

西天目山金钱松树轮中五种金属元素的含量分析*

夏冰 管志健 董小耘

(江苏省植物研究所, 南京 210014)

杨逢春

(浙江天目山自然保护区管理局, 临安 311311)

摘要 本文报道西天目山金钱松(*Pseudolarix kaempferi* Gord.) 木质部中铝、铁、钙、锰、锌5种元素含量和累积量自1711年以来的变化情况。1711~1900年期间, 钙的含量($\mu\text{g/g}$)明显增大, 铁和锰稍有上升, 而铝和锌则略有下降; 最近25年来, 铝、铁、锰元素的含量升高, 而锌含量下降。1711~1900年期间, 5种元素的累积量($\mu\text{g/Yr}$)都轻微下降, 但最近20~25年来, 铁、铝、锰的累积量又明显上升, 锌元素变化不大。笔者认为铝、铁、钙、锰、锌元素在1711~1900年出现下降, 可能是由于植被遭破坏的缘故, 而在近25年中, 铝、铁、锰元素的急速上升, 则可能是工业污染的结果。

关键词 树轮分析; 环境污染; 地球变迁; 金钱松; 天目山

Analyses of five metallic element concentrations in tree-ring of *Pseudolarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain Xia Bing, Guan Zhi-Jian and Dong Xiao-Yun (Jiangsu Institute of Botany, Nanjing 210014), Yang Feng-Chun (Managing Office of Tianmu Mountain National Nature Reserve, Lin'an 311311), *J. Plant Resour. & Environ.* 1992, 1(1):23~29

The concentrations and accumulations of Al, Ca, Fe, Mn and Zn in the xylem of *Pseudolarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain, Zhejiang Province, P. R. C., since 1711, are reported in this paper. The concentration ($\mu\text{g/g}$) of Ca increased greatly and that of Al and Zn declined slightly, and that of Fe and Mn increased slightly from 1711 to 1900. The concentrations of Al, Fe and Mn increased, but that of Zn declined in the last 25 years. The accumulations ($\mu\text{g/g}$) of the five elements declined slightly from 1711 to about 1900, which might be caused by vegetation destruction. The accumulations of Al, Fe, Mn and Ca are increasing but the accumulation of Zn has remained generally constant since about 1965, which seems to be the results of the industrial pollution. The causes of variations in

收稿日期 1991-10-9

* 江苏省科委资助项目。

本文承贺善安先生审阅, 陈树元、徐建华同志帮助, 深表谢意。

growth and elemental concentrations of *Pseudolarix kaempferi* Gord. have also been discussed.

Key Words tree-ring analysis; *Pseudolarix kaempferi* Gord.; Tianmu Mountain; environmental pollution; earth changes

引 言

一些研究表明,树木年轮元素含量可以反映过去环境污染的变化。国内已报道过利用树木年轮元素含量来分析土壤重金属污染变化及土壤中相应元素的背景值^[1,2]。目前,国外的一些研究则把年轮元素含量与空气污染相联系,认为森林生长衰退不仅是由酸沉降的直接影响所引起,还包括酸沉降的间接影响,即酸沉降能引起土壤中阳离子比例变化,导致树木铝中毒。年轮中某些元素如铝、铁含量的上升,往往伴随着生长衰退,而这些元素含量的上升又与酸性物质的污染有关^[6,7]。我国已发生过酸沉降引起大面积森林衰亡的事件^[3]。一些研究认为土壤中 Al/Ca 比上升导致铝中毒是此类森林衰亡的直接原因^[4]。要想利用年轮元素含量分析来反馈空气污染的状况,必须依赖于对清洁地区树木年轮元素含量的了解。为此,我们选择西天目山作为华东地区污染很轻的地区,分析树木年轮元素含量系列及其与树木生长的关系,为探讨和分析空气污染地区的树轮元素含量变化提供本底比较数据。

