

신간척지토양의 공간적 토양염농도 변이가 보리, 호밀 및 귀리의 생육에 미치는 영향

손용만^{*} · 전건영 · 송재도 · 이재황 · 박무언

한국농어촌공사 농어촌연구원

Effect of Soil Salinity Variation on the Growth of Barley, Rye and Oat Seeded at the Newly Reclaimed Tidal Lands in Korea.

Yong-Man Sohn,^{*} Geon-Yeong Jeon, Jae-Do Song, Jae-Hwang Lee, and Moo-Eon Park

Rural Research Institute. KARICO. Ansan 426-170, Korea

Effect of soil salinity variation on the growth of barley, rye and oat was studied at the Hwaong, Iweon and Yeongsangang reclaimed lands in the western seaside of Korea. Soil salinity variation and soil EC were very high for crops to be killed or to be brought serious growth retardation during the growing season at the Iweon and Hwaong reclaimed lands, but fully low not to bring growth retardation at the Yeongsangang reclaimed land. Relation between soil salinity and crop growth and yield was well expressed as logarithmic function. Surface soil EC to reach at 50% of seed-emergence reduction was estimated 6.5 dS m^{-1} for barley and 5.1 dS m^{-1} for rye and oat by logarithmic function. In addition, surface soil EC to reach at 50% of grain yield reduction to the best growth in the experimental site was estimated 5.6 dS m^{-1} for barley, 5.8 dS m^{-1} for rye and 5.7 dS m^{-1} for oat, while soil EC to reach at 50% of dry matter reduction was estimated 5.5 dS m^{-1} for barley, 6.2 dS m^{-1} for rye and 5.8 dS m^{-1} for oat by logarithmic function. Grain yield of barley, rye and oat was 395, 164 and 325 kg 10a^{-1} in the Yeongsangang reclaimed lands naturally controlled below condition of 6 dS m^{-1} of soil EC, but no harvest was obtained in the Hwaong and Iweon reclaimed land because of high salinity more than 15 dS m^{-1} in maximum soil EC during growing period. Consequentially, it was concluded that soil salinity must be controlled below 6 dS m^{-1} for good growth and high yield of winter barley, rye and oat in the reclaimed land in Korea.

Key words: Reclaimed tidal land, Soil salinity, Barley, Rye, Oat

서 언

2000년 이후 지속되는 세계 무역자유화의 여파로 우리나라 농업은 수도작 중심에서 전작·특작·원예작 수도작 등 다양성이 그 어느 때보다도 강조되고 있으며, 그 영향은 간척지의 이용에도 급속히 반영되고 있다. 간척지토양에서 가장 문제가 되는 토양은 염해답으로서 염농도가 높고 배수가 불량하여 관개수에 의한 환수와 암기배수 등으로 제염하고 속담화됨에 따라 발작물도입이 가능하게 된다. 따라서 간척지는 일정기간동안 논으로 이용되고 난 뒤에 제염이 어느정도 진척된 것이 확인된 연후에 발작물재배로 전용되는 것이 바람직하지만 쌀의 잉여가 사회문제화되면서 수도작 중심이었던 간척지 이용도 전작 중심으로의

전용이 요구되고 있으며, 농림부와 농어촌 공사는 이러한 추세에 맞추어 간척지의 범용화를 추구하고 있다(RRI, 1998, 2006, 2007; Yoo and Park, 2004).

간척지에서의 발작물재배는 무엇보다도 작물의 내염성이 매우 중요하기 때문에 내염성이 약한 작물보다는 염농도 $6\sim 10 \text{ dS m}^{-1}$ 에서도 재배가 가능한 해바라기나 밀과 같은 중정도의 작물이나 염농도 $10\sim 16 \text{ dS m}^{-1}$ 에서도 재배가 가능한 목화나 보리와 같은 강한 작물이 유리할 것으로 생각된다(USSSL, 1954; Knott, 1962).

본 연구는 비교적 내염성이 강한 작물을 이용하여 사료·녹비작물의 연중생산체계 확립을 위하여 여름작물의 후작으로 겨울작물인 호밀, 귀리, 보리 등 3개 작물을 대상으로 신규 간척지인 영산강간척지, 이원간척지 및 화웅간척지에 시험포장을 조성하여 시험을 수행한 결과를 보고하고자 한다.

접수 : 2009. 8. 17 수리 : 2009. 11. 1
*연락처 : Phone: +82314001836,
E-mail: sym0203@chol.com

재료 및 방법

시험토양의 특성분석 새로 조성된 간척지에서 동작물인 보리, 호밀 및 귀리를 대상으로 시험재배하였다. 시험은 화웅간척지(1,100m²), 이원간척지(1200m²) 및 영산강III-1옥포간척지(1200m²)에 시험포를 조성하여 수행하였다. 시험토양의 물리성 분석은 토성이 피펫법으로 입경분포비율을 분석한 뒤 토성삼각법으로 판정하였고 용적밀도는 코아법으로 분석하였다. 투수속도의 측정방법은 오거홀에 물을 붓고 줄어드는 물의 양과 시간을 측정하여 계산하는 역오거홀법(Park and Yoo, 1983)을 이용하였다. Table 1은 시험토양의 물리성을 분석한 결과이다.

