

# 香港草地、芒萁、灌木群落植物 养分浓度和养分利用效率\*

管东生

(中山大学环境科学系, 广州 510275)

**摘要** 通过对香港草地、芒萁和灌木群落植物 N、P、K 养分元素的测定, 探讨这些营养元素在植物体各组分的浓度特征及季节动态, 并讨论各种植物群落的养分利用效率。

**关键词** 养分浓度, 养分利用效率, 植物群落

**分类号** X 171

植物养分浓度是重要的环境背景值, 它反映植物在一定生境下从土壤吸取和积蓄矿物养分的状况。同时植物养分浓度也是估算植被养分贮量和养分循环的基本资料, 它在某种程度上反映生态系统养分的整体状况。我国南亚热带植物化学成分的研究虽有一些报道<sup>[1]</sup>, 但这些研究主要集中在木本植物叶子和草本植物地上部的某一季节的化学成分。对植物体不同部分的化学成分及同一部分不同季节的化学元素动态的研究报道较少。

## 1 样地概况和研究方法

香港地处季风气候区, 年平均雨量为 2 214.3 mm, 4~9 月降雨量占年降雨量的大约 80%, 年平均温度为 22.8℃, 年蒸发量为 1 278.4 mm, 年平均相对湿度为 78%, 研究样地海拔高度为 220~290 m, 坡度为 35~45°, 基岩为火山岩和火成岩, 土壤为赤红壤。表土有机质含量为 5.02%~9.30%, 总 N 为 0.120%~0.238%, 总 P 为 0.048%~0.202%, 有效 K 为 30~69 mg/kg。

草地的建群种为鸭嘴草 (*Ischaemun* spp.)、野古草 (*Arundinella setosa*) 和金茅 (*Eulalia speciosa*); 芒萁 (*Dicranopteris dichotoma*) 群落以芒萁为单一建群种; 灌木群落的建群种为桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)。

群落的植物生物量和净生产量估算采用收割法, 详细估算方法已有另文介绍<sup>[2~4]</sup>。在生物量收获的 2 年期间, 每月在 3 个群落分别采集建群种及部分其他种的样品, 同时收集凋落物。样品采集后尽快带回实验室。在实验室, 木本植物地上部按种分叶、花果、立枯体和活茎, 草本植物分为活物质 (绿色) 和立枯体 (黄色)。地下部分只分草、蕨类植物和木本植物; 在芒萁和灌木群落则把芒萁和桃金娘的根与同类植物分开。样品分析, N 用凯氏

\* 美国洛克斐勒兄弟基金资助项目

收稿日期: 1998-07-10 管东生, 男, 41 岁, 副教授

法, P用钼兰比色法, K用原子吸收光谱法, 分析结果为元素全量.

## 2 结果与讨论

### 2.1 植物各组分的平均养分浓度

优势植物各组分 3个元素的平均浓度见表 1. 结果表明木本植物桃金娘不同组织的养分浓度有相当大的变化, 叶子和花果的养分浓度较高, 而茎和根的养分浓度则较低. 草本植物地上部养分浓度高于地下部分, 当年生地上部物质 N, P, K浓度高于老的地上部物质. 各种组分的 N 浓度变化为 2.5~ 9.25 mg/g, 最高和最低值有 3倍多的差异. 桃金娘叶的 N 浓度最高, 而其茎和根的 N 浓度最低. 植物组织的 P浓度远低于 N浓度, 其值从 0.15~ 0.84 mg/g变化. 在植物活组织中 K的浓度从 2.02~ 11.11 mg/g变化, 这一变化范围与 N浓度相似.

