

두가지 토양 염도 측정법간의 환산계수 추정

Estimation of Dilution Factor between Two Soil Salinity Analysis Methods

*이승헌 · 홍병덕 · 안 열 (농업기반공사 농어촌연구원)

*Lee, Seung-Heon · Hong, Byeong-Deok · An, Yeul

ABSTRACT

The electrical conductivity, EC is a major indicator of soil salinity. Measuring EC of saturation-paste extract of soil, EC_e, is the standard way to evaluate soil salinity. However much of the data on soil salinity have been obtained by measuring the EC of the 1:5 soil-to-water extract, EC(1:5) or salts contents(%) which multiplied by conversion factor. And, thus we attempted to collect and analysis 90 soil samples at 9 reclaimed tidelands in Korea and to derive a relationship between EC_e and dilution factor at EC_e and EC(1:5), DF_{1:5} of 3 soil textural conditions and 6 salinity conditions. Regression equations between EC_e and DF_{1:5} were obtained $EC_e = 1.4701 \ln(DF_{1:5}) + 5.0974$ ($r^2 = 0.97^{***}$) in case of more than 50% silt contents, $EC_e = 2.1399 \ln(DF_{1:5}) + 5.3462$ ($r^2 = 0.99^{***}$) in case of below 50% silt contents, and $EC_e = 1.5927 \ln(DF_{1:5}) + 5.2486$ ($r^2 = 0.98^{***}$) in all cases, and then we suggested the DF_{1:5} and DF% of 3 soil textural conditions and 6 salinity conditions.

I. 서론

토양의 전기전도도(EC)는 작물에 대한 염류 장애를 판단하는데 매우 중요한 화학적 지표이며 토양포화침출액의 전기전도도(EC_e)를 표준으로 삼는다(류순호, 2000). 그러나 이보다 토양과 물의 비율을 1:5로하여 측정하는 방법이 보다 용이하여 많은 실험실에서 보편적으로 사용하고 있다(이인복 등, 2000). 또한 염분농도(dS/m)와 백분율(%)의 관계는 1 dS/m이 0.064 %와 대체적으로 일치함으로 국내외 지도용자료나 시험연구보고서의 자료는 1:5로 측정된 전기전도도를 그대로 사용하거나 희석배수 5를 곱한 후 다시 환산계수 0.064를 곱하여 백분율(%)로 표현하고 있다(류순호, 2000; 농업과학기술원, 2001b; 藤原俊六郎 등, 1996). 하지만 염해토양 분류나 작물의 내염성등을 평가할 때 토양 포화침출액의 전기전도도(EC_e)를 사용하고 있어 자료의 호환이 어렵다(USSL, 1954). 따라서 EC_e와 EC(1:5)나 백분율(%)로 표현한 자료의 상관관계를 밝히고자하는 일부 연구결과가 있다(정영상 등, 2001; 이인복 등, 2000). 그러나 이러한 연구결과들은 추가적인 이화학적 자료가 필수적이거나 시험한 토양의 염분농도가 범위가 좁아 실제 적용하는 데는 다소의 무리가 있다. 본 연구에서는 토성과 제염정도를 고려하여 우리나라 서남해안의 9개 간척지에서 토양 시료를 채취·분석한 후 EC_e와 EC(1:5) 또는 염농도(%)간의 상관관계를 도출하고 염농도범위에 따라 기존의 연구자료를 환산할 수 있는 환산 계수를 도출하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

공시토양 및 분석 방법

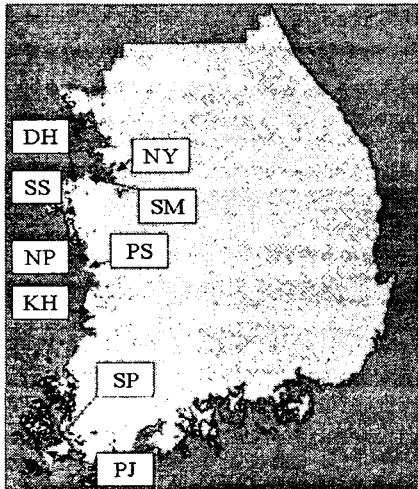


Fig. 1 Location of soil sampling sites.

