

文章编号:1000-5641(2006)02-0121-09

浙江天童常见植物幼树器官的氮磷养分特征

施家月, 王希华, 闫恩荣, 程铭华

(华东师范大学 环境科学系, 上海 200062)

摘要: 对浙江天童 39 种常见植物幼树的养分分配研究表明:常绿阔叶幼树中叶养分含量为: N 1.059%~2.896%, P 0.069%~0.126%, 落叶阔叶幼树叶的养分含量为: N 1.868%~3.254%, P 0.092%~0.186%, 针叶树马尾松幼树叶的养分含量为: N 1.874%, P 0.078%, 植物不同器官营养含量不同, 叶中 N 和 P 含量明显高于其它器官, 茎和根中 N 和 P 的含量较低. 通过 ANOVA 分析可知, 不同生活型植物叶中 N 和 P 含量差异显著, 落叶阔叶树种养分含量高于常绿阔叶树种, 而枝、茎和根中 N 和 P 含量差异不显著; 常绿阔叶树种不同生活型植物 N 和 P 含量存在一定差异, 常绿阔叶乔木树种 N 和 P 含量高于常绿阔叶灌木树种. 利用 PCA 和聚类分析发现, 该地区不同演替阶段优势种养分含量具有相似性, 根据不同器官养分含量特征, 演替系列上的常见种的养分利用策略可分为 3 种类型, 即“快生长策略”、“养分保留策略”及其它类型; 植物不同器官中 N 和 P 含量均存在相关性, 但相关程度在不同器官中表现不同, 其相关系数大小为: 叶>茎>枝>根; 不同器官吸收 N 和 P 存在正相关关系.

关键词: 常见种; 幼树; 养分特征**中图分类号:** Q946 **文献标识码:** A

Saplings Nutrient Characteristics of Common Plants in Tiantong National Forest Park

SHI Jia-yue, WANG Xi-hua, YAN En-rong, CHENG Ming-hua

(Department of Environment Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: The investigation of nutrient contents of 39 common species was carried out in Tiantong National Forest Park. The results reveal that the leaf N contents of evergreen-broad leaved trees range from 1.059% to 2.896%, P contents range from 0.069% to 0.126%, the leaf N contents of deciduous-broad leaved trees range from 1.868% to 3.254%, and P contents range from 0.092% to 0.186%. The leaf N contents of coniferous tree *Pinus massoniana* is 1.874%(N), and the P contents of 0.078%. Average nutrient contents in all organs are different, average nutrient contents in stem and root are lower, and the leave are highest among organs. N and P contents are closely correlated in different organs. Deciduous broad-leaved species have consistently higher leaf N and P than evergreen broad-leaved species, but there are no significant differences in stems,

收稿日期:2006-03

基金项目:国家自然科学基金(30130060)

作者简介:施家月(1981-),男,硕士研究生.

通讯作者:王希华,男,副教授.

branches and roots. The nutrient contents of trees are higher than shrubs among evergreen broad-leaved species. According to nutrient contents, the common and dominant species in different succession stages can be classified into three groups, namely, the rapid growth strategy group, the nutrient retention strategy group and the other group. In addition, there is a correlated relationship between N and P contents in different organs and the correlation coefficient is in the order: leaf > stem > branch > root. The positive relationship between N and P for the need of different organs is also observed.

Key words: common species; sapling; nutrient status

0 引 言

植物的养分含量特征是生态系统养分循环研究的一个重要组成部分,植物体内的养分含量及各元素的相关性,不仅可以揭示植物与其环境之间的关系,同时可对造林营林进行指导.国外对该领域的研究工作开展较早,如 Woodwell 等^[1]报道了美国 Brookhaven 森林植物的养分含量, Garten^[2]探讨了植物体内重要元素的相关性,1977 年又报导了美国东南部地区植物的养分含量格局.我国在 20 世纪 50 年代开始该领域的研究工作^[3~9].

幼树是植物生活史过程中对环境最为敏感的时期,幼树体内的养分含量通常能够反映植物的养分利用策略,一定程度上可以成为环境养分条件的一种表征.任何物种体内的养分分配都是不均匀,某些种在生理机能最强的部位投入大量的养分,以获得旺盛的生长,这些种一般具有较强的竞争力.植物体内的养分含量不仅可以反映植物的生长环境,同时可以表征植物对环境的适应性,例如,生长在养分贫乏生境里的植物,通常认为是适应寡养分环境的一种养分利用策略^[10].

