

석고서슬형간석지논토양에서 염의 피해를 극복하기 위한 토양립단함량결정과 그 효과

최명길, 주룡호

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《간석지개간과 새땅찾기운동을 힘있게 벌리는것은 알곡생산을 늘이는데서 나서는 중요한 과업의 하나입니다.》(《김정일선집》 증보판 제10권 348페이지)

선행연구들[1-6]에서는 토양립단함량과 염의 이동관계에 대하여 제기된것이 없다.

우리는 새로 개간한 석고서슬형간석지논토양에서 염의 이동과 환원피해를 극복하는데 적합한 토양립단함량비율을 결정하고 현실에 적용하기 위한 방도와 그 효과성에 대하여 연구하였다.

1. 수용성염이동에 적합한 토양립단함량비율결정

적심수의 이동에 의하여 토양립단이 보존되면서 수용성염의 이동에 적합한 토양립단함량을 결정하기 위하여 먼저 토양립단의 크기에 따라 그것의 보존성과 염함량의 이동관계를 연구하였다. 이를 위하여 각이한 크기를 가진 마른 토양립단을 높이 15cm, 직경 30cm인 원형수조에 넣고 물을 대어 내리적심하였다. 이때 토양립단의 크기에 따르는 염함량의 이동관계를 보면 표 1과 같다.

표 1. 토양립단크기와 Cl^- 함량(%)의 이동관계

토층깊이/cm	립단의 크기/mm					
	0.8이하	2이하	10이하	20이하	40이하	20~40
0~3	0.007	0.012	0.016	0.070	0.140	0.300
3~6	0.007	0.019	0.050	0.120	0.420	0.320
6~9	0.012	0.025	0.300	0.380	0.390	0.310
9~11	0.500	0.590	0.560	0.580	0.320	0.330
11~12	1.120	0.800	0.710	0.620	0.280	0.290

표 1에서 보는바와 같이 토양립단의 크기가 작을수록 Cl^- 이 깊이 이동하지만 반대로 토양립단의 크기가 클수록 Cl^- 이 깊이 이동하지 못한다.

Cl^- 이 염의 피해농도이하로 내려간 거리는 0.8, 2, 10mm이하의 토양립단이 들어있는 토층들에서 나타나는데 최대 9cm였다. 그러나 20, 40mm이하, 20~40mm의 토양립단들이 들어있는 토층들에서는 염의 이동성이 매우 미약하거나 없다.

이러한 특성은 염이동성의 견지에서 볼 때에는 마른 토양립단의 크기가 작을수록 토층속으로 흐르는 물에서 염이 용해된 박막수를 위주로 하는 적심수의 이동이 먼저 진행되기때문이며 반대로 염이 이동하지 않는다고 볼 때에는 립단의 크기가 클수록 중력수를

위주로 하는 물흐름이 먼저 진행되어 순간에 포수된 토층의 립단들이 전부 파괴되기때문이다. 이로부터 적심수흐름조건이 조성되지 못하고 토층이 치밀해져 염이 이동하지 못한다.

토양립단을 형성한 같이층에서 담수할 때 적심수의 이동에 의하여 토양립단을 보존하면서 염이 이동한다는것을 립증하기 위하여 높이 50cm, 직경 50cm인 원형수조 2개를 준비하고 대조수조에는 2~4cm의 마른 토양덩어리들을 23cm까지 채워넣고 그우에 물을 넣었으며 시험수조에는 13cm까지 2~4cm의 마른 토양덩어리들을 채워넣고 그우에 10mm 이하의 토양립단들을 10cm 두께로 넣고 물을 채웠다.

이때 물이동형태와 토양립단의 보존성, 염의 이동성을 관찰한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 내리적심에 의한 Cl^- 함량(%) 분포

토양깊이/cm	대조수조	시험수조			평균
		실험회수			
		1	2	3	
0~3	0.31	0.02	0.02	0.04	0.03
4~6	0.32	0.04	0.04	0.04	0.04
7~9	0.37	0.05	0.04	0.05	0.05
10~12	0.30	0.05	0.05	0.05	0.05
13~15	0.34	0.05	0.05	0.05	0.05
16~18	0.33	0.74	0.42	1.10	0.75
19~21	0.32	1.54	1.47	1.75	1.59

초기토양시료의 Cl^- 함량은 0.32%

표 2에서 보는바와 같이 대조수조의 토층에서는 물이 순간에 흘러들어 토양덩어리들이 전부 파괴되고 염이 내리세척되지 않았다. 이와 같은 현상은 토양덩어리내부에서 중력수흐름에 의한 압축공기의 형성으로 인한 폭발작용과 관련된다.

시험수조의 토층에서는 토양덩어리들이 보존되었으며 Cl^- 함량은 0~15cm 깊이까지 0.05%이하로 내려갔다. 그런데 야외포전조건에서는 같이층전체를 10mm이하의 토양립단으로 만들수 없으므로 적심조건이 충분히 보장될수 있는 10mm이하의 토양립단함량비율을 결정하는것이 필요하다.

이를 위하여 6m×6m 포전에서 각이한 비율의 토양립단을 형성하고 말리운 다음 물을 대주어 내리적심하였다.

담수로 씻어낸 5일후 같이층에서 Cl^- 이 염의 피해농도이하로 내려간 깊이를 보면 토양립단비율이 50, 60%인 같이층에서는 10cm, 70%인 같이층에서는 5cm이며 그밖에서는 염의 피해농도이하로 씻겨내리지 않았다.