材 料 和 方 法

西天目山,位于北纬 $30^{\circ}20'$,东经 $119^{\circ}25'$,主峰仙人顶海拔1506m,山顶年平均温度 8.7°C ,年降雨量1766 mm,年雾日248天,最热月平均温度 20.5°C ,最冷月平均温度 -3.2°C 。据记载开山老殿建于1279年。1991年3月22日,开山老殿附近林内的数株巨大柳杉(*Cryptomeria fortunei* Hooi.)和金钱松(*Pseudolarix kaempferi* Gord.)被风吹倒。5月24日我们在一株风倒的金钱松树干2 m处截一圆盘(2 m以下已劈裂)。该植株生长于海拔1050 m的南坡,高约40 m。林内主要树种有金钱松和柳杉,土壤为黄壤。

由于缺乏重复样本,年轮的确定以树轮能在横切面上完整形成圆圈为标准,由树皮向树心按5年为一个划分单元并作标记,共计56个单元,即由1990年回溯到1711年。从横切面上取过圆心的西向样条为分析材料,再将其分隔成两个宽约2 cm、厚约2 cm的部分,一个用于以5年为单元进行宽度测定和元素含量分析,另一个按等长度原则(约1 cm)分离开,用排水法测体积,测定比重。样块重约4~6 g,体积约10~13 mm³。

以5年为单元的宽度测定用年轮测试系统,得到5年的平均年轮宽度(mm/Yr),据此宽度和相应位置的木材密度计算出5年的年平均生长重量(g/Yr)。

宽度测定后的部分用丙酮和稀硝酸冲洗,再用蒸馏水冲洗,以5年为一个单元用牛角质刀分离,分离好的样品用稀硝酸浸30秒,用去离子水冲洗。105℃下烘24小时,称至恒重后于400℃下灰化36小时,用1 ml分析纯硝酸湿热溶解灰分,定容至25 ml待测。锌、铁、钙、锰用火焰原子吸收仪测试,回收率分别为99%、107%、104%和94%。铝用石墨炉原子化的无火焰原子吸收仪测试,回收率为97%。

由于测得的元素含量为单位干重中元素的重量($\mu\text{g/g}$),为便于分析,用测得的各元素含量乘年平均生长重量(g/Yr),换算为元素的累积量($\mu\text{g/Yr}$)。

金钱松木质部的元素含量($\mu\text{g/g}$)变化受树木生长速度的影响,在树木可吸收利用的元素量一定时,生长快则会导致元素含量值的下降,反之,生长慢会使元素含量值升高。因此,用木质部元素的累积量($\mu\text{g/Yr}$)应比用元素含量($\mu\text{g/g}$)更能说明环境中可吸收利用元素量的变化。

结果与讨论

供试植株的生长自1711~1715年以来呈下降趋势(图1),其中在1836~1840年以前生长下降较明显且生长速率变化较大,1841~1845年以后生长呈缓慢下降趋势,生长速率的变化相对较小。缓慢的生长下降趋势与树龄的增大有关,属正常现象。生长速率的变化则可能反映了金钱松生境的干扰情况,如生长慢与树木个体间竞争加剧和遮荫有关;生长快则意味着竞争或遮荫的解除。从年平均生长宽度看,以1961~1970年为最低,是0.3 mm/Yr,之后生长稍有回升,1986~1990年达到0.62 mm/Yr。此外1841~1845年以后,生长速率的变化也较小,说明金钱松可能已进入林冠层以上。此后还出现过几个小生长高峰,如1941~1945, 1921~1925和1901~1905年,年平均宽度分别为0.74, 0.66和0.69 mm/Yr。

