

闽南毛竹林几种元素的累积和分配*

李振基 林 鹏 (厦门大学生物系, 厦门 361005)

【摘要】 研究了闽南毛竹群落中几种常量元素的累积情况, 结果表明, 在整个毛竹群落现存量中 N、P、Si、K、Ca 和 Mg 总累积量分别为 13.96、2.89、70.04、41.29、5.84 和 3.63g·m⁻². 在毛竹的各组分中, 竹叶中的各种元素含量均最高, 竹鞭中元素含量也较多. 6 种元素中, Si 的浓度最高, 平均为 1.60%, K 次之, 平均为 0.55%. Si 在叶中含量最高, 达 15.60g·m⁻², N 和 K 在竹秆中含量最高, 分别为 6.58 和 20.67g·m⁻². 林下植物根中 Si 含量也高达 11.45g·m⁻². 竹叶中 Si 含量很高还表明了它是从叶中含 Si 量低的木本植物向含 Si 量高的禾草进化的过渡类型.

关键词 毛竹群落 营养元素 元素含量

Accumulation and distribution of nutrient elements in *Phyllostachys pubescens* forest of South Fujian. Li Zhenji and Lin Peng (Xiamen University, Xiamen 361005). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1995, 6(supp.): 9-13.

Studies on the accumulation and distribution of nutrient elements in *Phyllostachys pubescens* community of South Fujian show that the total accumulation amount of N, P, Si, K, Ca and Mg is respectively 13.96, 2.89, 70.04, 41.29, 5.84 and 3.63g·m⁻². In different parts of *Phyllostachys pubescens*, leaf has the highest amount of these elements, and whip is the second. Among these 6 elements, Si has the highest concentration, 1.60% on average, and K is the second, 0.55% on average. The content of Si is the highest in leaves, being 15.60g·m⁻², and that of N and K is the highest in stems, being respectively 6.58 and 20.67g·m⁻². The roots also contain a higher content of Si, being 11.45g·m⁻². The high content of Si in leaves indicate that bamboo is a transitional type from woody plant (which has a lower content of Si) to grass (which contains more Si).

Key words *Phyllostachys pubescens* community, Nutrient element, Element content.

1 引 言

毛竹 (*Phyllostachys pubescens*) 在我国各类竹中分布最广, 南起南岭, 北至秦岭, 东起沿海, 西至四川、贵州均有其分布. 毛竹用途最多, 生长迅速, 产量高. 经营好的竹林年产竹材达 22-30t·ha⁻¹. 但到目前为止, 对其从群落水平来研究其物质和能量动态尚未见报道, 尤其对分布面积居全国之首的福建毛竹, 系统研究则更少, 本文希望能为闽南毛竹高产和稳产及引种栽培提供科学依据.

2 自然概况和研究方法

2.1 自然概况

福建省南靖县和溪高才地处南亚热带, 是热带向中亚热带过渡的地带, 它是毛竹等散生竹类分布之南缘. 该县位于福建省东南部, 24°56'N, 117°14'E, 地形大致呈向东南方开口的马蹄形, 利于形成暖湿气候. 根据南靖县气象台 1989-1990 年气象资料, 当地年平均气温 21.2℃, 最低月 (1 月) 均温为 13.9℃, 最高月 (7 月) 均温为 28.8℃, 绝对最低温 -2℃, 且为时极短, 年日照时数 1820h, 年霜日 10-13d, 年降水量为 2001.2mm, 且多集

* 福建省自然科学基金资助项目.

1992 年 12 月 21 日收到, 1993 年 12 月 10 日改回.

