

점적관수가 토양염농도 제어와 배추의 생육에 미치는 영향

손용만* · 전건영 · 송재도 · 이재황 · 박무언

한국농어촌공사 농어촌연구원

Effect of Drip Irrigation on Soil Salinity Control and Growth of Cabbage 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 drip irrigation on soil salinity control and growth of vegetable crops was studied in the three reclaimed lands of Korea in 2007. Drip irrigation was done one or two times per month for reduction of salt stress by using vinyl hose with tiny holes laid on ridge surface under black plastic film mulch during growing season of cabbage and chinese cabbage. It was observed that drip irrigation was generally effective to soil salinity control, but soil salinity variation of some place was not fully solved to lower down under level of free salt stress. It is also considered that high salinity of runoff water spilled out from cultivation ridge plays another key role for soil salinity management. Consequentially, this soil salinity variation might be one of factors brought low average yield and low commercial ratio of agricultural products. Relation between soil salinity and head growth of cabbage and chinese cabbage was well expressed as logarithmic function. Surface soil EC to reach at 50% of growth reduction to the heaviest head can be estimated was $6.1dS\ m^{-1}$ for cabbage and $5.7dS\ m^{-1}$ for chinese cabbage transplanted at optimum season.

Key words: Soil salinity, Drip irrigation, Spatial variation, Cabbage, Chinese Cabbage

서 언

무역자유화의 여파로 짚시장이 개방됨에 따라 간척지는 벼생산 위주의 경영만으로는 한계성이 있기 때문에 다목적이용이 요구됨에 따라 한국농어촌공사는 간척지의 범용화를 위하여 새만금 간척지의 전작·원예단지 조성에 대한 종합적 연구를 수행하여 간척지의 범용화에 대비하고 있고(RRI, 2006; 2007), 또한 새만금 간척지의 범용화를 위한 다양한 의견이 개진되고 있는 실정이다(Yoo, & Park, 2004; RRI, 2007).

간척지에 대한 연구는 간척에 토양의 이화학적변화와 같은 기초연구(Kim, 1987; Shim et al., 1989; Yang et al., 2008; Yoo et al., 1989)나 제염용수관리(Koo et al., 1992; 1989) 혹은 석고나 탄산칼슘 또는 기타 개량제 처리의 제염효과(Yoo et al., 1988)나 제염에 의한 작물반응(Lee et al., 1997)과 간척지에 대한 적응작물선발이나 품종육성(RDA, 2007; Kim et al., 1977)으로 집약된다. 작물별로 보면 간척지의 특성상 수도

에 대한 연구가 가장 많고(Jung, et al., 2002; Cheong, 1996), 밭작물에 대한 연구는 적어서 보리(Shim et al., 1998; Lee, et al., 1996)와 옥수수(Shim et al., 1998), 관상·화훼류(RDA, 2007), 간척지 적응 원예작물 품종선발(Kim et al., 1977; Lee et al., 2003), 간척지 내염성 사료작물 품종선발(Song et al., 1981; Han et al., 1988) 등 수편에 지나지 않으며, 특히 제염의 어려움 때문에 실제 간척지에서의 원예작물재배는 답보상태라고 볼 수 있다.

간척지에서의 원예작물재배는 재배종의 내염성과 간척지의 제염 정도에 따라 성패가 결정된다. Knott(1962)는 여러 가지 원예작물 중 배추와 양배추는 염류저항성이 중정도로 분류되고 있는 작물이다. 따라서 배추와 양배추는 간척지에서 어느 정도 제염이 되거나 관개수가 풍부할 경우 충분히 재배가 가능할 것으로 기대된다.

본 연구는 간척지에서 밭작물인 채소작물 재배기술 개발의 일환으로 점적관개가 간척지의 토양염농도 제어와 배추와 양배추 재배에 대한 효과를 구명하기 위하여 이원, 영산강 및 화옹간척지에서 시험재배한 연구결과를 보고하고자 한다.

접수 : 2009. 7. 23 수리 : 2009. 11. 30

*연락처 : Phone: +82314001836,

E-mail: sym0203@chol.com

재료 및 방법

시험토양의 특성분석 신 간척지에서의 채소작물의 재배가능성을 검토하기 위하여 화옹간척지, 이원간척지 및 영산강III-1옥포간척지에 각각 1,100m², 1200m², 1200m² 규모의 시험포를 조성하여 시험을 수행하였다. 시험토양의 특성 분석은 농촌진흥청 표준 분석법(NIAST, 2000)에 준하여 pH는 토양과 증류수를 1:5로 하여 pH meter로 측정하였고, 토양유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온은 1N-NH₄OAc(pH7.0)법으로 측정하였다. 시험과정 중 토양염농도는 토양시료를 채취하여 EC-meter로 토양과 증류수를 1:5로 하여 EC를 측정하고(NIAST, 2000), 이 측정값을 5배수하여 토양의 EC로 환산하였다. 점적관개에 의한 토양염농도의 공간적 변이 변화를 알기 위한 전체시험포에 대한 EC 변이조사는 전자유도장치를 이용하여 공간적 분포도로 작성하였다(Jung et al. 2003), Table 1은 시험토양의 물리 화학적 특성이다.

