〔韓作誌(Korean J. Crop Sci.) 42(2) : 166~172(1997)〕

벼 乾畓直播 栽培時 深水灌漑가 生育과 收量에 미치는 影響

元鍾建* · 崔忠惇* · 李外鉉* · 金七龍* · 李相哲**

Influence of Deep Flooding on Rice Growth and Yield in Dry-seeded Paddy Field

Jong Gun Won*, Chung Don Choi*, Wei Hyun Lee*,
Chil Ryong Kim* and Sang Chul Lee**

ABSTRACT : This experiment was carried out to clarify the effect of the deep water irrigation on dry - seeded rice cultivation at the three different water managements-deep continuous flooding(DCF), water saving irrigation(WSI), ordinary irrigation(OI). The highest tillering numbers per m^2 of rice were 551, 466 and 455 in OI, WSI and DCF, respectively. The tillering number of rice plants were significantly reduced in DCF. Heading date was delayed and the total chlorophyll content in leaf after heading was higher in DCF than those in other irrigation methods. For the characteristics associated with lodging, the culm length in DCF was slightly elongated and the diameter of culm in DCF was thicker than that in WSI and OI. The breaking weight and bending moment in DCF also were higher than those in others. As the result, although the culm length in DCF was long, the lodging index was comparatively low. The panicle length in DCF was longer than in OI and WSI. The spikelet number per m^2 and 1,000-grain weight were the most in WSI, while panicle number, ripened grain ratio and grain weight were not significantly different. Longer panicle length and more spikelet number resulted in higher yielding capacity in DCF.

Key words : Direct-seeded rice, Water management, Tiller, Lodging characteristic.

우리나라의 직파재배면적은 1992년의 2,719ha에서 1994년에는 72,797ha로 급증하였으며, 작년에는 117,495ha에 보급되어 점차 증가추세에 있다[11]. 직파재배는 이앙재배와 비교하면 여러가지 생리생태적 차이가 있어, 이러한 환경에 적응하는 재배방법과 함께 새로운 초형의 품종개발이 필요하다. 作物의 理想草形의 개념을 Donald[5]가 밀에서 주창한 이래 여러 연구자들에 의해 改善되고 發展되어 왔다. 직파재배벼는 저온조건하에서 파종하게 되므로 출아 기간이 연장되고 영양생장량이 과다하고 분얼이 많아져 과번무되기 쉬워서 수확지수가 낮아지며, 건답직파에서는 질소 이용율이 낮아지고, 담수직파에서는 도복이 크게 문제시된다. 따라서 직파재배 품종은 密植栽培에 적응하기 위해 분얼수가 적고, 密植에서도 수당 입수의 감소가 적은 것이 바람직하다. 金 등[9]은 벼에서 少蘖性 系統이 多蘖性보다 收量이 증가하였다고 보고하였고, 少蘖性 品種이 理想形이라는 근거로

* 慶北農村振興院(Kyungbuk Provincial RDA, Taegu 702-320, Korea)
** 慶北大學校 農科大學(College of Agr., Kyungpook Nat'l. Univ., Taegu 702-701, Korea) 〈'96. 10. 24 接受〉

多蘖性 品種은 주간의 光合成産物이 分蘖莖으로 이동하므로 主稈의 이삭을 작게하고, 無效分蘖에 의한 同化産物의 損失을 보고[2]하고 있어 소얼성이며 이삭이 크고 무효분얼이 적은 품종이 직파재배에 유리할 것이다. 우리나라의 직파적응성 품종 개발은 1993년에 처음으로 소얼직립 수중형의 농안벼를 개발하였으며, 1994년에는 직파겸용인 주안벼, 1995년에는 안산벼를 개발 보급하고 있다. 일본에서도 최근 직파적응성 계통으로 잎이 직립이며, 이삭 무게가 무겁고 줄기가 짧고 강하며 뿌리가 굵은 칸토 165호와 간토 PL11이라는 계통을 개발하였다는 보고가 있다[3]. 한편 품종의 개량과 더불어 재배적인 측면에서 소얼 직립수중형 초형으로 유도코자 최근 일본에서 심수관개에 대한 연구가 많이 보고되고 있는데 星川[6], 川島[8], 大江[17], 高橋[19]등에 의하면 심수관개는 저온에서도 유수의 발육장해를 경감할 수 있고, 강풍 또는 건조풍에 의한 백수현상의 예방과 도체의 동요가 적어 도복방지에도 큰 효과가 있다고 하였다. 또한 잎집의 발달을 촉진하여 도복에 대한 저항성을 높여 직파재배의 수량성이 향상되었다는 보고도 있다[13]. 특히 심수관개는 도체의 일부분이 물속에 잠기게 되므로 이미 분화되어 있는 분얼아는 물속에서 그 생장이 멈추고 분얼이 억제되는 특성이 있어 무효분얼을 억제할 수 있다[8,17]. 본 시험은 직파재배에서 심수관개가 벼의 생리 생태적 특성에 미치는 영향을 검토코자 실시하여 몇가지 결과를 얻었기에 보고하고자 한다.

