

## 湛水表面散播와 機械移秧栽培 벼의 生育 및 乾物 生産

宋泳柱\* · 宋垠珠\* · 羅鍾城\*

### Growth and Dry Matter Production of Direct Seeding on Flooded Paddy Surface and Machine Transplanting Rice

Young Ju Song\*, Eun Ju Song\* and Jong Seong Na\*

**ABSTRACT**: This experiment was conducted to compare the change of growth and canopy photosynthesis between transplanting and direct seeding on paddy surface in rice. Total tiller number by the early vegetative growth stage was significantly higher in the direct seeding flooded paddy surface, while it was reversed from later vegetative growth stage in terms of tillering ability per unit period. But total panicle number was higher in direct seeding on paddy surface. Leaf area index, nitrogen content in leaf blade and canopy photosynthetic ability at later vegetative growth stage were lower in direct seeding on flooded paddy surface than transplanting. Biological yield at harvest stage, leaf area index and canopy photosynthetic activity at heading stage were gradually increasing according to nitrogen level increased both transplanting and direct seeding on paddy surface. Leaf area index, canopy photosynthetic activity, however, were lower in direct seeding on paddy surface than transplanting in the same nitrogen level. Nitrogen content per unit leaf area was high in transplanting.

**Key words**: Rice, Direct seeding on paddy surface, Transplanting, Tiller, Nitrogen content, Leaf area index, Canopy photosynthesis.

쌀의 국제경쟁력을 제고시키기 위해서는 무엇보다도 품질의 고급화와 함께 생산비를 절감할 수 있는 생력화 재배기술의 개발과 보급이 시급한 과제이며, 생산비 절감을 위해서는 育苗와 移秧作業 생략으로 勞動力의 절감 효과가 기대되는 직파재배가 대응방안으로 제시되고 있다<sup>13)</sup>.

직파재배는 파종방법에 따라 乾畝直播, 무논 골뿌림재배, 湛水表面散播 등으로 구분되는데, 담수표면산파는 건담직파와 무논 골뿌림 재배와는 달리 파종기의 氣象과 土壤에 영향받는 정도가 적고 파종작업이 매우 간편하여 생력효과가 매우 크며

로 재배면적이 크게 늘어날 추세이다. 그러나 담수표면산파는 토양표면에 종자를 직접 파종하기 때문에 동일한 공간 내에서 개체간 경합과 영양조건이 다르고 本畝 生育期間<sup>9,11,15)</sup>, 分蘖發生節位<sup>6,10,20)</sup>, 群落 및 收量成立過程<sup>5,7,12,17)</sup> 등에 있어서도 이양재배 벼와는 生態的 특성이 매우 다르며, 뿌리의 淺根化로 인한 根倒伏이 발생하는 등 재배적 안정성이 매우 낮아 이에 대한 栽培技術의 확립과 함께 適應品種의 개발이 시급한 실정이다.

湛水表面直播 벼와 移秧栽培 벼간의 생육특성 차이에 관해서 狩野等<sup>8)</sup>, 樵木等<sup>4)</sup>은 담수표면산파 벼

\* 全北農村振興院(Chonbuk Provincial RDA, Iksan, 570-140, Korea)

(’97. 3. 19 接受)

는 稚苗에 비하여 最高分蘗期의 莖數가 현저히 많아서 穗數는 증가하나 有效莖比率이 낮고 품종에 따라서는 穗數, 1穗粒數가 감소하는 生理的 秋落 현상이 나타난다고 하였으며, 梅木等<sup>10)</sup>은 早期에 담수표면산파를 하는 경우에도 치묘에 비하여 分蘗의 발생이 상대적으로 왕성하고 최고분蘗수는 많으나 유효경 비율은 떨어진다고 하였다. Dingkuhn et al.<sup>11)</sup>도 湛水表面點播시 단위 면적당 경수증가속도는 생육초기에는 직파재배에서 빠르나 생육중기 이후부터는 생육초기 過繁務로 인하여 이앙재배에 비해 떨어진다고 하였으며, 田中<sup>18)</sup>은 湛水表面散播 벼의 생육특성을 조절하여 이앙재배 벼와 동등한 安定多收를 위해서는 作期의 적절한 조절과 함께 生育抑制 재배기술을 통한 생육중기까지의 過繁務를 억제하고 생육 후기 건물생산을 높이는 것이 매우 중요한 요소임을 보고하는 등 담수표면산파 벼는 기계이앙재배 벼와는 생육과정에서의 生理生態의 특성 차이가 많은 것으로 보고되고 있다.