시험토양의 화학성 분석은 표토(0~20cm)와 심토(20~40cm)로 구분 채취하여 건조·조제한 후 농촌진흥청 표준분석법(NIAST, 2000)에 준하여 pH는 토양과 증류수를 1:5로 하여 pH meter로 측정하였고,

토양유기물은 Tyrin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온은 1N-NH₄OAc(pH7.0)법으로 측정하였다. 시험전후 전체시험포에 대한 EC 변이는 전자유도장치을 이용하여 공간적 분포도로 작성하였고(Jung et al. 2003), 시험과정 중 토양염농도는 토양시료를 채취하여 EC-meter로 토양과 증류수를 1:5로 하여 EC를 측정하고(NIAST, 2000), 이 측정값을 5배수하여 토양의 EC를 환산하였다. Table 2는 시험토양의 화학적 특성이다.

시험작물의 재배법 및 생육조사 시험은 보리, 호밀, 귀리를 공시작물로 하여 영양보리, 곡우호밀 및 삼한귀리 품종을 국립식량과학원으로부터 분양받아서 수행하였다. 작물의 파종시기는 화웅간척지 2007년 10월24일, 이원간척지 10월31일, 영산강간척지 11월1일이었고, 파종방법은 휴립광산파(150x90cm), 파종량(kg 10a⁻¹)은 보리 22, 호밀 24, 귀리 17이었다. 시비량

Table 1. Soil physical properties of the experimented sites before crop cultivation in the three reclaimed lands.

Reclaimed land	Depth	Bulk density	Particle distribution			Soil texture	Hydraulic conductivity
			Sand	Silt	Clay		
	cm	Mg m ⁻³	----- % -----				cm day ⁻¹
Hwaong	0~20	1.35	7.6	83.7	8.7	Si	0.91
	20~40	1.41	36.5	53.5	10.0	SiL	
Iweon	0~20	1.48	82.8	13.2	4.0	LS	27.67
	20~40	1.60	84.5	10.5	5.0	LS	
Yeongsan-gang	0~20	1.55	53.4	35.6	11.0	SL	1.85
	20~40	1.55	71.4	20.6	8.0	SL	

Table 2. Soil chemical properties of the experimented sites before crop cultivation in the three reclaimed lands.

Reclaimed land	Depth	pH	EC	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex. cations			
						Ca	K	Mg	Na
	cm	1:5	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹				
Hwaong	0~20	7.8	5.3	8.7	31	0.59	0.16	2.1	1.19
	20~40	7.7	8.1	7.6	32	0.59	0.24	2.26	1.8
Iweon	0~20	8.3	6.8	3.9	48	3.92	0.88	3.82	3.45
	20~40	8.7	9.3	2.6	17	4.89	0.91	4.27	4.83
Yeongsan-gang	0~20	8.5	1.4	10.6	39	1.81	0.07	1.11	0.17
	20~40	8.7	2.3	8.0	21	1.93	0.08	1.09	0.27

Table 3. Seeding rate and fertilizer level for crop cultivation.

Crops	Seeding rate	Fertilizer application						
		Basal			Additional		Total	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg 10a ⁻¹	----- kg 10a ⁻¹ -----						
Barley	22	8	10	10	7	15	10	10
Rye	24	8	10	10	7	15	10	10
Oat	17	8	10	10	7	15	10	10

(kg 10a⁻¹)은 모든 공시작물 공히 질소 15, 인산 10, 칼리 10 수준으로 하였으며, 추비는 질소만 약 50%를 월동 후 생육재생기에 사용하였다.

파종전 토양염농도 분포도 조사·작성에서 토양 EC의 공간변이성이 매우 큰 것으로 나타남에 따라 토양 EC의 공간변이성이 시험작물의 출현정도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 시험작물별로 출현정도에 따라 처리반복당 5~10개 그룹으로 나누어 그룹별로 30x60 cm내 출현 개체수와 토양(토심 0~20 cm)의 EC를 조사하였고, 출현된 개체 수는 m²단위로 환산하였다. 시험작물의 생육정도와 토양EC와의 관계를 조사하기 위하여 생육정도에 따라 5~10개 그룹으로 구분관찰하면서 매 2주 간격으로 초장생육과 토양EC를 동시에 조사하였고, 초장조사는 그룹별로 10개체를 선정하여 조사하였다. 건물수량은 각 관찰 그룹별로 8,000 cm²(40 x 200cm)내 작물체를 수확하여 생체중을 평량한 다음 수확물 중 약 2 kg을 풍건하여 건물율을 조사하여 10a단위로 환산하였다. 종실수량은 관찰대상 그룹별 수확물을 탈곡한 후 종실을 건조하여 10a단위로 환산하였다.

