

天然次生林考虑伐后环境损失的多目标决策评价

周新年¹, 蔡瑞添², 巫志龙¹, 郑丽凤¹, 陈金太³, 林海明², 周成军³

(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

3 福建省建瓯福人林业有限公司, 福建 建瓯 353100)

摘要: 山地森林采伐应注重经济、生态和社会效益的有机结合已成为共识。通过选取纯收益、土壤持水价值变化量、凋落物持水价值变化量、土壤养分价值变化量、凋落物养分价值变化量、固碳价值变化量和制氧价值变化量等7个效益指标, 运用多目标决策分析方法, 定量分析天然次生林5种不同强度(弱度13.0%、中度29.1%、强度45.8%、极强度67.1%和皆伐)采伐作业10a后的经济和生态效益评价价值以及它们的综合效益评价价值。结果表明: 随着采伐强度的增大, 经济效益评价价值增大, 而生态效益评价价值则下降, 皆伐的经济效益评价价值最大, 为0.300, 而其生态效益评价价值最小, 为0.070。弱度择伐的经济效益评价价值最小, 为0.030, 而生态效益最大, 为0.670。中度择伐的综合效益评价价值最大, 为0.713, 皆伐的综合效益评价价值最小, 为0.370。因此, 类似试验条件的林区应推行低强度(弱度或中度)择伐经营方式, 以实现天然次生林可持续经营。

关键词: 天然次生林; 多目标决策; 综合效益评价

中图分类号: S752

文献标识码: A

森林可持续经营应充分发挥生态、经济和社会三大效益已成为共识^[1-3]。森林经营的综合效益实质是指林业经营者在森林生态系统综合功能基础上实现的, 以人类社会为中心的环境——社会系统所需求和接受的生态、经济和社会效益的综合与统一^[4]。森林采伐既是以森林生态系统为对象, 对过熟林进行木材生产活动, 以获取木材和林产品的重要手段, 发挥森林的经济效益, 同时又是根据森林是可再生资源的特点, 通过采育结合, 及时更新, 藉以维护林木赖以生长发育的生态环境和发挥生态效益的重要措施。森林伐后很多社会效益难以量化, 且森林社会效益的大小受社会经济条件和人们认识水平的影响。近年来, 关于伐区作业的效益评价已有一些报道, 但三大效益综合评价定量研究仍较少见^[5-9]。定量评价天然次生林不同强度采伐综合效

益, 必须划分其评价范围、评价指标与方法。伐区综合效益主要由经济、生态和社会三大效益组成。由于对某一试验区而言, 社会效益不显著, 因此只考虑前两者。通过实际计算伐区不同强度采伐作业的纯收益, 定位研究伐后生态环境因子变化程度, 定量计算采伐作业后林地生态因子的价值变化量, 运用多目标决策和层次分析法来综合评价伐后10a的经济和生态效益, 从而为进一步确定天然次生林最优采伐强度提供科学依据。

1 研究区概况

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

收稿日期(Received date): 2009-12-15; 改回日期(Accepted): 2010-06-15.

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金资助项目(30972359); 福建省自然科学基金资助项目(2008J0327, 2009J01232); 福建省科技厅重点科学基金资助项目(2007N0002); 福建省林业厅科学基金资助项目(闽林科[2006]7号第14项)。[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30972359), the Natural Science Foundation of Fujian Province(No. 2008J0327, 2009J01232), the Science Foundation of Important Science Technology of Fujian Province(No. 2007N0002), the Science Foundation of Forestry Committee of Fujian Province(Forestry Science of Fujian[2006]No. 7 No. 14).]

作者简介(Biography): 周新年(1951-)男, 教授, 博士生导师, 主要从事生态采运、工程索道和森林经理等研究。[Zhou Xinzhou male professor, supervisor of Ph.D. studying in forest ecological harvesting, engineering roadway and forest management et al.]

