

贵阳花溪河蚬壳体氧、碳同位素组成的特征

周 会^{1,2}, 刘丛强¹, 李心清¹, 闫 慧^{1,2}

1. 中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

关键词: 河蚬; 碳酸盐壳体; 氧同位素; 碳同位素

河蚬 (*Corbicula fluminea* Müller, 1774) 是产自我国及东南亚地区的一种淡水双壳类生物, 后随船只的往来传遍了世界各地, 是许多江河和湖泊生态系统中的关键物种之一, 也是欧美等地河湖中数量最多的外来物种^[1-4]。河蚬具有惊人的气候和环境适应能力, 对外界环境的变化, 河蚬不像其他一些水生生物那样从一个生态系统中消失, 而是改变自己以适应外界的变化, 从而继续生存下去。为此, 许多学者对它的地理分布、生态环境、形态结构及生长繁殖等方面做过专门研究。

河蚬以浮游生物为食料, 寿命一般 3~5 a。壳体是其保护内脏器官及抵御外来伤害的重要器官。成年河蚬壳高一般近 30 mm, 浅黄色至棕黑色, 表面具同心状生长纹。与众多双壳动物一样, 河蚬通过其外套膜由背部向腹端增生壳体, 其壳面同心状纹饰代表其增生方式。壳体分内外两层, 内层为碳酸盐成分, 是壳体的主要组成部分, 外层是一层薄而透明的几丁质层。

腹足动物的碳酸盐壳体的形成离不开所生活的周围水体环境, 长期以来人们曾借助部分腹足动物的壳体进行氧、碳同位素的研究来反演和推测古环境的变化, 但同样是腹足动物的河蚬壳体是否也能可靠地记录环境的信息, 对此问题目前少有研究, 其壳体氧、碳同位素方面的研究则更少。南亚地区河流和湖泊中河蚬壳体氧、碳同位素的研究表明: 不同地点、不同环境条件下的河蚬壳体氧、碳同位素的组成变化不同, 氧同位素的变化与温度、降雨等气候条件有关, 在封闭的水体环境中与水的蒸发量也有显著的关系, 而壳体碳同位素的变化则反映了水中溶解无机碳的变化, 与水体接收的土壤碱度和周围的植物生产量有关^[5]。但是否相同地点,

相同气候环境条件下四季不同温度的变化也能保存在河蚬的氧、碳同位素组成参数上? 不同采样点的河蚬壳体同位素对比研究中应取壳体的哪个部位才能具有可比性? 为了解决上述问题, 在参考国外自然养殖方法的基础上^[6], 我们在花溪公园的河流中进行了定点的野外监测, 在自然环境中箱养不同大小的河蚬, 每周定时测定水温、河蚬的生长速度等参数。根据野外的观察, 我们发现花溪河蚬 4—8 月份均可繁殖生长, 冬季生长缓慢或停止, 并且第一年的小河蚬生长速度最快。这种生长变化反映到了壳体大小及表面的生长纹上, 夏秋季节生长速度快, 纹路相对色浅均匀稀疏, 冬季生长的壳体同心纹则色深密集凹陷。故据箱养数据资料和壳体大小及纹饰变化我们在选取样品时可以初步判断河蚬的年龄及不同部位的生长季节。

我们于 2005 年 11 月份在监测点随机捞取不同年龄大小的活体河蚬, 实验室内用游标卡尺测量蚬高, 并按大小及纹饰变化分成不同的年龄组, 以确保不同年龄的河蚬在相同季节内的可比性。

本实验随机选取了 5 组河蚬, HX01、HX02、HX03 为第一组河蚬样品, 蚬高 < 8.16 mm, 生活周期为 2005 年 8—11 月份 (秋季)。鉴于在野外工作中常见到幼年小壳体的颜色差别较大, 为了探究壳体颜色是否与生物新陈代谢过程的分馏作用有关, 本组又分为三个样品, 其中 HX01 为 13 个不分颜色的小壳体, HX02 为 9 个完整的深色小壳体, HX03 为 8 个完整的白色小壳体; HX04 为第二组河蚬样品, 蚬高在 10.00~11.90 mm, 生活周期为 2005 年 6—11 月份 (夏秋季), 样品为 8 个完整壳体; HX05、HX06 为第三组河蚬, 蚬高在 12.56~13.54 mm, 7 个蚬壳, 生活周期为 2005 年

