

新构造运动与松辽平原的土壤发生

高金方

(吉林省农业科学院)

摘 要

作者认为分布在起伏台地区中更新统沉积物上的黑土(无石灰反应,有机质丰富,几乎全部耕垦)和平原中部晚更新统和近代冲积物上的淡黑钙土(强石灰反应,有机质少,常混有盐斑),其发生学上的差异主要是成土母质和年龄的不同。后者远较前者为年幼。淡黑钙土是按沼泽→草甸→草甸淡黑钙土→淡黑钙土的过程形成的。现代气候条件下,植被制约着草甸土类的发生方向。不论是由于天然的或人为的任何原因,一旦植被破坏,随着蒸发的加强,即便地下水的矿化度不高,也能形成强碱性、结构极坏的苏打盐(碱)土。按照土壤发生的观点,合理利用碱性草原和改良苏打盐(碱)土的原则,应是保护和恢复植被。

我国东北,界于西部的大兴安岭和东部长白山地间的中央大平原,其东侧、北侧为主要农耕区,号称东北的粮仓。平原的中央部分,分布着广阔的草甸草原,土壤富含石灰质,混有不同密度的盐(碱)斑,高尔捷也夫^[1]称之为碱性草原。对于碱性草原上的石灰性土壤,曾称为黑钙土、栗钙土、灰钙土。命名的不同,反映对该土壤的发生、起源认识不一致。为了明确该区土壤的利用、改良方向和维持生态平衡的措施,有必要对该区土壤的发生过程进行研究探讨。

一、新构造运动与地理景观

本平原是第三纪末以来,伴随着东部山地和西侧大兴安岭隆起,而呈地堑型下陷的沉降平原。其北方,和黑龙江北岸苏联境内的泽亚河盆地原是相连的。更新世中期,小兴安岭呈地垒状隆起,隔断了与泽亚河盆地的连接^[2]。与此同时,东部山地也有上升活动,山地的边缘,形成了由黄土状沉积物 $Q_1^{[3]}$ 构成的山前洪积台地。这时,嫩江迳向西南经辽河入渤海,第二松花江也在扶余、平安一带汇入嫩江纵谷。约在更新世末期,松辽分水岭升起,切断了嫩江通路^[4],平原潴为湖沼。随着全新世以来平原的上升和三江平原的相对下沉,形成了现在的水网。这可从嫩江、松花江、辽河都呈直角急转的现象得到证实。如果晚更新世相当一个冰周期,并在气候上经过雨期、间雨期交替的话,那末在这期间,山前洪积台地(Q_1)经受侵蚀,形成起伏台地。冲下的物质,成为平原沉积的部分来源。而在平原的低洼处,则为全新世以来迄今的河湖沉积物(Q_2)构成^[4]。新构造运动的结果,产生了两种不同的地理景观。

1、山前洪积起伏台地(农耕)区 沿京哈铁路由铁岭北行至哈尔滨,转滨北、齐北线至北安、齐齐哈尔,再北上嫩江,概为波状起伏台地。台地之间,为宽1—2公里的浅谷所分割。谷底至台地顶部高差5—10米,有的达20米。坡度平缓,坡长可达1公里。

台地海拔 200 米左右,由黄土状粘土(黄山组 Q_2)构成。层厚数米至十数米。台地顶部及其缓坡,发育着有机质含量较高的黑土。台地坡脚向谷底,存在着草甸黑土—暗色草甸土—草甸潜育土的过渡。黑土及草甸黑土,无石灰反应。但在排水不良的草甸土上,表土常有弱石灰反应。在此洪积台地的外缘,靠近碱性草原部分,土壤剖面的不同深处,现石灰反应,有的据以称为黑钙土。

这是松辽平原的主要农耕区,耕地集中连片。这里的居民点密集,多位于岗坡下三分之一处。井水一般数米至十数米深,水质良好。排水不良的谷地,水草繁茂,为牧地。

2、碱性草原 平原西侧的平齐铁路沿线,是另一种情景。除接近辽河及嫩江河谷地区有砂丘堆积外,概为平坦的平原。松辽分水岭,以海拔 155 米的太平川为最低点,分别向东、西方翘起,与东部山前洪积台地和西部大兴安岭山前台地相连,更分别向北方及南方倾斜。北方的嫩江、松花江和南方的辽河河谷,均低于 150 米(图 1)。

