

文章编号: 1001-1498(2008)01-0106-04

天然林不同强度采伐 10 a后林地土壤理化性质分析

郑丽凤¹, 周新年^{1*}, 巫志龙¹, 罗积长², 蔡瑞添², 林海明²

(1. 福建农林大学, 福建 福州 350002; 2. 福建省建瓯市林业局, 福建 建瓯 353100)

关键词: 天然针阔混交林; 择伐; 皆伐; 土壤理化性质

中图分类号: S714.2

文献标识码: A

Analysis on Soil Physic-chemical Properties of Natural Forest 10 Years after High Intensity Cutting

ZHENG Li-feng¹, ZHOU Xin-nian¹, WU Zhi-long¹, LUO Ji-zhang², CAI Rui-tian², LIN Hai-ming²

(1. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian China;

2. Jian 'ou Forestry Bureau of Fujian Province, Jian 'ou 353100, Fujian, China)

Abstract: The soil physic-chemical properties of natural mixed stand of conifer and broad-leaved trees in different cutting operation site after 10 years (high intensity, 45.8%; over-high intensity 67.1%; clear cutting) were quantitatively analyzed. The results showed that the bulk density of soil and the damage rate of soil structure increased, while the saturated water retention of soil and the total porosity of soil decreased. The content of soil nutrient generally decreased. The soil aggregate, soil water content property and porosity, and soil nutrient were not recovered after 10 years. With the felling intensity increasing, the destruction has deteriorated.

Key words: natural mixed stand of conifer and broad-leaved trees; selective cutting; clear cutting; soil physic-chemical properties

主伐方式基本上可分为皆伐、渐伐和择伐 3 大类。从生态角度看, 择伐对森林生态环境影响最小, 并使森林的 3 种效益达到最完美的结合, 而皆伐对生态的破坏最大^[1]。森林土壤是森林生态系统的重要组成部分, 是林木赖以生存的物质基础。在森林经营活动中不可避免地会对林地土壤造成一定的影响, 采取多大的采伐强度才能尽可能减少对林地土壤的破坏, 是森林采伐中必须考虑的问题。不同采伐方式和不同集材方式对不同林型、不同植被类型林地土壤理化性质的影响已有不少研究^[2-12], 但对于采伐后森林土壤的动态变化情况较少系统报道^[13]。定量分析天然针阔混交林强度择伐、极强度择伐和皆伐 10 a 后林地土壤理化性质的动态变化, 旨在揭示森林土壤采伐前后的养分演变规律, 对于

减少采伐作业对林地土壤的干扰具有重要意义, 同时也为合理选择主伐方式, 建立针阔混交林生态采运理论提供科学依据。

1 试验地概况

试验地位于福建省建瓯大源林业采育场 (117° 58' 45" ~ 118° 57' 11" E, 26° 38' 54" ~ 27° 20' 26" N), 地处武夷山脉的东南部, 鹫峰山脉的西北侧。该区属中亚热带海洋性季风气候, 年平均气温 15 ~ 17 °C, 年均降水量 1 890 mm 左右, 年蒸发量为 1 327.3 ~ 1 605.4 mm, 年均相对湿度 83%。伐区位于该场 84 林班 18、19 小班, 属低山丘陵地形, 海拔 600 ~ 800 m, 坡度 28° ~ 35°; 土壤为花岗片麻岩发育而成的山地黄红壤, 土层厚度中、疏松, 质地为轻壤土或重壤

收稿日期: 2007-07-06

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目 (2006J0301), 福建省科技厅重点科学基金资助项目 (2007N0002, 2006F5006), 福建省林业厅科学基金资助项目 (闽林科 [2006] 7 号第 14 项)

