

# 不同栽杉代数土壤抗蚀性的变化<sup>\*</sup>

杨玉盛 陈光水 彭加才 邱仁辉

(福建林学院 福建南平 353001)

**提 要** 采用标准地定位研究方法对杂木林及 1 代、2 代、3 代和 4 代杉木人工林土壤颗粒、土壤团聚体组成进行比较分析, 结果表明: 杂木林受人为干扰少, 土壤颗粒及土壤团聚体组成较好, 抗蚀性最好; 但 1 代、2 代、3 代和 4 代分别是在杂木林及前 1 代林的采伐迹地上经再度干扰建立起来的, 土壤结构破坏率加大, 土壤团聚体稳定性减小, 因而随着杉木林取代杂木林及杉木连栽代数增加, 土壤抗蚀性减弱。

**关键词** 土壤颗粒 土壤水稳性团聚体 抗蚀性 杂木林 杉木连栽

**分类号** 《中图法》S157, S714.6

我国南方林区经营杉木(*Cunninghamia lanceolata*) 林的历史在 2 000 a 以上, 本世纪 50 年代起许多学者注意到杉木林地力衰退问题, 随着杉木林栽植范围不断扩大及连栽面积和代数不断增加, 杉木人工林地力衰退问题愈来愈引起林学界的关注<sup>[1~4]</sup>。作者对不同栽杉代数杉木生长特点、生产力及营养元素生物循环, 根际土壤及土壤微生物、生化特性、土壤腐殖质组成及特性已进行过研究与报道<sup>[5~8]</sup>, 本文试图从土壤抗蚀性变化角度, 揭示林木多代连栽后土壤变化状况。

## 1 试验地概况

试验地位于福建省南平市王台镇溪后村安曹下(117°57'E, 26°28'N)和其附近的邓窠。本区属中亚热带季风气候, 平均气温 19.3℃, 年均降水量 1669 mm, 降雨多集中在 3~8 月, 年均蒸发量 1 413 mm, 年均相对湿度为 83%, 土壤是由燕山晚期白云母化中细粒花岗岩发育的山地暗红壤, 土壤厚度>100 cm, 土壤表层疏松, 但均含有一定量的石砾, 质地为砾质轻壤土, 试验地海拔高度在 200 m 左右。

杂木林主要是以栲树、木荷、马尾松等为主的天然松杂混交林, 沿山脊分布于安曹下杉木丰产林上部, 其宽度约 10 m~15 m, 林下植被主要有栲树、绒楠、芒萁等。

1 代杉木林(简称 1 代)与安曹下杉木丰产林(老龄杉木)毗邻, 1966 年在杂木林采伐迹地上用一年生实生苗营造, 调查时林龄为 30 a, 林相整齐, 郁闭度较大(0.85), 保留密度 1 845 株/hm<sup>2</sup>, 林分平均高为 22.10 m, 平均胸径 20.18 cm, 林下植被盖度约 15%, 以狗脊、观音座莲等草本为主, 灌木稀少。

2 代杉木林(简称 2 代)与 1 代杉木林毗邻, 于 1967 年在 1 代杉木林(35 a 生)采伐迹地上用实生苗营造的, 同时不规则保留一些生长健壮的伐桩萌芽条, 组成实生和萌芽兼有的林分, 调查时林龄为 29 a, 林相较为整齐, 郁闭度较大(0.85), 保留密度为 2 005 株/hm<sup>2</sup>(其中萌芽和实生的密度分别为 947 株/hm<sup>2</sup>和 1 058 株/hm<sup>2</sup>), 林分平均树高 17.51 m, 平均胸径 18.16 cm, 林下植被盖度大约在 20% 左右, 主要有狗脊、观音座莲等, 灌木相对较多。

3 代杉木林(简称 3 代)位于溪后邓窠, 距 1 代和 2 代林约 800 m 左右, 于 1968 年在 2 代杉木林(33 a 生)采伐迹地上用实生苗造林, 同时在幼林抚育时保留一些生长健壮树桩萌芽条组成实生和萌芽兼有的林分, 调查时林龄为 29 a 生, 林相较为破碎, 郁闭度 0.65 左右, 杉木保留密度 2 084 株/hm<sup>2</sup>(其中萌芽和

