

中国海典型生境双壳类软体动物多样性特点

徐凤山^{1*} 张均龙^{1,2}

1 (中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071)

2 (中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 中国海域广阔、海岸线绵长、环境复杂、包含的生境多样, 对中国海典型生境中双壳类软体动物多样性的分析, 可以反映中国海双壳类软体动物的区系特点。作者根据多年的研究成果和国内外贝类学家的报道, 对不同典型生境的双壳类软体动物的多样性特点、生活环境、生态习性进行了阐述, 对不同海区的双壳类软体动物的分布特点进行了分析。由于沿岸水、冷水团及黄海暖流的影响, 黄海的区系组成最为复杂; 受台湾暖流和黑潮暖流的影响, 东海的多样性呈现出随纬度降低、离岸越远, 暖水种增加且暖水性增强的特点; 南海由于南部濒临赤道, 北部属亚热带, 存在珊瑚礁、红树林、海草场等多种生境, 其多样性最高。到目前为止, 中国海的双壳类软体动物共记录有1,104种, 分属于77科393属, 其中渤海有68属87种, 黄海121属175种, 东海195属337种, 南海的种类最多, 297属822种。

关键词: 软体动物, 双壳类, 多样性, 生态习性, 生境, 区系

Characteristics of bivalve diversity in typical habitats of China seas

Fengshan Xu^{1*}, Junlong Zhang^{1,2}

1 Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong 266071

2 Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract: With vast sea areas, long coastline and complex environmental conditions, the China seas contain various habitats for bivalves. The diversity characteristics of some typical habitats can reflect the molluscan fauna of China seas. Based on our years of work and records from malacologists home and abroad, the bivalve diversity, habitats and ecological habits in different environments are described, and the distribution characters in different sea areas are analysed. Due to the effects of coastal water, Yellow Sea Cold Water Mass and Yellow Sea Warm Current, faunal elements in Yellow Sea are the most complex. Most of the species in East China Sea are subtropical elements, and the warm water species increases with the decrease of latitude and distance from coast, because of the hydrological characters of Kuroshio Warm Current and Taiwan Warm Current. The south part of the South China Sea is close to the equator and the north part is subtropical, with many special habitats, such as, coral reefs, mangroves and sea grass beds. The biodiversity is the highest among China seas. Up to now, a total of 1,104 species of bivalves belonging to 393 genera 77 families are reported. The number of species occurred in Bohai Sea, Yellow Sea, East China Sea and South China Sea are 87, 175, 337 and 822 respectively.

Key words: mollusca, bivalves, biodiversity, ecological habit, habitat, fauna

我国海岸线纵长, 从北纬3°至41°, 跨越了38个纬度, 绵延18,000 km, 有 3×10^6 km²的管辖海域, 星落散布着大小岛屿数千个, 岛屿海岸线14,000 km,

地处热带、亚热带和温带三个气候带。双壳类软体动物是海洋底栖生物中重要的类群, 是软体动物门中仅次于腹足类的第二大纲, 更是具有巨大经济价

收稿日期: 2011-09-07; 接受日期: 2011-11-12

基金项目: 中国科学院对外合作重点项目(GJHZ200808)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-417; KSCX2-EW-Z-5)和中华人民共和国科学技术部科技基础性工作专项(2006FY110500-4)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jyliu@qdio.ac.cn

值的一个纲。

18世纪末和19世纪初, 国外的商人和传教士进入中国, 他们中的一些人搜集了中国海产贝壳带出国, 由外国专家进行了分类研究, 发表了一些新种。与此同时, 一些外国考察船也先后来到中国海域进行调查, 并发表了一些专著。如英国Samarang调查队的双壳类专著(Adams & Reeve, 1850); 英国Challenger考察船的双壳类专著(Smith, 1885); Siboga调查船的双壳类专著(Prashad, 1932), 但其中的扇贝科由Dautzenberg和Bavay在1904年就已发表。美国也曾有几条小型考察船于1854—1855年在我国沿海做过调查, 曾在香港、上海停靠, 但并没有出专题报告, 只是由Gould发表些单篇文章(Johnson, 1964)。1941年日本学者Kuroda报道了中国台湾的软体动物。

