

直播栽培 立苗率向上과 倒伏輕減

吳潤鎮·金丁坤*

Improvement of Seedling Stand and Lodging Prevention in Direct Seeded Rice

Yun Jin Oh and Chung Kon Kim*

ABSTRACT

The results of recent researches for improvement of seedling stand in direct seeded rice on the dry paddy in Korea were summarized as the following : a variety to be cultivated should be chosen the characteristics of high percentage germination under low temperature, shorter period of shoot emergence, and better growth of the mesocotyl and shoots. Meanwhile, there was 40% increase in seedling stand at the treatment of removal of the seed awn under using the drill seeder. After seeding the rice seed covered with soil of 3cm depth was better seedling emergence and also there was the highest seedling emergence at the 70% of moisture content of the soil. In addition, the application of the Release containing GA 10% enabled to increase the seedling stand and furthermore it was effective under deep seeding depth. The optimum seeding date should be seeded around May 10 when mean air temperature is above 12-13°C so that may establish more less 70% in seedling stand. Based on an appropriate seedling stand of 150/m², the optimum seeding rate was 5kg/10a. It was the best in seeding method using drill seeder and the most desirable recommended seeding method was the drill seeder in terms of seedling stand. In order to improve seedling stand water management was more effective in canal irrigation and in drainage at 6hr after irrigation following by the seeding process.

On the other hand, for the increase of seedling stand under flooded condition a variety might have characters being better germination at low concentration of dissolved oxygen and vertically deeper growing of the crown root. Also, seedling stand was able to increase with the seed coating of CaO₂ in the flooded soil. It was possible to be seeded on the early part of May being mean air temperature of above 10°C and the optimum seeding rate was 5kg/10a. For an effective water management water would be flooded up to 3cm depth for 2-3 weeks after seeding.

The rice plant grown under the direct seeded cultivation might be not so much strong in lodging resistance compared to that grown under the transplanting and moreover direct seeded rice cultivation under flooded condition would be more weak growth of the rice plant than that on dry paddy. Meanwhile, the lodging would be affected by the seeding rate, the soil depth after seeding, and seeding method even in the same variety. In particular, roots in the lodging pattern of direct seeded rice cultivation under flooded condition were largely distributed on the soil surface so that resulted easily in the lodging. In general, the lodging resistance would be greater as seeding rate and amount of N fertilizer application are lower and soil depth after seeding is higher. Among the introduction of different seeding method the high ridged drill seeding method on dry paddy soil resulted in the lowest in the lodging index and also it was lower in the drill seeding method than in the scattering seeding method under flooded condition. In case of more than 150 seedlings per m² there was a

* 農村振興廳 作物試驗場 Crop Experiment Station, RDA, Suweon, 441-100, Korea.

severe lodging due to high lodging index at the 3rd and 4th internodes. The effective lodging prevention was able to at the treatment of the Inabenfide at 45 days before heading and the Uniconazol at 15 days before heading which caused the shortage by 10-15cm in culm length. Also, fertilizer management using split application of nitrogen would be contributed the reduction of lodging at the rate of 20-30-20-20-10% (basal-5th leaf stage-7th leaf stage-panicle initiation stage-heading stage) on the dry paddy soil.

Key words : seedling stand, lodging, direct seeded rice, drill seeder, Release, dissolved oxygen, CaO₂, Inabenfide, and Uniconazol.

緒 言

水稻의 栽培樣式은 移秧栽培과 直播栽培로 大別되며 前者는 慣行 손移秧과 機械移秧 後者는 乾畚直播과 湛水直播로 나누어 질 수 있는데 유럽等 先進國에서는 이미 直播栽培 技術이 定着되어 10a當 2~3時間의^{7,44)} 勞動時間으로 우리와 비슷한 收量을 올리고 있는 反面, 우리나라는 아직까지 機械移秧과 손移秧栽培에 依存하고 있고 10a當 所要勞動時間도 54~59時間에³⁷⁾ 이르고 있다. 그러나 最近에는 8~10日 苗를 移秧하는 어린 苗 機械移秧 栽培技術의 普及으로 劃期的인 育苗의 省力化가 이루어지고 있으며 앞으로 더욱 減少할 勞動力的 解消와 省力化를 통한 生産費 節減과 아울러 安定된 쌀 生産을 할 수 있는 側面에서 直播栽培研究에 關心이 높아지고 있다.

우리나라에서는 벼 直播栽培가 部分的으로 이루어져 왔는데, 우리나라 실정에 비추어 보아 湛水直播는 물問題, 倒伏問題, 初期立苗 確保問題等과 省力化面에서 乾畚直播보다 不利하다는 點을 考慮할때 乾畚直播栽培가 매우 效果的이며^{3,11)} 勞動力 分配에도 有利하다.

그러나 直播栽培는 氣溫이 낮은 時期에 播種되기 때문에 發芽 및 立苗가 不安定하여²¹⁾ 初期生育 確保에 많은 어려움이 있고³³⁾ 雜草防除^{26,47)} 出穗以後 倒伏發生等⁵¹⁾ 栽培上的 問題點으로 因한 收量의 不安定으로 아직도 實用化가 不振한 實情이다. 그러나 손移秧栽培의 25% 機械移秧栽培의 33%程度의 勞動으로⁴⁸⁾ 栽培가 可能的한 直播栽培는 省力化에서 時急히 檢討되어야 할 課題이다.

劑藤는⁴⁵⁾ 乾畚直播의 播種限界 平均氣溫은 12~13℃ 湛水直播는 물에 의한 保温效果때문에 乾畚直播보다 다소 낮은 10℃라 하였고, 鳥山等

은⁵⁰⁾ 벼 乾畚直播에서는 出芽率이 현저히 낮기 때문에 安定된 立苗의 確保가 가장 큰 問題라고 하였다. 또한 直播에 適合한 品種으로는 倒伏을 考慮하여 短·強稈인 品種을 選擇하여야 하며 低溫發芽性이 높고 初期生育이 旺盛하며 土壤中에서도 出芽가 빠르고 中莖伸長이 좋은 品種이 適應品種인 것으로 알려져 있다⁴⁶⁾.

以上에서와 같이 直播栽培에서 問題點으로 크게 指摘할수 있는 것은 初期 立苗確保, 倒伏防止, 雜草防除 등이 있으나 벼 收量과 가장 直接的으로 關係가 깊은 것은 穗數確保를 위한 立苗率 向上과 登熟比率 및 千粒重 減少를 초래하는 出穗後 倒伏을 防止하는 것이라 볼 수 있다. 즉 直播栽培는 移秧栽培와 달리 初期의 適正 立苗數를 確保하지 못하면 收量은 기대하기 힘들며, 또한 立苗數確保가 충분히 되어도 出穗後의 倒伏은 收量減少는 물론 상품저하를 초래하게 되어 이들 問題點의 해결이 先行되어야 할 것으로 생각된다.

本 論文은 벼 直播栽培에서 問題視되는 立苗向上 및 倒伏輕減에 대하여 乾畚直播과 湛水直播로 구분하여 그동안 報告된 研究結果들을 檢討하여 問題點 解決을 위한 方法을 要約 整理하여 報告하는 바이다.

1. 벼 乾畚直播栽培의 特性

乾畚直播는¹³⁾ 乾畚狀態로 트랙터 또는 경운기를 利用하여 整地 播種後 3~4葉期(本葉)가 되면 전면 관개한 뒤에 湛水狀態로 전환하여 栽培하게 된다. 이는 湛水條件下에서 作業하는 것보다 乾畚狀態가 機械化 作業이 쉽고 作業能率이 向上된다. 한편 湛水表面直播에서는 浮苗發生과 倒伏이 問題되나 乾畚直播에서는 覆土를 하게 되므로 이를 效果的으로 예방할 수 있다. 乾畚直播栽培의 播種樣式은 條播 散播 點播 등이 있으며 生育面에서는 條播가 移秧栽培와 비슷하여 生育이 良好하

고 施肥 물관리 收穫作業面에서 매우 有利한 편이다.

乾畝直播栽培의 特徵은 논을 耕耘 碎土後 물을 넣고 畝間을 하지 않기 때문에 논을 고르게 정지하기가 어렵고, 흙덩이의 粒徑이 2cm以下가 되도록 쇄土하여야 하며, 관수후 물이 잘 빠지므로 용수량이 많아야 하며, 또 施肥도 移秧栽培보다 30~40% 더 주어야 한다.

벼를 播種한 後 出芽는 湛水直播에서 5~7일이 所要되나 乾畝直播는 覆土한 狀態이므로 10~15日 所要되어 初期生育은 다소 늦으나 곧 회복된다. 특히 乾畝直播栽培는 播種後 覆土를 하기 때문에 뿌리가 비교적 깊게 뻗고 根活力이 좋으며 벼포기의 支持力과 倒伏에 강해지는 장점이 있다.

2. 벼 乾畝直播栽培의 立苗率 向上

乾畝直播에서 立苗數의 多少는 移秧栽培의 栽植密度와 같이 벼 生育과 收量에 미치는 영향이 크다. 乾畝直播에서는 못자리와 같이 被覆이나 湛水에 의한 保温과 鳥害防止를 하여 出芽를 促進시키는 것이 힘들기 때문에 出芽率의 變異가 심하다. 出芽를 安定시키는 데는 播種後 되도록 早速히 出芽시키는 것이 첫째 要點이다. 出芽所 要日數가 길어지면 浸灌水에 의한 出芽障害를 받을 위험이 크고 出穗가 지연된다. 따라서 寒冷地나 高冷地에서 혹은 作付體系上 早播를 할 때는 出芽所 要日數가 20日以上 되지 않도록 日平均氣溫이 12℃에 達한 後에 播種하는 것이 安全하다.

1) 氣象 및 土壤條件

氣象: 乾畝直播에서는 播種後 出芽, 立苗率 確保에 있어서 氣溫의 영향이 대단히 중요하다.

乾畝直播가 可能한 地帶는 年平均 氣溫이 12~13℃以上의 地帶로 알려져 있으며⁴⁵⁾ 直播後 氣溫이 낮으면 出芽까지의 日數가 길어지고 出芽와 初期生育이 고르지 못하게 된다. 一般的으로 播種後 出芽에 所要되는 日數는 平均氣溫이 10℃일 때 30日, 13℃일 때는 20日, 15℃에서 15일이 所要되는데 實用的인 立苗率을 確保하는 데는 늦어도 播種後 出芽까지 20日以內이어야 한다.²⁹⁾ 한편 朴等은³⁶⁾ 出芽에 크게 영향을 미치는 地溫과 出芽日數 및 立苗數와의 關係를 檢討한 結果 出芽日數는 地溫 17℃前後에서 18日, 23℃前後에서 10日程度 所要되는 2次回歸關係로 나타났고(그림

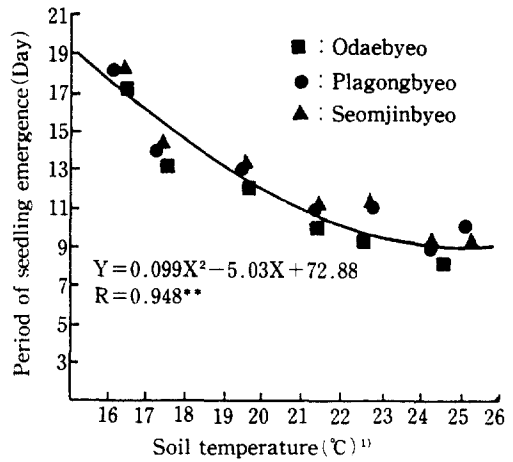


Fig. 1. Relationship between soil temperature and period of seedling emergence²⁾ (Park '90).

- 1) At the 3cm depth
- 2) Seeding depth : 3cm

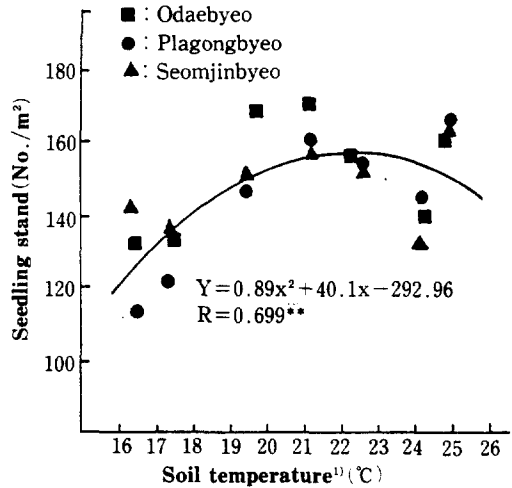


Fig. 2. Relationship between soil temperature and seedling stand²⁾ (Park '90)

- 1) At the 3cm depth
- 2) Seeding depth : 3cm

1) 立苗數는 地溫 22.5℃前後에서 가장 많은 2次回歸式 關係로 나타났다고 하였다(그림 2).