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其总和为

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$$

如目标数较多,可借鉴层次分析法的思想,即将 N 个目标归类合并,形成 M 个主目标 (M<N), 先算出 M 个主目标的相对权重,然后计算主目标内各子目标的相对权重。则

各子目标的绝对权重 (λ_i) = 主目标的相对权

重 × 子目标的相对权重 (4)

3. 6 综合评价分析

根据各效益指标标准化值 (表 2) 和每一个目标绝对权重 λ_i (表 3), 求各方案综合评价值。第 i 方案的综合评价值 W_i 为

$$W_i = \sum_{j=1}^N \lambda_i U_{ij}$$
 (5)

根据 W_i 值的大小可选出优化的方案。

表 1 不同强度采伐 10 a 后各效益指标
Table 1 Benefits and costs of different intensity cutting 10 years later

采伐方式 Cutting model	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇
I	41 361	75. 0	-1. 7	-186. 2	-92. 5	31. 3	115. 8
II	52 067	30. 4	-2. 3	-718. 7	-116. 3	83. 7	309. 8
III	68 627	-28. 2	-3. 8	-2 523. 4	-158. 3	32. 8	121. 6
IV	93 366	-65. 6	-5. 3	-2 930. 1	-241. 0	-111. 0	-411. 2
V	112 227	-101. 8	-9. 1	-3 161. 4	-313. 4	-346. 4	-1 282. 8

注: I—弱度择伐 Low intensity selective cutting II—中度择伐 Medium intensity selective cutting III—强度择伐 High intensity selective cutting IV—极强度择伐 Over high intensity selective cutting V—皆伐 Clear cutting V₁—纯收益 (元 /hm²) Net profit (yuan/hm²); V₂—土壤持水量价值变化量 (元 /hm²) The changing amount of value of saturated water retention of soil (yuan/hm²); V₃—凋落物持水量价值变化量 (元 /hm²) The changing amount of value of saturated water retention of litter (yuan/hm²); V₄—土壤养分价值变化量 (元 /hm²) The changing amount of value of soil nutrient (yuan/hm²); V₅—凋落物养分价值变化量 (元 /hm²) The changing amount of value of litter nutrient (yuan/hm²); V₆—固碳价值变化量 (元 /hm²) The changing amount of value of carbon sequestration (yuan/hm²); V₇—制氧价值变化量 (元 /hm²) The changing amount of value of oxygen releasing (yuan/hm²).

表 2 不同强度采伐 10 a 后各效益指标标准化值
Table 2 The effectiveness of different intensity cutting 10 years later

采伐方式 Cutting model	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇
I	0. 100	1. 000	1. 000	1. 000	1. 000	0. 890	0. 890
II	0. 236	0. 773	0. 927	0. 839	0. 903	1. 000	1. 000
III	0. 446	0. 475	0. 745	0. 293	0. 732	0. 893	0. 894
IV	0. 760	0. 284	0. 562	0. 170	0. 395	0. 593	0. 593
V	1. 000	0. 100	0. 100	0. 100	0. 100	0. 100	0. 100

表 3 各指标的权重系数
Table 3 The proportion coefficient to every objective

主目标 Main goal	相对权重 Relative proportion coefficient	子目标 Sub goal	相对权重 Relative proportion coefficient	绝对权重 Absolute proportion coefficient
经济效益 Economic benefits	0. 300	V ₁	1. 000	0. 300
		V ₂	0. 133	0. 093
		V ₃	0. 147	0. 103
		V ₄	0. 160	0. 112
生态效益 Ecological benefits	0. 700	V ₅	0. 173	0. 121
		V ₆	0. 187	0. 131
		V ₇	0. 200	0. 140

从各指标标准化值 (见表 2) 和各指标权重 (表 4) 计算, 分别得到各种强度采伐作业的经济效益和生态效益的评价值, 以及它们的综合效益评价结果, 见表 4。

表 4 不同强度采伐 10 a 后的综合效益
Table 4 Evaluation of comprehensive benefits of different intensity cutting 10 years later

采伐方式	经济效益	生态效益	综合效益
Cutting model	Economic benefits	Ecological benefits	Comprehensive benefits
I	0.030	0.670	0.700
II	0.071	0.642	0.713
III	0.134	0.484	0.618
IV	0.228	0.312	0.540
V	0.300	0.070	0.370

