

水稻根의 分布 및 生理的 特性에 關한 品種間差異

박 훈 · 박영선 · 김영우 · 신천수 · 김영섭

VARIETAL DIFFERENCES IN DISTRIBUTION AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RICEROOT

H. Park, Y.S. Park, Y. W. Kim, C.S. Shin, Y.S. Kim

Institute of Plant Environment, Office of Rural Development, Suwon, Korea

(Received Feb. 7, 1972)

SUMMARY

Varietal difference in root distribution and other root characteristics were investigated under field and water culture condition. The results were as follows:

1. IR667 showed funnel type of root distribution in soil profile while Jinheung had barrel type, and each type appearance was more distinguishable with fertilizer application.

2. Root weight per tiller was smaller in IR667 than in Jinheung and IR667 had more root in 0 to 5 cm of soil depth but Jinheung had more in 5 to 10 cm depth.

3. Horizontal distribution of root was denser near to stem base without fertilizer than with fertilizer in both IR667 and Jinheung indicating structural construction for intensive nutrient uptake. Between varieties this "dense to stem base" trend accompanying "dense to wide spacing side" was greater in IR667 without fertilizer and these were quite true with fertilizer in Jinheung.

4. The decreasing rates of root and ear weight by fertilizer application were greater in IR667 than in Jinheung. This and other characteristics indicated that the root of IR667 is likely to be panicle-number type comparing with Jinheung.

5. The root of IR667 had lower oxidizing power of α -naphthylamine than that of Jinheung indicating weaker resistance to reductive soil but cation exchange capacity of water-cultured root was higher in IR667 suggesting stronger nutrient uptake.

6. The content of phosphorus and especially potassium in root were higher with fertilizer but lower without fertilizer in IR667 than in Jinheung indicating that IR667 is more sensitive to root environment.

7. The contents of N, K and CEC were increasing toward root tip while P content was decreasing. The root from surface soil had higher N and K content than that from subsoil.

The contents of N, P, K, and CEC of root at harvesting stage were about 1.0%, 0.1%, 0.5% and 15me/100g at dry weight base, respectively.

水稻根의 役割은 倒伏防止와 같은 地上部 構造의 維持⁽²⁴⁾ 養水分의 吸收⁽³⁰⁾ 代謝物質合成에 依한 地上部 生育調節⁽¹⁶⁾ 根圈에의 酸素供給^(8,17) 및 根의 부패 및 有機物 分泌에 依한 根圈에의 有機物供給 등으로 볼수있다. 뿌리의 이와 같은 機能은 地上部 生育이 一次的으로 뿌리에 依存함을 意味하며 收量도 뿌리의 機能에 크게 制約되는 것을 말하는 것이다. 뿌리의 機能은 根環境에 依하여 영향을 받음으로 根環境은 收量決定의 先行條件으로 地力이란 말은 바로 이 根部環境의 良否를 意味하는 것이다. 水稻品種間에는 還元抵抗성에 差異가 있어⁽⁶⁾ 根部環境의 缺點을 品種選擇으로 상쇄하여 增收을 꾀할수있으며⁽⁹⁾ 解剖學的으로 根機能을 判別하여 品種選擇의 可能性을 제시하였으며⁽²⁵⁾ 뿌리의 分布를 바탕으로한 施肥方法의 理論의 根據를 설정하는등⁽¹⁰⁾ 根環境에 對한 研究가 많이 되어왔다.

導入育種된 IR 667이 土壤條件에 따라 生育差異가 既存品種보다 현저하고 出穗期 地表面에 細根이 상당히 露出되는 것으로 보아 根環境에 敏感한 것을 알 수있다. 또한 出穗後의 赤枯현상이 土壤要因에도 크게 관련된 것으로 追定되어 根環境의 改善이 IR 667의 增收性を 더욱 發揮시킬 것으로 보인다. 根環境의 改善이나 알맞은 施肥方法은 圃場狀態에서 뿌리의 生態를 파악하므로써 可能할 것이다. 本報는 1971년도 各道 N.R.K 單純試驗圃場에서 IR 667과 對比된 既存 장려 品種의 根分布를 調査하고 根環境에 따른 뿌리의 數個特性을 分析檢討한 結果이다.

材料 및 方法

1971년도 各道 N.P.K 單純試驗圃場中 無肥區(N-P-K=0-0-0)와 施肥區(3-2-2區)로 IR 667은 18-10-12 對比品種은 4-6-8kg/10a)에서 IR 667과 對比品種을 對相으로 收穫期에 調査하였다.

根分布: 平均穗數를 갖는 한株를 選定, 圓筒型 根採取器(直徑 5cm, 길이 50cm stainless steel 圓筒)로 前報⁽¹⁾에서 記述한 方法으로 하였다. 벼그루를 포함하는 것을 中心으로 株間 30cm 방향에 두개 15cm 방향에 한개 모두 4개의 圓筒을 隣接시켜 表層 20cm 깊이까지 5cm 거리로 採取하여 65mesh 체에 넣고 水道水로 ぬ아 뿌리만을 選別 乾燥 秤량하였다. 收穫後一個月以內에 모두 採取하였으며 一反覆 調査하였다. 株當根重은 表土 20cm 以內의 採取量으로 表示하고 이들 穗數로 나누어 個體當 根重

으로 하였다.

根分析: 層位別 根試料과 春日井⁽¹⁴⁾ A法(鐵만 Fe-citrate 로 대체함)으로 水耕栽培한 收穫期 根을 基部에서 5cm 간격으로 자른 部位別로 H₂SO₄-HClO₄-H₂O法⁽¹⁸⁾의 變法으로 分解 Microkjeldahl 證류법으로 질소를 Vanadomolybdo 黃法으로 磷酸을 原子吸收 分光法으로 칼리를 測定하였다. 뿌리의 C.E.C는 40mesh 試料 0.5g을 토양의 C.E.C정량법⁽¹⁵⁾을 적용 측정하였다.