본 연구는 湛水表面散播 벼의 生育 및 乾物生産特性을 기계이앙재배 벼와 비교하여 적응품종 개발과 안정적 재배기술확립을 위한 기초자료로 활용코자 수행된 것으로 약간의 결과를 얻었기에 보고하고자 한다.

## 材料 및 方法

供試品種으로는 東津벼를 사용하였으며, '95년 5월 10일 全北 農村振興院 畝作圃場에 播種 및 移秧하였다. 담수표면산파 벼는 催芽된 종자를 10a 당 5kg 수준으로 파종하였으며, 기계이앙재배는 온실에서 15일 육묘한 묘를 30×14cm의 재식밀도로 기계이앙하였다. 施肥는 기계이앙재배와 담수표면산파 모두 窒素-磷酸-加里를 15-9-11kg/10a로 하였으며, 질소는 基肥-分蘗肥-穗肥로 40-30-30%를 分施하였고 加里는 基肥-穗肥로 70-30%, 磷酸은 모두 基肥로 施用하였다. 雜草防除는 기계이앙재배의 경우 씨레질과 동시 론스타를

토양처리 하였으며 이앙 후 30일에 노난매를 처리하였다. 담수표면산파는 파종 후 10일에 뿌리가 着根된 것을 확인한 후 두베논을 1차 처리하고 파종 후 50일 밭사그란을 처리하여 방제하였으며 기타는 전북 농촌진흥원 표준 재배법에 준하였다.

莖數의 經時的 변화는 담수표면산파 벼의 경우 立毛密度가 비교적 균일한 지점에서 1m<sup>2</sup>씩 5반복을 선정한 후 일정한 시기에 조사하였으며, 이앙재배벼도 생육이 고른 지점에서 매회 20주씩 담수표면산파 벼와 동일 시기에 조사하였다.

葉面積指數는 담수표면산파 벼의 경우 매회 50cm<sup>2</sup>씩 3반복 채취하고 이앙재배 벼는 5주를 채취하여 自動葉面積 測定機(LI-3100)로 엽면적을 측정후 지수로 환산하였다. 이때 얻어진 재료들을 90℃에서 1시간, 70℃에서 24시간 건조하여 건물중을 구하고 질소분석재료로 사용하였는데, 질소분석은 濃黃酸으로 濕式分解한 후 Micro-Kjeldahl 법으로 측정하였다.

群落光合成은 0.18mm의 Mylar plastic으로 덮힌 群落光合成 측정용 Chamber에 LI-6000 System(LI-Cor, Lincoln, NE)의 CO<sub>2</sub> Analyzer를 직접 연결하여 측정하였다. 측정하기 전 외부 Chamber(가로 1.12m × 세로 0.89m × 높이 1.13m)를 담수상태에서 벼가 심어지지 않은 곳에 놓은 후 LI-6000 System의 內藏 Software의 방법에 따라 CO<sub>2</sub> Slop를 조절한 후 벼가 재식된 곳으로 이동하여 반복 측정하였다. 이때 Chamber 내에 두 개의 Fan을 고정(PAR Model 35400-000, ITT-JABASCO, Costa Mesa, CA)하여 공기가 원활히 방출되도록 하였다. 또한 光合成 측정값은 PAR(Photosynthetically Active Radiation)의 측정값이 최저 1,100×1,200μmol m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>일 때를 기준으로 하여 얻어진 반복치만을 계산하였다.

窒素 施肥量에 따른 생육 변화를 조사하기 위해 10a당 0, 5, 11, 17, 23kg을 施用하였으며, 總 乾物重은 출수 후 45일에 수확하여 측정하였는데 각 처리별 收穫指數의 산출은 Donald의 방법<sup>2)</sup>을 따라 랐고 LAI와 光合成量은 출수기에 생육이 고른 지점에서 轉술한 방법과 동일하게 측정하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 莖數의 經時的 變化

