

于拓地에서 生育된 水稻의 根群發達에 미치는 물 管理의 影響에 관한 研究

金 鳳 九 · 鄭 元 一*

Study on the Effect of Water Management to Root Development of Rice Plants (*Oryza sativa* L.) at the Saline Paddy Field

Kim, B. K. and W. I. Chung*

ABSTRACT

Experiments were conducted to study the interrelationships between root development of rice plant and water managements at saline paddy field where has been grown rice plant for 3 years, and to compare the root development between two fields, saline and matured.

Under the conditions of non interval and twoday interval flooding at saline paddy fields, root systems developed well at surface soil, however, root systems developed well and distributed evenly through surface and sub-soil at saline field where underground drainage was performed, and at matured field.

Root developments at field flooded with no interal and with two-day interval were poor as compared with those of saline paddy field of underground drainage and matured field.

Regardless of water managements and fields, the ratio of stunted crown roots developed after panicle fromation stage was higher than that developed at early or middle growth stage.

緒 言

川田 등에 의하면 水稻根群의 發達은 土壤條件 특 히 물 管理의 影響을 크게 받으며 結果의으로는 地上 部の 生育 및 收穫物의 多少에도 影響을 미친다고 한다.^{3, 4, 6)}

그런데, 干拓畝에서 물 管理가 水稻의 根群의 發達에 어떠한 影響을 미치는가 하는 問題에 대하여 具體的으로 調査한 研究는 皆無한 狀態라 하겠다.

따라서 著者 등은 干拓 3年次 畝에서 相異한 灌溉法으로 栽培된 水稻의 根群을 比較·檢討하여 干拓畝에서의 물 管理가 水稻根群의 發達에 미치는 影

響을 調査하였다.

그리고 本 研究는 1979年度 農村振興廳 產學協同 基金에 의해 研究된 論文의 一部임을 밝혀진다.

材料 및 方法

調査에 利用된 供試品種은 水稻 水原 264號였으며, 栽培地는 京畿道 華城郡 長安面 所在의 作物試驗場 南陽出張所 試驗圃場이었다.

이 경우 試驗區는 다음과 같이 하여 4區를 設置하였다(表 1). 즉 干拓地에는 常時湛水區, 2日換水區 및 暗渠排水區 등 3區를 設置하였으며, 對照區로서 熟畝에 常時湛水區만을 設置하였다.

* 檀國大學校 天安分校

* Cheonan Campus, Dankook University, Cheonan 330, Korea.

Table 1. Experimental paddy fields and water management.

	Saline field	Matured field
	• Non-interval flooding	
Water management	• Two-day interval flooding	• Non-interval flooding
	• Underground drainage	

그리고 나머지 중요한栽培管理法은 아래와 같다. 즉水稻의移秧은各區모두1979年6月25日에株當3~4苗씩심었으며,栽植距離도各區모두24×21cm로하였다.그리고施肥量에있어서도各區모두窒素(尿素),磷酸(溶性磷肥)및加里(鹽化加里)를成分量으로25-8-8kg/10a씩주었으며,퇴비도450kg/10a씩주었다.

이 경우,窒素質肥料의50%와磷酸質肥料,加里質肥料및퇴비는全量基肥로주었으며,나머지窒素質肥料의30%는分蘖肥로,20%는穗肥로주었다.

調査할材料的採取는黃熟期에實施하였다.

즉改良Monolith(幅50cm,깊이50cm,두께10cm)法과원통형Core sample(直徑7.8cm)法으로水稻의根群을採取하였다.이 경우Monolith로採取한水稻의根群은간이수도물의水壓을利用하여根群의分布狀態가흐트러지지않도록크립으로根群을固定하여가며土壤만씻어내고根群의分布狀態를調査한후地上부와함께F.A.A.로固定한후調査의材料로사용하였다.

