

天目山毛竹竹节长度与胸径之间线性回归关系研究

曾宇竟、李刚、葛天如

摘要：通过对天目山不同生长环境下毛竹各竹节长度与胸径的测量，发现一年生和二年生的毛竹地面上 3 米以内的竹节存在长度与胸径的线性回归关系，并且线性回归参数的分布并不受毛竹是否与其他植物混生的影响。

关键词：竹节、长度、胸径、线性回归

引言：

毛竹作为一种常见经济作物，其色泽、质地、粗细等指标对其工业加工的价值有一定影响，而了解其竹节的长度与胸径数值上的分布关系除了提供形态参数外，还有一定的经济意义。在浙江临安的天目山自然保护区内有大片毛竹林（其中有些是与其他灌木乔木混生的），我们就在当地取材调查，并统计分析数据。由于时间和器材所限，我们不可能对地底或过高的竹节进行测量，所得数据仅在地表两人高范围内有代表性。

材料与方法：

材料：样方 1，300 米海拔的毛竹林
样方 2，300 米海拔的毛竹与其他灌木混生林
样方 3，500 米海拔的毛竹与其他灌木混生林
样方 4，500 米海拔的毛竹林

方法：对每一个样方内的毛竹随即抽样（如每隔 10 米取一株），取大约 10 株毛竹，对每一株均从地表其第二节起向上测量至第十节竹节的长度与胸径，测量工具为最小刻度为 0.5cm 和 1cm 的卷尺。

数据与结论：

以下表一列出四个样方的毛竹相关原始数据。

对每一株毛竹的各竹节作曲线拟合，经反复尝试，发现线性拟合能够很好得反映出数据间的相互关系。因而表二得出每组数据的线性回归系数（b）和线性相关系数（ r^2 ）。

表三总结每个样方中回归系数的分布情况。

表四做方差分析，由于 F 测验的结论是群间差异对群内差异结果不显著，因而我们认为没有证据表明在不同海拔，不同生长环境（是否有其他灌木混生）下，毛竹竹节长度与胸径的线性回归系数有显著差异。

样方 1 (单位: cm)

	竹节 2	竹节 3	竹节 4	竹节 5	竹节 6	竹节 7	竹节 8	竹节 9	竹节 10
长度	10.70	13.80	14.65	16.75	18.75	19.80	21.00	22.60	23.15
胸径	34.85	34.40	34.05	33.40	32.90	32.35	32.00	31.40	30.75
长度	9.70	11.70	13.10	15.55	16.25	18.20	19.55	21.15	22.45
胸径	45.40	43.65	42.70	41.70	41.05	40.25	39.65	38.80	38.10
长度	8.55	10.70	11.55	14.65	15.55	17.85	18.80	20.20	21.30
胸径	40.95	39.85	39.05	38.10	37.05	37.10	36.60	35.85	35.20
长度	15.60	18.85	20.35	20.50	23.40	25.75	27.40	30.15	31.40
胸径	36.00	35.75	35.60	35.50	35.40	35.35	34.55	34.30	33.95
长度	11.55	14.75	15.55	17.75	18.05	20.45	20.75	23.85	23.95
胸径	29.10	28.75	28.55	28.00	27.70	27.50	26.90	26.70	26.00
长度	6.70	9.60	10.65	13.10	14.05	16.20	17.30	19.95	21.30
胸径	32.40	31.00	29.90	29.35	28.80	28.45	28.10	27.45	26.95
长度	15.10	19.00	22.75	23.80	26.25	29.10	30.55	33.00	33.70
胸径	36.50	35.30	34.85	34.75	34.30	33.65	32.90	32.45	32.00
长度	8.55	10.35	13.00	14.15	16.35	16.70	19.20	20.00	21.95
胸径	26.85	26.25	25.55	25.05	24.60	24.30	23.85	23.65	23.35
长度	10.35	12.80	14.50	16.80	18.15	19.55	21.40	22.35	23.75
胸径	40.30	39.00	38.40	37.95	37.10	36.50	35.80	35.30	34.70

样方二 (单位: cm)

