

# 窒素 및 燐酸施用이 水稻의 根呼吸 및 生育에 미치는 影響

農村振興廳 作物試驗場

蔡濟天 · 李鐘薰 · 吳潤鎮 · 咸泳秀

## Effect of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on the Growth and Root Respiration of Paddy Rice

Je Cheon Chae, Jong Hoon Lee, Yoon Jin Oh and Young Soo Ham

Crop Experiment Station, Office of Rural Development

### ABSTRACT

Increased nitrogen fertilization increased root respiration and top dry weight of rice plant, and increased phosphorus fertilization increased root respiration only with the same amount of nitrogen applied. The effect of phosphorus on root respiration under low growth temperature was not significant and the large application of phosphorus alone decreased root respiration greatly. Root respiration per unit root weight correlated highly with top dry weight and nutrient uptake.

### 緒 言

水稻根의 生育과 根圈의 營養狀態와의 關係에 있어서는 一般적으로 根圈의 無機營養이 欠乏되면 根生長은 促進되며<sup>1, 15)</sup> 窒素의 不足은 根重을 增加시키고 根系發達을 促進시킨다<sup>8, 9, 11, 14, 21, 23)</sup> 適正施肥量 以上이 되면 根呼吸은 오히려 減少하고<sup>11, 16, 21)</sup> 燐酸의 增施는 根重을 減少시키고 養分吸收도 減少시키나 根呼吸은 適量施肥時 가장 높다는 事實<sup>21)</sup>은 잘 알려져 있는 바이다. 이러한 報告들은 大部分이 日本型品種을 材料로 하여 外國에서 얻어진 結果들로서 根呼吸의 測定은 主로  $\alpha$ -Naphthylamine 酸化力을 利用한 것이다.

最近 우리나라에 있어서는 印度型和 日本型벼間의 遠緣交雜種이 育成, 普及되어 廣範圍하게 栽培되고 있으나 이들 遠緣交雜品種들의 뿌리에 關한 研究는 물론 地上, 地下部間의 相互關聯性에 關한 研究도 거의 찾아보기 어렵다. 또한 水稻根의 活力測定法으로서 酸素電極을 利用한 根呼吸測定方法이 提案되고 있으나<sup>3)</sup> 이의 利用例도 거의 없다.

이러한 時點에서 (1)窒素 및 燐酸施用이 水稻의 地上, 地下部 生育에 미치는 影響을 特히 遠緣交雜品種과 日本型品種과를 比較, 檢討하여 遠緣交雜品種의 根生育 特性을 밝힘과 同時에, (2)酸素電極을 利用한 根呼吸測定法을 實際 適用하여, (3)水稻의 根呼吸과 地上 및 地下部生育과의 關聯性을 알아보기 위하여 本 實驗을 遂行하였는 바 多少의 結果를 얻었기에 이에 報告한다.

### 材料 및 方法

日本型 品種인 振興과 遠緣交雜種인 水原 258 號를 供試하여 1978年 5月 1日 1/5,000a Wagner pot 에 pot 當 2株 1 苗植하였다. 施肥量은 成分量으로 尿素를 pot 當 0.5g(N 0.5), 1.0g(N 1.0) 및 1.5g(N 1.5)이 되도록 基肥 70%, 移秧後 15日에 分蘖肥로 30% 施用하였으며 各各의 窒素水準에서 重過石을 pot 當 0.5g(P 0.5), 1.0g(P 1.0) 및 1.5g(P 1.5)이 되도록 全量基肥로 施用하였고 鹽化加里는 pot 當 1g씩을 全量基

肥로 施用하였다. 移換後 37日間 野外에서 生育시킨 후 晝夜 30/20℃ 및 20/10℃의 精密유리실에서 20日間 生育시켜 調査에 임하였다. pot는 任意配置 2反復이었다. 한편 磷酸多施만이 根呼吸에 미치는 影響을 알아보기 위하여 3×5 cm 間隔으로 播種하여 29日間 育苗한 振興과 水原 258號를 供試하였다.

施肥量은 成分量으로 尿素와 鹽化加里를 各各 m當 12 g, 15 g 施用하고 溶過磷을 成分量으로 m當 15 g, 45 g 施用하였으며 晝夜 28/22℃에서 生育시킨 후 20/10℃ 低温에 10日間 處理하였다.

乾物重의 測定은 80℃의 温度에서 10時間 以上 乾燥시킨 重量이었고, 植物體 窒素의 分析은 semi micro - Kjeldahl 法<sup>1)</sup>, 磷酸의 定量은 Molibdate - vanadate 에 의한 比色法<sup>2)</sup>이었으며 呼吸의 測定은 酸素電極法<sup>3)</sup>에 의하여었다.

### 結果 및 考察

#### 1. 常溫에서의 影響

晝間 30℃, 夜間 20℃의 常溫에서 分蘖期에 20

日間 生育시켰을 때의 結果는 表 1 및 그림 1과 같다. 單位根重當 根呼吸은 窒素水準이 增加함에 따라 增加하였으며 品種間에 있어서는 振興보다 水原 258號의 呼吸이 多少 높았다. 그러나 磷酸施肥量에 따른 根呼吸은 各各의 窒素施用 水準에서 서로 다른 傾向을 보였는데 pot當 窒素 0.5 g 施用時는 磷酸施用量도 0.5 g 施用時에 根呼吸이 가장 높았고 磷酸施用量이 1.0 g, 1.5 g 으로 增加될수록 根呼吸은 뚜렷이 減少하였다. 反面에 窒素를 1.0 g 施用하였을 때는 磷酸도 1.0 g 施用하였을 때, 그리고 窒素 1.5 g 施用時에는 磷酸도 똑같은 1.5 g 施用時 根呼吸은 높았고, 이보다 磷酸施用量이 많거나 적으면 呼吸은 減少하는 傾向이었다.

