

瓦碱的碱度与板结*

蒋剑敏 仓东卿

(中国科学院土壤研究所)

“瓦碱”是一种碱化的浅色草甸土，零星分布于我国黄淮海平原的盐碱土地区。瓦碱的土表板平，呈灰白色，没有盐霜或很少盐霜。早春干旱时，土表易于板结，抑制幼苗生长，常引起缺苗现象，土壤板结严重时，甚至全部死亡，形成光板地。瓦碱上难以出苗，即使出苗，苗也弱，分蘖少，但是出苗以后植株的生长比在附近盐土上好得多，因此群众说：“瓦碱发老苗，不发小苗”。

黄淮海平原内瓦碱的情况^[1-4]已有报导，但少有详细的理化研究。本文拟就瓦碱苗弱和不出苗的原因及其改良原则进行初步研究。

一、供试样品与方法

研究样品采自山东省聊城专区及河南省新乡专区**，除14个瓦碱样品外，尚有苏打潮湿盐土3个，蓬松盐土、盐化浅色草甸土与浅色草甸土各1个作为比较。另外还用宁夏银川的龟裂土作为穿入度的对照。

抑制幼苗生长的主要是瓦碱的板结层，因此特将板结层分离剥出(厚度多在2厘米左右)，进行比较研究。

本文所用的分析和试验方法简述如下：土壤胶体系用研磨法(加焦磷酸钠)分散，先用沉降法提取小于1微米部分，再用离心法提取小于0.2微米部分^[7]。X-射线分析用X-光衍射自动记录仪进行，用铜靶K α 线，管压34千伏，管流10毫安。土壤胶体样品制成镁质^[8]，用0.5M丙三醇液扩展后，以薄片法作X-射线分析。电泳用微电泳仪测定^[9]。

土壤渗析系在三室电析仪中不通电时进行。电析仪的中央室放样品10克及蒸馏水300毫升，左右两室各加蒸馏水80毫升。每渗析1天，收集左右两室渗析液，测定其中的钙、镁、钠、钾等离子，并换新鲜蒸馏水。继续渗析7天后进行电析，电压110伏，电极间距离10厘米，每小时收集一份电析液，并测定钙、镁、钠、钾等离子，共电析4小时。阳离子组成中的钙、镁用EDTA法滴定，钠、钾用火焰光度计法测定。

土壤的聚沉曲线系用我所工厂试制的聚沉仪进行测定。聚沉仪包括自动控制、上下机械运动、比浊、直流放大和自动记录等部分，能在土壤胶体聚沉过程中，自动记录胶体悬液上下不同层次的透光度(浓度)。胶体悬液装在1.3×10厘米比浊管中，其中包括有样品0.7克，蒸馏水7毫升，经过半分钟的振摇，放置不同时间后进行测定。

土壤中和性碱度系用0.1NHCl在pH自动滴定仪上测定(电磁搅拌、慢速滴定)，终点

* 工作在熊毅教授指导下进行，参加室内分析的俞有包梅芬同志。

** 在野外工作中得到田兆顺、董汉章等同志协助；并应用黎立攀同志所采的蓬松盐土等标本3个，俞仁培同志所采的龟裂土标本1个，特此致谢。

为 pH 7, 結果以每百克土消耗盐酸的毫当量表示。土壤水溶性有机物質的吸光率系用光电比色計測定, 結果以一百減去透光率(%)表示。

土壤机械分析与微团聚体分析用 Качинский^[10] 的原理进行, 以焦磷酸鈉作分散剂, 用比重計測定。抗压力用允許膨胀压縮仪測定, 土样用风干土, 大小为一立方厘米。渗透用 Астапов 法^[11]測定。

土壤穿入度用本所工厂試制的穿入仪測定。穿入針模拟小麦幼苗叶尖状(直径 3 毫米, 尖头呈 60 度)。測定时, 先将穿入仪置于平玻璃上, 仔細調节千分表的零点, 然后輕輕置于表面平整的土样上, 由千分表讀出穿入針穿入土样的深度。土样越板結, 穿入越浅; 土样越疏松, 穿入越深。土样的制备方式因要求而异。本文系根据 Васильев 法^[12]測定膨胀所用的土样制备, 先在紅外綫灯下烘干, 繼用銼刀銼平, 再行測定。

