

# 大兴安岭北部的灰化土\*

熊国炎 赵其国 王明珠

(中国科学院南京土壤研究所)

大兴安岭北部,即伊勒呼里山以北的大兴安岭主体部分,大致位于北纬 $51^{\circ}20'$ — $53^{\circ}28'$ ,东经 $121^{\circ}31'$ — $126^{\circ}30'$ 之间,是我国的最北端。其地带性土壤类型,过去说法不一,曾有人命名为生草灰化土<sup>1)</sup>、棕色灰化土、棕色泰加林土<sup>2)</sup>、灰白色森林土(中国科学院内蒙古宁夏综合考察队等,1978)、棕色针叶林土<sup>3)</sup>、漂灰土(中国科学院南京土壤研究所主编,1978)等。通过几次调查并对其成土过程及属性作初步研究后,我们确认本区土壤中有明显的灰化过程,在分类上应命名为灰化土。

## 一、灰化过程的特点

灰化过程取决于特殊的自然条件。这个地区的气候属寒温带南端大陆性季风气候,冬季漫长而严寒,夏季短促而温湿。年均温 $-5^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $1500-1700^{\circ}\text{C}$ ,一月均温 $-30^{\circ}\text{C}$ 左右,绝对最低温 $-50^{\circ}\text{C}$ 以下;年降水量 $400-500$ 毫米,且多集中于夏季;降水量大于蒸发量,干燥度 $< 1$ ;冬季冰冻期长达7个月以上,普遍存在季节性冻层,并可出现岛状永冻层。这种气候条件同世界其他主要灰化土分布区极为相似。

本区植被属明亮针叶林,区系植物地理属达呼里系。其特点是,原始性强,覆盖度大,组成甚纯,是我国重要林区。按植物群落组合,大致可分为兴安落叶松(*Larix dahurica*)-杜鹃(*Rhododendron macronulatum*)林,兴安落叶松-杜香(*Ledum palustre*)林,兴安落叶松-偃松(*Pinus pumila*)林及樟子松(*Pinus sylvestris var. mongolica*)-杜鹃-越桔(*Vaccinium vitisidaca*)林四种。众所周知,针叶林在灰化过程中能起特殊作用。林灌地被层的覆盖度可达90%,如杜鹃密度可达20万株/公顷。这类地被物缺乏灰分,富含单宁,凋落物数量远远超过落叶松本身<sup>3)</sup>对促进灰化过程有明显的作。

大兴安岭属中山地貌,峰峦多在千米以上,区内最高峰为1404米。母岩以酸性侵入岩及中性火山岩为主。岩石风化以冻裂崩解作用为主,形成酸性残积碎屑风化壳及硅铝型风化壳。第四纪冰期间冰期的更替,冰川遗迹每每可见。成土母质质地粗,酸度高,有

\* 本文根据1973及1976年参加黑龙江荒地资源考察和1978年补充调查所搜集的资料编写。参加工作尚有陆长青、徐琪、蔡茂德等同志。土壤理化性质、电子显微镜、微形态及X射线鉴定、插图均由我所有关组负责分析或清绘。本文写作过程中,曾蒙徐琪、陆长青、许冀泉同志提供宝贵意见,文成后承席承藩先生审阅,在此一并致谢。

- 1) 林业部调查设计局,1954—1955: 大兴安岭森林资源调查报告,7—8卷。
- 2) 中国科学院黑龙江流域综合考察队,1961: 黑龙江流域综合考察学术总结报告,第二卷。
- 3) 中国科学院林业土壤研究所,1977: 东北土壤。(油印本)

利于物质的淋移,构成灰化土发育的基础。

灰化过程主要是在有机酸的螯合淋溶与淀积作用下产生的。在此作用下,土体矿物遭到破坏并重新分配,而形成  $\text{SiO}_2$  富集的灰化层以及铁、铝和腐殖质碳积聚的淀积层。具体说来,这一过程表现于下述几个方面。

1. 腐殖质酸的性质与螯合。土壤表层,普遍覆盖一层厚 1—3 厘米的植被残落物。残落物层及腐殖质表层皆可发现大量真菌菌丝体(图版 I 照片 1-1)。在以真菌为主体的微生物群系作用下,进行特殊的森林腐殖化过程。土壤表层有机质含量可高达 27—36% (表 1),甚至更高,但多以半腐解物形式保留下来。用碱性焦磷酸钠溶液提取腐殖质时,

表 1 土壤腐殖质组成及其性质 (碳占土重%/碳占有有机碳总量%)

剖面 号码	土壤 类型	植被类型	采样深度 (厘米)	发生 层次	土壤有 机质 %	土壤有机 碳总量	腐殖质 碳*	胡敏酸 碳(H)*	富里酸 碳(F)*	胡敏酸碳 富里酸碳 (H/F)	胡敏酸光 密度 $E_4:E_6$	残渣碳
兴 129	灰 化 土	落叶松 -杜鹃、 杜香林	3—7	$A_1$	27.02	$\frac{15.67}{100.00}$	$\frac{2.64}{16.85}$	$\frac{1.00}{6.38}$	$\frac{1.64}{10.47}$	0.61	5.2	$\frac{13.03}{83.15}$
			7—13	$A_2$	4.76	$\frac{2.76}{100.00}$	$\frac{0.43}{15.58}$	$\frac{0.03}{1.09}$	$\frac{0.40}{14.49}$	0.08	4.9	$\frac{2.33}{84.42}$
			13—30	B	6.26	$\frac{3.63}{100.00}$	$\frac{0.97}{26.72}$	$\frac{0.17}{4.68}$	$\frac{0.80}{22.04}$	0.21	6.3	$\frac{2.66}{73.28}$
兴 110	棕色 灰化土	樟子松 -越桔 林	8—15	$A_2A_1$	36.23	$\frac{21.31}{100.00}$	$\frac{3.06}{14.36}$	$\frac{1.05}{4.93}$	$\frac{2.01}{9.43}$	0.52	5.9	$\frac{18.25}{85.64}$
			15—25	$BA_2$	3.83	$\frac{2.23}{100.00}$	$\frac{0.48}{21.52}$	$\frac{0.10}{4.48}$	$\frac{0.38}{17.04}$	0.26	5.3	$\frac{1.75}{78.48}$
			25—40	BC	1.54	$\frac{0.89}{100.00}$	$\frac{0.24}{26.97}$	$\frac{0.03}{3.38}$	$\frac{0.21}{23.59}$	0.14	—	$\frac{0.65}{73.03}$
兴 128	斑毡 石质土	兴安桧、 苔藓、地 衣	2—5	$A_0A_1$	43.91	$\frac{25.47}{100.00}$	$\frac{1.79}{7.03}$	$\frac{1.23}{4.83}$	$\frac{0.56}{2.20}$	2.20	6.7	$\frac{23.68}{92.97}$
兴 33	暗棕壤	柞林	3—5	$A_1$	4.79	$\frac{2.57}{100.00}$	$\frac{0.91}{35.40}$	$\frac{0.51}{19.84}$	$\frac{0.40}{15.56}$	1.27	—	$\frac{1.66}{64.60}$
兴 20	黑土	五花草甸	0—10	A	11.73	$\frac{5.91}{100.00}$	$\frac{2.03}{34.33}$	$\frac{1.02}{17.25}$	$\frac{1.00}{17.08}$	1.02	—	$\frac{3.88}{65.67}$

\* 用碱性焦磷酸钠溶液提取。

仅能提取土壤有机碳的 14—16%,而残渣部分占 80% 以上。在腐殖质组成中,富里酸含量大于胡敏酸, H/F 值为 0.08—0.61,其中以灰化层最低。对土壤胡敏酸光密度性质的研究(图 1),并与前人研究的资料(M. M. 科诺诺娃, 1963)比较后,发现本区灰化土的胡敏酸性质与黑钙土相去甚远,而接近苏联的强灰化土。它的  $E_4:E_6$  值(即在 465 毫微米及 665 毫微米波长上分别测定的消光系数比值)接近 5.0。这就表明,本区土壤同已知的典型灰化土一样,其腐殖质酸结构缩合度低,芳香碳网减少,脂肪性侧链增多,解离度大,亲水性强,大大增强其对铁、铝及其他多价阳离子螯合的能力。腐殖质酸的螯合淋淀作用,导致有机碳的淋移淀积(表 1)。

