

시설재배지 토양의 염류축적 현상과 제염방안

Effectiveness of a salt extraction technique
in soils under protected cultivation.

홍성구 · 이남호 · 전우정 · 황한철 · 김진태*(한경대)

Hong, Seong Gu · Lee, Nam Ho · Jeon, Woo Jeong · Hwang, Han Cheol · Kim, Jin Tae

Abstract

Salt accumulation is one of the major problems in soils under protected cultivation. Since protected cultivation does not have rainfall or excessive irrigation, salt accumulation in the soils is inevitable. In this study, characteristics of salt accumulation in soil column were investigated, and a salt-extracting method was tested to see its effectiveness. The results showed that the concentration of salt in top soil layers increased and electrical conductivity as the salt concentration decreased especially in the top soil layer When extraction medium was applied.

I. 서론

시설재배지 토양은 노지토양과는 여러 가지 다른 특성을 갖고 있다. 시설내에서는 집약적으로 경영되는 것이 특징이므로 다비경향이 있고, 강우에 의한 비료분 즉 염류가 용탈되지 못하여 작물의 토양에 계속남아 있게 되고, 시설내는 빛이 약하여 작물의 광합성량이 적고 토양으로부터의 염류의 흡수 이용율이 낮다. 그리고 온도가 높기 때문에 작물과 토양표면으로부터 증산이 많고 관수량이 일반적으로 적기 때문에 토양 수분이 표층에서만 이동하여 녹아있는 염류도 토양표층에서만 이동하게 되어 염류가 표층에만 집적된다. 시설재배지 토양에서 발생하는 여러 가지 문제점 가운데 염류집적은 가장 대표적인 것으로서 염류집적이 발생하게 되면 작물이 제대로 성장하지 못하고 각종 병해를 입을 수 있다.

작물은 뿌리와 토양 용액의 삼투압 차이를 이용하여 양수분을 흡수한다. 뿌리의 정상적인 삼투압은 5-7기압인데, 뿌리의 삼투압이 토양 용액의 삼투압보다 높은 경우 작물은 정상적으로 수분을 흡수 할 수 있다. 그러나 염류가 집적되면 토양 용액의 삼투압이 높아져 작물 뿌리의 삼투압 차가 적어지게 된다. 그러면 물의 흡수가 나빠지게 되고 잎에서 증산하는 물의 양을 뿌리에서 흡수 보급할 수 없게 되어, 작물은 수분 부족을 일으킨다. 심한 경우는 작물 뿌리의 삼투압보다 토양 용액의 삼투압이 높아지고, 그 결과 역으로 작물체내의 수분이 탈취되게 된다. 그 결과 잎 색깔이 짙어지고 과일은 품질과 수량이 저하되는 것이 보통이다. 따라서 시설재배지에서의 염류집적에 대한 대책이 시급한 현실이다.

본 연구에서는 시설재배지의 토양 표층에서 염류집적특성을 조사하고 흡착제를 이용한 재염효과를 실험적으로 검증하고자 한다.

II. 재료 및 방법

완전 건조시켜서 균일하게 만든 토양시료를 포트에 충전을 시킨 후 EC가 5mS/sec 정도 되는 질산칼슘을 주입 한 후 5일간 건조시킨다. 건조된 포트는 2개조로 분리하여 1조는 제염에 쓰이는 흡착제로서 휴지를 사용하여 포트층에 피복 시키고, 2조는 그대로 방치한다. 여기서 흡착제를 피복시킨 포트는 처리구로 흡착제 없이 그대로 방치한 포트는 무처리구라 한다. 휴지를 피복 시킨후 처리구와 무처리구에 증류수 500ml 씩 주입하고 다음날 채취를 시작으로 3일 간격으로 6회 채취한 후 다시 증류수 500ml를 주입한 후 주입 다음날 채취하고 3일 간격으로 3회 시료를 채취한다.

1. 시료제작방법

직경 10cm내외의 PVC 파이프를 32cm 길이로 절단하여 포트50개를 제작한후, 포트 충전용 토양으로는 시료용 토양을 채취 완전건조 시킨후 체로 쳐서 균질하게 만든후 잘 혼합시킨다. 잘 혼합된 토양을 포트내에 채우고 2-3회정도 다져준다. 포트가 준비된후 EC 5 mS/cm의 질산칼슘용액을 포트당 0.5 L씩 주입한다. 제염에 쓰이는 흡착제로는 휴지를 사용하는데 휴지 자체의 EC, ph를 감안하여 증류수로 행귀서 건조시킨 휴지를 사용한다.