점적관개에 의한 토양염농도 제어 점적관개는 시험작물이 염에 의한 스트레스를 받지 않도록 강우가 적어 토양염농도가 높게 상승될 가능성이 높은 시기에 실시하였다. 점적관개방법은 흑색비닐로 멀칭처리한 이랑에 점적관개용 유공비닐호스(내경178mm)를 검정색 비닐피복아래의 지표에 깔고 관개용 호스 끝을 물탱크의 펌프에 연결하여 수행하였다. 관개회수는 간척지의 용수부족을 고려하여 염농도가 높아 스

트레스가 심할 경우에 한하여 관개를 함으로서 최소화하였다. 관개기준은 저해 염농도를 기준으로 하여야 하나 즉석에서 염농도를 측정할 수 있는 방법을 강구하지 못하였기 때문에 연속 무강우일수가 10일이 초과하여 배추 잎이 시든다고 판단될 때 토양시료를 채취하고 관개를 하였다. 관개 시 채취한 토양시료의 토양염농도는 EC 7 8dS m⁻¹이었다. 관개는 무강우일수가 10일 이상될 때 실시하였고, 매 관개량은 토심 10cm가 포장용수량에 도달될 수 있는 이론적 계산량인 30mm였으며, 관개빈도는 강우가 10월과 11월이 가장 많았다. 시험지별 강우량과 무강우일수 및 관개회수는 Table 2와 같다.

시험작물의 재배법 및 생육조사 시험작물은 해당 지역에서 많이 재배하는 품종을 대상으로 시중에서 상품으로 판매하고 있는 묘를 구입하여 재배시험을 하였다. 공시품종은 각 지역의 선호품종으로 배추가 브람3호(화옹), 노란자와 다마3호(이원), 영웅 맛자랑(영산강)이었고, 양배추는 YR 동장군(화옹, 이원, 영산강)이었다. 묘상에서 기른 묘를 이용하여 본포에 정식한 이식일은 이원시험지가 2007년8월21일 이었으나, 화옹시험지와 영산강시험지는 비가 많이 와서 지연됨에 따라 화옹이 9월13일, 영산강이 10월2일로 매우 늦었다. 따라서 정식은 묘령이 이원에서는 3-4엽기에 해당되어 적령기에 이식하였으나, 화옹과 영산강시험지는 7-8엽기에 해당하여 약간 노화된 묘였다.

정식밀도는 배추와 양배추 공히 매 100cm 간격으로 휴립하여 이랑(70cm)을 만든 뒤 흑색비닐로 피복한

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

Reclaimed land	pH	EC	DM	Av.P ₂ O ₅	Ex. cations			Soil texture	BD
					Ca	K	Mg		
	1:5	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	----- cmol. kg ⁻¹ -----			Mg m ⁻³	
Hwaong	8.8	6.2	4.8	14	4.7	1.47	5.2	Si	1.35
Iweon	7.6	4.2	8.3	35	4.6	1.91	5.2	LS	1.48
Yeongsangang	7.7	1.7	10.0	14	8.0	0.86	3.8	SL	1.55

Table 2. Rainfall data and irrigation number during growing season.

Details of cultivation	Reclaimed land		
	Hwaong	Iweon	Yeongsangang
Cultivation period	Sep.12~Nov.27	Aug.21~Dec.8	Oct.2~Dec.30
Cultivation days	76	110	89
Rained days	35	52	27
No rained days	41	58	62
Total rainfall(mm)	280	486	120
Irrigation(no. runs ⁻¹) [†]	5	5	5

Irrigation[†] runs at final date of consecutive no-rained days and every time of irrigation water amount to 30mm to reach more than field soil moisture capacity of the soil in 10 cm depth

Table 3. Amount of applied fertilizer and compost for cultivation of cabbage and chinese cabbage.

Crops	Compost	Amount of applied fertilizer								
		Borax		Basal		Additional			Total	
		Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
----- kg 10a ⁻¹ -----										
Cabbage	1,000	1	11.0	7.8	11.0	21.0	8.8	32.0	7.8	19.8
Chinese cabbage	1,000	1	11.2	9.0	12.0	20.8	9.8	32.0	9.0	21.8

이랑에 재식거리 45cm로 1본씩 정식하였다. 시비량 (kg/10a)은 배추가 질소 32.0, 인산 7.8, 칼리 19.8, 양배추가 질소 32.0, 인산 9.0, 칼리 21.8이었다. 배추와 양배추의 시비량은 Table 3과 같다.