我国对双壳类的利用已有数千年的历史, 包括食用、药用、观赏以及养殖, 但是没有进行深入、系统地科学研究。将双壳类纳入现代科学研究是从20世纪二三十年代开始的, Grabau和King(金叔初)1928年发表了《Shells of Peitaho》。当时北平静生生物研究所秉志教授、国立北平研究院张玺教授开始研究软体动物, 特别是张玺教授领导的“胶州湾海产动物采集团”于1935—1936年在国内首次进行了海产动物的调查, 并先后发表《胶州湾及其附近海产食用软体动物之研究》(张玺和相里矩, 1936)以及《胶州湾海产动物采集团第一期采集报告》(张玺, 1935), 第二期及第三期(张玺和马绣同, 1936)也都有涉及到双壳类的内容。

建国后, 在青岛成立了中国科学院海洋研究所的前身海洋生物研究室。为了国家的富强, 张玺先生和其助理齐钟彦和李洁民先生, 安排年轻同志首先着手研究经济价值大的贝类, 包括可食用的贻贝科、竹蛏科和帘蛤科。三位先生还带头对双壳类中有害的船蛆科和海笋科优先进行分类学的研究。张玺教授病故后, 齐钟彦教授领导全组同志完成了英文专著《Sea Shells of China》(Qi, 2004)。此后, 双壳类软体动物分类研究陆续开展起来。目前, 已经出版《中国海产双壳类图志》(徐凤山和张素萍, 2008)、《中国动物志 软体动物门 双壳纲 原鳃亚纲 异韧带亚纲》(徐凤山, 1999), 《中国动物志 双壳纲 贻贝目》(王祯瑞, 1997), 《中国动物志 第三十一卷 双壳纲 珍珠贝亚目》(王祯瑞, 2002)和《中国动物

志 软体动物门 双壳纲 帘蛤科》(庄启谦, 2001), 出版的其他5本软体动物专著其内容都涉及到双壳类。明年还即将出版《中国动物志 软体动物 双壳纲 满月蛤总科 心蛤总科 厚壳蛤总科 鸟蛤总科》(徐凤山, 2012); 已完成《中国动物志 软体动物门 双壳纲 樱蛤科和双带蛤科》(徐凤山), 并上交了动物志办公室。另外有些科已进行了深入的研究, 如蚌科、牡蛎科、猿头蛤科、竹蛏科、海螂科、篮蛤科、鸭嘴蛤科、海笋科和船蛆科, 共建立了2个新属, 48个新种, 先后记录产生于中国海的双壳类1,104种, 隶属于393属77科, 其中渤海87种, 黄海175种, 东海337种, 南海种类最多822种。这是我国几代人潜心研究的硕果。

影响双壳类动物分布的因素主要有以下几个: (1)纬度效应; (2)暖流和冷水团的存在导致的水温差异; (3)河口区特有的生态环境; (4)底质环境(双壳类中有的在平底区营底内栖息, 有的在岩礁等硬底区营附着或固着生活, 有的钻木、石穴居)。以上这些非生物环境从温度、盐度和沉积物不同的角度影响着双壳类的分布, 使中国海的生物多样性极为丰富。

本文试图通过对典型生境中双壳类多样性的分析, 反映中国海各海区内双壳类软体动物的区系特点。下面主要就中国海几类典型的生境的双壳类及其多样性分别介绍如下。

1 黄海冷水团

黄海冷水团(Yellow Sea Cold Water Mass)是指黄海中部水深40—50 m以下水域, 冬季由于风浪的扰动, 表层水和底层水得到充分的对流, 水温基本一致; 夏天到来时表层水温可高达25℃以上, 由于海水的层化现象产生了温跃层, 表层高温水不能同底层低温水交流, 底层水仍保持着低温状态, 南部8—10℃, 北部6—10℃, 形成了黄海冷水团。栖息于冷水团中的冷水性种类有下列几类(Liu & Xu, 2007): (1)北半球寒温带种(north hemisphere boreal species): 如橄榄胡桃蛤(*Nucula tenuis*)、黑肌蛤(*Musculus nigra*)和砂海螂(*Mya arenaria*), 均为分布于北大西洋、北极海和北太平洋的寒温带种; (2)北温带两洋种(amphiboreal species): 是分布于北大西洋和北太平洋的种, 如偏顶蛤(*Modiolus modiolus*); (3)北太平洋寒温带种(North Pacific temperate spe-