한편 窒素 및 磷酸施用量에 따른 乾物重의 變化를 보면 根重은 窒素施用量의 增加에 따라 뚜렷이 減少하였고, 磷酸施用量에 따라서는 큰 差異가 아니나 N 0.5 g 水準에서는 磷酸多肥가 根重을 增加시키는 傾向이었고 窒素 1.0 및 1.5 g 施用時는 磷酸 1.0 g 施用이 根重을 增加시켰다. 品種間에는 어떤 경우에서나 振興의 根重이 水原 258號보다 무

Table 1. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on root respiration, growth and nutrient uptake of rice varieties under normal growth temperature

Variety	Fertilizer level	P	Root respiration $\mu\text{moles O}_2$ (gD.W. root <sup>-1</sup> , hr <sup>-1</sup> )	Root D.W. (g · pot <sup>-1</sup> )	Top D.W. (g · pot <sup>-1</sup> )	T/R ratio	Root respiration per pot ( $\mu\text{moles O}_2 \cdot \text{hr}^{-1}$ )	Nutrient uptake (mg · pot <sup>-1</sup> )	
								N	P
Jinheung	N 0.5	P 0.5	26.2	3.63	12.9	3.55	95.1	276	82
		P 1.0	19.8	3.94	13.3	3.38	78.0	264	120
		P 1.5	13.7	4.18	13.0	3.11	58.1	200	98
	N 1.0	P 0.5	24.2	2.91	17.2	5.91	70.4	376	116
		P 1.0	31.1	3.25	18.2	5.60	101.1	410	112
		P 1.5	29.8	2.86	17.5	6.12	85.2	406	106
	N 1.5	P 0.5	32.5	2.34	16.8	7.18	76.1	412	90
		P 1.0	26.2	2.69	19.7	7.32	70.5	512	106
		P 1.5	34.9	2.29	21.4	9.34	90.2	496	132
Suweon 258	N 0.5	P 0.5	27.5	2.22	10.2	4.57	61.3	188	76
		P 1.0	26.6	2.14	10.5	4.91	56.9	188	62
		P 1.5	21.7	2.66	9.8	3.68	57.7	190	74
	N 1.0	P 0.5	33.1	1.83	13.1	7.16	60.6	292	106
		P 1.0	36.8	1.92	15.3	7.97	70.7	442	112
		P 1.5	29.1	1.54	13.3	8.64	44.8	350	124
	N 1.5	P 0.5	36.7	1.62	15.0	9.26	59.5	418	110
		P 1.0	33.9	1.47	16.6	11.29	49.8	351	115
		P 1.5	41.6	1.31	15.8	12.06	54.5	440	120

Respiration was measured under room temperature of 26°C.

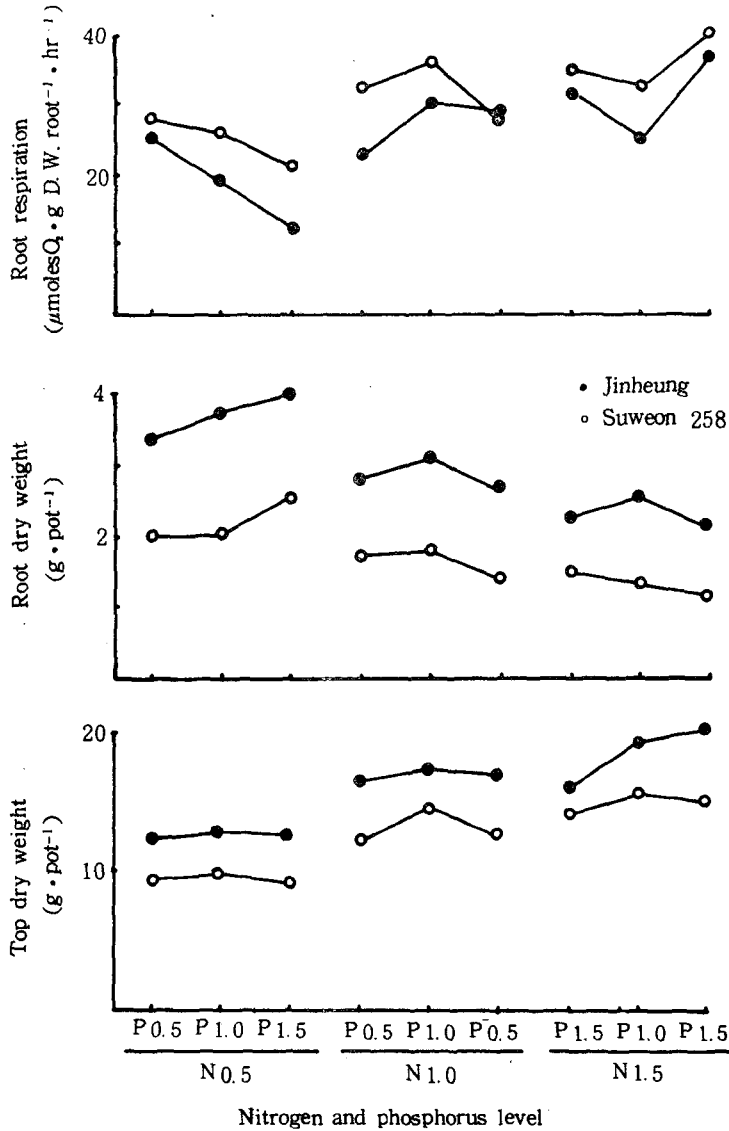


Fig. 1. Changes of root respiration, root dry weight and top dry weight as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization under normal growth temperature.

