

地球大气¹⁴C 历史含量变化新成因

刘 羿¹, 张兆峰², 彭子成¹, 凌明星², 沈承德², 刘卫国⁴, 孙小淳⁵, 孙卫东³

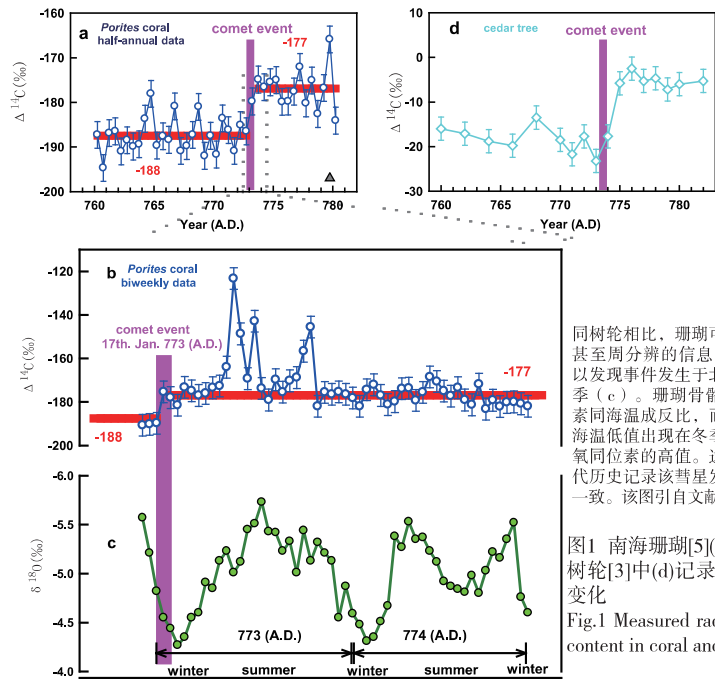
1. 中国科学技术大学 地球和空间科学学院 中科院壳幔物质与环境重点实验室, 合肥 230026; 2. 中国科学院 广州地球化学研究所 同位素地球化学国家重点实验室 广州 510640; 3. 中国科学院 广州地球化学研究所 矿物学与成矿学重点实验室, 广州 510640; 4. 中国科学院 地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075; 5. 中国科学院 自然科学史研究所, 北京 100190

New Cause for Fluctuation of ¹⁴C in the Atmosphere

LIU Yi¹, ZHANG Zhao-feng², PENG Zi-cheng¹, LIN Ming-xin², SHEN Cheng-de², LIU Wei-guo⁴, SUN Xiao-chun⁵, SUN Wei-dong³

中图分类号:P595 文献标志码:A 文章编号:1007-2802(2014)01-0124-01 doi:10.3969/j.issn.1007-2802.2014.01.017

长久以来,地球历史时期大气¹⁴C含量的异常变化都被单一归结为宇宙射线强度的变化,如太阳耀斑^[1]和超新星爆发^[2]等引起的¹⁴C含量增加。2012年日本科学家在日本的雪松树轮中发现在公元774年¹⁴C含量一年之内突然增加1.5%^[3]。导致如此幅度的变化需要的射线强度需要正常射线变化10~20倍,无法用传统的太阳质子事件(a large solar proton event-SPE)或者 γ 射线流来解释。中国科学院广州地球化学研究所,中国科学技术大学,台湾大学,中国科学院地球环境所,中国科学院自然科学史研究所和北京大学合作研究团队,通过高分辨率的珊瑚¹⁴C、碳氧同位素、高精度铀钍年代学等方面的最新研究^[4],详细厘定了公元773年左右 $\Delta^{14}\text{C}$ 激增1%~1.5%的过程,发现造成此次 $\Delta^{14}\text{C}$ 增加事件是由数个高强度的脉冲(3%~6%)组成(图1),其大幅度快速波动特征完全不同于传统宇宙射线增强导致¹⁴C含量增加后逐渐递减的特征,从而提出其¹⁴C含量变化可能是彗星落入地球大气造成。彗星富含氮的化合物^[5],进入地球大气圈层之前,直接暴露在高强度的宇宙射线中,可通过 $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ 反应形成大量的¹⁴C,其¹⁴C/¹²C比地球大气高几个数量级。当彗星落入大气时,很快烧毁,这个过程中释放大量的¹⁴C,并被海表的珊瑚和日本欧洲的树轮记录下来。这一推断得到了历史资料的证实:根据《旧唐书》和《新唐书》的记载,唐代宗大历七年,确实出现了非常壮观的彗星天象。《新唐书天文志》:“[大历]七年十二月丙寅,有长星于参下。其长亘天。长星,彗属。”《旧唐书》则记载:“[大历]七年十二月,丙寅雨土,是夜,长星出于参。”彗星“其长亘天”,表明彗星已经离地球非常近,进入地球大气的范围;而“雨土”则有可能是彗核碎裂造成的。大历七年十二月丙寅对应的日期是公元773年1月17日,与珊瑚¹⁴C含量增加的起始年代和季节均接近。大历七年十二月丙寅对应的日期是公元773年1月17日,与珊瑚¹⁴C含量增加的起始年代和季节均接近。这个发现更新了我们对地球历史时期



同树轮相比,珊瑚可以提供月甚至周分辨的信息(b)。可以发现事件发生于北半球的冬季(c)。珊瑚骨骼的氧同位素同海温成反比,而我国南海海温低值出现在冬季,即对应氧同位素的高值。这与我国唐代历史记录该彗星发生的季节一致。该图引自文献[5]

图1 南海珊瑚[5](a)和日本树轮[3](d)记录的碳-14变化
Fig.1 Measured radiocarbon content in coral and trees

大气¹⁴C含量变化成因的认识,也为研究史前彗星和地球大气作用提供了一种新的途径。

参考文献 (References):

- [1] Usoskin I G, Solanki S K, Kovaltsov G A, Beer J, Kromer B. Solar proton events in cosmogenic isotope data[J]. Geophysical Research Letters, 2006; 33, L08107, doi: 10.1029/2006GL026059.
- [2] Damon P E, Kaimei D, Kocharov G E, Mikheeva I B, Peristykh A N. Radiocarbon production by the gamma-ray component of supernova explosions[J]. Radiocarbon, 1995, 37: 599-604.
- [3] Miyake F, Nagaya K, Masuda K, Nakamura T. A signature of cosmic-ray increase in AD 774-775 from tree rings in Japan [J]. Nature, 2012, 486: 240-242.
- [4] Guineva V, Werner R. NH₂ and NH spatial intensity distribution in the coma of Halley's comet[J]. Advances in Space Research, 2007, 40: 155-159.
- [5] Liu Y, Zhang Z, Peng Z, Ling M, Shen C, Liu W, Sun X, Shen C, Liu K, Sun W. Mysterious abrupt carbon-14 increase in coral contributed by a comet[J]. Scientific Report, 2014. 4, 3728, doi:10.1038/srep03728.

收稿日期:2014-01-10

第一作者简介:刘羿(1981-),副研究员,研究方向:海洋地球化学和全球变化。E-mail:gee@ustc.edu.cn.

通讯作者:孙卫东(1966-),男,研究员,博士生导师,研究方向:地球化学。E-mail:weidongsun@gig.ac.cn.