材料 및 方法

본 시험은 1994年부터 1995년까지 慶北農村振興院에서 中生種인 花嶺벼를 4月 25日에 트랙터 附着型 點播機를 使用하여 ha당 50kg을 栽植距離 25×17cm로 點播하였다. 물관리는 5葉期부터 湛水를 始作하여 最高分蘖期 前後 약 10일간 中間落水를 實施하는 慣行灌漑와 분얼이 3~4개가 발생되어 생육이 시작된 8葉期부터 最高分蘖期까지 약 1 個月間 최상위엽 바로 아래엽의 葉耳 상단 2cm까지 수심을 높여 최고 20cm까지 이르게 한 深水灌漑, 湛水後 畓面이 飽和狀態로 維持되도록 한 節水灌漑 등 3가지 灌漑處理를 하였다. 施肥量은 N, P_2O_5, K_2O를 각각 150, 70, 80kg/ha로 하였으며, 窒素는 3 回 分施하였는데, 分施比率은 基肥 40%, 分蘖肥 30%, 穗肥 30%, 燐酸은 全量基肥로, 加里는 基肥 70%, 穗肥 30%로 시용하였다. 雜草防除는 出芽直前에 파라코액제 + 부타乳劑를 處理하였고, 출아후 피 2~3 엽기때는 펜디·프로닐유제를 처리하였으며, 播種後 35日에 디메피페레이드·벤설푸론粒劑를 撒布하였다. 播種後 50日부터 10日間隔으로 7回에 걸쳐 草長 및 莖數를 調査하였고, 莖質變化는 出穗後 30 일에 平均莖數에 해당하는 3株를 採取하여 株當 10莖을 選拔, 제4 節間의 挫折強度를 壓縮強度計를 變形하여 製作한 挫折순간 荷重計로 測定하였으며, 모멘트는 地上部 生重 무게와 이삭목까지의 稈長을 곱한 값으로 구하였고 倒伏指數는 모멘트를 挫折重으로 나누어 算出하였다. 灌漑方法에 따른 平均水溫은 오후 2시경에 일반 수은온도계를 이용하여 논뚝으로 부터 5m 정도 안쪽의 골사이에 온도계를 직사광선을 피하여 수직으로 설치하고 深水灌漑 開始期부터 2일 間隔으로 調査하였다. 葉綠素含量은 80% Aceton으로 추출하여 分光光散度計를 利用하여 波長 645nm와 663nm에서 측정하여 葉綠素 a 및 b는 Arnon法의 계산식으로 산출하여 總葉綠素 含量을 표시하였다. 전체질소 및 무기성분은 수확전 10일경에 시료를 채취하여 잎, 줄기, 이삭을 구분하여 부위별로 함량을 조사하였다.

結果 및 考察

1. 氣温 및 灌漑方法別 水温變化

深水灌漑 기간중 대구지방의 최고기온과 평균수온을 관개개시후 30일간, 2일 간격으로 조사한 결과는 그림 1에서 보는 바와 같다. 최고기온의 변화폭은 최저 27.9℃에서 최고 39.3℃로 변화의 폭이 매우 컸으며, 관개방법간 수온 변화는 節水灌漑가 최저 24.3℃에서 최고 35.9℃로 변화의 폭이 가장 심하였고, 慣行灌漑가 24.7℃에서 34.2℃