그리고core sample法⁵⁾에의해얻어진土壤은얇은천으로싸서물속에넣고振動을주어土壤과根群을分離시켜F.A.A.로固定한후調査材料로이용하였다.

이렇게하여얻은材料는著者が이미報告한方法¹⁾으로冠根의伸長方向,株當總冠根數,伸長된冠根數,生長中止型冠根數,分枝根의形成密度등을各處理區別로調査하였다.

結果 및 考察

1. 根群의 分布狀態

먼저,前述한바와같은,相異한灌溉條件의干拓畝에서生育한水稻와熟畝常時湛水區에서生育한水稻의根群分布狀態를調査하기위하여改良Monolith法으로黃熟期에各處理區에서根群을採取調査한

結果아래와같은事實을알았다.

즉,干拓地常時湛水區와干拓地2日換水區에서生育한水稻의根群의 경우大部分의冠根이作土의表層部に 많이分布되어있었으나,熟畝常時湛水區에서生育한水稻의根群의冠根은作土의深層部까지比較的均一하게各方向으로分布되어있었다.그리고또干拓地暗渠排水區에서生育한水稻의 경우,根群의分布狀態는그中間型을나타내었다(Fig.1).

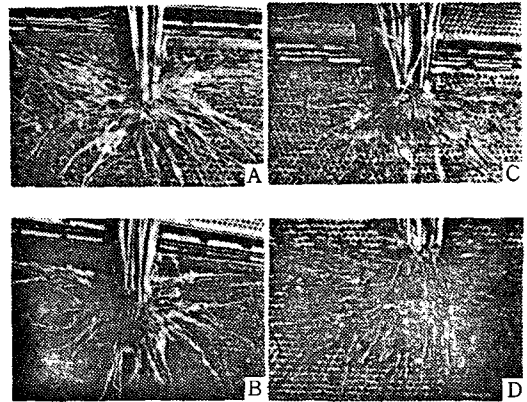


Fig. 1. The root system of rice plants under different soil conditions and water managements.

A: Saline paddy field with non-interval flooding.

B: Saline paddy field with two-day interval flooding.

C: Saline paddy field with underground drainage.

D: Matured paddy field with non-interval flooding.

土壤의理·化學的性質은作物의根群形成에至大한影響을미친다는사실은잘알려져있으며,특히水稻의 경우根群形成은作土中の溶存酸素의多少,土壤孔隙發達의多少및生長阻害物質의有無 등의影響을크게받는것으로알려져있다.

따라서上述한現象,즉干拓地常時湛水區와干拓地2日換水區에서生育한水稻의根群이作土의表層部に 많이分布된現象은다음과같이理解된다.

즉干拓地常時湛水區와干拓地2日換水區의土壤은濕畝의 경우처럼透水가不良하여作土의深層部에는溶存酸素의濃도가낮아還元性有機物の生成·集積으로根群의發達을阻害할뿐만아니라作土中の鹽分濃도로根群의發達에阻害의으로作用했을 것이며,土壤의粒團化도進展되지못하여土壤硬度가熟畝의土壤硬度보다높아서根群의深層部에의伸長을物理적으로抑制한結果로推察된다.

여기에 반하여 熟畚常時湛水區에서 生育한 水稻의 根群은 作土의 深層部까지 各方向에 걸쳐 均等히 分布되었는데, 이것은 熟畚의 土壤은 透水가 良好하여 作土의 深層部에도 溶存酸素의 濃度도 比較的 높아 根群의 發育에 沮害의 作用할 還元性 有機物의 生成·集積 등이 적을 뿐 아니라, 作土中에서 根群의 生育에 沮害의 作用할 有機酸을 비롯한 여타 物質들이 透수를 따라 土壤의 深層部로 流出될 뿐만 아니라, 土壤의 粒團化도 發達되어, 土壤硬度의 低下로 冠根들의 作土의 深層部에의 伸長을 物理的으로 抑制하지 않은 結果로 理解된다.