天童国家森林公园保存了我国东部地区典型的亚热带常绿阔叶林,在过去的研究中,已对常见种叶片的营养生态学^[11~14]和土壤肥力^[15]有过详细的研究,但对该地区常见种幼树的养分分配特征未见报道.森林生态系统养分循环研究中,植物幼树体内的养分含量特征是其研究的重要内容,通过对常见植物幼树器官的养分分配特征的研究,有助于了解养分在植物体内最初的分布状况,并为植被恢复过程中合理施肥提供依据,因而对这些特征的研究具有一定的理论和实际意义.

1 研究方法

1.1 研究地概况

天童国家森林公园地处北纬 29°48', 东经 121°47'. 其环境自然条件已有报道^[16].

1.2 树种选择和样品采集

天童国家森林公园内有大面积的常绿阔叶林,本研究选择的常绿阔叶树种以木荷/栲树群落为主,另外选择了该地区的一些常见落叶阔叶树种.2004 年 5 月随机挖掘各树种幼树 3 株,共采集常绿阔叶树 33 种,落叶阔叶树 5 种,针叶树 1 种.幼树一般高度在 0.4~3 m 左右,将取回的树种按枝、茎、叶和根分开,根用清水漂洗以去除表面粘附土壤并凉干,称量各部分鲜重,然后将各部分在 70℃ 下烘干至恒重,称量各部分干重,之后将各部分样品全部磨碎,如果某部分样品过多,则采用四分法剔除多余部分,个别样品太少,则可以将其与相同种的相同器官混合,然后装瓶待分析.

1.3 养分测定

硝解采用德国产(VELP)温控硝解炉进行,硝解方法采用标准凯氏法^[17],称取 0.2 g 待分析样品(精确到 0.000 1 g)放入硝解管中,每只管中加入 5 mL 浓硫酸,称取 2.5 g 硫酸钠/硫酸铜(按 10:1 混合)加入管中,摇匀,在 375 ℃下硝解 3 h,冷却后转移到容量瓶中(要反复冲洗硝解管)定容,然后采用 Skalar 流动注射分析仪进行 N 和 P 分析。

1.4 数据处理

利用 SPSS 统计软件,采用 ANOVA 进行成组设计的方差分析,两样本均数的比较采用 *t* 检验;并用 PCORD(版本 1.7.0.4)软件进行聚类分析和 PCA 排序。

为了解天童演替系列上常见种和优势种养分含量的特征差异,根据该地区不同演替阶段固定样地的调查资料,选取了演替系列上的 19 种常见和优势植物,对各器官的 N 和 P 含量进行 PCA 排序和聚类分析,来揭示养分特征差异。

2 结果与分析

2.1 不同器官的养分含量

从表 1 看出,常绿阔叶、落叶阔叶和针叶树种不同器官的 N 和 P 含量均存在明显差异。N 在叶的含量最高,茎的含量最低,各器官的排列顺序为:叶>枝>根>茎;P 在叶的含量也最高,在根和茎中的含量较低,各器官的排列顺序为:叶>枝>茎>根。

