

中国科学院綜合考察委員会資料

編 号:

密 級:

中国科学院治沙队第一次学术报告会文件

沙区土壤調查和試驗研究总结*

中国科学院治沙队土壤組

执筆者 李孝芳 (北京大学)

本年度沙区土壤試驗研究工作包括各沙漠綜合考察中的土壤路綫調查和六个綜合試驗站的定位研究¹⁾。工作項目有百万分之一土壤图,沙地土壤类型和特性的調查研究,半干旱区和干旱区土壤形成过程的研究和盐漬土改良試驗(头道湖)。

(一) 內蒙及西北六省区沙地百万分之一土壤图的編制

本图的編制主要根据沙漠考察土壤路綫图:調查范围包括柴达木盆地、河西走廊馬宗山一带,巴旦吉林沙漠、騰格里沙漠东部、毛烏素沙漠,庫布齐沙带、小騰格里沙地等。沙区以外各地土壤类型和分布本年极少調查,編号时主要根据国内已出版和未出版的土壤图、植被图、地貌图以及全国自然区划等一系列的参考資料編成的²⁾。

* 参加本文編写的有:中国科学院林叶土壤所宋达泉、陈隆亨、陈文瑞、郭剑刚,北京大学李孝芳、陈靜生,中国科学院土壤队唐广悦、叶棟、陈叶荣,中国科学院土壤所蔡蔚祺,北京师范大学李天杰,中国科学院地理所屈翠輝、叶文华,胡庆光,南京大学許廷官,中国科学院治沙队邱醒民、張繼賢,內蒙古师范学院余宗和,內蒙草原管理局寶明彦,甘肃省林业局路振邦,西北大学吳先余。

- 1) 本年度新疆两个沙漠綜合考察队中未进行土壤路綫調查。
- 2) (1) 中国科学院新疆綜合考察队土壤組 1956—57 年 1/100 万新疆北部土壤图和該队土壤組 1958 年塔里木河中游 1/50 万土壤图。(未刊行資料)
- (2) 文振莊等“內蒙古自治区土壤地理区划。土壤专报 34 号 1959。
- (3) 全国土壤区划图及說明书(未刊稿)
- (4) 格拉西莫夫、馬溶之:新中国土壤图 1/400 万 1956 (未刊行)
- (5) 格拉西莫夫:新世界土壤图:土壤学报 1956 年 4 卷 1 期。
- (6) 格拉西莫夫、馬溶之:中国土壤发生类型及其地理分布。土壤专报 32 号 1958。
- (7) 柯夫达等:中国新土壤图。土壤譯报 1958 年 4 期。
- (8) 柯夫达:中国土壤分类系統讀后。土壤学报 1958 年 4 卷 2 期。
- (9) 馬溶之:中国土壤的地理分布規律。土壤学报 1957。
- (10) 侯学煜:中国植被与主要土类的关系,同上。
- (11) 梭頗、侯光炯:中国北部及西部之土壤。土壤专报第十二号 1935 年地質調查所。
- (12) 全国自然区划图 1958。
- (13) 騰格里沙漠东部土壤考察报告,1959 年本队。
- (14) 宁夏河东沙区土壤路綫考察报告,1959 年本队。
- (15) 內蒙西部戈壁和巴丹吉林沙漠考察报告及土壤图 1959 年本队。
- (16) 內蒙古中后联合旗土壤考察报告及土壤图 1959 年本队。
- (17) 內蒙古小騰格里沙漠土壤考察报告及土壤图 1959 年本队。
- (18) 內蒙古庫布齐沙带土壤考察报告及土壤图 1959 年本队。
- (19) 柴塔木盆地土壤調查报告 1959 年本队。
- (20) 河西走廊西北部土壤調查报告及土壤图 1959 年本队。

本年所調查的沙区在制图时多以土种为单位,因此,沙区土壤的类型与分布已表现在图上,这是本图与前人所編本区的土壤图不同之点。此外根据考察所得的实际資料在本图上修改了过去調查区土壤图上的三条界綫:(i)石膏灰棕荒漠土和普通灰棕荒漠土的界綫原在弱水以西[註二]現改在弱水以东。(ii)棕鈣土过去分为暗棕鈣土和淡棕鈣土,通过此次調查认为二者并无大的差别,不再分暗淡两个亚类,合并图上过去的界綫。(iii)在鄂尔多斯高原上的栗鈣土和棕鈣土的界綫也作了修改。

图中山地仅作为一个地貌单位划出,未划山地土壤。

由于未能及时收集資料,并且有很多沙漠地区土壤还未調查,因此,目前图中还有不少处待进一步調查研究的地方:第一:本图还有不少空白之处。如新疆东疆平原,阿拉善騰格里沙漠的北面,弱水以西,走廊以北的地区等。这是需要今后进行土壤考察的。

第二:編图时所根据的底图的比例尺不一,最大的有1/20万,小的有1/100万。甚至地形图有不正确之处,所以目前成图的精确度較差。这也是有待今后进一步修改提高的。

第三:自然地带南疆及东疆間山盆地属暖温带,但土壤与河西走廊西部及内蒙西部的石膏灰棕荒漠土有很大的相似处。目前国内土壤学界曾有人提出南疆的地带性土壤为棕色荒漠土。由于我們还未在南疆沙漠中考察,暫不将南疆的土壤划归棕色荒漠土,作为灰棕荒漠土的一个特殊的亚类。今后再調查研究并加以修改。

(二) 沙地土壤类型和特性

(1) 沙地土壤生成条件概述。

本年度我們考察了各主要沙区的土壤,在地带上处于灰棕荒漠土,棕鈣土和栗鈣土地带。各地带不同的水热条件和不同的生物气候特点,对砂地土壤形成过程与发展方向起着重要作用;同时这种差异也必然反映在改造利用上,所以我們把沙区土壤按地带来划分:

砂地水文地质条件对砂地土壤形成与分异也有影响,表现在潜水的埋藏深度与水化学类型上。当潜水位低时地下水对砂地的土壤形成起影响微弱,在这种情况下,沙土成土过程多向地带性方向进行。当潜水位高时,則砂地土壤的形成将受到地下水的影響,多形成草甸土性砂土和盐化砂土。

各沙区的地貌动态特点决定着砂地土壤的年令和发展阶段,流动沙地由于其易动性,成土过程很难进行或极不稳定。半固定和固定的砂地成土过程已开始进行,但剖面分化很不明显,可視其为地带性土壤型的砂土。固定很久并有大量地带性植物生长的砂地,地带性的成土过程已較明显,土壤剖面的分化也較显著,可視其为松砂质的地带性土壤¹⁾。

(2) 砂地土壤系統表,(見下頁)

(3) 各土壤带砂地土壤簡述,

(i) 灰棕荒漠土带,东起阿拉善地区,向西直到中苏边境。我国的各大沙漠(如塔克拉玛干沙漠、庫尔班通古特沙漠、青海柴达木盆地的沙漠、河西走廊的沙漠、巴丹吉林沙漠、亞瑪雷克沙漠和騰格里沙漠等)都分布在这一土带里。

灰棕色荒漠土带內的砂地的一般特点是砂丘高大,流动性大,流沙的干沙层一般都很厚,大多在10—40厘米左右,厚者达40—50厘米,少数的干沙层可达3米。在流砂中也

1) 采用文振旺:内蒙古自治区土壤地理区划一文中的土壤命名。

(沙地土壤系統表):

