

乾畚直播栽培에서 覆土深에 따른 벼品種의 生育과 收量

李錫淳*, 白俊鎬*, 金台柱*, 洪承範*

Performance of Direct Seeded Paddy Rice in Dry Soil at Different Seeding Depths

Suk Soon Lee*, Jun Ho Back*, Tae Joo Kim*, and Seung Beom Hong*

ABSTRACT : Performance of 3 indica × japonica(Chilseungbyeo, Samgangbyeo, and Gayabyeo), 7 japonica(Yeongsanbyeo, Yeongdeugbyeo, Hwajinbyeo, Palgongbyeo, Seumjinbyeo, Tamjinbyeo, and Milyang 95), and 2 indica(Tebonnet and Lemont) rice varieties was tested at 1, 3, 5, and 7cm seeding depths in a growth chamber and field. In the growth chamber the number of days from seeding to seedling emergence increased as seeding depth increased, while percent germination and emergence and emergence/germination ratio decreased. However, in the field seedling emergence at 1cm seeding depth delayed slightly compared to 3cm probably due to lack of soil moisture. The number of seedlings and maximum tillers at 1, 3, and 5cm seeding depths was similar, but it was higher compared to 7cm seeding depth. Yield and yield components were similar among the seeding depths when all the varieties averaged although 1,000-grain weight was slightly higher at 7cm seeding depth compared to others. At 1cm seeding depth the length of mesocotyl of all varieties was similar and ranged 0.1–0.2cm and that of coleoptile ranged 0.8–1.1cm. As seeding depth increased up to 7cm Tebonnet which showed the highest percent emergence emerged by elongation of both mesocotyl and coleoptile, while the other varieties emerged largely by elongation of coleoptile.

벼를 移秧栽培할 때는 浸種 후 發芽適溫에서 催芽시킨 종자를 育苗箱子에 파종하거나 苗床에 직접 파종한 후 얇게 覆土하고, 물관리를 잘하여 出芽에는 큰 문제가 없다. 그러나 乾畚直播에서는 乾燥種자를 포장에 직접 파종하면 覆土深이 균일하지 않고, 播種期에는 乾燥, 過濕, 低溫 등 환경이 出芽에 불리하기 쉬우며, 넓은 면적이기 때문에 정밀한 관리가 어려워 出芽率이 낮고, 초기 苗生育이 문제되는 경우가 많다.

봄에는 覆土深이 얇을수록 地溫이 높고, 酸素의 공급이 좋아 出芽에 유리하지만 토양표면의 水分은 쉽게 蒸發하므로 覆土深이 너무 얇으면 水分不

족으로 오히려 出芽가 지연될 수도 있다. 그러나 出芽가 잘 되면 第1節부터 分蘖이 발생하여 分蘖發生時期가 빨라지고²⁾, 穗數가 많아져서 增收된다⁹⁾. 한편 覆土深이 깊으면 地溫이 낮고, 出芽까지 所要日數가 길고, 잦은 降雨 등으로 土壤水分이 많을 때는 過濕에 의하여 토양 중 酸素不足으로 종자가 썩거나 發芽하여도 뿌리가 정상적으로 자라지 못한다. 특히 粘質土 등에서는 물리적인 힘이 약하여 정상적으로 出芽하지 못하여 覆土深이 깊을수록 出芽率이 낮아지고⁶⁾, 分蘖發生節位가 높아지며, 出穗가 1~2일 遲延된다⁹⁾. 그러나 土壤水分이 부족한 곳에서는 오히려 發芽에 유리하고, 뿌리가 깊

* 嶺南大學校 農畜產大學(Coll. of Agriculture and Animal Science, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea)

** 이 論文은 1990년 教育部 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. <93. 3. 16 接受>

게 분포하여 倒伏에 강한 장점도 있다.

乾畚直播할 때는 覆土深을 균일하게 유지하기 어렵다. 특히 깊게 播種되었을 때에는 中胚軸(mesocotyl)과 鞘葉(coleoptile)이 길게 자라야 出芽할 수 있는데 中胚軸과 鞘葉의 신장은 品種, 光, 溫度, 종자의 크기, 空氣의 造成에 따라 다르고, 破종전 種子處理로 출아를 촉진시킬 수 있다. 光은 細胞의 垂直分裂을 억제하고, 水平分裂을 촉진하므로 中胚軸과 鞘葉의 伸長을 억제한다.¹²⁾ 또 산소의 농도가 5%이하이면 鞘葉이 신장되고, 반면 뿌리와 잎은 신장이 억제된다.^{5,16)} 또 탄산가스의 농도가 높으면 中胚軸의 신장이 촉진되며, 에틸렌은 초엽의 신장을 촉진한다. 벼 종자가 땅속에 묻히면 빛이 없고, 산소의 농도는 낮으며, 탄산가스와 에틸렌의 농도가 높으므로 中胚軸이나 초엽의 신장으로 出芽하며, 일단 出芽하면 신장이 중지되어 中胚軸과 鞘葉을 합한 길이는 覆土深과 비슷하게 된다¹⁵⁾. 그러나 벼 품종에 따라 中胚軸이 주로 신장하는 것, 鞘葉이 주로 신장하는 것, 그리고 中胚軸과 鞘葉이 모두 伸長하는 품종이 있는데, 中胚軸과 鞘葉이 모두 伸長되는 品種은 비교적 깊이 覆土하여도 出芽가 되지만 어느 하나만 신장하는 것은 出芽하지 못할 수도 있다. 대체로 키가 큰 품종이 작은 품종보다 出芽가 잘되며, 종자의 크기가 클수록, 또 온도가 높을수록 中胚軸과 鞘葉의 伸長力이 커서 깊게 覆土하였을 때에도 出芽가 잘 된다^{2,3,5,15)}.

