

## 벼 乾畚直播栽培에서 溫度 및 播種深度가 種子의 出芽와 中胚軸 伸長에 미치는 影響

李哲遠\*, 尹用大\*, 吳潤鎭\*, 趙相烈\*\*

## Seedling Emergence and Mesocotyl Elongation as affected by Temperature and Seeding Depth in Direct-seeded Rice on Dry Soil.

Chul Won Lee\*, Yong Dae Yun\*, Yun Jin Oh\*, and Sang Yeol Cho\*\*

**ABSTRACT** : Climatic condition and seeding depth affect the seedling stand and early growth in the direct-seeded rice cultivation on dry soil. This experiment was conducted to elucidate the effects of the day/night temperatures and the seeding depths on the seedling emergence and mesocotyl elongation of rice seed. Three combinations of the day/night temperatures(25/20°C, 20/15°C and 20/10°C) were employed with seeding depths 1, 3, 5 and 7cm at the Phytotron of the Crop Experiment Station in 1991.

It appeared that seedling emergence ratio increased and days to seedling emergence decreased in the high temperature(25/20°C) and the deep seeding depth(5 and 7cm)condition. The seedling emergence ratio did not show the difference up to the seeding depths of 3cm and below, but the ratio decreased from the seeding depths of 5cm and above. Plant height and leaf number were almost the same up to the depths of 3cm at 30 days after seeding, but those of the seeding depths of 5cm and 7cm were remarkably reduced in all temperature combinations. Mesocotyl and lower internode elongation were seen in the high temperature(25/20°C) with the seeding depths of 5cm and 7cm. In the seeding depth of 6cm, of the tested varieties, Tamjinbyeo and Odaebyeo showed the highest emergence ratio. Generally, leaves of all tested varieties appeared approximately in the soil depth of 3cm, so the reasonable seeding depth will be around 3cm in the direct-seeded cultivation on dry soil.

우리나라 벼 生産 環境은 농업이 주도하던 農村 社會에서 工業社會 구조로 급속하게 변화함에 따라 農業生産構造도 많은 변화가 進行되고 있다.

즉 농업인구는 14% 이하로 감소하였고 농촌의 노동력도 老齡化, 婦女化로 급속히 변화하여 노임의 상승과 便農性向의 擴大를 초래하여 省力化 農業

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

\*\* 안동군 농촌지도소(Andonggun Rural guidance office, Andong, 760-010, Korea)

〈93. 1. 19 接受〉

의 必要性<sup>10,11,12)</sup>이 크게 대두되고 있다.

直播栽培은 勞力 및 費用 節減을 위한 省力栽培法으로 重要한 研究의 대상이 되고 있다. 일찍부터 大單位面積에서 벼의 재배양식이 直播栽培 형태로 발달한 미국의 벼농사 노동시간은 10ha당 17시간<sup>15)</sup>인데 비하여 우리나라 中苗機械移秧栽培 노동시간은 53.6시간으로 큰 차이를 보이고 있다.

건답직파재배는 벼 種子를 건답상태에 파종하여<sup>10)</sup> 재배하기 때문에 湛水土中直播 또는 湛水表面直播栽培<sup>13)</sup>에 비하여 立苗率이 높고 倒伏發生이 적은 잇점이 있다. 그러나 播種期에 기온이 낮거나 埋沒深度가 깊으면 出芽 및 立苗가 不良하고<sup>9,11,16)</sup> 出芽期間이 지연됨으로서 生育도 늦어진다. 건답상태에 파종한 벼씨는 품종<sup>1,7,8,17)</sup>, 生長조절제의 처리<sup>18)</sup> 벼씨의 溫度處理<sup>2,3,4,18)</sup>, 종자의 熟度와 貯藏條件<sup>4,5,6)</sup>에 따라서 출아상태가 달라진다. 출아 촉진을 위한 종자의 生態的 特性으로서 中胚軸이 伸長하게 되며 벼 種子의 中胚軸은 暗條件<sup>16)</sup>과 高溫 狀態<sup>2)</sup>에서 伸長하는 것으로 알려져 있다.

본 시험은 벼 건답직파재배에서 播種深度와 溫度가 벼 品種들의 出芽, 中胚軸 및 下位節間의 伸長에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시되었다.

## 材料 및 方法

作物試驗場 人工氣象室에서 花成벼를 供試하고 晝/夜 溫度를 25/20, 20/15, 20/10°C로 하고 30×60×15cm 규격의 플라스틱 상자에 논토양을 담고 토양 수분을 70%로 조절하였다. 播種深度를 각각 1, 3, 5, 7cm 깊이로 하여 마른 벼씨를 파종한 후 每日 出芽狀態를 조사하고 파종후 30일에 草長 및 葉數, 中胚軸 및 下位節間 伸長을 調査하였다.