灰棕色荒漠土地帶 的砂地土壤	流 沙 灰棕荒漠土型砂土 松砂質原始灰棕荒漠土 草甸土型砂土 鹽化砂土
棕鈣土地帶的砂 地 土 壤	流 砂 棕鈣土型砂土 松砂質原始棕鈣土 草甸土型砂土 鹽化砂土
栗鈣土地帶的砂 地 土 壤	流 砂 栗鈣土型砂土 松砂質原始栗鈣土 草甸土性砂土

大多含有可溶鹽類,如金塔東園子一帶的流砂中含鹽量可達1—2%。在半固定固定沙地上,生長梭梭林和檉柳灌叢,土壤表層略被腐蝕質染色,剖面中碳酸鈣及可溶性鹽逐漸積累。在固定沙地上鹽分積累的更多,剖面中常見粒狀和纖維狀石膏結晶。在半固定及固定沙地上土壤特性的發育說明已逐漸具有地帶性的特征。因此,本帶半固定沙地暫命名為灰棕荒漠土型的梭梭林土等,在固定砂地上的土壤暫命為原始灰棕荒漠土。

各砂地中除砂地土壤外,與砂地土壤組成復區的主要是零星分布在丘間低地上的鹽土和鹽化草甸土,庫爾班通古特沙漠中的丘間低地多為龜裂土。鹽土上主要生長鹽生植物,如鹽瓜瓜、硷蓬等,鹽分組成主要是硫酸鹽~氯化物及氯化物~硫酸鹽類型,草甸土大部分為強鹽漬化的,生草過程表現得不明顯,有機質的積累也不明顯。

(ii) 棕鈣土地帶的砂地土壤,

棕鈣土地帶包括內蒙中部、北部鄂爾多斯高原西部,本地帶的主要砂地有:庫布齊沙漠的西部,烏蘭布和沙漠,騰格里沙漠的東部,鄂爾多斯高原東南部丘陵地區及銀川平原黃河階地上的砂地。

棕鈣土上的植被類型為荒漠草原,草原化荒漠,棕鈣土的生草過程有明显的表現,腐殖質層通常厚20—30厘米,有機質含量1.0—2.0%左右,有明显而緊實的鈣積層,在本帶西部剖面下部發現有個別的石膏晶粒。

棕鈣土砂地的特點是流動沙丘的干沙層一般在10—40厘米,在沙丘頂部或背風坡的下部也有達1米的,40厘米以下的濕沙層的含水量穩定,經測定一般在2—3%之間。

棕鈣土帶的砂地土壤大多為棕鈣土型沙土,而發育的比較好的松砂質原始棕鈣土則面積比較小。在丘間低地上為草甸土型沙土,草甸土和鹽土。復蓋在黃河古階地上的沙丘,其丘間低地為龜裂土型的土壤,草甸土多具有不同程度的鹽漬化,鹽土多為氯化物~硫酸鹽和硫酸鹽~氯化物鹽土。龜裂土型土壤為壤質,非常堅實,地表具深裂隙。棕鈣土型砂土和松砂質原始棕鈣土是由流沙向地帶性過渡的兩個環節。棕鈣土型砂土上生長黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)、楊柴(*Hedysarum mongolicum*)、樺條(*Caragana microphylla* var. *tomentosa*)、沙竹(*Psammochloa villosa*)等,呈半固定狀態,地表微有薄薄的結皮,沙層微度分化,顯出腐殖質及碳酸鹽聚集的上層,可溶鹽的含量較流沙為多。松砂質原始

棕鈣土:植被盖度較棕鈣土型沙土增大,腐殖質积累加多,地表普遍盖有結皮,土层分化更明显,碳酸盐和可溶性盐分的积累得更多,植物組成中除沙生植物外,有地带性的植物参加,为白蒿 (*Artemisia frigida*) 等。

(iii) 栗鈣土地带的砂地土壤

栗鈣土地带北起海拉尔,南至鄂尔多斯烏审旗,本地带的砂地有:海拉尔河附近的砂地、西辽河沿岸砂地、小騰格里砂地、庫布齐沙漠的东段和毛烏素沙漠的大部。

栗鈣土是发育在干草原植被下的土壤,生草过程很强,腐殖質层由 20—30 厘米至 50—60 厘米不等,有机質含量由 1.5—4% 左右,鈣积层的埋深 20—60 厘米不等。

栗鈣土带砂地的特点是半固定或固定砂地面积大,而流动沙丘面积小(如錫林郭勒盟的小騰格里沙漠,流砂面积仅占該砂地总面积的 3% 左右)。栗鈣土地带流砂的干沙层一般在 5—10 厘米左右,在沙丘頂部或背风坡的上部也有可达 30—50 厘米的。湿沙层的含水量一般 2.5—3.5%。

栗鈣土地带的砂地土壤大多为栗鈣土型砂土和松砂質原始栗鈣土。丘間地上主要为草甸土和沼泽土。栗鈣土型砂土和松砂質原始栗鈣土是由流沙向地带性土壤—栗鈣土过渡的两个阶段。这两种土壤上除生长一些砂生植物如:沙蒿、沙竹等外,还生长有若干地带性的植物种属,如羊草、冷蒿等。它們的特征是在剖面上已有层次的分化,根据小騰格里沙漠的資料,栗鈣土型沙土表层有机質的含量为 0.2—0.4%,松砂質原始栗鈣土表层有机質含量为 0.3—0.8%,腐殖質层已有明显的表現,并开始形成弱結構,在剖面下部 50—100 厘米处有微弱的碳酸盐聚积层。

(三) 內蒙古及西北沙地土壤形成过程的初步觀測

沙地土壤具有它独特的性状,在不同的地带和成土条件下呈不同的发育过程。前已述及,从流沙向半固定及固定沙地发育的过程中:土壤可向地带性方向发育,也可向草甸化或盐漬化方向发育。本年选择了几个地带(灰棕荒漠土、棕鈣土、栗鈣土)的流沙,半固定沙地、固定沙地和檉柳沙堆、白刺沙堆进行了水份測定和一些物理性状以及化学性質的分析,以探討其土壤的发育过程。

(1) 灰棕荒漠土带、棕鈣土带及栗鈣土带沙地土壤的发育:在这些地带內沙地土壤的发育具有两个不同的系列,(i) 从流动沙地半固定沙地再到固定沙地,土壤已具有明显的、逐渐发育的特征;(ii) 檉柳沙堆和白刺沙堆的发育过程与上述三类的沙地不同,前者是先积成沙堆再生长植物,后者是先生长植物再逐渐积累細砂。在細砂堆积的过程中,植物不断生长。因此,在所积的細砂堆中有机質均匀的分布着,机械組成与盐分的分布也是均匀的。

(i) 各地带流沙、半固定沙地及沙地:在各地带中的流沙上土壤发育的特征不明显,但在水分能供应植物生长的丘間低地,沙土表层略有腐殖質,沙土內初步有了弱块状結構,下层有锈斑,說明在流沙中开始了草甸过程。半固定沙地微被腐殖質染色,略現結構,除去栗鈣土带以外,表层已出現結皮,碳酸盐在剖面中开始积累。固定沙地腐殖質含量較多,土层被腐殖質染色較重,剖面內有块状~片状結構。水分物理性状及化学性質分析表明,在上述三个地带內从流沙經过半固定沙地到固定沙地,土壤性質的变化具有相似的趋势。流沙 96% 以上的顆粒为細砂 (0.25—0.1 毫米),其他粒級含量少,半固定沙地細砂

