韓作誌(Korean J. Crop Sci.) 31(2) : 204~213(1986)

벼 湛水土中直播 栽培 硏究

Ⅰ. 溫度 및 播種 深度에 따른 出芽 및 初期 生育

朴錫洪* · 李哲遠* · 梁元河* · 朴來敬*

Direct Seeding Cultivation on Submerged Paddy in Rice

Ⅰ. Seedling Emergence and Early Growth under Different Temperature and Seeding Depth

Seok Hong Park*, Chul Won Lee*, Won Ha Yang*, and Rae Kyeong Park*

ABSTRACT

The objective of this paper was to examine the response of rice seedling emergence and early growth under the different temperature (day/night, 29/21°C, 17/17°C, 12/12°C) and the different seeding depth (1 cm, 2 cm, 3 cm). The trial was carried out in the phytotron and field in the Crop Experiment Station, Suwon, Korea in 1985.

Calcium peroxide-coated seeds were very effctive in promoting seedling emergence, seedling establishment and eary growth of rice. Coated seeds were more effective in low temperature condition (17/17°C, 12/12°C) than in high temperature (29/21°C) at the phytotron trial. The deeper the seeding depth, the less the emergence and seedling establishment, and the available seeding depth was 1 cm in the direct seeding under the flooded soil. In the field trial (seeding date, May 1) the results for the emergence and seedling establishment were similar to those in the phytotron trial. Available cultivars for the direct seeding cultivation under the flooded soil were Cheonmabyeo, Namyangbyeo, Kihobyeo, Akibare, Nakdongbyeo and Dongjinbyeo in Japonica type, and Taebaegbyeo, Samgangbyeo and Gayabyeo in Indica x Jponica type. Coefficients of variation to the emergence and seedling establishment between rice cultivars were very high. Therefore, in the direct seeding cultivation under the submerged paddy, choice of rice cultivars and improved technique for direct seeding will be more necessary.

緖 言

벼 省力化 栽培技術은 農村人口의 都市流出과 勞動賃金의 上昇, 과중한 勞動으로부터의 탈피 성향이라는 面에서 重要한 意義를 지니고 있다. 그간 移秧機의 普及과 除草劑의 使用 등으로 벼 農事의 省力化는 크게 進前되었음은 周知의 事實이다. 그러나 農村社會 與件은 더 省力化를 요구하고 安定된 벼 生産을 同時에 滿足시킬 수 있는 栽培 技術의 開發

* 作物試驗場(Crop Experiment Station, RDA, Suwon 170, Korea)〈1986. 3. 22 接受〉

이라는 側面에서 볼 때 直播 栽培技術은 많은 關心을 갖게 한다.

우리 나라에서 벼 直播 栽培는 부분적으로 乾畓直播의 型態로 이루어졌고 湛水直播도 일부 시도되었으나 雜草 防除의 어려움, 벼種子 出芽의 不安定 등의 문제로 實用化되지 못하였다.

山田[23]가 過酸化 칼슘(CaO_2)을 벼, 稞麥 種子에 紛衣 處理하여 發芽 狀態를 檢討한 결과 出芽率 向上에 有利하고 初期 生育을 良好하게 하였다는 報告가 있은 이래 太田[14,15]는 CaO_2가 湛水狀態下에서 벼 種子의 發芽率을 向上시킴으로서 湛水土中 直播栽培에 對한 實用化 可能性을 제시하였다. CaO_2는 물과 반응하여 酸素를 發生케 하는데 이때 發生된 酸素를 벼 種子가 利用한다. 또한 朴 등[17]은 CaO_2를 出穗期 以後에 토양 처리함으로써 벼뿌리의 活力을 도와 乾物 增加에 有效하게 한다고 하였으며 最近에는 CaO_2는 벼 湛水土中 直播栽培時 發芽促進 生長調整劑로 많이 이용되고 있고[1,2,3,6,10,18] 또한 都市 근교의 오염된 물의 水質淨化劑로도 檢討되고 있다.[13]

湛水直播栽培時의 問題點은 種子가 논 表面에 播種됨으로서 倒伏이 많이 되나[4,5,7,8,19] 湛水土中直播時는 벼 種子를 土中 1.0～1.5 cm에 播種함으로서 倒伏에 의한 피해가 적고[18] 손 移秧이나 機械移秧에 比하여 收量性은 크게 떨어지지 않으나[20] 出芽가 不安定하다.[21]

벼 種子의 發芽를 促進시키기 위하여 GA 처리[22] 低溫 및 數種의 化學物質處理[24]도 效果가 있으나 CaO_2의 種子 紛衣에 의한 出芽 및 立毛 向上 效果는 높다.[3]

本 實驗은 湛水土中 直播栽培時 酸化칼슘의 效果와 벼 品種의 溫度 및 播種深度에 따른 諸 形質의 反應 그리고 圃場狀態에서의 實用性을 檢討하였는바 그 結果를 報告한다.

材料 및 方法

試驗Ⅰ. 溫度에 따른 과산화칼슘의 種子紛衣 効果

1985年 作物試驗場 人工氣象室에서 多收系 品種은 伽倻벼, 太白벼, 一般系 品種은 大成벼, 秋晴벼를 供試하여 수행하였다. 溫度處理는 晝夜 12/12℃, 17/17℃, 29/21℃로 하고 種子를 CaO_2 紛衣한 것과 無處理한 것을 比較하였다. CaO_2 製品은 CaO_2 35%, 소석고와 탄산칼슘이 65% 含有된 것으로 마른 種子量과 CaO_2 製品 同量을 浸種 完了後에 紛衣하여 1/20,000 pot에 30粒씩 土中 1 cm 깊이에 播種하고 다음날부터 每日 出芽狀態를 調査하였으며 播種 後 20日에 生育狀況 및 乾物重을 調査하였다.