中于4—9月,年雨日175d,年平均相对湿度81.4%,基本上静风。

林地土壤为花岗岩风化发育的灰化红壤,土层深1m以上,枯枝落叶层厚5cm,表土层(0—15cm)淡棕色,粘壤土,团粒至核粒状结构,有机质含量2.1—6.0%,pH为5.1—5.3。

调查群落分布于和溪盆地边缘高才村附近,为丘陵谷地,海拔320—350m,坡度5—30°,群落总盖度85—95%,平均高度为16m,立木层为单一的毛竹,层盖度为60—90%,林下层生长茂密,盖度为60—80%,种类以草本植物为主,以乌毛蕨(*Blechnum orientale*)占优势,叶层高0.75m,最高达1.3m,Drude多度为Cop³,白花地胆草(*Elephantopus tomentosus*)居次,高度平均0.5m,其它草本植物主要还有狗脊(*Woodwardia japonica*)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、油莎草(*Gahnia tristis*)、三叶新月蕨(*Pronephrium triphylla*)等,常见灌木种类有沿海紫金牛(*Ardisia punctata*)、毛紫金牛(*Ardisia villosa*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、粗叶榕(*Ficus hirta*)、九节木(*Psychotria rubra*)、柏拉木(*Blastus cochinchinensis*)、毛冬青(*Ilex pubescens*)、梅叶冬青(*Ilex asprella*)等。层间植物以高粱泡(*Rubus lambertianus*)、粉背菝葜(*Smilax hypoglauca*)、尖叶菝葜(*Smilax arisanensis*)、玉叶金花(*Mussaenda parviflora*)、牛白藤(*Hedyotis hedyotidia*)等为主。尚有薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、米楮(*Castanopsis carlesii*)、拟赤杨(*Alniphyllum fortunei*)、山乌柏(*Sapium discolor*)、木荷(*Schima superba*)等乔木幼苗侵入。

2.2 研究方法

2.2.1 植被调查方法 1989年12月用样方法^[12]进行毛竹群落的本底调查,调查面积为4个10×10m²的样方。样方调查记录了每一株立竹的高度、胸径和年龄。灌木、草本层则在样方内随机选取5×5m²的小样方2个,记录样方内每一种灌木、草本和藤本植物的高度、盖度、株数或德氏多度。同时记录竹林的季相、土壤情况及人为影响。

2.2.2 样品的采集及处理 1990年8月选择群落郁闭林地,砍伐不同年龄和胸径的代表性标准毛竹8株,分段测定竹杆、竹枝、竹叶的鲜重,并分别取样带回烘干称重,磨碎过筛待测。地下部随机选

3个1×1m²的小样方,挖60—70cm至基本无根处,分层按竹鞭、竹根和其他植物根称取鲜重,并取样带回烘干称重,磨碎过筛待测。林下植物选1×1m²的样方4个,割取地上部分称取鲜重,并取样带回室内烘干,磨样待测。

2.2.3 化学分析 对上述待测之样品作N、P、Si、K、Ca、Mg的测定,N的测定采用过氧化氢-硫酸消化法^[2],P的测定采用钒钼黄比色法^[2],Si的测定采用硫酸-过氧化氢消煮重量法^[1],K、Ca、Mg的测定采用原子吸收分光光度法^[2]。

3 结果与讨论

3.1 毛竹的元素含量及其比较

3.1.1 毛竹各组分的元素含量 毛竹杆、枝、叶、根、鞭各组分N、P、Si、K、Ca、Mg含量测定结果如表1。

表1 毛竹各组分N、P、Si、K、Ca、Mg含量干重的百分比浓度

Table 1 Content of N, P, Si, K, Ca and Mg of *Phyllostachys pubescens* (% d. w.)

组分 Component	N	P	Si	K	Ca	Mg
杆 Stem	0.14	0.03	0.45	0.44	0.01	0.02
枝 Branch	0.16	0.03	0.89	0.18	0.02	0.02
叶 Leaf	0.60	0.14	6.09	1.06	0.80	0.18
根 Root	0.06	0.04	0.10	0.60	0.01	0.03
鞭 Whip	0.32	0.01	0.50	0.50	0.02	0.07
加权平均值 Weighted average	0.154	0.028	0.612	0.389	0.036	0.028

从表1可知,竹叶中累积的各种元素含量最高,竹鞭的含量也较多,这与竹叶是代谢较强的营养器官,鞭是代谢较强的贮藏和繁殖器官有关^[9]。在这些元素中Si和Ca在各组分中差异最大。各组分元素含量变化呈如下顺序:

N: 叶>鞭>枝>杆>根

P: 叶>根>枝=杆>鞭

Si: 叶>枝>鞭>杆>根

K: 叶>根>鞭>杆>枝

Ca: 叶>枝=鞭>杆=根

Mg: 叶>鞭>根>杆=枝

从表 1 还可看出, 6 种元素中, 以 Si 含量最高(平均 1.60%), 尤其叶的 Si 含量高达 6.09%, 远较其他组分中 Si 的含量(0.10—1.06%)高, 也较叶中其他元素的含量(0.14—0.1.06%)高, 这表明竹叶中硅质含量相当高, 硅化程度很高, 也表明了竹亚科与叶中 Si 含量高的禾亚科植物^[10]

表 2 不同地区毛竹各组分中元素含量比较(%)

Table 2 Comparison of N, P, Si, K, Ca and Mg contents in different parts of *Phyllostachys pubescens* in different area

组 分 Component	地 点 Place	N	P	K	Si	Mg	Ca
叶 Leaf	福建南靖 Nanjing, Fujian	0.60	0.14	1.06	6.09	0.18	0.80
	江苏宜兴 Yixing, Jiangsu ^[9]	1.76	0.17	0.38	5.14		
	浙江兰溪 Lanxi, Zhejiang ^[11]	2.03	0.16	1.54	5.13	0.10	0.58
	日本 Japan ^[4]	2.30	0.30	1.50	5.10		
	广西 Guangxi ^[10]		0.13	1.17	4.37		0.70
秆 Stem	福建南靖 Nanjing, Fujian	0.14	0.03	0.44	0.45	0.02	0.10
	江苏宜兴 Yixing, Jiangsu	0.15	0.05	0.38	0.10		
	浙江兰溪 Lanxi, Zhejiang	0.23	0.07	0.52	0.10	0.03	0.01
	日本 Japan	0.30	0.10	0.40	0.10		
鞭 Whip	福建南靖 Nanjing, Fujian	0.32	0.01	0.50	0.50	0.07	0.02
	浙江兰溪 Lanxi, Zhejiang	0.43	0.14	0.33	0.74	0.05	0.01
	日本 Japan	0.70	0.20	0.50	0.50		
枝 Branch	福建南靖 Nanjing, Fujian	0.16	0.03	0.18	0.89	0.02	0.02
	江苏宜兴 Yixing, Jiangsu	0.05	0.10	0.06	0.61		
根 Root	福建南靖 Nanjing, Fujian	0.06	0.04	0.60	0.10	0.03	0.01

3.1.2 不同地区毛竹元素含量的比较 比较不同地区毛竹各组分的元素含量(表 2)可知, 同一种毛竹, 尽管分布地区的地理位置和气候条件差异较大, 但各组分中元素含量的差异不明显, P、Ca、K、Mg 含量各地区相似, 除 Si 最大外, 其中 N、K 较大, Mg、Ca 较小, P 居中, 闽南毛竹中的含量与各地区比较, 各组分含量均偏小, 如叶的含 N 量在江苏宜兴、浙江兰溪、日本等地均在 1.76% 以上, 较闽南毛竹含量(0.60%)高 2—3 倍. 江苏宜兴与日本毛竹秆与鞭的 N 含量也较闽南毛竹高, 可能与纬度有关. 而闽南毛竹地上部各组分 Si 含量均偏高.

3.1.3 毛竹与其他植物元素含量的比较 与其他植物相比较, 毛竹叶 N 含量(平均 1.67%)^[4,9,11]、P 含量(平均 0.18%)^[4,9-11]

的亲缘关系近. Si 在根中含量最小, 仅 0.10%. 在 6 种元素中, K 的含量次之, 平均为 0.55%, 这与 K 是植物体重要元素, 繁殖体形成、植物生长和新器官形成皆需要 K 的存在^[6]有关, 枝中含 K 量稍低(0.18%), 这与两年一度的换叶有关, 换叶时 K 向体内移动并及时向新叶输送养分.