또한 五臺벼, 小白벼, 冠岳벼, 珍珠벼, 長安벼, 花成벼, 大晴벼, 耽津벼, 東津벼를 供試하여 晝/夜 25/20°C의 溫度條件에서 播種深度를 6cm로 同一하게 上記의 플라스틱 상자에 播種하고 出芽狀態 및 中胚軸과 下位節間의 伸長의 品種間 差異를 調査하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 出芽率의 經時的 變化

溫度와 播種深度에 따른 花成벼의 出芽率에 대한 經時的 變化를 보면 그림 1과 같다. 溫度가 높을수록 最初 出芽所要日數가 짧아지는 것으로 나타났으며 파종심도에 따라서는 알게 문힐수록 일찍 出芽가 시작되는 것으로 나타났는데 晝/夜 溫度 25/20°C의 경우 1, 3cm의 파종심도에서는 각각 8일, 10일이 소요되었으며 20/15°C에서는 11일, 13일, 20/10°C에서는 14, 17일이 소요되었다. 특히 25/20°C인 고온조건에서 파종심도 7cm에서는 出芽率이 현저히 낮아지는 경향이였다.

溫度와 播種深度에 따른 出芽特性을 비교한 것은 表 1과 같다. 出芽率은 溫度와 播種深度에 따라 고도의 有意한 차이를 보여서 온도가 높고 매

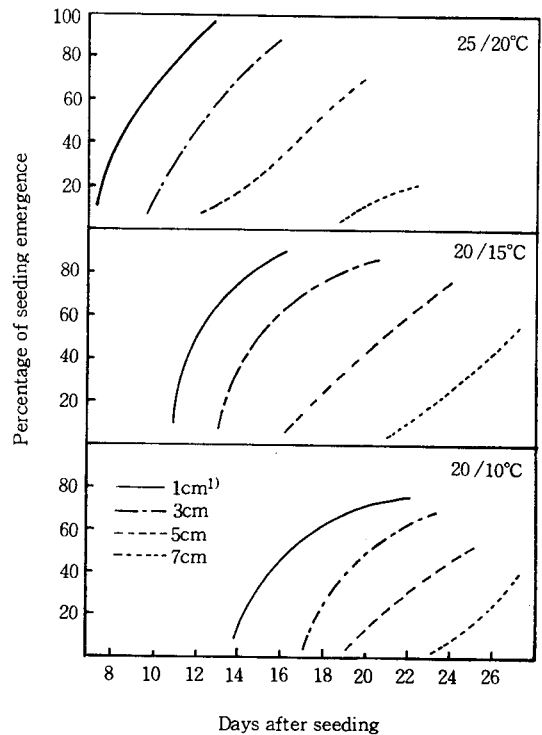


Fig. 1 Change in seedling emergence rate under different seeding depth and temperature in direct seeding.

1) : Seeding depth  
2) : Cultivar, Hwaseongbyeon

Table 1. Seedling emergence of rice plant as affected by the different temperature and seeding depth at 30 days after seeding on dry soil.<sup>1</sup>

Temp. (Day/Night °C)	Seeding depth (cm)	Emergence rate (%)	Period of seedling emergence(days)	Coefficients <sup>2</sup> of emergence
25/20	1	99	11	9.0
	3	91	14	6.5
	5	65	18	3.6
	7	19	21	0.9
	Ave.	70	16	5.0
20/15	1	93	14	6.6
	3	89	17	5.2
	5	72	21	3.4
	7	47	23	2.0
	Ave.	75	19	4.3
20/10	1	78	19	4.1
	3	70	21	3.3
	5	55	23	2.4
	7	38	24	1.6
	Ave.	61	22	2.8
F-test	Temp. (A)	**	**	**
	Seeding depth(B)	**	**	**
	A × B	**	NS	**

<sup>1</sup> Variety : Hwaseongbyeon

<sup>2</sup> Emergence rate /Period of seedling emergence

\*\* : significant at 1% level. NS : non-significance.

