

개발초기 간척답의 관개용수량 산정에 관한 연구

Irrigation Water Requirements of Unripened Reclaimed Paddy Fields

손재권* · 구자용* · 최진규*

* 전북대학교 농과대학 농공학과(농업과학기술연구소)

Son, Jae-Gwon* · Koo, Ja-Woong* · Choi, Jin-Kyu*

* College of Agriculture(Agri. Science & Tech. Institute),
Chonbuk National University

--- ABSTRACT ---

In order to plan the effective irrigation project in unripened reclaimed paddy fields, the estimation of criteria of irrigation water requirements for the normal growth of crops is very important. This study was carried out to determine the leaching requirements before cultivating crops, the consumptive use of water by the growth of crops, and preventive water requirements of resalinization during the growth period in unripened reclaimed paddy fields.

The irrigation water requirements in good permeable soils were estimated as 2,530mm for culvert treatment(S1CW3) and 3,080mm for non-culvert treatment(S1NW4), which were 1.8 times and 2.4 times as high as the irrigation water requirements in common rice fields, respectively. And, in case of poor permeable soils, 3,360mm for culvert treatment(S2CW4) and 3,580mm for non-culvert treatment(S2NW4) were estimated, which were 2.5 times and 2.8 times higher than the normal irrigation water requirements, respectively.

1. 서론

우리나라는 국토의 약 3분의 2인 65%가 산지로 이루어져 토지자원이 매우 부족한 실정이다. 그럼에도 불구하고 지난 10년동안 산업용지, 주택용지, 도로용지 등 타 용도로 매년 약 22,000ha씩 총 220,000ha의 소중한 농지가 타용도로 전용되어 감소되었고³⁾, 앞으로도 계속해서 농지가 줄어들 가능성이 많다고 볼 수 있다. 농지면적의 감소뿐만 아니라, 쌀을 비롯한 식량의 자급도 하락, 기상이변, 국제 쌀 시장의 취약성, 통일 시대를 대비한 식량의 확보 등 여러 가지 우리의 입장에서 보면 개간이나 간척과 같은 사업을 통해 새로운 농지를 창출하여 안정적인 식량자급을 이루는 것이 그

무엇보다도 중요하다고 볼 수 있다.

새로운 농지의 창출을 위해서는 개간과 간척사업 등을 실시해야 한다. 우리의 여건상 산지를 개량하는 개간보다는 서남해안의 풍부한 간척자원을 대상으로 하는 친환경적 간척사업의 시행으로 조성되는 농지에 관심을 가져야 한다고 볼 수 있다.

조성된 간척지 농지를 효율적으로 활용하기 위해서는 개발초기의 고염도 간척지 토양에 대한 제염이 선행되어야 한다. 개발초기 간척지 토양의 제염방법에는 물관리, 토양관리, 배수시설에 의한 방법 및 생물학적, 화학적 방법 등 여러 가지가 들 수 있다. 이들 방법 중 제염용수량을 충분히 확보할 수 있다면 물관리에 의한 제염방법이 초기 간척영농을 실현을 위한 가장 효율적인 방법이라 할 수 있다.

물 관리 방법에 의하여 고염도 간척지토양을 제염시켜서 농업생산성이 높은 간척농지로 활용하기 위해서는 개발초기의 간척담에서 작물생육을 원활하게 할 수 있는 적절한 관개용수량을 산정하기 위한 기준이 정립되어야 한다. 이러한 기준을 정립한다는 것은 개발초기의 효율적인 관개계획을 수립하기 위해서는 반드시 선행되어야 할 중요한 일이라 판단된다. 그러나 아직까지 손^{7,8,9)} 등의 일부 연구외에는 개발초기 간척담에서 제염용수량(용탈용수량), 및 작물생육기간중 재염화방지용수량, 생육시기별 소비수량 등을 고려하여 관개용수량을 산정하기 위한 체계적이고 합리적인 시험은 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 Lysimeter 시험포장을 설치하고 작물생육시험을 수행하여 개발초기의 고염도 간척담에서 작물재배전의 제염용수량, 벼 생육기간중 근역의 염분집적에 의해 작물의 정상생육을 저해할 정도로 염분농도가 상승하는 것을 방지하기 위해 담수심의 증가, 환수 등에 필요한 재염화방지용수량, 벼 생육시기별 소비수량 등을 결정하고, 이를 토대로 벼의 정상생육을 위한 관개용수량 산정기준을 정립하여, 개발초기 고염도 간척담의 효율적인 관개계획수립을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 공시토양의 선정 및 이화학적 특성

가. 공시토양의 선정

우리나라 서남해안 간척지구를 대상으로 현지답사를 실시하고, 토양분석을 통하여 전북 새만금지구(계화도)의 투수양호토양(S1)과, 부창지구 고창군 부안면 상포리의 토양을 투수불량토양(S2)의 공시토양으로 선정하였다. 또한 대비구의 토양(SC)은 전북 익산시 화산면의 일반담에서 채취하였다.

나. 공시토양의 이화학적 특성

1) 토양의 물리적 특성

가) 입도분석

공시토양의 입도분석은 비중계 및 체분석 방법⁶⁾을 이용하여 실시하고, 미국농무성(USDA)의 입도조성에 의한 삼각분류법¹³⁾에 의거 토성을 분류하였다.

나) 용적밀도, 입자밀도, 공극율 및 포화도

공시토양의 물리적 성질중 용적밀도는 USDA의 토양분석법에 의거 Core sample을 사용하여 구하고, Pycnometer를 이용한 직접측정법으로 입자밀도를 구하여 공극율을 산정하였다. 또한, 포화도는 토양포화반죽의 수분함유율로 표시하였다.

2) 토양의 화학적 특성

가) 산도(pH) 및 전기전도도(EC)

화학적 특성중 산도(pH) 및 전기전도도는 산도측정기(TOA CM-20S) 및 전기전도도기 측정기(TOA CM-20S)를 사용하여 토양의 포화추출액으로부터 측정하였다.

나) 주요양이온

공시토양에 함유되어 있는 주요양이온중 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg)은 EDTA적정법, 칼륨(K)과 나트륨(Na)은 F.E.S법을 이용하여 측정하였으며, 양이온교환용량(C.E.C)은 AOAC-ASTM방법을 이용하였다.

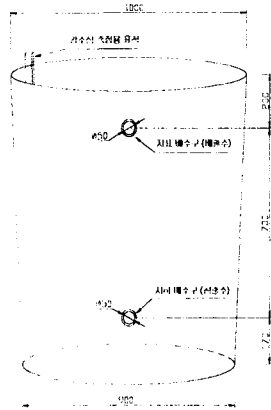
2. Lysimeter 시험포장의 설치 및 처리구의 배치

가. 시험포장의 설치

본 시험을 위해 시험포장은 간척지 토양을 이화학적 특성에 따라 투수양호토양과 투수불량토양 등 2종류로 대별하고, 장비(백호 및 덤프)를 이용 간척지 토양을 현지에서 채취하여 관리가 용이하고 포장 및 시험구의 설치 등이 비교적 양호하다고 볼 수 있는 전북대학교 농과대학 실험실습포장에 운반한 뒤 설치하였다.

시험포장은 길이 33.0m x 폭 9.5m 크기의 강우차단시설(Vinyl House) 1동을 설치하고, 여기에 간척지의 토양특성별로 총 54조(처리구 48조, 대비구 6조)의 Lysimeter를 설치하였다. Lysimeter 1조의 규모는 <Fig. 1>에서 보는 바와 같이 상단부의 직경 1.0m(하단 0.9m), 깊이 1.0m의 원통형 단면이

다. 각 Lysimeter중 암거구(27조)는 지표에서 60cm 깊이에 직경 50mm의 유공주름관에 필터를 씌운 암거를 설치하였고, 지표면에 직경 50mm PVC배수구를 설치하였다. 무암거구(27조)는 지표면과 지표에서 60cm깊이에 배출구만을 설치하였다. 한편 시험포장 내에는 제염 및 관개용수공급용 관정 1공을 굴착하였다.