그리고 또, 干拓地暗渠排水區에서 生育한 水稻 根群의 分布狀態는 干拓地常時湛水區나 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 根群과 熟畚常時湛水區에서 生育한 水稻의 根群의 中間型을 나타내었는데, 이것

은 干拓地暗渠排水區의 土壤의 理·化學的 性質이 上述한 두 土壤의 中間的인 것으로 理解된다.

즉, 干拓地暗渠排水區의 土壤도, 干拓地常時湛水區나 干拓地 2日換水區의 土壤과 같이, 土壤構造의 粒團化는 不良하여 土壤硬度는 높지만, 透水的 良好로 作土의 深層部에도 溶存酸素의 濃度가 높고, 또 作土中의 鹽分을 비롯한 根群의 生育에 沮害의 作用하였던 物質들이 透수를 따라 流出된 結果로 推察된다.

2. 根群을 構成하는 冠根數

各 處理區에서 生育한 水稻의 根群을 構成하는 冠根數를 株當 總冠根數, 伸長된 冠根數, 伸長中止型 冠根數 및 有效型에 對한 冠根數 등으로 區分하여 調査한 結果 表 2를 얻었다.

Table 2. Crown root numbers at different lands and water managements.

Field	Water management	Total		Normal			Stunted		
		No.	No. per tiller	No.	No. per tiller	%	No.	No. per tiller	%
Saline	Non-interval flooding	861	62.4	617	44.7	71.6	244	17.7	28.4
	Two-day interval flooding	1,098	87.1	788	62.5	71.7	310	24.6	28.3
	Underground drainage	1,477	82.5	975	54.1	66.0	502	27.9	34.0
Matured	Non-interval flooding	1,576	73.9	1,098	51.1	69.7	478	22.4	30.3

즉, 먼저 株當 總冠根數를 보면, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻가 가장 적었으며, 干拓地 2日換水區, 干拓地暗渠排水區, 熟畚常時湛水區의 順으로 增加되었으나, 有效莖 1個當 總冠根數를 보면, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻가 가장 적으며, 熟畚常時湛水區, 干拓地暗渠排水區, 干拓地 2日換水區의 順으로 많았다.

이와 같은 現象은, 冠根의 絶對數는 干拓地暗渠排水區와 熟畚常時湛水區에서 生育한 水稻에 많이 形成되지만, 熟畚常時湛水區의 경우 分蘖도 많아서 有效莖 1개當 冠根數가 적은 結果가 되었으며, 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 경우, 總冠根數도 적지만 分蘖數도 적어서, 有效莖 1個當 冠根數는 많은 것으로 理解된다.

그리고, 伸長된 冠根數를 各 處理區別로 보면, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻가 적었으며, 干拓地 2日換水區, 干拓地暗渠排水區, 熟畚常時湛水區의 順으로 伸長된 冠根數가 많았으나, 有效莖 1個當 伸長된 冠根數는, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻가 가장 적으며, 熟畚常時湛水區, 干拓地暗渠排水區, 干拓地 2日換水區의 順으로 많았고, 또 總冠根數에 대

한 伸長된 冠根의 比率은, 干拓地暗渠排水區에서 生育한 水稻가 가장 낮으며, 熟畚常時湛水區, 干拓地常時湛水區, 干拓地 2日換水區의 順으로 伸長된 冠根의 形成率이 增加되었다. 그러나 이 경우, 干拓地暗渠排水區를 除外한 3區 즉, 熟畚常時湛水區, 干拓地常時湛水區 및 干拓地 2日換水區에서는 伸長된 冠根의 形成率에는 큰 差異가 없었다.

이와 같은 現象, 즉, 干拓地暗渠排水區와 熟畚常時湛水區에서 生育한 水稻가 有效基 1개當 伸長된 冠根數가 적은 것은 干拓地暗渠排水區와 熟畚常時湛水區에서 生育한 水稻는 伸長된 冠根은 많이 形成했지만, 有效莖이 많고 또 伸長된 冠根의 形成率이 낮아서, 結果의 由로 有效莖 1개當 伸長된 冠根數가 적은 것으로 理解된다.