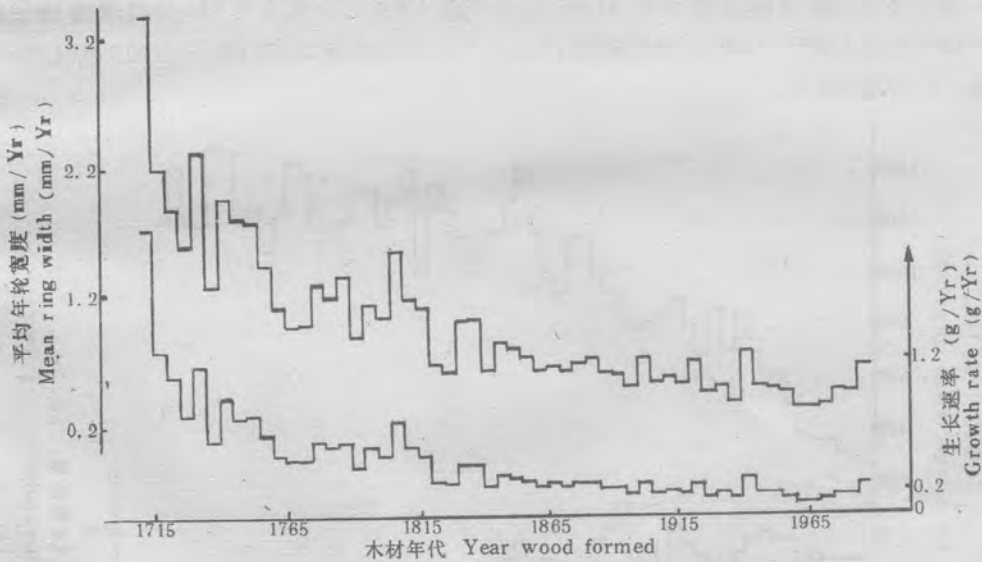


图1 天目山金钱松的生长率

Fig 1 The growth rate of *Pseudolarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain

铝元素在金钱松木质部中的含量自1711~1715年以来缓慢下降(图2),到1871~1875年达到最小($13.65 \mu\text{g/g}$),之后便开始上升,1951~1955年以后急剧上升,1956~1960年到1986~1990年平均为 $134.1 \mu\text{g/g}$ 。在金钱松生长旺盛期,铝的累积量较大,后缓慢下降,至1901~1905年达到最小,为 $2.47 \mu\text{g/Yr}$,此后,铝在木质部中的累积量逐年升高,1975年以后出现明显快速上升,1981~1985年和1986~1990年上升最快,从 26.36 上升到 $53.66 \mu\text{g/Yr}$ 。最近5年出现特别快的增高。

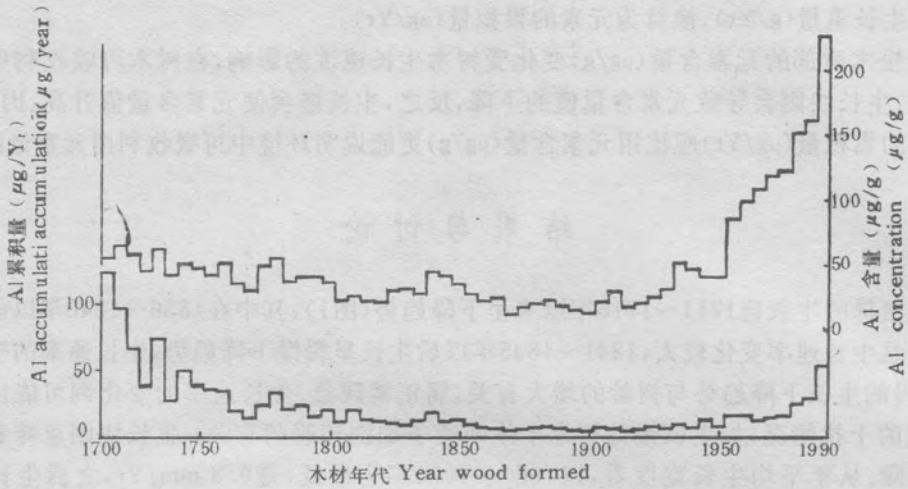


图2 天目山金钱松木质部铝含量和累积量

Fig 2 Al concentration and accumulation in the xylem of *Pseudotsarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain

钙元素在金钱松木质部中的含量则自1711~1715年以来逐年增大,其累积量则缓慢下降(图3)。本世纪初,金钱松木质部中Al/Ca比非常低(表1),比值为0.02,但呈缓慢增加趋势,1916~1920年至1966~1970年增加较慢,每5年平均增加0.5%,而1970~1975年以后增加较快,每5年平均增加2%。

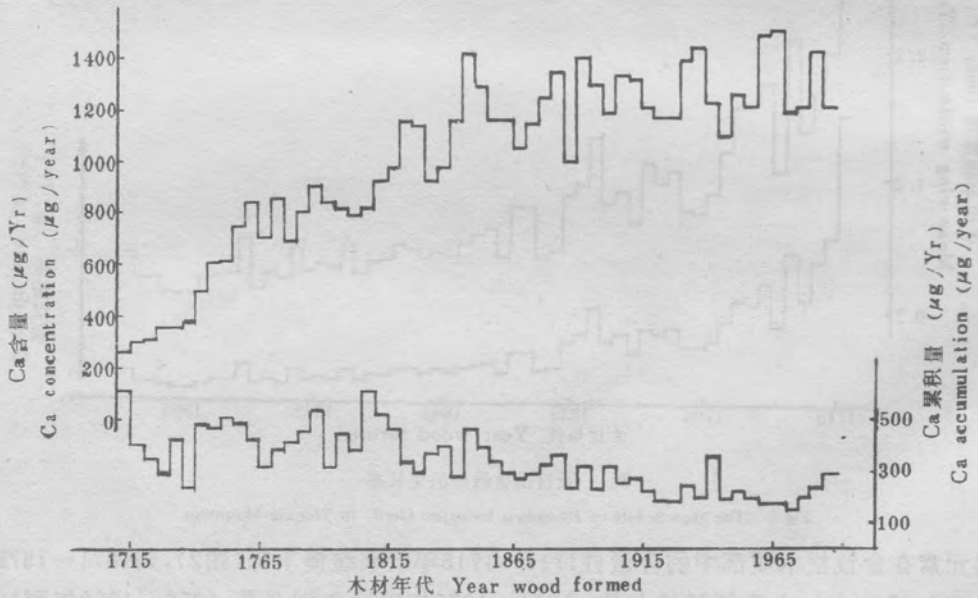


图3 天目山金钱松木质部钙含量和累积量

Fig 3 Ca concentration and accumulation in the xylem of *Pseudotsarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain

表1 西天目山金钱松木质部 Al/Ca 比

Tab 1 Al/Ca in the xylem of *Pseudolarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain.

年代 Year	Al/Ca	年代 Year	Al/Ca
1986~1990	0.19	1946~1950	0.04
1981~1985	0.12	1941~1945	0.03
1976~1980	0.13	1936~1940	0.03
1971~1975	0.11	1931~1935	0.04
1966~1970	0.08	1926~1930	0.03
1961~1965	0.08	1921~1925	0.02
1956~1960	0.08	1916~1920	0.02
1951~1955	0.07		

铁元素在金钱松木质部中的含量出现4个峰值期,分别是1846~1850年(15.26 μg/g)、1881~1885年(17.63 μg/g)、1961~1965年(28.40 μg/g)和1981~1985年(26.20 μg/g)(图4)。从铁的累积量趋势看,1761~1765年至1966~1970年变化不大,以后才逐渐增加。