추비용 질소는 결구가 시작되는 시기부터 10일 간격으로 3회분시하였고, 칼리는 결구 초기에 1회 시용하였다. 3요소 외에 미량요소로 입상붕사(수용성붕소 30%)를 1kg/10a시용하였고 퇴비(부산물비료)시용량은 이원간척지가 계분퇴비(계분 60%, 톱밥 40%), 화옹간척지가 돈분퇴비(돈분뇨 60%, 톱밥 40%)로 약 1,000kg/10a정도였다. 배추이식 4주후부터 이원과 화옹간척지에서 석회결핍증이 나타남에 따라 유에스칼(엽면시비용 칼슘제제)을 엽면시비하는 한편 고토과립생석회(알칼리도 92%) 100kg/10a)을 이식주 사이를 파서 시용하였다. 생육기간중 작물의 생육조사는 작황에 따라 5개 그룹으로 각 그룹당 10개체를 선정하여 조사하였다.

결과 및 고찰

시험작물의 재배기간 중 토양의 염농도 변화 시험작물의 이식기는 여름철 강우기를 거쳐 강우에 의한 제염이 많이 진행된 상태로 이식기에는 표토의 평균 염농도가 화옹 5.5, 이원 4.2, 영산강 3.6 dSm⁻¹로서 이식묘의 활착에 지장이 없는 농도였다. 영산강과

이원간척지가 화옹간척지에 비하여 염농도가 더 낮은 원인은 세탈이나 침투수에 의한 제염이 용이한 사질계통의 투수성이지만 화옹은 투수가 좋지 않은 식양질이기에 때문에 세탈이나 침투수에 의한 제염이 불량하기 때문에 생긴 결과로 해석된다(Koo et al., 2001). 배추와 양배추의 재배기간 중 가급적 염농도의 피해를 최소화할 수 있는 염농도제어 방법으로 점적관개를 이용하여 이식후 염농도의 피해가 예상될 때에는 관개를 하여 염농도를 낮출 수 있도록 하였다. Fig.1은 화옹, 이원 및 영산강간척지에서 배추와 양배추의 재배기간 중 염농도변화를 나타낸 것이다.

제때 정식을 한 이원간척지의 경우 재배기간 110일 동안 공급된 물은 강우량 486mm 관개량 150mm 합계 636mm이고, 정식이 늦은 화옹은 생육기간 76일에 관개량 150mm, 강우량 280mm 합계 430mm, 영산강은 생육기간 89일에 관개량 150mm, 강우량 120mm, 합계 270mm가 공급된 셈이다. 이 수량은 토마토 생육기간중 재염화방지를 위한 용수량이 1일 6.7mm day⁻¹ 총 232mm가 필요하며, 비트는 1일 3.7mm day⁻¹ 총 수량 66mm라고 한 보고서(Koo et al., 1992)와 비교할 때 결코 적은 양이 아닌 것으로 판단된다. 또 관개는 무강우일수가 10일이상 경과될 경우 실시하였기 때문에 한발피해나 급속한 염농도상승도 어느정도 제어되었다고 생각된다. 이러한 점적관개에 의한 염농도제어는 결과적으로 표토의 평균 염농도(dS m⁻¹)가 배추

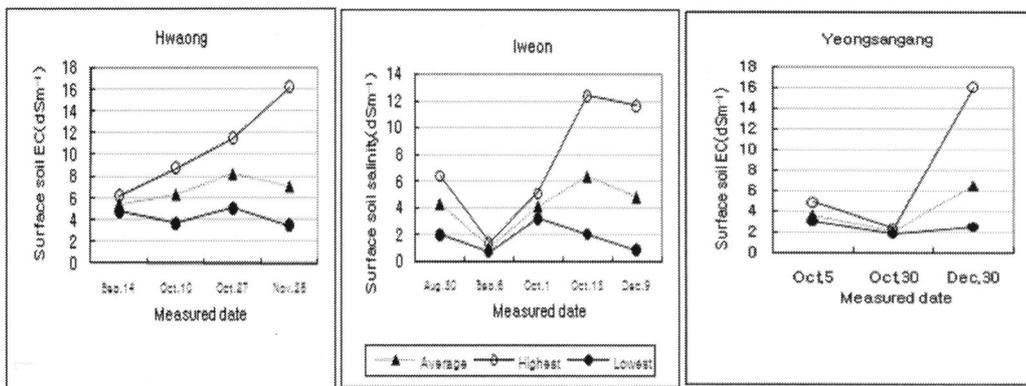


Fig. 1. Changes in surface soil salinity during period of crop cultivation.