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40403010)

4—11 月份（春夏秋季），其中 HX05 选取所有壳体的距腹端约 1/3 处的壳体部分，形成壳体的时间大致为 2005 年秋季，HX06 选取所有壳体的中部，形成壳体的时间大致为 2005 年夏季；HX07、HX08、HX09 为第四组样品，蚬高在 17.78 ~ 18.90 mm，6 个壳体，生活周期为 2004 年 8 月份—2005 年 11 月份（秋冬春夏秋季），其中 HX07 取自最前端的壳体部分，生长时间大致为 2005 年秋季，HX08 紧跟前一样品，生长周期大致为 2005 年的夏季，HX09 取自壳体的壳饰紧密及凹陷处，大致断定其生长时间为 2004—2005 年冬季；HX10、HX11、HX12 为第五组样品，蚬高在 23.24 ~ 24.46 mm，生活周期为 2004 年 4 月份至 2005 年 11 月份（春夏秋冬春夏秋季），样品为 5 个完整大壳体，HX10 选取自腹部前沿，其生长时间为 2005 年秋季，HX11 为夏季生长的壳体，而 HX12 的选取原则及生长时间则与 HX09 相同。

在进行河蚬壳体的氧、碳同位素分析测试以前，首先去除蚬肉，再将整个蚬壳用双氧水在 50℃ 条件下去除几丁质层，用蒸馏水冲洗数次后烘干，然后用指甲钳或手术刀片轻轻地取下目的部位的壳体，最后将取下部分研磨至 200 目左右，在电子天平上称量 0.4 mg 左右，装入试样小瓶，烘干并在中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室的连续流-同位素质谱仪上进行氧、碳同位素的测试分析（数据结果都换算成 PDB 单位）（图 1，2）。

由花溪河蚬壳体的氧、碳同位素数据的柱状图（点柱图代表秋季生长的壳体部分，波浪柱图代表夏季生长的壳体，方格柱图代表冬季生长的壳体）中可以看出，河蚬在不同的生长季节内，对氧、碳同位素的生物分馏作用是不相同的，这种差异被保

存在其碳酸盐质的壳体内。不同年龄大小的河蚬在不同的季节环境条件下具有变化一致的趋势。HX06、HX08、HX11 样品来自不同年龄段，但其形成时期均大致在夏季，与不同年龄均在冬季形成的壳体样品 HX09、HX12 相比，氧同位素具有明显的偏高，不同年龄的壳体氧同位素的平均值夏季为 -6.94PDB，冬季为 -7.73PDB，而秋季则为 -7.54PDB，介于二者之间，夏季氧同位素值比冬季氧同位素值要高近 0.8 个 PDB。据我们一年内监测的花溪河流野外养殖河蚬点的水温结果为，春季平均水温为 13.3℃，夏季为 21.1℃，秋季为 19.3℃，冬季为 8.4℃。冬夏季节河水温度差异近 13℃。五组样品都有秋季生长的壳体，其氧同位素的值差距并不大；其次相同年龄相同生长期的河蚬在不同的季节氧同位素的变化是不同的，第 4 组样品秋、冬、夏季间氧同位素具有明显的差异，第 5 组的变化亦同于此；再次，河蚬外壳的颜色变化并不决定河蚬壳体内的氧同位素的变化。第一组的 3 个样品并没因颜色的不同而导致同位素的明显变化，故以后在选择壳体做氧、碳同位素的实验时，可以不考虑色彩的影响。由此也可以说壳体中氧同位素的数值变化反映了环境温度的变化。

河蚬壳体中的碳同位素来自于水中的溶解无机碳的含量，而此含量主要受河蚬生长过程中的新陈代谢及生态环境变化的影响^[7]。在河蚬生长的不同季节其壳体中的碳同位素的变化不大，这大概与水体中的生物量有关，花溪河流地处贵阳市内，周围植物四季常绿，水中溶解无机碳的值变化不大，故表现在其碳同位素的变化并无明显的规律性。

