

# 宁夏白垩土的改良

黄震华\*

(宁夏农业科学研究所)

宁夏引黄灌区是黄河中游的一个冲积平原,地接漠境,干旱少雨,土壤类型复杂,多属于盐渍土及盐化淤灌浅色草甸土,其中有一种土壤表面质地坚硬,颜色发白,滑似洋灰地板,或呈近似六边形的龟裂。因其物理性质恶劣,寸草不生,所以群众称为“白垩土”(即碱化龟裂土)。长期以来,这种土壤被认为是无法耕种的,很少有人开垦。

宁夏银川地区“白垩土”面积约438平方公里,合65万余亩,占该区总面积的8%,其中绝大部分分布于古老河成阶地上,近代冲积平原范围内仅有零星分布。为了充分利用土地资源,扩大耕地面积,增加农业总产量,1958年春我们开始对白垩土进行改良试验研究,并获得了初步成果,兹将研究结果概括介绍如下:

“白垩土”是在荒漠草原条件下经过盐土脱盐和水蚀风蚀作用而形成的碱化土壤,因此,它包括了从盐土开始脱盐到碱化龟裂土形成的所有各阶段的土壤类型,其中主要的有龟裂土化盐土、盐化龟裂土、碱化龟裂土以及龟裂土型苏打盐土。我们的试验地位于平罗县大兴墩盐土改良试验站南试区东侧,土壤属于龟裂土化盐土,根据分析资料,已有碱化性征。

## 一、试验区土壤概述

土壤具有以下剖面性状:

- 0—1.5厘米:为白色板结层,有不明显的龟裂,表面有极细的二氧化硅粉状物,板结层反而具有极多的蜂窝状孔隙。
- 1.5—7厘米:红棕色呈鳞片状构造,较为松散,有酚酞反应。
- 7—44厘米:红棕色粘壤土,坚硬异常,有不明显的柱状构造,仍有酚酞反应。
- 44—67厘米:块状粘土,坚硬,不透水,无酚酞反应。
- 67—172厘米:红棕色块状重粘土,无酚酞反应,地下水在172厘米左右,水质矿化度不大。

全剖面无植物残根及动物遗体。表层的盐分含量为0.96%,鳞片状结构层含盐量增加到

表1 白垩土的化学组成

深度 (厘米)	pH	可溶盐 (含量:毫克当量/100克土)								CaCO <sub>3</sub> (%)	CaSO <sub>4</sub> (%)
		全盐量 (%)	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>		
0—1.5	7.9	0.96	0.11	4.30	0.94	2.73	0.058	0.016	17.0	11.1	0.15
1.5—7.0	10.2	1.09	1.64	3.33	0.00	3.06	0.038	痕迹	17.15	14.5	0.11
7.0—25	8.2	0.26	0.14	2.38	1.28	0.19	0.026	0.010	3.96	13.4	0.07
25—44	8.1	0.14	—	2.10	0.15	0.23	0.052	痕迹	2.43	13.9	0.09
44—67	8.2	0.15	—	2.35	0.23	0.32	0.038	0.024	2.84	15.3	0.07
67—174	8.2	0.16	—	2.27	0.30	0.14	0.084	痕迹	2.60	16.9	0.04

\* 参加工作的人员有宁夏农业科学研究所黄震华、赵守荣、张凤翔、褚复馨,北京水利科学院李大爽、王道生,并有宁夏农业科学研究所化验室全体同志协助分析。

1.09%，柱状层以下盐分驟減，盐分組成中阴离子以  $\text{Cl}^-$  及  $\text{HCO}_3^-$  为主，阳离子以  $\text{Na}^+$  为主，剖面中  $\text{CaCO}_3$  含量很高，但石膏較少（表 1）。

## 二、試驗設計与試驗方法

試驗处理(每小区面积为  $6 \times 10$  米,无重复):

- I<sub>1</sub> 耕翻 12—15 厘米,施厩肥 4,000 斤/亩,綠肥 1,000 斤/亩,石膏 800 斤/亩,骨粉 50 斤/亩。
- I<sub>2</sub> 耕翻 12—15 厘米,施厩肥 4,000 斤/亩,綠肥 1,000 斤/亩,石膏 800 斤/亩。
- I<sub>3</sub> 耕翻 12—15 厘米,施厩肥 4,000 斤/亩,石膏 800 斤/亩。
- II 对照,未耕翻,未施肥。
- III<sub>1</sub> 耕翻 12—15 厘米,施厩肥 4,000 斤/亩,綠肥 1,000 斤/亩,骨粉 50 斤/亩。
- III<sub>2</sub> 耕翻 12—15 厘米,施厩肥 4,000 斤/亩,綠肥 1,000 斤/亩。
- III<sub>3</sub> 耕翻 12—15 厘米,厩肥 4,000 斤/亩。

