

710-714

20

第19卷第5期
1999年9月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 5
Sept., 1999

相岭山系大、小熊猫主食竹类峨热竹的生长发育与环境因子间的相互关系

魏辅文, 冯祚建, 王祖望, 刘家熙*

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

S 785. P 0 2

Q 95 P. 838

摘要: 1994~1996年, 在相岭山系冕宁县治勒自然保护区设点, 对大熊猫和小熊猫主食竹类峨热竹与其它环境生态因子间的相互关系进行了长达3a的研究。研究表明, 峨热竹的生长发育与环境生态因子如海拔、郁闭度、坡度和坡向之间有极其显著的相关关系, 环境因子对其株高、基径、密度、发笋率、老笋比例和成竹死亡率等均有较大的影响。随海拔高度的增加, 竹子变矮变细, 老笋比例下降; 上层乔木郁闭度增加, 竹子变稀, 发笋率、老笋比例和成竹死亡率均降低。坡度增大, 竹子变稀并且细而矮。阳坡的竹子率发笋高于阴坡。

关键词: 峨热竹 (*Bashania spanostachya*); 熊猫; 生态因子; 相关分析

Association between environmental factors and growth of bamboo species *Bashania spanostachya*, the food of giant and red pandas

WEI Fu-Wen, FENG Zuo-Jian, WANG Zu-Wang, LIU Jia-Xi (Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: A study on the association between the environmental factors and bamboo *Bashania spanostachya* growth (culm height, culm basal diameter, density, shoot generation, proportion of old shoots and death rate of adult culms), was conducted from 1994 to 1996 in Yele Natural Reserve, Sichuan Province. The results showed that the environmental factors such as canopy cover, slope, aspect, altitude significantly influenced the bamboo growth. As the altitude increased, bamboo culms became shorter and slender, and proportion of old shoots decreased. Culm density, shoot generation rate and death rate of adult culms decreased with the canopy increasing. Furthermore, the bamboo culms became sparser, shorter and slender as the slope increased.

Key words: *Bashania spanostachya*; pandas; ecological factors; correlation analysis

文章编号: 1000-0933(1999)05-0710-05 中图分类号: Q148, Q958.12 文献标识码: A

森林上部和下部的相互作用, 对植物群落的结构和变动起着重要的作用。森林郁闭度影响光和雨量的分布, 从而影响森林下部植物群落的组成。在智利中南部地区, 生长于常绿阔叶林下的竹子 *Chusquea tenuiflora*, 较生长于落叶林中的同种竹子高而密^[1-2]。在常绿阔叶林中, 由于积雪时间短而且光照充足, *C. tenuiflora* 生长季节长。同样, 在卧龙自然保护区, 生长于不同海拔植被类型中的冷箭竹 (*Bashania fangiana*), 由于受到上层林木郁闭度的影响, 其高度、基径和密度等均有所不同^[3]。反之, 竹子的生长发育又会影响到上层乔木种子的萌发, 降低其萌发率^[4-5]。如在卧龙自然保护区, 冷箭竹的生长影响到上层乔木种子的萌发, 特别是针叶树种岷山冷杉 (*Abies faxomana*)^[6-8]。1994~1996年作者在相岭山系冕宁县治勒自然保护区设点研究大熊猫和小熊猫的同时, 对其主食竹类峨热竹 (*Bashania spanostachya*) 与其生态因子的相互关系进行了研究, 现将结果报道如下。

基金项目: Berlin Zoo 和国家自然科学基金资助项目 (398701021)

* 首都师范大学生物系

收稿日期: 1997-10-17; 修订日期: 1998-04-06

1 研究区域概况

治勒自然保护区是相岭山系大熊猫和小熊猫的唯一集中分布区,地处小相岭西侧大雪山东南端、四川省凉山彝族自治州冕宁县治勒乡境内。地理位置在东经 $101^{\circ}58'$ ~ $102^{\circ}15'$ 、北纬 $28^{\circ}50'$ ~ $29^{\circ}02'$ 之间,总面积 242km^2 。按照四川植被区划,保护区处于川西南河谷地区、大渡河高山峡谷植被小区与木里山原植被小区的接壤地带。由于地貌及其所制约的生物气候的垂直差异,由低海拔至高海拔分别出现植被带^[9]。

