

# 苏南丘陵不同林分类型土壤养分的动态特性\*

俞元春 赵永艳 曾曙才

(南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037)

**摘要** 对苏南丘陵区的杉木林、火炬松林、次生栎林及毛竹林生长期林下土壤养分含量的动态特性进行了研究。结果表明: 4~ 6月各森林林下土壤各种养分含量均呈下降趋势, 而且速度很快, 是氮、磷、钾肥施用的适当时期; 6~ 8月各种养分含量均比较稳定, 变幅甚微, 是土壤样品采集的适宜季节; 8~ 10月有效钾的含量上升, 速效磷的含量继续下降, 全氮变化不明显, 有机质除栎林迅速下降外, 其他林分基本平稳, 8~ 10月是补充土壤磷素的又一季节。土壤养分含量以次生栎林最高, 毛竹林最低。

**关键词** 林分; 土壤氮素; 土壤磷素; 土壤钾素; 季节变化; 林地施肥; 土壤采样  
中图分类号 S714. 2

林地养分动态变化规律与合理确定林地施肥季节密切相关。同时, 要使所采集的土壤样品具有典型性和代表性, 必须了解林地养分的动态特性, 以选择适宜的采样时期。本文对苏南丘陵区的4种主要林分类型土壤的养分状况在生长季内的动态特性进行了研究, 以期对上述问题的解决提供理论依据。

## 1 研究地概况

研究地位于南京林业大学下蜀林场森林生态系统定位站(31°59'N, 119°14'E), 该地区属亚热带季风气候区, 四季分明, 热量充足, 年均降水量为1104mm。土壤主要为黄刚土或山地黄棕壤, 质地粘质至壤质, pH值4~6。地带性植被为带有常绿成分的落叶阔叶林。主要的森林类型有火炬松(*Pinus taeda*)林、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林、栓皮栎(*Quercus variabilis*)林、马尾松(*Pinus massoniana*)林和毛竹(*Phyllostachys pubescens*)林等。

## 2 研究方法

### 2.1 样品采集

收稿日期: 1997-07-28

\* 国家自然科学基金资助项目

第1作者简介: 俞元春, 男, 1961年生, 副教授, 博士

分别在所研究的杉木林、火炬松林、次生栓皮栎林(9栓皮栎 1枫香)和毛竹林内选取 3 株平均木,作为每次采样的固定地点。在东、西、南、北不同方向离树干 1/3 树冠处,用土钻采取 0~20cm 的土样,全部混合均匀后作为该林分下的土壤分析样品。采样共进行 4 次,第 1 次采样时间为 1996 年 4 月,以后的 3 次分别在 1996 年 6 月、8 月和 10 月进行。

## 2.2 样品分析方法

将土样风干,研磨,过筛后,保存在密闭的塑料袋中,等 4 次样品全部采好以后,一起进行分析,以减少系统误差。全氮测定用半微量凯氏法;速效磷用  $0.03\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{F}-0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$  浸提,钼蓝比色法;速效钾的测定用  $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  乙酸铵浸提,火焰光度法;有机质的测定用重铬酸钾-外加热法; pH 测定用电位法<sup>[1]</sup>。

## 3 结果和分析

### 3.1 土壤全氮的动态特性

各森林类型下土壤全氮含量,4~6 月呈下降趋势(杉木林除外,其全氮含量上升),6~8 月栎林全氮基本不变,而其他 3 种森林全氮则以较快的速度上升,8~10 月各森林全氮含量继续回升,但速度较慢(表 1)。也就是说,林木对氮的吸收主要在 4~6 月之间,6 月过后,氮已经开始累积。因此,施氮肥应选在 4~6 月之间进行。

火炬松林全氮含量高于杉木林。营养生长期(4~6 月)全氮含量下降,6~8 月全氮以较高的速度累积,进入生殖生长以后(8~10 月),吸收量与分解量持平,全氮含量几无变化。