<sup>\*</sup>福建省自然科学基金资助课题(F991)。

收稿日期: 1998—10—21; 改回日期: 1999—04—06

实生的密度分别为 324 株/hm<sup>2</sup> 和 1 760 株/hm<sup>2</sup>), 林分平均树高 16.44 m, 平均胸径 17.75 cm, 林下植被盖度约 90 %, 主要有芒、五节芒和芒萁等。

4 代杉木林(简称 4 代)位于溪后林业采育场溪后工区, 自然条件同溪后安曹下。1985 年在 3 代杉木林采伐迹地上劈草炼山, 用一年生实生苗造林, 造林密度为 3 600 株/hm<sup>2</sup>, 至调查时林龄为 10 a, 林相较为整齐, 郁闭度大, 林分平均树高 8.63 m, 平均胸径 11.7 cm, 林下植被稀少。

2 研究方法

分别于 1995 年和 1996 年在杂木林和 1 代、2 代、3 代、4 代杉木林中设置 5 块 20 m×20 m 临时标准地, 在每个标准地上按 S 形布设采样点 5 个, 取表土(0 cm~20 cm)带回室内分析。土壤颗粒组成分析用吸管法<sup>[9]</sup>; 土壤水稳性团聚体分析用机械筛分法<sup>[9]</sup>; 土壤有机质用硫酸重铬酸钾法<sup>[9]</sup>。文中表 1 和表 2 有关数据计算公式为

团聚状况=> 0.05 (mm)(微团聚体—机械组成);

$$\text{团聚度} = \frac{\text{团聚状况}}{\text{> 0.05 (mm) 微团聚体}} \times 100\%,$$

$$\text{分散率} = \frac{\leq 0.05(\text{mm}), \text{微团聚体}}{\leq 0.05(\text{mm}) \text{机械组成}} \times 100\%;$$

$$E_{VA}(\text{受蚀性指数}) = \frac{\text{分散率}}{\text{持水当量}(WSA>0.5)};$$

式中 WSA>0.5 为>0.5 mm 水稳性团粒重量百分数; 水稳性团聚体平均重量直径为

$$E_{MWD}(\text{mm}) = \sum_{i=1}^N X_i \frac{W_i}{W_T}.$$

式中  $X_i$  为第  $i$  级的平均直径(mm),  $W_i$  为第  $i$  级的土壤重量(mg),  $W_T$  为供试土壤的总重量(mg); 结

$$\text{结构破坏率}(\%) = \frac{\text{>0.25mm 团粒(干筛—湿筛)}}{\text{>0.25 mm 团粒(干筛)}} \times 100.$$

3 结果与分析

土壤抗蚀性是指土壤抵抗水的分散和悬浮能力, 它是影响土壤侵蚀的重要因子, 但亦是一个十分复杂的问题。国内外学者曾对土壤抗蚀性各项指标进行进行过探讨, 但由于土壤抗蚀性受土壤类型、植被、气候、地形等多因子的影响较大, 至今仍未取得普遍适用的指标<sup>[10~13]</sup>。

