

文章编号: 1000-4734(2011)02-0243-07

河蚬壳体矿物组成及其对环境的适应性变化

周会^{1,2}, 刘丛强¹, 王兵^{1,2}, 闫慧^{1,2}, 江伟^{1,2}, 龚国洪³, 赵彦龙^{1,2}, 丁文慈^{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, 贵州 贵阳 550002;
2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学
国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

摘要: 河蚬是原产于我国和东南亚地区的一种淡水双壳类底栖动物, 极强的环境适应能力使其在世界越来越多的淡水环境中成为优势动物种类, 为研究生物对环境变化的适应性提供了一个范例。壳体是河蚬适应外部环境的重要器官, 长期以来被认为由文石矿物组成。通过对我国黄河下游、淮河流域、长江和西江流域河蚬壳体显微结构观察和矿物成分 X 射线衍射分析, 我们发现文石仅占壳体矿物质平均组成的 95.5%, 其余为方解石、蒙脱石、高岭石和伊利石等, 平均含量各为 1% 左右。壳体棱柱层和薄片层中文石矿物的含量也存在系统差异, 后者高出前者 11% 左右。河蚬壳体相同部位棱柱层文石含量表现出显著的区域变化特征, 淮河和长江流域文石含量较高, 分别达到 96.1% 和 97.8%。而汉水和西江流域壳体中文石矿物含量较低, 平均分别为 94.5% 和 94.2%。黄河下游和珠江流域的数据较少, 但已有数据显示前者文石含量低至 92.7% 而后者高达 98.4%。壳体文石矿物含量的变化与区域气候变化和环境污染之间存在较好的对应关系, 是河蚬适应环境变化的结果。本研究结果有助于在全球变化背景下利用生物适应特点保护陆地水环境的生物多样性。

关键词: 双壳类; 软体动物; 河蚬; 全球变化; 生物适应性; 生物矿物; 文石

中图分类号: P593; P577 文献标识码: A

作者简介: 周会, 女, 1972 年生, 在职博士研究生, 主要研究方向: 环境地球化学。E-mail: zhouhui@mails.gyig.ac.cn

全球变化是目前人类面临的一个严峻的环境问题, 它威胁到了陆地生态系统的生物多样性^[1]。生物通过适应环境变化而得以继续生存和发展被认为是对全球变化的一种至关重要的反应^[2]。认识生物的这种适应性有助于在全球环境持续变化条件下保护生物的多样性。为此, 选择对环境变化具有显著适应性的生物属种, 研究其不同环境条件下的反应, 不仅有助于对特定生物属种适应性的认识, 而且对评估环境变化对生物界的影响进而做出科学的应对决策也具有重要的意义。河蚬 (*Corbicula fluminea*, Muller, 1774) 是一种具有高度环境适应能力的底栖双壳类软体动物, 原产于我国和东南亚地区的淡水环境, 十九世纪由中国的移民带到美国的西海岸地区^[3]。此后, 船只的往来又使河蚬从美国传播到了世界许多地区^[4,5]。河蚬具有很强的环境适应

性, 为我们认识生物对环境变化的响应性提供了一个很好的范例。

壳体是河蚬的一个重要器官, 是河蚬赖以防御外部侵扰和与外部环境相互作用的介质。因此, 河蚬对生存环境变化所做出的自身调整应在其壳体中留有记录。中国南、北方河蚬壳体与环境水体地球化学之间的关系显示了壳体在记录河蚬适应环境变化过程中的重要作用^[6,7]。长期以来, 河蚬壳体被认为同其他双壳类动物一样由文石矿物构成^[8]。近年有报道显示, 某些地区的河蚬壳体除文石外还含有重晶石矿物^[9,10], 表明河蚬壳体可能存在矿物成分的变化。据此, 我们对黄河下游和淮河流域以及长江和西江流域河蚬壳体矿物组成进行了较为系统的分析, 发现河蚬壳体矿物成分的确存在区域性的变化, 这种变化是河蚬适应环境变化的一种反应。本文报道了这一研究结果。

收稿日期: 2010-11-11

基金项目: 国家自然科学基金(批准号: 40721002; 40403010)

