量構成要素

收量, 收量構成要素 및 收穫指數는 경운과 무경운, 혹은 질소시비량간에는 차이가 있었지만 경운유무와 질소시비량간에 交互作用이 없이 경운유무간, 질소시비량간에 이들 특성을 비교하면 표 2와 같다. 단위면적당 穗數와 穎花數, 千粒重 및 玄米收量은 경운과 무경운간에는 차이가 없었으나 穗當穎花數는 경운에서는 68개로 무경운의 72

**Table 2.** Yield, yield components, harvest index at different tillage systems and nitrogen levels.

Treatment	No. of panicles per m <sup>2</sup>	No. of spikelets		Ripened grains (%)	1000-grain wt. (g)	Yield in brown rice (kg/10a)	Harvest index (%)
		panicle	m <sup>2</sup>				
Tillage	385 ns	68 b <sup>1</sup>	26,180	80.0 ns	20.3 ns	458 ns	51.1 ns
No-tillage	327	72 a	23,544	85.0	20.3	416	51.3
N 10 <sup>2</sup>	312 c	70.0 ns	21,840	86.0 ns	20.6 a	388 c	52.7 ns
N 15	336 bc	70.0	23,520	83.0	20.3 ab	431 b	52.0
N 20	380 ab	72.0	27,360	83.0	20.3 ab	457 ab	51.2
N 25	396 ab	69.0	27,324	78.0	20.1 b	473 a	49.0

<sup>1</sup> ; Means within a column for a given factor followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

<sup>2</sup> ; Nitrogen level(kg/10a).

개보다 낮았는데 이것은 경운에서 수수가 다소 많았기 때문으로 생각되며 다른 연구자도 비슷한 결과를 보고하였다.<sup>1)</sup> 그러나 질소시비량이 많을수록 수수와 수량이 증가하였고, 一穗穎花數와 등숙율은 차이가 없었으며, 천립중은 다소 감소하였다. 질소 25kg/10a 까지도 도열병이 발생하거나 도복되지 않고 수량이 증가한 것은 이앙재배와는 달리 본답기간이 길고, 기비로 사용하여 이용되지 않은 질소는 常時澆水한 후 脫窒에 의하여 유실되어 질소의 이용율이 낮고,<sup>2,3,12)</sup> 밀양 95호는 내도복성이 큰 품종이기 때문으로 보인다.

### 3. 倒伏關聯形質

출수후 30일에 조사한 도복관련형질은 경운과 무경운, 혹은 질소시비량간에는 차이가 있었지만 경운의 유무와 질소시비량간에 교호작용이 없어 경운유무간, 질소시비량간에 이들 특성을 비교하면 표 3과 같다. 지상부길이, bending moment, 挫折重, 稈基重, 倒伏指數는 경운과 무경운간에는 차이가 없었으나 질소시비량이 증가할 수록 지상부길이, bending moment, 도복지수는 증가하고, 좌절중과 간기중은 감소하였다. 그러나 분얼의 생체중은 경운에서 낮고, 간기의 lignin 함량은 높았지만 간기의 cellulose, hemicellulose 함량은 경운유무와 질소시비량간에 차이가 없었다. 본 실험의 직파재배에서 도복이 일어나지 않은 것은 밀양 95호가 단간으로 도복저항성이 크며, 또한 성숙기에 도복을 유발할 기상상태가 없었기 때문으로 보인다.

### 4. 窒素吸收量

벼의 생육기, 경운유무 및 질소시용량에 따른 전식물체의 질소함유율과 질소흡수량을 보면 그림 2 및 3과 같다. 질소함유율은 경운과 무경운에서 모두 생육초기에는 3.2-3.7%로서 높았으나 생육기가 진전될수록 점점 낮아져 출수기 이후에는 1.0% 정도이었다. 그러나 어느 생육기에서나 질소시용량이 많을수록 질소함유율이 높았다.<sup>7)</sup>