湛水表面散播 벼와 機械移秧栽培 벼의 收穫 莖數의 經時的 變化를 그림 1에서 보면 담수표면산파 벼는 收穫 후 50일까지 매우 빠르게 경수가 증가되다가 그 후부터는 감소되는 경향을 보였으며, 기계이앙재배 벼는 담수표면산파 벼와는 달리 收穫 후 60일까지 서서히 증가되다가 점차 감소하는 경향을 보였다. 담수표면산파 벼와 기계이앙재배 벼의 생육단계별 경수의 차이를 보면 收穫 후 30일부터 穗首分化期 직전까지는 담수표면산파 벼가 기계이앙재배 벼보다 경수가 현저히 많았다. 특히 40일부터 50일 사이에 가장 큰 차이를 보였는데 穗首分化期가 지나서 出穗期에 가까워질수록 담수표면산파 벼와 기계이앙재배 벼간의 莖數 차이는 점점 줄어들었으나 결국 단위 면적당 穗數는 초기에 莖數가 많았던 담수표면산파 벼에서 많았다.

한편, 담수표면산파 벼와 기계이앙재배 벼의 생육기간 동안 日當 莖數 增減정도를 그림 2에서 보면, 담수표면산파 벼는 이앙재배 벼에 비하여 收穫 후 40일까지 하루당 分蘖발생속도가 빨랐으나 그 후부터는 점차 발생속도가 둔화되기 시작하여

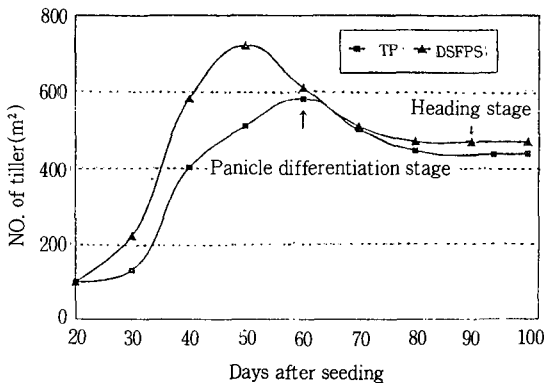


Fig. 1. Changes of no. of tiller per  $m^2$  under two cultivation types in Dongjinbyeo. (DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, TP : Transplanting).

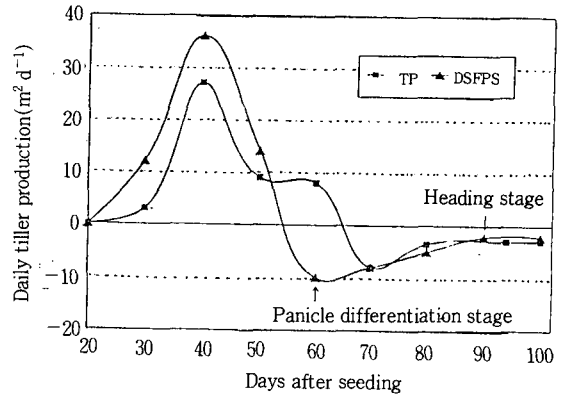


Fig. 2. Changes of tillering ability per day under two cultivation types in Dongjinbyeo. (DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, TP : Transplanting).

收穫 후 50일 이후부터는 급속히 감소되기 시작한 반면, 기계이앙재배 벼는 收穫 후 40일을 정점으로 하여 점차 발생속도가 완만해지기 시작하여 경수가 감소되는 시기는 收穫 후 60일 경으로서 이 시기는 담수표면산파 벼의 경수가 최고 분얼기로부터 급속히 감소하였던 시기였다.

이와 같이 담수표면산파 벼에서  $m^2$ 당 경수가 많고 分蘖증가속도가 빨랐던 것은 기계이앙재배 벼와는 달리 생육초기에 植傷없이 곧바로 分蘖발생이 시작되었고 담수표면산파 벼의 分蘖특성, 즉 分蘖節位가 낮고 下位節의 分蘖發生量이 많았기 때문에 생각되는데 營養성장후기 이앙재배 벼에 비해 담수표면산파 벼에서 分蘖감소 정도가 더 컸던 이유는 동일한 시비조건에서 생육초기 과도한 分蘖수 증가로 稻體의 窒素含量이 낮아져서 發育停止 分蘖이 늘어났기 때문으로 생각된다.

Schnier et al.<sup>16)</sup>은 同一 施肥量 조건에서 湛水表面點播한 벼의 分蘖은 收穫 후 25일 경부터 시작되어 이앙재배 벼보다 2주 정도가 빨랐는데 이는 이앙에 의한 植傷으로 기인된 것이라 하였다. 또한 전체 分蘖수의 40% 정도가 發育停止 分蘖이 되었으며 營養生長後期와 生殖生長初期에서 나타내며 稻體의 窒素含量差異가 그 원인이라고 하였다.

