

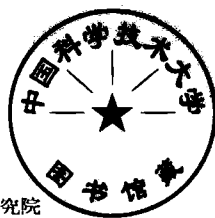
中国科学院
水利电力部 水利水电科学研究院

研究报告

13

白 僵 土 改 良

水利电力出版社



白 疆 土 改 夏

中国科学院水利水电科学研究院
水利电力部
宁夏回族自治区农业科学研究所

*

2119S 637

水利电力出版社出版(北京西郊科学院路二里内)

北京市书刊出版业营业许可登记证字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

850×1168 1/32开本 * 7%印张 * 22千字

1959年12月北京第1版

1959年12月北京第1次印刷(0001—1,330册)

统一书号: 15143·1695 定价(第9类)0.15元

目 录

一、前言	2
二、白僵土的分布、性质与形成	3
(一)白僵土的分布	3
(二)白僵土的剖面性状	3
(三)白僵土理化性质的研究	4
(四)白僵土的地下水状况	7
(五)白僵土的形成与发育	9
三、試驗設計与試驗方法	13
(一)試区土壤的剖面記載	13
(二)土壤的化学性质	14
(三)試区白僵土的机械組成	14
(四)試驗設計处理与試驗方法	15
四、試驗結果及分析討論	17
(一)不同处理措施对水稻生长发育的影响	17
(二)种稻前后土壤理化性质的变化	22
五、小結	27

白僵土改良

水利水电科学研究院灌溉研究所

宁夏回族自治区农业科学研究所

提 要

白僵土是碱化土壤的一种类型,又类似于龟裂盐土,主要分布在我国西北部的宁夏、内蒙和新疆等地区。土壤表层 pH 值高达 8.0~10.0, 代换性钠百分比约 11.54~20.87%, 最高达 90% 以上。土壤色白, 质地粘重, 表面平滑、坚硬, 寸草不生; 有的表面呈近似六边形的龟裂。因其性质恶劣、无法利用, 当地农民称它为“白僵土”。

1958年, 对这种土壤的改良进行了大胆的尝试, 通过深翻、多施有机肥料、长期淹灌及经常排换水等措施, 改善了土壤的理化性质。水稻收后测得: 土壤变得松软、湿润了; 0~25厘米土层形成 7.82~36.12% 的团粒; 全盐量较前降低了 33~46.7%; 代换性钠百分比则由原始地的 78.5% 降为 59.7~38.08%; 土壤养分也有所增加。水稻产量达 445.6 斤/亩 (合 3,342 公斤/公顷), 由此开辟了碱化土非经石膏改良亦能利用且得高产的新途径。

一、前 言

宁夏银川灌区是黄河中游的一个冲积平原, 地接沙漠, 干旱少雨; 同时, 这里又是一个历史悠久的古老灌区。该区土壤就是在这种自然条件影响下发育而成的地带性土壤, 类型复杂, 变异很大。其中有一种土壤, 质坚色白, 寸草不生, 表面平滑犹如混凝土地板; 也有的表面呈近似六边形的龟裂, 好象图案一样, 因其性质恶劣, 向为不毛之地, 故群众称为“白僵土”。这种土壤一向被认为无法耕种, 所以也从未有人开垦。过去有些中外土壤学

家，虽曾对这种土壤的地貌和剖面进行了观察研究，但对进一步的深入研究和改良利用，均未提出意见。据文献记载，国内外从事这种试验研究的也较少，故有关资料极为缺乏，特别是在具体改良措施方面，还没有研究成果和实际的经验。

这种土壤在宁夏银川灌区（青铜峡以北）约有437.5平方公里（合65万余亩），占该区总面积的7.89%。小面积的插花分布在耕地中间或边缘，大片多集中在银川以北平罗县西大滩一带，因其性质恶劣，无法耕种，严重地影响了农业生产的发展。在这种土壤上建立的国营农场，有的缩减了作业站的生产，有的被迫迁移场址。几年来，我们对这种土壤仅做了野外地貌剖面的初步观察研究和室内理化性质的分析化验，并取得一些极其肤浅的认识。1958年春，我们在“解放思想，破除迷信”的启示下和大跃进的高潮中，开始了白僵土的改良试验，在党的正确领导和积极关怀重视，以及全体同志的努力下，获得了初步的成功，并找出了改良利用的方向。兹提出初步研究报告，并请读者指正。

