

长白山北坡原始林采伐对 土壤性质影响的研究*

贾守信 梁志广 梁淑兰
张智 赵云萍 冯振云
(吉林林学院)

长白山北坡是我国中纬度地区保持得比较好的著名原始林区。林木组成复杂,成林树种丰富,每公顷蓄积量可达300—600立方米。而适合采伐的成过熟林已占绝大部分。据白河林业局资料:其林分蓄积中成过熟林占90.1%,这些成过熟林的林木生长量已大为减退,平均生长率为3.96%,而自然枯损率却占1.87%。特别是针叶树种平均自然枯损率高达3.79%,几乎与平均生长率相等¹⁾,这表明该局的森林资源应及时开发利用。另一方面,这些可采伐的原始林,地处熔岩高原,是第二松花江的源头,现有森林覆被对于调节气候、涵养水源、保持水土的作用是难于估量的。若采伐方式不当,是否会引起森林立地条件恶化而不利于更新造林,导致生态失去平衡并带来极大的灾难。为此,1982年吉林省林学会联合我院等十多个单位,针对上述问题,从各方面进行考察。笔者等用设立标准地调查对比的方法,于落叶松纯林和阔叶红松林采伐迹地上进行研究,现将初步结果报道如下。

一、原始林下主要土壤类型及其基本性质

长白山是一座休眠火山,除粗面岩构成的火山锥体外,主要是比较平缓的熔岩台地及河流切割的低阶地和河谷。目前采伐区主要分布在海拔700—1200米范围内,采伐的森林类型有:落叶松纯林、针阔叶混交林、针叶混交林和阔叶混交林。成林树种主要为:红松(*Pinus koraiensis*)、鱼鳞云杉(*Picea jezoensis*)、红皮云杉(*Picea koraiensis*)、长白落叶松(*Larix olgensis*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、椴树(*Tilia amurensis*)等。本区为受季风影响的温带大陆性山地气候,年平均气温3.9—3.6℃,随海拔增高而降低。7月平均气温12.7—20.7℃;1月平均气温-16.7—-20.5℃。年平均降水量632—967毫米,多集中在6—9月。最大冻土深度2.0米左右,据6月下旬调查,在东方红林场地表50厘米以下,可能存在岛状永冻层。

采伐的原始林覆被下主要的土壤类型有以下三类^[1](表1)。

* 全文由贾守信同志执笔,本文承邢邵朋院长审阅,谨致谢意。

1) 吉林省林学会:1983,长白山林区白河林业局采伐与更新技术考察报告。

1. 棕色针叶林土 主要分布在海拔 1000—1200 米的台地上, 植被是落叶松纯林和落叶松、臭松、红松、云杉组成的针叶混交林。林内草本层的覆盖度 30% 左右, 苔藓层较发达。母质为灰色火山灰并夹有大量浮石。棕色针叶林土凋落物层达 10 厘米以上, 分解不良, 其分解强度 (A_{00}/A_0) 在 1.0 以上。腐殖质层(Ah)厚度仅数厘米, 但有机质、全氮和全磷含量均较高, 向下则锐减。C/N 亦高。由于发育在火山灰上, 质地粗松, 粘粒含量少, 未见有移动现象。土壤呈稳定的酸性反应, 水解酸亦高, 盐基饱和度多在 20—55% 之间。土壤中硅、铝、铁的移动不明显。

2. 暗棕色森林土 主要分布在 750—1000 米的低平台地和低山、丘陵上。原生植被为针阔叶混交林, 早期择伐后则成为阔叶混交林。组成树种除红松外, 尚有椴树、水曲柳、桦树 (*Betula sp.*) 黄菠萝 (*Phellodendron amurense*)、春榆 (*Ulmus propinqua*) 等。草本层覆盖度约 40%。在台地上母质主要为火山灰, 外缘则常见黄土状粘土, 低山、丘陵的基岩有玄武岩、粗面岩和花岗岩等。

暗棕色森林土凋落物层厚度较薄(平均不超过 5 厘米), 分解也较好, 腐殖质层在 10 厘米以上, 除白浆化暗棕色森林土外, 剖面分化不明显, A + B 层厚度在 50—100 厘米之间。土壤呈微酸性或酸性反应, 水解性酸比棕色针叶林土低, 而盐基饱和度则多在 50—85% 左右。土壤中有有机质、全氮、全磷含量均很丰富, C/N 亦小。这类土壤因其形成条件和发生特性的变异, 还可分为始成、白浆化和草甸等亚类。