87—93%，粉砂增加，固定沙地細砂 45—84%，粉砂 12—48%，物理粘粒 0.40—6.23%，机械組成上半固定与固定沙地細粒量較流沙多(图一)。

水份含量則流沙又較半固定沙地及固定沙地多；流沙表面 20 厘米层内水份含量小于 1.0%，40 厘米以下沙层水份稳定在 2—3%；半固定沙丘 160 厘米以上，水份一般不超过 2%；固定沙丘 80 厘米以上，水份含量不超过 1.0%；80—300 厘米层内水份含量不超过 2.0%(图二)。特别是在固定沙地表层由于植物根系分布密度大，水份含量更少，(图三)

在化学性質方面：流沙的有机質、碳酸鈣含量都較半固定及固定沙地少，流沙腐殖質的含量为 0.021—0.048%，半固定沙丘层腐殖質含量为 0.182%，固定沙丘表层則增至 0.888%，流沙表层的碳酸鈣含量为 1.667%，半固定沙丘表层碳酸鈣含量为 3.066%，固定沙丘表层碳酸鈣含量为 5.875%。石膏和速效性鉀的含量也有类似增加的趋势(表 1)。随着流沙上土壤的发育，盐分也逐渐积累起来(图四)，其盐分的来源主要有三方面：①母質风化，②植物殘体的分解，③风沙流的搬运。

附表一：棕鈣土地帶沙丘土壤的腐殖質，碳酸鈣，硫酸鈣，速效鉀分析結果：

深度	腐殖質	CaCO ₃	CaSO ₄	速效鉀
cm	%	%	%	mg/100g
流 动 沙 丘				
0—10	0	1.667	0	2.55
10—20	0	1.754	0	1.785
20—40	0.021	3.656	0.038	2.125
40—60	0	2.055	0	1.245
60—100	0.048	1.562	0	2.125
100—150	0.021	2.326	0	2.750
150—200	0	1.730	0	2.155
200—250	0	3.629	0	2.075
半 固 定 沙 丘				
0—10	0.182	3.066	0.010	3.725
10—20	0.087	2.477	0	3.250
20—40	0.107	1.891	0.128	0.900
40—60	0.073	2.935	0	3.530
70—80	0.116	2.669	0	0.700
120—130	0.068	1.873	0	2.425
150—160	0.027	2.647	0	1.105
170—180	0.010	2.492	0	1.150
220—230	0.102	2.773	0	1.150
固 定 沙 丘				
0—1	0.888	5.875	0	2.925
1—10	0.298	3.608	0	1.835
10—20	0.016	4.305	0.28	1.645
20—40	0.044	3.812	0	1.300
40—60	0.073	3.615	0	1.115
70—80	0.044	3.601	0	2.660
120—130	0.068	3.441	0	3.535
170—180	0.205	3.597	0	1.660
220—230	0.024	3.463	0	4.060

上述三种类型沙地土壤性质的对比充分的表明成土作用正在进行, 生长植物的流沙已具有土壤的特性。認識这个现象, 是有助于改良沙地土壤, 提高沙地的利用的。

不仅沙地土壤有着明显的发育的现象, 并且各地带的沙地土壤, 特别是地下水位低的情况下, 半固定及固定沙地土壤的发育还有地带性的方向。在灰棕荒漠土带的上述沙地盐分积累较多固定沙地土壤剖面中常见粒状和纤维状石膏结晶, 碳酸盐在剖面中积累较多。这些特性都是灰棕荒漠土壤所独具的。棕钙土带固定沙地上土壤腐殖质含量较上述地带的多, 全盐量已较上述地带的少, 在剖面中很少石膏结晶, 碳酸盐含量也很多, 这些都是棕钙土的特征。栗钙土地带, 也有与上述两个地带相似的发育趋势, 但是经过发育过程, 本地带的沙土腐殖质含量增加较多, 为三个地带中增加最多的。半固定沙地土壤已具有粒状结构, 但碳酸盐在各沙土中积累很少, 仅在本带西部半固定沙地剖面下层略有聚积。在三类沙地中碳酸盐积累都很少, pH 为中性。与沙质栗钙土比较, 这些沙地土壤也具有向地带性方向发育的趋势。

(ii) 檉柳沙堆与白刺沙堆: 由于沙堆土壤形成有共同的特点, 所以在性状上也有相似之处, 但是他们又处于不同的地带, 故又各有其特征, 两种沙堆的腐殖质、机械组成和全盐量在剖面中都是均匀。檉柳沙堆全剖面中度盐渍化, 全盐量为 0.533%, 水份含量上层少 (<2%) 下层多 (5%—8%), 腐殖质含量自 0.6%—0.21%, 速效性钾和磷的含量极高。上述性状表明檉柳沙堆上的沙土已开始发育, 有盐渍化的特征, 白刺沙堆上水分也少, 一米以下因受地下水影响, 水分增加, 速效性钾含量较低。全盐量 0.048%, 没有盐渍化的特征。白刺堆上土壤的这些特征表明土壤正在发育, 从肥力上看它是棕钙土地带肥力最高的土壤。

(2) 内蒙及西北地区沙地土壤形成过程问题的探讨。

通过上述各地带沙地土壤性质变化的研究, 可以得出以下的结论:

(i) 所选的沙地土壤剖面中一系列性质的变化, 都具有明显的地带性的特征, 因此, 在适宜的情况下沙地土壤是向着一定地带性方向发育的。根据以上所提出的几个剖面可以称半固定沙地的土壤为灰棕荒漠土(棕钙土或栗钙土)型沙土; 称固定沙地上的土壤为原始灰棕荒漠土, 原始棕钙土或原始栗钙土。但是, 通过实地考察, 半固定沙地和固定沙地的发育历史复杂, 有的曾经过无数次的破坏和固定的过程, 因此, 不是所有的半固定和固定沙地都统称为某种土型的砂土和原始某种土。

(ii) 檉柳沙堆和白刺堆的沙土有其独特的形成过程, 暂称盐渍化的檉柳沙或檉柳沙土和白刺砂土。初步观察白刺堆多分布在棕钙土地, 檉柳沙堆在荒漠带较多, 故今后有必要进一步研究阐明它们的形成过程的特点。

(iii) 流沙向地带性方向发育的过程中, 其水分——物理性状和化学性质上起了变化。腐殖质增加, 质地变细, 持水力加强等为植物生长创造了较好的条件。但也带来一些不利的因素; 在半荒漠和荒漠地带土壤盐分增加, 表层水分减少, 土层变硬等都是不利于植物生长的因素。因此有必要加以人为的改变其不良性质的形成, 如在民勤沙井子当地特有的条件下, 可固沙造林和在流动沙丘迎风坡 1/2 以下及丘间低地种一些灌木、半灌木。或在流动沙丘 1/2 以下采取措施, 使沙丘上部削平, 沙堆积在灌丛附近以促进流沙提早固定, 加速成土过程的进展。另外, 也可有意识的引种一些植物, 辅以机械措施, 改变其原来的过程, 以提高土壤肥力, 扩大其利用。