降水量: 벼 栽培에 있어서 溫度가 限界最適내지 最高範圍下에서는 降水量이 가장 重要한 制限要因이 된다. 우리나라의 경우 乾畝直播는 播種期인 4~5월이 대체로 가뭄때이어서 土壤水分 不足으로 出芽率이 떨어져 立苗數 確保가 가장 어려운 問題가 된다. 한편 播種期에 降雨量이 많아 土壤水分이 過多하면 碎土作業에서 흙덩어리의

Table 1. Effect of soil moisture on seedling emergence in direct seeding (CES '92).

Soil moisture (%)	Percentage of seedling emergence	Period of seedling emergence (Days)
40	16	9
60	73	7
80	70	7
100	56	8

Cultivar : Dongjinbyeo, Soil temperature : 20°C.
Measurement : at 8 days after seeding.

均一度가 떨어지게 된다. 播種直後の 심한 降雨은 浸灌水로 인한 酸素不足으로 種子의 發芽率이 현저히 떨어져 결국 충분한 立苗數 確保가 어렵다³⁶⁾.

土壤種類 : 벼 乾畚直播에 알맞은 土壤의 類型은 土壤의 保水力이나 播種作業등으로 보아서 砂質土 내지는 壤土가 적합하다. 濕畚이나 未熟畚은 乾畚狀態로 播種이 어렵고 立苗率도 不良하며 砂質畚이라 하여도 漏水가 심한 논은 加급적 피하는 것이 좋다⁴¹⁾.

土壤水分 : 乾畚直播栽培에서 적합한 土壤水分은 發芽와 初期出芽期間 및 立苗率등에 크게 영향을 미치는데 播種時의 土壤水分은 25~30%로 維持시켜야 土壤碎土作業을 쉽게 할 수 있다. 特히 播種直前に 비가와서 播種이 늦어지던지 또는 播種直後の 비로 인하여 土壤水分過多 또는 湛水되어 立苗率이 不良할 경우가 있다.

土壤水分含量에 따른 出芽率은 表 1과 같이 20°C下에서 조사한 결과 土壤水分이 40%일때는 出芽率도 낮고 出芽日數도 늦었다. 出芽率이 70%以上을 보인 土壤水分含量은 60~80%였는데 이로부터 土壤水分이 70%정도 일때 出芽率도 높고⁴⁰⁾ 出芽日數도 빠를것으로 생각된다.

2) 品種選定 및 播種種子狀態

乾畚直播에서 立苗率向上을 위해 알맞은 品種의 特性은 低溫發芽性이 높고 出芽所要日數가 짧으며 土壤中에서 中胚軸 및 鞘葉의 伸長이 양호한 品種이 알맞는데⁴⁴⁾ 이것은 播種深度가 다소 깊더라도 신속히 地上으로 出芽할 수 있는 능력이 있어야 하기 때문이다.

作物試驗場에서 直播栽培 適應品種을 檢定한 結果 出芽率이 높고 出芽日數가 빠른 品種은 五臺벼 花成벼 大晴벼 蟾津벼 등이었고⁴⁰⁾ (表2),

Table 2. Varietal difference in the seedling emergence (CES '91).

Cultivars	Percentage of seedling emergence	Period of seedling days (Day)	Coefficient of variance
Odaebyeo	70	18	3.9
Sobaegbyeo	54	18	3.0
Kwanagbyeo	60	15	4.0
Jinmibyeo	54	16	3.4
Janganbyeo	66	17	3.9
Hwaseongbyeo	69	18	3.8
Dacheongbyeo	74	16	4.6
Seomjinbyeo	89	15	5.9
Dongjinbyeo	49	16	3.1

Seeding depth : 6cm
Temperature (day/night) : 25/20°C.
Measurement : at 30 days after seeding.

Table 3. Effect of removed awn of seed on seedling emergence in drill seeding on dry paddy soil (CES '91).

Seed awn	Percentage of seedling emergence	Seedling stand (No. m ²)
Removed	63	144 (100)
Unremoved	23	60 (42)

Cultivar : Hwaseongbyeo, Seeding rate : 6kg 10a.

嶺南作物試驗場 檢定 結果는 一毛作에서 八公벼 密陽95號 二毛作에서는 東海벼가 乾畚直播에 適應性이 높은 것으로 인정되었다²⁹⁾.

播種種子是 播種前에 벼 種子 脫芒作業을 반드시 하여야 한다. 까락이나 小枝梗이 그대로 붙어 있는 種子是 트랙터부착 세조파기로 播種할때 파중흙이 막혀서 種子在 아래로 떨어지지 않으므로 결주가 發生하여 수량감소의 큰 원인이 된다. 트랙터부착 乾畚細條播時 種子の 脫芒效果를 보면 表 3과 같이 脫芒된 種子是 脫芒을 하지 않은 種子보다 立苗率이 높고 立苗數가 월등히 많았다.

한편 播種된 種子在 發芽할때 까지는 播種된 種子狀態, 土壤의 溫度와 水分含量에 따라 크게 영향을 받게 되는데 土壤狀態는 매우 多樣하여 土壤溫度와 土壤水分을 人爲的으로 調節을 할 수 없는 경우가 많다. 그러나 播種에서 使用되는 種子是 乾種子, 浸種, 催芽等 여러가지 狀態로 調節하여 播種할 수 있는데 種子狀態를 여러가지로 나누어 播種하였던 結果¹⁹⁾ 乾種자와 種子消毒後 다시 乾燥시킨 種子在 出芽日數는 浸種種이나 催芽種子보다 1~2日 遲延되지만 出芽率이 높고 立

Table 4. Status of seedling emergence as affected by different seed regimes (Kim '92).

Seed regime	Period of seedling emergence (Days)	Seedling stand (No./m ²)	Percentage of seedling emergence	Seedling uniformity ¹ (%)
Intact seed	13	169	73	77
Disinfected seed	13	163	71	79
Soaked seed	12	152	66	68
Pregerminated seed	11	118	51	55

¹ Seedling uniformity was computed based on the coefficient of variation of seedling height.

묘수가 많을뿐 아니라 모生育상태도 均一한 편이었다. 이는 直播栽培에서의 問題點中의 하나인 立苗 不安定化라는 點을 考慮한다면^{21,32)}, 環境適應力이 가장 높은 乾種子 狀態로 播種하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

3) 耕耘整地 및 覆土

一般的으로 쟁기에 의한 耕耘은 有機物 混入이나 雜草防除 面에서는 有利하나 整地 碎土作業에 많은 努力이 所要하게 되므로 作業過程으로 볼때는 로타리 作業을 거치는 것이 有利하며 범시를 播種할 때는 가을에 잘 경운하고 이듬해 봄에는 포장을 다시 갈아엎고 곱게 碎土작업과 아울러 정지작업을 하여야 한다. 콤바인으로 수확하고 남은 벼짚이나 벼그루터기는 되도록 토중 깊이 埋沒시켜야 하는데 이것들이 트랙터부착 세조과 중기로 播種할때 세조과기 후면에 있는 복토장치에 걸려서 제대로 覆土가 되지 않고 土壤表面에 種자가 노출됨으로써 發芽가 불량해지고 立苗數의 確保와 單位面積當 穗數가 不足해짐으로서 收量減少의 原因이 되기 때문이다.

出芽, 立苗率은 覆土의 두께와 흙덩이 크기에 따라서 차이가 큰데¹⁰⁾ 播種方法別 種자의 土壤中 分布狀態는 表 5와 같이 트랙터附着 細條播의 경우 畦立細條播나 平面細條播 모두 表土에서 부터 3~4cm 以內에 大部分의 種자가 播種 되었으며 露出된 種자가 10~13%나 되었다. 耕耘機에 의

한 畦立廣散播에서는 4~5cm까지, 平面로타리에서는 5cm까지 覆土되어 種子分布가 比較的 넓은 편이었다. 耕耘機에 의한 畦立廣散播에서는 露出된 種자가 23%로 가장 많았고 平面로타리 播種에서는 露出種자가 4%로 가장 낮았다.⁴²⁾ 이로부터 覆土의 두께는 3cm程度로 하는 것이 露出種자의 새 피해를 막으며 出芽와 立苗數確保를 위하여 적당하다고 생각된다²⁹⁾.

4) 播種深度와 溫度

李等은²⁴⁾ 播種深度와 溫度가 出芽率 및 中胚軸伸長에 미치는 영향을 檢討한 結果 그림3과 같이 溫度가 높을수록 最初出芽日數가 단축되었고 出芽率도 높았으며 播種深度가 깊을수록 出芽率이 현저히 낮아지는 경향이였다. 그러나 溫度 25/20℃下에서 播種深度 5cm에서 出芽率은 溫度 20/15℃ 處理보다 낮고 20/10℃보다는 높았으며 播種深度 7cm에서는 出芽率이 19%로 20/15℃, 20/10℃의 低溫區보다 월등히 낮았다.

出芽日數는 溫度가 높을수록 播種深度가 낮을수록 빨랐으며 播種深度 3cm區는 出芽率 및 平均出芽日數가 播種深度 1cm와 큰 차이가 없었으나 播種深度 5cm 以上이 되면 各 處理溫度 모두 현저히 낮아졌으며 出芽係數도 낮아지는 것으로 나타났다.

播種深度가 깊으면 벼 種자는 發芽를 助長하여 中胚軸이 發生하는데 溫度가 높고 播種深度가 5

Table 5. Distribution of rice seed under different seeding methods (YCES '90)¹.

Seeding methods	Percentage of seed distribution ²					
	0	1-2	2-3	3-4	4-5	> 5cm
Tractor						
· High ridged drill seeding	13	43	34	10	0	0
· Flat drill seeding	10	42	37	11	0	0
Power tiller						
· High ridged broadcasting	23	35	32	7	3	0
· Flat broadcasting	4	23	30	25	12	6

¹ Cultivar : Plagongbyeon. Seeding date : May 25. ² : from the soil surface.

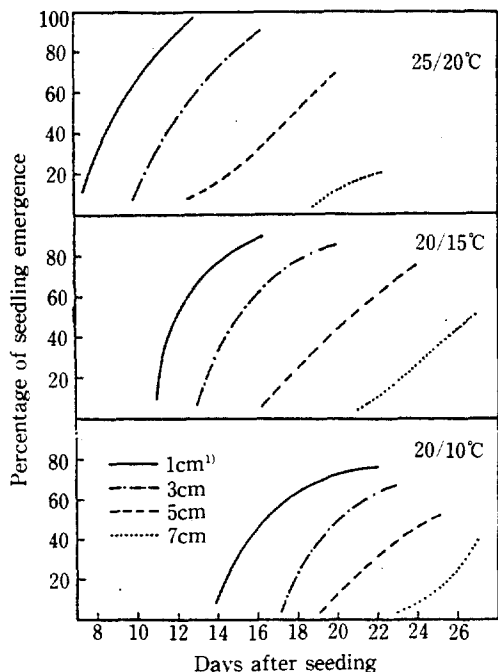


Fig. 3. Change in seedling emergence rate under different seeding depth and temperature in direct seeding (Lee '92)²⁾

1): Seeding depth

2): Cultivar : Hwaseongbyeon

cm가 되면 中胚軸 伸長이 현저하였고, 25/20°C의 7cm깊이에서는 中胚軸이 3절까지 發生하였으며 20/15°C에서는 2절까지, 20/10°C에서는 1절만 發生하였다. (表 6)

5) 生長調整劑 處理

立苗率 向上을 위하여 種子에 릴리스수용액 (GA 10%)을 분무하여 種子深度別로 播種한 結果는 表 7과 같다. 出芽率은 어느 播種深度에서나 GA處理區가 無處理보다 높았으며 그 程度는 播種深度가 깊을수록 더욱 현저하였다.

