

刍议黄土中主要古气候替代性指标的应用局限性 与研究展望

吴利杰

中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北石家庄, 050061

黄土中古气候替代性指标是破译“黄土天书”的一把至关重要的钥匙。迄今为止,中国黄土与第四纪古气候变化研究中主要的环境代用指标有粒度、磁化率、 CaCO_3 、生物学指标、地球化学元素指标。由于各代用指标的应用局限性严重制约其进一步发展。

1 黄土中主要古气候代用指标的应用局限性

(1) 黄土中粒度变化是反映东亚冬季风变化最敏感的替代性指标之一^[1,2]; 但该代用指标还有许多的现实问题亟待解决, 如不同气候背景下是否存在或如何统一粒度分布模式, 在黄土全样粒度指标的选用上还存在着不确定性等^[3]。

(2) 磁化率作为一种古气候替代性指标在黄土研究中得到广泛的应用^[4]; 但磁化率增强成因机制还不太清楚, 使其古气候意义的解译分歧较大^[5-7]。如在黄土高原表现出的古土壤磁化率高、黄土磁化率低的规律在我国西风区伊犁等地却表现得恰恰相反^[6]; 在华南磁化率应用的空间局限性^[5]以及第三纪红粘土中磁化率的通用性是个大问题^[7]的时间局限性严重制约着磁化率指标的应用前景。

(3) CaCO_3 含量与古气候变化研究已经应用得比较广泛^[8]; 但非所有 CaCO_3 都有古气候意义, 区分自生与碎屑成因的 CaCO_3 以及不同来源于类型的 CaCO_3 又不容易, 不同学者对 CaCO_3 含量与气候间存在比较复杂的联系, 易造成其在解释古气候变化上的混乱性^[9]。

(4) 孢粉^[10]、植硅体^[11]、蜗牛化石^[12]等作为能够直接反映黄土土壤环境的“指示性生物”被

广泛应用到古气候变化研究中; 但“指示性生物”常在有空间上具有明显的穿时性特征、来源复杂、样品较难获取以及难以具有统计学意义等问题限制了该类指标进一步应用^[13]。

(5) 地球化学元素指标。各类地球化学代用指标(如 Fed/Fet ^[14]、 Rb/Sr ^[15]、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ^[16]、 Fe/Mg ^[17]、等)被引用作为反映东亚夏季风强度有关的黄土-古土壤序列风化强度的替代性指标。由于各类地球化学指标仅采用两项或若干项元素比值对黄土体系进行简单的总体解构与局部的信息分析, 缺乏有效的手段与理论依据对各黄土研究的局部信息进行整合与重构。因而忽视了黄土-古土壤序列作为环境信息载体的整体性。

(6) 近些年, 土壤发育指数^[18,19]被借鉴引用到黄土研究中, 但土壤发育指数采用近十项定性描述指标进行半定量化综合评价, 而且评价过程过于冗繁, 不利于该项指标推广应用。

(7) 黄土颜色变化的(半)定量研究及其古气候意义的探讨^[20,21]目前还十分薄弱, 土壤色度指标作为气候替代指标在黄土序列研究中的适用性仍需要更多的剖面加以验证^[22]。

由此可见, 黄土中古气候代用变化在一定程度上反映了黄土高原第四纪时期的古气候变化, 但各古气候替代性指标的复杂性、多解性和不确定性在解释古气候记录、重建古环境过程中面临诸多困境; 因此亟待寻求更多、更有效的、能记录古环境信息的代用指标成为当前黄土学中一项重要而迫切的任务, 是进一步强化、深化对中国第四纪黄土与古气候变化研究的关键环节与突破口, 也是保持其学科在全球变化研究优势领域的领先学术地位

注: 本文为基本科研业务费(sk200913)的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 刘恋。

作者简介: 吴利杰(1982-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事黄土与古气候变化方面的工作。e-mail: crocolate_007@163.com

的潜在需求。

2 黄土中古气候代用指标研究的展望

多指标系学科的相互印证才是地学研究中很有效的方法^[23]。因而亟待加强和深入探索黄土中古气候替代性指标的研究,推陈出新的环境代用指标。以下若干方面值得关注。

(1) 突出黄土的土壤特点,从土壤学等相关学科深入地探讨其土壤特性与古气候变化的关系。深入分析其作为“古土壤”的特征,是能够提取更多古气候记录与古环境信息。

(2) 同其他环境信息载体相比,黄土的生物地球化学研究还很薄弱。生物是环境要素的重要组成部分,在黄土成壤过程中起着重要作用,因而亟待加强黄土的生物地球化学(尤其是生源元素)特征与古气候变化关系研究。