(四) 内蒙及西北六省(区)沙地水分状况与固沙造林的关系

在沙漠地区除去风蚀、沙压以外,水是造林成活决定性的因素。特别是荒漠和半荒漠地带,降水少,蒸发强,地下水埋藏较深,沙地水分成为植物成活及生长的限制因子。因此为了固沙造林研究沙丘水分是否能供给植物成活生长、水分在各季节的变化和不同地带水分的变化,对于固沙造林是十分重要的。

1959年在民勤、磴口、沙坡头、头道湖、灵武和榆林各站,都开始了流沙水分的观测工作,其中沙坡头有四年的观测记录。观测地区包括有荒漠、半荒漠和干草原三个地带。兹将三个地带水分变化情况及其与固沙造林的关系分述于后:

(1) 各地带流沙含水率及其变化:

(i) 荒漠带沙丘水分观测本年在民勤站进行的。测点设在新月形沙丘链迎风坡 1/2 处,图五表明小于 1% 含水率在表层 10 厘米深处出现含水率 1—2% 自六月至八月由 10 厘米降至 40 厘米,40 厘米以下湿度比较稳定,其含水率为 2—3%。同期柱状雨量图表明自六月至八月为雨季,每次降雨量不超过 5 毫米。这样少量的降水在高温及强烈蒸发影响下,所浸润的湿沙层迅速变干,因此,六月至八月含水率自 10 厘米下以逐渐减少至 40 厘米。在六月以前干沙层比雨季薄(注一),10 厘米以下含水率比雨季同深度沙层含水率多。造成这种现象的原因可能是由于雨季以前气温较低,蒸发量不如雨季大。

(ii) 半荒漠地带包括磴口、灵武、沙坡头和头道湖四个观测点。测点都设在流动沙丘迎风坡,其水分含量及变化基本上是相近的(图六、七、八)。定时定位观测的结果表明(图九),一般沙丘在六月雨季以前小于 1% 的含水率分布在表层 10 厘米内,1—2% 含水率在 40 厘米以上的沙层内。40 厘米以下经常保持着 2—3% 的含量。四个观测点沙丘水分的含量及其在 40 厘米左右含水率的变化与民勤的基本上相同。40 厘米以下经常含水量 2—3%,称为稳定湿度,它是固沙造林的主要依据。

图九表明雨季时,雨后沙丘含水率增加至 3—4%,最大达 4—5%,干沙层的厚度不一,有时在 10 厘米以内,有时能达 40 厘米,雨季沙层含水率增加的情况与民勤的观测正相反。

上述沙层 40 厘米深度以下含水率的变化很大,从观测看出下列几个特点(图九):第一,沙坡头四年中大于 3—4% 的含水率有五次浸透三米深的沙层,柱状雨量图表明那样湿度情况都发生在连续降雨 40 毫米以上,在 1957 年 8 月曾连续降雨 33.3 毫米,3—4% 含水率只见于 2 米深度内。由此可见,降雨量必须达到 40 毫米才能浸透 3 米深度的沙层。第二从湿度等值线图可以看出,水分从上往下移动不是直线运动,呈不规则形状,沙层内还有岛状湿度等值线区。这种现象说明沙层内水分运动是极为复杂的。从沙层中矿物的分布以及沙层内沙粒粘粒等分布不均的情况看,这种情况对沙层内水分分布是有一定的影响的。图十表明黑沙层与白沙层及混合沙层在沙丘内分布不均。黑沙层多含黑色矿物,含水量大,白沙层多淡色矿物,含水量少。此外,沙丘内各处粘粒及沙粒分布不均也是造成各处水分储量不等的原因。

根据沙坡头四年水分观测结果(图九)沙丘水分年变化极大,图九表明 1958 年 5 月至 9 月沙层水分含量最多,5% 含水率曾浸透 3 米深。含水量次多的年分为本年 7 月,全月沙层含水率约为 4—5%,5% 以上湿度呈岛状浸透至 2 米以上。造成这种现象的原因

是由于同期降水量丰富,1958年8月与本年7月降水量都达到40毫米以上。雨量多少与沙层含水率的关系极为密切。1957年雨季雨量极少,仅在8月末降雨10余毫米,浸润沙层20—30毫米深,此外,在整个雨季沙层含水率不但没有增加,反而减少。1957年7月表层1米深度内沙层含水率减至1—2%,比干季沙层内含水量还低。此外,雨季沙层水分的含量也影响了旱季沙层内水分的变化。从四年观测总的情况看,凡是雨季沙层含水量大的年分,同年旱季沙层含水量也比其他年分同期的大,1958年10月至1959年3月干沙层始终保持在10厘米深度,10厘米以下含水率为2—3%,特别是9,10,11三个月平均含水率在1米以内为3—4%,这是四年记录中少见的。1957年雨季少雨,因之自1957年10月起至次年3月干沙层逐渐加厚,自20厘米至60厘米。这种情况同样见于1956年冬季,上述情况表明沙层含水率的变化受雨量变化的影响。雨量多的年分沙层含水量也大,雨量少的年分沙层含水量也少。由于干旱地区雨量变率极大,因此,沙层含水率的年变化是随着雨量年变化而转移的。

半荒漠带四个测点水分情况近似,不仅受气候条件影响,在地下水较深,无结构的流沙上,机械组成成为决定流沙含水量的主要因子。磴口,沙坡头,头道湖和灵武(表二)四个测点的机械组成成分基本上近似,以细砂(0.25—0.1毫米粒径)为主,占80%—89.58%,粗砂含量极少,只有头道湖占0.19%,中砂约占3.16%—11.01%。粉砂与粘粒的含量也都很近似。只有灵武站细砂含量稍偏高,粉砂和粘粒含量略低。由于机械组成中各粒级所占百分比近似,并且细砂以下含量较少,所以四个测点水分含量与变化都没有大的差别。

表二 半荒漠地带流动沙丘的机械组成(平均值)及水分物理性质

项 目 地 区	机 械 组 成 %					比 重	容 重	孔 隙 率 %	最 性 大 吸 湿 %	凋 萎 含 水 率 %	毛 管 高 度 (厘米)
	粗 砂	中 砂	细 砂	粉 砂	物理粘粒						
	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.1	0.1—0.01	<0.01						
磴 口	—	0.83	84.80	9.50	4.83	2.66	1.41	47.3	0.54	0.80	56.85
乌兰布和沙漠	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
沙 坡 头	0.06	11.01	83.44	—	5.55	2.70	1.61	40.0	0.45	0.69	54.50
腾格里沙漠东南部	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
头 道 湖	0.19	3.16	89.58	7.08	—	—	—	—	—	—	—
腾格里沙漠东部	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
灵 武	—	0.28	97.50	2.20	0.58	—	—	—	—	—	—

由于本带流动沙丘机械组成近似,所以在水分物理性质上也很相同。磴口和沙坡头流沙的比重为2.66—2.70,容重1.41—1.61,孔隙率40—47.3%,最大吸湿性0.45—0.54%,凋萎含水率0.69—0.80%,毛管高度54.50—56.85厘米。在稳定沙层中的有效水分1.3—2.3%。这个水分已不能满足乔木生长发育的需要,况且在40厘米深度以上,沙层中水分更少。因此,在半荒漠地带沙丘造林受到一定的水分条件的限制。但是本带雨季时沙丘中水分含量达3—4%,有效水分为2.3—3.3%。因此,应利用雨季造林。