根活力: 幼穗形成期에 圃場과 水耕栽培한 試料를 α-Naphthylamine 酸化法으로^(1,4) 측정하였다. 收量 및 穗數: 各道圃場 調査에서 調査한 成績을 使用하였다.

結果 및 考察

土壤中 根의 分布는 土壤의 物理的性質(土性·透水性·溫度等)과 化學 및 生物學的性質(養分含量·酸度·微生物等)에 따라 品種間 生育時期別로 다를것인데 分布方向別로 보면 水平的分布와 垂直的 分布로 大別할수있을것이다. 土壤統別 根의 垂直分布를 層位別 百分率로 보면(Table 1) 土壤統別 큰 差異없이 大部分이 20cm 以內에 分布하고 10cm 以內에 거의 약 80%가 分布하고있다. 土壤統別 根分布의 特性이 나타나지 아니함은 調査點數가 充分치 못한 때문인것같다. 施肥區(3-2-2區)와 無肥區(0-0-0區) 간에도 큰 差異는 없으나 10cm 以內에 分布한 比率이 無肥區에서 큰 傾向을 보이고있다. 深層施肥의 境遇 下層位에 根이 많아지는 것을보면^(8,10) 根環境의 養分量과 根의 生育은 크게 關係가 있으며 養分量이 많은 곳으로 뿌리가더 자라나고 있다고 볼 수 있다.

土壤統에 關係없이 全體 採取點數의 平均値인 IR 667과 振興間의 差異를(Table 2, Fig.1) 보면 IR 667이 振興보다 5cm 以內의 表層에 많이 分布하고 있어 superficial root 또는 root mat^(16,28)로 볼수 있는 실뿌리를 出穗期 直前의 土壤表面에 많이 보이는 현상과 관련된것이 아닌가 생각된다. IR 667은 表層에서부터 깊어질수록 점점감소하였으나 振興은 이와 反對로 5-10cm 層位에서 많으며 이러한 品種間 差異는 施肥에 依하여 더욱 뚜렷하게 나타나고 있다. 즉 施肥區에서 IR 667은 더욱 表面에 振興은 더욱 中心部에 많이 分布하고 있다. 따라서 IR 667은 갈대기형分布이고 振興은 향아리형 分布로서 대조적인데 이러한 品種 固有의 型은 施肥에 依하여 極大化된다고 볼수있다.

Table 1. Distribution of root in soil profile and grain yield with and without fertilizers

Province Soil series Variety	Chungbuk		Chungnam		Kyungbuk		Kyungnam		
	Gyuam		Hwadong		Jinheung		Gyuam		
	IR667	Jaekun	IR667	Jinheung	IR667	Palkweng	IR667	Susukaze	
Without fertilizer									
depth	0-5cm %	41.9	38.5	71.5	61.8	54.4	61.3	34.3	48.1
	5-10cm %	29.5	26.4	21.9	31.0	30.4	27.3	29.5	35.8
	10-15cm %	22.8	30.2	5.0	6.6	13.7	9.8	28.5	13.1
	15-20cm %	5.8	4.9	1.6	0.6	1.5	1.6	7.7	3.0
Root g/hill	4.58	5.38	1.83	2.42	3.18	3.08	4.00	2.94	
Root g/10 tillers	8.19	6.18	1.99	2.52	3.05	2.59	3.88	1.94	
No. of tiller/hill	5.6	8.7	9.2	9.6	10.4	11.7	10.3	15.1	
Grain kg/10a	436	407	443	480	542	412	565	479	
With fertilizer									
depth	0-5cm %	53.6	39.8	61.5	47.1	47.6	49.1	42.6	55.0
	5-10cm %	31.0	35.8	28.3	31.0	32.9	39.9	27.1	26.8
	10-15cm %	13.1	19.1	8.1	19.7	16.1	9.9	24.4	15.3
	15-20cm %	2.3	5.3	2.0	1.3	3.4	1.1	5.9	2.9
Root g/hill	4.72	6.10	2.61	3.00	5.34	3.45	3.21	2.13	
Root g/10tillers	2.89	5.26	2.02	1.98	3.46	2.90	1.85	1.20	
No. of tiller/hill	16.3	11.6	12.9	15.1	15.4	11.9	17.4	17.7	
Grain kg/10 a	691	671	552	539	731	541	669	585	

Province Soil series Variety	Chunbuk		Chunnam		Kyonggi		Kangwon		
	Kimje		Bonryang		Mangyeong		Ihyeon		
	IR667	Mangeong	IR667	Kimaze	IR667	Jinheung	IR667	Jinheung	
Without fertilizer									
depth	0-5cm %	49.1	51.8	51.5	46.4	43.6	31.3	45.3	59.9
	5-10cm %	23.9	34.5	28.6	33.2	43.3	54.4	35.3	33.6
	10-15cm %	23.8	10.3	15.6	13.6	11.7	12.1	16.2	5.5
	15-20cm %	3.2	3.4	4.3	6.8	1.4	2.2	3.2	1.0
Root g/hill	2.13	2.07	1.98	1.21	9.62	6.51	2.13	2.53	
Root g/10 tillers	1.85	1.58	1.80	1.03	10.1	7.48	3.49	4.21	
No. of tiller/hill	11.5	13.1	11.0	11.7	9.6	8.7	6.1	6.0	
Grain kg/10a	570	515	500	473	416	379	408	331	
With fertilizer									
depth	0-5cm %	50.3	42.8	48.2	45.7	41.5	33.5	46.5	34.9
	5-10cm %	32.8	38.9	21.1	38.6	37.7	39.4	30.1	54.6
	10-15cm %	10.6	15.4	22.7	13.8	19.5	24.9	20.2	9.2
	15-20cm %	6.3	2.9	7.9	1.9	1.3	2.2	3.2	1.3
Root g/hill	1.84	1.71	1.90	2.07	7.17	6.54	3.94	4.23	
Root g/10 tillers	1.13	1.07	1.29	1.21	4.95	4.77	3.03	3.53	
No. of tiller/hill	16.2	15.9	14.7	17.1	14.5	13.7	13.0	12.0	
Grain kg/10a	679	625	709	580	570	530	804	659	