물 깊이가 얕을수록 出芽率이 높은 것으로 나타났으며 溫度와 播種深度間에 相互作用도 인정되었다. 벼 종자를 토양중에 파종한 후 토양의 수분 함량이 과도하거나 온도가 높으면 종자의 活性이 떨어지고 立苗 不良의 原因이 된다<sup>1)</sup>. 平均出芽日數도 溫度와 播種深度에 따라 有意한 차이를 보였다. 朴 等<sup>2)</sup>의 보고에 의하면 17°C에서는 18일, 23°C에서는 10일 정도의 出芽期間이 소요되어 본 시험과 비슷한 경향이였다. 건답직파재배는 기온이 낮은 시기에 파종하므로 出芽 및 立苗가 不安定하여 재배상 장애 요인<sup>3)</sup>이 된다. 본 시험에서는 20/10°C(平均 15°C)와 播種深度 3cm는 出芽率이 70% 정도가 되므로 實用的 栽培基準으로 設定할 수 있을 것으로 생각되었다. 또한 出芽係數의 處理間 差異도 出芽率과 동일한 결과로 나타났다.

## 2. 初期生育과 中胚軸 및 下位節間의 伸長

播種後 30일에 地上에 出現한 苗의 초장과 葉수를 조사한 결과는 表 2와 같다. 草長은 溫度가 높고 파종심도가 낮을수록 有意하게 커지는 것으로 나타났고 葉수도 동일한 경향이였다. 모의 生育은 地上으로 出現하여 安定된 상태에 이르기까지는 本葉이 최소한 2매 이상이 되어야 함으로 이를 기준으로 하는 경우 복토심 3cm, 晝/夜 20/10°C의 기온에서도 30일 후에는 2.7매가 되므로 實용적 파종온도로 생각된다.

表 3은 花成벼의 中胚軸과 下位節間의 길이를 나타낸 것이다. 埋沒深度 1, 3cm 깊이에서는 25/20°C의 온도 조건에서 中胚軸 伸長을 보였으나 20/15°C, 20/10°C에서는 伸長하지 않았다. 파종심도가 5cm 이상이 되면 溫度에 따른 中胚軸

Table 2. Plant height and leaf number as affected by the different day /night temperature and seeding depth at 30 days after seeding on dry soil in rice plant.<sup>1</sup>

Temp. (°C)	Seeding depth(cm)	Plant height(cm)	Leaf number
25 /20	1	22.1	4.3
	3	19.4	3.9
	5	16.5	3.9
	7	14.9	4.0
	Ave.	18.2	4.0
20 /15	1	15.2	3.9
	3	16.1	3.4
	5	12.5	3.3
	7	10.4	3.3
	Ave.	13.6	3.5
20 /10	1	12.7	3.2
	3	11.8	2.7
	5	10.3	2.8
	7	8.5	2.7
	Ave.	10.8	2.8
F-test	Temp. (A)	**	**
	Seeding depth(B)	**	**
	A × B	NS	NS

<sup>1</sup> Variety : Hwaseongbyeon

\*\* : significant at 1% level, NS : non-significance.

Table 3. Lengths of the mesocotyl and lower internode as affected by the different day /night temperature and seeding depth at 30 days after seeding on dry soil in rice plant.<sup>1</sup>

(Unit : mm)

Seeding depth (cm)	25 /20°C			20 /15°C		20 /10°C
	M <sup>2</sup>	1st N <sup>3</sup>	2nd N <sup>4</sup>	M	1st N	M
1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0
5	15	8	0	11	2	2
7	15	20	3	17	12	3

<sup>1</sup> Variety : Hwaseongbyeon

<sup>2</sup> : Mesocotyl

<sup>3</sup> : 1st lower internode

<sup>4</sup> : 2nd lower internode

및 下位節間長の 伸長 정도가 상이하게 다른 것으로 나타났다. 溫度가 增加할수록 中胚軸의 길이가 길었고 鞘葉節間과 제1葉節間的 길이도 길어졌다. 播種심도 5cm에서 中胚軸張과 第1 節間長の

길이는 25 /20°C에서는 각각 15, 8mm이었으며 20 /15°C에서는 11, 2mm, 20 /10°C에서는 中胚軸만 2mm 신장하였다. 7cm 깊이에서 25 /20°C에서는 第2節間까지 신장되었으나 20 /15°C와 20 /10

℃에서는 각각의 길이가 增大되었을 뿐 節間的 變化는 없었다.

25/20℃의 5cm 깊이에서 第 1葉의 出現은 地中 2.7cm깊이에서 나타났으며 7cm깊이에서는 3.5cm깊이에서 제 1葉이, 3.2cm깊이에서 第 2엽이 出現하였다. 20/15℃의 5cm깊이에서 第 1엽은 토중 3.7cm 깊이에서 出現하였고 7cm에서는 4.1cm의 깊이에서 나타났다. 金 등<sup>5,6)</sup>의 보고에 의하면 幼芽의 中胚軸 伸長이 良好할 경우 出芽, 立苗의 安定化가 增大된다고 하였는데 본 시험에서도 복토의 깊이가 깊더라도 中胚軸과 下位節間的 伸長은 出芽를 助長하여 立苗數를 확보하는데 큰 영향을 주는 것으로 생각되었다.

