

文章编号: 1001-1498(2009)05-0662-05

实心狭叶方竹种群的生物量结构与地下茎生长规律研究

甘小洪¹, 陈启贵¹, 汪海¹, 温中斌²

(1. 西华师范大学生命科学学院, 四川 南充 637002; 2. 重庆市林业科学研究院竹子研究所, 重庆 梁平 405200)

摘要:依据 Harper的构件生物结构理论和种群生态学方法,对实心狭叶方竹种群的生物量结构和地下茎生长规律进行了研究。结果表明:(1)实心狭叶方竹种群各构件单位的生物量配置为:秆(36.30%)>叶(21.13%)>枝(17.82%)>箨(13.43%)>鞭(10.18%)>根(1.14%)。其中地上部分生物量占75.25%,主要集中在1~3龄;不同年龄地上部分各构件单位的生物量分配有较大差异。秆、枝、叶的含水率均以1年生新竹最高,并随年龄的增长而逐渐减小。(2)实心狭叶方竹秆基、秆柄和竹鞭等地下茎各构件较小;秆基和竹鞭上萌芽转化为壮芽的成功率较低;竹鞭主要生长在0~15 cm的土层,幼壮龄鞭有趋浅的动态,不利于其无性系种群的克隆生长,可能是导致其种源稀少的原因之一。

关键词:实心狭叶方竹;无性系种群;生物量结构;地下茎生长

中图分类号: Q795

文献标识码: A

The Biomass Structure and the Pattern of Subterranean Stem Growth of *Chimonobambusa angustifolia* f. *repleta* Clone Population

GAN Xiao-hong¹, CHEN Qi-gui¹, WANG Hai¹, WEN Zhong-bin²

(1. School of Life Science, China West Normal University, Nanchong 637009, Sichuan, China;

2. Bamboo Research Institute, Academy of Forestry Science of Chongqing, Liangping 405200, Chongqing, China)

Abstract: According to the theory of component framework and the methods of population ecology, the biomass structure and the pattern of subterranean stem growth of *Chimonobambusa angustifolia* f. *repleta* clone population was studied systematically. The results were as follows: (1) The biomass allocations ratios among culm, leaf, branch, bamboo stump, subterranean stem, root were 36.30%, 21.13%, 17.82%, 13.43%, 10.18% and 1.14% respectively. Thereinto, the biomass of aboveground parts accounted for 75.25% mostly focused on the ramets from 1 to 3 a. The biomass allocations of aboveground parts varied with age. The water content of culms, branches and leaves of *C. angustifolia* f. *repleta* would decrease with aging. (2) The components of subterranean stem of *C. angustifolia* f. *repleta* were smaller, and it was difficult for the buds on culm base and bamboo stump to translate into strong buds, and the subterranean stems mainly distributed in the shallow soil of 15 cm depth, which was unfavorable to its clone growth resulting in the sparsity of species.

Key word: *Chimonobambusa angustifolia* f. *repleta*; clone population; biomass structure; subterranean stem growth

收稿日期: 2008-12-10

基金项目: 西华师范大学科研启动基金项目(05B035);四川省教育厅青年基金项目(2006B038);四川省重点学科建设项目(SZD0420)

作者简介: 甘小洪(1974—),男,重庆璧山人,博士,副教授,主要从事竹类植物资源与保护研究。E-mail: bhgan@163.com

实心狭叶方竹 (*Chimonobambusa angustifolia* C. D. Chu et C. S. Chao f. *repleta* Yi et H. R. Qi) 是一种低山区分布的灌木状复轴混生型竹种,为狭叶方竹的变种,因其茎秆实心得名^[1],分布在重庆市梁平县竹海林场海拔 700~1 100 m 的疏林下^[2]。其笋嫩脆鲜美,为优良笋用竹种,其观赏价值和经济价值极高。由于种源非常稀少,具有极高的科学研究价值,急需进行全面保护和科学研究,以保证种源繁衍。

测定竹种的生物量结构,对于评价该种的生产力及提高营林水平和综合利用其产品都有着重要的意义^[3]。竹子地下茎的生长特性直接影响无性系种群克隆生长的分布格局、生理整合、生态对策和发笋成竹质量^[4]。有关实心狭叶方竹无性系种群的生物量结构和地下茎生长规律,迄今尚无文献报道。本文应用 Harper 的构件生物结构理论^[5]和竹类植物无性系种群生态学研究方法,对实心狭叶方竹种群的生物量结构及地下茎生长规律进行研究,旨在掌握天然实心狭叶方竹无性系种群的生物学特性,为进一步研究实心狭叶方竹种群及竹林培育实践提供理论依据。