(Fig. 1) Cross section of experimental lysimeter

나. 처리구의 배치

토양특성별 처리구는 간척지 토양의 이화학적 특성에 따라 투수양호토양(S1)과 투수불량토양(S2)의 간척지토양 2처리 및 일반토양 대비구(SC)(미사질양토 : SiL) 1처리로 분류하였다. 토양특성별로 분류된 것(S1, S2, SC)을 다시 암거설치별(C, N), 물관리방법별(R, N), 제염용수량별(W1~W4)로 암거처리구(투수양호 12조, 투수불량 12조) 24조, 암거무처리구(투수양호 12조, 투수불량 12조) 24조 등 48조, 대비구 암거구(3조), 무암거구(3조)등 6조로 분류하여 총 54조를 배치하였다.

S1C는 투수양호토양으로서 암거설치시험구, S2C는 투수불량토양으로서 암거설치시험구, S1N은 투수양호토양으로서 무암거시험구, S2N은 투수불량토양으로서 무암거시험구, S1C~S2N뒤의 첨자 W1~W4는 물관리방법별 처리구로서 W1은 제염용수량 480~1,440mm, W2는 720~1,680mm. W3는 88

0~1,840mm, W4는 1,160~2,120mm를 나타낸 것이며 맨 뒤의 첨자 1,2,3은 3반복을 의미한다. 또한 SCC는 일반토양 중 암거설치시험구, SNC는 일반토양 중 무암거시험구이다.

3. 작물재배전 토성별 제염용수량 결정

가. 제염과정중 토양의 전기전도도(EC) 및 산도(pH)의 측정

작물생육시험전 작물의 정상생육이 가능한 염분농도에 이르기까지 필요한 제염용수량(용탈용수량)을 결정하기 위하여 이양전에 토성별·물관리방법별로 제염작업을 실시하고, 제염기간동안 총 792점의 토양시료를 채취하여 제염과정중 토양의 EC 및 pH를 측정하였다.

나. 작물재배전 토성별 제염용수량 결정

작물재배전 토성별 제염용수량을 결정하기 위하여 토성과 암거설치 유무에 따라 4가지 시험구(S1C, S1N, S2C, S2N)로 나누고 각 시험구마다 침출수량 및 공급수량을 달리하는 4가지 처리(W1, W2, W3, W4)로 구분하여 침출법과 수세법을 병행해서 제염작업을 실시하였다.

4. 벼생육기간중 재염화방지용수량 및 소비수량 조사

개발초기 고염도 간척지의 관개용수량 산정을 위해 벼생육기간중 재염화방지용수량과 간척지 벼의 소비수량을 결정하기 위해, 1차 작물생육시험을 '98년 6월 5일 Lysimeter시험포장에 비교적 간척지에서 많이 재배되고 있다고 볼 수 있는 계화벼(재식밀도 30x15cm)¹⁾를 이양 하여 표준 경종법^{5,10)}에 의거 10월 7일 수확시까지 4개월에 걸쳐 실시하였다. 또한 보다 정확한 자료를 도출하기 위해 2차 작물생육시험을 '99년 6월 3일에 이양한 후 '99년 9월 29일 최종 수확시까지 실시하였다.

가. 재염화방지용수량 조사

벼생육기간중 근역의 염분집적에 의해 작물의 정상생육을 저해할 정도로 염분농도가 상승하는 것을 방지하기 위하여 소비수량 외에 담수심의 증가, 담수상태의 물을 배출구를 통해 배출시킨 후 일정한 간격으로 관개수를 재공급하는 환수 등에 필요한 용수량을 재염화방지용수량¹²⁾이라 정의하고, 벼생육기간중 재염화방지용수량을 추정하기 위한 자료로 이용하기 위하여 1, 2차 벼생육시험기간중 환수시 배출수의 염분농도를 측정하였다.

나. 간척지 벼의 소비수량 조사

일반적으로 단위에서 정상적인 벼의 생육에 필요한 소비수량은 감수심(증발산량+침투량)에 재배관리용수량을 더하여 산정¹¹⁾되어지는 바, 벼의 재배에 필요한 용수량을 산정하기 위하여 1차년도에 비하여 정상적으로 생육이 이루어진 '99년도 2차 벼생육시험에서 측정된 일별 감수심 자료를 이용하였으며, 논에서 벼의 재배관리상 필요한 재배관리용수량은 관례에 따라 감수심의 20%로 가정하였다.

5. 벼의 수확량 조사

개발초기 간척담의 벼수확량을 토성별 암거처리 유무에 따른 처리구 및 환수처리에 의한 물관리방법에 따른 처리구별로 조사하기 위하여 수확한 벼를 건조한 후 10a당 백미 수확량으로 환산하여, 토성별, 환수처리에 의한 물관리방법별로 비교·분석하였다.

가. 토성별 수확량 조사

작물재배전 제염용수량을 산정할 때와 마찬가지로 토성과 암거설치 유무에 따라 4가지 시험구(S1C, S1N, S2C, S2N)로 나누고 각 시험구마다 제염용수량을 달리하는 4가지 처리구(W1, W2, W3, W4)로 구분하여 투수양호토양과 투수불량토양으로 구분하여 수확량을 조사하였다.

수확된 벼는 생체중을 측정하고, 15일간 건조한 후 정미한 중량을 측정하여 일반조건 하에서 재배한 결과치와 비교하였으며, 염해에 의한 수확량 감소를 파악하였다.

나. 환수처리에 의한 물관리방법별 수확량 조사

제염시험결과 작물생육이 가능한 정도로 충분한 제염이 이루어진 투수성 토양의 암거시험구(S1CW3)와 무암거시험구(S1NW4) 및 불투수성토양의 암거시험구(S2CW4)와 무암거시험구(S2NW4)에서 환수처리에 의한 물관리방법별 벼수확량을 조사하여 분석하였다.

6. 개발초기 고염도 간척담의 관개용수량 산정

일반담의 관개용수량은 작물생육에 필요한 물을 공급하는데 소요되는 용수량을 의미하지만, 염분농도가 높은 간척담에 있어서의 관개용수량은 작물생육에 소비되는 소비수량 외에도 고염도 간척담의 정상생육이 가능한 정도까지 제염하는데 필요한 제염용수량과 벼생육기간중 근역의 염분집적에 의한 표토층의 염분상승을 방지하기 위한 재염화방지용수량까지 포함한다.

따라서 소비수량, 제염용수량 및 재염화방지용수량의 추정자료를 이용해서 개발초기 고염도 간척담의 관개용수량을 [관개용수량] = [소비수량] + [제염용수량] + [재염화방지용수량]의 관계를 적용하여 토성별·물관리방법별 적정 관개용수량을 산정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양특성

가. 물리적 특성

간척지 현지 답사와 예비조사 등을 통하여 우리나라 간척지 및 간척지 토양²⁾으로서 대표성이 있다고 볼 수 있어 공시토양으로 선정된 시험포장 토양에 대한 토양의 물리적 특성을 조사 분석한 결과 <Table 1>에서 보는 바와 같이 투수가 양호할 것으로 판단되는 S1토양은 실트 51.9%, 점토 7.2%인 미사질양토(SiL), 투수가 잘되지 않을 것으로 판단되는 S2토양은 실트와 점토의 함유량이 각각 85.1%, 11.5%인 미사토(Si)로 나타났다. 또한 일반토양을 사용한 대비구인 SC는 실트 70.8%, 점토 7.4%, 모

〈Table 1〉 Physical properties of the experimental field soils

Soil sample	Bulk density	Partical density	Porosity (%)	Saturation percentage (%)	Mechanical composition(%)			Soil texture
					Sand	Silt	Clay	
S1	1.35	2.64	48.9	47.3	40.9	51.9	7.2	Silt loam(SiL)
S2	1.35	2.63	48.7	57.0	3.4	85.1	11.5	Silt(Si)
SC	1.31	2.66	50.8	49.5	21.8	70.8	7.4	Silt loam(SiL)

〈Table 2〉 Chemical properties of the experimental field soils

Soil sample	Exchangeable cation(cmol/kg)				CEC (cmol/kg)	ESP(%)	EC (dS/cm)	pH
	Ca	Mg	Na	K				
S1	1.4	2.3	4.2	1.1	10.4	40.4	25.3	7.7
S2	1.3	2.5	4.7	1.2	11.0	42.7	24.8	7.6
SC	4.7	3.8	0.3	0.8	12.5	2.4	0.2	7.3

래의 함유량이 21.8%인 미사질양토(SiL)로 분류되었다.