这个以乾安、长岭为中心的松辽分水岭,主体系由上更新统黄土状沉积物 Q_3 构成。它和 Q_2 的主要区别是质地较轻($<0.01\text{mm}$ 的粘粒 $<40\%$,而后者常 $>50\%$)和富含石灰。发育着一种黑土层薄(20—40 厘米)、色淡、含腐殖质少(1.0—1.5%)的碳酸盐土壤。姚铭^[12]等称为淡黑钙土。这种土壤的地下水位在 4—5 米以下,肥力虽不高,但无盐碱危害,耕地集中。仅在天然集水线的相对低洼处,混有盐斑,仍保留草原,做为牧地。

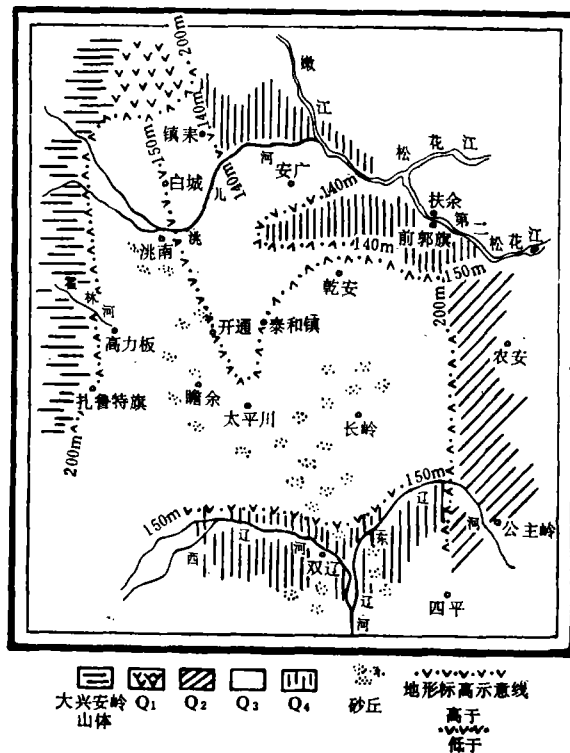


图 1 松辽分水岭地区地形、水系及第四纪沉积概图

Fig. 1 A sketch map of topography, river system and quaternary deposits in Song-Liao watershed region

发源于小兴安岭的呼裕尔河、双阳河、发源于大兴安岭的霍林河,流入平原后成为无尾河,散流成无数沼泽。多雨年份,连成断续的河道。干旱年份,沼泽干枯,地面留下浅槽形、碟形洼地,和相对高度不到1米、面积和形状不整的小丘。因排水状况不同,洼地中央或为盐沼,或为繁茂的沼泽及草甸植物。小丘上常为盐(碱)斑。平坦处地下水位1—1.5米,雨季接近地表。水质矿化微弱,为草甸植被。发育着草甸淡黑钙土及碳酸盐草甸土类土壤。

接近嫩江及辽河河谷地区,分布着相对高度5—10—20米的砂丘。长岭、双辽境内的砂丘,多被东西向的浅谷所分割,这些浅谷又多汇接于南北向的古嫩辽干谷,形成以南北干谷为中脉的羽状谷系。另外,海拔低于150米的平原部分,砂丘稀疏孤立,低于140米的部分基本无砂丘。而且砂丘多已固定,并有深厚的腐殖质层,多数无石灰反应。所有这些事实,说明砂丘是在水系变迁过程中的岸边堆积。在固定砂丘上,生长着榆、柳、山杏等小乔木及灌木。人造杨、柳林,生长良好。耕垦破坏后,形成流砂。