与秋茄叶(N: 1.88%, P: 0.15%)^[6]较接近. 叶中 K 含量(平均 1.13%)^[4,9-11]较杉木叶(0.4%)^[3]、马尾松叶(0.42%)^[3]、红树植物叶(平均为 0.97%)^[7]、苦楮叶(0.47%)^[3]均高, 可见毛竹叶代谢很旺盛, 竹秆中的 K 含量(平均 0.44%)远较其他植物(0.05—0.28%)^[7]高, 与白骨壤(0.54%)^[7]很接近, 可以认为毛竹竹秆较其他植物茎的代谢更为旺盛. 毛竹地下部根的 K 含量(0.60%)与鞭的 K 含量(0.50%)也较其他陆地植物根的 K 含量(0.066—0.33%)^[7]高, 这表明毛竹的根与鞭代谢都很旺盛, 可以与红树植物的根系(K 含量平均为 0.67%)^[7]相比. 毛竹各组分中 Ca 含量与红树植物相比均低许多, 仅叶的含量(分别平均为 0.69%)^[11]和 0.74%)^[13]相近, 这与各组分中 Ca 转移到

竹叶中后,大部分被固定在叶部有关^[8]. Mg 的含量(平均 0.07%)远较红树植物(0.10-0.80%)低. Si 的含量与水稻茎秆(3.2-13.2%)^[2]相比,毛竹各组分除叶的 Si 含量(4.37-6.09%)相当,其他组分(0.10-0.89%)均很低(表 2).

3.2 毛竹群落的元素总累积量及其分布

3.2.1 毛竹群落元素分布 根据毛竹群落各组分的生物量^[5]及其元素含量,可推算出群落内各组分的元素分布及群落总累积量(表 3).从表 3 可见,毛竹群落各元素在地上部的含量均高于地下部,N 的含量在地上茎-秆中最高(6.58g · m⁻²),地下茎-鞭中次之(2.53g · m⁻²),根最低(0.81g · m⁻²);P 的含量也是竹秆最高(1.41g · m⁻²),这与秆的生物量最高(4752g · m⁻²)有关,根部含量(0.54g · m⁻²)也较高;Si 的总含量也是竹秆最高(21.14g · m⁻²),林下植物根(16.99g · m⁻¹)和竹叶(15.60g · m⁻²)的 Si 含量仅次于竹秆,其他组分 Si 的含量均较少(1.34-7.60g · m⁻²);K 的含量在竹秆中占绝对优势(20.67g · m⁻²),占群落含 K 总量占 50.04%,根部 K 含量次之(8.07g · m⁻²),枝的含量最少(仅 1.56g · m⁻²).

表 3 毛竹群落各组分元素含量的分布(g · m⁻²)(1990)
Table 3 Distribution of N, P, Si, K, Ca and Mg in different parts of *Phyllostachys pubescens* community

种 类 Type	群落总量 Total amount in community					
	N	P	Si	K	Ca	Mg
枝 Branch	1.37	0.26	7.60	1.56	0.17	0.17
叶 Leaf	1.54	0.36	15.60	2.72	2.05	0.46
秆 Stem	6.58	1.41	1.14	20.65	0.47	0.94
林下植物 Plants in under- growth	1.14	0.23	20.39	4.35	2.86	1.10
鞭 Whip	2.53	0.10	3.96	3.96	0.16	0.55
根 Root	0.81	0.54	1.34	8.07	0.13	0.40
总计 Total	13.97	2.90	50.03	41.31	5.84	3.62

m⁻²);Ca 在林下植物中含量最高(2.86g · m⁻²),其次则是竹叶(2.05g · m⁻²),其他组分均小于 0.5g · m⁻²;Mg 的分布与 Ca 的

分布相似,也是林下植物中含量最高(1.10g · m⁻²),杆部次之(0.94g · m⁻²).