## 2. 乾物生産 및 群落同化能力

湛水表面散播 벼와 機械移秧栽培 벼의 乾物生産特性을 비교하기 위하여 생육시기별 葉面積指數, 葉身 窒素含量, 群落光合成 및 乾物生産速度를 조사하였다.

葉面積指數의 經時的 변화를 그림 3에서 보면 穗首分化期까지는 답수표면산과 벼에서 높았으나, 그 이후에는 기계이앙재배 벼에서 다소 높은 경향을 나타내었다. 生育時期별로는 영양생장 후기보다는 영양생장 초기에 더 큰 차이를 보였는데 分蘖發生 差가 심하였던 파종 후 40~50일에는 답수표면산과 벼에서 기계이앙재배 벼에 비해 葉面積이 현저히 많았으나 그 후 점차 그 차이가 줄어들어 파종 후 70일 이후부터는 기계이앙재배 벼에서 높은 경향으로 葉面積指數는 단위 기간당 분얼의 증가량과 관련이 있음을 시사하였다.

답수표면산과 벼가 기계이앙재배 벼에 비하여 초기의 생육속도가 현저히 빠르고 單位面積當 莖數가 많으므로 동일 施肥量을 分施한 경우엔 稻體의 영양조건이 다를 것으로 생각되어 잎의 窒素含量을 조사하였던 바, 그림 4와 같이 답수표면산과 벼의 경우 파종 후 40일을 기점으로 급격히 낮아지다가 파종 후 70일 경부터 약간 높아지는 경향이 있었으며 기계이앙재배 벼 역시 비슷한 시기부터

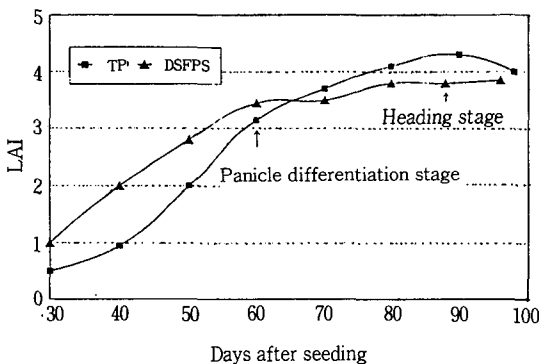


Fig. 3. Changes of leaf area index(LAI) under two cultivation types in Dongjinbyeo.

(DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, TP : Transplanting).

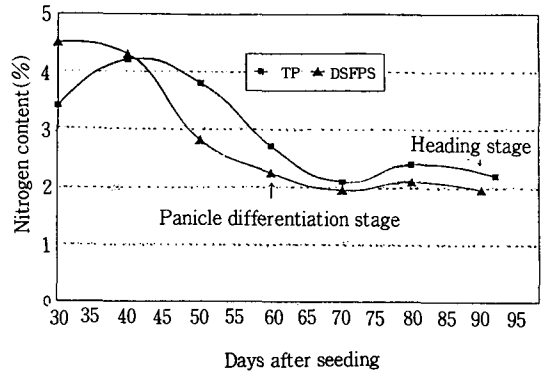


Fig. 4. Comparison of nitrogen content in leaf blade between direct seeding on flooded paddy surface and transplanting of Dongjinbyeo.

(DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, TP : Transplanting).

낮아지는 경향이나 답수표면산과 벼보다는 감소 정도가 완만하였다.

두 재배법간 생육단계별 질소함량 차이는 파종 후 40일부터 점차 커지기 시작하여 50일 경에 최대차를 보였으며 그 후 수수분화기 경에는 점차 차이폭이 좁아졌으나 파종 후 입모가 성립되어 생육이 진전되기 전까지를 제외한 전 생육기에 걸쳐 이앙재배 벼가 답수표면산과 벼보다 함량이 높았다.

이와 같이 답수표면산과 벼가 기계이앙재배 벼보다 질소함량이 낮고 특히 40일부터 60일 사이에 그 차이가 컸던 것은 그림 1에서 보는 것처럼 파종 후 40일부터 60일 사이에 답수표면산과 벼의 분얼수가 기계이앙재배 벼에 비해 현저히 많았기 때문으로 사료되며, 수수분화기 이후 두 재배양식 모두 질소함량이 다소 높아진 것은 수수분화기의 수비사용에 의한 영향인 것으로 보인다.