試驗Ⅱ. 播種深度에 따른 出芽의 品種間 差異

人工氣象室에서 多收系는 太白벼 등 5品種, 一般系는 天摩벼 등 15品種을 供試하여 浸種 完了 後 CaO_2를 種子 紛衣하고 晝/夜, 17/17℃의 溫度條件에서 1/20,000 pot에 土中 1 cm, 2 cm, 3 cm 깊이로 播種하여 出芽率을 調査하였다. 한편 上記 品種中에서 多收系 品種인 伽倻벼, 太白벼, 一般系 品種인 大成벼, 秋晴벼를 選定하여 30/27℃ 溫度條件에서 CaO_2 紛衣한 種子와 無處理한 種子를 土中 1 cm, 2 cm, 3 cm에 각각 30粒씩 播種한 후 出芽率과 生育狀況을 調査하였다.

試驗Ⅲ. 圃場條件에서 出芽 및 立毛의 品種間 差異

1985年 作物試驗場 栽培圃場에서 試驗Ⅱ에 供試한 20個 品種中 出芽 및 立毛가 比較的 良好한 것으로 判斷된 太白벼 등 10品種을 選定하여 5月 1日 30×2 cm의 栽植距離로 土中 1 cm 깊이에 CaO_2 紛衣한 種子와 無處理한 種子를 播種하여 圃場 出芽 및 立毛 狀態를 調査하였다.

試 驗 結 果

試驗Ⅰ. 溫度에 따른 과산화칼슘의 種子紛衣 効果

가. 出芽狀態 : 벼 品種의 溫度 및 과산화칼슘 種子 紛衣에 따른 出芽率, 平均出芽日數, 出芽係數는 表 1과 같다.

出芽率은 伽倻벼의 경우 29/21℃에서 가장 높았으나 17/17℃ 以下에서는 급격히 低下하였으며 秋晴벼는 17/17℃ 處理區에서도 높은 出芽率을 나타내었다. 과산화칼슘 紛衣效果는 處理間에 현저한 差異를 보여 29/21℃에서는 兩 品種 모두 紛衣效果가 認定되었고 伽倻벼는 17/17℃ 以下에서 無處理區는 전혀 出芽하지 않았으며 秋晴벼는 12/12℃ 下에서 같은 結果를 보였다.

平均出芽期間을 보면 兩 品種 모두 低溫일수록 길어졌고 29/21℃에서 品種間 差異가 認定되어 伽倻벼가 秋晴벼보다 길고 處理間에도 差異가 있어 兩 品種 모두 紛衣區가 無處理區에 比하여 平均出芽期

Table 1. Emergence ratio, average days of germination and germination coefficient as affected by with and without CaO_2 seed coating under different temperature in rice (grown at 8 days from seeding).

Cultivar	Seed treat.	Emergence ratio (%)			Average days of emergence			Emergence coefficient (%)		
		29/21℃	17/17	12/12	29/21℃	17/17	12/12	29/21℃	17/17	12/12
Gayabyeo	With	78.9	25.7	13.3	6.3	8.4	9.5	12.5	3.1	1.4
	Without	57.8	-	-	7.2	-	-	8.1	-	-
	Mean	68.3	-	-	6.7	-	-	10.3	-	-
Akibare	With	77.8	86.7	42.3	6.3	8.3	9.3	12.5	10.4	4.5
	Without	82.2	90.0	-	6.6	8.5	-	12.5	10.5	-
	Mean	80.0	88.4	-	6.5	8.4	-	12.5	10.5	-
Ave. for seed treat.	With	78.3			6.3			12.3		
	Without	70.0			6.9			10.3		
LSD .05	Cultivar	NS			.3			NS		
	seed treat.	7.4			.15			1.2		

With : With CaO_2 seed coating
Without : Without CaO_2 seed coating
NS : Non-Significance

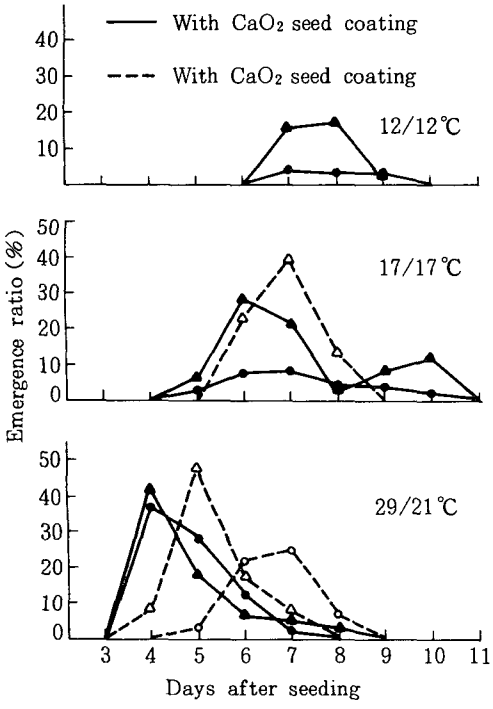

Fig. 1. Daily emergence ratio as affected by with and without CaO_2 seed coating under different temperature in rice. (●, ○ ; Gayabyeo, ▲, △ ; Akibare)

間이 짧았으며 品種 및 處理間 相互作用 效果가 認定되었다.

