

山东省台上金矿区赤松林叶绿素含量的季节动态*

倪 健

(华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

吴继友**

(山东大学光电系, 济南 250100)

蒋本和

(山东大学红外遥感所, 济南 250100)

摘要 在1991年春、夏、秋三个季节对山东省招远市台上金矿区赤松林叶绿素含量的变化进行了测定, 并与背景区作比较, 对金矿区和背景区赤松针叶中的 Au、Ag、Cu、Pb 元素含量也进行了比较。金矿区和背景区 Au、Ag、Cu、Pb 元素含量有明显差异, 金矿区高于背景区数倍, 这对赤松的生长有一定影响, 与叶绿素含量有一定的正相关; 无论金矿区还是背景区, 赤松一年生叶和二年生叶的叶绿素总量变化规律大体一致, 都是春季较低, 随气温上升而开始增加, 至夏末达到最大值, 然后从秋季开始下降, 金矿区叶绿素总量低于背景区, 一年生叶略高于二年生叶; 当叶绿素总量变化时, 叶绿素 a/b 的比率稍有波动, 但几乎保持不变, 金矿区和背景区也无差异。

关键词 金矿区; 赤松; 叶绿素含量; 元素含量; 季节动态

Seasonal dynamic of chlorophyll content of *Pinus densiflora* forest at Taishang Au Mine area in Shandong Province Ni Jian (Department of Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062), Wu Ji-You (Optic Department, Shandong University, Jinan 250100), Jiang Ben-He (Institute of Remote Sensing, Shandong University, Jinan 250100). *J. Plant Resour. & Environ.* 1993, 2(4): 54~59

The seasonal dynamic of chlorophyll contents of red pine (*Pinus densiflora*) forest at Taishang Au Mine area in Shandong Province in 1991, and in comparison with background area were studied. The Au, Ag, Cu, Pb contents of red pines at these area were also compared. The metal elements contents between Au Mine and background areas had significant difference. The elements in Au Mine area were many times to those at background area, it gives the considerable effects to the growth of red pine and showed positive relation between metal elements and chlorophyll contents. Total chlorophyll content's changes of 1-year-old needles and 2-year-old needles were similar either at Au Mine area or background area. Chlorophyll content increased from spring to summer, but decreased during the fall. Total chlorophyll content at Au mine area was less than it at background area, so was the 2-year-old needles than the 1-year-old needles. Even when the total content of chlorophyll changed, the ratio of chlorophyll a chlorophyll b remained constantly. No difference between Au Mine and

收稿日期 1993-07-03

* 国家自然科学基金资助项目的一部分

** 项目负责人

background areas.

Key words Au mine area; *Pinus densiflora*; chlorophyll content; elements contents; seasonal dynamic

由于大气污染(包括酸雨、臭氧等)、灾害性天气等环境胁迫因素引起的森林衰退的研究,国内外都在进行,不管是自然状态下的森林还是实验室内模拟状态下的植物,人们运用各种手段和方法测试环境胁迫因素所引起的植物体内的各种变化,包括叶绿体色素的变化。但这些研究都是把色素作为变化的一个方面,专门研究色素变化的文献却较少^[2~4],而对于生长在重金属矿区的植物,由于受到矿物的影响而产生的叶绿素含量的变化研究更少。本文针对这一问题,研究了山东省招远市台上金矿区赤松林叶绿素含量的季节动态,比较了金矿区和背景区不同年龄针叶的叶绿素含量变化,以探讨重金属矿物对森林伤害的某些机理。

测定区自然概况

测定区选择在山东省招远市台上金矿。地处东经120°31',北纬37°25'附近,位于全国最大金矿——玲珑金矿的南缘,属东亚暖温带季风区大陆性半湿润气候,年平均气温11.6℃,1月均温-3.7℃,7月均温25.3℃,年均降水量654.2 mm,年平均相对湿度68%,无霜期194天左右,平均全年日照2706.5 h,其主要气候特征可以招远气候图解表示(图1)。