播種深度 1cm, 3cm, 5cm 및 7cm별로 各各 出芽率이 90%, 80%, 70% 및 40%되는 播種後日數를 보면 GA處理區가 無處理보다 播種深度 1cm와 5cm에서는 各各 4日 播種深度 3cm와 7cm에서는 2日程度 빨랐다. 草長은 GA處理區는 11.3~17.6cm 無處理는 9.3~14.2cm의 分布로 GA處理가 無處理보다 컸으며, 播種深度別 草長은 GA處理는 播種深度 5cm, 無處理는 播種深度 3cm에서 가장 컸다. 葉數는 GA處理가 無處理보다 적었는데 이는 GA處理를 함으로써 生長은 촉진되나 分화는 늦어진 結果로 생각되어지나 이에 대한 추후 검토가 요구된다. 제1엽초의 길이는 GA處理가 無處理보다 길었으며 播種深度間에는 GA處理 無處理 모두 播種深度가 깊을수록 길어지는 경향이었다.

GA處理區의 中胚軸 길이는 播種深度 1cm는 0.1cm 播種深度 3cm와 5cm는 0.2cm, 播種深度 7cm에서는 0.3cm였으며 無處理에서의 中胚軸 길이는 播種深度 5cm이상에서만 0.1cm의 伸長을 보여 GA處理가 無處理보다 播種深度別로 0.1~0.2cm 程度 길었다. 이로부터 GA處理로 出芽率을 向上시킬수 있으며 初期伸長을 좋게하고

Table 6. Effect of different seeding depths and temperature on seedling emergence and mesocotyl length of rice plant in direct seeding (Lee '92)¹⁾.

Temp. (°C)	Seeding depth (cm)	Percentage of seedling emergence	Period of seedling emergence (Day)	Mesocotyl length (mm)			
				1st	2nd	3rd	Total
25 20	1	99	11	0	0	0	0
	3	91	14	1	0	0	1
	5	70	18	15	8	0	1
	7	19	21	15	30	3	48
20 15	1	92	15	0	0	-	0
	3	87	16	0	0	-	0
	5	78	19	11	2	-	13
	7	51	23	17	12	-	29
20 10	1	77	18	0	-	-	0
	3	68	19	0	-	-	0
	5	53	22	2	-	-	2
	7	37	24	3	-	-	2

¹⁾ Cultivar Hwaseongbyeon. Temperature : day night. Measurement : at 30days after seeding.

Table 7. Effect of Release on seedling emergence and seedling growth of rice plant under different seeding depths in direct seeding (CES '92).

Seeding depth (cm)	Release	Days after seeding						Plant height (cm)	Leaf age	Length of 1st leaf sheath (cm)	Length of mesocotyl (cm)
		6	8	12	14	18	29				
1	Treated	19	91	92	92	92	92	16.9	2.9	3.5	0.1
	Control	2	56	91	91	91	91	14.0	3.5	2.4	0
3	Treated	0	27	86	86	86	86	17.6	2.9	3.9	0.2
	Control	0	2	79	83	83	83	14.2	3.4	2.6	0
5	Treated	0	0	57	71	81	83	18.1	2.8	4.9	0.2
	Control	0	0	24	39	72	79	13.2	3.0	3.7	0.1
7	Treated	0	0	0	11	49	53	11.3	2.4	4.8	0.3
	Control	0	0	0	2	27	41	9.3	2.4	3.9	0.1

Concentration : 200ppm. Seed treatment : spraying before seeding.
 Temperature(day/night) during seed treatment : 25/15°C.

中胚軸길이를 伸長시킬 수 있다고 생각된다.

6) 播種方法

播種期 : 出芽所要日數는 播種時期가 늦어질수록 氣溫 上昇效果로 빨라지는 경향이였으며 播種時期가 너무 빠르면 出芽期間이 길어지고 立苗率도 떨어진다. 즉 4月 10日 播種時는 出芽所要期間이 42日 所要되었으나 5月 10日 以後는 큰 차이가 없었다. 이 결과는 溫度의 영향보다는 土壤水分條件에 따라 더 크게 영향을 받는것 같았다. 立苗率은 品種間 差異가 있으나 대체로 4月25日과 5月10日 播種에서 70% 정도되므로 4月25日과 5月10日 사이에 播種하여도 立苗 確保에는 큰 지장이 없을것으로 판단되었다⁴⁰⁾.

播種量 : 一般의으로 播種量과 立苗數는 密接한 關係를 보이거나 반드시 直線의인 關係를 나타내지는 않는 경우가 많다¹⁹⁾. m²當 立苗數의 範圍는 트랙터 細條播는 播種量 4kg/10a 水準에서 128個부터 13kg 播種量水準에서 235個까지였는데 비하여 耕耘機 廣散播는 4kg에서 10kg까지의 播種量에서 이미 트랙터 細條播의 立苗數 範圍를 보였다. 위의 立苗數 範圍를 實際 播種된 播種量에

대한 立苗率을 算出해보면 트랙터 細條播의 경우 播種量 4kg에서 83% 播種量 13kg에서 47% 그리고 耕耘機 廣散播의 경우 播種量 4kg에서 82% 播種量 10kg에서 64%로 播種量이 增加할수록 立苗率은 直線의으로 減少하였다(그림 4). 즉 播種量과 立苗數와의 關係는 거의 直線에 가까운 指數曲線의인 關係를 나타내었고(그림 5) 이들 關係式에 의해 必要한 立苗數에 要求되는 播種量을 算出할수 있었다¹⁹⁾.

지금까지 報告된 適正立苗數에 대해서는 日本의 경우 m²當 80~120個⁵²⁾, 美國의 경우는 130~150個 程度¹⁾이고 이보다 立苗數가 많을 경우는 倒伏抵抗性和 收量 및 米質에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다^{15,31)}. 따라서 播種後 立苗에 영향을 미칠수 있는 災害를 고려한다면 實際 要求되는 立苗數보다 若干 많은 수가 바람직할것으로 생각되어 m²當 要求 立苗數를 150個으로 推定해보면 이때의 播種量은 耕耘機 畦立廣散播 4.6kg/10a 耕耘機 平面廣散播 5.2kg, 트랙터 畦立 細條播 4.9kg, 트랙터 平面細條播 5.4kg이었다. 以上의 結果로 볼때 播種方法間 多少 差異를 보

Table 8. Change in seedling emergence of rice plant under different seeding dates in direct seeding on dry paddy field (CES '91).

Cultivars	Period of seedling emergence (Day)					Percentage of seedling emergence				
	Apr.10	Apr.25	May 10	May 25	Jun.10	Apr.10	Apr.25	May 10	May 25	Jun.10
Odaebyeo	41	27	17	15	15	55.2	70.8	70.8	83.3	83.2
Hwaseongbyeo	38	25	17	14	14	62.5	80.7	80.7	97.3	97.4
Dongjinbyeo	47	27	17	15	15	46.7	55.5	55.5	91.0	91.0
Mean	42	26	17	15	15	54.8	69.0	69.0	90.8	90.5

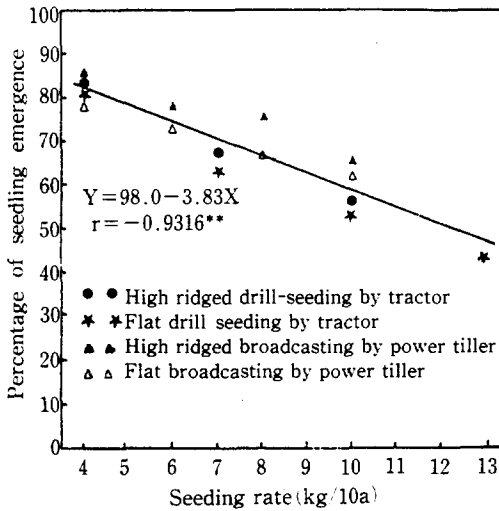


Fig. 4. Relationship between the seeding rate and the seedling emergence. (Kim '92).
Cultivar : Palgongbyeo.
Seeding date : May 25

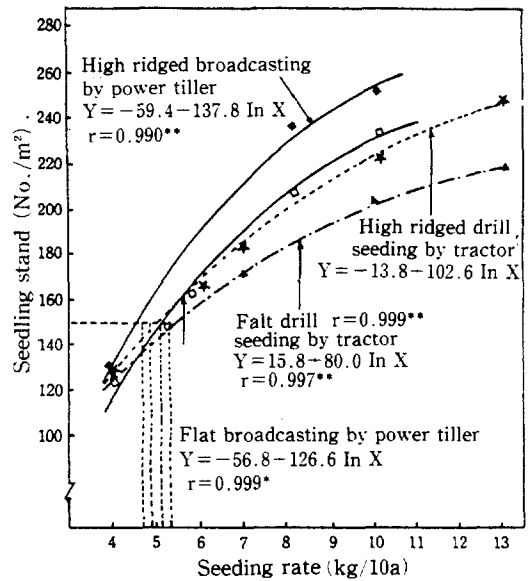


Fig. 5. Relationship between the seeding rate and the seedling stand in various seeding methods. (Kim '92).
Cultivar : Palgongbyeo.
Seeding date : May 25

이지만 立苗數 150個에 對한 適正 播種量은 約 5 kg/10a로 推定되었다¹⁹⁾.

播種方法 : 트랙터 細條播, 耕耘機 細條播, 散播後 트랙터로타리로 播種한 結果 出芽日數는 11~12日로 播種方法間에 큰 差異가 없었으나 立苗率 및 m²當 立苗數는 耕耘機 細條播 > 트랙터 細條播 > 散播後 트랙터로타리順으로 많았다(表 9).

또한 催芽種子로 細條播(麥類播種機), 散播後 耕耘機 및 트랙터 로타리, 耕耘機 畦立廣散播로 播種直後 1日 灌溉排水한 結果¹⁷⁾ 播種方法間 出芽率은 表 10 과같다.

播種方法間 立苗率은 細條播가 他 播種方法보다 約 10%程度 높았는데 이는 細條播의 경우 播種後 覆土가 2~3cm로 均一한 反面 耕耘機 및 트랙터로타리와 畦立廣散播는 覆土深의 差異가

甚했던데서 오는 結果로 생각된다. 또한 直播栽培의 平均 立苗率 75%에 比하면^{20,53)} 散播後 耕耘機 및 트랙터로타리와 耕耘機 畦立廣散播의 立苗後 灌水處理에서만 立苗率이 62~66%로 낮았고 그 外는 이와 비슷하거나 높았다. 以上의 結果로 보아 立苗率 向上을 위한 播種方法은 細條播로 확인되었다.

7) 播種後 물관리

播種作業이 完了된 後 약간의 降雨가 있으면 出芽 및 立苗가 促進되지만 너무 많은 降雨은 오히려 土壤을 과습하게 함으로써 매몰된 種子의 呼吸을 抑制하기 때문에 出芽가 不均一하고 立苗 障害의 原因이 된다. 이러한 때는 도랑을 내어 배수 하도록 하여 도랑으로 관개수가 유입되거나

Table 9. Change in seedling emergence of rice plant under the various seeding methods in direct seeding on dry paddy field (CES '90).

Seeding method	Emerged date of seedling	Percentage of seedling emergence	Seedling stand (No./m ²)
Drill seeding by tractor	May 20	63	144
Drill seeding by power tiller	May 20	67	152
Tractor rotaring after broadcasting	May 19	47	107

Cultivar : Hwaseongyeo, Seeding date : May 8, Seeding rate : 6kg 10a.

Table 10. The change of seedling emergence as affected by the water management and different seeding methods in direct seeded rice on dry paddy field (Kim '91).

Water management	Seeding methods	Percentage of seedling emergence	Period of seedling emergence (Days)	Seedling stand (No./m ²)
Irrigation after seedling stand	Drill seeding	72.3	22	186
	Power tiller rotary after seeding	62.1	22	160
	Tractor rotary after seeding	63.3	22	163
	High ridged broadcasting	65.8	22	169
Irrigation and drainage after seeding	Drilling seeding	89.5	9	230
	Cultivator rotary after seeding	74.5	9	230
	Tractor rotary after seeding	74.8	9	192
	High ridged broadcasting	73.9	9	190

Cultivar : Tamjinbyeo, Seeding date : May 1, Seeding rate : 8kg/10a.

배수되도록 하여야 한다.