Table 2. Varietal difference in distribution of root in soil profile with and without fertilizers

variety	IR667			Jinheung			Japonica*			Total		
	-	+	Mean	-	+	Mean	-	+	Mean	-	+	Mean
Depth of soil												
0-5cm %	45.9	47.8	46.9	44.0	37.0	40.1	46.9	43.2	45.0	46.8	44.0	45.3
5-10cm %	33.6	31.6	32.6	44.9	42.4	43.6	33.2	37.6	35.5	33.3	36.7	35.0
10-15cm %	17.0	17.3	17.1	9.5	18.9	14.7	16.5	16.2	16.3	16.6	16.3	16.5
15-20cm %	3.5	3.3	3.4	1.6	1.7	1.6	3.4	3.0	3.2	3.3	3.0	3.2
Root g/hill	3.68	3.84	3.76	3.82	4.59	4.20	3.07	3.34	3.21	3.16	3.41	3.29
Root g/10 tiller	4.00	2.55	3.10	4.71	3.37	3.86	2.70	2.29	2.47	2.85	2.32	2.55
Grain r kg/10a	485	676	580	397	576	486	447	509	478	453	533	493
Grain g/10 tiller	24.4	20.8	22.2	22.7	19.6	20.7	18.2	16.2	17.03	18.9	16.8	17.7
Grain/Root	6.10	8.15	7.15	4.81	5.81	5.36	4.74	7.06	6.91	6.63	7.24	6.94
No. of tiller/hill	9.2	15.1	12.1	8.1	13.6	10.9	11.4	14.6	13.0	11.1	14.7	12.9

* included all commercial varieties except IR 667

Table 3. Horizontal distribution of rice root in 10cm soil with and without fertilizers at harvesting

Place	Kyongig		Kangwon		Chungnam		Mean		
	variety	IR667	Jinheung	IR667	Jinheung	IR667	Jinheung	IR667	Jinheung
Distance from center of hill									
Without fertilizers	0-2.5cm(%)	35.2	39.8	49.4	40.2	50.8	32.4	39.5	38.3
	2.5-7.0cm L	37.3	30.2	17.4	20.3	18.3	24.1	31.7	26.5
	7.0-12 cm L	17.6	13.2	13.9	18.7	6.2	21.4	15.5	16.3
	2.5-7.0cm S	9.7	16.8	19.3	20.8	24.7	22.1	13.3	18.9
Root g/hill	8.36	5.57	1.71	2.36	1.71	2.24	3.93	3.40	
With fertilizers	0-2.5cm	31.0	31.8	34.6	36.4	40.9	43.5	34.1	36.0
	2.5-7.0cm L	22.8	24.0	19.7	37.3	28.2	12.5	23.1	26.1
	7.0-12cm L	16.9	21.8	23.4	11.5	14.6	15.8	18.2	16.9
	2.5-7.0cm S	29.3	22.4	22.3	14.8	16.3	28.2	24.6	21.0
Root g/hill	5.69	4.77	3.02	3.79	2.34	2.37	3.68	3.64	

L: side to wide space (30cm), S: side to narrow space (15cm)

Table 4. Varietal difference in root activity at ear formation stage ($\mu\text{g } \alpha\text{-NA/g FW/48 hr}$)

	Jinheung	Sirokane	Suwon 213-1	Suwon 213	Suwon 214	Suwon 215
Water culture	163	—	—	146	150	131
Field	276	296	192	166	208	218

Table 5. Nitrogen, phosphorus and potassium in rice root in soil profile (% dry weight)

lace	Variety	Depth of profile	N		P		K	
			without fertilizer	with fertilizer	Without fertilizer	with fertilizer	Without fertilizer	with fertilizer
Kangwon	Jinheung	0-10cm	0.98	0.89	0.18	0.12	0.555	0.399
		10-20cm	1.34	1.14	0.015	0.065	0.94	0.481
	IR 667	0-10cm	0.97	0.73	0.13	0.12	0.368	0.516
		10-20cm	1.09	0.28	0.04	0.10	0.547	0.602
Kyonggi	Jinheung	0-10cm	0.90	0.72	0.075	0.070	0.344	0.375
		10-20cm	0.37	0.73	0.050	0.060	0.391	0.477
	IR 667	0-10cm	0.89	0.76	0.055	0.095	0.227	0.454
		10-20cm	1.03	1.00	0.075	0.065	0.305	0.516

IR 667을 除外한 장려品種의 總平均(Table 2 Japanica)은 表面에 가까운수록 漸增하여 IR 667과 같으므로 振興의 향아리꽃의 確認은 더 檢討되어야 할 것이다. 그러나 IR 667보다는 表層의 量이 적고 특히 施肥에 의한 一般장려품종의 반응이 振興보다도 5~10cm에 分布하는 率이 커서 IR 667과는 다른 根分布性狀을 가지고 있음을 나타내며 振興에 있어서의 特殊한 分布型이 있을수있음을 暗示한다. 두 品種間의 이와같이 對照的인 根分布양상은 葉分布樣相과는⁽²⁷⁾ 서로 反對로 갈매기 꽃의 根分布는 中央部優勢型의 葉分布를 향아리꽃의 根分布는 上部 優勢型인 葉分布를 갖는데 어떤 關係가 있는 것인지 알수없다.