二、白僵土的分布、性质与形成

（一）白僵土的分布 白僵土就全国范围来说，除宁夏银川灌区外，内蒙、新疆也有；宁夏银川灌区白僵土的分布地形大致介乎沼泽盐土与蓬松盐土之间。这种地形易有季节性积水，但无排水出路，故水分仅靠蒸发消失；水分蒸发后，又处于干燥状态，这样就使土壤盐分发生了变化，土壤胶体产生了钠质交换，形成碱化。宁夏的平罗县西大滩就是这样一个封闭洼地，排水不良，质地粘重，透水性差，故形成大面积白僵土。另外，银川以西，自平吉堡向北沿吴王渠东侧，亦有零星分布。

（二）白僵土的剖面性状 白僵土地面光滑，寸草不生，呈片状分布，有的尚有遗留下的残存沙丘；沙丘上生有稀疏的野生植物，如白茨、芨芨等。大片者一望无际犹如雪地，阳光之下，远处树木浮影其上，~~蔚为奇观；~~有的地表呈近似六边形的龟裂

(图1)。龟裂小块,每边约有6~8厘米,其边缘略为突起,中央部分下凹,呈浅碟状,凹度约0.2~0.3厘米。块间裂缝宽约0.2~0.3厘米,深0.5~0.6厘米,每平方米共有约150~200块。白僵土上没有高等植物生长,所以过去有人认为这种土壤是没有生命的;在龟裂的白僵土表面上有藻类等低等植物,据研究系蓝绿藻(*Microcoleus vaginatus* var. *vancouveri*)。

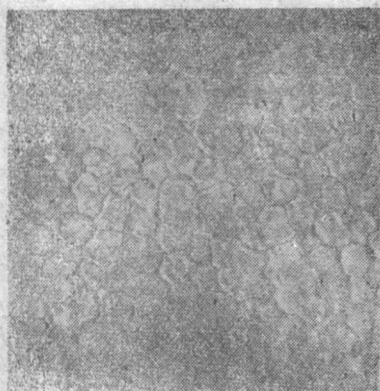


图1 白僵土龟裂的地表



图2 白僵土龟裂表层下的柱状构造平面图

土壤剖面中,最上层为厚约0.2~0.5厘米的表层(A层),土壤构造为极不稳固的鳞片状结构,表面为极细的粉状物。由于土壤中缺乏腐植质和三氧化物,故呈白色,其下呈蜂窝状。这层以下为碱化层(B层),呈微红棕色,并由垂直裂缝划分为圆顶形的浅柱状(图2),上面有蜂窝状小孔,质地粘重,非常坚硬。再向下直到地下水均为粘重的坚硬土层。由于过分粘实,由毛管作用而湿润的土层往往只有数厘米至数十厘米,故土质极为干燥。全剖面没有植物残根。

(三)白僵土理化性质的研究

1. 白僵土的机械组成:一般多为中粘土重粘土,小于0.005毫米粒径的粘粒占到50%以上(表1),但有的质地则稍轻,也有表

层粘重而下层为砂质的。由于土壤质地粘重，加以土壤胶体为钠所饱和，遇水分散、形成泥浆，干时坚硬龟裂，极不透水，积水后积水深度仅几厘米乃至十余厘米，经久不干，只能靠自然蒸发而干，即便在室内制备土壤浸提液时，有的静置月余尚不澄清；同时胶粒又能穿过滤纸，以致无法过滤。