3. 白浆土 主要分布于台地外缘, 海拔 600—800 米范围内。地形平坦, 地表无积水, 植被为阔叶混交林及针阔叶混交林。草本层覆盖度达 50% 以上。母质为黄土性粘土。

白浆土的剖面层次分化明显, 具有灰白色的 Aw 层和粘重、坚实的 B 层。全剖面均比较粘重, 土壤水分变动范围主要在表层。土壤呈酸性、微酸性反应, 水解酸亦高, 盐基饱和度在 35—70% 之间。有机质和全氮、全磷含量在表层较高, 但到 Aw 层则锐减, C/N 亦低。

二、森林采伐后对土壤性质的影响

森林植被是森林土壤形成的主导因素之一。森林被采伐之后, 必将引起森林土壤动物和微生物区系的改变, 以及水、热和其它物质的再分配, 从而使土壤性质产生相应的变化^[4]。但是, 这种变化的程度, 是以采伐方式、采伐时间、林分类型和母质的不同为转移的。长白山北坡原始林的采伐始于 1974 年, 采伐方式主要是: 采育择伐、二次渐伐和经营择伐。从 1976 年起采用皆伐, 其面积逐年扩大, 并由小面积皆伐演变为大面积皆伐。至 1981 年止, 皆伐面积已占总采伐面积的 21%。在择伐中, 强度大于 40% 的占 5.5%; 大于 50% 的占 42.2%; 60% 以上的占 27.2%。

1. 森林枯枝落叶层的消长^[2] 由于采伐方式不同, 枯枝落叶层的消长是有差异的。在皆伐迹地上, 枯枝落叶已不再增加积累, 故枯枝落叶层的厚度和数量明显的减少; 经过火烧的皆伐迹地, 则完全没有枯枝落叶层。阔叶红松林的择伐迹地(1974 年), 分解虽也有所改善, 但每年仍可增加相当数量的枯枝落叶, 使枯枝落叶层中的未腐层和半腐层数量仍有增加, 但全腐层的数量和枯枝落叶层的厚度都显著的减少(表 2)。

表 1 采伐区原始林下主要土壤类型的理化性质

Table 1 The physical and chemical properties of main soils in the slash of primitive forest

发生层 Genetic horizon	深度 (cm) Depth	pH	有机质 (%) Organic matter	全氮 (%) Total N	全磷 (P ₂ O ₅ ,%) Total P ₂ O ₅	速效钾 (K ₂ O,mg/ 100g土) Rapid available K ₂ O	C/N	水解性酸 (meq/100g soil) Hydrolytic acidity	交换性盐基 (meq/100g soil) Exchangeable base	盐基饱和度 (%) Degree of base saturation	质地名称 Texture name
82-白-1011 棕色针叶林土, 位于东方红林场二分区, 海拔 1120 米, 火山灰 Brown coniferous forest soil, Elevation: 1120m, volcanic cinders											
L-H	0-2	5.75									
Ah	2-10	4.63	24.13	0.496	1.179	12.85	25.65	29.96	16.07	34.92	中壤土
Ac ₂	12-18	5.59	3.42	0.089	0.276	12.74	20.17	6.64	5.28	44.30	石质轻壤土
Bf	26-36	5.70	3.42	0.088	0.303	8.65	20.51	11.78	10.25	46.53	石质轻壤土
Bc	55-65	6.10	0.44	0.035	0.280	10.20	6.57	4.61	6.10	56.96	石质砂壤土
C ₁	95-100	6.30	0.77	0.043	0.346	8.18	9.43	3.67	6.64	64.40	砂壤土
82-白-1057 暗棕色森林土, 位于劲松林场十二分区, 海拔 780 米, 花岗岩残积, 坡积物 Dark brown forest soil, Elevation: 780m, Granite residual, slope deposit											
F	0-3	6.80									
Ah	3-17	5.86	13.11	0.645	—	13.21	9.78	12.85	36.88	74.16	重壤土
AB	17-35	5.98	2.98	0.227	—	1.51	6.91	7.53	28.42	79.05	砾质中壤土
B ₁	35-60	6.33	0.64	0.040	—	2.33	8.25	4.43	25.41	85.15	砾质轻壤土
B ₂	60-85	6.33	0.64	0.043	—	5.06	7.67	3.31	22.66	87.23	砾质中壤土
BC	85-112	6.56	—	—	—	11.84	—	4.71	28.11	85.65	砾质中壤土