2. 生物的分解与累积。从表 2 看出,本区灰化土植被残落物灰分含量约 16—22%,

表2 灰化土的生物地球化学特点

剖面 编号	土壤 类型	植被 类型	项 目	灰分 总量	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
兴 78 — 07	灰 化 土	樟 子 松 、 落 叶 松 林	占残落物干物质%	16.61	8.68	0.55	1.31	3.91	1.43	0.06	0.40	0.23	0.04
			占残落物灰分%		52.26	3.31	7.89	23.54	8.61	0.36	2.41	1.38	0.24
			占土壤表层灼烧土重%		73.93	3.94	12.99	2.33	0.84	0.72	0.38	2.35	1.94
			生物吸收系数*		0.71	0.84	0.61	10.10	10.25	0.50	6.34	0.59	0.12
元素生物吸收序列: MgO>CaO>MnO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >SiO <sub>2</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >K <sub>2</sub> O>TiO <sub>2</sub> >Na <sub>2</sub> O													
兴 110	棕 色 灰 化 土	樟 子 松 越 桔 林	占残落物干物质%	21.31	11.20	2.18	2.25	4.05	0.34	0.15	0.52	0.28	0.34
			占残落物灰分%		52.55	10.23	10.56	19.01	1.60	0.70	2.44	1.31	1.60
			占土壤表层灼烧土重%		71.31	4.44	12.65	3.38	1.74	0.89	0.46	2.50	1.94
			生物吸收系数*		0.74	2.30	0.83	5.62	0.92	0.79	5.30	0.52	0.82
元素生物吸收序列: CaO>MnO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >MgO>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Na <sub>2</sub> O>TiO <sub>2</sub> >SiO <sub>2</sub> >K <sub>2</sub> O													

\* 生物吸收系数=某元素占残落物灰分%/某元素占土壤表层灼烧土重%。

其中 SiO<sub>2</sub> 含量占干物质的 8.6—11.2%，占灰分总量的 50% 以上。所以，每年有大量 SiO<sub>2</sub> 以残落物形式加入土壤，使硅逐渐富集于土壤上部。薄片显微观察发现植物残体的

硅化作用(图版 I 照片 1-2)，并发现土体上部含有一定量的植物岩，证实生物体对土壤硅的富集过程。在生物吸收序列中，Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的位置可能居 SiO<sub>2</sub> 之前，但在强酸性条件下铁、铝多与有机酸螯合，在剖面中淋溶淀积，而 SiO<sub>2</sub> 在此环境中则呈无定形 SiO<sub>2</sub>、蛋白石或玉髓形式积聚表层(图版 I 照片 1-2)。

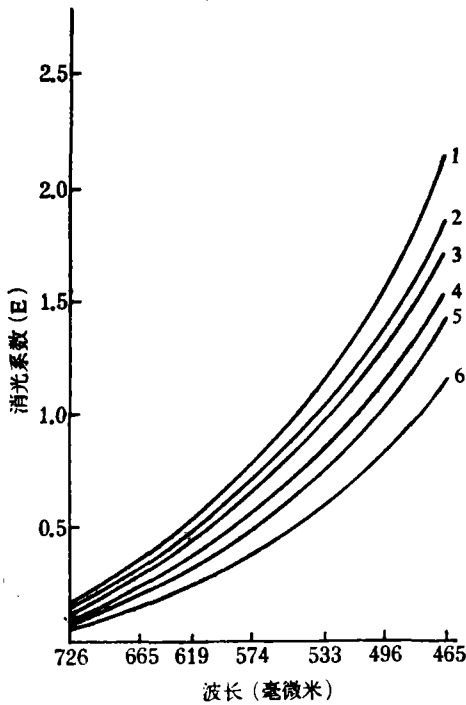


图1 胡敏酸的光密度曲线

1. 斑黏石质土; 2, 4, 6. 灰化土(兴 129, 4. 3—7 厘米, A<sub>1</sub>; 2. 7—13 厘米, A<sub>2</sub>; 6. 13—30 厘米, B); 3, 5. 棕色灰化土(兴 110, 5. 8—15 厘米, A<sub>2</sub>; 3. 15—25 厘米, BA<sub>2</sub>)

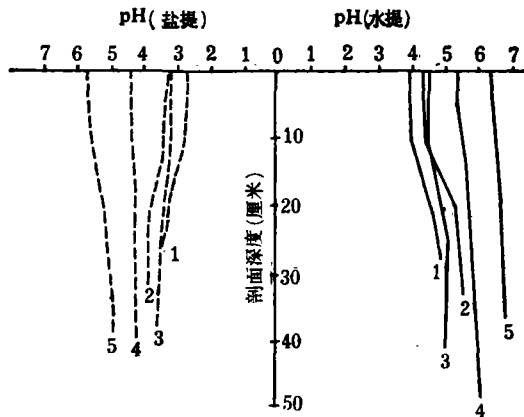


图2 几种土壤酸度剖面变化

1. 兴 129 灰化土; 2. 兴 110 棕色灰化土; 3. 呼 78—11 潜育灰化土; 4. 东 18 白浆土; 5. 兴 33 暗棕壤。

所以，SiO<sub>2</sub> 的生物富集对灰化过程具有重要意义。

3. 物质的淋移与淀积。本区土壤呈强酸性反应，水提液 pH 值 3.9—5.0，盐提液 pH 值 2.7—3.9 同温带北端土壤的弱酸性有显著差异 (图 2)。强酸性环境促进矿物质的分解与淋洗。

灰化过程中，土壤交换性盐基大量淋失。从土壤交换性阳离子含量 (图 3) 来看，灰化

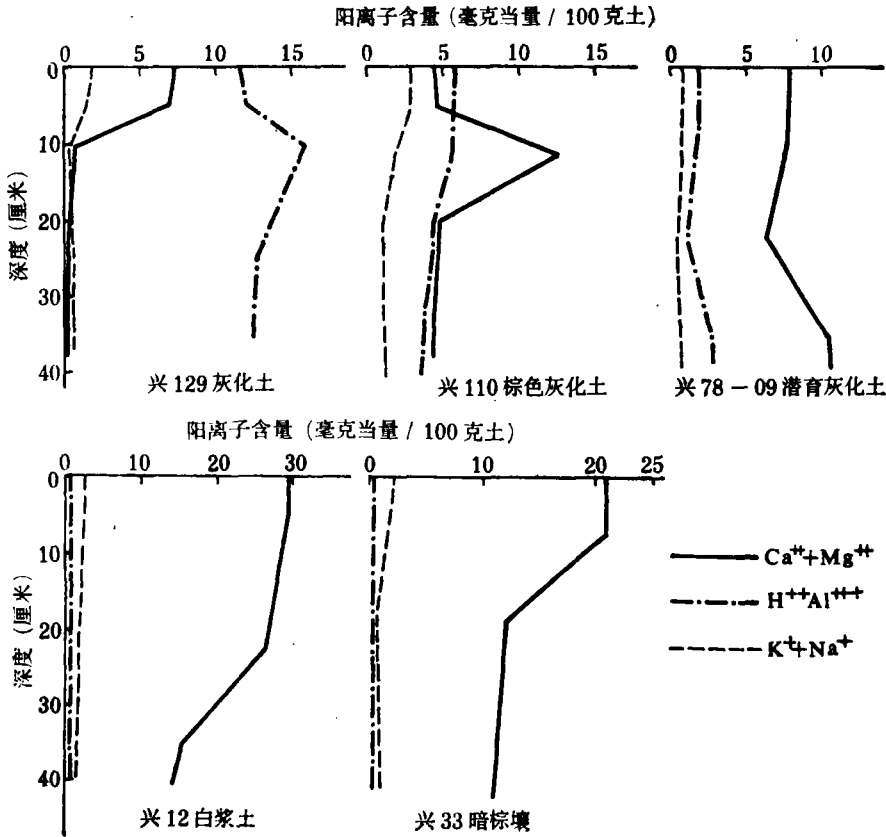


图 3 土壤交换性阳离子含量

土的 H<sup>+</sup>、Al<sup>3+</sup> 已代替碱金属与碱土金属，而占据绝对优势。但棕色灰化土和潜育灰化土亚类中，Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 仍占相当比例。相对而言，白浆土与暗棕壤中，H<sup>+</sup>、Al<sup>3+</sup> 比重最小。离子组成系列是：