한편 破종전의 종자처리도 출아에 영향을 미친다. 젖은 種子를 약 40℃에서 10일간 처리하면 中胚軸의 細胞分裂을 촉진하고³⁾, 또 GA, 에틸렌 등을 종자에 처리하면 초엽의 細胞分裂을 촉진하여 출아가 잘 된다¹¹⁾. GA와 에틸렌 모두 鞘葉의 신장 효과는 에틸렌이 GA보다 효과적이며, GA와 에틸렌을 함께 처리하면 上昇作用이 있고, 中胚軸도 伸長한다¹⁰⁾. 특히 에틸렌의 효과는 第2葉期까지 나타나고 第3葉期부터는 오히려 생장을 억제하지만⁷⁾, GA는 光에 의한 第2節間의 伸長效果를 상쇄하여 本葉 특히 第2本葉의 葉鞘伸長에 효과적이다^{10,13)}.

지금까지 수행된 覆土深과 出芽에 관한 연구는 주로 실험조건을 조절한 실험실에서 수행되었으며, 자연상태인 圃場에서 수행된 것은 적다. 그래서 본 연구에서는 生長箱과 圃場에서 10~12개 水稻 품종을 覆土深이 다르게 破종하여, 覆土深이 出芽, 生育, 收量 및 收量構成要素, 倒伏 등에 미치는 영향을 검토하여 水稻 乾畚直播栽培方法을 확립하는데 그 목적이 있다.

材料 및 方法

본 시험은 1990년 慶北 慶山의 嶺南大學校 農畜產大學 附屬農場에서 실시하였으며, 室內試驗과 圃場試驗으로 나누어 실시하였다. 供試品種은 indica × japonica 3개 품종(七星벼, 伽倻벼, 三剛벼)과 japonica 7개 품종(榮山벼, 盈德벼, 花珍벼, 八公벼, 蟾津벼, 耽津벼, 密陽 95號)이었으며, 室內試驗에서는 直播用인 indica 2개 품종(Tebonet, Lemont)를 추가하였다.

室內試驗은 가로, 세로, 높이가 각각 33, 24, 8cm 인 플라스틱 상자에 水分含量이 23.0%인 植壤土를 7kg 넣은 후 품종 당 30粒을 1, 3, 5, 7cm 깊이로 覆土하고, 日長이 13시간 30분, 온도가 20℃ 生長箱에서 出芽시켰다. 出芽率은 2일 간격으로 조사하였고, 破종 후 15일에 中胚軸長, 鞘葉長, 第1葉長을 조사하였다.

圃場試驗은 1990년 5월 22일에 1, 3, 5, 7cm 깊이로 覆土하였다. 破종방법은 폭이 90cm인 두둑을 만들고 처리당 30cm 간격으로 3줄씩 破종하였으며, 破종량은 모든 품종이 10a당 密陽 95號 6kg와 같은 粒數가 되도록 조절하였다.

出芽數는 破종 후 10일부터 20일까지 조사하였으며, 分蘖數의 변화는 最高分蘖期를 중심으로 하여 7월 2일부터 8월 11일까지 조사하였다. 收量 및 收量構成要素는 農村振興廳의 農事試驗研究調查基準⁸⁾에 따랐다.

試驗設計는 室內와 圃場試驗 모두 覆土深을 主區로, 品種을 細區로 한 分割區 配置法 3반복이었다. 조사항목 중 發芽率, 立苗率 등 백분율로 조사한 것은 관측치를 角度數變形하여 통계분석하였다¹⁾.

結果 및 考察

1. 出芽 및 生育特性

生長箱에서 覆土深別로 12개 품종을 破종하여 出芽에 관련된 특성을 보면 표 1과 같다. 發芽率, 出芽率, 出芽率/發芽率 比率는 모두 覆土深이 깊을수록 감소하였으나 그 감소율은 현저히 달랐다. 發芽率은 7cm 覆土에서도 75.2%로서 1cm 覆土의 81.3%보다는 다소 낮았지만 3cm 및 5cm 覆土의 77.2%, 76.8%와는 큰 차이가 없었다. 벼는 산소가 없는 조건에서도 정상적으로 발아하므로¹⁵⁾ 發芽率은 覆土深間에 큰 차이가 없을 것으로 보이나 김 등⁴⁾은 산소 10.7%, 탄산가스 48.2%일 때 품종에 따라서는 發芽가 억제된다고 하여 토양에서 산소

Table 1. Germination, emergence, and length of mesocotyl and coleoptile of 12 rice varieties seeded at different soil depths at 20°C.