表 1 香港草地、芒萁、灌木群落优势植物组分的平均养分浓度  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$

项 目		N	P	K
1 灌木林 桃金娘	叶	9.25(0.54) <sup>1)</sup>	0.60(0.068)	4.42(0.58)
	茎	2.51(0.41)	0.18(0.058)	2.30(0.46)
	花果	8.56(1.93)	0.84(0.24)	6.50(1.42)
	立枯体	3.41(0.63)	0.15(0.071)	0.33(0.13)
	根	2.73(0.10)	0.20(0.006)	2.02(0.09)
2 芒萁群落 芒萁	当年生地上物质	6.33(1.06)	0.45(0.18)	6.80(2.10)
	老地上部物质	4.46(0.65)	0.24(0.019)	4.10(0.36)
	立枯体	4.50(0.47)	0.18(0.054)	1.16(0.50)
3 草地 禾草类植物	地下部物质	4.17(0.64)	0.32(0.11)	4.97(0.98)
	当年生地上部物质	6.57(3.52)	0.61(0.31)	11.11(6.26)
	立枯体	3.16(0.32)	0.17(0.025)	0.70(0.11)
	地下部物质	4.52(0.21)	0.56(0.15)	4.29(0.22)

1) 括号内的数值为标准差

在 3个群落中, 草地 K浓度相对较高, 因为在这个群落中的禾草类植物是含 K量较高的植物. 此外由于 K是较活跃的元素, 通常在植物组织死亡后 K元素会有明显的内部转移和淋溶损失, 所以其值在立枯体远低于活组织的 K浓度. 组织养分浓度的变异系数大部分分布在 10% ~ 40% 这一范围. 变异系数的大小主要取决于植物种类. 桃金娘和芒萁样品的 N, P, K变异系数比草小, 这意味着一年生的草其养分浓度变化大于常绿的灌木和蕨类植物. 植物叶子的光合能力与其养分浓度 (特别是 N浓度) 密切相关<sup>[5]</sup>, 长期以来已积累了不少植物叶子养分浓度的资料. 如果叶子的养分浓度与植物体其他组分的养分浓度存在相关关系, 叶子的养分浓度就可以反映整个植物体的养分状况. Grubb等<sup>[6]</sup>以及 Tanner<sup>[7]</sup>分别在新几内亚和牙买加热带山地雨林测试养分元素在树木组分间的相关性. 后者发现 N, P, K在叶子和树茎之间有明显的相关, 而前者则发现它们之间不存在相关关系. Vitousek等<sup>[8]</sup>回顾湿润热带森林的养分循环研究, 他们根据一系列湿润热带森林的资料发现叶子与其他部分的养分浓度成显著的正相关. 表 2的结果表明香港灌木林的植物叶子与其他部分的养分浓度成显著的正相关 (除了叶子和根的 P浓度以外). 这个结果支持 Tanner及 Vi-

tousek 等的发现. 它表明在香港灌木林植物叶子的养分浓度可作为整个群落植物养分状况的指标.

表 2 香港灌木林 3 个养分元素浓度各个组分间的相关性

植物组分	样品数目	$d_N / (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$	$d_P / (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$	$d_K / (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$
叶和茎	14	0.55	0.84 **	0.66 *
叶和根	10	0.93 **	0.53 NS	0.82 *
茎和根	10	0.46 NS	0.49 NS	0.87 *

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ ; NS  $P \geq 0.05$

## 2.2 植物地上部养分的季节动态

通常来说, 年青的、迅速生长的植物组织有较高的 N, P, K 浓度<sup>[9]</sup>. 当年生的草和芒萁地上部物质的 N, P, K 浓度在生长季初期植物发芽时最大, 随后其浓度随生物量增加而降低, 到年底达到全年的最低值 (图 1). 草的地上部物质 N, P, K 最低浓度为 1989 年 12 月的 1.76, 0.14 和 4.4 mg/g, 这个值只相当 N, P 最大浓度的大约 1/7, 而相当于 K 最大浓度的大约 1/5. N, P, K 最大和最小浓度的中间值则出现在 5~7 月之间. 植物 N, P, K 养分浓度是畜牧饲料质量的重要指标之一. 养分浓度在 12 月较低, 这一时期的草显然不适宜作为畜牧饲料. 与一年生的草相比, 当年生芒萁地上部养分的年变化较小, 其 N, P, K 浓度的最低值是 1989 年 12 月的 5.19, 0.28 和 4.38 mg/g, 这个值只相当于最大浓度值的大约 30%~60%, 芒萁通常用作薪炭燃料, 在其处于低养分浓度时收获可减少养分损失, 因此, 年底 12 月是收获芒萁的最佳季节.