3.2.2 毛竹群落的元素总累积量 从群落总累积量看, Si 的总含量最高,达 70.03g · m⁻²,远高于其他元素的总含量(2.90-41.31g · m⁻²)(表 3),这是其他群落中少有的,毛竹虽是木本植物,但仍保持了禾草类含 Si 高的特性.与福建沿海的红树林相比, K 的总含量稍低于秋茄群落的 K 含量(53.20g · m⁻²)^[7], Ca 与 Mg 的含量则远低于秋茄群落(分别为 77.29 和 52.66g · m⁻²),由此可见,陆生植物与海岸植物最大的区别在于 Mg、Ca 含量是海多陆少. N 的累积量也远较秋茄群落(93.55g · m⁻²)^[7]低,尽管竹叶中 N 的含量与秋茄叶(1.88%)^[7]接近,但因毛竹群落的生物量及各组分 N 含量的平均值(表 1、2)较秋茄低,故其总累积量(13.97g · m⁻²)低很多. P 的累积量远比秋茄群落(11.20g · m⁻²)^[7]低,在各组分中所占比例相似,毛竹秆的含 P 量最高(48.8%),表明竹秆内贮藏了大部分 P,随时可供给鞭部,也可以为换叶作好准备.

毛竹群落 N、P、Si、K、Ca、Mg 在各组分中的重量分布如图 1 所示.

从图 1 可见, N、P、K 含量与秆的生物

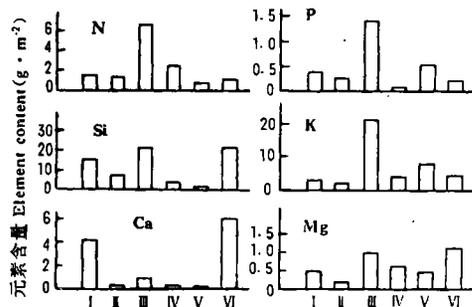


图 1 6种营养元素在毛竹群落各组分中的重量分布
Fig. 1 Weight distribution of 6 nutrient elements in different parts of *Phyllostachys pubescens* community.

* Other plants in undergrowth of community.
I. 叶 Leaf, II. 枝 Branch, III. 秆 Stem, IV. 鞭 Whip, V. 根 Root, VI. 林下植物 Plants in undergrowth.

量有关, 秆的含量占群落累积量的 50%, Si 与 Mg 则在秆与根部各占 30% 左右, 林下植物 Ca 所占比例最高, 竹叶次之。从图 1 还可看出, 尽管各元素在群落中总含量相差较大, 但 P 与 K、Si 与 Mg 在各组分中的含量相近。

参考文献

- 1 中国土壤学会农业化学专业委员会. 1983. 土壤农业化学常规分析方法. 科学出版社, 北京, 257—271.
- 2 中国科学院南京土壤研究所. 1987. 土壤理化分析. 上海科学技术出版社, 上海, 62—272.
- 3 冯宗炜、陈楚莹等. 1982. 湖南省会同县两个森林群落的生物生产力. 植物生态学与地植物学丛刊, 6(4): 257—266.
- 4 陈 嵘. 1984. 竹的种类及栽培利用. 中国林业出版社, 北京, 308—310.
- 5 李振基、林 鹏等. 1993. 闽南毛竹林的生物量和生产力. 厦门大学学报(自然科学版), 32(6): 726—767.
- 6 林 鹏. 1990. 红树林研究论文集. 厦门大学出版社, 厦门, 100—204.
- 7 林 鹏、苏 轶等. 1987. 九龙江口红树林研究 I. 秋茄群落的钾、钠积累和循环. 生态学报, 7(2): 102—110.
- 8 胡超宗、潘孝政. 1983. 毛竹笋用林立竹密度的研究. 竹子研究汇刊, 9(4): 1—16.
- 9 南京林产工业学院竹类研究室. 1974. 竹林培育. 农业出版社, 北京, 5—249.
- 10 侯学煜. 1982. 中国植被地理及优势植物化学成分. 科学出版社, 北京, 109—111.
- 11 黄伯惠. 1983. 毛竹矿质营养元素动态的研究. 竹子研究汇刊, 2(1): 87—111.
- 12 Barbour, M. G., J. H. Burk and Pitts, W. D. 1980. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California, 156—182.
- 13 Lin, P. and R. Chen. 1986. Studies on the mangrove ecosystem of the Jiulongjiang river estuary in China. I. Accumulation and biological cycle of calcium and magnesium in *Kandelia candel* community. *Acta Oceanologica Sinica*, 5(3): 447—455.