我国海岸带胶结壳有孔虫分布的控制因素*

吴乃琴　汪品先

（同济大学海洋地质系，上海）

关键词　胶结壳有孔虫、pH 值、海岸带

有孔虫化石在我国近年来海平面变迁和海区演变历史的研究中起着重要的作用．按壳壁成分，有孔虫可分为钙质和胶结壳两类，具胶结壳的有孔虫除了深海和高纬度海区外，主要在海滨沼泽、河口、泻湖等海陆过渡相环境中出现．一般认为，“滨海(有孔虫)生物群的特点在于其胶结壳性质”[1]，“河口、港湾、泻湖低盐水体的沿岸沉积通常以胶结壳有孔虫占优势”[2]．与其相应环境的第四纪地层中也是同样的情形[3]．然而，这种主要根据北美资料得出的概念，和我国情况并不一致．据统计，我国沿海平原第四纪海侵层中海陆过渡相地层的累积厚度是海相地层的 2.38 倍[4]，海岸带、河口、泻湖等低盐环境的沉积远多于真正的海相沉积，因此有孔虫化石群中胶结壳应占重大比例．但事实恰恰相反，根据沿海平原 32 个钻孔 539 个第四纪海侵层沉积样品中有孔虫化石群的统计，胶结壳只在 19 个样品中少量出现，在所统计的十余万枚有孔虫化石中不足一百枚，钙质壳含量在 99.9% 以上．

针对这种矛盾，我们对我国现代海岸带表层沉积中的有孔虫群进行了调查．从辽东湾到海南岛共采样 217 个，发现胶结壳有孔虫 23 属、45 种，基本上均为世界海岸带低盐度环境常见种，其中最主要者有：*Miliammina fusca* (Brady), *Trochammina inflata* (Montagu), *Ammobaculites exiguus* (Cushman and Brönnimann), *Jadammina macrescens* (Brady).

值得注意的是胶结壳有孔虫分布甚不均匀，无论属种或个体数量都有自南向北明显减少

表 1　中国海岸带胶结壳有孔虫动物群的种

地　点		广西海岸		粤西		台中	闽南海岸	闽北海岸	舟山海岸
编　号		A	B	C	D	E	F	G	H
样品数		10	18	6	5	3	2	1	22
胶结壳有孔虫	种数	21	18	11	8	4	5	5	6
	占全群个数%	88.2	91.0	90.0	55.6	18.4	43.5	61.3	4.0
盐　度	平均值	3.52	7.69	5.2	6.27	—	—	—	8.4
	幅度	0.2—9.7	0.6—12.5	0.13—12.7	0.15—12.4	—	—	—	2.6—16
pH	平均值	6.29	6.59	6.94	6.62	—	—	—	7.01
	幅度	5.49—6.94	5.43—7.05	6.35—7.59	6.30—7.34	—	—	-	6.8—7.23

本文 1988 年 11月14日收到．

* 国家自然科学基金资助项目．

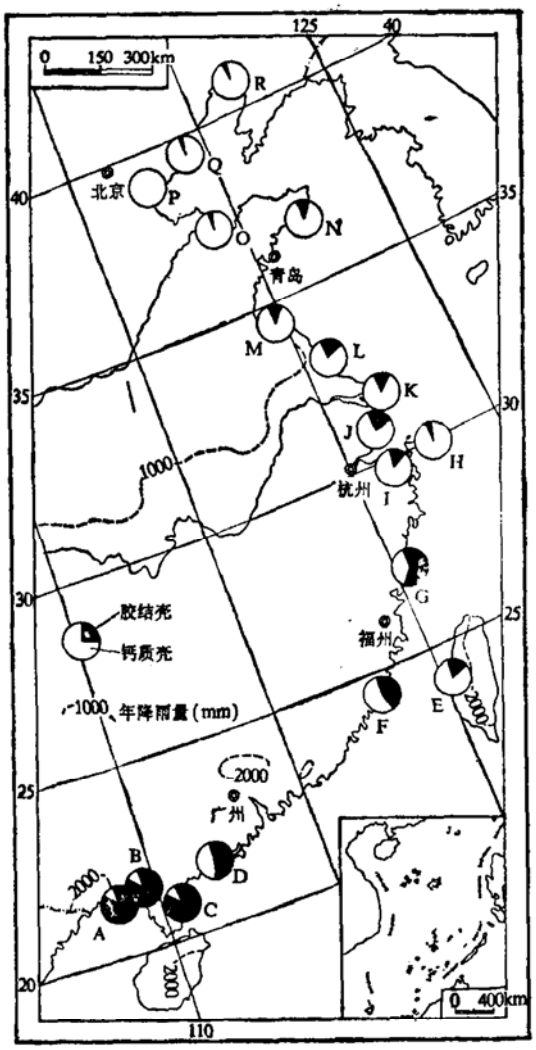


图 1　我国海岸带表层沉积中胶结壳类型占有孔虫全群的百分比

详见表 1(百分比按少盐、中盐环境下的样品进行统计. 年降雨量据《中华人民共和国地图集》,地图出版社,1983)