(iii) 干草原地带水分观测点设在榆林流动沙丘迎风坡1/3处。四个月观测的结果(图十一)雨季时沙丘水分充足,平均约达3—4%,最高曾到4—5%。雨季以后沙丘含水率迅速减少至2—3%,干沙层平均不超过10厘米(注二),从沙层水分在不同深度的变化

看7—8月在100—200厘米处含水率增加至3—4%，甚至4—5%。这是因为有两次大雨（未测雨量）浸透了沙层200厘米，提高了含水率。本年雨季降水量较少，榆林大于5%的含水率在8月仅浸潤一米深。雨季以后榆林测点水分含量迅速减少至2—3%，但是干沙层的厚度是不超过10厘米的。无论从雨季和旱季沙层含水量及其变化看，这个地区的情况与半荒漠的很近似。根据在半荒漠地带观测所推出的結論，地下水埋藏較深的沙丘含水率的变化随雨量多少而轉移，干草原地带雨量較多，雨量年变化不如半荒漠大，因此，在雨季其沙层最大含水率出現的时间长而变化也小。旱季时干沙层厚度也不致迅速增加。

榆林观测点沙丘含水率及其变化与半荒漠地带几个测点相同的原因，主要是受机械組成的影响。在其机械組成中（表二），細沙（0.25—0.1毫米粒径），占比例最大，为80%—86%。表层粗，中砂大于物理粘粒含量，表层以下物理粘粒含量增加（表三）。以这个机械組成与沙坡头或磴口站沙丘机械組成比較，各种粒級所占的重量百分比皆近似。这是造成榆林站沙丘含水量与半荒漠地带相似的主要因原。

表三 榆林流动沙丘机械組成

項 目 采样深度	粗—中砂	細 砂	物理粘粒
	1—0.25	0.25—0.1	20.1
0—30	8.64	86.73	3.63
30—60	1.91	80.70	17.39
60—100	6.53	85.79	8.18

由于机械組成有上述相似的情况，榆林测点的毛管上升高度（60厘米）和凋萎含水率（0.74%）也与沙坡头等地的相近。

由于干草原地带雨量較多而分布又不甚集中，在雨季沙层中有效含水率能經常保持在2.3—3.3%，甚至3.3—4.3%。这个水分含量是可供小叶楊成活和生长的。

从三个地带含水率及其变化的討論中得出如下的結論：（i）地下水埋藏較深的沙丘，其水量变化随降水量变化为轉移。雨季沙丘含水率大，干季小，夏季少雨时則沙丘水分减少更多。沙丘水分各年变化也是受雨量变化为轉移的。在半荒漠地带，湿润年代沙丘水分条件极好，干旱年代，沙丘上水分少而干沙层逐渐加厚。（ii）地下水埋藏較深的丘沙含水量多寡受机械組成的影响。由于所观测各站沙丘的机械組成相近，故其含水量大致近似。

（2）固沙造林对沙丘水分状况的影响：

固沙造林的措施极多，在沙坡头站最近几年試驗了机械固沙和生物固沙二种不同的措施。茲将两种措施对沙丘水分的影响分述于下：

（i）机械固沙对流动沙丘水分的影响：本年在沙坡头站对三种机械固沙措施下沙层水分变化情况进行了試驗：①利用草墙扎成1×1米方格沙障，②平鋪草沙障，③卵石压沙。不加任何处理的裸沙地作对照。在方格沙障內钻孔打在草墙下和草墙中間两处，在平鋪草和卵石层上均通过措施层打入。通过試驗，在机械沙障下沙层水分含量和干沙层厚度都有变化：从图十二看（a）卵石曲綫从4月到7月始終都比对照曲綫湿度大，而且湿度变幅小，变化围范在2.5—2.9%之間。（b）方格沙障中間和草墙下面湿度曲綫变化大，自1.6—3.3%之間。从5月到6月中旬湿度逐渐下降，5月以前較对照沙层含水高。（c）

平鋪草下沙层湿度变化与对照点相同,說明平鋪草沙障对沙层水分变化沒有影响。三种措施对水分的影响不同,卵石压沙下沙层含水量最高而变化小,保水效果最好,方格沙障保水效果最差。同时,由于沙层湿度减少,干沙层厚度逐渐增加。

图十三說明在卵石层保护下自4月至7月,干沙层厚度变化甚小,两条曲线几乎重合。在方格底下和方格中間干沙层自4月至7月逐渐加深,前者为21厘米,后者为19厘米。在干沙层下湿度也都有不同程度的降低。平鋪草下干沙层7月时深約16厘米。

三种不同的机械固沙措施在降水后浸潤沙层深度也有不同的影响,下表中以方格中間为100%,卵石层下沙浸潤度最大,故卵石沙沒有阻拦降水的作用。草墙下面浸潤的深度为62%,是各种措施中浸潤最浅的。故草墙阻水作用最大,这些水分在表层迅速蒸发。平鋪草沙障介于二者之間。无论降水4.7毫米或9.7毫米,三种措施下降水浸潤沙层深度的比例都相似。

表四 三种机械固沙措施下不同降水对沙层浸潤深度

項 目	卵 石	方格中間	草墙下面	平 鋪 草
降水 4.7 毫米				
浸潤深度(厘米)	10.0	9.8	6.1	7.1
百 分 比	102	100	62	72
降水 9.7 毫米				
浸潤深度	与湿沙相接	15.5	7.8	10.0
百 分 比	—	100	54	65

从上述三种不同机械沙障对沙层水分的影响看,无论是湿度曲线,干沙层厚度和降水后浸潤湿沙层厚度,都以卵石沙障效果最好,方格沙障效果最差,平鋪草沙障介于二者之間。

(ii) 生物固沙对流沙水分状况的影响:流动沙丘造林种草后水分是否能繼續供应植物生长,是当前迫切需要研究的问题。沙坡头站 1956 年曾在栽植黄柳和油蒿的試驗地觀測了沙层含水率,本年在沙坡头試驗站开展了人工栽植四年的黄柳、油蒿和生长三年的籽蒿。从三种造林种草措施下沙层湿度等值线图看出(图十四),在流沙上造林后沙层水分普遍下降。对照点(图三)在 1959 年 6 月到 7 月沙层 1—2% 湿度线从 40 厘米降到 60 厘米深处,但同期有黄柳、油蒿和籽蒿下沙层 1—2% 湿度从 40 厘米降到 1 米以下,其中黄柳和油蒿下沙层 1—2%,湿度从 40 厘米下降到 148 厘米,籽蒿下降到 2 米。在干季 4 月至 5 月对照点水分与三种植物下的沒有差别。上述情况說明植物生长三至四年后沙层水分在夏季大量减少。这个沙层的凋萎湿度为 0.7%,从所测定的各种固沙植物 2 米沙层平均含水率变化曲线看(图十五),黄柳、油蒿和籽蒿基本上与对照相同,它们的湿度远在凋萎湿度以上(注三)。这个試驗說明,虽然造林种草后沙层水分在夏季减少,但在植物根系生长的二米沙层内有效水分还可維持植物的生活。

