

刘旭,迟春明. 南疆盐渍土饱和浸提液与土水比 1:5 浸提液电导率换算关系[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1): 289-291.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.096

南疆盐渍土饱和浸提液与土水比 1:5 浸提液电导率换算关系

刘旭, 迟春明

(塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300)

摘要:对南疆 50 份盐渍土样品的饱和浸提液电导率(EC_e)、土水比 1:5 浸提液电导率($EC_{1:5}$)、阴离子浓度进行测定与分析。结果表明:供试土壤盐分类型主要为硫酸盐-氯化物; EC_e 值与 $EC_{1:5}$ 值间存在极显著($P < 0.01$)的线性或幂函数关系,可由 $EC_e = 6.214 \times EC_{1:5} + 1.011$ ($r^2 = 0.958$) 或 $EC_e = 7.474 \times EC_{1:5}^{0.887}$ ($r^2 = 0.974$) 两方程推算 EC_e 值。使用上述两方程及全盐量- $EC_{1:5}$ 值关系方程换算后,获得我国以全盐量为指标的硫酸盐-氯化物型盐渍土盐害分级区间所对应的 EC_e 值区间范围,其结果与欧美等国的以 EC_e 值为指标的土壤盐害分级区间基本一致。

关键词:南疆;盐渍土;饱和浸提液;1:5 浸提液;电导率;换算

中图分类号: S156.4; S151.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)01-0289-03

土壤浸提液电导率(EC)是研究土壤盐害程度的重要指标。制备土壤浸提液常用的土水比例包括饱和、1:1、1:2、1:5、1:10 等^[1-7]。由于水的稀释作用,浸提液土水比越高,土壤化学指标含量越低^[8-11]。国外一般采用与田间实际水分状况最为接近的饱和浸提液测定结果来描述盐碱土的化学性质。然而,土壤饱和浸提液制备存在饱和标准不易掌握、制备过程繁琐、溶液量偏少、分析费用高等缺点^[12-15]。其他土水比浸提液尽管其水分状况与田间实际情况相距甚远,但是具有制备过程简单、省时省力、节省经费、溶液量充足等优点,因而被广泛采用^[16-18]。不少学者采用 1:5 土水比的方法制备土壤浸提液。石元春等^[19]、李冬顺等^[20]、迟春明等^[21]分别建立了黄淮海平原盐渍土、华北黑龙港区盐碱土、松嫩平原苏打盐渍土饱和浸提液 EC (EC_e) 与 1:5 浸提液 EC ($EC_{1:5}$) 相互换算的经验公式。由于各盐渍土地区土壤含盐量、盐分组成、土壤质地等因素存在差异,各盐渍土地区 EC_e 、 $EC_{1:5}$ 的换算关系并不相同。因此,不同地区应根据当地盐渍土实际情况建立本区域的 EC 换算方程。南疆土壤含盐量高,盐分组成中富含 $CaSO_4$ 、 $CaCO_3$ 等微溶性及难溶性盐分^[22-23]。大多数学者采用土水比 1:5 浸提液分析南疆地区盐渍土化学性质,尚缺乏不同土水比浸提液间测定数据转换的经验公式。本研究探讨南疆地区盐渍土 EC_e 与 $EC_{1:5}$ 的换算关系,旨在为开展盐渍土研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 土样采集及准备

收稿日期:2014-02-26

基金项目:国家自然科学基金(编号:41161037)。

作者简介:刘旭(1982—),女,硕士,讲师,主要从事园林植物与盐渍土环境研究。E-mail:jane4531171@126.com。

通信作者:迟春明,博士,副教授,主要从事盐渍土环境研究。

E-mail:chichunming@126.com。

土壤取样地点位于新疆生产建设兵团第一师五团、六团、十团、十二团以及新疆维吾尔自治区沙雅县,共 5 个剖面,每个剖面按 20 cm 间隔取样,取样深度 200 cm,共 50 份土样。取样区内土壤质地主要为沙土、沙壤土。将土样带回室内,自然风干,粉碎,过 2 mm 筛。