거웠다. 地上部乾物重은 窒素施用量 増加에 따라 増加하였으며 磷酸施用效果는 根重에서의 경우와 비슷하여 大體로 磷酸 1.0 g 水準에서 地上部重이 가장 무거운 傾向이었으나 磷酸施用量間 差異는 根呼吸 및 根重에서보다 작아서 뚜렷한 差異는 아니었다. 단, 品種間에 있어서 振興은 窒素 1.5 g 水準에서 磷酸의 増施가 地上部重을 増加시킨데 反해 水原 258 號는 磷酸反應이 낮았다.

이러한 結果는 窒素가 増施될수록 根呼吸, 地上部重은 増加하고 根重은 減少하며, 磷酸의 増施, 特히

磷酸만의 多量施用이나 窒素多肥下 磷酸少量施用은 根重 및 養分吸收을 低下시킨다는 既存報告와 大體로 一致하는 것으로서 遠緣交雜種인 水原 258 號의 反應도 日本型 品種인 振興과 大差가 없었다. 水原 258 號의 乾物重이 振興보다 낮은 것은 初期生育이 느린 特性때문인 것으로 보이며 根重이 작으므로 相對적으로 根呼吸은 높게 나타난 것으로 解析된다.

한편 酸素電極으로 測定한 根呼吸과 地上, 地下部 乾物重 및 養分吸收과의 關係를 보면 單位根重當의 呼吸은 根重과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타

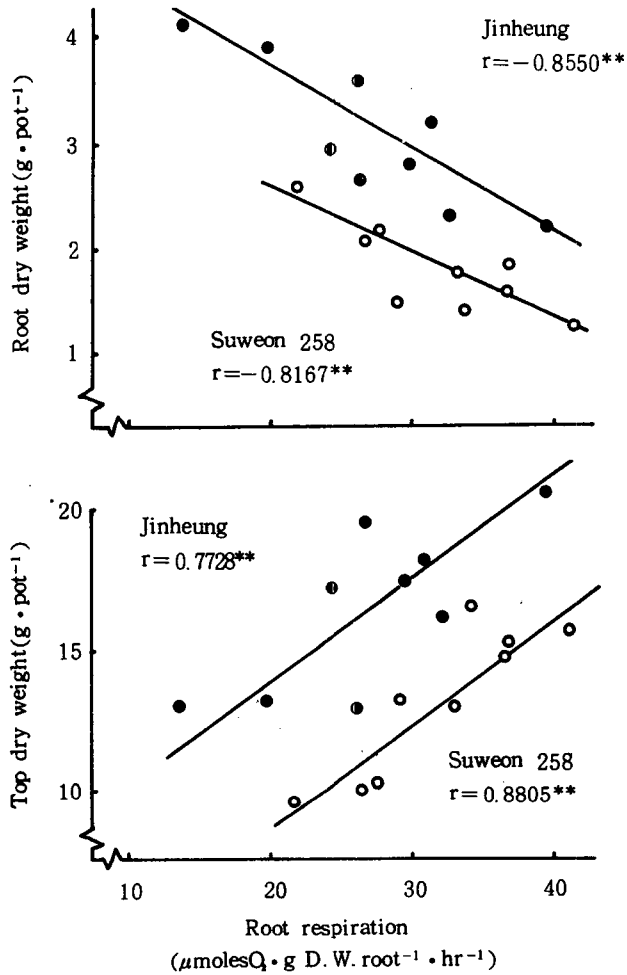


Fig. 2. Relationship between root respiration per unit root weight and dry weight of root and top.

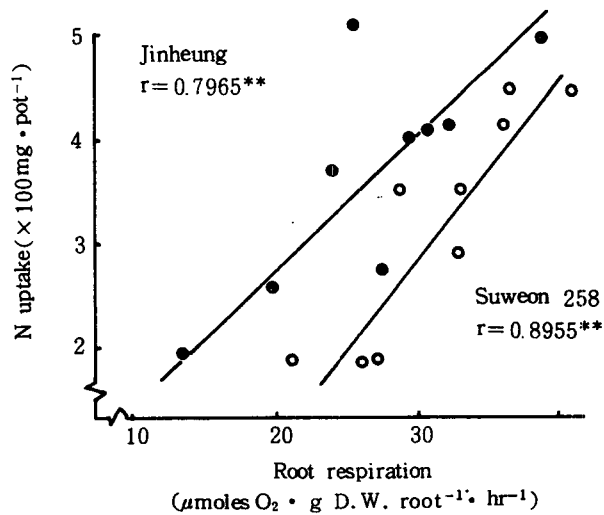


Fig. 3 - 1. Relationship between root respiration per unit root weight and nutrient uptake.

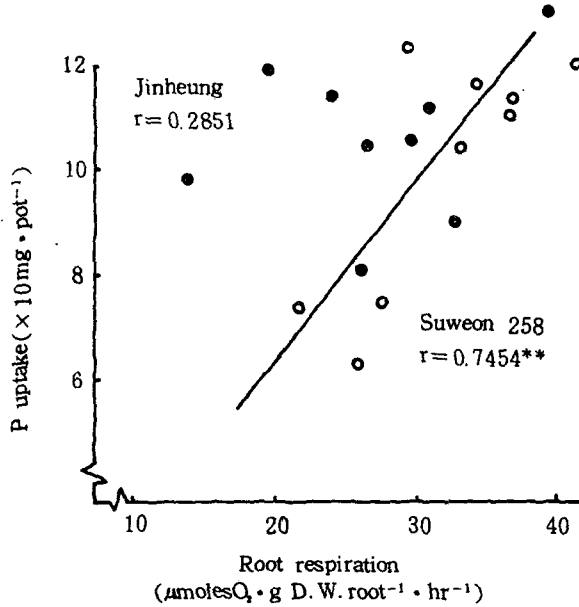


Fig. 3 - 2. Relationship between root respiration per unit root weight and nutrient uptake.