담수로 씻어낸 30일후 같이층에서 Cl^- 이 염의 피해농도까지 씻겨내린 깊이는 토양립단비율이 50, 60%인 같이층에서는 20cm, 70%인 같이층에서는 15cm, 40, 80%인 같이층에서는 10cm이다.

담수로 씻어낸 60일후 같이층에서 Cl^- 이 염의 피해농도이하로 씻겨내린 깊이는 토양립단비율이 50, 60, 70%인 같이층에서는 20cm 깊이까지 씻겨내렸으며 40, 80%인 같이층에서는 15cm 깊이까지 씻겨내렸다. 이로부터 적심수이동에 의하여 수용성염이 이동할수 있는 토양립단비율은 40~80%, 가장 적합한 범위는 50~60%이라는것을 알수 있다.

2. 염해 및 환원피해극복효과

토양립단함량의 비율에 따르는 염해 및 환원피해극복효과는 포전시험으로 검증하였다. 포전시험은 적심수의 이동조건이 보장되는 포전과 보장되지 않는 포전, 물써레포전으로 나누어 진행하였다.(각각 1정보)

물써레포전은 같이후 물을 대고 물써레를 하였으며 적심수의 이동조건이 보장되지 않는 포전은 토양립단비율이 40%미만 되게, 적심수의 이동조건이 잘 보장되는 포전은 50~60% 되게(마른같이 3일후) 대철레루로 마른써레를 하였다.

포전별로 담수로 씻어낸 후 염의 내리세척효과는 적심수의 이동조건이 좋은 50~60%의 토양립단이 형성된 포전의 같이층에서 나타났으며 염의 피해농도까지 내려간 Cl^- 의 이동깊이는 5일후에는 5~10cm, 30일후에는 10~15cm, 60일후에는 15~20cm이다. 결국 담수로 씻어낸 후 30~60일이면 같이층에서 대부분의 염이 제거된다. 그러나 적심수의 이동조건이 나쁜 40%이하의 토양립단이 형성된 시험포전의 같이층에서는 담수로 씻어낸 후 60일이 지나도 같이층의 염이 피해농도이하로 내려가지 않았으며 염세척률이 낮은 물써레포전과 유사한 결과를 보여준다. 적심수의 이동에 의하여 토양립단이 보존된 시험포전에서는 중력수의 흐름에 의하여 토양립단이 파괴된 시험포전에 비하여 물스밈성이 높다.

시험포전 1에서는 시험포전 2에 비하여 물스밈성이 약 2배이상 정도로 더 높다.

시험포전 2는 시험포전 3에 비하여 물스밈성이 담수로 씻어낸 후 5~6일까지는 1.3~1.5배로 높지만 그후부터는 같다.

시험포전 1에서는 같이층의 물스밈성이 개선된 결과 담수에 포함된 산소가 같이층으로 쉽게 들어가므로 환원성물질의 생성이 억제되며 지나친 환원피해가 방지된다. 환원철(Fe^{2+})의 생성량은 시험포전 1에서는 시험포전 2에 비하여 0.33~0.46배로서 절반이하정도로 작으며 시험포전 2에서는 시험포전 3에 비하여 0.91~0.99배로서 큰 차이가 없다.

논벼에 대한 환원피해의 극복효과는 논벼의 흰뿌리수와 갈색뿌리수, 검은 뿌리수로 평가하였는데 시험포전 1에서는 시험포전 3에 비하여 흰뿌리수와 갈색뿌리수는 약 1.5~2배이상 많고 검은 뿌리수는 약 1/2~1/3정도로 적으며 시험포전 2와 3은 큰 차이가 없다. 이와 같이 석고서슬형간석지논토양에 40%이하의 마른토양립단이 형성되면 염해와 환원피해가 극복되지 않으며 50~60%의 토양립단이 충분히 형성되면 염해와 환원피해가 개선되어 논벼의 초기생육과 수확고증가에 결정적영향을 주어 2배이상의 수확을 더 낼수 있는 가능성이 있다.

맺 는 말

새로 개간한 간석지논토양에서 적심수이동에 의하여 환원피해와 염해를 방지할수 있는 적합한 토양립단함량은 50~60%이다. 이와 같은 조건을 보장한 포전에서는 물써레포전에 비하여 약 2배이상의 수확을 낼수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 최명길; 자연과학논문집 76, 김일성종합대학출판사, 127, 주체94(2005).
- [2] 최명길; 지질 및 지리과학, 4, 19, 주체98(2009).
- [3] И. А. Авесаломова; Биогеохимия ландшафтов, МГУ, 1~350, 2007.
- [4] J. Taylor; Remote Sensing of Soil Salinization, CRC Press, 1~389, 2009.
- [5] 易秀 等; 土壤化学与环境, 化学工业出版社, 1~201, 2008.
- [6] 张万钧 等; 盐渍土绿化, 中国环境科学出版社, 34~322, 2000.

주체105(2016)년 1월 5일 원고접수

**Estimation of Soil Aggregate Content to Overcome the Damage from Salt
in the Tideland Paddy Soil of $\text{CaSO}_4\text{-MgCl}_2$ Type and Its Effect**

Choe Myong Gil, Ju Ryong Ho

We clarified the estimation of soil aggregate content and its effect to overcome the damage from salt and reduction in the tideland paddy soil of $\text{CaSO}_4\text{-MgCl}_2$ type. In newly reclaimed tideland paddy soil of $\text{CaSO}_4\text{-MgCl}_2$ type, the suitable content of soil aggregates to overcome the damage from salt and reduction is 50~60%.

Key words: tideland, soil aggregate, salt damage