幼苗观察系用 Neubauer 幼苗法^[13]进行。由于供試样品数量的限制, 土样改为 20 克, 幼苗也改为 20 支。小麦种子用人工严格挑选, 并保持每盆的种子总重量一致。土样分三种处理: (1) 原土, 不作处理; (2) 洗盐处理, 用蒸餾水洗去(土水比 1:5)土壤中的可溶盐, 并用酒精洗土样二次; (3) 由处理 2 的水洗下的盐分, 加上 20 克石英砂。所有土样中都加 50% 石英砂, 以消除土壤板結的影响, 另有空白对照, 在室内生长 17 天后收获并摄影。

二、結果与討論

山东聊城和河南新乡的瓦碱多分布于二坡地的浅色草甸土区中。瓦碱与苏打潮湿盐土的 pH 值(水悬液)都很高, 耕作层多在 9.4 以上, 瓦碱的板結层(0—2 厘米)和苏打潮湿盐土的表层, 有时可达 10 左右(表 1)。瓦碱的 pH 不仅表层很高, 心土也相当高, 可

表 1 瓦碱的 pH 与可溶性盐分含量

土壤	采集地点	土号	深度(厘米)	pH(水)	可溶盐(%)	水溶性有机物質吸光率(%)
苏打潮湿盐土	山东聊城北楊集	瓦 _{sD}	0—2	9.49	2.49	4.2
		瓦 _{sC}	0—2	10.00	1.68	37.6
瓦碱	"	瓦 _e	0—2	10.25	0.59	54.0
			2—7	9.91	0.20	33.7
			7—19	9.79	0.15	25.0
			19—38	9.72	0.11	10.5
			55—71	9.38	0.24	5.5
			94以下	8.75	0.01	4.5
	河南新乡小冀	瓦 ₁₄	0—3	9.92	0.20	21.0
			3—10	9.98	0.20	28.8
			10—20	9.99	0.24	31.0
			29—41	9.70	0.14	4.0
			55—83	9.51	0.06	4.7
			92—120	9.05	0.05	4.2
浅色草甸土	山东聊城北楊集	瓦 ₇	0—10	8.70	0.31	3.2
	河南新乡	瓦 ₁₄	0—10	8.76	0.03	6.5

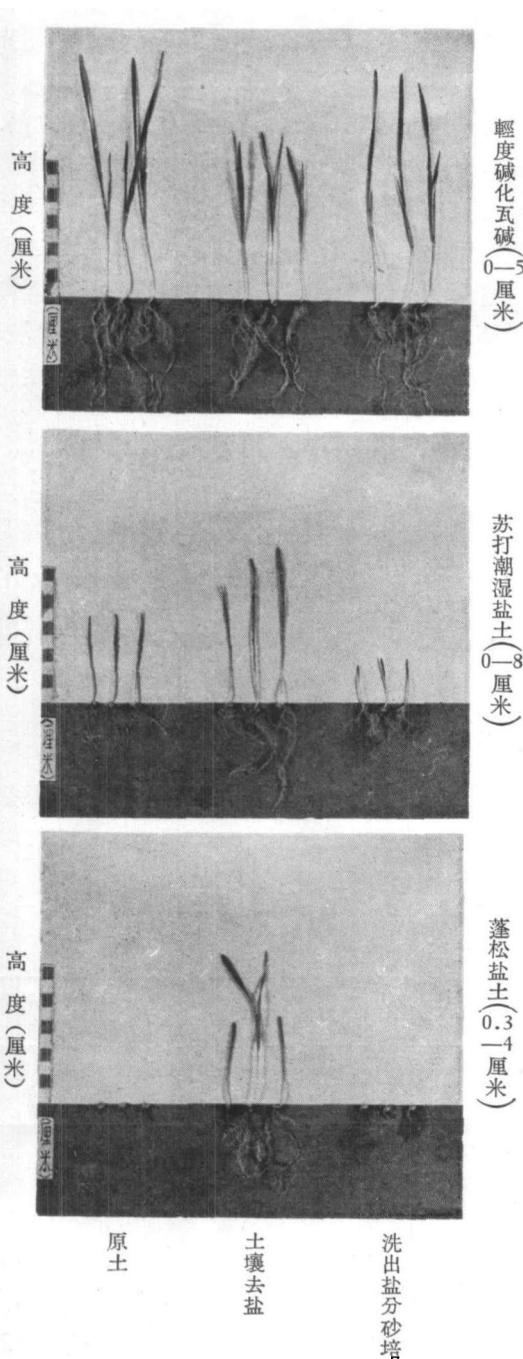


图1 瓦碱与其他盐土的小麦幼苗试验(17天)

麦苗生长反受抑制,比原来土壤的生长情况差得多(图1)。上述试验说明潮湿盐土和蓬松盐土抑制麦苗生长的因素主要在于盐分浓度过高,而轻度碱化瓦碱中交换性钠离子的水解可以抑制麦苗的生长。

