

活介形虫壳体中 Mg/Ca 比值与温度和盐度关系的试验*

赵泉鸿 戴中宁^① 任炽刚^① 汪品先

(同济大学海洋地质开放实验室, 上海 200092; ^① 复旦大学物理二系, 上海 200433)

关键词 介形虫、化学成分、温度、盐度

由低镁方解石组成的介形虫壳体普遍含有 Mg, Sr 等微量元素。近年来的一些研究表明, 介形虫壳体中的 Mg/Ca 比值与壳体形成时的水温和水体中的盐度呈正相关^[1,2]。不过, 这个结论只是建立在对个别属种的活个体测试基础之上, 并且还存不同观点^[3], 因而 Mg/Ca 比值所包含的环境信息是否具普遍意义, Mg/Ca 比值是否真的随水温和盐度有可测量的变化, 都存在问题, 急需对更多已知环境条件中的活介形虫壳体进行化学分析, 进一步查明其指示古环境的价值。为此, 我们在已知环境条件的水体中选取了3种介形虫的活个体, 采用质子激发 X 荧光分析 (PIXE) 技术, 测定壳体中的 Mg/Ca 比值, 检验其与水温和盐度的关系及可能的干扰因素, 从而评价介形虫壳体 Mg/Ca 比值用作古温度和古盐度标志的可能性和局限性。

1 材料与方 法

测试的介形虫是角尾狭星介 *Stenocypris derupta* Vavra, 向岛薄丽星介 *Dolerocypris mukaishimensis* Okubo 和丰满陈氏介 *Tanella opima* Chen。它们采自不同环境, 用来回答不同的问题, 其中 *S. derupta* 取于温度控制在 20℃ 的饲养缸内, 取其4个龄期的个体, 每龄取3个壳瓣做 PIXE 分析, 目的是检验同一温度下壳体 Mg/Ca 比值在个体发育中的稳定性。 *D. mukaishimensis* 和 *T. opima* 是在 1982—1983 年期间, 季节性定点采自上海芦潮港海岸带。前者从潮上带—低盐沟渠中采得, 实测水体温度 5.6—35.8℃、盐度 1.53‰—2.30‰, 5 个月的样品, 每月样品做 5 个成虫壳体的元素分析, 以求壳体中 Mg/Ca 比值与水温的关系。 *T. opima* 取自潮坪顶部, 实测水温 9.8—32.2℃, 盐度 2.29‰—16.51‰, 8 个月的样品, 每月取 3 个成虫做化学分析, 以了解壳体 Mg/Ca 比值除温度外, 受盐度影响的程度。

介形虫标本在做化学分析之前, 先剔除壳体内的软组织, 然后在 5%—10% 双氧水 (H₂O₂) 浓度的水中煮 10—15min, 以便去除壳体表面的有机物质, 再把煮过的壳体置在滤纸上用蒸馏水仔细清洗, 待干燥后即可供 PIXE 测试。

用复旦大学加速器实验室的 μ -PIXE 技术对每个介形虫壳瓣测定化学成分。在质子能量 2.5 MeV 的条件下, 对壳瓣进行 2 次分析 (一次加 -435 μ m 的 Mylar 吸收片, 另一次不加吸收

1993-12-10 收稿, 1994-03-31 收修改稿。

* 中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学及地层学开放实验室资助课题。

片), 以使壳瓣中 Mg, Sr 等含量少的元素有较多的计数. 此外为避免壳瓣中元素分布的不均匀性所带来的误差, 对壳瓣中部 $500\mu\text{m} \times 500\mu\text{m}$ 的区域扫描分析, 从而得到一个平均的结果. 每次测试可同时获得 16 种元素的百分含量数据, 本文只讨论其中 Ca, Mg 两种元素的分析结果.