栎林林下土壤全氮含量 4~6 月下降很快,降幅很大(由  $3.85\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  下降为  $2.69\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。这可能是因为从 4 月初展叶开始至 6 月栎林叶营养生长处于高峰阶段,根系养分吸收速度增加所致<sup>[2]</sup>。6 月以后,栎林土壤中全氮含量趋于稳定,8 月以后全氮含量开始缓慢地回升。这一变化趋势与栎林林下土壤中有效磷不同有关。

竹林土壤中全氮的变化与栎林有相同的规律,只是 6 月以后全氮的回升速度比栎林快。

### 3.2 各林分类型下土壤速效磷的动态特性

土壤速效磷含量是土壤供磷水平的重要指标。林木生长过程中需要一定量的磷以合成各种营养物质。各森林类型下土壤的速效磷含量总的变化规律为:4~6 月含量下降,6~8 月基本平稳,8~10 月继续下降(表 1)。这表明林木 4~6 月和 8~10 月均要吸收一定量的磷。这主要是因为 4~6 月是林木营养生长的高峰期,而 8~10 月则是林木生殖生长的重要时期,这 2 个时期均需要大量的磷。所以,磷肥的施用,最好选在 4~6 月或更早进行。对于种子园和一些果树林,8~10 月应继续给林地补充磷肥。

杉木林的速效磷含量在 4~6 月呈下降趋势,从原来的  $8.6\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  下降到  $6.54\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 6~8 月基本稳定,略有上升; 8~10 月则稍有下降,变幅甚微。这表明杉木林对磷的需要主要集中在 4~6 月,生殖生长期对磷的需要量较少。

火炬松林下土壤速效磷含量的变化与杉木林基本相似。营养生长期,速效磷下降较快。6~8 月磷不断累积,进入生殖生长以后,则又开始迅速下降。所以,为促进火炬松生长,应补充土壤磷素。

在整个生长期,栎林的磷含量一直呈下降趋势,其中 4~6 月下降最快(从  $28.21\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  下降到  $17.2\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ),6~8 月降幅较小,8~10 月又有较大幅度的减少。这与栎林的生

长特性有关。栓皮栎为落叶树种，4~6月新生叶大量萌发长成，需要包括磷在内的大量营养元素；8~10月，有大量的果实形成，种子中的蛋白质、磷脂等物质的合成，需要磷的参与。

毛竹林地的速效磷含量在整个生长期亦均呈下降趋势，以4~6月下降最快。这段时间是新竹速生期，要从土壤中吸取大量养分。6~8月下降幅度亦较大，因为6~8月是新竹生长成熟的季节，各种养分需要量均比较大。

总的来说，4~6月和8~10月是林地速效磷含量下降较快的2个时期。这2个时期内要加强林地的管理，采取施磷肥等措施，增加土壤磷素，促进林木生长。6~8月速效磷含量较为稳定，适于采样。

表 1 下蜀林场 4种林分林下表层土壤中常量养分动态

Table 1 Dynamics of nutrients in surface soils under four forest stands in Xiashu Forest Farm

林分类型	月 日	pH值		有机质 / g° kg <sup>-1</sup>	全氮 / g° kg <sup>-1</sup>	C/N	速效磷 / mg° kg <sup>-1</sup>	速效钾 / mg° kg <sup>-1</sup>
		H <sub>2</sub> O	KCl					
25年生	04-05	4.81	3.83	111.70	3.85	16.8	28.21	139.50
次生栓	06-03	4.95	3.77	71.56	2.69	15.4	17.21	90.06
皮栎林	08-10	4.80	3.57	72.71	2.63	16.0	14.11	74.66
	10-09	4.88	3.65	27.42	3.70	4.3	10.41	121.84
25年生	04-05	6.08	4.39	35.01	1.25	16.3	8.61	121.76
杉木林	06-03	5.15	3.99	34.92	1.33	15.2	6.54	90.46
	08-10	5.60	3.94	42.17	1.59	15.4	6.94	79.33
	10-09	5.16	4.04	37.21	1.79	12.0	6.88	93.08
25年生	04-05	5.48	4.41	46.26	1.59	16.8	11.59	80.03
火炬松	06-03	5.48	4.80	40.86	1.41	16.9	9.14	39.49
	08-10	5.55	4.18	35.82	1.72	12.1	10.39	41.52
	10-09	5.80	4.62	38.46	1.72	13.0	7.34	62.28
毛竹林	04-05	5.30	4.41	44.77	1.56	16.6	7.06	59.61
	06-03	5.05	4.26	26.70	1.14	13.6	5.60	30.98
	08-10	5.66	4.02	24.55	1.37	10.4	4.86	29.60
	10-09	5.53	4.56	30.98	1.56	11.5	4.32	40.15