灰化土：H<sup>+</sup>、Al<sup>3+</sup> > Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>

棕色灰化土：Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> > H<sup>+</sup>、Al<sup>3+</sup> > K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>

潜育灰化土

暗棕壤：Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup> > H<sup>+</sup>、Al<sup>3+</sup>

白浆土

土壤交换性盐基大量淋失，导致盐基饱和度急剧降低。其结果，灰化土盐基极度不饱和，其中以灰化土亚类盐基饱和度最低，棕色灰化土次低，潜育灰化土稍高。这与暗棕壤、白浆土较高的盐基饱和度形成鲜明对比 (图 4)。

灰化过程中粘粒的淋移, 已为土壤颗粒组成分析材料所证实。图 5 表明灰化土颗粒组成的剖面分异甚大。粘粒含量在灰化层最少, 淀积层最多。与此同时, 粉粒在灰化层相对积累, 因而淀积层质地都比灰化层重, 粘粒淋淀指数为 2 左右 (表 3)。这种质地突变性质, 是灰化过程的标志, 也可能与冻层顶托有关。

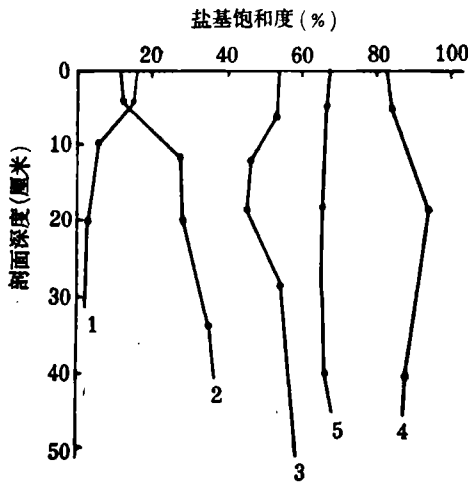


图 4 盐基饱和度剖面变化图

1. 兴 129 灰化土; 2. 兴 110 棕色灰化土; 3. 呼 78-11 潜育灰化土; 4. 兴 33 暗棕壤; 5. 兴 12 白浆土。

灰化过程中硅铝酸盐矿物的破坏, 必然引起土壤一系列矿物元素淋移与淀积。表 4 表明, 从母岩到土壤的风化成土过程中, 灰化土与暗棕壤一样, 碱金属元素都受到强烈的淋失, 而钛、锰却有一定的富集。但从硅铝风化壳中较稳定的铁、铝、硅来看, 灰化过程使土体上部的  $SiO_2$  趋于积累, 而  $Fe_2O_3$  和  $Al_2O_3$  趋于淋移, 淀积层则相反。活性铁、铝的剖面分布也表明同样趋势 (图 6)<sup>1)</sup>。这是灰化过程的明证。应当指出, 灰化过程不但在酸性侵入岩如花岗岩母质上发生, 而且在中基性火山岩 (如安山岩或凝灰岩) 母质上发育的土壤中也表现。

表 5 进一步说明灰化过程中矿物元素破坏性淋移和淀积的情况。根据胶体全量组成计算的淋淀系数是:  $SiO_2$ , 灰化土一般在 17-33 之间, 而暗棕壤、白浆土均趋向于零;  $R_2O_3$ , 灰化土一般为 18-38, 暗棕壤和

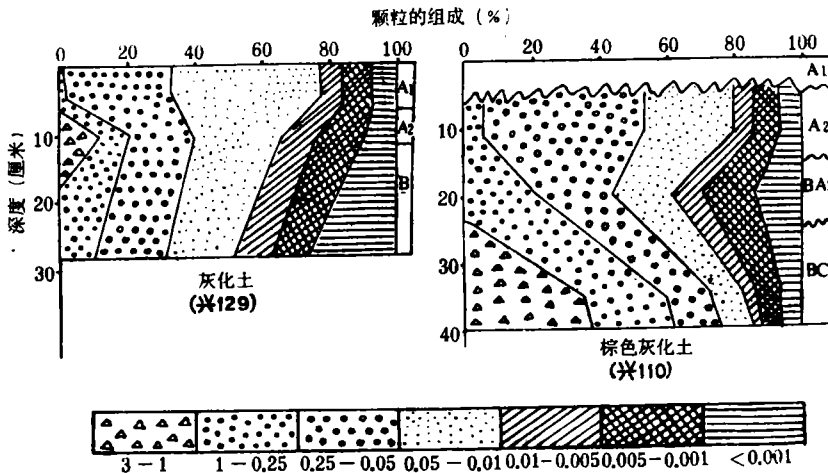


图 5 灰化土颗粒组成图解

白浆土也趋向于零, 差异非常显著。按土体全量组成进行计算, 也有近似结果。胶体硅、铁、铝率也显示这种显著的差异 (表 6)。  $SiO_2/R_2O_3$ , 灰化土的表层和灰化层一般为 3.6-

1) 活性铁、铝用托马法测定。

表 3 灰化土颗粒组成剖面分异\*

剖面号码	土壤类型	粘粒淋淀指数	粉粒淋淀指数
兴 129	灰化土	2.55	0.95
兴 78—08	灰化土	1.70	0.55
兴 110	棕色灰化土	1.81	1.05
兴 78—09	潜育灰化土	2.61	0.89

$$\text{粘粒淋淀指数} = \frac{\text{淀积层 (B) 粘粒含量}\%}{\text{灰化层 (A}_2\text{) 粘粒含量}\%}$$

$$\text{粉粒淋淀指数} = \frac{\text{淀积层 (B) 粉粒含量}\%}{\text{灰化层 (A}_2\text{) 粉粒含量}\%}$$

表 4 风化成土过程中元素迁移情况\*

剖面号码	土壤类型	母岩类型	项 目	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O		
兴 129	灰化土	安山岩	风化成土富集系数 (A <sub>1</sub> /D)	1.17	0.75	0.86	0.72	0.39	0.84	2.09	1.07	0.54	0.36		
			元素富集序列: TiO <sub>2</sub> >SiO <sub>2</sub> >MnO> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >MgO>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >K <sub>2</sub> O>CaO>Na <sub>2</sub> O												
			淀积层风化成土富集系数 (B/D)	1.00	1.22	2.40	1.03	0.15	1.01	1.35	0.42	0.49	0.44		
			元素富集序列: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >TiO <sub>2</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >MgO>SiO <sub>2</sub> > K <sub>2</sub> O>Na <sub>2</sub> O>MnO>CaO												
兴 78—07	灰化土	安山岩	风化成土富集系数 (A <sub>1</sub> /D)	1.21	0.69	0.51	0.77	0.66	0.25	1.09	3.45	0.86	0.51		
			元素富集序列: MnO>SiO <sub>2</sub> >TiO <sub>2</sub> > K <sub>2</sub> O>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >CaO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Na <sub>2</sub> O>MgO												
			淀积层风化成土富集系数 (B/D)	1.00	1.23	1.14	1.26	0.59	0.30	1.33	0.64	0.77	0.50		
			元素富集序列: TiO <sub>2</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >SiO <sub>2</sub> > K <sub>2</sub> O>MnO>CaO>Na <sub>2</sub> O>MgO												
兴 110	棕色灰化土	花岗岩	风化成土富集系数 (A <sub>1</sub> /D)	1.02	0.90	1.37	0.81	2.82	2.68	2.78	6.67	0.48	0.40		
			元素富集序列: MnO>TiO <sub>2</sub> >CaO>MgO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >SiO <sub>2</sub> > Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >K <sub>2</sub> O>Na <sub>2</sub> O												
			淀积层风化成土富集系数 (B/D)	0.96	1.18	1.86	1.04	1.41	3.17	2.31	1.22	0.73	0.46		
			元素富集序列: MgO>TiO <sub>2</sub> >Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >CaO>MnO>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > SiO <sub>2</sub> >K <sub>2</sub> O>Na <sub>2</sub> O												
呼 78—11	潜育灰化土	安山岩	风化成土富集系数 (A <sub>1</sub> /D)	1.04	0.80	2.49	0.63	18.03	2.58	0.62	34.75	0.41	0.99		
			元素富集序列: MnO>CaO>MgO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >SiO <sub>2</sub> > Na <sub>2</sub> O>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >TiO <sub>2</sub> >K <sub>2</sub> O												
			淀积层风化成土富集系数 (B/D)	1.15	1.02	1.61	0.76	2.64	1.38	2.33	1.00	0.41	0.46		
			元素富集序列: CaO>TiO <sub>2</sub> >Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Na <sub>2</sub> O>SiO <sub>2</sub> >MnO> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Na <sub>2</sub> O>K <sub>2</sub> O												
兴 33	暗棕壤	花岗岩	风化成土富集系数 (A <sub>1</sub> /D)	0.97	1.11	1.28	1.07	1.54	1.61	1.33	7.00	0.87	0.67		
			元素富集序列: MnO>MgO>CaO>TiO <sub>2</sub> >Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > SiO <sub>2</sub> >K <sub>2</sub> O>Na <sub>2</sub> O												
			淀积层风化成土富集系数 (B/D)	0.98	1.17	1.34	1.12	0.68	1.45	1.28	1.13	0.90	0.69		
			元素富集序列: MgO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >TiO <sub>2</sub> >MnO>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > SiO <sub>2</sub> >K <sub>2</sub> O>Na <sub>2</sub> O>CaO												