表 1 常见种不同器官的 N 和 P 养分含量

Tab. 1 Nutrient contents in different organs of common plants

%

植 物 名 称	N				P			
	叶	枝	茎	根	叶	枝	茎	根
米槠 <i>Castanopsis carlesii</i>	1.513 (0.081)	1.099 (0.223)	1.153 (0.258)	0.900 (0.272)	0.075 (0.003)	0.072 (0.015)	0.077 (0.004)	0.048 (0.004)
栲树 <i>Castanopsis fargesii</i>	1.583 (0.183)	1.112 (0.200)	1.095 (0.213)	0.986 (0.284)	0.084 (0.004)	0.068 (0.003)	0.065 (0.007)	0.055 (0.007)
苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	1.812 (0.436)	1.010 (0.196)	0.635 (0.076)	0.691 (0.119)	0.084 (0.010)	0.054 (0.011)	0.058 (0.002)	0.040 (0.004)
青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	1.531 (0.473)	0.898 (0.238)	0.646 (0.200)	0.376 (0.055)	0.076 (0.027)	0.063 (0.013)	0.050 (0.004)	0.051 (0.001)
青栲 <i>Cyclobalanopsis myrsinaefolia</i>	1.810 (0.138)	1.033 (0.274)	0.450 (0.042)	0.897 (0.450)	0.080 (0.014)	0.051 (0.009)	0.046 (0.005)	0.043 (0.005)
赤皮青冈 <i>Cyclobalanopsis gilva</i>	1.770 (0.258)	1.223 (0.208)	0.650 (0.106)	0.789 (0.098)	0.078 (0.004)	0.059 (0.011)	0.046 (0.002)	0.061 (0.008)
褐叶青冈 <i>Cyclobalanopsis gracilis</i>	1.789 (0.217)	1.220 (0.350)	0.529 (0.267)	0.513 (0.244)	0.079 (0.002)	0.056 (0.005)	0.054 (0.008)	0.044 (0.002)
石栎 <i>Lithocarpus glaber</i>	1.654 (0.259)	1.023 (0.021)	0.358 (0.089)	0.495 (0.261)	0.083 (0.009)	0.060 (0.004)	0.040 (0.004)	0.040 (0.014)
长叶石栎 <i>Lithocarpus harlandii</i>	1.623 (0.786)	0.812 (0.346)	0.467 (0.267)	0.512 (0.198)	0.077 (0.007)	0.058 (0.006)	0.045 (0.008)	0.037 (0.006)
交让木 <i>Daphniphyllum macropodium</i>	1.623 (0.021)	0.712 (0.193)	0.383 (0.022)	0.356 (0.078)	0.079 (0.016)	0.058 (0.021)	0.050 (0.007)	0.054 (0.003)
薯豆 <i>Elaeocarpus japonicus</i>	2.304 (0.058)	1.223 (0.654)	0.564 (0.067)	0.763 (0.273)	0.129 (0.030)	0.115 (0.078)	0.056 (0.006)	0.060 (0.022)
杨梅 <i>Myrica rubra</i>	2.019 (0.072)	1.075 (0.432)	0.605 (0.345)	0.769 (0.156)	0.074 (0.009)	0.033 (0.007)	0.038 (0.009)	0.062 (0.006)
薄叶润楠 <i>Machilus leptophylla</i>	1.846 (0.147)	1.093 (0.249)	0.476 (0.564)	0.661 (0.534)	0.090 (0.011)	0.055 (0.010)	0.054 (0.016)	0.058 (0.010)
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	1.059 (0.219)	0.582 (0.127)	0.391 (0.051)	0.603 (0.169)	0.069 (0.010)	0.049 (0.004)	0.047 (0.006)	0.038 (0.005)

