

盐碱土的鉴别和改良

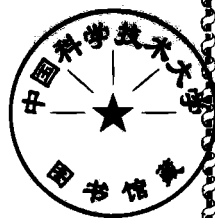
L. A. 理查兹 主编

科学出版社

盐碱土的鉴别和改良

L. A. 理查兹 主編

厉 兵 譯



科 学 出 版 社

1965

United States Salinity Laboratory Staff
Ed. L. A. Richards
Diagnosis and Improvement of Saline
and Alkali Soils
(Agricultural Handbook No. 60)
United States Department of Agriculture
1954

內 容 簡 介

全书共分八章。第一章“盐土和碱土的起源和性质”，对盐碱土問題提出了名詞的含义和基本概念。第二章“盐土和碱土的性质的測定”，是取样和分析測定的概論。第三章“干旱区域和半干旱区域的土壤改良和管理与盐度和碱度的关系”，闡述了盐碱土改良的各种方法。第四章“盐土和碱土的植物反应和作物选择”，論述了盐碱与作物的关系，从而說明盐碱土上适宜种植何种作物。第五章，論述“灌溉水的质量”，这是盐碱土的形成、預防和改良的一个重要問題。第六章詳尽地介紹了各种“鉴定土壤的方法”，有些測定列有几种方法可供选择。第七章“植物培养和植物分析的方法”。第八章“灌溉水的分析方法”是继第六章的各种分析方法。

盐 碱 土 的 鉴 別 和 改 良

[美] L. A. 理查茲 主編

厉 兵 譯

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳門內大街 117 号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

上海新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

1965 年 6 月 第 一 版	开本：850×1168 1/32
1965 年 6 月 第一次印刷	印张：9 3/8
精装：0001—2,500	插页：3
平装：0001—2,650	字数：242,000

統一书号：13031 · 2082

本社书号：3180 · 13—12

定价：[科六] 精装本 2.00 元
平装本 1.40 元

引 言

盐土和碱土的状况使美国相当大面积的耕地降低了价值和生产力。这是一个老问题，关于这个问题，科技文献中有很多资料。这本手册的目的是把有用的资料，特别是对职业农业工作者有用的资料，加以汇集和概括，用以对盐土和碱土进行鉴别和改良。

这些成为问题的土壤的命名尚处在一个形成的阶段。Gedroiz (1917), Hilgard (1906), Hissink (1933), Kelley (1948, 1951) 和 De Sigmond (1938) 等卓越的研究者所用的名词很不相同，这就说明了这一点。命名的最后取得一致，取决于交换性钾的作用。关于这个课题，现有的事实根据很少，但是它们指出，作为碱土的特征的不利物理性质是由过量的交换性钠所引起的。碱土金属的其它元素，或者不以显著的数量出现，或者在土壤中不表现类似的作用。

本书著者的目的并不在于强调名词的定义或影响他人的用法，但是为了澄清这本手册所讨论的主题的概念，需要考虑名词学，所以本手册中包括了专门名词的词汇注释。为了尊重过去的用法，“碱土”这个名词被用来表示具有高的交换性钠百分率的土壤；而“盐土”这个名词是针对其饱和溶提液具有高电导率的土壤而应用的。

这本手册在 1947 年第一次石印出版，并曾在国内外广泛地传播。

这本手册并不企图对文献做一个全面的综述，因为它的目的主要是作为供面临着涉及盐碱的土壤、植物和水分等问题的人们使用的一种实际工作中的指南。第一至第五章提供了计算和解释实测值的基础。第六、七、八章所述的测定方法和程序是本研究所

素有經驗的，它們被認為在鹽土和鹼土的鑒別和改良上具有普遍的適用性。

還有一些當前在各個地區應用的其他測定方法並未包括在內，然而對於這一部分之未被列入，不應賦予特殊的意義。包羅所有的特殊方法是不可能的，而且關於地區性的問題，還是以向各州農業試驗站諮詢詳細資料為宜。

關於鹽土和鹼土問題以及在这些土壤上進行作物生產的許多複雜的相互關係問題，有必要繼續進行研究。本研究所與西部十七州和夏威夷的農業試驗站之間的緊密合作關係，為盡量避免重複勞動地進行研究工作以及交流和普及研究資料，提供了有效的安排。