表 1 白僵土的机械组成

深度 (厘米)	比 重	粒 徑 百 分 組 成 (粒徑: 毫米)					质 地
		<0.001	0.001~ 0.005	0.005~ 0.01	0.01~ 0.05	0.05~ 2.00	
0~5	2.73	20	30	29	17	13	中粘土
5~15	2.76	38	28	8	16	0	重粘土
15~30	2.72	28	28	14	4	16	中粘土
30~50	2.75	34	34	17	4	2	重粘土
50~75	2.87	41	27	15.5	6.5	10	重粘土
75~100	2.74	28	41	16	11	4	重粘土

注：机械组成用比重计法测定。

2. 白僵土的水分物理性质：白僵土土层坚硬密致，容重高达1.47~1.67克立方厘米，故孔隙度较低，平均仅为37.6%，其中非毛管孔隙各层多在3%以下，土壤空气缺乏，加以表层的密闭，形成窒息状态。据野外观测，土壤几不透水(表2)，因此，土层干燥、坚硬、密致。这种性质给植物生长带来了极大的困难。

3. 白僵土盐分含量及组成：白僵土盐分不高，全剖面约为0.2%，且无CO₃存在，阴离子中以HCO₃⁻、SO₄²⁻及Cl⁻为主，阳离子以Na⁺为主(表3)，有的在龟裂层以下尚有大量残存盐分，于是土壤表层就含盐较高，可自0.4~1.0%之间。

4. 白僵土其他化学成分及代换性成分：白僵土是碱土的一种，土壤胶体中钠的饱和度很高，大致是上层较轻，下层较重，一般代换性Na⁺占代换性盐基总量的百分数约为30~60%，高的可达90%以上(表4)。由于土壤物理性不良和碱性强，没有植物生长，故有机质含量甚低多在1%以下，一般石膏含量甚低或不

表2

白僵土水分物理性质

深度 (厘米)	容 重 (克/厘米 ³)	总 孔 隙 (容积%)	非 毛 管 孔 隙 (容积%)	毛管孔隙 (容积%)	有效空隙 (占总孔 隙的%)	自然含水量 (容积%)
0~6	1.50	39.6	2.3	37.3	28.7	10.7
6~25	1.55	48.2	3.7	44.5	43.1	11.5
25~42	1.75	57.4	0.2	57.2	45.5	10.5
42~58	1.53	48.6	0.7	47.9	41.5	3.82
58~75	1.50	47.9	1.7	46.2	33.5	3.03
75~92	1.34	46.4	2.7	43.7	44.5	3.4
92~113	1.44	42.2	2.1	34.0	8.36	14.1
113~128	1.46	55.6	1.9	53.7	45.9	22.3
128~145	1.50	56.4	5.1	51.3	37.3	44.4
145~162	1.47	52.8	0.7	52.1	13.1	44.6
162~182	1.45	42.9	1.1	41.6	28.4	37.4
182~202	1.65	47.0	2.0	45.0	23.5	39.8

表3

白僵土的盐分组成

深度 (厘米)	pH	全 盐 (%)	阴 离 子 (毫克当量/100克)				阳离子(毫克当量/100克)		
			CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺
0~0.5	7.9	0.12	0.09	0.57	0.49	0.94	0.44	0.83	0.68
0.5~6	9.2	0.09	0.00	0.23	0.37	0.90	0.44	0.44	0.62
6~25	9.1	0.09	0	0.23	0.12	1.15	0.44	0.15	0.91
25~42	9.1	0.08	0	0.45	0.25	0.67	0.29	0.30	0.74
42~58	9.1	0.09	0	0.23	0.25	1.02	0.29	0.30	0.91
58~75	9.1	0.11	0	0.23	0.25	1.35	0.29	0.45	1.09
75~92	9.0	0.09	0	0.34	0.25	0.91	0.29	0.30	0.96
92~113	9.0	0.11	0	0.23	0.25	1.35	0.29	0.45	1.09
113~128	9.2	0.08	0	0.34	0.37	0.62	0.29	0.15	0.89
128~145		0.08	0	0.57	0.37	0.39	0.29	0.15	0.89
145~162		0.08	0	0.23	0.37	0.73	0.29	0.15	0.89
162~182		0.07	0	0.57	1.36	0.57	0.29	0.30	1.91
182~202		0.20	0	1.02	1.73	0.58	0.29	0.45	2.59
202~215		0.59	0	0.11	1.97	7.75	0.29	0.30	9.24