表 2 森林采伐前后枯枝落叶层蓄积量的变化状况

Table 2 Variations of the amount of litter before and after cutting

林分类型 Forest type		阔叶红松林 Korean pine mixed with broad-leaved forest					落叶松纯林 Pure larch forest		
采伐方式 Cutting method		原始林 Primitive forest	50%择伐 50% selective cutting (1)	变率 Rate of change (%)	皆伐 Clear cutting (2)	变率 Rate of change (%)	原始林 Primitive forest	火烧—皆伐 Burn—clear cutting (3)	变率 Rate of change (%)
枯枝落叶层 绝对干重 (吨/公顷) Absolute dry weight of litter (ton/ha.)	L	6.05	10.28	+69.61	5.96	-1.49	12.05	0	-100
	F	7.28	11.12	+52.74	10.65	-61.81	12.75	0	-100
	H	20.68	15.39	-25.59	16.61	-51.16	11.96	0	-100
	总量	34.01	36.79	+8.17			36.76	0	-100
枯枝落叶层厚度 (cm) Thickness of litter layer		13.0	9.0	-31.0	10	-23.1	11.0	0	-100

注: L——未腐层; F——半腐层; H——全腐层。

(1) 1974年择伐, 1975年造林; (2) 1978年皆伐; (3) 1970年火烧, 1971年大面积皆伐。

2. 土壤表层草根盘结状况的变化 森林采伐之后, 由于水、热、光条件的改善, 在迹地上草本植物能很快的侵入, 并滋生繁茂, 使土表草根盘结度显著提高。

调查表明: 以火烧—皆伐迹地的草根盘结度最大(草根绝对干重为 2126.6 克/平方米), 其天然更新也就最差, 幼树分布不匀, 生长不良, 每公顷幼树为 1631—2188 株, 一般皆伐迹地次之(草根绝对干重为 436—439.2 克/平方米), 择伐迹地最小(草根绝对干重为 428.8 克/平方米)。

3. 土壤表层腐殖质含量的变化 在采伐迹地上, 由于有机质分解条件改善和草本植物侵入, 使土表腐殖质含量增加, 土壤肥力得到了提高。分析资料表明: 强度择伐、皆伐和火烧—皆伐迹地表土的腐殖质增率, 依次为 2.49—28.52%、80.72%、159.34%。这与分解条件改善的程度和草本植物侵入的数量呈正相关。火烧后所产生的灰分中和有机质分解时产生的酸性, 也能促进有机质分解的速度。择伐强度 50% 的阔叶红松林, 表土腐殖质含量增率只有 2.49%, 这是因为 1974 年择伐后, 1975 年补造了红松和臭松, 到现在已成林郁闭, 平均直径达 10 厘米以上, 每公顷立木有 600 株左右, 蓄积量近 200 立方米(标准地: 25—2)。说明原有的森林环境已基本恢复, 故森林枯枝落叶层的蓄积量得到增加(见表 2), 有机质分解速度亦相应减缓。

4. 土壤酸度的变化 本区森林采伐后, 土壤酸度变化的特点是: 水解性酸在落叶松纯林的各类迹地上均有所提高。针阔叶混交林择伐迹地水解酸亦增高; 皆伐迹地则降低。阔叶混交林的择伐迹地水解酸则有大幅度的降低。

土壤 pH 值的变化, 除了枯枝落叶层 pH 值略趋降低外, 心土层 pH 值都有所增加。表明森林的采伐能降低土壤的酸性, 使土壤肥力得到提高, 有利于森林更新(表 3)。