3. 벼 乾畚直播栽培 倒伏輕減

直播栽培에서 일어나는 倒伏의 形態는 주로 뿌리의 支持力이 弱하여 일어나는 轉伏型 倒伏으로 나타나고 있다⁸⁾. 벼 倒伏과 關聯된 뿌리의 特性을 보면 첫째 뿌리의 수가 많을 것이며 둘째로 뿌리의 굵기가 굵어서 引張強度가 크고 세세로는 뿌리의 分布角度가 크고 마지막으로 生育後期까지 뿌리의 活力이 높을수록 倒伏抵抗력이 크다²⁸⁾.

지금까지 벼의 倒伏과 關係되는 施肥量 施肥方法 栽植密度 및 물관리方法 등에 의해 下位節間이나 稈長의 伸長을 抑制하여 倒伏을 輕減시키는 研究가 많이되어왔다^{6,16,25)}. 또한 栽培方法에 의한 倒伏輕減效果는 限界가 있기 때문에 좀더 積極的인 方法으로 收量을 減少시키지 않는 範圍內에서 生長調整劑 處理로 倒伏을 減少시키는 技術開發이 研究되고 있다^{16,27)}.

여기서는 乾畚直播 栽培에서 栽培方法 및 生長調整劑 利用 등에 의한 倒伏輕減效果들에 關하여 檢討하여 보기로 한다.

1) 氣象

벼 倒伏에 關여하는 氣象要因의 影響은 우선 生育期間中 氣溫, 濕度, 日計量 및 降雨量 등에 의해 벼가 얼마나 健全하게 生育하였나 하는 것과 關係가 되며 生育後期 즉 出穗後에는 集中豪雨나

颱風에 의하여 倒伏이 發生한다. 특히 降雨에 의한 倒伏의 誘發은 빗방울이 植物體에 부딪치는 外壓과 비온 뒤 빗물이 植物體에 부착되어 地上部의 무게를 加重시켜 倒伏을 誘發시킨다. 비온 뒤의 地上部 무게 증가율은 糊熟期 完熟期 모두 같은 傾向으로 葉신>줄기>이삭의 순으로 증가하였으며 葉의 위치에따라서는 下位葉일수록 무게가 增加된다²³⁾.

颱風에 의한 倒伏 誘發은 위에서 記述한 것과 같이 降雨에 의한 地上部의 무게가 增加하는 반면 強風에 의한 被害가 加重되고 風速이 秒速 10m以上 5時間 程度의 颱風이 불면 倒伏率이 急激히 增加되며 20m 以上이 되면 100%倒伏이 된다²⁸⁾. 또 颱風의 風速뿐 아니라 風向과도 關係가 크다고 報告하고 있다⁹⁾.

2) 生長調整劑 處理

乾畚直播에서 生長調整劑 處理에 의한 倒伏輕減 效果는 表 11과 같이 生長調整劑 處理가 無處理 보다 稈長이 13~18cm가 短縮되었다. 挫折重은 無處理는 312g이었으나 生長調整劑處理는 Prohexadine-CaF가 384g, Uniconazol이 436g, Inabenfide가 448g으로 無處理보다 높았다. 倒伏指數는 生長調整劑處理는 228~237로 낮았으나 無處理는 364로 월등히 높았다. 실제 圃場倒伏은 無處理는 5程度의 倒伏이 發生하였으나 生長調整劑處理區는 倒伏이 경미하게 發生되거나 發生되지 않았다.

Table 11. Effect of growth regulators on lodging characteristics of rice plant in direct seeding on dry paddy field (HCES '91).

Growth regulators	Time of application	culm length (cm)	Breaking weight (g)	Lodging index	Field lodging (0-9)
Inabenfide G	45 DBH	75	448	228	0
Uniconazol G	15 DBH	77	436	229	1
Prohexadine-Ca F	7 DBH	72	384	237	0
Control	-	90	312	364	5

Cultivar : Dongjinbyeo, Seeding date : May 1. Seeding rate : 6kg/10a, DBH : Day before heading.

이로보아 生長調整劑處理에 의해 稈長이 短縮되고 挫折重이 높아져 倒伏指數가 낮아진다는 報告들^{1,2,16,17)}과 같은 경향으로 乾畚直播栽培에서 倒伏輕減을 위한 生長調整劑 利用時 Inabenfide는 出穗前 45日, Uniconazol은 出穗前 15日, Prohexadine-CaF는 出穗前 7日에 處理하는것이 效果의 일것으로 생각된다.

3) 播種方法

播種期 : 우리나라는 溫帶 몬순 大陸性 氣候地帶에 속하여 있으므로 여름철은 무더고 비가 많이오는 장마철이 存在하며 年間 平均 降雨量은 1,200mm이나 6월부터 8월에 걸쳐 集中되어 있는 것이 特徵이다⁹⁾.

播種時期別 稈長은 播種時期가 늦어질수록 稈長이 짧아지고 降雨에 대한 피해도 적어 倒伏發生이 적었으나¹⁸⁾ 播種時期가 너무 늦으면 出穗가 지연되어 후기 등숙이 낮아지므로 품종선택은 早生種은 降雨가 많은 8月初旬에 出穗가 되므로 되도록 회피하는 것이 좋고 倒伏抵抗性이 높으며 8月下旬경에 出穗가 되는 中晚生種으로 하여 집중 호우가 내리는 시기를 피할수 있는 播種期를 선택하여야 할 것이다.

播種量 및 播種方法 : 播種에 따른 倒伏形質은 表 12와 같이 播種量이 增加할수록 稈長이 길어졌으며 第3節 및 第4節間도 길어졌다. 挫折重은 播種量이 增加함에 따라 낮아졌으며 그 結果 倒伏指數는 播種量이 3kg/10a은 141, 6kg은 145, 9kg은 154를 2나냈으며, 圃場倒伏은 播種量 6kg/10a에서 2程度, 9kg에서 4程度 發生하였다³⁹⁾.

播種方法間 倒伏形質 變化는 表 13과 같이 稈長은 細條播가 散播보다 컸다. 挫折重은 細條播가 散播보다 높아 그 結果 倒伏指數도 細條播가 散播보다 낮았다⁴²⁾.

또한 金等은¹⁹⁾ 播種方法間 倒伏指數反應을 알기위해 播種量 및 立苗數와 倒伏指數와의 關係를 分析한 結果는 다음과 같다. 播種量과 倒伏指數와의 關係에서는(그림 6) 播種量이 增加함에 따라 倒伏指數는 曲線的으로 增加하였는데 그 程度는 細條播보다 散播에서 월등히 높았고, 平面과 畦立播種間에는 平面播種이 倒伏指數의 값이 높았다.

한편 播種量이 立苗數와는 直接的인 關聯이 있지만 播種量보다는 實際 立苗數와 倒伏指數와의

Table 12. Infulence of different seeding rates on lodging characteristics and internode elongation of rice plant by drill seeding in dry paddy field (CES '90).

Seeding rate (kg/10a)	Culm length (cm)	Length of internode		Breaking weight (g)	Lodging index	Field lodging (0-9)
		N3 (cm)	N4 (cm)			
3	79	11.6	7.4	762	141	0
6	80	12.2	7.6	742	145	2
9	83	12.2	8.2	653	154	4

Cultivar : Hwaseongbyeo, Seeding date : May 8.

Table 13. Change in lodging index of rice plant under different seeding method in dry paddy field (YCES '90).

Seeding methods	Culm length(cm)	Breaking weight(g)	Lodging index	Field lodging(0-9)
Drill seeding	77	539	135	0
Broadcasting	74	498	139	0

Cultivar : Donghaebyeo, Seeding date : May 1, Seeding rate : 6kg/10a.

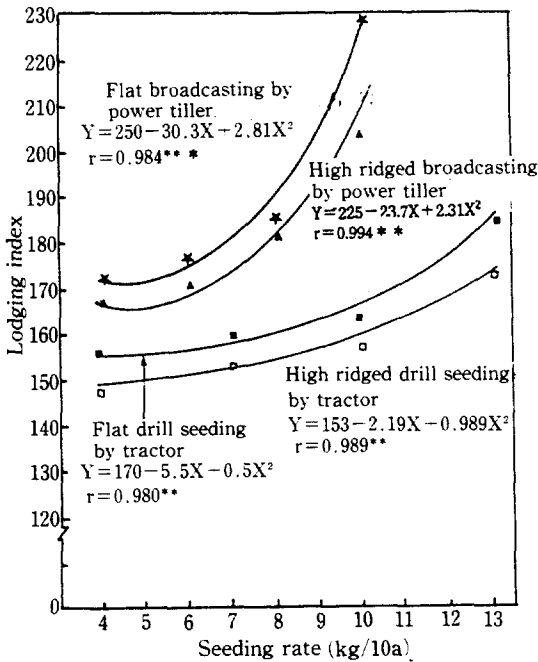


Fig. 6. Relationship between the seeding rate and the lodging index in various seeding methods. (Kim '92).
Cultivar : Palgongbyeo,
Seeding date : May 25

關係를 檢討하여 播種方法間 倒伏抵抗性を 比較하는 것이 더욱 效果의 일 것으로 생각되는데 이를 보면 그림 7과 같이 어느 播種方法에서나 m^2 當 立苗數가 많을수록 倒伏指數도 增加하는 경향이 있으나 그 增加程度는 播種量에 의한 倒伏指數變化와는 若干 相異한 모양의 2次曲線을 보여 주었다. 播種方法間의 倒伏指數는 m^2 當 立苗數가 增加할수록 散播가 條播보다 월등히 높았다. 또한 平面播種보다는 畦立播種이 倒伏指數가 낮았다. 이로 보아 倒伏抵抗성이 높은 播種方法은 散播보다는 條播가 有利하다고 생각된다.

4) 窒素 施肥量 및 施肥方法

窒素施肥量이 倒伏에 미치는 영향을 보면 表 14와 같다. 一般的으로 直播栽培가 移秧에 비하여 倒伏이 잘되는데 그 원인중 하나를 보면 重心高는 移秧이 40.6cm 乾畚直播가 37.0cm로 直播栽培가 낮았으나 重心高 比率[重心高/(稈長+穗長)]은 移秧의 44.9%보다 乾畚直播가 45.5%로 높았다. 이는 곧 直播栽培는 移秧보다 倒伏發生 위험이 높다는 것을 보여주며 直播栽培에서 窒素 施肥量別 重心高 比率은 施肥量이 增

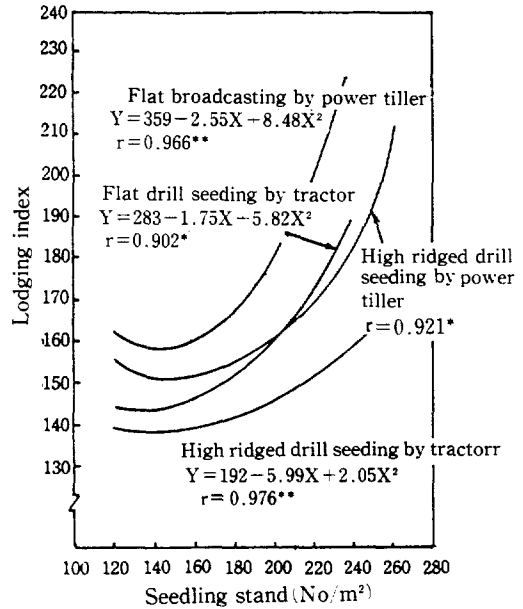


Fig. 7 Relationship between the seedling stand and the lodging index. (Kim '92).
Cultivar : Palgongbyeo.
Seeding date : May 25

加할수록 높아졌다.

倒伏과 關係가 깊은 土層深度別 뿌리의 分布를 보면 表 15와 같다. 뿌리의 무게는 直播栽培가 移秧보다 적었다. 土層深度別 뿌리의 分布率을 보면 0-5cm깊이의 表層부분에 直播栽培는 61.4%로 移秧의 51.6%보다 월등히 많았으나 6cm깊이 이후부터는 移秧이 乾畚直播보다 뿌리 分布比率이 높음을 알 수 있었다. 이는 直播栽培時 뿌리가 表層의 分布가 많아 地上部 지지력이 移秧보다 작고 轉伏型 倒伏(뿌리도복) 發生 우려가 많음을 알 수 있었다.