桃金娘花果的 N, P, K 浓度季节变化类似于草和芒萁的情况, 其 N, P, K 最高浓度是在花蕾形成时, 养分浓度随着花果生物量的增加而降低, 这一现象持续到花果最大生物量出现的 7 月份, 然后在 8 月份花果的养分浓度稍为升高, 其后又降低. 像草和芒萁一样, 桃金娘花果 N, P, K 浓度的降低在达到最大生物量之前是因为生物量的增大比植物的养分吸收要快. 在 8 月之后则是由于随着果实趋于成熟衰老, 活细胞比例减少的缘故. 与桃金娘花果相比, 桃金娘叶子没有明显的养分浓度季节格局, 桃金娘的叶子在一年中呈现连续的生长状态. 在任何时候都保持一定的新叶和老叶, 所以其养分浓度在一年中虽有波动, 但没有十分明显的有规律的变化. 一年生草的地上部和常绿桃金娘叶子养分变化格局代表了 2 种常绿植物和落叶植物养分季节动态.

## 2.3 养分利用效率

养分利用效率是指吸收每单位养分所生产干物质的量. Hirose<sup>[10]</sup>利用干物质生产率与养分吸收率之比作为养分利用效率的指标, 这一指标较为准确地反映养分利用效率的定义, 但测定的工作量大. 为了较容易地测定养分利用效率, Chapin<sup>[9]</sup>和 Vitousek<sup>[11]</sup>分别提出利用植物体养分浓度的倒数和凋落物养分浓度的倒数作为养分利用效率的指标. Chapin 的指数表明, 灌木林植物体的养分浓度最低, 因而其养分利用效率最高, 这一结果与 Hirose 指数所得结果不同 (表 3). 因为多年生的木本植物所积累的干物质多为低养分浓度的木质部组织, 因此, 植物体养分浓度的倒数将产生养分利用效率的过高估计. 此外, 因为多年生植物干物质生产所需要的养分相当大部分来自于枯死组织的养分转移, 简单的 Chapin 指数不能反映这一情况, 所以 Chapin 的养分利用效率只适用于一年生的植物. 对于多年生植物,