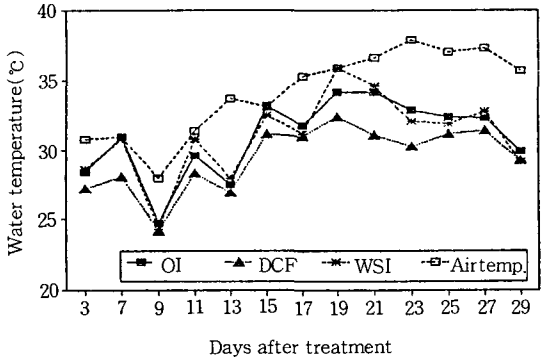

Fig. 1. Changes of daily maximum air temperature and daily mean water temperature as affected by water management practices in direct seeded rice cultivation(OI : ordinary irrigation, DCF : deep continuous flooding, WSI : water saving irrigation).

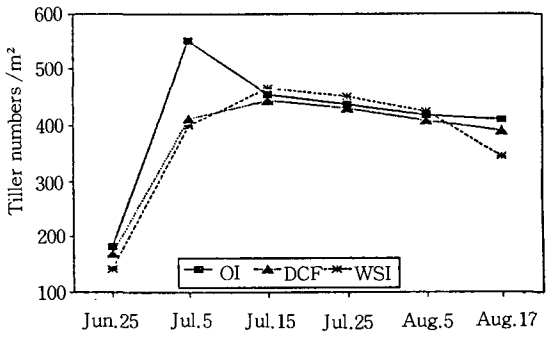

Fig. 2. Changes in tiller number in different water management of direct seeded rice cultivation.

였으며, 深水灌漑에서 24.7℃에서 32.4℃로 수온 변화의 폭이 가장 적었다. 벼 등숙기에 저온시 15~20cm 深水灌漑를 실시한 결과 稔實障害도 적었고 登熟이 향상되었다는 보고[4]도 있어 고온 또는 저온으로 인해 벼가 피해를 받을 때에 관행 관개나 절수관개보다 深水灌漑를 실시함으로써 어느 정도 피해를 경감시킬 수 있을 것이다.

2. 莖數의 變化

深水灌漑에 의한 莖數의 輕視的 變化는 그림 2에서와 같이 5葉期를 기점으로 하여 最高分蘖期의 m^2 當 莖數는 節水灌漑 466個, 慣行灌漑 551個, 深水灌漑 445個로서 慣行灌漑에서 가장 많았고, 深水灌漑에서 가장 적어 深水로 인한 分蘖 發生抑制가 顯著하였으며, 최고분얼기가 관행관개보다 지연되면서 분얼이 증가하는 양상을 나타내었다. 한편 深水灌漑에서 분얼수는 출수기를 전후한 시기까지 다른 灌漑方法과 비교하면 전체적으로 적게 경과하였지만, 성숙기때의 수수 391개로 慣行灌漑의 411개와 거의 비슷하였으며, 有效莖比率이 88%로 매우 높게 나타나 최고분얼기때 무효분얼이 상당히 억제된 것을 알 수 있었다. 이는 深水管理前에 출현한 분얼은 심수관개 이후에도 생육이 계속되었고, 비록 분화는 되었지만 葉鞘에 싸여 있던 다른 分蘖芽는 심수관개로 생육이 정지되어 無效分蘖이 억제되었다고 보고[8,17]한 바와 같은 경향이었다.

생육시기별 경수증감 정도는 다른 관개방법보다 深水灌漑에서 莖數 경감정도가 완만한 경향을 보였는데, 慣行灌漑의 경수는 6월 25일과 7월 5일 사이에 204%, 節水灌漑는 184% 그리고 深水灌漑가 144%가 증가하여 심수관개의 경수 증감율이 적었다. 한편 관행관개는 7월 5일과 7월 15일 사이부터 감소하기 시작하였으나 심수관개 및 절수관개에서는 7월 15일과 7월 25일 부터 감소하는 경향을 보여 최고분얼기가 약간 늦어졌지만, 절수관개에서는 경시적으로 경수의 감소율이 컸는데 이는 유효분얼 증가가 지속된 심수관개와는 달리 늦게까지 계속된 분얼이 有效分蘖로 연결되지 않고 無效分蘖로 전환된 관계로 경수의 감소율이 컸던 것으로 사료된다.