数、占全群个体的百分含量、盐度与 pH 值

浙东海岸	浙东北	上海	苏北中部	苏北北部	胶东	莱州湾	蓟运河	滦河口	辽东湾
I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
42	9	13	30	28	3	2	5	11	15
7	4	7	7	5	4	1	0	8	1
16.9	24.5	12.9	18.9	12.3	12.1	3.1	0	4.7	1.2
5.1	5.3	4.0	3.25	6.5	10.3	3.3	1.9	4.15	1.6
0.42—17.5	5.3	0.05—8.7	0.6—9.8	1.3—16	4.7—16.4	0.5—6.1	—	—	—
7.08	—	7.54	7.89	8.21	—	—	—	—	—
6.32—9.26	—	7.21—9.81	7.10—8.55	7.01—8.85	—	—	—	—	—

的趋势. 在广西共发现 17 属、24 种,广东 10 属、20 种,而浙江以北基本上只见 *Miliammina fusca* (Brady), *Trochammina inflata* (Montagu), 其他种相当罕见. 如果将各站位中盐

(5—18‰)和少盐(0.5—5‰)环境下的样品进行比较，可以看出胶结壳占有孔虫全群的百分含量，从南向北从广西的 90% 左右降至江苏海岸的 10—20% 和渤海周围的<5% (图 1、表 1). 当然，各地区的百分比值完全可以随统计样品的数量而有所变化，但总趋势应具有代表性. 找出这种变化趋势的原因，对于有孔虫化石群的古生态解释具有重要意义.

通常认为，在低盐度的滨海边缘环境下，随着盐度的下降，钙质壳为主的有孔虫群被胶结壳类型所取代. 如美国东岸的 Rappahannock 河口，上段盐度 0.5—16‰ 处产以 *Ammobaculites crassus* Warren 为代表、以胶结壳为主的有孔虫群，下段盐度>16‰ 处则为以 *Elphidium clavatum* Cushman 为代表的钙质壳有孔虫群[5]; James 河口下段以盐度 14‰ 为界，同样产这两种不同的有孔虫群[6]. 因此一旦在墨西哥湾北岸一个泻湖低盐处发现也有钙质壳占优势的有孔虫群时，便认为是"一种明显的异常现象"[2]，认为难以解释.

其实，钙质壳和胶结壳一样可以在盐度极低的情况下出现[7]. 从我国海岸看，广西英罗港红树林剖面从盐度 12.5‰ 降至 2.6‰，胶结壳占有孔虫群的比例始终在 80—100% 之间，而华北地区海岸或河口剖面同样的盐度范围里，胶结壳都在 0—5% 之间，都看不出盐度的影响. 将各站位实测的盐度值和有孔虫群进行比较，可以求出各个盐度区间的样品中胶结壳占有孔虫群百分比的平均值(图 2a)，结果两者并不相关；同样，根据实测数据算出各 pH 值区间的样品中胶结壳所占的平均比值(图 2b)，都揭示出 pH 值与胶结壳比值之间有密切的联系.

早已发现，水体中 $CaCO_3$ 的饱和度决定着不含 $CaCO_3$ 的胶结壳有孔虫的分布[8]. 水体的 $CaCO_3$ 饱和度受水的盐度、温度和静压力的影响，也与 pH 值密切相关[9]. 当 pH 值低于 7.8 时，钙质壳有孔虫壳就开始溶解[10]，而滨海边缘环境下的低盐水，正是正常海水 (pH = 8.1) 与天然纯净降水 (pH = 5.6) 以不同比例混合而成，这种混合不仅降低海水的盐度，同时也降低 pH 值，从而又降低了 $CaCO_3$ 的饱和度. 一般所说，河口、海岸带剖面中胶结壳含量随盐度下降而增多的现象，其实也是 pH 值和 $CaCO_3$ 的饱和度减低的结果. 如浙江镇海穿越芦苇沼泽的海岸带剖面，海堤以外盐度 15.5—17.5‰，胶结壳只占 0.5% 以下，海堤以内盐度 1.4—2.2‰，胶结壳比例可升至 70% 以上，但 pH 值也相当，由堤外的 6.8 以上降到堤内的 6.5 以下. 我国海岸带中盐、低盐环境下胶结壳有孔虫自南至北减少的现象，正与 pH 值相联系. 据杨世伦同志最近的研究，我国淤泥质海岸沉积物的 pH 值，从辽东湾的 8.6，苏北的 8.5，