포트 25개는 무처리용, 25개는 피복처리용으로 구분하여 피복처리용은 건조시킨 휴지를 5점 정도 덮고 증류수를 이용하여 시료토양 표면에 밀착시킨다.

2. 시료채취방법

시료채취는 각 조별포트 2개를 선택하여 표면에서 0-2cm , 2-4cm, 4-6cm, 6-10cm, 10-15cm, 15-20cm, 20-25cm, 25-27cm, 구간의 8개 시료를 층별로 구분하여 3일 간격으로 채취한다. 이때 함수비 측정용 시료는 채취 직후 알루미늄캔에 담아 건조 시키고, ph,EC 측정용 시료는 실내에서 자연건조 시킬수 있도록 한다.

3. 분석 항목 및 방법

채취된시료는 알루미늄캔에 담아서 채취직후 105℃의 건조오븐에 24시간 건조후 수분량과, 함수비를 측정하고, ph, EC측정용 시료는 실내에서 자연건조(3일정도) 한후, 풍건토 중량(20g)의 5배에 해당하는 증류수(100ml)를 혼합하여 방치한후(4시간) ph, EC를 측정한다.

시료분석을 통해서 얻은 자료를 이용하여 흡착제처리구와 무처리구와의 차이를 토층별로 알아보았다. 전기전도도는 토양의 염류농도를 나타내는 지표이므로, 전기전도도와 밀접한 관련을 맺고 있는 요인들을 파악하였다.

III. 결과 및 고찰

시설재배지에서의 시간변화에 따른 토층별 전기전도도의 차이를 비교해 보면 표층(상위 0-2cm) 부분이 가장 큰 차이를 보이며, 4cm - 27cm 부분은 처리구와 무처리구의 차이가 거의 없다고 볼수 있다. 이는 염류가 집적하는 장소가 물의 움직임과 관련되어 있기 때문이다. 시설재배지안은 밀폐되어 있고 고온 건조 상태이므로 토양속의 염류를 포함한 물은 아래에서 위로 움직이고 지표면에서 왕성하게 증발되는데, 이때 토양수에 포함되어 있는 염류는 지표면에 남고 수분만 증발한다. 따라서 염류는 이랑의 패인곳 보다는 위쪽에 집중되며, 지표에 가까운 곳일수록 염류 농도가 높아진다.²⁾

흡착제처리한 토양의 전기전도도는 표1에서와 같이 나타났다. 주로 염류가 집적되는 표층의 경우 처리구가 1.87mS/cm 무처리구가 2.13mS/cm 으로 처리한 토양의 전기전도도가 무처리한 토양 보다 낮게 나타났다. 이는 흡착제를 처리한 것이 염류가 더 낮다는 것을 알수 있는데 여기서, 흡착제 처리함으로써 염류의 농도가 12.2 % 낮아짐을 알수 있다.

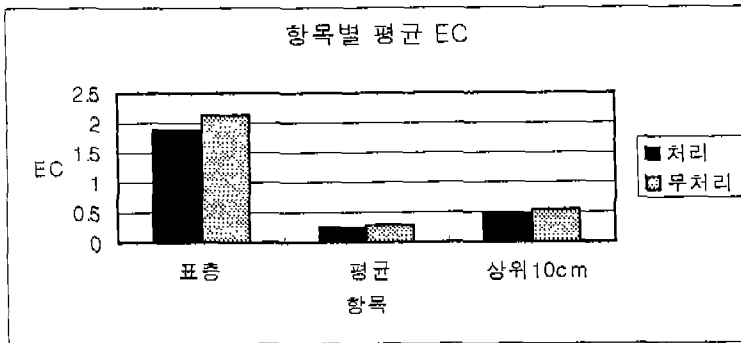


그림1. 항목별 평균 EC

표 1. 시간변화에 따른 전기전도도

| 날짜 | 처리구 | | | 무처리구 | | |
|------|---------|---------|----------|--------|---------|----------|
| | 표층 | 상부 10cm | 평균 | 표층 | 상부 10cm | 평균 |
| 5/10 | 1.495 | 0.432 | 0.2618 | 1.655 | 0.478 | 0.3002 |
| 5/13 | 1.7 | 0.463 | 0.2782 | 1.7 | 0.619 | 0.2782 |
| 5/16 | 1.745 | 0.453 | 0.2622 | 1.75 | 0.472 | 0.2668 |
| 5/19 | 1.64 | 0.441 | 0.2554 | 1.89 | 0.483 | 0.2672 |
| 5/22 | 1.76 | 0.4455 | 0.2452 | 2.61 | 0.602 | 0.2988 |
| 5/25 | 1.99 | 0.477 | 0.2508 | 2.62 | 0.646 | 0.3404 |
| 5/28 | 2.135 | 0.503 | 0.2762 | 2.375 | 0.557 | 0.2808 |
| 6/22 | 1.83 | 0.51133 | 0.262867 | 1.9833 | 0.30333 | 0.309467 |
| 6/25 | 1.6733 | 0.42667 | 0.223867 | 1.6567 | 0.39467 | 0.211867 |
| 6/28 | 2.19167 | 0.50467 | 0.2465 | 2.2383 | 0.50167 | 0.24367 |
| 7/1 | 2.42 | 0.547 | 0.3138 | 2.925 | 0.624 | 0.2866 |
| 평균 | 1.87 | 0.47 | 0.26 | 2.13 | 0.54 | 0.28 |