施肥에 依하여 IR 667이 表層集中的이긴하나 10 cm 以下の 分布比率엔 施肥區와 無肥區사이에 큰 差異가 없어서 營養環境變異에 對하여 吸收構造變更改이 둔감하다는 것을 나타내는것으로 이것이 IR 667이 耐肥性이된 緣由가 아닌가 生覺된다. 특히 IR 667의 施肥區는 振興보다 1.5배를 더 施用했다는 점에서 이의 둔감성은 더욱 큰 것이라 하겠다. 이에 反하여 振興은 分布上에 큰 變化를 보이고있다. IR 667이 振興에 比하여 穗重型으로 알려져 있고 따라서 深層根이 더 많아야 할것인데^(10,25) 5 cm에서의 分布도 많지만 施肥區와 無肥區의 平均値(Table 2)를 보면 IR 667이 振興보다 많다. 그러나 施肥에 따른 根分布의 變化에 둔감하다는가 施肥區에서 振興을 능가하지 못한점등은 深層 施肥效果가 振興에 比하여 떨어질것으로 보인다. 高水畝 圃場에서 深層에 分布한 比率이 높고^(1,10) 下位根이 많은 경우에 收量이 높은 결과를 보인것으로⁽⁸⁾ 미루어 보면 IR 667의 보다 높은 收량이 根分布를 深層에 많게 하므로써 달성될수있을것이다

Table 3은 根의 水平分布를 百分率로 본것인데 中心에서의 거리에 關係없이 一株에 대한 土壤量이 同一하다고 간주하여 계산한것인데 株를 圓心으로하여 거리가 멀수록 同一거리점에서의 土壤量은 많아질 것이므로 실제 分布率과는 차이가 많으나 土壤體積當 根密度의 比較值로서 分布양상을 充分히 比較할수 있는 尺度이다. IR 667이나 振興에서 모두 無肥區에서는 株의 中心에 가까운곳에 보다 많이 分布하고 있어서 위에서 지적한바와 같이 垂直分布에서 振興이 無肥區에서 表層에 많은 分布를 보였던것과 一致하는 傾向이다. IR 667과 振興은 垂直分布에서 對照的이듯이 水平分布에서도 對照的이어서 無肥區에서는 IR 667이 振興보다 基部集中的이고 株間距離가 가까운 곳에 根分布量이 적

은데 施肥區에서는 振興이 IR 667보다 基部集中的이고 株間距離가 가까운곳에 뿌리가 적다. 따라서 肥區를 中心으로 본다면 IR 667은 振興에 比하여 廣域分布를 하고있어 垂直分布의 갈매기꽃과 향아리꽃에 一致한다고 볼수있는데 이는 全體的으로 IR 667의 根分布는 振興보다 水平的인것을 意味한다. 이러한 水平的의 分布는 地上部構造가 振興에 比하여 水平的構造를 갖는것과⁽²⁷⁾ 一致하여 他上部와 地下部構造間의 어떤 均衡을 意味하는 것 같다.

根量을 보면(Table I) 土壤에 따라 差異가 많아서 그 變異幅이 넓은데 이는 뿌리가 變異幅이 가장 큰 部位라고 한바와⁽²²⁾ 一致한다. 그러나 IR 667에서 根量이 많은 土壤은 對比品種에서도 根重이 많아서 根重은 遺傳的 特性보다 土壤因子에 依해 더크게 좌우된다는것을 나타내고 있으며 토양 통벌 보편성을 말하기엔 充分한 試料數가 못되는 것 같다. 뿌리의 生育量과 收量과도 어떤 一定한 關係를 보이고 있지 않다. 뿌리는 出穗後에도 자라지만⁽²⁰⁾ 포장상태에서는 대개 출수기에 生育이 停止되며 오히려 出穗後부터 根의 分解消失에 依한 感少가 있을것으로 生覺된다⁽⁷⁾. 본 調査에서는 收穫後 一個月 以內에 採取하였으나 그간의 뿌리의 分解에 依한 感少가 있을수있고 이러한 分解는 土壤條件에 크게 影響을 받을 것이며 根組織의 特性에도 影響이 있을 것이다. 그러나 根의 化學分析 結果(Table 5) 일정한 傾向을 보이는 것으로보아 뿌리가 부패하여 감소한것으로 볼수 없다. 根重의 品種間 差異를 보면(Table 1, 2) IR 667이 株當 또는 畝當 가장 큰 根重을 보인 京畿道에서는 振興보다 많았지만 全體的으로 보아 振興이 더 많아서 振興의 뿌리자람이 強하다는 것을 나타내고 있는데 이러한 傾向은 水耕栽培(미밭표)에서도 나타나고있다. 水耕栽培에서 IR 667이 뿌리가 적은것은 뿌리의 養分吸收力이 強하기 때문일수도 있으나 圃場狀態에서 振興의 뿌리자람이 強한 것은 振興이 더 우리 나라 土壤條件에 適應된것이며 그의 選抜이 우리나라 土壤條件에서 된것이라던 振興의 多收性이 그뿌리자람에 基因했을 것이고 따라서 뿌리자람이 強한 品種을 選抜한 結果일수도있다. 다른 品種에 對한 調査點數가 적어서 品種間 比較에 充分하지는 못하나 振興이 기존장려 品種中가장 큰 根重을 보이고 있음은(Table 1) 이를 뒷받침 하는 것이라고 生覺된다. 그러나 우리 나라 品種選抜이 無意識的이었지만 根의 生長力과 어떤 關聯이 있는지는 더 상세한 檢討를 要할 것이다. 뿌리량이 振興에 比하여 떠러지는 IR 667이 收量에서 振興을

能加하는것은 뿌리 以外의 根 機能이 生産에 기여한 때문이겠으며⁽²³⁾ 만약 IR 667이 뿌리자람을 진흥경도로 할수있다면 收量은 더욱 增加할것이다.