出芽係數는 29/21℃에서 品種間 差異는 없었으나 種子 處理間에는 高度의 有意差를 보여 紛衣區가 無處理區보다 높게 나타났고 品種과 處理間에 相互作用도 認定되었다.

한편 日別 出芽率은 그림 1에서와 같이 溫度가 낮을수록 最初 出芽까지의 所要日數가 늦어졌고 種子處理에 따라서는 伽倻벼는 29/21℃에서 紛衣區가 無處理區에 比하여 1日, 秋晴벼는 17/17℃下에서 1日 정도 빨랐다. 또한 日別 最高 出芽率도 紛衣區가 無處理區에 比하여 앞당겨져서 CaO_2 種子紛衣는 初期 生育에 有利한 것으로 判斷되었다.

土中直播時 積算溫度와 累積 出芽率과의 關係를 보면 그림 2와 같다. 處理 溫度別로 積算溫度가 높아질수록 累積 出芽率도 增加하였으며 過산화석회 種子 紛衣時 12/12℃下에서 伽倻벼는 140℃ 以上이 되어야 最高値에 달하였으며 秋晴벼는 150℃ 以上, 17/17℃에서는 伽倻벼는 180℃, 秋晴벼는 195℃, 29/21℃일 때 伽倻벼는 214℃, 秋晴벼는 220℃인 것으로 나타나 供試品種들의 處理溫度別 積算溫度에 따른 出荷 反應이 相異하였다. 또한 總出芽個體의 50% 以上이 出芽되는 溫度를 보면 29/21℃에서는 125～150℃, 17/17℃에서는 136～153℃이었다.

나. 生育狀況 : 土中直播時 過산화석회 種子紛衣에 따른 供試 品種의 初期 生育은 表 2에서와 같다.

草長은 品種間 差異는 없었으나 兩品種 모두 種子 紛衣區가 無處理에 比하여 顯著하게 增大되었고

Table 2. The growth of seedlings as affected by with and without CaO_2 seed coating in rice (grown under 29/21℃, 20 - day - old seedlings).

Cultivar	Seed treat.	Plant height (cm)	Coleoptile length (cm)	No. of leaves per plant	No. of root per plant	Day matter wt. (mg/100 seedlings)			
						Top	Root	Total	T / R
Gayabyeo	With	17.5	2.6	2.9	4.5	838	310	1,148	2.70
	Without	8.9	2.3	2.0	3.5	383	206	589	1.86
	Mean	13.2	2.5	2.5	4.0	610	258	868	2.28
Akibare	With	16.0	2.4	3.0	5.0	782	387	1,169	2.02
	Without	13.1	2.5	2.8	4.9	602	304	906	1.98
	Mean	14.5	2.5	2.9	5.0	692	346	1,038	2.00
Ave. for Seed treat.	With	16.8	2.5	3.0	4.8	810	349	1,159	2.36
	Without	11.0	2.4	2.4	4.2	492	255	748	1.92
LSD .05	Cultivar	1.9	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Seed treat.	.6	NS	.19	NS	62	86	131	NS

With : With CaO_2 seed coating
Without : CaO_2 seed coating
NS : Non - Significance

Table 3. Varietal differences on the emergence (A) and seedling establishment (B) of the rice seed as affected by CaO_2 seed coating and different seeding depth in rice (under 17℃). unit : %

	Cultivar	Seeding depth (cm)								
		1			2			3		
		A	B	A/B	A	B	A/B	A	B	A/B
Indica × Japonica	Taebaegbyeo	25	15	60	18	13	72	5	5	100
	Gayabyeo	25	15	60	13	13	100	3	3	100
	Samgangbyeo	15	13	87	15	13	87	0	0	0
	Pungsanbyeo	8	3	38	5	5	100	0	0	0
	Nampungbyeo	28	18	64	8	5	63	3	3	3
Japonica	Daeseongbyeo	55	40	73	68	53	78	3	3	100
	Odaebyeo	33	33	100	38	35	92	3	3	100
	Sobaegbyeo	38	28	74	30	25	83	10	8	80
	Cheonmabyeo	78	63	81	63	58	92	18	18	100
	Daecheongbyeo	15	15	100	23	20	87	8	8	100
	Gwangmyeongbyeo	45	35	78	48	40	83	18	18	100
	Sangpungbyeo	20	18	90	28	28	100	3	3	100
	Gihobyeo	63	55	87	43	43	100	3	3	100
	Namyangbyeo	70	63	90	53	53	100	3	3	100
	Seonambyeo	45	45	100	25	25	100	3	3	100
	Daechangbyeo	53	48	91	33	33	100	10	8	80
	Seomjinbyeo	33	25	76	15	13	87	3	0	0
	Akibare	65	63	97	68	68	100	8	8	100
	Nakdongbyeo	60	58	97	35	35	100	8	8	100
	Dongjinbyeo	65	55	85	23	23	100	0	0	0
	Ave.	42.0	35.4	81.4	32.6	30.1	91.2	5.6	5.3	73.2
	C.V. (%)	48.4	54.4	19.6	57.7	58.7	11.8	90.9	96.5	57.8