我们的研究表明：（1）季节及温度的变化可以被保存在河蚬生物壳体中；（2）不同年龄的河蚬在相同的生长季节形成的壳体氧、碳同位素具有

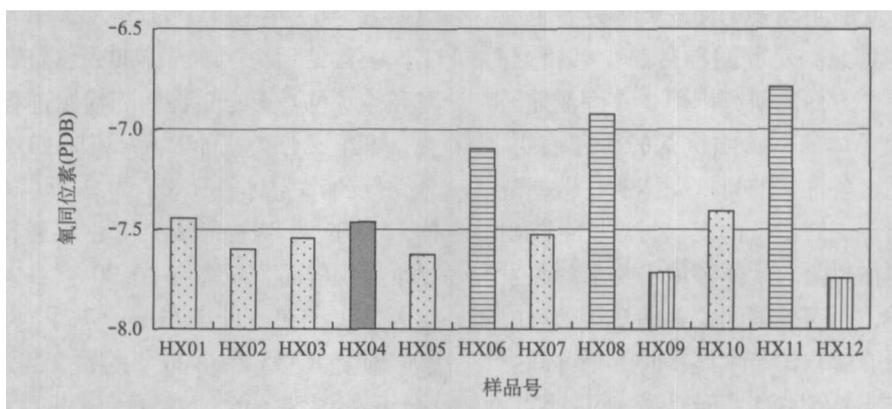


图 1 不同生长季节河蚬壳体的氧同位素柱状图

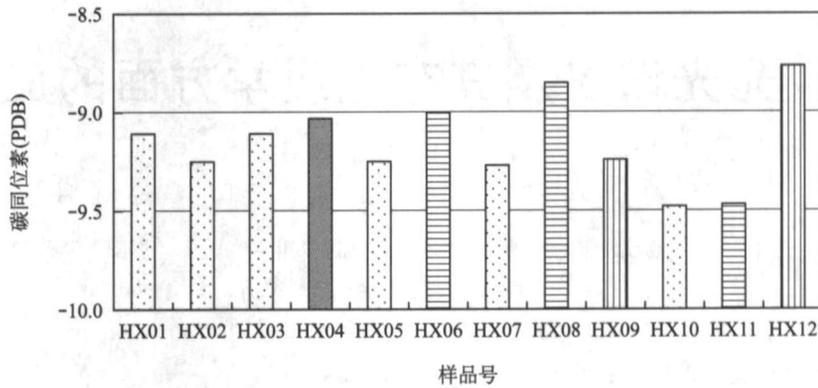


图2 不同生长季节河蚬壳体的碳同位素柱状图

可比性，可以由生物壳体中的氧、碳同位素的变化来反映气候和环境的不同这一具有重要意义

的论断。此实验是我们对全国范围内的河蚬进行同位素对比研究的基础，同时也为如何选取可对比的样品奠定了方法基础。河蚬具有很强的气候适应性，这种适应性会在其壳体上留下记录。利用这一特点，可以发掘河蚬适应气候变化的信息，从而为评估气候变化与生物适应性提供基础数据。

参考文献:

- [1] Callil C T, Mansur M C D. Corbiculidae in the Pantanal: history of invasion in southeast and central South America and biometrical data [J]. *Amazoniana-Limnologia et Oecologia Regionalis Systemae Fluminis Amazonas*, 2002, 17(1-2):153-167.
- [2] Leff L G, Burch J L, McArthur J V. Spatial distribution, seston removal, and potential competitive interactions of the bivalves *Corbicula fluminea* and *Elliptio complanata*, in a coastal plain stream[J]. *Freshwater Biology*, 1990, 24(2): 409-416.
- [3] Martin P R, Estebenet A L. Spread of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* in southern Pampas and northern Patagonia, Argentina [J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 2002, 17(2): 331-333.
- [4] Araujo R, Moreno D, Ramos M A. The Asiatic Clam *Corbicula fluminea*(Muller, 1774) (*Bivalvia*, *Corbiculidae*) in Europe[J]. *American Malacological Bulletin*, 1993, 10(1): 39-49.
- [5] Gajurel A P, France-Lanord C, Huyghe P. C and O isotope compositions of modern fresh-water mollusc shells and river waters from the Himalaya and Ganga plain [J]. *Chemical Geology*, 2006, 233(1-2): 156-183.
- [6] Hull M S, Cherry D S, Merricks T C. Effect of oage design on growth of transplanted Asian clams: implications for assessing bivalve responses in streams[J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2004, 96(1-3):1-14.
- [7] Aucour A M, Sheppard S M. F, Savoye, R. Delta C-13 of fluvial mollusk shells (Rhone River): a proxy for dissolved inorganic carbon[J]. *Limnology and Oceanography*, 2003, 48(6): 2186-2193.