振興의 뿌리힘이 IR 667보다 強하다는것은 一般的인 根活力 尺度인 뿌리의 酸化力⁽⁴⁾이 크다는 事實에서(Table 4) 잘 나타나고있다. 즉 圃場條件이나 水耕栽培의 경우 모두 α -naphthylamine(α -NA)酸化力이 振興이 보다 強하다. 이것은 물론 유수형성기 한 時期에만 比較한것이지만 다른時期에도 이에 準한다면 IR 667의 還元抵抗力이 振興에 比하여 떨어질것이며 上述한바와 같이 0.5cm 以內에 많이 分布하는 까닭도 이때문인것 같고 따라서 根環境에 더욱 예민할것이다. 根環境에 對한 感受性은 同一圃場에서의 株間生育 變異幅으로 예측할 수 있을것인데 이양후의 IR 667포장의 株間生育차이도 크다. 赤枯 現狀은 이와 관련된 것이라고 볼수있겠으며 株當穗數의 變異幅도 IR667에서 클것으로 생각된다. 가장 좋은 尺度는 根量 自體일것이며 根量의 變異가 가장 크게 나타난것으로 보아서도(Table 1) IR667의 感受性이 크다는 것을 알수있다.

圃場에서의 버그루의 뿌림이 IR667이 훨씬 쉽다는것도 두品種間 뿌리힘의 差異를 나타낸것인데 α -NA酸化力과 뿌리의 物理的인 힘(切斷強度)사이에는 高度의 正相關關係가 있어⁽²⁴⁾ α -NA酸化力이 IR 667이 낮다는 것은 뿌리뿌림이 수월함과 一致하는 현상이라고 하겠다. 뿌리뿌림이 수월한것은 上述한바와같이 根이 보다 水平의 分布라는 현상과 一致한다. 그러나 穗重型이 稈徑이 커서 根徑도크고 따라서 α -NA酸化力이 強하여 耐還元性이 強하다고 하는데⁽²⁵⁾ IR 667의 根徑은 振興과 큰차이가 없었고 時期에 따라 서로 다르므로 結論을 얻을수가 없었다. 이와 같이 振興이 導入品種에 比하여 뿌리가 強한것이 特性이라면 우리나라 水稻收量은 外國에 比하여 根環境因子에 依해더 支配의일것임을 意味하는것으로 이에 對한 檢討는 收量增可에 不可缺한 主題일것이며 根環境要因이 보다 支配的이라면 水稻育種에 根環境을 考慮한 根의 特性이 優先的으로 考慮되어야 할것으로 生覺된다.

뿌리의 機能은 量的因子인 根重(혹은 表面積)과 強度因子인 單位根當 活力으로 나눌수 있을것이며 活力이 크다고해서 반드시 量도 커진다고는 할수 없을것이며 오히려 養分吸收力이 큰것은 量的으로 적어질 가능성도 있다. 그러나 α -NA酸化力은 특히 環元條件에 對한 抵抗力을 나타내므로 環元이 심한 土壤에서는 α -NA酸化力이 큰것이 生育

量도 많을 것이다. 뿌리의 生長(y)은 地上部 生長(x)과 $y=bx^2$ 의 함수관계로 표시되고 二部位의 生長比率인 α 값이 통상 1보다적고 肥料 溫度 直播 移植等의 變動에 비교적 安定하다고한다⁽⁷⁾. 그러나 본 調査에 依하면 無肥區에서 株當根重이 施肥區보다 적지만(Table 1, 2 Figure 2) 稈자(本)當 根重은 無肥區에서 높아서 (Table 1, 2 Figure 3) 穗重對根重의 比가 無肥區에서 모두 떨어져서 α 値는 서로 상당히 다를것으로 예상되어 既往의 報告^(6,7)와는 相異한 것 같다. 株當根重을 보면 蔓경과 쓰스가제는 오히려 施肥區에서 根量이 줄었으나 斷言하기는 곤란하다(Figure 2). 稈자當 變化는(Figure 3) 八紘과 김마체가 施肥區에서 增加하고있어 根의 生育狀態分析에 群落單位와 個體單位에서 品種間差異가 있음을 보여주고있다. 個體(稈자)當 根生育의 비로에 대한 反應은 穗重과 關聯 네 구름으로 나눌수있다. 즉 IR 667과 振興은 施肥에 依하여 根重과 穗重이 다같이 감소하고 쓰스가제 再建 蔓경은 根重은 감소하나 穗重이 增加하고 八紘은 둘다 增加하고 김마체는 根重이 增加하나 穗重이 減少한다.(Figure 3). IR 667과 振興이 유사할뿐 아니라 더욱 IR 667이 振興보다 減少率이 큰 현상은 肥料反應性和 穗重 또는 穗數性等과 어떤 관계가 있는것 같다. 個體의 根과 穗에 依한 양상 減根 減穗型 減根增穗型 增根減穗型 增根增穗型 等の 區別이 耐肥性 또는 기타 生育特性和 關聯 品種들을 分類할 수 있을 것으로 보이며 榮養生態의 解析에 興味있는 分類基準이 될것으로 생각된다.

