

간척지 토양에서 1:5 토양 침출액을 이용한 포화침출액의 전기전도도 추정

이상모* · 류순호¹

서울대학교 농업과학공동기기센터,
서울대학교 농생명공학부

(2001년 4월 23일 접수, 2001년 5월 19일 수리)

Key words: 간척지 토양, 전기전도도, 포화침출액

서론

간척지 토양에 대한 연구가 이루어지기 시작한 것은 1897년 Whitney 등¹⁾에 의하여 토양의 염농도를 전기전도도로 측정할 수 있게 되면서부터이며, 체계적인 간척지 토양의 개량에 대한 연구는 1940년대에 들어서 염류도와 알칼리도에 대한 정의와 토양의 특성이 밝혀지면서부터이다. 간척지 토양의 특성을 파악하는데 있어서 중요한 이화학적 성질은 토양의 토성, 토양 포화침출액의 전기전도도(Electrical conductivity) 및 가용성 염의 조성과 농도 등이다.

토양염류농도(Soil Salinity)는 토양과 물에 들어 있는 수용성 무기염의 농도를 할 수 있다. 염류도는 이들 여러 성분의 총괄적인 지표로서 전기전도도를 흔히 사용한다. 염류도를 평가하는 방법으로 가장 고전적인 방법은 토양을 증류수로 포화시킨 후, 그 용액의 전기전도도를 측정하는 방법이다. 토양 포화침출액은 실제 포장에서의 토양의 수분함량과 비슷하다는 장점이 있지만 많은 양의 토양과 오랜 침출시간이 소요되며, 토양의 포화 기준이 명확하지 않고 사람의 시각에 많이 의존하기 때문에 포화침출액에서 얻은 값들은 실험자에 따라 달라질 수 있다. 반면 토양과 증류수의 일정 비율, 즉 1:1, 1:2 또는 1:5 등에 의한 분석방법은 포화 침출액법 보다 간편하고 기준도 명확한 장점이 있다.²⁾ 그러나 어떠한 회석 배수라도 염류도의 측정에 오차를 가져온다. 이 오차는 무기물의 용해, 이온의 가수화 및 교환성 이온 비율의 변화 등에 의해서 생기는데 회석배수가 크면 클수록 포장 상태에서보다 시료와 토양 용액간의 이온 비의 차이가 커져 오차는 증가한다.^{3,4)} 따라서 포화침출액법과 1:5 침출액법은 각기 장단점을 가지고 있어 두 가지 방법으로 얻어지는 전기전도도의 분석자료간의 상관관계는 중요한 자료가 될 수 있다.

Talsma 등⁵⁾은 포화침출액의 전기전도도(EC_e)와 1:5 침출액의 전기전도도($EC_{1:5}$)를 $EC_e = 6.4 EC_{1:5}$ 의 비례식으로 표현하였다. 그러나 미국 등에서 보고된 실험결과는 염이 집적된 염류토양에 관한 결과이므로 우리나라와 같은 간척지 토양에 그

대로 적용하기에는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 서해안의 주요 간척지 토양의 포화침출액과 1:5 침출액의 전기전도도 간의 상관관계를 구하고자 수행하였다.

재료 및 방법

우리나라 서해안의 주요 대단위 간척지 중 하나인 충청남도 서산 간척지에서 벼의 생육상태 또는 개답년차 등을 기준으로 45 포장(240 m × 60 m)을 선정하였다. 서산간척지의 전체 농지 면적은 10,166 ha이며 1986년부터 벼를 재배하였다. 1988년 벼를 수확한 후에 포장을 대표할 수 있도록 한 포장에서 20개 지점으로부터 토양을 채취하였다. 포장에서 채취한 토양은 풍건한 후 2 mm 체를 통과한 것을 분석용 시료로 사용하였다. 토양의 이화학적 분석에 사용한 토양 시료의 총수는 85점이었다.