나. 화학적 특성

공시토양의 화학적 특성을 조사 분석한 결과 〈Table 2〉에 나타난 바와 같이 투수양호토양인 S1 토양은 제염전 초기 염분농도가 25.3dS/m, 산도 pH 7.7, 나트륨함량 4.2cmol/kg, 교환성나트륨백분율이 40.4% 각각 나타났고, 투수불량토양인 S2토양은 초기염분농도 24.8dS/m, pH 7.6, 나트륨함량 4.7cmol/kg, 교환성나트륨백분율이 42.7%로 조사되어 개발초기 간척지 토양의 특성 범위내에 있는 것으로 나타나 왔다. 한편, 일반토양인 대비구토양(SC)은 EC 0.2dS/m, pH 7.3, 나트륨함량이 0.3cmol/kg 등으로 분석되었다.

2. 작물재배전 토성별 · 물관리 방법별 제염용수량 결정

가. 작물생육시험전 제염과정중 토양의 전기전도도(EC) 및 산도(pH)의 측정

작물의 정상생육이 가능한 염분농도 이하가 될 때까지 필요한 제염용수량을 결정하기 위하여 6회에 걸쳐 총 792점의 토양시료를 채취하여 제염과정중 토양의 EC 및 pH를 측정하였다.⁷⁾

나. 작물재배전 토성별 제염용수량 결정

토성과 암거설치 유무에 따라 4가지 시험구(S1C, S1N, S2C, S2N)로 나누고 각 시험구마다 침출수량 및 공급수량을 달리하는 4가지 처리(W1, W2, W3, W4)로 구분하여 침출법과 수세법을 병행해서 물관리 처리별로 투수양호토양(S1)에서는 4~11회, 투수불량토양(S2)에서는 7~14회의 제염작업을 실시하였다.

제염전 토양의 초기 염분농도(포화추출액의 전기전도도)는 S1 토양의 경우 25.3dS/m 이고, S2 토양의 경우 24.8dS/m 이었다.

각 처리구에서 제염을 위해 공급한 수량은 토성과 암거설치 유무에 따라 물관리방법별로, S1C, S1N, S2C, S2N 시험구의 W1~W4 처리구에서 각각 480~1,440mm, 720~1,680mm, 880~1,840mm, 1,160~2,120mm 이었다.

투수양호토양과 투수불량토양에서 암거설치 유무에 따라 제염진행중 제염을 위해 공급하는 수량을 달리하는 물관리방법별로 제염효과를 살펴보면 〈Table 3〉과 〈Table 4〉에서 보는 바와 같다.

제염전 초기염분농도가 25.3dS/m인 투수양호토양 암거처리구(S1CW)의 경우는 제염수량을 480mm(S1CW1), 800mm(S1CW2), 1,120mm(S1CW3), 1,440mm(S1CW4)까지 공급했을때, 비수확량에 영향을 미치지 않는 한계염분농도의 기준치라 할 수 있는 3.0dS/m 이하¹⁾로 나타난 처리구는 S1CW3 및 S1CW4 처리구로서 근역토양

(Table 3) Changes of salinity in soils on increase of supplying water leaching (Unit : dS/m)

Treatment pots		Early value (Before desalini- zation)	Leaching water and supply water(mm)												Total (mm)		
Soil texture	Code		Leaching method				Rinsing method										
			80	80	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160			
Good permeable	Culvert pot	S1CW1	25.3	15.1	11.3	8.5	6.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	480
		S1CW2	"	16.0	11.5	8.9	7.0	5.7	4.7	-	-	-	-	-	-	-	800
		S1CW3	"	14.7	11.7	8.9	6.6	5.5	4.3	3.2	2.6	-	-	-	-	-	1,120
		S1CW4	"	14.5	11.1	8.3	6.4	5.1	4.0	3.0	2.1	1.5	1.1	-	-	-	1,440
	Non-culvert pot	S1NW1	"	14.9	-	12.1	10.2	8.7	7.7	-	-	-	-	-	-	-	720
		S1NW2	"	15.3	-	12.4	10.7	8.9	7.8	6.7	5.8	-	-	-	-	-	1,040
		S1NW3	"	16.2	-	13.0	11.0	9.3	8.0	6.5	5.5	4.7	4.0	-	-	-	1,360
		S1NW4	"	16.0	-	12.8	10.8	9.2	7.6	6.3	5.4	4.6	3.9	3.4	3.0	-	1,680

(Table 4) Changes of salinity in soils on increase of supplying water leaching (Unit : dS/m)

Treatment pots		Early value (Before desalini- zation)	Leaching water and supply water(mm)														Total (mm)	
Soil texture	Code		Leaching method				Rinsing method											
			40	40	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160		
Poor permeable	Culvert pot	S2CW1	24.8	19.1	16.7	13.9	11.8	10.2	8.9	7.8	-	-	-	-	-	-	-	880
		S2CW2	"	18.7	16.2	13.1	11.3	9.6	8.4	7.4	6.5	5.7	-	-	-	-	-	1,200
		S2CW3	"	18.8	16.4	13.2	11.3	9.7	8.3	7.5	6.7	5.9	5.2	4.5	-	-	-	1,520
		S2CW4	"	18.5	15.5	12.9	11.0	9.4	8.0	7.1	6.2	5.4	4.7	4.1	3.5	2.9	-	1,840
	Non-culvert pot	S2NW1	"	19.7	-	16.6	14.5	13.1	11.8	10.4	9.2	8.1	-	-	-	-	-	1,160
		S2NW2	"	19.5	-	16.3	14.2	12.8	11.3	10.0	8.9	7.9	7.0	6.2	-	-	-	1,480
		S2NW3	"	20.0	-	16.8	14.4	12.9	11.4	10.1	9.0	7.9	7.1	6.3	5.5	4.7	-	1,800
		S2NW4	"	19.8	-	17.0	14.6	13.1	11.3	9.9	8.7	7.6	6.6	5.7	5.0	4.2	3.5	2.8

의 염분농도가 각각 2.6dS/m, 1.1dS/m까지 감소하였다. 여기에서 관개용수량, 제염기간 및 경제성 등을 감안하면 투수양호토양에서 암거를 설치하는 경우 한계염분농도 이하로 될 때까지의 소요기간중 제염용수량은 S1CW3처리구의 약 1,100mm로 추정되었다.

또한 투수양호토양 암거무처리구(S1NW)의 경우는 제염용수량을 720mm(S1NW1), 1,040mm(S1NW2), 1,360mm(S1NW3), 1,680mm(S1NW4)까지 공급했을 때, 근역토양의 염분농도가 S1NW4에서만 3.0dS/m로 감소하여 벼수확량에 영향을 미치지 않는 한계염분농도 이하로 되는 것은 S1NW4 처리구

로 나타났다. 따라서 투수양호토양에서 암거를 설치하지 않는 경우의 제염용수량은 S1NW4 처리구의 약 1,700mm로 추정되었다.