토층별 처리구와 무처리구의 전기전도도의 차이는 다음과 같다. 표층의 경우는 처리구와 무처리구의 전기전도도의 차이가 크게 나타나고 있으나 4cm이하의 토층에서는 차이가 없다고 볼수 있다. 따라서 표층과 상위 10cm 부분에서 염류의 제거 효과를 얻을수 있었다.

그림2.의 경우 표층에서의 처리구와 무처리구의 전기전도도의 차이는 0.72mS/cm로서 염류제거는 29.8% 정도 되었다. 여기서 10cm 이하의 부분에서는 처리구의 전기전도도가 무처리구보다 높게 나타나는 경우도 있으나 이는 단일 포트실험에 의해 오차가 있을수 있다고 사료된다.

그림4.와 그림5.는 표층과 6cm이하에서 처리구와 무처리구의 차이가 나타남을 알수 있다. 시료주입 13일후 표층의 염류농도는 32.57% 감소하였고, 4cm이하 지점에서는 오히려 처리가 높게 나타났는데 이것도 단일 포트 실험에 의한 오차로 나타났다고 볼수 있다. 시료주입 16일후 표층의 염류 농도 변화는 24%감소 했고, 2-4cm 지점은 56.8% 염류 농도가 감소함을 알수 있다.

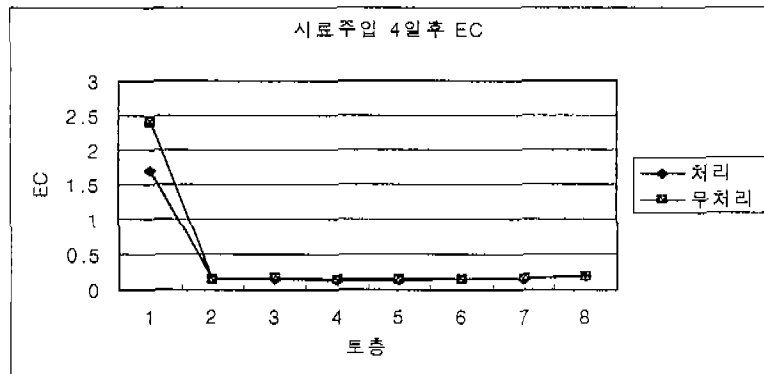


그림2. 시료주입 4일후 EC

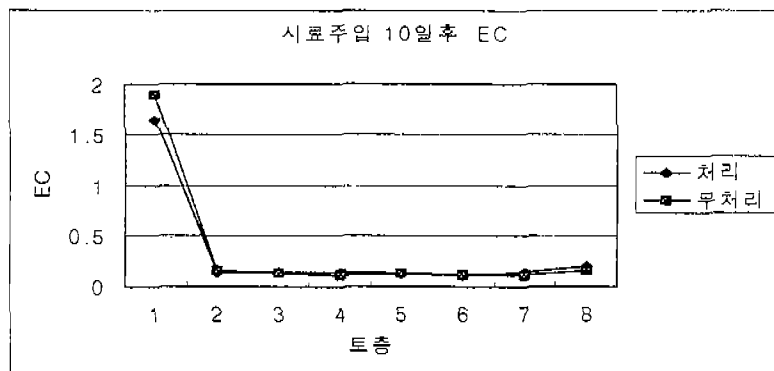


그림3. 시료주입 10일후 EC

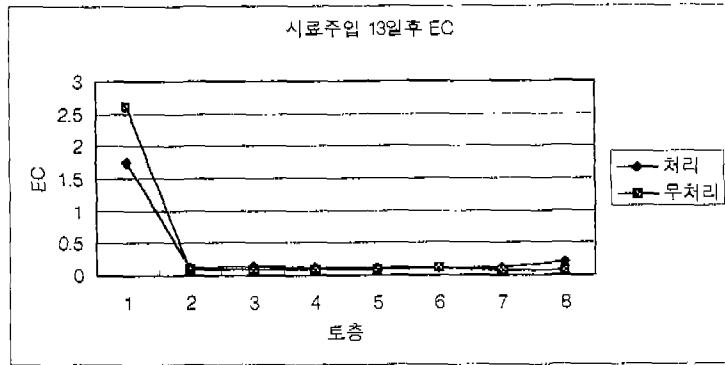


그림4. 시료주입 13일후 EC