1 采样路线的地理、地质与气候背景及样品的处理与分析

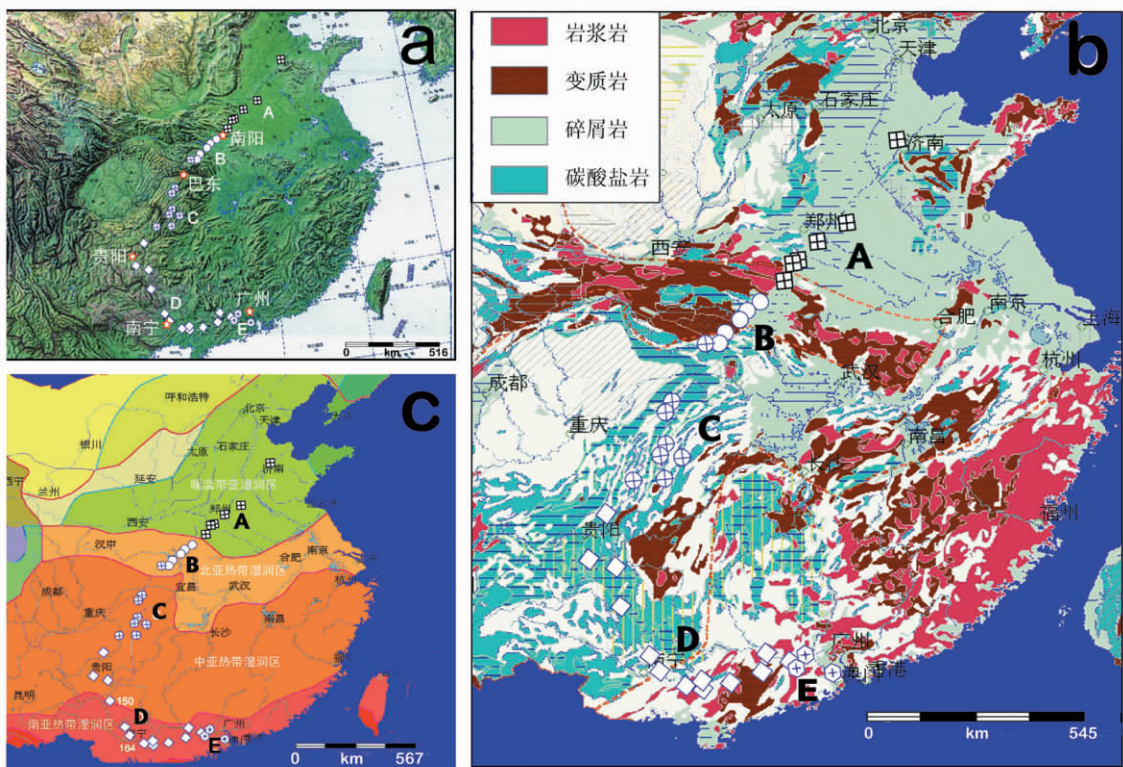
1.1 采样路线的地理、地质与气候背景

样品采集利用路线采样法,即根据研究目的设计采样路线,沿线布点进行样品采集。由于本研究旨在认识河蚬对环境变化的适应性,水体的环境条件变化越大,越有利于目标的实现。据此,采样路线的设计不仅兼顾了流域的主河道,更着重流域的支流系统,以便获得较大变化的环境条件。采样路线分为南北两个部分(图1),其中北部采样路线北起黄河下游济南附近,沿黄河溯流而上,向西南穿过淮河上游支流系统和汉水流域、巴东地区的长江中游干道及其以南的清江、澧水、沅江和乌江流域,最后到达贵州省贵阳市。南部采样路线起于贵阳市,向东南经过贵州、广西和广

东至珠江口淇澳岛,依次穿过清水江、都柳江、打狗河、红水河、邕江、以及西江干道以南的北流江、罗定江、新兴江和珠江等流域系统,然后自肇庆沿西江干流而上至广西的思怀。

从地貌单元上看,整个采样路线在黄淮地区位于冲积平原之上,经过汉水流域的平原与低山地貌过渡,自湖北神农架至广西南宁北部的红水河谷地,跨越了高山与峡谷地区。南宁以东地区,采样路线位于低山与丘陵地区(图1a)。