한편 제염전 표토층의 초기염분농도가 24.8dS/m인 투수불량토양의 경우 암거처리구(S2CW)에서 제염용수량이 880mm(S2CW1), 1,200mm(S2CW2), 1,520mm(S2CW3), 1,840mm(S2CW4)로 될 때까지 공급하여 제염작업을 실시했을 때의 염분농도는 S2CW4에서 2.9dS/m로 감소하였다. 또한 암거무처리구(S2NW)에서는 제염용수량을 1,160mm(S2NW1), 1,480mm(S2NW2), 1,800mm(S2NW3), 2,120mm(S2NW4)까지 공급하였을 때의 염분농도 역시 S2CW4에서만

<Table 5>Changes of salinity in drainage water during the rice growing period('98 : 1st year)

(Unit : dS/m)

Treatment pots		Exchanging water requirements															Total		
Soil texture	Code	30	50	30	30	50	50	50	50	50	30	30	30	20	20	20	(mm)		
		6/10	6/17	6/24	7/1	7/8	7/15	7/22	7/29	8/5	8/12	8/19	8/26	9/2	9/9	9/16			
Good permeable	Culvert	S1CW31	1.5	-	-	1.3	-	-	1.0	-	-	0.8	-	-	0.6	-	0.5	180	
		S1CW32	1.6	-	1.3	-	1.0	-	0.8	-	-	-	0.5	-	0.4	-	0.3	280	
		S1CW33	1.5	1.2	1.2	1.0	0.9	0.8	0.6	0.6	0.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	540	
	Non-culvert	S1NW41	1.7	-	-	1.4	-	-	1.1	-	-	0.9	-	-	0.7	-	0.7	180	
		S1NW42	1.8	-	1.5	-	1.2	-	1.0	-	0.8	-	0.7	-	0.5	-	0.4	280	
		S1NW43	1.6	1.3	1.2	1.2	1.0	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	540	
	Poor permeable	Culvert	S2CW41	2.3	-	-	2.0	-	-	1.7	-	-	1.5	-	-	1.3	-	1.2	180
			S2CW42	2.1	-	1.7	-	1.5	-	1.3	-	1.2	-	1.0	-	0.9	-	0.8	280
			S2CW43	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	540
Non-culvert		S2NW41	2.2	-	-	2.0	-	-	1.7	-	-	1.5	-	-	1.4	-	1.3	180	
		S2NW42	2.1	-	1.9	-	1.7	-	1.4	-	1.3	-	1.1	-	1.0	-	1.0	280	
		S2NW43	2.2	2.0	1.8	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	540	

<Table 6> Changes of salinity in drainage water during the rice growing period('99 : 2nd year)

(Unit : dS/m)

Treatment pots		Exchanging water requirements															Total	
Soil texture	Code	30	50	30	30	50	50	50	50	50	30	30	30	20	20	20	(mm)	
		6/12	6/19	6/26	7/2	7/10	7/16	7/24	7/30	8/7	8/14	8/21	8/28	9/3	9/10	9/17		
Good permeable	Culvert	S1CW31	1.6	-	-	1.4	-	-	1.0	-	-	0.7	-	-	0.6	-	0.6	180
		S1CW32	1.5	-	1.0	-	1.0	-	0.7	-	0.5	-	0.4	-	0.4	-	0.3	280
		S1CW33	1.5	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	540
	Non-culvert	S1NW41	1.7	-	-	1.4	-	-	1.0	-	-	0.6	-	-	0.5	-	0.5	180
		S1NW42	1.6	-	1.2	-	1.1	-	0.7	-	0.5	-	0.4	-	0.4	-	0.4	280
		S1NW43	1.7	1.3	1.1	1.0	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	540
Poor permeable	Culvert	S2CW41	5.2	-	-	4.5	-	-	3.7	-	-	3.2	-	-	2.4	-	2.3	180
		S2CW42	5.2	-	3.8	-	3.9	-	3.1	-	2.8	-	2.4	-	2.1	-	2.0	280
		S2CW43	5.0	3.3	2.9	2.6	2.7	2.2	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.5	1.4	540
	Non-culvert	S2NW41	6.4	-	-	5.5	-	-	5.4	-	-	4.8	-	-	4.8	-	4.3	180
		S2NW42	6.0	-	4.5	-	4.7	-	4.2	-	3.9	-	3.8	-	3.4	-	3.2	280
		S2NW43	6.1	5.1	4.2	3.5	3.6	3.2	2.8	2.5	2.4	2.1	2.0	2.2	2.3	2.1	1.9	540

2.8dS/m로 기준치 이하로 감소하였다. 이 시험결과로부터 투수불량토양의 경우 비수확량에 영향을 미치지 않는 한계염분농도 이하로 감소시킬 수 있는 재염용수량을 판단해 보면, 암거처리구에서는 S2CW4 처리구의 약 1,800mm, 암거무처리구에서는 S2NW4 처리구의 약 2,100mm로 추정되었다.

간척 초기 고염도 간척지의 재염화방지용수량 및 소비수량 산정을 위해 '98~'99년까지 2차에 걸쳐 수행된 비생육기간중 시험결과를 분석하면 다음과 같다.

3. 비생육기간 중 재염화방지용수량 및 소비수량 조사

가. 비생육기간중 재염화방지용수량의 조사

비생육기간 중 근역의 염분집적에 의해 작물의 정상생육을 저해할 정도로 염분농도가 상승하는 것을

방지하기 위한 재염화방지용수량의 추정을 위한 시험구는 한계염분농도 기준치이하(3dS/m)로 제염된 투수양호토양의 S1CW3, S1NW4시험구와 투수불량 토양의 S2CW4, S2NW4시험구로 하였다. 이를 위해 1, 2차 벼생육시험기간중 환수시 배출수의 염분농도를 측정하였다. <Table 5> 및 <Table 6>은 그 결과를 정리한 것이다.

<Table 5>는 '98년 1차 제염시험결과 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어진 투수양호토양의 시험구 중에서 암거처리구(S1CW3)와 암거무처리구(S1NW4) 및 투수불량토양의 시험구 중에서 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어지지 않았지만, 제염효과가 가장 크게 나타난 암거처리구(S2CW4)와 암거무처리구(S2NW4)에 대한 시험결과를 분석한 것이고, <Table 6>은 '99년 2차 제염시험결과 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어진 투수양호토양의 시험구중 암거처리구(S1CW3)와 암거무처리구(S1NW4) 및 투수불량토양의 시험구중 암거처리구(S2CW4)와 암거무처리구(S2NW4)에 대한 시험결과를 분석한 것이다. 토성별·물관리방법별 S1CW3, S1NW4, S2CW4, S2NW4 각 시험구에서 재염화방지를 위하여 공급한 환수량은 3가지 환수처리별로 각각 180, 280, 540mm 이었다.

<Fig. 2> 및 <Fig. 3>은 벼생육기간중 분석대상 처리구 전체에 대하여 환수시기별로 배출수 염분농도의 변화를 비교한 것이다.

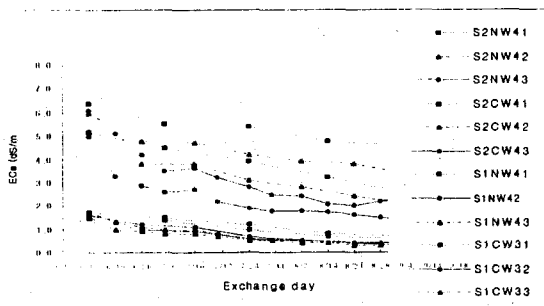
투수양호토양에서 암거를 설치하는 경우 환수 시기별 배출수 염분농도의 변화를 살펴보면 2주간격으로 환수하고, 총환수량이 280mm인 S1CW32시험구가 1차시험 및 2차시험에서 이양 1주일 후 실시한

처음 환수시 배출수의 염분농도가 각각 1.5dS/m, 1.6dS/m이었던 것이 최종낙수 직전 환수시에는 0.3dS/m로 감소하였다.

