

人工林的蓄水 灌溉和碱土改良

И. Н. 安吉波夫-卡拉塔也夫

Е. Ю. 薩 博

中國林業出版社

И.Н.安吉波夫-卡拉塔也夫 Е.Ю.薩博著

人工林的蓄水灌溉 和碱土改良

陈彦雄 元 禾译

中國林業出版社

一九五八年·北京

目 录

序言	1
淡栗鈣土亞帶碱土地區森林植物条件之改善	2
淡栗鈣土和碱土的水分狀況及其在土壤改良中的改善方法	17
改良碱土的農業生物學方法	31
人工林的蓄水灌溉	35
淡栗鈣土亞帶內利用原始逕流对人工林進行蓄水灌溉的合 理性和可能性	44
适用于斯大林格勒省南部人工林灌溉的蓄水地型式	51
利用原始逕流蓄水灌溉人工林的經驗	67
試驗区的概況	71
蓄水灌溉系統在逕流期內的工作及其維護	74
在蓄水灌溉情況下森林植物条件的改善	85
經濟指标	92
蓄水灌溉的計算	94
蓄水灌溉工程的施工和蓄水灌溉系統的構件	117
参考文献	124

序 言

在1952年，对于淡栗鈣土亞帶的人工林（果園和森林）蓄水灌溉問題和碱土改良問題，曾經进行了研究和探討。其結果編成本書。

本書的第一部分“淡栗鈣土亞帶碱土地區森林植物条件之改善”，是定位試驗研究科学指导人И.Н. 安吉波夫—卡拉塔也夫教授写的；其中“淡栗鈣土和碱土的水分狀況及其在土壤改良中的改善方法”一节，是在H.M. 查依采夫的参加下編写的。

第二部分“人工林的蓄水灌溉”是水利工程師E.Ю. 薩博所写的，并經安吉波夫—卡拉塔也夫教授校訂过。

淡栗鈣土亞帶碱土地区

森林植物条件之改善

多年來在干旱的东南地区栽植乔木树种和灌木的經驗証明，在該地区的自然环境下，要育成完全有价值的林木，非常困难。

淡栗鈣土亞帶的气候特点，是降水量少而气温高。一年中降水很不均匀。斯大林格勒区的年降水量約为340毫米。由此向南，降水量先是逐渐减少，然后再向南則稍稍增加。向东到里海低地去，降水量也是逐渐减少。一年中降水量大約有三分之二是在四月至十月間降下來，三分之一是在十一月至次年三月間降下來。积雪層的平均蓄水量不超过40毫米，而且各年間的变化很大：在降雪最多的年份达到80毫米，而在冬季少雪的年份却少到10毫米。由此可見，降水量不僅不敷多年生乔木林正常生長之需要，而且也不敷农作物正常生長之需要。僅在罕見的雨雪丰沛的年份（1952年），农作物才获得了丰收。

气温的特点，是絕對最低温低达 -37° — -38° ，而絕對最高温則高达 42° — 43° 。

一年中温度在 10° 以上的时期有170天。露天水面的水分蒸发量达900—1000毫米，为降水量的三倍。

这里的地表逕流，主要由春季的融雪水形成，由暴雨形成的很少。根据調查資料，淡栗鈣土亞帶的地表逕流，在北部为40毫米，而在中部和南部則降到25毫米。根据十九年的觀測，在降水量最多的一年，地表逕流达到115毫米，而在降水量最少的一年，只有2.2毫米。

对积雪、融雪以及雪水雨水之积蓄有影响的微域地形，使得各个地段甚至是不大的地段具有不同的湿润情况。因此分水嶺和坡地的植物和土壤，便具有極大的复杂性。由于各个地段(有时極小的地段)水分供应量不同，因此对植物发育的影响也不同。有些地段不需要再灌溉就可以栽植树木，另外一些地段就需要徹底改善其水量平衡。

土 壤

分水嶺地区的土壤，发育于含有大量碳酸鈣和頗多水溶性鹽类(包括石膏)的黃土型粘壤土上。粘壤土之下是所謂“叶尔根宁”砂土，沿山谷坡地露出地面。向低地去，复盖粘壤土的厚度就减小，其下是古时里海的層狀沉积物。这些沉积物的鹽漬度很高，其石膏含量也很多。

分水嶺及其坡地屬淡栗鈣土。这里的淡栗鈣土是与碱土发育在一起。碱土在土壤中的数量，由西向东增加；在西向坡地上和分水嶺上，碱土較少，在东向坡地上較多，而向低地去則更多。各种土壤很容易根据植物來区分。淡栗鈣土上为稜狐茅和稜狐茅—羽茅，而碱土上則为白蒿—蓍叶拟甘菊、白蒿—伏地膚和黑蒿。