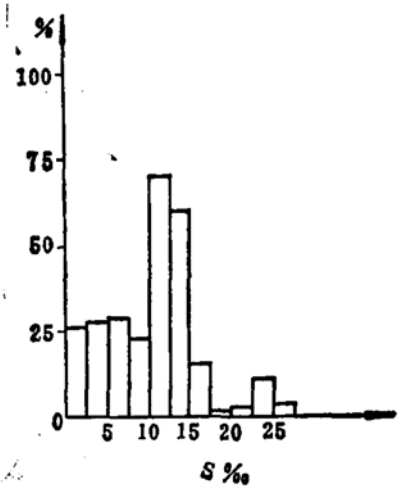


图 2a 胶结壳类型占有孔虫全群的百分含量与盐度关系图

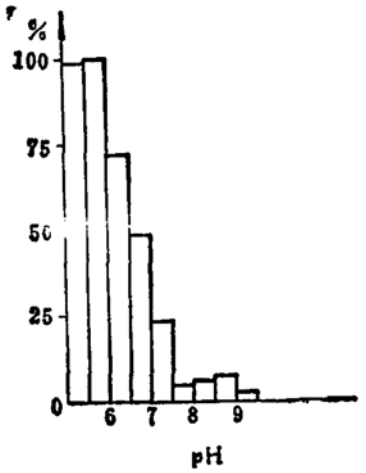


图 2b 胶结壳类型占有孔虫全群的百分含量与 pH 值关系图

长江口的8.4，杭州湾的8.3，降到珠江三角洲的7.5，由北向南明显递减. 这种趋势，和我国南北气候和土壤的差别有关. 北方雨量较少，地表盐分累积，河水矿化度和pH值较高，土壤呈碱性；南方湿润多雨，淋溶作用强烈，河水矿化度和 pH 值低，土壤为酸性红壤. 归根结蒂，是气候决定了有孔虫的南北差别. 美国曾经发现墨西哥湾地区河口、泻湖中的有孔虫群，在雨量较高处胶结壳为主，较低处钙质壳为主[11]；我国年雨量由北向南增加，与胶结壳百分含量的趋势也大致一致(图 1).

总之，我国现代海岸带有孔虫群中胶结壳的含量南高北低，是 pH 值和相应的 $CaCO_3$ 饱和度变化的结果. 两者之间的联系对古环境、古气候的研究具有一定意义. 我国中、北部沿海平原第四纪海陆过渡相沉积中胶结壳有孔虫化石的罕见，除埋葬学因素外(部分胶结壳不易保存)，主要是当时水体中 pH 值偏高所致，而 pH 值又反映当时气候不如今天华南的湿热. 广东三水盆地的早第三纪海陆过渡相有孔虫以粟米虫类钙质壳为主，同样反映当时当地 pH 值较高，雨量偏低，不同于现在该区的湿热环境.

参 考 文 献

[1] Walton, W. R., in *Approaches to Paleoecology* (ed. Imbrie, J. & Newell, N. D.), John Wiley and Sons, N. Y., 1964, 151—237.

[2] Otvos, E. G., *Jour. Foramin. Res.*, 8(1978), 3: 262—269.

[3] Scott, D. B., *Maritime Sediments Spec. Pub.* 1, 1976, 153—170.

[4] 汪品先等，中国第四纪研究，6(1985)，1:35—43.

[5] Ellison, R. L. & Nichols, M. M., *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 21(1970), 1: 1—17.

[6] Nichols, M. M. & Norton, W., *Palaeo.*, 6(1969), 3: 197—213.

[7] Murray, J. W., *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids.* Heinemann Educational Books, 1973, 1—274.

[8] Greiner. G. O. G., *Mus. Comp. Zool.*, 420(1974), 1—35.

[9] Berger, W. H., in *Foraminiferal Ecology and Paleoecology*, SEPM Short Course, 6(1979), 105—155.

[10] Boltovskoy, E. and Wright, R., *Recent Foraminifera.*, Dr. W. Junk, The Hague, 1976, 1—515.

[11] Greiner, G. O. G., *Nature*, 223(1969), 168—170.