Seeding depth (cm)	Variety	Percent germination(A)	Percent emergence(B)	A/B ratio (%)	Days to 50% emerg.	Length of mesocotyl (C, cm)	Length of coleoptile (D, cm)	C+D (cm)
1	Chilseungbyeo	93.3 a ^{1/}	93.3 a	100.0 ns	9.0 c	0.2	1.1	1.3
	Gayabyeo	77.8 bc	76.7 bc	98.5	8.9 cd	0.2	1.0	1.2
	Samgangbyeo	56.5 d	55.6 d	100.0	9.3 bc	0.2	1.0	1.2
	Yeongsanbyeo	90.0 ab	88.9 a	98.8	9.7 bc	0.1	1.1	1.2
	Hwajinbyeo	71.1 cd	71.0 b-d	100.0	10.0 ab	0.1	1.1	1.2
	Yeongdeugbyeo	86.7 ab	86.7 ab	100.0	9.0 c	0.2	1.0	1.2
	Palgongbyeo	70.0 cd	68.9 cd	98.4	9.0 c	0.1	1.0	1.1
	Seumjinbyeo	92.2 a	92.2 a	100.0	8.7 cd	0.1	1.0	1.1
	Tamjinbyeo	68.9 cd	67.8 cd	98.5	10.0 ab	0.1	1.0	1.1
	Milyang 95	88.9 ab	86.7 ab	97.5	11.0 a	0.1	1.1	1.2
	Tebonnet	88.9 ab	86.7 ab	97.5	8.0 d	0.2	0.8	1.0
	Lemont	91.1 a	91.1 a	100.0	9.3 bc	0.2	0.9	1.1
	Average	81.3 A ^{2/}	80.1 A	99.3 A	9.3 B	0.2 B	1.0 D	1.2 D
3	Chilseungbyeo	82.7 a-d	81.3 a-d	98.5 b	10.3 cde	0.6 c	2.5 bc	3.1
	Gayabyeo	65.2 e-g	58.8 ef	90.4 b	10.3 cde	0.9 b	2.3 cd	3.2
	Samgangbyeo	52.2 g	48.9 f	93.8 b	12.0 a	0.5 c-e	2.7 ab	3.2
	Yeongsanbyeo	92.2 a	90.0 a	97.6 b	11.0 bc	0.5 c-e	2.9 a	3.4
	Hwajinbyeo	71.1 d-f	66.7 de	93.6 b	11.0 bc	0.3 de	2.8 ab	3.2
	Yeongdeugbyeo	78.9 b-e	76.7 b-d	97.2 b	10.0 de	0.4 c-e	2.9 a	3.2
	Palgongbyeo	60.0 fg	58.9 ef	98.3 b	10.7 cd	0.3 de	3.0 a	3.2
	Seumjinbyeo	90.0 ab	88.9 ab	98.8 b	10.0 de	0.3 de	2.9 a	3.3
	Tamjinbyeo	74.5 c-e	74.5 cd	100.0 a	11.0 ac	0.3 de	2.9 a	3.2
	Milyang 95	82.2 a-d	81.1 a-d	98.7 b	11.7 ab	0.5 c-e	2.0 ab	3.3
	Tebonnet	90.0 ab	90.0 a	100.0 a	9.0 f	1.6 a	1.3 e	2.9
	Lemont	87.8 a-c	86.3 a-c	95.2 b	9.7 ef	0.9 b	2.1 d	3.0
	Average	77.2 B	75.0 B	96.9 A	10.6 B	0.6 A	2.6 C	3.2 C
5	Chilseungbyeo	90.7 a-c	73.3 bc	80.7 bc	13.7 ab	0.6 cd	3.8 bc	4.3 ab
	Gayabyeo	70.0 de	54.4 de	76.6 bc	12.7 cd	0.8 b	3.4 d	4.2 bc
	Samgangbyeo	44.5 f	28.9 f	67.2 bc	12.7 cd	0.4 de	3.6 cd	4.0 bc
	Yeongsanbyeo	91.1 ab	78.9 b	86.7 bc	12.7 cd	0.4 de	4.2 a	4.6 a
	Hwajinbyeo	68.9 de	56.7 de	82.0 bc	13.0 bc	0.3 e	4.0 ab	4.3 ab
	Yeondeugbyeo	81.1 bcd	71.1 b-d	87.7 bc	12.7 cd	0.4 de	4.2 a	4.6 a
	Palgongbyeo	68.9 de	61.1 c-e	89.0 bc	12.0 de	0.4 de	4.1 ab	4.5 ab
	Seumjinbyeo	91.1 ab	82.2 b	90.4 b	11.7 ef	0.3 e	4.2 a	4.5 ab
	Tamjinbyeo	63.3 e	53.3 e	84.5 bc	13.3 ab	0.3 e	4.2 a	4.5 ab
	Milyang 95	77.8 de	62.2 c-e	80.5 bc	14.0 a	0.4 de	4.0 ab	4.4 ab
	Tebonnet	95.4 a	95.4 a	100.0 a	11.0 f	2.5 a	2.2 f	4.7 a
	Lemont	78.9 c-e	57.8 c-e	72.9 c	13.0 bc	0.7 bc	3.1 e	3.8 c
	Average	76.8 B	64.6 C	83.1 B	12.7 AB	0.6 A	3.8 B	4.4 B
7	Chilseungbyeo	86.7 ab	34.7 b	39.8 bc	14.0 bcd	0.6 bc	4.0 d	4.6 f
	Gayabyeo	71.8 bc	28.9 bc	41.8 bc	13.7 cd	0.7 b	4.1 d	4.8 ef
	Samgangbyeo	54.4 d	4.4 d	10.8 d	14.0 bcd	0.3 d	3.3 e	3.6 g
	Yeongsanbyeo	75.6 a-c	30.0 bc	38.7 bc	14.3 bc	0.4 d	5.2 a	5.6 a
	Hwajinbyeo	67.8 cd	27.8 bc	42.5 bc	14.3 bc	0.4 d	5.0 ab	5.4 a-c
	Yeondeugbyeo	85.5 ab	31.1 bc	36.4 bc	13.7 cd	0.3 d	4.6 c	4.9 c-f
	Palgongbyeo	67.8 b-d	33.3 bc	49.8 bc	14.3 bc	0.4 d	4.9 ab	5.3 a-e
	Seumjinbyeo	76.7 a-c	43.3 b	56.8 b	13.7 cd	0.2 d	5.0 ab	5.2 a-d
	Tamjinbyeo	66.7 cd	20.0 c	30.0 c	15.0 a	0.2 d	4.7 bc	4.9 b-f
	Milyang 95	82.2 a-c	41.1 b	51.3 bc	14.7 ab	0.4 d	5.0 ab	5.4 ab
	Tebonnet	88.9 a	78.9 a	85.1 a	11.0 e	2.5 a	3.0 f	5.5 a
	Lemont	77.8 a-c	43.3 b	57.9 b	13.3 d	0.8 b	4.0 d	4.8 d-f
	Average	75.2 C	34.3 D	45.1 C	13.8 A	0.6 A	4.4 A	5.0 A

^{1/}: Means within a column in a given seeding depth followed by the same small letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test(DNMRT).