### 3. 벼 品種의 出芽, 中胚軸 및 下位節間的 伸長

건답직파재배에서 播種深度를 6cm로 일정하게 하여 벼 품종들의 出芽狀態를 조사한 결과는 表 4와 같다. 出芽率이 가장 높았던 品種은 耽津벼이었고 五臺벼, 花成벼, 大晴벼 등이 良好한 것으로 나타났다. 立苗向上을 위한 알맞은 品種의 特性은 播種期의 낮은 기온 조건에서도 低溫發芽性이 높고 出芽所要日數가 짧으며 土中에서 中胚軸 및 鞘葉의 伸長이 양호한 것이 알맞은데<sup>7,8)</sup> 이는 과중심도가 다소 깊더라도 신속히 地上으로 出現할 수

있는 能力이 있어야 하기 때문이다. 地中에서 벼 종자의 출아시 중배축의 신장에 대하여는 여러 연구자의 보고가 있는데<sup>2,3,4,5,6)</sup> 品種間 差異가 크고 Japonica型보다는 Indica型이 中胚軸의 伸長이 크다고 한다<sup>17,18)</sup>.

表 5는 供試된 品種들의 中胚軸과 下位節間長을 나타낸 것이다. 中胚軸의 伸長이 큰 품종은 花成벼, 小白벼이었고 耽津벼, 冠岳벼가 가장 짧았다. 第 1節間的 길이도 品種間 差異가 현저하였는데 冠岳벼, 長安벼, 珍味벼, 大晴벼가 큰 편이었고 第 2節間長은 冠岳벼를 除外하고는 큰 차이가 없었다. 中胚軸, 第 1節間長, 第 2節間長을 합하면 대체로 第 2葉(第 1本葉)이 出現하는 위치가 되는데 탐진벼는 지중 4.8cm정도에서 제 1분엽이 出現하는 것으로 추정되었으며 五臺벼, 東津벼는 각각 4.3cm, 4.4cm이었고 그 외의 品種들은 3.5~3.9cm 내외이었다. 따라서 鞘葉 및 第 1, 2葉의 出現이 원활하고 出芽率을 높힐 수 있는 실용적인 과중심도는 3~4cm가 적당한 것으로 사료되었다.

## 摘 要

벼 乾畝直播栽培에서 溫度와 播種深度를 달리

Table 4. Emerging characteristics of rice cultivars seeded in 6cm depth at 30 days after seeding on dry soil.

Cultivar	Percentage of seedling emergence	Period of seedling emergence(days)	Coefficient of emergence <sup>1</sup>
Odaebyeo	70 ab <sup>2</sup>	18	3.9
Sobaegbyeo	54 b	18	3.0
Kwanakbyeo	60 ab	15	4.0
Jinmibyeo	54 b	16	3.4
Janganbyeo	66 ab	17	3.9
Hwaseongbyeo	69 ab	18	3.8
Daechongbyeo	74 ab	16	4.6
Tamjinbyeo	89 a	15	5.9
Dongjinbyeo	49 b	16	3.1

<sup>1</sup> Percentage of seedling emergence / Period of seedling emergence

<sup>2</sup> In a column values with a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

<sup>3</sup> Temperature(day / night) : 25 / 20℃

Table 5. The mesocotyl and lower internode lengths of rice cultivars seeded in 6cm depth at 30 days after seeding on dry soil.

(Unit : mm)

Cultivar	Mesocotyl length	First internode length	Second internode length	Total
Odaebyeo	13 a	4 d	0 b	17 abc
Sobaegbyeo	16 a	8 a~d	0 b	24 a
Kwanakbyeo	5 c	12 a~c	5 a	22 ab
Jinmibyeo	9 b	13 a	2 b	24 a
Janganbyeo	7 bc	13 ab	2 b	22 ab
Hwaseongbyeo	15 a	8 b~d	0 b	23 ab
Daechongbyeo	9 b	12 ab	2 b	23 ab
Tamjinbyeo	5 c	6 d	1 b	12 c
Dongjinbyeo	8 bc	7 cd	1 b	16 bc

<sup>1</sup> In a column values with a common letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