由表 4 可知, 在不同强度采伐方式中, 经济效益评价值随采伐强度的增大而增加, 其原因在于出材量随采伐强度增大而增大, 木材收入明显增加, 所以经济效益提高; 生态效益评价值则随采伐强度的增大而减小, 这是因为林分适度择伐后, 林地温度升高, 林地土壤中的微生物活动明显增强, 从而促进林地凋落物的分解, 使林地肥力得到一定程度提高, 同时林内光照改善, 促进幼树幼苗生长, 生态效益有所增加, 而当采伐强度较大时, 尤其是皆伐, 林地暴露, 植被和土壤受到严重破坏, 林地生态环境发生急剧变化, 由于失去了林冠的截留作用, 在雨季时容易引起地表径流, 造成严重水土流失, 土壤肥力下降, 从而使伐后生态效益降低并在一段时间后仍难以恢复; 综合效益评价值在中度择伐时达到最大, 采伐强度高于或低于中度择伐均使伐后综合效益评价值下降, 这可能与中度择伐后林内光照、水和热等条件得到明显改善, 为植物进行光合作用提供良好条件。

4 结论及建议

通过对天然次生林 5 种不同强度采伐作业 10 a 后经济和生态效益综合评价研究, 结果表明: 经济效益评价值随采伐强度增大而增大, 而生态效益评价值则随采伐强度增大而下降。从综合效益值看, 皆伐作业能取得较好的经济效益, 但其生态效益比择伐明显降低, 择伐作业在取得一定经济效益的同时, 仍能充分发挥较好的生态效益, 尤其是低强度择伐

(弱度和中度择伐)。

森林分类经营是以最大限度发挥森林多种功能为目的的森林生态系统重要经营方式之一。天然次生林应实施分类经营, 区划为生态公益林区 (禁伐区和限伐区) 和商品林区^[12]。因此, 针对我国南方集体林区, 为使区划能反映自然条件和有利于功能的发挥, 建议改变传统皆伐采伐作业方式, 避免伐后林地引起大量水土流失, 造成土壤肥力下降而难以恢复; 对于划归生态公益林限伐区的天然次生林应严格推行弱度择伐经营方式, 以充分发挥其公益性、社会性产品或服务, 完善森林生态效益补偿机制; 对于划归商品用材林区的天然次生林可实行中度择伐经营方式; 在立地条件较好的天然次生林商品林区, 不得已的情况下考虑以强度择伐经营方式代替皆伐方式, 以确保天然次生林可持续经营和林地可持续利用, 使森林更好地充分发挥其综合效益^[9-11]。

参考文献 (References)

[1] Tang Shouzheng Study on Ecological Logging and Regeneration Techniques for Natural Forest in Northeast [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2005 [唐守正. 东北天然林生态采伐更新技术研究 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2005]

[2] Wang Lihai, Yang Xuedun, Meng Chun. Forest Operation and Environment [M]. Harbin: Northeast Forestry University Press, 2005 [王立海, 杨学春, 孟春. 森林作业与森林环境 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2005]

[3] Zhang Huiwu, Tang Mengping, Shu Qingtai. Theory and Practice of the Forest Ecological Cutting [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2006, 1~69 [张会儒, 汤孟平, 舒清态. 森林生态采伐的理论与实践 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2006, 1~69]

[4] Zhang Jianguo, Yu Jianhui, Yang Jianzhou, et al. Studies on composite benefits of forestry management [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 1990, 10(4): 311~318 [张建国, 余建辉, 杨建洲, 等. 林业经营综合效益计量评价理论和方法初探 [J]. 福建林学院学报, 1990, 10(4): 311~318]

[5] Zhang Lianggang, Zhou Xinnian. Study on the test of the economical benefit of different logging and tending methods for the broadleaf forest [J]. Forest Engineering, 1997, 13(4): 1~5 [张良弓, 周新年. 阔叶林不同采育方式生态经济效益的试验研究 [J]. 森林工程, 1997, 13(4): 1~5]

[6] Zhou Xinnian, Guo Jiangang. Study on the comprehensive benefits of harvesting and cultivating operation systems [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2000, 36(6): 28~34 [周新年, 郭建钢. 伐区采育作业系统综合效益评价的研究 [J]. 林业科学, 2000, 36(6): 28~34]