^{2/}: Averages of 12 varieties for a given seeding depth within a column followed by the same large letter are not significantly different at the 5% level by DNMRT.

가 적고, 탄산가스가 축적되면 발아에도 다소 영향을 미치는 듯하다. 그러나 5 및 7cm 覆土에서 出芽率과 出芽率/發芽率 比率는 1cm 및 3cm 覆土에 비하여 현저히 떨어지는 것으로 보아 1 및 3cm 覆土에서는 發芽한 종자는 거의 모두 出芽하지만 5cm 이상 깊이 파종되면 發芽보다는 發芽 후 中胚軸과 韌葉의 신장이 크게 억제되어 出芽율이 현저히 떨어지는 듯 하다. 품종간 出芽율을 보면 Tebonnet는 7cm 覆土에서도 出芽율이 78.9%로서 다른 품종보다 현저히 높아 직파용 품종은 移秧하는 조건에서 선발된 품종보다 깊게 파종되어도 出芽가 잘 되는 듯하며, Turner 등도 覆土深이 깊을 때 出芽율은 품종에 따라 다름을 보고하였다¹⁵⁾.

播種부터 최후 出芽된 개체의 50%가 出芽하는데 소요된 일수도 覆土深이 깊을수록 지연되었으며, 李 등⁶⁾도 같은 경향을 보였다. 그런데 覆土深이 깊을수록 地溫이 낮은 圃場과는 달리 본 시험에서는 氣溫을 20℃로 유지하여 覆土深에 따라 地溫은 다르지 않을 것으로 보아 中胚軸과 韌葉이 신장하여 토양을 뚫고 나오는데 거리가 더 길어 出芽가 늦은 것으로 보인다.

中胚軸의 길이는 1cm 覆土에서는 0.1~0.2cm로 거의 신장하지 않았고, 품종간 차이도 없었다. 그러나 3, 5, 7cm 覆土에서는 Tebonnet를 제외한 모든 품종은 0.3~0.9cm 신장하였고, 覆土深間에 中胚軸長은 차이가 없었으며, 품종간에는 七星벼, 伽倻벼, Lemont 등이 다른 품종보다 길었다. 이와 달리 Tebonnet는 5cm까지는 覆土深이 깊을수록 中胚軸이 신장하여 약 2.5cm까지 자라지만 7cm 覆土에서는 더 자라지 않고 5cm 覆土와 비슷하였다.

韌葉長은 1cm 覆土에서는 0.8~1.1cm로 품종간에 차이가 없었으며, 中胚軸보다는 길었다. 그러나 Tebonnet를 제외하면 覆土深이 깊을수록 韌葉長이 길었고, 품종간에 차이가 컸으며, 7cm 覆土에서는 靈山벼, 花津벼, 蟾津벼, 密陽 95號, 八公벼, 耽津벼, 盈德벼, 伽倻벼, 七星벼, Lemont, 三剛벼, Tebonnet의 순으로 韌葉長이 길었다. 中胚軸長과 韌葉長을 합한 길이는 Tebonnet를 제외하면 길지 아니하고, 품종간에 中胚軸長의 차이도 없어 中胚軸보다는 韌葉長의 신장이 出芽에 크게 영향을 미치는 듯하다. 그러나 직파용 품종인 Tebonnet는 覆土深이 깊을수록 中胚軸과 韌葉이 모두 신장하여 깊은 覆土深에서 韌葉은 다른 품종보다 짧지만 中胚軸과 韌葉을 합한 길이는 가장 길어(그림 1) 出芽에 유리한 것으로 생각되며, 李 등⁶⁾, Turner 등¹⁵⁾도 中胚軸과 韌葉의 伸長은 품종에 따

라 다르다고 보고하였다. 그리고 中胚軸과 韌葉을 합한 길이가 覆土深보다 더 작은 것은 灌水 후 토양이 다져졌고, 또 中胚軸과 韌葉을 합한 길이를 계산할 때 出芽하지 않은 개체도 포함되어 있었기 때문이었다.

覆土深 7cm에서 12 품종의 中胚軸과 韌葉을 합한 길이와 出芽率 및 出芽率/發芽率 比率과는 모두 正의 相關이 있었으나 出芽率보다는 出芽率/發芽率 比率과 더 밀접한 관계가 있었다(그림 2). 이것은 出芽율은 품종의 發芽率과 中胚軸과 韌葉의 신장이 영향을 미치지만 出芽率/發芽率 比率는 發芽率의 영향을 배제하였기 때문이라고 생각된다.

깊이 파종되면 빛이 없고, 有機物 分解와 뿌리의 呼吸으로 토양 중의 酸素가 소모되고, 탄산가스가 증가하며, 또 식물체에서 생성된 ethylene 등의 영향으로 中胚軸과 韌葉의 신장이 촉진되어 出芽하며, 일단 빛에 노출되면 細胞垂直分裂의 억제와 酸素供給 등으로 韌葉의 신장은 중지되어 일반적으로 中胚軸과 韌葉의 길이는 覆土深과 비슷하다. 그러나 너무 깊이 파종되어 中胚軸과 韌葉이 어떤 한계까지 자라면 더 자라지 않아 出芽하지 못하며, 中胚軸과 韌葉이 모두 자라는 품종이 어느 하나만 신장하는 품종보다 覆土深이 깊을 때에 出芽율이 더 높다. 더우기 물속이나 깊은 토양과 같은 조건에서 酸素의 농도가 낮으면 에너지 효율이 낮은 醱酵을 통하여 ATP를 얻어야 하므로 종자에 저장된 제한된 양분을 효율적으로 이용하여 酸素가 있는 표면까지 자라기 위하여 뿌리의 발육을 억제시키고, 幼芽의 생육을 촉진시키는 품종은 覆土深이 깊은 조건에서도 出芽할 수 있다.