1 研究地区自然概况

调查地位于重庆市梁平县竹海林场大垭口管护区,30°37.25'~30°39.944' N, 107°31.186'~107°37.125' E,海拔 940~1 050 m,属亚热带气候,年平均气温 14~18℃,大于 10℃积温为 5 267℃,无霜期 250 天左右,年降水量 1 100~1 300 mm,相对湿度 85%。调查地为落叶阔叶林,乔木层以壳斗科 (Fagaceae) 栎栲类落叶树种为主,灌木层以实心狭叶方竹为主;草本层以五节芒 (*Miscanthus floridulus* (Labill.) Ward)、狗脊蕨 (*Woodwardia japonica* (L.f.) Sm.) 类为主。土壤为山地黄壤,土层较薄,湿度大,腐殖质含量丰富,土壤中有较多的沙石。

2 研究方法

2.1 生物量调查

在试验地内设置 1 m × 1 m 的样方 4 个,于 3 月中旬对各个样方内每一立竹的胸径、全高、枝下高和

每样方株数进行调查、测量,并进行编号标记,然后在竹秆基部将其伐倒,逐株剔下枝、叶,分别称量秆、枝、叶的质量。地下部分生物量的测量是从样方四周垂直下挖,5 cm 为 1 层,分层挖出,清理鞭、箨(包括秆基和秆柄)、根(包括秆基和竹鞭上的根,20 cm 以下几乎无竹鞭出现,故第 4 层以不见竹鞭为止),洗净泥土,晾干表面水分后称质量。将实心狭叶方竹各生物构件装入保鲜袋带回实验室。按龄级将各构件分装,置于 85℃ 烘箱中烘干至恒质量,冷却后称质量^[6]。最后对测量所得数据进行统计分析。

2.2 地下茎分布规律调查

在试验地内设定 1 m × 1 m 的样方 4 个。伐去样方内竹子的秆,离地大约 5 cm 的秆留着,编号。从 1 年生竹秆往下挖,找到竹子的鞭,编号,并沿着该鞭的方向找出鞭梢,再逆向上找至该鞭的出处,不伤鞭上的芽、笋和根。然后轻轻地将鞭上泥土清洗干净,记载鞭段长、鞭色、鞭龄情况、鞭节数、节间长、各节芽的饱满度、发育状况等。观察记载鞭根长(分上、下、左、右方向量)、鞭根数。然后按 5 cm 为 1 个土层深度,逐层按鞭龄、鞭段记录鞭长、节数、节间长、鞭深、伸长方向,并逐根记录各鞭上的壮芽、弱芽、萌芽数^[7]。

3 结果与分析

3.1 实心狭叶方竹种群生物量结构

3.1.1 实心狭叶方竹无性系种群各构件单位生物量结构 由表 1 可知,所测实心狭叶方竹种群现存生物量为 3 332.33 g·m⁻²,其中秆占 36.30%,为实心狭叶方竹生物量的主要贮存构件,而根构件仅占 1.14%,为最小。在地上部分,秆 > 叶 > 枝;而地下部分则是箨 > 鞭 > 根。在总量构成中,地上部分生物量占 75.25%,地下部分占 24.75%,地上部分生物量为地下部分的 3 倍左右,其结果远高于方竹 (*Chimonobambusa quadrangularis* (Fenzi) Makino) 的 1.43 倍^[8]、苦竹 (*Pleiblastus actinotrichus* (Merr. & Chun) Keng f.) 的 1.47 倍^[6]和箬竹 (*Qiongzhusa tumidinoso* Hsüeh et Yi) 的 1.25 倍^[8],这与物种遗传特性对生物量结构的影响有关。在地下部分生物量中,

表 1 种群生物量在各构件单位的分配

项目	叶	秆	枝	地上部分	鞭	根	箨	地下部分	总量
生物量/(g·m ⁻²)	704.28	1 209.55	593.78	2 507.61	339.33	38.02	447.37	824.72	3 332.33
百分比/%	21.13	36.30	17.82	75.25	10.18	1.14	13.43	24.75	100.00

鞭、箨生物量占地下部分生物量的 95% 以上,笋芽与鞭芽所占比例相对较大,使得实心狭叶方竹具有较强的无性繁殖能力,这对种群的繁衍发展是有利的。

3.1.2 实心狭叶方竹无性系种群不同年龄分株生物量配置 由表 2 可知,地上部分生物量在各龄级中的分配以 3 龄竹最多,占 40.36%;4 年生及其以上的老龄竹较少,仅占 17.64%。地上部分生物量