续表 1

植物名称	N				P			
	叶	枝	茎	根	叶	枝	茎	根
天竺桂 <i>Cinnamomum japonicum</i>	1.136 (0.179)	0.709 (0.039)	0.404 (0.259)	0.726 (0.252)	0.089 (0.023)	0.051 (0.008)	0.049 (0.015)	0.051 (0.011)
木荷 <i>Schima superba</i>	1.432 (0.342)	1.213 (0.321)	1.065 (0.124)	0.643 (0.067)	0.088 (0.009)	0.075 (0.006)	0.072 (0.012)	0.051 (0.008)
红皮树 <i>Styrax suberifolius</i>	1.987 (0.064)	1.201 (0.826)	0.268 (0.127)	0.412 (0.194)	0.103 (0.02)	0.056 (0.012)	0.049 (0.003)	0.035 (0.005)
毛枝冬青 <i>Ilex buergeri</i>	1.798 (0.154)	1.362 (0.769)	0.276 (0.144)	0.631 (0.129)	0.079 (0.006)	0.054 (0.003)	0.049 (0.011)	0.045 (0.004)
浙江新木姜子 <i>Neolitsea aurata</i> var. <i>chekiangensis</i>	1.575 (0.332)	1.063 (0.110)	0.505 (0.195)	1.806 (0.099)	0.085 (0.000)	0.083 (0.014)	0.064 (0.005)	0.068 (0.181)
长叶木姜子 <i>Litsea elongata</i>	1.978 (0.071)	1.302 (0.277)	1.024 (0.068)	1.347 (0.233)	0.098 (0.013)	0.086 (0.017)	0.070 (0.008)	0.062 (0.018)
花榈木 <i>Ormosia henryi</i>	2.896 (0.890)	1.498 (0.786)	0.878 (0.234)	1.457 (0.675)	0.126 (0.456)	0.057 (0.008)	0.063 (0.009)	0.071 (0.003)
黑山山矾 <i>Symplocos heishanensis</i>	1.266 (0.086)	0.897 (0.546)	0.412 (0.212)	0.437 (0.116)	0.088 (0.008)	0.063 (0.009)	0.042 (0.006)	0.036 (0.001)
黄牛奶树 <i>Symplocos laurina</i>	1.644 (0.209)	0.634 (0.317)	0.398 (0.093)	0.333 (0.046)	0.089 (0.008)	0.054 (0.010)	0.057 (0.004)	0.051 (0.005)
老鼠矢 <i>Symplocos stellaris</i>	1.396 (0.099)	0.893 (0.208)	0.295 (0.121)	0.311 (0.214)	0.078 (0.008)	0.065 (0.011)	0.058 (0.018)	0.039 (0.005)
披针叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i>	1.951 (0.073)	1.225 (0.149)	0.434 (0.171)	0.531 (0.051)	0.083 (0.015)	0.075 (0.003)	0.054 (0.006)	0.043 (0.008)
山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	1.489 (0.121)	0.583 (0.188)	0.413 (0.097)	0.531 (0.261)	0.075 (0.004)	0.046 (0.011)	0.042 (0.006)	0.036 (0.010)
狗骨柴 <i>Tricalysia dubia</i>	1.811 (0.386)	1.433 (0.640)	0.396 (0.210)	0.961 (0.787)	0.086 (0.008)	0.058 (0.011)	0.043 (0.003)	0.046 (0.005)
披针叶茴香 <i>Illicium lanceolatum</i>	2.002 (0.185)	1.018 (0.678)	0.747 (0.066)	0.764 (0.372)	0.126 (0.013)	0.095 (0.008)	0.069 (0.013)	0.048 (0.004)
连蕊茶 <i>Camellia fraterna</i>	1.355 (0.076)	0.718 (0.231)	0.238 (0.108)	0.779 (0.401)	0.084 (0.011)	0.055 (0.007)	0.048 (0.006)	0.038 (0.004)
窄基红褐柃 <i>Eurya rubiginosa</i> var. <i>attenuata</i>	1.303 (0.114)	0.793 (0.220)	0.385 (0.095)	0.588 (0.706)	0.074 (0.003)	0.059 (0.004)	0.055 (0.005)	0.038 (0.008)
红叶树 <i>Helicia cochinchinensis</i>	1.321 (0.456)	0.951 (0.104)	0.358 (0.206)	0.774 (0.419)	0.078 (0.013)	0.049 (0.005)	0.041 (0.007)	0.049 (0.002)
椴木 <i>Loropetalum chinense</i>	1.713 (0.120)	1.223 (0.578)	0.443 (0.076)	0.600 (0.296)	0.114 (0.005)	0.058 (0.013)	0.055 (0.006)	0.039 (0.018)
马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	1.413 (0.555)	0.457 (0.283)	0.162 (0.155)	0.522 (0.096)	0.073 (0.007)	0.046 (0.007)	0.038 (0.012)	0.038 (0.009)
平均值 Mean	1.679 (0.354)	1.009 (0.260)	0.530 (0.256)	0.711 (0.325)	0.087 (0.016)	0.062 (0.016)	0.053 (0.010)	0.048 (0.010)
落叶树种 Deciduous species								
三角槭 <i>Acer buergerianum</i>	2.624 (0.091)	1.221 (0.348)	0.617 (0.312)	0.734 (0.253)	0.186 (0.023)	0.124 (0.087)	0.082 (0.048)	0.059 (0.005)
雷公鹅耳枥 <i>Carpinus viminea</i>	2.010 (0.586)	1.298 (0.105)	0.665 (0.162)	0.724 (0.093)	0.092 (0.027)	0.080 (0.015)	0.058 (0.006)	0.109 (0.116)
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	1.868 (0.085)	0.648 (0.232)	0.620 (0.131)	0.488 (0.292)	0.096 (0.015)	0.070 (0.011)	0.069 (0.002)	0.049 (0.008)
山鸡椒 <i>Litsea cubeba</i>	3.254 (0.210)	1.336 (0.461)	1.048 (0.543)	1.253 (0.011)	0.145 (0.021)	0.060 (0.018)	0.048 (0.003)	0.055 (0.004)

续表 1

植物名称	N				P			
	叶	枝	茎	根	叶	枝	茎	根
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	2.292 (0.071)	0.835 (0.675)	0.685 (0.127)	0.475 (0.346)	0.118 (0.013)	0.060 (0.008)	0.055 (0.000)	0.040 (0.007)
平均值 <i>Mean</i>	2.410 (0.554)	1.068 (0.308)	0.727 (0.182)	0.735 (0.315)	0.127 (0.039)	0.079 (0.027)	0.062 (0.013)	0.062 (0.027)
针叶树种 <i>Coniferous species</i>								
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	1.874 (0.126)	0.703 (0.234)	0.483 (0.481)	0.688 (0.096)	0.078 (0.007)	0.070 (0.008)	0.057 (0.017)	0.054 (0.009)

2.2 不同生活型植物各器官养分差异

通过 ANOVA 分析结果表明(表 2), N 和 P 在不同生活型植物叶中含量差异显著($P < 0.05$), 即落叶阔叶树种 > 针叶树种 > 常绿阔叶树种, 而 N 和 P 在枝、茎和根中的含量差异均不显著($P > 0.05$).