포장에서 覆土深에 따른 10개 품종의 出芽個體數와 分蘖數의 변화를 보면 그림 3과 같다. 最終出芽個體數의 50%가 出芽하는데 소요된 기간은 10개 품종을 평균하였을 때 覆土深 1, 3, 5, 7cm에서 각각 14.8, 14.1, 15.3, 15.9일로 1cm 覆土에서는 7cm 覆土보다 出芽가 1.1일 빠랐다. 그러나 土壤水分供給이 알맞은 生長箱(표 1)에서는 1cm 覆土에서 7cm 覆土보다 出芽가 4일 빨라 포장과 결과가 달랐는데 이것은 포장에서는 토양표면이 乾燥로 3cm보다 1cm 覆土의 出芽가 다소 늦었고, 晝夜間 및 토양깊이에 따라 溫度가 크게 달랐기 때문으로 보인다.

出芽가 완료되었을 때(파종 후 20일) 조사한 立苗數를 보면 覆土深 1, 3, 5cm에서는 10개 품종의 평균이 224-243 / m²개로서 覆土深間에 차이가 없었으나 7cm에서는 166개 / m²로서 出芽數가 적었으

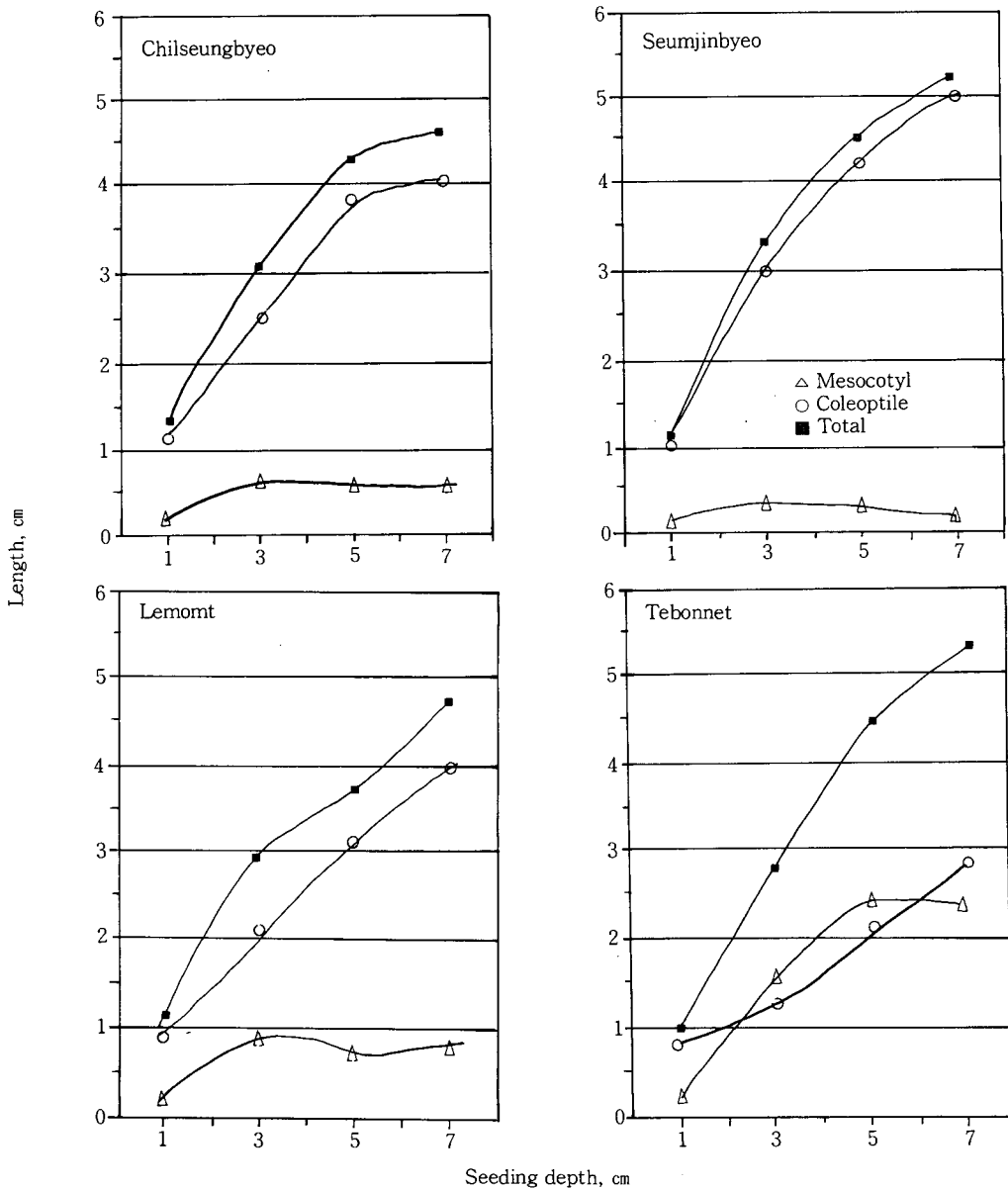


Fig. 1. Mesocotyl, coleoptile and total lengths of four rice varieties planted at seeding depths of 1, 3, 5, and 7cm.