A : emergence, B : seedling establishment

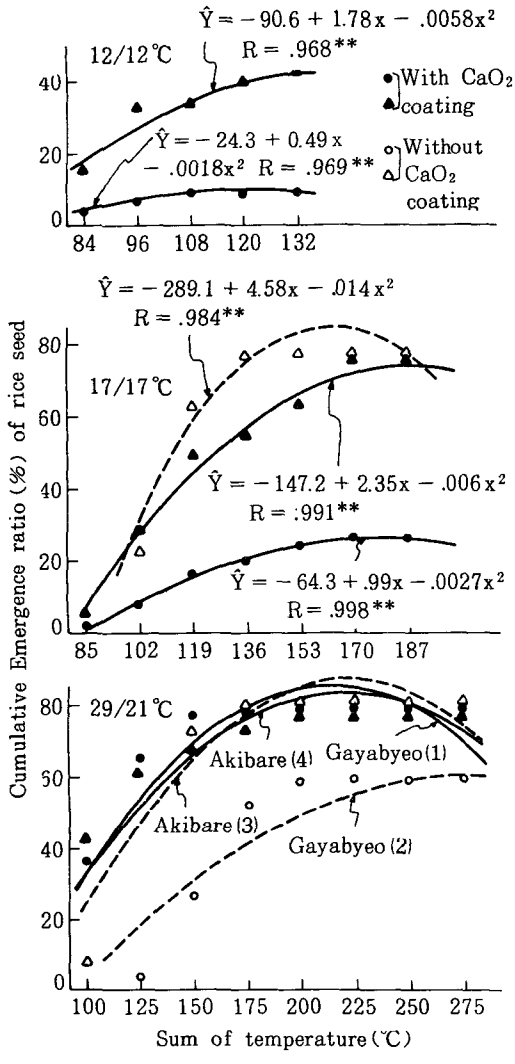

Fig. 2. *Diagram of seed emergence as affected* by with and without CaO_2 seed coating and sum of temperature under different temperature in rice (●, ○ : Gayabyeo, ▲, △ : Akibare).

1. $\hat{Y} = -97.4 + 1.71x - .004x^2$ R = .966**
2. $\hat{Y} = -70.5 + 0.91x - .0016x^2$ R = .946**
3. $\hat{Y} = -85.1 + 1.54x - .0035x^2$ R = .806**
4. $\hat{Y} = -119 + 1.86x - .0042x^2$ R = .969**

品種과 種子處理間 相互作用도 認定되었다.

鞘葉長 및 根數에 있어서는 品種間, 種子 處理間 有意한 差異가 없었고 葉數는 品種間 差異는 없었으나 種子 紛衣區가 無處理에 比하여 有意하게 많았다.

地上部 및 地下部의 乾物重은 品種間 差異는 없었으나 兩 品種 모두 種子 紛衣區가 無處理區에 비하여 현저히 增大되었으며 地上部 乾物重은 品種에 따른 處理의 相互作用이 認定되었고 總乾物重에 있어서도 같은 結果를 나타내었다. 또한 T/R 率에 있어서는 品種間, 處理間 모두 有意한 差異가 없었다.

試驗 II. 播種深度에 따른 出芽의 品種間 差異

17/17℃의 溫度條件에서 播種深度에 따른 벼 品種의 出芽 및 立毛比率를 보면 表 3에서와 같다. 供試된 모든 品種의 出芽率은 播種深度가 깊을수록 현저히 低下되었으며 1 cm 깊이에서는 平均 42.0%, 2cm에서는 32.6%, 3cm에서는 5.6%로 나타나 湛水土中直播時 播種 深度는 1~1.5 cm로 낮게 播種하는 것이 有利한 것으로 나타났다. 品種間 差異를 보면 多收系 品種보다는 一般系 品種이 出芽 및 立毛率이 높았으며 出芽率이 70% 이상인 品種은 天摩벼, 南陽벼 등이었고, 60~70% 品種은 畿湖벼,

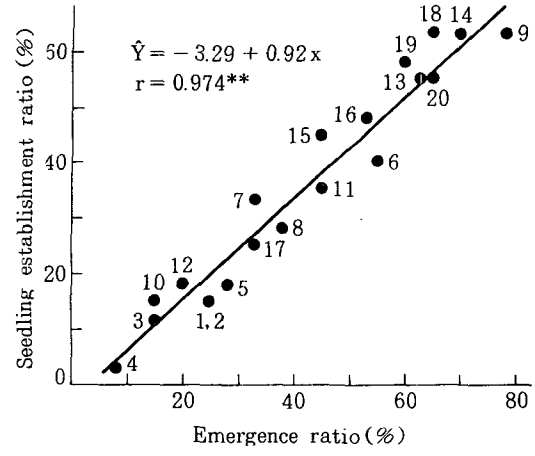

Fig. 3. Relationship between emergence ratio and seeding establishment ratio as affected by with CaO_2 seed coating in rice (from the phytotron experiment, 17/17℃).

1. Taebaegbyeo (I×J)
2. Gayabyeo (I×J)
3. Samgangbyeo (I×J)
4. Pungsanbyeo (I×J)
5. Nampungbyeo (I×J)
6. Daeseongbyeo (J)
7. Odaebyeo (J)
8. Sobaegbyeo (J)
9. Cheonmabyeo (J)
10. Daecheongbyeo (J)
11. Gwangmeongbyeo (J)
12. Sangpungbyeo (J)
13. Gihobyeo (J)
14. Namyangbyeo (J)
15. Seonambyeo (J)
16. Daechangbyeo (J)
17. Seomjinbyeo (J)
18. Akibare (J)
19. Nakdongbyeo (J)
20. Dongjinbyeo (J)

秋晴벼, 洛東벼, 東津벼 등이었다. 供試品種들의 出芽率의 變異係數는 土中 1 cm 깊이에서는 48.4%, 2cm 깊이에서는 57.7%, 3cm 깊이에서는 90.9%로 播種深度가 깊을수록 品種間 變異가 컸다.