냈고 地上部乾物重과는 高度의 正相關을 보였으며 (그림 2) 이는 振興, 水原 258 號의 品種間 差異 없이 같은 傾向이었다. 또한 根呼吸은 窒素의 呼吸量과도 密接한 正相關을 보이며 磷酸의 呼吸量과도 水原 258 號는 密接한 正相關을 보였다. (그림 3) 이의 原因으로서는 根圈土壤中の 營養條件이 나쁘면 植物體의 energy 分配은 地上部보다 뿌리로, 土壤의 營養條件이 充分하면 energy 分配은 뿌리보다 주로 地上部로 置重되어<sup>4)</sup> 따라서 增大되는 地上部는 더

많은 養水分을 必要로 하는 sink로 作用함과 同時에 生産되는 炭水化合物은 吸收energy 源으로 根部에 供給되어짐으로 뿌리의 呼吸能力과 根重은 負의 關係를, 그리고 地上部重과는 正의 關係를 나타내는 것으로 보인다. 이러한 事實은 地上部乾物重이 磷酸의 吸收量보다 植物體의 量的 生長을 크게 支配하는 窒素의 吸收量과 더욱 密接한 關係를 보이는 點에서도 自明하다 할 것이다. (그림 4) 한편 根重과 根機能의 相補의인 關係에 着眼하여 이 兩者의 積으로서,

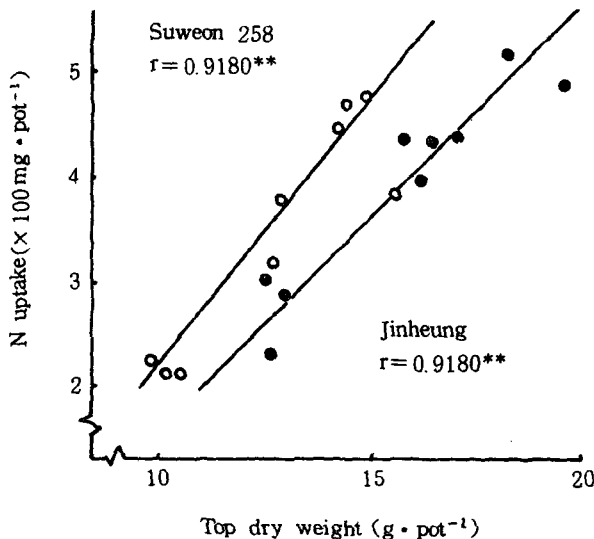


Fig. 4 - 1. Relationship between top dry weight nutrient uptake.

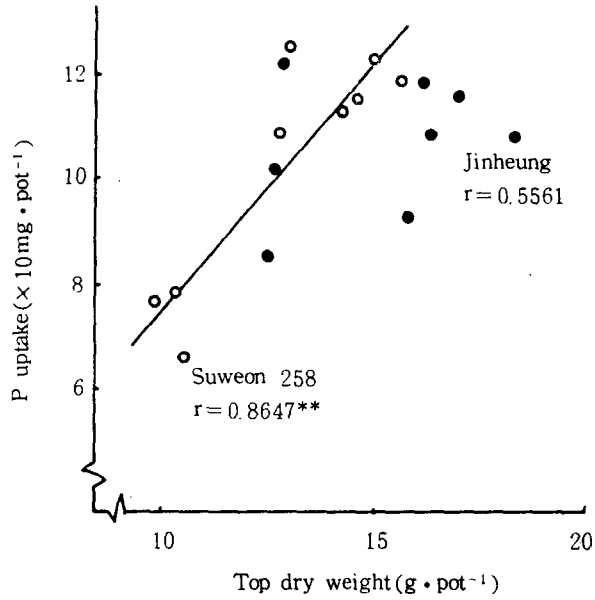


Fig. 4 - 2. Relationship between top dry weight and nutrient uptake.