3. 灌漑方法에 따른 出穗期 變化 및 葉의 老化抑制 효과

표 1은 灌漑方法別 出穗期를 檢討한 것으로 慣行灌漑가 8月14日, 深水灌漑 8月17日 그리고 節水灌漑는 8月13日로 深水灌漑에서 出穗期가 가장 遲延되어, 節水灌漑보다 약 4日 늦어졌다. 그림 3은 出穗後 10日 間隔으로 4回에 걸쳐 각 처리별 chlorophyll 含量을 나타낸 것으로, 全處理에서 出穗後 20日에 葉綠素 含量이 가장 높았고, 그

Table 1. The heading date as affected by water management practices in direct seeded rice cultivation

Water managements	Heading date
Deep continous flooding (DCF)	Aug.17
Water saving irrigation (WSI)	Aug.13
Ordinary irrigation (OI)	Aug.14

후로는 급격히 減少하는 傾向이어서 표 1의 결과와 聯關이 있었다. 출수후 慣行灌漑에서 葉綠素含量이 적었지만, 深水灌漑에서는 初期를 除外하고는 높게 經過하여 出穗期 遲延과 더불어 生育持續效果가 顯著하였다. 이것은 심수관개를 함으로써 생장기간중 수온이 가장 낮게 경과하여 출수가 지연됨[20]과 동시에 그만큼 엽록소 함량이 출수후에도 유지될 수 있었으며, 표 4에서 검토된 것과 같이 식물체내 窒素含量이 심수관개에서 재배된 식물체에서 더 높았기 때문인 것으로 사료된다. 벼는 開花後 米粒의 發達과 더불어 잎이 急速히 老化되는데 잎의 老化에 따라 葉中의 蛋白質이 分解되어 窒素가 이삭으로 再轉流됨으로써 同化機能이 저하되는데[15], 葉中 蛋白質의 分解와 이에 따른 잎의 老化는 뿌리에서 生成되어 물관부를 통해 移動되는 사이토카이닌과 밀접한 관련이 있는 것으로 報告되고 있으며, 잎이 老化됨에 따라 內生 사이토카이닌의 葉中 濃度가 낮아져 老化가 促進된다[1]. 엽의 老化抑制 方法으로는 植物生長調節劑인 BA, ABA와 合成사이토카이닌을 이용한 老化抑制效果가 報告되어 있으며[12,18], 벼의 경우 出穗期 사이토카이닌處理는 잎의 葉綠素 含量을 높게 維持하여 登熟率을 높이므로 收量이 增加한다는 報告[18]도 있어 본 시험에서와 같이 深水灌漑處理로 植物生長調節劑를 處理한 것과 비슷한 效果를 얻을 수 있었다.

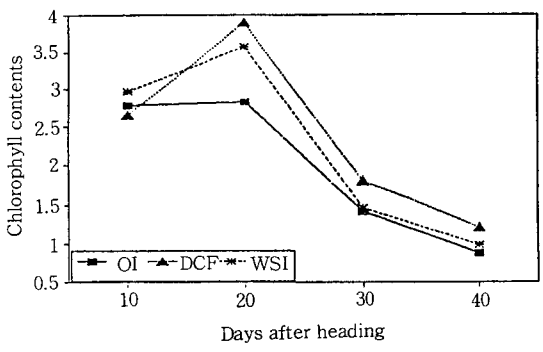

Fig. 3. Chlorophyll contents of flag leaf on rice plant as affected by water management practices in direct seeded rice cultivation.

4. 灌漑方法에 따른 벼의 形態的 特性 變化

葉身의 形態的 變化는 표 2와 같다. 葉長은 상위엽인 止葉, 제 2葉 그리고 제 3葉 모두 심수관개에서 길었으며, 엽폭 또한 엽장과 같은 경향이었으며, 엽의 생중에서도 심수관개가 무거웠다. 이는 川島 등[8]이 湛水深이 깊을수록 上位葉의 葉面積이 增加된다는 報告와 一致하는 경향이었다. 이와 같은 葉身의 伸長 및 葉面積의 增加는 栽培的 側面에서 收量을 높이는데 중요한 役割을 하게 되는데 source의 主器官은 物質動力源인 바로 葉身이며 光合成作用과 呼吸作用을 遂行하는 機能이 主이다. 葉身에서 生産된 同化産物은 受精과 同時에 sink器官인 穎穀內로 轉移되는데 種實에 蓄積되는 炭水化物의 대부분은 出穗를 前後한 葉身의 同化能力과 受光量에 左右된다[14]고 하며, 中村 등[16]은 葉位別 葉身長이 길고 葉面積이 넓을수록 穎花 着生數도 증가하는 관계를 나타낸다고 하였고, 특히 2葉身의 중요성을 강조하였다.