砂丘密集区外,则是在广阔草原草甸植物背景上,星罗棋布地镶嵌着沼泽植物、耐盐植物和白色盐(碱)斑,随年分和季节而变换景色,构成碱性草原特有的景观。

二、新构造运动与土壤发生

1、母质和年龄决定了两类土壤的差别 前述两种不同景观区,随地形发育着两种截然不同的土链系列,即山前洪积台地区的黑土—草甸黑土—暗色草甸土—草甸潜育土系列,和碱性草原的淡黑钙土—草甸淡黑钙土—碳酸盐草甸土—沼泽土系列。两者的差异是明显的。前者,黑土的黑土层深厚(30—70厘米),腐殖质含量高(2—3—7%),色深,中性($\text{pH}6-7$),质地粘重($<0.01\text{mm}$ 的粘粒 $>50\%$),无石灰反应。后者,淡黑钙土的黑土层浅薄(20—40厘米),腐殖质含量少(1—1.5%),色淡,弱碱性($\text{pH}7-8$),质地较轻($<0.01\text{mm}$ 粘粒 $<40\%$),强石灰反应。前者,地形起伏大,无盐碱危害,耕地集中连片。后者,地形平坦,草甸型土壤中混有盐(碱)斑,耕地零星分散。

中国东北土壤一书^[1]称前者为黑土,认为是在较湿润的季风气候和草甸植被的特殊草甸过程下形成的具有水成特性的土壤。将后者并入黑钙土,认为是在半干旱的草原条件下形成的钙层土。

总的来看,黑土区的气候(年雨量500—600毫米)比碱性草原(年雨量350—500毫米)是要湿润些。但两种土区的界限,过渡十分明显。如长岭县东南的吴大屯,和前郭旗县城西南的深井子至孤店一线,往东,地形起伏,为黑土。往西,地形平坦开阔,进入碱性草原。显然,这种现象是不能用气候地带性来解释的。

黑土是在中更新统(Q_2)黄土状粘土母质上发育的土壤。自中更新世以来伴随着气候的干湿变化,经历过长期的土壤形成过程,积累了较多的有机质。而这时,平原的中央洼陷部分,尚在沉积着新的地层。较高的松辽分水岭于晚更新世升起,较前者晚了一个地质期,当然土壤发育要晚得多。正是由于新构造运动引起的母质和年龄的差异,决定了两类土壤的不同。

2、淡黑钙土的形成 区内水网尚不发育,除承纳天然降水外,来自山区的无尾河

的补给,使大部地区的地下水位不深于2.5米。这里年平均气温4—5℃,年降雨350—500毫米,属温带半干旱气候。降雨少的春秋季节,土壤中以上升流为主;雨季,下降流盛行。一年中交替进行着积盐和脱盐过程。

在松辽分水岭或是局部较高的地形部位,地下水位在4—5米以下,土壤中以下降流为主,可溶性盐全部淋失。全剖面有石灰反应,并在腐殖质层下部大量积累,干后呈灰白色石灰霜。亚表土以下,多假菌丝状、斑状及结核状石灰质新生体。由于形成时间较晚,并且是在全新世的温暖条件下形成的,所以腐殖质积累较少。表现为黑土层浅薄,腐殖质含量少,颜色较淡。底土常含有铁子、锈斑、棕色胶膜及 SiO_2 粉末,保留着水成特征。

在较低的地形部位,地下水位常高于2—2.5米,甚至不到1米。分布着草甸淡黑钙土、碳酸盐草甸土及草甸沼泽土系列。它们依次腐殖质含量增加,水成特性明显。主要表现为铁子、锈斑增多,并有灰色潜育斑点甚至潜育层出现。但是,除了水成特性的明显程度外,它们在地表外貌、母质、剖面轮廓等方面,极似淡黑钙土。表明随着地区脱干,由沼泽→草甸土→草甸淡黑钙土→淡黑钙土的发生过程。地下水位较高的草甸型土壤中,混有不同密度的盐(碱)斑。而淡黑钙土中,无盐斑,有时有少量群众所说的“暗碱土”,即脱盐土。说明脱离了地下水影响后,受下降水流脱盐作用的结果。