黄柳和油蒿在流沙上种植当年水分也有变化。1956 年 6 月黄柳下 70 厘米深处沙层

注一: 沙层含水率在 0.5% 以下称为干沙层。
注二: 由于干沙层浅未测数据。
注三: 观测时各种根系已伸展至 2 米沙层内。

水分爲1—2%，而對照點(圖九)濕度平均爲2—3%，6月下半月還更多。同樣情況7月黃柳和油蒿下沙層水分爲1—2%或2—3%，而對照點爲3—4%或更多。1956年4月至5月間黃柳和油蒿下干沙層在10厘米以下，而對照點則在5厘米。因此，不論生物措施的時間長短造林种草後沙層水分在夏季都普遍減少。

(iii) 提高流沙水分、養分的試驗：干旱地區沙地中水分和養料俱缺，生物固沙和沙地提高利用的各種措施受着沙地水分和養分含量的影響。因此，找出提高沙地水分和養分的措施是當前重要任務。本年在沙坡頭流沙上進行了草炭和粘土的蓄水作用的試驗。其法是将草炭成層埋在流沙20厘米深處。觀測表明(圖十六)，從4月到8月無論草炭和粘土(以下簡稱蓄水物)上部10厘米處或10—20厘米處沙層最低濕度及最高濕度與對照相似。說明草炭和粘土在流沙內不影響其上部沙層含水率。在粘土下面10厘米沙層水分變化與對照點不尽相同。5月22日各蓄水物下沙層水分都增加，粘土下10厘米沙層水分增加後即刻降低，至6月21日後下降速度減緩，8月13日草炭10厘米下及對照點沙層水分都有升最，而粘土下的沙層水分普遍降低。粘土10厘米下沙層濕度曲綫最高峯出現在5月22日，最低出現在9月23日，而對照曲綫最高峯出現在8月13日，最低出現在9月23日。草炭下10厘米沙層最高與最低濕度曲綫變化與對照相似。水分含量還大於對照點。粘土下10厘米沙層4至5月水分大於對照，8月則低於對照。從蓄水物上下各沙層濕度變化看，蓄水物對它們上面沙層的影響几乎看不出來，使它們下面沙層水分略為增加。蓄水物本身含水率相當高草炭爲60%，粘土爲30%。在沙層內水分從4月到6月是逐漸減少的(這是由於沙枣在上面生長，吸取了大量水分)。從上述試驗證明草炭和粘土埋入沙層內并不能增加沙層水分，由於它們本身含水較多，使沙層內水分不能迅速滲漏，起了保持水分的作用(或稱緩沖水分作用)，這是有利於植物生長的。

圖十七是蓄水物上沙枣高生長量曲綫。在粘土蓄水物上沙枣高生長量最好，其次爲草炭蓄水物上生長的沙枣，流沙上生長的沙枣最差。高生長量不僅受沙層長度的影響，還受蓄水物本身養分含量的影響。養分分析表明粘土中氮、磷、鉀和碳酸鈣的含量都高於草炭的(表五)。因此，雖然草炭本身濕度大，沙枣最大的高生長量是在粘土上。

表五 粘土草炭(蓄水物)養分含量

蓄水物 \ 養分	pH	CaCO ₃	P ₂ O ₅ (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	K ₂ O (ppm)
粘土	8.6	高	40	3	0.2	200
草炭	8.2	中	30	1	0.5	220

1959 提高流沙水分和養分試驗結果表明：草炭和粘土埋入流沙後，沒有提高流沙水分和養分的作用，由於蓄水物本身持水量高和所含養分較高，起了保持水分和緩沖作用，並促進了植物在流沙上生長。

(五) 鹽漬土改良試驗(頭道湖)

我國西北大沙漠中分布着各種類型的鹽鹼湖盆和洼地。它們是固定流沙和提高沙地利用的主要據點。湖盆的改良與利用首先是改良湖盆中的鹽漬土。1959年在騰格里沙漠東部的頭道湖開展了鹽漬土改良試驗工作。在開展工作前進行了土壤調查。對改良地

面盐渍土的生成作了初步的了解。这是有助于选择各种改良措施的。

(1) 头道湖盐渍土生成及盐分组成：头道湖湖盆位于半荒漠带，气候干旱少雨，蒸发极强。湖盆处于完全封闭的洼地，东及东南与贺兰山山前平原，西及西北部与流沙及半固定沙地。无论地表径流和表层潜水（以下简称地下水，都从湖盆边缘将含盐物质携带并沉积在盆地内。而且这些水分到盆地内部后无法宣泄。再加上湖盆地下水埋深很浅，一般在一米左右。而东部地下水矿化度较高。在这样的地形部位和干旱气候条件下，经过蒸发，盐分大量的积累在湖盆地表，形成盐渍土。

头道湖地下水埋深在盆地东西各部不同，在盆地边缘深度为 1.5 米，湖盆中心低洼处最浅，约为 24 厘米。地下水矿化度在东部贺兰山山前平原脚下、盆地边缘地带为 2—3 克/升，西部半固定及固定沙地附近的湖盆边缘小于 1 克/升，最大的矿化度见于湖盆中心 187 克/升。显然地下水从东部带来的盐分远较西部多。从盐渍土的盐分组成与地下水化学类型看，两者很近似。自盆地东到盆地西部在重碳酸盐~氯化物型的地下水上部有氯化物~重碳酸盐土，在氯化物~硫酸盐型的地下水上部有氯化物盐土及硫酸盐~氯化物盐土。显然这些是地下水或洪水自贺兰山山前平原所携带来的盐分。半固定沙地上土壤只有盐渍土壤。但土壤中盐分主要为氯化物~重碳酸盐，这也是与地下水化学类型相近似的（图十八），不论其地下水化学类型与盐渍土中盐分相似的原因如何，但就其盐类组成成分看，从贺兰山山前平原来的盐分占湖盆盐渍土盐分主要组成部分，而从西部沙丘来的只占少部分。

从目前盐分来源看，地下水是不断从贺兰山山前平原及西部、西北部沙地向盆地聚集，在这个过程中盐分是不断积累的。

明确了头道湖湖盆盐分的来源与地下水的关系，对今后大规模改良湖盆盐渍土有着指导性的意义。特别是在目前的自然过程中，地下水不断流向湖盆中心，而湖水无处宣泄，湖盆的盐分是正在积累的过程。

(2) 群众改良盐渍土的经验：

经过多年与盐渍土的斗争，这个地区的群众已经积累了丰富的经验。群众已总结出两句简单的语言：“沙压碱赛金板”，“浇墒不浇苗”。浇墒的方式极多，有的浇伏水，有的浇冻水，但一般不主张浇苗。而且浇水都与犁地、翻土和晒土相结合。压沙也有各种方式，大多是在犁地和浇水以后再压沙。因此群众的经验中也包括着浇水洗盐的措施，而且群众更重视施肥。在改良盐土过程中，盐分被淋洗，在不施肥的情况下，改良的盐土幼苗生长缓慢，因此老乡认为须施肥以加速幼苗的生长，增加其耐盐能力，以增加保苗率。这些丰富的经验为盐渍土的改良试验工作指出广阔的前途。