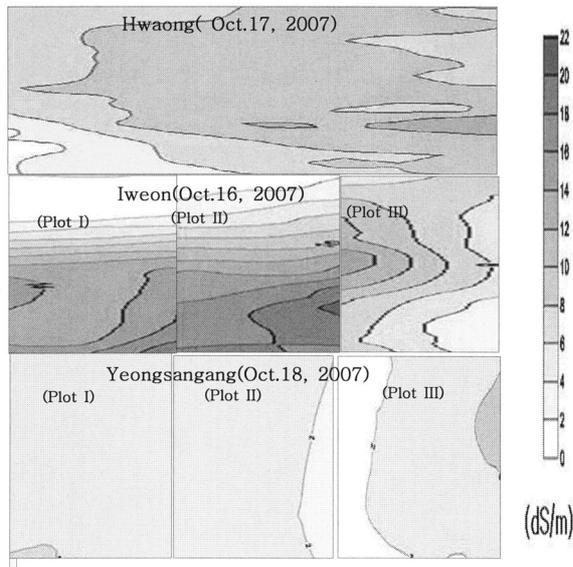


Fig. 2. Spatial distribution map of soil salinity measured during Oct. 16-18, 2007.

와 양배추 재배기간중 화옹 8.3, 이원 6.3, 영산강 6.4 이하로 유지할 수 있었고 대체로 심한 염스트레스는 받지 않았다. 그러나 점적관개에도 불구하고 재배기간 중 비교적 강우량이 적은 10월 이후 토양염농도의 최저값과 최고값간에 큰 차이가 생기고, 최고염농도 ($dS\ m^{-1}$)는 화옹 16.2, 이원 12.4 영산강 16.0을 나타내는 등 점적관개에 의한 염농도제어는 염농도의 공간변이성을 완전히 해소할 정도로 균일한 효과를 얻기에는 한계가 있는 것으로 판단되었다. 토양염농도의 변이정도는 전자유도장치를 이용하여 공간적 분포도를 작성해보면 더욱 뚜렷하다. Fig. 2는 2007년 10월 16-18일간 3개지역의 염농도를 전자유도장치를 이용하여 조사한 것을 나타낸 공간분포도이다(Jung et al., 2003)

3개포장 공히 점적관개로 염농도를 제어를 시도하였지만 공간적 염농도변이가 현저하며, 변이정도는 화옹이 가장 심하였고, 영산강이 가장 낮았다. 이러한

원인은 영산강은 제염이 많이 되었지만 염농도가 높은 이원은 투수성이 양호하여 물의 수직이동이 왕성하여 세탈 및 침출이 수직방향으로 잘 일어나서 초기의 공간적 변이성을 더욱 심하시켰지만 화옹은 투수 불량으로 물의 이동이 수직보다는 수평방향으로 더 왕성하기 때문에 침출염의 수평확산이 많이 되어 변이가 상대적으로 적었고 적은 관개용수량으로는 초기 염농도의 세탈 침출이 적게 일어났기 때문에 추정된다(Koo et al, 2001; Koo et al., 1989). 전체적으로 토양의 염농도에 대한 공간변이성이 완전히 해소되지 못하는 원인에는 토양자체의 변이성과 투수특성, 점적관개용 비닐호스의 접힘현상과 설치 중 호스의 정위치 이탈 및 관개수 유입구와 말단부의 수압차이, 토양자체의 염농도 변이 등으로 추정되었다.

배추와 양배추의 생육

시험작물의 생육정도는 간척지별로 이식기가 서로 다른 관계로 간척지간의 수평비교를 하기에는 무리가 있다. Fig. 3는 간척지별 시험작물의 엽장과 엽수의 생장변화를 나타낸 것이다.

적기에 이식한 이원간척지는 시험작물의 엽장과 엽수가 이식후 서서히 증가하기 시작하여 결구가 시작된 10월초이후 급격히 증가하여 수확기에는 배추 27.6cm와 54매, 양배추 40.2cm와 88매에 도달하여 비교적 양호한 결구를 형성하였다. 그러나 이식기가 적기에 비하여 3주일 늦은 화옹간척지의 경우 엽장과 엽수가 배추 21.6cm와 41매 양배추 30.8cm와 57매였고, 6주 늦은 영산강간척지의 경우 배추 28.5cm와 18매 양배추 34.2cm와 21매에 지나지 않아 이식기가 늦을수록 생육이 저조하였다. 따라서 배추나 양배추의 가을철 노지재배에서는 염농도의 제어뿐만 아니라 이식적기를 놓치지 않는 것이 가장 중요할 것으로 생각된다.