시험토양은 남양(NY), 대호(DH), 석문(SM), 서산 A(SS), 남포(NP), 부사(PS), 계화(KH), 소포(SP), 보전(PJ)간척지에서 각각 5지점, 2개심도(0-20, 50-60 cm)에서 지구당 10점씩 총 90점의 시료를 채취(그림-1참조)하여 입경분포와 토양포화추출액의 전기전도도와 1:5 추출 전기전도도를 측정하였다.

토성은 비중계법으로 입경분석한후 미농무성 분류법에 따라 분류(농업과학기술원, 2001a)하였고 포화추출액은 신선토 300g정도를 포화반죽 후 감압추출하여 추출액을 조제하였고 1:5 추출액은 풍건토 5 g에 증류수 25 mL을 첨가하여 30분 진탕한 후 여과하여 조제하였다. 조제한 추출액의 전기전도는 전기전도도계(TOA, Model CM 20S, Japan)를 이용하여 측정하였다(농업과학기술원, 2001b).

ECe에 따른 DF(1:5)간의 등식을 이용한 DF(1:5)와 DF(%)의 도출

토성을 고려한 경우에는 실트함량 50%이상인 경우(45점)와 미만인 경우(45점)로 나누어 고려하지않은 경우는 전체시료 90점을 모두 검토하였다. 염농도범위는 아래표1과 같은 기준으로하여 분류하였다(Sumner et al, 1998). 아래 구분에 따라 측정된 EC(1:5)간의 DF_{1.5} 평균값을 이용하여 구간별 DF_{1.5}를 도출하고 기준ECe에 대한 EC(1:5) 값을 산출하였다. 이용의 편의를 위하여 DF%도 함께 산출하였으며 결측구는 외삽법에의해 계산하였고 통계처리 는 SPSS(version 8.0)를 이용하였다.

Table 1 Classification ECe of Soil salinity rating and Plant salt tolerance sensitivity grouping

Plant salt tolerance	Soil salinity	ECe(dS/m)
Sensitive	Very Low	<0.95
Moderately Sensitive	Low	0.95-1.9
Moderately Tolerant	Medium	1.9-4.5
Tolerant	High	4.5-7.7
Very Tolerant	Very High	7.7-12.2
Generally too saline	Extreme	>12.2

III. 결과 및 고찰

9개 간척지에서 채취한 토양 90점에 대한 토양의 토성 분포는 주로 실트질양토(SiL)계와 사질양토(SL)계열로 크게 구분되었다. 실트함량 50%를 기준으로 2개 그룹으로 나누고 토성을 고려하지 않은 전체 그룹 1개, 총 3개 그룹으로 나누어 표1에서 제시한 기준에 따라 ECe와 EC(1:5)간의 $DF_{1.5}$ 를 이용하여 산출한 회귀관계식은 표2에서 제시한 바와 같다. 각각의 회귀식을 구하고 통계처리한 결과 고도의 유의성을 보였다.

Table 2 Comparison of regression equation in each case

Silt contents	Regression equations	No. of samples
≥ 50%	$ECe=1.4701\ln(DF_{1.5})+5.0974(r^2=0.97^{**})$	45
< 50%	$ECe=2.1399\ln(DF_{1.5})+5.3462(r^2=0.99^{***})$	45
-	$ECe=1.5927\ln(DF_{1.5})+5.2486(r^2=0.98^{***})$	90

** , *** : Significant at 1% and 0.1% level, respectively.

표 2에서 제시한 회귀식을 이용하여 표3, 4, 5와 같이 EC(1:5)로 측정하였을 때 ECe 값을 추정할 수 있는 회석배수를 계산하였고 기존의 연구자료를 이용하기 쉽게하기 위해서 $DF_{1.5}$ 와 $DF_{\%}$ 를 계산하였다. 금번 연구에서도 측정되지 않은 범위에서는 외삽하여 산출하였다. 실트질계에서는 저농도의 계수 $DF_{1.5} = 4.08$ 과 사질계에서는 고농도의 계수 $DF_{1.5} = 11.28$ 을 외삽하여 산출하였는데 이는 사질계열이 실트질계열보다 제염 속도가 빨라 토성에 따라 토양 염분 분포가 다르게 분포하는 것에 기인한 것으로 생각된다.