作者简介: 郑丽凤 (1972—), 女, 福建邵武人, 副教授, 在职博士生, 从事森林经理、工程索道和生态采运等研究。

* 通讯作者: 周新年 (1951—), 男, 福建浦城人, 教授, 博士生导师, 从事生态采运、工程索道和森林经理等研究。

土。试验林前茬为多树种针阔混交的天然次生林(1 杉 2 马 7 阔),伐前立地条件基本相同,于 1996 年 3 月进行 2 种不同强度择伐(强度 45.8%和极强度 67.1%)和皆伐作业。按采坏留好、采老留壮、采大留小和采密留稀的原则,强度和极强度以采伐马尾松(*Pinus massoniana* Lamb)、米槠(*Castanopsis carlesii* (Hemsl) Hayata)为主。伐后林分以常绿阔叶林为主体,天然恢复植被,另外还设有未采伐的样地进行对照。择伐作业按照单株择伐的技术要求进行,对采伐木单独记录并挂号。作业措施为:油锯采伐,林内打枝造材,人力肩驮集材,>5 cm 以上的枝桠全部收集利用,其余归堆清理。之后于 2006 年 7 月对试验林进行复查。自然植被中,乔木层主要优势树种为甜槠(*Castanopsis eyeri* (Champ. ex Benth) Tutch)、米槠、虎皮楠(*Daphniphyllum oldhamii*

(Hemsl) Rosenth)、木荷(*Schinus superba* Gardn et Champ)等;灌木主要有:黄瑞木(*Adimandra millettii* (Hook et Am) Benth)、石栎(*Lithocarpus glaber* (Thunb) Nakai)、少叶黄杞(*Engelhardtia fenzelii* Merr)、密花山矾(*Symplocos congesta* Benth)等;草本及藤本主要有:芒萁(*Dicranopteris pedata* (Houtt) Nakaike)、菝葜(*Smilax china* L)、狗脊(*Woodwardia japonica* (L f) Sm)、华里白(*Hicriopteris chinensis* (Ros) Ching)、黑莎草(*Gahnia tristis* Nees)、矩形叶老鼠刺(*Itea chinensis* Hook et Am var *oblonga* (Hand Mazz) Wu)、细齿叶柃(*Enrya nitida* Korthals)、石斑木(*Raphiolepis indica* (L) Lindl)、流苏子(*Coptosapelta diffusa* (Champ. ex Benth) van Steenis)等。强度采伐作业 10 a 后的林地主要立地和林分因子(见表 1)。

表 1 不同强度采伐 10 a 后的林分主要特征

采伐类型	林班 - 小班	坡度 / (°)	坡形	坡向	林分密度 / (株 · hm ⁻²)	林分蓄积量 / (m ³ · hm ⁻²)	平均胸径 / cm	平均树高 / m
未采伐	84 - 18	34	直	南	1 400	270.7	16.8	11.1
强度择伐	84 - 18	32	直	东	2 025	249.6	13.9	10.9
极强度择伐	84 - 19	30	直	东	1 150	230.5	10.4	10.1
皆伐	84 - 18	28	直	东南	350	5.8	7.2	4.9

注:强度择伐强度为 45.8%,极强度择伐强度为 67.1%,下同。

2 研究方法

2006 年 7 月对试验林进行复查,并采集土样。土壤取样方法按森林土壤样品采集与制备国家标准(GB7830-87)的规定执行^[14],具体如下:对对照样地(现未采伐林地),在选定的林地上、中、下坡,按同一坡向、同一坡位(同一等高线)挖 1 主剖面和 1 辅剖面,共 3 个主剖面和 3 个辅剖面,每一剖面同一土层以多点(3 点)取样法,同一剖面不同样点按 0~20 cm 土层(考虑到采伐作业对林地土壤的影响主要在表土层,故只取 0~10 cm 或 0~20 cm 的表层土样进行分析)取样,供室内分析。土壤水稳性团聚体结构样品的采集,是在含水量不粘铲的情况下每个剖面在 0~10 cm 土层取 1 个样品,保留原状土样,并将其放入铝盒中,使其不受挤压而变形;土壤水分物理性质样品的采集用环刀(环刀容积为 200 cm³),每个剖面在 0~10 cm 和 10~20 cm 土层用环刀取土样,每个样点分别取 3 个原状土样;土壤化学性质样品的采集是在每个剖面的 0~20 cm 土层中均匀采集,并将样品放入塑料袋内,贴上标签,室内分析前将上、中、下坡不同剖面风干土样混合均匀后,再用 4 分法对土样进行分样处理^[2]。不同强度采伐