研究区域内有峨热竹(*Bashania spanostachya*)、清甜箭竹(*Fargesia dulcicula*)和露舌箭竹(*F. exposita*) 3种竹子分布,其中峨热竹是大、小熊猫的主要食物资源,其余2种由于分布面积很小、分布海拔低和人为干扰大,两种熊猫则很少同津。因此,仅对峨热竹进行了重点的研究。

2 研究方法

2.1 样方设置及参数测定

在研究区域内不同海拔、坡度、坡向和上层郁闭度的峨热竹竹林中,每隔20m随机设定 $1\times 1\text{m}^2$ 竹子样方133个,分别统计样方内竹子生长发育因子和环境因子等各种参数:①竹子密度 即记述每平方米内所有活竹的数量。②株高 分别测量样方内每株竹子的高度,以所有竹子平均高度作为样方内竹子内度。③基径 用卡尺测量每株竹子接近地面的直径,以所有竹子的平均基径作为样方内竹子的基径。④老笋比例 即每平方米内老笋所占比例。⑤郁闭度 测定样方上层乔木的郁闭度,共分为5级,即: $<20\%$ 、 $20\%\sim 40\%$ 、 $40\%\sim 60\%$ 、 $60\%\sim 80\%$ 、 $>80\%$ 。⑥坡度 即样方所处地坡度大小,共分为4级,即: $<10^{\circ}$ 、 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 、 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 、 $>30^{\circ}$ 。⑦坡向 用罗盘测定样方所处地的坡向,共分3级,阳坡($135^{\circ}\sim 225^{\circ}$)、阴坡($315^{\circ}\sim 45^{\circ}$)和半阴半阳坡($45^{\circ}\sim 135^{\circ}$ 、 $225^{\circ}\sim 315^{\circ}$)。

2.2 各变量之间相关系数的统计方法

采用统计软件包SPSS FOR WINDOWS(6.0),首先对各变量之间的相互关系进行Kendall秩相关系数(kendall rank correlation coefficients, τ)的简单相关分析,然后对有显著相关关系的参数再进行Kendall偏秩相关系数分析^[11~12],以期确定各变量间的真正相关关系。因为简单相关系数往往不能反映两变量间真正的相关关系,偏相关关系是在保证其它变量保持常数不变的情况下的相关系数,能反映两变量之间的真正相关关系^[10~11]。

3 研究结果

竹子与环境因子(郁闭度、坡度、坡向和海拔)间Kendall秩相关系数分析和Kendall偏秩相关系数分析结果列于表1和表2。

表1 峨热竹与环境变量间Kendall秩相关系数⁽¹⁾
Table 1 Kendall correlation coefficients(τ) between bamboo and environmental variables

项目 Item	株高 Height	基径 Diameter	老笋比例 Old shoot(%)	密度 Density	发笋率 Shoot germination	成竹死亡率 Adult mortality
株高 ^①	1.0000	0.4926***	0.0244	0.0148	-0.0149	-0.1087
基径 ^②	0.4926***	1.0000	0.0673	0.0187	0.0992	-0.0186
老笋比例 ^③	0.0244	0.0763	1.0000	0.0753	0.1231	0.1341
密度 ^④	0.0148	0.0187	0.0753	1.0000	-0.1674**	0.1398*
发笋率 ^⑤	-0.0149	0.0992	0.1231	-0.1674**	1.0000	0.0223
成竹死亡率 ^⑥	-0.1087	-0.0186	0.1341	0.1398*	0.0223	1.0000
郁闭度 ^⑦	0.0343	-0.2102***	-0.1907**	-0.2495***	-0.1228*	-0.3032***
坡度 ^⑧	-0.2027**	-0.3225***	-0.0789	-0.2124**	-0.0755	-0.0668
坡向 ^⑨	0.0450	-0.1873	-0.0546	0.1010	-0.2569***	-0.1029
海拔 ^⑩	-0.4623***	-0.4725***	-0.1270*	0.0381	-0.1624*	-0.0154

①Culm density; ②Basal diameter; ③Old shoot %; ④Density; ⑤Shoot germination; ⑥Adult mortality; ⑦Canopy cover; ⑧Slope; ⑨Aspect; ⑩Altitude. (1) * $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

表 2 竹子与环境变量间 Kendall 偏秩相关系数

Table 2 Kendall partial rank correlation coefficients (τ) between bamboo and environmental variables