cies): 如加州扁鸟蛤(*Clinocardium californiense*); (4)北太平洋两岸种(amphi-Pacific temperate species): 仅见于北太平洋的亚洲和美洲沿岸, 不见于白令海, 如光扁满月蛤(*Lucinorna acutilineatum*); (5)西北太平洋温带种(north-western Pacific temperate species): 如灰观齿蛤(*Felaniella usta*), 虾夷蚶蜊(*Glycymeris yessoensis*); (6)中、日共有温带种(Sino-Japan species): 如粗纹吻状蛤(*Nuculana yokoyamai*)等; (7)黄海地方种(Yellow Sea endemic species): 如黄海户枢蛤(*Asthenothaerus huanghaiensis*)和中国滑蛤(*Liocyma chinensis*)。前5种类型应属寒温带性冷水种, 地球上最后一次冰川期, 它们都曾出现于东海(郑铁民和徐凤山, 1982), 后来随着海水温度的升高, 海平面上升, 这些种由于黄海冷水团的存在得以在黄海保存下来, 从而丰富了中国海冷水性动物区系, 也增加了中国海双壳类的多样性。

值得注意的是, 处在黑潮暖流和台湾暖流之间的台湾, 也出现了一些冷水性种, 如奇异指纹蛤(*Acila mirabilis*)、醒目云母蛤(*Yoldia notabilis*)、粗纹吻状蛤、加州扁鸟蛤, 均为黄海冷水团在数量上占优势的冷水性种。这些种在最后的冰川期曾分布于东海, 当冰川消退水温回升时, 一些冷水种北上, 一些冷水种南下至台湾东北部的水深250–300 m的深水低温区安身, 所以冷水种在台湾的出现也就不足为奇了。

2 黄海暖流

黄海暖流(Yellow Sea Warm Current)是黑潮暖流主流沿日本九州东去后, 部分暖水北上通过对马海峡到日本海的对马暖流(Tsushima Warm Current)的一个西分支, 在济州岛以南进入黄海东南部。它是具有相对高温、高盐为特征的外海水, 直接楔入黄海冷水团的南部边缘区。它的存在明显地体现在123°E以东, 33–34°N之间狭小的范围, 在这里不同性质的冷水种和亚热带性暖水种能够同时出现在一个定性取样的网获物中, 如冷水性的偏顶蛤、奇异指纹蛤和亚热带性暖水性的嵌条扇贝(*Peaten albicans*)、中华细齿蛤(*Arvella sinica*)、斧光蛤蜊(*Macrinula dolabrata*), 在暖流外围的砂质区有巴非蛤(*Paphia papilionacea*)。嵌条扇贝和中华细齿蛤也分布于东海, 但与黄海的分布区是隔离的不连续分布。在东海北部由于夏季盛行东南风, 驱使长江

冲淡水向济州岛方向延伸, 形成了暖水种不可逾越的生态障碍。而这几个亚热带性种在黄海的出现可能是迂回于125°E以东随暖流而来。这样的种类虽然不多, 但却丰富了黄海动物区系的组成, 使黄海成为我国动物区系组成最复杂的海区, 也是生物多样性较丰富的海区。

3 河口区

河口区(estuary regions)分布于江河入海口附近, 这里最显著的环境特点是盐度低, 从河口到海洋盐度逐渐升高。栖息于河口区的动物有4种类型(Mcclusky & Elliott, 1981):

(1) 海洋型: 生活于盐度大于25‰的水域, 均为海产种, 如丽文蛤(*Meretrix lusoria*)和短文蛤(*M. petechialis*), 它们的幼体栖息于近河口处潮间带的中、上区, 待体长长到2 cm左右时, 足部能分泌一种比重较轻、透明的约1 m长的胶带漂在水面上, 其下端倒悬的文蛤随退潮时的潮流向潮间带下区和浅水区转移, 并定居下来。我国沿海有7种文蛤, 其中6种个体大, 数量较多, 是经济种; 另有1种四角蛤蜊(*Macra veneriformis*)也是海洋型物种。