达9以上,说明瓦碱的碱化作用不仅在表层,心土也有。

典型的瓦碱一般含水溶性盐分很低,可以少到0.1%,应当是一种碱化的浅色草甸土。但也有一些过渡的土壤,类似瓦碱而含有相当量的盐分,应属盐化瓦碱(如表1中的瓦6),有人称为“硬壳盐土”^[3]。

(一) 瓦碱 pH 与幼苗生长的关系

幼苗试验中曾加入50%石英砂,消除了土壤板结的因素,所以,各种处理的试验结果,可说明盐分与碱度对麦苗生长的影响。未经洗盐处理的试验结果证明:土中盐分越多,麦苗生长越不好。聊城轻度碱化的瓦碱(0-5厘米含可溶盐0.38%*)对小麦幼苗的生长并无显著抑制现象,但苏打潮湿盐土(0-8厘米,含可溶盐1.80%*)和蓬松盐土(0.3-4厘米,含可溶盐3.39%*)却显著抑制麦苗的生长,尤其是蓬松盐土影响更大(比较图1中各种未洗去盐分的土壤上幼苗生长情况)。由土壤中所洗下来的盐分(处理3),经过砂培试验也证实盐分过多有抑制麦苗生长的作用,其中轻度碱化瓦碱含盐分较少,土壤洗液并不影响麦苗生长,而苏打潮湿盐土和蓬松盐土含有多量的盐分,土壤洗液都严重地抑制麦苗生长(见图1中的由土壤中洗下的盐分砂培小麦的生长情况)。土壤洗去盐分(处理2)的幼苗试验说明碱度也影响麦苗生长,苏打潮湿盐土和蓬松盐土洗去盐分后,麦苗生长比原来土壤较好,但轻度碱化瓦碱经过水洗后,

* 系张粹雯同志测定。

輕度碱化瓦碱經過渗析后，大部分可溶盐都可被析出，如繼續进行电析，阳离子又可大量析出，其析出量的多少序列是：鈣>鈉>鎂>鉀（表 2）。如以电析第一小时所析出的交换性阳离子为例，每百克土含交换性鈉 2.30 毫当量、交换性鎂 0.71 毫当量、交换性鉀 0.14 毫当量。說明交换性鈉可能是引起土壤碱化的原因。同时，与瓦碱有一定联系的蓬松盐土中也是交换性鈉多于交换性鎂。

表 2 瓦碱等土壤渗析、电析过程中阳离子析出的情况（毫当量/100 克）

处 理	輕度碱化瓦碱 (北 ₁)				蓬松盐土 (北 _a)				
	0—5 厘米				4—9 厘米				
	鈣	鎂	鈉	鉀	鈣	鎂	鈉	鉀	
渗 析 (天數)	1	1.55	1.44	0.65	0.02	0.23	0.04	0.53	0.04
	2	1.51	0.31	1.02	0.03	0.25	0.14	0.53	0.05
	3	1.43	0.25	0.82	0.03	0.25	0.25	0.46	0.05
	4	1.39	0.21	0.66	0.03	0.27	0.25	0.42	0.05
	5	1.40	0.20	0.61	0.03	0.25	0.23	0.37	0.05
	6	1.35	0.17	0.63	0.03	0.31	0.24	0.41	0.06
	7	1.25	0.23	0.51	0.03	0.30	0.20	0.29	0.05
小計	9.88	2.81	4.90	0.20	1.86	1.35	3.01	0.35	
电 析 (小时)	1	4.98	0.71	2.30	0.14	4.68	0.41	1.45	0.13
	2	4.49	1.13	0.25	0.06	3.92	0.06	0.21	0.04
	3	4.45	0.15	0.10	0.02	2.21	0.04	0.15	0.03
	4	3.18	0.27	0.07	0.02	2.12	0.04	0.14	0.05
	小計	17.10	2.26	2.72	0.24	12.93	0.55	1.95	0.25
总 計	26.98	5.07	7.62	0.44	14.79	1.90	4.96	0.60	

土壤洗盐后（土水比 1:5，洗一次），pH 和中和性碱度都有一些变化（表 3），瓦碱經过水洗后，pH 不見降低，中和性碱度並沒有怎样减少，有时还有增加；苏打潮湿盐土經水洗后，中和性碱度显著减少，而 pH 略有上升；浅色草甸土和盐化浅色草甸土 pH 都在 9 以下，經過水洗以后，中和性碱度稍有增加，但草甸土的 pH 很少变化而盐化草甸土經水洗后 pH 可由 8.88 增至 9.90。以上結果說明含有苏打的碱化土壤經水洗后，苏打可被淋去，