为了改善土壤复区的森林植物特性，必須知道各种土壤的剖面形态。表1和表2内所列的是分水嶺上和东向坡

地上淡栗鈣土和碱土的形态特征。表 1 中还列出了棕鈣土的相应資料，以供比較。

从表 1 可看出，淡栗鈣土中各腐殖質層的总厚度，約为 40—50 厘米。因而，淡栗鈣土差不多可以翻耕到半米之深。在这种翻耕深度下，鹽类不会翻到耕作層中；含有碳酸鈣的土層只局部地被耕到；而眼狀石灰斑还未碰見。根本改良上述这类土壤的森林植物特性的重要措施，就是先作 35—50 厘米的深耕，再作土層加深 15—20 厘米的深耕，以破坏坚实的碳酸鹽層。在这样建成的厚耕作層內，可开挖一道深 20—25 厘米的壕溝，以供蓄水之用，但应注意到，不要使溝底的疏松土層的肥力减低，翻到耕作層中的少量碳酸鈣，在生物作用下提高其溶解度时，將促使淡栗鈣土所固有的碱性消失。

从表 2 可看出，翻耕深度为 25—30 厘米时，表中所列各碱土的最明显的碱土層 B_1 ，都可以翻耕起来。随后的补充耕作（例如用圓耙耙地）足以保証把这一土層碎成团粒。在第二次翻耕到 35—40 厘米的深度时，下面坚实的一層 B_2 將被翻耕起来，而含有碳酸鈣的土層也將局部地被耕

淡 栗 鈣 土 的

土 壤 种 类	土 層 厚 度				
	腐殖質層 A		腐殖質層 和过渡層 A+B ₁		
	范 圍	平均	范 圍	平均	
分水嶺淡栗鈣土	12—23	15	27—44	32	
向棕鈣土过渡的淡栗鈣土	8—15	11	22—35	27	
荒漠草原棕鈣土	4—14	7	8—26	15	

到，在以后的生物土壤改良中，这些碳酸鈣对于吸收性鈉的置换是不可少的。在这次深耕的同时，应进行15—20厘米的土層加深耕作，以破坏眼狀石灰斑的坚实層，这对于改善土壤的透水性和提高土壤的持水量是必需的。

土壤剖面的記載表明，就是这样深地翻耕，也不能指望土壤含有石膏的作用，即不能把石膏翻到耕作層中。各种水溶性鹽也不会被大量地翻到地表上來。

表3的資料表明，土壤改良的深耕，以及随后对翻起的三土層A+B₁+B₂所作的仔細拌合，并不会使新的厚耕作層所含的腐殖質显著地稀薄起來。

表中所列各种土壤的总含氮量，在土壤剖面上的分布情况也和腐殖質相当。淡栗鈣土的A層含氮0.22%，B₁層含0.14%；結皮柱狀碱土的A層和B₁層，含氮为0.11%和0.12%。

前面已經指出，照我們所說的土壤改良耕作法，土壤本身所含的碳酸鈣可以翻到耕作層中，而石膏，甚至是碱土中的石膏，則仍然留在未耕到的深度下。翻到淡栗鈣土和碱土耕作層中的碳酸鈣的数量，列在表4中。

形 态 特 征

表 1

(厘米)		見酸起泡沫反 应的深度(碳 酸鹽層起点) (厘米)		明顯石灰沉淀 層(眼狀石灰 斑)的深度 (厘米)		鹽类出現的深度 (厘米)	
腐殖質層和 兩層过渡層 A+B ₁ +B ₂							
范 圍	平均	范 圍	平均	范 圍	平均	范 圍	平均
39—70	52	25—30	28	39—70	50	60—106	84
33—55	40	10—54	25	38—55	40	55—88	66
26—46	34	0—15	7	15—30	22	26—49	33

碱土的形态特征 表 2

土 壤 种 类	土 层 厚 度 (厘米)				见酸起泡沫反应的深度 (厘米)				石灰层 (眼状石灰斑) 的深度 (厘米)				盐类出现的深度 (厘米)			
	碱土层上的碱土层 A		柱状碱土层 B ₁ 和表土层 A+B ₁		坚实碱土层 B ₂ 和上面二層 A+B ₁ +B ₂		见酸起泡沫反应的深度 (厘米)		石灰层 (眼状石灰斑) 的深度 (厘米)		盐类出现的深度 (厘米)		见酸起泡沫反应的深度 (厘米)		石灰层 (眼状石灰斑) 的深度 (厘米)	
	范 围	平均	范 围	平均	范 围	平均	范 围	平均	范 围	平均	范 围	平均	范 围	平均	范 围	平均
深位柱状碱土	16—18	17	26—35	28	37—70	42	26—30	28	29—34	33	98—109	102				
结皮柱状碱土	3—8	5	15—26	23	31—62	42	26—61	37	34—64	44	35—65	49				
东 向 坡 地 上 之 碱 土																
中位柱状碱土	8—10	9	20—28	24	27—40	33	27—28	27	33—40	36	53—95	65				
结皮柱状碱土	—	4	—	21	—	34	—	30	—	34	—	70				