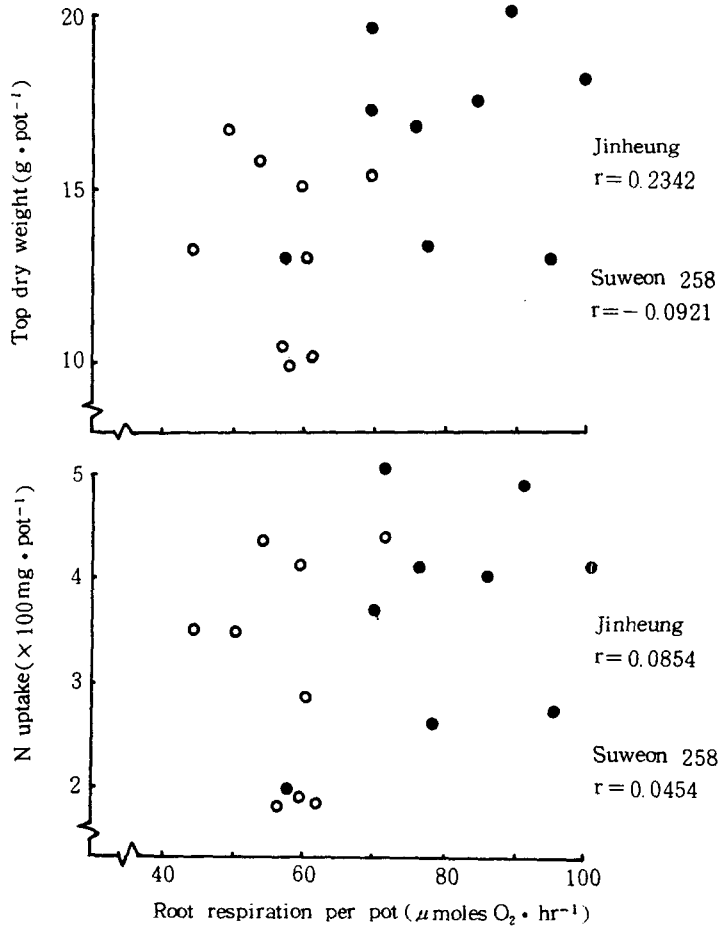


Fig. 5 - 1. Relationship between root respiration per pot and top dry weight and nutrient uptake.

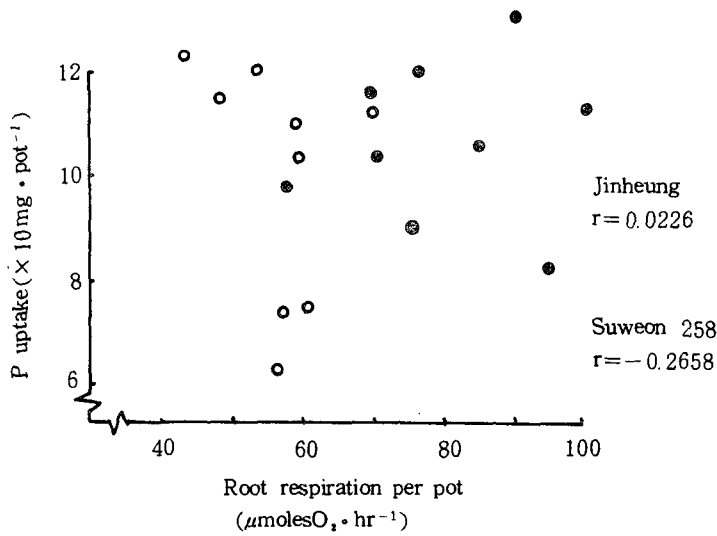


Fig. 5 - 2. Relationship between root respiration per pot and top dry weight and nutrient uptake.

즉 單位面積當 全體 根呼吸量으로 地上部生育 및 養分吸收과의 關聯을 맺어보면 그림 5에서와 같이 地上部乾物重과도 窒素, 磷酸의 吸收量과도 이러한 均衡에 起因되는 것으로 推察될 뿐이나 하여간

할 相關關係가 認定되지 않았다. 이의 原因에 對해서는 단지 뿌리와 地上部 相互間의 複雜한 機能上의 均衡에 起因되는 것으로 推察될 뿐이나 하여간

Table 2. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on root respiration, growth and nutrient uptake of rice varieties under low growth temperature of 20/10°C

Variety	Fertilizer level	Root respiration (μ moles O <sub>2</sub> · gD.W root <sup>-1</sup> · hr <sup>-1</sup> )	Root D. W. (g · pot <sup>-1</sup> )	Top D. W. (g · pot <sup>-1</sup> )	T/R ratio	Root respiration per pot (μ moles O <sub>2</sub> · hr <sup>-1</sup> )	Nutrient uptake (mg · pot <sup>-1</sup> )		P content (%)			
							N	P	leaf blade	leaf sheath		
Jinheung	N 0.5	P 0.5	23.9	3.93	11.3	2.88	93.9	170	52	0.36	0.53	
		P 1.0	28.1	3.10	10.6	3.42	87.1	198	62	0.49	0.66	
		P 1.5	28.7	3.22	11.7	3.63	92.4	160	66	0.44	0.65	
	N 1.0	P 0.5	34.2	2.85	16.8	5.89	97.5	256	86	0.41	0.61	
		P 1.0	33.9	2.48	13.2	5.32	84.1	420	96	0.44	0.72	
		P 1.5	42.2	2.84	16.1	5.67	119.9	344	94	0.55	0.60	
	N 1.5	P 0.5	40.2	2.31	19.1	8.27	92.8	476	104	0.51	0.58	
		P 1.0	37.8	2.32	16.5	7.11	87.7	516	112	0.39	0.70	
		P 1.5	35.7	2.41	21.0	8.71	86.0	520	118	0.52	0.60	
	Suweon 258	N 0.5	P 0.5	29.4	2.03	9.6	4.73	59.6	186	62	0.53	0.74
			P 1.0	32.5	1.48	7.2	4.86	48.1	198	62	0.48	0.86
			P 1.5	29.7	2.31	8.1	3.51	68.6	192	58	0.55	0.81
N 1.0		P 0.5	36.5	1.20	8.9	7.42	43.8	214	62	0.49	0.98	
		P 1.0	34.7	1.22	9.5	7.79	42.3	224	74	0.52	1.14	
		P 1.5	36.6	1.67	9.7	5.81	61.1	228	60	0.53	0.84	
N 1.5		P 0.5	34.2	1.71	9.9	5.79	58.5	210	62	0.49	0.81	
		P 1.0	38.5	1.18	11.0	9.32	45.4	272	82	0.56	0.92	
		P 1.5	38.1	1.08	8.7	8.06	41.2	222	85	0.60	0.98	

Root respiration was measured under room temperature of 26°C.

根의 呼吸能力은 單位根重當 呼吸만이 意味를 가질 뿐 單位面積當의 呼吸은 전혀 栽培의인 意味를 갖지 못하는 것으로 判斷된다. 따라서 Brouwer<sup>2)</sup>가指摘한 바와 같이 根重만으로는 뿌리의 機能을 올바르게 나타내기 어렵고 單位根重當의 生理機能의 大小가 더욱 重要한 意味를 갖는 것으로 考察된다.