出芽에 對한 立毛 比率을 보면 1cm, 2 cm 깊이에서는 각각 81.4%, 91.2%이었고 3 cm 깊이에서는 73.2%로 立毛率이 떨어졌으며 그림 3에서 보는 바와 같이 出芽와 立毛比率間에는 正의 有意相關이 있었다.

한편 30/27℃의 溫度 條件下에서 벼 品種의 播種深度에 따른 出芽率은(그림 4) 全 品種 모두 播種深度가 깊을수록 급격히 低下하였고 紛衣區가 無處理區에 比하여 현저히 높은 出芽率을 보였는데 2,3 cm 깊이에서는 無處理區의 出芽는 10% 미만이거나 전혀 出芽하지 않았다.

播種 深度別로 播種 後 最初 出芽까지의 日數를 調査한 結果는 表 4와 같다. 供試된 모든 品種이 種子 紛衣 處理區는 播種 後 3日부터 出芽되기 始作하였으나 無處理區는 1cm 깊이에서는 2～3日, 2 cm 깊이에서는 4～6日, 3cm 깊이에서는 6日 정도 늦어졌다.

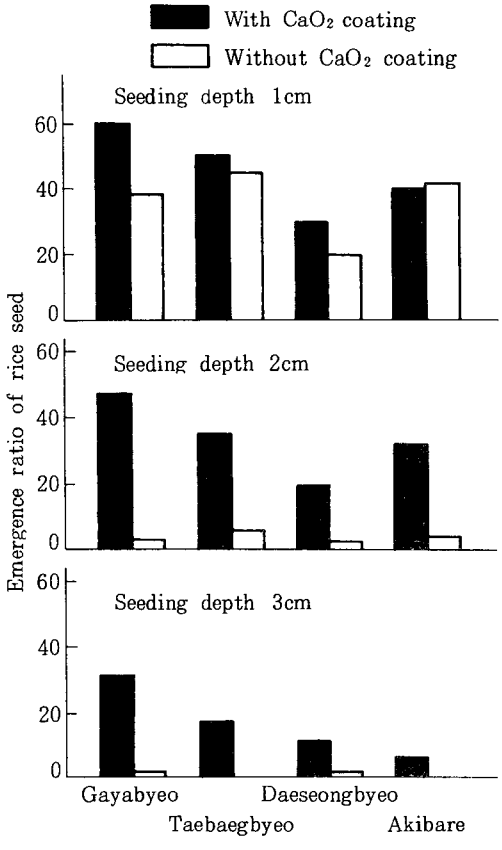

Fig. 4. Emergence ratio of rice seed as affected by with and without CaO_2 seed coating under different seeding depth.

Table 4. Days in the beginning emergence of rice seed as affected by with and without CaO_2 seed coating under different seeding depths in rice (grown under 30/27℃).

Cultivar	Seed treat.	Seeding depth(cm)		
		1	2	3
Gayabyeo	With	3	3	3
	Without	5	9	9
Taebaegbyeo	With	3	3	3
	Without	6	9	-
Daeseongbyeo	With	3	3	3
	Without	5	7	9
Akibare	With	3	3	4
	Without	5	7	-

With : With CaO_2 seed coating
Without : Without CaO_2 seed coating

한편 播種深度에 따른 種子 紛衣 處理區의 生育狀況을 調査한 結果는 表 5와 같다.

草長은 品種間 差異는 없었으나 播種深度 間에는 有意한 差異가 있어 1cm 깊이 播種區가 2cm 깊이보다 컸고 葉數는 品種間, 深度間 有意한 差異가 없었다. 中莖長은 供試 品種 모두 品種間, 播種深度間 有意한 差異가 있어 大成벼가 伽倻벼 및 太白벼에 比하여 中莖長이 짧았고, 播種 깊이가 2 cm인 區가 1cm 區에 비하여 顯著하게 增大되었다.

地上部 乾物重은 品種間, 播種 深度間에는 有意한 差異가 없었으나 根重은 品種間, 播種 深度間에 有意한 差異를 보여 伽倻벼>大成벼>太白벼 順으로 컸고 播種深度別로 보면 1cm區가 2cm區보다 增大되었으며 品種과 播種 深度間에는 相互作用의 效果가 認定되었다. 그러나 總乾物重에 있어서는 品種間, 深度間 有意性이 없었고 T/R率은 品種間에만 有意한 差異를 보였으나 深度에 따라서는 有意한 差異가 없었다.

試驗Ⅲ. 圃場條件에서 出芽 및 立毛의 品種間 差異

播種 後 出芽까지의 氣象條件은 그림 5와 같이 平均氣溫은 17.3℃, 平均 最高 氣溫은 22.6℃, 平均 最低氣溫은 12℃이었다.