질소흡수량은 경운과 무경운에서 모두 같은 경향으로 생육기가 진전될 수록 흡수량이 점점 증가하였는데 출수전까지는 증가속도가 빨랐으나 그 이후에는 크게 증가하지 않았으며, 수확기에는 8-10kg/10a을 흡수하였다. 그리고 질소시용량이 많을수록 흡수량도 증가하였다.<sup>7)</sup>

### 摘 要

경운과 무경운 조건에서 수도를 건담휴림직파 재배할 때 질소시비량이 수도의 생육과 수량성에 미치는 영향을 알기 위하여 직파재배용으로 육성 중인 밀양 95호의 건조중자를 6kg/10a 수준으로 1990년 5월 17일에 산파하고, 맥류휴림광산파기로 복토하였다. 경운과 무경운에서 각각 질소 10, 15, 20, 25kg/10a 수준으로 사용하였으며, 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

입묘수와 최고분얼수는 경운에서 무경운보다 더 높은 경향이고, 출수기는 경운에서 2일 늦었으나 현미수량, 수량구성요소, 도복관련형질, 질소흡수량 등은 경운과 무경운간에 차이가 없었다.

질소시비량이 증가할수록 수수의 증가로 현미수량이 증가하였으나, 일수영화수와 등숙율은 차

**Table 3.** Length and fresh weight of tillers, breaking strength and dry weight of culm base, bending moment, lodging index, and lodging 30 days after heading at different tillage systems and nitrogen levels.

Treatment	Tiller length (cm)	Bending moment (cm)	Fr. wt. of tiller (g)	Breaking strength (g)	Culm base wt. (mg)	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Lodging	
									Index	(0-9)
Tillage	78.0 ns	36.5 ns	8.2 b	852	303 ns	35.3 ns	25.4 ns	8.1 a	82 ns	0
No-tillage	76.4	35.6	8.7 a	924	319	36.4	23.7	6.7 b	78	0
N 10 <sup>2</sup>	72.7 c	34.4 b	8.3 ns	978 a	336 a	35.5 ns	25.6 ns	6.7 ns	64 c	0
N 15	75.5 bc	36.4 a	8.2	936 a	308 ab	35.6	24.7	7.3	71 bc	0
N 20	79.4 ab	35.9 ab	8.8	887 a	313 a	36.5	24.6	7.6	86 ab	0
N 25	81.4 a	37.6 a	8.5	752 b	287 b	35.7	23.4	8.1	99 a	0

<sup>1)</sup> ; Means within a column for a given factor followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

<sup>2)</sup> ; Nitrogen level (kg/10a).

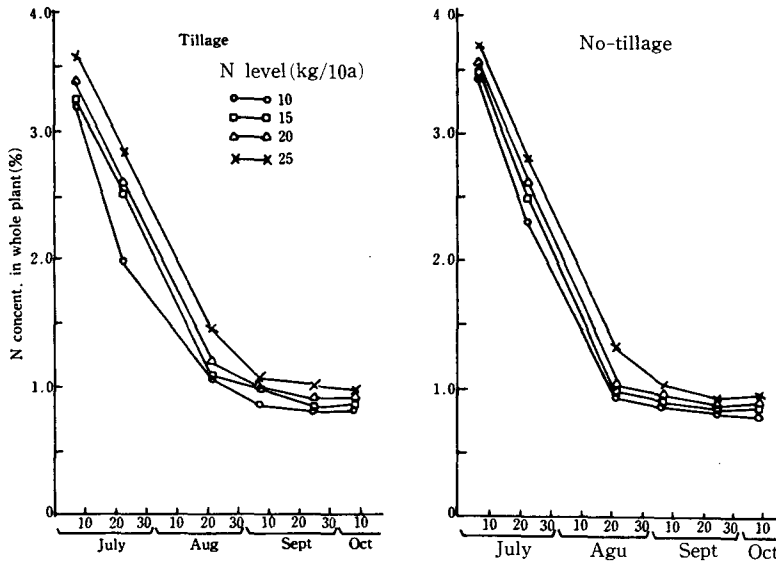


Fig. 2. Changes in nitrogen concentration in whole plant of Milyang 95 at different nitrogen levels in two tillage systems.