对于这样一个富含石灰,不含易溶性盐,黑土层浅薄,腐殖质含量少,而又带有水成特性的相对年幼的土壤,历来的学者,没有一致的命名意见。早期的研究,曾把哈尔滨至齐齐哈尔间称为低地草原,将其土壤区分为正常土、半正常土和盐碱土^[22]。有的称为草原土^[19]。以后迄今的土壤学著作及图件中,有人把这种土壤并入黑钙土类^[3,9],有人称为碳酸盐黑钙土及碳酸盐草甸黑钙土^[8,15,23],有人称为栗钙土^[6,24]、灰钙土^[18,20,22],也有人称为灰栗钙土^[21]。土壤命名的莫衷一是,反映对土壤形成过程认识不一致。姚铭^[12]等所称的淡黑钙土,避免了同黑钙土、栗钙土或灰钙土在概念上的混淆和误解。同时“淡”字包含了“少”(腐殖质)、“薄”(黑土层)、“幼”(年龄)的含意,本文作者采纳了这个名称。

3、盐碱土的形成 由于地球化学的分异作用,从周围火成岩山地汇来的水流,含有较多的 Na^+ 离子和稳定的 SiO_2 ^[16]。但绝大部分地下水的矿化度较低(<0.25 克/升),其中阴离子以 HCO_3^- 为主,阳离子中 $\text{Ca}^{++} > \text{Na}^+$,可称为淡的重碳酸钙水^[7]。在地下水位较高的草甸型土壤中,常混有不同比例的盐(碱)斑。这里的盐(碱)斑,大多具有含盐量低,pH值高,结构性不良的特点。在植物不能生长的结皮盐斑上,土壤含盐量甚至不到0.3%,盐分以苏打为主,pH值可达9以上,碱化度一般超过30%。土粒高度分散,透水性极差,呈柱状结构。雨后碱性溶液将有机质溶解成黑褐色,表面粘滑,土壤透水性极差。这事实上是碱土。如最大含盐层现于地表,表示积盐过程,称为苏打盐土。淡黑钙土的地下水位较深,上升水流达不到地表,没有盐斑发育。沼泽土过湿,植物繁茂,盐分积累不到危害浓度,也不能形成盐斑。在居民点附近的草甸型土壤上,随着植被的破坏,盐(碱)斑密度在扩大。这些都说明,本区的苏打盐(碱)土,就是在现代气候条件下,低矿化地下水蒸发上升而形成的。只有在盐(碱)斑上挖坑,其水样的矿化度才较高,当 >1 克/升时,其 $\text{Na}^+/\text{Ca}^{++}$ 比才大于 $1^{[10]}$,出现 Na_2CO_3 。这似乎是盐斑洗脱的结果。

即使矿化度不大时,据加彭(Gapon)方程^[23]:

$$\frac{\text{置换性 Na}}{\text{盐基置换量} - \text{置换性 Na}} = K_{Na-Ca, Mg} \cdot \frac{Na}{(Ca + Mg)^{\frac{1}{2}}}$$

当随着水分蒸发,土壤溶液(右侧)浓度增大一倍时, $Na/\sqrt{Ca + Mg}$ 比却增加 1.4 倍,引起土壤中置换性 Na 比例(左侧)的迅速增大,碱化度提高。王汝楠^[2]等在前郭旗灌区,曾观察到土壤上层 Ca^{++} 为 Na^+ 代替的事实。这可能就是全盐量不高,而 pH 值和碱化度都很高的原因。

但是,现阶段促使地下水上升积盐的条件,是植被的破坏。在植物被覆下,土壤蒸发减少,盐分达不到地表。雨季来临,又被洗脱。一旦植被稀疏,上升流将盐分带至地表,盐分危害植物,被覆度下降,积盐过程增强。如此循环,平衡破坏,终至盐斑形成。

河湖淤积平原,本来存在着高差数十厘米至一米左右的起伏,支配着水和盐的再分配。干旱年分,高处植物遇旱矮疏,上升流增强,盐分积累,形成高位盐斑。地形部位高,又利于脱盐,脱盐后形成碱土。平地上的植物,偶因动物践踏破坏,盐分上升地表,形成平位盐斑。在封闭洼地,盐随水浓集,形成富含 Cl^- 及 SO_4^{2-} 的低位盐斑。

