

罗布泊地区红柳沙包年层的环境意义探讨

夏训诚 赵元杰* 王富葆 曹琼英

(中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 河北师范大学资源与环境科学学院, 石家庄 050016; 南京大学城市与资源学系, 南京 210093. *联系人, E-mail: zyj@mail.hebtu.edu.cn)

摘要 红柳沙包年层不仅与树木年轮和季候泥等一样, 可以用来计数年代, 其组成物质——风成沙和红柳枯枝落叶层还蕴含着丰富的环境信息, 可用于研究气候与环境变化. 通过米兰河右岸红柳沙包年层中风成沙的粒度特征和枯枝落叶层中红柳叶的稳定碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 和C/N值分析, 将本区132年间的气候划分出3个不同的冷暖阶段, 即1871~1927年的偏冷期、1927~1967年的相对偏冷期与1967~2002年的偏暖期.

关键词 罗布泊 红柳沙包年层 环境变化

长期以来, 进行现代风沙活动强烈的荒漠地区环境变化研究时, 常缺乏符合要求的地质测年材料, 红柳沙包年层的发现在一定程度上解决了这一问题^[1]. 红柳沙包年层中红柳落叶的 $\delta^{13}\text{C}$ 值、C/N值、沙层厚度、粒度组成等特征, 记录了气候环境变化的信息^[2~4]. 本文对利用该方法研究罗布泊地区环境变化的可行性进行了探讨.

罗布泊西南部分布有具有清晰年层的红柳沙包. 其中一个位于米兰河下游东岸、高10 m左右, 从沉积层整合形态判断其上部年层是连续的. 对该沙包由上而下按每四个年层为一单元, 测量厚度, 采集样品33份. 测定了红柳沙包年层中红柳落叶的 $\delta^{13}\text{C}$ 值和C/N值. 测量和测定结果如图1.

红柳落叶 $\delta^{13}\text{C}$ 值分析显示, 1871年前后以来红柳落叶的 $\delta^{13}\text{C}$ 值由偏重向偏轻方向发展, 变化于-22.38‰~-24.75‰之间, 平均值为-23.56‰, 波动幅度2.37‰. 根据 $\delta^{13}\text{C}$ 值变化, 可划分出: 1871~1926年左右(), 1927~1966年左右(), 1967~2002年左右()等三个阶段, 其特点如下: 阶段较 阶段偏轻1.35‰, 阶段较 阶段偏轻0.35‰; 阶段波动幅度最大, 达1.56‰, 即由1951~1955年左右间的-22.38‰降至1966年前后的-23.94‰; 而波动幅度最小的是 阶段, 波动幅度仅0.64‰; 阶段 $\delta^{13}\text{C}$ 值最轻, 平均值为-24.33‰, 在这大约36年中, 仅2次高于平均值, 它们分别出现在1990年前后和1982年前后, 其 $\delta^{13}\text{C}$ 值为-23.80‰和-23.64‰.

植物体中 $\delta^{13}\text{C}$ 值除与植物本身的光合作用类型有关外, 还受大气 CO_2 含量、光照、温度和降水等要素影响. 当 CO_2 浓度升高、温度上升和湿度增大时,

$\delta^{13}\text{C}$ 值偏轻, 相反的情况下则偏重^[2,5,6]. 所以, 红柳落叶 $\delta^{13}\text{C}$ 值偏轻代表了大气 CO_2 浓度较高、气候较为温湿的环境, 偏重为大气 CO_2 浓度较低、气候较为干冷的环境. 因此, 米兰红柳沙包年层中红柳落叶 $\delta^{13}\text{C}$ 值自1871年前后以来的显著变轻与大气 CO_2 浓度升高、气温上升和降水增加有关.

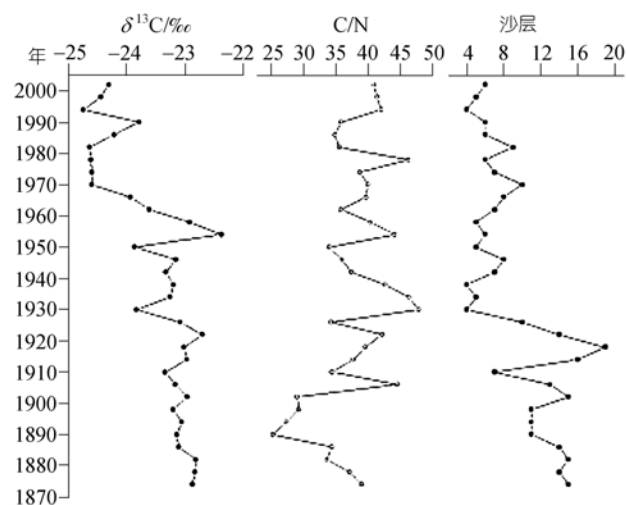


图1 米兰红柳沙包年层中红柳落叶的 $\delta^{13}\text{C}$, C/N和沙层厚度

C/N值测定结果表明, 近一百多年来, 年层中红柳落叶的C/N与 $\delta^{13}\text{C}$ 一样, 也存在波动, 基本上与 $\delta^{13}\text{C}$ 呈负相关. 但在1922年前后和1954年前后的两个时段呈正相关, 其原因是否与植物体内有机碳有关尚待进一步研究. 由于 CO_2 浓度升高, 植物有机质中的N下降, 会导致植物体C/N值升高^[3].