며, 李와 吳⁴⁾도 비슷한 결과를 보고하였다. 그러나 生長箱에서 수행한 시험의 5cm 覆土에서는 1~3cm 복토에서보다 出芽率이 떨어졌지만 圃場試驗에서는 3, 5, 1, 7cm 覆土深의 순으로 立苗數가 많아 결과가 다소 달랐다. 이것은 종자 주위의 溫度, 濕度 등 微細氣象이 다르고, 또 圃場에서는 작업이 室內試驗만큼 정밀하지 못하였기 때문일 것으로 생각

된다. 覆土深과 立苗와의 관계를 고찰해 보면 발상 상태에서 벼를 파종한 후 覆土하는 것은 종자의 發芽에 필요한 水分을 공급하기 위한 것이다. 그런데 覆土深이 깊을수록 土壤水分의 공급이 좋아 發芽에 유리하나 酸素의 공급이 나쁘고, 봄에는 地溫이 낮아 發芽에 불리하며, 또 發芽한 후 韜葉이 기계적 장애를 받아 토양을 뚫고 나오기 어려울 뿐 아

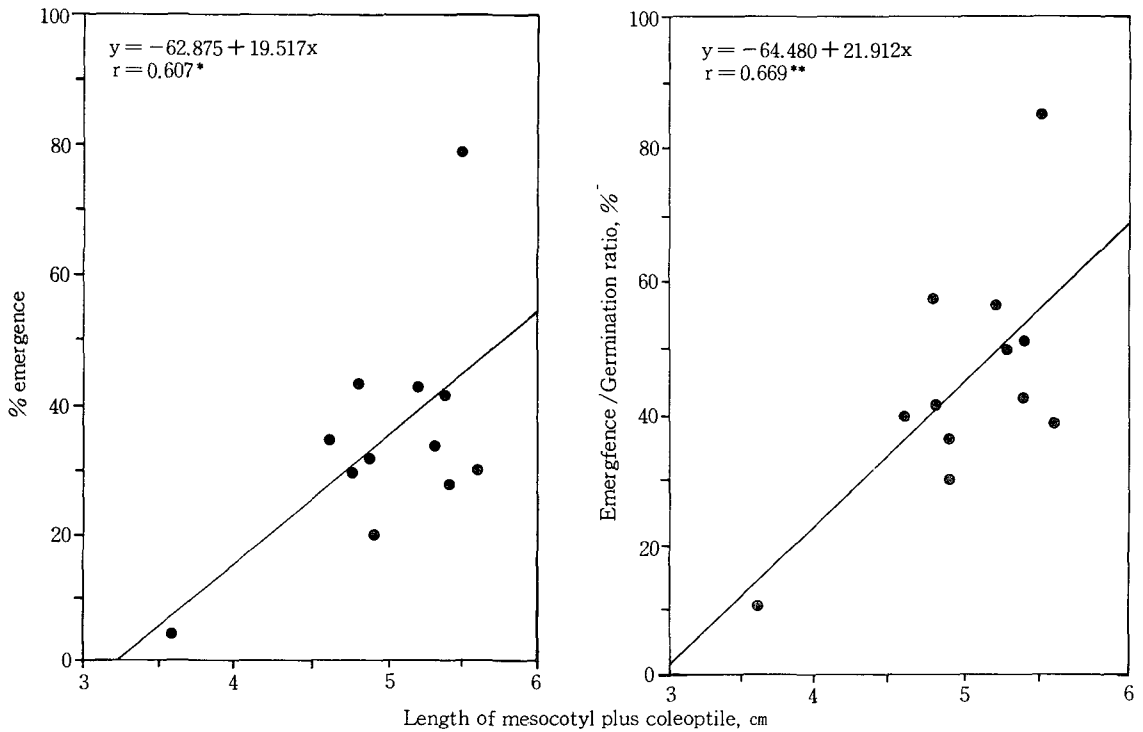


Fig. 2. Relationships between length of mesocotyl plus coleoptile of 12 rice varieties seeded at 7cm soil depth at 20C.

나라 비가 와서 물이 고이면 극심한 酸素缺乏으로 종자가 썩는다. 따라서 토양수분보존, 산소공급, 지온, 토양의 물리적인 저항성 등을 함께 고려하면 포장에서는 3cm 覆土가 發芽와 초기 苗生育에 가장 알맞을 것으로 생각된다.^{3,5)}

또 10개 품종을 평균한 最高分蘗數는 覆土深 1cm에서 483개 / m², 3cm에서 497개 / m², 5cm에서 485개 / m²로 覆土深 1, 3, 5cm의 最高分蘗數는 비슷하였으나 7cm 覆土에서는 460개 / m²로서 覆土深이 더 얇았을 때보다 最高分蘗數가 더 적었으나 單位面積當 穗數는 覆土深間에 차이가 없었다(그림 3). 이것은 立苗數가 많을 때는 分蘗力이 낮지만 立苗數가 적은 7cm 覆土에서는 分蘗補償力이 더 크고, 最高分蘗期 이후 分蘗의 감소가 더 적었기 때문으로 생각된다. 이와 같은 경향은 10a 당 播種量을 3, 6, 8kg으로 달리하였을 때 立苗數는 현저히 달랐지만 穗數는 播種量間에 큰 차이가 없다고 보고한 李 等⁸⁾의 결과와도 일치한다. 그러나 7cm 覆土에서는 分蘗發生時期가 더 늦어 遲發分蘗의 발생이 많아 이삭의 발달에는 불리할 것으로 생각된다.

2. 收量 및 收量構成要素

出穗期, 稈長, 穗長, 穗當 및 單位面積當 穎花數, 千粒重, 登熟率, 玄米收量과 收穫指數는 覆土深과 品種間에 交互作用이 없이 覆土深間, 品種間에 이들 특성을 비교하면 표 2와 같다. 出穗期, 稈長, 穗長, 穗數, 穗當 및 單位面積當 穎花數, 登熟率, 玄米收量은 모든 품종을 평균하였을 때는 覆土深間에 차이가 없었으나, 千粒重과 收穫指數는 覆土深 7cm에서 1, 3, 5cm에서보다 다소 높았다. 특히 7cm 覆土에서는 立苗數와 最高分蘗數가 다른 覆土深에서보다 적어 穗數도 다소 적었으나 유의성이 없었으며, 立苗數가 어느 정도 적어도 分蘗補償力이 커서 收量 및 收量構成要素에는 크게 영향을 미치지 않았는 듯 하다.