10 a 后的林地,在对应的相同坡位与坡向采伐迹地上,距伐根 3 m 的无人破坏过的地段,取土按同样方法取土样,进行对照比较。

土壤理化分析按森林土壤分析方法国家标准(GB7830-87~GB7857-87)规定执行^[15],其中土壤水稳性团聚体测定用机械筛分法(GB7847-87);水分-物理性质测定用环刀法(GB7835-87);土壤有机质用重铬酸钾氧化-外加热法(GB7857-87);土壤全 P 用高氯酸-硫酸酸溶-钼锑抗比色法(GB7852-87);土壤有效 P 用盐酸-氟化铵浸提法(GB7853-87);土壤全 N 用高氯酸-硫酸消化扩散吸收法(GB7848-87);土壤水解性 N 用碱解-扩散吸收法(GB7849-87);土壤全 K 采用氢氧化钠碱熔-火焰光度法(GB7854-87);土壤速效 K 采用乙酸铵浸提-火焰光度法(GB7856-87);土壤理化分析数据为同一处理分析结果的平均值^[8-9]。

3 结果与分析

3.1 土壤物理性质

3.1.1 土壤结构稳定性 分析结果(表 2)表明,类型 B(强度择伐 10 a 后迹地土样)、类型 C(极强度择伐 10 a 后迹地土样)、类型 D(皆伐 10 a 后迹地土样)

与类型 A (未采伐林地土样)相比,表层土壤 >5 mm 的团聚体含量(干筛值)分别下降 0.55%、2.31%和 3.02%, >5 mm 的水稳性团聚体含量(湿筛值)分别下降 0.44%、1.38%和 2.80%; >0.25 mm 水稳性团聚体含量分别降低 3.73%、9.46%和 18.80%, 1~0.5 mm 的水稳性团聚体占优势,而结构体破坏率分别上升 1.13%、1.67%和 5.40%,且结构体破坏率随采伐强度的增大而增大。随着采伐强度的增大,采集作业过程中带走部分表土,同时对表层土壤产生压实作用,致使土壤结构受到破坏。试验表明,强度择伐、极强度择伐和皆伐对林地土壤的团粒结构稳定性均造成严重影响,且随采伐强度的增大,土壤的团粒结构稳定性破坏程度加剧,伐后 10 a 仍未恢复。

3.1.2 土壤水分与孔隙状况 分析结果表明(表 3)。类型 B、类型 C、类型 D 与类型 A 相比,表层土

壤密度分别上升 0.020、0.099、0.210 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$,最大持水量分别下降 15.1、50.4、124.5 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,毛管持水量分别下降 3.2、4.1、49.6 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,非毛管孔隙度分别下降 1.09%、4.34%、7.21%,总孔隙度分别下降 0.65%、0.84%、5.30%,非毛管孔隙与毛管孔隙比率分别下降 0.027%、0.113%、0.167%。由于进行采集作业过程中对土壤的扰动,疏松表层土壤被刮走,并受撞击和压实,大量土壤非毛管孔隙被堵塞,表层土被翻动后易遭雨水溅蚀,造成土壤板结,从而造成土壤持水性能下降。试验表明,强度择伐、极强度择伐和皆伐对林地土壤水分与孔隙状况造成不利影响,其破坏程度随采伐强度的增大而增大,伐后 10 a 仍未恢复。土壤 10~20 cm 土层水分与孔隙状况(表 4)与 0~10 cm 土层表现出类似的变化趋势,其变化程度较表层轻微。

表 2 不同采伐强度林地土壤团聚体组成变化(0~10 cm 土层)

土样类型	粒径 /mm						结构体破坏率 /%
	>5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	>0.25	
A(未伐)	8.68	17.50	13.56	28.87	14.42	83.03	12.44
	6.13	12.84	14.36	26.90	12.47	72.70	
B(强度)	8.13	17.38	12.30	28.61	13.38	79.80	13.57
	5.69	12.36	16.74	26.55	7.63	68.97	
C(极强度)	6.37	16.49	14.34	24.37	12.06	73.63	14.11
	4.75	11.93	11.89	24.33	10.34	63.24	
D(皆伐)	5.66	14.52	8.00	24.80	12.62	65.60	17.84
	3.33	11.00	11.02	18.91	9.64	53.90	