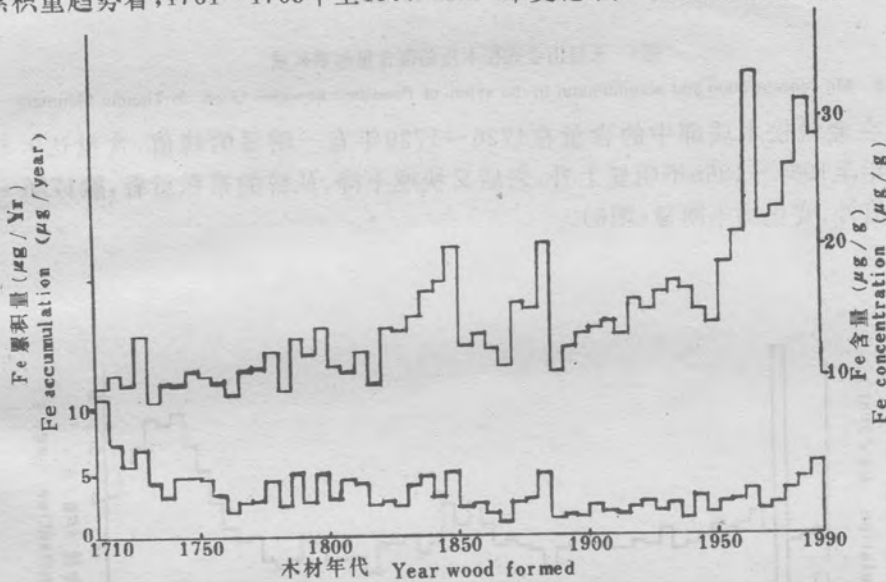


图4 天目山金钱松木质部铁含量和累积量

Fig 4 Fe concentration and accumulation in the xylem of *Pseudolarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain

锰元素在金钱松木质部中的含量随着年代增加呈上升趋势,其中以1921~1925年以后上升迅速,在1961~1965年至1976~1980年期间平稳下降,1981~1985年至今又快速增大(图5)。而锰的累积量随着年代的增加呈缓慢下降趋势,但在1941~1945年和1986~1990年有两次明显的增大。

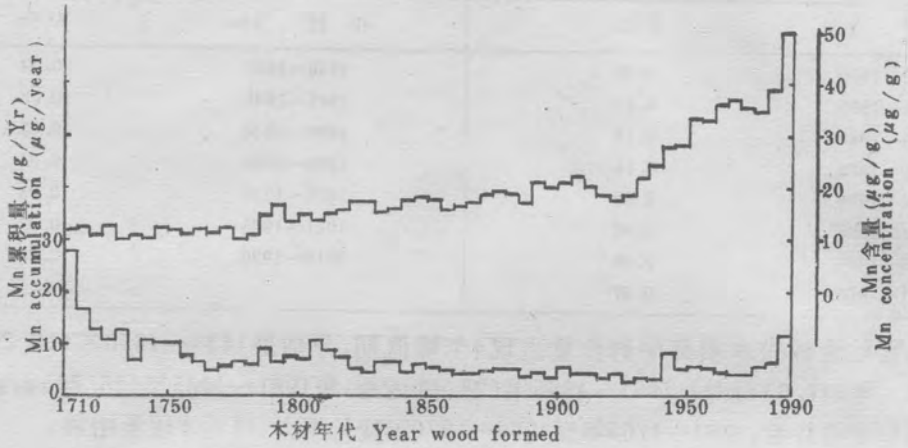


图5 天目山金钱松木质部锰含量和累积量

Fig 5 Mn concentration and accumulation in the xylem of *Pseudolarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain

锌元素在金钱松木质部中的含量在1726~1730年有一明显的峰值,含量达9.51 $\mu\text{g/g}$; 1921~1925年至1961~1965年明显上升,之后又快速下降。从锌的累积量看,除1726~1730年有一明显峰值外,变化均不明显(图6)。