(2) 广盐型: 栖息于盐度10–18‰水域中, 如近江牡蛎(*Crassostrea ariakensis*), 分布于全国各大河口区, 其在山东小清河口区彼此固着生活在一起, 俗称“牡蛎山”。近江牡蛎在形态上同香港巨牡蛎(*Crassostrea hongkongensis*)极其相似, 但后者仅见于厦门以南, 两者混栖于河口中。

(3) 河口型: 生活在盐度5–10‰的水域中, 如河口篮蛤属(*Potamocorbula*)的黑龙江篮蛤(*P. amurensis*), 分布在长江河口和其他各大河口。除此之外还有焦河篮蛤(*P. ustulata*)和光滑篮蛤(*P. laevis*), 后者的幼体生活于海洋中的潮下带, 在壳长2–3 mm时随涨潮时的潮流向河口区的河道转移。缢蛏(*Sinonovacula constricta*)也是河口型的物种且数量很大, 是重要的经济种。

(4) 淡水型: 栖息于河道中盐度小于5‰的水域, 种类较少, 在我国常见的只有蜆科的河蜆(*Corbicula fluminea*)1种。

另外, 在海洋型河口区具有大面积的软泥沉积物, 表面含有大量细菌、小型、微型和微微型底栖生物, 软泥中富有有机质。河区径流量大, 带来的陆源和潟湖的高等植物碎屑也很多, 这些都是碎食

性(detritus feeder)双壳类摄食的对象。由于双壳类和其他海产无脊椎动物消化道内没有纤维素酶, 这些高等植物的碎屑都不能被消化吸收, 但这些碎屑上附生有大量的分解细菌, 碎食性的双壳类就是以这些细菌和沉积物中的有机质为食。长江口的碎食性双壳类以樱蛤科和双带蛤科的种类为最多, 有13种, 而且有些种的数量又特别大, 如河口楔樱蛤(*Cadella delta delta*)、西村明樱蛤(*Moerella nishimurai*)、彩虹明樱蛤(*M. iridescens*)、江户明樱蛤(*M. jedoensis*)等, 它们的最高栖息密度分别在1,400–3,950个/m²之间。数量虽然很大, 但当洄游性的虾类来到岸边浅水区时这些软体动物的幼体很快就被消耗光了。

4 黑潮暖流和台湾暖流

黑潮暖流(Kuroshio Warm Current)是北赤道流的分支, 具有高温高盐的特征, 从菲律宾南部开始北上, 经过我国台湾沿岸沿冲绳海槽直达日本的琉球群岛和日本南部水域。我国台湾和日本的奄美大岛, 虽然纬度较高, 但由于黑潮高温水的到来改变了当地的温度状况, 其形成的珊瑚礁比较低纬度的海南岛更典型。以珊瑚礁特有的砗磲科动物来说, 该科有6种见于台湾, 在澎湖列岛尚有3种, 而位于珊瑚礁区边缘的海南岛仅出现3种。

我们对生活在海南岛和台湾海域的8个主要科的双壳类软体动物进行了比较。其中海南岛的数据来自于《海洋生物名录》(刘瑞玉, 2008), 而台湾的种数来自《2010年台湾物种名录》(邵广昭等, 2011)。从表1中可以看出, 台湾贻贝科、扇贝科、鸟蛤科和帘蛤科的种数远高于海南, 其他几科两地的差距不大, 海南岛只有珍珠科和樱蛤科的种数稍多于台湾。台湾动物种数多于海南的主要原因应归功于黑潮暖流改变了台湾的温度状况, 从而出现了更多的热带性种。

台湾暖流(Taiwan Warm Current)来自台湾海峡, 沿福建、浙江的外海北上到达长江口。虽然与黑潮暖流都是来自低纬度且处于平行的状态, 但暖流强度特别是水温不及黑潮暖流。台湾暖流使东海暖水种类随纬度降低而增多, 种的暖水性强度增强; 随经度增大(也就是离岸越远)暖水种增多, 其暖水性的强度增强, 暖流影响也愈显著, 具体表现在一些暖水性科如珍珠贝科、钳蛤科、扇贝科的种都出现

表1 中国海南岛和台湾双壳类某些科种数的比较
Table 1 Number of species of some bivalves from Hainan and Taiwan regions, China