\* A<sub>1</sub>: 土壤表层。B: 淀积层。D: 相应母岩。

5.0, 而淀积层为 2.2—2.5; SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 灰化层和表层高达 22—46, 淀积层仅为 7—9; 尤其是 SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 灰化层和表层一般为 4.0—6.0, 而淀积层为 3.2—3.5。在暗棕壤和白浆

表 5 成土过程中各元素淋溶累积情况\*

田间号	土壤类型	项 目	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
兴 129	灰 化 土	胶体灰化淋淀系数	-31.73	37.35	74.18	8.41	16.67	6.49	-37.89	39.41	-3.94	-44.23	
		灰化淋淀序列: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >MnO>CaO>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >MgO>K <sub>2</sub> O>SiO <sub>2</sub> >TiO <sub>2</sub> >Na <sub>2</sub> O	-22.09	48.96	71.40	37.71	0	28.57	-58.57	18.75	18.47	4.10	74.47
兴 78 — 08	灰 化 土	胶体灰化淋淀系数	-16.59	25.49	59.94	7.53	-150.00	29.02	14.21	42.85	-144.87	59.65	81.69
		灰化淋淀序列: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> >Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >MgO>MnO>K <sub>2</sub> O>Na <sub>2</sub> O>CaO> SiO <sub>2</sub> >TiO <sub>2</sub>	-22.61	43.24	60.92	36.85	13.09	72.83	30.99	37.50	4.65	23.44	57.78
兴 110	棕 色 灰 化 土	胶体灰化淋淀系数	-33.23	38.06	63.55	21.54	-26.32	34.48	29.08	44.93	5.76	5.13	
		灰化淋淀序列: MgO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> >MnO>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >TiO <sub>2</sub> >Na <sub>2</sub> O>CaO>K <sub>2</sub> O> SiO <sub>2</sub>	-4.72	18.35	28.35	14.81	-30.77	-20.39	-37.84	-23.26	2.07	-3.98	-144.65
呼 78 — 11	潜 育 灰 化 土	胶体灰化淋淀系数	-5.38	11.16	7.40	10.62	-140.00	14.42	-46.55	60.00	-29.14	23.08	48.83
		灰化淋淀序列: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >K <sub>2</sub> O> Na <sub>2</sub> O>SiO <sub>2</sub> >MgO>MnO>CaO>TiO <sub>2</sub> >P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-1.41	5.91	13.52	4.29	-9.09	11.57	-12.24	-25.00	2.33	-15.44	6.32
东 18	白 浆 土	胶体白浆化淋淀系数	0.36	0.42	-5.00	2.16	-22.22	-4.28	15.45	-216.67	-16.94	36.84	
		白浆化淋淀序列: Na <sub>2</sub> O>TiO <sub>2</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >SiO <sub>2</sub> > MgO>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >K <sub>2</sub> O>CaO>CaO>MnO	11.57	-48.52	-37.19	-45.96	-16.42	-75.56	12.77	50.00	5.49	35.91	
黑 120	暗 棕 壤	胶体暗棕壤化淋淀系数	-0.90	0.35	-3.25	1.97	22.54	2.26	9.19	5.00	-20.65	16.39	
		暗棕壤化淋淀序列: CaO>Na <sub>2</sub> O>TiO <sub>2</sub> >MnO>MgO>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > SiO <sub>2</sub> >Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >K <sub>2</sub> O	-4.17	-1.71	-0.22	-2.65	11.91	0.58	10.27	-7.69	15.53	18.54	
		暗棕壤化淋淀序列: Na <sub>2</sub> O >K <sub>2</sub> O >CaO >TiO <sub>2</sub> >MgO > Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >SiO <sub>2</sub> >MnO											

\* 淋淀系数 =  $\frac{\text{淀积层某元素含量\%} - \text{淋溶(灰化)层某元素含量\%}}{\text{淀积层某元素含量\%}} \times 100$

胶体淋淀系数按胶体全量分析结果计算, 土体淋淀系数按土体全量分析结果计算。

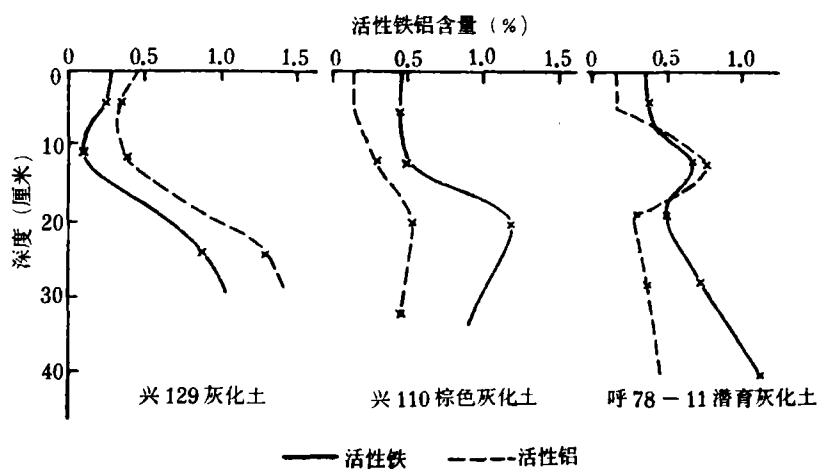


图6 灰化土活性铁、铝的剖面变化

表6 土壤胶体部分硅铁铝率的剖面分异

田间号码	土壤类型	采样深度(厘米)	发生层次	$\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$
兴 129	灰 化 土	3—7	A <sub>1</sub>	4.98	5.67	41.10
		7—13	A <sub>2</sub>	4.29	4.72	46.88
		13—30	B	2.29	3.28	7.42
兴 78   08	灰 化 土	2—6	A <sub>1</sub>	3.93	4.46	33.47
		6—13	A <sub>2</sub>	3.56	4.08	28.28
		23—42	B	2.43	3.23	9.73
兴 110	棕 色 灰 化 土	3—8	A <sub>1</sub>	4.68	5.77	24.80
		8—15	A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	4.94	5.89	30.60
		15—25	BA <sub>2</sub>	2.46	3.47	8.36
		25→	BC	2.45	3.21	10.20
呼 78   11	潜 育 灰 化 土	9—15	A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	3.26	3.81	22.57
		15—22	A <sub>2</sub> B	3.02	3.68	16.90
		22—34	BG	2.78	3.23	19.84
		35—50	BC	2.76	3.26	18.12
东 18	白 浆 土	0—11	A	2.96	3.56	
		20—40	W	2.73	3.46	
		65—85	B	2.72	3.40	
黑 120	暗 棕 壤	1—15	A	2.45	3.17	10.53
		15—30	B	2.40	3.08	10.77
		30—40	C	2.50	3.13	12.52