1.2 土壤浸提液制备

参照美国盐土实验室的方法^[1]制备饱和浸提液。取 250 g 土样,放入 500 mL 塑料杯中,缓慢加入无 CO_2 的蒸馏水,边加水边搅拌,同时不断在实验台上振荡塑料杯,直至土壤完全饱和。饱和泥浆的判断标准为:反射光线时泥浆发亮;倾斜塑料杯时泥浆稍微流动。饱和泥浆静止 16 h,然后用布氏漏斗抽滤,得到饱和浸提液。参照美国盐土实验室的方法^[1]制备土水比 1:5 浸提液。取 10 g 土样置于 200 mL 锥形瓶内,加 50 mL 无 CO_2 的蒸馏水。在往复式振荡机上振荡 15 min(150~180 次/min),静置 1 h,再振荡 5 min,然后用布氏漏斗抽滤,得到浸提液。

1.3 土壤饱和含水量与浸提液 EC 值测定

采用烘干法测定土壤饱和含水量,首先称取铝盒质量(w_1),然后取少量制备好的饱和泥浆放入铝盒后称质量(w_2),最后放入烘箱 105 °C 烘干至恒质量(w_3)。计算得到土壤饱和含水量(w_s , g/kg),计算公式如下:

$$w_s = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \quad (1)$$

式中, w_s 为土壤饱和含水量, g/kg。

1.4 土水比 1:5 浸提液阴离子测定

采用 DDS-307 型电导率仪测定土壤饱和浸提液与 1:5 浸提液的 EC 值。为了确定土壤盐分类型,对 1:5 浸提液的阴离子进行测定。采用双指示剂-中和滴定法测定 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- ,采用硝酸银滴定法测定 Cl^- ,采用 EDTA 间接滴定法测定 SO_4^{2-} ^[24-25]。

1.5 数据处理

采用 SPSS 12.0 软件统计分析数据。应用 AVOVA 进行

显著性检验、方差分析。应用 Regression 中的 Linear、Nonlinear 程序进行回归分析。

2 结果与分析

2.1 供试土样基本理化性质

从表 1 可以看出,EC_e 值明显高于 EC_{1:5} 值。EC_e 最大值与最小值分别为 34.31、0.75 mS/cm,EC_{1:5} 的变化区间为

0.10 ~ 5.47 mS/cm。EC_e 值、EC_{1:5} 值的变异系数分别为 89.76%、81.37%,说明该区土壤盐度变化很大。土壤饱和含水量的变化幅度为 199.27 ~ 560.27 g/kg,平均值为 352.24 g/kg。土壤中不含碳酸盐,而且重碳酸盐含量远低于硫酸盐、氯化物,同时,SO₄²⁻ 的含量/Cl⁻ 的含量 > 1。因此,供试土样的盐分类型为硫酸盐-氯化物型。

表 1 土壤基本理化性质

参数	EC _e 值 (mS/cm)	EC _{1:5} 值 (mS/cm)	w _s (g/kg)	阴离子含量 (mmol/L)			
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
均值	13.68	2.04	352.24	0	0.62	12.42	6.89
最小值	34.31	0.10	199.27	0	0.18	0.56	0.31
最大值	0.75	5.47	560.27	0	1.37	33.64	18.73
变异系数	89.76%	81.37%	23.39%	0%	24.32%	34.57%	35.68%