朴等³⁹⁾이 분석한 窒素分施方法에 따른 倒伏形質變化를 보면 表 16과 같이 基肥-7葉期-幼穗形成期-出穗期에 各各 50-20-20-10%로 4回分施하는 것이 倒伏指數가 가장 낮았다. 그러나 이 施肥方法과 倒伏指數가 큰 差異가 없으며 收量이 높은 分施方法은 基肥-5葉期-7葉期-幼穗形成期-出穗期에 各各 20-30-20-20-10%로 5回分施하는 것으로 이 施肥方法이 收量向上과 아울러 倒伏指數 減少에도 效果的인 것으로 생각된다.

5) 물관리

乾畚直播栽培時 落水가 倒伏에 미치는 영향을 檢討한 結果는 表 18과 같이 稈長은 常時灌水가

Table 14. Influence of nitrogen level on the characteristics of lodging in rice plant grown under different cultural methods(CES '91).

Cultural practices	Nitrogen level (kg/10a)	Field lodging (0-9)	HCG ¹⁾ (cm)	Rate of HCG ²⁾ (%)	No. of internode at aerial part
Hand transplanting	5	0	37.9	45.0	3.6
	10	0	39.5	44.9	3.6
	15	0	39.3	44.1	3.8
	20	1	45.5	45.4	3.9
	Mean	0	40.6	44.9	3.7
Direct seeding	5	0	33.4	44.8	3.5
	10	0	36.3	45.3	3.5
	15	0	37.7	45.8	3.5
	20	1	40.6	46.1	3.8
	Mean	0	37.0	45.5	3.6

¹⁾ HCG : Height of central gravity, ²⁾ Cultivar : Dongjinbyeo, Seeding date : May 15 (A) : $[HCG / (Culm\ length + panicle\ length)] \times 100$, Seeding rate : 6kg/10a.

Table 15. Different distribution of the rice root at heading stage under various nitrogen levels in direct seeding on dry paddy field(CES '91)

Culture practices	Nitrogen level (kg/10a)	Root weight (g/Mono.)	Root distribution (%)				
			0-5cm	6-10cm	11-15cm	16-20cm	21-25cm
Hand transplanting	5	1.95	53.3	27.7	11.5	5.4	2.1
	10	2.14	51.8	28.0	11.0	6.8	2.04
	15	2.77	51.0	26.2	12.7	6.5	3.6
	20	2.86	50.4	30.0	11.5	4.8	3.3
	Mean	2.43	51.6	28.0	11.7	5.9	2.8
Direct seeding	5	1.47	62.8	23.2	10.2	2.2	1.6
	10	1.77	62.3	23.9	9.5	2.3	2.0
	15	2.40	62.1	21.9	8.5	5.8	1.7
	20	2.54	58.5	22.8	11.0	5.4	2.3
	Mean	2.05	61.4	23.0	9.8	3.9	1.9

Cultivar : Dongjinbyeo, Seeding date : May 15, Seeding rate : 6kg/10a.

Table 16. Effect of split application of nitrogen on the lodging of rice plant in direct seeding on dry paddy field (Park, '90).

Basal	Split application of nitrogen (%)				Lodging index	Field lodging	Yield (kg/10a)
	5th leaf stage	7th leaf stage	Panicle initiation stage	Heading stage			
20	Uniform application ¹⁾				104	5	490
20	30	20	20	10	95	3	507
40	10	20	20	10	99	3	449
50	0	20	20	10	91	3	455

¹⁾ uniform application implies that the amount of nitrogen for top dressing was applied every 10day intervals with the same rate of nitrogen up to the heading stage.

Cultivar : Palogongbyeo, Seeding date : May 8, Seeding rate : 8kg/10a, Amount of nitrogen application : 16kg/10a.

Table 17. Effect of water management on the lodging characteristics of rice plant in direct seeding on dry paddy field (HCES '91).

Water management	Culm length (cm)	Internode length		Center of gravity (cm)	Breaking weight (g)	Culm thickness (mm)	Lodging index	Field lodging (0-9)
		N3 (cm)	N4 (cm)					
Continuous flooding	87.3	12.8	10.9	46.3	379	0.63	313	9
Drainage after 20 DAF	84.0	12.6	11.2	45.1	378	0.68	291	5
Drainage after 20 and 30 DAF	83.6	12.9	10.3	45.0	406	0.68	259	1
Drainage after 20, 30 and 40 DAF	80.7	12.0	10.0	44.6	419	0.69	244	0

Cultivar : Dongjinbyeo. Seeding date : May 1. Seeding rate : 8kg/10a

Seeding method : High ridged drill seeding,

Drainage period : 3 days, DAF : Days after flooding

87.3cm였으나落水回數가 많을수록 稈長이 작아져 담수후 3회落水에서는 80.7cm였다. 제 3절간 및 제 4절간도 간장과 같은 경향으로落水回數가 많을수록 작아졌다.落水回數가 많을수록挫折重은 높아結果적으로倒伏指數가 작아져圃場倒伏은常時灌水에서는甚하게發生하였으나2-3회落水에서는發生되지 않았거나輕微하였다.

以上の結果로 보아落水處理回數가增加할수록倒伏防止에는效果의임을 알수 있었다

4. 벼 灌水直播栽培의 特性

灌水表面直播 : 灌水表面直播栽培은乾畚直播栽培과 달리 경운 정지후 관개하여 씨래질 한 뒤에 種子를散播하는方法으로본담준비는현행기재모내기재배와 같고 모내기대신 種子를 뿌리는 것만이 다르다.

따라서 灌水表面直播栽培은播種後覆土를 하지 않기 때문에播種期때降雨에 따른播種지연이 없고 배수가 크게 문제되지 않으므로재배적용지역을 확대시킬 수 있으며 손播種도 할수 있고超省力栽培을 위한 대단위항공 직파가 가능한 장점을 지닌다. 한편 灌水表面直播栽培은播種後浮苗가 많이發生되어立苗가不安定하고 뿌리가 표층에 많이 분포하여 벼 포기의 지지력이 매우 약하고耐倒伏性이 가장 약한 것이 결점으로 지적되고 있다⁴¹⁾.

灌水土中直播 : 벼 灌水土中直播栽培은栽培畚을 현행모내기栽培과 같이 경운 정지하여 관개 후 씨래질한 다음 침중한 種子에過酸化石灰(CaO₂)를 분의 처리하여 전용 파종기로 1~1.5

cm깊이로 土中에播種하는方法이다.

灌水土中直播栽培은播種時期의降雨에 구애받지 않고作業이 가능하고立苗의安全性이 크며倒伏에도乾畚直播栽培보다는 다소 낮으나灌水表面直播보다는 강하여 대형기제화 파종이 가능하므로 특히日本과 같이降雨가 많은 지역에서는 바람직한直播栽培方法이라고 할 수 있다⁴¹⁾. 그러나 우리나라에서는 전용 灌水土中直播機와過酸化石灰(CaO₂)등을 별도로 구입할 경우 농가의 생산비 부담이 가중되어 모처럼 얻어진省力의 효과가 상쇄되기 때문에 오히려 벼乾畚直播栽培 또는 灌水表面直播栽培가 바람직한 것으로 전망된다.

5. 벼 灌水直播栽培의 立苗率 向上

벼 灌水土中直播栽培에 있어서 出芽 및 立苗의 向上은栽培上 重要な 関건이 되고 있으며 立苗의 不安定은收量에至大한 영향을 주게 됨으로品種의選擇 및 發芽初期의栽培管理⁴⁹⁾에 세심한 주의를 기울여야 한다. 灌水下에播種한 벼 種子는水中溶存窒素를利用하여發芽하고初期生育期間을 경과하므로灌溉水の溶存酸素含量은發芽 및 立苗에 크게 영향을 주게 된다²³⁾. 灌水下에서 벼 種子의發芽와立苗를向上시키기 위하여酸素供給劑로서過酸化石灰(CaO₂)를 벼 種子에粉衣함으로써 灌水土中直播栽培에서立苗率向上에 기여하고 있다. 따라서 여기서는 灌水直播栽培時立苗率向上을 위한 여러試驗結果들을 정리하여 검토하여 보기로 한다.

1) 品種選定

湛水直播에서 立苗率 向上에 적합한 品種요건은 낮은 溶存酸素濃度下에서도 發芽가 잘되며 鞘葉과 第1本葉이 신속히 伸長하여야 한다. 이러한 요건을 갖춘 湛水直播用 品種은 아직 본격적으로 育成되지 않고 있는데 기존품종중에서 大關벼, 畿湖벼, 落東벼, 太白벼 등이 대체로 湛水直播에 알맞다²⁴⁾.

2) 本畚準備

本畚準備는 移秧栽培과 같이 하지만 沓래질 할 때 논바닥의 높·낮음이 없도록 고르게 하는 것이 중요하다. 이와같은 作業의 효과는 湛水直播는 催芽된 種子를 播種하므로 耕耘·整地作業으로 土壤을 부드럽게하여 種子의 착근이 有利하도록하고 논물의 漏水防止와 양분의 용탈을 막는다.

한편 本畚準備에서 沓래질의 重要性은 벼가 水中에서 發芽할때 水深이 깊을수록 뿌리의 伸長은 抑制되고 鞘葉의 伸長은 助長되는데 水深이 아주 깊으면 異常發芽를 하거나 出芽하지 못한다. 沓래질이 不均一하면 水深에 따라 發芽와 立苗가 不均一하여 生育, 出穗 및 登熟이 不均一하게 되어 收量도 減少한다.

3) 水中發芽 및 溶存酸素 吸收

벼 種子를 湛水 또는 土壤中에 播種하거나 土壤이 還元狀態로 되면 酸素不足으로 發芽, 發根이 不良하여 立苗가 나빠지고¹²⁾ 이에는 品種間 差異가 있어 直播 品種이 具備해야할 條件의 하나로써 低酸素 卽 還元耐性이 重視되어지고 있다. 따라서 直播栽培의 重要한 役割은 幼芽·幼根의 伸長期에 있어서 生長速度에 따른 實際酸素消費量이며 品種間的 程度의 差異를 밝히는 것은 直播用 品種育成과 栽培法 改善에 重要하므로 李等이²³⁾ 湛水直播栽培로 길드려진 캘리포니아 品種과 移秧形態로 栽培해온 花成벼의 水中 溶存酸素吸收와 發芽特性을 比較한 結果를 보면 다음과 같다.

湛水下에서 벼 品種들의 溶存酸素 吸收의 輕時的 變化는(그림 8) Italiconaverneco가 浸種 1日後부터 溶存酸素 吸收가 가장 旺盛하였고 다음이 자포니카형으로 단원형 品種인 S-201이었으며 花成벼는 溶存酸素 吸收가 浸種 1日後 가장 작았으나 日數가 지나면 Italiconaverneco와 S-201보다 떨어지지만 L-202, M-201 보다는 높았다.

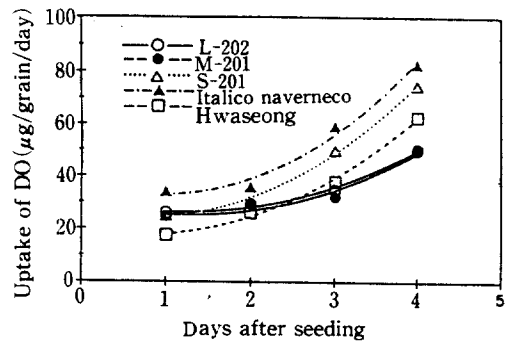


Fig. 8. Daily distribution of dissolved oxygen uptake by 5 rice cultivars during germination under water at 25°C. (Lee '91).

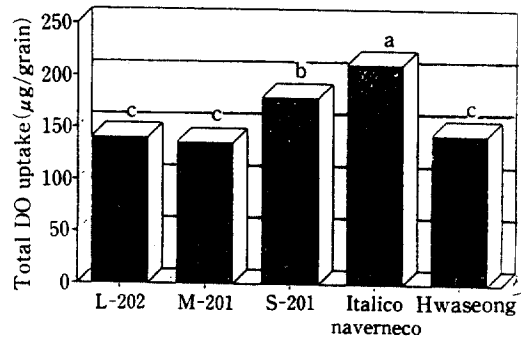


Fig. 9. Total uptake of dissolved oxygen by 5 rice cultivars at 4 days after water seeding at 25°C. (Lee '91).

鞘葉과 種子根이 完全히 出現한 浸種 4日後에 品種間 累積溶存酸素 吸收量은(그림 9) 品種間 差異가 뚜렷한 것을 볼 수 있다. Italiconaverneco는 벌써 1개가 211.7µg, S-202와 M-201은 各各 140.4, 135.8µg을 吸收하였다.