科名 Family	海南 Hainan	台湾 Taiwan
贻贝科 Mytilidae	29	48
珍珠贝科 Pteriidae	21	19
扇贝科 Pectinidae	21	53
海菊蛤科 Spondylidae	12	17
铗蛤科 Limidae	7	13
鸟蛤科 Cardiidae	29	56
樱蛤科 Tellinidae	49	43
帘蛤科 Veneridae	66	112

在东海南部。

5 珊瑚礁

珊瑚礁(coral reefs)是由刺胞动物门六放珊瑚纲石珊瑚目物种的石灰质骨骼形成的。主要分布于热带水域, 其适宜水温在23–27℃之间、盐度要求33.5‰以上, 海水的透明度特别高。珊瑚礁有岸礁、环礁等多种形成, 形成了许多不同的小生境, 为各种动物提供了食物和隐蔽的场所, 在海洋中以高生物多样性而著称。

在珊瑚礁中栖息的双壳类最著名的为砗磲科, 它是珊瑚礁中一个特有的科, 仅分布于印度–西太平洋热带区的珊瑚礁中。共有7种, 它们是: 砗磲(*Hippopus hippopus*)、瓷砗磲(*H. porcellanus*)、大砗磲(*Tridacna gigas*)、无鳞砗磲(*T. derasa*)、鳞砗磲(*T. squamosa*)、长砗磲(*T. maxima*)和番红砗磲(*T. crocea*)。除瓷砗磲在我国尚未采到外, 其他6种都见于我国的南海诸岛。其中大砗磲壳长1 m多, 重可达200 kg, 是双壳类中个体最大者。砗磲的外套膜特别肥厚, 其中共生的单细胞虫黄藻(*Zooxanthellae*)可大量繁殖, 为砗磲提供养料, 故砗磲生长速度很快。

仅分布于珊瑚礁中的双壳类还有满月蛤超科的镶边蛤科中的两个现生种镶边蛤(*Fimbria fimbriata*)和史氏镶边蛤(*F. soverbii*)。满月蛤科中的长格厚大蛤(*Codakia tigerina*)、佩特厚大蛤(*C. paytenorum*)、斑纹厚大蛤(*C. punctata*)和卵圆小厚大蛤(*Epicodakia minuata*)潜居于珊瑚礁间的沙质区。它们靠鳃中共生细菌的化能合成作用提供营养(Glover & Taylor, 2001, 2007)。

在珊瑚礁中栖息的双壳类还有翼形亚纲中的

珍珠贝科、钳蛤科、扇贝科和海菊蛤科,它们都附着或固着营滤食生活。牡蛎科中的异常牡蛎(*Anomiotrea coraliophila*)仅见于海南岛和菲律宾的珊瑚礁中。拟海菊足扇贝(*Pedum spondyloideum*)也是珊瑚礁中的特有种。还有一些双壳类穿孔穴居生活于珊瑚礁中,如石蛭(*Lithophaga* spp.)、开腹蛤科的个别种。

总之,在珊瑚礁中的双壳类除几个底上生活的科外,底内生活者仅有满月蛤超科的一些种,因缺少泥沙滩,其他营底内生活的双壳类很少,不像腹足类、鱼类、甲壳类和棘皮动物多样性那样丰富,这是双壳类的生态习性和身体结构所决定的。

6 红树林

红树林(mangroves)是生长于热带和亚热带的一些高等木本植物为主体的特殊生态系统,主要分布于我国的广西、广东、香港、海南、福建和台湾的河口区和内湾的潮间带,除具备防风、防浪和保护海岸的作用外,也为各种海洋动物提供了栖息和索饵的理想场所。双壳类是红树上和红树林区的底上和底内主要栖息者,这也是海洋中高生物多样性的区域之一。有些双壳类固着或附着生活于树干上,如牡蛎科的僧帽牡蛎(*Saccostrea cucullata*)、猫爪牡蛎(*Talonostrea talonata*)和黑荞麦蛤(*Xenostrobus atrata*),它们大量密集的固着于红树树干上;有些以足丝附着于树干和树叶上,如不等蛤科的难解不等蛤(*Enigmonia aenigmatica*),它是红树上特有的一种动物;还有些在木材中穿孔生活,如在福建九龙江口红树的树干中发现的曼氏船蛆(*Teredo manni*)和龙骨节铠船蛆(*Bankia carinata*),在其中的一棵树干上就采到了43个个体,总重量109 g(周时强和李复雪, 1986)。它们纵向的穿孔于树干,使树干内百孔千疮难于抵抗风吹浪打,很易于折断,所以船蛆不仅危害木船和海中的木质结构,同样危及了红树林的发展。