(3) 本年改良试验的情况：

虽然群众创造了丰富的改良盐渍土的经验，但是他们所选的试验地还不象头道湖这样的严酷条件。本年的改良试验的目的就是在这样含盐量高的地下水不能外排的湖盆盐渍土上验证群众的经验，并予以初步科学分析。

头道湖盐渍土改良试验地段在硫酸盐~氯化物盐土上，表层有一厘米厚的盐结皮，结皮含盐量极高为 9.35% 或 8.97%，阴离子中以氯根为主，每百克土中约含 94.96 或 64.97 毫克当量；其次为硫酸根，每百克土壤中达 25.15 或 25.78 毫克当量。阳离子中钾和钠占了绝对优势，每百克土中有 104.62 或 79.50 毫克当量。在结皮以下盐分迅速减少，在 10

厘米处盐分含量即减少到1%左右(表一)(表二),阴阳离子也随着减少。到1米深处,盐分已减少到值0.1%,pH的变化也是从上到下逐渐减少,表层为8.9—9.0到1米深处减少至7.6—7.8。盐分在剖面中的分布是呈漏斗状的,表层大而下边小(图二)。

改良试验共占面积与2500平方公尺,分为24个小区。改良措施有:压沙,掺沙,施厩肥,施石膏等四种。在四种措施实施前都进行了犁地,翻土,深为15厘米。所有措施处理都在播种后进行灌溉,对照地也灌了同量的水。通过上述措施,土壤中的盐分从表层普遍下降至30到60厘米深处,兹将各种措施分述于后:

表六 头道湖草木栖在各种改良措施生长情况

措施 生长情况	盖沙	厩肥	石膏	对照
存苗 %	8	5	3.5	0.03
株高 厘米	119	147	140	137

表七 糜子在各种改良措施上的生长状况

措施 生长状况	对照	盖沙	掺沙
存苗 %	0	100	100
株高 厘米	0	52	36.7
产量 斤/亩	0	63.94斤	35.298斤

表八 改良前土壤化学成分表

深度 cm	全盐 %	Ca ⁺⁺ me/100g	Mg ⁺⁺ me/100g	K ⁺ +Na ⁺ me/100g	Cl ⁻ me/100g	SO ₄ ⁻ me/100g	CO ₃ ⁻ me/100g	HCO ₃ ⁻ me/100g	PH
0—5	9.350	0.40	15.84	104.62	94.96	25.15	0.25	0.50	9.4
5—10	0.158	0.25	0.12	1.74	1.03	0.09	0.24	0.75	8.6
10—20	0.26	0.18	0.30	0.63	0.23	0.15	0.20	0.53	8.0
20—40	0.112	0.29	0.13	0.25	0.25	0.06	0.17	0.19	7.8
40—60	0.148	0.25	0.23	0.42	0.23	0.24	0.27	0.86	7.6
60—100	0.104	0.34	0.30	0.62	0.30	0.09	0.12	0.75	7.6
100—140	0.084	0.30	0.27	0.96	0.25	0.46	0.10	0.72	7.6

(i) 盖沙:在盐渍土上压沙可以减少蒸发,降低了原来的地下水面,沙上又易保苗,待苗长大,抗盐力增强后,接触到下面的盐土时也不致受害。本试验地先犁地15厘米,再在表层盖细沙30厘米。播种后进行了灌水。经过这样的处理,土层中的盐分从30厘米向下移动,在60厘米到1米处聚积的最多(图三)以改良后土层30—40厘米(即为未盖沙前的0—10厘米)与改良前的及对照的0—10厘米土层内全盐量比,改良前的为3.24%,对照为1.50%,盖沙的为0.14%(注1,表10)。在盖沙的30—40厘米土层内氯根和硫酸根每百克为1.261及0.343毫克当量。比对照12.68及1.26毫克当量减少了。其它离子在同一深度都较对照的少,但只有重碳酸根略有增加(表九、十),这是由于灌水水内含有大量重碳酸之故。在盖沙的土层内60—100厘米处无论阴阳离子及全盐都普遍积累,可见经过盖沙和灌水犁地等措施已可将土壤表层盐分压至下层。在作物根系未到这此层时是不会受害的。

(ii) 掺沙:掺沙可改良盐土的质地和结构,隔断或减少毛管上升力,便可减少盐分用地表的积累,同时由于掺沙使土壤质地变粗,灌水后盐分容易淋洗至下层。在这个试验地表5厘米处掺入一定量的沙子,播种后同样进行灌溉。经过这样的处理,土表的盐分向下

(注1) 因盖沙30cm为了与对照深度取得一致,故对照时以30—40厘米层与对照0—10厘米对比。

表九 与盖沙处理对照(不加任何处理)土壤盐分分析表

深度 cm	全 盐 %	Ca ⁺⁺ me/100g	Mg ⁺⁺ me/100g	K ⁺ +Na ⁺ me/100g	Cl ⁻ me/100g	SO ₄ ⁼⁼ me/100g	CO ₃ ⁼⁼ me/100g	HCO ₃ ⁻ me/100g	PH
0—10	1.50	1.37	3.99	9.51	12.68	1.26	0.28	0.64	8.0
10—20	0.60	1.06	3.02	7.47	9.55	1.11	0.14	0.75	8.1
20—30	0.44	0.51	0.88	4.58	3.74	1.13	0.35	0.75	8.1
30—40		0.28	0.46	2.80	1.16	1.10	0.42	0.86	8.3
40—60	0.00	0.43	0.56	1.48	0.75	0.44	0.35	0.93	8.2
60—100	0.01	0.33	1.28	1.11	0.85	0.66	0.14	1.08	8.2
100—140	0.18	0.39	0.33	1.45	0.55	0.26	0.35	1.00	8.3

表十 盖沙处理后土壤盐分分析表

深度 cm	全 盐 %	Ca ⁺⁺ me/100g	Mg ⁺⁺ me/100g	K ⁺ +Na ⁺ me/100g	Cl ⁻ me/100g	SO ₄ ⁼⁼ me/100g	CO ₃ ⁼⁼ me/100g	HCO ₃ ⁻ me/100g	PH
0—10		0.23	0.12	3.11	2.42	0.03	0.00	1.00	8.1
10—20	0.04	0.23	0.22	1.22	0.50	0.02	0.00	1.11	7.6
20—30	0.15	0.24	0.56	3.14	1.05	0.80	0.21	1.87	8.6
30—40	0.14	0.11	0.11	3.92	1.26	0.34	0.21	8.34	8.7
40—60	0.25	0.83	1.32	4.07	1.51	1.79	0.43	2.48	8.4
60—100	0.19	1.32	1.66	8.62	5.54	1.38	0.14	4.53	7.5
100—130	0.06	1.66	1.85	1.46	1.00	0.68	0.64	2.59	8.5