沙物质沉积的厚度和物质组成与沙源和风速状

况有关,而风沙起动临界风速的大小与沙颗粒级配、沙层湿度、植被条件及起动方式等因素有着密切关系^[4]。如果忽略百年级内大气环流的改变,该地区的沙物质特征则主要由下垫面性质决定。

该红柳沙包沙层每 4 年沉积厚 6.3~8.1 cm,个别时段为 5.4 和 18.9 cm,平均厚 10.0 cm。因气候变干、降水减少、土壤水分降低时,地表易于被风蚀,风沙流含沙量高,所沉积的沙层就较厚,反之沙层则较薄。从 1871 年前后到 2002 年沙层由厚变薄的总趋势表明,当红柳沙包的红柳本身与沙丘形态对沙层厚度的影响忽略时,罗布泊地区百余年来气候由较干旱向较湿润方向发展。

沙层沉积厚度较薄的时段,表示风力较弱,下垫面状况良好,沙源输沙量较低,可间接反映出这一时段气候相对湿润;当沉积厚度较厚时,表示该阶段风力较强,地表干燥,为相对干旱期。其中,1871~1887 年左右、1906~1899 年左右、1911~1926 年左右沉积速率大,特别是 1911~1926 年左右达到了 15.0 cm,表示以上时段为气候相对干燥、风沙活动相对强烈时段。

距采样点西南约 100 km 的若羌县气象站 1954 年以来的气象记录表明,自 1954 年以来年平均气温逐步升高,但有波动,其中 1970~1980's 气温略有下降,以后升温较快;1954~1959 年是降水量较少的时期,自 1972 年起显著增加,1972 年以前平均为 20 mm/a 左右,1972 年以后平均增至 30 mm/a 左右。低温和降水相对较少与红柳沙包年层所反映的 1950's 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值偏重、C/N 值相对较高的趋势相一致。

根据红柳落叶 $\delta^{13}\text{C}$ 值、C/N 值和沙层厚度波动曲线,可将罗布泊地区 1871 年前后以来的气候波动划分出三个阶段,各阶段可能的环境状况解释如下:

第一阶段(1871~1927 年左右), $\delta^{13}\text{C}$ 平均值 -22.78‰, C/N 平均值为 34.9,沙层平均厚 13.3 cm,是研究时段内 $\delta^{13}\text{C}$ 值最重、C/N 值最低和沙层最厚的阶段,表明当地气候相对寒冷干燥,风沙作用强烈。

第二阶段(1927~1967 年左右), $\delta^{13}\text{C}$ 平均值

-23.24‰, C/N 平均值最高达 40.4,沙层平均厚 6.0 cm,表明气候相对偏干和偏冷。同时,从 $\delta^{13}\text{C}$ 值、C/N 值和沙层厚度的变化还反映出这一时期的气候波动幅度较大,前期(1927~1950 年左右)相对较暖,后期(1951~1966 年左右)相对较冷。

第三阶段(1967~2002 年左右), $\delta^{13}\text{C}$ 平均值 -24.22‰, C/N 值平均为 39.5,但 1979~1990 年左右 C/N 偏低,为 35.4,沙层平均厚 6.7 cm。 $\delta^{13}\text{C}$ 值是研究时段内最轻的阶段,沙层厚度和 C/N 值则与第二阶段相近,反映出气候偏暖和降水增多,其中 1979~1990 年左右气温略有下降。

研究表明,红柳沙包年层是研究荒漠地区环境变化的一种手段,但需要有判断年层连续性的可靠方法去完善。另外,对大气 CO_2 浓度、气温和降水等因素对红柳落叶 $\delta^{13}\text{C}$ 值和 C/N 值的影响程度,以及对红柳沙包年层形成的现代过程等进行研究也十分必要。本文的研究是一种新尝试,对环境指标意义的解释仍需做更深入工作。

致谢 感谢中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与湖泊环境开放实验室对红柳落叶 $\delta^{13}\text{C}$ 值的测定。

参 考 文 献

- 1 夏训诚,赵元杰,王富葆,等.红柳沙包的层状特征及其可能的年代学意义.科学通报,2004,49(13):1337~1338
- 2 Edwards T W, Graf W, Trimbom P, et al. $\delta^{13}\text{C}$ response surface resolves humidity and temperature signals in trees. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2002, 64(2): 161~167 [DOI]
- 3 朴河春,朱建明,余登利,等.影响 C4 草本植物 C/N 比值变化的因素与土壤有机 C 积累的关系.第四纪研究,2004,24(6): 621~628
- 4 陈渭南,董治宝,杨佐涛,等.塔克拉玛干沙漠的起沙风速.地理学报,1995,50(4): 360~367
- 5 Ehleringer J R, Monson R K. Evolutionary and ecological aspects of C3, C4 and crassulacean-acid-metabolism (CAM) plants. *Planta*, 1975, (123): 185~190
- 6 万国江.论大气微量气体增加的环境效应及地质记录研究.第四纪研究,1991,11(2): 161~163

(2005-02-01 收稿,2005-07-03 收修改稿)