在龄级上的分配为:3 龄 > 1 龄 > 4 龄 > 2 龄 > 5 龄及以上。地上部分各分株生物量主要集中在幼、中龄竹中,即 1~3 年生分株地上部分生物量之和占整个地上部分生物量的 82.36%;5 年生地上部分生物量最小,仅占 2.36%,这说明 5 年生实心狭叶方竹已趋于老龄。因此在人工林培育管理中应适当砍伐老龄竹,通过竹类植物的生理整合作用,让更多的养分向中、幼龄竹传输,以实现竹林的可持续经营。

表 2 地上部分生物量分配

项目	竹龄 /a					总量 / (g · m ⁻²)	百分比 /%
	1	2	3	4	5		
叶片 / (g · m ⁻²)	115.15	129.30	331.88	114.71	10.46	701.50	27.97
秆 / (g · m ⁻²)	430.94	150.88	414.86	173.75	39.12	1209.55	48.24
枝 / (g · m ⁻²)	156.61	69.68	265.23	94.71	9.73	595.96	23.77
总计 / (g · m ⁻²)	703.30	349.86	1011.97	383.17	59.31	2507.61	100
百分比 /%	28.05	13.95	40.36	15.28	2.36	100	

对表 2 数据分析可知,实心狭叶方竹无性系种群地上部分各构件单位生物量在不同年龄分株上的分配有较大的差异。就各构件生物量占全株地上部分生物量而言,叶、枝构件都具有随年龄的增大出现先增加而后减小的规律,而秆则有随年龄增大而减小的规律。分株地上部分生物量在构件单位上的分配比率由大到小依次为:1 年生为秆、枝、叶;2 年生及其以上均为秆、叶、枝。这表明实心狭叶方竹在发笋—成竹当年,能量和营养物质主要用于个体的生长发育,而尚未完全展开,故秆、枝的生物量所占比率大;第 2 年,叶已经完全伸展,并能通过光合作用积累大量的能量和营养物质,故叶的生物量所占比例逐渐增加;第 3、4 年,实心狭叶方竹各构件单位生长处于成熟高水平状态,故秆、枝、叶的生物量比例基本趋于稳定;到第 5 年时,小枝、叶片脱落,地下部分生长老化,开始出现腐烂现象,根系死亡,导致枝和叶的生物量急剧下降。

3.2 实心狭叶方竹地上各部分的含水率

由表 3 可知,实心狭叶方竹地上部分各构件单位的平均含水率中,以竹叶最高,竹秆最低。秆、枝

表 3 实心狭叶方竹地上部分的含水率分布规律

竹龄 /a	秆 /%	枝 /%	叶 /%	地上部分总平均 /%
1	61.46	68.76	72.78	67.67
2	36.98	58.25	59.59	48.285
3	53.68	59.94	56.25	54.965
4	48.05	43.71	52.33	50.19
5	37.32	25.54	17.71	27.515
(平均)	47.50	51.24	51.73	49.725

和叶的含水率都以 1 年生新竹最高,并随着年龄的增长而逐渐减小。由此表明,随着竹子年龄的增长,实心狭叶方竹地上部分各构件单位的干物质积累逐渐增多,导致含水率逐渐下降。

3.3 实心狭叶方竹种群地下茎分布规律研究

3.3.1 地下茎的形态特征

(1) 秆基:为秆茎的下部,通常位于地下,且常较秆茎为粗,由 3~7 节组成,平均节数 3.86 节;节间长 0.1~1.0 cm,从上到下逐渐缩短,平均节间长 2.42 cm;节间直径 0.27~1.30 cm,平均直径 0.58 cm;节上生根,每节有 0 至多条,每节平均有 2.51 条,根长 0.2~2.2 cm,平均根长 7.55 cm,秆基下部节上根少而粗长,上部多而细长,根的颜色由乳白色到黄褐色变化,支根级数为 2~5 级。秆基上着生芽数 2~16 个,平均每个秆基上着生 1.34 个,其中萌芽数占 57.03%,壮芽数占 9.02%,弱芽数占 33.95%。

(2) 秆柄:俗称“螺丝钉”或“龙眼鸡头”,是竹子地上和地下系统连接输导的枢纽,为秆基基部极度缩短变细,无芽无根的部分,与竹鞭或母竹相连竹秆的最下部分^[10]。实心狭叶方竹秆柄节间不明显。

(3) 竹鞭:竹鞭由鞭柄、鞭身和鞭梢三部分组成。竹鞭在地下纵横蔓延、起伏生长是靠鞭梢部分的分生组织不断分裂产生新细胞来实现的。平均节间长为 1.64 cm;鞭的每个节上平均着 1.32 条根。生鞭的横切面成圆形,直径为 5 mm。实心狭叶方竹根在竹鞭周围的分布并不均匀,其中分布于节上左右方向的明显多于上下方向,而分布于左方向的要多于右方向,