含石膏，碳酸鈣較多，平均多在10%左右。這點與灌區一般土壤含碳酸鈣較高的現象是一致的。

表4 白僵土代換性及其他化學成分

深度 (厘米)	CaCO ₃ (%)	CaSO ₄ (毫克當量 100克)	有機質 (%)	代換性鹽基總量 (毫克當量 100克)	代換性鈉 (毫克當量 100克)	鈉占總量 (%)
0~0.5	6.82	0.68	1.13	1.56	0.04	2.5
0.5~6	9.48	0.069	0.74	5.24	0.04	8.3
6~25	13.71	0.34	0.76	5.49	2.15	39.1
25~42	13.30	0.39	0.81	6.26	1.37	21.8
42~58	9.66	0.019	0.48	2.21	0.25	11.3
58~75	6.87	0.39	0.58	2.66	1.28	40.8
75~92	6.87	0.012	0.44	4.50	1.46	32.4
92~112	7.62	0.022	0.66	2.35	0.06	2.5
112~128	11.14	0.096	0.37	3.75	1.97	52.5
128~145				9.40	3.37	64.1
145~162				14.39	4.83	33.5
162~182				7.83	2.55	32.6
182~202				6.81	4.34	63.6
202~215				8.46	3.83	45.3

(四)白僵土的地下水狀況 根據平羅西大灘白僵土上的三個觀測井，由1957~1958年兩年的觀測資料，白僵土由於土壤極不透水，淋溶和毛管水蒸發作用不強，所以地下水礦化度不大。從1957年2月份資料看(枯水位期)，礦化度由0.41~1.12克/升，最高不過1.89克/升。pH值亦不高，約由7.0~8.0，其中以7.0~7.5者居多。化學成分中以HCO₃⁻為主，這點正與土壤中HCO₃⁻含量很多的情況一致，Cl⁻次之；一般均不含CO₃²⁻，有的還不含SO₄²⁻。地下水化學類型屬HCO₃⁻-Cl⁻型或Cl⁻-HCO₃⁻型。地下水位一般距地表1.5~2.5米，每水位變化幅度不大，礦化度變化幅度亦小。這些足以說明白僵土的極不透水的性質，其水位變化井不受或少受降水及灌溉水的影響。平羅附近白僵土地區地下水化學成分見表5，地下水位變化見圖3。