결과 및 고찰

토양염농도의 시기별 변화와 공간변이성 시험포장은 토양조사결과 지점간 동일한 토양특성을 보이는

동일 토양통내에 조성되었기 때문에 지점간 미세한 토양물리성이 작물생육에 크게 영향을 줄 가능성이 적다. 또한 토양화학성중 토양의 염기교환용량이나 유기물 함량 등도 동일한 토양통의 시험필지 내에서 지점간 차이가 미세함으로 작물생육에 큰 영향을 줄 가능성이 적고 식물양분이 되는 양이온이나 유효인산 함량은 미세한 차이가 있다고 하여도 시비에 의하여 지점간 차이를 완화하기 때문에 작물생육차이를 유발할 가능성이 매우 낮다. 그러나 간척지의 염농도 공간변이성이 매우 크고 작물생육에 크게 영향을 준다 (Sohn et al., 2009). 따라서 간척지에서는 염농도의 공간변이성이 작물생육에 가장 영향이 크며, 특히 가을에 파종하여 6월에 수확하는 동작물인 보리, 호밀 및 귀리는 주 생육기가 겨울-봄을 끼고 있는 우리나라의 전형적인 건조기에 해당하기 때문에 수분과 고농도 염에 의한 스트레스를 가장 크게 받을 가능성이 높다. 시험작물의 작기 중 토양의 염농도변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다.

시험작물의 파종기인 10~11월은 건조하여 대체로 토양염농도가 높은 편으로 특히 사질인 이원간척지가 염농도와 수분부족에 의한 스트레스가 가장 심한 편이었고, 화웅간척지는 파종기에는 상대적으로 심하지 않은 편이었으며, 영산강은 대체로 스트레스가 가장 적은 편이었다. 특히 작물재배기간이 비가 적은 건조기에 걸쳐 있기 때문에 염농도의 포장 변이가 심한 편으로서 최고 염농도와 최저 염농도의 차이는 이원

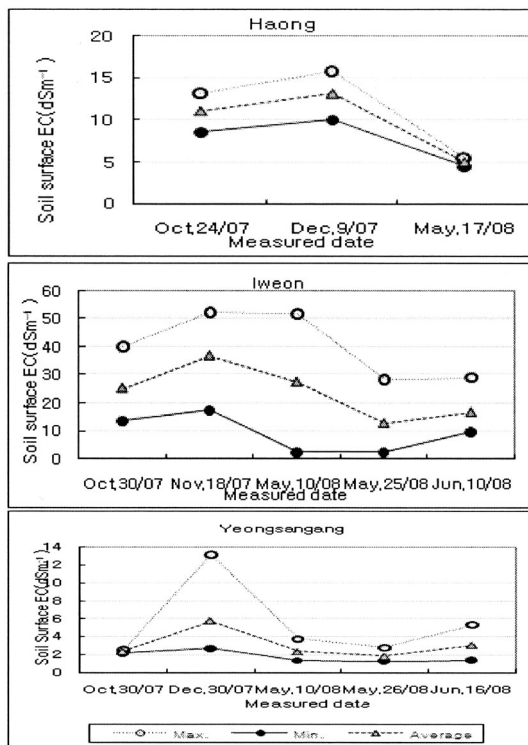


Fig. 1. Change in surface soil salinity during period of crop cultivation at the three reclaimed tidal lands.

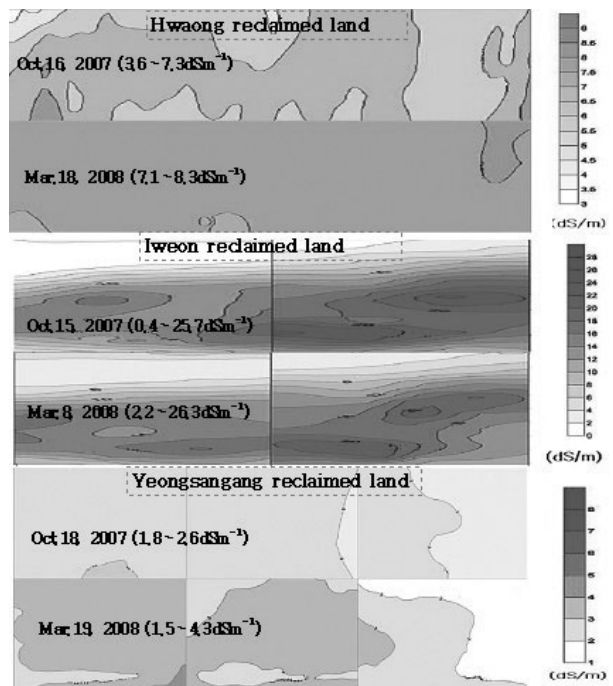


Fig. 2. Spatial distribution map of soil salinity measured wintering before(Oct.) and after(Mar.) for the cultivation of barley, rye and oat in the three reclaimed lands in 2007.

간척지에서 가장 심하였고 그 다음은 화웅간척지였으며, 영산강 간척지는 최저와 최고 농도차이가 비교적 적었다.