分布于上方向的根要多于下方向 (表 4)。

表 4 鞭根分布方向

项目	上	下	左	右	合计
数量	516.00	295.00	670.00	592.00	2 073.00
平均节间数	518.25	518.25	518.25	518.25	518.25
数量/平均	0.995 6	0.569 2	1.293	1.142	3.998

表 5 不同深度土层中各龄鞭的鞭节数

土层深度 /cm	1龄鞭节数		2龄鞭节数		3龄鞭节数		4龄鞭节数		5龄鞭节数		总数	百分比 /%
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
0~5	103	32.1	85	24.5	96	29.9	27	8.4	10	3.1	321	39.1
5~10	20	13.2	13	8.6	47	30.9	72	47.4	0	0	152	18.5
10~15	9	4.5	10	5	38	18.8	66	32.7	79	39.1	202	24.6
>15			71	48.6			57	39	18	12.3	146	17.8
(合计)	132		179		181		222		107		821	100
(%)	16.1		21.8		22		27.1		13		100	

从表 5、表 6 可知,实心狭叶方竹竹鞭主要分布在 0~15 cm 的土层中,这一层次的鞭节数和鞭段长度分别占整个剖面的 82.2% 和 95.14%; 15 cm 以上土层中鞭节数和鞭段长度分别为 17.8% 和 4.86%。从不同鞭龄的竹鞭分布来看,幼、中龄(1~3 年)竹鞭中 89.6% 分布在 0~15 cm 的土层中,说明实心狭叶方竹种群地下茎有趋浅的动态,而从浅土层中萌生的竹笋较为细弱,且易发生退笋。

从各年龄段的分布来看,鞭节数主要集中在 2~4

3.3.2 地下茎的垂直分布 竹鞭在土壤中横向起伏生长,每节长根、长芽、鞭横向起伏度、鞭段长、鞭段节数、节间长与立地条件、竹林生长状况有很大关系。

根据剖面调查资料,实心狭叶方竹无性系种群竹鞭的垂直分布状况见表 5 和表 6。

表 6 不同土层深度不同年龄段的竹鞭长度

土层深度 /cm	1龄鞭长度		2龄鞭长度		3龄鞭长度		4龄鞭长度		5龄鞭长度		总长 /cm	百分比 /%
	L/cm	%	L/cm	%	L/cm	%	L/cm	%	L/cm	%		
0~5	97.2	19.1	146	28.6	184.1	36.1	61.7	12.1	20.7	4.1	509.7	37.97
5~10	34	10.4	25.8	7.9	110	33.7	157	48	0	0	326.8	24.34
10~15	17	3.9	37.3	8.5	75.5	17.1	151.2	4.3	159.7	6.2	440.7	32.83
>15	0	0	22.2	34	0	0	9	13.8	34	52.2	65.2	4.86
(合计)	148.2		231.3		369.6		378.9		214.4		1 342.4	100
(%)	11.04		17.23		27.53		28.23		15.97		100	

3.3.3 地下茎系统芽的发育 未发育的芽色淡,呈黄白色,形扁,中部微凹,紧贴鞭节,这种芽称萌芽;发育的芽色较黄,形圆满,末端上翘,比弱芽略大,这种芽称壮芽;颜色暗淡、缺少光泽,表面萎缩称为弱芽。

实心狭叶方竹地下茎的鞭芽中,萌芽和弱芽的分布数量要明显高于壮芽,壮芽的整体分布不到 10%,而萌芽和弱芽的数量都达到了 40% 以上。1~3 龄鞭中萌芽的分布要显著多于 4 龄以上竹鞭,壮芽的分布要显著多于 5 龄以上竹鞭。同龄鞭上萌芽的分布也显著高于壮芽和弱芽的分布。从 4 龄开始,萌芽、壮

龄鞭,其鞭节数占 70.9%,5 龄以上的老鞭较少,仅为 13%。鞭长度多数集中在 3~4 龄鞭,占 55.76%; 5 龄及以上老鞭所占比例较少,为 15.97%,一年生幼鞭占的比例最少。这也受竹鞭立地条件的优越度影响,立地条件好的各年龄鞭的长度和节间长度比立地条件差的地段要长,在立地条件差的地段鞭节数明显比立地条件好的多,在杂草灌木多、土壤中石块等障碍物多的情况下可见到较多的畸形鞭。