表 2 不同生活型植物不同器官 N 和 P 含量差异方差分析

Tab. 2 Differences of N and P in different life forms

元素	植物器官	变异来源	方差总和	自由度	均方	F	P
N	叶	组间	2.328	2	1.164	7.995	0.001*
		组内	5.241	36	0.146		
		总变异	7.57	38			
	枝	组间	0.111	2	0.055	0.783	0.465
		组内	2.548	36	0.071		
		总变异	2.659	38			
	茎	组间	0.304	2	0.152	2.464	0.099
		组内	2.223	36	0.062		
		总变异	2.528	38			
	根	组间	0.003	2	0.002	0.015	0.985
		组内	3.774	36	0.105		
		总变异	3.777	38			
P	叶	组间	0.007	2	0.004	9.399	0.001*
		组内	0.014	36	0		
		总变异	0.021	38			
	枝	组间	0.001	2	0.001	2.211	0.124
		组内	0.011	36	0		
		总变异	0.012	38			
	茎	组间	0	2	0	1.803	0.179
		组内	0.004	36	0		
		总变异	0.004	38			
	根	组间	0.001	2	0.000	2.804	0.074
		组内	0.006	36	0		
		总变异	0.007	38			

* $P < 0.05$, 差异显著.

2.3 植物各器官 N 和 P 元素含量相关性

将每种植物分不同器官, 然后对每个器官的 N 和 P 作相关分析(图 1~4), 结果表明, 不同器官中的 N 和 P 含量均呈现正相关关系, 但不同器官的比例不同, N 和 P 含量在不同器官中的相关程度大小为: 叶 > 茎 > 枝 > 根.

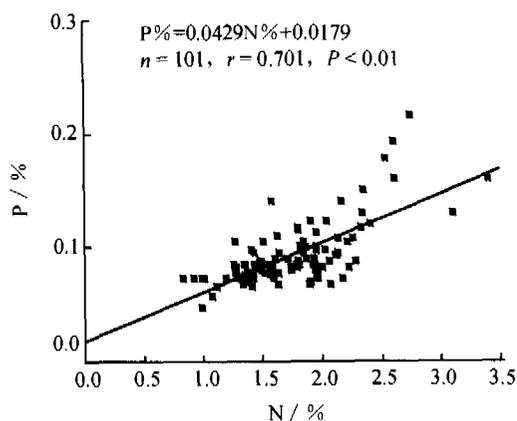


图 1 叶中 N% 和 P% 的关系

Fig. 1 Relationship between N% and P% in leaves

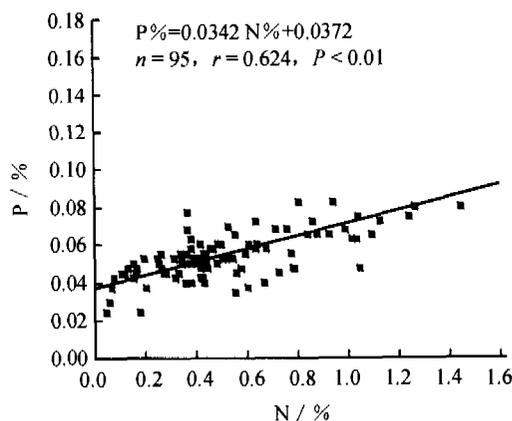


图 2 茎中 N% 和 P% 的关系

Fig. 2 Relationship between N% and P% in stems

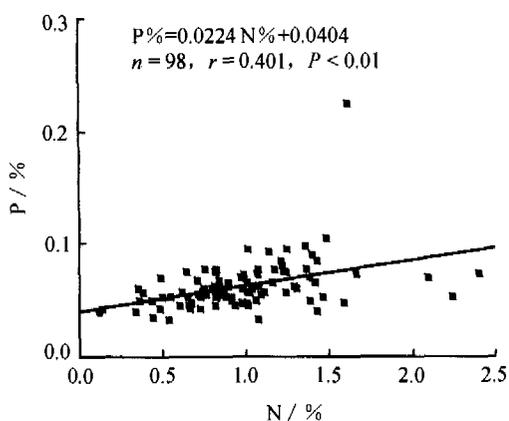


图 3 枝中 N% 和 P% 的关系

Fig. 3 Relationship between N% and P% in branches

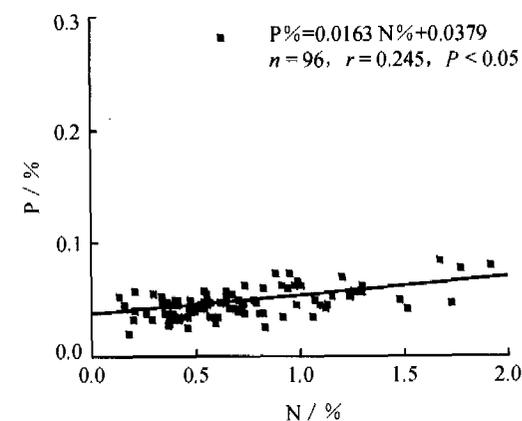


图 4 根中 N% 和 P% 的关系

Fig. 4 Relationship between N% and P% in roots

2.4 不同器官养分含量的相关性

本文通过对 39 种植物不同器官吸收 N 和 P 相关分析表明,除了叶中 P 含量和根中 P 含量不存在相关性,其它各器官吸收 N 和 P 均存在正相关关系(如表 3 所示)。

表 3 植物不同器官吸收养分的相关分析

Tab. 3 The correlation of nutrient content in different organs.