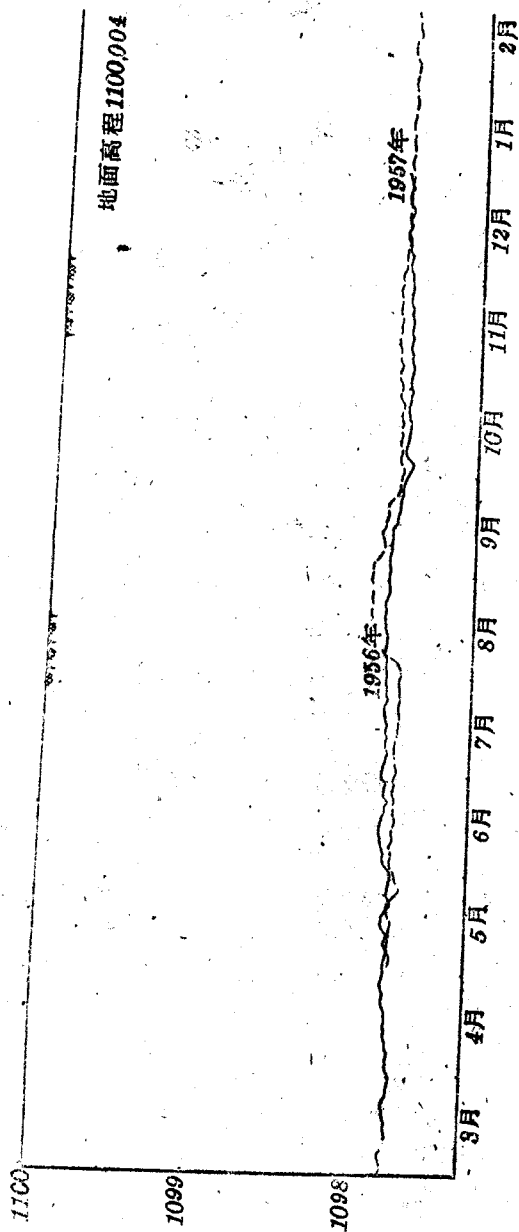


图3 白僵土地下水位变化曲线图

表 5

白僵土地下水化学成分表

采 样 日 期	pH	矿化度 (克/升)	SO ₃ ⁼		HCO ₃ ⁼		Cl ⁻		SO ₄ ⁼	
			(毫克/升)	(毫克当量/升)	(毫克/升)	(毫克当量/升)	(毫克/升)	(毫克当量/升)	(毫克/升)	(毫克当量/升)
1957.2.14	7.0	0.47	—	—	312.5	5.04	150	4.23	—	—
1957.4.29	7.5	0.30	—	—	250.0	4.10	75	2.12	—	—
1957.7.26	8.0	0.31	—	—	292.8	4.80	75	2.12	—	—
1957.11.28	7.9	0.39	—	—	89.14	1.46	171.89	4.85	—	—
1958.3.4	7.4	1.89	—	—	814.96	13.36	166.55	13.17	350.0	7.29

注：观测井在平罗县潮湖农场东分场。

(五)白僵土的形成与发育 宁夏白僵土的形成发育，根据初步观察研究，是在干旱的沙漠性气候条件下，经过物理化学和生物的相互作用而形成的。西大滩位于贺兰山东麓，黄河曾流经其间，故为黄河改道冲积土。自贺兰山森林破坏后，水源枯竭，气候干燥，加以封建地主对土地掠夺式的经营与残酷的剥削，荒地自然植被渐遭破坏，耕地亦渐荒蕪，于是山洪、河水及成土母质中的盐分大量聚积地表。后因水蚀、风蚀逐渐严重，地表的疏松土层流失了一部分，形成了易于积水的局部地形。由于地面径流和积水的影响，使土壤部分脱盐，同时在盐分组成上发生了变化，土壤胶体上也产生了钠质交换。被钠所饱和的土壤胶体随水下降，遂发生了粘粒下沉；这种钠质粘粒，遇水膨胀，干时收缩，使下层土壤变得坚实板结和不透水。这种作用继续进行的结果，使坚实板结层日益增厚，毛管作用微弱甚至断绝，地下水不能充分供应，于是土层干燥，再加上碱化的危害，植物逐渐死亡。地表由于三氧化物的下移和缺乏有机质，故呈白色。起初，地面长有野生植物，由于植物根部对土壤的保持作用和枝叶阻擋风沙，所以有植物生长的地方，就拥有较大的沙丘。但是，当碱化开始后，地面植物渐少，植物越少，风蚀、水蚀作用就越强。如此相互循环，互为因果，就扩大了白僵土的范围。最初，白僵土多呈斑状分布于沙丘洼沟之间，后来逐渐扩展成片，最后形成

大面积。因此，在碱化輕微的地方，沙丘較大且有野生植物；同时，仅有数平方米至数十平方米的小块白僵土分布在盐土中，其地表呈灰白色，上边的植物漸趋枯萎而死亡。再发展下去，这种碱斑数目增加，范围扩大，并相互毗連而結成大片；繼續經過风蚀、水蚀，表土逐漸流失，而沙丘亦逐漸縮小，沙丘上植物逐漸死亡；最后，沙丘消失，大面积白僵土遂亦形成。白僵土的一系列形成过程如图 4-10 所示。