2. 低温에서의 影響

晝間 20℃, 夜間 10℃의 低温에서 20日間 生育시켰을 때의 結果는 表 2에서 보는 바와 같다.

窒素施用에 따른 根重 및 地上部重의 發達은 兩品種 共히 常温下에서의 傾向과 大同小異하여 窒素施用量의 增加에 따라 根重은 減少되었고 地上部重은 增加되었으나 磷酸施用에 따른 根重 및 地上部重의 影響은 뚜렷한 傾向을 찾기가 어려웠다. 한편 뿌리의 呼吸은 그림 6에서와 같이 常温下에서의 結果와는 多少 달라서 品種間 差異도 뚜렷하지 않았고 常温에서의 測定値보다 全般적으로 높게 나타났으며 窒素施用量 增加에 따라 呼吸이 增加는 하나 施

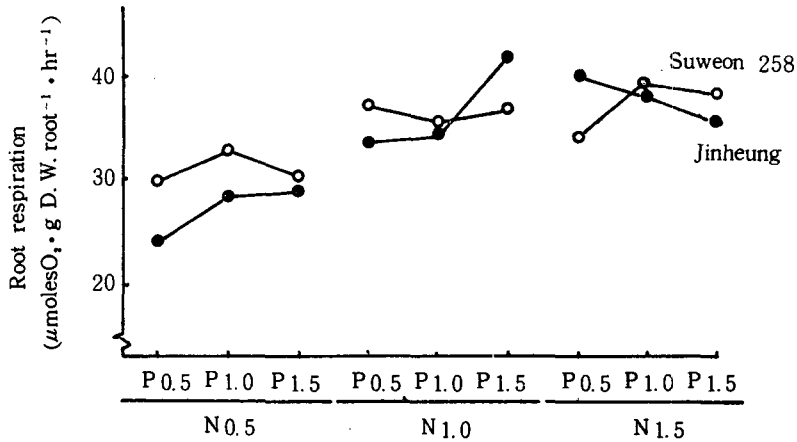


Fig. 6. Changes of root respiration as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization under low growth temperature of 20/10℃.

用量間 差異가 크지 않았다. 또한 磷酸施用效果도 窒素少肥下에서나 多肥下에서나 뚜렷한 差異도 아닐 뿐만 아니라 一定한 傾向도 없었다.

이러한 結果는 窒素의 施用效果는 이미 報告된 結果들과 같으며 磷酸의 施用效果는 低温下 磷酸의 多施效果가 없다는 一部 報告<sup>13)</sup>와 一致하기는 하나 低温下에서 水稻의 生育을 促進시키기 위해서는 磷酸을 增肥함이 좋다는 一般의 見解와는 相馳되는 것이다. 低温下에서 水稻의 生育을 促進시키기 위해서는 磷酸을 增肥함이 좋다는 一般의 見解와는 相馳되는 것이다. 低温下에서 磷酸吸收가 減少되는 原因으로서 Knoll等<sup>13)</sup>은 根本적으로 뿌리의 生長量 減少 때문이라고 하였고 Power等<sup>18)</sup>은 15℃의 低温下에서는 磷酸의 有效도가 크게 減少하기 때문이라고 하였으며 따라서 低温下에서는 磷酸을 增施해도 그 效果가 크게 나타나기 어렵다고 하였다. 바꾸어 말하면 低温下에서 磷酸增施의 效果가 나타날 수 있는 경우란 低温으로 因하여 根生育 및 磷酸의 有效化가 크게 阻害되어 植物體의 磷酸要求도가 커졌을 때라고 보여지는데 本 實驗에 있어서는 磷酸施用量 水準이 標準施肥量을 前後한 50%의 增減肥 水準으로써 磷酸不足症을 크게 惹起할 만한 施用량이

아니며 또한 低温處理前의 自然條件下에서 充分한 磷酸의 吸收가 이루어져 있었기 때문에 20日間の 짧은 低温處理期間 中에는 磷酸欠乏에 따른 生理 障害가 그다지 크게 나타나지 않아 磷酸施用效果가 뚜렷하지 않은 것으로 보였다. 葉 및 葉身의 磷酸 含量을 보더라도 全處理區에서 最少 0.36% 以上으로써 生理機能에 支障을 招來할 만큼 낮은 濃度는 아니었다.<sup>19)</sup> 더우기 低温下에서는 뿌리의 代謝 活動이 停滯되어 젊음을 維持하기 때문에<sup>20, 22)</sup> 常温에서 測定되는 根呼吸은 實際의 吸收活動과는 關係 없이 높게 나타나는 點도 磷酸施用效果가 뚜렷하지 않은 한 要因이 되는 것으로 考察되었다. 이러한 結果는 生育中期의 水稻에 對한 一時的인 窒素供給 中斷이 전혀 根活力의 低下를 招來하지 않는다는 報告와<sup>7)</sup> 같은 意味로 解釋된다.

그러나 常温에서와 마찬가지로 低温下에서도 根呼吸은 窒素 및 磷酸의 吸收量과 比較的 높은 相關을 보였다(그림 7).