	竹节 2	竹节 3	竹节 4	竹节 5	竹节 6	竹节 7	竹节 8	竹节 9	竹节 10
长度	10.80	14.60	15.05	17.70	19.15	21.60	21.90	23.85	24.45
胸径	40.90	39.45	39.00	38.60	37.85	37.25	36.65	35.85	35.05
长度	9.50	12.25	13.10	16.50	17.80	20.50	21.70	22.55	23.95
胸径	36.90	36.55	35.95	35.60	35.35	35.15	34.85	34.40	34.45
长度	11.60	14.90	16.65	19.25	20.35	22.25	23.95	25.95	27.10
胸径	45.50	44.60	44.25	43.85	43.55	43.00	42.20	41.75	41.25
长度	10.65	13.05	15.25	17.95	19.85	22.35	23.95	26.75	27.15
胸径	33.75	33.00	32.70	32.15	31.85	31.35	31.10	30.50	30.00
长度	13.00	14.80	17.20	18.50	20.90	22.40	25.35	26.10	28.25
胸径	45.20	43.85	43.30	43.20	42.55	42.50	41.90	41.65	41.25
长度	12.30	15.75	17.10	20.10	21.45	24.05	24.50	26.85	27.20
胸径	40.05	39.25	38.80	38.15	37.90	37.70	37.60	37.15	36.50
长度	13.75	15.00	16.15	17.65	19.05	19.75	21.85	23.40	25.30
胸径	34.90	34.50	33.80	33.35	32.90	32.55	32.00	31.40	31.00
长度	13.90	14.45	15.80	17.40	18.70	19.50	19.60	20.30	20.75
胸径	32.95	32.40	31.85	31.20	30.55	29.90	29.15	28.70	27.95
长度	12.15	13.75	15.75	16.85	17.90	19.55	21.20	22.95	24.65
胸径	28.58	27.90	27.50	27.30	26.55	26.20	25.65	25.40	24.85
长度	14.60	16.15	18.50	19.40	21.40	22.50	23.75	24.60	25.40
胸径	28.40	27.95	27.30	26.70	26.00	25.60	25.20	24.90	24.30

样方三 (单位: cm)

	竹节 2	竹节 3	竹节 4	竹节 5	竹节 6	竹节 7	竹节 8	竹节 9	竹节 10
长度	10.30	12.70	14.30	17.00	18.10	17.60	19.70	20.35	23.70
胸径	36.00	35.90	35.60	34.50	33.70	34.15	33.00	32.60	32.40
长度	11.90	13.20	16.90	17.80	19.60	20.10	21.80	23.10	25.20
胸径	40.00	39.60	38.70	38.30	38.20	37.70	37.30	36.80	36.20
长度	11.60	13.00	14.50	15.80	16.20	18.20	19.40	20.45	21.70
胸径	38.80	37.80	37.10	36.50	36.00	35.10	34.70	33.80	33.30
长度	13.80	14.70	17.30	19.00	20.90	22.70	24.00	25.60	27.10
胸径	41.50	41.00	40.00	38.90	38.30	37.90	37.30	37.00	36.30
长度	11.70	13.40	17.40	19.60	21.60	22.30	23.90	25.00	25.90
胸径	39.70	39.30	38.60	38.00	37.90	37.30	36.90	36.00	35.60
长度	13.70	15.20	17.90	19.60	21.70	23.90	25.30	27.20	29.30
胸径	43.60	42.70	42.20	41.80	41.10	40.70	40.30	39.60	39.00
长度	10.50	13.40	14.30	16.70	17.30	19.90	21.70	24.00	26.60
胸径	35.00	33.80	33.50	32.70	32.20	31.70	31.20	31.00	31.50
长度	15.30	16.70	20.00	23.25	25.40	27.40	29.40	30.20	31.00
胸径	41.50	42.00	41.60	40.80	40.40	39.20	38.80	38.00	37.60
长度	11.70	14.40	15.20	17.30	18.10	20.00	20.60	22.80	23.30
胸径	33.70	33.00	32.50	31.90	31.40	30.90	30.30	29.60	29.40
长度	10.30	12.70	14.30	17.00	18.10	17.60	19.70	20.35	23.70
胸径	36.00	35.90	35.60	34.50	33.70	34.15	33.00	32.60	32.40

样方四 (单位: cm)