Table 3 Relationship between DF and ECe, and estimated DF in case of more than 50% silt contents

Plant salt tolerance	Soil salinity	ECe (dS/m)	EC(1:5) (dS/m)	Salts (%)	$DF_{1.5}$	$DF_{\%}$
Sensitive	Very Low	<0.95	<0.23 [*]	<0.07 [*]	4.08 [*]	12.7 [*]
Moderately Sensitive	Low	0.95-1.9	0.23-0.34	0.07-0.11	5.57	17.4
Moderately Tolerant	Medium	1.9-4.5	0.34-0.68	0.11-0.22	6.61	20.7
Tolerant	High	4.5-7.7	0.68-0.94	0.22-0.30	8.15	25.5
Very Tolerant	Very High	7.7-12.2	0.94-1.43	0.30-0.46	8.56	26.7
Generally too saline	Extreme	>12.2	>1.43	>0.46	8.93	27.9

* Estimated Data by extrapolation method.

IV. 결론

토양 염분을 평가하는 지표인 전기전도도 측정법이 각기관이나 국가에 따라 포화침출액법과 1:5 회석법으로 측정하여 자료를 제시하고 있어 기존의 자료를 이용하는데 있어 환산계수를 도출하고자 우리나라 9개 간척지에서 90점의 시료를 채취하여 실트함량을 고려한 경우와 고려하지 않을 경우로

구분하여 염분 분포와 따라 E_{Ce}와 EC(1:5) 사이의 관계를 도출한 결과 고도의 유의성을 가지고 있었으며, 기존자료와 환산할 수 있는 환산계수 DF_{1.5}와 DF_%를 계산할 수 있었다.

Table 4 Relationship between DF and E_{Ce}, and estimated DF in case of below 50% silt contents

Plant salt tolerance	Soil salinity	E _{Ce} (dS/m)	EC(1:5) (dS/m)	Salts (%)	DF _{1.5}	DF _%
Sensitive	Very Low	<0.95	<0.24	<0.08	3.89	12.2
Moderately Sensitive	Low	0.95-1.9	0.24-0.31	0.08-0.10	6.13	19.2
Moderately Tolerant	Medium	1.9-4.5	0.31-0.60	0.10-0.19	7.50	23.5
Tolerant	High	4.5-7.7	0.60-0.79	0.19-0.25	9.70	30.3
Very Tolerant	Very High	7.7-12.2	0.79-1.21	0.25-0.39	10.06	31.4
Generally too saline	Extreme	>12.2	>1.21*	>0.39*	11.28*	35.2*

* Estimated Data by extrapolation method.

Table 5 Relationship between DF and E_{Ce}, and estimated DF in all cases

Plant salt tolerance	Soil salinity	E _{Ce} (dS/m)	EC(1:5) (dS/m)	Salts (%)	DF _{1.5}	DF _%
Sensitive	Very Low	<0.95	<0.24	<0.08	4.08	12.7
Moderately Sensitive	Low	0.95-1.9	0.24-0.31	0.08-0.10	5.57	17.4
Moderately Tolerant	Medium	1.9-4.5	0.31-0.65	0.10-0.21	6.61	20.7
Tolerant	High	4.5-7.7	0.65-0.90	0.21-0.29	8.15	25.5
Very Tolerant	Very High	7.7-12.2	0.90-1.37	0.29-0.44	8.56	26.7
Generally too saline	Extreme	>12.2	>1.37	>0.44	8.93	27.9

참고문헌

- 농업과학기술원. 2001a. 토양식물체분석법. 농업과학기술원. 삼미기획. pp35-58.
 농업과학기술원. 2001b. 토양식물체분석법. 농업과학기술원. 삼미기획. pp126-129.
 류순호 외. 2000. 전기전도도:토양사전. 서울대출판부. pp302.
 이인복 외 3인. 2000. 절화장비 재배토양에서 희석된 토양 침출 용액으로부터 포화반죽 전기전도도 추정. 한국토양비료학회지. Vol33(6):398-404.
 정영상 외 4인. 2001. 한국 토양에 대한 포화침출액법과 1:5법에 의한 전기전도도 간의 희석배수와 CEC의 관계에 대한 고찰. 한국토양비료학회지. Vol34(1):71-75.
 藤原俊六郎 외 2인, 1996, 土壤診断の方法と活用. 農文協. 93-94.
 Sumner. M.E., P. Rengasamy and R. Naidu. 1998. Sodic Soils:A Reappraisal. In: Sumner. M.E. and R. Naidu(Eds.). Sodic Soils. pp3-17. Oxford University Press. New York.
 USSL. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. pp1-6.