### 3.3 土壤速效钾的动态特性

4种森林下土壤速效钾的动态变化存在十分相似的规律：营养生长期（4~6月）速效钾含量迅速降低，6~8月基本上保持平稳，变幅甚微，8月开始回升（表1）。栎林的速效钾含量下降速度最快，回升的速度亦最大。其他3种森林土壤速效钾含量的下降速度大致相同，回升速度亦基本接近。4~6月林木生长最为迅速，需从土壤中吸收大量的钾素以合成各种营养物质，导致了土壤钾素含量的剧烈下降。从8~10月土壤钾素含量的上升趋势不难发现，种子形成阶段，林木对钾的需要量已大大减少。所以，施钾肥的最佳季节为4~6月，其他时间施用钾肥是不必要的。

### 3.4 有机质的动态变化规律

有机质是林木营养元素的重要来源，它的含量与枯落物的数量和分解速度及有机质本身的分解速率有关。6~8月各林分林下土壤的有机质含量非常稳定，分解量几乎为零。杉木林和火炬松林林下土壤的有机质含量在整个生长期几乎无变化，这主要是因为针叶林下的有机

质难于分解<sup>[3,4]</sup>。栎林的有机质在 4~6 月和 8~10 月 2 个时期内分解速度很快。毛竹林下土壤有机质在 4~6 月间有一定量的分解, 6~8 月保持不变, 8 月后开始增加。增加原因主要是, 8 月以后毛竹林开始第 2 次大量落叶, 枯落物分解后使有机质含量上升。

### 3.5 土壤 pH 值的动态特性

在整个生长期, 杉木林和毛竹林下土壤 pH 值较不稳定, 有一定的变幅, 其中 4~6 月稍有下降, 6~8 月有所升高, 8~10 月份基本稳定。栎林和火炬松林 pH 较稳定, 基本上不随季节的变化而变化(表 1)。总的来说, 对各种森林而言, pH 最稳定的时期是 8~10 月。在 4 种林分中, 栎林的 pH 值是最低的。以往的一些研究结果认为, 杉木林会使土壤酸化, 使 pH 值下降<sup>[7]</sup>。机理如何, 有待于进一步研究。

### 3.6 各种林分下土壤养分状况的比较

林分类型不同, 土壤的养分含量存在一定的差异。在所研究的 4 种林分中, 次生栓皮栎林全氮、速效磷、速效钾和有机质含量均为最高, 表明阔叶林在维持地力和培肥土壤方面比其他林分类型具有无可比拟的优越性。杉木林除速效钾含量高于火炬松林外, 其他养分含量均比火炬松林低。毛竹林内的各种养分含量均为最低(图 1)。这主要有 3 方面的原因: 竹林本身培肥土壤的能力较差; 毛竹林每年(或每隔 1~2a)都要进行采伐, 这样一来带走了大量的养分; 另外, 毛竹每年都会长出大量的春笋和冬笋, 这需从土壤中吸取许多养分, 而这些笋大多长成新竹或被采食。所以, 要特别注意毛竹林的林地管理, 每年春季出笋前, 要给林地增施各种肥料, 另外在生长季节内要注意松土和割灌。

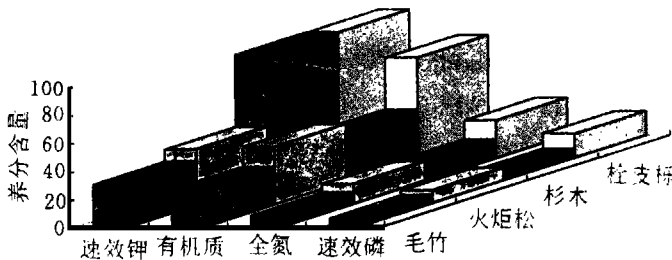


图 1 下蜀林场不同林分类型土壤常量养分含量  
(有机质、全氮含量 /  $g \cdot kg^{-1}$ , 速效磷、速效钾含量 /  $mg \cdot kg^{-1}$ )