벼줄기의 形態的 特性 差異를 보면 그림 4·표 3과 같다. 그림 4는 灌漑處理에 따른 줄기의 形態的 差異로서 稈長은 深水灌漑에서 75cm로 다른 處理보다 길었고, 節水灌漑가 67cm로 가장 짧았

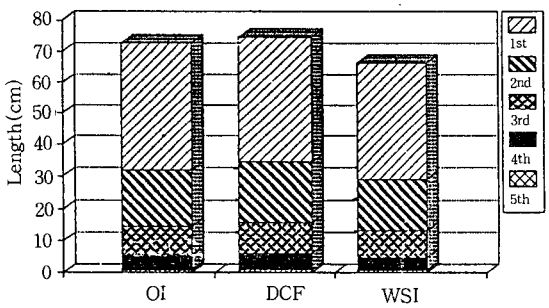

Fig. 4. Effect of water management practices on length of internodes in direct seeded rice cultivation.

Table 2. Effect of water management practices on leaf characteristics in dry seeded rice cultivation

Water managements[1]	Leaf length(cm)			Leaf width(cm)			Fresh weight (g /10 plants)
	Flag leaf	2nd leaf	3th leaf	Flag leaf	2nd leaf	3th leaf	
DCF	33.5	37.8	42.9	1.41	1.07	0.98	21.0 a[2]
WSI	25.6	31.7	39.3	1.21	0.99	0.91	13.0 c
OI	32.4	35.6	41.5	1.31	1.03	0.95	17.7 b

[1] The same as Table 1.
[2] The same letters within the same columns are not significantly different at the 5% level by D.M.R.T

Table 3. Effect of water management practices on culm and lodging characteristics in dry seeded rice cultivation

Water managements[1]	Culm diameter(mm)		Culm weight(g)[2]	Breaking weight(g)	Bending moment(g · cm)	Lodging index
	Long	Short				
DCF	6.8[a3]	5.2[a]	1.58[a]	444[a]	703	158[b]
WSI	6.1[b]	4.8[b]	1.43[b]	350[c]	585	167[a]
OI	6.7[a]	4.9[b]	1.56[a]	410[b]	648	158[b]

[1] The same as Table 1.
[2] Weight of 10cm culm from soil surface
[3] The same letters within the same columns are not significantly different at the 5% level by D.M.R.T

다. 특히 절간장 신장에서는 절수관개보다 심수관개와 관행관개에서 1절, 2절의 절간신장이 현저하였고, 3절 이상의 절간 신장에서는 큰 차이가 없었다. 엽초를 包含한 줄기의 長短外徑은 深水灌漑處理에서 有意性있게 커 深水灌漑로 인해 稈의 두께가 두꺼워짐을 알 수 있었는데, 이 같은 結果는 高橋[19]의 深水處理로 稈이 굵어졌다는 主張과 一致하였으며, 稈基重은 심수관개에서 무거워 지상 10cm 이하의 하위절간이 상대적으로 튼튼한 경향을 보였고, 挫折重은 심수관개가 444g, 관행관개 410g, 절수관개 350g으로 심수관개에서 가장 무겁게 나타났다.

倒伏指數는 심수관개 158, 관행관개 158, 절수관개 167으로 심수관개가 倒伏에 대한 저항성이 높았고, 절수관개에서 가장 낮았다. 이는 심수관개를 함으로 상대적으로 잎집의 발달이 현저하여 하위절간이 굵어졌고, 간기중도 무거워 倒伏抵抗性이 향상된 것으로 판단된다.