项目 Item	变量 Variable	常数 Constant	τ_{xy}	τ_{xyz}	项目 Item	变量 Variable	常数 Constant	τ_{xy}	τ_{xyz}
株高 Culm height	基径 Basal diameter	郁闭度	0.4926	0.5115	密度 Density	郁闭度	—0.2495	—0.2124	—0.2113
		坡度		0.6020		坡度			—0.2851
		坡向		0.5106		坡向			—0.2651
		海拔		0.3508		海拔			—0.1649
	坡度 Slope	郁闭度	—0.2077	—0.2215	坡度 Slope	郁闭度	—0.2124	—0.2228	—0.2141
		坡向		—0.2124		坡向			
		海拔		—0.1008		海拔			
	海拔 Altitude	郁闭度	—0.4623	—0.4827	密度 Density	郁闭度	—0.1674	—0.1471	—0.2061
		坡度		—0.4258		坡度			—0.1883
		坡向		—0.4919		坡向			—0.1471
基径 Basal diameter	郁闭度 Canopy	坡度	—0.2102	—0.1482	郁闭度 Canopy	坡度	—0.1228	—0.0628	—0.1087
		坡向		—0.1719		坡向			—0.0897
		海拔		—0.1208	坡向 Aspect	郁闭度	—0.2569	—0.2522	—0.2354
	坡度 Aspect	郁闭度	—0.3225	—0.2884		坡度			—0.2250
		坡向		—0.3134		海拔	—0.1624	—0.1452	—0.1393
		海拔		—0.1815	海拔 Altitude	郁闭度			—0.1452
	海拔 Altitude	郁闭度	—0.4725	—0.4460		坡度			—0.1018
		坡度		—0.4020		坡向			—0.1018
		坡向		—0.4466	成竹死亡率 Adult mortality	密度 Density	0.1398	—0.3032	0.0695
老笋比例 (%) Old shoot	郁闭度 Canopy cover	坡度	—0.1907	—0.1779		郁闭度			0.1288
		坡向		—0.1831		坡度			0.1518
		海拔		—0.1677		海拔			0.1405
	海拔 Altitude	郁闭度	—0.1270	—0.0879		郁闭度			—0.2964
		坡度		—0.1169		坡向			—0.2881
		坡向		—0.1059		海拔			—0.3077

由表 1 和表 2 可见,环境因子和竹子生长发育因子之间存在显著或极显著相关关系。

3.1 株高与其它因子之间的关系

基径越大的竹株越高($\tau=0.4926$,图 1)。这种关系在郁闭度、坡度和坡向保持不变时更加紧密(τ_{xy} 分别为 0.5115、0.6026、0.5106),而当海拔高度保持不变时不太紧密($\tau_{yz}=0.3508$)。

随着海拔上升,竹子高度有变矮的趋势($\tau=-0.4623$,图 2)。这种关系在郁闭度和坡向保持不变时更加紧密(τ_{xy} 分别为 -0.4827、-0.4919)。但是,竹子高度在海拔 3200~3500m 之间基本保持一致,其后变矮的趋势增强。

随着坡度增大,竹子的高度有变矮的趋势($\tau=-0.2027$)。此趋势在郁闭度和坡向保持不变时加强(τ_{xy} 分别为 -0.2215、-0.2124)。

株高与竹子密度、郁闭度和坡向无显著相关关系(τ 分别为 0.0148、0.0343 和 0.0450)。

3.2 基径与其它因子之间的关系

随海拔上升,竹子有变细的趋势($\tau=-0.4725$,图 3)。在郁闭度、坡度和坡向保持常数不变时,这种趋势基本保持稳定(τ_{yz} 分别为 -0.4460、-0.4020 和 -0.4466)。

坡越陡的地方生长的竹子越细($\tau=-0.3225$)。这种关系在郁闭度和坡度保持常数不变时较为紧密(τ_{yz} 分别为 -0.2884 和 -0.3134),而在海拔保持常数不变时不甚紧密($\tau_{xy}=-0.1815$)。

上层乔木郁闭度增加,竹子有变细的趋势($\tau=-0.2102$)。这种关系在坡度、坡向和海拔保持常数不变时不甚紧密(τ_{xy} 分别为 -0.1482、-0.1719 和 -0.1208)。