H. E. 海華德

目 录

引 言	iii
第一章 盐土和碱土的起源和性质	1
可溶性盐类的来源	3
土壤的盐渍化	5
土壤的碱化或交换性钠的累积	6
盐土和碱土的特性	7
盐土	7
盐碱土	8
非盐性碱土	9
第二章 盐土和碱土的性质的测定	11
土壤取样	11
从电导率测定可溶性盐类	12
饱和溶提液的电导率和饱和百分率	13
电导率与含盐量以及-与渗透压的关系	16
土水比 1:1 和 1:5 溶提液的电导率	20
从糊状土壤的电阻测定盐度	21
电导率数据换算成标准参考温度	23
土壤盐分百分率和溶提液实测值的比较	23
化学测定	25
土壤反应——pH 值	25
可溶性阳离子和阴离子	26
可溶性硼	27
交换性阳离子	28
石膏	30
碱土金属碳酸盐(石灰)	31

物理測定	32
滲入率	32
滲透性和導水率	34
土壤的持水量	35
密度和孔隙度	36
團聚作用和結構的穩定度	38
結皮形成	39
測定方法的選擇和數據的解釋	40
可溶性陽離子與交換性陽離子之間的平衡關係	40
代表性土壤試樣的化學分析	43
非鹽非碱土	43
鹽土	43
非鹽性碱土	43
鹽碱土	46
復核化學分析結果的一致性和可靠性	46
改變交換性鈉對土壤的影響的因素	48
質地	48
表面面積和粘土礦物質的類型	48
鉀的狀況和可溶性硅酸根	49
有機物質	50
鑑別土壤的測定程序	52

第三章 干旱区域和半干旱区域的土壤改良

和管理與鹽度和碱度的關係	53
基本原理	53
灌溉和淋洗與控制鹽度的關係	54
灌溉	55
淋洗	58
淋洗需要量	59
淋洗方法	63
田間淋洗試驗	64
控制鹽度的特殊措施	66

灌溉地排水与控制盐度的关系	68
排水需要量	69
土壤的输水性	71
边界条件	72
排水渠的布局 and 位置	72
考察排水情况的技术	74
水压的测量	74
心土层理的测定	76
土壤输水性质的测定	77
置换交换性钠的化学调理剂	79
在不同土壤条件下各种调理剂的适用性	79
各种调理剂在碱土中的化学反应	81
第一类 含有碱土金属碳酸盐类的土壤	81
第二类 不含碱土金属碳酸盐、pH 在 7.5 或以上的土壤	81
第三类 不含碱土金属碳酸盐、pH 低于 7.5 的土壤	82
置换交换性钠所需各种调理剂用量的估计	82
调理剂的反应速率和经济上的考虑	85
调理剂的施用	86
实验室和温室测试作为鉴别的辅助	87
田间开垦试验	88
潮湿区域中盐土和碱土的开垦	91
 第四章 盐土和碱土的植物反应和作物选择	 93
盐土指示植物的重要性	93
指示植物	96
盐土上的作物反应	100
盐度和有效水分	102
特异离子效应	105
钠	106
钙	107
镁	107
钾	108

氯	108
硫酸根	109
重碳酸根	109
硼	109
植物分析	110
盐土的作物选择	113
萌芽	114
作物的相对耐盐性	115
作物的相对耐硼性	117
 第五章 灌溉水的质量	119
分析方法	120
决定水质的特性	121
电导率	122
钠吸附比	123
硼	127
重碳酸根	127
典型水	129
灌溉水的分类	129
盐害	132
钠害	133
灌溉水分类的图解	134
电导率	136
钠	136
硼浓度对水质的影响	137
重碳酸根离子浓度对水质的影响	138
 第六章 鉴定土壤的方法	139
取样、土壤溶提液和盐度估计	139
(1) 土壤试样的采集、处理和分样	139
(2) 饱和糊状土壤	141
(3) 土壤水溶提液	145