注:阴离子含量为饱和含水量下的测定值。

2.2 土壤饱和浸提液与 1:5 浸提液电导率关系方程

由图 1 可见,EC_e 值与 EC_{1:5} 值间存在极显著($r=0.979$, $P<0.01$)的正相关关系。EC_e 值与 EC_{1:5} 值间可进行线性、幂函数拟合,其拟合方程分别为:

$$EC_e = 6.214EC_{1:5} + 1.011 (n=50, r^2=0.958); \quad (2)$$

$$EC_e = 7.474EC_{1:5}^{0.887} (n=50, r^2=0.974)。 \quad (3)$$

经检验方程(2)、(3)均具有极显著统计学意义($P<0.01$)。

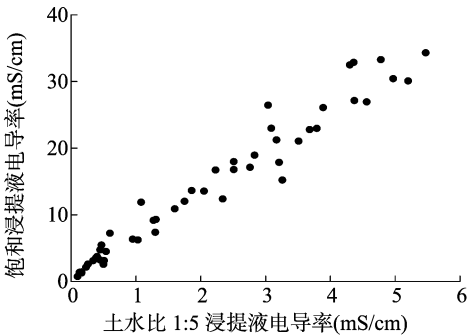
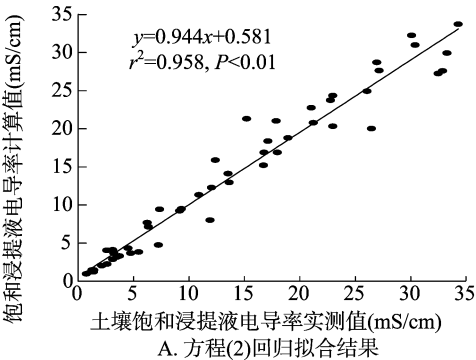


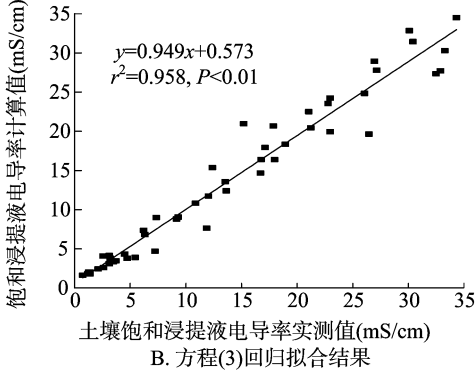
图1 土壤饱和浸提液与 1:5 浸提液电导率的相关性

2.3 饱和浸提液与 1:5 浸提液间电导率换算方程验证

为了验证方程(2)、(3)的准确性,将 50 份土样的 EC_e 实测值分别与根据方程(2)与方程(3)获得的计算值进行比较。t 检验结果表明,50 份土样 EC_e 的实测平均值为 13.68 mS/cm,方程(2)得到的平均值为 13.50 mS/cm,方程(3)得到的平均值为 13.55 mS/cm。实测值的平均数与各方程计算值的平均数之间不存在显著差异($P>0.05$),即可以认为实测值与计算值来源于同一样本。另外,将实测值与方程(2)、(3)获得的计算值进行回归分析,结果表明:方程(2)的计算值与实测值间差异极显著($r^2=0.958$, $P<0.01$) (图 2-A);方程(3)的计算值与实测值间差异极显著($r^2=0.958$, $P<0.01$) (图 2-B)。理论上,如果计算值与实测值相等,那么回归直线的斜率应该为 1,常数项应该为 0,决定系数(r^2)应该为 1。图 2-A 中,决定系数(r^2)同为 0.958,但斜率 0.949 比 0.944 更接近 1,常数项 0.573 比 0.581 更接近 0。因此,方程(3)的预测效果好于方程(2),方程(3)可以用于饱和浸提液与 1:5 浸提液间电导率的换算。