葉身の 窒素 함량이 답수표면산과 벼와 기계이앙재배 벼 간에 매우 다르므로 이들 시기에 群落光合成을 측정하였던 바, 그림 5와 같이 葉身の 窒素 함량이 높았던 생육초기를 제외하고는 전 생육기간에 걸쳐 기계이앙재배 벼에 비해 떨어지는 경향이였다.

이는 葉面積指數가 穗首分化期까지 답수표면

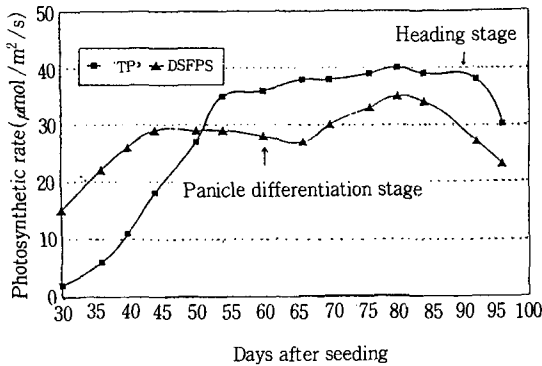


Fig. 5. Comparison of canopy photosynthesis between direct seeding on flooded paddy surface and transplanting of Dongjinbyeo. (DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, TP : Transplanting).

산과 벼에서 높았던 점을 고려하면 벼의 群落 光合成은 葉面積指數 單一 要因보다는 葉身의 窒素含量, 受光量 등과 깊은 관련이 있는 것 같다.

담수표면산과 벼와 기계이앙재배 벼간의 乾物 增加速度의 經時的 變化를 보면 그림 6과 같이 생육 초기인 파종 후 50일까지는 담수표면산과 벼에서 乾物 增加속도가 빨랐으나 生殖生長期

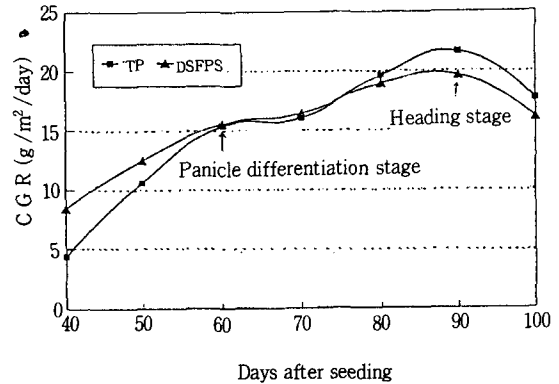


Fig. 6. Comparison of crop growth rate(CG-R) between direct seeding on flooded paddy surface and transplanting of Dongjinbyeo. (DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, TP : Transplanting).

이후부터는 기계이앙재배 벼에서 빨랐고 이러한 경향은 出穗期 이후까지 계속되는 경향이였다.

한편, 同一 施肥條件에서 담수표면산과 벼가 기계이앙재배 벼에 비해 건물 생산속도 및 群落 同化能力에서 차이를 보였던 점을 감안하여, 窒素 施肥量을 달리한 상태에서 두 재배법간의 乾物 生産 및 수량성 차이를 조사하였던 바, 表 1에서

Table 1. Difference of LAI, photosynthetic capacity, biological yield, milled rice yield and harvest index according to different nitrogen level between transplanting and direct seeding on flooded paddy field in Dongjinbyeo

Cultivation type	Nitrogen level (kg/10a)	LAI	Photosynthetic capacity (µmol/m²/s⁻¹)	Biological yield (kg/10a)	Milled rice yield (kg/10a)	Harvest index
Transplanting	0	2.0	15	1,020	460	48.5
	5	2.9	18	1,100	475	47.0
	11	4.0	29	1,220	518	46.1
	17	4.5	33	1,300	533	44.5
	23	4.7	35	1,380	537	42.3
DSFPS*	0	1.8	11	1,050	441	45.7
	5	2.1	17	1,160	466	43.7
	11	3.8	26	1,280	511	43.3
	17	4.3	29	1,350	518	42.0
	23	4.3	30	1,420	490	37.5

\* DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, LAI : Leaf area index.