토양 염농도는 시간적 변이성뿐만 아니라 공간적 변이성으로 표출되며 동일포지내 작물의 생육과 수량의 불균일성을 증폭시키는 원인이 된다. 토양염농도의 공간적 변화 경향을 조사하기 위하여 월동 전후 각 1회씩 전자유도장치를 이용하여 전 시험포지의 EC를 조사하여 EC분포도를 작성하였다(Jung et al., 2003). Fig. 2는 월동전 2007년 10월과 월동후인 2008년 3월에 토심 30 cm의 토양EC를 전자유도장치로 측정하여 작성한 월동전후의 토양 EC분포도이다.

동작물 파종기인 10월의 토양염농도 분포도는 공간적으로 화웅 3.6 7.3 dS m⁻¹, 이원 0.4 25.7 dS m⁻¹, 영산강 1.8 2.6 dS m⁻¹의 변이 폭을 보였고 월동후인 3월의 토양염농도는 화웅 7.1 8.3 dS m⁻¹, 이원 2.2 26.3 dS m⁻¹, 영산강 1.5 4.3 dS m⁻¹의 변이 폭을 보였고 대체로 월동후가 월동전보다 높은 경향이였다. Fig. 1과 3을 종합하면 토양의 염농도는 시·공간적으로 매우 변이가 큰 특징을 보이고 있다. 이러한 염농도의 시 공간적 변이가 생기는 원인은 미세지형 차이에 따라 강우에 의한 제염(desalting)이나 모관수 상승에 의한 지표수분증발에 의한 재염화(re-salting)정도가 틀리고, 고농도 지하수의 상승에 의한 염류의 토양흡착 등에 차별적으로 작용하기 때문에 생기는 현상이

라고 생각된다. 황웅, 이원 및 영산강 간척지의 지하수위는 여름철 강우기에 가장 높게 유지되지만 9월 이후 비강우기에는 -80 cm이하로 낮게 유지되고 지하수의 염농도는 계절에 따라 큰 차이가 없이 이원간척지가 70 dS m⁻¹, 화웅간척지가 50 dS m⁻¹, 영산강 간척지가 약 10 dS m⁻¹ 정도이다(Sohn et al., 2009). 따라서 맥류의 재배기간 중 염농도 변이는 강우로 인한 지하수위 상승은 거의 일어나지 않기 때문에 지점별 지형이나 물리화학적 미세한 차이가 수분상승과 증발에 의한 재염화(re-salting)정도가 차등적으로 작용하여 염농도의 공간적 변이성을 심화시키는 것으로 추정된다.

보리, 호밀 및 귀리의 생육과 토양 염농도와의 관계

보리, 호밀 및 귀리의 출현이나 생육이 동일포지 내에서 지점별로 크게 차이를 나타내는 것은 동일포지에 동일한 량의 비료를 고르게 시비하였기 때문에 특정 양분불균형이 생육차이를 유발하였다고보다는 주로 염농도의 공간변이성에 기인하는 것으로 추정된다. Fig. 3은 토양염농도와 작물의 출현 개체 수 및 상대 생육지수와의 관계를 조사한 것이다. 상대생육지수는 각 관찰그룹 중 가장 생육이 좋은 그룹의 초장에 대한 각 그룹의 초장의 상대적 비율로 표현하였다.