A. 方程(2)回归拟合结果



B. 方程(3)回归拟合结果

图2 饱和浸提液电导率推算值与实测值的关系

3 结论与讨论

南疆盐渍土 EC_e 值与 EC_{1:5} 值间存在极显著的线性或幂函数关系,可由 EC_{1:5} 推算 EC_e。以往关于黄淮海平原、华北地区以及松嫩平原盐渍土相关研究中,EC_{1:5} 与 EC_e 间均是线性关系,本研究结果与此略有差异,这可能是由各研究区域盐分种类、pH 值、土壤质地等不同导致的。本研究供试土壤为硫酸盐-氯化物型盐渍土,松嫩平原地区主要为苏打盐渍土,黄淮海平原与华北地区主要为氯化物型盐渍土。研究表明,由 EC_{1:5} 值推算 EC_e 值时,较轻质地土壤的换算系数要高于较重质地的土壤,pH 值较高土壤的换算系数低于 pH 值较低的土壤。目前,国际上通常采用 EC_e 值作为判断土壤盐渍化程度的指标。欧美国家将 EC_e 值为 4.00 mS/cm 作为判断土壤开始发生盐害的阈值,将 EC_e 值为 8.00 mS/cm 作为农作

物开始受到中度盐害的判断指标,将 EC_e 值为 16.00 mS/cm 作为判断农作物生长发育完全停止(死亡)的盐害指标,即土壤盐害分为轻度(4 ~ 8 mS/cm)、中度(8 ~ 16 mS/cm)、重度(>16 mS/cm)3 级。我国根据农作物生长发育情况将土壤盐

化分为 4 级,并且采用土壤全盐量作为分级指标。南疆盐渍土地区可以采用方程 $S_i = 4.0 \times EC_{1:5}$ 来换算上述 S_i 区间对应的 $EC_{1:5}$ 范围(表 2),使用方程(2)或方程(3)可以计算出 EC_e 值对应的分级区间(表 2)。

表 2 硫酸盐-氯化物型盐渍土盐害分级

作物生长情况	盐渍化程度	全盐量 (g/kg)	$EC_{1:5}$ 值 (mS/cm)	EC_e 值(mS/cm)	
				方程(2)	方程(3)
稍受抑制(减产 10% ~ 20%)	轻度盐化	2 ~ 3	0.50 ~ 0.75	4.07 ~ 5.60	4.04 ~ 5.79
中度抑制(减产 20% ~ 50%)	中度盐化	3 ~ 6	0.75 ~ 1.50	5.60 ~ 10.20	5.79 ~ 10.71
严重抑制(减产 50% ~ 80%)	重度盐化	6 ~ 10	1.50 ~ 2.50	10.20 ~ 16.32	10.71 ~ 16.85
死亡	极度盐化	> 10	> 2.50	> 16.32	> 16.85

由表 2 可以看出,经方程(2)或方程(3)换算后,南疆地区硫酸盐-氯化物型盐渍土发生盐害的阈值(EC_e 值为 4.07 mS/cm 或 4.04 mS/cm)与欧美国家的阈值(EC_e 值为 4.00 mS/cm)指标非常接近。作物死亡时的盐度值(EC_e 值为 16.32 mS/cm 或 16.85 mS/cm)略高于欧美国家的判断标准(EC_e 值为 16.00 mS/cm),但相差并不大;同时,中度盐化土壤的 EC_e 值范围为 5.60 ~ 10.20 mS/cm 或 5.79 ~ 10.71 mS/cm,平均值为 7.9 mS/cm 或 8.25 mS/cm。因此,如果将硫酸盐-氯化物型盐渍土的盐害等级也分为轻、中、重 3 级,其对应的 EC_e 范围大致可以设定为 4.00 ~ 8.00、8.00 ~ 16.00 (17.00)、>16.00 (17.00) mS/cm,其取值区间与欧美等国基本一致。因此,就南疆地区硫酸盐-氯化物型盐渍土而言,采用方程(2)或方程(3)推算 EC_e 值,进而与国外相关研究进行比较分析是可行的。

参考文献:

- [1] USDA. Diagnoses and improvement of saline and alkali soils[M]. Riverside:United States Salinity Laboratory,1954:83-90.
- [2] Rhoades J D, Manteghi N A, Shouse P J, et al. Estimating soil salinity from saturated soil paste electrical conductivity[J]. Soil Science Society of America Journal,1989,53:428-433.
- [3] Wagenet R J, Jurinak J J. Spatial variability of soluble salt content in a mancos shale watershed[J]. Soil Science,1978,126:342-349.
- [4] McKenzie R C, Sprout C H, Clarik N F. The relationship of the yield of irrigated barley to soil salinity as measured by several methods[J]. Canadian Journal of Soil Science,1983,63:519-528.
- [5] Rugland R B. Correlation of electrical conductivities of the saturated paste extract (EC_e) and the 1:2 soil-to-water extract ($EC_{1:2}$) as a function of saturation percentage in greenhouse soil mixes[J]. Hort-Science,1972,7(2):190-192.
- [6] Sumner M E. Sodic soils:new perspectives[J]. Australian Journal of Soil Research,1993,31:683-750.
- [7] Faulkner H, Wilson B R, Solman K, et al. Comparison of three cation extraction methods and their use in determination of sodium adsorption ratios of some sodic soils[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis,2001,32(11/12):1765-1777.
- [8] Reitemeier R F. Effect of moisture content on the dissolved and exchangeable ions of soils of arid regions[J]. Soil Science,1946,61(3):195-214.
- [9] Sonneveld C, van den Ende J. Soil analysis by means of a 1:2 volume extract[J]. Plant and Soil,1971,35:505-516.
- [10] Longenecker D E, Lylerly P J. Making soil pastes for salinity analysis:a reproducible capillary procedure[J]. Soil Science,1964,97:268-275.
- [11] Vaughan P J, Lesch S M, Corwin D L, et al. Water-content effect on soil-salinity prediction-a geostatistical study using cokriging[J]. Soil Science Society of America Journal,1995,59(4):1146-1156.
- [12] Rhoades J D. Electrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity[J]. Advances in Agronomy,1993,49:201-251.
- [13] Sumner M E, Naidu N. Sodic soils:distribution, properties, management, and environmental consequences[M]. New York:Oxford University Press,1998.
- [14] Zhang H, Schroder J L, Pittman J J, et al. Soil salinity using saturated paste and 1:1 soil to water extracts[J]. Soil Science Society of America Journal,2005,69(4):1146-1151.
- [15] Slavich P G, Petterson G H. Estimating the electrical conductivity of saturated paste extracts from 1:5 soil:water suspensions and texture[J]. Australian Journal of Soil Research,1993,31:73-81.
- [16] Hogg T J, Henry J L. Comparison of 1:1 and 1:2 suspensions and extracts with the saturation extract in estimating salinity in Saskatchewan soils[J]. Canadian Journal of Soil Science,1984,64:669-704.
- [17] Shirokova Y, Forkutsa I, Sharafutdinova N. Use of electrical conductivity in stead of soluble salts for soil salinity monitoring in central Asia[J]. Irrigation and Drainage System,2000,14:199-205.
- [18] Sonmez S, Buyuktas D, Okturen F, et al. Assessment of different soil to water ratios (1:1, 1:2.5, 1:5) in soil salinity studies[J]. Geoderma,2008,144(1/2):361-369.
- [19] 石元春,李韵珠,陆锦文,等. 盐渍土的水盐运动[M]. 北京:北京农业大学出版社,1986:151-160.
- [20] 李冬顺,杨劲松,周静. 黄淮海平原盐渍土壤浸提液电导率的测定及其换算[J]. 土壤通报,1996,27(6):285-287.
- [21] 迟春明,王志春. 松嫩平原盐碱土饱和浸提液与水土比 1:5 浸提液间化学参数的换算关系[J]. 生态学杂志,2009,28(1):172-176.
- [22] 俞仁培,陈德明. 我国盐渍土资源及其开发利用[J]. 土壤通报,1999,30(4):15-16,34.
- [23] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京:科学出版社,1993:137-212.
- [24] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:178-200.
- [25] 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京:中国标准出版社,1996:196-211.