Fig. 1 Nutrients content of surface soils under different forest stands in Xiashu Forest Farm

## 4 结论与讨论

在所研究的 4 种林分类型中, 林下土壤养分的动态变化规律既有共同点, 又有差异性。对各种林分来说, 4~6 月各种土壤中养分含量均呈下降趋势, 6~8 月大都基本保持平稳, 8~10 月各林分有效钾均开始累积回升, 有效磷则呈现第 2 个下降高峰期, 有机质的变化因林分类型而异, 栎林的有机质含量继续迅速下降, 毛竹林则慢慢累积, 杉木林和火炬松林基本不变, 各林分林下土壤的全氮则呈缓慢上升的趋势。

施肥季节的选取和林地养分的动态变化规律密切相关。从上述的结果来看, 4~6 月是林地各种养分消耗的高峰时期, 选择在这段时间内施肥, 将对林木生长起到促进作用。由于果实和种子生长成熟的需要, 8 月初应考虑给一些林分增施磷肥。

选择哪个季节采集森林土壤样品比较合适,一直是人们关注的问题。要想样品分析结果有典型性和可比性,应在土壤各种养分含量较为稳定的时候进行采样。总的来说,6~8月森林土壤各种养分均比较稳定,选择在这个时期内进行采样比较理想。

不同林分类型下土壤的养分条件差异很大,栎林远优于其他3种林分。毛竹林各种养分含量均低于其他林分。林业生产单位在森林经营过程中,要区分不同林分采取相应的合理措施。

### 参 考 文 献

- 1 中华人民共和国国家标准局. 森林土壤分析方法: 第3分册: 森林土壤养分分析. 北京: 中国标准出版社, 1987. 1-26
- 2 阮宏华, 孙多, 叶镜中. 空青山次生栎林营养元素的动态特性. 见: 姜志林主编. 下蜀森林生态系统定位研究论文集. 北京: 中国林业出版社, 1992. 66-72
- 3 张万儒, 许本彤, 杨玲, 等. 北京西郊白皮松、油松、柏树林下土壤动态的研究. 林业科学研究, 1991, 4(6): 602-607
- 4 俞元春, 阮宏华, 费世民. 下蜀林场主要森林类型凋落物的研究. 见: 林业部科技司主编. 中国森林生态系统定位研究. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1994. 112-122
- 5 俞新妥, 张其水. 杉木连栽林地土壤生化特性及土壤肥力的研究. 福建林学院学报, 1989, 9(3): 263-264
- 6 Yu Yuanchun, Zhang Huanchao. Effects of different types of Chinese fir on nutrient status of soils. *Pedosphere*, 1995, 5(1): 45-55
- 7 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及林木生长的影响. 林业科学, 1987, 23(4): 389-397

Yu Yuanchun (College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, PRC), Zhao Yongyan, and Zeng Shucui. **Status in Soils Under Different Forest Stands on the Hilly Regions of Southern Jiangsu Province.** *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1998, 15(1): 32-36

**Abstract** Dynamic properties of nutrient status in soils under Chinese fir plantation, oil loblolly pine plantation, secondary oak plantation at the same ages of 25 and *phyllostachys pubescens* plantation on the hilly regions of Jiangsu Province were studied. Results were as follows: (1) Nutrient contents fell at fairly high speed between April and June. It was a suitable season for fertilization. (2) From June to August, all the nutrient contents kept stable, so it was a good season for sampling. (3) Dynamics of nutrient contents from August to October varied, with available K rising, available P falling, total N keeping unchanging and organic matter keeping stable except oak falling. P fertilizer could be applied to some plantations during this period of time. Comparison of nutrient status in soils of different forest stands was also given.

**Key words** forest stand; soil nitrogen; soil phosphorus; soil potassium; seasonal variations; forest fertilization; soil sampling