Table 5. The growth of seedlings as affected by with CaO_2 coating under different seeding depth in rice (grown under 30/27℃, 25-day-old seedlings)

Cultivar	Seeding depth (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves per plant	Mesocotyl length (cm)	Dry matter wt.(g/100 seedlings) Top	Root	Total	T/R
Gayabyeo	1	22.8	4.2	2.17	4.035	1.653	5.688	2.43
	2	20.3	4.0	2.77	2.836	1.688	4.524	1.70
	Ave.	21.5	4.1	2.47	3.435	1.671	5.106	2.01
Taebaegbyeo	1	22.7	3.9	2.07	2.490	1.026	3.526	2.43
	2	22.2	4.0	2.87	3.125	1.372	4.497	2.31
	Ave.	22.5	4.0	2.47	2.812	1.199	4.011	2.37
Daeseongbyeo	1	23.4	4.4	1.70	2.998	1.969	4.968	1.54
	2	20.6	4.0	2.40	2.340	1.090	3.430	2.13
	Ave.	22.0	4.2	2.05	2.669	1.530	4.199	1.84
Ave. for seeding depth	1	22.9	4.1	1.98	3.178	1.550	4.727	2.14
	2	21.0	4.0	2.68	2.767	1.384	4.151	2.05
LSD .05	Cultivar	NS	NS	.34	NS	.318	NS	.38
	Seeding depth	1.15	NS	.39	NS	.153	NS	NS

NS : Non-significance

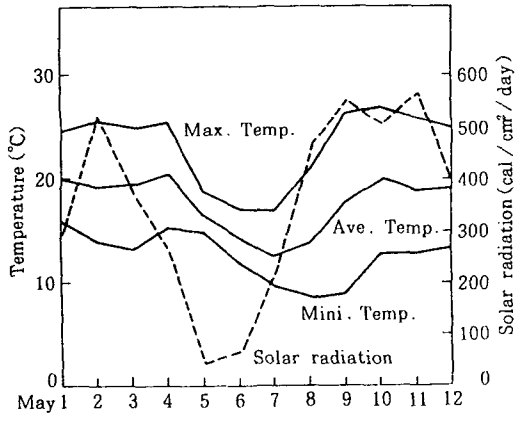

Fig. 5. Meteorological condition during emergence period of rice seed in Suwon(1985)

出芽까지의 日數는 表 6에서와 같이 CaO_2 種子 紛衣區가 無處理區에 比하여 1～3日 빨랐으며 이 結果는 試驗 I 및 II와 一致하였다. 品種間 差異는 一定한 경향이 없었으나 種子 紛衣區에서 太白벼, 伽倻벼, 天摩벼, 畿湖벼, 秋晴벼 등이 出芽가 빠른 편이었다.

CaO_2 種子 處理에 依한 供試品種의 出芽率을 보면 表 7과 같이 種子 紛衣區는 無處理區에 比하여 出芽가 良好하였으며 品種間의 變異幅이 커서 紛衣區는 變異係數가 18.4% 無處理區는 34.0%로 湛水土中直播時는 出芽를 높히는 것이 가장 重要한 문제라고 생각된다.

한편 人工氣象室과 圃場에서의 出芽率의 傾向을 보면 그림 6과 같이 有意 相關을 보여 室內 試驗과 圃場 試驗 結果가 잘 一致되는 것을 알 수 있다.

Table 6. Emergence day of rice seed in the direct seeding under the submerged paddy as affected by with and without CaO_2 seed coating in 1985.

Cultivar		Emergence day With	Without	Difference
Indica × Japonica	Taebaegbyeo	May 7	May 10	3
	Gayabyeo	May 7	May 10	3
	Samgangbyeo	May 9	May 10	1
	Pungsanbyeo	May 9	May 11	2
	Ave.	May 8	May 10	2.3
Japonica	Cheonmabyeo	May 7	May 10	3
	Daeseongbyeo	May 8	May 9	1
	Gihobyeo	May 7	May 10	3
	Namyangbyeo	May 8	May 10	2
	Akibare	May 7	May 10	3
	Nakdongbyeo	May 8	May 10	2
	Ave.	May 7-8	May 10	2.3

Table 7. Varietal differences on the emergence and seedling establishment of rice as affected by with and without CaO_2 seed coating to the direct seeding in the submerged paddy.

unit : %

	Cultivar	With CaO_2 coating		Without CaO_2 coating	
		Emergence	Seedling establishment	Emergence	Seedling establishment
I×J rice	Taebaegbyeo	42.7	23.8	0.5	0.3
	Gayabyeo	56.9	42.5	3.3	1.1
	Samgangbyeo	46.7	35.0	12.8	8.7
	Pungsanbyeo	35.0	23.1	4.2	0.1
Japonica rice	Cheonmabyeo	43.7	36.2	16.3	13.5
	Daeseongbyeo	25.7	19.4	8.8	5.0
	Gihobyeo	67.3	63.2	16.3	10.4
	Namyangbyeo	32.9	23.4	24.0	17.9
	Akibare	75.7	69.4	25.6	23.6
	Nakdongbyeo	46.9	40.6	18.5	17.5
	Ave.	47.4	37.7	13.0	9.8
	C.V. (%)	18.4	15.3	33.7	44.4

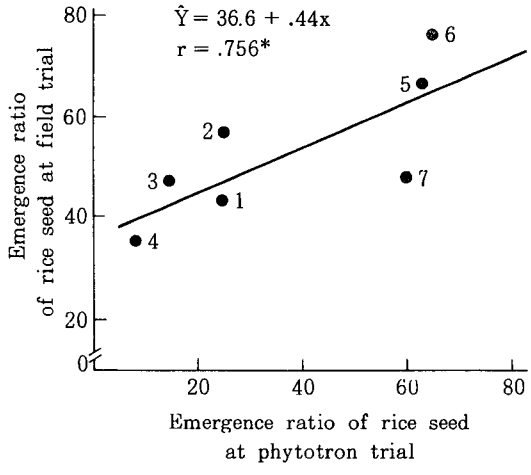

Fig. 6. Relationship between emergence ratio at phytotron trial and at field trial in rice (I×J : Indica×Japonica, J: Japonica).