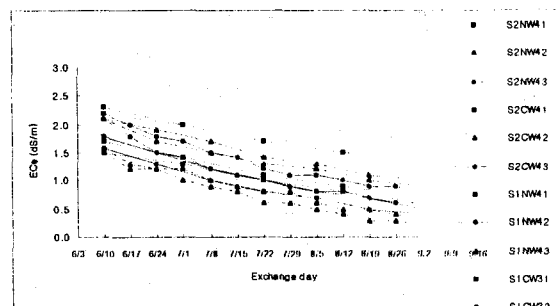
투수양호토양 암거무처리구의 경우에도 2주간격으로 환수하고, 총환수량이 280mm인 S1NW42시험구가 1차시험 및 2차시험에서 이양 1주일 후 실시한 처음 환수시 배출수의 염분농도가 각각 1.6S/m, 1.8dS/m이었던 것이 최종낙수 직전 환수시에는 0.4dS/m로 감소하였다.

투수불량토양의 경우 1차시험은 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어지지 않은 상태에서 생육시험을 수행했기 때문에 재염화방지를 위한 적정 환수량은 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어진 후 실시한 2차시험결과를 이용하여 조사하였다. 그 결과 투수불량토양에서 재염화방지를 위한 적정 환수량은 암거처리구의 경우 생육기간동안 1주간격으로 환수하고, 이양1주일 후 배출수의 염분농도가 2.1dS/m이었던 것이 최종낙수시 0.5dS/m로 감소한 S2CW43 시험구의 540mm로 추정되었고, 암거무처리구의 경우 역시 생육기간동안 1주간격으로 환수하고, 이양1주일 후 배출수의 염분농도가 2.2dS/m이었던 것이 최종낙수시 0.7dS/m로 감소한 S2NW43 시험구의 540mm로 추정되었다.

위의 결과를 종합하여 고찰하면 투수양호토양에서는 암거처리구나 암거무처리구에 관계없이 재염화방지를 위해서는 최대한 2주 간격 이내에서 환수해야 하고 생육기간동안 총 환수량은 280mm 이상이 필요한 것으로 판단되며, 투수불량토양에서도 암거처리 유무에 관계없이 최대한 1주 간격 이내로 환수해야 하고 생육기간동안 총 환수량은 540mm 이상이



<Fig. 2> Changes of salinity in drainage water by treatment pots during the rice growing period('98:1st year)



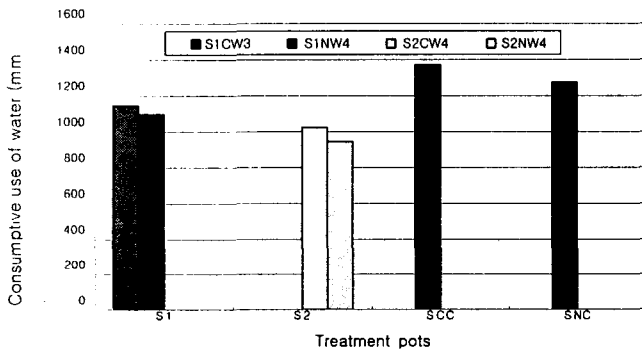
<Fig. 3> Changes of salinity in drainage water by treatment pots during the rice growing period('99:2nd year)

〈Table 7〉 Consumptive use of water during the rice growing period('99:2nd year)

(Unit : mm)

Treatment pots	Code	Fall of water depth by 10days												Total (1)	Lot-manag ement requiremen t (2)	Consumptiv e use of water (1)+(2)
		June			July			August			September					
		F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M				
Good permeabl e	Culvert	S1CW3	38	54	49	87	105	127	123	104	125	86	58	956	191	1,147
	Non-culvert	S1NW4	35	48	49	92	102	116	125	90	121	77	60	915	183	1,098
Poor permeabl e	Culvert	S2CW4	32	50	46	81	95	110	107	84	116	78	53	852	170	1,022
	Non-culvert	S2NW4	32	45	44	78	93	102	95	79	107	65	46	786	157	943
Compar ison	Culvert	SCC	43	67	72	97	120	169	132	118	146	105	74	1,143	229	1,372
	Non-culvert	SNC	40	61	63	88	113	155	126	114	137	96	65	1,058	212	1,270

필요한 것으로 판단되었다.



〈Fig. 4〉 Consumptive use of water during the rice growing period.('99:2nd year)

나. 간척지 벼의 소비수량 조사

벼의 소비수량 조사를 위해 제염시험결과 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어진 투수양호토양과 투수불량토양 및 일반답(대비구)의 암거처리구와 암거무처리구에서 이양후부터 최종 낙수시까지의 벼 생육기간 동안 매일 오전 9시에 실측한 일별 감수심을 순별로 구분하여 계산하고 재배 관리용수량과 소비수량을 산정하였다. 〈Table 7〉 및 〈Fig. 4〉는 이를 정리하여 나타낸 것이다.

벼생육기간동안 투수양호토양 암거처리구(S1CW3)에서는 총 감수심이 956mm, 암거 무처리구(S1NW4)에서는 915mm로 나타났으며, 투수불량토양 암거처리구(S2CW4)에서는 852mm, 암거무처리구(S2NW4)에서는 786mm로 나타났고, 일반토양(대

비구)의 암거처리구(SCC)에서는 1,143mm, 암거무처리구(SNC)에서는 1,058mm로 조사되어 투수불량토양에서보다 투수양호토양에서, 암거무처리구에서보다 암거처리구에서 감수심이 많은 것으로 조사되었다. 이러한 이유는 토성 및 암거설치 유무에 따라 작물의 생육상태가 달랐기 때문에 감수심의 차이가 생긴 것으로 판단된다.

토성별 암거설치 유무에 따른 처리구별 소비수량을 살펴 보면 투수양호토양 암거처리구(S1CW3)의 소비수량은 1,147mm로 대비구인 일반답 암거처리구(SCC) 1,372mm의 83.6%로 나타났으며, 투수불량토양 암거처리구(S2CW4)는 1,022mm로서 일반답 소비수량의 74.5%로 나타났다. 또한 투수양호토양 암거무처리구(S1NW4)의 소비수량은 1,098mm로서 대비구인 일반답 암거무처리구(SNC) 1,270mm의 86.5%로 조사되었으며, 투수불량토양 암거무처리구(S2NW4)의 소비수량은 943mm로 대비구인 일반답 암거무처리구의 74.3%로 조사되었다.

4. 벼의 수확량 조사

개발초기 간척답의 벼수확량을 토성별 암거처리 유무에 따른 처리구 및 환수처리에 의한 물관리방법에 따른 처리구별로 조사하기 위하여, 수확한 벼의 생체중을 측정하고 15일간 건조한 후 정미한 증량을 10a당 백미 수확량으로 환산하였으며 일반조건하에서 재배한 결과치와 비교 분석하고 염해에 의한 수확량 감소율을 파악하였다.