淡栗鈣土和碱土中各層腐殖質的含量(%) 表 3

土 壤 种 类	A		B ₁		B ₂	
	范 圍	平均	范 圍	平均	范 圍	平均
分水嶺淡栗鈣土	1.9—2.6	2.3	1.6—1.8	1.7	0.9—1.3	1.1
东向坡地淡栗鈣土	1.5—2.1	1.9	1.2—2.0	1.6	1.0—1.2	1.1
分水嶺碱土	1.5—1.9	1.7	1.5—1.6	1.6	0.8—1.2	1.0
坡地碱土	1.3—1.6	1.5	1.0—1.5	1.3	0.8—0.7	0.75

由表 4 可看出，在土壤改良深耕及于土層 B₂ 的情况下，翻到淡栗鈣土耕作層中的碳酸鈣从 2.2% 到 10—15%，折算起來，每公頃約合 100—500 公吨，而翻到碱土耕作層中的碳酸鈣为 4% 到 16%，即每公頃为 200—600 公吨，还有更多的。

以后，当这么多数量的土壤石灰因生物作用（土壤溶液中的碳酸增多）提高其溶解度而發揮效用的时候，就可以达到改善淡栗鈣土和碱土的农业特性的目的，并使碱土脱碱。

由于淡栗鈣土和碱土中的石膏含量都很少，而且是在土壤改良翻耕所及的深度以下，因此就产生了这样一个任务：要利用土壤中的碳酸鈣而不另外施入石膏。正如我們的研究所表明的〔3〕，在灌溉条件下，要使碳酸鈣中的鈣变为有效的鈣，可以播种多年生牧草，因为牧草在生長期内和在翻入土中以后都可以使土壤空气中的碳酸增多。土壤溶液中有碳酸，碳酸鈣的溶解度就可以提高。因而，在我們提出的这个改良碱土的农业生物学方法中，播种多年生牧草和綠肥作物以借生物学方法取得碳酸，就占有極

表 4
淡栗鈣土和碱土中的碳酸鈣和石膏含量 (%)

土壤种类	物質名称	土			層	深 度 (厘米)				
		A	B ₁	B ₂		C _k	40—50	50—75	75—100	100以上
分水嶺淡栗鈣土	碳酸鈣CaCO ₃	0.0—0.30	0.1—0.4	2.2—14.4	5.8—18.8	眼狀石灰斑	6.7—18.8	6.7—14.8	6.7—14.6	3.7—11.8
	石膏 CaSO ₄ ·2H ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.2—1.0
坡地淡栗鈣土	碳酸鈣	0.0—2.1	0.4—1.5	2.8—8.3	3.8—5.1		4.4—14.8	3.5—14.8	2.2—14.8	2.4—14.8
	石膏	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.2—0.4	0.8—2.0	1.0—1.8
分水嶺碱土	碳酸鈣	0.0—0.10	0.3—0.7	4.9—15.6	8.1—16.2		8.1—16.2	5.1—6.0	5.1—6.0	2.8—4.0
	石膏	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.2
坡地碱土	碳酸鈣	0.2—0.70	0.2—2.4	3.7—8.4	11.4—16.2		13.6—13.8	13.5—13.8	11.0—13.6	8.2—13.8
	石膏	0.0	0.0	0.0	0.1		0.3	0.2—1.2	0.1—1.2	0.1—0.6

重要的地位。采用这个方法，轉入土壤溶液中的鈣就可以从碱土中置換出吸收性鈉，因而使土壤脫去碱性。結果碱土地区耕地的膨脹性和可压实性將要逐漸地——而在灌溉条件下則很快地——消失。土壤將不再結皮。这样，土壤就变为栽培性良好的土壤了。