보는 바와 같이 收穫期 總 乾物重과 出穗期의 葉面積指數, 光合成量 모두 窒素 施肥量이 증가할수록 많아지는 경향이었는데 총 건물중은 기계이앙재배 벼 보다는 담수표면산과 벼에서 많았으나, LAI는 기계이앙재배 벼에서 높았으며, 群落 光合成量 역시 기계이앙재배 벼에서 많았다. 10a當 쌀 수량은 기계이앙재배 벼의 경우 질소 23kg/10a 까지 점차 수량이 증가되었으나, 담수표면산과 벼의 경우 질소 17kg/10a를 정점으로 감소하여 기계이앙재배 벼와는 다른 반응을 보였다. 收穫指數는 시비량 증가에 따라 점차 감소하는 경향이었고 그 정도는 담수표면산과 벼에서 매우 큰 경향이였다.

또한 出穗期의 單位 葉面積當 窒素 함량(그림 7)을 보면, 두 재배법 모두 施肥量 증가에 따라 증가하였으나 담수표면산과 벼 보다는 기계이앙재배 벼에서 높았다.

이와 같이 담수표면산과 벼는 생육 초기에 群落 형성이 빠르고, 건물증가속도 역시 빨랐는데도 생육 후기에 동화능력이 떨어지는 것은 稻體의 낮은 窒素농도에 의해 기인된 결과로 이해되며 특히, 穎花分化期에 상대적으로 窒素 함량이 낮아진다는 것은 穎花分化期의 窒素함량은 穗當 穎花數의 형성과 밀접한 관계를 가진다는 보고<sup>3,21)</sup>를 감안

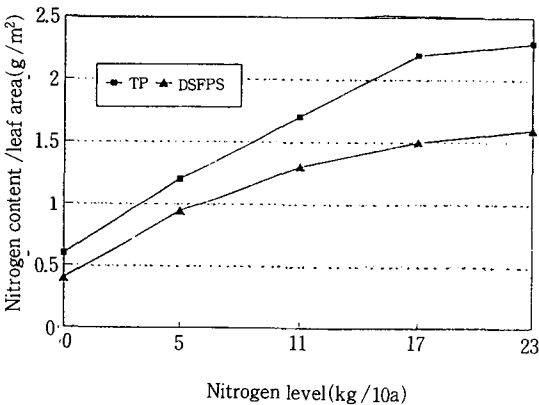


Fig. 7. Change of nitrogen content per leaf area as affected by fertilizer in direct seeding on flooded paddy surface and transplanting of Dongjinbyeo.  
(DSFPS : Direct seeding on flooded paddy surface, TP : Transplanting).

할 때 Sink 형성에 제한적 요소가 될 수 있으며 이런 이유가 담수표면산과 벼에서 흔히 볼 수 있는 穗當粒數 감소의 원인이 되는 것으로 추측된다. 따라서 담수표면산과 벼의 수량생산효율을 높이기 위해서는 기계이앙재배 벼와는 다른 施肥法이 강구되어야 할 것으로 생각되나, 질소시비량이 증가하더라도 담수표면산과 벼에서는 葉面積當 질소 함량이 낮고 收穫指數가 낮으며 수량도 낮았다. 따라서 질소 시용량 증가만으로는 담수표면산과 벼의 생산능력 증대는 어려울 것으로 보이며 특히 담수표면산과 벼는 입모확보를 위해 밀파하는 경향이 많은 점을 감안한다면 分蘖의 發生樣相이 他 栽培樣式의 벼와 다르고 群落形成 이후, 즉 生育 後期 窒素 함량 증가로 인하여 葉面積이 지나치게 증가하지 않는 새로운 품종의 육성이 필요하리라 본다.

## 摘 要

담수표면산과 벼의 생육시기별 경수변화, 건물생산 특성 그리고 질소시비량에 따른 수량 및 건물생산 정도를 기계이앙재배 벼와 비교하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 담수표면산과 벼는 기계이앙재배 벼에 비하여 생육 중기까지 경수 증가속도가 빠른 반면, 생육중기 이후 분얼수 감소시기 및 속도가 상대적으로 빠르고 컸으며 단위 면적당 수수는 초기 분얼수가 많았던 담수표면산과 벼에서 많았다.
2. 엽면적지수는 담수표면산과 벼에서 수수분화기까지 높았으나, 그 이후부터는 기계이앙재배 벼에서 다소 높은 경향을 나타내었다.
3. 엽신 질소함량은 파종 후 40일까지는 담수표면산과 벼가 많았으나 그 후부터는 점차 적어지는 경향이었고, 군락광합성 및 생육시기별 건물생산속도 역시 파종 후 50~60일을 기점으로 기계이앙재배 벼에 비해 담수표면산과 벼에서 점차 적어졌고 이런 경향은 출수기 이후에도 계속 유지되었다.
4. 질소시비량 증가에 따라 기계이앙재배 벼 및