2 结果与讨论

2.1 不同龄期壳体的差异

图 1 所示是在同一饲养缸内, 即在相同化学性质的水体中, 水温控制在 20°C 的条件

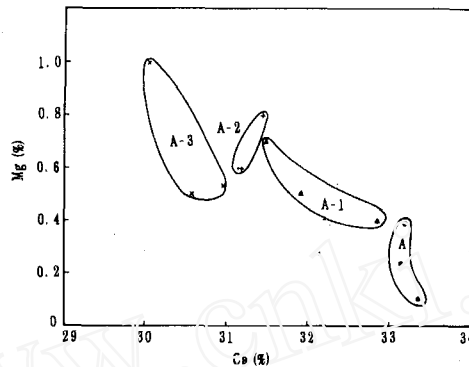


图 1 恒温(20°C) 饲养缸内介形虫 *Stenocypris derupta* 不同龄期壳体中 Ca, Mg 含量的变化关系

A 代表成虫, A-1, A-2, A-3 分别代表成虫前的三个幼龄虫

下, 介形虫 *Stenocypris derupta* 4 个不同龄期壳体 Ca, Mg 含量的变化. 可以明显看出, 尽管温度不变, 随龄期的增长, 壳体中 Ca 含量增加, Mg 含量相对减少. Chivas 等曾对澳大利亚野外和室内饲养的介形虫 *Mytilocypris henricae* 壳体作化学分析, 发现其幼虫和蜕壳初期新形成的未完全钙化壳体具很高的 Mg 含量, 但随着壳体增长、重量增加和钙化程度加强, Mg 含量相应减少^[1,2]. 我们的实验进一步证实了此结论, 表明了在做介形虫壳体化学分析用于再造古环境时, 只有挑选壳体完全钙化、龄期相同的个体, 才能保证分析结果的可比性.

2.2 不同水温下的差异

介形虫 *Dolerocypris mukaishimensis* 采自野外—微咸水体中, 盐度低 ($1.5\text{‰} - 2.30\text{‰}$), 变化小, 年变动幅度仅 0.7‰ ; 而水温的季节性变化十分显著 ($5.6 - 35.8^\circ\text{C}$). 壳体中 Mg/Ca 比值与水温的关系如图 2(b) 所示, 明显呈正比关系, 即随温度升高, Mg/Ca 比值相应增加, 两者的相关系数达 0.8726 .

2.3 不同水温和不同盐度下的差异

介形虫 *Tanella opima* 采自河口潮坪顶部, 其生活的水体温度和盐度两者参数季节性变化均显著, 温度的年波动幅度为 22.4°C , 盐度幅度为 14.22‰ . 壳体中 Mg/Ca 比值与温度的关系如图 2(a) 所示, 两者呈正相关, 与 *D. mukaishimensis* 的情况相同, 而且 *T. opima* 具更高的相关系数 (0.946), 表明水温对介形虫壳体 Mg/Ca 的控制作用. 但同时壳体中 Mg 含量又受盐度影响, Mg/Ca 比值与盐度呈负相关, 相关系数为 -0.8313 (图 2(d)).