表 5 中列出了表明上述各种土壤碱化程度的資料。

淡栗鈣土和碱土中代換性鈉
和其他代換性鹽基的含量

表 5

取样深度 (厘米)	代換性鹽基 (克分子当量%)				代換性鹽基 (占 吸收容量的%)		
	Ca	Mg	Na	吸收容量	Ca	Mg	Na
分 水 嶺 淡 栗 鈣 土							
第 2 号剖面							
2—10	17.7		1.8	19.5	91		9
22—30	20.7		1.8	22.5	92		8
44—52	14.6		2.0	16.6	88		12
第 14 号剖面							
18—27	16.9	5.5	3.0	25.4	65.5	21.7	11.8
27—39	18.8	6.5	2.6	27.9	67.4	23.3	9.3
39—69	10.6	5.5	3.2	19.3	54.9	28.5	16.6
坡 地 淡 栗 鈣 土							
第 61 号剖面							
0—11	12.8	1.4	2.8	17.2	74.4	8.1	17.5
11—23	13.7	1.4	2.6	17.7	77.4	7.9	14.7
23—51	10.9	2.1	3.0	16.0	68.1	13.1	18.8

(續)

取样深度 (厘米)	代換性鹽基 (克分子当量%)				代換性鹽基 (占 吸收容量的%)		
	Ca	Mg	Na	吸收容量	Ca	Mg	Na

第52号剖面

0—8	12.1	2.3	2.0	16.4	73.8	14.0	12.2
8—31	13.0	3.2	2.0	18.2	71.4	17.6	11.0
31—62	7.3	6.6	3.6	17.5	41.7	37.7	20.6

分水嶺碱土

第13号剖面

0—7	4.6	1.9	2.4	8.9	51.7	21.4	26.9
7—12	10.9	12.7	8.0	31.5	34.6	40.3	25.1
22—31	5.8	11.2	4.0	20.9	27.8	53.6	18.6

第1号剖面

1—8	8.4	1.8	10.2	82	18
10—18	21.0	5.0	26.0	81	19
22—30	18.1	5.5	23.6	77	23

东向坡地碱土

第111号剖面

0—4	—	—	1.6	7.5	—	—	21.3
4—22	—	—	6.4	23.7	—	—	27.0
22—34	—	—	3.6	14.4	—	—	25.0

第1号剖面

0—6	6.1	2.9	3.6	12.5	48.8	23.2	28.0
10—20	11.7	7.4	6.9	26.0	45.0	28.5	26.5
25—35	11.4		6.2	17.6	64.8		35.2

从表5可看出，所列各种淡栗鈣土都是弱碱化或中度碱化的土壤。耕作層下坚实層的碱化度特別明显，这里代換性鈉的含量达到吸收容量的12—20%。因而，深耕和生物作用配合起来，定能对这些土壤起改良作用。

碱土中代換性鈉的含量，直到25—35厘米的深度，始終都占吸收容量的20—25%以上。为了使它降至吸收容量的5—10%^①，就完全有必要使土壤中儲存的鈣变为有效。計算表明，前述由于对碱地进行土壤改良深耕而翻起的碳酸鈣数量（200—600吨/公頃），足以保証鈣之置換代換性鈉而有余。为了使这一过程順利进行，必須最恰当地澆湿土壤，并发展各种盛产碳酸的生物学过程。前已指出，播种多年生牧草并翻入土中可以加强这些生物学过程。

农业技术家和水利土壤改良家首先应当注意克服水分不足現象。水之所以需要，首先是因为要冲淡土壤。至少要把1.5—2米深度內的鹽分洗去，主要的乔木和灌木才有可能在深而且广的土壤內長出繁茂的根系。淡栗鈣土特別是碱土，在不大深度內的鹽漬度列于表6和表7中。

从表6可看出，分水嶺淡栗鈣土本來已被冲淡到200厘米左右的深度。因此，对于这类土壤來說，实际不需要采取或少采取降低可溶性鹽类埋藏深度的措施，也能保証乔木和灌木的順利发育了。坡地下面部分的淡栗鈣土則是另一种情况。它們从表面層起就已經含有相当数量（0.1%以上）的鹽类，而从50—70厘米的深度起，水溶性鹽类的