1. Taebaegbyeo (I×J)
2. Gayabyeo (I×J)
3. Samgangbyeo (I×J)
4. Pungsanbyeo (I×J)
5. Gihobyeo (J)
6. Akibare (J)
7. Nakdongbyeo (J)

考 察

벼 栽培의 省力化 方案으로 直播 栽培法은 育苗에 드는 時間과 勞力을 배제하고 移秧 作業도 省略된다는 점에서 앞으로 벼 生産費 節減을 위하여 硏究되어야 할 課題이다. 播種期 때 水資源이 充分해야 하고 出芽 및 立毛가 不安定하다는 問題點이 있지만 湛水 直播는 湛水 條件下에서 물에 의하여 어린 苗가 保溫이 되고 雜草의 發生도 抑制되는 이외에 播種 作業이 간편하다는 有利點이 있다. 湛水直播栽培는 單位 面積當 이삭수 및 登熟比率은 移秧栽培에 比하여 增大[5,19]되어 收量性은 크게 떨어지지 않으나 出穗가 다소 늦어지고[4,20] 出芽 期間이 길며 出芽가 不均一하거나 낮고[21] 浮苗[19] 倒伏 發生이 심하다[11,19]는 문제점이 있다.

한편 湛水土中直播法은 種子를 土中 1～1.5 cm 깊이로 播種함으로써 稈基部가 地下에 埋沒되므로 倒伏 抵抗性은 增大되는 利點이 있으나 酸素 不足에 의한 出芽率이 낮아진다. 이를 改善하기 위하여 CaO_2를 種子 紛衣하므로써 土中 播種時 酸素 供給에 의한 出芽率 向上 效果가 認定되었는데[15,23] 本 試驗에서도 이와 一致되는 結果를 얻었다.

특히 低溫下에서는 CaO_2 紛衣效果가 高溫 條件에서보다도 뚜렷한 出芽率의 向上을 보였는데 高溫下에서는 出芽日이 빨라서 CaO_2를 紛衣하지 않은 種子도 出芽率이 比較的 높지만 低溫條件下에서는 出芽 期間이 길어져 湛水土中直播時 種子가 活性을 잃고 腐敗되므로 CaO_2에서 發生되는 酸素의 效果는 더 크다. 대체로 CaO_2의 酸素 發生은 맑은 물에서는 60日 정도까지도 이루어지나 湛水土壤中에서는 1～3時間에 最大에 達하며[15] 3～6日까지 發生한다는 報告[1]로 볼 때 벼 種子는 播種 後 3～7日 以內에는 出芽되는 것이 出芽率을 向上시키는데 有利한 것으로 생각된다. 本 試驗에서는 벼 品種에 따라 多少 差異는 있지만 29/21℃에서는 播種 後 4日, 17/17℃에서는 5日, 12/12℃의 低溫에서는 7日부터 出芽가 시작되었다. 西山[12]는 總 發芽率中 50% 發芽되는 日數를 15℃에서는 5日, 20℃에서는 3日, 25～30℃에서는 1～2일이었다고 하였고 中谷 등[9]은 出芽에 소요되는 積算 水溫이 150～160℃는 되어야 한다고 하였는데 本 試驗에서는 29/21℃, 17/17℃는 50% 出芽에 이르는 기간이 각각 4日, 6日 所要되었고 이 때의 積算氣溫은 125～150℃, 136～153℃이어서 氣溫보다는 水溫이 다소 높은 것을 감안할 때 中谷와 비슷한 結果로 볼 수 있다.

한편 播種深度에 따른 出芽率을 보면 播種深度가

깊을수록 出芽가 不良하였고 CaO_2 無處理의 경우에는 出芽 期間이 늦어져서 酸素 不足과 토양中 微生物 등에 의한 複合 要因으로 出芽率이 매우 떨어지는 것으로 判斷되었으며 湛水土中直播時 播種 深度는 1～1.5 cm가 適當하고 播種深度가 깊으면 中莖이 커지고 草長, 葉數, 乾物重이 작아진다는 報告[9,10]와 一致되었다.

CaO_2의 種子 紛衣에 의한 벼의 初期生育을 보면 種子 紛衣區가 無處理區에 比하여 草長, 葉數가 커지고 乾物重도 增加되었는데 이는 最初 出芽 所要日數가 짧고 早期에 出現되어 初期生育이 빠른 결과로 생각된다. 벼는 第1葉이 전개되면 獨自的인 酸素 供給 體系가 이루어지나[3] 第1葉이 전개되는 데는 酸素濃度가 5～6 ppm이 되어야 하며 뿌리의 伸長에는 4～5 ppm, 幼根(radicle)이 出現하는데는 2 ppm이 소요되므로[16] 第1葉 전개까지는 충분한 酸素 공급이 이루어져야 하며 CaO_2의 種子紛衣 效果는 이 期間까지 有效하다고 볼 수 있다. 따라서 鞘葉이 出現하고 出芽가 完了되었다 하더라도 最終 立毛의 確保도 重要한데 本 試驗에서 보면 出芽와 立毛와는 有意한 正의 相關이 있어 CaO_2 紛衣는 立毛率 向上에 有利한 것으로 判斷되었다.

한편 本畓에서의 湛水土中直播栽培에서 供試 品種들의 出芽 및 立毛率을 보면 CaO_2 紛衣區는 無處理區에 比하여 出芽 및 立毛가 顯著히 向上되어 室內 試驗 結果와 같은 傾向이었다. 그러나 品種間 差異가 크고 均一度가 低下함으로써 湛水土中 直播栽培에 있어서는 品種의 選定과 더불어 出芽 및 立毛의 向上을 위한 檢討가 時急한 課題로 생각된다.