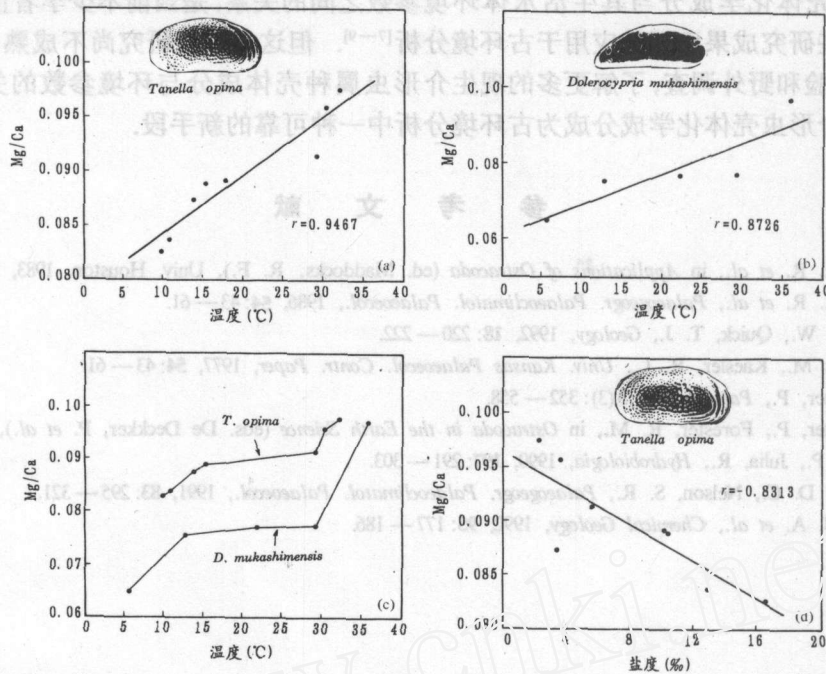


图 2

(a) 介形虫 *Tanella opima* 壳体 Mg/Ca 比值与水温的关系(盐度变化显著, 2.29‰—16.51‰, 每点代表 3 个壳瓣 Mg/Ca 比值的平均值); (b) 介形虫 *Dolerocyprina mukaishimensis* 壳体 Mg/Ca 比值与水温的关系(盐度变化小, 1.53‰—2.30‰, 每点代表 5 个壳瓣 Mg/Ca 比值的平均值); (c) 介形虫 *D. mukaishimensis* 和 *T. opima* 壳体 Mg/Ca 比值与水温相关曲线对比; (d) 介形虫 *T. opima* 壳体 Mg/Ca 比值与盐度的关系

3 讨论与结论

一般认为介形虫壳体 Mg/Ca 比值与水体温度、盐度呈正相关^[1, 2, 4-9]。但也有异议, 如 Teeter 和 Quick 对巴哈马群岛湖泊中介形虫调查, 发现壳体中的 Mg 含量与盐度呈负相关, 而与温度的关系不明显^[3]。我们的实验表明, 无论在盐度稳定或盐度显著变化的条件下, 所测试两个种的壳体 Mg/Ca 比值与水温都呈正相关关系, 证明 Mg/Ca 比值具指温意义。巴哈马的湖泊地处热带, 其温度变化幅度太小可能不足以导致 Mg/Ca 比值的显著变化^[3]。至于壳体 Mg/Ca 比值与盐度的关系在一般湖泊中为正相关, 而巴哈马湖泊中的水化学成分由大西洋补给^[3], 本文测试的 *T. opima* 生活的水体盐度亦受海水控制, 此类矛盾可能说明湖、海水化学成分上的差异, 难以用总盐度来概括, 有待对不同环境中更多的现生介形虫属种壳体化学成分与具体的水化学成分(而不是总盐度)进行比较, 才能加以澄清。

值得注意的是, 壳体 Mg/Ca 比值随温度增加的梯度并不是均匀一致的。如图 2(c) 所示, *D. mukaishimensis* 和 *T. opima* 两者具相似的曲线, Mg/Ca 比值的增加在 15—30°C 的温度范围内缓慢, 而在 15°C 以下和 30°C 以上温度内明显加剧。该现象在文献中未见报道, 其原因有待进一步查明。此外, 从图 2(c) 中还可以看出, 相同温度下, *T. opima* 的 Mg/Ca 比值较 *D. mukaishimensis* 的为高, 很可能的反映各自生活水体中 Mg/Ca 比值的不同^[1] 及两个种所代表的系统发育上的差异^[2, 4]。

介形虫壳体化学成分与其生活水体环境参数之间的关系,是当前不少学者正在探索的课题,其中一些研究成果已开始应用于古环境分析^[7-9]。但这方面的研究尚不成熟,需要通过更多的室内实验和野外调查,了解更多的现生介形虫属种壳体成分与环境参数的关系,查明其规律性,使介形虫壳体化学成分成为古环境分析中一种可靠的新手段。

参 考 文 献

- [1] Chivas, A. R. *et al.*, in *Applications of Ostracoda* (ed. Maddocks, R. F.), Univ. Houston, 1983, 238—249.
- [2] Chivas, A. R. *et al.*, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 1986, **54**: 43—61.
- [3] Teeter, J. W., Quick, T. J., *Geology*, 1992, **18**: 220—222.
- [4] Cadot, H. M., Kaesler, R. L., *Univ. Kansas Palaeoecol. Contr. Paper*, 1977, **54**: 43—61.
- [5] De Deckker, P., *Palios*, 1988, **3**(3): 352—558.
- [6] De Deckker, P., Forester, R. M., in *Ostracoda in the Earth Science* (eds. De Deckker, P. *et al.*), 1988, 175—200.
- [7] Anadom, P., Julia, R., *Hydrobiologia*, 1990, **197**: 291—303.
- [8] Engstrom, D. C., Nelson, S. R., *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 1991, **83**: 295—321.
- [9] Holmes, J. A. *et al.*, *Chemical Geology*, 1992, **95**: 177—186.

www.cnki.net