담수표면산과 벼 모두 수확기 총 건물중, 출수기 엽면적지수 및 군락광합성량 모두 많아지는 경향이였다. 총 건물중은 담수표면산과 벼에서 많았으며 엽면적지수 및 군락광합성은 기계이앙재배 벼에서 많았다. 또한 단위 엽면적당 질소함량은 두 재배법 모두 시비량 증가에 따라 증가하였으나 기계이앙재배 벼에서 많았다.

## LITERATURE CITED

- Dingkuhn M, Schnier H.F, De Datta S.K, Wijango E and Dorffling K. 1990. Diurnal and developmental changes in canopy gas exchange in relation to growth in transplanted and direct-seeded flooded rice. *Aust. J. Plant Physiol.* 17:119-134.
- Donald C.M. 1962. In search of yield. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 28:171-178.
- Evans L.T and De Datta S.K. 1979. The relation between irradiance and grain yield of irrigated rice in the tropics, as influenced by cultivar, nitrogen fertilizer application and month of planting. *Field Crop Res.* 2:1-17.
- 椛木信幸, 金 忠男. 1991. 散播直播水稻の生理生態的特性の解明. 3. 稚苗移植栽培と比較した生育の特徴について *日作紀* 60(別1):20-21.
- 和田 定. 1995. 北海道における水稻の直播栽培技術とその問題点(3). *農業および園藝* 70(11):1163-1168.
- 原城 隆, 寺中吉造. 1973. 寒冷地における湛水散播水稻の生育相に関する研究. *東北農試報告* 44:1-50.
- 作物試験場. 1994. 最近 日本の 벼 直播栽培 研究文献 要約.
- 狩野幹夫, 酒井一, 幡昭光. 1986. 水稻の湛水土壌中直播栽培に関する研究. 第2報: 直播稻の生理生態的特性. *茨城農試研報* 26:61-89
- 北倉芳忠, 佐藤 勉, 林恒夫, 田中英典, 朝日泰藏, 岩泉俊雄. 1994. 低コスト 稻作技術 研究の現状. *農業技術* 49(3):32-36.
- 小林廣美, 川崎 勇, 鷺尾 養. 1974. 生育相からみた湛水直播の安全多收の條件. *中國農試報告* A(19):1-18.
- 松島省三, 鷺尾 養, 西山岩男, 石崎義幸, 牧野誠一, 龜石雄一. 1986. 稻の直播と移植の中間栽培の検討. *農業および園藝* 61(4):41-48.
- 永高信雄. 1968. 水稻の倒伏と被害の發生機構に関する實驗的研究. *農業技術研究所報.* A 第15號.
- 農村振興廳. 1991. 農畜産物 輸入開放에 따른 作目別 技術對應方案.
- \_\_\_\_\_. 1992. 벼 省力 機械化 栽培의 理論과 實際.
- 農山漁村文化協會. 1976. 直播栽培. *農業技術大系.* pp. 337-423.
- Schnier H.F, Dingkuhn M, De Datta S.K, Mengel K and Faronilo J.E. 1990. Nitrogen fertilization of direct-seeded flooded vs. Transplanted rice: I. Nitrogen uptake, photosynthesis, growth, and yield. *Crop Sci.* 30:1276-1284.
- Sekiya F. 1963. Studies on tillering primordia and tiller buds in rice seedlings. 8. Effects of nitrogen deficiency on the development of tiller buds. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* 32:53-56. (J)
- 田中孝辛. 1984. 高位安定直播栽培技術. *農水技研ジャーナル* 5:21-25.
- 梅木佳良, 牧 慧, 坂本眞一, 江藤博六. 1980. 暖地早期水稻 湛水直播栽培に関する研究. 第3報 直播水稻의 生育相. *九州農業研究* 42:23
- 矢嶋良太. 1972. 水稻直播栽培への考察. *農業及園藝* 47(12):3-7.
- Wada G and Matsushima S. 1962. Analysis of yield-determining process and its application to yield prediction and culture improvement of lowland rice. LXIII. *Proc. Crop. Sci. Japan* 31:23-26.