시험작물의 파종 후 출현개체 수와 생육지수가 염농도의 증가에 60%이상의 적중률을 가진 로그함수관

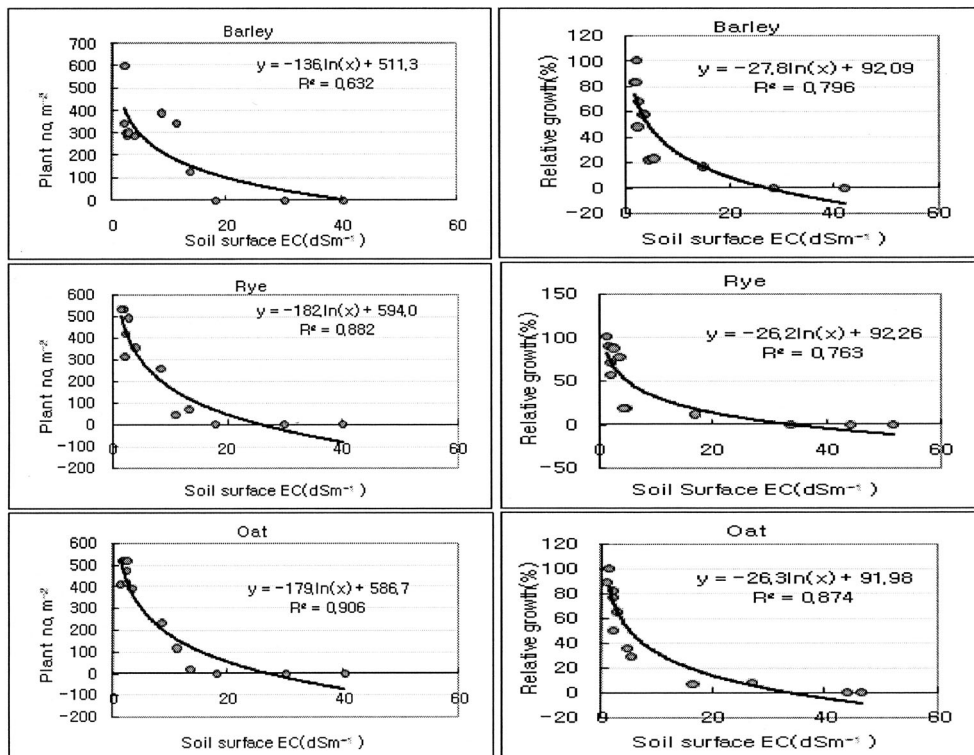


Fig. 3. Relationship between plant number emerged or relative growth rate and surface soil salinity in the reclaimed tidal land.

계를 보인 것은 동일 포장내 작물의 생육차이는 토양의 다른 어떤 특성보다도 주로 토양EC의 공간변이성에 기인한 것으로 믿어진다. 로그함수식에서 최고 출현개체수의 50%가 감소하는 EC(dS m^{-1})는 보리 6.5, 호밀과 귀리 5.1로 추정되고, 출현개체수가 0이 되는 EC(dS m^{-1})는 보리 42, 호밀과 귀리 26로 계산되었다. 또 작물의 초장생육이 50% 저해되는 EC는 보리 4.5, 호밀과 귀리 5.0으로 추정되어 출현율보다 더 낮은 농도에서 50% 이상 생육저해현상을 나타낸다고 추정되었다. 따라서 보리, 호밀 및 귀리는 토양염농도가 평균 6 dS m^{-1} 이하가 되어야 정상적인 출현과 생장이 가능할 것으로 생각되며, 이러한 결과는 염농도 $6\sim 10 \text{ dS m}^{-1}$ 에서도 재배가 가능한 내염성 중정도 작물로 해바라기, 밀, 염농도가 $10\sim 16 \text{ dS m}^{-1}$ 정도로 높은 조건에서도 재배가 가능한 강한 작물로 보리를 분류하고 있는 것(USSL, 1954; Knott, 1962)보다 비교

적 저농도에서 생육저해가 발현되었다. 실제로 각 간척지간의 염농도차이와 포장내 염농도변이는 맥종간 출현 개체수의 큰 차이를 나타내고 있다. Table 4는 각 간척지별 출현개체수를 조사한 것이다.

각 관찰그룹별 출현개체수를 보면 염농도가 낮은 영산강이 가장 출현개체수가 많았고 그 다음은 화웅간척지였으며, 이원간척지는 염농도가 높아서 출현개체수가 매우 적었고 과종면적의 80%가 미출현상태를 보였다. 출현 개체들도 월동 후 토양염농도에 따라 크게 차이가 나서 5월의 최저 토양염농도가 10 dS m^{-1} 이상을 보인 화웅간척지와 이원간척지의 보리, 호밀 및 귀리는 대부분 고사하였고 염농도가 낮게 유지된 영산강간척지에서만 정상적인 생육이 이루어졌다. 이러한 결과는 Kim et al(1993)은 보리가 염농도 0.8%(약 12.5 dS m^{-1})까지 발아율이 80% 이상 유지되었고 염농도가 높을수록 종자의 수분흡수율이 감소

Table 4. Plant number emerged of barley, rye and oat in the newly reclaimed tidal land.

Crops	Plant number emerged								
	Hwaong			Iweon			Yeongsangang		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
	-----No. m^{-2} -----								
Rye	150	256	44	68	14	0	438	529	313
Oat	175	233	117	20	4	0	456	518	393
Barley	369	389	345	128	26	0	372	600	287