竹子的粗细与竹子密度和坡向无显著相关关系(τ 分别为 0.0187 和 -0.1873)。

3.3 老笋比例与其它因子之间的关系

上层乔木郁闭度增加,竹子老笋比例下降($\tau=-0.1907$)。在坡度、坡向和海拔保持常数不变时,这种

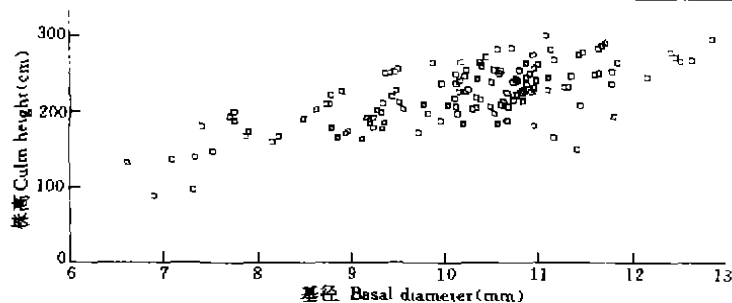


图1 株高和基径之间的关系

Fig. 1 Relation between culm height and basal diameter

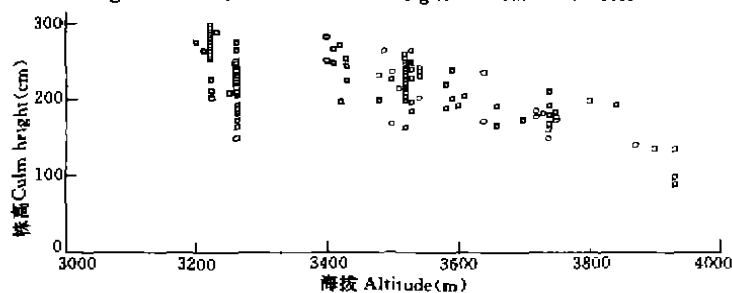


图2 株高和海拔之间的相互关系

Fig. 2 Relation between culm height and altitude

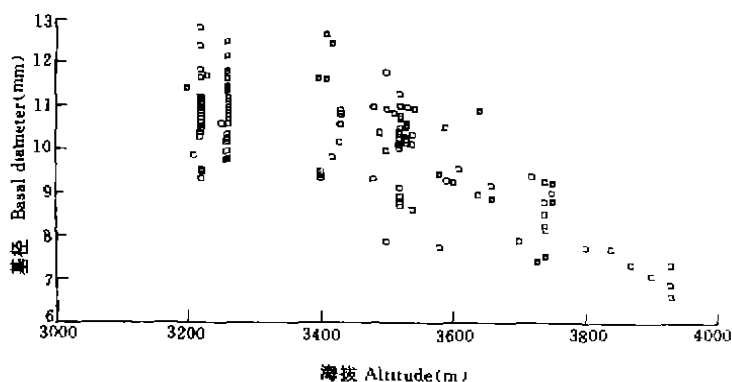


图3 基径和海拔之间的相互关系

Fig. 3 Relation between culm basal diameter and altitude

关系基本保持不变(r_{xy} 分别为 -0.1779 , -0.1831 和 -0.1677)。

随着海拔上升,竹子老笋比例有下降的趋势($r = -0.1270$)。在坡度和坡向保持常数不变时,这种趋势基本保持不变(r_{xy} 分别为 -0.1169 和 -0.1059),而在郁闭度保持常数不变时,此趋势增强($r_{xy} = -0.1649$)。

老笋比例与坡向和坡度没有显著相关关系(r 分别为 -0.0546 和 -0.0789)。

3.4 密度与其它因子之间的关系

随着郁闭度增大,竹子的密度有减小的趋势($r = -0.2495$)。此趋势在坡向和海拔高度保持不变时加强(r_{xy} 分别为 -0.2851 和 -0.2651),而当坡度保持不变时稍微减弱($r_{xy} = 0.2113$)。

随着坡度增大,竹子的密度变小($r = -0.2124$)。此趋势在坡向和海拔高度保持不变时加强(r_{xy} 分别为 -0.2228 和 -0.2141),而在郁闭度保持不变时减弱($r_{xy} = -0.1649$)。

密度与坡向和海拔高度无显著相关关系(r 分别为 0.1010 和 0.0381)。

3.5 发笋率与其它因子之间的关系

发笋率与竹子密度呈负相关,密度越大,发笋率越低($r = -0.1674$)。此趋势在郁闭度和坡度保持不变时加强(r_{xy} 分别为 -0.2061 和 -0.1883),而在坡向和海拔高度保持不变时减弱(r_{xy} 分别为 -0.1471 和 -0.1635)。

随着上层乔木郁闭度增大,竹子的发笋率降低($r = -0.1228$),在坡度、坡向和海拔高度保持常数不变时,这种趋势减弱(r_{xy} 分别为 -0.1087 , -0.062 和 -0.0897)。