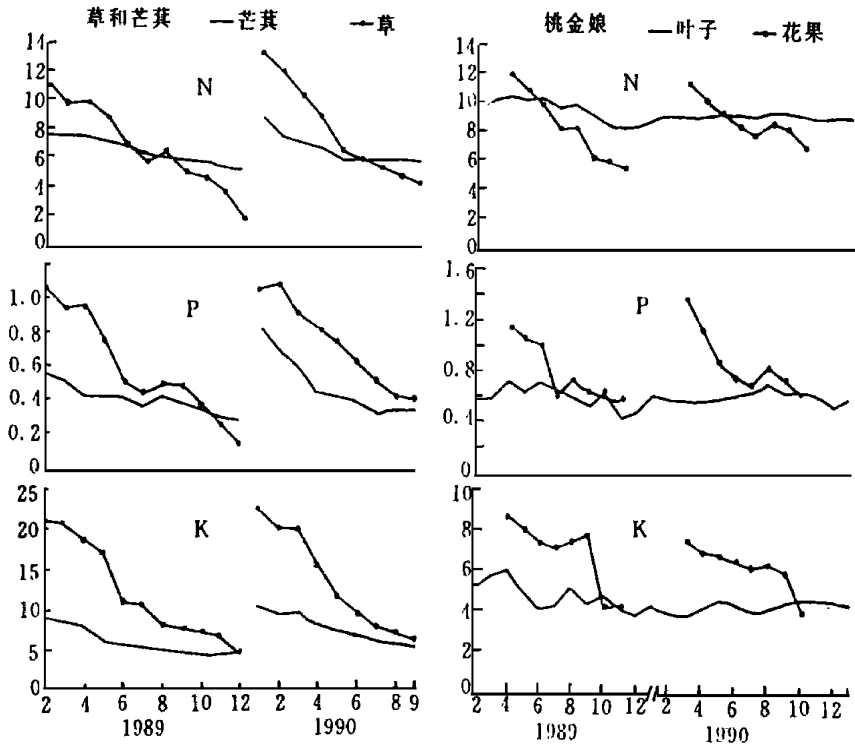


图 1 草和芒萁地上部及桃金娘叶子和花果养分浓度季节动态

Vitousek<sup>[11]</sup>认为其养分利用效率应为植物干物质的损失或永久贮存。植物养分损失或永久贮存。由表 3 可见, Vitousek 指数表明的养分利用效率顺序为草地 > 芒萁群落 > 灌木群落。这一顺序与 Hirose 的指数相同, 说明 Vitousek 指数基本上可以反映植物群落养分利用状况。

表 3 香港草地、芒萁和灌木群落的养分利用效率

方法	元素	芒地	芒萁群落	灌木林
Hirose (1975)	N	359	237	231
	P	6 341	4 785	3 785
Chapin (1980)	N	203	226	274
	P	2 053	2 541	4 194
	K	147	211	333
Vitousek (1982)	N	316	222	169
	P	5 857	5 551	2 909
	K	1 427	863	535

高效率的养分利用表现为吸收每单位养分可生产较为大量的有机物质。Hirose 和 Vitousek 的指数表明, 草地比灌木林有更高的养分利用效率。养分利用效率在解释植物群落的竞争与演替上具有潜在意义。在华南亚热带地区, 土壤中的 N, P, K 通常不足。尤其是一旦植被受到破坏, 高温多雨的气候使土壤中的 N, P, K 迅速流失, 从而造成土壤中的 N, P, K 严重贫乏。所以, N, P, K 养分利用效率对于植物群落的竞争与演替有重要的意

义。本研究结果表明, 草地比灌木林具有更高的养分利用效率, 说明草本植物比木本植物对养分利用更经济, 这也许是草地比灌木林更容易占领养分较为贫脊土地的原因之一。

### 参 考 文 献

- 1 林植芳, 李双顺, 孙谷畴, 等. 鼎湖山南亚热带地区植物的叶片矿质元素. 生态学报, 1989, 9 (4): 320~ 323
- 2 Guan D S. Primary production and nutrients in a Hong Kong shrubland. Asian Geograp, 1994, 13 (2): 108~ 148
- 3 Guan D S. Study on phytomass and primary productivity of *Dicranopteris linearis* fernland in Hong Kong. Asian Geograp, 1995, 14 (1): 45~ 57
- 4 管东生. 香港鸭嘴草、野古草、金茅群落的生物量和第一性生产力. 生态学杂志, 1997, 16 (6): 22~ 26
- 5 Givnish P J. On the economy of plant form and function. Cambridge Cambridge University Press, 1986
- 6 Grubb P J, Edwards P J. Study of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea III. J Eco, 1982, 70 623~ 648
- 7 Tanner E V J. Jamaican montane forest nutrient capital and cost of growth. J Eco, 1985, 73 553 ~ 568
- 8 Vitousek P M, Sanford R L Jr. Nutrient cycling in moist tropical forest. Ann Rev of Eco and Systema, 1986, 17 137~ 167
- 9 Chapin F S. The mineral nutrient of wild plants. Ann Rev of Eco and Systema, 1980, 11 233~ 260
- 10 Hirose T. Relations between turnover rate, resource utility and structure of some plant population a study in the matter budgets. J Fac of Sci, University of Tokyo, Section 3, Botany, 1975, 54 695~ 704
- 11 Vitousek P M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. The American Nat, 1982, 119 553 ~ 572

## Nutrient Concentrations of Plants and Nutrient Use Efficiency in the Grassland, Fernland and Shrubland of Hong Kong

*Guan Dongsheng*<sup>\*</sup>

**Abstract** This paper deals with nutrient concentrations of different plants and their various tissues, as well as seasonal dynamics of nutrient concentrations of above-ground part (or leaves and flower-fruit) of plants and nutrients use efficiencies of the communities in the grassland, fernland and shrubland of Hong Kong.

**Keywords** nutrient concentration, nutrient use efficiency, plant community

<sup>\*</sup> Department of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China