[7] Qiu Renhui, Zhou Xinnian, Yang Yusheng, et al. Selecting on the optimum model of harvesting and skidding operation in cutting area in our country's southern collective forest regions [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2001, 37(4): 99~106 [周新年, 邱仁辉, 杨玉盛, 等. 我

- 国南方集体林区伐区采集作业模式选优[J]. 林业科学, 2001, 37(4): 99~106]
- [8] Song Nianfu, Zhou Chundeng, Bai Jinghua et al. Study on selection method to improve the economic effect of forest land[J]. Forest Science and Technology 1994, 19(5): 50~52[宋年富, 周春城, 白景华, 等. 优化择伐提高林地经济效益的研究[J]. 林业科技, 1994, 19(5): 50~52]
- [9] Zhou Xinnian, Wu Zhilong, Zheng Lifeng et al. Research progress on forest selective cutting[J]. Journal of Mountain Science 2007, 25(5): 629~636[周新年, 巫志龙, 郑丽凤, 等. 森林择伐研究进展[J]. 山地学报, 2007, 25(5): 629~636]
- [10] Zheng Lifeng, Zhou Xinnian, Wu Zhilong et al. Analysis on soil physic-chemical properties of natural forest 10 years after high intensity cutting[J]. Forest Research 2008, 21(1): 106~109[郑丽凤, 周新年, 巫志龙, 等. 天然林不同强度采伐 10 a后林地土壤理化性质分析[J]. 林业科学研究, 2008, 21(1): 106~109]
- [11] Wu Zhilong, Zhou Xinnian, Zheng Lifeng et al. Study on soil physic-chemical properties in natural forest selective cutting area after 10 years[J]. Journal of Mountain Science 2008, 26(2): 180~184[巫志龙, 周新年, 郑丽凤, 等. 天然林择伐 10 a后林地土壤理化性质研究[J]. 山地学报, 2008, 26(2): 180~184]
- [12] Li Yuehui, Hu Yuaman, Chang Yu et al. A view to forest harvest policy from multiple-class management spatial analysis in Great Xing'an Mountains[J]. Journal of Natural Resources 2009, 24(1): 11~19[李月辉, 胡远满, 常禹, 等. 从林业分类经营的空间分析看大兴安岭采伐政策[J]. 自然资源学报, 2009, 24(1): 11~19]

Comprehensive Evaluation of Natural Secondary Forest Cut 10 Years Later Based on Multi-object Decision Model

ZHOU Xinnian¹, CAI Ruitian², WU Zhilong¹, ZHENG Lifeng¹, CHEN Jintai³,
LIN Haiming², ZHOU Chengjun

(1. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China; 2. Jianou Forestry Bureau, Jianou 353100, Fujian, China;
3. Fujian Jianou Furen Forestry Co., Ltd., Jianou 353100, Fujian, China)

Abstract: It has been known that the economic, ecological and social benefits should be taken into account during forest harvesting. The economic and ecological comprehensive benefits of five different intensity cutting operations (low intensity 13.0%, middle intensity 29.1%, high intensity 45.8%, over-high intensity 67.1% and clear cutting) of natural secondary forest 10 years after cutting are analyzed by multi-object decision according to seven benefit indexes which are net income, changing retention of saturated water value of soil and litter, changing retention of nutrient content value of soil and litter, changing retention of fixed carbon and made oxygen value. The results show that with the cutting intensity increased, the economic beneficial value was increased, but the ecological beneficial value was decreased. The economic beneficial value of clear cutting is largest which works out at 0.300 while the ecological beneficial value of clear cutting is the worst with its value being 0.070. The economic beneficial value of selective cutting is smallest which works out at 0.030 while the ecological beneficial value of selective cutting is the optimal version with value 0.670. The middle intensity selective cutting is the optimal version which works out at 0.713 while the clear cutting is the worst with its value being 0.370. So the similar experimental condition areas should pursue the low or middle intensity selective cutting in order to realize the natural secondary forest sustainable management.

Key words: natural secondary forest; Multi-object decision; comprehensive benefits evaluation