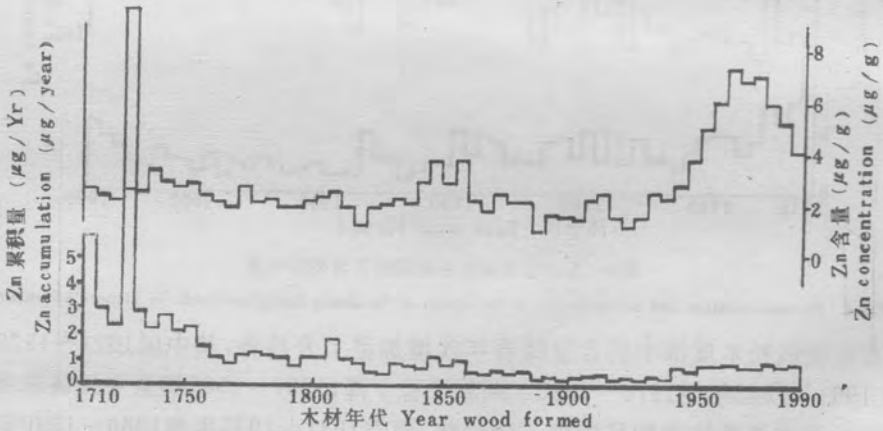


图6 天目山金钱松木质部锌含量和累积量

Fig 6 Zn concentration and accumulation in the xylem of *Pseudolarix kaempferi* Gord. in Tianmu Mountain

从上述5种元素的累积量变化趋势看,除锌外,其余均在生长初期较大,然后缓慢下降并在近几十年内重新升高。西天目山土壤的腐殖质以活性腐殖质占优势,所产生的酸性淋溶作用和酸性淋溶液影响下的螯合淋溶作用,会导致钙、铝、铁等离子体的释放^[6],如果金钱松木质部中的这些元素主要来源于由此过程产生的钙、铝、铁离子,则金钱松木质部中相应元素累积量的变化也反映了土壤酸性淋溶螯合作用的强度。1711~1715年至1901~1905年,铝在金钱松木质

部中累积量的缓慢减少和此后的回升,可能反映了土壤腐殖酸的减少和增加。因为1950年以前,当地几乎无工业,不存在大量酸性物质的排放,只有土壤腐殖酸减少会引起土壤中铝离子的减少。如果土壤腐殖酸的减少是由于森林中枯枝落叶的减少造成的,则说明本世纪前西天目山开山老殿附近森林覆盖度呈减少趋势,显然,这种减少与人类生产活动尤其是农业生产活动强度有关。1956~1960年以后,铝累积量的明显上升,则可能与工业的发展,酸性物质(SO_2 , NO_x)的大量排放有关。因为这段时间金钱松木质部中的铁和锰累积量也开始增大, Al/Ca 比也明显增大。

金钱松木质部中元素含量和累积量的峰值可能也反映了过去一些影响环境的事件,如铁元素含量和累积量都出现峰值的1961~1965年,正好是在1958年大炼钢铁之后,可能与含铁粉尘的排放有关。根据上述金钱松生长和其木质部中这5种元素含量和累积量的变化特征,看不出这些元素对金钱松生长有明显的直接影响。近25年来金钱松生长具有缓慢加速的趋势,其原因较复杂,其中关于气候变化对西天目山金钱松生长的影响将另文报道。

参 考 文 献

- 1 黄会一,蒋德明,张有标等. 1990: 树木年轮元素含量对环境污染指示作用的研究, 中国环境的地质地球化学记录与环境变化学术讨论会论文集, 贵州科技出版社, 贵阳. 1~6页.
- 2 钱君龙, 1985: 地理科学 5(1): 55~59.
- 3 马光靖, 1987: 森林与人类 (4): 6~7.
- 4 刘厚田,张维平. 1988: 环境科学学报 8(3): 331~339.
- 5 叶仲节,向黎明,蒋秋怡等. 1990: 浙江林学院学报 7(3): 215~220.
- 6 Baselli C F, S B McLaughlin. 1984: *Science* 24: 494~497.
- 7 Bondietti E A, C F Baselli, S B McLaughlin. 1989: *Canadian Journal of Forest Research* 19: 586~594.