試驗地于 6 月 1—8 日用人工翻挖,深度为 12—15 厘米,同时按处理要求施入肥料及改良剂。6 月 9 日播种,播种量为 48 斤/亩,品种为当地白皮大稻,播前进行泥水选种,采用撒播法。在水稻生长期中,除草二次,追肥七次。計 6 月 24 日追血粉 10 斤/亩,7 月 4 日追猪粪 1,000 斤/亩,7 月 20 日追硫酸銨 21 斤/亩,7 月 26 日追过磷酸鈣 10 斤/亩,8 月 6 日追过磷酸鈣 15 斤/亩,8 月 13 日噴过磷酸鈣 15 斤/亩,8 月 21 日噴硫酸銨 10 斤/亩,过磷酸鈣 10 斤/亩。

在勤灌勤排的原則下,采用边灌边排的灌水方法,每隔 1—2 日換水一次,以減輕田面水的碱性,同时为了防止土壤表面龟裂和返盐,未进行落干。在 7 月份汛期內,引水淤积了 7 厘米左右的渾泥,以增加土壤松土层。除 7 月下旬水稻叶尖发生枯萎現象(不久即恢复原状)外,一般生长正常。9 月 25 日收获,产量最高 446 斤/亩(处理 III<sub>1</sub>),最低 24 斤/亩(处理 II)。

## 三、試驗結果及討論

### 1. 水稻生长状况

由表 2 的資料可以看出,翻耕施肥的小区(处理 I 及 III),生长的情况皆較对照为好,成熟期較早,产量比对照分別高出 63% 及 85%。这点是很容易理解的,因为土壤未曾耕翻,板結层沒有破

表 2 各处理的水稻产量比較

处 理	蜡 熟 期 (日/月)	株 高 (厘米)	穗 长 (厘米)	粒 数	千粒重 (克)	根系(厘米)	产 量	
							(斤/亩)	(%)
I <sub>1</sub>	3/9	68.6	13.3	42.5	29.56	25	393	163
I <sub>2</sub>	5/9	65.4	13.0	41.6	29.70	20	362	150
I <sub>3</sub>	7/9	49.0	9.5	16.9	28.85	20	289	120
II	15/9	38.3	6.3	11.0	26.75	10	241	100
III <sub>1</sub>	3/9				29.00	25	446	185
III <sub>2</sub>						22	412	171
III <sub>3</sub>						20	312	129

坏,水稻无法扎根,据生长 14 天后的稻根观察,根系是沿着水平方向发展的,鬚根也少(图 1),同时又未施基肥,这样作物不但得不到应有的养分,而且还受到土壤碱性的为害,虽然与其他处理同样地追施肥料,但終究生长不良,产量很低。此外,在水稻收割后掘根观察,看到翻耕施肥的小区,根較长、根幅大、鬚根多、根系活动层为 20—25 厘米,而对照区則相反,根多,活动层仅为 10 厘米,这些都足以說明翻耕,施有机肥料(包括綠肥)对改良“白疆土”是有显著效果的。但石膏的效用当年沒有显示出来,这主要是因为石膏溶解度小,作用慢的結果,應該繼續对其后效观察研究。

## 2. 土壤性质的变化

(1) 田面水温与 pH 的变化方面。勤灌勤排是降低田面水的水温与 pH 的有效措施。在播种时田面水的 pH 高达 9.2, 播种后由于换水较勤, 很快就降到 8.0—8.2, 在 7 月 1—8 日因渠道输水受到限制, 换水不及时, pH 急速上升, 最高竟达 9.7, 同时水温高达 35°C, 此时稻苗剑叶(已有 4—5 片叶)约有 1/3—1/2 从脱水转向枯萎。自 7 月 8 日后连续换水, pH 迅速回落到原来的数值, 稻苗亦恢复正常。从水温与 pH 的变化曲线上看, 6 月 24 日以后 pH 与水温的升降几乎是一致的, 水温增高可增加土壤中盐碱成分的溶解度和碱性盐类的转化 ( $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ), 使田面水的盐分浓度和碱性都增加了, 在这种情况下, 稻苗最易受到影响, 甚至死苗。因此, 采取勤灌勤换的灌溉方式防止田面水碱性增加是改良利用“白僵土”的重要关键。