同一地点的不同地形部位,常出现高处为柱状碱土,丘基为盐土,洼地为草甸土或盐沼(封闭洼地)的分布系列^[14]。

盐(碱)斑上的植物,因盐(碱)化程度和植物耐盐性而不同。盐渍层达到地表的结皮盐(碱)土, pH 值大于 9—10,无植物生长。雨季土表湿润,可生长碱蓬 (*Suaeda sp.*)、碱蒿 (*Artemisia anethifolia*) 燕子尾 (*Polygonum sibiricum*)、碱茅 (*Puccinellia tenuifolia*) 刷头草 (*Thloris vilgata*)、碱蒲公英 (*Taraxacum sinicum*)、碱葱 (*Allium polyrrhizum*) 等耐盐植物。在表面 7—8 厘米的表土层含盐量不高, pH 值在 8—8.5 之间的土壤上,可生长茂密的羊草 (*Aneurolepidium chinense*)。

pH 值大于 9 的柱状碱化层的埋藏深度,和地表植物的关系,有如图式 1 的规律。

居民点附近盐(碱)斑密度大的现象,就是由于植被人为破坏使图式中箭头②的方向发展所致。自然条件下,遇到湿润年分,盐(碱)斑上的耐盐植物被覆度较大时,在它们的阻挡下,逐渐堆积由风、水搬运的尘砂,达到一定厚度时,耐盐性较差的植物逐渐侵入,被覆度愈益增大,可按图式中箭头①往好的方面发展。

图式 1 碱化层埋深与地表植物

Scheme 1 The relationship between buried depth of columnar solonetzic horizon (distance from the top of column to soil surface) and vegetative covers

植 物 Vegetation	柱状层距地表深度 (cm) The distance from the top of column (B horizon) to soil surface	土 壤 Soils
② 无成碱蓬、碱蒿等耐盐(碱)植物	地 表	结皮盐(碱)土
② 稀疏的羊草、碱葱、杂有少量燕子尾、刷头草、黄蒿等	3—4	浅位柱状碱土
② 纯羊草	7—12	中位柱状碱土
② 杂有少数耐盐植物的草甸植物	>16	深位柱状碱土

三、土壤资源的保护与利用

碱性草原上,面积稍大的淡黑钙土,多已耕垦,留做牧地或草场的主要是草甸型土壤。随着人口的增加和畜牧业的发展,草地负担加重。每一牲畜占有的草原面积,吉林省白城地区 1949 年为 82.3 亩,至 1981 年减少至 16.7 亩^[5]。由于过度放牧采草,和轮耕撩荒、挖草皮等人为破坏植被活动,盐(碱)斑面积迅速扩大,草原生产力急剧下降。

为保护资源,合理利用土地,须遵照土壤发生发展规律,努力保护和复壮草皮。为此要量草计牧,适度放牧采草,进而实行人工种草,提高草原生产力。这样既可获得当前的最大经济效益,又可保持长远的生态平衡。

对已形成的盐(碱)斑,在实行降低地下水的水利改良之前,可在严格禁牧的基础上,配合薄层客土或施用少量石膏等措施,种植耐盐植物,创造植物复生条件,促使安图式箭头①的方向发展。