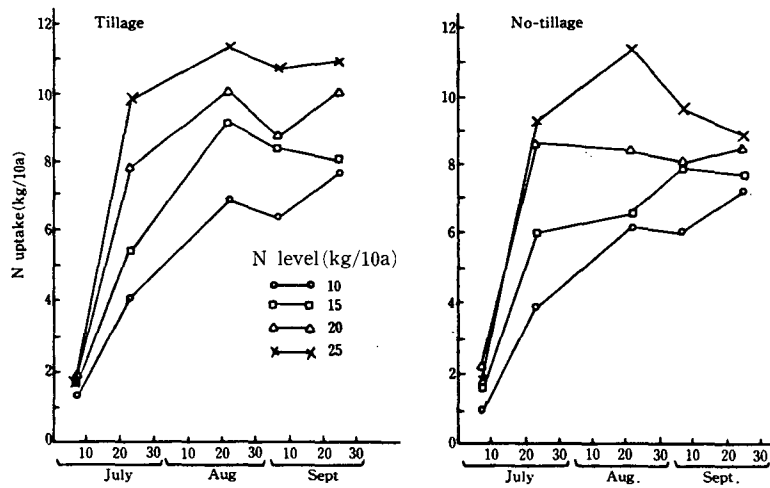


Fig. 3. Changes in nitrogen uptake of Milyang 95 at different nitrogen levels in two tillage systems.

이가 없었으며, 천립중은 질소시비량이 증가할수록 약간 감소하였다. 질소시비량이 증가할수록 지상부길기와 bending moment는 커지고, 좌절중과 간기중이 감소하여 도복지수는 증가하였으나 포장에서 도복은 발생하지 않았다.

간기의 cellulose, hemicellulose, lignin 함량은 질소시비량간에 차이가 없었다.

질소시비량이 증가할수록 질소함유율과 흡수량이 증가하였다.

### 引用 文 獻

1. 京畿道農村振興院. 1989. 畦立 로타리直播播種期別 播種量 試驗. 試驗研究報告書: 44-56.
2. Heenan, D.P. and P.E. Bacon. 1987. Effect of nitrogen fertilizer timing on crop growth and nitrogen use efficiency by different rice varieties in south eastern Australia. Pages 97-105 in Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice publi-

- shed by IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.
3. Humpheries, E., W.A. Muirhead, F.M. Melhuish, R.J.G. White, and P.M. Chalk. 1987. Fertilizer nitrogen recovery in mechanized dry seeded rice. Pages 107-118 in *Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice* published by IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.
  4. 李殷雄. 1986. 四訂 水稻作. 鄉文社.
  5. 李載眠. 1969. 中部地方에 있어서 水稻乾畚直播栽培 技術體系確立에 관한 試驗研究. 韓作誌 7: 1-30.
  6. 맹원재 · 윤광로 · 신형태 · 김대진. 1988. 수정 증보 사료분석 실험. 선진문화사
  7. 朴鍾錫 · 李錫淳. 1988. 窒素施肥量 및 分施比率이 水稻品種의 生育과 收量에 미치는 影響. 韓作誌 33(3): 222-228.
  8. 朴錫洪 · 李善龍. 1988. 벼 生産費 節減 栽培技術. 農村振興廳 심포지엄 2. 우리 나라 쌀 需給 現況과 今後課題. 良質米增産을 中心으로: 37-51.
  9. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準. 農振廳.
  10. 영남작물시험장. 1989. 직파재배 관련 기초연구. 직파재배 질소 시비방법시험. 영남작시보고서: 239-242.
  11. 吉澤孝之. 1975. 中國地域における直播栽培技術と土壤管理, 施肥. 農業すよび園藝 50(3): 31-36.
  12. Yoshida, Shouchi. 1981. *Fundamentals of rice crop science*. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.
  13. Yoshida, Shouchi, D.A. Forno, J.H. Cock, and K.A. Gomez. 1972. *Laboratory manual for physiological studies of rice*(2nd ed.). IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.