(2) 改良前后盐分的变化。从表 3 可以看出, 经过种稻一年后, 0—25 厘米土层的平均含盐量由原来的 0.66% 降为 0.30%, 即减少 54.5%。阴离子中以  $\text{HCO}_3^-$  及  $\text{Cl}^-$  降低较多,  $\text{HCO}_3^-$  降低了 53.8%

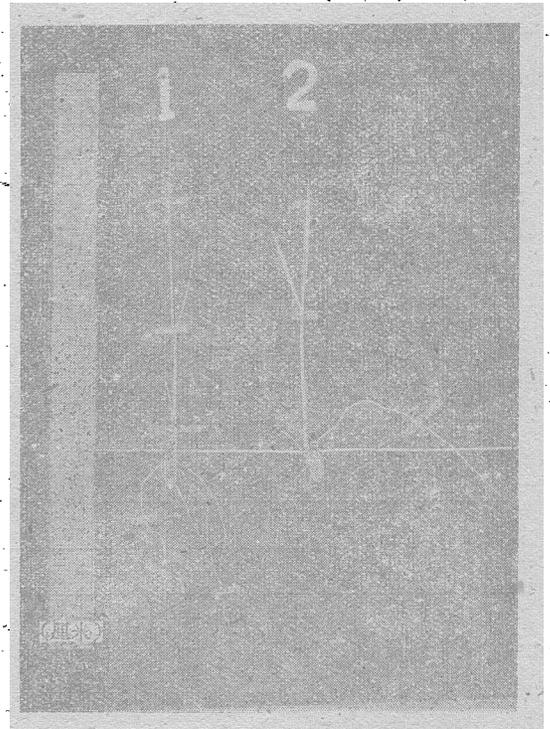


图 1 水稻播种后 14 天的根系发育  
1. 处理 I; 2. 对照区。

表 3 改良前后盐分的变化

深度 (厘米)	pH			全盐量(%)			$\text{Ca}^{2+}$ (%)			$\text{HCO}_3^-$ (%)			$\text{Cl}^-$ (%)		
	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>
0—7	9.9	7.6	7.1	1.06	0.24	0.40	0.039	—	—	0.24	0.10	0.06	0.326	0.028	0.022
7—25	8.2	8.9	8.2	0.26	0.36	0.20	0.004	0.021	0.009	0.15	0.08	0.07	0.046	0.053	0.020
25—44	8.1	7.7	8.1	0.14	0.27	0.36	—	—	0.034	0.13	0.07	0.07	0.005	0.022	0.014
44—67	8.2	7.9	7.7	0.15	0.30	0.26	—	0.018	—	0.14	0.08	0.08	0.008	0.036	0.020
67—153	8.2	7.6	8.2	0.16	0.26	0.22	—	0.004	0.024	0.14	0.10	0.07	0.011	0.020	0.032

深度 (厘米)	$\text{SO}_4^{2-}$ (%)			$\text{Ca}^{2+}$ (%)			$\text{Mg}^{2+}$ (%)			$\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (%)		
	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	原来	I <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>
0—7	0.146	0.035	0.188	0.001	0.010	0.017	痕迹	0.0083	0.0119	0.39	0.03	0.09
7—25	0.009	0.085	0.038	0.001	0.005	0.006	0.0001	0.0018	0.0053	0.09	0.12	0.04
25—44	0.011	0.093	0.115	0.001	0.019	0.003	痕迹	0.013	0.0015	0.06	0.05	0.12
44—67	0.016	0.065	0.081	0.001	0.009	0.001	0.0003	0.0053	0.0053	0.07	0.08	0.06
67—153	0.066	0.060	0.015	0.002	0.010	0.004	痕迹	0.0048	0.0036	0.06	0.07	0.07

注:  $\text{Cl}^-$  用  $\text{AgNO}_3$  滴定法,  $\text{SO}_4^{2-}$  用四羟基醒法,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  托里龙法,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  用差数计算。