한편 低温下에서의 根呼吸에 미치는 磷酸多量施用 效果를 보다 뚜렷이 알기 위하여 正常施肥 및 生育



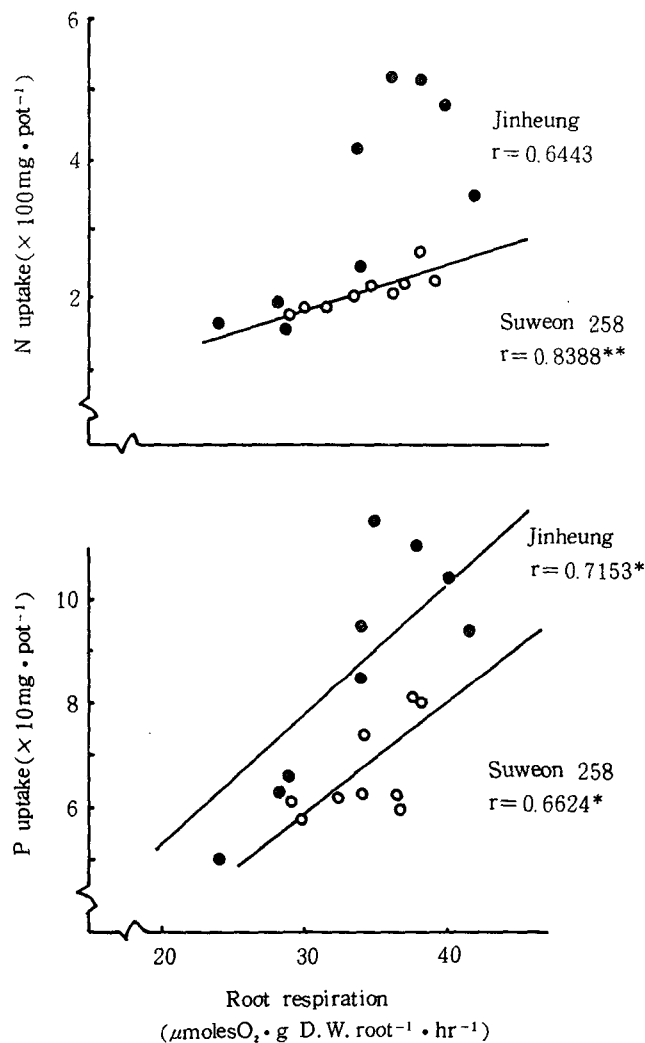


Fig. 7. Relationship between root respiration and nutrient uptake under low growth temperature.

條件下에서 磷酸만을 3 倍肥로 하여 키운 水稻 29 日 苗를 가지고 常溫 및 低溫에서의 根呼吸과 10 日 間의 低溫處理後 常溫으로 회복시켰을 때의 根呼吸 을 보면 表 3 과 같다. 振興, 水原 258 號에서 모두 磷酸만의 3 倍肥施用은 28 °C의 低溫에서도 根呼吸 은 標準肥보다 낮았으며 20/10 °C에서 10 日間 低

Table 3. Effect of phosphorus fertilization on root respiration under low temperature.

Variety	P level	Seedling weight (g. F.W. · 4 plants <sup>-1</sup> )		Root respiration ( $\mu$ moles $O_2$ · hr <sup>-1</sup> )				After treatment of low temperature *
		Top	Root	Per 4 plants		Per gF.W. root		
				20/10 °C	28 °C	20/10 °C	28 °C	
Jinheung	P 1.0	3.40	1.23	5.8	13.2	4.7	10.7	12.1
	P 3.0	3.50	1.30	3.6	11.4	2.8	8.8	7.6
Suweon 258	P 1.0	2.90	1.15	4.1	10.0	3.6	8.7	2.6
	P 3.0	2.45	0.88	1.8	8.4	2.1	9.5	0.6

\* Respiration was measured at 28 °C after 10 days treatment of low temperature of 20/10 °C.

溫處理後의 회복과정에서도 根呼吸은 標準肥보다 낮았다. 品種間에 있어서는 磷酸3倍肥施用에 따른 呼吸 低下가 振興보다 水原 258 號가 顯著한 傾向이었으며 振興은 磷酸3倍肥에서 乾物重이 多少 增加傾向인데 反해 水原 258 號는 減少傾向으로써 低溫下에서의 磷酸反應이 兩品種間에 差異가 있었다. 이러한 結果는 磷酸만의 多量施用이 褐變한 뿌리를 增加시켜 根活力을 弱화시킨다는 高橋 等<sup>21)</sup>, 三井 等<sup>16)</sup>의 報告와 一致하는 것으로써 全國畚土壤의 平均 磷酸含量이 60 ppm으로 收量에의 磷酸寄與도가 낮은 우리나라 畚土壤下에서는 磷酸만의 多量施用 또는 植物體의 磷酸要求도가 考慮되지 않은 磷酸施用은 低溫下에서 根呼吸能力을 增加시켜 生育을 促進시키는 役割을 하기 어려울 것으로 判斷되었다.

### 摘 要

窒素 및 磷酸施用이 水稻의 地上, 地下部 生育에 미치는 影響을 檢討하고 酸素電極으로 測定한 根呼吸과 地上, 地下部 生育과의 關聯性을 알기 위하여 1978年 人工氣象室에서 pot 實驗을 遂行하였으며 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 窒素施用量 增加에 따라 根呼吸 및 地上部重은 增加되나 根重은 減少되었다.

2. 磷酸의 施用은 磷酸과 同量의 窒素併用下에서만 根呼吸을 增加시켰으며 根重 및 地上部重은 磷酸適量施肥時에 增加되었다.

3. 低溫下에서는 根呼吸에 미치는 磷酸施肥效果가 크지 않았으며 磷酸만의 單獨增肥는 根呼吸을 크게 減少시켰다.

4. 根呼吸은 根重과는 負의 相關을, 그리고 地上部重 및 養分吸收와의 正의 相關을 보였으며 單位面積當呼吸은 意味가 없고 單位根重當呼吸만이 有效하였다.