黄、淮流域的地质背景主要为第四纪松散沉积物,而汉水流域的河流多起源或流经岩浆岩和变质岩石地区,仅在南阳与老河口之间、特别是神农架地区出露有较多的碳酸盐岩。神农架以南至贵州遵义地区,岩石类型以碳酸盐岩和碎屑沉积岩互层为特征。自贵阳至南宁市,岩石类型以碳酸盐岩为主,南宁以东以岩浆岩、变质岩和碎屑沉积岩为主(图1b)。



A-黄河下游和淮河流域(主要为后者); B-汉水流域; C-长江流域,包括长江中游谷地及其以南的清江、澧水、酉水和乌江下游等; D-贵阳东南清水江流域(仍属长江流域)和西江中上游流域,包括清水江、都柳江、打狗河、刁江、红水河和邕江谷地、西江中游(梧州至肇庆)干流及其南部的北流江、罗定江和新兴江等流域; E-肇庆以东西江和珠江流域。地理、岩石和气候图据参考文献[11]

图1 河蚬样品采集点位的地理背景(a)、区域岩石(b)和气候(c)背景

Fig. 1. Geographic (a), lithological (b) and climatic (c) backgrounds of the sampling transect.

采样路线从北向南也穿越了不同的气候带。黄、淮流域地处暖温带亚湿润地区, 汉水流域为北亚热带湿润地区, 神农架以南大致到广西的刁江上游地区为中亚热带湿润地区。西江干道及其以南的支流系统位于南亚热带湿润区(图1c)。

1.2 样品的处理与分析

分析样品尽量选取当年生的成年河蚬, 在实验室内先去除河蚬软体, 然后用双氧水在 50 ℃ 条件下去除表层几丁质, 用蒸馏水冲洗数次后烘干。用于壳体矿物成分分析的样品主要选取于壳体腹部 1 mm 宽的外缘部分。该部位是采样前两个月内形成的壳体, 有助于壳体矿物组成空间变化的对比研究。除此之外, 对采自山东济阳、贵阳花溪、广东肇庆等 3 个地区的河蚬进行了内层和外层壳体矿物组成的分析, 以认识壳体不同部位的矿物组成。

所选分析样品用玛瑙研钵研磨至 200 目, 然后在中国科学院地球化学研究所矿床国家重点实验室用日本理学公司的 D/Max22200 型 X 射线衍射分析仪分析矿物成分。分析条件为 Cu K_α 辐射, 石墨单色器滤波, 管电压 40 kV, 管电流 30 mA。

壳体结构观察用奥林巴斯正交偏光显微镜完成。

2 结果

2.1 壳体结构特征及其内外层矿物组成

正交偏光镜下观察显示河蚬壳体由 2 层组成: 外层是棱柱层, 内层是薄片层。二者的光学特征表明其组成均为碳酸盐矿物。外层是壳体生长过程中由外套膜在壳体腹部外缘分泌的碳酸盐矿物微层依次叠加而成, 这一生长作用使壳体增大; 内层是由外套膜所分泌的碳酸盐矿物微层在垂直壳面方向依次叠加的结果^[12], 这一生长作用使壳体增厚。由于河蚬在生长过程中一直在这两个方向上增生壳体, 因此河蚬的年龄越大, 壳体就越大, 厚度也越大。由于背部的壳体垂向增生时间比腹部长, 由此形成了薄片层在背部较厚, 向腹部越来越薄的现象, 而棱柱层在背部较薄, 向腹部越来越厚(图2)。

对中国黄河、西江和贵州高原等不同地区河蚬的矿物成分分析显示, 壳体内外层的矿物组成存在系统差异(图3)。虽然内外层皆以文石矿物为主, 但内层文石含量高出外层 9% ~ 14%, 平均约为 11%。正是基于这结果, 我们在壳体矿物成分空间变化的对比研究中统一选取壳体腹部外缘为分析样品的选取部位。壳体结构的显微观察表明, 该部位主要为棱柱状碳酸盐矿物层(外层)。



A 为壳体在去除表层几丁质层后由碳酸盐矿物所构成的外部形貌和色彩特征; B 为整个壳体的分层特征, 其中腹部前缘虚线矩形所框定的部位为本研究矿物成分分析的主要部位; C 为图 B 中黑色矩形所框定部分的放大结果, 其中虚线矩形所框定的部位为壳体内外层矿物成分分析的取样部位

图 2 河蚬壳体的形态特征(A)和壳体分层结构特征(B,C)

Fig. 2. Morphology of *C. fluminae* (A) and microscopic structures of the valve (B, C).