注:表中分子为团聚体干筛值(%),分母为团聚体湿筛值(%);结构体破坏率 = $\frac{>0.25\text{mm}\text{团聚体} - >0.25\text{mm}\text{水稳性团聚体}}{>0.25\text{mm}\text{团聚体}} \times 100\%$

表 3 不同采伐强度林地 10 a 后的土壤水分与孔隙状况

土样类型	土层 / cm	土壤密度 / $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	最大持水量 / $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	最小持水量 / $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	毛管持水量 / $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	最佳含水量下限 / $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	非毛管孔隙度 / %	毛管孔隙度 / %	总孔隙度 / %	非毛管孔隙 / 毛管孔隙
A	0~10	1.113	531.9	307.8	403.0	215.5	14.35	44.85	59.20	0.320
	10~20	1.341	375.3	278.6	285.0	195.0	12.11	38.22	50.33	0.317
B	0~10	1.133	516.8	307.1	399.8	215.0	13.26	45.30	58.55	0.293
	10~20	1.348	360.9	260.4	284.0	182.3	10.37	38.28	48.65	0.271
C	0~10	1.212	481.5	266.1	398.9	186.3	10.01	48.35	58.36	0.207
	10~20	1.351	355.3	233.2	282.1	163.2	9.89	38.11	48.00	0.259
D	0~10	1.323	407.4	219.2	353.4	153.4	7.14	46.75	53.90	0.153
	10~20	1.374	332.9	224.1	266.4	156.9	9.14	36.60	45.74	0.250

3.2 土壤化学性质

土样化学分析结果表明(表 4),类型 B、类型 C 和类型 D 与类型 A 相比,土壤有机质、全 N、水解性 N、全 P、速效 P、全 K 和速效 K 的含量均降低,且随采伐强度的增大下降幅度越大。森林采伐后,枯枝落叶和有机质分解加快,在初期土壤养分会迅速增加,但由于不能被植物充分吸收便随径流而迅速流

失^[5-6]。强度择伐、极强度择伐和皆伐作业过程对表土层的扰动(包括表土和凋落物的移动)随着采伐强度的增大而加大,大量林地表土裸露,在淋溶作用和地表冲刷下迹地表层土壤大量的养分开始流失,养分含量因此而降低。强度和极强度择伐后虽有保留少量乔木、亚乔木和林地灌木,但已形成较大林窗,林地植被受到严重破坏,极大地降低了林冠对

雨水的截留消能作用,降水产生的坡面径流增大,使林地有机物矿化释放的可溶性养分遭受淋失和引起水土流失,土壤养分含量明显下降。皆伐后林地上乔木、亚乔木和林下灌木荡然无存,土壤表层受到极

大破坏,且伐后未进行人工造林,从而水土流失最为严重^[1,10]。这一结果说明,强度择伐、极强度择伐和皆伐 10 a 后林地的土壤养分仍未恢复,且采伐强度越大,受破坏的林地土壤养分越难以恢复。

表 4 不同采伐强度林地 10 a 后的土壤主要养分含量 (0~20 cm 土层)

土样类型	有机质 / (g · kg ⁻¹)	全 N / (g · kg ⁻¹)	全 P / (g · kg ⁻¹)	全 K / (g · kg ⁻¹) /	水解性 N / (mg · kg ⁻¹)	速效 P / (mg · kg ⁻¹)	速效 K / (mg · kg ⁻¹)
A	25.1	0.95	0.092	54.29	86.81	3.52	124.36
B	22.8	0.84	0.091	38.60	78.13	2.38	74.18
C	20.1	0.77	0.090	36.18	75.47	1.78	63.29
D	18.7	0.65	0.089	34.97	56.79	1.53	47.87