表 3 土壤洗盐后 pH 与中和性碱度的变化

土 壤	土 号	深度(厘米)	土 壤 处 理			
			未 洗 盐		洗 盐	
			pH	中和性碱度 (毫当量/100克)	pH	中和性碱度 (毫当量/100克)
苏打潮湿盐土	瓦 _{aD}	0—2	9.49	5.92	9.95	3.42
	瓦 _{aC}	0—2	10.00	6.81	10.10	3.76
瓦 碱	瓦 _a	0—2	10.25	4.82	10.05	5.37
	瓦 _{aB}	0—2	9.98	4.40	9.95	4.40
	瓦 ₁₄	0—3	9.92	3.68	9.70	3.46
盐化浅色草甸土	瓦 _{aA}	0—2	8.88	3.04	9.90	4.49
浅色草甸土	瓦 ₁₆	0—10	8.76	1.15	8.73	2.13

减少中和性碱度；瓦碱水洗后，交换性钠可能发生水解而增加中和性碱度；盐化草甸土经水洗后 pH 增加是否有少量交换性钠发生水解^[14,15]，值得进一步研究。

(二) 瓦碱板结与不出苗的关系

瓦碱中有交换性钠存在，不仅可以抬高土壤 pH，直接影响幼苗的生长，还可恶化土壤物理性质，影响出苗与耕作。瓦碱干燥以后，表层常变板结，穿入度比浅色草甸土及其他盐土都小，介乎浅色草甸土与银川的龟裂土之间（表 4）。瓦碱干燥后，抗压力有很大的变化，根据重塑土柱（土柱直径 1.5 厘米，高 7.0 厘米）的测定，除表皮（0—1.5 厘米）外，瓦碱土柱（5.5—7.0 厘米）的抗压力比浅色草甸土大 3—4 倍（表 4），可以想象瓦碱难于耕作的情况。瓦碱的毛管水上升速度极为缓慢，在实验室条件下，最初 10 分钟只上升 0.016 厘米（计算值），比相同质地的浅色草甸土（上升 3.1 厘米）慢很多。瓦碱吸水速度比浅色草甸土小（图 2），透水性也不好，两周内只有极少量的水分透过 7 厘米土柱，而浅色草甸土则仅 1 天就可透过较多的水分。

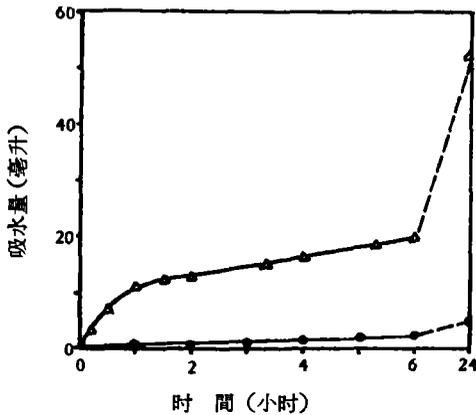


图 2 瓦碱与浅色草甸土吸水情况的比较

—△—△—△— 浅色草甸土(瓦₁₀)
●—●—●—●— 瓦碱(瓦₁₄)

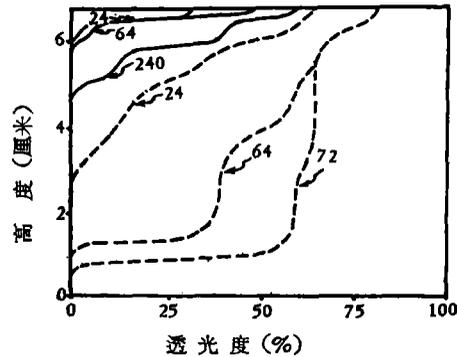


图 3 瓦碱(瓦₁₄ 0—3 厘米)与浅色草甸土(瓦₁₀ 0—10 厘米)放置不同时间(小时)的聚沉曲线

从上述试验结果，瓦碱的穿入度小，抗压力大，毛管水上升慢、渗透难，这些现象的产生，都与瓦碱胶体的性质有关。从聚沉曲线（聚沉图谱的纵座标代表放置样品的比浊管的

表 4 瓦碱的穿入度、抗压力与毛管水上升速度

土 壤	土 号	深度(厘米)	穿入度(毫米)	土柱抗压力*		毛管水上升速度 (厘米/最初10分钟)
				部 位	抗压力 (公斤/厘米 ²)	
苏打湿潮盐土	瓦 _{aD}	0—2	0.964	—	—	—
瓦 碱	瓦 ₁₄	0—3	0.445	上	1.76	0.016
				下	15.20	
浅色草甸土	瓦 ₁₀	0—10	0.601	上**	3.88	3.1
				下	4.61	
龟 裂 土	—	0—10	0.279	—	—	—