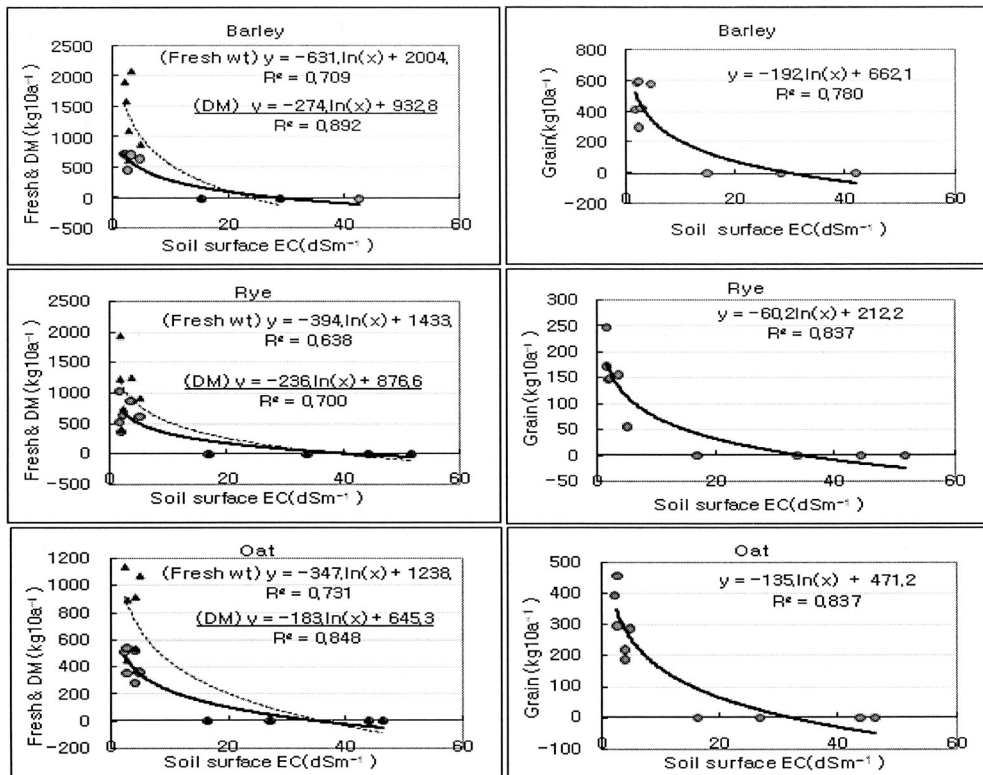


Fig. 4. Relationship between soil salinity and yield(fresh wt., dry matter and grain) of barley, rye and oat in the reclaimed tidal land.

한다고 하였고, Lee et al(1997)은 9 dS m⁻¹ 이하에서 정상적인 초기생육을 보였다고 한 것과 비교하면 저염농도가 더 낮게 발현되었다고 판단되며, 이는 겨울작물인 시험작물의 생육기간이 대체로 건조한 상태로 유지되어 적은 토양수분의 공간적 차이가 삼투포텐셜에 크게 작용하여 수분흡수장애가 병행하여 생긴 결과로 해석된다.

토양의 염농도에 따른 보리, 호밀 및 귀리의 청예수량, 건물수량 및 종실수량의 영향을 추정하기 위하여 관찰 그룹별 수량과 토양염농도를 조사하였다. Fig. 4는 토양의 염농도 증가에 따른 보리, 호밀 및 귀리의 청예수량, 건물수량 및 종실수량의 반응을 추정한 것이다.

수량은 염농도의 증가에 따라 로그함수적으로 감소하여 청예수량이 50%이상 감소되는 염농도(dS m⁻¹)는 보리 4.9, 호밀 6.2, 귀리 6.0으로 추정되고, 건물수량은 보리 5.5, 호밀 6.2, 귀리 5.8로 추정되며, 종실수량은 보리 5.6, 호밀 5.8, 귀리 5.7로 추정되었다. 따라서 동작 맥류재배를 위해서는 적어도 6dS m⁻¹ 이하로 염농도가 관리되어야 재배가 가능할 것으로 생각된다. 일반적으로 밀이나 해바라기 같은 중정도 내염성 작물이 6~10 dS m⁻¹, 목화나 보리와 같은 강한 내염성 작물이 10~15 dS m⁻¹에서 50% 이상 감소되는 염피해를 받는 것으로 알려져 있지만(USSL, 1954), 본 시험에서 6.0 dS m⁻¹에서 50% 이상 감소되는 결과로 나타난 것은 염해와 수분부족에 의한 한발스트레스가 겹쳐 삼투포텐셜이 더욱 낮아지기 때문에 생기는 결과로 해석된다(Hasegawa et al., 2000). 따라서 건조한 시기에 파종하는 동작물과 같은 발작물은 토양수분을 고려하여 토양 염농도를 6 dS m⁻¹보다 더 낮은 수준으로 관리 되어야 적정 수량을 얻을 수 있을 것으로 판단되며, 이 수준은 이 등이 발작물의 양호한 생육을 보인 염농도가 8.4 dS m⁻¹ 이하라고 한 보고(Lee et al., 2003)에 비하여 약간 낮은 수준이라 할 수 있다. 또 1998년 농어촌연구원(RDA, 2002)이 시험한 보리 재배시험의 경우 8 dS m⁻¹ 이하에서 수량이 484 kg 10a⁻¹, 8.5~10 dS m⁻¹에서 280 kg 10a⁻¹, 10~13 dS m⁻¹에서 246 kg 10a⁻¹, 12~22에서 76 kg 10a⁻¹을 얻었고 22.6 dS m⁻¹ 이상에서 수량을 전혀 얻지 못하였다고

보고한 것과 비교하면 수량을 전혀 얻지 못하는 토양 염농도(dS m⁻¹)가 보리 28, 호밀 34, 귀리 32로 계산되지만 실측치에서는 15에서 이미 전혀 수량을 얻지 못한 것으로 나타나 토양수분의 영향을 크게 받은 것으로 해석된다.