在红树林区的滩面上还栖息着红树林区特有的红树蚬(*Gelonia coaxans*)和滩栖船蛆(*Kuphus polythalamia*),特别是后者,虽名为船蛆实际上并不穿孔于木材中生活,而是栖息于红树林滩面上的软泥中,它的两壳退化,体长可达100 cm;广泛分布于印度-西太平洋的热带和亚热带,在我国的澎湖列岛有发现。

我们在海南的红树林区选择东寨和临高泊桥进行双壳类调查,共采到双壳类51种,其中一些种类在中国还是首次发现,例如:龙骨脊鸟蛤(*Fragum carinata*)、洁蛤蜊(*Macatra pura*)、短蛤蜊(*M. abbreviata*)、蓝地蛤(*Gari amethyrata*)、印澳蛤(*Indoaustriella plicifera*)等。东寨的优势种有南海毛满月蛤(*Pillucina vietnamica*)、印澳蛤、斯氏印澳蛤(*I. scarlato*)、凸双齿蛤(*Diplodonta glabosa*)和鳞杓拿蛤(*Anomalodiscus squamosus*)5种,而泊桥的优势种仅有南海毛满月蛤、斯氏印澳蛤和鳞杓拿蛤3种。其中斯氏印澳蛤、南海毛满月蛤和鳞杓拿蛤是东寨、泊桥所共有,其他两个优势种几乎都是东寨所独有。特别是斯氏印澳蛤,在东寨的数量大,发现率高,为第一优势种,而南海毛满月蛤是泊桥的第一优势种,但其数量和出现率都不如前者。东寨的5种优势种中前4种都是满月蛤科的种,它们的鳃中都有化能合成细菌共生现象(Chemosymbiosis)(Glover & Taylor, 2001; Glover *et al.*, 2008; Meyer *et al.*, 2008),它们能利用红树林区的软泥沉积环境中的硫化氢为原料进行化学合成,为寄主提供养料,从而使底内的硫化氢减少,改善了不适宜于动物栖息的环境,使一些异养的动物得以在这里生长繁殖,使红树林区保持较高的生物多样性。

7 海草场

海草是分布于热带、亚热带和温带的潮下带浅水区内的单子叶植物。它们生长茂密,其间是许多小型动物的隐蔽场所,也是一些活动能力较强的动物的觅食所在。由于大面积海草的繁生,该水域水体底部表层沉积物和海草根部分有机质十分丰富,这里不但缺乏氧气,而且产生了大量对动物的生存具有严重威胁的硫化氢。因此,这里的底内动物种类较少,生物多样性较低,双壳类中特别是满月蛤超科中满月蛤属(*Lucina*)和索足蛤属(*Thyasira*)中的一些种类是这种环境中的优势种或特有种。X光透视显示,多数底内生活的双壳类以特化而细长的足营造—个伸向底表面的进水管,用以吸入新鲜的海水进行呼吸作用(Stanley, 1970)。生活在海草场内的这些小双壳的足还可以进入到沉积物中硫化物丰富的软泥内,为其鳃中共生的氧化硫细菌(sulphide-oxidising bacteria)供给硫化物。而氧化硫细菌进行化学合成成为寄主提供营养,这样就形成化能合成群

落(Chemosynthetic community)(Turner, 1985)。很遗憾的是我们还没有进行这方面的深入研究, 就是一般性的采集工作进行的也不多。Habe (1977)在虾形藻属一种海草(*Phyllospadix iwatensis*)的地下茎中采到一种特有的船蛆(*Zachsisia zenkewitschi*), 分布于俄罗斯远东海, 日本的本州和九州。我们在海南岛采到一种船蛆疑似为该种, 但由于没有采到铠片, 种名尚待最后确认。