坡向从南坡到北坡,竹子的发笋率降低($r = -0.2569$)。在郁闭度、坡度和海拔高度保持常数不变时,这种趋势基本保持不变(r_{xy} 分别为 -0.2350 , -0.2522 和 -0.2250)。

随着海拔高度上升,竹子的发笋率降低($r = -0.1624$)。在郁闭度、坡度和坡向保持常数不变时,这种趋势减弱(r_{xy} 分别为 -0.1393 , -0.1452 和 -0.1018)。

3.6 成竹死亡率与其它因子之间的相关关系

成竹死亡率与竹子密度呈正相关,竹子密度越大,成竹的死亡率越高($r = 0.1398$)。此趋势在郁闭度和坡度保持不变时减弱(r_{xy} 分别为 0.0695 和 0.1288),而在坡向和海拔高度保持不变时增强(r_{xy} 分别为 0.1518 和 0.1405)。

成竹死亡率与上层乔木郁闭度呈负相关,郁闭度越大,成竹死亡率越低($r = -0.3032$)。此趋势在海拔高度保持不变时加强(r_{xy} 为 -0.3077),而在坡度和坡向保持不变时减弱(r_{xy} 分别为 -0.2964 和 -0.2881)。

成竹死亡率与坡度、坡向和海拔高度无显著相关关系(r 分别为 -0.0668 , -0.1029 和 -0.0154)。

4 小结

峨热竹的生长发育与环境之间的相关分析表明,环境因子对其生长有极大的影响。

4.1 在不同海拔高度,由于受温度和湿度等因素的影响,株高和基径都随海拔的升高而变矮变细;在高海拔地区,老笋所占比例也有所下降。

4.2 上层乔木郁闭度的大小直接影响到林下光照时间的长短和强弱,从而影响下层竹子的生长。郁闭度增大,竹子的密度变小,发笋率、老笋比例和成竹死亡率等也降低。

4.3 坡度的大小影响到土壤的厚薄,越陡的地方,土层越薄,不利于竹子生长。因而,坡度越大,竹子的密度越低,且生长的竹子细而矮。

4.4 坡向也直接受到光照的影响。生长在阳坡的竹子发笋率较高,而阴坡的竹子则发笋率较低。

参考文献:

- [1] Vablen T T, Ashton D H, Schlegel F M, et al. Distribution and dominance of species in the understorey of a mixed evergreen-deciduous *Nothofagus* forest in south-central Chile. *J. Ecol.*, 1977, **65**: 815~830.
- [2] Vablen T T, Vablen A T, Schlegel F M. Understorey patterns in mixed evergreen-deciduous *Nothofagus* forests in Chile. *J. Ecol.*, 1979, **67**: 809~823.
- [3] Reid D G, Taylor J C, Hu J, et al. Environmental influences on *Bashania fangiana* bamboo growth and implication for giant panda conservation. *J. Appl. Ecol.*, 1991, **28**: 185~201.
- [4] Vablen T T, Donoso C, Schlegel F M, et al. Forest dynamics in south-central Chile. *J. Biogeogr.*, 1981, **8**: 211~247.
- [5] Vablen T T. Growth patterns of *Chusquea* bamboos in the understorey of Chilean *Nothofagus* forests and their influences on forest dynamics. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 1982, **109**: 478~487.
- [6] Taylor A H, Qin Z. Regeneration patterns in old-growth *Abies-Betula* forests in the Wolong Natural Reserve, Sichuan, China. *J. Ecol.*, 1988, **76**: 1204~1218.
- [7] Taylor A H, Qin Z. Regeneration from seed of *Sinarundinaria fangiana*, a bamboo, in the Wolong Giant Panda Reserve, Sichuan, China. *American Journal of Botany*, 1988, **75**: 1065~1073.
- [8] Taylor A H, Qin Z. Structure and composition of selectively cut and uncut *Abies-Tsuga* forest in Wolong Natural Reserve, and implications for panda conservation in China. *Biological Conservation*, 1989, **47**: 83~108.
- [9] 魏辅文, 冯伟建, 王祖望. 相岭山系大熊猫和小熊猫对生境的选择. *动物学报*, 1999, **45**(1): 57~63.
- [10] Siegel S. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. McGrawhill Book Company, New York, Toronto, London, 1956.
- [11] 西格耳著. 北星译. 非参数统计. 北京: 科学出版社, 1986.