土壤为粗骨性棕壤和棕壤性土,土层厚度10~80 cm,质地为多砾质的砂壤土,pH 5.0~6.5,有机质含量0.70~4.45%,平均1.93%。为低山丘陵区,海拔80~300 m,岩石为玲珑黑云母花岗岩。植被类型为赤松(*Pinus densiflora*)林,间杂麻栎(*Quercus acutissima*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*),灌木层和草本层以荆条(*Vitex negundo* var. *heterophylla*)、多花木蓝(*Indigofera kirilowii*)、披针苔草(*Carex lanceolata*)、荩草(*Arthraxon hispidus*)、黄背草(*Themeda triandra* var. *japonica*)等居多,较稀疏。

台上金矿床类型为破碎带蚀变岩

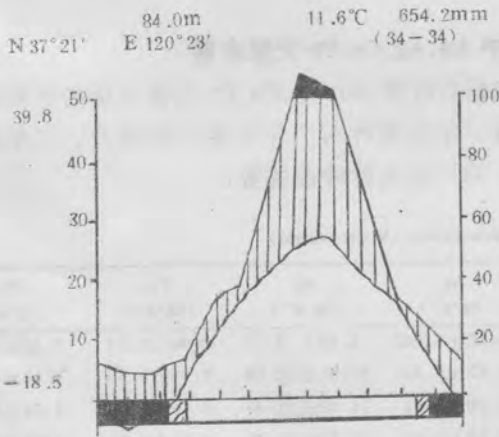


图1 招远气候图解

Fig 1 The climatic chart of Zhaoyuan

型,长大于3000 m,宽50~380 m,平均厚7.79 m,主矿体分布在10~28线间,矿化连续性好,矿体完整。矿区由于采矿业的发展,工业污染和作业污染较多,尤以开采矿石而引起的粉尘污染较严重,但在测试采样时都避开污染严重的地方。

在选择具体测试地点时,主要考虑到在一定区域内金矿区和背景区环境条件的一致性,选择了11线、13线和26线3条样线,每条样线设点1~2个,背景区设在金矿区以南约1 km的山

2. 金矿区和背景区赤松针叶的叶绿素含量季节动态

赤松针叶常有一年生、二年生及多年生之分,在胶东半岛的不同季节里,赤松枝条上占比例最大的一年生和二年生针叶,我们也主要研究一年生针叶和二年生针叶的叶绿素含量(以占针叶干重表示)在3个季节里的动态变化。

金矿区和背景区赤松一年生叶的叶绿素总量的变化,我们进行了对比研究,如图2。一般来说,一年生针叶萌发于早春,纤细柔软,淡黄色,叶绿素含量较低,然后随气温的升高一年生针叶开始加速生长,叶绿素含量也开始从春季到秋季增加,在8月份达到最大值,秋季开始降低。

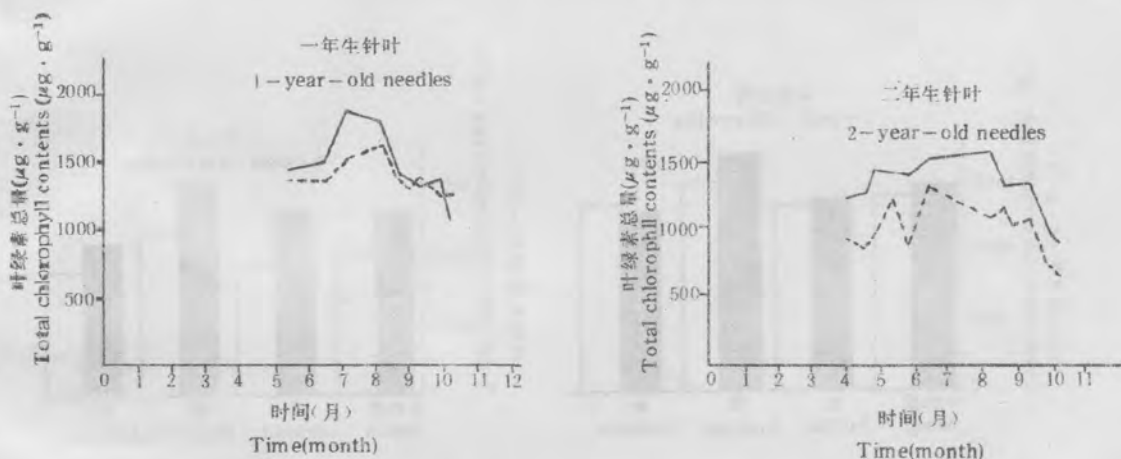


图2 金矿区和背景区赤松叶绿素总量的季节动态图

Fig 2 Seasonal dynamic of total chlorophyll of *Pinus densiflora* at gold mine and background areas