강우 또는 관개수가 포화수분함량 이상이 되고 투수속도를 초과할 때 잉여 관개수(강우)는 유거수로 지표에 흐르게 된다. 이 때 이량의 염을 세탈한 유거

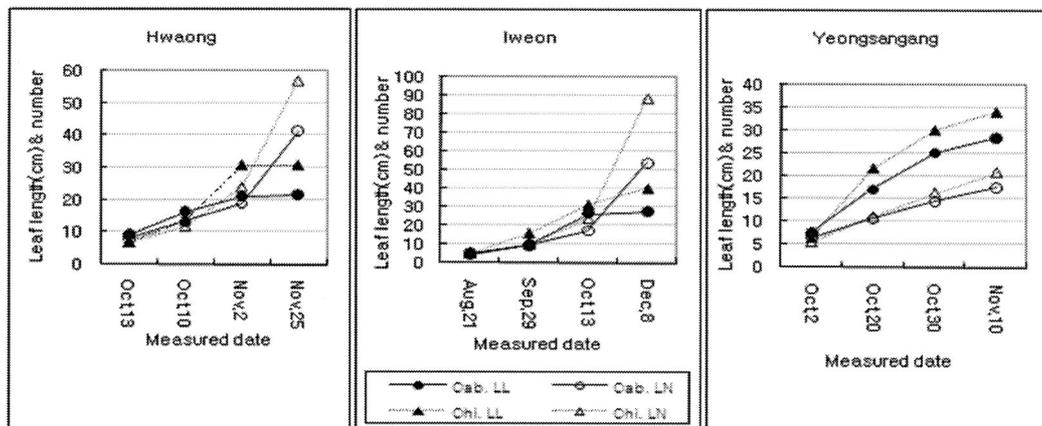


Fig. 3. Growing pattern of leaf length(LL) and leaf number(LN) of cabbage and chinese cabbage in the reclaimed land.

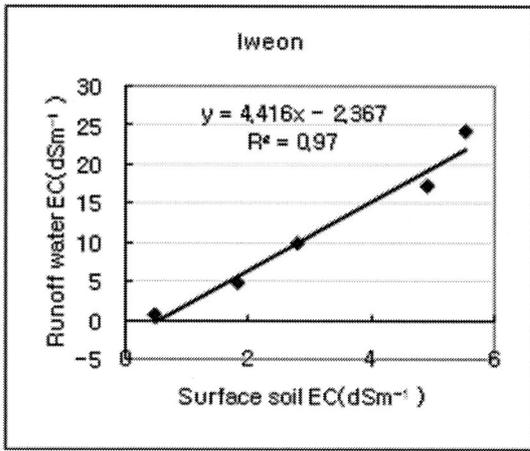


Fig. 4. Relationship between surface soil salinity and runoff water salinity in the experimental field for cabbage and chinese cabbage cultivation.

수의 염농도는 대체로 고농도로서 간척지 작물재배포의 염농도관리에 매우 중요한 고려사항이 될 것으로 추정된다. Fig. 4은 배추재배포에서 표토의 염농도와 이랑에서 흘러나온 유거수의 염농도와의 관계를 조사한 것이다.

표토의 염농도는 유거수의 염농도와 유의성 있는 직선관계가 성립되어 표토의 염농도가 높을 경우 고농도의 유거수가 발생함을 알 수 있다. 따라서 이 유거수를 잘 배수하지 않는다면 이 유거수로 침수된 지역의 작물은 습해와 염해를 동시에 받는 피해를 입을 가능성이 높고 또한 토양의 염농도가 공간적 변이성을 가지게 하는데 일조할 것으로 추정된다. 실제 상대적으로 저지대의 배추가 토양수분이 충분한 상태에서 시드는 현상이 발생하는 것이 관찰되고 있는 점으로 보아서 유거수의 관리가 매우 중요한 염농도관리 수단이 된다고 생각된다.

토양염도와 시험작물의 결구형성과의 관계 간척지 토양에서 채소작물의 재배기간중 점적관개에 의한

토양염농도관리는 비록 평균적으로 적정수준으로 관리하는데는 성공하였으나 일부 국지적으로 염농도가 적정수준이상으로 상승하는 현상을 막지 못하였다 (Fig. 2). 그 결과 한 필지내에서 장소에 따라 결구형성 정도에 차이가 발생하여 고품위 농산물생산에 어려움이 있었다. 일반적으로 염농도가 2.0 dS m⁻¹ 이하일 경우 염류피해가 거의 무시되고, 염농도가 작물의 생육에 미칠 수 있는 임계값을 4.0dS m⁻¹로 간주되고 있는데(Yoo et al., 2000) 이원간척지의 경우 배추와 양배추의 재배기간 중 표토의 염농도는 점적관개를 실시하였음에도 불구하고 최하 0.67dS m⁻¹에서 최고 12.92dS m⁻¹을 나타내고 있어 고농도를 나타내는 장소의 시험작물은 염해를 지속적으로 받았을 것으로 추정된다. 실제 포장에서 잎이 시들고 가장자리가 갈변괴사하는 등 염류피해 생리현상이 종종 목격되는 것은 토양의 고농도 염류가 원인인 것으로 생각된다 (USSL, 1954). 염농도의 차이가 배추의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 생육차이에 따라 관찰군을 등급화하여 등급별로 표토(0-20cm)를 채취하여 토양염농도와 개체별 결구형성과의 관계를 본 결과는 Fig.5와 같다.