품종간에 出穗期를 보면 七星벼와 八公벼가 8월 18일로 가장 빨랐으며 蟾津벼와 耽津벼는 8월 29일로 가장 늦어 품종간에 出穗期가 1~11일 차이가 있었다. 稈長과 穗長은 품종에 따라 차이가 있었지만 有效莖比率는 품종간에 차이가 없었다.

穗數는 303~361개 / m²로서 品種間에 차이가 없었다. 그러나 穗當 및 單位面積當 穎花數, 收量 및

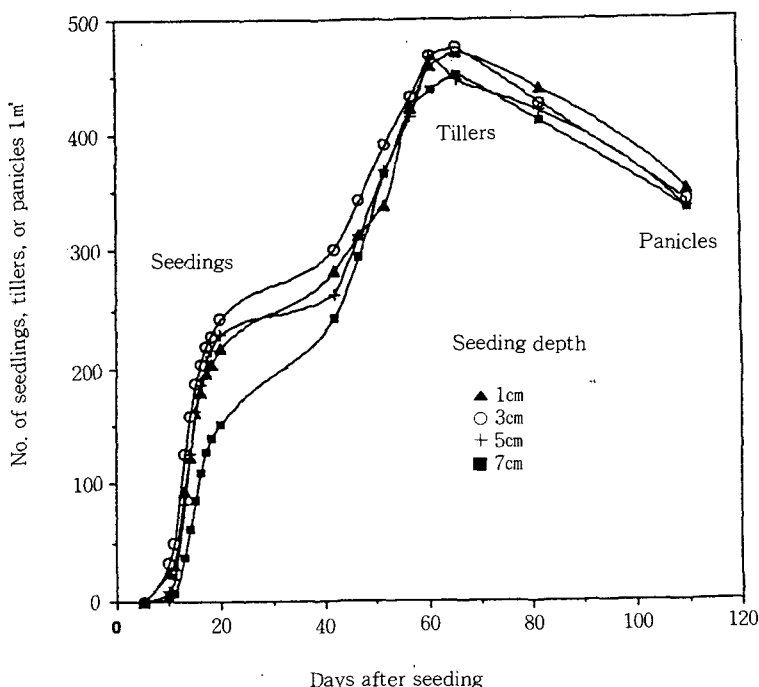


Fig. 3. Changes in the number of seedlings, tillers, or panicles at four seeding depth (average of 10 varieties).

Table 2. Heading date, culm and panicle length, effective tiller ratio, yield components, yield, and harvest index of 10 varieties at different seeding depths.

Treatment	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Effective tillers (%)	No. of panicles per m ²	No. of spikelets /panicle	1000-grain wt. (g)	Ripened grains (%)	Brown rice (kg/10a)	Harvest index	
1 ^{1/}	Aug. 22	75.3	18.2	70.9	345	69	23859	20.2 b ^{2/}	85.5	406	48.5 b
3	Aug. 22	77.2	18.6	68.2	342	67	22644	20.1 b	86.7	427	48.3 b
5	Aug. 22	76.4	18.4	69.1	347	69	23778	20.2 b	84.5	423	48.5 b
7	Aug. 22	75.5	18.6	70.9	335	72	24451	20.4 a	87.0	440	50.3 a
Chilseongbyeo	Aug. 18	74.6 c	18.0 d	70.0	361	84 a	30563 ab	15.7 h	89.5 bc	453 ab	55.3 a
Gayabyeo	Aug. 19	78.0 ab	20.9 b	66.8	343	82 a	28241 ab	19.7 e	85.3 cde	504 a	55.7 a
Samgangbyeo	Aug. 20	80.3 a	21.7 a	69.6	348	91 a	31637 a	17.9 g	94.5 a	504 a	52.7 b
Yeongsanbyeo	Aug. 21	80.3 a	17.1 ef	72.1	349	64 bc	21991 cd	19.3 f	89.8 abc	405 bc	43.8 f
Yeongdeogbyeo	Aug. 21	75.3 bc	16.4 g	71.2	347	58 c	20289 cd	19.0 f	90.8 ab	379 c	44.5 ef
Hwajinbyeo	Aug. 24	73.7 c	16.8 fg	67.9	360	58 c	21156 cd	20.8 c	87.0 bcd	394 c	46.5 de
Palgongbyeo	Aug. 18	76.4 bc	18.9 c	70.8	331	61 bc	19682 d	22.6 b	80.5 fg	387 c	45.5 ef
Seomjinbyeo	Aug. 28	78.3 ab	19.5 c	68.8	329	59 c	19174 d	23.5 ab	82.8 def	422 bc	48.8 cd
Tamjinbyeo	Aug. 29	76.0 bc	17.4 def	70.8	303	63 bc	19227 d	23.6 a	81.8 efg	411 bc	46.1 ef
Milyang 95	Aug. 22	68.3 d	17.5 de	70.6	351	70 b	28471 bc	20.2 d	77.5 g	382 c	50.3 c

^{1/} Seeding depth (cm)

^{2/} 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.

收穫指數 등은 대체로 indica × japonica 품종이 japonica 품종보다 다소 높았다. 또한 千粒重은 八公벼, 蟾津벼, 耽津벼가 다른 품종보다 높았고, 登熟率은 三剛벼, 榮山벼, 盈德벼가 다른 품종보다 높았으나, 密陽 95號, 蟾津벼, 耽津벼는 낮았다.

이상의 결과를 종합해 보면 포장에서 覆土深이 너무 얇으면 土壤水分의 부족으로, 또 너무 깊으면 中胚軸과 鞘葉이 覆土深만큼 신장하지 못하며 出芽할 수 없으며, 立苗에 가장 알맞은 覆土深은 3cm 이었다. 그러나 일정한 깊이로 파종하기가 어렵고, 覆土深이 깊을 때 中胚軸과 鞘葉의 신장력은 품종간에 현저한 차이가 있으므로 깊은 覆土深에서도 잘 出芽할 수 있는 品種育成이 바람직하다. 또, GA, ethylene 등 生長調節劑나 濕潤高溫條件에서 種子處理하면 不良環境에서도 出芽를 촉진시키고, 出芽率도 높힐 수 있다. 비록 벼는 分蘖의 補償력이 크서 立苗數가 어느 정도 적어도 필요한 穗數를 확보할 수 있지만 收量의 安定性을 얻기 위하여서는 立苗를 좋게하여 早期에 有效分蘖을 많이 확보하는 技術의 開發이 필요하다.