5. 遠緣交雜種인 水原 258 號는 日本型 品種인 振興보다 低溫에서의 磷酸反應이 낮은 傾向이었다.

### 引 用 文 獻

1. Brouwer, R. 1962. Distribution of dry matter in the plant. Neth. J. Agr. Sci. 10:361~376.
2. Brouwer, R. 1975. Root functioning. In Environmental effects on Crop Physiology. Academic Press: 229~246.

3. 蔡濟天. 1979. 水稻根呼吸에 關한 研究 - 酸素電極에 의한 根呼吸測定 方法을 中心으로 -. 農學博士學位論文.
4. Davidson, R. L. 1969. Effect of edaphic factors on the soluble carbohydrates of *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. Ann. Bot. 33:579~589.
5. Fageria, N. K. 1976. Effect of P, Ca and Mg concentration in solution culture on growth and uptake of these ions by rice. Agron. J. 68:726~732.
6. 咸泳秀, 李主裂, 李善龍, 崔燦香. 1975. 鐵과 磷酸이 水稻生育에 미치는 影響. 農事試驗研究報告 17:143~149.
7. 星野孝文, 松島省三, 松崎昭夫. 1970. 水稻收量の 成立原理とその應用に關する作物學的研究(第95報)窒素吸收制限處理が根の活力に及ぼす影響. 日本作物學會紀事. 39(3):337~342.
8. International Rice Research Institute. 1974. Annual Report: 258~259.
9. International Rice Research Institute. 1975. Annual Report: 144~145.
10. International Rice Research Institute. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice: 14~22, 46~49.
11. 川田信一即, 丸山辛人, 副島増夫. 1977. 水稻における根群の形態形成について. とくに窒素施肥量を變更した場合の一例. 日本作物學會紀事 46(2):193~198.
12. 川田信一即, 副島増夫, 田吹亮一. 1977. 水稻におけるうわ根の形成と窒素の施用法, とくに追肥との關係. 日本作物學會紀事 46(2):254~260.
13. Knoll, H. A., D. J. Lathwell, and N. C. Brady. 1964. The influence of root zone temperature on the growth and contents of phosphorus and anthocyanin of corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28:400~403.
14. Kujira, Y. and M. Kanda. 1978. Competition among individual plants in crop population. IV. Growth analysis from the viewpoint of root behavior. Japan. Jour. Crop Sci. 47(2):221~227.
15. May, L. H., F. H. Chapman, and D. Aspinall. 1965. Quantitative studies of root development.

- I. The influence of nutrient concentration. *Aus. J. Biol. Sci.* 18:25~35.
16. 三井進午, 熊澤喜久雄. 1964. 白米根の養分吸収に關する動的的研究(第4報) 水稻根の活性に及ぼす三要素の供給及び土壌還元の影響. *日本土壤肥料學會雜誌* 35(4): 115~118.
17. Place, G. A., J. L. Sims, and V. L. Hall. 1970. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth, yield and cooking characteristics of rice. *Agron. J.* 62: 239~243.
18. Power, J. F., D. L. Grunes, G. A. Reichman, and W. O. Willis. 1964. Soil temperature effect on phosphorus availability. *Agron. J.* 56: 545~548.
19. Salisbury, F. B. and C. Ross. 1969. *Plant Physiology*. Wadsworth Pub. Co. : 91~93, 299.
20. 佐本啓智, 須賀傳, 山川勇, 鈴木喜一即. 1959. 栽培時期を異にする水稻の生育經過に關する研究. II. 水温, 地温及び土壌の酸化還元電位の推移と水稻地下部の變化について. *日本作物學會紀事* 27(3): 337~340.
21. 高橋治助, 柳澤宗男, 河野通生. 1955. 作物の養分吸収に關する研究. *農業技術研究所報告(B)* 4: 1~84.
22. 立道美即, 小野正榮. 1971. 異なる液温で生育したタバコの葉と根の活性について. *日本作物學會紀事* 40(2): 209~216.
23. 吉田武彦. 1968. 作物根の生理的活性に關する研究(第8報) 水稻根における光合性産物の變化動態について. *日本土壤肥料學會雜誌* 39: 258~263.

### Summary

This experiment was conducted to investigate the effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth and root respiration of rice plant, and to

know the inter-relationships between rice growth and root respiration determined by oxygen electrode. Rice varieties of Jinheung (Japonica variety) and Suweon 258 (Indica X Japonica variety) were grown in 1/5000 a Wagner pot under outdoor condition and subjected to normal and low growth temperature for 20 days at maximum tillering stage at Phytotron in 1978. 3 levels (0.5, 1.0 and 1.5 g per pot) of nitrogen were applied as a basal and top dressing, and 3 levels (0.5, 1.0 and 1.5 g per pot) of phosphorus were applied as a basal dressing in each nitrogen level. In order to know the effect of high phosphorus application alone on root respiration, 2 levels (15 and 45 g per  $m^2$ ) of phosphorus were applied and rice varieties were grown for 29 days under normal growth temperature and then subjected to low temperature. The results obtained are as follows.

1. Increased nitrogen fertilization increased root respiration and top dry weight.
2. Increased phosphorus fertilization increased root respiration only with the same amount of nitrogen was applied. But root and top dry weight were increased only under the medium phosphorus level.
3. The effect of phosphorus on root respiration under low growth temperature was not significant and the large amount of phosphorus application alone decreased root respiration greatly.
4. Root respiration per unit root weight showed negative correlation with root weight, and positive correlation with top dry weight and nutrient uptake. But there were no significant relationships between root respiration per pot and top dry weight and nutrient uptake.