(3a) 飽和溶提液	145
(3b) 用于粗質土壤的二次飽和溶提液(試行)	146
(3c) 土水比 1:1 和 1:5 的溶提液	147
(3d) 田間水分範圍內的土壤溶提液	147
(4) 溶液的电導率	148
(4a) 標準惠斯通電橋	148
(4b) 直接指示電橋	149
(5) 糊狀土壤的电阻和土壤鹽分百分率	152
(6) 冰點降低	152
(6a) 溶液的冰點降低	152
(6b) 土心中水分的冰點降低	155
可溶性陽離子和陰離子	157
(7) 以乙二胺四醋酸鹽(維爾烯酸鹽)滴定鈣和鎂	157
(8) 鈣沉淀為草酸鈣	158
(9) 鎂沉淀為磷酸銨鎂	160
(10) 鈉	161
(10a) 火焰光度計測定鈉	161
(10b) 鈉沉淀為醋酸雙氧銻銻鈉	162
(11) 鉀	164
(11a) 火焰光度計測定鉀	164
(11b) 鉀沉淀為二苦胺鉀	165
(12) 酸滴定碳酸根和重碳酸根	166
(13) 硝酸銀滴定氯	166
(14) 硫酸根	167
(14a) 硫酸根沉淀為硫酸鋇	167
(14b) 硫酸根沉淀為硫酸鈣	168
(15) 苯酚二磺酸測定硝酸根	169
(16) 从硅鉬酸鹽測定硅酸根	169
(17) 硼	170
交換性陽離子	170
(18) 交換性陽離子	170
(19) 陽離子交換量	172
(20) 交換性陽離子百分率	172

(20a) 直接测定交换性阳离子百分率	172
(20b) 从可溶性阳离子估计交换性钠百分率和交换性钾百分率	173
补充测量	174
(21) pH 值测定	174
(21a) 饱和糊状土壤的 pH 值	174
(21b) 土壤悬液的 pH 值	174
(21c) 水、溶液和土壤溶提液的 pH 值	175
(22) 石膏	175
(22a) 丙酮沉淀石膏(定性)	175
(22b) 丙酮沉淀石膏(定量)	175
(22c) 从稀释时可溶性钙加镁含量的增加测定石膏	176
(22d) 石膏需要量	177
(23) 碱土金属碳酸盐(石灰)	177
(23a) 加酸泡腾测定碱土金属碳酸盐	177
(23b) 从二氧化碳的重量损失测定碱土金属碳酸盐	178
(23c) 加酸中和测定碱土金属碳酸盐	178
(24) 有机物质	179
(25) 乙二醇的总保持量和外部保持量	180
土壤水分	182
(26) 土壤含水量	182
(27) 饱和百分率	182
(27a) 烘干后测定的饱和百分率	182
(27b) 从加水量测定饱和百分率	183
(27c) 从已知体积的糊状土壤的重量测定饱和百分率	183
(28) 渗入率	184
(28a) 排水盆地法	184
(28b) 圆筒法	184
(29) 1/10 大气压百分率	185
(30) 1/3 大气压百分率	186
(31) 15 大气压百分率	186
(32) 持水量曲线	187
(33) 田间水分范围	189
(34) 导水率	190

(34a) 土心的导水率	190
(34b) 已扰乱的土壤的导水率	191
(34c) 压力計測量法測定导水率	193
(34d) 钻孔測量法測定导水率	195
(35) 飽和土壤中的水压測量	197
(35a) 錘打法安裝压力計	197
(35b) 噴射法安裝压力計	199
(35c) 无套管或有多孔套管的观测井	201
(36) 地下水曲綫图法	201
(36a) 地下水等高綫图	201
(36b) 地下水等深綫图	202
(36c) 地下水的剖面流型	203
(36d) 表明地下水位高度的時間变异的地下水等值綫	204
物理測定	205
(37) 內渗透性	205
(37a) 土壤的空气渗透性	205
(37b) 土壤的水渗透性	207
(38) 松密度	208
(39) 顆粒密度	208
(40) 孔隙度	209
(41) 粒径分布	209
(42) 团粒大小分布	213
(42a) 湿篩法	213
(42b) 小于50微米的土粒的团聚程度	214
(43) 挠曲强度	217
第七章 植物培养和植物分析的方法	219
适用于耐盐性考察的植物培养技术	219
(50) 人工盐漬化田間小区	219
(51) 土桶培养	221
(52) 砂培和水培	222
植物分析方法	222
(53) 植物的取样和試样的制备	222