3.1 土壤颗粒分散特性

土壤颗粒是构成土壤结构的主要组分, 通过抵抗水分散的微团聚体与机械组成对比, 是反映土壤抗蚀能力大小的主要指标之一<sup>[11~13]</sup>。分析结果表明(表 1), 杂木林改为杉木林(1 代)后, 表层(0 cm~20 cm)土壤<0.001 mm 粘粒含量有所减少, 而>0.01 mm 的物理性砂粒含量却都有明显增加趋势; 随着栽杉代数增加, 其变化趋势亦是如此。这与南方山区坡度较大, 栽杉所采用的营林措施如炼山、整地等引发的水土流失导致表土层粘粒淋失有关<sup>[14]</sup>。分散率的大小与粉粒含量有关, 粉粒含量的减小导致表层土壤颗粒团聚性能的降低和分散性能的增加<sup>[14]</sup>。从表 1 可见, 杂木林改为杉木林 1 代, 表层土壤分散率增加了 3.50%, 而与 1 代杉木林相比, 2 代、3 代和 4 代杉木林表层土壤分散率比 1 代的分别增加了 1.69%、2.87%和 3.47%。这说明随杂木林改为杉木林, 栽杉代数增加, 土壤颗粒的分散性增强, 一旦降雨, 分散颗粒易堵塞土壤孔隙, 减少土壤渗透, 增加地表径流量, 增强径流的分散力。从表 1 还可以看出, 1 代杉木林土壤团聚状况, 团聚度分别比杂木林下降了 75.75 g/kg 和 23.74%; 与 1 代相比, 2 代、3 代和 4 代的团聚度分别下降了 6.24%、11.16%和 16.77%, 团聚状况分别下降了 25.1 g/kg、44.4 g/kg 和 64.4 g/kg。以土壤分散性和土壤水的输送特性作为受蚀性指数( $E_{VA}$ )也常用来表征土壤抗蚀

性<sup>[19]</sup>。与杂木林相比, 1 代杉木林的  $E_{VA}$  值增加了 1.58%, 而与 1 代的相比, 2 代、3 代和 4 代的  $E_{VA}$  值分别增加了 1.97%、3.98% 和 4.94%。

以上分析说明, 随杂木林改为杉木林及连栽代数的增加, 表层土壤物理性砂粒含量有一定程度增加, 土壤粘粒含量有所减少, 土壤颗粒分散性能增大而颗粒间团聚性能明显下降。

表 1 表层土壤颗粒分散特性  
Table 1 Topsoil particle dispersion characteristics

林分类型 Stand	土壤颗粒组成 <sup>1)</sup> Soil particle form			团聚状况 Aggregation state / $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	团聚度 Aggregation rate (%)	分散率 Dispersion rate (%)	$E_{VA}$ (%)
	< 0.001	> 0.05	> 0.01				
杂木林 Broad-leaved stand	82.5/383.0	444.4/133.1	608.4/213.9	311.3	70.5	64.09	2.27
杉木林 1 代 The first	90.7/360.8	508.7/273.1	654.3/363.7	235.6	46.31	67.59	3.85
杉木林 2 代 The second	90.2/344.8	525.3/314.8	677.1/417.4	210.5	40.07	69.28	5.82
杉木林 3 代 The third	90.5/332.6	544.0/352.8	682.7/454.6	191.2	35.15	70.46	7.83
杉木林 4 代 The fourth	91.5/301.8	579.6/408.4	693.8/483.7	171.2	29.54	71.06	8.79

1) 分子/分母: 微团聚体/机械组成。

3.2 土壤水稳性团聚体组成及稳定性

土壤抵抗雨滴直接冲击、径流分散及悬浮能力取决于土壤团粒水稳性<sup>[9]</sup>。分析结果表明(表 2), 杂木林改为杉木林 1 代后, > 0.25 mm 水稳性团聚体下降了 61.2%, 而表征土壤团聚体稳定性程度的土壤结构体破坏率却是杂木林的 1.81 倍; 与 1 代杉木林相比, 2 代、3 代和 4 代杉木林表层土壤 > 0.25 mm 水稳性团聚体含量分别下降了 61.1 g/kg、79.6 g/kg 和 102.8 g/kg, 而结构破坏率分别是 1 代杉木林的 1.55 倍、2.15 倍和 3.15 倍; 1 代杉木林表层土壤 > 1mm 水稳性团聚体含量分别是 2 代、3 代和 4 代的 1.42 倍、1.92 倍和 1.97 倍; 土壤结构水稳性团聚体平均重量杂木林是 1 代杉木林的 1.05 倍, 1 代分别是 2 代、3 代和 4 代的 1.68 倍、2.10 倍和 2.16 倍, 说明了在杂木林改为杉木林和杉木多代连栽后, 由于土壤经过炼山、垦复等经营措施的反复干扰下, 土壤有机质含量降低(表 2), 土壤结构性能变差, 较大粒径的水稳性团聚体减少, 较小粒径的水稳性团聚体增加, 土壤水稳性团聚体直径变小, 团聚体所占比例减少, 土壤团聚体稳定性减弱。