图 4 沙丘很大，植物生长尚多



图 5 沙丘逐漸縮小，植物逐漸死亡(之一)



图 6 沙丘逐漸縮小，植物逐漸死亡(之二)



图 7 沙丘逐漸縮小，植物逐漸死亡(之三)



图 8 沙丘逐渐缩小，植物
逐渐死亡(之四)

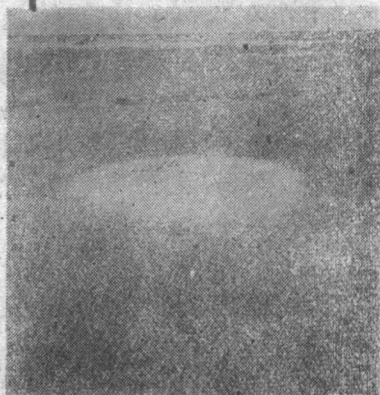


图 9 沙丘将要消失，已无
植物生长

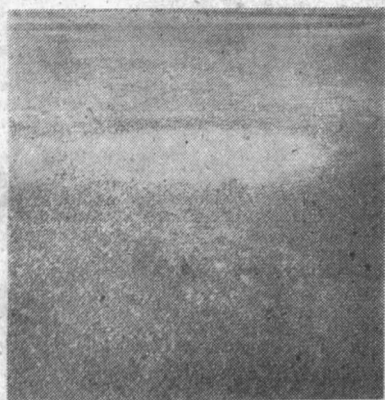


图 10 沙丘消失，形成大片
光板地—白僵土

在龟裂的白僵土上发现有藍綠藻等低等植物，藍綠藻具有果胶包皮，不透水。在积水或降雨季节，因上层不透水，这就給藍綠藻的生长創造了有利条件。在其生命活动过程中，可以增加地表水的碱性，促进土壤碱化；在干燥时，藍綠藻轉入假死状态。由于土壤碱化的結果，土壤变得更不透水，这样就更有利于藍綠藻的生长发育，而藍綠藻的生命活动又加强了土壤碱化。如此互为因果，构成了形成碱化的生物学因子，并与其他物理、化学、气象等因素的錯綜复杂的相互影响，就构成了白僵土的形成过程。

关于白僵土形成的化学变化方面，目前資料累积 尚 不 够 充 分，但初步可以看出白僵土是在盐土脱盐的基础上形成的。这个形成过程特别与苏打盐化有密切的关系，即盐土向白僵土发育的

关于白僵土形成的化学变化方面，目前資料累积 尚 不 够 充 分，但初步可以看出白僵土是在盐土脱盐的基础上形成的。这个形成过程特别与苏打盐化有密切的关系，即盐土向白僵土发育的

过程中先有苏打累积的现象，这时盐分已高，以后苏打逐渐减少，盐分亦逐渐降低；最后盐分降到一定限度时，苏打反应亦已消失，这时白僵土亦已形成。

由表6可以看出，盐土向白僵土发展的第一个过渡类型是苏打盐土，表层有厚约1厘米的盐结皮，含盐高达54.5%，其中 CO_3^{2-} 占阴离子毫克当量总数的4%， HCO_3^- 占2%，pH值达9.3。向下盐分骤减， CO_3^{2-} 亦少。这种土壤除了 CO_3^{2-} 多，pH高以外，在形态上毫无白僵土的现象，完全是盐土。