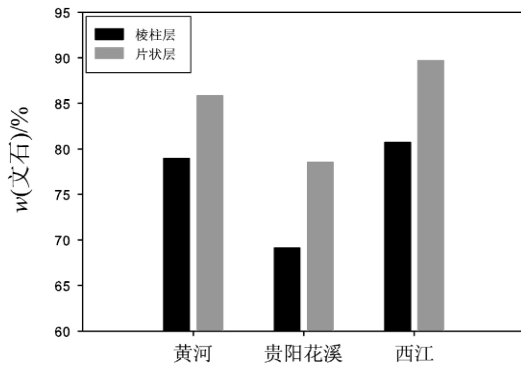


图3. 中国不同区域河蚬壳体内、外层文石矿物组成对比

Fig. 3. Aragonite composition of the prismatic and lamellar layers of the valve of *C. fluminea*.

2.2 壳体矿物组成的区域变化及其与环境变化的关系

中国几大流域河蚬壳体矿物成分的分析结果显示壳体文石矿物平均仅占壳体矿物质的95.5% (表1), 因此虽然文石是壳体的主要矿物成分, 但并非是构成壳体的唯一矿物。方解石矿物在壳体矿物质中的含量为0.5%~2.7%, 平均含量为1.1%, 其次是粘土矿物, 即蒙脱石、高岭石和伊利石, 平均含量都在1%左右。

表1 不同地区河蚬壳体中文石矿物含量对比

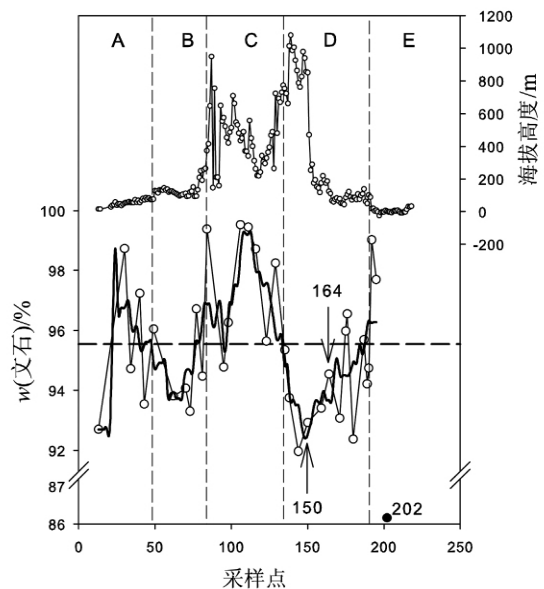
Table 1. The mineral composition of the valve of *C. fluminea* in the different regions crossed by the sampling transect

| 区域 | w(文石) / % | | |
|----|-----------|------|---------|
| | 范围 | 均值 | 1σ (N) |
| A | 92.7~98.7 | 95.5 | 2.3(6) |
| B | 93.3~96.7 | 94.5 | 1.3(5) |
| C | 94.8~99.5 | 97.8 | 1.9(8) |
| D | 92.0~96.6 | 94.2 | 1.4(13) |
| E | 97.7~99.0 | 98.4 | 0.9(2) |
| 全部 | 92.0~99.5 | 95.5 | 2.3(35) |

注: 第202采样点的壳体矿物含量不计在内; 表中A至E的区域划分同图1; N为参与统计的分析样品数量。

壳体矿物组成存在显著的区域变化现象, 其平均文石矿物含量如表1和图4所示。黄河下游干流河蚬壳体的文石矿物含量仅为92.7%, 但由于仅有一个矿物含量分析点位(图1), 我们在表1的统计中把黄河与淮河合并在了一起, 后者具有较高的文石矿物含量(96.1%)。从淮河向汉水流域壳体文石矿物逐渐降低, 并在汉水流域形