(54) 灰化	223
(54a) 湿消化	223
(54b) 硝酸鎂灼烧	224
(55) 鈣	225
(55a) 火焰光度計測定鈣	225
(55b) 草酸盐法測定鈣	226
(56) 鎂	226
(57) 鈉	228
(57a) 火焰光度計測定鈉	228
(57b) 醋酸双氧鉍鉍測定鈉	229
(58) 鉀	230
(58a) 火焰光度計測定鉀	230
(58b) 亚硝酸根絡高鉍酸盐測定鉀	231
(59) 氮	232
(60) 硫	234
(61) 磷	234
(62) 硼	235
 第八章 灌溉水的分析方法	237
(70) 灌溉水試样的采集	237
(71) 分析結果的記錄、報告和表示方法	237
(72) 电导率	241
(73) 硼	242
(73a) 电势滴定法測定硼	242
(73b) 洋紅比色法測定硼	246
(74) 溶解的固体	247
(75) 水的 pH 值	247
(76) 二氧化硅	247
(76a) 重量分析法測定二氧化硅	247
(76b) 比色法測定二氧化硅	248
(77) 鈣	249
(78) 鎂	250
(79) 維尔烯酸盐法測定鈣和鎂	250

(80) 鈉	251
(80a) 醋酸双氧鉍鉍重量分析法測定鈉	251
(80b) 火焰光度計測定鈉	252
(81) 鉀	252
(81a) 亚硝酸根絡高鉍酸盐重量分析法測定鉀	252
(81b) 亚硝酸根絡高鉍酸盐容量分析法測定鉀	253
(81c) 火焰光度計測定鉀	254
(82) 碳酸根和重碳酸根	254
(83) 硫酸根	255
(84) 氯	255
(85) 氟	256
(86) 硝酸根	257
(86a) 苯酚二磺酸測定硝酸根	257
(86b) 德華达合金法測定硝酸根	257
参考文献	259
詞汇注釋	272
附录	280
符号和縮写	280
換算公式和換算因數	282
化学符号、当量和普通名詞	284
土壤取樣器和土心持器	285
挠曲强度測定仪器	288

第一章 盐土和碱土的起源和性质

这本手册所研究的土壤，由于含有浓度过高的可溶性盐类或交换性钠，或两者兼有，而有其特殊的性质。对于农业用途来说，这种土壤被认为是一类成为问题的土壤，需要特殊的改良和管理措施。可溶性盐类会提高土壤溶液的含盐量，并以交换性钠来提高土壤中交换物质的饱和度，从而对植物产生有害的影响。后一种效应是在可溶性组分大多由钠盐组成时发生的，它具有比土壤溶液含盐量更持久的性质，因为交换性钠通常在可溶性盐类被移去后持续存在。

在讨论这些成为问题的土壤时，使用专指发生问题的两个主要原因的名词较为方便。这本手册中应用“盐土”这个名词时，是指可溶性盐类的含量足以损害生产力的土壤。同样地，“碱土”这个名词可以定义为生产力因交换性钠而受影响的土壤。按照这种用法，碱土可以含有、也可以不含有过量的可溶性盐类。大概最普遍的问题是涉及同时含有过量的可溶性盐类和过量的交换性钠的土壤，为了与 De Sigmond (1938)¹⁾ 的名词学一致起见，这些土壤称为盐碱土。

不影响植物生长的土壤含盐量上限取决于许多因素，即土壤的质地、剖面中的盐分分布、盐分的组成和植物的种别。为了鉴别盐土与非盐土，曾经建议过几种任意的盐浓度极限。Kearney 和 Scofield (1936) 在讨论盐土作物的选择时，认为土壤含盐量如超过 0.1%，植物就开始受到不利的影响。De Sigmond (1938) 同意这个极限。在美国国家资源委员会 (United States National Resources Planning Board) 的报告 (1942, 263—334 页) 中，

1) 参考文献均以作者姓名表示，括号内是出版年份。

Scofield 就波谷斯河 (Pecos River) 的考察結果提出: 如果飽和糊狀土壤的溶提液的電導率在 4 毫姆歐/厘米或以上時, 這種土壤就是鹽土。本研究所採用了飽和溶提液的電導率作為標準, 認為在測定土壤鹽濃度的一般應用上, 這是一個比較好的標準。現在, 美國農業部土壤勘測隊 (Soil Survey Staff, 1951) 或者採用這個方法, 或者採用以前根據糊狀土壤試樣的電阻來計算的方法, 在後一種方法中, 需將電阻值換算成土壤中可溶性鹽分的干重百分率。