— 背景区 Background area ····· 金矿区 Gold mine area

背景区健康的赤松一年生叶萌发于4月份,在5月底至6月初其长度达到最终长度的一半,叶绿素总量约为 $1380 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 干重,此时,针叶干重为鲜重的30%,以后随着气温的升高,针叶干重增加,叶绿素含量也增加,在7月初,一年生针叶长度达最终长度,叶绿素含量在8月底达最大值,约 $1800 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,此时针叶干重占鲜重的40%。自9月初开始,叶绿素总量开始下降,并有起伏,至10月底、11月初测定结束时,叶绿素含量下降到约 $1020 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,而针叶干重占鲜重的比例又有所增加,约47%。金矿区赤松一年生叶,由于受矿物的影响,萌发时间稍晚于背景区一年生叶,叶绿素含量的变化也较迟,但变化规律与背景区是相似的,萌发初期叶绿素总量为 $1340 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,在8月底达最大值时为 $1700 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,10月底为 $1270 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,除秋季有一次测量值高于背景区外,其余季节金矿区赤松一年生叶的叶绿素含量都低于背景区,显示出矿区和背景区的差异。

金矿区和背景区二年生叶的叶绿素总量的变化亦如图2,一般来说,二年生针叶从春天到夏天叶绿素总量缓慢增长,在夏末达到最大值,然后从秋季开始急剧下降,至深秋枯黄以至死亡脱落,叶绿素含量降到最低值。

背景区健康的赤松二年生叶在4月份以前略有黄色,从4月底开始颜色变化,绿色成份增多,叶绿素总量为 $1200 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,随后开始平缓地增加,幅度较之一年生叶要小,而且赤松二年生针叶的干重春夏季变化较平稳,干重占鲜重的比例在43~48%间波动,到8月底叶绿素总量达最大值,约为 $1550 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 左右,然后进入9月份,二年生针叶的叶绿素含量开始下降,越至深秋,下降速率越快,到测量结束时为 $870 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,此时赤松二年生叶大都为黄绿色或枯黄色,干枯死亡,干重占鲜重的比例增大,为52%,即含水量急剧下降,叶绿素降解,含量降低。与背景区相比,金矿区赤松二年生叶的叶绿素总量变化规律与之大体相似,只是在变化过程中有一些起伏,而且三个季节里金矿区赤松二年生针叶的叶绿素含量都低于背景区,初春约 $920 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,达最大值时为 $1300 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,深秋测量结束时为 $650 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,由此看来,二年生针叶的叶绿素含量在金矿区与背景区差异显著,变化规律较之一年生针叶清楚。