成文石矿物的一个低值区。从湖北神农架到贵州乌江的长江流域是壳体文石矿物含量的一个高值区域。大致从贵州遵义地区的乌江上游到广东肇庆以西的西江流域又出现一个文石矿物含量的低值区。肇庆以东的西江和珠江流域, 壳体文石含量较高。但在珠江流域的第202采样点, 壳体表现出了异常低的文石含量(86.2%), 这是因为在该点没有发现活的河蚬样品, 仅在河滩上采到了1个死蚬壳体, 从表层几丁质层已部分缺失的现象上判断, 该壳体已遭受了一定程度的风化作用。在矿物学上, 碳酸钙(CaCO_3)可以形成3种同质多象变体: 三方晶系的方解石、斜方晶系的文石和六方晶系的球文石(又称六方碳酸钙)。球文石的形成与生物作用有关, 但它在常温常压下很不稳定, 所以在自然环境和岩石中非常罕见^[13, 14]。文石矿物在表生条件下是一种亚稳定矿物, 易转变为方解石或在不饱和 HCO_3^- 的水体中发生溶解作用^[15-17]。第202点的方解石矿物含量为5.5%, 显著地高于其他壳体。因此可以断定该点壳体异常低的文石矿物含量是风化作用的结果。



水平虚线表示研究地区壳体文石矿物的平均组成; 数字150、164和202表示采样点号, 其与气候带的关系参见图1a

图4 河蚬壳体中文石矿物含量的区域变化特征及其与采样路线海拔高度变化的对比

Fig. 4. Regional variation of the aragonite composition in the shell of *C. fluminea* in comparison with the height along the transect.

3 讨论

采样路线的地形高度变化与壳体矿物成分的变化之间不存在明显的对应关系(图4),因此地形高度的变化不应是引起河蚬壳体矿物成分变化的主要因素。双壳类动物强烈地富集 Ca^{2+} , 此种能力受水中离子浓度的影响^[18, 19]。中国河水化学受流域岩石类型的控制,这在碳酸盐岩地区表现得尤其突出^[20, 21]。如果流域大量碳酸盐岩溶解对水体化学的控制作用是造成C区域(图1b)壳体文石矿物升高的原因,则在碳酸盐出露更多的D区域的贵阳与南宁之间不应出现文石矿物降低的现象。据此可以认为岩石类型的变化不是壳体矿物成分变化的重要影响因素。相比之下,壳体矿物含量的变化与气候带的变化关系最为明显(图1c, 图4)。黄、淮流域与汉水流域之间的气候分区与文石矿物的变化存在很好的对应关系。C区域基本上地处中亚热带湿润区的北部,对应较高的文石矿物含量。D区域地处中亚热带湿润区南部和南亚热带湿润区,文石矿物含量较低,该区域最低的文石矿物含量发生在中亚热带与南亚热带湿润区的分界附近,即第150采样点附近。向南文石矿物含量开始升高,大致从南宁(第164采样点)开始,多数采样点位于北回归线之南,采样路线平行于北回归线,壳体文石含量出现较大波动,但总体上仍低于平均水平。接近珠江流域,壳体文石矿物含量显著升高。上述壳体矿物组成与气候变化的关系表明气候变化影响壳体矿物组成。但气候变化不是唯一的影响因素。虽然壳体内文石矿物的变化与气候带的变化有较好的对应关系,但并没有出现自北向南有规律的矿物含量变化特征,这一现象表明还存在着其他重要的影响因素。

参 考 文 献:

- [1] Parry M L, Canziani O F, Palutikof J P, et al. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability [A]. IPCC. Summary for policymakers: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [C]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007: 7-22.
- [2] MacIver D C. Adaptation to Climate Variability and Change: IPCC Workshop Summary [Z]. Environment Canada, 1998: 55.
- [3] Counts C L, III. The zoogeography and history of the invasion of the United States by *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) [A]. Britton J C. Proceedings of the Second International Corbicula Symposium [C]. American Malacological Bulletin Special Edition, 1986: 7-39.
- [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] Sousa R, Antunes C, Guilhermino L. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) in aquatic ecosystems: An overview [J]. Annales De Limnologie-International Journal of Limnology, 2008, 44(2): 85-94.