5. 관개방법간 식물체내 질소함량 차이

벼 재배기간중 소요되는 물의 양은 早生種의 경우 약 900mm, 晩生種은 약 1,440mm이고 단위면적에 대한 절대량으로 볼 때 ha당 약 9,000ton에서 14,400ton의 물이 소요되며, 14,400ton의 관개수 중에 들어 있는 비료성분은 질소가 76kg, 인산이 3.3kg, 칼리 63kg정도로 수질에 따라 차이는 있다[10]. 관개수의 汚染이 점차 심화되면서 질소성분이 더욱 증가 되어 富營養化 현상이 일어나고 있다. 한편 물의 소요량이 많은 심수관개에 의한 식물체내 窒素含量을 측정코자 35 일에 각 부위별로 분석해 본 결과 표 4에서 보는 바와 같이 부위별로는 잎의 질소함량이 가장 많았고, 물관리 방법간에는 深水灌漑가 줄기를 제외한 잎과 이삭부위에서 가장 높게 나타나 상대적으로

Table 4. Total nitrogen content of rice plant as affected by the different water management practices in direct seeded rice cultivation

Water managements[1]	Leaf	Culm	Grain
DCF	2.21	0.63	1.27
WSI	1.53	0.44	0.89
OI	2.04	0.69	1.06

[1] The same as Table 1.

Table 5. Rice yield and yield components subjected to water management practices in direct seeded rice cultivation

Water managements[1)]	Panicle length (cm)	Panicle numbers /m²	% of productive tillers	Spikelet numbers /m²	Ripened grain ratio	Grain weight (g/1,000)	Milled rice (ton/ha)
DCF	22.6[a2)]	391[a]	88[a]	34,799[a]	92[a]	21.8[a]	5.04[a]
WSI	21.4[c]	346[b]	74[b]	29,964[b]	89[a]	21.4[b]	4.04[c]
OI	22.0[b]	411[a]	74[b]	35,282[a]	91[a]	21.7[ab]	4.53[b]

1) The same as Table 1.
2) The same letters within the same columns are not significantly different at the 5% level by D.M.R.T

관행관개나 절수관개보다 질소의 비료 효율이 높았던 것으로 보아 추후 심수관개에 따른 질소 비료 효율을 검토하고, 심수관개하에서의 適定施肥量을 구명하여 수질오염을 조금이라도 줄일 수 있는 방안이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

6. 심수관개의 수량성

관개 방법간 수량 및 수량 구성요소를 표 5에서 살펴보면, m²當 穗數는 節水灌漑에서 346개, 慣行灌漑가 411개 그리고 深水灌漑에서 391개로 절수관개에서 가장 적었고, 관행관개와 심수관개간에는 유의적인 차이가 없었다. 한편 深水灌漑處理의 有效莖 比率은 88%로 매우 높았으며 그외의 處理에서는 無效分蘖의 過多로 有效莖 比率이 관행관개 및 節水灌漑가 74%로 낮은 경향을 보였다.

이삭의 形態的 差異를 보면 處理間 穗長은 深水灌漑에서 22.6cm로 가장 길었고 節水灌漑에서는 이보다 1.2cm 적었다. 이와 같은 결과는 佐藤[7)]의 연구결과와 약간의 차이가 있었으나, 崔[4)]와 李등[13)]이 보고한 바와는 일치하는 경향을 보였다. m² 當 穎花數는 深水灌漑와 관행관개에서 많았고 절수관개에서는 적었으며, 등숙비율은 처리간 차이가 없었다. 천립중은 심수관개가 가장 높았고, 전체적인 收量은 深水灌漑處理가 ha當 5.04 ton으로서 가장 높아 수량성이 또한 향상되었다.

摘 要

본 試驗은 灌漑方法에 따른 벼의 생육조절 효과를 구명코자 直播栽培畓에 慣行灌漑, 深水灌漑 및 節水灌漑 등의 3가지 處理로 檢討하였던 바 몇가지 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 관개방법간 m²당 最高分蘖數는 慣行灌漑 551개, 節水灌漑 466개, 深水灌漑 455개로 深水灌漑에서 가장 적었으나, 有效莖 比率이 88%로 매우 높게 나타나 최고분얼기때 無效分蘖이 상당히 억제되었다.
2. 出穗期는 深水灌漑가 節水灌漑보다 약 4일 정도 遲延되었고, 출수후 葉綠素 含量은 深水灌漑에서 높게 유지되어 출수지연과 더불어 生育持續效果가 현저하였다.
3. 灌漑方法에 따른 벼의 形態的 特性 變化를 보면 지엽, 제 2, 3葉長 및 엽폭 等은 深水 灌漑에 의하여 增大되는 傾向이었고, 深水灌漑處理에서 稈長이 약간 길어지는 傾向이었다.
4. 深水灌漑는 특히 잎집이 發達하여 잎집을 包含한 줄기의 短直徑 및 長直徑이 커져 경이 굵었으며, 간기중이 무거워 상대적으로 倒伏에 대한 저항성이 증대되었다.
5. m²당 穗數, 登熟比率, 千粒重등이 深水灌漑에서 증가하여 收量은 慣行灌漑보다 약 11% 增收되었다.