또 伸長中止型 冠根數를 各 處理區別로 보면, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻가 가장 적고, 干拓地 2日換水區, 熟畚常時湛水區, 干拓地暗渠排水區의 順으로 많았다. 그리고 有效莖 1個當 生長中止型 冠根數는, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻가 가장 적으며, 熟畚常時湛水區, 干拓地 2日換水區, 干拓地暗渠排水區의 順으로 많았으며, 生長中止型 冠根의 形

Table 3. Crown root distribution at different parts of units, lands and water managements.

Unit	Saline field									Matured field		
	Non-interval flooding			2-day interval flooding			Underground drainage			Non-interval flooding		
	Total			Total			Total			Total		
	No.	Normal	Stunted	No.	Normal	Stunted	No.	Normal	Stunted	No.	Normal	Stunted
XIII	80	25	55	83	17	66	158	30	128	48	25	23
XII	166	74	92	197	82	115	247	80	167	294	168	126
XI	158	108	50	199	131	68	292	165	127	308	192	116
X	140	124	16	157	134	23	223	179	44	292	171	121
IX	110	102	8	144	124	20	185	165	20	195	153	42
VIII	65	56	9	78	67	11	111	105	6	141	115	26
VII	43	41	2	71	65	6	77	74	3	125	103	22
VI	27	21	6	43	38	5	51	47	2	63	61	2
V	32	26	6	45	39	6	65	60	5	46	46	-

成率은 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻가 가장 낮으며, 干拓常時湛水區, 熟畝常時湛水區, 干拓地暗渠排水區의 順으로 높았다.

이와 같은 現象 즉, 水稻의 生育이 良好한 干拓地暗渠排水區와 熟畝常時湛水區에서 生育한 水稻의 根群을 構成하는 冠根中 生長中止型 冠根의 形成量이 높은 것은 水稻의 生育後期에 發根하는 “要素”²⁾에 生長中止型 冠根이 많이 形成된 結果로 理解된다(表 3 參照).

3. 冠根의 要素別 分布의 推移

表 2에서 檢討한 結果를 中心으로 하여 根群을 構成하는 冠根의 要素別 分布의 推移를 調査한 結果 表 3과 같은 結果를 얻었다. 이 경우 分蘖莖에서 形成된 冠根은 그것에 對應하는 主莖要素에 合算하였다.

먼저, 總冠根의 要素別 分布 推移를 各處理區別로 보면, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻의 경우에는 第XII 要素에 冠根이 가장 많이 形成되었으나, 干拓地 2日換水區, 干拓地暗渠排水區 및 熟畝常時湛水區에서 生育한 水稻는 第XI 要素에 冠根이 가장 많이 形成되었으며, 이들 要素를 中心으로 하여 前後의 時期에 發根하는 要素에서는 出根된 冠根의 數가 減少되었다.

그리고 伸長된 冠根의 要素別 分布를 보면, 干拓地常時湛水區, 干拓地 2日換水區 및 干拓地暗渠排水區에서 生育한 水稻의 경우에는 第X 要素에서 가장 많았으나 熟畝常時湛水區에서 生育한 水稻의 경우에는 第XI 要素에 가장 많이 形成되었으며, 이를 要素를 中心으로 前後의 時期에 發根하는 要素에서는 伸長된 冠根의 數가 減少되었다.

그리고 伸長中止型 冠根의 要素別 分布의 推移를 보면 各處理區에서 生育한 水稻 모두 第XII 要素에서 가장 많으며 이 時期를 中心으로, 前後의 時期에 發根하는 要素에서는 伸長中止型 冠根의 形成이 減少되었다.