除 Ca^{2+} 之外,河蚬壳体也具有强烈富集 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Cr^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ni^{2+} 等微量重金属元素的能力,尤其是 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Mg^{2+} 等离子^[22-24]。这些重金属元素具有同 Ca^{2+} 离子相似的离子半径和性质,易于富集于壳体之中,以类质同象或其它方式参与其壳体的构成^[18, 25, 26]。若水体环境受到了污染,含有较多的上述离子,则壳体碳酸钙中被置换掉的 Ca^{2+} 离子含量会增加,碳酸钙的含量会被降低。我们对壳体和水体中的微量元素的测试分析证实了这一点^[6]。D区域主要位于广西境内,石材建材、日用陶瓷、建筑水泥以及制糖和生猪养殖等产业为广西乡镇的支柱产业,该区域采样点不可避免地受到了这些污染的影响。D区域河蚬壳体文石含量的降低可能与上述环境重金属污染有关。

4 结 论

河蚬壳体的矿物组成并非全部是文石,而且壳体的内、外层的矿物组成也存在差异。内层(薄片层)的文石含量系统地高于外层(棱柱层)。相同壳体部位矿物组成从中国黄淮流域经长江流域到西江流域也存在显著的区域变化现象。具体表现为淮河流域、长江流域文石含量较高,而汉水流域和西江流域壳体中文石矿物含量较低。黄河下游和珠江流域的数据较少,但有限的数据显示前者文石含量较低而后者较高。上述区域变化特征是河蚬适应环境变化的结果。与不同环境因素对比分析显示,气候变化和环境污染是导致河蚬壳体中矿物组成变化的最可能的影响因素。

致谢: 研究测试得到中国科学院地球化学研究所周国富研究员和付绍洪、刘秀明副研究员的热忱帮助和支持,在此表示真挚的谢意。

- [6] 周会,刘丛强,王兵. 环境水体与河蚬壳体 Sr 的地球化学特征及河蚬对环境的适应性[J]. 地球化学, 2011,印刷中.
- [7] Zhou H, Liu C, Jiang Q, Jiang W, Zhao Y, Ding W, Yan H. Stable carbon isotopes in the shell of *Corbicula fluminea* (Müller 1774): Implications for understanding environmental changes in drainage basins [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2010, 55(36): 4162-4167.
- [8] Taylor J D, Kennedy W J, Hall A. The shell structure and mineralogy of the bivalvia: II. Lucinacea-Clavagellacea conclusions [J]. *Bulletin of the British Museum Natural History (Zoology)*, 1973, 22: 253-294.
- [9] Fritz L W, Ferrence G, Jacobsen T R, Lutz R A. Biomineralization of barite by *Corbicula fluminea* [J]. *Journal of Shellfish Research*, 1989, 8(2): 483.
- [10] Fritz L W, Ragone L M, Lutz R A, Swapp S. Biomineralization of barite in the shell of the freshwater Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Mollusca: Bivalvia) [J]. *Limnology and Oceanography*, 1990, 35(3): 756-762.
- [11] 廖克. 中华人民共和国国家自然地图集[M]. 北京: 中国地图出版社, 1999: 1-12.
- [12] Counts C L, Prezant R S. Shell microstructure of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) [J]. *Nautilus*, 1982, 96(1): 25-30.
- [13] Soldati A L, Jacob D F, Wehrmeister J, Hofmeister W. Structural characterization and chemical composition of aragonite and vaterite in freshwater cultured pearls [J]. *Mineralogical Magazine*, 2008, 72(2): 579-592.
- [14] Wang J W, Becker U. Structure and carbonate orientation of vaterite (CaCO₃) [J]. *American Mineralogist*, 2009, 94(2-3): 380-386.
- [15] Green M A, Aller R C, Aller J Y. Influence of carbonate dissolution on survival of shell-bearing meiobenthos in nearshore sediments [J]. *Limnology and Oceanography*, 1998, 43(1): 18-28.
- [16] Lutz R A, Kennish M J, Pooley A S, Fritz L W. Calcium-carbonate dissolution rates in hydrothermal vent fields of the Guaymas Basin [J]. *Journal of Marine Research*, 1994, 52(5): 969-982.
- [17] Wright P, Chems L, Hodges P. Missing molluscs: Field testing taphonomic loss in the Mesozoic through early large-scale aragonite dissolution [J]. *Geology*, 2003, 31(3): 211-214.
- [18] Carre M, Bentaleb I, Bruguier O, Ordinola E, Barrett N T, Fontugne M. Calcification rate influence on trace element concentrations in aragonitic bivalve shells: Evidences and mechanisms [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2006, 70(19): 4906-4920.
- [19] Takesue R K, Bacon C R, Thompson J K. Influences of organic matter and calcification rate on trace elements in aragonitic estuarine bivalve shells [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2008, 72(22): 5431-5445.
- [20] 陈静生,夏星辉,蔡绪贻. 川贵地区长江干支流河水主要离子含量变化趋势及分析[J]. 中国环境科学, 1998, 18(2): 131-135.
- [21] 王兵,李心清,袁洪林,周会,赵彦龙. 西江干流河水主要离子及锶同位素地球化学组成特征[J]. 地球化学, 2009, 38(4): 345-353.
- [22] Baudrimont M, Metivaud J, Maury-Brachet R, Ribeyre F, Boudou A. Bioaccumulation and metallothionein response in the Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) after experimental exposure to cadmium and inorganic mercury [J]. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1997, 16(10): 2096-2105.
- [23] Gillikin D P, Lorrain A, Navez J, Taylor J W, Keppens E, Baeyens W, Dehairs F. Strong biological controls on Sr/Ca ratios in aragonitic marine bivalve shells [J]. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 2005, 6(5): 16.
- [24] Bilos C, Colombo J C, Presa M J R. Trace metals in suspended particles, sediments and Asiatic clams (*Corbicula fluminea*) of the Rio de la Plata Estuary, Argentina [J]. *Environmental Pollution*, 1998, 99(1): 1-11.
- [25] Jacob D E, Soldati A L, Wirth R, Huth J, Wehrmeister U, Hofmeister W. Nanostructure, composition and mechanisms of bivalve shell growth [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2008, 72(22): 5401-5415.
- [26] Carroll M, Romanek C S. Shell layer variation in trace element concentration for the freshwater bivalve *Elliptio complanata* [J]. *Geo-Marine Letters*, 2008, 28(5-6): 369-381.