① 土壤中代換性鈉的含量只佔吸收容量的5—10%时，实际并不給土壤造成碱性。因此以代換性鈉的完全置換为前提的計算是不適用的。

——原注

含量就大为增加。这些鹽类主要是氯化鈉和硫酸鈉。在这样的土壤上,大部分乔木都不能順利发育。为了降低它們的含鹽埋藏深度,需要足量的水冲洗。东向坡地的土壤也需要冲淡。

根据提取液分析資料算出的
淡栗鈣土中各种鹽类的含量(%) 表 6

取样深度 (厘米)	焙干殘渣	总磷度	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
分 水 嶺 淡 栗 鈣 土							
第2号剖面							
2—10	0.070	—	0.007	无	0.004	无	0.012
22—30	0.070	—	0.004	无	0.004	0.001	0.007
44—52	0.080	—	0.004	无	0.002	0.001	0.016
60—70	0.100	—	0.025	无	0.002	0.002	0.028
90—100	0.270	—	0.100	无	0.002	0.006	0.059
140—150	0.270	—	0.075	0.034	0.002	0.004	0.085
190—200	0.310	—	0.125	0.048	0.002	0.004	0.097
240—250	0.300	—	0.075	0.048	0.002	0.004	0.097
290—300	0.640	—	0.084	0.312	0.039	0.032	0.138
340—350	0.610	—	0.059	0.360	0.042	0.016	0.138
400—410	0.330	—	0.049	0.163	0.008	0.006	0.106
第14号剖面							
3—18	0.070	0.048	微量	微量	0.010	0.003	0.001
18—27	0.070	0.027	微量	0.004	0.005	0.003	微量
27—39	0.070	0.048	微量	无	0.009	0.004	0.001
39—99	0.070	0.043	微量	0.005	0.009	0.004	0.002
99—142	0.060	0.043	微量	0.001	0.008	0.004	微量
142—200	0.060	0.043	微量	0.003	0.009	0.004	0.001

(續)

取样深度 (厘米)	焙干殘渣	总碱度	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
200—250	1.200	0.019	0.015	0.809	0.287	0.029	0.004
250—300	0.430	0.024	0.077	0.262	0.021	0.021	0.004
300—350	0.140	0.035	微量	0.072	0.021	0.006	0.012
350—400	0.790	0.023	微量	0.466	0.150	0.026	0.006

坡 地 淡 栗 鈣 土

第61号剖面

0—11	0.116	0.046	0.007	0.002	0.013	0.002	0.005
11—23	0.110	0.041	微量	微量	0.012	0.002	微量
23—51	0.103	0.041	微量	0.003	0.012	0.002	微量
51—71	0.163	0.039	0.004	0.003	0.016	0.004	0.021
71—132	0.678	0.032	0.254	0.007	0.039	0.021	0.141
132—162	1.010	0.022	0.186	0.104	0.054	0.028	0.213
162—200	1.080	0.022	0.129	0.418	0.081	0.029	0.194

第52号剖面

0—8	0.100	0.046	微量	0.003	0.013	0.002	无
8—31	0.134	0.063	微量	0.005	0.011	0.002	0.010
31—62	0.337	0.056	0.092	0.058	0.009	0.005	0.088
62—100	1.806	0.015	0.283	0.857	0.140	0.067	0.292

根据提取液分析資料算出的碱土中
各种鹽类的含量(%)

表 7

取样深度 (厘米)	焙干殘渣	总碱度	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
--------------	------	-----	-----------------	------------------------------	------------------	------------------	-----------------

分 水 嶺 碱 土

第13号剖面

0—7	0.116	0.054	0.010	0.017	0.006	0.040	0.020
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(續)

取样深度 (厘米)	焙干殘渣	总碱度	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
7—22	0.400	0.086	0.166	0.003	0.008	0.003	0.126
23—31	0.828	0.061	0.395	0.064	0.020	0.023	0.243
31—45	1.290	0.039	0.357	0.041	0.096	0.060	0.225
45—100	1.640	0.037	0.322	0.657	0.177	0.065	0.205
100—190	1.760	0.032	0.223	0.973	0.220	0.059	0.249

第 1 号剖面

1—8	0.050	—	0.011	无	无	无	0.011
10—18	0.190	—	0.049	0.005	无	无	0.053
22—30	0.590	—	0.270	0.038	0.002	0.003	0.200
40—48	0.940	—	0.287	0.274	0.024	0.020	0.260
65—75	0.740	—	0.270	0.168	0.008	0.013	0.235
105—115	0.610	—	0.200	0.153	0.004	0.005	0.200
150—160	0.810	—	0.186	0.306	0.008	0.012	0.248
190—200	1.660	—	0.151	0.898	0.152	0.037	0.288
250—260	1.010	—	0.143	0.494	0.016	0.015	0.292
290—330	0.820	—	1.123	0.380	0.016	0.006	0.251
350—360	1.000	—	0.126	0.514	0.012	0.010	0.308
400—410	2.880	—	0.109	0.014	0.004	0.005	0.285

坡 地 下 部 碱 土

第 3 号剖面

4—22	0.382	0.068	0.135	0.200	0.002	0.003	0.114
22—34	0.942	0.044	0.450	0.062	0.036	0.035	0.227
34—74	1.178	0.032	0.416	0.244	0.067	0.056	0.213