穗重型은 穗數型에 比하여 施肥區에서의 稈자수 增加가 많지 않을것임으로 穗重의 減少가 穗數型보다 적을것이며 稈자當 根重도 그럴것으로 생각되는데 振興에 比하여 穗重이 큰 IR 667이 더 減少한것은 穗重은 크지만 肥料反應에 있어서는 穗數型的 形質을 나타내는것이므로 忠南을 除外한두곳에서 IR 667이 穗數도 많았다는것은(Table 1) IR 667이 穗重 이 큰 穗數型임을 意味한다고 할수있겠으며 이러한 見解는 위에서 본바와 같이 深層部の 根量이 振興에 比하여 적은 점이나 뿌리의 物理的強度가 弱하다는 점과 α -NA酸化力이 弱한 點等으로 더욱 뒷바침되고있다. 따라서 地上部形質은⁽²⁾ 振興보다 穗重型的 形質이라고 하겠으나 뿌리는 反對로 振興보다 穗數型的 形質을 가졌다고 할수 있다.

無肥區에서 뿌리가 增加하는 현상은 著者の 過去 調査結果와⁽¹⁾ 一致하는데 養分 吸收는 뿌리의 量的因子와 強度因子로 결정되므로 根圈의 養分缺

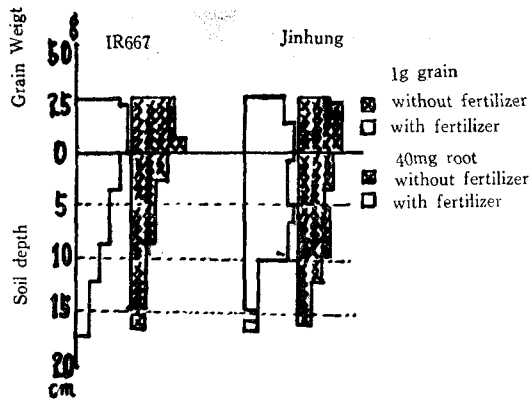


Figure 1 Root distribution in soil profile and grain yield per 10 tiller of two rice varieties

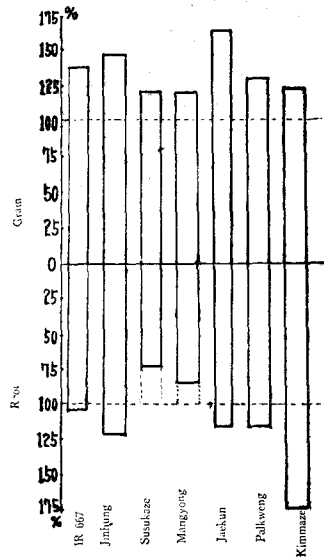


Figure 2. percent yield of grain and root per hill with fertilizer to without-fertilizer

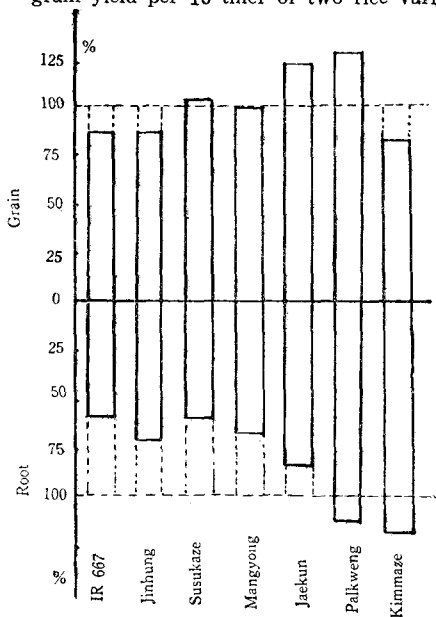


Figure 3. percent yield of grain and root per tiller with fertilizer to without-fertilizer

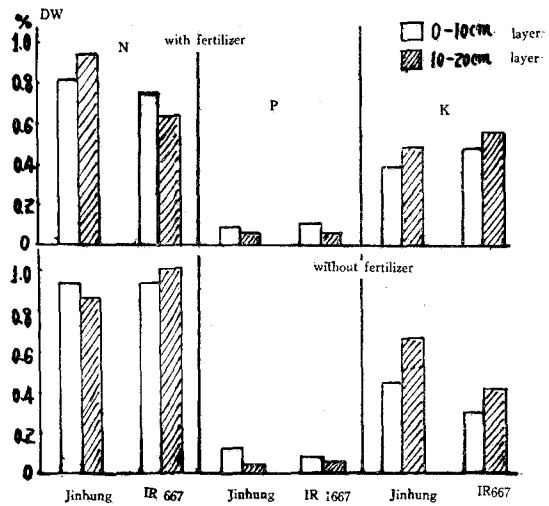


Figure 4. Nitrogen, phosphorus and potassium content in rice root in soil profile at harvesting stage

乏이 더 많은 뿌리를 필요로 한 때문이라고 解析된다. 即 單位 根量에 따른 養分吸收量이 根圈養分濃度の 低下로 떨어지는 때문일것이며 上述한바와 같이 그루더기 週邊에 더 많이 分布한다는것은 더 넓은 根域을 탐색하기 보다는 隣近의 좁은 根域에서 根表面積을 增加시키는 方向으로 榮養吸收를 도모한다고 볼수있다. 이러한 集約的 養分吸收

는 廣域을 相對로한 粗方的 養分吸收에 比하여 根生育이 經濟的일것이다. 養分缺乏 環境에서의 吸收機構의 集約的 體制로의 變換은 水耕栽培에서 질소 缺除處理가 根重을 增加시키며 同時에 細根이 많이 發達하는 것과(未發表)一致하는 結果라하겠다.