现灰化土粘土矿物沿剖面有极大变异(图 7): 剖面下部以水云母、蛭石、绿泥石为主, 而剖面上部则以蒙脱与高岭为主, 其中灰化层蒙脱衍射峰其高异常。这说明灰化过程中发生了水云母 → 蛭石 → 蒙脱 → 高岭的蚀变过程, 即 2:1 型矿物逐步蚀变为 1:1 型矿物。电子显微镜观察也发现类似的趋势(图版 II 照片 2), 它证实水云母 → 蒙脱的蚀变过程, 表明高岭在灰化过程中进一步破坏形成次生石英, 石英在灰化层或表层相对积累。淀积层出现铁质的凝聚, 形成褐铁矿、球状铁氧化物等新矿物。上述现象, 表明灰化土同暗棕壤、白浆土有本质区别。

应当指出, 所研究的灰化土剖面, 并非异源母质组成。粘土矿物的剖面分异, 是灰化过程的结果。

5. 土壤微形态特征的形成。灰化过程使土壤具备特殊微形态特征(图版 I 照片 1)。一般地说,  $A_1$  层具有植物残体-腐殖质型微结构, 它是冷湿条件下森林腐殖化过程中发生的。由于植物残体分解不完全, 使植物残体、半腐解物、腐殖物质三者与矿质土体掺合, 夹杂大量真菌菌丝体。其中矿物质为有机物所包围, 并不断受后者腐蚀, 部分植物残体在此发生硅化作用。 $A_2$  层(即灰化层)具有较致密的粉砂质微结构, 含有大量 0.01—0.02 毫米的粉砂质, 是灰化层基本特征之一。淀积层, 具亚海绵状微结构, 这种结构是淀积过程中胶结而成的, 微团聚体由粘粒及少量腐殖质胶结而成, 并可观察到铁的凝聚。BC 层(即半母质层)一般具多孔基质斑晶骨骼嵌埋状微结构, 大量 0.5—1 毫米的矿粒或岩屑和 < 0.3 毫米的矿粒嵌埋于致密而具孔隙的基质中。基质中具较大的孔洞, 孔洞中也可以观察到一些腐殖质颗粒, 这说明腐殖质的淋淀可延伸至母质层。

## 二、灰化土的分类及其特性

关于灰化土, 国内外均发表了不少意见, 观点并不统一。本区的灰化土不同于一般的灰壤和灰化土, 而是季风气候影响下寒温带山地灰化土类型, 其上部为小面积斑黏石质土, 其下部为沼泽土, 特别为冷冻沼泽土所占据。这三个土类形成本区颇有特色的土被结构。灰化土的分布中心为大兴安岭北段主脉部分和大兴安岭与伊勒呼里山交会处。向外围伸延, 土壤的灰化特征减弱, 往东往南逐渐过渡为暗棕壤, 往西过渡为灰色森林土。

由于成土条件、灰化过程强度以及附加成土过程的差异, 剖面性态和理化性质不同, 灰化土又可以分为灰化土、棕色灰化土和潜育灰化土三个亚类。灰化土分布偏北偏高地段(海拔 700—1200 米), 棕色灰化土分布偏南偏低地段(海拔 500—800 米), 而潜育灰化土则分布于山麓沟缘。现分别叙述于后。

### (一) 灰化土

由于灰化过程明显, 灰化土亚类具有较完整的灰化土剖面形态。今以兴 129 剖面为例说明之。该剖面位于大兴安岭呼中大白山海拔 1000 米处, 地形为中山中上坡, 母质为安山岩残积物, 植被为落叶松-杜鹃、杜香林, 地被层厚, 具多量水藓。

0—3 厘米,  $A_0$ , 松针等植物残落物层, 湿润而富有弹性, 可发现大量真菌菌丝体;

3—7 厘米,  $A_1$ , 暗灰色, 土体夹杂大量半腐解植物残体, 具多量真菌菌丝体;

7—13 厘米,  $A_2$ , 灰白色, 略致密, 呈细粉砂状;

13—30 厘米, B, 重壤土, 潮湿, 可见黄褐色胶膜, 因水化呈鲜黄棕色, 夹少量岩屑;

30 厘米以下可见冻层 (7 月初采样), 并过渡到含大量砾石的母质层 C。

表 7 灰化土颗粒组成 (%)

剖面 号码	土壤 类型	采样深度 (厘米)	发生 层次	石砾 3—1 (毫米)	各粒级含量(粒径: 毫米)								
					1—0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	1—0.05	0.05— 0.001	<0.01
兴 129	灰 化 土	3—7	$A_1$		2.0	31.5	43.5	7.0	9.5	6.5	33.5	60.0	23.0
		7—13	$A_2$	11.1	9.8	18.2	26.7	9.3	15.1	9.8	28.0	41.1	34.2
		13—30	B		11.0	25.0	20.0	7.0	12.0	25.0	36.0	39.1	44.0
兴 78   08	灰 化 土	2—6	$A_1$		12.0	5.8	25.4	14.9	20.3	21.6	17.8	60.6	56.8
		6—13	$A_2$	15.0	14.2	13.9	27.7	18.4	14.0	11.8	28.1	60.1	44.2
		23—42	B	41.2	23.0	23.2	17.6	8.5	6.7	20.1	46.2	32.8	35.2

土壤理化分析结果, 充分说明灰化土中的灰化作用。首先是质地粗, 有明显的质地突变性 (表 7)。其次, 表层有机质含量极高, 但灰化层含量很低, 淀积层又可能升高, C/N 值很宽, 腐殖酸组成以富里酸为主,  $H/F < 1$ 。第三, 土壤呈强酸性反应, 水解酸度极高; 交换性阳离子中以  $H^+$ 、 $Al^{+++}$  为主, 盐基饱和度很低 (表 8)。从全量组成看,  $SiO_2$  在灰化层明显积聚,  $R_2O_3$  在 B 层明显淀积, 胶体硅、铁、铝率在剖面中明显分异 (表 9)。与此适应, 粘土矿物在剖面中也有明显分异。另外, 灰化土具有特殊的微形态特征, 灰化层粉砂质微结构很典型。

## (二) 棕色灰化土

灰化过程表现较弱。从形态看, 缺乏连续而清晰的灰白色  $A_2$  层, 具某种隐灰化性质。 $A_2$  层常为  $A_1$  层扰乱而呈灰白斑点状, 更常见者呈淡灰棕色。兹以兴 110 剖面为例说明之。该剖面位于大兴安岭古莲前哨林场山坡, 海拔 560 米, 母质为花岗岩残积-坡积物, 植被为樟子松-越桔林, 地表具稀疏的杜香及苔藓。

0—3 厘米,  $A_0$ , 死地被层;

3—8 厘米,  $A_1$ , 含大量半腐解物及腐殖质的矿质层, 疏松有弹性, 具大量菌丝体;

8—15 厘米,  $A_2A_1$ , 被  $A_1$  扰乱的灰化层, 灰白斑点镶嵌于棕灰色而富含半腐解物的土体中。土粒表面可见白色硅粉;

15—25 厘米,  $BA_1$ , 不典型的淀积层, 黄棕色, 砂壤质, 稍干燥;

25—40 厘米, BC, 黄棕色砾质砂壤土, 含大量半风化岩屑, 往下过渡到母质层 C。

棕色灰化土的理化性质是, 具有较明显的质地突变特性 (表 10); 呈强酸性反应, 盐基高度不饱和, 但 pH 值及盐基饱和度都较灰化土亚类略高, 交换性阳离子以  $Ca^{++}$ 、 $Mg^{++}$  比重较大, 但  $H^+$ 、 $Al^{+++}$  仍占相当大的比重 (表 11); 剖面中矿物元素淋淀分化明显 (表 12), 胶体硅、铁、铝率分异也明显, 但 B 层腐殖质淀积一般不明显。粘土矿物蚀变度稍低; 灰化层常缺乏典型的致密状粉砂质微结构。可以说, 这是灰化土向暗棕壤过渡的一个