* 土柱抗压力测定系在直径 1.5 厘米、高 7 厘米的土柱中分上下两部分进行，上部取 0—1.5 厘米一段 (**号者取 1.5—3.0 厘米)，下部为 5.5—7.0 厘米。

高度,横坐标代表透光度)的比较可见(图3),瓦碱虽放置十天,也只有比油管上部的少量胶体发生聚沉,使透光度略有增加,但仍不及浅色草甸土放置一天后的透光度强。浅色草甸土只要放三天,大部分胶体都聚沉了。可见瓦碱胶体在水中的分散程度比浅色草甸土大得多。

瓦碱胶体的分散程度为什么这样高,我们曾比较这两种土壤的机械组成,从颗粒分配曲线(图4)可以看出,瓦碱与浅色草甸土两种研究样品的机械组成很相近,物理性粘粒都为33%,粘粒部分也相差不多,瓦碱约为13%,浅色草甸土约为9%。但是如以颗粒分配曲线与微团聚体分配曲线相比较可以看出,瓦碱的微团聚体的分配曲线接近于颗粒分配曲线,说明瓦碱胶

体的团聚性很差,胶体多处于分散状态;浅色草甸土的这两条曲线则相距较远,说明其团聚作用较强。如用数据说明,浅色草甸土中团聚起来的0.25—0.05毫米大小的微团聚体占土重21%,而瓦碱却只有6%。由此可证,瓦碱胶体呈高度分散,不易团聚,而常易受水冲失,以致瓦碱地表多现平坦光秃的状态。

瓦碱中的有机物质也易于在水中分散。瓦碱中的有机质一般比浅色草甸土少,只有0.5%左右,但瓦碱的水浸液多呈棕褐色,吸光率(4—54%),比浅色草甸土(3.2—6.5%)为大(表1),说明瓦碱中的有机质易被钠质分散形成溶胶^[16]。碱化土中水溶性腐殖质的增加固有利于作物的生长^[17],但也促使有机质的淋失,所以瓦碱的地表多呈灰白色。

瓦碱呈高度分散主要受碱化作用的影响。瓦碱胶体制成钙质后,当pH为6.48时电动电位为24.8毫伏,若用稀碱(NaOH)碱化,使pH上升到9.48,电动电位可达44.6毫伏。胶体碱化后电动电位的上升,说明胶体表面的扩散层更加扩展,胶体的分散状态愈为稳定。碱化影响土壤胶体分散的程度,还要看土壤中粘粒矿物的组成成分。蒙脱易为氢氧化钠所分散,高岭较难,伊利石和蛭石介于两者之间^[15]。瓦碱与浅色草甸土的胶体(1—0.2以及小于0.2微米部分)的粘粒矿物组成相似,三类主要粘粒矿物都有,其中以伊利石较多,还有相当数量的蛭石(主要在1—0.2微米部分)和蒙脱(图5)。瓦碱易于为钠质所分散,不无原因。关于碱土的粘粒矿物组成, Kelley 等(1941)已否定了 Антипов-Каратаев 与 Sedlezky 提出的盖德洛伊茨石的存在,证明与正常土壤的矿物组成一致,只是胶体二氧化硅较多^[18]。关于碱土改良后粘粒矿物的组成, Филиппова 认为也没有什么变化^[19]。可见,我们的材料与前人的资料吻合。另外,亲水性较大的2:1型粘粒矿物如能与有机胶体复合,可减少其亲水性。土壤细粒部分中腐殖质的含量增加,可以提高微团聚体的稳定性,