4) CaO₂ 種子粉衣

朴等이²³⁾ 溫度 및 과산화칼슘 種子 粉衣에 따른 出芽率 및 平均出芽日數의 變化를 檢討한 結果를 보면 다음과 같다.

出芽率은 伽倻벼의 경우 29/21°C에서 가장 높았으나 17/17°C 以下에서는 급격히 低下하였는데 秋晴벼는 17/17°C 處理區에서도 높은 出芽率을 나타내었다. 과산화칼슘 粉衣效果는 處理間에 현저한 差異를 보여 29/21°C 에서는 두 品種 모두 粉衣效果가 있었고, 伽倻벼의 17/17°C 以下와 無處理區는 전혀 出芽하지 않았으며 秋晴벼의 12/12°C에서도 같은 結果를 보였다.

平均出芽期間을 보면 두 品種 모두 低温일수록

Table 18. Effect of calcium peroxide on the seedling emergence of rice plant under different temperature condition (Park '86).

Cultivars	CaO ₂	Percentage of seedling emergence			Period of seedling emergence (Days)		
		29/21°C	17/17	12/12	29/21°C	17/17	12/12
Gayabyeo	Treated	78.9	25.7	13.3	6.3	8.4	9.5
	Control	67.8	-	-	7.2	-	-
Chucheongbyeo	Treated	88.2	90.0	42.3	6.3	8.3	9.3
	Control	78.2	86.7	-	6.6	8.5	-

길어졌고 29/21°C에서 伽倻벼가 秋晴벼보다 길고 두品種모두 粉衣區가 無處理區에 比하여 平均出芽期間은 짧았다.

17/17°C의 溫度條件에서 播種深度에 따른 벼品種의 出芽 및 立苗率을 보면 表 19와 같다.

出芽率은 播種深度가 깊을수록 현저히 低下되어 播種深度 1cm에서는 57% 2cm에서는 41% 3cm에서는 6%로 나타나 湛水土中直播栽培時 播種深度가 1~1.5cm로 낮게 播種하는 것이 有利한 것으로 나타났³³⁾. 出芽率이 70%以上인 品種은 天慶벼 南陽벼 등이었고 60~70% 品種은 畿湖벼 秋晴벼 落東벼 東津벼 등이었다.

5) 播種方法

播種期: 齊藤¹⁵⁾는 湛水直播의 播種適期는 平均氣溫이 10°C以上인 때라고 하였고, 寺田⁴⁹⁾은 湛水直播에서 種子가 90% 出芽되는 出芽期間의 每時間 積算地溫(1日 24回 調査)은 약 3,100°C로써 箱子育苗 2,300°C에 比하여 약 800°C가 더 많은 溫度가 要求된다고 하였다.

溫度에 따른 出芽率 變化를 보면 表 20에서의와

Table 19. Varietal differences on seedling emergence and seedling stand of the rice plant as affected by CaO₂ seed coating and different seeding depth in rice (Park '86).

Cultivars	Seeding depth (cm)					
	1		2		3	
	A	B	A	B	A	B
Cheonmabyeo	78	63	63	58	18	18
Sangpungbyeo	20	18	28	28	3	3
Gihobyeo	63	55	43	43	3	3
Namyangbyeo	70	63	53	53	3	3
Seomjinbyeo	33	25	15	13	3	0
Akibare	65	63	35	35	8	8
Nagdongbyeo	60	58	35	35	8	8
Dongjinbyeo	65	55	23	2	0	0

A : Percentage of seedling emergence

B : Seedling stand (No/m²)

Temperature : 17°C

같이 出芽期의 溫度가 비교적 높은 25/20°C에서는 25/15°C 및 20/10°C보다 다소 떨어져서 高溫이면 出芽率이 低下하는 경향이며 反面에 出芽日數는 溫度가 높을수록 短縮되었다. 播種後 20日에 調査한 初期伸長性은 低溫(20/15°C)에서는 早生種 > 中生種 > 晩生種 順으로 좋았으며 高溫(25/10°C)에서는 晩生種이 좋았다.

水原에서의 例年의 平均氣溫은 4月 23日경부터 13°C가 되는데³⁴⁾ 이 地域에서의 播種期別 出芽率을 보면 表 21과 같이 播種期가 늦어질수록 出芽日數가 빨라지는 경향이었으나 出芽率은 5月 1日과 5月 11日播種에서는 거의 비슷하였으나 5月 21日以後부터는 약간 떨어지는 경향이였다. 이는 이미 전술한 바와 같이 5月 中·下旬부터는 氣溫의 상승으로 出芽率이 낮아진 것으로 생각된다.

m²當 立苗數도 5月 1日播種과 5月 11日播種은 거의 비슷하였으나 그 이후는 立苗數가 현저히 감소하였는데 그 程度는 早生種이 더욱 컸다. 以上으로 보아 平均氣溫, 立苗率, 立苗數 등으로 본 播種期는 5月 初旬이 좋을 것으로 생각된다.

播種量: 播種量과 立苗數와의 關係는 環境條件에 따라 달라지는데⁴⁾ 播種量에 따른 出芽程度의 變化는 表 22와 같다. 出芽日數는 播種量間에 差異가 없었으며 出芽率은 播種量 5kg/10a에서 79%로 가장 높았다. 立苗數는 播種量에 따라 增加하였다. 이로부터 適正播種量은 m²當 適正立苗數를 120~150個로 볼때 出芽率이 높으며 m²當 立苗數가 158個인 5kg/10a가 적당하다고 생각된다.

播種方法: 朴等³⁵⁾이 湛水表面直播과 湛水土中直播에서 出芽程度를 檢討한 結果 表 23과 같이 播種에서 出芽까지의 出芽所要日數는 湛水表面直播의 경우 4日, 湛水土中直播는 22日前後가 所要되었다. 成苗率은 湛水表面直播는 56~59%이었으나 湛水土中直播는 103-104個이었다. 이로부터 湛水土中直播는 34~41%로 낮았다. m²當 立苗

Table 20. Effect of temperature on seedling emergence of different varieties in direct seeding on submerged paddy field (CES '91).

Cultivars		Period of seedling emergence (Days)			Percentage of seedling emergence			Plant height after 20DAS (cm)		
		20/10°C	20/15	25/20	20/10°C	20/15	25/20	20/10°C	20/15	25/20
Early maturing	Kumobyeo	7	5	3	98	92	78	7.2	8.8	11.7
	Sobaegbyeo	7	5	3	90	95	80	8.1	9.5	13.3
	Odaebyeo	7	5	4	98	93	78	7.7	9.4	11.9
Intermediate maturing	Hwaseongbyeo	7	5	4	97	94	88	6.9	8.4	11.9
	Jinmibyeo	7	5	3	99	99	90	6.9	8.5	11.6
	Janganbyeo	8	5	3	88	94	88	6.9	7.8	12.8
Late maturing	Seomjinbyeo	7	6	3	90	96	90	7.3	7.7	13.0
	Daechongbyeo	7	6	4	95	93	95	7.6	9.2	14.5
	Dongjinbyeo	8	5	4	87	93	80	6.7	8.7	12.2

DAS : Days after seeding, Temperature : day/night(°C), Seeding date : June 7.

Table 21. Change in the seedling emergence of rice cultivar under various seeding dates in direct seeding on submerged paddy field (CES '91).

Cultivars	Period of seedling emergence (Days)				Percentage of seedling emergence				Seedling stand (No./m ²)			
	May 1	May 11	May 21	June 1	May 1	May 11	May 21	June 1	May 1	May 11	May 21	June 1
Odaebyeo	7	7	6	5	78	78	68	64	156	156	136	128
Jinmibyeo	6	6	5	5	71	72	65	64	142	144	130	126
Hwaseongbyeo	7	6	6	5	79	77	72	72	158	1547	144	144

Seeding rate : 5kg/10a.

數는 湛水表面直播는 169~178個 이었으나 湛水土中直播는 103-104個이었다. 이로부터 湛水土中直播의 경우 특히 出芽日數가 길고 成苗率이 낮아 이에 대한 補充研究가 重要한 課題라고 생각한다.

또한 湛水表面直播方法別 立苗向上을 위한 試驗 結果를 보면 表 24와 같이 出芽日數는 7~9日이 所要되었는데 落水後 散播와 湛水後 散播가 7日로 빨라졌으며 立苗率도 이들 播種方法이 51~55%로 높았다. 播種時間의 단축을 위하여 사용되는 미스트機 (sprayer) 散播도 48%의 立苗率을 보였다. m²當 立苗數는 湛水後 散播가 110個로 가장 많았고 落水後 散播와 요철로타리, 미스트機 散播등은 96~101個로 거의 비슷한 立苗

數를 보였다. 이로부터 立苗率 向上은 湛水後 散播가 가장 좋았으나 播種時間 등을 고려하여 불패 미스트機를 利用한 播種 및 作溝播種方法에 對한 研究가 必要하다고 생각된다.

6) 물관리

播種後부터 生育初期에 걸쳐 물관리 要領은 立苗의 良否와 밀접한 關係가 있으며 그 後의 生育 및 收量에도 큰 영향을 미친다.

寒冷地에서는 湛水에 의한 保温效果가 있어 出芽를 促進하므로 湛水を 깊이하고 漏水를 막아 水溫上昇을 꾀하여야 한다¹³⁾. 湛水期間은 地域에 따라 또는 作期에 따라 다르지만 一般적으로 播種後 2~3週間 10cm程度의 湛水を 한다. 浸透性은 平均氣溫이 18°C以上인 경우에는 1日에 2~3

Table 22. Change in seedling emergence of rice plant under various seeding rates in direct seeding on submerged paddy field (CES '89).

Seeding rate (kg/10a)	Emerged date	Percentage of seedling emergence	Seedling stand (No./m ²)
3	May 7	77	92
5	May 7	79	158
7	May 7	75	210

Cultivar : Hwaseongbyeo, Seeding date : May 1.

Table 23. Differences in seedling emergence in association with direct seeding methods on submerged paddy field(Park '89).

Seeding methods	Palgongbyeo			Gayabyeo		
	Period of seedling emergence (Days)	Percentage of healthy seedling	Seedling stand (No./m ²)	Period of seedling emergence (Day)	Percentage of healthy seedling	Seedling stand (No./m ²)
Broadcasting	4	56	169	4	59	178
Drill seeding	22	34	103	21	41	124

Table 24. Difference in seeding depth and seedling emergence as affected by different seeding method in direct seeding on submerged paddy field(CES '92).

Seeding methods	Seeding depth (mm)	Period of seedling emergence (Day)	Percentage of seedling emergence	Seedling stand (No./m ²)
Drill seeding after drainage	7	9	37	73
Broadcasting after drainage	1	7	51	101
Broadcasting with sprayer	2	8	48	96
Broadcasting under flooding	0	7	55	110
Broadcasting with uneven rotary	0	7	49	98

Cultivar : Ilpumbyeo, Seeding date : May 4, Seeding rate : 5kg/10a

cm의 浸透가 되는것이 立苗가 좋다고 한다. 한편 深水灌水를 오래 계속하게되면 出芽率과 立苗率이 떨어지므로 出芽後 눈이 너무 伸長하지 않도록 따뜻한 날을 골라 落水하여 모 그누기를 해야한다.

高温時에 播種했을 경우 灌水條件은 立苗가 不良할 우려가 있으므로 落水狀態로 하여 가끔 灌水하여 土壤의 굳음을 막으면서 出芽시키는 것이 安全하며 灌水했을 경우에는 가끔 落水하여 換水하는 것이 좋다.

6. 벼 灌水直播栽培 倒伏輕減

벼 直播栽培는 根本的으로 移秧栽培에 비하여 倒伏抵抗性이 弱하며 直播栽培方法中에서도 乾畚直播보다 灌水直播에서 벼 倒伏 抵抗性은 더욱 弱하다. 直播栽培의 倒伏은 根本的으로 品種의인 側面에서 解決하는 것이 바람직하나 여기에서는 栽培的 側面에서 倒伏을 輕減시킬수 있는 方法에 對하여 檢討하였다.

1) 生長調整劑 處理

催等이⁴⁹⁾ Uniconazole을 利用한 倒伏輕減效果를 보면 그림 10과 같다. Uniconazol處理時期別 節間長의 短縮程度는 어느 時期에 處理를 하여도

第 1節間長은 短縮되지 않았으며, 上位節間의 短縮率은 15% 内外로 낮은 反面에 下位節間인 4節間과 5節間이 40~50% 短縮되었다.