토양의 입경분석은 피펫법⁶⁾을 이용하였으며 미국 농무성 분류법에 의하여 토성을 결정하였다. 토양의 포화침출액과 1:5 (토양 : 증류수) 침출액은 US Salinity Laboratory Staff의 방법⁷⁾에 따라 토양용액을 얻은 후 전기전도도계(PHILIPS PW9509)를 사용하여 전기전도도를 측정하였다.

결과 및 고찰

전체 토양 85점에 대한 토양의 포화침출액의 전기전도도(EC_e)는 4.3~65.5 dSm^{-1} 의 범위였으며, 1:5 침출액의 전기전도도($EC_{1:5}$)는 0.5~6.7 dSm^{-1} 의 범위를 나타내었다. Fig. 1에 나타난 것과 같이 전체 토양에 대한 EC_e 와 $EC_{1:5}$ 간 회귀분석결과 높은 유의성($r = 0.982$, $P < 0.01$)을 가지는 $EC_e = 9.56 EC_{1:5}$ 의 회귀식을 얻었다. 회귀식을 이용하여 구한 EC_e 와 $EC_{1:5}$ 간 비례상수 9.56은 Talsma 등⁵⁾이 제시한 비례상수 6.4에 비하여 약 3 정도 큰 값을 나타내었다.

토양의 토성분석 결과 가장 많은 것은 사질식양토로서 29점

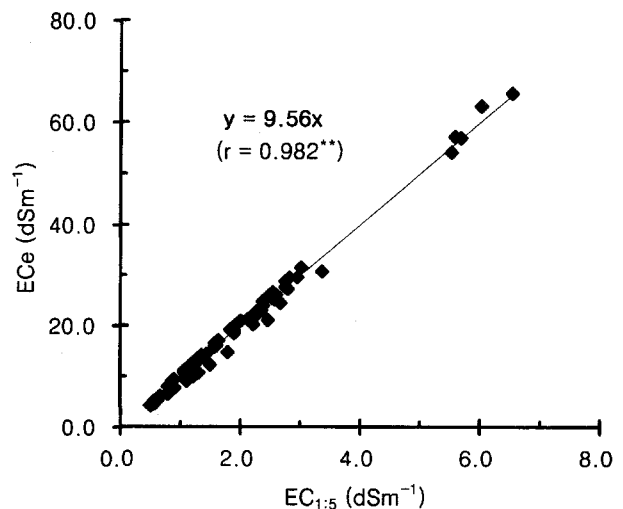


Fig. 1. Relationship between electrical conductivity of 1:5 extract and saturation extract.

*연락처자

Phone: 82-31-290-2865; Fax: 82-31-295-2197
E-mail: smlee@nicem.snu.ac.kr

Table 1. Regression equations between EC_e and $EC_{1:5}$ at different soil textures

Soil texture	Number of samples	Regression equation	Correlation coefficient
Sandy loam	25	$y=9.73x$	0.995**
Loam	5	$y=9.98x$	0.979**
Sandy clay loam	29	$y=9.87x$	0.981**
Clay loam	14	$y=9.11x$	0.975**
Sandy clay	5	$y=8.51x$	0.998**
Clay	7	$y=8.17x$	0.976**

y: EC_e x: $EC_{1:5}$

이었으며 다음으로 많은 것은 사양토 25점, 식양토 14점, 식토 7점이었고 양토와 사질식토는 각각 5점이었다. 간척지 토양의 일반적 특성을 조사한 농업진흥공사의 보고서⁷⁾를 보면, 우리나라 간척지 토양의 토성은 사토, 양질사토, 사양토 등 모래가 많은 조립질 토양이 43.2%를 차지하고 있으며, 미사질계 토양은 47.3%, 그리고 점토함량이 많은 식질계 토양은 9.5%이다.