간척지별 보리, 호밀 및 귀리의 수량 시험작물의 파종은 이원간척지의 경우 비교적 염농도가 낮은 일부지역을 제외하고 거의 대부분 지역이 높은 염농도 때문에 출현하지 못하였고 출현개체들도 월동 후 토양의 재염화로 염농도가 상승하여 거의 고사함에 따라 수량평가가 무의미하였다. 화웅간척지는 시험작물이 비교적 양호한 출현을 보였지만 월동 및 월동후의 건조로 토양이 재염화가 심하여 가장 양호한 지역도 토양염농도가 10 dS m⁻¹ 이상이 되어 대부분 고사하여 수량평가가 불가능하였다.

이원 및 화웅간척지와는 달리 영산강간척지는 파종 시 토양의 염농도가 낮아서 높은 출현율을 보였고 월동 후에도 재염화가 심하지 않아 대부분의 지역이 6 dS m⁻¹ 이하로 유지되어 매우 좋은 작황을 보였다. 시험작물에 대한 수량조사는 3회에 걸쳐 청예수량과 건물수량에 대하여 수행되었다. Table 5는 영산강 간척지의 시험작물에 대한 수량조사결과이다.

청예수량은 숙기가 가장 빠른 보리가 5월26일에 가장 많아 1,582 kg 10a⁻¹였고 건물수량은 6월12일 701 kg 10a⁻¹로 최고조를 보였다. 호밀의 청예수량은 5월 11일 1,074 kg 10a⁻¹였으나 5월26일에 최고조에 달하여 1,479 kg 10a⁻¹이었고 그 후 숙기가 진전됨에 따라 감소하여 6월12일경에는 최성기의 53.6%인 793 kg 10a⁻¹로 감소되었고, 건물수량은 숙기가 진전됨에 따라 증가하여 6월12일경에는 689 kg 10a⁻¹에 달하였다. 귀리의 청예수량과 건물수량 변화는 호밀과 같은 양상을 보여 청예수량은 5월26일 1,328 kg 10a⁻¹로 최고 수량을 보였고 건물수량은 6월12일 683 kg 10a⁻¹로 최고조를 보였다.

보리, 호밀, 귀리 등을 담근먹이(사일리지)용이나 곡류를 포함한 총체사료로 이용할 경우 종실수량이 매우 중요하다. 이는 종실중의 전분함량이 담근먹이제조과정에서 미생물번식에 중요한 당분을 공급해주는

Table 5. Fresh and dry matter production of barley, rye and oat cultivated at the Yeongsangang reclaimed land.

Crops	Fresh weight			Dry matter		
	May 11	May 26	June 12	May 11	May 26	June 12
	----- kg 10a ⁻¹ -----			----- kg 10a ⁻¹ -----		
Barley	1,370	1,582	733	495	671	701
Rye	1,074	1,479	793	425	671	689
Oat	830	1,328	1,079	213	424	683

Table 6. Grain yield and yield component of barley, rye and oat cultivated at the Yeongsangang reclaimed land.

Crops	Grain yield	Grains	Spikes
	kg 10a ⁻¹	No. spike ⁻¹	No. m ²
Barley	395	43.9	326
Rye	164	27.5	403
Oat	3251	33.8	420

공급원이 되고 또한 전분자체가 가축의 중요한 영양원이 되기 때문이다. 영산강간척지의 보리, 호밀, 귀리의 종실수량과 수량구성요소를 조사한 결과는 Table 6과 같다.

일반적으로 추파재배시 맥류의 조곡평균수량은 보리가 350~450 kg 10a⁻¹, 호밀이 100~180 kg 10a⁻¹의 범위이고(RDA, 2001), 귀리가 450~600 kg 10a⁻¹의 범위인 것(Huh, 2008)과 비교하면 영산강간척지는 일반 농경지와 대등한 수량을 거둔 것으로 평가된다. 그러나 1998년 농어촌연구원(RDA, 2002)이 시험한 보리재배 시험의 경우 8 dS m⁻¹ 이하에서 수량이 484 kg 10a⁻¹, 8.5~10 dS m⁻¹에서 280 kg 10a⁻¹, 10~13 dS m⁻¹에서 246 kg 10a⁻¹, 12~22에서 76 kg 10a⁻¹을 얻었고 22.6 dS m⁻¹ 이상에서 수량을 전혀 얻지 못하였다고 보고한 것과 비교하면 최고 염농도가 50 dS m⁻¹에 가까운 이원간척지의 경우 수량을 얻지 못한 것은 타당하다고 볼 수 있다. 그러나 최고염농도가 15 dS m⁻¹에 지나지 않은 화웅간척지에서 수량을 전혀 얻지 못한 것은 기존 연구보고와 큰 차이가 있음은 앞으로 더욱 시험·연구되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