表 2 表层土壤水稳性团聚体组成  
Table 2 Topsoil waterstable aggregate form

林分类型 Stand	粒径 <sup>1)</sup> Size ( $\text{mm} \cdot \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )					EMWD Mean weight diameter of waterstable aggregates (mm)	> 1mm 水稳 性团粒含量 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	> 0.5mm 水 稳性团粒含量 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	> 0.25mm 水 稳性团粒含量 ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	结构体 破坏率 Decomposition ratio of structure	有机质 Organic matter g/kg
	> 5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25						
杂木林 Broad-leaved stand	221.6/215.4	181.6/215.3	209.6/167.2	208.0/178.0	100.6/93.4	869.3	2.47	597.9	775.9	5.14	38.25
杉木林 1 代 The first	317.0/221.5	234.3/183.1	178.8/144.4	108.5/174.3	52.6/84.9	808.1	2.35	549.0	723.2	9.32	30.59
杉木林 2 代 The second	261.1/72.9	154.1/150.2	174.8/162.8	147.9/145.8	135.4/215.4	747.1	1.40	385.9	531.7	14.45	28.81
杉木林 3 代 The third	293.2/63.0	184.8/93.2	193.2/129.6	135.2/145.1	104.8/297.7	728.6	1.12	285.8	430.9	20.04	25.84
杉木林 4 代 The fourth	288.6/60.8	181.6/91.9	190.7/126.1	139.3/138.4	197.7/287.5	705.3	1.09	278.8	417.8	29.33	23.45

1) 分子/分母: 干筛/湿筛。

4 结 论

由于杂木林土壤受人干扰少, 群落结构保持相对稳定, 每年均有大量凋落物归还土壤, 土壤中有

机质和土壤胡敏酸含量均较高<sup>[15]</sup>, 土壤微生物数量和活性均较大<sup>[7]</sup>, 土壤通气性能较好。这对土壤颗粒团聚作用能力和稳定性的增强相当有利, 团粒不易分散, 抗蚀性能较好。杉木林 1 代取代杂木林, 全面炼山时, 采伐剩余物毁于一旦, 土壤有机质含量下降, 土壤腐殖质和粘粒受到一定程度的不良影响, 幼林抚育和除草松土使土壤有机质分解速度进一步加快, 表层土壤结构亦遭到不同程度的破坏, 由于幼林地盖度低, 裸露的土壤受雨水打击及径流的冲刷, 导致近表层土壤板结, 容重增加,  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  淋失, 土壤团聚体稳定性下降, 土壤结构性能受到明显破坏<sup>[14, 15]</sup>, 土壤抗蚀性能减弱; 加上杉木凋落物质量相对较差及分解速率相对较慢, 林相单一, 林下植被种类和数量均很少, 养分归还减少, 对土壤良好结构的形成能力下降。2 代、3 代和 4 代杉木林是在 1 代采伐迹地上进行反复的炼山、整地、幼林抚育等建立起来的土壤结构破坏更为严重, 且由于杉木人工林轮伐期较短, 土壤的自然恢复时间较短, 加剧了干扰的严重性。因而随着杂木林改为杉木林 1 代林和栽杉代数增加, 土壤破坏率加大, 土体分散性加大, 土壤形成稳定性团粒能力降低, 导致土壤抗蚀性能减弱, 发生土壤侵蚀潜在危险性极大, 在山地经营杉木人工林, 应尽量降低对立地的干扰, 特别在坡度较大, 立地条件较差的立地上, 应尽量采用封山育林或人工促进天然更新方法恢复植被, 以增强土壤抗蚀性, 减少林地水土流失。