즉 各處理區에서 共通으로 보이는 現象으로는 水稻의 營養生長期 末期와 生殖生長期의 初期 및 中期에 發根하는 第XI 要素에 冠根이 가장 많이 形成되었고 生殖生長期 初期에 發根하는 第XII 要素에서는 冠根의 發根量도 減少되었지만 生長中止型 冠根의 形成이 많았다.

그리고 第XI 要素보다 먼저 發根하는 第X 要素에서는 伸長된 冠根이 많았다.

이와같은 現象은 水稻가 營養生長期에서 生殖生長期으로 넘어가면서 지금까지 根群의 生長에 使用되었던 養分이 生殖生長期器官의 形成에 使用된 結果, 第XI 要素에서 根群形成의 轉換이 일어난 것으로 推察된다.

또 水稻의 發根을 水稻의 生育初期, 즉 移秧後 冠根이 出根하거나 冠根의 原基가 形成되는 第V, 第VI 및 第VII 要素를 中心으로 하여, 各處理區別로 보면 다음과 같은 事實을 알 수 있다.

즉, 干拓地常時湛水區에서 生育한 水稻는 總冠根數가 102개인데 生長中止型 冠根이 14개로 生長中止型 冠根의 形成率이 13.7%로, 各處理區中에서 가장 높았다.

그리고 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 경우에는 總冠根數가 159개인데 生長中止型 冠根이 17개로, 生長中止型 冠根의 形成率은 10.7%로, 干拓地常時湛水區에 이어 2번째로 높았으며, 또 干拓地

暗渠排水區에서 生育한 水稻는 總冠根數가 193개인데 生長中止型 冠根이 10개로, 生長中止型 冠根의 形成率이 5.2%로 各處理區 中에서 가장 낮았다.

그리고 또 熟畚常時澆水區에서 生育한 水稻는 總冠根數가 234개인데, 生長中止型 冠根數가 24개로 生長中止型 冠根의 形成率이 10.2%였다.

이와같은 現象은 干拓地常時澆水區나 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻는 干拓地暗渠排水區나 熟畚常時澆水區에서 生育한 水稻에 比하여 冠根의 出根이 적고 또 出根된 冠根도 生長이 中止되는 경우가 많기 때문에 理解된다. 그리고 이러한 出根不進은 水稻의 活着 遲延을 비롯하여 地上部의 生育遲延의 主要한 原因으로 推察된다.

4. 分枝根의 形成樣相

各 處理區에서 生育한 水稻의 冠根에 形成된 分枝根의 形成密度(개/cm)를 移秧 후 出根하거나 冠根의 原基가 形成되는 第VI, 第VII 및 第VIII 要素에서 出根한 冠根의 基部로부터 5~6cm 部分에서 調査하여 表 4와 같은 結果를 얻었다.

Table 4. Number of lateral roots per one centimeter at different lands and water managements.

Field	Water management	Tinner lateral root	Ticker lateral root
	Non-interval flooding	15.4	1.3
Saline	Two-day interval flooding	17.2	0.3
	Underground drainage	14.8	0.4
Matured	Non-interval flooding	13.6	1.1

즉 가는 2次根의 경우 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 冠根에 가장 많이 分枝根이 形成되었으며, 干拓地常時澆水區, 干拓地暗渠排水區 및 熟畚常時澆水區의 順으로 分枝根形成密度가 減少하였다.

그리고 굵은 2次根(3次根 以上の 分枝根을 形成하는 2次根)의 경우에는 干拓地常時澆水區에서 生育한 水稻의 冠根에 分枝根이 가장 많이 形成되었으며, 熟畚常時澆水區, 干拓地暗渠排水區, 干拓地 2日換水區의 順으로 分枝根 形成密度가 減少되었다.

즉 根群의 形成이 不利한 干拓地常時澆水區나 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 冠根이, 根群의 形成에 有利한 干拓地暗渠排水區나 熟畚常時澆水區에서 生育한 水稻의 冠根보다 높은 分枝根形成密度를 나타냈는데, 이와같은 現象은 著者의 研究報告¹⁾와 일치하는 現象이지만 分枝根의 形成機作을 잘 모

르는 現時點에서 이 以上の 考察은 不可함으로 事實을 지적하는 程度로 끝내고져 한다.