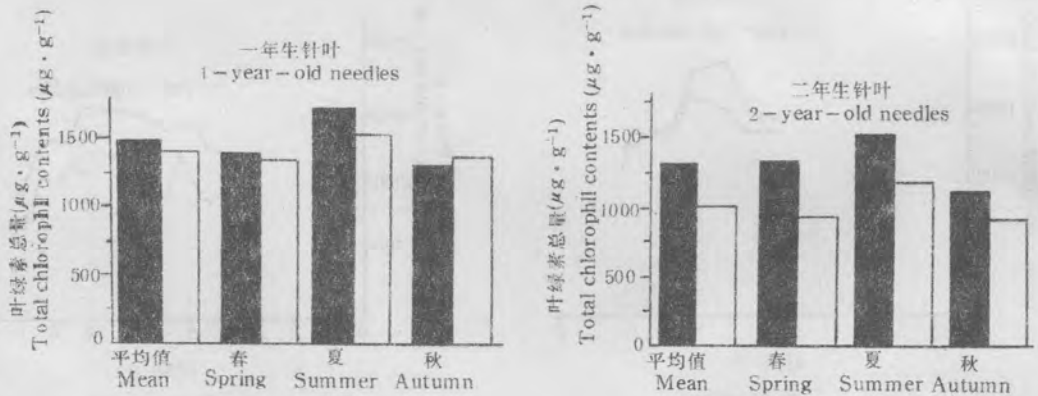


图3 3个季节赤松叶绿素含量的平均值

Fig 3 Means of total chlorophyll of *Pinus densiflora* in three seasons

■ 背景区 Background area □ 金矿区 Gold mine area

从图3赤松叶绿素含量的平均值来看,无论一年生针叶还是二年生针叶,金矿区叶绿素含量在每个季节都低于背景区(一年生叶秋季例外),亦即赤松针叶受损后叶绿素含量下降,健康针叶的叶绿素含量高于受损针叶。另外,3个季节的叶绿素含量变化也表现出明显的规律,夏季最高,春季次之,秋季最低,3个季节的总平均值,一年生叶要略高于二年生叶。

金矿区与背景区赤松叶绿素 a/b 的季节动态如图4,无论金矿区还是背景区,春夏秋3个季节叶绿素 a/b 的比率变化不大,几乎保持平稳,金矿区和背景区之间有波动,但差异较小,大都保持在2.5左右。

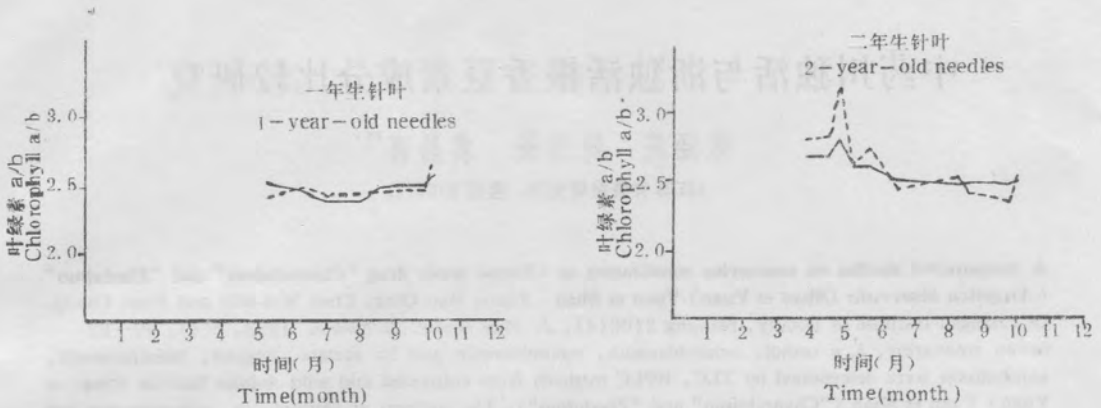


图4 金矿区与背景区赤松叶绿素 a/b 的季节动态图

Fig 4 Seasonal dynamic of chlorophyll a/b of *Pinus densiflora* at gold mine and background areas

— 背景区 Background area 金矿区 Gold mine area

小 结

台上金矿区和背景区赤松针叶叶绿素含量在春、夏、秋3个季节的变化表明，无论是矿区还是背景区，一年生针叶和二年生针叶的叶绿素含量变化规律大体相同，都是从春季开始上升，至夏末达最大值，然后从秋季开始下降，从金矿区和背景区来看，赤松一年生叶和二年生叶的叶绿素含量在3个季节里都是金矿区低于背景区，这可能是由于矿物影响了赤松的生长发育，使其叶绿素降解，降低了叶绿素的含量；赤松叶绿素a/b的比率在3个季节里围绕2.5稍有波动，但几乎保持不变，金矿区和背景区差异也较小。

赤松针叶叶绿素含量的变化与针叶中 Au、Ag、Cu、Pb 元素含量有一定的相互关系，但二者之间的关系非常复杂，有待于进一步研究和探讨。

参 考 文 献

- 1 华东师范大学生物系植物生理教研组. 1981: 植物生理学实验指导, 人民教育出版社, 北京. 88~90.
- 2 Gerhold H D. 1959; *Sitane Genet.* 8:113~123.
- 3 Köstner B, F C Czygan, O L Lanfe. 1990; *Tree*, 4:55~67.
- 4 Lange O L, H Zellner, J Gebel *et al.* 1987; *Oecologia*, 73:351~357.

(责任编辑：罗 莹)