	竹节 2	竹节 3	竹节 4	竹节 5	竹节 6	竹节 7	竹节 8	竹节 9	竹节 10
长度	10.70	12.00	13.60	15.20	17.10	19.00	20.70	22.10	23.60
胸径	30.00	29.60	29.10	28.60	28.30	27.90	27.40	27.10	26.90
长度	10.90	12.40	14.00	15.30	16.20	18.80	20.35	22.00	23.40
胸径	25.20	24.70	24.30	23.70	23.30	22.80	22.00	21.90	21.50
长度	8.40	9.70	11.00	11.60	14.20	15.50	16.50	17.60	19.20
胸径	24.00	23.50	23.20	23.00	22.60	22.20	22.00	21.40	21.20
长度	9.80	11.00	12.80	14.50	16.50	18.20	20.20	21.80	23.40
胸径	31.00	30.60	29.80	29.60	29.10	28.60	28.10	27.70	27.30
长度	11.00	12.80	14.60	16.40	18.30	20.80	22.80	25.10	26.80
胸径	28.40	27.90	27.40	27.20	26.70	26.10	25.90	25.60	25.30
长度	9.50	11.90	13.00	15.10	16.40	16.20	20.20	22.00	23.60
胸径	37.50	37.10	36.50	35.70	35.00	34.50	33.90	33.40	33.20
长度	10.00	12.80	13.70	16.10	16.90	18.60	19.40	20.90	22.10
胸径	37.10	36.00	35.20	35.00	34.10	33.80	33.10	32.80	32.00
长度	11.60	12.80	14.90	15.40	17.60	18.30	20.30	20.50	21.60
胸径	34.00	33.80	33.20	33.00	32.60	32.10	31.80	31.60	30.80
长度	11.30	12.40	15.00	16.40	18.80	20.30	22.20	23.50	25.50
胸径	34.40	33.80	33.30	32.80	32.40	32.00	31.60	31.40	31.00

表一: 毛竹相关原始数据

单位：cm

		毛竹 1	毛竹 2	毛竹 3	毛竹 4	毛竹 5	毛竹 6	毛竹 7	毛竹 8	毛竹 9	毛竹 10
样方一	b	-0.3238	-0.5421	-0.4177	-0.1265	-0.2395	-0.3500	-0.2267	-0.2664	-0.4047	
	r ²	0.9683	0.9902	0.9854	0.9108	0.9304	0.9562	0.9735	0.9869	0.9922	
样方二	b	-0.3931	-0.1698	-0.2680	-0.2040	-0.1893	-0.2072	-0.3425	-0.6542	-0.2934	-0.3721
	r ²	0.9700	0.9652	0.9814	0.9853	0.9918	0.9652	0.9903	0.9416	0.9865	0.9921
样方三	b	-0.3274	-0.2814	-0.5348	-0.3818	-0.2682	-0.2768	-0.3031	-0.3634	-0.3815	
	r ²	0.9275	0.9883	0.9947	0.9866	0.9325	0.9906	0.9501	0.9596	0.9913	
样方四	b	-0.2399	-0.2998	-0.2582	-0.2645	-0.1930	-0.3317	-0.4046	-0.2953	-0.2303	-0.4235
	r ²	0.9914	0.9817	0.9725	0.9926	0.9846	0.9832	0.9786	0.9680	0.9878	0.9715

表二：线性回归系数 (b) 和线性相关系数(r²)

	群平均 b	标准误
样方一	-0.3219	0.0137
样方二	-0.3094	0.0145
样方三	-0.3465	0.0093
样方四	-0.3200	0.0087

表三：每个样方中回归系数的分布情况

变异来源	自由度	ssq	msq	F
群间	3	0.0069	0.0023	0.3
群内	34	0.2570	0.0076	
合计	37	0.2639		

表四：方差分析

讨论：

我们发现用线性关系来拟合所测到的数据非常成功，当然我们不排除这些数据更符合其他复杂的曲线回归关系，但是考虑到线性拟合的相关系数大多在 0.95 以上，我们决定用线性回归关系来研究毛竹竹节的长度与胸径。

同样我们不排除在地底或者地表 10 节竹节以上 (大约 2 - 2.5 米以上) 的部分将不符合线性回归关系 (事实上在地表 2 - 10 节的数据中已经能看出这种倾向，即越靠近地表，其偏离线性关系得也越多)。但器材所限我们对此无从考证。

天目山的毛竹出于经济原因只有一年生和二年生的，超过两年都被砍伐。这样我们只能得到一个静态的毛竹形态学参数。我们建议如果有实验条件在较长一段时间内跟踪一棵毛竹的特定竹节，考察其长度和胸径随毛竹生长而发生的变化，并加入时间这一坐标做统计分析。这样得到的动态数据将更有意义。

致谢：

感谢本次天目山实习的每一位带队老师给予我们的指导与帮助；
感谢课题组的每一位成员为这个题目和那些被否决的题目所进行的思考；
感谢实习期间互相勉励，并为我们提供宝贵意见的每一位同学；

参考文献：

1. 汪锋，天目山气候与毛竹生产，中国林业出版社，1982
2. 章绍饶、丁炳扬，浙江植物志，浙江科学技术出版社，1993