5. 土壤表层全氮量的变化 土壤表层全氮量一般应与有机质含量成正相关。但是, 由于采伐方式和强度的不同, 使迹地上水热状况变化程度、枯枝落叶 C/N 值、幼树生

表 3 森林采伐前后土壤 pH 值的变化

Table 3 The variation of soil pH before and after cutting

林分类型 Forest type		红 松 纯 林 Pure Korean pine			阔 叶 红 松 林 Korean pine mixed with broad-leaved forest			阔叶混交林 Mixed broad-leaved forest	
采伐方式 Cutting method		原始林 Primitive forest	择 伐 Selective cutting	皆 伐 Clear- cutting	原始林 Primitive forest	择 伐 Selective cutting	皆 伐 Clear- cutting	原始林 Primitive forest	择 伐 Selective cutting
土层深度 (cm) Soil depth	0—10	5.95	5.63	5.75	6.80	5.16	7.04	6.42	5.95
	10—20	4.39	4.98	5.59	5.86	5.86	6.42	5.08	5.45
	20—30	5.20	5.89	5.70	5.98	6.36	6.03	5.35	6.19
	30—40	5.08	6.10	5.70	6.33	6.40	5.88	5.42	6.07

长速度以及季节等方面的不同,都可能使土壤的全氮量有所降低。分析资料表明:在择伐迹地上,全氮量的变率为 +4.17%,而择伐迹地为 -14.2%,尤以针阔叶混交林择伐后,全氮量的降低率达 65.80%。这是因为不同树种枯枝落叶的 C/N 值有差异,针叶树 C/N 大,阔叶树则小。因此,分解速度不一致,并且在分解过程中,植物对氮素的吸收利用和淋溶损失, C/N 值也还在不断变化。同时,择伐以后,幼树的高生长逐年加快。据调查,择伐三年以后,幼树的生长比原始林中的幼树快三倍以上。阔叶树的生长比针叶树需要更多的氮素。这几方面都是使择伐迹地全氮量暂时趋向降低的重要原因。

6. 火烧—皆伐迹地上土壤沼泽化不断加强 森林采伐之后,由于蒸腾作用减弱,在地势低平、排水不良的地形部位,土壤含水量大为增高,使土壤沼泽化不断加强。迹地土壤的沼泽化与林分所处的地形部位、采伐方式及伐后是否能得到有效更新有密切关系。

1970—1971 年火烧—皆伐迹地,由于地形低平,伐后又未及时更新,在 1100 米横跨迹地的对角线调查样线中,沼泽化积水的长度可达 362 米,占 32.9%。天然更新亦很差,每公顷幼苗平均仅 2168 株,其中杨、桦占 60—70% 左右。

在宝马林场,1976 年的皆伐迹地,地形亦较平坦,其中未及时有效更新的地段(标准地 56 号),现在已杂草丛生,地表积水,土壤沼泽化不断加强;而伐后及时有效更新落叶松的地段(标准地 57 号),现在生长好,土壤无明显的沼泽化迹象,每公顷幼苗、幼树在 6000 株以上。

强度在 40—50% 的择伐迹地,保留郁闭度 0.4—0.5 左右,一般天然更新良好,土壤无沼泽化现象。

7. 土壤物理性质的变化 从分析资料中大致可以看出:迹地土壤表层的容重均有减小的趋势,其中火山灰上发育的土壤平均降低率为 21.3%;黄土性粘土则为 15.9%。这表明由于表土中腐殖质含量增加,土壤变得比较疏松,有利于通气和透水。表土中的毛管孔隙度与非毛管孔隙度则有增、有降,无明显的规律。但表土 30 厘米以内的田间持水量,除个别例外,几乎都有明显的增高。土壤表层有效水分的增多,对更新的幼苗、幼树成活和生长都是有利的。

值得注意的是枯枝落叶层具有很高的持水率,吸持水分的重量比其本身的重量大 3—

5 倍(表 4),这是森林之所以能蓄水、保土的重要原因。但是森林被采伐之后,随着枯枝落叶层的迅速分解消失,这个“天然水库”即受到破坏并引起水土冲刷和洪水泛滥。

表 4 枯枝落叶层的持水量

Table 4 The water-holding capacity of litter layer

林 分 类 型 Forest-type	枯枝落叶层重量 (吨/公顷) Weight of litter layer (ton/ha.)	持 水 率 (%) % of moisture content	总 持 水 量 (吨/公顷) Total water-holding capacity (ton/ha.)
落叶松纯林 pure larch forest	38.45	312	120
红松纯林 Pure Korean pine forest	34.50	492	170
阔叶红松林 Korean pine mixed with broad-leaved forest	32.20	472	152
阔叶混交林 Mixed broad-leaved forest	20.20	523	106