芽数目就明显开始下降,弱芽分布明显增多。在 5 龄及以上竹鞭的鞭芽中,有 79.4% 的萌芽转化为弱芽,而转化为壮芽的成功率特别低 (表 7)。

表 7 鞭芽的分布情况

鞭龄 /a	萌芽数		壮芽数		弱芽数		总数
	N	%	N	%	N	%	
1	100	54.1	22	11.9	63	34.1	185
2	46	50.1	16	17.6	29	31.9	91
3	108	53.5	13	6.4	81	40	202
4	28	22.9	14	11.5	80	65.6	122
5	24	17.6	4	2.9	108	79.4	136
(合计)	306		72		361		739
(%)	41.4		9.7		48.8		

4 结论

(1) 实心狭叶方竹无性系各构件单位的生物量配置为:秆(36.30%)>叶(21.13%)>枝(17.82%)>箨(13.43%)>鞭(10.18%)>根(1.14%)。其中地上部分生物量占 75.25%,主要集中在 1~3 年生幼中龄竹中;地下部分占 24.75%。不同年龄地上部分各构件单位的生物量分配有较大差异。秆、枝、叶的含水率均以 1 年生新竹最高,并随年龄增长而逐渐减小。

实心狭叶方竹无性系地上部分生物量为地下部分的 3 倍左右,远高于其它种类的方竹^[6],表明实心狭叶方竹不仅是一种优良的笋用竹,在竹材生产方面也具有较强的优势,应作为笋材两用竹种加以保护和合理利用。

(2) 实心狭叶方竹的秆基平均 3.86 节,平均节间长 2.42 cm,平均节间直径 0.58 cm,秆基上平均着生 1.34 个芽;秆柄节间不明显;竹鞭平均节间长 1.64 cm,每个节上平均着生 1.32 条根,根在竹鞭周围的分布不均匀。秆基和竹鞭上萌芽和弱芽占绝对的优势。竹箨分布在 20 cm 深土层左右;竹鞭的鞭节数和鞭段长度分别有 82.2% 和 95.14% 分布在 0~15 cm 深土层中,1~3 龄鞭中的 89.6% 也聚集于此层。

实心狭叶方竹无性系地下茎各构件相对笋竹^[4]、巴山木竹 (*Anundinaria fargesii* E. G. Camus)^[7] 较小,这制约着其无性系种群的生长格局和竞争潜力。地下茎的根比其他复轴混生型竹种少而细长^[4,7-8],表明其根系与土壤间的物质和能量交换能力较弱,在一定程度上影响了秆基和竹鞭上的芽(萌

芽、壮芽、弱芽)的数量分布及相互之间的转化,从而导致秆基和竹鞭上萌芽转化为壮芽的成功率低,这不利于发笋成竹。地下茎的土层分布特点显示该竹种属于浅鞭性竹种,这在一定程度上影响其竹株地上部分的分布格局,不利于其无性系种群的克隆生长。正是这些因素的综合作用,导致实心狭叶方竹无性系单轴型分株数(即种源)极为稀少。

(3) 根据实心狭叶方竹地下茎生长规律,开展深翻和覆土等竹林培育措施,有利于其笋、竹产量和质量的提高,促进实心狭叶方竹无性系种群的稳定发展。

参考文献:

- [1] 易同培,齐辉荣. 狭叶方竹一新变型 [J]. 竹子研究汇刊, 2004, 23(3): 1
- [2] 易同培,史军义,玛丽莎,等. 中国竹类图志 [M]. 北京:科学出版社, 2008
- [3] 鲁顺保,饶玮,彭九生,等. 立地条件对毛竹生物量的影响研究 [J]. 浙江林业科技, 2008, 28(4): 22 - 27
- [4] 董文渊,黄宝龙,谢泽轩,等. 箬竹无性系地下茎生长规律的研究 [J]. 竹子研究汇刊, 2002, 21(4): 56 - 60
- [5] Haper J L. Population Biology of Plant [M]. London: Academic Press, 1977
- [6] 林新春,方伟,李贤海,等. 苦竹种群生物量结构研究 [J]. 竹子研究汇刊, 2004, 23(4): 26 - 29
- [7] 王太鑫. 巴山木竹种群生物学研究 [D]. 南京:南京林业大学, 2005
- [8] 连华萍,林庆富,马华明. 方竹的生物学特性研究 [J]. 经济林研究, 2000, 18(4): 34 - 35
- [9] 董文渊,黄宝龙,谢泽轩,等. 箬竹无性系种群生物量结构与动态研究 [J]. 林业科学研究, 2002, 15(4): 416 - 420
- [10] 周芳纯. 竹林培育学 [M]. 北京:中国林业出版社, 1998