表 8 灰化土一般化学性质

田间号码	土壤类型	采样深度 (厘米)	有机质 (%)	全氮 (%)	C/N	全磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	全钾 K <sub>2</sub> O (%)	速效钾 K <sub>2</sub> O (毫克/100克)	速效磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (毫克/100克)	水解氮 (毫克/100克)	pH		交换性盐基 (毫克当量/100克)					盐基饱和度 %		
											水提	盐提	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>		Al <sup>+++</sup>	
兴 129	灰化土	3—7	27.02	0.515	30.43	0.140	1.22	50.5	13.0			3.97	2.70	4.17	1.22	1.13	0.33	4.53	7.62	14.58
		7—13	4.76	0.104	26.54	0.044	1.85	10.0	1.8			3.95	2.70	0.33	0.19	0.23	0.21	1.99	14.00	4.33
		13—30	6.26	0.143	25.32	0.165	2.15	16.1	2.6			4.60	3.45	0.20	0.24	0.34	0.22	0.63	12.25	3.20
兴 78 — 08	灰化土	2—6	20.56	0.516	23.10	0.244	1.76	42.6	19.3	47.63		4.4	3.0	9.16	2.67	0.90	0.15	1.23	5.72	28.55
		6—13	3.91	0.122	18.61	0.107	2.47	14.9	5.5	13.52		4.3	2.9	3.24	0.75	0.29	0.06	1.21	9.50	20.44
		23—42	3.75	0.108	20.19	0.204	2.53	14.4	7.2	14.11		4.8	3.6	1.16	0.38	0.30	0.06	0.63	7.22	7.14

表 9 灰化土胶体部分全量组成(占灼烧土重%)

田间号码	土壤类型	采样深度 (厘米)	发生层次	烧失量%	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
兴 129	灰化土	3—7	A <sub>1</sub>	10.65	69.14	25.16	4.47	20.69	0.14	1.44	1.01	0.030	2.58	0.56	
		7—13	A <sub>2</sub>	8.68	66.56	27.73	3.77	23.95	0.10	1.44	1.31	0.021	2.11	0.75	
		13—30	B	10.74	50.53	44.26	18.11	26.15	0.12	1.54	0.95	0.029	2.03	0.52	
兴 78 — 08	灰化土	2—6	A <sub>1</sub>	8.56	63.95	29.43	5.08	24.35	0.46	1.63	1.72	0.03	2.30	0.38	0.097
		6—13	A <sub>2</sub>	9.62	59.58	30.40	5.60	24.80	0.50	1.81	1.63	0.04	5.73	0.23	0.080
		23—42	B	10.03	51.10	40.80	13.98	26.82	0.20	2.55	1.90	0.07	2.34	0.57	0.437

表 10 棕色灰化土颗粒组成 (%)

剖面号码	土壤类型	采样深度 (厘米)	发生层次	石砾 3-1 (毫米)	各粒级含量(粒径: 毫米)								
					1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001			
兴 110	棕色灰化土	8-15	A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>		5.0	47.0	27.5	6.0	6.5	8.0	52.0	40.0	20.5
		15-25	BA <sub>2</sub>		20.0	23.0	17.5	9.5	15.5	14.5	43.0	42.5	39.5
		25-40	BC	33.7	24.0	13.5	8.9	4.6	8.3	7.0	37.5	21.8	19.9

表 11 棕色灰化土一般化学性质

田间号码	土壤类型	采样深度 (厘米)	有机质 %	全氮 %	C/N	全磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	全钾 K <sub>2</sub> O %	速效钾 K <sub>2</sub> O 毫克/100 克	速效磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 毫克/100 克	水解氮 毫克/100 克	pH		交换性盐 基(毫克 当量/100 克)	交换性阳离子(毫克当量/100克)					盐基饱 和度 %		
											水提	盐提		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>		Al <sup>+++</sup>	
兴 110	棕色灰化土	3-8	59.80	0.817	42.05	0.205	0.65	85.6	25.5			4.45	3.35	7.29	1.12	3.59	1.96	0.62	3.40	2.12	13.11
		8-15	36.23	0.666	32.00	0.205	1.24	63.6	20.0			4.50	3.40	15.15	9.48	3.09	1.42	0.48	2.32	3.28	27.89
		15-25	3.83	0.101	22.08	0.144	2.30	13.5	4.0			5.40	3.77	5.53	3.41	1.56	0.30	0.26	0.26	4.51	28.11
		25-40	1.54	0.053	16.80	0.126	2.47	12.5	1.7			5.52	3.95	5.03	3.05	1.44	0.26	0.28	0.20	3.53	35.18
兴 78 — 03	棕色灰化土	5-12	56.22	1.015	32.13	0.265	0.70	121.0	68.56	97.02		4.4	3.4	25.17	18.76	3.77	2.05	0.58	2.97	2.48	43.28
		12-19	18.06	0.440	23.80	0.190	1.64	18.0	4.9	60.56		4.3	3.0	11.31	8.26	2.45	0.41	0.19	1.44	11.20	27.19
		19-28	6.00	0.200	17.40	0.060	2.06	11.8	1.6	59.39		4.8	3.2	9.77	7.15	2.20	0.27	0.15	0.48	7.96	32.18
		28-40	4.08	0.143	16.57	0.106	2.02	10.6	1.2	20.58		4.8	3.3	9.70	7.15	2.20	0.24	0.13	0.40	8.14	32.89
		40-60	2.67	0.103	15.03	0.128	2.10	9.7	0.8	7.84		5.0	3.4	9.95	7.33	2.24	0.23	0.15	0.31	6.84	38.39

表 12 棕色灰化土胶体部分全量组成 (占灼烧土重%)

田间 号码	土壤 类型	采样深度 (厘米)	发生 层次	烧失量 %	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
兴 110	棕色 灰化土	3—8	A <sub>1</sub>	11.16	67.43	27.06	7.23	19.84	0.65	1.65	1.02	0.047	2.17	0.54
		8—15	A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	14.44	69.12	25.92	6.00	19.92	0.24	1.52	1.00	0.038	1.80	0.37
		15—25	BA <sub>2</sub>	10.18	51.88	41.85	16.46	25.39	0.19	2.32	1.41	0.069	1.91	0.39
		25—40	BC	10.20	52.68	41.36	13.54	27.82	0.17	2.38	1.05	0.074	1.86	0.42

亚类。

### (三) 潜育灰化土

潜育灰化土分布于坡麓、沟缘地形平缓处,母质多为冰川泥砾,质地较细。由于喜湿性植被和季节性冻层影响,全剖面滞水,土壤除受灰化过程制约外,还受潜育过程的影响,剖面性态和理化属性与上两亚类也不同。今以呼 78-11 号剖面为例说明之。此剖面位于呼盟额尔古纳左旗潮原站,海拔 950 米,山麓沟缘,平缓,母质为冰川泥砾,砾质成分为安山岩,植被为落叶松-杜香、越桔林,林下含大量水藓。

- 0—2 厘米, A<sub>00</sub>, 松针残落物及水藓活体;
- 2—9 厘米, A<sub>1</sub>, 土体夹杂大量暗褐色海绵状半腐解物,湿;
- 9—15 厘米, A<sub>2</sub>A<sub>1</sub>, 暗棕灰色,含大量半腐解物,能观察到白色硅粉,湿;
- 15—22 厘米, A<sub>2</sub>B, 灰白色,砂壤土,层状结构,根系少;
- 22—34 厘米, BG, 灰白带浅棕,具蓝斑,砂壤质,含大量砾石;
- 34—55 厘米, BC, 灰白带浅棕,湿,具少量蓝斑,含大量石砾。

潜育灰化土的灰化强度较上二亚类弱。虽然剖面中灰白层次厚而明显,但主要是潜育漂洗所致,因而带蓝斑,表层泥炭化现象明显。质地稍细,但仍有明显质地突变性质(表 13);呈强酸—酸性反应,pH 值稍高,盐基饱和度可达 50% 以上;交换性阳离子中以

表 13 潜育灰化土颗粒组成 (%)