전체 토양 85점을 토성에 따라 분류하여 각각의 토성에 따른 EC_e 와 $EC_{1:5}$ 간의 회귀분석 결과를 Table 1에 나타내었다. 토성에 따라 8.2~9.7 범위의 비례상수를 나타냈으며 점토함량이 많은 토양으로 갈수록 비례상수는 감소하였다. EC_e 와 $EC_{1:5}$ 간의 비례상수는 토양의 포화수분함량과 밀접히 관련되어 있다고 알려져 있다.⁸⁾ 토양의 포화수분함량과 비례상수는 정의 상관관계가 있으며 토양의 포화수분함량과 점토함량간에는 부의 상관관계가 있으므로 EC_e 와 $EC_{1:5}$ 간의 비례상수는 점토함량과 부의 상관관계가 있다. 토양 중 염은 이동성이 크고 변화가 심한 수분 함량과 연관되어 있기 때문에 토양-수계에서 동적 특성을 갖는다. 토양 수분 함량은 총괄적 염류농도 또는 수용성 무기물 함량에 큰 영향을 준다. 토양용액 중 염의 농도는 토양 수분의 변화와 직접 비례하여 달라지지는 않는다.

실험에 사용한 간척지 토양의 양이온 교환용량은 5.6~10.3 $cmol(+)kg^{-1}$ (평균 7.4 $cmol(+)kg^{-1}$), 토양 유기물함량은 0.45~0.61%(평균 0.55%)의 범위를 나타내어 일반적인 토양의 양이온 교환용량과 유기물 함량에 비하여 매우 낮은 값을 나타내었다. 반면 토양 중 Na의 함량은 매우 높아 ESP(exchangeable

sodium percent)가 15~126%의 값을 나타내어 시설 재배지 토양과 같은 염류토양의 염 조성과는 크게 다르므로 일반 염류토양에 적용되는 비례상수를 적용할 시 큰 오차가 생길 수 있다. 본 실험에서는 한 지역에서 채취한 85점의 토양을 사용하였기에 EC_e 와 $EC_{1:5}$ 간의 좀 더 일반적인 관계식을 얻으려면 여러 다른 지역의 간척지 토양에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 결론적으로 간척지 토양에서 1:5 침출액의 전기전도도를 이용하여 토양 포화침출액의 전기전도도를 추정할 시에는 토양의 토성에 따른 EC_e 와 $EC_{1:5}$ 간의 비례상수를 먼저 확립한 뒤 적용하는 것이 합리적이라 하겠다.

참고문헌

- Whitney, M. D. H. (1897) In *An electrical method of determining the soluble salt content of soil*. USDA Bull. 7, USDA, Washington D.C.
- U. S. Salinity Laboratory Staff (1954) In *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Handbook No. 60, USDA, Washington D.C.
- Rhoades, J.D. (1996) In *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Sparks, D. L. (ed.), Ch. 14, SSSA and ASA, Madison, WI.
- McNeal, B. L., Oster, J. D. and Hatcher, J. T. (1970) Calculation of electrical conductivity from solution composition data as an aid to *in-situ* estimation of soil salinity. *Soil Sci.* **110**, 405-414.
- Talsma, T. (1968) In *Environmental studies of the coleambally irrigation area and surrounding districts*. Part III. Soil salinity. Water Cons. & Irr. Comm. N. S. W. Bull. No. 2, USA.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. (1986) In *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Klute, A., 2nd ed., Ch. 15, ASA and SSSA, Madison, WI.
- Rural Development Corporation (1989) In *Soil survey report*. Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery, Korea.
- Rhoades, J. D., Kaddah, M. T., Alves, W. J., Manteghi, N. A. and Lesch, S. M. (1990) Determining soil salinity from soil electrical conductivity using different modes and estimates. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **54**, 46-54.

Estimating Electrical Conductivity of the Saturation Extract from 1:5 Soil Extract in Reclaimed Soil of the Tideland

Sang-Mo Lee* and Sun-Ho Yoo¹ (National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea; ¹School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea)

Key words: electrical conductivity, reclaimed soil, saturation extract.

*Corresponding author