處理時期別로 倒伏에 영향을 미치는 主要 形質을 無處理와 比較하여 보면(表 25) 藥劑處理에 의해 稈壁는 약간 두꺼워졌으며, 稈徑은 굵어지는 樣相을 나타냈다. 또한 藥劑處理時 稈基重은 多少 무거웠는데 이는 稈長이 短縮되어 稈의 基部組織이 無處理보다 두껍고 튼튼하기 때문이고, 挫折重은 處理時期別로는 一定한 傾向이 없었으나 無處理에 비하여 20~90g 增加하였으며, moment도 크게 減少하여 結果的으로 倒伏指數가 無處理에서는 139였으나 藥劑處理에 의해 110 内外로 현저하게 낮아져 耐倒伏性이 增加되었다.

PP333處理에 의한 倒伏輕減效果를 보면³⁸⁾ 表 26과 같이 稈長은 無處理에 비하여 3~5cm 단축되었다. 또한 第 3節間은 出穗前 20日處理, 第 4節間은 出穗前 10日處理에서 단축효과가 더 컸다. 圃長倒伏은 無處理는 9程度로 완전히 倒伏이 發生되었으나 PP333處理區는 6-7程度의 倒伏이 發生되었다.

Inabenfide와 Pronexodine Cak을 出穗前 30日에 處理한 結果(表 26) 稈長은 Inabenfide處理는

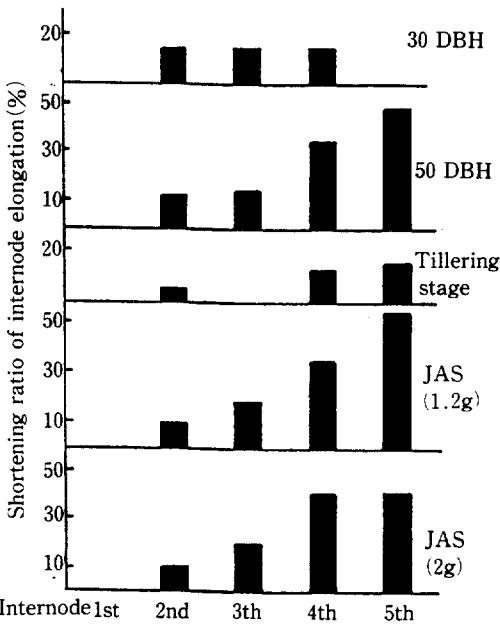


Fig. 10. Effect of different times of Uniconazole application on the internode elongation of rice plant (Choi '91).
 Cultivar : Palgongbyeo,
 Seeding date : April 20
 Seeding method : Drill seeding
 Seeding rate : 6kg/10a

는 8cm, Prohexadine Ca F處理는 6cm 단축 되었으며, 第4節間 단축도 Inabenfide가 4cm Prohexadine Ca F가 1cm로 Inabenfide에서 단축효과가 더 컸다. 挫折重은 Prohexadine Ca F가 Inabenfide보다 높았으며, 倒伏指數도 Prohexadine Ca F는 133, inabenfide는 170으로

無處理의 277보다 월등히 낮아 圃場倒伏이 無處理의 8에 비하여 이들 藥劑處理는 4~5程度 되어 處理效果가 컸다.

2) 播種方法

播種期 : 그림 11은 品種別 播種期에 따른 圃場倒伏을 나타낸것인데 어느 品種이나 播種期가 늦어지면 圃場倒伏은 적어졌으며 品種間 倒伏程度는 早生種보다 中·晩生種에서 倒伏發生이 적었다.

播種期別 倒伏形質變化를 보면 稈長은 播種期가 늦어짐에 따라 감소하였으며 第 4,5節間도 稈長과 같은 경향이였다. 挫折重은 播種期가 늦어짐에 따라 높았으며 moment와 倒伏指數는 播種期가 늦어짐에 따라 감소하였다(表 27).

播種量 : 湛水直播栽培는 莖數가 旺盛하여 有效莖比率이 낮아도 穗數는 많아진다. 穗數가 많아지면 稈이 가늘어지고 葉面積指數도 過大해져서 倒伏發生 위험이 커진다.

m²當 立苗數別 倒伏指數는(表 28) 立苗數가 增加할수록 第 3節間 및 第 4節間 모두 높아지는 경향이였으며 圃場倒伏도 m²當 立苗數가 200個程度되면 倒伏發生이 심했다. 이로부터 倒伏程度를 고려한 適正 m²當 立苗數는 100~130個로 조절하는 것이 좋을것으로 생각된다.

播種方法 : 湛水表面直播栽培의 가장 큰 短點은 無覆土인데 이를 覆土를 하여 倒伏을 輕減하기 위한 改善方法으로는 씨래질 후 빨리 播種하는것이 有利하다³⁴⁾.

條播와 散播에 의한 倒伏形質 變化는(表 29)

Table 25. Effect of uniconazole on lodging characteristics of rice plant(Choi 1991) ¹.

Time of application	Thickness of culm wall (mm)	Culm diameter (mm)	Wt. of basic culm (g)	Breaking weight (g)	Moment	Lodging index
Just after seeding						
2g, a.i./10a ²	0.81	3.56	1.96	648	722	111
1.2g, a.i./10a	0.81	3.62	1.87	634	667	106
Tillering stage	0.84	3.70	1.83	688	771	107
50 days before heading	0.73	3.39	1.83	614	671	110
30 days before heading	0.79	3.61	1.94	659	778	112
Untreated control	0.76	3.42	1.68	596	813	139

¹ Cultivar : Palgongbyeo, Seeding date : April 22, ² Amount of application.
 Seeding method : Drill seeding, Seeding rate : 6kg/10a

Table 26. Effect of growth regulators on lodging characteristics of rice plant in direct seeding on submerged paddy field(CES '90, YCES '91) ¹.

a)

Growth regulator	Time of application	Culm length (cm)	Internode length(cm)		Field Lodging (0-9)
			N 3	N 4	
PP 333 ²	20 DBH	84	15.1	10.8	6
	15 DBH	86	13.4	11.9	7
Control		89	17.5	12.0	9

¹ cultivar : Hwaseongbyeo, ² Concentraion : 25 ppm, Seeding date : May 1, Pregeminated seed

b)

Growth regulator	Culm length (cm)	Internode length(cm)		Breaking weight (g)	Lodging index	Field lodging (0-9)
		N 3	N 4			
Inabenfide (GA)	76	14	10	353	170	5
Prohexadine calcium(1WP)	78	14	13	422	133	4
Control	86	15	14	313	277	8

Cultivar : Paigongbyeo, Seeding date : May 17, Seeding rate : 6kg/10a

Amount of application : Inabenfide(120g a.i./10a), Prohexadine(1g a.i./10a), Time of application : 30 days before heading

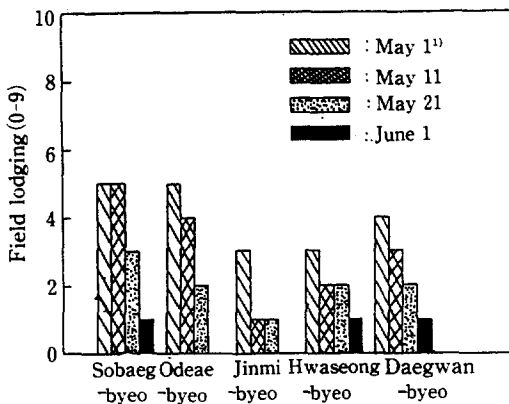


Fig. 11. Differences of the field lodging in rice plant under different various and seeding date in direct seeding on submerged paddy field(CES '91).

¹⁾ Seeding date

稈長은 條播가 散播보다 1cm 컸으며 挫折重은 條播가 散播보다 높았다. moment와 倒伏指數는 散播가 條播보다 컸으며 圃場倒伏은 散播는 5, 條播는 1程度 發生하여 散播보다는 條播가 倒伏輕減에 效果的 이었다.

3) 施肥量 및 施肥方法

窒素 施肥量別 倒伏形質 變化는(表 30) 窒素 施肥量이 增加할수록 挫折重은 낮아지고 倒伏指數는 높아졌다. 圃場倒伏은 손移秧에서는 窒素

20kg/10a에서만 1程度의 경미한 倒伏을 보였으나 澆水直播는 窒素 5kg/10a에서 2程度였으며 20kg/10a에서는 8程度로 아주 심하였다. 이와같이 澆水直播에서 倒伏發生이 심한 원인을 보면 重心高는 손移秧과 같은 40.6cm를 보였으나 重心高比率은 손移秧의 44.9%보다 높은 46.9%였다. 또한 地上部 節間數도 손移秧은 3.7個였으나 澆水直播는 5.4個로 地下部 植物體를 支持하는 地下部の 節間數가 손移秧에 비하여 월등히 적음을 알수 있었다.

窒素施肥量別 根種은(表 31) 施肥量이 增加함에 따라 根重도 增加하였다. 土壤深度別 뿌리分布는 地上部로 부터 土壤深度 0~5cm에 손移秧은 51.6%, 澆水 直播는 65.2%로 澆水直播는 大部分의 뿌리가 土壤의 表層에 分布하고 있었다. 그러나 土壤深度 6cm이하 부터는 深度가 깊어짐에 따라 뿌리 分布率이 減少하였으며, 澆水直播가 손移秧 보다 적어짐을 알 수 있었다. 이와같이 澆水直播는 表層部分에 根分布가 많아 특히 轉伏型 倒伏 發生率이 높음을 알 수 있었다.

窒素 分施方法別 倒伏形質 變化는 表 32와 같이 第 3節間長 및 第 4節間長은 基肥 30% 施用後 4回分施에서 가장 짧았고, 挫折重은 基肥 50% 施用後 5葉期에 50% 施用한 區에서 가장 컸다. 倒伏指數는 基肥 50% 施用區가 가장 낮았으나 圃場倒伏은 어느 分施區에서도 發生되지 않

Table 27. Change in lodging characteristics of rice plant under different seeding dates in direct seeding on submerged paddy field (YCES '91).

Seeding date	Culm length (cm)	Internode length		Breaking weight (g)	Moment	Lodging index
		N4(cm)	N5(cm)			
May 15	78	12	5	383	820	217
June 1	73	11	3	444	805	181
June 15	67	7	2	477	683	148

Cultivar : Palgongbyeo, Seeding rate : 6kg/10a

Table 28. Change in lodging characteristics of rice plant as affected by the number of seedling stand in direct seeding on submerged paddy field (YCES '90).

Seedling stand (No./m ²)	Lodging index		Field lodging (0-9)
	N3(cm)	N4(cm)	
87	96	93	0
102	115	99	0
108	115	104	0
122	121	113	1
140	124	115	2
144	128	120	4
160	146	135	6
200	145	133	6

Cultivar : Palgongbyeo, Seeding date : May 10

있다. 따라서 收量과 결부지어볼때 倒伏에 어느 정도 抵抗性이며 收量도 높은 基肥 30% 施用後 4回 分施하는것이 倒伏輕減에 効果적인 施肥方法으로 생각된다.

4) 물관리

물관리는 우선 出芽期の 芽乾에 依하여 뿌리를 充分히 土中에 伸長시키고 株를 確固히 安着시키는 것이 첫째이고 그 後 淺水管理, 間斷灌溉 中間落水등에 依해 뿌리의 生育을 좋게 하고 뿌리의 活力을 生育後期까지 維持하도록 하여야 한다.

播種後 落水時期別 倒伏程度를 보면 表 33과

Table 29. Influence of different seeding methods on lodging characteristics of rice plant in direct seeding on submerged paddy field (YCES '90).

Seeding method	Culm length (cm)	Breaking weight (g)	Moment	Lodging index	Field lodging (0-9)
Drill seeding	81	534	801	150	1
broadcasting	90	392	817	206	5

Cultivar : Palgongbyeo, Seeding date : May 16, Seeding rate : 6kg/10a

Table 30. Effect of nitrogen levels on the characteristics of lodging of rice plant in direct seeding on submerged paddy field (CES '91).