〈Table 8〉 Yields of rice by soil texture('98:1st year)

(Unit : kg/10a)

Soil texture		Treatment pots by leaching requirements				
		W1	W2	W3	W4	Mean
Good permeable	Culvert(S1C)	354(65.3)	397(73.2)	457(84.3)	470(86.7)	420(77.5)
	Non-culvert(S1N)	249(47.6)	285(54.5)	325(62.1)	408(78.0)	317(60.6)
Poor permeable	Culvert(S2C)	135(24.9)	161(29.7)	198(36.5)	228(42.1)	181(33.4)
	Non-culvert(S2N)	-	124(23.7)	131(25.0)	153(29.3)	136(26.0)
Comparison	Culvert(SCC)	542				
	Non-culvert(SNC)	523				

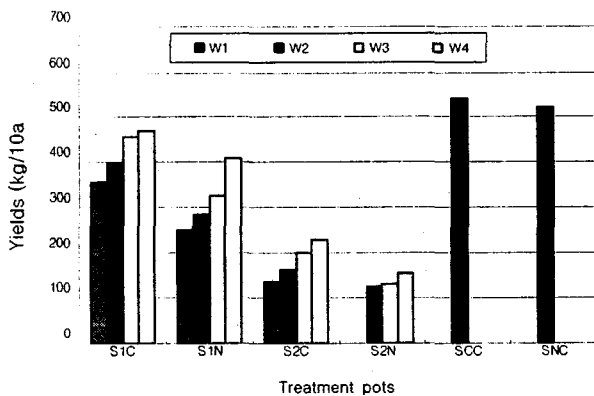
[Note] () : Yields ratio with comparison(%)

〈Table 9〉 Yields of rice by soil texture('99:2nd year)

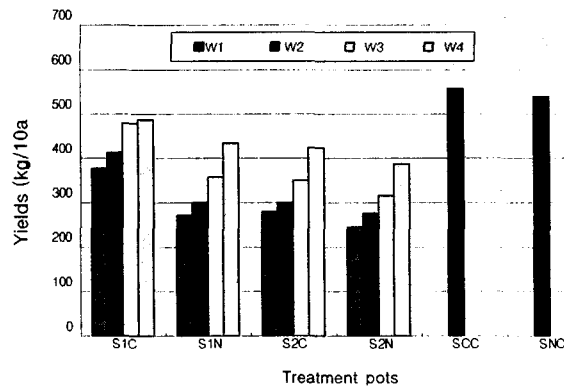
(Unit : kg/10a)

Soil texture		Treatment pots by leaching requirements				
		W1	W2	W3	W4	Mean
Good permeable	Culvert(S1C)	376(67.4)	412(73.8)	480(86.0)	488(87.5)	439(78.7)
	Non-culvert(S1N)	272(50.4)	301(55.7)	358(66.3)	433(80.2)	341(63.1)
Poor permeable	Culvert(S2C)	280(50.2)	300(53.8)	349(62.6)	424(76.0)	338(60.6)
	Non-culvert(S2N)	246(45.6)	276(51.1)	315(58.3)	387(71.7)	306(56.7)
Comparison	Culvert(SCC)	558				
	Non-culvert(SNC)	540				

[Note] () : Yields ratio with comparison(%)



〈Fig. 5〉 Yields of rice by soil texture ('98:1st year)



〈Fig. 6〉 Yields of rice by soil texture ('99:2nd year)

가. 토성별 수확량 조사

작물재배전 제염용수량을 산정할 때와 마찬가지로 토성과 암거설치 유무에 따라 4가지 시험구(S1C,

S1N, S2C, S2N)로 나누고 각 시험구마다 제염용수량을 달리하는 4가지 처리구(W1, W2, W3, W4)로 구분하여 수확량을 조사하였다.

토성별 암거처리 유무에 따른 처리구별로 수확량을 조사한 1, 2차시험결과는 <Table 8> 및 <Table 9>와 <Fig. 5>에서 보는 바와 같다.

토성 및 암거처리 유무에 따른 처리구별 1차년도 수확량 조사결과는 <Table 8>에서 보는 바와 같이 투수양호토양 암거처리구(S1C)의 경우 평균 수확량이 420kg으로 대비구인 일반담 수확량 542kg의 77.5% 정도로 모든 처리구에서 가장 크게 나타났으며, 투수불량토양 암거 처리구(S2C)의 평균 수확량 181kg에 비하면 2.3배 정도 많이 수확되었다. 또한 암거를 설치하지 않은 암거무처리구에서도 평균 수확량이 317kg인 투수양호토양(S1N)에서 136kg인 투수불량토양(S2N)에서보다 2.3배정도 많이 수확되었다. 이것은 제염작업시 투수양호토양이 투수불량토양에 비해 제염효과가 훨씬 클 뿐만 아니라 투수불량토양의 1차년도 벼재배시험을 작물생육이 가능한 정도로 충분한 제염이 이루어지지 않은 상태에서 수행했기 때문이며, 개발초기 간척담의 영농시 토성이 상당히 중요하다는 것을 보여주고 있다. 한편 같은 토성이라 할지라도 암거처리구에서 제염효과가 크기 때문에 암거무처리구에서 보다 수확량이 1.3배 정도 많았으며, 이러한 결과로 보아 간척담의 경우 암거를 설치해서 투수성 개량 등을 통해 배수를 원활히 하여 제염효과를 높이는 것이 벼의 생육에 좋은 영향을 미치는 것으로 판단된다.

작물생육이 가능한 정도로 충분한 제염이 이루어진 후 실시된 2차년도 벼재배시험후 수확량 조사결과는 <Table 9> 및 <Fig. 6>에 나타난 바와 같다. 모든 처리구 중에서 수확량이 가장 많은 경우는 1차

년도와 마찬가지로 투수양호토양 암거처리구(S1C)로서 평균 수확량이 439kg으로 나타나 대비구인 일반담 수확량 558kg의 78.7%정도로 나타났으며, 투수불량토양 암거처리구(S2C)의 평균 수확량 338kg에 비하면 1.3배 정도 많이 수확되었다. 또한 암거를 설치하지 않은 암거무처리구에서도 평균 수확량이 341kg인 투수양호토양(S1N)에서 306kg인 투수불량토양(S2N)에서보다 1.1배 정도 많이 수확되었으며, 암거설치 유무에 따라 수확량을 비교해 보면 암거처리구의 수확량이 암거무처리구의 수확량에 비해 1.1~1.3배정도 많은 것으로 조사되었다.

한편, 투수양호토양 및 투수불량토양의 암거처리구와 암거무처리구에 대한 2차년도 조사결과 나타난 수확량과 대비구인 일반담의 수확량을 비교하면 다음과 같다. 즉, 투수양호토양 암거처리구(S1CW3)의 수확량은 480kg으로 대비구(암거설치 일반담) 수확량 558kg의 86%, 암거무처리구(S1NW4)의 수확량은 433kg으로 대비구(무암거 일반담) 수확량 540kg의 80%로 조사되었으며, 투수불량토양 암거처리구(S2CW4)의 수확량은 424kg으로 대비구(암거설치 일반담) 수확량 558kg의 76%, 암거무처리구(S2NW4)의 수확량 387kg은 대비구(무암거 일반담)수확량 540kg의 약72%로 나타났다.