表6 白僵土过渡类型的盐分组成

土 壤 名 称	深度 (厘米)	全 盐 (%)	pH值	盐 分 组 成 (毫克当量/100克土)						
				CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{++}	Mg^{++}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
苏 打 盐 土	0~1	54.5	9.3	38.17	19.09	604.55	255.63	0.30	3.30	13.34
	1~19	0.83	10.0	0.49	3.11	6~61	3.94	0.19	0.14	13.82
	19~	0.3~	>9	0.2~	1~3	2~6	1~3.4	0.1~	0.05~	
	195	0.7		0.5				0.3	0.12	
白僵蓬 松盐土	0~0.2	4.44	9.4	1.74	4.98	42.8	21.94	0.16	0.04	70.81
	0.2~1	8.51	9.4	5.31	6.68	78.83	33.32	0.18	0.07	123.95
	1~200	0.4	8.4~9	0.3	2.5	2.5	0.8	0.20	0.05	5.2
輕 白 僵 土	0~1.5	1.80	9.5	3.62	1.92	11.83	12.63	0.14	0.15	29.71
	1.5~9	2.00	9.5	2.26	1.70	11.34	17.7	0.14	0.15	32.71
	9~200	0.09~ 0.17	8.3~ 9.2	0	0.45~ 1.13	0.62~ 2.85	0.31~ 9.81	0.14~ 0.88	0.15~ 0.88	0.91~ 4.39

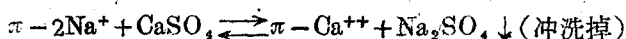
第二个过渡类型是白僵蓬松盐土，仍有盐结皮，盐结皮含盐4.4%，但pH高达9.4。阴离子组成中 CO_3^{2-} 占到2.4%，蓬松层中占到4.3%，蓬松层以下占5%。

第三个过渡类型是輕白僵土，不具盐结皮，亦无蓬松层。0~9厘米含有 CO_3^{2-} ，pH表层大于4，下层个别层次有高于10者，但在以下就不含 CO_3^{2-} ，盐分也是9厘米以上较多，达1.8~2.0%以下就都在0.2%以下。pH上层大于9，下层稍低。再发展下去就形成了白僵土，盐分自上至下均很低，根本不含 CO_3^{2-} 。代换性钠的百分比显著增高。

三、試驗設計与試驗方法

試驗地位于平罗大兴墩盐土改良試驗站南試区东侧的原始白僵土上，地表呈灰白色，极为平滑，无植物生长，土质极为坚硬。根据分析資料认为是碱土。

据一般文献介绍，施用石膏是改良碱土的有效措施，因为石膏可以增加土壤中的鈣，用以代換胶体上的鈉，而达到改良的目的，其化学反应为：



但根据我们的研究，施用石膏有以下一些困难：第一，石膏溶解度不大，土壤必須經常盖有充足的水分，才能使石膏溶解并发生作用，可是作用很慢，需要的时间較长。第二，施用石膏仍不能解决白僵土干时龟裂和遇水泥濘的不良耕作性質，因此，我們首先考虑利用水稻长期淹灌的特性，来克服土壤的不良耕作性質；大量施有机質肥料，以改善土壤物理性質，消除板結現象，增加蓄水透水能力。并在此基础上結合施用石膏，利用有机質及水稻根系生长活动中通过生物化学作用所产生的 CO_2 及根毛分泌的有机酸，以中和碱性和溶解土壤中的鈣盐；同时，稻根的生长也可使坚实土层得到物理的疏松作用。这样便可逐步达到改良利用白僵土的目的。

(一)試区土壤的剖面記載 土壤剖面可分为以下各层次：

1. 0~1.5厘米：白板块結层，有不明显的龟裂，表面有极細的粉状物，其下有蜂窝状多孔构造；
2. 1.5~7厘米：鱗片状构造，較为松散，有酚酞反应；
3. 7~44厘米：質地为粘壤，坚硬异常，有不明显的柱状构造，有酚酞反应；
4. 44~67厘米：質地为粘土，坚硬、不透水，无酚酞反应；
5. 67~172厘米：質地为重粘土，色棕紅，无酚酞反应；
6. 地下水172厘米：水质矿化度不大，全剖面无植物殘根及动物遗体。