区内的砂丘,应重点发展林木。丘间洼地,可用作农田式牧地。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院林业土壤研究所, 1980: 中国东北土壤。科学出版社。
- [2] 王汝楠等, 1962: 吉林省郭前旗灌区苏打盐土的盐分动态。土壤通报, 第 2 期。
- [3] 乌溶之, 1957: 中国土壤的地理分布规律。土壤学报, 第 5 卷第 1 期。
- [4] 吉林省地质研究所, 1979: 吉林省地质图。1:500,000。
- [5] 吉林省农业现代化研究会考察组, 1981: 吉林省西部地区农业资源利用与农业结构问题考察报告。吉林农业科学, 第 1 期。
- [6] 刘海蓬, 1952: 中国的土壤。商务出版社。
- [7] 李昌华, 1964: 松嫩平原地下水和土壤的近代积盐过程。土壤学报, 第 12 卷 1 期。
- [8] 宋达泉、程伯容、曾昭顺, 1958: 东北及内蒙东部土壤区划。土壤通报, 第 4 期。
- [9] 陈恩凤等, 1957: 吉林省郭前旗灌区的碱化草甸盐土。土壤学报, 第 5 卷 1 期。
- [10] 陈恩凤等, 1962: 吉林省郭前旗灌区苏打盐渍土的改良。土壤学报, 第 10 卷 2 期。
- [11] 孙肇春, 1959: 东北地区新构造运动及其在自然地理中的作用。地理学报, 第 25 卷第 6 期。447—459 页。
- [12] 姚铭等, 1982: 黑钙土、淡黑钙土分类依据及长岭县土种特性。吉林农业科学, 第 2 期。
- [13] 郭鸿俊、谢宇平, 1958: 关于东北的地貌分区。中国第四纪研究, 第 2 期。
- [14] 曾昭顺等, 1962: 东北苏打盐渍土微域分布的特点及其与造林的关系。土壤通报, 第 5 期。
- [15] 程伯容等, 1963: 东北松嫩平原盐渍土的盐分累积。土壤学报, 第 11 卷第 1 期。
- [16] 柯夫达, 1958: 黑龙江流域的地球化学及其土壤改良的途径。土壤通报, 第 3 期。
- [17] 高尔捷也夫, Т. П. 1957: 黑龙江省滨洲铁路沿线碱性草原的地植物学概论。科学出版社。
- [18] 梭顿原著, 乌溶之、朱莲青主编, 1941: 中国土壤概图, 1:10,000,000。
- [19] 川岛禄郎, 1939: 满洲国の土壤型に就いて。日本农艺化学会誌, 15(10)。
- [20] 突永一枝, 1934: 满洲里及海拉尔附近的栗色土壤に就て。农事试验场研究时报, 第 13 号。
- [21] 格雷布夫, 昭和 13 年: 北满洲の土壤。俄文翻译北满产业资料, 第 12 号, 满铁调查局。
- [22] Pendleton, R. L. et al., 1935: A reconnaissance soil survey of the Harbin region. Soil Bulletin (The Soil of China), No. 11. Peiping.
- [23] White, R E., 1979: Introduction the Principles and Practice of Soil Science. Blackwall Sci. Pub. London.
- [24] Веленский, Д. Т., 1954: Почвоведение. Изд. 2—е.
- [25] Сун Да—чен, 1956: Генезис, развитие и общие свойства черноземов, дерново—подзолистых и эвоболоченных почв в северо—восточном Китае. Почвоведение, №4, 43—48.

NEOTECTONIC MOVEMENT AND SOIL GENESIS IN SONG-LIAO PLAIN

Gao Jinfang

(Jilin Academy of Agricultural Science)

Summary

With reference to the recent data on neotectonic movement in Song-Liao Plain, the author suggests that the genetic differences between the cultivated black soil and the light chernozem are mainly determined by their parent materials and age of soil formation. The former is derived from the sediments of middle Pleistocene on the undulating or rolling terraces and characterized by abundant humus and non-calcareous reaction; and the latter is developed on alluvium of late Pleistocene or recent alluvial deposits in the central flat part of the plain and characterized by less organic matter and strongly calcareous reaction. The latter is much more infant than the former, and it has been formed along a sequence of swamp-meadow soil-meadow light chernozem-light chernozem.

Under the present climatic conditions, the genetic direction of the meadow soil types is constrained by their vegetative cover. Once their vegetative covers are destroyed by either natural or artificial causes, with the evaporation being intensified the soda solonchak or solonetz will be formed even under the condition of slightly mineralized groundwater. From the viewpoint of soil formation, the principle of rational use of alkaline grassland and reclamation of soda solonchak should be the protection and restoration of vegetative covers of the soils.