摘　　要

벼 湛水土中 直播栽培의 技術確立을 위하여 1985년 作物試驗場에서 벼 種子에 과산화칼슘(CaO_2) 紛衣處理 效果와 温度 및 播種 深度에 따른 品種別 出芽 및 初期生育을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 過酸化칼슘 種子 紛衣는 無處理에 비하여 出芽 및 立毛가 현저히 좋았으며 初期 生育도 좋았다.

2. 벼 種子의 過酸化칼슘 紛衣 效果는 高温(29/21℃)보다는 低温(12/12℃, 17/17℃) 條件에서 컸다.

3. 播種深度에 따른 出芽率은 土中 1 cm 깊이에서 가장 좋았다.

4. 湛水土中 直播條件下에서 出芽率이 높은 品種은 一般系는 天摩벼, 南陽벼, 畿湖벼, 秋晴벼, 洛東벼, 東津벼이고 多收系 品種은 太白벼, 三剛벼, 伽倻벼 등이었다.

5. 湛水土中 直播時에는 低温하에서 出芽率이 높은 品種의 選定 및 出芽率을 높히기 위한 檢討가 앞으로 重要한 課題가 될 것으로 생각된다.

引 用 文 獻

1. 萩原素之・井村光夫・三石昭三. 1985. 水稻の湛水土中直播における出芽. 苗立ち安定要因の解析 第2報 カルパー被覆種切周邊土壤の酸化還元電位の推移. 日作紀 54卷 (別號 2) : 30-31.
2. 井村光夫・萩原素之・三石昭三. 1985. 水稻の湛水土中直播における出芽. 苗立ち安定要因の解析 第1報 土壤還元および湛水中溶存酸素量と出芽. 日作記 54 (別號 2) : 28-29.
3. IRRI. 1981. Research highlights for 1980. Losbanos, Philippines. : 78.
4. 장영희・이경희. 1979. 담수직파재배 안정화에 관한 시험. 작시시험연구보고서(수도편) : 516-518.
5. 정이근・이경희. 1981. 담수직파 안정화에 관한 시험. 작시시험연구보고서(수도편) : 613-617.
6. 勝田眞澄・坂斉・太田保夫. 1985. 湛水土壤中直播栽培における出芽. 苗立ちの安定化に關する研究. 第2報. 過酸化マグネシウムの種子紛衣が出芽. 初期生育におよぼす影響. 日作紀(54) (別號 2) : 26-27.
7. 김상수・이선용. 1979. 담수직파재배 현지조사. 호시, 시험연구보고서 : 639-641.
8. 이종훈・오윤진・구연충. 1979. 수도 생력재배를 위한 담수직파 안정화에 관한 시험. 작시시험연구보고서(수도편) : 474-475.
9. 中谷治夫・井村光夫・畠山武. 1976. 水稻の埋沒直播栽培に關する研究. 第6報. 埋沒種子의 出芽條件. 日作紀 45 (別號 2) : 49-50.
10. _____・_____・_____. 1976. 第7報. 水稻の埋沒直播栽培に關する研究. 第7報. 種子の埋沒深と幼苗の形態. 日作紀 45 (別號 2) : 51-52.

11. 西尾隆雄・石脇 勇・柳澤健彦. 1966. 水稻湛水直播の倒伏防止に關する二, 三の考察. 日作紀 35：p. 281.
12. 西山岩男. 1977. イネの直播栽培おける冷温障害とその生理(2)－とくに發芽および初期生育について－農及園 52(12)：1480－1482.
13. 農業技術研究所 作物榮養科. 1968. 酸素供給資材としての過酸化石灰. 試驗成績の概要：11－17.
14. 太田保夫・中山正義. 1970. 湛水條件における水稻種子の發芽におばす過酸化石灰紛衣處理の影響. 日作紀 39(4)：535－536.
15. _____・_____. 1971. 酸素供給資材としての過酸化カルシウムの農業上の利用. 農及園 46：869－872.
16. _____. 1984. Cost down rice cultivation technique by using calcium peroxide－coated seeds in direct sowing on flooded paddy fields. Farming Japan Vol. 18(4)：26－31.
17. 朴錫洪・松崎昭夫. 1971. 湛水條件下에서 과산화칼슘 처리가 벼 뿌리의 活力에 미치는 影響. 農事試驗研究報告 Vol. 14(作物編)：1－6.
18. 坂井定義・伊藤延久. 1977. 水稻湛水散播栽培に關する研究. 第2報. CaO_2 紛衣種子の埋沒による倒伏防止方案. 日作會九州支部會報 44：25－26.
19. 손희명・이경희. 1978. 담수직파재배 안정화에 관한 시험. 작시 시험연구보고서(수도편)：779－784.
20. 竹川昌和・森脇良三郎. 1976. イネの栽培樣式の相違が下位葉と根の生育に及ばす影響. 日作紀 45(別號1)：75－76.
21. 寺田 優. 1984. 湛水土中直播栽培水稻の特徵. 農及園 59(4)：535－539.
22. 上村 泰・佐滕 孝. 1966. 稻, 麥の機械化直播栽培に關する基礎的研究 第4報. 日作紀 34：505.
23. 山田登. 1952. 過酸化石灰による作物に對する酸素の供給(豫報). 日作紀 21：65－66.
24. Yamada, N., H. Suge, H. Nakamura. 1963. Chemical control of plant growth and development(1) Germination of rice seed as affected by sprouting and GA application. Proc. of the Crop Sci. of Jap. Vol. 31(3)：253－257.