나. 환수처리에 의한 물관리방법별 수확량 조사

1차년도에 실시한 벼재배시험에서는 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어진 투수양호토양의 암거처리구(S1CW3)와 암거무처리구(S1NW4) 및 불투

<Table 10> Yields of rice by water management method by exchange water treatment('98:1st year)

(Unit : kg/10a)

Soil texture		Treatment by exchanging water requirements					
		W31	W32	W33	W41	W42	W43
Good permeable	Culvert(S1CW3)	432(79.7)	466(86.0)	473(87.3)	-	-	-
	Non-culvert(S1NW4)	-	-	-	384(73.4)	414(79.2)	425(81.3)
Poor permeable	Culvert(S2CW4)	-	-	-	211(38.9)	227(41.9)	246(45.4)
	Non-culvert(S2NW4)	-	-	-	137(26.2)	151(28.9)	172(32.9)
Comparison	Culvert(SCC)	542					
	Non-culvert(SNC)	523					

[Note] () : Yields ratio with comparison(%)

(Table 11) Yields of rice by water management method by exchange water treatment('99:2nd year)
(Unit : kg/10a)

Soil texture		Treatment by exchanging water requirements					
		W31	W32	W33	W41	W42	W43
Good permeable	Culvert(S1CW3)	462(82.8)	483(86.6)	495(88.7)	-	-	-
	Non-culvert(S1NW4)	-	-	-	408(75.6)	437(80.9)	454(84.1)
Poor permeable	Culvert(S2CW4)	-	-	-	407(72.9)	420(75.3)	445(79.7)
	Non-culvert(S2NW4)	-	-	-	373(69.1)	382(70.7)	406(75.2)
Comparison	Culvert(SCC)	558					
	Non-culvert(SNC)	540					

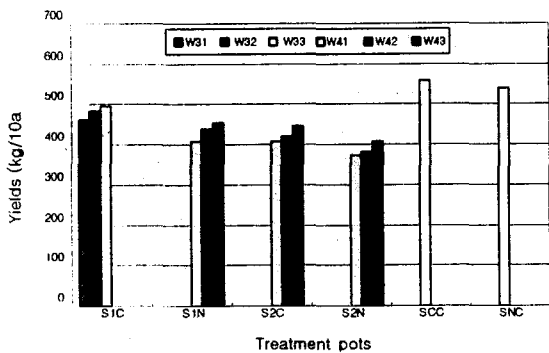
[Notel () : Yields ratio with comparison(%)]

수성토양의 시험구 중에서 작물생육이 가능한 정도로 제염이 이루어지지 않는 것만 제염효과가 가장 크게 나타난 암거 처리구(S2CW4)와 암거무처리구(S2NW4)에서 환수처리에 의한 물관리방법별 벼수확량을 조사하였고 그 결과는 <Table 10> 및 <Fig. 7>에서 보는 바와 같다. 2차년도에 비재배시험에서는 작물 생육이 가능한 정도로 충분한 제염이 이루어진 투수양호토양의 암거처리구(S1CW3)와 암거 무처리구(S1NW4) 및 투수불량토양의 암거처리구(S2CW4)와 암거무처리구(S2NW4)에서 환수처리에 의한 물관리방법별 벼수확량을 조사하였고 그 결과를 <Table 11> 및 <Fig. 8>에 나타냈다.

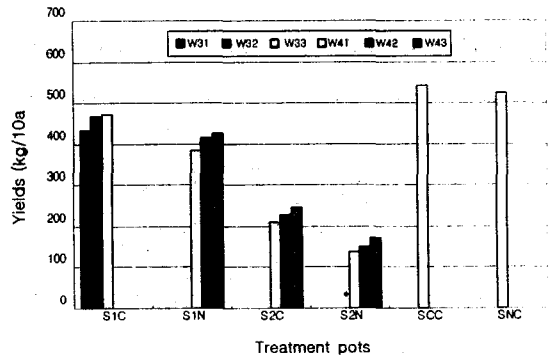
<Table 10> 및 <Table 11>에서 W31 및 W41은 생육기간중 3주 간격, W32 및 W42는 2주 간격, W33 및 W43은 1주 간격으로 환수한 처리구이다.

1, 2차년도에 실시한 비재배시험의 모든 처리구에

서 환수를 자주 할수록 수확량이 증가하였지만, 투수양호토양에서 환수처리에 의한 물관리방법별 벼수확량의 증가 경향을 살펴 보면 암거처리구나 암거무처리구에서 모두 1주일 간격과 2주일 간격으로 환수한 처리구의 수확량에는 큰 차이가 없었지만 3주일 간격으로 환수한 처리구의 수확량은 1, 2주 간격으로 환수한 처리구에 비해 상대적으로 수확량이 적게 조사되었다. 따라서 투수양호토양에서는 전술한 재염화방지용수량을 결정할 때와 마찬가지로 노동력과 관개용수 절약 측면에서 적정 환수시기를 2주일 간격으로 하는 것이 타당하리라고 판단되었다. 그러나 투수불량토양에서는 암거처리구나 암거무처리구에서 모두 환수 간격을 짧게 할수록 어느 정도 차이를 두고 수확량이 증가하였으며, 1주일 간격으로 환수한 처리구의 수확량이 2, 3주 간격으로 환수한 처리구의 수확량에 비해 상대적으로 많이 조사되었다. 그



(Fig. 7) Yields of rice by water management method by exchange water treatment(' 98:1st year)



(Fig. 8) Yields of rice by water management method by exchange water treatment(' 99:2nd year)

러므로 투수불량토양에서는 수확량을 증가시키기 위해서 적정 환수시기를 1주 이내의 간격으로 하는 것이 바람직한 것으로 조사되었다.

5. 개발초기 고염도 간척답의 관개용수량 산정

일반답의 관개용수량은 작물생육에 필요한 물을 보충하는데 소요되는 용수량을 의미하지만, 염분농도가 높은 간척답에 있어서 관개용수량은 작물생육에 소비되는 소비수량 외에도 고염도 간척답의 정상생육이 가능한 정도까지 제염하는데 필요한 제염용수량과 벼생육기간중 근역의 염분집적에 의한 표토층의 염분상승을 방지하기 위한 재염화방지용수량까지 포함한다.

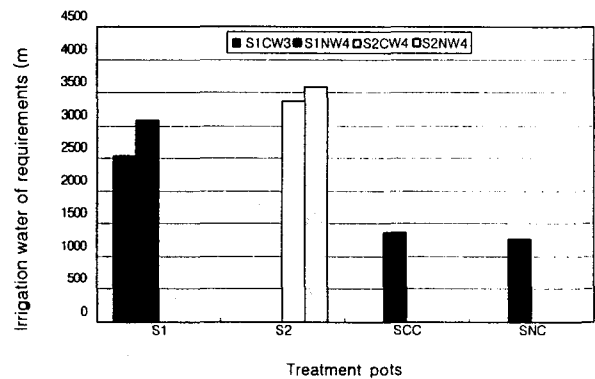
따라서 소비수량, 제염용수량 및 재염화방지용수량의 추정자료를 이용해서 개발초기 고염도 간척답의 관개용수량을 [관개용수량] = [소비수량] + [제염용수량] + [재염화방지용수량]의 관계를 적용하여 토성별·물관리방법별 적정 관개용수량을 결정하였으며, 그 결과는 <Table 12> 및 <Fig. 9>에 나타난 바와 같다. 본 시험은 비가림시설(Vinyl House) 시험포장에서 실시되었기 때문에 유효우량을 관개용수량 계산에 고려하지 않았다.

가. 투수양호토양의 관개용수량

제염초기 지하침출이 비교적 양호하여 공급수량에 따른 제염효과가 크게 나타난 투수 양호토양(S1)은 제염과정중 근역토양의 염분농도가 한계염분농도 이하로 저하되어 벼생육에 커다란 영향을 끼치지 않은

것으로 나타났다. 한편 암거처리구에서는 제염과정중 투수성이 커져서 제염효과가 향상되었기 때문에 제염용수량이 적게 소요되어 암거무처리구에 비해 관개용수량이 적게 필요한 것으로 조사되었다.