由於飽和度隨著交換性鈉而上升時土壤的性質沒有急劇的改變, 在土壤中達到過飽和程度的交換性鈉水平的斷定就複雜化了。過去, 本研究所採用交換性鈉百分率 15 作為鹹土和非鹹土間的界限。現在還沒有足夠的資料可以作為依據來加以改變, 但是這個極限必須看做是少有點任意和試行的。在某些情況下, 例如作為臨界極限, 每 100 克土壤中 2 或 3 毫當量的交換性鈉, 就具有相等的、甚或更大的效用。

關於交換性鉀對土壤物理性質的影響, 以及它在鹹土的定義中是否象 De Sigmond (1928) 和 Magistad (1945) 曾提出的應該考慮是和交換性鈉起着加成的作用, 過去都不明確。在許多例子曾觀察到, 交換性鉀含量高的鹹土比交換性鈉含量相似而交換性鉀含量低的鹹土, 有較好的物理性質, 並易于開墾。本研究所最近對調整在不同的交換性鈉和交換性鉀水平的 7 份土壤試樣進行測量的結果²⁾ (圖 1), 支持交換性鉀對土壤的物理性質只有很小的不利影響或者沒有不利影響的論點。

空氣和水的滲透性比率是灌水後土壤結構惡化程度的量度, 比值高就表明惡化程度嚴重。在表明交換性鉀百分率的影響的曲綫圖中並沒有標繪出兩種土壤的比率數據, 因為它們幾乎和下面的一條曲綫疊合。一般地說, 比值之隨交換性鈉含量的增加而提高, 是和土壤的總比面積直接有關的。

關於衡量土壤對交換性鈉的損害作用的敏感性和受損狀況的

2) R. C. Reeves, C. A. Bower, R. H. Brooks 和 F. S. Gschwend 的未發表資料。

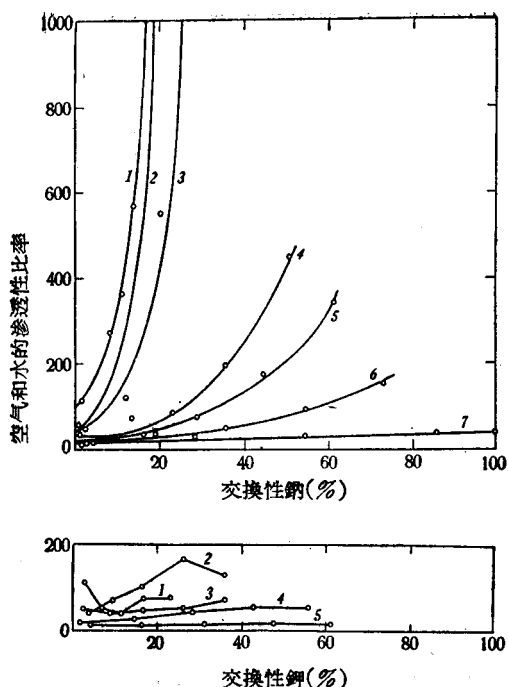


图1 交换性钠百分率和交换性钾百分率对空气和水的渗透性比率的影响的比较

(土壤试样取样所在地名: 1. Chino; 2. Huntley; 3. Sebree; 4. Alken; 5. Chilcott; 6. Esquatzel; 7. Traver)

方法, 正在进行着改进。由于这些原因, 碱土的名词学和分类法的界限必须看做是向处在一个过渡的阶段。

可溶性盐类的来源

土壤中出现可溶性盐类, 大多数是由阳离子钠、钙、镁和阴离子氯、硫酸根组成的。通常只少量出现的组分是阳离子钾和阴离子重碳酸根、碳酸根、硝酸根。所有盐类组分的原始来源以及某种程度上的直接来源, 是土壤中和地壳上露出的岩石中所发现的原生矿物质。Clarke (1924) 曾估计地壳中氯和硫的含量分别是