摘 要

乾畚直播栽培할 때 覆土深(1, 3, 5, 7cm)에 따른 벼의 出芽, 生育 및 收量關聯形質에 미치는 영향을 알기 위하여 indica × japonica 3개 品種(七星벼, 伽倻벼, 三剛벼)과 japonica 7개 品種(榮山벼, 盈德벼, 花珍벼, 八公벼, 蟾津벼, 耽津벼, 密陽 95號) 및 indica 2개 품종(Tebonnet, Lemont)을 공시하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 生長箱에서는 覆土深이 얇을수록 出芽가 빨랐다. 그러나 圃場에서는 3 > 1 > 5 > 7cm 순으로 出芽가 빨랐지만 3, 1, 5cm 간에는 차이가 적었다. 生長箱에서 覆土深이 깊을수록 發芽率이 감소하였으나 그 차이는 커지 않았고, 出芽率, 出芽率/發芽率 比率은 1 및 3cm 覆土에서는 비슷하게 높았고, 5 및 7cm 覆土深에서는 낮았다.
2. 覆土深 1cm에서 中胚軸長은 0.1~0.2cm, 鞘葉長은 0.8~1.1cm로 품종간에 차이가 없었다. 覆土深 3, 5, 7cm에서 中胚軸長은 1cm 覆土보다 길었으나 覆土深이 깊을수록 中胚軸이 현저히 신장되는 Tebonnet를 제외하면 覆土深間에 큰 차이가 없었다. 覆土深 3, 5, 7cm에서는 어느 품종이나 覆土深이 깊을수록 鞘葉長이 현저히 신장되었다. 覆土深 7cm에서 中胚軸과 鞘葉의 합한 길이는 出芽率, 出芽率/發芽率과 比率과 正

의 相關이 있었으며, Tebonnet는 中胚軸과 鞘葉이 함께 신장하고, 다른 품종은 주로 鞘葉이 신장하여 出芽하였다.

3. 포장에서 10개 품종을 평균한 立苗數와 最高分蘖數는 1, 3, 및 5cm 覆土深에서는 覆土深間에 차이가 없었으나 7cm 覆土深에서는 낮았으며, 穗數는 차이가 없었다. 出穗期, 稈長, 穗長, 穗當 및 單位面積當 穎花數, 登熟率, 收量은 모든 품종을 평균하였을 때 覆土深間에 차이가 없었으나, 千粒重과 收穫指數는 覆土深 7cm에서 1cm, 3cm, 5cm에서보다 다소 높았다.

引用文獻

1. 曹在星·李廣田. 1981. 實驗統計學. 先進文化社. p. 326.
2. Hoshikawa, K. 1989. The growing rice plant. An anatomical monograph. Nobun-kyo. Tokyo. p. 310.
3. Inouye, J., K. Hibi, and K. Ito. 1971. Effect of high temperature pretreatment on elongation of the mesocotyl of rice plants. II. Elongation of the mesocotyl and coleoptile under various cultural temperatures. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 40: 178-182.
4. 김정교·최진용·김석현·권석호. 1992. 산소 부족조건에서의 벼 발아특성 비교. 韓作誌 37(別冊): 48-49.
5. 李哲遠·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(別冊): 72-73.
6. 李哲遠·尹用大·趙相烈·吳潤鎮·朴來敬. 1992. 벼 乾畚直播 溫度 및 播種 深度에 따른 出芽와 中胚軸 發生. 韓作誌 37(別冊 1): 74-75.
7. 中山正義·太田保夫. 1971. 作物に對するエチレンの生理作用にする關 研究. 第2報. 伸長促進效果 對 水稻胚乳 役割 芽 生成 關係
8. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準. 改訂 第1版. p. 453.
9. 孫吉滿·洪光杓·宋根禹·李柚植. 1992. 南部地方 벼 麥後作直播栽培에 관한 研究. II. 播種深度가 出芽率, 뿌리分布 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 37(別冊): 84-85.
10. Suge, H. 1974. Synergistic action of ethylene with gibberellins in the growth of rice

- seedlings. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 43 (1): 83-87.
11. 高橋 清・佐藤 庚. 1972. 稲のおける莖の伸長機構に関する研究. 第1報. 中莖生長と地上部生長の相互関係に及ぼすアブサイジン酸の影響. 日作記 41: 426-430.
 12. 高橋 清・佐藤 庚・輪田 潔. 1972. 水稻節間の伸長機構に関する研究. 第2報. 幼植物第2節間の内部形態に及ぼす光およびジベレン酸の影響. 日作記 41: 437-442.
 13. 高橋 清・輪田 潔. 1972. 水稻節間の伸長機構に関する研究. 第1報. 幼植物第2節間の伸長に及ぼす光およびジベレン酸の影響. 日作記 41: 431-436.
 14. Takahashi, N. 1978. Adaptive importance of mesocotyl and coleoptile growth in rice under different moisture regimes. Aust. J. Plant Physiol. 5: 511-517.
 15. Turner, F. T., C. C. Chen, and C. N. Bollich. 1982. Coleoptile and mesocotyl lengths in semidwarf rice seedlings. Crop Sci. 22(1): 43-46.
 16. Turner, F. T., C. C. Chen, and G. N. MaCauley. 1981. Morphological development of rice seedlings in water at controlled oxygen levels. Agron. J. 73: 66-570.