表 7

試区白僵土

深 度 (厘米)	pH	全盐量 (%)	CO ₃ ²⁻		HCO ₃ ⁻		Cl ⁻	
			(毫克当量 100克)	(%)	(毫克当量 100克)	(%)	(毫克当量 100克)	(%)
0~1.5	7.9	0.96	0.11	0.0034	4.30	0.26	9.94	0.35
15~7	10.2	1.09	1.64	0.0490	3.83	0.23	9.00	0.32
7~25	8.2	0.26	0.14	0.0043	2.38	0.15	1.28	0.046
25~44	8.1	0.14	—	—	2.10	0.13	0.15	0.005
44~67	8.2	0.15	—	—	2.35	0.14	0.23	0.008
67~174	8.2	0.16	—	—	2.27	0.14	0.30	0.011

(二)土壤的化学性质 剖面中盐分分布呈上大下小状态,最上层盐分高达0.96%,下层仅为0.16%,全剖面平均为0.201%。盐分组成中,阴离子以Cl⁻及HCO₃⁻为主,阳离子以Na⁺为主。剖面中CaCO₃含量很高,但石膏较少。土壤pH值甚高,一般均大于8,在表土1.5~7.0厘米土层高达10.2(表7)。

表 8

試区白僵土机械组成表

深 度 (厘米)	粒 徑 (%)			质 地
	2.0~0.05 (毫米)	0.05~0.005 (毫米)	0.005~0.001 (毫米)	
0.0~1.5	22.57	39.23	38.20	輕 粘 土
1.5~7.0	25.68	37.52	36.80	輕 粘 土
7.0~25	41.00	31.00	28.00	粘 壤 土
25~44	0	64.70	35.30	重 粘 土
44~67	0	50.00	50.00	中 粘 土
67~174	0	22.00	78.00	重 粘 土

(三)試区白僵土的机械组成 試区白僵土全剖面以粘土为主,质地坚硬,透水性差。0~25厘米为輕粘土,25~80厘米为粘土,80厘米以下为重粘土。試区土壤机械组成分析结果如表8及图11所示。

化学成分表

SO ₄ ⁼		Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺ +K ⁺		CaCO ₃ (%)	CaSO ₄ (%)
(毫克当量 100克)	(%)	(毫克当量 100克)	(%)	(毫克当量 100克)	(%)	(毫克当量 100克)	(%)		
2.73	0.13	0.058	0.0012	0.016	0.0002	17.90	0.39	11.1	0.15
3.06	0.15	0.038	0.0007	痕	痕	17.15	0.39	14.45	0.11
0.19	0.009	0.026	0.0005	0.010	0.0001	3.96	0.09	13.39	0.07
0.23	0.011	0.052	0.0010	痕	痕	2.43	0.056	13.88	0.092
0.32	0.016	0.038	0.0007	0.024	0.0003	2.84	0.065	15.29	0.066
0.14	0.066	0.084	0.0017	痕	痕	2.60	0.059	16.9	0.036

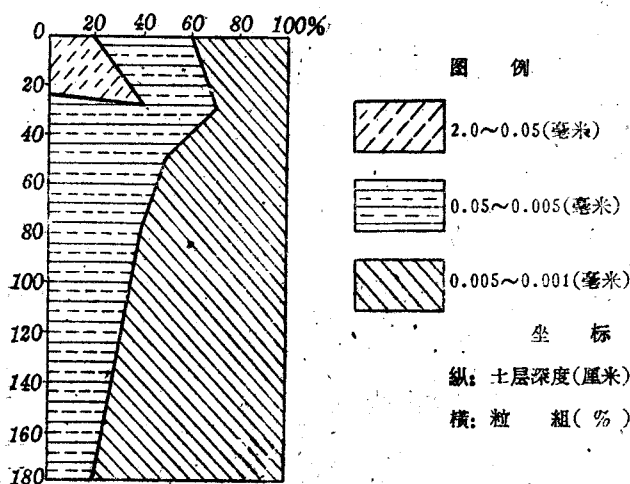


图 11 机械组成示意图

(四) 試驗設計处理与試驗方法 試驗計分如下处理^①，試驗布置如图12所示。

1. 处理 I₁: 耕翻12~15厘米+厩肥4,000斤/亩+綠肥1,000

① 各处理中的施肥数量乘以7.5即得到公斤/公頃数值。