8 小结

从以上可以看出, 正是由于不同生境中的分布特点不同, 导致了各海域中双壳类软体动物多样性的不同。黄海的双壳类种类区系组成最复杂, 在沿岸水控制区以低盐暖水性种为主; 在深水区冷水团以北方冷水性种为主; 黄海南部又有亚热带性暖水种出现于暖流区。东海是以亚热带性种为主, 由于台湾暖流和黑潮暖流的影响, 生物多样性表现为随着纬度的降低、离岸越远, 暖水性种越多其暖水性质也越强。南海由于南部濒临赤道, 是典型的热带水域, 北部属亚热带水域, 包含珊瑚礁、红树林和海草场等多种生境, 是双壳类多样性最高的水域。在渤海和黄海、东海、南海的近岸由沿岸水控制区栖息的大都是广温低盐的暖水性种, 它们能适应环境因素(如温度、盐度)较大的变化, 有许多种是全国近岸共有的种, 这在外陆架水域是不可能有的。

以上情况说明中国海双壳类软体动物栖息环境是多种多样的, 同时双壳类的生物多样性也是很丰富的, 随着时间的推移对于那些我们还没有涉足的热液(Hydrothermal Vent)、冷泉(Cold Seep)和调查不够的深水区调查的开展, 以及继续深入的开展浅水区海洋生物调查, 肯定还会有更多的双壳类新物种被发现。

致谢: 本文承刘瑞玉院士审阅并提出宝贵意见, 刘锡兴教授修改了部分内容, 作者一并表示感谢。

参考文献

- Adams A, Reeve L (1850) Mollusca. In: *The Zoology of the Voyage of H. M. S. Samarang* (ed. Adams A), pp.1–87. Reeve & Benham, London.
- Dautzenberg P, Bavay A (1904) Description d'un Amussium dragué par le “Siboga” dans la mer de Célèbes. *Journal de Conchyliologie*, **52**, 207–211.
- Glover EA, Taylor JD (2001) Systematic revision of Australian and Indo-Pacific Lucinidae (Mollusca: Bivalvia): *Pillucina*, *Wallucina* and descriptions of two new genera and four new species. *Records of the Australian Museum*, **53**, 263–292.
- Glover EA, Taylor JD (2007) Diversity of chemosymbiotic bivalves on coral reefs: Lucinidae (Mollusca, Bivalvia) of New Caledonia and Lifou. *Zoosystema*, **29**, 109–181.
- Glover EA, Taylor JD, Williams ST (2008) Mangrove associated lucinid bivalves of the central Indo-West Pacific: review of the “*Austriella*” group with a new genus and species (Mollusca: Bivalvia: Lucinidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, (Suppl.), **18**, 25–40.
- Grabau AW, King SC (金叔初) (1928) *Shells of Peitaho* (北戴河的贝类). The Peking Laboratory of Natural History, Peking.
- Habe T (1977) *Systematic of Mollusca in Japan, Bivalvia and Scaphopoda*. Hokuryukan, Tokyo.
- Johnson RI (1964) The recent mollusca of Augustus Addison Gould. *Bulletin of the United States National Museum*, **239**, 1–172.
- Kuroda T (1941) A catalogue of molluscan shells from Taiwan (Formosa) with descriptions of new species. *Memoirs of the Faculty of Science and Agriculture, Taihoku Imperial University of Formosa*, **22**, 65–97.
- Liu JY, Xu FS (2007) Global climate change and biodiversity of the Yellow Sea cold water fauna. In: *Biodiversity of the Marginal Seas of the Northwestern Pacific Ocean: Proceedings of Workshop* (ed. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences(中国科学院海洋研究所)), pp. 102–104, Qingdao.
- Liu JY (刘瑞玉) (ed.) (2008) *Checklist of Marine Biota of China Seas* (中国海洋生物名录). Science Press, Beijing. (in Chinese and English)
- Mclusky DS, Elliott M (1981) The feeding and survival strategies of estuarine Mollusca. In: *Feeding and Survival Strategies of Estuarine Organisms* (eds Joues NV, Wolf WJ), pp. 109–122. Plenum Press, New York and London.
- Meyer E, Nikerd B, Glover EA, Taylor JD (2008) Ecological importance of chemoautotrophic Lucinid Bivalves in a peri-mangrove community in Eastern Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology* (Suppl.), **18**, 41–55.
- Prashad B (1932) The Lamellibranchia of the Siboga Expedition: Systematic part. II. Pelecypoda (exclusive of the Pectinidae). Siboga Expedition, Vol. 53c. E.J.Brill, Leiden.
- Qi ZY (2004) *Seashells of China*. Ocean Press, Beijing.
- Shao KT (邵广昭), Peng CI (彭镜毅), Wu WJ (吴文哲) (2010) *Taiwan Species Checklist 2010* (台湾物种名录2010). Forestry Bureau Council of Agriculture Academia Sinica, Taipei. (in Chinese)
- Smith EA (1885) Report on the Lamellibranchiata collected by H.M.S. Challenger, during the year 1873–1876. *Report on the scientific results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the year 1873-76, Zoology*, **13**(35), 1–347.
- Stanley SM (1970) Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca). *Geological Society of America Mem-*