배추와 양배추의 결구비대는 토양염농도와 로그함수관계로 비교적 잘 표현되었다. 이원간척지의 경우 배추 결구중을 기준으로 최고 결구중 4,700g에서 50% 감소한 2,350g을 나타내는 염농도를 개략적으로 추정하면 6.1 dS m⁻¹ 이고, 양배추 최고결구중 3,700g에서 50%감소한 결구중 1,850g을 나타내는 염농도는 5.7 dS m⁻¹이었지만 이 농도는 콩보다는 높고 수단그라스나 세스바니아보다는 낮은 경향이다(Shon, 2009). 그러나 만식 재배한 화옹간척지의 경우 배추 결구중을 기준으로 최고 결구중 1,800g에서 50% 감소한 900g을 나타내는 염농도를 추정하면 10.0 dS m⁻¹ 이고, 양배추 최고결구중 940g에서 50%감소한 결구중 470g을 나타내는 염농도는 9.0 dS m⁻¹로 추정계산된

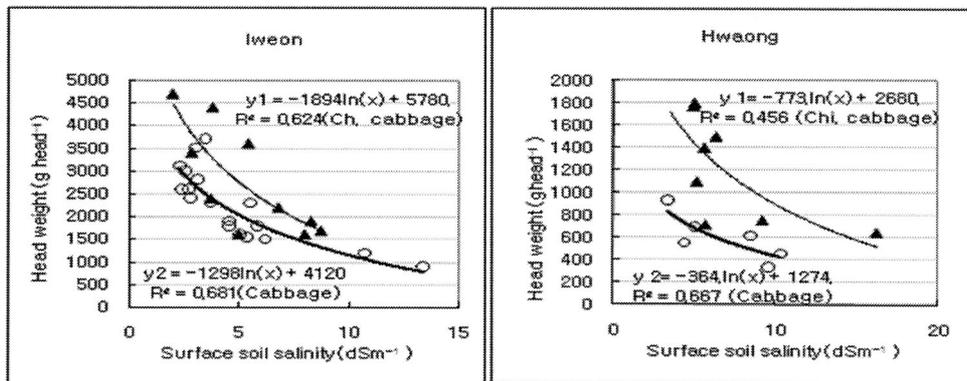


Fig. 5. Relationship between surface soil salinity and head weight of cabbage and chinese cabbage at the Iweon and Hwaong reclaimed lands.

다. 이처럼 50%수량감소를 가져온 염농도가 시험작물이 성숙기에 해당하는 이원간척지보다 생육왕성기에 해당하는 화옹간척지에서 더 높게 나타난 것은 생육왕성할 때 내염성이 높기 때문이 것으로 추정된다. 이상의 결과로 유추한다면 결국 배추는 6 10 dS m⁻¹ 이고 양배추는 6 9 dS m⁻¹이상의 염농도가 지속된 경우 50%이상 수량감소가 일어날 것으로 추정된다. 이러한 결과는 토양염농도를 10dS m⁻¹이하로 유지해 줄 경우 정상적인 생육이 가능할 것이라는 연구결과(RRI, 1998)와 미사질식양토의 간척지에서 양배추재배시 염분농도가 0.45%(약 7dS m⁻¹) 이상에서 소기의 수확을 낼 수 없었다는 연구결과(SNU, 1967), 혹은 꽃양배추, 양배추 및 유채에 대한 염농도시험을 수행한 결과 NaCl의 농도가 0.6%(약 10 dS m⁻¹)를 초과할 경우 수량이 현저히 감소한 결과보고(RDA, 2007), 배추를 중정도저항성(10 dS m⁻¹)로 분류하고 있는 점(Knott, 1962)과 유사한 결과로 해석된다.

영산강간척시험지의 배추와 양배추는 점적관개로 적절하게 이루어져 비교적 토양염농도가 10 dS m⁻¹이하의 크게 높지 않은 수준으로 유지되어 배추와 양배추의 생육이 고른 편이었다. 그러나 극단적으로 생육이 나쁜 지점과 극단적으로 좋은 지점의 토양염농도는 큰 차이를 보였다(Table 4).

Table 4. Comparison of soil salinity on the position produced the biggest head and that on the position produced the smallest head of chinese cabbage in the Yeongsangang reclaimed land.

Growing status	Head weight	Surface soil EC
	g head ⁻¹	dS m ⁻¹
Best	1,690	3.64
Worst	605	9.23

토양의 염농도가 10 dS m⁻¹이하로 낮게 유지된다고 하여도 토양의 미세한 염농차이는 결국 배추나 양배추의 결구에 상당한 영향을 줄 수 있는 것으로, 염은

식물체내에서 이온과 수분의 교환을 통하여 생리적 영향을 주며(Hasegawa et al., 2000), 염농도가 높을수록 삼투포텐셜이 낮아져 수분흡수를 저해하기 때문에 생기는 결과로 해석된다.