器官	叶 N (P)	枝 N (P)	茎 N (P)	根 N (P)
叶 N (P)	1(1)			
枝 N (P)	0.582** (0.643**)	1(1)		
茎 N (P)	0.424** (0.468**)	0.445** (0.705**)	1(1)	
根 N (P)	0.381* (0.231)	0.482** (0.356*)	0.480** (0.316*)	1(1)

注: ** 为 $P < 0.01$, * 为 $P < 0.05$

2.5 常绿阔叶树种不同生活型幼树各器官养分含量的差异

根据常绿阔叶树成熟个体的生活型,将 33 种常绿阔叶树分为中乔木、小乔木和灌木,从

图 5 可以看出, N 和 P 在中乔木和小乔木各器官中的含量差异不大($P>0.05$); 中小乔木的叶和枝中的 N 含量高于灌木中的 N 含量($P<0.05$), 其它器官差异不显著($P>0.05$); 在叶和茎中, 中小乔木中的 P 含量高于灌木($P<0.05$), 其它器官差异不显著($P>0.05$).

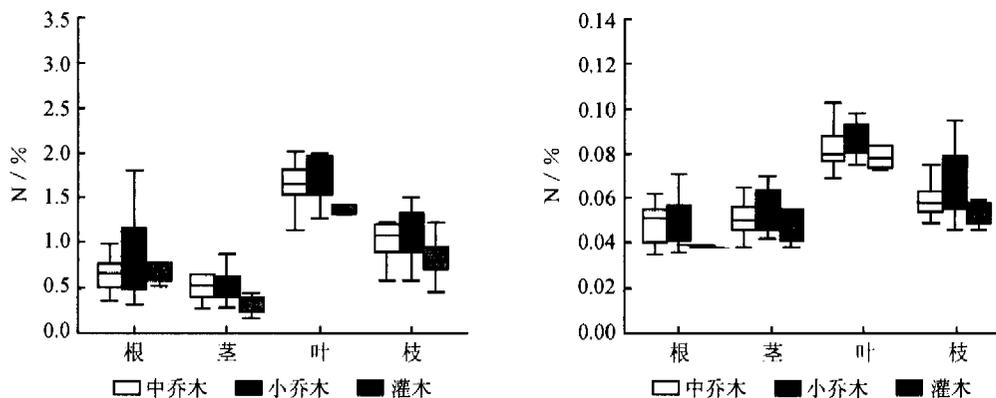


图 5 不同生活型常绿阔叶树种幼树各个器官 N 和 P 含量

Fig. 5 N and P contents in different life forms of evergreen broad-leaved saplings

2.6 演替系列常见种和优势种的养分差异分析

从 Aerts^[10] 根据植物养分含量对其进行的功能分类来看, 本研究中的 19 种植物可以分为以下 3 种类型(图 6): “养分保留”型, 包括: 米槠、栲树和木荷; “快生长”型, 包括: 马尾松、枫香、檫木、杨梅、苦槠、石栎、披针叶山矾和榿木; 其它类型: 山矾、马银花、连蕊茶、交让木、黄牛奶树、老鼠矢、黑山山矾和窄基红褐柃, PCA 排序结果基本和聚类分析一致。