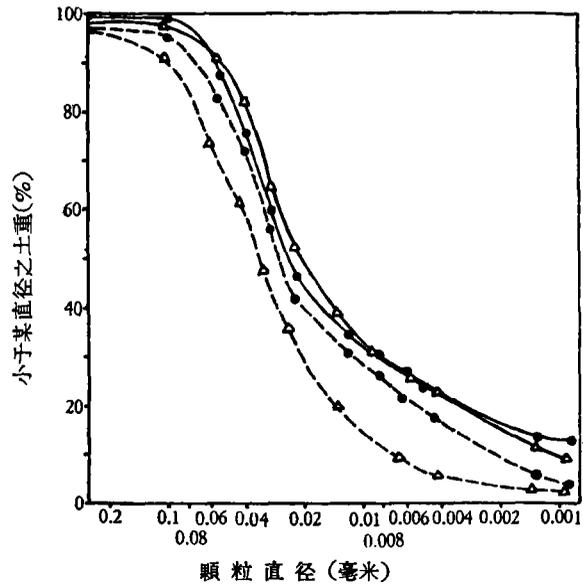


图4 瓦碱和浅色草甸土的颗粒分配曲线和微团聚体分配曲线
●—●瓦碱(瓦₁₄)0—3厘米颗粒 ●---●瓦碱(瓦₁₄)0—3厘米微团聚体
△—△浅色草甸土(瓦₁₆)0—10厘米颗粒 △---△浅色草甸土(瓦₁₆)0—10厘米微团聚体

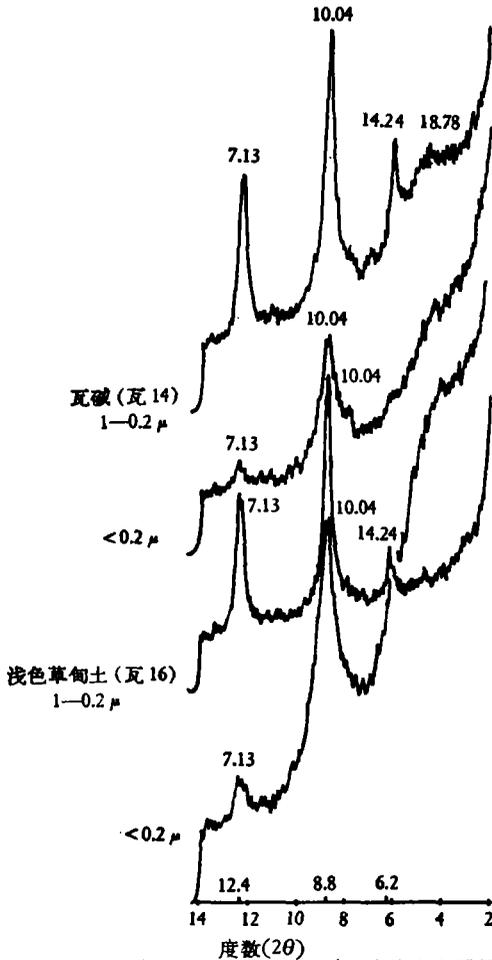


图5 瓦碱(瓦₁₄)与浅色草甸土(瓦₁₆)的X-射线图谱

如缺乏与小于1微米颗粒相结合的腐殖质,土壤易于分散^[20]。瓦碱中缺乏有机胶体也可能是易于分散的原因之一。

分散的胶体在干燥以后,易使土壤板结^[20]。板结到一定程度,就要抑制作物出苗。

华北平原的瓦碱与苏联阿塞拜疆的结壳土壤^[21]及中亚细亚与外高加索的结壳土壤^[22],在某些方面有些相似,例如湿时土粒易于分散,干时表层易于板结,就是共同的特性。可是苏联结壳土壤的pH不一定高,主要因为质地较为粘重,灌溉不当,团聚体易受土块间空气的挤压而分散,土壤干燥后便形成结壳。所以要改善灌溉方式(如冬灌、深沟小水流灌溉、地下灌溉等),逐渐湿润土壤,避免土粒分散,以防止结壳的形成^[21]。瓦碱之病主要在于钠质分散,改良之时要注意消除碱化作用。