5. 根群의 量的 分布

各 處理區에서 生育한 水稻根群의 分布狀態를 量的으로 파악하기 위하여 各 處理區別로 4株의 中間地點에서 10個所씩 core sample로 根群을 採取하여, 地表에서부터 5cm 部分에 分布된 冠根과 5cm부터 15cm에 分布된 根群을 調査하여 表 5와 같은 結果를 얻었다.

Table 5. Dry weight of root per 10-sample at two soil depths, 0 to 5 and 5 to 15cm from soil surface.

Field	Water management	Total	0-5cm	5-15cm
	Non-interval flooding	2,870g	1,495	1,375
Saline	Two-day interval flooding	2,822	1,355	1,467
	Underground drainage	3,655	1,585	2,070
Matured	Non-interval flooding	3,595	1,390	2,205

즉 全根量(乾物重)을 보면, 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻가 가장 적으며, 干拓地常時澆水區, 熟畚常時澆水區, 干拓地暗渠排水區의 順으로 많았으며 地表에서 0~5cm 部分에 分布되어 있는 이른바 “⁵⁾うわ根”의 경우에는 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻가 가장 적었으며, 熟畚常時澆水區, 干拓地常時澆水區, 干拓地暗渠排水區의 順으로 根量이 增加되었다.

그리고 또 地表로부터 5~15cm의 部分에 分布되어 있는 根量은 干拓地常時澆水區에서 生育한 水稻가 가장 적으며, 干拓地 2日換水區, 干拓地暗渠排水區, 熟畚常時澆水區의 順으로 根量이 增加되었다.

즉 干拓地常時澆水區와 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 根群은 作土의 表層部에 또 干拓地暗渠排水區와 熟畚常時澆水區에서 生育한 水稻는 作土의 深層部에 많이 分布하였는데 이와같은 現象은 根群의 分布狀態에서 觀察된 바와 같은 現象으로 理解된다.

摘 要

干拓畚에서 生育한 水稻의 根群形成과 물管理와의 關係를 調査하기 위하여 相異한 물管理를한 干拓畚과 常時澆水를한 熟畚에서 生育한 水稻의 根群을 採取하여 比較·檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 干拓地常時澆水區와 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 根群은 作土의 表層部에 分布되어 있었

으나, 干拓地暗渠排水區와 熟畚常時湛水區에서 生育한 水稻의 根群은 作土의 深層部까지 均一하게 分布되어 있었다.

2. 干拓地常時湛水區와 干拓地 2日換水區에서 生育한 水稻의 根群은 干拓地暗渠排水區나 熟畚常時湛水區에서 生育한 水稻의 根群보다 冠根數가 적었다.

3. 栽培地나 水管理에 關係없이 幼穗形成期 以後에 發根하는 要素에서는 生長中止型 冠根의 比率이 生育 初中期의 그것보다 높았다.

引用文獻

1. 鄭元一(1979) 干拓地에 있어서의 水稻根群 形成에 關한 研究. 韓國作物學會誌. 24:12-18.

2. 川田信一郎·石原邦·芝山透次部·賴光隆(1963) 水稻における根群の形態形成について, とくに 生育段階に着目した場合の一例. 日作紀 32:163-180.

3. _____·山崎耕宇·石原邦(1969) 水稻1個體における根數と冠根數との關係. 日作紀 38卷別1號 181-182.

4. _____·片野學(1977) 水稻における根群形成について, とくに濕田, 乾田に着目した場合の一例. 日作紀 46:261-268.

5. _____·副島増大(1978) 水稻根における“うわ根”の形成に及ぼす遮光, 除穂およびブドウ糖, 尿素の葉面撒布の影響, 日作紀 47:300-311.