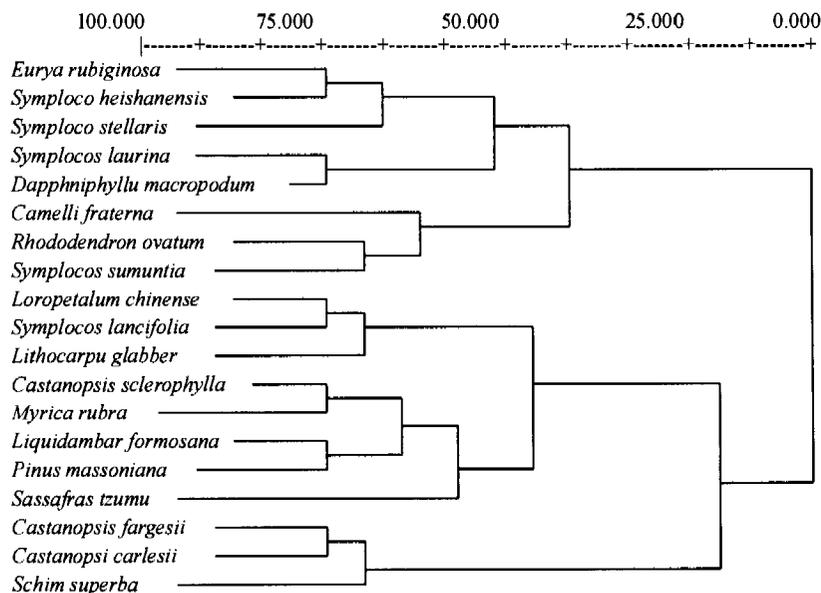


图 6 不同演替阶段常见和优势种利用养分聚类树状图

Fig. 6 Cluster analyses of nutrient utilization of common or dominant species in succession series

3 讨 论

3.1 植物幼树不同器官养分含量差异

植物各器官在生长过程中执行各自的功能,因此,不同器官对养分的需求必然存在差异.本研究发现,植物体内不同器官养分含量差异显著,植物叶中的N和P的含量都高于其它器官,其次为枝;在统计的33种常绿阔叶植物幼树中,N在叶中平均含量分别是枝、茎和根的1.7,3.1和2.3倍,P平均含量分别是1.4,1.6和1.8倍;5种落叶树幼树N在叶中平均含量是枝、茎和根的2.2,3.4和3.2倍,P平均含量是1.5,2.1和2.1倍;针叶树马尾松同落叶树具有相似的N和P含量格局.Krieger等^[18]认为植物木质部的养分大部分被转移到更需要的部位,如植物叶片、嫩枝和细根,茎和粗根通常维持较低的养分含量,在这里我们也证实了这一点,植物叶片是植物光合作用的主要场所,植物在生长过程中将大量的营养物质传递给叶片,以满足植物生长的需要.

以往的研究表明,不同生活型植物养分含量存在明显差异,如落叶树叶的养分含量高于常绿树种,阔叶树的养分含量又要高于针叶树种^[11,19~20].黄建军^[20]对本地区42种植物叶片N和P含量特征经过详细的研究,认为常绿阔叶树叶片的N和P含量明显低于落叶树种,本研究中,常绿树种幼树叶片的N和P含量明显低于落叶树种幼树的叶片($P < 0.05$),这充分说明常绿树种幼树比落叶树种幼树具有更高的养分利用效率,这种特征在幼树阶段就已具备.茎、枝和根的N和P含量在不同生活型植物幼树中差异不显著($P > 0.05$),这可能与器官的结构和功能有关,植物的枝和茎是高度木质化的器官,而且一般会占有较高的生物量比例,一般营养元素含量会比较低.根的养分含量比较复杂,粗根主要起支持作用,一般养分含量比较低,而细根具有巨大的吸收能力,它的养分含量会比较高,由于本次研究对象为植物幼树,细根量很少,没有将粗根和细根分开,因此根的N和P含量主要为粗根的N和P含量.

3.2 植物养分利用策略

从该地区常绿阔叶林的形成过程来看,檫木、杨梅、苦槠、石栎和槲木是演替早期阳性种,具有光合效率较高、养分在体内停留时间短、凋落物质量高和分解快等特点,能够快速利用被土壤吸附或固定的营养物质,并将其同化为自身的有机物,这类植物体内的养分含量比较高,因此,Aerts^[10]将其归类为“快生长策略”型植物;而米槠、栲树和木荷为演替中后期种,养分在体内停留时间长,凋落物分解慢,植物体内的养分含量低,这种类型为“养分保留策略”;另外,山矾、马银花、连蕊茶、交让木、黄牛奶树、老鼠矢、黑山山矾和窄基红褐柃,这类树种主要为演替中期或后期出现的灌木,这类植物大都为耐阴种,光合速率低,体内的养分含量也比较低,这类植物应当归结为其它类型.

植物吸收的元素关系到细胞的基本结构和功能,因此,体内吸收的元素必然存在相关性,这种关系不会因地理位置的变化而变化,其它研究结果都证实了这一点^[6,19].通过对39种植物幼树不同器官的N和P相关分析表明,植物幼树体内不同器官的N和P均呈现相关性,由于本次取样是该区域的常见植物,说明该地区的植物对N和P均表现强烈的选择吸收性,但不同器官的相关程度不同,植物通过根系从土壤中吸收一定比例的N和P,这种比例关系在植物不同器官中会发生变化,植物叶中的相关程度最高,说明叶对这种比例关系的要求比其它器官要高.本文通过对39种植物幼树不同器官N和P含量相关分析表明,植物体内某一器官养分含量比较高,其它器官的养分含量也比较高,说明植物不同器官养分含