層位別根의 NPK 含量을 보면 (Table 5, Figure 4)

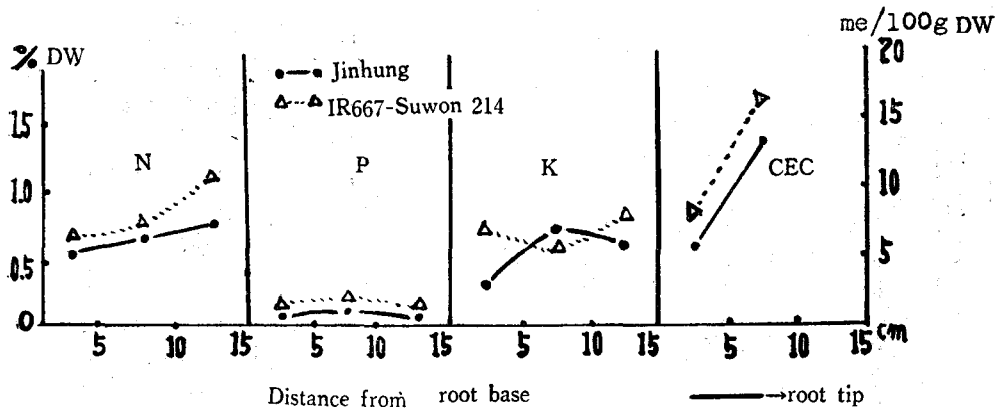


Figure 5. NPK content and CEC in water cultured root of two varieties (harvesting stage)

질소함량은 일관성을 찾기 힘들다. 新根에서 N 함량이 높을것이고 新根이 비교적 많은 層位에서 높을 것인데 振興과 IR 667이 서로 對照의 일뿐 意味를 찾을수는 없다. 대체적으로 下層의 根에서 N 함량이 높다고 볼수있으며 이점에서 N는 K와 같다고 하겠다. K는 下層 뿌리에서 언제나 높으며 P는 K와 反對이다. 이러한 結果는 水耕栽培한 뿌리를 基部에서부터 5cm 길이를 單位로 分析한 結果(Figure 5)와 같다. 즉 질소와 K는 뿌리의 尖端部位에 가까울수록 높고 P는 尖端部位에 가까울수록 낮다. 벼뿌리 全體에 대한 含量에 對한 報告⁽²⁹⁾와 部分別 養分吸收力에 관한 報文⁽⁶⁾은 있으나 部分別 化學成分에 관한 報文이 거의 없어 部位別 含量差異와 養分吸收機能과의 關係를 해석할 수없다. 根重의 全磷酸含量이 많은것이 還元抵抗性이 強하다고 한다면^(11,13) 施肥區의 경우 IR 667이 強하다고 하겠으나 이는 NA酸化力(Table 4)과는 相反되는 結果라 하겠다. 陽이온交換能(C.E.C)은 N含量이 높은 尖端 部位에서 높다. 各部位別 含量間 差異는 P가 가장 낮고 K.N. CEC의 順으로 C.E.C가 어떤 성분보다도 그差異가 현저한 것은 養分吸收力의 部位別 差異와 어느것보다도 깊은 關係에 있기 때문이라고 생각된다. 收穫期 水耕栽培 벼뿌리의 成分含量은 N는 약 倍가 되고 P는 가장 낮아 K의 약 1/3정도인데 圃場試料(Table 5)에서도 類似한 結果를 보이고 있다. 根中 P의 含量은 土壤間의 差異가 甚하여 과거의 結果와⁽¹⁾ 一致한다. C.E.C는 收穫期の 約 10~20me/100g의 범위이고 이는 幼苗期の 20~30me/100g⁽¹²⁾보다 적어 生育경과에 따라 漸減한다고 보겠다.

뿌리의 化學的 特性은 品種間에 뚜렷한 差異를

보이고있다. 즉 完全溶液으로 水耕栽培한 경우 IR 667이 振興보다 모두 높은데(Figure 5) α -N.A. 酸化量은 振興보다 적었다(table 4). 養分吸收라는 面에서는 α -N.A. 酸化量보다는 C.E.C가 더 關係될 것이며 IR 667의 地上部 生育이 旺盛한 것은 CEC가 커서 養分吸收量이 많기때문이라고 볼수있을 것이다. 따라서 α -NA 酸化力은 還元抵抗性은 나타낼수 있으나 養分吸收力은 잘 나타내지 못한다고 볼수 있다. IR 667의 뿌리는 還元抵抗性은 弱하지만 養分吸收力은 크다고 볼수있을 것이다. 根中養分含量의 品種間 差異에 흥미로운것은 養分環境에 따른 品種間反應이서로 다르다는 事實이다. 圃場의 경우(table 5) P와 K에서 같은 경향을 나타내는데 無肥區에서는 振興의 含量이 높지만 施肥區에서는 IR 667이 높으며 完全水耕液으로 栽培한 경우(Figure 5)에도 같은 結果이다. 이러한 현상은 K의 경우 더욱 확실하여 K 吸收에 두 品種間 큰 差異가 있다는 것을 暗示한다. 根圈에 K 濃도가 높을때에는(시비구) IR 667이 그 吸收量이 많고 반대로 K 濃도가 낮을때에는(무비구) 振興이 그 吸收量이 많다는 것인데 이는 無肥의 경우 K는 결핍농도일것이고 K의 결핍은 IR 667에서의 吸收力을 특히 감소시키는 반면 K농도가 높은 경우에는 CEC가 커서 K를 더 흡수한 것으로 풀이된다. 이는 또한 이미 葉分析結果에서 IR 667이 K 營養上에 문제점이 있음을⁽²⁸⁾ 再 確認한것이라고 볼수있다. 즉 環境要因에 其因하든 植物體內部要因이든 養分吸收에 障害가 있는 경우에는 IR 667에서 K 또는 P의 吸收가 振興에 비하여 크게 저해될 것으로 예상된다. 代謝阻害劑를 使用한 水耕條件에서 K와 P의 吸收가 가장크게 阻害된것이나,⁽²³⁾ 根環境이 가장 나쁜 土壤에서 이들의