Cultural practices	Nitrogen level	Breaking weight	Lodging index	Field lodging	Ht. of center gravity	Rate of HCG (A)	No. of internode at aerial part
	(kg. 10a)	(g)		(0-9)	(cm)	(%)	
Hand transplanting	5	639	126	0	37.9	45.0	3.6
	10	663	142	0	39.5	44.9	3.6
	15	579	159	0	39.3	44.1	3.8
	20	553	203	1	45.5	45.4	3.9
	Mean	609	158	0	40.6	44.9	3.7
Direct seeding	5	615	120	2	36.2	45.3	5.2
	10	620	121	4	39.5	47.1	5.1
	15	588	170	7	42.2	47.7	5.6
	20	525	197	8	44.5	47.6	5.5
	Mean	587	152	5	40.6	46.9	5.4

Cultivar : Hwaseongbyeo, Transplanting date : May 25, Seeding date : May 2
HCG : Ht. of center gravity, (A) : [HCG (culm length - panicle length)] × 100

Table 31. Different root distribution of rice plant at heading stage under various nitrogen levels in direct seeding on submerged paddy field(CES '91).

Cultural practices	Nitrogen level (kg 10a)	Root weight (g Mono.)	Root distribution(%)				
			0-5cm	6-10cm	11-15cm	16-20cm	21-25cm
Hand transplanting	5	1.95	53.3	27.7	11.5	5.4	2.1
	10	2.14	51.8	28.0	11.0	6.8	2.4
	15	2.77	51.0	26.2	12.7	6.5	3.6
	20	2.86	50.4	30.0	11.5	4.8	3.3
Direct seeding	5	2.31	62.9	21.4	8.7	4.5	2.5
	10	2.59	67.6	18.4	9.5	2.5	2.0
	15	3.24	66.4	14.8	11.7	5.7	1.4
	20	3.68	64.0	19.5	9.8	4.6	2.1

Cultivar : Hwaseongbyeo, Transplanting date : May 25, Seeding date : May 2

Table 32. Effect of split application of nitrogen on the lodging of rice plant in direct seeding on submerged paddy field(CES '91).

Basal	Split application of nitrogen(%)		Internode length		Breaking weight (g)	Lodging index	Field lodging (0-9)	Yield (kg/10a)		
	3rd leaf stage	5th leaf stage	PIS	HS						
50	0	50	0	0	10.4	8.1	441	190	0	429
40	0	30	30	0	10.8	8.9	382	221	0	520
30	20	20	20	10	10.0	7.4	419	215	0	493

Cultivar : Hwaseongbyeo, Seeding date : May 1, Seeding rate : 5kg/10a

PIS : Panicle initiation stage, HS : Heading stage

Table 33. Effect of water management on the lodging of rice plant in direct seeding on submerged paddy field (HCES '91).

Water management	Breaking weight (g)	Lodging index	Field lodging (0-9)
Drainage after seeding	512	184	0
Drainage at 5DAS	494	183	0
Drainage at 10DAS	467	169	0
Drainage at 15DAS	369	178	1
Continuous flooding	385	182	3

Cultivar : Gyeahwabyeo, Seeding date : May 10

DAS : Days after seeding

같이挫折重은播種後 15일에落水하는 것이 가장 낮고播種直後排水에서 가장 높았다. 그러나倒伏指數는播種後 10일에落水하는 것이 169로 가장 낮고 그 외의處理는 178~184로 거의 비슷하였으며,圃場倒伏도播種後 15日落水와常時灌水에서만發生하였다.

이로보아挫折重倒伏指數等を 고려하여 불때播種後 5~10일에落수를 하는 것이倒伏輕減을 위해 適合하다고 생각된다.

7. 今後 研究 課題

벼 直播栽培에서 安定된 生産性を 確實하게 保障하기 위하여는 適正穗數 確保를 위한 立苗數 確保와 出穗後 倒伏을 抑制시키는 것이 매우 重要하여 이에대한 研究가 活發히 進行되어 있으나 앞으로 解決해야할 問題點도 많아 이중 몇가지만 要約하면 다음과 같다

- 1) 直播栽培 新品種 開發
- 2) 圃場條件 助成
- 3) 生長調整劑 利用 및 開發
- 4) 施肥量 및 施肥方法 改善
- 5) 물관리 方法 改善
- 6) 直播品種의 生理 生態的 研究
- 7) 直播栽培用 除草劑 開發
- 8) 播種方法 開發-作溝播種 및 航空播種.

引用 文獻

1. 崔忠淳 · 金純哲 · 李壽寬, 1990. KIM 112 處理가 벼 倒伏關連形質에 미치는 영향. 韓

- 作誌 35(3) : 218-223.
2. _____, _____, _____. 1991. 벼 直播栽培에서 Uniconazol 處理가 倒伏에 미치는 영향. 農試論文(水稻) 33(3) : 81-86.
 3. 韓性金·金聲來·李光植. 1988. 水稻乾畚直播의 機械化試驗農試論文 10(6) : 1-11.
 4. 桜木信幸·金忠南·古谷勝. 1990. 日作紀. 189 回 講演要旨 : 80-81.
 5. _____, _____. 1990. イネの初期 生育に關する生理的 要因解明. 3. 嫌氣條件下における生育の品種間 差異 北陸作報 25 : 30-32.
 6. 原田哲夫·江仁義治. 1956. 水稻の倒伏防止に關する研究 第1報 2. 4-D가水稻の倒伏におよぼす影響.
 7. Hill, J.E., D.E. Bayer, S. Bocchi and W.S. Clampett. 1990. Direct seeded rice in the temperate climates of Australia, Italy, and North America. Int. Rice Res. Conf. 1990. Seoul, Korea, p12.
 8. 比條良夫·星川清親. 1976. 作物 - その形態 - 下卷, 農業技術協會, 東京.
 9. 池田武. 1986. 稻株の配置風向および風速が稈の傾斜角度と倒伏程度におよぼす影響. 日作記 58(2) : 159-163.
 10. Inouye J., T. katayama, 1975. 水稻直播栽培における出芽にする研究. 第1報 出芽するまでの幼芽の伸長生長. 日作記 35 : 237-242.
 11. 岩崎藤直. 1964. 水稻の大規模直播栽培の問題點. 農業及園藝 39(5) : .
 12. 萩原素文·井村光夫. 1992. 無酸素狀態の減菌湛水土中に播種した水稻種子の發芽および出芽. 日作記 61(別 1) : 8.
 13. 小林廣美·川崎勇·鷲尾養. 1971. 中國農業試驗場報告 A 19 : 1-19.
 14. 海妻矩彦·佐藤和雄·澤恩. 1972. 乾田直播栽培における水稻の出芽に關する遺傳學的研究. 日育誌 22(3) : 172-179.
 15. Khush, G.S. and R.C. Aquino. 1990. Breeding for high yield potential in rice. Int. Rice Res. Conf. 1990. Seoul. Korea : p9.
 16. 金丁坤·金尙洙·田炳泰·朴錫洪. 1990. 窒素水準이 다른 條件에서 Inabenfide와 Uniconazol 處理가 水稻生育 및 倒伏에 미치는 영향. 農試論文(水稻) 32(2) : 42-48.
 17. _____·_____·李善龍·田炳泰. 1991. 湖南地方 벼 乾畚直播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(水稻) 33(2) : 6-22.
 18. 金純哲·朴成泰·李壽寬. 1991. 嶺南地方 벼 畦立乾畚直播 播種 限界期 究明. 農試論文(水稻) 33(3) : 66-74.
 19. _____·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(水稻) 34(1) : 39-48.
 20. 腰塚敏. 1966. 埼玉縣における水稻直播栽培 (1). 農業技術 21 : 365-368.
 21. 甲田齊. 1986. 水稻乾田直播栽培の特性と大規模稻作經營の課題. 岡山農試研報 5 : 37-46.
 22. 이철원·오용비. 1988. 벼 湛水直播栽培 適正立苗數 설정 試驗 - 作物試驗場 報告書(수도) 156-562.
 23. _____·吳潤鎮. 1992. 韓美벼品種의 水中發芽와 溶存酸素 吸收特性. 韓作誌. 37(別 1) : 72-73.
 24. _____·尹用大·趙相烈·吳潤鎮·朴來敬. 1992. 벼 乾畚直播栽培 溫度 및 播種深度에 따른 出芽 및 中胚軸 發生. 韓作誌 37(別 1) : 74-75.
 25. 李德培·權泰牛·任建帝·朴建鎬. 1989. 窒素 및 石灰施用이 水稻收量 및 倒伏關聯 形質에 미치는 영향. 農試論文(土壤肥料) 31(3) : 27-33.
 26. 李載明. 1966. 中部地方에 있어서의 水稻의 乾畚直播栽培技術 體系確立에 關한 試驗研究. 韓作誌 7 : 1-29.
 27. 李文熙·李鍾薰. 1986. 作物 生産性 向上을 위한 生長 調節劑 利用의 現況. 1986. 農業科學 심포지엄. 103-113.
 28. _____·吳潤鎮·朴來敬. 1991. 벼 倒伏發生 要因과 被害輕減對策. 韓作誌(氣象災害研究 II) : 382-389.
 29. 李壽寬. 1990. 嶺南地方 벼 直播栽培 研究現況. '90慶南農振 심포지엄 : 21-36.
 30. 林俊澤·權炳善·鄭炳官. 1992. 벼倒伏關聯 形質과 圃場倒伏과의 關係. 韓作誌 36(4) : 319-329.

31. 全國農業改良普及協會. 1992. 低こつと高品質生産のそめの 農業技術 ヘンドプツリ 丸井エ文社.
32. 西山岩男. 1977. イネの直播栽培における冷温障害との生理(1)としこ發芽および初期について. 農及園. 52(11): 33-37.
33. 박석홍·이철원·양원하·박래경. 1986. 벼湛水土中直播栽培研究 1. 溫度 및 播種深度에 따른 出芽 및 初期生育. 韓作誌 31(2): 204-213.
34. _____. 1992. 벼 省力機械化栽培의 理論과 實際. 朴錫洪博士停年退任紀念誌. p256-310.
35. 朴成泰·金純哲·李壽寬·鄭根植. 1989. 南部地域에서 벼 直播栽培樣式에 따른 生育 및 收量. 農試論文(水稻) 31(4): 36-42.
36. _____. 孫洋. 1990. 嶺南地方에서의 벼 乾畚直播 主要 栽培法 研究. 農試論文(水稻) (32): 18-28.
37. 農村振興廳. 1990. 作目別 作業段階別勞動力 投下時間. 農振廳 農業經營研究報告. p83.
38. 農村振興廳 作物試驗場. 1989. 作物試驗場 試驗研究報告.
39. _____. 1990. 作物試驗場試驗研究報告.
40. _____. 1991. 作物試驗場試驗研究報告.
41. _____. 1991. 벼 乾畚直播 栽培의 新技術.
42. 農村振興廳 嶺南作物試驗場. 1990. 嶺南作物 試驗場 試驗研究報告.
43. _____. 1991. 嶺南作物試驗場試驗研究報告.
44. Rutger J.N. and Grant W.R. 1980. Energy use in rice production In 93-98 Handbook of energy utilization in agriculture. David Pimentel CRC Press Inc Boca Raton, Florida. p475.
45. 齊藤武雄. 1965. 寒冷地帯の植播水稻にえする 氣温の作用性に關する研究. 中國農試報告 E 18: 1-16.
46. 三石昭三·井村光夫. 1982. 水稻の湛水直播における諸問題(3)湛水土壤中直播法を中心にして. 農及園. 57(12): 44-48.
47. 宋根重·崔谷造·金正教. 1987. 水稻直播栽培에 있어서 除草濟 處理效果. 農試論文(作物) 29(1): 119-126.
48. 谷口久米藏. 1972. 熊本縣八代地域における水稻たん水散播栽培. 農及園 47(3): 441-446.
49. 寺田優. 1984. 湛水土中直播栽培の特徴. 農及園 59(4): 535-539.
50. 島山國士·板本敏. 1968. 水稻育種研究の基本構想(2) 中國農試における水稻育種研究の基本計劃より. 農業技術 23: 501-504.
51. 上村幸定·好用正美·千坂英雄·倉本器征. 1973. 水稻直播栽培の最近の動向と技術的課題 農及園 48(9): 43-47.
52. 鷲尾養. 1975. 直播栽培 農事試驗場. 技 337-402.
53. 山根園男. 1970. 乾田バラ播種作業の特色と爲のとり方. 農及園 45(5): 47-51.