- oires, **125**, 1–296.
- Tchang S (张玺) (1935) Report on the first collection in the Jiaozhou Bay and its vicinity. *Bulletin of Institute of Zoology, National Academy of Peking* (国立北平研究院动物学研究所 中文报告汇刊), **11**, 1–95. (in Chinese)
- Tchang S (张玺), Ma ST (马綉同) (1936) Report on the second and third collections in the Jiaozhou Bay and its vicinity. *Bulletin of Institute of Zoology, National Academy of Peking* (国立北平研究院动物学研究所 中文报告汇刊), **17**, 1–176. (in Chinese)
- Tchang S (张玺), Xiangli J (相里矩) (1935) Study on edible mollusca in the Jiaozhou Bay and its vicinity. *Bulletin of Institute of Zoology, National Academy of Peking* (国立北平研究院动物学研究所 中文报告汇刊), **16**, 1–94. (in Chinese)
- Turner RD (1985) Notes on mollusks of deep-sea vents and reducing sediments. *Perspectives in Malacology (Special edition)*, **1**, 23–34.
- Wang ZR (王祯瑞) (1997) *Fauna Sinica, Phylum Mollusca, Order Mytiloida* (中国动物志 双壳纲 贻贝目). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Wang ZR (王祯瑞) (2002) *Fauna Sinica, Vol. 31, Mollusca, Bivalvia, Pteriina* (中国动物志 (三十一卷) 软体动物 双壳纲 珍珠贝亚目). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Xu FS (徐凤山) (1999) *Fauna Sinica, Phylum Mollusca, Class Bivalvia, Subclasses Protobranchia and Anomalodesmata*. (中国动物志 软体动物门 双壳纲 原鳃亚纲 异韧带亚纲). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Xu FS (徐凤山) (2012) *Fauna Sinica, Vol. 31, Mollusca, Bivalvia, Lucinacea Carditacea Crassatellacea Cardicea*. (中国动物志软体动物 双壳纲 满月蛤总科 心蛤总科 厚壳蛤总科 鸟蛤总科). Science Press, Beijing. (in Chinese) (in press)
- Xu FS (徐凤山), Zhang SP (张素萍) (2008) *An Illustrated Bivalvia Mollusca Fauna of China Seas* (中国海产双壳类图志). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zheng TM (郑铁民), Xu FS (徐凤山) (1982) The remains of shells and Paleogeographical environment of Late-plistocene on the continental shelf of the East China Sea. In: *The Geology of the Yellow Sea and the East China Sea* (黄东海地质)(ed. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Marine Geology Laboratory (中国科学院海洋研究所海洋地质研究室)), pp. 197–207. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zhou SQ (周时强), Li FX (李复雪) (1986) Community ecology of benthos macrofauna dwelling on mangrove trees in the Jiulong Jiang Estuary, Fujian. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait* (台湾海峡), **54**, 78–85. (in Chinese with English abstract)
- Zhuang QQ (庄启谦) (2001) *Fauna Sinica, Phylum Mollusca, Class Bivalvia, Family Veneridae* (中国动物志 软体动物门 双壳纲 帘蛤科). Science Press, Beijing. (in Chinese)

(责任编辑: 李新正 责任编辑: 闫文杰)

附录I 中国海双壳纲各科的属、种数

Appendix I Number of genera and species of bivalve in each family in China seas

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2011-158-1.pdf>