벼재배전 제염방법, 벼생육기간중 관개방법 및 경제성 등을 고려하여 적정 관개용수량을 산정하기 위해 암거처리구와 암거무처리구로 구분하여 실시한



<Fig. 9> Irrigation water requirements by soil texture and treatment pots

시험자료를 분석하여 얻은 결과를 살펴보면 <Table 12>에서 보는 바와 같다. 감수심과 재배관리용수량을 고려하여 산출한 순수한 소비수량은 암거처리구(S1CW3) 1,150mm, 암거무처리구(S1NW4) 1,100mm, 침출법과 수세법을 병용하여 제염작업을 실시한 경우 소요된 제염용수량은 암거처리구 1,100mm, 암거무처리구 1,700mm, 2주간격으로 환수한 경우 재염화방지용수량은 암거 처리구와 암거무처리구에서 모두 280mm로 조사되었다. 이들

<Table 12> Irrigation water requirements by soil texture and treatment pots

Unit : mm

Treatment pots	Code	Consumptive use of water (1)	Leaching requirements (2)	Preventive water requirements of resalinization(3)	Irrigation water requirements (1)+(2)+(3)	
Good permeable	Culvert	S1CW3	1,150	1,100	280	2,530
	Non-culvert	S1NW4	1,100	1,700	280	3,080
Poor permeable	Culvert	S2CW4	1,020	1,800	540	3,360
	Non-culvert	S2NW4	940	2,100	540	3,580
Comparison	Culvert	SCC	1,370	-	-	1,370
	Non-culvert	SNC	1,270	-	-	1,270

[Note] () : Yields ratio with comparison(%)

값을 토대로 하여 산출한 관개용수량은 암거처리구(S1CW3) 2,530mm, 암거무처리구(S1NW4) 3,080mm로 추정되며, 일반담(대비구)의 관개용수량과 비교할 때 암거처리구는 일반담의 1.8배, 암거무처리구는 일반담의 2.4배 많게 산정되었다.

나. 투수불량토양의 관개용수량

투수불량토양(S2)의 경우는 불투수성 토양의 특성으로 인해 암거처리 유무에 관계없이 제염초기에 지하침출이 어려워 투수양호토양에 비해 제염효과가 낮게 나타났다. 따라서 벼생육이 활발하지 못해 소비수량은 적게 소요되었지만 반면에 제염용수량과 재염화방지 용수량은 많이 소요되어 관개용수량은 상대적으로 많이 필요한 것으로 추정되었다. 투수불량토양에서도 투수양호토양에서와 같이 암거처리구에서 제염과정중 투수성이 커져서 제염효과가 향상되었기 때문에 제염용수량이 적게 소요되어 암거무처리구에 비해 관개용수량이 적게 필요한 것으로 나타났다.

(Table 12)에 나타난 바와 같이 투수불량토양에서 암거처리구(S2CW4)의 경우 감수심과 재배관리용수량을 고려하여 산출한 소비수량 1,020mm, 침출법과 수세법을 병용한 제염작업에 소요된 제염용수량은 1,800mm, 1주간격으로 환수한 경우 재염화방지용수량 540mm로 조사되었으며, 관개용수량은 3,360mm로 산정되었다. 한편 암거무처리구(S2NW4)에서는 소비수량 940mm, 제염용수량 2,100mm, 재염화방지용수량 540mm로서 관개용수량이 3,580mm로 산출되었으며, 일반담(대비구)의 관개용수량과 비교할 때 암거처리구는 일반담의 2.5배, 암거무처리구는 일반담의 2.8배 많게 산정되었다.

IV. 요약 및 결론

개발초기의 고염도 간척담에서 작물재배전의 제염용수량, 벼생육시기별 소비수량, 작물생육기간중 재염화방지용수량 등을 결정하고, 이를 토대로 벼의 정상생육을 위한 관개용수량 산정기준을 정립하여, 개발초기 고

염도 간척담의 효율적인 관개계획수립을 위한 기초자료로 제공하고자 실시한 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 투수양호토양에서 암거를 설치한 경우 벼수량에 영향을 미치지 않는 한계 염분농도 이하로 감소시킬 수 있는 제염용수량은 약 1,100mm(S1CW3), 암거를 설치하지 않는 경우의 제염용수량은 약 1,700mm(S1NW4)로 산정되었다. 한편 투수불량토양의 경우 제염용수량은 암거처리구에서 약 1,800mm(S2CW4), 암거무처리구에서 약 2,100mm(S2NW4)로 추정되었다.

2. 투수양호토양에서는 암거처리구나 암거무처리구에 관계없이 재염화방지를 위해서는 최대한 2주 간격 이내에서 환수해야 하고 생육기간동안 총 환수량은 280mm 이상이 필요한 것으로 추정되었으며, 투수불량토양에서도 암거처리 유무에 관계없이 최대한 1주 간격 이내로 환수해야 하고 생육기간동안 총 환수량은 540mm 이상이 필요한 것으로 추정되었다.

3. 투수양호토양 암거처리구의 소비수량은 1,147mm(S1CW3)로 대비구(SCC) 암거처리구의 83.6%로 나타났으며, 투수불량토양 암거처리구는 1,022mm(S2CW4)로서 대비구(SNC)의 74.5%로 나타났다. 또한 투수양호토양 암거무처리구의 소비수량은 1,098mm(S1NW4)로서 대비구인 일반담 암거무처리구의 86.5%로 조사되었으며, 투수불량토양 암거무처리구의 소비수량은 943mm(S2NW4)로 대비구인 일반담 암거무처리구의 74.3%로 조사되었다.

4. 투수양호토양의 관개용수량은 암거처리구 2,530mm(S1CW3), 암거무처리구 3,080mm(S1NW4)로 추정되며, 일반담(대비구)의 관개용수량과 비교할 때 암거처리구는 일반담의 1.8배, 암거무처리구는 일반담의 2.4배 많게 산정되었다. 투수불량토양 경우의 관개용수량은 암거처리구의 경우 3,360mm(S2CW4), 암거무처리구에서는 3,580mm(S2NW4)로 산출되었으며, 일반담(대비구)의 관개용수량과 비교할 때 암거처리구는 일반담의 2.5배, 암거무처리구는 일반담의 2.8배 많게 산정되었다.

5. 본 시험은 비가림시설(Vinyl House) 시험포장에

서 실시되었기 때문에 유효수량을 관개 용수량 계산에 고려하지 않았다. 또한 이양용수량, 시설관리용수량 등을 고려하지 않고 순수하게 벼의 생육에 필요한 수량만을 포함한 것으로 실제 포장에서의 총 관개용수량을 산정할 때는 강우조건, 이양방법, 용수공급을 위한 수로조건 등 여러 가지 요인에 대한 충분한 검토가 있어야 할 것으로 판단된다.

Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook 60. 160p.

본 연구는 한국과학재단 특정연구과제 “개발초기 간척지의 관개계획 수립”에 관한 연구비 지원에 의하여 수행되었음

參考文獻

1. 강예목 외 5인, 1998, 신제 간척공학, 향문사.
2. 구자용, 최진규, 손재권. 1998. 우리나라 서해안 간척지 및 간척지 토양의 이화학적 특성, 한국토양비료학회지, 31(2) : 120-127.
3. 농림부, 2001, 통계로 보는 농림업, 농림부 홈페이지. <http://www.maf.go.kr>
4. 농어촌진흥공사, 1990, 간척지 수도작 재배기술.
5. 박광호, 이변우, 홍병희, 김순철, 1998, 알기쉬운 벼재배기술, 향문사.
6. 박근배, 유만용, 채기석, 1999, 토목재료실험, 동명사.
7. 손재권, 구자용, 최진규. 2000. 간척초기답의 벼생육기간중 염분농도 분석. 한국농촌계획학회지, 6(2) : 3-11.
8. 손재권, 구자용, 최진규, 2000, 개발초기 간척지의 관개계획 수립에 관한 최종연구보고서, 한국과학재단.
9. 손재권, 구자용, 최진규, 송재도, 2000, 간척지초기답의 재염용수량 결정을 위한 기초연구 한국농공학회지, 42(2) : 55-62.
10. 이은용 외 18인, 1999, 수도작, 향문사
11. 정하우, 김선주, 김진수, 안병기, 이근후, 이남호, 정상욱, 2000, 관개배수공학, 동명사
12. 長堀金造, 1985. 農作物の 定常生育を 基準 にした 除鹽用水量の 備定に 關する 實證的 研究. 日本岡山大學 研究成果報告書. No.57480066. 57p.
13. USDA Salinity Laboratory Staff. 1954.