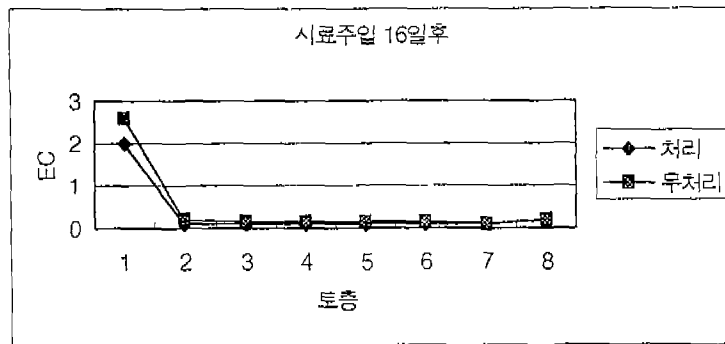


그림5. 시료주입 16일후 EC

그림6.과 그림7.은 질산칼슘과 증류수를 주입하고, 토양의 완전건조상태(40일정도)에서 증류수 500ml를 재주입한후 시료를 채취한 것이다.

이 실험 결과에서도 표층에서의 전기전도도의 차이는 두드러지나 4cm이하의 토층에서는 차이가 없음을 알 수 있다. 시료주입 4일후 염류는 표층에서 7.7%, 2-4cm지점에서 47.4%의 염류가 제거됨을 알 수 있다. 채취 10일후 표층에서는 17.26% 염류가 제거됨을 알 수 있다.

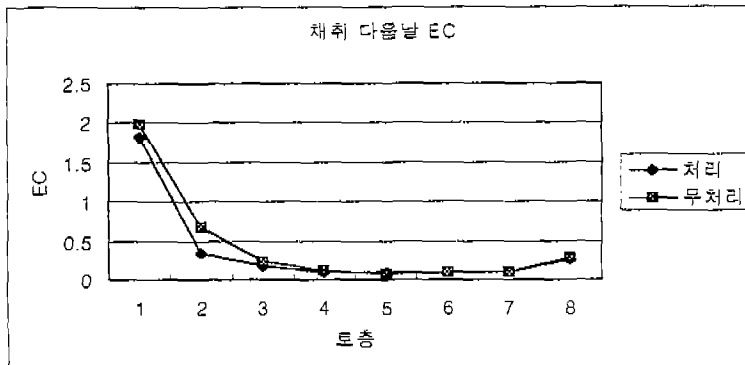


그림6. 증류수 재주입 다음날 EC

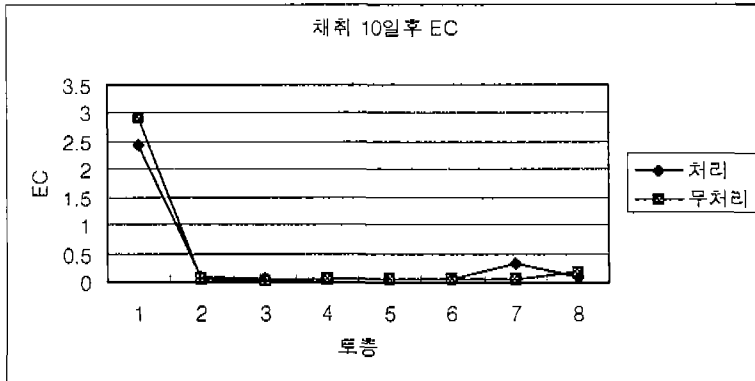


그림7. 증류수 재주입 10일후 EC

다음은 전기전도도의 차이가 두드러진 표층부분과 상위 10cm지점의 시간변화에 따른 처리구와 무처리구의 염류 농도 차이를 비교한 것이다. 시간변화에 따른 염류의 차이는 있으나 대부분이 처리가 무처리 보다 전기전도도가 낮게 나타났으므로 피복처리한 곳에서의 염류제거가 시간변화에 관계 없이 어느정도 발생하였다는 것을 알수 있다. 특히 표층 부분은 어느정도 시간이 지나감에 따라 제염 효과가 크게 나타남을 알수 있었다. 그러나 전체적으로는 제염효과가 시간변화와는 관계가 없음을 알수 있었다.