量存在正相关关系。

植物体内的养分含量反映了物种的养分利用策略,低养分含量植物在竞争中会占有更大的优势,即以较少的养分可以制造出同样多的有机物,从而在争夺空间和资源上会占据比较有利的地位。与落叶树种相比,常绿树种通常被认为是寡养分生境的一种适应,这是因为与落叶树种相比,常绿树能够通过较长的叶寿命减少养分损失,这使得它们在养分成为限制因子的环境中具有更大的竞争力^[10~21]。而植物叶片直接影响植物冠层对光的截获量、光合和蒸腾作用效率,被认为是影响植物生产力最重要的器官,植物叶同时又具有更新快和养分含量高等特征,所以被认为最能反映植物的养分利用策略^[10~11,13],植物叶片的养分含量特征可以反映整株植物的营养特征和它生长环境的养分状况,因此,植物叶片可以作为植物养分状况的诊断器官。因而对植物叶子的养分和结构特征的分析,可以为植被恢复中的物种选取,森林经营管理中物种的合理搭配,合理施肥提供依据,具有一定的理论和实际意义。

[参 考 文 献]

- [1] Woodwell G L, Whittaker R H, Houghton R A. Nutrient concentrations in plants in the Brookhaven oak-pine forest [J], *Ecology*, 1957, 30: 13~25.
- [2] Garten C T, Gentry Jr J B, Sharitz R R. An analysis of elemental concentrations in vegetation bordering a southeastern United States coastal plain stream [J]. *Ecology*, 1977, 58: 979~992.
- [3] 侯学煜. 中国 150 种植物的化学成分及其方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 1959.
- [4] 栗德永, 王开曦. 太白山植物元素背景值的研究[J]. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1983, 7(3): 230~239.
- [5] 陈灵芝. 北京人工侧柏林的化学元素含量特征[J]. *植物学报*, 1988, 30(5): 539~548.
- [6] 莫大伦, 吴建学. 海南岛 86 种植物化学成分特点及元素间的关系研究[J]. *植物生态学和地植物学学报*, 1988, 12(1): 51~62.
- [7] 李俊清, 宫伟光. 东北主要造林树种的营养元素含量特征分析[J]. *植物生态和地植物学学报*, 1991, 15(4): 380~85.
- [8] 陈灵芝. 中国森林生态系统养分循环[M]. 北京: 气象出版社, 1997.
- [9] 李志安, 彭少麟. 我国热带几种人工林体内营养结构特征[J]. *生态学杂志*, 2001, 20(4): 1~4.
- [10] Aerts R, Chapin F S III. The mineral nutrition of wild plants revisited; a re-evaluation of processes and patterns [J]. *Advances in Ecological Research*, 2000, 30: 1~67.
- [11] 王希华, 黄建军, 回恩荣. 天童常绿阔叶林若干树种的叶片营养转移研究[J]. *广西植物*, 2004, 24(1): 81~85.
- [12] 王希华, 黄建军, 回恩荣. 天童国家森林公园常见植物凋落叶分解的研究[J]. *植物生态学报*, 2004, 28(4): 457~467.
- [13] 王希华, 黄建军, 回恩荣. 天童国家森林公园若干树种叶水平上养分利用效率的研究[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(4): 13~16.
- [14] 黄建军, 王希华. 浙江天童 32 种常绿阔叶树叶片的营养结构及特征[J]. *华东师范大学学报(自然科学版)*, 2003, 1: 92~97.
- [15] 张庆贵, 宋永昌, 由文辉. 浙江天童植物群落次生演替与土壤肥力的关系[J]. *生态学报*, 1999, 18(2): 174~178.
- [16] 宋永昌, 王祥荣. 浙江天童国家森林公园的植被和区系[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1995. 1~16.
- [17] Amin M, Flowers T H. Evaluation of Kjeldahl digestion method[J]. *Journal of Research (Science)*, 2004, 15(2): 159~177.
- [18] Krieger H, Schaefer H, Peng L. Growth dynamics of a planted *Eucalyptus exseria* (F. Muell) stand in south China: adaptation of generic a simulation model[M]. Kassel: Kassel University Press, 1990. 10~15.
- [19] 莫江明, 张得强. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林植物营养元素含量分配格局研究[J]. *热带亚热带植物学报*, 2000, 8(3): 198~206.
- [20] 黄建军. 天童国家森林公园常见植物叶片的营养生态学研究[D]. 华东师范大学硕士学位论文, 2002, 11~17.
- [21] Janasson S. Implication of leaf longevity, leaf nutrient re-absorption and translocation for the resource economy of five evergreen plant species[J]. *Oikos*, 1989, 56: 121~131.