(I<sub>1</sub>) 及 66.6% (III<sub>1</sub>),  $\text{Cl}^-$  降低了 77.9% (I<sub>1</sub>) 及 88.7% (III<sub>1</sub>), 但  $\text{SO}_4^{2-}$  却相对增加了; 阳离子中  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  减少了 66.6% (I<sub>1</sub>) 及  $\text{Ca}^{2+}$  相对增加了 10 倍左右(由 0.001% 增为 0.01%)。同时表 3 还表明, 土壤表层的可溶性盐类降低最显著, 这是由于耕翻(深度为 0—12—15 厘米)破坏了原来坚实的龟裂短柱状层, 使其中所含的可溶性盐得以充分溶解于灌溉水的结果, 溶解于灌溉水中的盐分, 除一

部分下淋累积于 25 厘米以下的土层中外,絕大部分是随稻田換水排入排水沟的,因此在我們的試驗中主要是表层脫盐,而垂直淋盐的效果是不太显著的,不难設想,如果适当加深耕翻的深度,从而能破坏更深厚的坚实土层,提高垂直淋盐的效果,則排水种稻改良“白疆土”的作用将更好。

(3) 改良前后土壤养分的变化。經過一年的改良,土层中营养成分有所增加,有机质在 44 厘米土层内,由 0.95% 增为 1.08% (I<sub>1</sub>) 及 1.24% (III<sub>1</sub>)。在 0—25 厘米土层中,氮的含量由原来的 0.089% 增为 0.114% (I<sub>1</sub>) 及 0.112% (III<sub>1</sub>)。磷的含量由原来的 0.0699% 增为 0.135% (I<sub>1</sub>) 及 0.136% (III<sub>1</sub>)。

(4) 改良前后土壤結構的变化。耕翻結合施用大量有机质肥料及通过水稻根系的活動,使土壤結構得到一定的改善,由表 4 可以看出,原来土壤剖面中 0—25 厘米土层中沒有团粒結構,种植水稻后,經過耕翻施肥处理的各小区其团粒結構都有不同程度的增加,尤其是处理 III 更为明显(增加了 36.21%)。从处理 I、III 的对比中,可以說促使团粒結構形成的主要因素是施肥而不是石膏。

表 4 白疆土种植水稻前后土壤各层(厘米)团粒的变化\*

粒 径 (毫米)	种植水稻前			种植水稻后					
	0—7	7—25	25—44	0—7	7—25	25—44	0—7	7—25	25—44
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	7.82	—	1.92	4.21	4.88
0.5	—	—	0.89	—	—	—	5.82	8.93	7.29
0.25	—	—	—	—	—	5.84	10.56	4.74	5.16
团粒总数	0	0	0.89	0	7.82	5.84	18.32	17.89	17.43

\* 用湿篩法測定。

### 3. 淤泥对改良“白疆土”的效用

放淤是宁夏羣众改良盐碱土的成功經驗,它在“白疆土”上也同样具有良好的效果。针对“白疆土”表层坚硬,質地粘重,土壤物理性質不良,作物扎根困难,在試驗中我們利用灌溉渾水共淤积了 7 厘米質地較輕的淤泥(据測定唐徕渠淤泥的机械組成: >0.05 毫米的砂粒占 41.5%, 0.05—0.005 毫米的粉砂粒占 45%, <0.005 毫米的粘粒及胶粒为 13.5%, 这样改变了土壤表层質地,增加其疏松度,便于作物扎根,效果很好。此外,淤泥中还含有不少养分,其中含 N 0.102%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.22%, 含硝酸态氮 0.00025%, 含速效性鉀 0.014%, 按每亩淤积 93,240 公斤淤泥計算,仅氮每亩就带入 95 公斤,超过施肥中氮的含量。这对于土壤肥力的提高,无疑是有益的。

## 四、小 結

根据白疆土的理化性質,直接种植旱作是有困难的,利用种植水稻时的淹灌以降低碱性,是一种有效的办法,同时在水稻生长过程中根系的活動可使土层变得疏松;土壤物理性質得到改善。在改良措施中,耕翻和施有机质肥料(綠肥)是非常必要的,从耕翻处理和对照看来,前者根系活动为 20—25 厘米,根系发达,产量高,后者活动层为 10 厘米,根系不发达,产量低。有机肥料不但可以改善土壤物理性質,而且在分解时所产生的有机酸及 CO<sub>2</sub> 可以改善土壤的化学性質。在灌水技术方面,必須勤灌勤排,以免田面水中碱性增加,危害稻苗。“白疆土”干时龟裂,所以不宜落干,以防止扯断稻根,同时应利用洪水的淤泥增加田面松土层及植物营养物質。

关于石膏对改良“白疆土”的功効,在一年的試驗中沒有看出来,这个問題,还值得今后繼續观察,研究其后效。