(三) 瓦碱的改良原则

彻底改良瓦碱,不仅要根据瓦碱的主要病征,而且要根据其主要形成过程^[23]与发育阶段,才能提出较全面的改良原则。这里仅根据前面对瓦碱主要病征的分析提

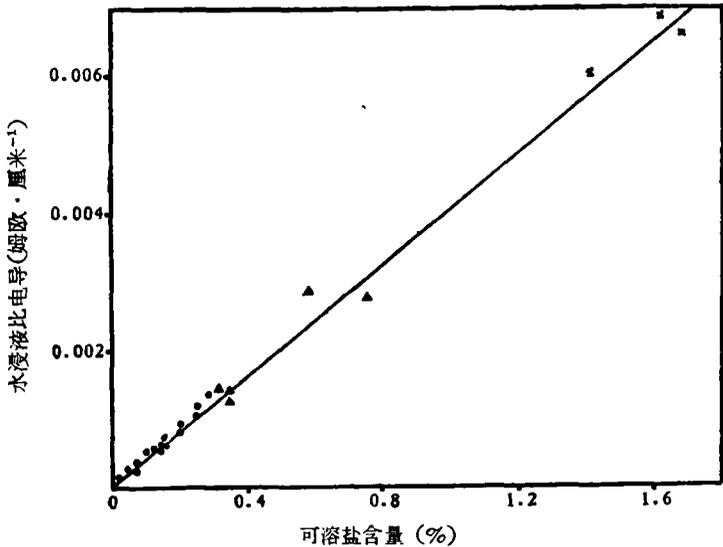


图6 瓦碱等土壤盐分含量与比电导(30℃)的关系

●瓦碱 ▲盐化瓦碱 ×潮湿盐土

出診疗的初步意見,以供参考。

由于瓦碱往往与潮湿盐土及其他盐土相邻分布,瓦碱与苏打潮湿盐土之間又有一系列的过渡类型。在进行土壤改良之前,必須区分土壤类型,明确性質,最簡單的办法,可惜 pH 与电导来区分。瓦碱的 pH 大于 9,比电导小于 0.0015 姆欧·厘米⁻¹,盐化瓦碱与苏打潮湿盐土 pH 虽大于 9,但比电导却大于 0.0015 姆欧·厘米⁻¹。瓦碱和盐化瓦碱、苏打潮湿盐土的比电导与含盐量的关系可見图 6。

改良苏打潮湿盐土,不但要中和碱度,还要洗盐。瓦碱的治本办法是中和碱度,治标的办法是治理板結。但是瓦碱的板結是由于碱化而起,克服了碱化作用就可以改良板結,瓦碱不出苗的直接原因是土壤板結,但根本原因是碱化作用。

克服碱化作用的办法是利用不起碱化作用的阳离子替換交換性鈉,再結合灌排以洗去置換出的鈉。一般是用石膏改良^[24]。我們曾在瓦碱中施用石膏进行試驗,其結果是 pH 降低,板結也減輕。在一定用量范围內,施用石膏越多, pH 降低越大,減少板結的作用越強。施用石膏再結合洗盐,減輕板結的效果更大(表 5)。

表 5 施用石膏与紅花草对瓦碱性質的影响

处 理	pH	穿入度(毫米)
瓦 碱	9.92	0.445
瓦碱加石膏(每百克土 3 毫当量 Ca)水洗	9.25	0.519
(每百克土 6 毫当量 Ca)水洗	8.88	0.682
(每百克土 12 毫当量 Ca)水洗	8.85	0.715
(每百克土 6 毫当量 Ca)不用水洗	8.65	0.784
瓦碱加紅花草 2%*, 不用水洗	9.78	0.244
4%*, 不用水洗	9.35	0.296
8%*, 不用水洗	9.15	0.331
4%*, 水洗	9.41	0.337
4%, 加硫粉 0.1%** , 不用水洗	9.86	—
4%, 加硫粉 0.1%** , 水洗	8.30	—

* 室溫湿润培养 15 天。

** 室溫湿润培养 24 天。

土壤板結的原因在于土粒之間結持过于紧密,所以在土壤中增加疏松物質,改变土壤結構或疏松土壤,都可以起到改善的作用。因此,本文曾进行施用有机物質的模拟試驗,結果表明,施用有机物質即可降低板結。在瓦碱中加入 2% 的干紅花草,保持湿润,室溫放置 15 天后穿入度为 0.244 毫米,加入 8% 的干紅花草穿入度可增至 0.381 毫米。在实验室的試驗中要維持土块容重在 1.4,所以瓦碱虽加入紅花草,土壤仍被压实,土粒排列更紧密,使穿入度比不加有机質的为小,即令如此,瓦碱加紅花草越多,穿入度还是越大。如在田間,土壤不受容积的限制,有机質的松土作用将更显著。这不仅与有机質的机械松土作用有关,而且可能与物理的以至生化的松土作用有关。

施用有机質后,再結合加用硫粉和冲洗,不仅可以改善板結状况,还可以降低土壤 pH。瓦碱加入 4% 的紅花草及 0.1% 硫粉,室溫培养 24 天后,土壤 pH 未見減低,但經水洗后, pH 可降到 8.3(表 5)。此外,施用黑矾、硫酸、硫酸鉛結合厩肥、人工結構改良剂等物質也可改良碱化土壤,这以后再作对比研究。

三、結 論

瓦碱是一种碱化浅色草甸土, pH 高、盐分含量少、易板结。板结抑制幼苗出土, pH 高影响幼苗生长。这些现象都与瓦碱胶体含有交换性钠有关。去除胶体上的交换性钠, 降低 pH, 可根本改良瓦碱, 疏松耕层的办法只可暂时改良。