4 结论与建议

森林采运作业是人类干预森林生态系统的一种经营活动,人们通过采运作业在获取木材产品和森林的其他经济效益的同时,还不同程度地影响到森林的社会、经济和生态效益^[11]。通过以上分析可以看出:强度择伐、极强度择伐和皆伐后土壤密度增大,持水能力下降,孔隙度减小,通气性变差,养分含量降低。说明强度择伐、极强度择伐和皆伐对林地土壤团粒结构稳定性、水分、孔隙状况和养分均造成不利影响,且随采伐强度的增大而加剧,伐后 10 a 仍未得到恢复。森林采伐后初期,尽管土壤养分显著增加,对于提高土壤肥力及促进苗木生长非常有利,但这种增加趋势也只是在采伐后初期几年内有意义。土壤有机质含量、全量养分含量和速效养分含量均在采伐初期 2—5 a 增加,随后就迅速减少,以至低于采伐前的水平,尤其是表层土壤变化更为明显^[14]。采伐后短期内土壤养分含量的增加与伐后环境条件变化,促进了凋落物层的分解有关,而随后迅速减少与采伐强度过大和伐后靠天然更新恢复植被,水土流失严重等有关。因此,建议在进行森林采伐作业时,应合理控制采伐强度,积极推广低强度(弱度或中度)择伐^[2,12],减少高强度(强度或极强度)择伐,避免皆伐,将采伐干扰对林地土壤的破坏程度降到最低。在不得已时以强度或极强度择伐代替皆伐,伐后应及时地进行人工造林更新,恢复植被,固定养分,减少和防止土壤养分流失,否则土壤养分含量会迅速下降,保肥能力也将大大降低。

参考文献:

- [1] 张荣瑛. 森林采伐对生态环境的影响 [J]. 亚热带水土保持, 2006, 18(4): 15 - 18
- [2] 周新年, 邱仁辉, 杨玉盛, 等. 不同采伐、集材方式对林地土壤理化性质影响的研究 [J]. 林业科学, 1998, 34(3): 18 - 25
- [3] 赵康, 孙长仁. 论森林采伐作业对土壤理化性质的影响 [J]. 内蒙古林学院学报, 1997, 19(4): 101 - 107
- [4] 赵秀海, 范秀华, 张伟森. 拖拉机对集材道土壤及苗木生长影响的研究 [J]. 林业科学, 1994, 30(2): 159 - 165
- [5] 邱仁辉, 周新年, 杨玉盛. 森林采伐作业的环境影响及其保护对策 [J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(1): 130 - 132
- [6] 满秀玲, 于凤华, 戴伟光. 森林采伐与造林对土壤水分化学性质的影响 [J]. 东北林业大学学报, 1998, 26(4): 14 - 16
- [7] 许忠学, 张登清, 高文韬. 不同采伐方式对林地土壤养分的影响 [J]. 吉林林学院学报, 1996, 12(2): 109 - 115
- [8] 张正雄, 周新年, 刘爱琴, 等. 农用车集材对马杉混交林迹地土壤影响的研究 [J]. 福建林学院学报, 2004, 24(1): 5 - 7
- [9] 张正雄, 周新年, 高山, 等. 皆伐对短轮伐期尾叶桉林地土壤性质的影响 [J]. 福建林学院学报, 2004, 24(2): 111 - 113
- [10] 郝广明, 许忠学, 杨帆, 等. 采伐林地土壤养分研究 [J]. 北京大学学报, 2002, 3(5): 441 - 444
- [11] 戚春华, 朱守林, 王效亮, 等. 森林采运作业环境成本分析 [J]. 森林工程, 2003, 19(6): 3 - 5
- [12] 邱仁辉, 周新年, 杨玉盛. 择伐对林地土壤物理性质影响及作业技术 [J]. 福建林学院学报, 2001, 21(4): 301 - 303
- [13] 周莉, 代力民, 谷会岩, 等. 长白山阔叶红松林采伐迹地土壤养分含量动态研究 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1771 - 1775
- [14] 中华人民共和国林业部科技司. 林业标准汇编(三) [M]. 北京: 中国林业出版社, 1991: 87 - 230
- [15] 张万儒. 森林土壤定位研究方法 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1984: 17 - 117