시험작물의 수량성 대체로 이원시험지의 배추와 양배추는 적기에 이식하였기 때문에 비교적 결구가 충실히 되어 포기무게가 무겁고 수량도 많은 경향을 보였지만 영산강과 이원간척지는 이식기가 너무 늦었기 때문에 이원간척지보다 매우 부진하였다. 이원간척지의 경우 배추와 양배추의 평균 포기당 무게는 노란자 품종 2,822g, 다마3호 품종 2,499g이었고 양배추는 YR동장군품종으로서 2,119g이었다. 그러나 이식기가 6주 늦고 염농도가 낮은 영산강간척지는 결구의 평균 무게가 적기에 이식한 이원간척지의 약 50% 수준이었고 이식이 3주가 늦고 염농도가 비교적 높았던 화옹간척지의 배추는 42 47%, 양배추는 27% 수준밖에 되지 않았다. 수확된 수량(Fw.kg/10a)은 결국 결구상태가 그대로 반영되어 이원간척지는 노란자 품종 7,055, 다마3호 품종 6,248이었으나 영산강간척지는 배추 3,155, 양배추 2,593, 화옹간척지는 배추 2,968, 양배추 1,445로 매우 저조하였다. Table 5는 각 간척지에 재배한 배추와 양배추에 대한 평균 결구의 개체무게와 수확된 수량이다.

원예작물은 총수량보다는 상품화할 수 있는 수량이 더 중요하다. 하나로마트 등 대부분의 시장에서 판매되고 있는 배추와 양배추의 상품은 결구포기 크기가 2.0kg이상이었다. 따라서 결구 크기가 2.0kg인 것을 상품화가능 수확물로 간주하고 간척지별 생산물의 상품화율을 조사한 결과는 Fig. 6과 같다.

적기에 이식한 이원간척지는 상품화율이 배추 51.2%, 양배추 59.4%로서 상품화가능 수량(kg/10a)이 배추 3,406, 양배추 3,147로서 간척지에서 채소재배의 가능성이 어느정도 입증되었다고 볼 수 있다. 그러나 적기보다 3주 늦은 화옹간척지 및 6주 늦은 영산강간척지는 상품화율이 매우 낮거나 전혀 없는 것으로 조

Table 5. Average head weight and yield of cabbage and chinese cabbage cultivated in the reclaimed land in 2007.

Crops	Reclaimed land	Cultivar	Head wt.	Yield
			g head ⁻¹	Fw. kg 10a ⁻¹
Cabbage	Hwaong	YR-dongzanggun	578	1,445
	Yeongsangang	YR-dongzanggun	1,037	2,593
	Iweon	YR-dongzanggun	2,119	5,298
Chinese cabbage	Hwaong	Beuram 3	1,187	2,968
	Yeongsangang	Yeongungmatzarang	1,262	3,155
	Iweon	Noranza	2,822	7,055
		Dama 3	2,499	6,248

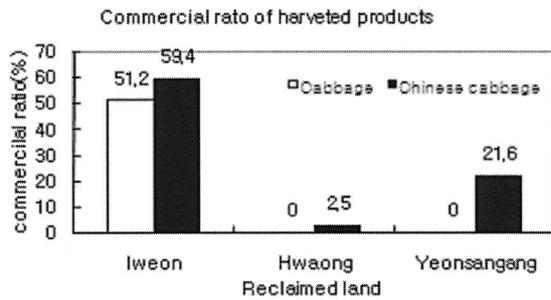


Fig. 6. Commercial ratio of harvested vegetable products.

사되었다. 이러한 결과는 간척지에서의 채소작물은 적기 이식을 전제로 하여 염농도관리가 이루어져야 성공할 수 있음을 보여준다고 판단된다.

적 요

간척조성지 발작물재배기술개발의 일환으로 점적관개가 간척지토양의 염농도관리와 배추 및 양배추의 생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여 영산강간척지, 이원간척지 및 화옹간척지에 시험지를 조성하여 시험재배를 하였다. 점적관개는 표토의 염농도를 비교적 효과적으로 염스트레스 기준이하로 제어할 수 있었지만 토양의 염농도에 대한 공간변이성을 완전히 해소시키기에는 다소 한계가 있었고 이 공간변이성이 생산물의 상품화율을 낮추는 원인중의 하나로 생각되었다. 표토의 염농도가 높을수록 유거수의 염농도가 직선적으로 증가함으로 고농도의 유거수는 간척지의 염농도관리에 매우 중요한 변수로 작용할 수 있다고 판단되었다.