吸收량이 낮고 根中の 농도도 가장 낮았던 사실⁽¹⁾들은 上述한 推論을 뒷받침하며 IR 667의 根環境에 대한 感受성이 크다는 것을 의미한다. 이러한 현상은 P³²를 사용한 赤枯原因究明을 위한 phytotron 실험(未發表)에서도 나타나고있다. 따라서 IR667은 吸收力은 強하나 根環境感受성이 크다고 할수 있다. 칼리 缺除의 경우 根의 酸化力이 가장 低下하므로⁽²⁾ 나쁜 根環境은 IR 667에서 더욱 칼리흡수를 低下시키고 根活力이 약한 IR 667은 더욱 根活力이 떨어져서 칼리 吸收阻害를 誘發하는 惡循環이 있게 될것이다. IR 667의 登熟率의 低下나 葉組織이 갈라지기 쉬운 性질과 赤枯현상 등은 칼리와 인산의 吸收 및 體內轉移와 代謝에 關聯되었음을 나타내는 것이다.

要 約

圃場狀態와 水耕條件에서의 根分布와 數個根의 特性에 對한 品種間差異를 調査分析하여 다음과같은 結果를 얻었다.

1. IR667은 土壤中 根分布 樣相이 갈대기형이고 振興은 향아리형이며 이들 形態는 施肥에 依하여 極大化되었다.
2. IR 667은 얼자당 根重이 振興보다 적고 土深 0~5 cm에 많이 分布되어있고 진홍은 5~10cm에 많이 分布되어있다.
3. 根의 水平의 分布는 無肥區에서 基部集中的이고 品種間에는 廣株間集中性을 同伴하는 基部集中性 根分布가 無肥區에서는 IR667이 振興보다 크고 施肥區에서는 진홍이 컸다.
4. 根重이나 穗重의 施肥에 依한 減少率이 진홍보다 IR667이 컸으며 기타 特性들과 더불어 IR667이 진홍에 비하여 穗數型的 性向을 보였다.
5. IR667의 根은 진홍보다 α -naphthylamine 酸化力이 낮아 還元抵抗力이 弱할것으로 나타났으나 陽 ion 置換能은 커서 養分吸收力은 클것으로 나타났다.
6. P와 特히 K의 根中含量은 施肥區에서는 IR 667이 높고 無肥區에서는 진홍이 높아 IR667이 根環境에 對한 感受성이 큰것을 보였다.
7. N, K, CEC는 根端部에 가까울수록 높으나 P는 이와 반대이고 表層土의 根은 深層土의 根보다 N와 K含量이 낮으나 P含量은 높았다. 收穫期 根中の N, P, K 含量 및 CEC는 乾重當 약 1.0% 0.1% 0.5% 및 15me/100g 이었다.

인 용 문 헌

1. 朴俊奎 · 金泳燮 등 1969 韓土肥 2: 53-68
2. 朴薰 · 金泳燮 · 尹鍾赫 1972 韓土肥 5(1)(인쇄중)
3. 李鍾薰 · 太田保夫 1971 日作紀 40: 217-221
4. 吉田武彦 · 1966 日土肥 37: 63-68
5. 吉田武彦 · 中村正治 1968 日土肥 39: 253-257
6. 岡島秀夫 1960 東北大農研彙報 12: 1-146
7. 森敏夫 1960 日作紀 29: 99-70
8. 相見靈三 1960 日作紀 29: 51-54
9. 白鳥孝治 · 松本直治 · 他 1960 日作紀 28: 351-352
10. 田中稔 1970 農及園 45: 729-732
11. 木戶三夫 · 梁取昭三 1960 日作紀 29:40-42
12. 長井保 · 侯野敏子 1959 日作紀 28: 4-6
13. 長井保 · 田中實 1960 日作紀 29: 57-59
14. 戶荊義差 · 他 1963 作物試驗法 p.164
15. 土壤分析法 1971 植物環境研究所 土壤化學室
16. Alberda, Th. 1953. Plant and soil, 5: 1-28
17. Armstrong, W. 1967. Physiol. Plant. 20-4 920-926
18. Chat, M.G. 1966. C.r. hebd. Séanc. Acad. Agric. Fr. 52: 1087-1093
19. Chibnall, A.C. 1953. New Phytol 53: 31
20. Inada, K. 1967. Japan Agric. Res. Quart. 2: 6-10
21. IRRI 1966. Ann. Rept. in plant physiology. Los Banos, Laguna, Philippines
22. JIBP/PP-Photosynthesis, Level 1 Experiment Rept. 1, 1967. Tokyo
23. Mitsui, S., Aso, S., and Kumazawa, K. 1951. J. Sci. Manure Japan 22: 46-52
24. Miyasaka, A. 1970. Proc. Crop. Sci. Japan 39: 7-14
25. Ota, Y. 1970. Japan Agric. Res. Quart. 5: 1-6
26. Park, H., Kim, Y.S. and Mok, S. K. 1971. J. Korean Agric. Chem. Soc. 14: 221-227
27. Park, H. and Park, Y.S. 1972. ibid 15, 41
28. Soezima, M. and Kawata, S. 1969. Crop Sci. Soc. Japan 38: 442-446
29. Yoshida, T. and Takahashi, J. 1958. Soil and Plant Food(Tokyo) 3, 182.
30. Yoshida, T. and Takahashi, J. 1962. Soil Sci. Plant Nutr. 8: 34-38