表十一 掺沙处理后土壤盐分分析表

深度 cm	全 盐 %	Ca ⁺⁺ me/100g	Mg ⁺⁺ me/100g	K ⁺ +Na ⁺ me/100g	Cl ⁻ me/100g	SO ₄ ⁼⁼ me/100g	CO ₃ ⁼⁼ me/100g	HCO ₃ ⁻ me/100g	PH
0—10	0.232	0.11	0.38	2.89	0.80	0.99	0.36	1.22	8.0
10—20	0.364	0.67	0.14	2.40	1.10	0.80	0.36	0.97	8.0
20—30	0.288	0.13	1.44	0.63	1.31	0.39	0.00	1.51	7.7
30—40	0.192	0.60	0.80	1.71	0.65	1.45	0.00	1.00	7.5
40—60	0.092	0.58	0.89	0.8	0.75	0.28	0.00	1.26	7.5
60—100	0.172	0.58	0.76	0.89	0.80	0.28	0.00	1.22	7.5
100—125	0.024	0.51	0.60	1.23	0.80	0.24	0.00	1.29	7.5

减少。掺沙地表层 0—10 厘米含盐量为 7.24% (表 11—图 21, 经过改良盐分为 0.233%, 则对照为 1.50%。但在 10—40 厘米处盐分都较改良前有所增加。说明表层盐分已洗至 10—40 厘米各层中。阴阳离子也有同样的趋势(图五)。从盐分减少的总量看, 在相应的层次中盖沙的较掺沙的效果高。

(iii) 施石膏: 经过初步分析该地盐渍土中水提液 pH 为 9, 可溶性盐中钠离子含量也很高。因此采用了施石膏的措施, 目的是用石膏中的钙交换出土壤中的代换性钠, 以改良土壤中一切不良的物理性状。在试验地每小区施入石膏 80 斤, (小区面积为 60 平方公尺), 这个小区原来土壤中 5 厘米盐分含量为 9.35% (表一), 经过处理, 0—5 厘米盐分减少到 1.180% (表 12, 图 24)。除表层(0—5 厘米)以外, 在 5—30 厘米各层盐分都比原来土层中的高。说明盐分从表层洗至 5—30 厘米土层内。阴阳离子分布情况也是如此。用这个措施, 盐分减少的情况比对照减少的多, 但比盖沙等其它措施减少的少。即效果不如其它措施好。由于未测定土壤中代换性阳离子及其代换量, 还不能十分肯定施石膏效果不显著

表十二 施石膏后土壤盐分分析表

深 度 cm	全 盐 %	Ca ⁺⁺ me/100g	Mg ⁺⁺ me/100g	K ⁺ +Na ⁺ me/100g	Cl ⁻ me/100g	SO ₄ ⁻⁻ me/100g	CO ₃ ⁻⁻ me/100g	HCO ₃ ⁻ me/100g	PH
0—5	1.18	2.04	4.39	4.39	7.42	2.01	0.21	0.90	7.9
5—10	0.39	0.89	1.27	3.90	2.52	2.21	0.14	1.18	7.9
10—20	0.32	0.89	0.65	3.86	2.32	2.03	0.07	1.08	7.9
20—30	0.16	0.71	1.17	2.41	2.37	0.71	0.14	1.08	7.9
30—40		0.59	0.83	1.89	1.51	0.84	0.07	0.90	7.8
40—60	0.13	0.54	0.66	1.39	1606	0.47	0.28	0.79	7.9
60—100	0.08	0.72	0.27	1.45	0.75	0.61	0.28	0.79	7.9
100—130	0.11	0.41	0.24	1.01	0.35	0.24	0.07	1.00	7.7

的原因。可能是由于土壤中钙离子较多,代换性阳离子中以钙为主,代换性钠极少之故。

(VI) 施厩肥:在土壤中施厩肥后可以改善土壤物理化学性质。对于灌溉洗盐的地块上是可以加速其脱盐,并且也增加土壤养分。试验时每小区施肥 1000 斤,经过处理后盐分在 0—10 厘米内从原来的 4.98% 减少到 0.236%(表 13),盐分下移到 1 米深剖面各层处在 40—60 厘米层中积累的较多阴阳离子在剖面上的分布也有相同的情况。与对照比表层盐分含量减少的也很多。这个措施使盐分下移到 1 米深土层内,这是各种措施中盐分下移最多的。

表十三 施厩肥后土壤盐分分析表

深 度 cm	全 盐 %	Ca ⁺⁺ me/100g	Mg ⁺⁺ me/100g	K ⁺ +Na ⁺ me/100g	Cl ⁻ me/100g	SO ₄ ⁻⁻ me/100g	CO ₃ ⁻⁻ me/100g	HCO ₃ ⁻ me/100g	PH
0—10	0.23	0.14	0.38	1.49	0.15	0.19	0.57	1.11	8.5
10—20	0.25	0.22	0.21	2.14	0.55	0.04	0.70	1.88	8.6
20—30	0.22	0.29	0.16	3.35	1.26	0.02	0.72	1.72	8.6
30—40	0.25	0.74	0.36	2.38	0.96	0.63	0.78	0.64	8.1
40—60	0.40	0.66	0.84	1.86	1.51	0.99	0.07	0.86	8.2
60—100	0.25	0.37	0.77	1.44	1.26	0.60	0.07	0.93	8.1
100—140	0.17		0.18	0.99	0.30	0.02	0.07	1.15	8.1

对比上述四种措施,盖沙的不仅表层减少了盐分的威胁,而在盖沙剖面沙下的盐分也向下移动。从剖面盐分含量看,它是盐分减少最多的,效果最好。其次是施厩肥的,这个措施不仅使土壤表面盐分减少,而盐分向下移动的深度最大,土下层盐分分布较均匀,这是有利于植物生长,况且它又能供给植物大量养料,有助于植物生长发育和抗盐性的增长。掺沙与石膏的效果较差,不仅是表层盐分减少不多,而且盐分向下移动的深度也浅,都分布在 40 厘米以上各层。

在各种不同改良措施的试验地上作物生长的情况也各不相同。从下列表中可见草木樨在盖沙处理地块上存苗最多,在施厩肥的地块上存苗较少,石膏处理的地块上存苗最少。生长情况,在施厩肥地块上植株最高,盖沙的最矮。这是由于盖沙地块上表层养分缺乏,不能充分供应植物生长。糜子在盖沙掺沙地块上都存苗 100%。从生长及产量看,盖沙最好,株高 52 厘米,亩产 63.94 斤;掺沙的株高 36.7 厘米,亩产 35.29 斤;对照为零。

总之,无论从盐分向下移动和减少及植物生长情况看,在各种措施中以盖沙效果最好,其次是施厩肥;和掺沙,石膏效果最差。上述四种处理都是将盐分从表层压到下层,并

未排掉。在目前作物根系未达到地下水面时,作物是可以生长的,彻底改良湖盆盐渍土还有待于进一步的试验研究。

(4) 通过本年在头道湖进行的盐渍土改良试验,对于湖盆盐渍土的改良提出下列几点意见:

i) 须寻找出适宜的灌水定额,以达到用水量的水压盐,而不致在短期内引起地下水位上升。

ii) 采用生物改良措施。从湖盐的地形及盐渍土的发生和目前的盐分累积情况看,在湖盆内不可能建立健全的排水系统,本年的引水压盐只能起一种暂时作用。生物是彻底改良的途径。

iii) 寻找适宜的改良时期,在群众各种改良措施中,浇水、洗盐、翻土、盖沙、晒土等都与当地气温雨量有密切关系,因此在验证群众经验时还应找出各种措施的适宜时期,以取得最大的效果。

iv) 在改造利用湖盆时,应根据土壤类型,进行湖盆分类,以便确定湖盆改良利用方案。