剖面 号码	土壤 类型	采样深度 (厘米)	发生 层次	石砾 3—1 (毫米)	各粒级含量(粒径:毫米)								
					1—0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	<0.001	1—0.05	0.05— 0.001	<0.01
兴 78 — 09	潜 育 灰 化 土	4—12	A <sub>1</sub>	47.7	8.4	14.8	28.9	18.0	15.7	14.2	23.2	62.6	47.9
		12—29	A <sub>2</sub>	46.8	9.2	12.4	32.2	21.0	14.2	11.0	21.6	67.4	46.2
		29—40	BG	43.7	5.3	5.7	15.4	17.6	27.3	28.7	11.0	60.3	73.6

Ca<sup>++</sup>、Mg<sup>++</sup> 为主, Al<sup>+++</sup>、H<sup>+</sup> 次之(表 14);由于 A<sub>2</sub> 层 SiO<sub>2</sub> 积累,B 层 R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 淀积都及灰化土强烈,其间过渡不甚明显(表 15)。微形态特征是全部面都可发现硅藻骨骼。可以说,是灰化土向沼泽土过渡的一个亚类。

上述各亚类,各可按母质状况及土壤含砾量分“典型”及“石质”二个土属。土属下可按 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 层厚度分若干土种。

由于气候冷湿,土层浅薄,加上营养元素多呈有机态存在,速效养分含量低,肥力低

表 14 潜育灰化土一般化学性质

田间号码	土壤类型	采样深度 (厘米)	有机质 %	全氮 N%	C/N	全磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	全钾 K <sub>2</sub> O %	速效钾 K <sub>2</sub> O 毫克/ 100克	速效磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 毫克/ 100克	水解氮 毫克/ 100克	pH		交换性阳离子(毫克当量/100克)						盐基饱 和度 %
											水提	盐提	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	
兴 78 — 09	潜育灰化土	4—12	5.40	0.107	29.27	0.102	3.19	38.4	11.0	11.76	4.9	3.7	5.99	1.66	0.72	0.15	0.32	1.62	47.56
		12—29	0.82	0.038	12.52	0.056	22.0	1.8	4.70	5.1	3.7	3.84	1.40	0.40	0.16	0.26	1.19	92.60	
		29—40	3.86	0.100	22.39	0.119	36.3	4.9	12.15	5.1	3.6	7.59	2.64	0.69	0.19	0.39	2.35	51.48	
呼 78 — 11	潜育灰化土	0—9	67.21	1.016	38.37	0.251	0.66	117.0	65.56	99.37	4.5	3.4	28.00	4.27	2.34	1.02	1.45	1.27	54.42
		9—15	23.48	0.412	33.06	0.180	34.7	7.0	65.86	4.6	3.3	18.42	2.51	0.70	0.23	1.16	0.15	46.55	
		15—22	3.24	0.090	20.88	0.084	19.2	2.6	14.70	4.8	3.3	5.29	1.03	0.36	0.09	0.59	4.18	44.19	
		22—34	2.24	0.069	18.83	0.090	20.0	3.8	6.66	4.9	3.5	5.43	1.12	0.41	0.09	0.39	2.34	54.11	
		35—50	1.04	0.039	15.46	0.095	28.9	2.9	4.94	4.9	3.5	4.15	1.14	0.57	0.10	0.34	1.10	57.58	

表 15 潜育灰化土胶体部分全量组成(占灼烧土重%)

田间号码	土壤类型	采样深度 (厘米)	发生层次	烧失量%	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
		15—22	A <sub>2</sub> B	7.82	55.61	34.43	8.75	25.67	0.48	2.06	0.66	0.03	6.45	0.21	0.062
		22—34	BG	6.60	54.46	35.93	7.30	28.63	0.20	2.08	0.58	0.05	6.52	0.52	0.082
		35—50	BC	6.52	53.83	35.92	7.90	28.02	0.19	2.38	0.53	0.06	6.46	0.52	0.106

下,灰化土不宜发展农业,但却在我国林业生产中占有重要地位。据初步统计,这类土壤面积逾亿亩。其中兴安落叶松与樟子松成过熟林所占比重甚大,平均树龄 150—180 年,活立木蓄积量 100—150 米<sup>3</sup>/公顷。虽然林木生长地位级较低,但在注意水土保持,坚持采、育、用相结合的合理经营方式下,木材仍可高产稳产。小部分林间隙地,可零星开垦种植蔬菜、饲料。但应严禁毁林开荒,免致恶化生态平衡。

### 三、结 语

本文讨论大兴安岭北段发育在寒温带针叶林下的土壤发生与分类问题。这类土壤具有明显的灰化过程,在特殊成土条件影响下,腐殖酸的螯合淋溶淀积作用使土壤矿物遭到破坏与重新分配,形成 SiO<sub>2</sub> 富集的灰化层以及铁、铝、腐殖质碳淀积的淀积层。这类土壤呈强酸性反应,盐基饱和度极低,交换性阳离子以 H<sup>+</sup>、Al<sup>+++</sup> 为主;腐殖酸组成中以富里酸为主;质地突变性明显;硅、铁、铝、腐殖质碳剖面分异明显;矿物蚀变度高, A<sub>2</sub> 层具粉砂质微结构等。据此,将其命名为灰化土,定为我国寒温带地带性土类。其下根据成土过程差异,分为灰化土、棕色灰化土、潜育灰化土三个亚类。总的说来,这类土壤属于季风影响下寒温带山地灰化土类型。同世界上典型灰化土也有一定差异,主要是土层浅薄,灰白色 A<sub>2</sub> 层并不普遍连续、清晰, B 层腐殖质碳并不普遍明显淀积等。

关于大兴安岭北部地带性土壤的形成过程和发生分类甚至理化性态一直存在不同意见。但是,这类土壤是我国主要针叶用材林生产基地之一。所以,继续对其深入研究,是有重要的理论和实践意义的。

### 参 考 文 献

- 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤。科学出版社。  
中国科学院内蒙古宁夏综合考察队、中国科学院南京土壤研究所, 1978: 内蒙古自治区与东北西部地区土壤地理。科学出版社。  
徐琪, 1979: 关于灰化土和白浆土研究的进展。土壤学进展, 第 1 期, 21—39 页。  
南京大学地质系编, 1961: 地球化学。科学出版社。  
M. M. 科诺诺娃, 1963 (周礼恺译, 1966): 土壤有机质。科学出版社。  
Segalen, P., 1973: L'aluminium dans les sols, Paris, O. R. S. T. O. M., Initiations, n° 22。



## PODZOLIC SOILS IN NORTHERN PART OF DA XINGANLING

Xiong Guo-yan, Zhao Qi-guo and Wang Ming-zhu

(*Nanjing Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

### Summary

The present paper deals with the formation and classification of podzolic soils developed under cool-temperate zone with coniferous forest in northern part of Da Xinganling. Evidence from field survey and laboratory investigation indicated that the podzolization is the principal soil forming process in this region. The salient genetical characteristics are as follows: (1) By the study of soil humus, it has been shown that the organic matter of soil almostly keeps in partly decomposed form, the composition of humus is mainly fulvic acid and the ratio of H/F remains 0.08—0.61. In addition, in comparison with humic acid in strongly podzolized soils in some other regions, the nature of light density of humus acid in this soil is just about the same. The value of  $E_4:E_6$  is near 5. The degree of structure condensation of humic acid is decreased, whereas the fatty branched chain and the degree of ionization are increased. Under such condition, the ability of chelation with  $R_2O_3$  by soil humus is accelerated and thereby promoted the development of podzolization of the soil.

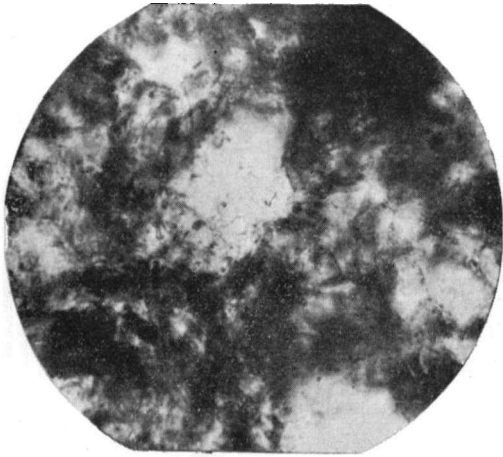
(2) According to soil analyses, it has been discovered that there are many phytoliths in this soil. This shows that under strongly acid condition accumulated  $SiO_2$  by biological activity in the upper part of this soil played an importante role in podzolization.