参 考 文 献

- [1] 聊城专员公署农林局等編: 聊城专区土壤志。19—23 頁, 1959。
- [2] 王蓮亲等: 山东聊城盐渍土的形成条件及其分布規律。土壤学报, 11 卷, 4 期, 343—359 頁, 1963。
- [3] 龙文光: 山东省内陆盐渍土。土壤通报, 2 期, 1—6 頁, 1960。
- [4] 王遇同: 豫东地区盐碱地的形成原因及其改良。土壤通报, 4 期, 30—34 頁, 1962。
- [5] 田兆順: 皖北“花碱土”的形成及其利用改良。土壤, 9 期, 17—28 頁, 1961。
- [6] 蔡亚力: 苏北废黄河冲积平原地区土壤盐渍化問題及改良意見。土壤通报, 2 期, 24—28 頁, 1962。
- [7] Tanner, C. B. and Jackson, M. L.: Nomographs of sedimentation times for soil particles under gravity or centrifugal acceleration. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12:60—65, 1947.
- [8] Yi Hseung: Chemical weathering in relation to mineral content of Soil. p. 42, 1951. (未发表)
- [9] 蔣劍敏、沈壬水: 有机质与铁对紅壤胶体等电性质的影响。土壤学报, 10 卷, 4 期, 355—360 頁, 1962。
- [10] Качинский, Н. А.: Механический и микроагрегатный состав почвы и методы его изучения. ст. 134—137, АН СССР Москва, 1957.
- [11] Астапов, С. В.: Мелиоративное почвоведение (практикум). ст. 120—123, Сельхозгиз, Москва, 1958.
- [12] 中华人民共和国水利部: 土工試驗操作規程。51—53 頁, 水利出版社, 1956。
- [13] Соколов, А. В.: Агрохимические методы исследования почв. ст. 484—486, АН СССР, Москва, 1960.
- [14] Гедройц, К. К.: Избранные сочинения. т. 2, ст. 315, Сельхозгиз, Москва, 1955.
- [15] Kelley, W. P.: A general discussion of the chemical and physical properties of alkali soils. 1st. Inter. Cong. Soil Sci. 5—6: 483—489, 1928.
- [16] Kelley, W. P.: Sodium carbonate and adsorbed sodium in semiarid soils. Soil Sci. 94:1—5, 1962.
- [17] Гедройц, К. К.: Избранные сочинения. т.1, ст. 102—105, Сельхозгиз, Москва, 1955.
- [18] Kelley, W. P., Dore, W. H. and Page, J. B.: The colloidal constituents of American alkali soils. Soil Sci. 51:121—124, 1941.
- [19] Антипов-Каратаев, И. Н.: Мелиорация солонцов в СССР. ст. 460—468, АН СССР Москва, 1953.
- [20] Давыдов, Т. К.: К вопросу об образовании поверхностной корки в связи с физико-химической характеристикой почв различной степени окультуренности. Почв. 3:81—91, 1940.
- [21] Горбунов, Н. И. и Бекаревич, Н. Е.: Природа образования почвенной корки и меры борьбы с ней. Почв. 4:193—200, 1951.
- [22] Каспиров, А. И.: Причины образования почвенной корки. Почв. 7:60—75, 1940.
- [23] Попазов, Д. И.: О некоторых закономерностях в развитии солонцовых, солончаковых и осолоделых почв. Доклады ТСХА вып. 25, 230—236, 1956.
- [24] Shawarbi, M. Y. and Abdel-Bar, A. A.: A new method for estimating the actual amount of calcium sulphate required for reclaiming black alkali soils rich in soluble salts. J. Indian Soc. Soil Sci., 2: 15—20, 1954.

THE ALKALINITY AND CRUST OF TILE ALKALI SOIL

CHIANG CHIEN-MING AND TSANG TUNG-CHING

(Institute of Soil Science, Academia Sinica)

(SUMMARY)

Tile alkali soil is one kind of alkalized light meadow soils in the Northern Plain of China. It is characterized by high pH value, low concentration of soluble salts, and crusting of surface soil under drying condition. The crusting of surface soil is a serious hazard to seedling emergence, and the high pH value of the soil affects the growth of crop plants. These properties of the soil are related with the high percentage of exchangeable sodium on the colloids of the tile alkali soil. For the improvement of the colloidal properties of this soil, it is necessary to displace the excess exchangeable sodium on soil colloids with calcium (CaSO_4 , organic matter and sulphur). Breaking the crust mechanically improves the soil physical properties only temporarily.