LITERATURE CITED

1. Carmi A and J.V Staden. 1983. Role of roots in regulating the growth rate and cytokinin content in leaves. Plant Physiol. 73:76-78

2. _____ and S.R Simmons. 1992. Allocation of photoassimilate by main shoots and nonsurviving tillers in barley. Crop Sci. 32:1233-1237.
3. CES. 1955. Korea-Japan Seminer on direct seeded rice. pp1-8.
4. Choi S.I. 1986. Studies on the growth charaters and nutrient uptake related to source and sink by cool water temperature at reproductive growth stage-Ⅲ. Infulence of growth characters and nutrient uptake related to panicle by different water temperature and water depth. KJCS 31(2):242-248.
5. Donald C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17:385-403.
6. 星川清親, 大江直道, 後藤雄佐. 1991. 深水處理による水稻の分げつ調節に關する研究 -深水處理による分げつや形質の變化-. 日作紀 61(別1號):15-16.
7. 佐藤康. 1960. 水稻の湛水灌漑に關する研究. 日作紀東北支部 2:64-67.
8. Choji Kawashima and Tamotsu Murakami. 1985. An example of growth and yield of rice plant growth in deeply-submerged paddy field. Tohoku Br. Cropsci. Soc. Japan 28:33-35.
9. Kim J.K and B.S Vergara. 1991. A low tillering ideotype of rice plant for increasing grain yield potential. KJCS 36(2):134-142.
10. 김동수외 1994. 논 왜 지켜야 하는가. 도서출판, 따님. pp136-148.
11. 한국쌀연구회. 1996. 한국쌀의 재인식과 발전방향-한국쌀연구회창립기념 심포지엄. pp. 105-152.
12. Lee B.W, E.J Myung, T.S Nam and J.Y Lee. 1994. Effects of foliar-sprayed benzyladenine and diphenylurea on leaf senescence, grain yield and some characters related to grain quality of rice. KJCS 39(4):307-404.
13. Lee W.H, J.G Won, S.K Kim, C.R Kim, B.S Choi and W.S Lee. 1995. Effect of deep water management on dry-seeded rice. RDA. J. Agri. Sci. 37(2):40-46.
14. 李鍾薰, 太田保夫. 1970. 水稻地上部의 形質에 미치는 根의 役割에 關한 研究. 第3報. 要所別 根의 生態와 稈基의 굵기 및 1穗穎花數의 關係. 日作紀. 39:500-504.
15. Mauk C.S and Larry D. Noodon. 1983. Cytokinin control of mineral nutrient redistribution between the foliage and seeds in soybeen explants. Plant Physiol. 72, Suppl. 167:p.43.
16. 中村喜彰, 村涼頁 治比古, 涉澤榮, 桶姆. 1986. 續水稻の湛水土壤中直播栽培 一第2葉身 長と穗長. 一穗米刃 數の關係. 農業及園藝 61(7):851-854.
17. 大江直道, 星川清親, 後藤雄佐. 1991. 段階的深水處理が分げつ期の水稻の生長に及ぼす影響. 日作紀 60(別 1 號):23-24.
18. Seg G.S, J.Y Lee, S.Y Kim and Ota Yasuo. 1983. Studies of physiological action of chemicals to increase in ripening of rice plant-Ⅱ. Investigation of chemical effect and ripeness of rice plant. KJCS 28(2):189-194.
19. 高橋涉, 渡邊徹, 山本良孝, 川口祐男. 1990. 深水處理がコシヒカリの莖質に及ぼす影響. 日作紀 59(別 1 號):264-265.
20. Yun S.H, J.S Yoon, G.L Ryu, C.K Park and G.S Chung. 1991. Varietal Differences in days required to leaf expansion, leaf number on main culm, and days to heading of rice under cold water flow system. KJCS 36(3):214-219.