(3) The pH of soil frequently ranges from 3.9 to 4.5. The base saturation of soil is less than 60%. Under strongly acid condition  $Al^{+++}$  and  $H^+$  ions are dominant in the exchangeable cations. The index of leaching-accumulation in clay fraction is about 2. The index of leaching-accumulation of  $SiO_2$  and  $R_2O_3$  in soil colloids ranges from -17 to -33, and from 18 to 38 respectively. The ratio of  $SiO_2/R_2O_3$  of soil colloids in  $A_1$  horizon ranges from 3.6 to 5.0 and from 2.2 to 2.5 in B horizon.

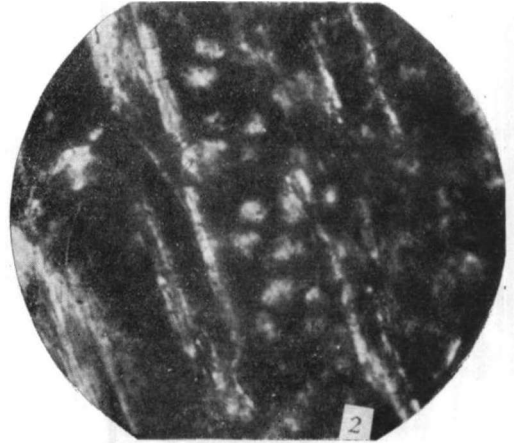
(4) Clay minerals are composed of illite, vermiculite and chlorite in lower horizon, while kaolite and montmorillonite are dominant in the upper horizon. The clay minerals are converted from 2:1 type clay into 1:1 type clay in the profile. It indicated that the differentiation of minerals in this profile is resulted from the breakdown or alternation of clay minerals.

(5) On the basis of the identification of soil fabric, the silty massive fabric was present in  $A_1$  horizon and paraspongy fabric in B horizon, while porous matrix-porphroskelic fabric is present in BC horizon. These are features of podzolization.

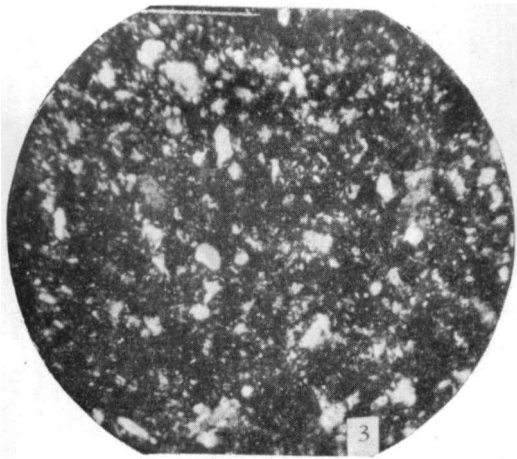
From the preceding investigations, it is convinced that this soil can be considered as mountain soil of cool-temperate zone in China, termed as podzolic soil. This soil group can be further classified into three sub-groups: typical podzolic soil, brown podzolic soil and gley podzolic soil.



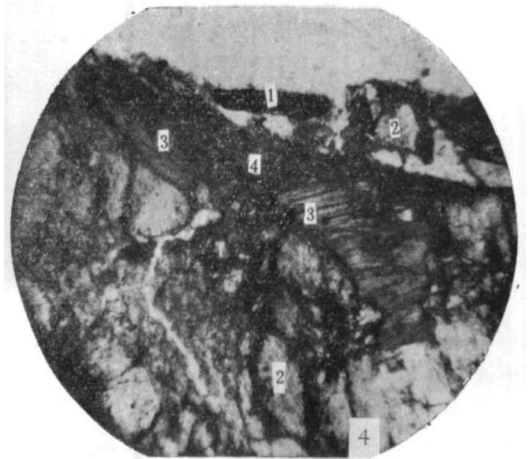
片号：0324-2 ×424 透射光  
兴 129 3-7 厘米 (A<sub>1</sub>)  
示腐殖质胶结的土体，其中含有  
真菌菌丝体，色白者为矿物颗粒



片号：0324-4 ×424 正交偏光  
兴 129 3-7 厘米 (A<sub>1</sub>)  
示植物残体的硅化作用，具黑十  
字的圆形颗粒为玉髓

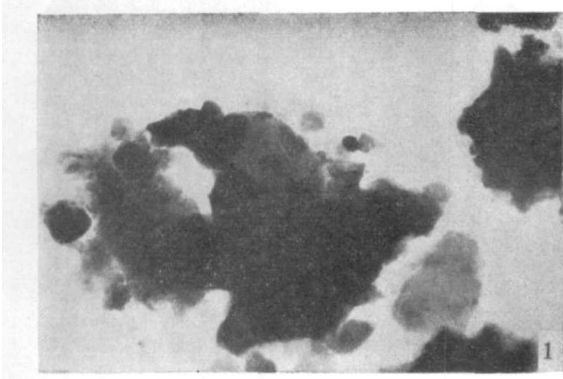


片号：0325-2 ×116 正交偏光  
兴 129 7-13 厘米 (A<sub>2</sub>)  
示粉砂质微结构

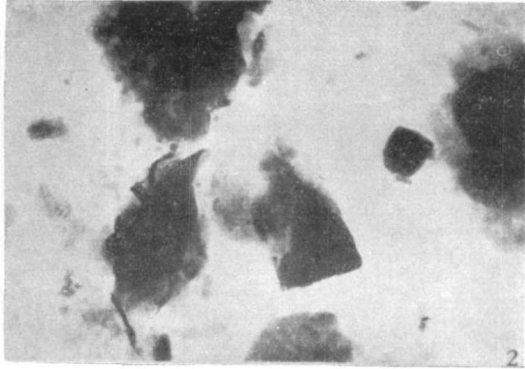


片号：0330-1 ×38 单偏光  
兴 110 25-40 厘米 (BC)  
示原生矿物的风化情况  
1. 全部铁质化的黑云母  
2. 局部铁质化的长石  
3. 局部铁质化的黑云母  
4. 水化黑云母

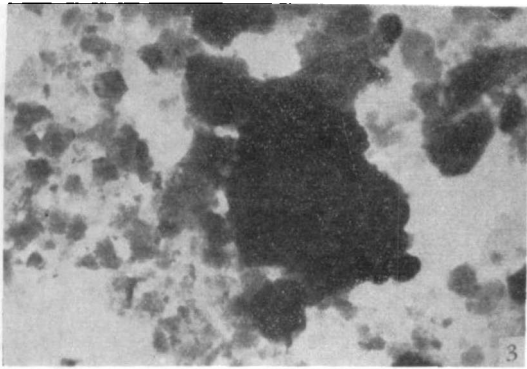
照片 1 灰化土薄片显微观察



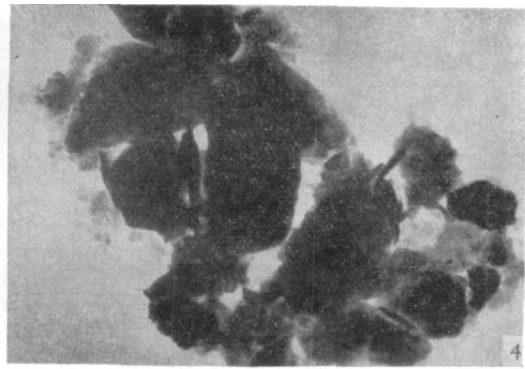
片号：6300 ×10,000 兴129 3—7厘米(A<sub>1</sub>)  
示石英、高岭、水云母



片号：6306 ×10,000 兴129 7—13厘米(A<sub>2</sub>)  
示水云母→蒙脱过渡类型矿物、石英



片号：6316 ×10,000 兴129 13—30厘米(B)  
示水云母和赤铁矿



片号：6285 ×10,000 兴110 15—25厘米(BA<sub>2</sub>)  
卷曲的暗色矿物是褐铁矿

照片 2 灰化土粘土矿物的电镜观察