적기 이식재배를 한 이원간척지에서는 평균 수량이 배추가 약 6-7톤/10a, 양배추가 5톤 정도로 비교적 높은 수량을 보였고 상품화율도 배추 51.2%, 양배추 59.4%로 어느 정도 경제성이 있는 것으로 조사되었지만 적기에 비하여 이식이 늦은 화옹간척지와 영산강간척지는 수량도 매우 낮았고 상품화율도 거의 없거나 매우 낮아 적기를 맞추지 못한 것이 저수의 가장 큰 변수였다. 배추와 양배추의 결구비대는 토양염농도가 증가할수록 로그함수적으로 감소하였고, 결구배추가 최고 구중의 50% 이하로 감소되는 토양EC는 적기에 이식한 이원간척지의 경우 배추 6.1dS m^{-1} 양배추 5.7dS m^{-1} 이었다.

인 용 문 헌

Cheong, J.L., B.K. Kim, J.K. Lee and H.T. Shin. 1996. Varietal difference of yields and yield components of rice by saline water treatment. RDA J. Agric Sci. 38(2):12-19.

Han, M.S., J.K. Kim, S.B. Lee. 1988. Studies on cultivation of

forage crops for reclaimed land. Res. Rept. Livestock Exp. Sta. p731-751.

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.

Jung J.I., S.J. Ryu, M.K. Oh, N.H. Baek, J.K. Koh, J.G. Lee. 2002. Varietal responses of rice growth and yield to soil salt content. Korean J. Crop Sci. 47(6):422-426.

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, H.Y., B.I. Lee, K.K. Kim. 1977. Varietal selection experiment suitable for reclaimed land. Res. Rept. Vegetable & Hort. Sta. p1020-1024.

Kim, S.C. 1987. Changes of some chemical constituents in different soil depth with textures of fluvio-marine soil under assement of reclamation duration. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 20(1):23-28.

Knott J.E. 1962. Handbook for vegetable growers p44-45. Revised printing of John Wiley & Sons, INC.

Koo, J. Choi, J.G. Son, K.S. Yoon, D.W. Lee, K.H. Cho. 2001. Analysis of electrical conductivity during desalinization of reclaimed tidal lands. J. Korean Soc. Agricultural Engineer 43(4):37-48.

Koo, J.W., K.W. Han, C.H. Eun. 1989. A laboratory study on the estimation of water requirement for the desalinization of reclaimed tidal land. J. Korean Soc. Agricultural Engineer 31(1):96-105.

Koo, J.W., K.W. Kang, S.J. Gwon, D.W. Lee. 1992. Determining irrigation requirements and water management practices for normal growth of dry field crops in reclaimed tidal land. J. Korean Soc. Agricultural Engineer 34(4): 80-96.

Lee G.S., S.M. Choi, W.Y. Choi. 1997. Effect of desalinization on early seedling growth of winter barley in new tidal land. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 42(1):112-118.

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

Lee, S.Y., C.S. Kim, J.W. Cho, Y.K. Kang. 1996. Physiological response of barley seedlings to salt stress. Korean J. Crop Sci. 41:665-671.

NIAST. 2000. Analysis of soil and plant. National Inst. of Agr. Sci. & Teck. RDA, Suwon, Korea.

RDA. 2007. Studies on friendly environmental development for foundation of multiple agriculture in reclaimed land. Res. Rpt. Natl. Inst. Honam Agr. pp99-147.

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.
- Shim, J.H., J.H. Jung, Y. An 1989. A study on the characteristics of fluvio marine soils developed in the west south coastal area. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.22(4):280-284.
- Shim, S.I., S.G. Lee, B.H. Kang. 1998. Screening of saline tolerant plants and development of biological monitoring technique for saline stress. 2. Responses of emergence and early growth of several crop species to saline stress. Korean J. Environmental Agri. 17(2):122-126.
- Shon, Y.M., G.Y. Jeon, J.D. Song, J.H. Lee, M.E. Park. 2009. Effect of spatial soil salinity variation on the growth of soiling and forage crops seeded at the newly reclaimed tidal lands in Korea. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.42(3):179-187.
- SNU. 1967. Study on salt tolerance of rice and other crops in reclaimed land. Research Rpt. of Seoul National University:p80-85.
- Song, J.D., K.J. Lee, J.Y. Lee. 1981. Selection experiment of forage crops suitable for reclaimed land. Res. Rept. Livestock Exp. Sta. p782-789.
- USSL. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. 1-6.
- Yang, C.H., C.H.Yoo, J.H.Jung, B.S. Kim, W.K. Park, J.H. Ryu, T.K. Kim, J.D. Kim, S.J. Kim and S.H. Baek. 2008. The changes of physico-chemical properties of paddy soil in reclaimed tidal land. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.41(2):94-102.
- Yoo C.H., G.H. Cho, J.W. Choi, K.H. park, Y.H. Kim. 1989. Studies on change of physico-chemical properties due to ripening degrees in the reclaimed tidal deposits. I. With reference to Munpo and Pori series. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.22(3):180-190.
- Yoo S.H. 2000. Soil dictionary: pp302. Seoul national university pub.
- 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.