The Mineralogy of the Valve of the Asian Clam (*Corbicula Fluminea* Muller , 1774) and Its Significance on the Adaptation to the Environmental Changes

ZHOU Hui^{1,2} , LIU Cong-qiang¹ , WANG Bing^{1,2} , YAN Hui^{1,2} , JIANG Wei^{1,2} ,
GONG Guo-hong³ , ZHAO Yan-long^{1,2} , DING Wen-ci^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry , Institute of Geochemistry , Chinese Academy of Sciences , Guiyang 550002 , China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences , Beijing 100049 , China;

3. State Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry , Institute of Geochemistry , Chinese Academy of Sciences , Guiyang 550002 , China)

Abstract: The Asian clam , *Corbicula fluminea* (Muller , 1774) is a highly invasive bivalve mollusk. Native to South-east Asia , it has successfully established as the dominant species in more and more aquatic environment around the globe , and thus serves as an epitome for learning the adaptation of the organism to the environmental changes. Being an interface in the interaction with environment , the valve of the clam , which is believed to be aragonite in mineralogy , plays an important role in the adaptation. In the present study , we analyzed the shell minerals of *C. fluminea* by using X-Ray diffraction method based on the understanding of microstructures. The study involves the calms collected from the lower reaches of the Yellow river and the Huaihe watershed in north China , the Yangtze and Xijiang drainage basins in south China. The results indicate that aragonite only accounts for 95.5% of the mineral composition in the shell , and the rest includes calcite , smectite , gaolingnite and illite , which averaging about 1%. The prismatic and lamellar layers of the shell are also different in the mineralogy , with the latter higher than the former by 11%. Aragonite in the 1 mm-wide ventral edge of the shell is composed primarily of the prismatic layer , showing significant regional changes. The clams in the Huaihe and Yangtze watersheds have high aragonite , averaging 96.1% and 97.8% , respectively , while those in the Hanshui and Xijiang drainage basins are relatively low , averaging about 94%. The analysis is limited for the Yellow river and Zhujiang River , yet the results available indicate that aragonite is as low as 92.7% in the former while 98.4% in the latter. The change of the shell mineralogy is a result of the adaptation of the clam to those of environment , most likely of the climate and water pollution. These results are helpful for the protection of the biodiversity in the aquatic environment that is subject to fast changes.

Key words: bivalve; mollusk; Asian clam; global warming; adaptation; biogenic mineral; aragonite