<sup>2</sup> Temperature(day/night) : 25/20°C

하여 벼 품종의 出芽와 中胚軸 伸長을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 溫度가 높고 播種深度가 얇을수록 出芽率이 높았으며 出芽所要期間이 짧았다.
2. 各 처리온도 별로 播種심도 3cm이하에서는 出芽率이 큰 차이가 없었으나 5cm이상 이 되면 현저히 낮아졌다.
3. 播種 30日 後의 草長과 葉數는 溫度가 낮을수록 감소하였고 播種深度가 5cm 이상 이 되면 生育이 현저히 저하하였다.
4. 溫度가 높고 播種深度가 5cm 이상일 때는 中胚軸과 下位節間의 伸長이 컸다.
5. 播種深度 6cm에서 벼 품종들 중 出芽率이 높았던 品種은 五臺벼, 耽津벼이었고 中胚軸의 伸長은 品種間 차이가 현저하여 5~16mm의 分布를 나타내었으며 제 1본엽의 출현이 지중 3~4cm에 이루어져서 播種심도는 지중 3~4cm가 적당한 것으로 판단되었다.

### 引用文獻

1. 秋原素之, 井村光夫. 1992. 無酸素狀態의 減菌 湛水土壤中에 播種した水稻種子의 發芽及 出芽.

日作紀 61(別) : 8.

2. 井上之 準. 1972. 水稻直播栽培における 出芽に関する研究. 第5報. 初の 濕潤・高溫處理による 中莖の伸長促進と 出芽. 日作紀 41 : 68-72.
3. \_\_\_\_\_, 日比 克彦. 1972. 作物の出芽に関する研究. 第6報. 日本型水稻における 種子の 濕潤・高溫處理による 中莖の伸長促進の 品種間 差異 日作紀 41 : 73-77.
4. Inouye J., T. Anayama and K. Ito. 1970. Stimulation of mesocotyl elongation in Japonica paddy rice seedlings by high temperature treatment of seed. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 39 : 54-59.
5. 金普鎬, 鄭病官, 宋東錫. 1989. 水稻 中胚軸 및 種根生長의 形態 生理學的 研究. 1. 中胚軸 伸長의 品種間 差異와 種子 熟度 및 貯藏條件의 影響. 韓作誌34(3) : 296-302.
6. \_\_\_\_\_, 李成春, 宋東錫. 1989. 水稻 中胚軸 및 種根生長의 形態 生理學的 研究. 2. 種子處理와 土壤 水分이 幼苗의 中胚軸 伸長에 미치는 影響. 韓作誌34(4) : 325-330.
7. 金丁坤, 金尙洙, 全炳泰・朴錫洪. 1990. 湖南 地方 벼 乾畚直播에 관한 研究. 1. 벼 乾畚 直

- 播 適應品種 選定에 관한 研究. 農試論文集 (水稻編) 33(2) : 6-22.
8. 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関する遺傳學的研究. 日育誌. 22(3) : 172-179.
  9. 西山岩男. 1977. イネの直播栽培における冷溫障害との生理(1)とくにの發芽および初期生育. 農及園. 52(11) : 33-37.
  10. 朴來敬 等, 1991. 벼 乾畚直播栽培의 新技術. 作物試驗場.
  11. 朴錫洪, 李哲遠. 1992. 벼 乾畚直播栽培의 技術的 發展方向. 韓雜草誌 12(3) : 292-308.
  12. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1989. 水稻 直播栽培의 現況 및 問題點과 發展方向. 1989 農振廳 심포지움. 7 : 17-29.
  13. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 梁元河, 朴來敬. 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.
  14. 朴成泰, 金純哲, 孫洋. 1990. 嶺南地方에서의 벼 乾畚直播栽培法 研究. 農試論文集(水稻編) 32 : 18-28.
  15. Rutger J. N. and D. Marlin Brandon. 1981. California rice culture. Scientific American Feb. 244(2) : 42-51.
  16. Shuichi Yoshida. 1981. Fundamentals of rice crop science P. 12. IRRI, Philippines.
  17. Terao, H. and J. Inouye. 1980. Effect of low water potential of the culture medium on mesocotyl elongation of rice seedlings. Plant and Cell Physiol. 21 : 1661-1666.
  18. 寺尾 寬行, 島野 至, 井上之 準. 1984. 日本型イネの中胚軸の伸長に及ぼす種子に吸収させたアブシジン酸の影響. 日作紀 53(4) : 409-415.
  19. Tsutomu Anayama and Jun Inouye. 1969. Effect of high temperature treatment of seed on mesocotyl elongation in Japonica rice. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 38(1) : 168-171.