(3) 当前黄土的地球化学指标侧重于不同元素之间的差异。忽视了同一元素的不同形态分异往往受成壤环境影响,因而必须重视同一元素的不同形态特征及其古气候意义的研究。

(4) 现有古气候代用指标多是简单地解构、提取黄土地层的局部信息,缺乏一种有效地手段和理论模型对黄土局部信息进行整合与重构,难以兼顾黄土体系的局部与整体的关系。因此,在以后的研究过程中统筹兼顾黄土地层的局部信息分析与黄土体系的整体性研究。

参考文献 / References

- 【1】马万栋,孙国芳.2007.黄土粒度组成的古环境意义研究进展.气象与环境科学,30(1): 80-83.
- 【2】刘冬雁,李巍然,彭莎莎,等. 2010.粒度分析在中国第四纪黄土古气候研究中的应用现状.中国海洋大学学报, 40(2): 79-84.
- 【3】杜青松. 2001.黄土高原黄土-古土壤序列古气候代用指标综述.西北地质, 44(2): 177-184.
- 【4】吉云平,夏正楷. 2007.不同类型沉积物磁化率的比较研究和初步解释.地球学报, 28(6): 541-549.
- 【5】姚雪峰,龚子同.1999.土壤磁化率——作为一种气候指标的局限性.土壤,39(1): 39-42.
- 【6】叶玮. 2001.新疆西风区黄土与古土壤磁化率变化特点.中国沙漠, 21(4): 381-386.
- 【7】丁仲礼,孙继敏,杨石岭,等. 1998.灵台黄土红粘土序列的磁性地层及粒度记录.第四纪研究,18(1): 86-94.
- 【8】李秉成. 2002.黄土中的 CaCO_3 与环境.西安工程学院学报,24(4): 46-57.
- 【9】谢远云,李长安,周嘉等. 2003.陇西民和黄土 CaCO_3 和有机碳总理的含量变化及其气候指标的局限性.中国地质,30(1): 99-104.
- 【10】潘安定,陈碧珊,刘会平,等.2008.孢粉学定量重建古气候方法探讨.热带地理, 28(6): 493-497.
- 【11】吉利明,陈践发,赖旭龙等. 1995.植物硅酸体研究在古气候恢复中的应用.地质地球化学, 2002, 30(4): 75-80.
- 【12】吴乃琴,李丰江.2008.陆生蜗牛化石与中国黄土古环境研究.第四纪研究,28(5): 831-840.
- 【13】隋玉柱. 2006.黄土不同指标的古环境意义探讨.中国沙漠, 26(1):14-19
- 【14】Guo ZT, Liu TS, Guiot J et al. 1996. High frequency pulses of East Asian monsoon climate in the last two glaciations: Link with the North Atlantic. Climate Dynamics, 12:701-709.
- 【15】陈骏,汪永进,季峻峰等. 1999.陕西洛川黄土剖面的 Rb/Sr 值及其气候地层学意义.第四纪研究, (4): 350-356.
- 【16】Yang J D, Chen J, An Z S. 2000. Variations in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of calcites in Chinese loess: A proxy for chemical weathering associated with the East Asian summer monsoon.
- 【17】刘连文,陈骏,王洪涛等.2001.一个不受风力风选作用影响的化学风化指标: 黄土地层中 Fe/Mg 值.科学通报, 46(7): 578-582.
- 【18】李叙勇,李保国,石元春. 2001.土壤发育指数及其在黄土-古土壤序列中的应用.土壤学报, 38(2): 153-159.
- 【19】隋玉柱. 2004.黄土古土壤发育指数的环境图谱研究.青岛大学学报(工程技术版), 19(3): 69-73.
- 【20】陈旸,陈骏,季峻峰,等. 陕西洛川黄土剖面的白度参数及其古气候意义.地质评论, 2002, 48(1): 38-43.
- 【21】陈一萌,陈兴盛,宫辉力,等. 2006.土壤颜色——一个可靠的气候变化代用指标.干旱区地理, 29(003):309-313.
- 【22】丁敏,庞奖励,黄春长等. 2010.全新世黄土-古土壤序列色度特征及气候意义——以关中平原西部梁村剖面为例.陕西师范大学学报(自然科学版), 38(5):92-97.
- 【23】李吉均. 1999.青藏高原的地貌演化与亚洲季风.海洋地质与第四纪地质, 19(1):1-12.