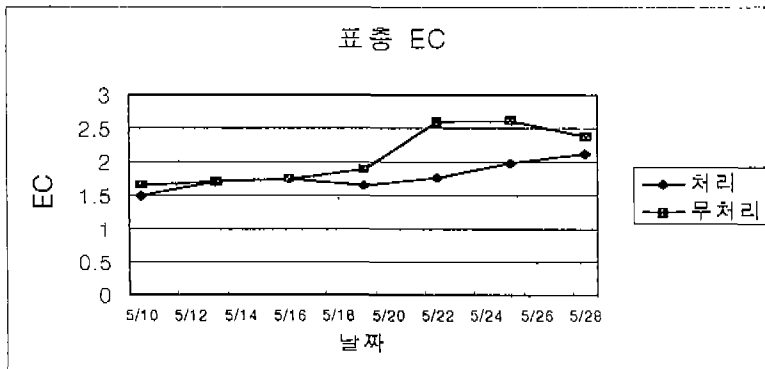


그림8. 시간별 표층 평균EC

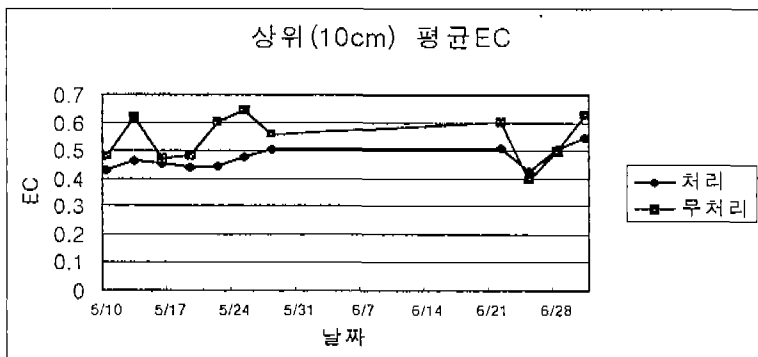


그림9. 시간별 상위(10cm)평균 EC

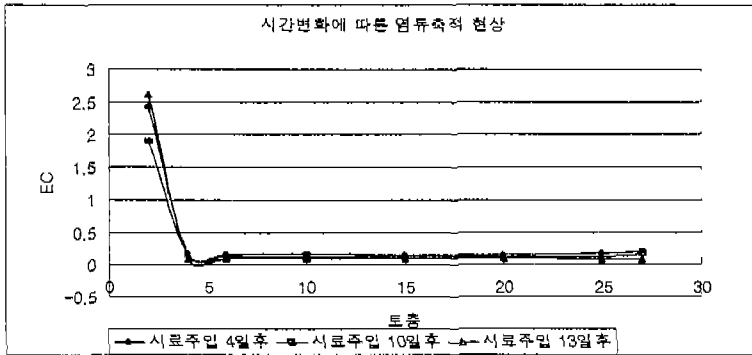


그림10. 시간변화에 따른 염류축적현상

시설재배지에서의 염류축적현상은 그림10. 시간변화에 따른 염류축적 현상과 같다. 시료주입 후 시간이 지날수록 토층별 전기전도도의 변화는 증가하였다가, 다시 감소하므로 시간변화에 따른 염류축적은 변화가 거의 없다고 할수 있다.

IV. 요약 및 결론

제염효과에 따른 결과는 염류가 주로 집적되는 표층부분에서 큰 차이가 나타났다. 표층의 경우 처리구가 1.87mS/cm, 무처리구가 2.13mS/cm 으로 흡착제를 사용하므로써 12.2%의 염류가 제거됨을 알수 있다. 또 표층으로부터 10cm지점은 처리구가 0.47mS/cm, 무처리구가 0.54mS/cm로서 12.97%의 염류가 제거됨을 알수 있다. 제염효과에 있어서도 시간변화에 따른 차이는 없음을 알수 있다. 위 실험에서는 단일 포트에 의한 실험이 행하여 졌고, 흡착제를 1회만 사용하였기 때문에 어느 정도의 오차가 발생하였다고 사료된다. 따라서 흡착제 사용을 늘이고 시료채취 횟수를 증가시킨 보완실험을 준비중에 있다.

참 고 문 헌

1. 김춘식, 비닐하우스 토양의 염류집적 장애와 대책, 세농사, pp38-41, 1981
2. 산전영생, 하우스 토양의 특성과 개량, 한국원예기술정보센타, pp 16-25, 1993
3. 이강만, 시설토양의 염류집적과 토양관리, 최신원예, pp22-25, 1988
4. 박길순, 시설원예토양의 염류집적장애에 대한 소고, 농협대학, pp83-92, 1980