### 参 考 文 献

- 1 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及其林木生长的影响. 林业科学, 1987, 23(4): 389~397
- 2 俞新妥, 张其水. 杉木连栽林地土壤生化特性及土壤肥力的研究. 福建林学院学报, 1989, 9(3): 256~262
- 3 盛炜彤. 我国人工林地力衰退及防治对策. 见: 盛炜彤主编. 人工林地力衰退研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 15~19
- 4 杨玉盛, 邱仁辉, 俞新妥. 影响杉木人工林可持续经营因素的探讨. 自然资源学报, 1998, 13(1): 34~39
- 5 杨玉盛, 张任好, 何宗明等. 不同栽杉代数 29 年生林分生产力变化. 福建林学院学报, 1998, 18(3): 202~206
- 6 杨玉盛, 何宗明, 邱仁辉等. 不同栽植代数 29 年生实生杉木生长规律的研究. 林业科学, 1999, 35(1): 32~36
- 7 杨玉盛, 邱仁辉, 俞新妥等. 杉木连栽土壤微生物及其生化特性的研究. 生物多样性, 1999, 7(1): 1~7
- 8 杨玉盛, 邱仁辉, 何宗明等. 不同栽杉代数 29 年生杉木林净生产力及营养元素生物循环的研究. 林业科学, 1998, 34(6): 3~11
- 9 中国科学院南京土壤研究所编. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978
- 10 刘进金. 土壤受蚀性之定性定量. 中华林学季刊, 1984, 17(1): 93~105
- 11 杨玉盛, 何宗明, 林光跃等. 不同治理模式对严重退化红壤抗蚀性影响的研究. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(2): 36~42
- 12 杨玉盛. 紫色土不同利用方式下可蚀性研究. 水土保持学报, 1992, 6(3): 52~58
- 13 田积莹, 黄义瑞. 子午岭连家砭地区土壤物理性质与土壤抗蚀性能指标的初步研究. 土壤学报, 1964, 12(3): 280
- 14 杨玉盛, 何宗明, 马祥庆等. 论炼山对杉木人工林生态系统影响的利弊及对策. 自然资源学报, 1997, 11(2): 153
- 15 杨玉盛, 何宗明, 俞新妥等. 火烧对不同林分土壤腐殖质和土壤肥力影响的研究. 林业科学, 1997, 33 卷(专刊): 31~38

第一作者简介 杨玉盛, 男, 副教授, 博士, 1964 年 9 月出生, 现在厦门大学生物学博士后流动站从事博士后研究。在《生态学报》、《土壤学报》、《林业科学》等全国性学会主办的学术期刊上发表有关退化生态系统恢复和重建、常绿阔叶林培肥地力等论文近二十篇, 出版专著一部, 多次获国家级及省部级科技进步奖。

THE CHANGE IN SOIL ANTIERODIBILITY IN DIFFERERNT  
CHINESE FIR ROTATIONS

YANG Yusheng   CHENG Guanshui   PENG Jiakai   Qiu Renhui  
(Fujian Forestry College, Nanping 353001)

Abstract

Through a comparative analysis on soil particle, soil aggregates in broad-leaved forest and Chinese fir plantation of the first, the second, the third and the fourth planting, using long-term located research, the result indicated that, owing to less artificial disturbance, soil particle and soil aggregates composition was quite good and the antierodibility was the best in broad-leaved forest; Contrarily, due to repeated disturbance by etablishment on the cut-over area of the former rotation, decompose ratio of soil structure increased, and stability of soil aggregates declined in the Chinese fir plantation of first, second, third and fourth planting. Along with the substitution of Chinese fir, plantation for broad-leaved forest and then the continuously planting Chinese fir, soil anticrodibility impaired, which accounted for the in-creasing of soil and water loss and was disadvantageous for avoiding flood calamity.

**Key words** continuously planting Chinese fir, soil particles; soil waterstable aggre-gates, antierodibility, broad-leaved forest

雅鲁藏布江大峡弯是地球的“热点”

据新华社北京 4 月 11 日电, 一个地区具有高温、低密、低磁、负重力、多地震、强构造运动等特征, 科学家们往往将其视为地球的“热点”。据此, 我国科学家不久前在世界上首次明确提出, 雅鲁藏布江大峡弯是地球上一个“热点”, “热点”中心位置位于西藏墨脱附近。

地球表面存在不少“热点”, 如冰岛、夏威夷等。