간척조성지에서 녹비·사료작물의 연중 재배기술개발을 위하여 화웅간척지, 이원간척지 및 영산강간척지에 시험포장을 설치하여 하계 녹비·사료작물인 수단그라스, 세스바니아, 제주제래피의 후작으로 동계 녹비·사료작물인 보리, 호밀 및 귀리를 공시하여 시험재배하였다. 토양염농도와 공간변이성은 이원간척지와 화웅간척지가 시험작물의 고사나 생육저해를 유발할 정도로 매우 높은 반면에 영산강간척지는 작물의 생육저해를 유발하지 않을 정도로 매우 낮았다. 시험작물의 파종 후 출현개체수는 염농도의 증가에 따라 로그함수적으로 감소하여 최고 출현개체수의 50%로 감소하는 EC(dS m⁻¹)가 보리 6.5, 호밀과 귀리 5.1로 추정되어 토양염농도가 평균 6 dS m⁻¹을 초과할 경우 맥류의 출현이 크게 감소하였다. 시험작물의 수량은 염농도의 증가에 따라 로그함수적으로 감소하여 청예수량이 50% 이상 감수되는 염농도(dS m⁻¹)는 보리 4.9, 호밀 6.2, 귀리 6.0으로 추정되고, 건물수량은

보리 5.5, 호밀 6.2, 귀리 5.8로 추정되며, 종실수량은 보리 5.6, 호밀 5.8, 귀리 5.7로 추정되어 동작 맥류재배를 위해서는 적어도 6 dS m⁻¹ 이하로 염농도가 관리되어야 할 것으로 생각되었다. 이원과 화웅간척지는 염농도가 10 dS m⁻¹ 이상으로 높아서 출현부진과 생육저해 및 고사가 많아서 수확이 불가능하였으나 영산강간척지는 염농도가 6.17 dS m⁻¹ 이하로 유지되어 염에 의한 피해가 발생하지 않아서 청예수량(kg 10a⁻¹)은 호밀 1,479, 귀리 1,328, 보리 1,582이었고, 건물수량(kg 10a⁻¹)은 호밀 689, 귀리 683, 보리 701이었으며, 종실수량(kg 10a⁻¹)은 보리가 395, 호밀이 164, 귀리가 325를 얻었다.

사 사

본 연구는 농림부의 “간척지농지 다각적 활용방안 연구” 과제 수행으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

Hasegawa, P., R.A. Bressan, J.K. Zhu and H.J. Bohnert. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 51:463-499.

Huh, H.Y. 2008. Characteristics of oat and its use. *Agricultural information.* www.rda.go.kr

Jung, Y.S., W.H. Lee, J.H. Joo, I.H. Yu, W.S. Shin, Y. Ahn and S.H. Yoo. 2003. Use of electromagnetic inductance for salinity measurement in reclaimed saline land. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 36:57-65. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 35(4):207-215.

Kim, C.S., J.W. Cho, S.Y. Lee. 1993. Mechanism of salt tolerance in crop plants. I. Physiological response of barley rye and italian ryegrass seed germination to NaCl concentrations. *Korean J. Crop Sci.* 38(4):371-376.

Knott J.E. 1962. *Handbook for vegetable growers.* p44 45. J.W. Wiley & sons, Inc.

Lee, G.S., S.Y. Choi, W.Y. Choi. 1997. Effect of desalinization on early seedling growth of winter barley in new tideland. *Korean J. Crop Science* 42(1):112-118.

Lee, S.H., B.D. Hong, Y. Ahn, and H.M. Ro. 2003. Relation between growth condition of six upland-crops and soil salinity in reclaimed land. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 36(2):66-71.

NIAST. 2000. *Analysis of soil and plant.* National Inst. of Agr. Sci.

- & Teck. RDA, Suwon, Korea.
- Park M.E. and S.H. Yoo. 1983. A comparison of soil hydraulic conductivities determined by three different methods in a sandy loam soil. *J.Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 16(1):14-19
- RDA. 2001. Scientific information for environmentally friendly cultivation of wheat and barley. National Institute of Crop Science.
- RDA. 2002. Agriculture of the reclaimed tidal land in Korea. Nat'l. Inst. Crop Science.
- RRI. 1998. Development of cultivation techniques for upland crops in the reclaimed land. Res. Rpt. Rural Research Institute. pp 90-116, Korea Rural Community & Agriculture Corporation.
- RRI. 2006. Agricultural complex development for upland & Horticultural crops in the Seamangeum reclaimed farmland. Res. Rpt. Rural Research Institute. pp 1-504, Korea Rural Community & Agriculture Corporation.
- RRI. 2007. Development method of the future agriculture complex in reclaimed land. Res. Rpt. Rural Research Institute. pp 1-400. Korea Rural Community & Agriculture Corporation.
- Sohn, Y.M. G.Y. Jean, J.D. Song, J.H. Lee and M.E. Park. 2009. Effect of spatial soil salinity variation on the emergence of soiling and forage crops seeded at the newly reclaimed tidal lands in Korea. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42(3):172-178
- USSL. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. pp1-6.
- Yoo, S.H. and M.E. Park. 2004. Proposal of land-use planing for agricultural use of the Saemangeum reclaimed land. *J. Soc. Agr. Res. on Reclaimed Lands* 2:68-91.