三、结 论

从上述的分析研究中,可以得出以下几点初步结论。

1. 长白山北坡采伐区的原始林,在比较合理采伐的情况下,土壤枯枝落叶层加快分解,酸性略有降低,腐殖质含量有所增加。土壤容重降低,田间持水量增高,有利于更新幼苗扎根成活和增加有效水分的供应。择伐后幼树、幼苗的高生长,比原始林内的快三倍以上。这个事实表明:长白山北坡大面积的成过熟林,只要合理采伐,不仅不会引起土壤条件的恶化,而且能使土壤性质得到改善,有利于更新造林。

2. 在各类采伐迹地上,由于光、水和热量条件的改善,草本植物很快侵入,使土壤表层的草根盘结度显著提高,这对于防止水土流失是有利的,但草根层能阻断种子或苗根和矿质土壤的接触,对天然更新和人工造林却非常不利。据调查观察,择伐迹地的草根盘结度较小,天然更新最好;皆伐迹地增大,更新次之;而火烧—皆伐迹地更新最差。此种迹地及时有效更新的幼树生长良好;未及时有效更新的则生长很差。因此,为使迹地尽快地恢复森林,需要采取的措施是^[3]: (1) 采用强度在 40% 以内的择伐,废除皆伐或只有在特殊情况下才采用皆伐; (2) 为适应当前森林更新赶不上采伐和人工更新效果差的现状,择伐迹地应以天然更新为主,人工促进和补造为辅; (3) 对现存的大面积皆伐迹地,应进行人工造林。造林时应进行块状整地,破除草根盘结层,使幼苗根系直接插入土壤矿质层中,并与之紧密接触; (4) 在特殊情况下采用皆伐,其面积应严格控制在 5 公顷以下,并在采伐后 1—2 年内完成造林工作,保证质量,及时抚育。

3. 分布在地形低平部位的各类原始林,应确认只能采用择伐,不能或不适宜于采用皆伐,否则易引起土壤沼泽化的加强,这也是应该加以充分注意的问题。

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] 中国林学会、中国土壤学会森林土壤专业委员会, 1981: 森林与土壤。科学出版社。
[3] 辽宁省林学会、吉林省林学会、黑龙江省林学会, 1982: 东北的林业。中国林业出版社。
[4] Pritchett W. L., 1979: *Properties and Management of Forest Soil*, By John Wiley & Sons. Inc.

STUDIES ON THE INFLUENCE OF FELLING ON PROPERTIES OF SOILS UNDER PRIMITIVE FORESTS ON NORTH SLOPE OF THE CHANGBAI MOUNTAINS

Jia Shouxin, Liang Zhiguang, Liang Shulan, Zhang Zhi, Zhao Yunping
and Feng Zhenyun
(*Jilin Forestry College*)

Summary

The area of primitive forests on the north slope of the Changbai Mountains is one of the best virgin forest regions reserved in northeast China. In order to study the influence of felling of the primitive forests on the soil properties and its relation to natural reforestation, the field investigation was conducted from June to August in 1982.

The main types of forest vegetation in this region are the pure larch forest, the broad-leaved Korean pine forest, the mixed coniferous forest and the mixed broad-leaved forest. And under these vegetations the main soils are mountain brown coniferous forest soils, mountain dark brown forest soil and lessive soil. These soil profiles are characterized by the thicker litter layer, higher content of humus and total nitrogen, which decrease rapidly downwards, pH-value ranging from 5.0—6.0, low degree of base saturation, higher content of hydrolytic acid, insignificant illuviation of iron oxide and aluminum oxide, C/N ratio ranging from 15 to 20 and good physical properties.

It can be found that felling of the forest results in great changes of soil properties such as the accelerated decomposition of litter, the increase of humus and total nitrogen in topsoil, the decrease of soil acidity, and the improvement of physical and moisture properties of the soil, which are favourable for the reforestation. However, clear felling in a too large area will bring about the flourishing growth of the wild grasses and dense development of their roots in the topsoil, which is unfavourable for the natural and artificial reforestation. Therefore, the reasonable felling, i.e. selective felling, rather than the clear felling should be adopted, and the intensity of selective felling should be 40—50%. On the clear felling slash, careful preparation of soil before artificial reforestation is necessary, and proper tending of the young growth is of most important for its rapid growth.